p-ISSN 3093 - 3382
e-ISSN 3093 - 3153

TẠP CHÍ

Nông nghiệp & Môi trường

SCIENCE JOURNAL OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT

TẠP CHÍ KHOA HỌC CỦA BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

Số đặc biệt

KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ

NGÀNH THUỶ SẢN

Tháng 10
2025

TẠP CHÍ
NÔNG NGHIỆP & MÔI TRƯỜNG

p-ISSN 3093-3382
e-ISSN 3093-3153

NĂM THỨ HAI MƯƠI LĂM

SỐ ĐẶC BIỆT
KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ
NGÀNH THỦY SẢN

Tháng 10/2025

TỔNG BIÊN TẬP
TS. ĐÀO XUÂN HƯNG
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
ThS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT

ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Phường Giảng Võ - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinnmt@mae.gov.vn
http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn

Giấy phép số:
23/GP - BVHTTDL
Bộ Văn hoá,Thể thao và Du lịch
cấp ngày 25 tháng 4 năm 2025

Chế bản tại Tạp chí
Nông nghiệp và Môi trường
In tại Công ty TNHH Sản xuất
Thương mại Hưng Hà

Đơn vị phát hành: Công ty
Phát hành báo chí Trung ương
ĐT: 0913023486

MỤC LỤC

TẠP CHÍ
NÔNG NGHIỆP & MÔI TRƯỜNG

p-ISSN 3093-3382
e-ISSN 3093-3153

NĂM THỨ HAI MƯƠI LĂM

SỐ ĐẶC BIỆT
KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ
NGÀNH THỦY SẢN

Tháng 10/2025

TỔNG BIÊN TẬP
TS. ĐÀO XUÂN HƯNG
ĐT: 024.37711070

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
ThS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT
ĐT: 024.38345457

TOÀ SOẠN
Số 10 Nguyễn Công Hoan
Phường Giảng Võ - Hà Nội
ĐT: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinnmt@mae.gov.vn
http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn

Giấy phép số:
23/GP - BVHTTDL
Bộ Văn hoá,Thể thao và Du lịch
cấp ngày 25 tháng 4 năm 2025

Chế bản tại Tạp chí
Nông nghiệp và Môi trường
In tại Công ty TNHH Sản xuất
Thương mại Hưng Hà

Đơn vị phát hành: Công ty
Phát hành báo chí Trung ương
ĐT: 0913023486

MỤC LỤC

VIETNAM JOURNAL OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT

p-ISSN 3093-3382
e-ISSN 3093-3153

SPECIAL ISSUE
SCIENCE AND TECHNOLOGY
IN FISHERIES

October - 2025

Head-office
No 10 Nguyenconghoan
Giangvo - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinnmt@mae.gov.vn
http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn

License No.23/GP - BVHTTDL
issued by the Ministry of Culture,
Sports and Tourism on April 25, 2025

Printing in Hung Ha trading
production company Limited

CONTENTS

VIETNAM JOURNAL OF AGRICULTURE AND ENVIRONMENT

p-ISSN 3093-3382
e-ISSN 3093-3153

SPECIAL ISSUE
SCIENCE AND TECHNOLOGY
IN FISHERIES

October - 2025

Head-office
No 10 Nguyenconghoan
Giang Vo - Hanoi - Vietnam
Tel: 024.37711072
Fax: 024.37711073
E-mail: tapchinnmt@mae.gov.vn
http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn

License No.23/GP - BVHTTDL issued by the Ministry of Culture, Sports and Tourism on April 25, 2025

Printing in Hung Ha trading production company Limited

CONTENTS

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ SINH TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA ĐÀN CÁ RÔ PHI VẰN CHỌN GIỐNG SINH TRƯỞNG NHANH THẾ HỆ G4 SO VỚI DÒNG CÁ TRUNG QUỐC VÀ THÁI LAN TRONG HỆ THỐNG LỒNG

Nguyễn Hồng Điệp[1], Đỗ Sơn Tùng[1], Nguyễn Quốc Thắng[2],
Trần Thị Kim Oanh[1], Ngô Phú Thỏa[3], Phạm Hồng Nhật[1], *

[1] Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I

[2] Trung tâm Khảo nghiệm, Kiểm nghiệm, Kiểm định thủy sản

[3] Công ty TNHH Jolink Hà Nội

**Email: hongnhat@ria1.org*

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá sinh trưởng, tỷ lệ sống, mức độ đồng đều và tỷ lệ phi lê của cá Rô phi dòng chọn giống G4 với dòng cá Trung Quốc và Thái Lan. Thí nghiệm được bố trí trong hệ thống lồng trên nhánh sông Tam Kỳ, 3.000 con/dòng, thí nghiệm lặp lại 3 lần. Sau 161 ngày nuôi cho thấy sự tăng trưởng về khối lượng và chiều dài của dòng cá G4 (936,3 ± 6,03 g và 422,9 ± 1,84 mm), sai khác không có ý nghĩa thống kê với dòng cá Trung Quốc (985,8 ± 17,59 g và 440,4 ± 6,05 mm) và dòng cá Thái Lan (952,4 ± 12,31 g và 427,4 ± 4,66) (P > 0,05). Tỷ lệ sống của dòng cá chọn giống G4 cao nhất (93,28 ± 2,102%), tương đồng với tỷ lệ sống của dòng cá Thái Lan (P > 0,05), cao hơn dòng cá Trung Quốc (P < 0,05). Tỷ lệ phân đàn của dòng cá G4 (13,66 ± 0,844%) thấp nhất so với hai dòng cá Trung Quốc và Thái Lan (P < 0,05), mức độ đồng đều trong quần đàn cao hơn 27% so với hai dòng cá còn lại. Tỷ lệ phi lê thịt của dòng cá G4 cao hơn hẳn so với hai dòng cá còn lại (P < 0,05).

Từ khóa: *Cá Rô phi vằn, cá chọn giống G4, dòng cá Thái Lan, dòng cá Trung Quốc, nuôi lồng.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá Rô phi là một trong ba đối tượng nuôi nước ngọt phổ biến trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Sản lượng cá Rô phi năm 2022 đạt trên 7,3 triệu tấn, trong đó sản lượng nuôi trồng đạt trên 6,5 triệu tấn, với giá trị hàng năm hơn 7,5 tỷ đô la [1]. Các quốc gia sản xuất cá Rô phi lớn nhất bao gồm: Trung Quốc (26,55% tổng sản lượng), Indonesia (21,05%), Ai Cập (14,75%), Việt Nam (2,99%) và các quốc gia khác (11,71%) [1]. Sản lượng cá Rô phi ở Việt Nam là 195.561 tấn, đứng thứ tám trên thế giới và thứ sáu so với các nước ở châu Á. Năm 2024, sản lượng cá Rô phi ước tính đạt 316.000 tấn, kim ngạch xuất khẩu cá Rô phi của Việt Nam đạt 30,9 triệu USD [2]. Định hướng đến năm 2030, diện tích nuôi cá Rô phi là 40.000 ha và 1.800.000 m^3 lồng nuôi; sản lượng cá Rô phi đạt 400.000 tấn, trong đó 45 - 50% sản lượng cá Rô phi phục vụ xuất khẩu [3].

Chọn giống cá Rô phi vằn sinh trưởng nhanh được tiến hành từ năm 1998 tại Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản I (Viện 1). Các chương trình chọn giống Rô phi vằn sinh trưởng nhanh đã tạo các dòng cá Rô phi vằn chọn giống NOVIT4 [4], dòng cá Rô phi vằn sinh trưởng nhanh trong môi trường lợ mặn [5], [6], dòng cá Rô phi vằn sinh trưởng nhanh thế hệ G0-G2 [7], thế hệ G3-G4 [8]. Nghiên cứu của Nguyễn Hồng Điệp và cs (2025) [9] đã đánh giá sinh trưởng và tỷ lệ sống của đàn cá Rô phi vằn chọn giống sinh trưởng nhanh thế hệ G4 nuôi trong môi trường ao. Nhằm đánh giá chất lượng của dòng cá Rô phi vằn chọn giống G4 so với một số dòng cá thương mại đang được nuôi phổ biến tại Việt Nam hiện nay, đã nghiên cứu

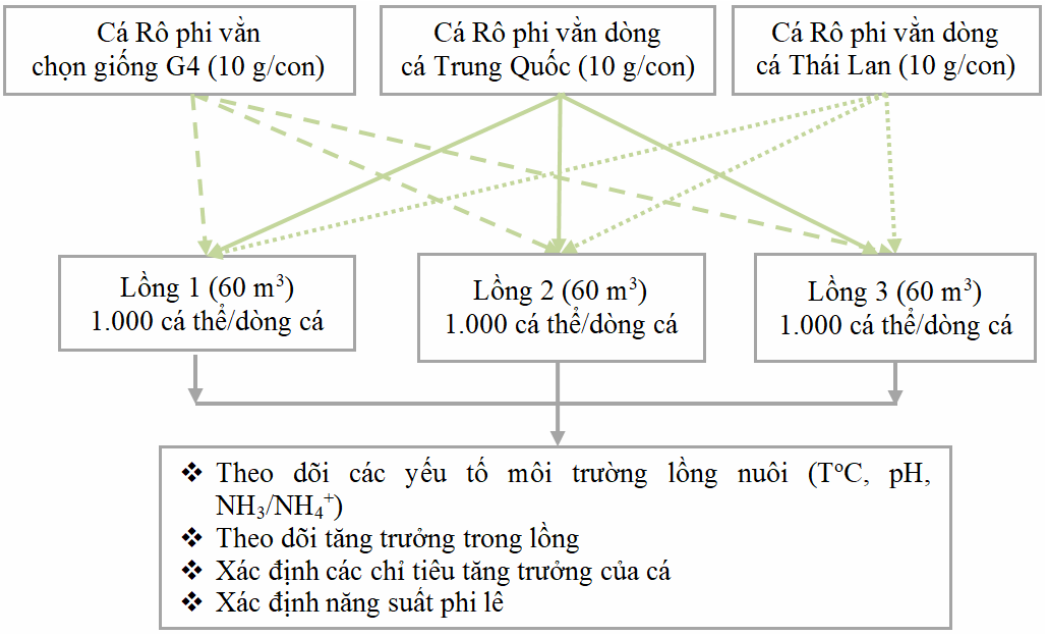
thêm sinh trưởng của dòng cá G4 trên hệ thống nuôi lồng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu là ba dòng cá Rô phi vằn đơn tính, bao gồm: Cá Rô phi vằn chọn giống thế hệ G4 (dòng G4, Viện 1); cá Rô phi Bảo Lộc (dòng cá Trung Quốc) và cá Rô phi Super No.1/2021 (dòng cá Thái Lan). Khối lượng trung bình của 3 dòng cá ≥ 10 g/con. Số lượng 3.000 con/dòng.

2.2. Bố trí thí nghiệm



Hình 1. Sơ đồ nghiên cứu đánh giá sinh trưởng của dòng cá Rô phi vằn chọn giống G4

Thí nghiệm được bố trí với 3 nghiệm thức khác nhau tương ứng với 3 dòng cá Rô phi vằn đơn tính. Các dòng cá nghiên cứu được đánh dấu CWT vào lớp cơ thịt cá theo vị trí khác nhau. Dòng cá G4 được đánh dấu ở vị trí lưng, dòng cá Trung Quốc đánh dấu ở bụng và dòng cá Thái Lan đánh dấu ở đuôi. Cá được nuôi phục hồi trên bể xi măng (thể tích 5 m^3/bể) trong 7 ngày trước khi đưa ra nuôi đánh giá.

Thí nghiệm nuôi đánh giá tăng trưởng được bố trí trong 3 lồng nuôi 60 m^3 (kích thước 5 × 4 × 3 m, nuôi với mật độ 50 con/m^3), với số lượng 1.000 con/dòng cá/lồng. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần, Thời gian thí nghiệm là 6 tháng. Lồng nuôi được đặt nuôi trên nhánh sông Tam Kỳ.

2.3. Chăm sóc và quản lý

Thức ăn sử dụng cho nuôi đánh giá là thức ăn công nghiệp, dạng viên nổi 35% protein, cho ăn 4 lần/ngày (7 giờ, 11 giờ, 14 giờ và 17 giờ), tỷ lệ cho ăn 3 - 5% khối lượng cơ thể tùy giai đoạn. Định kỳ 10 ngày theo dõi tăng trưởng về khối lượng của cá, để thay đổi lượng thức ăn cho phù hợp. Các lồng được bố trí sục khí, đảm bảo cung cấp hàm lượng ôxy.

Xác định các yếu tố môi trường: Trong quá trình nuôi, nhiệt độ, oxy hòa tan (DO) và pH được đo hàng ngày bằng máy đo 3310 IDS. Các yếu tố NH_3^-/NH_3, NO_2 được đo định kỳ 7 ngày/lần bằng bộ kit Sera, Đức.

2.4. Phương pháp xác định chỉ tiêu tăng trưởng của cá

Sau 6 tháng nuôi tiến hành đánh giá, cá được thu hoạch để thu thập số liệu về tăng trưởng, tỷ lệ sống phục vụ phân tích số liệu. Toàn bộ cá được thu và lưu giữ trên bể xi măng phục vụ soi dấu CWT và cân đo khối lượng, chiều dài theo từng cá thể.

- Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng: DWG (g/ngày) = (W1-W2)/t.

- Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài: DLG (mm/ngày) = (L1-L2)/t.

- Tốc độ tăng trưởng tương đối về khối lượng: SGR_W (%/ngày) = (Ln(W2) - Ln(W1)) × 100/t.

- Tốc độ tăng trưởng tương đối về chiều dài: SGR_L (%/ngày) = (Ln(L2) - Ln(L1)) × 100/t.

- Tỷ lệ sống: TLS (%) = (Số cá thu hoạch/Số cá thả) × 100.

- Hệ số phân đàn theo khối lượng: CV (%) = (Độ lệch chuẩn/Khối lượng trung bình) × 100.

Trong đó: W1, L1 là khối lượng và chiều dài cá khi thả; W2, L2 là khối lượng và chiều dài cá khi thu hoạch; t là thời gian nuôi (ngày).

2.5. Năng suất phi lê

Sau khi cân đo các thông số tăng trưởng, chọn ngẫu nhiên 30 cá thể của mỗi dòng, mổ để xác định các chỉ số cơ thể. Cá được phi lê tách riêng các phần gồm: Thịt cá, đầu - xương, nội tạng, da - vây - vẩy. Thu thập và phân tích số liệu khối lượng từng phần phi lê.

2.6. Phương pháp phân tích, xử lý số liệu

Số liệu sinh trưởng, tỷ lệ sống và năng suất phi lê được xử lý trên Microsoft Excel 2010 và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS.20, sử dụng hàm ANOVA một nhân tố và so sánh Duncan. Sự khác biệt với giá trị P < 0,05 được cân nhắc có ý nghĩa thống kê.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động môi trường nước trong lồng

Các yếu tố môi trường trong lồng nuôi được thể hiện ở bảng 1. Sự sai khác các yếu tố môi trường giữa các lồng nuôi trong quá trình nuôi không có ý nghĩa thống kê (P > 0,05). Nhiệt độ nước trung bình 29,43 ± 0,175°C. Hàm lượng oxy hòa tan ở các lồng nuôi được duy trì ổn định ở trên 5 mg/l do lưu tốc nước chảy và sục khí liên tục, trung bình 5,27 ± 0,067 mg/l. Độ pH trung bình 7,7 ± 0,02. Hàm lượng ni tơ amonia tổng trung bình 0,02 ± 0,003 mg/l (Bảng 1).

Bảng 1. Biến động một số chỉ tiêu chất lượng nước trong lồng nuôi

Môi trường nuôi	DO (mg/l)	Nhiệt độ (°C)	pH	NH_3/NH_4^+ (mg/l)
Lồng 1	5,4 ± 0,82[a]	29,4 ± 1,68[a]	7,7 ± 0,44[a]	0,03 ± 0,004[a]
Lồng 2	5,2 ± 0,90[a]	29,5 ± 1,70[a]	7,8 ± 0,65[a]	0,02 ± 0,003[a]
Lồng 3	5,2 ± 0,68[a]	29,2 ± 1,71[a]	7,7 ± 0,70[a]	0,02 ± 0,002[a]
Trung bình	5,27 ± 0,067	29,43 ± 0,175	7,7 ± 0,02	0,02 ± 0,003

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các ký tự có có số mũ khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). Số liệu = Trung bình ± SE.

Nhìn chung, giá trị của các yếu tố nhiệt độ, pH, hàm lượng oxy hòa tan và hàm lượng ni tơ amonia tổng đều nằm trong giới hạn thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cá Rô phi vằn. Cá Rô phi vằn tăng trưởng thuận lợi với hàm lượng oxy hòa tan trong khoảng 4,5 - 5,4 mg/l [10]; nhiệt độ 25 - 30°C, tối ưu ở 28 - 30°C và pH là 7,2 - 7,9 [11], [12]. Các chỉ tiêu chất lượng nước đều phù hợp với nuôi cá Rô phi theo QCVN 02-26:2017/BNNPTNT [13].

3.2. Tăng trưởng và tỷ lệ sống của các dòng cá khi nuôi đánh giá trong lồng

Tăng trưởng của các dòng cá khi nuôi đánh giá trong lồng được thể hiện ở bảng 2.

3.2.1. Tăng trưởng về khối lượng

Kết thúc nuôi tăng trưởng trong lồng, khối lượng trung bình của các dòng cá dao động từ 936,3 - 985,8 g. Trong đó, dòng cá Trung Quốc đạt khối lượng cao nhất (985,8 ± 17,59 g), dòng cá chọn giống G4 có khối lượng thấp nhất (936,3 ± 6,03 g). Tuy nhiên, khối lượng giữa các dòng cá không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê (P > 0,05). Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối và tốc độ tăng trưởng đặc trưng lần lượt dao động từ 5,76 - 6,07 g/ngày và 2,94 - 2,97%/ngày, không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các dòng cá (P > 0,05).

Trong nghiên cứu này, tăng trưởng về khối lượng của ba dòng cá đều cao hơn cá trong các gia

đình chọn lọc ở Trung Quốc thế hệ G6 với khối lượng từ 604 – 888 g [14]. Nguyên nhân có thể do trong nghiên cứu nuôi tăng trưởng thế hệ G6 ở Trung Quốc nuôi lồng với mật độ cao hơn (65 - 70 con/m^3), trong khi mật độ nuôi trong nghiên cứu này là 50 con/m^3.

Bảng 2. Tăng trưởng theo khối lượng và chiều dài của các dòng cá nuôi đánh giá trong lồng

Chỉ tiêu \ Dòng cá	Trung Quốc	G4	Thái Lan
- Khối lượng (g)	985,8 ± 17,59^a	936,3 ± 6,03^b	952,4 ± 12,31^{ab}
Tăng trưởng tuyệt đối về DWG (g/ngày)	6,07 ± 0,110^a	5,76 ± 0,038^b	5,87 ± 0,075^{ab}
Tăng trưởng đặc trưng về SGRw (%/ngày)	2,97 ± 0,011^a	2,94 ± 0,006^a	2,94 ± 0,009^a
- Chiều dài (mm)	440,4 ± 6,05^a	422,9 ± 1,84^b	427,4 ± 4,66^{ab}
Tăng trưởng tuyệt đối về DLG (mm/ngày)	2,27 ± 0,038^a	2,16 ± 0,012^b	2,190 ± 0,029^{ab}
Tăng trưởng đặc trưng về SGR_L (%/ngày)	1,10 ± 0,009^a	1,07 ± 0,006^b	1,08 ± 0,010^{ab}
- Hệ số phân đàn (CV) theo khối lượng (%)	18,78 ± 1,501^a	13,66 ± 0,844^b	17,51 ± 1,538^a
- Tỷ lệ sống (%)	85,11 ± 1,445^b	93,28 ± 2,102^a	90,27 ± 2,338^a

Ghi chú: Trong cùng một hàng, các ký tự có có số mũ khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). Số liệu = Trung bình ± SE (trừ hệ số phân đàn: Số liệu = Trung bình ± SD).

3.2.2. Tăng trưởng về chiều dài

Chiều dài toàn thân của các dòng cá khi nuôi trong lồng dao động từ 422,9 - 440,4 mm, trong đó dòng Trung Quốc có tăng trưởng về chiều dài cao hơn so với hai dòng còn lại (dòng Thái Lan và dòng G4). Tăng trưởng tuyệt đối DLG và tăng trưởng đặc trưng SRG_L của cá nuôi trong lồng có cùng xu hướng với chiều dài thân. Theo đó, DLG và SRG_L của cá dòng Trung Quốc cao nhất (2,27 ± 0,038 mm/ngày; 1,10 ± 0,009%/ngày), tiếp theo là dòng Thái Lan (2,190 ± 0,029 mm/ngày; 1,08 ± 0,010%/ngày), thấp nhất ở dòng G4 (2,16 ± 0,012 mm/ngày; 1,07 ± 0,006 %/ngày). Tuy nhiên, tăng trưởng về chiều dài cũng như tốc độ tăng trưởng tuyệt đối và tăng trưởng đặc trưng về chiều dài giữa ba dòng cá không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê (P > 0,05).

3.2.3. Hệ số phân đàn (CV) theo khối lượng

Kết quả nghiên cứu cho thấy, CV về khối lượng của các dòng cá Rô phi dao động trong khoảng 13,66 - 18,78%. Trong đó, dòng cá Trung Quốc có CV cao nhất (18,78 ± 1,50%), cho thấy sự không đồng đều về sinh trưởng của các cá thể trong quần thể. Tiếp theo là dòng Thái Lan (17,51 ± 1,53%). Ngược lại, dòng cá G4 có chỉ số CV thấp nhất (13,66 ± 0,84%) và sai khác có ý nghĩa thống kê với 2 dòng cá Trung Quốc và Thái Lan (P < 0,05).

Độ đồng đều của quần đàn theo khối lượng được xác định bằng hệ số phân đàn về khối lượng sau thu hoạch. CV càng cao thì độ đồng đều càng thấp [15]. Độ đồng đều này có ý nghĩa quan trọng trong sản xuất giống và nuôi thương phẩm, bởi hệ số phân đàn thấp giúp giảm hiện tượng cạnh tranh thức ăn và quản lý đàn cá thuận lợi hơn [16]. Trong nghiên cứu này, từ kết quả mức độ phân đàn cho thấy, dòng cá chọn giống G4 đồng đều cao hơn 27% so với dòng cá Trung Quốc và Thái Lan (P < 0,05).

3.2.4. Tỷ lệ sống của các dòng cá

Tỷ lệ sống trung bình của các dòng cá Rô phi được thể hiện ở bảng 2. Kết quả phân tích cho thấy, tỷ lệ sống của dòng cá G4 cao nhất (93,28 ±

2,102%), sau đó đến dòng cá Thái Lan (90,27 ± 2,338%) và thấp nhất là dòng cá Trung Quốc (85,11 ± 1,445%). Tuy nhiên, tỷ lệ sống giữa dòng cá G4 và dòng cá Thái Lan sai khác không có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). Trong khi đó, tỷ lệ sống của hai dòng cá này sai khác có ý nghĩa thống kê so với dòng Trung Quốc (P > 0,05).

Tỷ lệ sống của ba dòng cá khi nuôi trong lồng có cùng xu hướng và cao hơn khi nuôi trong hệ thống ao. Theo đó, tỷ lệ sống của ba dòng cá G4, Thái Lan và Trung Quốc khi nuôi trong lồng trung bình dao động từ 85,11 - 93,28%, trong khi nuôi trong hệ thống ao, tỷ lệ sống trung bình của ba dòng cá dao động từ 78,23 - 91,34% [9]. Nguyên nhân có thể do khi nuôi trong hệ thống mở có dòng chảy, cá vận động nhiều hơn, khả năng trao đổi chất và hấp thụ dinh dưỡng tốt hơn khi nuôi trong hệ thống ao, nên khả năng miễn dịch cao hơn.

3.3. Năng suất phi lê của các dòng cá

Kết quả phân tích năng suất phi lê cá được tổng hợp trong bảng 3. Kết quả tỷ lệ các thành phần cơ thể của cá ở ba dòng cá (G4, Trung Quốc và Thái Lan) cho thấy, tỷ lệ thịt và tỷ lệ đầu - xương chiếm phần lớn khối lượng cơ thể cá (35 - 39%); trong khi tỷ lệ nội tạng và da – vây - vẩy chiếm tỷ lệ thấp (11 - 13%). Trong nghiên cứu này, tỷ lệ nội tạng và tỷ lệ da – vây - vẩy của ba dòng cá nghiên cứu không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê (P > 0,05).

Tỷ lệ thịt của các dòng cá Rô phi nghiên cứu có sự sai khác có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). Tỷ lệ thịt của dòng cá G4 (38,49 ± 0,480%) cao nhất, tiếp theo là dòng Thái Lan (36,99 ± 0,712%), thấp nhất là dòng Trung Quốc (35,93 ± 0,539%). Trong khi tỷ lệ đầu - xương của dòng cá G4 lại thấp hơn (37,29 ± 0,558%) hai dòng cá còn lại và sai khác có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). Dòng Trung Quốc và Thái Lan có tỷ lệ đầu - xương không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê (P > 0,05). Kết quả tỷ lệ phi lê cá Rô phi khi nuôi lồng tương ứng với kết quả nuôi trong ao, theo đó tỷ lệ phi lê của dòng cá G4 cao nhất (tỷ lệ thịt > 38%) so với hai dòng cá Trung Quốc và Thái Lan.

Bảng 3. Tỷ lệ các thành phần cơ thể của cá ở các dòng cá nghiên cứu

Dòng cá	% thịt	% đầu - xương	% nội tạng	% da - vây - vẩy
Trung Quốc	35,93 ± 0,539^{c}	39,64 ± 0,252^{a}	11,40 ± 0,332^{a}	13,02 ± 0,292^{a}
Chọn giống G4	38,31 ± 0,853^{a}	37,81 ± 0,562^{b}	11,52 ± 0,232^{a}	12,91 ± 0,232^{a}
Thái Lan	36,99 ± 0,712^{b}	39,61 ± 0,518^{a}	11,42 ± 0,305^{a}	12,03 ± 0,317^{a}

Ghi chú: Trong cùng một cột, các ký tự có có số mũ khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê (P<0,05). Số liệu = Trung bình ± SD.

Như vậy, khi nuôi đánh giá tăng trưởng và tỷ lệ sống của ba dòng cá (Trung Quốc, chọn giống G4 và Thái Lan) trong lồng cho thấy, tăng trưởng về khối lượng và chiều dài của dòng cá Rô phi G4 tương đồng với hai dòng cá còn lại (Trung Quốc và Thái Lan). Trong khi đó, mức độ đồng đều trong quần đàn (13,66 ± 0,84%) cao hơn 27% so với dòng cá Trung Quốc và Thái Lan (P < 0,05). Tỷ lệ sống của dòng cá chọn giống G4 (93,28 ± 2,102%) cao hơn dòng cá Trung Quốc và tương đương dòng cá Thái Lan. Bên cạnh đó, tỷ lệ phi lê thịt cá của dòng chọn giống G4 (38,31 ± 0,853%) vượt trội so với hai dòng cá còn lại.

So sánh với nghiên cứu nuôi thương phẩm cá Rô phi trên hệ thống lồng cho thấy, khối lượng, tốc độ tăng trưởng theo ngày của cá Rô phi dòng G4 thấp hơn so với dòng cá Genomar 1000 (1.350 g sau 140 ngày nuôi thương phẩm, 9,49 g/ngày) và dòng Brazil (1.046 g sau 140 ngày nuôi thương phẩm, 7,37 g/ngày). Tỷ lệ sống của dòng G4 thấp hơn so với dòng Genomar 1000 (95,2%) và cao hơn dòng Brazil (88,9%) [15]. Dòng G4 thể hiện vượt trội về tăng trưởng khối lượng và tỷ lệ sống khi nuôi trên lồng so với nuôi trong ao [9]. Tuy nhiên, tỷ lệ phân đàn của dòng cá chọn giống G4 khi nuôi trong lồng thấp hơn hơn hẳn dòng cá Brazil (28%),

dòng Genomar 1000 (22%) và dòng G4 khi nuôi ao, thể hiện mức độ đồng đều trong quần đàn khi nuôi lồng [15]. Điều này cũng phần nào đánh giá chất lượng của dòng cá Rô phi vằn chọn giống G4 và hiệu quả của chương trình chọn giống cá Rô phi vằn sinh trưởng nhanh ở Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được tăng trưởng về chiều dài, khối lượng của dòng cá chọn giống G4 tương đồng với dòng cá Trung Quốc và Thái Lan khi nuôi đánh giá trên hệ thống lồng nuôi. Tỷ lệ sống của dòng cá G4 tương đồng với dòng cá Thái Lan và cao hơn dòng cá Trung Quốc. Mức độ đồng đều giữa cá thể và tỷ lệ phi lê thịt của dòng cá G4 cao hơn so với hai dòng cá còn lại khi nuôi trên hệ thống lồng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài "Nghiên cứu chọn tạo giống cá Rô phi vằn (O. niloticus) tăng trưởng nhanh" từ Bộ Nông nghiệp và Môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture. Retrieved from https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0683en. ISBN: 978-92-5-138763-4. DOI: https://doi.org/10.4060/cd0683en.

2. Thuỳ Khánh (2025). Phát triển nuôi cá rô phi trong nước, gia tăng giá trị xuất khẩu. https://thuysanvietnam.com.vn/ phat-trien-nuoi -ca-ro-phi-trong-nuoc-gia-tang-gia-tri-xuat-khau/. Ngày truy cập 15/7/2025.

3. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2016). *Quyết định số 1639/QĐ-BNN-TCTS, ngày 6/5/2016 Phê duyệt Quy hoạch phát triển nuôi cá Rô phi đến năm 2020, định hướng đến năm 2030.*

4. Luan, T. D. (2010). Genetic study of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) for farming in Northern Vietnam: Growth, survival and cold tolerance in different farm environments. Philosophy Doctor (PhD) thesis 2010:04. Norwegian University of Life sciences.

5. Ninh, N. H., Thoa, N. P., Knibb, W. and Nguyen, N. H. (2014). Selection for enhanced growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackish water (15 – 20 ppt) in Vietnam. *Aquaculture,* 428 - 429, 1 - 6. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2014.02.024.

6. Thoa, N. P., Ninh, N. H., Knibb, W. and Nguyen, N. H. (2016). Does selection in a challenging environment produce Nile tilapia genotypes that can thrive in a range of production systems? *Sci Rep,* 6, 21486. DOI: 10.1038/srep21486.

7. Nguyễn Hồng Điệp, Vũ Văn Sáng, Vũ Hồng Sự, Nguyễn Công Dưỡng, Trần Thị Kim Oanh và Đỗ Sơn Tùng (2022). Ảnh hưởng di truyền của một số tổ hợp lai cá Rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 20(5), 626 - 634.

8. Nguyễn Hồng Điệp, Đỗ Sơn Tùng, Trần Thị Kim Oanh, Phạm Hồng Nhật, Nguyễn Thị Hoa, Trần Anh Tuấn, Vũ Hồng Sự, Nguyễn Thị Ngân (2025). *Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu chọn tạo giống cá Rô phi vằn (O. niloticus) tăng trưởng nhanh.* Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I.

9. Nguyễn Hồng Điệp, Đỗ Sơn Tùng, Trần Thị Kim Oanh, Vũ Thị Huyền, Ngô Phú Thỏa, Phạm Hồng Nhật (2025). Nghiên cứu đánh giá sinh trưởng và tỷ lệ sống của đàn cá Rô phi vằn chọn giống sinh trưởng nhanh thế hệ G4. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 499, 84 - 90.

10. Watanabe, W. O., Clark, J. H., Dunham, J. B., Wicklund, R. I. and Olla, B. L. (1990). Culture of Florida red tilapia in marine cages: The effect of stocking density and dietary protein on growth. *Aquaculture*, 90(2), 123 - 134.

11. Chervinski, J. (1982). Enviromental physiology of tilapias. *In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds.)* The biology and culture of tilapias, Manila, Philippines, 119 - 128.

12. El-Sherif, M. S. and El-Feky, A. M. I. (2009). Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. I. Effect of pH. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(3), 297 - 300.

13. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02-26:2017/BNNPTNT về Cơ sở nuôi cá rô phi - Yêu cầu kỹ thuật bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi

trường và an toàn thực phẩm.

14. Thodesen, J., Rye, M., Wang, Y-X., Yang, K-S., Y-X, Bentsen, H. B., and Gjedrem, T. (2011). Genetic improvement of tilapias in China: Genetic parameters and selection responses in growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after six generations of multi-trait selection for growth and fillet yield. *Aquaculture*, 322 - 323, 51 - 64. DOI: https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.10.010.

15. Genomar (2025). Tilapia genetics: A comparative trial between two strains in Brazil. https://genomar.com/wp-content/uploads/ 2024/ 06/Impact-of-genetics-in-tilapia-production.pdf Ngày truy cập 10/7/2025.

16. Espinosa-Chaurand, D., Aparicio-Simón, B., Cortés-Sánchez, A. D. J., Garza-Torres, R., García-Morales, R. & Maeda-Martínez, A. N. (2019). The productive assessment of two tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) commercial strains in Sinaloa Mexico. *Latin American Journal of Aquatic research*, 47(3), 440 - 448.

EVALUATION OF GROWTH RATE AND SURVIVAL RATE OF 4th GENERATION TILAPIA STRAIN WITH CHINESE AND THAI STRAINS IN CAGE CULTURE SYSTEMS

Nguyen Hong Diep[1], Do Son Tung[1], Nguyen Quoc Thang[2], Tran Thi Kim Oanh[1], Ngo Phu Thoa[3], Pham Hong Nhat[1]

[1]*Ressearch Institute for Aquaculture No.1*

[2]*Center for Surveying, Testing and Inspection of Aquaculture*

[3]*Jolink Hanoi Co., Ltd*

Abstract

This study aimed to evaluate the growth performance, survival rate, uniformity and fillet yield of selectively bred tilapia of the 4th generation (G4 strain) compared with Chinese and Thai trains. The experiment was cultured in a cage system on a branch of the Tam Ky river, with 3,000 fish per strain and three replicates. The results showed that the body weight and length of the G4 strain (936.3 ± 6.03 g and 422.9 ± 1.84 mm) were not significantly different from those of the Chinese strain (985.8 ± 17.59 g and 440.4 ± 6.05 mm) and the Thai strain (952.4 ± 12.31 g and 427.4 ± 4.66 mm) after 161 days of culture ($P > 0.05$). The survival rate of the G4 strain was the highest (93.28 ± 2.102%), comparable to that of the Thai strain ($P > 0.05$), but significantly higher than that of the Chinese strain ($P < 0.05$). The coefficient of variation in the G4 strain (13.66 ± 0.844%) was the lowest among the three strains, with uniformity 27% higher than the other two strains ($P < 0.05$). The fillet yield of the G4 strain was also significantly higher than that of both Chinese and Thai strains ($P < 0.05$).

Keywords: *Nile tilapia, G4 strain, Thai strain, Chinese strain, cage culture.*

Ngày nhận bài: 9/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 25/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 10/9/2025

Ngày duyệt đăng: 17/9/2025

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG ƯƠNG NUÔI CÁ CHIÊN (*Bagarius rutilus* Ng & Kottelat, 2000) GIAI ĐOẠN CÁ HƯƠNG LÊN CÁ GIỐNG VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP NÂNG CAO TỶ LỆ SỐNG TRONG ƯƠNG NUÔI CÁ CHIÊN

Phạm Hồng Nhật[1,*], Kim Thị Thoa[1], Vũ Thị Huyền[1],
Trần Anh Tuấn[1], Nguyễn Thị Diệu Phương[1], Lê Văn Khôi[1]
[1]*Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I*
[*]*Email: hongnhat@ria1.org*

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá hiện trạng ương nuôi cá Chiên (*Bagarius rutilus* Ng & Kottelat, 2000) giai đoạn cá hương (3 - 4 cm) lên cá giống (8 - 10 cm) ở 8 cơ sở đã và đang sản xuất giống/ương nuôi cá Chiên ở miền Bắc. Kết quả cho thấy, năng suất sản xuất giống/ương nuôi tại các cơ sở khoảng 3 - 10 vạn giống/năm, cỡ giống từ 3 - 14 cm. Nguồn cá bố mẹ tham gia sinh sản từ thu gom tự nhiên (40%) hoặc từ sinh sản nhân tạo (60%), trong đó 25% có dấu hiệu bệnh xuất huyết. Về thức ăn, trong quá trình ương nuôi cá Chiên sử dụng nhiều loại thức ăn khác nhau (giun trùn chỉ, cá tạp và thức ăn công nghiệp), tùy theo giai đoạn phát triển và khối lượng cá. Trong đó, 60% các cơ sở sử dụng hoàn toàn giun trùn chỉ; 12,5% sử dụng hoàn toàn thức ăn công nghiệp ương nuôi cá Chiên giống lớn (7 - 10 cm). Ngoài ra, trong quá trình ương nuôi có bổ sung vitamin, men tiêu hóa, thuốc diệt ký sinh trùng. Tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên dao động đặc biệt thấp ở giai đoạn 6 - 8 cm (0 - 50%). Trong giai đoạn này có ghi nhận bệnh ký sinh trùng. Các biện pháp phòng trị bệnh chủ yếu dựa vào kinh nghiệm cá nhân (100%) hoặc dùng kháng sinh (12,5%), với hiệu quả điều trị < 50%. Nghiên cứu bước đầu chỉ ra 3 nguyên nhân chính ảnh hưởng đến tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống gồm: Bệnh (100%), thức ăn (56%) và quản lý môi trường (48%).

Từ khóa: *Cá Chiên, cá hương, cá giống, ký sinh trùng.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá Chiên là loài cá bản địa, quý hiếm và có giá trị kinh tế cao ở Việt Nam [1], được xếp vào loài thủy sản nguy cấp, quý, hiếm nhóm II [2]. Hiện nay, nhiều mô hình nuôi thương phẩm cá Chiên đã phát triển ở nhiều địa phương trong cả nước, như: Tuyên Quang, Lào Cai, Thái Nguyên, Phú Thọ, Hưng Yên, Nghệ An,... với nhiều hình thức nuôi khác nhau, như: Nuôi trong ao, nuôi lồng trên sông/hồ chứa [3, 4]. Trong khi tiềm năng hồ chứa tại ở các tỉnh miền núi phía Bắc rất lớn. Cùng với sự mở rộng các mô hình nuôi thương phẩm cá Chiên, nhu cầu con giống ngày càng tăng. Giá cá giống dao động từ 15.000 - 20.000 đồng/cá giống cỡ 6 - 8 cm; khi khan hiếm có khi lên tới 30.000 đồng/cá giống. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I là đơn vị tiên phong thành công trong nghiên cứu sinh sản nhân tạo và sản xuất giống cá Chiên [5, 6]; cung cấp con giống, hạn chế tình trạng đánh bắt cá ngoài tự nhiên, cũng như xây dựng nhiều mô hình nuôi thương phẩm cá Chiên cho nhiều địa phương trong cả nước. Từ năm 2010, Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I đã xây dựng công nghệ sản xuất nhân tạo giống cá Chiên, tuy nhiên, nguồn con giống còn hạn chế, chưa đáp ứng đủ nhu cầu người nuôi [7]. Nguyên nhân là do cá thường bị chết trong giai đoạn ương nuôi từ cá hương (3 - 4 cm) sang cá giống (6 - 8 cm) khi cá bắt đầu chuyển sang giai đoạn sống đáy. Trong giai đoạn này, có xuất hiện một số bệnh ký sinh

trùng như: Trùng quả dưa (*Ichthyopthirius multifiliis*) và trùng bánh xe (*Trichodina* sp.) trên da/mang cá, tuy nhiên tỷ lệ nhiễm khác nhau giữa các năm (dao động 13,3 - 75%) và không thấy tỷ lệ thuận mức độ nhiễm bệnh với tỷ lệ cá chết khi ương nuôi [6]. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I đã thử nghiệm các mật độ ương nuôi khác nhau và kiểm soát mầm bệnh ở giai đoạn này, nhưng tỷ lệ cá chết vẫn còn cao, có năm tỷ lệ cá chết lên tới 80 - 100%. Như vậy, có thể thấy nguyên nhân gây chết cá Chiên giai đoạn ương cá hương thành cá giống ngoài tác nhân gây bệnh trên cá còn có thể ảnh hưởng của các nhân tố khác.

Điều tra hiện trạng ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống nhằm bước đầu xác định nguyên nhân ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá Chiên trong ương nuôi cá hương lên cá giống, là cơ sở để xây dựng quy trình ương nuôi phù hợp và bền vững.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian, địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 6/2024 đến tháng 12/2024. Điều tra được thực hiện tại 4 cơ sở đã và đang sản xuất giống/ương nuôi cá Chiên ở miền Bắc (tỉnh Tuyên Quang, tỉnh Bắc Ninh, thành phố Hải Phòng), 5 phiếu/cơ sở. Bên cạnh đó, phỏng vấn, điều tra 5 chuyên gia đã trực tiếp tham gia ương nuôi cá Chiên từ 4 cơ sở trước đây đã ương nuôi cá Chiên ở tỉnh Thái Nguyên, tỉnh Phú Thọ, tỉnh Bắc Ninh, thành phố Hà Nội.

2.2. Phương pháp điều tra, thu thập thông tin, xử lý số liệu

2.2.1. Thu thập thông tin thứ cấp

Thông tin, số liệu được thu thập từ các báo cáo tổng kết của các đề tài/nhiệm vụ liên quan đến sản xuất giống cá Chiên; các báo cáo, ấn phẩm khoa học, luận án/luận văn tốt nghiệp từ các đơn vị nghiên cứu/cơ sở đào tạo.

2.2.2. Xây dựng danh mục, phiếu điều tra

Xây dựng danh mục của phiếu điều dựa trên những vấn đề tồn tại trong ương nuôi cá Chiên từ cá hương lên cá giống liên quan đến tỷ lệ sống thấp.

Phiếu điều tra bao gồm các vấn đề: (1) Kỹ thuật ương nuôi: Mật độ thả, cách thức thả, thời vụ, hệ thống ương nuôi, chăm sóc, quản lý; (2) Thức ăn và dinh dưỡng: Các loại thức ăn sử dụng (thức ăn tươi sống, thức ăn công nghiệp), cách thức thay đổi thức ăn cho cá chiên ở các giai đoạn ương cá hương lên cá giống, chất lượng thức ăn…;(3) tác nhân gây bệnh: Loại bệnh, biểu hiện bệnh, thời gian cá bị bệnh, giai đoạn cá bị bệnh, tỷ lệ sống của cá Chiên trong các giai đoạn ương nuôi; (4) môi trường: Chất lượng nước, tốc độ dòng chảy, các yếu tố khác (oxy, pH, nitrite, nhiệt độ…).

Tiến hành phỏng vấn thử 5 phiếu để hoàn thiện bộ câu hỏi trong phiếu điều tra.

2.2.3. Phương pháp điều tra

Lựa chọn phương pháp phỏng vấn trực tiếp và phỏng vấn qua điện thoại tại 8 cơ sở sản xuất giống/trại sản xuất giống đã và đang sản xuất giống và ương nuôi cá Chiên ở miền Bắc. Đối tượng điều tra là chủ cơ sở/lãnh đạo đơn vị, quản lý kỹ thuật, kỹ thuật viên/công nhân trực tiếp tham gia ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống.

2.2.4. Phương pháp phân tích, xử lý số liệu

Số liệu điều tra, phỏng vấn được xử lý trên phần mềm Mircosoft Excel 2010. Việc phân tích được thực hiện bằng thống kê mô tả thông qua tính toán giá trị trung bình, tỉ lệ phần trăm các chỉ tiêu trên số phiếu/cơ sở được phỏng vấn để làm rõ thực trạng ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống khu vực phía Bắc.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thông tin chung về người được phỏng vấn, cơ sở điều tra

Thông tin các cơ sở điều tra thể hiện ở bảng 1.

Kết quả điều tra 25 cá nhân tại các cơ sở đã và đang sản xuất giống và ương nuôi cá Chiên ở miền Bắc cho thấy, có 32% là lãnh đạo/chủ cơ sở; trong đó, 28% vừa là lãnh đạo/chủ cơ sở vừa là quản lý kỹ thuật; 20% là quản lý kỹ thuật và 48% là kỹ thuật viên/công nhân. Về trình độ học vấn, phần lớn cá nhân điều tra có trình độ từ trung cấp trở lên, trong đó trình độ trung cấp chiếm tỷ lệ cao nhất (36%), tiếp đến là đại học (32%), sau đại

học (28%) và chỉ có 4% có trình độ cao đẳng. Xét về kinh nghiệm, đa số cá nhân tham gia sinh sản và ương nuôi cá Chiên có trên 10 năm kinh nghiệm (40%); 36% có từ 6 - 10 năm kinh nghiệm và chỉ 12% có kinh nghiệm từ 3 - 5 năm hoặc mới tham gia sản xuất giống cá Chiên từ 1 - 2 năm. Trong tổng số 8 cơ sở sản xuất giống và ương nuôi cá Chiên ở miền Bắc, có 6 cơ sở là viện nghiên cứu, các trung tâm giống thủy sản, trường đại học và 2 cơ sở tư nhân; 50% cơ sở vừa tham gia sản xuất giống vừa ương nuôi cá Chiên và 50% cơ sở chỉ tham gia ương nuôi cá Chiên. Trong đó, có 50% cơ sở vẫn tiếp tục sản xuất giống và ương nuôi cá Chiên, 50% đã ngừng sản xuất giống. Tất cả các cơ sở này ngoài sản xuất giống cá Chiên còn sản xuất và ương nuôi các đối tượng thủy sản khác, như: Cá Chép, cá Bỗng, cá Tầm… để đa dạng hóa nguồn giống cung cấp cho địa phương, giảm rủi ro và tăng hiệu quả kinh tế. Trong đó, 63% cơ sở điều tra đều có áp dụng tiêu chuẩn cơ sở ương dưỡng, 37% các cơ sở không áp dụng tiêu chuẩn, quy chuẩn chính thức nào, kể cả tiêu chuẩn VietGAP. Việc sản xuất giống và ương nuôi nhiều đối tượng nuôi khác nhau có thể dẫn tới nguy cơ tiềm tàng về lây nhiễm chéo mầm bệnh trong quá trình ương nuôi cá Chiên.

Bảng 1. Thông tin chung về người phỏng vấn và cơ sở điều tra

STT	Nội dung	Số lượng (người/cơ sở)	Tỷ lệ (%)
1.	Vị trí sản xuất		
	- Lãnh đạo/chủ cơ sở	1	4
	- Lãnh đạo/chủ cơ sở + quản lý kỹ thuật	7	28
	- Quản lý kỹ thuật	5	20
	- Kỹ thuật viên/công nhân	12	48
2.	Trình độ học vấn		
	- Trung cấp	9	36
	- Cao đẳng	1	4
	- Đại học	8	32
	- Sau đại học	7	28
3.	Kinh nghiệm ương nuôi cá Chiên		
	- 1: 1 - 2 năm	3	12
	- 2: 3 - 5 năm	3	12
	- 3: 6 - 10 năm	9	36

	- 4: > 10 năm	10	40
4.	Cơ sở hiện sản xuất cá Chiên		
	- Hiện vẫn đang sản xuất	4	50
	- Hiện không còn sản xuất	4	50
5	Cơ sở có sản xuất/ương nuôi đối tượng khác		
	- Có (cá Chép, cá Bỗng, cá Tầm…)	8	100
	- Không	0	0
6	Cơ sở áp dụng tiêu chuẩn quy chuẩn		
	- Cơ sở ương dưỡng	5	63
	- VietGAP	0	0
	- Không áp dụng tiêu chuẩn, quy chuẩn nào	3	37

3.2. Hiện trạng về kỹ thuật ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống

Hiện trạng cá bố mẹ và năng suất sản xuất giống cá Chiên tại các cơ sở điều tra được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Thông tin về hiện trạng cá bố mẹ và năng suất sản xuất giống cá Chiên tại các cơ sở điều tra

STT	Chỉ tiêu	Kết quả
I	Thông tin về cá bố mẹ và năng suất cá Chiên giống	
1	Số lượng cá bố mẹ nuôi vỗ phục vụ sản xuất giống	Dao động 40 - 70 cá cái; 30 - 40 cá đực
2	Nguồn gốc cá bố mẹ	- Thu gom tự nhiên (40%) - Sinh sản nhân tạo (60%)
3	Cá bố mẹ có biểu hiện bệnh	Cơ sở có cá bố mẹ có dấu hiệu bệnh xuất huyết (25%)
4	Năng suất cá giống (vạn/năm), cỡ giống	- Sản xuất/ương nuôi 3 - 10 vạn cá/năm - Cỡ giống 3 - 14 cm
II	Thông tin về thức ăn và dinh dưỡng	

1	Loại thức ăn, số lần cho ăn (lần/ngày) trong quá trình ương nuôi cá Chiên	
	Giai đoạn cỡ 3 - 4 cm	Thức ăn giun trùn chỉ, cho ăn 4 - 6 lần/ngày, cho ăn đến khi ngừng ăn
	Giai đoạn cỡ 5 - 6 cm	Thức ăn cá tạp, giun trùn chỉ, thức ăn công nghiệp, cho ăn 3 - 4 lần/ngày, lượng cho ăn 3 - 7% khối lượng cơ thể
	Giai đoạn cỡ 7 - 8 cm	Thức ăn giun trùn chỉ, thức ăn công nghiệp, cho ăn 3 - 4 lần/ngày, lượng cho ăn 3 - 7% khối lượng cơ thể
	Giai đoạn cỡ 8 - 10 cm	Thức ăn giun trùn chỉ, thức ăn công nghiệp, cho ăn 3 - 4 lần/ngày, lượng cho ăn 3 - 7% khối lượng cơ thể
2	Có bổ sung vitamin vào thức ăn	75% cơ sở có bổ sung vitamin C, vitamin B1, men tiêu hóa
3	Có bổ sung thuốc diệt ký sinh trùng vào thức ăn	75% cơ sở có bổ sung Praziquantel
4	Có bổ sung kháng sinh	12,5% cơ sở có sử dụng Doxycycline

Kết quả điều tra về cá bố mẹ tham gia sinh sản cho thấy, số lượng cá bố mẹ được các cơ sở nuôi vỗ phục vụ sản xuất giống dao động trong khoảng 40 - 70 cá cái và 30 - 40 cá đực. Đây là quy mô tương đối phù hợp với năng lực sản xuất của các cơ sở quy mô vừa và nhỏ, do hiệu quả kinh tế của sản xuất giống cá Chiên còn thấp, chi phí sản xuất cao, tỷ lệ sống trong giai đoạn ương nuôi thấp nên hầu hết các cơ sở chỉ duy trì số lượng cá bố mẹ ở mức vừa phải, chủ yếu đáp ứng nhu cầu địa phương và vùng lân cận. Về nguồn gốc cá bố mẹ cho sinh sản gồm có 2 nguồn khác nhau là từ cá thu gom ngoài tự nhiên (chiếm 40%) và cá sinh sản nhân tạo được nuôi đến thành thục (60%). Tuy nhiên, việc vẫn còn phụ thuộc một phần đáng kể vào cá bố mẹ tự nhiên tiềm ẩn nguy cơ suy giảm chất lượng di truyền và thiếu ổn định trong cung cấp nguồn giống lâu dài.

Đáng lưu ý, ở 1 trong 4 cơ sở tham gia sản xuất giống cá Chiên (chiếm 25%), cá bố mẹ ghi nhận có dấu hiệu bệnh lý, cụ thể là triệu chứng xuất huyết, tuy nhiên cơ sở không có phân tích xác định tác nhân gây bệnh tại các cơ sở/viện nghiên cứu, cũng chưa có nghiên cứu về mức độ lây nhiễm từ cá Chiên bố mẹ sang cá giống. Về sản lượng cá giống, các cơ sở ghi nhận sản xuất dao động từ 3 - 10 vạn con/năm, với cỡ giống phổ biến từ 3 - 14 cm.

Kết quả điều tra cho thấy, thức ăn trong quá trình ương nuôi cá Chiên có sự thay đổi linh hoạt theo từng giai đoạn phát triển của cá. Ở giai đoạn cá giống cỡ 3 - 4 cm, thức ăn chủ yếu là giun trùn chỉ với tần suất cho ăn cao từ 4 - 6 lần/ngày. Khi cá đạt cỡ 5 - 6 cm, thức ăn sử dụng là cá tạp, thức ăn công nghiệp kết hợp giun trùn chỉ, với tần suất giảm còn 3 - 4 lần/ngày. Giai đoạn ương từ 7 - 10 cm, cá được cho ăn chủ yếu bằng thức ăn công nghiệp và giun trùn chỉ, tiếp tục duy trì tần suất cho ăn 3 - 4 lần/ngày. Trong đó, có 60% các cơ sở sử dụng hoàn toàn thức ăn giun trùn chỉ trong ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương (3 - 4 cm) đến giai đoạn cá giống (8 - 10 cm). Trong khi giai đoạn ương 7 - 10 cm, chỉ 12,5% cơ sở sử dụng hoàn toàn thức ăn công nghiệp trong ương nuôi cá Chiên giai đoạn này.

Trong quá trình ương nuôi cá Chiên giai đoạn hương lên giống, lượng thức ăn được cho theo thể

trọng và giai đoạn phát triển của cá. Ở giai đoạn cá giống cỡ 3 - 4 cm, cho ăn thức ăn trùn chỉ đến khi ngừng ăn. Giai đoạn cá giống cỡ 5 - 10 cm, lượng cho ăn 3 - 7% khối lượng cơ thể. Bên cạnh đó, 60% số cơ sở được khảo sát có bổ sung vitamin và men tiêu hóa vào thức ăn, trong đó phổ biến nhất là vitamin C, vitamin B1 và các chế phẩm hỗ trợ tiêu hóa. Đây là biện pháp nhằm tăng cường sức đề kháng và cải thiện khả năng hấp thu dinh dưỡng của cá giống trong điều kiện nuôi thâm canh. Ngoài ra, có tới 60% cơ sở bổ sung thuốc diệt ký sinh trùng (Praziquantel) vào thức ăn định kỳ để phòng ngừa các bệnh ký sinh trùng đường ruột, đặc biệt trong giai đoạn mật độ nuôi cao. Chỉ 12,5% cơ sở sử dụng kháng sinh (Doxycycline).

3.3. Thông tin về dịch bệnh và quản lý môi trường ương nuôi

Thông tin về dịch bệnh và quản lý môi trường ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống được thể hiện qua bảng 3 và 4.

Bảng 3. Thông tin về quản lý môi trường trong quá trình ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống

STT	Chỉ tiêu	Kết quả
1	Nguồn nước sử dụng trong ương nuôi cá Chiên	- Nguồn nước giếng khoan (75%) - Nguồn nước sông (25%)
2	Khử trùng nước trong quá trình ương nuôi	- 75% cơ sở không khử trùng - 25% cơ sở khử trùng (Iodine)
3	Kiểm tra các yếu tố môi trường trong quá trình ương nuôi	- 100% các cơ sở: pH: 6,5 - 7,5 Oxy hòa tan: > 5 mg/l

Kết quả điều tra cho thấy, nguồn nước phục vụ ương nuôi cá Chiên tại các cơ sở khảo sát chủ yếu đến từ giếng khoan (chiếm 75%), trong khi chỉ 25% sử dụng nguồn nước sông. 75% cơ sở không thực hiện khử trùng nước trước khi đưa vào hệ thống ương nuôi, trong khi chỉ 25% áp dụng biện pháp xử lý bằng iodine. 100% cơ sở đều thực hiện theo dõi các yếu tố môi trường trong quá trình ương nuôi, cụ thể là duy trì pH trong khoảng 6,5 - 7,5 và nồng độ oxy hòa tan > 5 mg/L. Đây là các thông số cơ bản nhưng quan trọng, phản ánh sự quan tâm đến điều kiện sinh thái phù hợp cho sự phát triển của cá Chiên ở giai đoạn giống. Tuy nhiên, chỉ số này cần được kết hợp với các yếu tố khác như: Nhiệt độ, NH_3/NH_4^+, NO_2^- để đảm bảo hiệu quả quản lý môi trường một cách toàn diện.

Bảng 4. Thông tin về quản lý bệnh trong quá trình ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống

Chỉ tiêu	Giai đoạn 3 - 4 cm	Giai đoạn 5 - 6 cm	Giai đoạn 6 - 8 cm	Giai đoạn 8 - 10 cm
Bệnh xuất hiện trong quá trình ương nuôi cá Chiên	Ký sinh trùng*	Ký sinh trùng*	Ký sinh trùng*	Ký sinh trùng*

Biểu hiện bệnh	- Bơi lờ đờ, tách đàn, bắt mồi kém			
Phương pháp điều trị	- Ngưng/giảm cho ăn, xử lý/thay nước, vớt cá hàng ngày (100% cơ sở áp dụng) - Praziquantel (50% cơ sở áp dụng), tắm formaline (50% cơ sở áp dụng)			
Tỷ lệ chết (%)	10 - 15	20 - 60	60 - 100	20
Có gửi cá đi xét nghiệm	- 25% cơ sở gửi mẫu đi xét nghiệm - 75% cơ sở không gửi mẫu đi xét nghiệm			
Điều trị cá bệnh theo hướng dẫn	- 100% cơ sở tự chữa theo kinh nghiệm			
Hiệu quả điều trị bệnh cho cá	- Hiệu quả điều trị bệnh < 10% (25% cơ sở); 10 - 20% (25% cơ sở); 20 - 50% (50% cơ sở)			

*Ghi chú: *: Ký sinh trùng gồm trùng quả dưa, trùng bánh xe.*

Kết quả điều tra tại các cơ sở ương nuôi cá Chiên cho thấy, bệnh ký sinh trùng, cụ thể là trùng quả dưa (*I. multifiliis*), trùng bánh xe (*Trichodina* sp.) là loại bệnh phổ biến và xuất hiện liên tục ở tất cả các giai đoạn phát triển của cá Chiên giống, từ 3 - 10 cm. Biểu hiện bệnh thường gặp bao gồm: Cá bơi lờ đờ, tách đàn, bắt mồi kém. Đây là những dấu hiệu điển hình của nhiễm ký sinh trùng ngoài da và mang. Tỷ lệ chết tăng dần theo giai đoạn phát triển của cá, từ 10 - 15% ở giai đoạn 3 - 4 cm, tăng mạnh lên 60 - 100% ở giai đoạn 6 - 8 cm, sau đó giảm còn khoảng 20% ở giai đoạn 8 - 10 cm. Điều này cho thấy, giai đoạn trung gian (6 - 8 cm), đặc biệt là ở giai đoạn 6 cm, là thời điểm nhạy cảm và dễ tổn thương nhất của cá Chiên trong quá trình ương nuôi.

Các biện pháp điều trị chủ yếu áp dụng tại các cơ sở bao gồm: Ngừng hoặc giảm cho ăn, thay nước hoặc xử lý nước, vớt cá bệnh hằng ngày (100%). Ngoài ra, có 50% cơ sở sử dụng thuốc Praziquantel trộn vào thức ăn và 50% sử dụng phương pháp tắm formalin. Tuy nhiên, có tới 75% cơ sở không gửi mẫu cá đi xét nghiệm tại các cơ sở/trung tâm bệnh thủy sản khi cá có biểu hiện bệnh và 100% trường hợp điều trị bệnh đều dựa hoàn toàn vào kinh nghiệm của cán bộ kỹ thuật có chuyên môn tại đơn vị/cá nhân của người nuôi, không có sự tư vấn từ cán bộ thú y thủy sản hay cơ quan chuyên môn. Về hiệu quả điều trị, chỉ 25% cơ sở ước tính mức hiệu quả điều trị dưới 10%, 25% đánh giá đạt 10 - 20%, trong khi 50% cơ sở đạt mức cao hơn (20 - 50%). Hiệu quả điều trị trong nghiên cứu này được ghi nhận theo đánh giá chủ quan của người nuôi, dựa trên sự giảm tỷ lệ chết trung bình sau khi áp dụng các biện pháp điều trị so với giai đoạn trước đó.

3.4. Xác định nguyên nhân và đề xuất giải pháp nâng cao tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên

Thông tin về xác định nguyên nhân ảnh hưởng đến tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5. Thông tin về xác định nguyên nhân ảnh hưởng đến tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống

Chỉ tiêu	Giai đoạn 3 - 4 cm	Giai đoạn 5 - 6 cm	Giai đoạn 6 - 8 cm	Giai đoạn 8 - 10 cm
Tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên (%)	60 - 70	20 - 50	0 - 30	50 - 80
Nguyên nhân ảnh hưởng đến tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên	- Bệnh (100% người được phỏng vấn) - Quản lý môi trường ương nuôi (48% người được phỏng vấn) - Thức ăn (56% người được phỏng vấn)			
Đề xuất giải pháp nâng cao tỷ lệ sống cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống	- Quản lý dịch bệnh, điều trị hiệu quả bệnh - Nghiên cứu thức ăn phù hợp theo giai đoạn ương nuôi - Quản lý môi trường nước			

Kết quả điều tra tại các cơ sở ương nuôi cá Chiên cho thấy tỷ lệ sống của cá trong các giai đoạn ương biến động mạnh. Ở giai đoạn cá hương 3 - 4 cm, tỷ lệ sống dao động từ 60 - 70%, ở các giai đoạn sau, tỷ lệ sống giảm mạnh chỉ còn 20 - 50% ở giai đoạn 5 - 6 cm và rất thấp (0 - 30%) ở giai đoạn 6 - 8 cm, từ 50 - 80% ở giai đoạn 8 - 10 cm. Điều này cho thấy, giai đoạn 6 - 8 cm là thời điểm nhạy cảm, tỷ lệ chết cao.

Về nguyên nhân ảnh hưởng đến tỷ lệ sống trong ương nuôi cá Chiên, 100% số người được phỏng vấn xác định bệnh là yếu tố hàng đầu. Trong đó, bệnh ký sinh trùng ngoài da và mang (chủ yếu là *Ichthyophthirius multifiliis* và *Trichodina* sp.) thường bùng phát mạnh ở giai đoạn 6 - 8 cm. Đây là giai đoạn cá chuyển dần xuống sống đáy, mật độ ương cao và hệ miễn dịch chưa hoàn thiện, khiến cá dễ bị tổn thương. Trong ương nuôi cá da trơn thường phải đối mặt với thách thức tỷ lệ chết cao ở giai đoạn giống, dẫn đến khan hiếm con giống. Cá giống dễ bị tổn thương nhất ở giai đoạn nhỏ hơn 10 g [8, 9]. Các nghiên cứu trên nhóm cá da trơn khác cũng cho thấy, ký sinh trùng da - mang có thể gây tắc nghẽn hô hấp, làm cá giảm ăn, stress và chết hàng loạt khi điều kiện môi trường không ổn định; chiếm 30% tác nhân gây dịch bệnh ở các trại cá da trơn giống ở Mỹ [10 - 12]. Bệnh ký sinh trùng (trùng quả dưa và trùng bánh xe) là bệnh khó kiểm soát trong quá trình ương nuôi một số đối tượng cá da trơn, như: Cá Tra, cá Trê phi, cá Nheo mỹ [12]. Phương pháp điều trị phổ biến là bổ sung thuốc diệt ký sinh trùng Praziquantel trong thời gian 7 ngày liên tục và sau đó định kỳ 2 tuần/lần để phòng trị bệnh. Tuy nhiên, hiệu quả điều trị bệnh < 50%. Điều này cho thấy, có thể ngoài tác nhân ký sinh trùng (trùng quả dưa, trùng bánh xe) còn có tác nhân khác ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá Chiên hoặc phương pháp điều trị chưa phù hợp.

Thức ăn cũng là nguyên nhân đáng lưu ý, 56% số người được phỏng vấn cho rằng thức ăn có ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống. Theo thống kê số liệu điều tra, 100% cơ sở sử dụng thức ăn là giun trùn chỉ trong quá trình ương nuôi cá Chiên và có một thực tế là các cơ cở cho ăn 100% giun trùn chỉ kết hợp định kỳ bổ sung thuốc kháng ký sinh trùng Praziquantel cho tỷ lệ thành công của các đợt ương nuôi cá Chiên cao hơn so với các cơ sở cho ăn kết hợp các loại thức ăn khác (cá tạp, thức ăn công nghiệp). Và có một cơ sở thành công trong ương nuôi hoàn toàn sử dụng thức ăn công nghiệp ở giai đoạn giống lớn 7 – 10 cm. Giun trùn chỉ là loại thức ăn tươi sống phổ biến trong quá trình ương nuôi các đối tượng thủy sản, giàu dinh dưỡng, có hàm lượng protein (52,2%) và lipit

(25,52%) cao, chứa axit amin phong phú (alanine, leucine, valine, axit glutamic, trong đó, alanine chiếm từ 23,1 - 41,8% tổng lượng axit amin tự do) [13, 14]. Có thể cá Chiên là loài ăn thịt có nhu cầu protein, các axit amin thiết yếu cao, điều này phù hợp với nhu cầu của các loài cá da trơn ăn thịt để giúp cá tăng sức đề kháng và hành vi bắt mồi [15, 16]. Điều này cho thấy, giun trùn chỉ là thức ăn phù hợp trong quá trình ương nuôi cá Chiên giai đoạn 3 - 7 cm, giai đoạn này thức ăn công nghiệp hay thức ăn cá tạp hiện nay đang sử dụng để ương nuôi cá Chiên có thể có hàm lượng protein và axit amin thiết yếu thấp hơn nhu cầu thực tế của loài cá ăn thịt này. Giai đoạn giống lớn trên 7 cm, nhu cầu protein có thể thấp hơn, thức ăn công nghiệp hay cá tạp được đề xuất sử dụng ương nuôi trong giai đoạn này. Ngoài ra, tần suất cho ăn cũng ảnh hưởng đến tỷ lệ chết ở cá da trơn. Kết quả nghiên cứu về tần suất cho ăn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá da trơn trong ương nuôi cá bột trên giai cho thấy, chế độ cho ăn 3 lần/ngày là tối ưu so với 1, 2, 4 lần, tỷ lệ cho ăn 5 - 15% khối lượng cơ thể [17].

Tuy nhiên, giun trùn chỉ dễ mang theo mầm bệnh và ký sinh trùng, đồng thời chất lượng biến động theo mùa và khó bảo quản lâu dài. Giun trùn chỉ cũng là vật chủ trung gian truyền bệnh cho nhiều loài cá nước lạnh như: Cá Tầm, cá Hồi [18]. Việc sử dụng kéo dài nguồn thức ăn này có thể làm tăng nguy cơ lây nhiễm chéo trong bể ương, cũng như rất khó luyện thức ăn khi nuôi thương phẩm loài cá này trên lồng. Vì vậy, trong ương nuôi cá Chiên có thể kết hợp thức ăn trùn chỉ cho giai đoạn 3 - 7 cm; sau đó bổ sung thức ăn cá tạp/thức ăn công nghiệp khi ương giống lớn > 7 cm.

Quản lý môi trường hiện cũng còn nhiều hạn chế. Hầu hết cơ sở chưa có biện pháp xử lý hoặc khử trùng nước đầu vào, chủ yếu theo dõi pH và oxy hòa tan, trong khi các chỉ tiêu quan trọng khác như: NH_3/NH_4^+, NO_2^-, nhiệt độ ít được giám sát thường xuyên. Trong điều kiện mật độ nuôi dày, chỉ cần nồng độ NH_3 vượt ngưỡng 0,05 mg/L hay NO_2^- vượt 0,1 mg/L đã đủ gây stress và làm suy yếu hệ miễn dịch, tạo điều kiện cho mầm bệnh phát triển. Các nghiên cứu đã chứng minh rằng, công nghệ ozone/nanobubble (NBs) có khả năng duy trì hàm lượng oxy hòa tan cao, cải thiện chất lượng nước, ức chế sự phát triển của vi khuẩn gây bệnh và qua đó góp phần nâng cao tốc độ sinh trưởng cũng như tỷ lệ sống của động vật thủy sản [19 - 21].

Từ thực trạng trên, 3 nhóm giải pháp trọng tâm được xác định gồm: (i) Kiểm soát dịch bệnh bằng việc chẩn đoán, phát hiện sớm và áp dụng phòng trị bệnh theo tác nhân gây bệnh thay cho kinh nghiệm cá nhân; (ii) Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn phù hợp với nhu cầu dinh dưỡng đặc thù của cá Chiên, đồng thời giảm phụ thuộc vào giun trùn chỉ; (iii) Ứng dụng công nghệ Ozone/NBs để cải thiện chất lượng nước và quản lý tác nhân gây bệnh. Đây là những hướng nghiên cứu cần thiết nhằm từng bước xây dựng quy trình ương nuôi bền vững, nâng cao tỷ lệ sống của cá Chiên giống.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã bước đầu xác định nguyên nhân ảnh hưởng đến tỷ lệ sống trong ương nuôi các Chiên giai đoạn cá hương lên cá giống là bệnh (100%), thức ăn (56%) và quản lý môi trường nuôi (48%).

Ba đề xuất giúp nâng cao tỷ lệ sống cá Chiên giai đoạn này là xác định tác nhân gây bệnh và biện pháp phòng trị bệnh; nghiên cứu thức ăn phù hợp trong ương nuôi cá Chiên và biện pháp quản lý môi trường ương nuôi.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài Tiềm năng "Nghiên cứu nâng cao tỷ lệ sống của cá Chiên (Bagarius rutilus Ng & Kottelat, 2000*) ương từ cá hương lên cá giống" cấp Bộ Nông nghiệp và Môi trường.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Trọng Lư, Thái Bá Hồ (2001). *Kỹ thuật nuôi thủy đặc sản nước ngọt.* Tập 1, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

2. Chính phủ (2019). *Nghị định số 26/2019/NĐ-CP ngày 08/3/2019. Quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Thủy sản.*

3. Mai Đình Yên (1978). *Định loại cá nước ngọt các tỉnh phía Bắc Việt Nam*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

4. Phạm Báu (2000). Điều tra nghiên cứu hiện trạng và biện pháp bảo vệ, phục hồi một số loài cá hoang dã quí hiếm có nguy cơ tuyệt chủng trên hệ thống sông Hồng: Cá Anh vũ *Semilabeo notabilis* (Peters, 1880); cá Bỗng *Spinibarbus denticulatus* (Oshima, 1926); cá Lăng chấm *Hemibagrus guttatus* (Lacépède, 1803); cá Chiên *Bagarius yarrelli* (Sykes, 1841). Báo cáo kết quả đề tài cấp Nhà nước. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I.

5. Nguyễn Anh Hiếu, Trần Ngọc Thư, Nguyễn Hữu Ninh (2008). Nghiên cứu nuôi vỗ thành thục và sản xuất giống nhân tạo cá Chiên (*Bagarius rutilus* Ng & Kottelat, 2000). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn,* 8, 48- 51.

6. Trần Anh Tuấn (2011). Kết quả nghiên cứu sản xuất giống cá Chiên *Bagarius rutilus* (Ng & Kottelat, 2000) trong điều kiện nhân tạo. *Bản tin Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I*, số 1, Quý I năm 2011.

7. Nguyễn Quang Tuất (2017). Dự án Xây dựng mô hình nuôi thương phẩm cá Chiên trong lồng tại Hưng Yên. Báo cáo kết quả Dự án. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I.

8. Mylonas, C. C., Fostier, A., Zanuy, S. (2010). Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology*, 165, 516 - 534.

9. Adebisi, O. (2018). Treatment for catfish diseases for fingerling. Retrieved from https://www.wealthresult.com/question/treaatment-for-catfish-diseases-for-fingerling on July 10, 2025.

10. Wagner, B. A., Wise, D. J., Khoo, L. H. & Terhune, J. S. (2002). The epidemiology of bacterial diseases in food-size channel catfish. *J Aquat Anim Health*, 14, 263 - 272.

11. Welker, T. L., Shoemaker, C. A., Arias, C. R. & Klesius, P. H. (2005). Transmission and detection of *Flavobacterium columnare* in channel catfish *Ictalurus punctatus. Dis Aquat Org*, 63, 129 - 138.

12. Mississippi State University Extension. (2009). Catfish disease. Retrieved from http://extension.msstate.edu/content/diseases-catfish on July 15, 2025.

13. Whitten, B. K., Goodnight, C. J. (1966). The comparative chemical composition of two aquatic oligochaetes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 17(4), 1205 - 1207.

14. Graney, R. L., Keilty, T. J., Giesy, J. P. (1986). Free amino acid pools of five species of freshwater oligochaetes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43(3), 600 - 607. https://doi.org/10.1139/f86-071.

15. FAO (2023a). Channel catfish - Nutritional requirements. Retrieved from https://www.fao.org/fishery/ affris/ species - profiles/ channel -catfish/ nutrient-requirements/en/ on July 15, 2025.

16. FAO (2023b). North African catfish - Nutritional requirements. Retrieved from https://www. fao. org/ fishery/ affris/ species - profiles/north-african-catfish/nutritional-requirements/en/ on July 15, 2025.

17. Biswas, G., Kumar, P., Mandal, B., Ghoshal, T. K., De, D., Bera, A., Kailasam, M. (2023). Effects of feeding frequency on growth, survival, body composition and size variation in long whiskers catfish, *Mystus gulio* (Hamilton, 1822) fry reared in net cage system. *Regional Studies in Marine Science*, 61, 102851.

18. Department of Agriculture, Water and the Environment (2020). Whirling disease (infection with *Myxobolus cerebralis*). *In Aquatic animal diseases significant to Australia: Identification field guide (5th ed., 1 - 4)*. Australian Government.

19. Serizawa, A. (2017). Fundamentals and applications of micro/nano bubbles. Proceedings of the international symposium on application of high voltage, plasmas & micro/nano bubbles to agriculture and aquaculture (ISHPMNB 2017).

20. Rastogi, R. P., Sonani, R. R., Madamwar, D., Incharoensakdi, A. (2021). Disinfection applications of ozone micro - and nanobubbles. *Environmental Science: Nano*, 12.

21. Trang, V. T., Giang, P. T., Stejskal, V., Sivaramasamy, E., Thanh, P. T., Nguyen, N. N., Binh, P. T., Lua, D. T. (2025). Nanobubbles of oxygen and ozone are effective tools for pathogen treatment and for improving the survival rates of common carp larvae (*Cyprinus carpio*) - A case study. *Aquaculture*, 601.

CURRENT STATUS OF *Bagarius rutilus* (Ng & Kottelat, 2000) FROM FRY TO FINGERLING REARING PROPOSED SOLUTIONS TO IMPROVE SURVIVAL RATE

Pham Hong Nhat[1], Kim Thi Thoa[1], Vu Thi Huyen[1],

Tran Anh Tuan[1], Nguyen Thi Dieu Phuong[1], Le Van Khoi[1]

[1] Research Institute for Aquaculture No.1

Abstract

This study aimed to evaluate the current status of Goonch catfish (*Bagarius rutilus* Ng & Kottelat, 2000) nursing from fry (3 - 4 cm) to fingerling (8 - 10 cm) at eight hatchery and nursery facilities in Northern Vietnam. The results showed that the production capacity of these facilities ranged from 30,000 to 100,000 fingerlings per year, with seed sizes varying from 3 to 14 cm. Brood - stock originated from wild-caught (40%) or artificial propagation (60%). Notably, 25% of the brood - stock exhibited signs of hemorrhagic disease. During the nursery phase, a variety of feed types were used depending on the developmental stage and body size of the fish, including tubifex worms, trash fish, and commercial pelleted feed. Among the surveyed facilities, 60% relied exclusively on tubifex worms, while 12.5% used solely commercial feed for rearing larger fingerlings (7 - 10 cm). In addition, vitamin supplements, digestive enzymes, and anti - parasitic agents were commonly added to support health and growth. The water sources used for Goonch catfish nursing included underground well water (75%) and treated river water (25%). Survival rates during the nursery phase fluctuated significantly, particularly dropping during the 6 - 8 cm size range (0 - 50%), a period during which parasitic infections were frequently observed. Disease prevention and treatment methods were primarily based on personal experience (100%), with only 12.5% of facilities applying antibiotics, and treatment effectiveness generally remained below 50%. Preliminary findings identified three main factors effect on survival of *B. rutilus*, including disease (100%), feed (56%), and environmental management (48%).

Keywords: *Bagarius rutilus, fry, fingerling, parasitic diseases.*

Ngày nhận bài: 11/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 8/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 23/9/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

THỬ NGHIỆM NUÔI ỐC BƯƠU ĐEN (*Pila polita*) TRONG CÁC MÔ HÌNH NUÔI KHÁC NHAU

Lê Minh Tuệ[1,*], Lê Đức Trọng[1], Hồ Văn Hoàng[1], Đỗ Sĩ Hiệp[1],
Trần Thị Thu Sương[1], Nguyễn Văn Huệ[1]
[1] *Khoa Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*
[*] *Email: leminhtue@huaf.edu.vn*

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện trên các mô hình nuôi khác nhau nhằm đánh giá khả năng tăng trưởng của ốc bươu đen (*Pila polita*). Thí nghiệm gồm 3 nghiệm thức: Nuôi trong bể bạt (NT1), giai trong ao (NT2) và giai trên sông (NT3), mỗi nghiệm thức được lặp lại 4 lần. Ốc giống sử dụng có khối lượng trung bình 0,048 g, chiều cao 7,79 mm và chiều rộng 6,49 mm. Các đơn vị thí nghiệm có thể tích 1 m^3, mực nước 80 cm, mật độ thả 200 con/m^2. Sau 90 ngày nuôi, kết quả cho thấy, NT3 đạt tốc độ sinh trưởng tốt nhất, với các chỉ tiêu về khối lượng, chiều cao và chiều rộng lần lượt là 14,34 g; 38,59 mm; 29,87 mm, sai khác có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối của NT3 về khối lượng, chiều cao, chiều rộng lần lượt đạt 0,158 g/ngày, 0,342 mm/ngày, 0,259 mm/ngày, cao hơn so với NT1 và NT2, có sự khác biệt về mặt ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tỷ lệ sống cao nhất được ghi nhận ở NT3 đạt 80,87% và năng suất sinh khối cũng cao nhất ở NT3 đạt 2,317 kg/m^2, có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Từ khóa: *Ốc bươu đen, mô hình nuôi, tăng trưởng.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ốc bươu đen (*Pila polita*) là một đối tượng có nhiều tiềm năng phát triển do dễ nuôi và có giá trị kinh tế. Kết quả nghiên cứu của Yamashita và cs (2008) [1] cho thấy, họ ốc Ampullariidae, đặc biệt là giống *Pila* và *Pomacea* đã được sử dụng làm thực phẩm ở nhiều nước vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, vì là nguồn dinh dưỡng giàu đạm và khoáng chất. Ở Việt Nam, ốc bươu đen không phải là đối tượng mới nhưng gần đây được nuôi khá phổ biến tại miền Trung và miền Nam. Đây là loài bản địa, song đã từng bị lấn át bởi ốc bươu vàng - loài ngoại lai có tốc độ sinh sản nhanh, gây hại mùa màng và cạnh tranh với ốc bươu đen.

Những năm gần đây, ốc bươu đen được các cơ quan địa phương [2, 3] khuyến khích phát triển trở lại. Việc mở rộng đối tượng nuôi kéo theo sự xuất hiện của nhiều mô hình nuôi khác nhau, từ ao đất, ao lót bạt, bể xi măng, giai trong ao cho đến một mô hình mới là nuôi giai trên sông. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào mật độ nuôi trong giai [4], hoặc ảnh hưởng của thức ăn xanh và công nghiệp [5]. Nhìn chung, các mô hình này chủ yếu khai thác môi trường nước tĩnh, vốn là đặc tính sinh thái phù hợp của ốc bươu đen. Tuy nhiên, mô hình nuôi giai trên sông lại là hướng đi mới, chưa có nhiều nghiên cứu khoa học công bố, mặc dù hiện nay đang được một số người dân ở thành phố Huế áp dụng. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm bước đầu đánh giá kết quả nuôi ốc bươu đen trong mô hình giai trên sông so với các mô hình truyền thống, làm cơ sở tư vấn và định hướng phát triển mô hình nuôi mới cho nông hộ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, địa điểm, thời gian thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện trên đối tượng ốc bươu đen (*Pila polita*), được thu mua từ nông hộ ở tỉnh Quãng Ngãi và tiến hành bố trí tại nhà nông hộ ở khu vực thành phố Huế, thời gian thực hiện thí nghiệm từ tháng 4/2025 đến tháng 8/2025.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm bố trí nuôi ốc bươu đen trong các mô hình nuôi khác nhau được thiết kế ở 3 vị trí khác nhau gồm: Mô hình nuôi bể bạt, nuôi giai trong ao, nuôi giai trên sông, với 4 lần lặp lại cho nghiệm thức (NT), mỗi đơn vị thí nghiệm được bố trí thể tích 1 m^3, mực nước bố trí là như nhau ở độ cao trung bình 80 cm. Thí nghiệm gồm 3 mô hình, tương ứng với 3 nghiệm thức. Nghiệm thức 1 (NT1): Nuôi bể bạt; nghiệm thức 2 (NT2): Nuôi giai trong ao; nghiệm thức 3 (NT3): Nuôi giai trên sông. Các yếu tố quản lý, chăm sóc, vệ sinh giữa các mô hình thí nghiệm là như nhau.

Đối với NT1, loại bạt được sử dụng là PVC có kích thước 1 x 1 x 1 m, có van xả đáy ở mỗi đơn vị thí nghiệm để vệ sinh đáy bạt, định kỳ 3 ngày/lần xả nước đáy cặn, 1 tuần/lần thay nước toàn bộ. Nước sử dụng nuôi ốc bươu đen được lấy từ nước sông đã trải qua ao lắng rồi mới cấp nước vào bể bạt. Tạo mái che bằng lưới lan để làm giảm sự biến động của nhiệt độ trong quá trình nuôi ốc.

Đối với NT2, mô hình nuôi giai trong ao bạt, loại bạt được sử dụng là HDPE, mỗi ao nuôi được phủ bạt kín, kích thước 3 × 10 m, độ sâu 1,2 m, ao được thả các loại cây thủy sinh, bèo tây, rong đuôi chó… để tạo môi trường thực tế. Các giai bố trí có kích thước 1 × 1 × 1 m, kích cỡ mắt lưới là 2 mm, tương tự bể bạt, định kỳ tiến hành thay nước 1 lần/tuần. Phía trên có giàn mái che bằng các loại cây bầu bí để làm giảm ảnh hưởng của nắng và mưa rào.

Đối với NT3, mô hình nuôi giai trên sông, loại lưới được sử dụng có kích cỡ mắt lưới là 2 mm, kích thước tương tự các nghiệm thức 1 và 2 là 1 x 1 x 1 m, mỗi giai gắn thêm thùng phuy làm vật liệu nổi, giai được thả trên nhánh phụ lưu sông Bồ, có lưu tốc dòng chảy ổn định 0,25 m/s, ít bị ảnh hưởng bởi thủy điện Hương Điền.

Đối với ốc giống bươu đen, được mua từ hộ sản xuất giống ốc bươu đen ở tỉnh Quảng Ngãi, sau đó ấp nở ở hộ nhà anh Đặng Tài Thi; khối lượng, chiều cao, chiều rộng của ốc giống khi thí nghiệm đạt 0,048 g; 7,79 mm và 6,49 mm, mỗi lô thí nghiệm bố trí 200 mẫu ốc giống/m^2. Ốc trước khi bố trí được thuần hóa môi trường trong bể xi măng trong 1 tuần, ốc được kiểm tra khỏe mạnh, và không bị mòn vỏ trước khi bố trí thí nghiệm.

Thức ăn phục vụ cho nuôi ốc giống là thức ăn xanh bao gồm: Các loại như bèo cám (bèo tấm), lá môn cắt nhỏ, các loại trái mềm sắt nhỏ, xơ mít, bí… Chế độ cho ăn thỏa mãn nhu cầu của ốc (ở mức 5% khối lượng) và bảo đảm cân bằng giữa các nghiệm thức. Định kỳ bổ sung vôi, loại sử dụng là $Ca(OH)_2$ hay còn gọi là vôi tôi, vôi sữa. Hàm lượng bổ sung $Ca(OH)_2$ là như nhau giữa các lô nghiệm thức, sử dụng cân điện tử để cân lượng vôi bổ sung phù hợp đồng đều giữa các lô thí nghiệm. Ở mô hình NT3, sử dụng phương pháp treo túi vôi đầu hướng nước chảy.

- Phương pháp thu mẫu:

Ban đầu, lựa chọn 50 mẫu ngẫu nhiên ở bể thuần, sau đó tiến hành cân, đo, đếm các chỉ tiêu về khối lượng, chiều cao, chiều rộng giai đoạn ban đầu. Sau đó, định kỳ 15 ngày thu mẫu 1 lần, để tiến hành đo các chỉ tiêu. Một đơn vị thí nghiệm lấy 15 cá thể ốc để đo chiều cao (mm), chiều rộng (mm), khối lượng (g). Kết thúc thí nghiệm, tiến hành đếm và cân toàn bộ số ốc còn lại để tính toán tỷ lệ sống và năng suất sinh khối. Thí nghiệm được bố trí theo dõi trong vòng 3 tháng.

2.2.2. Phương pháp theo dõi các chỉ tiêu nghiên cứu

- Phương pháp theo dõi yếu tố môi trường:

+ Nhiệt độ nước (^oC) được đo ngày 2 lần (sáng và chiều) bằng nhiệt kế thủy ngân có độ chính xác đến $0,1^0C$.

+ Hàm lượng oxy hòa tan (mg/L), hàm lượng TAN (mg/L), hàm lượng canxi (Ca^{2+} mg/L) được đo 15 ngày/lần bằng test Sera chuyên dụng, pH sử dụng máy đo cầm tay được đo 3 ngày/lần.

- Phương pháp theo dõi các chỉ tiêu tăng trưởng của ốc bươu đen:

Phương pháp xác định chiều cao, chiều rộng và khối lượng của ốc giống bươu đen.

+ Chiều cao và chiều rộng của ốc bươu đen được xác định bằng thước kẹp điện tử Caliper có sai số 0,01 mm.

+ Chiều cao được xác định từ mép dưới của miệng cho đến đỉnh vỏ.

+ Chiều rộng được xác định từ mép vỏ bên phải đến mép vỏ bên trái.

+ Khối lượng được xác định bằng cân điện tử cầm tay có sai số 0,01 (g).

Phương pháp xác định tốc độ tăng trưởng tuyệt đối theo ngày.

+ Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng DWG (g/ngày) = $(W_{Sau} - W_{đầu})/T$.

+ Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều cao DHG (mm/ngày) = $(L_{sau} - L_{đầu})/T$.

+ Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều rộng DWG (mm/ngày) = $(R_{sau} - R_{đầu})/T$.

Trong đó: $W_{đầu}$ là khối lượng ban đầu của ốc bươu đen; W_{Sau} là khối lượng của ốc bươu đen tại thời điểm thu mẫu; $L_{Trước}$ là chiều cao ban đầu của ốc bươu đen; L_{Sau} là chiều cao của ốc bươu đen tại thời điểm thu mẫu; $R_{Trước}$ là chiều rộng ban đầu của ốc bươu đen; R_{Sau} là chiều rộng của ốc bươu đen tại thời điểm thu mẫu; T là ngày theo dõi.

+ Tỷ lệ sống (%) = $(N_S/N_T \times 100)$.

Trong đó N_T là số cá thể thả ban đầu; N_S là số cá thể tại thời điểm kết thúc.

+ Năng suất P (kg/m^2) = P × S.

Trong đó: P là khối lượng trung bình (kg/bể); S là diện tích bể ương (m^2/bể).

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý theo phương pháp thống kê mô tả, phân tích phương sai sử dụng trong các ngành sinh học với sự hỗ trợ của phần mềm Excel (version 365) và phần mềm thống kê SPSS version 20.0 với phép thử Tukey, độ tin cậy ($\alpha < 0,05$).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động của các yếu tố môi trường trong các nghiệm thức

Qua quá trình theo dõi, việc bố trí trong các mô hình nuôi khác nhau đã có tác động đến các yếu tố môi trường trong quá trình nuôi ốc bươu đen.

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

		NT1	NT2	NT3
Nhiệt độ (°C)	Sáng	29,3 ± 1,3	28,2 ± 0,8	28,3 ± 1,1
	Chiều	32,5 ± 0,7	31,4 ± 1,2	28,8 ± 0,9
pH		7,3 ± 0,8	7,1 ± 1,2	6,9 ± 0,7
TAN (mg/L)		0,33 ± 0,09	0,85 ± 0,12	0,30 ± 0,07
DO (mg/L)		4,3 ± 0,5	4,6 ± 0,7	5,4 ± 0,7
Ca^{2+} (mg/L)		88,7 ± 6,4	85,2 ± 7,3	77,1 ± 8,4

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn.

Nhiệt độ trong quá trình ương giống ốc bươu đen giữa các nghiệm thức có sự dao động khác nhau giữa các lô thí nghiệm. Theo đó, việc nuôi ốc bươu đen trong bể bạt đã thể hiện sự biến động rõ rệt, ở NT1 nhiệt độ trung bình buổi sáng trong bể bạt là 29,3°C, cao hơn so với 2 NT còn lại, dao động ở 28°C, buổi chiều là 32^{0}C, tương tự ở NT2 là 31,4°C; trong khi nhiệt độ ở NT3 lại không có sự chênh lệch quá lớn, ở mức 28,8°C. Điều này cho thấy, với lợi thế nguồn nước chảy từ sông Bồ, ảnh hưởng của nhiệt độ lên giai nuôi là không đáng kể. Như vậy, việc nuôi ốc bươu đen trong bể lót bạt ở NT1 và giai trong ao lót bạt đã cho thấy sự khác biệt về nhiệt độ, trong khi đó nhiệt độ nước trên sông không có sự chênh lệch quá lớn giữa buổi sáng và chiều. Theo Nguyễn Thị Bình (2011) [6], ốc bươu đồng giống sống tốt khi nhiệt độ là 27°C vào buổi sáng và 30°C vào buổi chiều. Như vậy,

nhiệt độ buổi sáng nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của ốc bươu đen, buổi chiều hơi cao ở NT1 và NT2.

pH trong suốt quá trình thí nghiệm dao động từ 6,9 - 7,3, đối với động vật nuôi ở thủy vực nước ngọt, ngưỡng pH này khá phù hợp. Trong quá trình nuôi ốc bươu đen có bổ sung canxi nên pH khá ổn định và không có sự chênh lệnh quá lớn giữa các NT, nằm trong ngưỡng phù hợp với sự sinh trưởng và phát triển của ốc bươu đen. So sánh với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Diệu Linh (2011) [7] cho thấy, có thể nuôi ốc bươu đồng thương phẩm khi pH từ 7,1 - 8,4; Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2014) [8] cho rằng, pH thích hợp cho ương ốc bươu đồng từ 7,5 - 8,0. Kết quả ở nghiên cứu này có pH thấp hơn so với kết quả của các nghiên cứu trên, tuy nhiên sự chênh lệnh này không quá lớn, vẫn nằm trong ngưỡng sinh trưởng của ốc bươu đen, điều này không ảnh hưởng đến thí nghiệm.

Hàm lượng TAN trong quá trình nuôi dao động từ 0,3 - 0,85 mg/L, hàm lượng TAN nằm trong ngưỡng khá thấp do thức ăn sử dụng chủ yếu là thức ăn xanh nên quá trình phân hủy chậm cũng như thường xuyên siphon định kì 3 ngày/lần nên yếu tố TAN khá thấp và không ảnh hưởng đến quá trình nuôi ốc bươu đen. Ở NT2, hàm lượng TAN cao hơn so với các nghiệm thức khác do ngoài nuôi ốc bươu đen trong giai, phía ngoài ao bạt có thả cá diếc bố mẹ và có sử dụng thức ăn công nghiệp nên hàm lượng TAN cao hơn so với các nghiệm thức khác. Theo Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2013, 2017) [9], [4], hàm lượng TAN dao động từ 0,25 - 0,30 mg/L khi ương ốc bằng các loại thức ăn khác nhau và từ 0,45 - 0,48 mg/L khi nuôi ốc bươu đồng ở các mật độ khác nhau trong điều kiện giai lưới. Hàm lượng TAN có sự khác nhau ở các thí nghiệm, tuy nhiên ngưỡng duy trì đều nằm trong mức ổn định và có thể duy trì để nuôi ốc bươu đen.

Hàm lượng oxy hoà tan (DO) trong suốt quá trình thí nghiệm dao động trung bình 4,3 - 5,4 mg/L và được duy trì ổn định trong suốt quá trình nuôi ốc bươu đen. Trong thực tế, ốc bươu đen là loài sống bán cạn nên nhu cầu về oxi không cao. So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) [5], khi nuôi ốc bươu đen ở trong giai, hàm lượng DO dao động 4,1 – 4,96 mg/L thì hàm lượng DO trong nghiên cứu này khá tương đồng.

Hàm lượng Ca^{2+} trong suốt quá trình bố trí thí nghiệm dao động 77,1 - 88,7 mg/L. Đối với ốc bươu đen việc bổ sung canxi là không thể thiếu, do ốc bươu đen cần canxi để kích thích tăng trưởng và làm dày lớp vỏ, do vậy nhu cầu của canxi và lớp động vật thân mềm là khá lớn. So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) [5], khi ương ốc với các mật độ khác nhau thì hàm lượng kiềm (Ca^{2+}) dao động từ 71 - 92 mg/L, hàm lượng kiềm ở mức thí nghiệm nằm trong ngưỡng tương đồng với kết quả nghiên cứu khác.

3.2. Kết quả theo dõi các chỉ tiêu tăng trưởng của ốc bươu đen

3.2.1. Kết quả tăng trưởng về khối lượng, chiều cao, chiều rộng của ốc bươu đen

Sau 3 tháng theo dõi, kết quả tăng trưởng theo thời gian của ốc bươu đen cho thấy, ở các mô hình đều có sự tăng trưởng tốt, tuy nhiên mô hình nuôi trên sông ở NT3 vẫn cho kết quả tăng trưởng tốt nhất. Kết quả được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả theo dõi tăng trưởng về khối lượng của ốc bươu đen sau 3 tháng nuôi (g)

Ngày nuôi	NT1	NT2	NT3
Bắt đầu	0,048 ± 0,033		
15	$0,35^{a} \pm 0,02$	$0,42^{ab} \pm 1,11$	$0,71^{b} \pm 0,28$
30	$1,13^{a} \pm 0,17$	$1,01^{a} \pm 0,05$	$1,31^{a} \pm 0,33$
45	$2,56^{a} \pm 0,50$	$2,29^{a} \pm 0,21$	$5,20^{b} \pm 1,14$

60	3,23^{a} ± 0,20	3,00^{a} ± 0,68	7,09^{b} ± 0,49
75	6,05^{a} ± 0,43	6,01^{a} ± 0,68	10,92^{b} ± 0,64
90	7,61^{a} ± 0,38	9,33^{b} ± 0,62	14,34^{c} ± 1,14

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Sau 90 ngày theo dõi, kết quả cho thấy, các mô hình nuôi khác nhau có ảnh hưởng đến tăng trưởng của ốc bươu đen. Sau 15 ngày nuôi, giữa các NT đã cho thấy sự khác biệt khi NT3 đạt kết quả 0,71 g, khác biệt có thống kê với NT1 (p < 0,05) đạt 0,35 g, nhưng không khác biệt về thống kê với NT2 (p > 0,05) đạt 0,42 g. Tuy nhiên, sau 90 ngày theo dõi, sự khác biệt về kết quả tăng trưởng khối lượng cho thấy sự phân biệt rõ giữa 3 NT khi NT3 đạt trung bình 14,34 g, tiếp đến là NT2 đạt 9,33 g và thấp nhất là NT1 đạt 7,61 g. So sánh về mặt thống kê cho thấy sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức (p < 0,05). So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo Thảo (2017) [5], khi nuôi bằng thức ăn xanh trong điều kiện giai lưới đạt 18,64 g, cao gần gấp đôi NT2 và cao hơn khá nhiều so với NT3.

Bảng 3. Kết quả theo dõi tăng trưởng về chiều cao của ốc bươu đen sau 3 tháng nuôi (mm)

Ngày nuôi	NT1	NT2	NT3
Bắt đầu	7,79 ± 1,09		
15	11,43^{a} ± 0,52	11,50^{ab} ± 1,33	14,16^{b} ± 1,91
30	16,59^{a} ± 0,68	16,18^{a} ± 0,34	17,73^{a} ± 1,50
45	22,03^{a} ± 1,55	20,46^{a} ± 1,23	28,44^{b} ± 2,16
60	23,50^{a} ± 0,58	23,25^{a} ± 1,08	31,71^{b} ± 0,76
75	29,60^{a} ± 0,80	29,59^{a} ± 1,11	36,60^{b} ± 1,09
90	32,27^{a} ± 0,60	32,95^{a} ± 1,07	38,59^{b} ± 2,18

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Kết quả theo dõi về tăng trưởng chiều cao giữa các nghiệm thức cũng cho thấy sự ảnh hưởng của các mô hình nuôi đến tăng trưởng về chiều cao của ốc bươu đen (Bảng 3). Sau 15 ngày, sự thay đổi về chiều cao giữa các nghiệm thức đã cho thấy có sự sai khác, NT3 vẫn đạt chiều cao tăng trưởng tốt nhất 14,16 mm, sau đó là NT2 đạt 11,50 mm, giữa NT3 và NT2 không có sự sai khác ý nghĩa về mặt thống kê (p > 0,05), thấp nhất là NT1 đạt 11,43 mm và giữa NT1, NT2 cũng không cho thấy sự sai khác có ý nghĩa thống kê (p > 0,05), tuy nhiên khi so sánh sai khác về mặt thống kê giữa NT1 và NT3 cho thấy có sự sai khác (p < 0,05). Tuy nhiên, sau 90 ngày thì kết quả cho thấy sự sai khác giữa các nghiệm thức (p < 0,05), khi NT3 cho kết quả tăng trưởng tốt nhất đạt 38,59 mm, so với NT1 đạt 32,27 mm và NT2 đạt 32,95 mm. So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) [5], sau 90 ngày chiều cao đạt 48,02 mm, cao hơn so với kết quả nghiên cứu này.

Quá trình theo dõi ảnh hưởng của các mô hình nuôi khác nhau đến sự thay đổi chiều rộng của ốc bươu đen cũng cho kết quả tương tự về khối lượng và chiều cao, ốc ở NT3 cho kết quả cao hơn so với 2 NT còn lại, khi đạt kết quả 29,87 mm so với NT2 đạt 25,95 mm, NT1 đạt 25,33 mm khi so sánh sai khác giữa NT3 và 2 NT về mặt thống kê cho thấy có sự sai khác ($p < 0,05$) (Bảng 4). Tuy nhiên, so sánh về mặt thống kê giữa NT1 và NT2 lại không có sự sai khác ($p > 0,05$). So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) [5] cho thấy, có sự tương đồng về chiều cao và khối lượng, kết quả tăng trưởng cao hơn so với kết quả của nghiên cứu này. Lý giải về điều này, có thể do nhiều lý do như: Kỹ thuật, yếu tố thí nghiệm, loại thức ăn sử dụng và đặc biệt là môi trường thời tiết. Điều này khá phù hợp khi thời tiết miền Trung được đánh giá là khắc nghiệt hơn so với thời tiết miền Nam.

Bảng 4. Kết quả theo dõi tăng trưởng về chiều rộng của ốc bươu đen sau 3 tháng nuôi (mm)

Ngày nuôi	NT1	NT2	NT3
Bắt đầu	6,49 ± 0,90		
15	$9,47^a \pm 0,46$	$9,84^a \pm 1,19$	$11,60^a \pm 1,61$
30	$13,23^a \pm 0,64$	$13,45^a \pm 0,51$	$14,11^a \pm 1,31$
45	$16,76^a \pm 1,27$	$16,47^a \pm 0,73$	$21,80^b \pm 1,32$
60	$19,03^a \pm 0,52$	$19,76^a \pm 0,85$	$25,49^b \pm 0,68$
75	$24,51^a \pm 1,06$	$24,18^a \pm 0,92$	$29,14^b \pm 0,64$
90	$25,33^a \pm 0,81$	$25,95^a \pm 1,38$	$29,87^b \pm 1,58$

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.2.2. Kết quả theo dõi tốc độ tăng trưởng tuyệt đối của ốc bươu đen

Kết quả theo dõi tăng trưởng tuyệt đối theo ngày của ốc bươu đen sau 3 tháng được thể hiện ở bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tăng trưởng tuyệt đối của ốc bươu đen sau 3 tháng nuôi ở các mô hình khác nhau

Chỉ tiêu theo dõi	NT1	NT2	NT3
Khối lượng (g/ngày)	$0,084^a \pm 0,004$	$0,103^b \pm 0,007$	$0,158^c \pm 0,126$
Chiều cao (mm/ngày)	$0,271^a \pm 0,006$	$0,279^a \pm 0,011$	$0,342^b \pm 0,024$
Chiều rộng (mm/ngày)	$0,209^a \pm 0,009$	$0,216^a \pm 0,015$	$0,259^b \pm 0,017$

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Kết quả theo dõi về tăng trưởng tuyệt đối sau 90 ngày nuôi cho thấy, ở NT3 với mô hình nuôi giai trên sông đã cho kết quả tăng trưởng hiệu quả rõ rệt hơn so với NT còn lại. Ở NT3, sự tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng đạt 0,158 g/ngày, cao hơn hẳn so với 2 NT còn lại, lần lượt là 0,084 g/ngày, 0,103 g/ngày ở NT1, NT2, có sự sai khác về tốc độ tăng trưởng của ốc bươu đen giữa 3 NT thí nghiệm ($p < 0,05$). Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều cao cũng ghi nhận ở NT3, có sự tăng trưởng vượt trội hơn so với 2 NT còn lại khi đạt 0,342 mm/ngày, trong khi NT1, NT2 lần lượt đạt 0,271 mm/ngày và 0,279 mm/ngày. Có sự sai khác về mặt ý nghĩa thống kê giữa NT3 với NT1, NT2 ($p < 0,05$), giữa NT1 và NT2 không có sai khác về mặt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tương tự, tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều rộng của ốc bươu đen ở NT3 cũng nhanh hơn so với 2 NT còn lại, khi đạt kết quả 0,259 mm/ngày, có sự sai khác giữa NT3 với NT1, NT2 ($p < 0,05$).

Qua theo dõi về tốc độ tăng trưởng của mô hình nuôi ốc bươu đen trong giai trên sông đã cho thấy, kết quả tăng trưởng vượt trội so với 2 mô hình còn lại. So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) [4], tốc độ tăng trưởng tuyệt đối sau 120 ngày nuôi ở cùng điều kiện mật độ nuôi cho kết quả lần lượt về khối lượng, chiều cao, chiều rộng đạt 0,26 g/ngày, 0,39 mm/ngày và 0,31 mm/ngày. Từ kết quả tăng trưởng của mô hình cao hơn kết quả mô hình NT3 nuôi giai trên sông. Tuy nhiên, như đã thảo luận, kết quả tăng trưởng phụ vào thuộc nhiều yếu tố như: Loại thức ăn, điều kiện môi trường, kỹ thuật chăm sóc và quản lý khác nhau cũng ảnh hưởng đến kết quả so sánh.

3.2.3. Theo dõi tỷ lệ sống của ốc bươu đen

Kết quả ở bảng 6 theo dõi về tỷ lệ sống sau 90 ngày cho thấy, giữa các mô hình thí nghiệm đã có ảnh hưởng phần nào đến kết quả thí nghiệm, khi NT3 cho tỷ lệ sống cao nhất đạt 80,87% so với 2 NT còn lại chỉ đạt 72,0% và 68,87%. Sự sai khác này có ý nghĩa về mặt thống kê ($p < 0,05$), giữa NT3 và NT1, NT2, tuy nhiên giữa NT1 và NT2 không có sự sai khác ($p > 0,05$), phản ánh mô hình NT3 phù hợp với môi trường sống của ốc bươu đen. So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) [5], khi nuôi với các loại thức ăn khác nhau trong điều kiện giai sau 120 ngày ở NT cho ăn 100% rau xanh cho tỷ lệ sống 71,9% khá tương đồng với NT2 (giai trong ao) đạt 72,0% và thấp hơn NT3 (giai trên sông) đạt 80,87%, cao hơn nuôi trong bể bạt đạt 68,87%.

Bảng 6. Kết quả theo dõi tỷ lệ sống của ốc bươu đen (%)

Ngày nuôi (ngày)	NT1	NT2	NT3
Bắt đầu	100	100	100
Kết thúc	$68,87^a \pm 4,19$	$72,0^a \pm 3,55$	$80,87^b \pm 3,49$

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.2.4. Theo dõi về năng suất P (kg/m²)

Kết quả theo dõi về năng suất nuôi ốc bươu đen sau 90 ngày được thể hiện ở bảng 7.

Sau 90 ngày theo dõi, năng suất của ốc bươu đen khi nuôi ở các mô hình khác nhau đã cho kết quả khác biệt giữa các nghiệm thức NT1, NT2, NT3 với mức năng suất lần lượt đạt 1,040 kg/m², 1,346 kg/m² và 2,317 kg/m². Khi so sánh thống kê giữa NT1, NT2 với NT3 cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017) [5], về năng suất sinh khối của lô thí nghiệm sử dụng 100% thức ăn xanh cũng cho kết quả cao hơn đạt 2,36 kg/m² sau 120 ngày nuôi, cao hơn khá nhiều so với kết quả nghiên cứu này. Có thể thấy, trong quá trình nuôi sự khác biệt về kích thước cùng với tỷ lệ sống khác nhau dẫn đến năng suất khác nhau.

Bảng 7. Kết quả theo dõi năng suất ốc bươu đen nuôi trong các mô hình khác nhau

Nghiệm thức	NT1	NT2	NT3
Năng suất P (kg/m^2)	1,040^a ± 0,06	1,346^b ± 0,14	2,317^c ± 0,14

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1. Kết luận

Về sinh trưởng của ốc bươu đen, ở NT3 với mô hình nuôi giai trên sông cho sinh trưởng với kết quả tốt nhất, các chỉ tiêu về khối lượng, chiều cao, chiều rộng lần lượt đạt 14,34 g, 38,59 mm, 29,87 mm.

Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối ghi nhận sự tăng trưởng của NT3 nhanh hơn so với 2 NT còn lại, về khối lượng, chiều cao, chiều rộng lần lượt đạt 0,158 g/ngày, 0,342 mm/ngày, 0,259 mm/ngày.

Tỷ lệ sống ghi nhận cao nhất ở NT3 đạt 80,87%.

Năng suất tương tự ghi nhận ở NT3 đạt 2,317 kg/m^2 là cao nhất.

4.2. Đề xuất

Để mô hình có thể nhân rộng, cần triển khai thêm nhiều mô hình nghiên cứu trên sông để có thể hoàn thiện quy trình nuôi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yamashita, M., Motoki S., Space A. T. F. and Naomi J. K. (2008). Production of apple snail for space diet. Cospar Scientific Assembly, 3531 pp.

2. Thái Hà (2024). Hải Hà: Hỗ trợ ốc bươu đen cho nông dân. https://baoquangninh.vn/hai-ha-ho - tro- 300-000-con-giong-oc-buou-den-cho-nong-dan-3292496.html?utm_source=chatgpt.com. Ngày truy cập 9/7/2025.

3. Minh Nguyên (2024). Nuôi ốc bươu đen ít vốn, thu nhập cao giúp phát triển kinh tế tại xã miền núi huyện Đồng Xuân. https://www. phuyen. dcs. vn/nuoi-oc-buou-den-it-von-thu-nhap-cao-giup-phat - trien - kinh - te - tai - xa - mien - nui -huyen-dong-xuan?utm_source=chatgpt.com. Ngày truy cập 9/7/2025.

4. Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017). Ảnh hưởng của mật độ đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ốc bươu đồng (*Pila polita*) nuôi trong giai lưới. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 15(6): 746 - 754.

5. Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2017). Sử dụng kết hợp thức ăn xanh và thức ăn công nghiệp để nuôi ốc bươu đồng (*Pila polita*) trong giai lưới. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 50(B): 109 - 118.

6. Nguyễn Thị Bình (2011). Tìm hiểu một số đặc điểm sinh học sinh sản của ốc Bươu đồng (*Pila polita)* và thử nghiệm kỹ thuật sản xuất giống. Luận văn Thạc sĩ Nông nghiệp. Trường Đại học Vinh. 105 trang.

7. Nguyễn Thị Diệu Linh (2011). Ảnh hưởng của thức ăn, mật độ đến tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của ốc bươu đồng (*Pila polita)* nuôi trong giai ở ao nước ngọt thành phố Vinh. Luận văn Thạc sĩ Nông nghiệp. Trường Đại học Vinh. 107 trang

8. Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2014). Ảnh hưởng của mật độ ương đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ốc bươu đồng (*Pila polita*) giống. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, số chuyên đề Thủy sản, (1): 83 - 91.

9. Lê Văn Bình và Ngô Thị Thu Thảo (2013). Ảnh hưởng của các loại thức ăn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ốc bươu đồng (*Pila polita*). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 18, 84 - 90.

EXPERIMENT ON THE CULTIVATION OF BLACK APPLE SNAIL (*Pila polita*) IN DIFFERENT CULTURE MODELS

Le Minh Tue[1], Le Duc Trong[1], Ho Van Hoang[1],
Do Si Hiep[1], Tran Thi Thu Suong[1], Nguyen Van Hue[1]
[1] *Faculty of Fisheries, University of Agriculture and Forestry, Hue University*

Abstract

This study was conducted under different culture models to evaluate the growth performance of the black apple snail (*Pila polita*). The experiment consisted of three treatments: culture in tanks (NT1), cages in ponds (NT2) and cages in rivers (NT3), each replicated four times. The initial average size of snails was 0.048 g in weight, 7.79 mm in shell height and 6.49 mm in shell width. Experimental units had a volume of 1 m^3, a water depth of 80 cm and a stocking density of 200 individuals/m^2. After 90 days of culture, NT3 (river cages) exhibited the best growth performance, with final weight, shell height and shell width reaching 14.34 g, 38.59 mm and 29.87 mm respectively, which were significantly higher than the other treatments ($p < 0.05$). The absolute growth rate of NT3 reached 0.158 g/day, 0.342 mm/day and 0.259 mm/day in weight, shell height and shell width, respectively, which were significantly higher than those of NT1 and NT2 ($p < 0.05$). The highest survival rate was recorded in NT3 (80.87%) and biomass yield was also highest in NT3 (2.317 kg/m^2), both showing statistically significant differences ($p < 0.05$).

Keywords: *Black apple snail, culture models, growth performance.*

Ngày nhận bài: 10/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 5/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 20/8/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA THỨC ĂN, MẬT ĐỘ ƯƠNG LÊN SINH TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG ẤU TRÙNG TÔM CÀNG SÔNG (*Macrobrachium nipponense*, de Haan 1849)

Trần Văn Tam[1, 2], Lê Văn Khôi[1], Kim Văn Vạn[3, *]

[1] *Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I*

[2] *Viện Kinh tế và Quy hoạch Thủy sản*

[3] *Khoa Thủy sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

** Email: kvvan@vnua.edu.vn*

TÓM TẮT

Tôm càng sông (*Macrobrachium nipponense* de Haan 1849) là loài giáp xác nước ngọt có giá trị kinh tế cao và tiềm năng phát triển trong nuôi trồng thủy sản. Nhằm nâng cao hiệu quả kỹ thuật sản xuất giống, nghiên cứu đã tiến hành 2 thí nghiệm để xác định loại thức ăn và mật độ ương phù hợp cho giai đoạn ương ấu trùng. Thí nghiệm thứ nhất đánh giá ảnh hưởng của thức ăn với 3 nghiệm thức: Artemia, thức ăn tổng hợp cho ấu trùng tôm và sự kết hợp của cả hai loại. Thí nghiệm thứ hai nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ ương: 50, 75, 100, 125 con/L. Mỗi nghiệm thức được thực hiện với 3 lần lặp lại để đảm bảo độ tin cậy của kết quả. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cả mật độ ương và loại thức ăn đều ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng của ấu trùng. Trong đó, nghiệm thức sử dụng kết hợp thức ăn (Artemia + thức ăn tổng hợp) và mật độ 50 - 75 con/L cho kết quả tốt nhất với tỷ lệ sống cao, tốc độ sinh trưởng nhanh, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Tuy nhiên, xét về hiệu quả năng suất ương nuôi thì mật độ ương nuôi 75 con/L cao hơn mật độ 50 con/L. Từ kết quả nghiên cứu, có thể khuyến nghị sử dụng kết hợp thức ăn (Artemia + thức ăn tổng hợp) và mật độ ương 75 con/L là điều kiện tối ưu để nâng cao hiệu quả ương nuôi ấu trùng tôm càng sông trong sản xuất giống.

Từ khóa: *Ấu trùng, Macrobrachium nipponense, mật độ ương, thức ăn.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tôm càng sông (*Macrobrachium nipponense*, de Haan 1849) là loài giáp xác nước ngọt có giá trị kinh tế cao, được khai thác và nuôi trồng tại nhiều quốc gia châu Á, trong đó có Việt Nam [1, 2]. Với đặc tính sinh trưởng nhanh, thích nghi tốt với điều kiện môi trường và nhu cầu thị trường lớn, tôm càng sông đang trở thành đối tượng tiềm năng trong phát triển nuôi trồng thủy sản nước ngọt bền vững. Tuy nhiên, việc sản xuất giống tôm càng sông vẫn còn gặp nhiều khó khăn, chưa chủ động được nguồn giống chất lượng, hiệu quả sản xuất giống chưa cao.

Trong sản xuất giống, thức ăn và mật độ ương là 2 yếu tố kỹ thuật quan trọng quyết định sự thành công của quá trình ương nuôi. Một số nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng, mật độ ương cao thường làm giảm tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng của tôm do tình trạng cạnh tranh thức ăn và suy giảm chất lượng nước. Khi mật độ vượt quá 100 con/L, hiệu suất sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng giảm rõ rệt [3]. Việc sử dụng đơn lẻ thức ăn Artemia sẽ không đảm bảo cung cấp đầy đủ dưỡng chất cần thiết cho ấu trùng *Macrobrachium* ở giai đoạn phát triển cuối, do hạn chế về kích thước và thành phần dinh dưỡng. Việc kết hợp Artemia với thức ăn tổng hợp đã được chứng minh là giải pháp hiệu quả, giúp cải thiện tỷ lệ sống, tăng trưởng trong ương ấu trùng loài tôm nước ngọt *Macrobrachium amazonicum* và giảm phụ thuộc vào Artemia ở các giai đoạn cuối [4, 5]. Những kết quả này cho thấy, việc lựa chọn mật độ và loại thức ăn hợp lý là yếu tố quyết định đến thành công của quá trình ương giống.

Xuất phát từ các cơ sở lý luận và thực tiễn nêu trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của 3 loại thức ăn nghiệm thức NT1: Artemia, NT2: Thức ăn tổng hợp và NT3: Artemia + thức ăn tổng hợp và 4 mức mật độ ương (50, 75, 100, 125 con/L) đến tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng và khả năng chuyển giai đoạn của ấu trùng tôm càng sông. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học quan trọng để xác định điều kiện kỹ thuật ương nuôi phù hợp, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất giống tôm càng sông trong thực tiễn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Ấu trùng tôm càng sông ở giai đoạn zoea II, kích thước đồng đều, khỏe mạnh có kích thước từ 2,18 - 2,19 mm/con được sử dụng trong thí nghiệm lấy từ kết quả thực hiện mô hình của đề tài: *"Nghiên cứu, hoàn thiện quy trình kỹ thuật sản xuất nhân tạo giống và nuôi thương phẩm tôm càng sông trên địa bàn tỉnh Hưng Yên"*.

Bể ương nuôi ấu trùng được sử dụng là bể compozit hình tròn có thể tích 250 L/bể (dung tích thực chứa nước thí nghiệm là 200 L). Các bể được vệ sinh, rửa sạch, sát khuẩn và phơi khô từ 1 - 2 ngày trước khi sử dụng. Các bể được đặt trong nhà có mái che và lắp đặt hệ thống sục khí để đảm bảo cung cấp đủ ôxy trong quá trình thí nghiệm.

Nước sử dụng cho các thí nghiệm ương nuôi được lấy từ nguồn nước giếng khoan có xử lý sắt bằng thuốc tím ($KMnO_4$) sau dùng Poly Aluminium Chloride (PAC) để sa lắng [6].

2.2. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

- Thời gian thực hiện các thí nghiệm: Từ ngày 10/4/2025 đến ngày 30/4/2025 thực hiện thí nghiệm ảnh hưởng của thức ăn; từ ngày 01/5/2025 đến ngày 20/5/2025 (thực hiện thí nghiệm nghiên cứu ảnh của mật độ ương).

- Địa điểm thực hiện các thí nghiệm ương nuôi tại Hợp tác xã Nông nghiệp Thuỷ sản Tân Hưng (xã Hiệp Cường, tỉnh Hưng Yên).

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Hai thí nghiệm được tiến hành nhằm đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến tỷ lệ sống và sinh trưởng của ấu trùng tôm càng sông *Macrobrachium nipponense*. Thí nghiệm 1 được thực hiện để xác định loại thức ăn phù hợp nhằm đạt được tỷ lệ sống cao nhất. Kết quả của thí nghiệm 1 được sử dụng để làm cơ sở cho thí nghiệm 2 nhằm đánh giá ảnh hưởng của các mức mật độ ương khác nhau.

2.3.1. Bố trí thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của loại thức ăn

Thí nghiệm được bố trí với 3 NT thức ăn khác nhau: NT1 (sử dụng 100% ấu trùng Artemia); NT2 (sử dụng 100% thức ăn tổng hợp) và NT3 (Kết hợp 50% Artemia ở NT1 và 50% thức ăn tổng hợp ở NT2). Các NT được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại; tổng có 9 bể thí nghiệm. Chế độ cho ăn trong thí nghiệm theo giai đoạn phát triển của ấu trùng được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Thức ăn được sử dụng trong 3 NT khác nhau ương ấu trùng tôm càng sông

Giai đoạn (ngày)	NT thức ăn*		
	NT1 (ấu trùng Artemia)	NT2 (g)	NT3 (ấu trùng Artemia + g)
1 - 3	1.000.000	0,2	500.000 + 0,10
4 - 6	1.300.000	0,4	650.000 + 0,20
7 - 9	1.600.000	0,6	800.000 + 0,30

Giai đoạn (ngày)	NT thức ăn*		
	NT1 (ấu trùng Artemia)	NT2 (g)	NT3 (ấu trùng Artemia + g)
10 - 12	2.000.000	0,8	1.000.000 + 0,40
13 - 15	2.500.000	1,0	1.250.000 + 0,50
16 - 20	3.000.000	1,2	1.500.000 + 0,60

*Ghi chú: *: Lượng thức ăn được tính cho 10.000 ấu trùng tôm càng sông/ngày.*

Số lượng ấu trùng Artemia cho ăn phụ thuộc vào từng giai đoạn phát triển của ấu trùng. Ở mật độ ương nuôi ấu trùng tôm càng sông 50 con/lít, thức ăn được sử dụng trong ngày đầu tiên ở mức 5 ấu trùng Artemia/mL (tương đương 1.000.000 ấu trùng Atemia/10.000 ấu trùng tôm càng sông) và sau đó tăng dần lên 15 ấu trùng Artemia/mL (tương đương 3.000.000 ấu trùng Atemia/10.000 ấu trùng tôm càng sông) ở giai đoạn IX [5].

Thức ăn hỗn hợp được sử dụng trong thí nghiệm này là thức ăn Frippak fresh, có hàm lượng protein thô tối thiểu 52%. Liều lượng sử dụng thức ăn theo hướng dẫn của nhà sản xuất với số lượng là từ 0,2 - 0,3 g/10.000 ấu trùng tôm, sau đó tăng dần theo giai đoạn phát triển của ấu trùng.

2.3.2. Bố trí thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ ương

Dựa trên kết quả về loại thức ăn tối ưu từ thí nghiệm 2.3.1 (sử dụng kết hợp 50% Artemia và 50% thức ăn tổng hợp), thí nghiệm này được tiến hành để đánh giá ảnh hưởng của các mức mật độ (MĐ) ương khác nhau đến tỷ lệ sống và tốc độ sinh trưởng của ấu trùng. Bốn mức MĐ được khảo sát gồm: 50; 75; 100; 125 con/L (ký hiệu tương ứng là MĐ50, MĐ75, MĐ100 và MĐ125). Tất cả các nghiệm thức được bố trí với cùng một khẩu phần cho ăn (tính theo lượng thức ăn cho 10.000 ấu trùng) và điều chỉnh theo từng giai đoạn phát triển trong suốt thời gian ương. Kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Thức ăn được sử dụng trong các nghiệm thức MĐ khác nhau theo giai đoạn phát triển của ấu trùng tôm càng sông (ấu trùng Artemia/ngày + g thức ăn tổng hợp/ngày)

Giai đoạn (ngày)	Nghiệm thức mật độ ương			
	MĐ50	MĐ75	MĐ100	MĐ125
1 - 3	500.000 + 0,10	750.000 + 0,15	1.000.000 + 0,20	1.250.000 + 0,25
4 - 6	650.000 + 0,20	975.000 + 0,30	1.300.000 + 0,40	1.625.000 + 0,50
7 - 9	800.000 + 0,30	1.200.000 + 0,45	1.600.000 + 0,60	2.000.000 + 0,75
10 - 12	1.000.000 + 0,40	1.500.000 + 0,60	2.000.000 + 0,80	2.500.000 + 1,00
13 - 15	1.250.000 + 0,50	1.875.000 + 0,75	2.500.000 + 1,00	3.125.000 + 1,25
16 - 20	1.500.000 + 0,60	2.250.000 + 0,90	3.000.000 + 1,20	3.750.000 + 1,50

2.4. Quản lý và chăm sóc

Ấu trùng được cho ăn 4 lần/ngày (6, 11, 16, 21 giờ), lượng thức ăn điều chỉnh dựa theo ngày tuổi và mức độ tiêu thụ của các nghiệm thức ở bảng 1 và 2. Nước ương tôm được thay mới với lượng 25 - 30%/ngày, đồng thời hút cặn để loại bỏ chất hữu cơ tích tụ.

Định kỳ kiểm tra và theo dõi các yếu tố môi trường: Đo các chỉ tiêu (nhiệt độ, ôxy hòa tan, pH) 2 lần/ngày vào lúc 6 giờ sáng và 14 giờ chiều bằng máy đo nhanh đa chỉ tiêu (máy YSI ProDSS) và các chỉ tiêu khác như: Nitrit (NO_2^-), NH_4^+/NH_3 (TAN), Sulfua hydro (H_2S) định kỳ 3 ngày đo 1 lần bằng bộ Test Sera.

Định kỳ kiểm tra xác định tỷ lệ sống, kích thước, tốc độ sinh trưởng của ấu trùng tôm càng sông 5 ngày/lần (ngày thứ 5, 10, 15, 20).

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Toàn bộ số liệu thu thập của các thí nghiệm được cập nhật vào máy tính và được xử lý trên phần mềm Excel và SPSS 20.0. Phân tích thống kê mô tả: Giá trị nhỏ nhất, giá trị lớn nhất, giá trị trung bình, độ lệch chuẩn. Mỗi lần thu mẫu ngẫu nhiên 30 ấu trùng cho mỗi nghiệm thức thí nghiệm để đo chiều dài (mm). So sánh sự khác biệt về tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng và năng suất ương nuôi ấu trùng giữa các nghiệm thức bằng phương pháp ANOVA một nhân tố và kiểm định Duncan khi $p < 0,05$. Công thức tính như sau:

Tỷ lệ sống: TLS $(\%) = \frac{A+B}{C} X100$

Trong đó: A là số lượng ấu trùng còn sống (con); B là số lượng ấu trùng đã thu mẫu thí nghiệm (con); C là số lượng ấu trùng ban đầu (con).

Tốc độ sinh trưởng tuyệt đối về chiều dài: DLG (mm/ngày) $= \frac{(Lt-Lo)}{t-to}$

Trong đó: Lt là chiều dài ấu trùng tại thời điểm t (mm); Lo là chiều dài ấu trùng tại thời điểm ban đầu thí nghiệm (mm).

Năng suất ương ấu trùng (con/lít) $= \frac{\text{Số lượng ấu trùng thu được (con)}}{\text{Thể tích bể ương (lít)}}$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của loại thức ăn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng tôm càng sông

Trong suốt quá trình thí nghiệm, các yếu tố môi trường (nhiệt độ, pH và DO) ở các thí nghiệm đều nằm trong phạm vi thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của tôm càng sông và không có sự khác biệt giữa các thí nghiệm (Bảng 3).

Bảng 3. Kết quả theo dõi một số yếu tố môi trường trong quá trình thí nghiệm các loại thức ăn khác nhau ương ấu trùng tôm càng sông

Chỉ tiêu	Thời gian	NT1	NT2	NT3
Nhiệt độ (°C)	Sáng	25,4 ± 0,3[a]	25,7± 0,5[a]	25,6 ± 0,4[a]
	Chiều	26,3 ± 1,0[a]	26,3 ± 1,2[a]	26,6 ± 1,1[a]
DO (mg/L)	Sáng	5,5 ± 0,2[a]	5,3 ± 0,2[a]	5,3 ± 0,4[a]
	Chiều	5,6 ± 0,3[a]	5,6 ± 0,2[a]	5,7 ± 0,3[a]
pH	Sáng	7,1- 7,3	7,2 - 7,3	7,1 - 7,4
	Chiều	7,3 - 7,7	7,3 - 7,5	7,4 - 7,6

Chỉ tiêu	Thời gian	NT1	NT2	NT3
TAN (mg/L)		0,51 ± 0,06[a]	0,63 ± 0,03[a]	0,65 ± 0,05[a]
NO^-_2 (mg/L)		0,12 ± 0,03[a]	0,12 ± 0,06[a]	0,13 ± 0,05[a]
H_2S (mg/L)		0,013 ± 0,004[a]	0,014 ± 0,005[a]	0,013 ± 0,005[a]

Ghi chú: Giá trị trung bình được mô tả dưới dạng: M ± SD; trong cùng 1 hàng các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Bảng 3 cho thấy, sự biến động các yếu tố môi trường (nhiệt độ, pH và DO) giữa buổi sáng và buổi chiều trong thí nghiệm không lớn: Chênh lệnh về nhiệt độ giữa buổi sáng và buổi chiều ± 1°C; pH dao động từ 7,1 - 7,7 và DO dao động 5,1 - 6,0. Sự biến động các yếu tố môi trường này vẫn trong khoảng giới hạn phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của tôm càng sông [7].

Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của thức ăn đến tỷ lệ sống và tốc độ sinh trưởng của ấu trùng tôm càng sông được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của thức ăn đến tỷ lệ sống và sinh trưởng trong giai đoạn ương ấu trùng tôm càng sông

Chỉ tiêu theo dõi	Đơn vị tính	NT1	NT2	NT3
Kích cỡ ấu trùng ban đầu	mm	2,18 ± 0,03[a]	2,19 ± 0,02[a]	2,19 ± 0,02[a]
Tỷ lệ sống sau 20 ngày	%	38,98 ± 1,29[a]	38,01 ± 1,67[a]	57,04 ± 1,12[b]
Kích cỡ ấu trùng sau 20 ngày	mm	5,05 ± 0,25[a]	4,95 ± 0,19[a]	5,52 ± 0,15[b]
Tốc độ sinh trưởng (DLG)	mm/ngày	0,116 ± 0,005[a]	0,113 ± 0,004[a]	0,126 ± 0,003[b]

Sau 20 ngày thí nghiệm cho thấy: Ở NT3 (kết hợp Artemia + thức ăn tổng hợp) cho tỷ lệ sống (57,04%), DLG (0,126 mm/ngày) là cao nhất và khác biệt (p < 0,05) so với NT1 (tỷ lệ sống 38,98% và DLG: 0,116 mm/ngày) và NT2 (tỷ lệ sống 38,01% và DLG: 0,113 mm/ngày). Nguyên nhân có thể do việc sử dụng thức ăn đơn lẻ sẽ không đảm bảo cung cấp đầy đủ dinh dưỡng cho ương nuôi ấu trùng tôm càng sông. Việc sử dụng kết hợp thức ăn Artemia với thức ăn tổng hợp giúp cung cấp đầy đủ và cân bằng hơn các dưỡng chất thiết yếu cho ấu trùng như: Axit béo không no, protein dễ tiêu, vitamin và khoáng vi lượng…, qua đó góp phần cải thiện tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng trong giai đoạn ương ấu trùng tôm càng sông. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Araujo và Valenti (2017) [5], khi kết hợp Artemia với thức ăn tổng hợp đã được chứng minh là giải pháp hiệu quả, giúp cải thiện tỷ lệ sống, tăng trưởng trong ương ấu trùng loài tôm nước ngọt *Macrobrachium amazonicum* và giảm phụ thuộc vào Artemia ở các giai đoạn cuối [8]. Kết quả nghiên cứu của Lavens và cs (2000) [9] cho thấy những khó khăn trong việc thay thế thức ăn tươi sống bằng thức ăn tổng hợp trong quá trình phát triển ấu trùng tôm [9]. Những khó khăn này không phải do thiếu hụt dinh dưỡng từ thức ăn tổng hợp mà là do hệ tiêu hóa chưa phát triển với nồng độ enzyme phân giải protein thấp [10, 11].

Từ kết quả nghiên cứu trên cho thấy, trong giai đoạn ương nuôi ấu trùng tôm càng sông sử

dụng kết hợp thức ăn Artemia với thức ăn tổng hợp là phù hợp để góp phần nâng cao tỷ lệ sống và tốc độ sinh trưởng của ấu trùng.

3.2. Ảnh hưởng của MĐ ương đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng tôm càng sông

Trong quá trình thí nghiệm ảnh hưởng của MĐ đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng tôm càng sông, cho thấy: Các yếu tố môi trường (nhiệt độ, pH và DO) ở các thí nghiệm đều nằm trong phạm vi thích hợp cho sinh trưởng của tôm càng sông (Bảng 5).

Bảng 5. Kết quả theo dõi một số yếu tố môi trường trong thí nghiệm các MĐ khác nhau ương nuôi ấu trùng tôm càng sông

Chỉ tiêu	Thời gian	MĐ50	MĐ75	MĐ100	MĐ125
Nhiệt độ (°C)	Sáng	25,6 ± 0,4[a]	25,8± 0,3[a]	25,7 ± 0,5[a]	25,8 ± 0,5[a]
	Chiều	26,5 ± 0,6[a]	26,3 ± 1,0[a]	26,7 ± 1,1[a]	26,6 ± 1,1[a]
DO (mg/L)	Sáng	5,5 ± 0,2[a]	5,3 ± 0,2[a]	5,2 ± 0,4[a]	5,1 ± 0,4[a]
	Chiều	5,6 ± 0,3[a]	5,5 ± 0,2[a]	5,3 ± 0,3[a]	5,2 ± 0,3[a]
pH	Sáng	7,1 - 7,2	7,2 - 7,2	7,1 - 7,3	7,1 - 7,3
	Chiều	7,3 - 7,5	7,3 - 7,6	7,4 - 7,6	7,4 - 7,6
TAN (mg/L)		0,64 ± 0,04[a]	0,66 ± 0,03[a]	0,72 ± 0,05[b]	0,78 ± 0,11[b]
NO^-_2 (mg/L)		0,12 ± 0,03[a]	0,12 ± 0,05[a]	0,25 ± 0,06[b]	0,26 ± 0,05[b]
H_2S (mg/L)		0,012 ± 0,003[a]	0,012 ± 0,004[a]	0,023 ± 0,006[b]	0,024 ± 0,007[b]

Ghi chú: Giá trị trung bình được mô tả dưới dạng: M ± SD; trong cùng 1 hàng các chữ cái khác nhau thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

Kết quả sau 20 ngày ương nuôi ấu trùng tôm càng sông cho thấy: MĐ ương nuôi có ảnh hưởng đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và năng suất ương ấu trùng tôm càng sông. Kết quả phân tích được thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6 cho thấy, tỷ lệ sống và tốc độ tăng trưởng chiều dài của ấu trùng tôm càng sông giảm dần khi MĐ ương tăng. MĐ 50 con/L cho kết quả cao nhất (57,1% và 0,125 mm/ngày), tiếp theo là 75 con/L (55,5% và 0,123 mm/ngày), 100 con/L (41,8% và 0,109 mm/ngày) và thấp nhất ở 125 con/L (33,79% và 0,107 mm/ngày). Sự khác biệt giữa MĐ50, MĐ75 so với MĐ100, MĐ125 có ý nghĩa thống kê (p < 0,05), trong khi giữa MĐ50 và MĐ75 không có sự khác biệt có ý nghĩa (p > 0,05). Khi nâng MĐ lên trên 100 con/L ảnh hưởng nghịch đến tỷ lệ sống và tăng trưởng, phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đó [11, 12], do MĐ cao làm tăng cạnh tranh thức ăn, chất lượng nước kém và gây stress.

Về năng suất ương ở MĐ 125 con/L đạt cao nhất (42,3 ± 1,3 con/L), tiếp đến là ở mật độ 100 con/L (41,8 ± 1,2), 75 con/L (41,6 ± 1,1) và thấp nhất ở 50 con/L (28,6 ± 1,0). Năng suất ở MĐ125 khác biệt có ý nghĩa so với MĐ50 (p < 0,05), nhưng không khác biệt so với MĐ100 và MĐ75 (p > 0,05).

Bảng 6. Ảnh hưởng của MĐ ương đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng tôm càng sông

Chỉ tiêu	Đơn vị tính	MĐ50	MĐ75	MĐ100	MĐ125
Kích cỡ ấu trùng ban đầu	mm	2,18 ± 0,02	2,18 ± 0,01	2,18 ± 0,02	2,19 ± 0,01
Kích cỡ ấu trùng 20 ngày	mm	5,50 ± 0,21[a]	5,36 ± 0,30[a]	4,78 ± 0,15[b]	4,69 ± 0,20[c]
Tỷ lệ sống sau 20 ngày	%	57,10 ± 0,61[a]	55,50 ± 1,40[a]	41,82 ± 0,41[b]	33,79 ± 0,72[b]
Tốc độ sinh trưởng (DLG)	mm/ngày	0,125 ± 0,005[a]	0,123 ± 0,003[a]	0,109 ± 0,003[b]	0,107 ± 0,005[b]
Năng suất	con/lít	28,6 ± 1,4[a]	41,6 ± 1,1[b]	41,8 ± 1,2[b]	42,3 ± 1,3[b]

Kết hợp cả 3 tiêu chí ở trên cho thấy khi ương tôm càng sông ở MĐ 75 con/L là tối ưu, cho tỷ lệ sống, tăng trưởng cao và đạt năng suất ương nuôi tốt hơn so với MĐ 50 con/L.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định ảnh hưởng của loại thức ăn và mật độ ương đến tỷ lệ sống, tốc độ sinh trưởng và năng suất của ấu trùng tôm càng sông. Việc sử dụng kết hợp *Artemia nauplii* và thức ăn tổng hợp mang lại hiệu quả cao hơn đáng kể so với việc sử dụng đơn lẻ từng loại thức ăn, thể hiện qua tỷ lệ sống cao và tốc độ sinh trưởng vượt trội của ấu trùng.

Về mật độ ương, các nghiệm thức 50 và 75 con/L được xác định là tối ưu, giúp cải thiện đáng kể các chỉ tiêu sinh trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng. Đặc biệt, mật độ 75 con/L không chỉ đảm bảo điều kiện sinh trưởng thuận lợi mà còn đạt năng suất cao hơn so với mật độ 50 con/L.

Từ các kết quả nghiên cứu, đề xuất áp dụng chế độ cho ăn kết hợp (Artemia + thức ăn tổng hợp) cùng với mật độ ương 75 con/L nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất giống nhân tạo tôm càng sông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cai Y, Dai AY (1999). Freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Xishuangbannaregion of Yunnan province, Southern China. *Hydrobiologia,* 400: 211 – 241.

2. Chen PC, Shih CH, Chu TJ, Lee YC, Tzeng TD (2017). Phylogeography and genetic structure of the oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) in East Asia. *PLoS ONE*, 12: e0173490.

3. Liu J., Gong S. Y., He X. L., Zhang X. R. (2005). Effects of larval rearing density on the growth and survival of *Macrobrachium nipponense*. *Journal of Fisheries of China*, 29(4): 390 - 395.

4. Kovalenko, E. E., D'Abramo, L. R., Ohs, C. L. and Buddington, R. K. (2002). A successful microbound diet for the larval culture of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 210: 385 - 395.

5. Araujo, M. C., Valenti, W. C. (2017). Effects of feeding strategy on larval development of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(2), 85 - 90.

6. Kim Văn Vạn, Lê Việt Dũng, Trương Đình Hoài (2021). Ảnh hưởng của Beta - Glucan và một số chất bổ sung lên sinh trưởng, tỷ lệ sống và sức đề kháng bệnh do vi khuẩn *Flavobacterium columnare* trên cá rô phi (*Oreochromis niloticus*). *Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật Thú y*, 28(2): 45 - 51.

7. Qichen Jiang, Adila Dilixiati, Wenyi Zhang, Wen Li, Qing Wang, Yinglin Zhao, Jiaxin Yang, Zhengzhe Li (2014). Effect of nitrite exposure on metabolic response in the freshwater prawn *Macrobrachium nipponense*. *Eur. J. Biol*, 9(1): 86 - 91.

8 Maciel, C. R. and Valenti, W. C. (2014a). Assessing the potential of partial replacing of artemia by practical inert diet in the larviculture of the Amazon river prawn. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40: 69 - 78.

9. Lavens, P., Thongrod, S. and Sorgeloos, P. (2000). Larval prawn feeds and the dietary importance of Artemia. p. 91 - 110. In: Freshwater prawn culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. New, M. B. and Valenti, W. C., eds. Blackwell Science, Oxford.

10. Kamarudin, M. S., Jones, D. A., Vay, L. and Abidin, A. Z. (1994). Ontogenetic change in digestive enzyme activity during larval development of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 123: 323 - 333.

11. Kumlu, M. and Jones, D. A. (1995). Feeding and digestion in the caridean shrimp larva Palaemon elegans Rathke and *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea: Palaemonidae) on live and artificial diets. *Aquaculture Nutrition*, 1: 3 - 12.

12. Chen P. C., Chu T. J., Shih C. H. (2019). Effects of stocking density on larval performance of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Reports*, 13: 100202.

EFFECTS OF FEED AND STOCKING DENSITY ON GROWTH AND SURVIVAL RATE DURING LARVAL REARING OF THE ORIENTAL RIVER PRAWN (*Macrobrachium nipponense*, de Haan 1849)

Tran Van Tam[1, 2], Le Van Khoi[1], Kim Van Van[3]

[1] Research Institute for Aquaculture No.1

[2] Institute of Fisheries Economics and Planning

[3] Faculty of Fisheries, Vietnam National University of Agriculture

Abstract

The oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense* de Haan 1849) is a freshwater crustacean species with high economic value and significant potential for development in aquaculture. To improve the efficiency of seed production techniques, this study conducted two experiments to determine the appropriate feed type and stocking density during the larval rearing stage. The first experiment evaluated the effects of three feeding regimes: Artemia nauplii, formulated larval feed, and a combination of both. The second experiment investigated the impact of four stocking densities: 50, 75, 100, 125 larvae per liter. Each treatment was replicated three times to ensure the reliability of the results. The results showed that both feed type and stocking density significantly affected larval survival and growth rate. Among the treatments, the combination of Artemia and formulated feed at densities of 50 - 75 larvae/L yielded the best results, with high survival rates and rapid growth, showing statistically significant differences ($p < 0.05$). However, in terms of overall productivity, the density of 75 larvae/L was more effective than 50 larvae/L. Based on the results, it is recommended to use the combined diet (Artemia + formulated feed) and a stocking density of 75 larvae/L as optimal conditions to enhance larval rearing efficiency in seed production of *M. nipponense*.

Keywords: *Larvae, Macrobrachium nipponense, stocking density, feed.*

Ngày nhận bài: 7/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 29/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 12/9/2025

Ngày duyệt đăng: 23/9/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ ĐẾN HIỆU QUẢ ƯƠNG CÁ TRÁP VÂY VÀNG (*Acanthopagrus latus*) GIAI ĐOẠN CÁ GIỐNG

Nguyễn Văn Quyền[1], Kim Văn Vạn[2], Thái Thanh Bình[1,*]

[1] *Trường Cao đẳng Kinh tế, Kỹ thuật và Thuỷ sản*

[2] *Khoa Thuỷ sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

[*] *Email: ttbinh@cdts.edu.vn*

TÓM TẮT

Cá tráp vây vàng (*Acanthopagrus latus*) là loài có giá trị kinh tế cao, được nuôi phổ biến ở các vùng nước lợ khu vực phía Bắc, Việt Nam. Tuy nhiên, nguồn giống chủ yếu dựa vào khai thác tự nhiên. Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của mật độ ương cá tráp vây vàng khác nhau (50, 100, 150 con/m^3) lên tốc độ sinh trưởng, tỷ lệ sống, độ đồng đều và hệ số tiêu tốn thức ăn ở cá giống cỡ 3 - 4 cm lên 6 cm. Thí nghiệm được bố trí trong 9 giai (3 x 2 x 1,5 m), đặt trong ao 2.000 m^2 có che lưới lan, với 3 lần lặp cho mỗi nghiệm thức và thời gian nuôi là 45 ngày. Cá được cho ăn thức ăn công nghiệp Inve G12 với khẩu phần 8% khối lượng thân cá/ngày và bổ sung vitamin C định kỳ (1 lần/tuần với liều 250 mg/kg thức ăn) để tăng sức đề kháng. Kết quả cho thấy, mật độ ương có ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống và độ đồng đều kích thước của cá. Mật độ 100 con/m^3 cho hiệu quả tăng trưởng và tỷ lệ sống tối ưu. Trong khi đó, mật độ 150 con/m^3 cho hiệu quả thấp nhất. Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) có xu hướng tăng ở mật độ cao (FCR = 1,78 ở mật độ 150 con/m^3). Nghiên cứu này cung cấp cơ sở khoa học quan trọng để xác định mật độ ương phù hợp, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất và phát triển bền vững nghề nuôi cá tráp vây vàng tại Việt Nam.

Từ khóa: *Acanthopagrus latus, FCR, mật độ, tăng trưởng, tỷ lệ sống.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nuôi trồng thủy sản (NTTS) ngày càng khẳng định vai trò thiết yếu trong việc đảm bảo cung cấp thực phẩm toàn cầu và thúc đẩy phát triển kinh tế, đặc biệt tại các quốc gia có bờ biển dài như Việt Nam. Trong số các loài thủy sản có giá trị kinh tế cao, cá tráp vây vàng (*Acanthopagrus latus*) là một trong những đối tượng tiềm năng nuôi ven biển. Cá tráp vây vàng được đánh giá cao nhờ khả năng thích nghi tốt với các điều kiện nuôi trong ao đầm và lồng bè. Nhu cầu thị trường đối với cá tráp vây vàng ngày càng tăng và việc tăng cường sản lượng nuôi còn góp phần vào các nỗ lực phục hồi quần thể tự nhiên. Để đáp ứng cả hai mục tiêu này, việc tối ưu hóa mật độ ương là rất cần thiết.

Theo Aksungur và cs (2007) [1] mối quan hệ giữa mật độ ương và hiệu quả nuôi là phức tạp và thường không tuyến tính. Mật độ ương cao có thể dẫn đến nhiều hệ quả tiêu cực. Sự cạnh tranh gay gắt về thức ăn và không gian sống là điều không thể tránh khỏi như gây stress sinh lý cho cá. Stress kéo dài làm tăng nhu cầu năng lượng, dẫn đến giảm tốc độ tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn. Ngoài ra, mật độ cao còn thúc đẩy các tập tính dữ của cá, hình thành hệ thống phân cỡ trong quần đàn và tăng nguy cơ ăn thịt lẫn nhau, đặc biệt ở giai đoạn cá giống, làm giảm tỷ lệ sống và tăng tính không đồng đều về kích thước [2]. Chất lượng nước cũng dễ bị suy giảm nhanh chóng ở mật độ cao do tích tụ chất thải, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe cá. Tuy nhiên, mật độ quá thấp cũng không phải lúc nào cũng tối ưu. Mặc dù giảm cạnh tranh nhưng mật độ thấp có thể làm giảm hiệu quả sử dụng không gian và tài nguyên. Đồng thời, một số loài cá có tập tính sống theo đàn có thể cảm thấy không thoải mái

hoặc trở nên hung dữ nếu mật độ quá thưa [1]. Điều này cho thấy, việc xác định mật độ tối ưu là một cân bằng giữa hiệu quả sinh học và kinh tế. Mật độ cao có thể tăng tổng sản lượng trên một đơn vị diện tích, nhưng thường đi kèm với việc giảm tăng trưởng của từng cá thể.

Một số nghiên cứu đã chỉ ra mối tương quan nghịch giữa mật độ ương nuôi và tốc độ tăng trưởng của cá giống. Salari và cs (2012) khi nghiên cứu trên đối tượng cá song hổ (*Epinephelus fuscoguttatus*) đã ghi nhận rằng, các nghiệm thức với mật độ 1.000 và 3.000 con/m^3 cho tốc độ tăng trưởng cao hơn đáng kể so với nghiệm thức 5.000 con/m^3 [3]. Kết quả này hoàn toàn tương đồng với kết quả của nhiều công trình nghiên cứu trước đây trên các đối tượng thủy sản khác, bao gồm cá song chấm cam (*Epinephelus coioides*) [4], cá chẽm (*Lates calcarifer*) [5] và cá hồng mỹ (*Sciaenops ocellatus*) [6], cá song da báo (*Plectropomus leopardus*) [7]. Những nghiên cứu này đều thống nhất quan điểm rằng, tốc độ tăng trưởng của cá giống có xu hướng giảm dần khi mật độ ương nuôi được nâng cao.

Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của mật độ ương trên các loài cá biển khác nhau, cho thấy sự đa dạng trong phản ứng của từng loài. Chẳng hạn, đối với cá bơn (*Psetta maxima*), tăng trưởng được ghi nhận là nhanh ở mật độ lên đến 90 con/m^2, nhưng lại giảm đáng kể khi mật độ tăng lên 120 con/m^2. Tỷ lệ sống thấp nhất ở mật độ nuôi cao [1]. Điều này cho thấy, có một ngưỡng mật độ mà tại đó hiệu suất nuôi bắt đầu suy giảm. Tương tự, một nghiên cứu trên ấu trùng cá mú nâu (*Sciaena umbra*) đã chỉ ra mối tương quan nghịch đáng kể giữa mật độ ấu trùng và cả tăng trưởng lẫn tỷ lệ sống. Mật độ thấp thúc đẩy tăng trưởng và tỷ lệ sống cao hơn, đồng thời giúp duy trì tính đồng đều về kích thước trong quần thể [2]. Điều này nhấn mạnh rằng ở các giai đoạn phát triển sớm, cá rất nhạy cảm với stress do mật độ. Nghiên cứu trên cá tráp đen (*Acanthopagrus schlegelii*), một loài cùng giống với cá tráp vây vàng cho thấy, khi nuôi mật độ cao có thể gây ra các tác động tiêu cực như giảm khối lượng, suy giảm miễn dịch và giảm tỷ lệ sống [8]. Những kết quả này củng cố quan điểm rằng việc xác định mật độ ương tối ưu là một yếu tố quan trọng và cần được thực hiện cụ thể cho từng loài, từng giai đoạn phát triển và trong từng hệ thống nuôi [9].

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của mật độ nuôi khác nhau đến tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, hệ số phân đàn của cá tráp vây vàng giai đoạn cá giống. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp những thông tin khoa học hữu ích, hoàn thiện quy trình sản xuất giống, từ đó góp phần nâng cao hiệu quả ương nuôi con giống cá tráp vây vàng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 3 - 5/2025 tại Cơ sở 02 - Trường Cao đẳng Kinh tế, Kỹ thuật và Thủy sản (phường Đông Mai, tỉnh Quảng Ninh).

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Cá thí nghiệm: Cá khỏe mạnh, không có dấu hiệu bệnh, đồng đều về kích thước (3 - 4 cm/con) được cung cấp từ nguồn giống của Dự án cấp Bộ: Hoàn thiện công nghệ sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá tráp vây vàng.

Giai lưới bố trí thí nghiệm: 9 giai lưới nilon, mỗi giai có kích thước 3 x 2 x 1,5 m (dài x rộng x cao), kích thước mắt lưới mắt lưới 2a = 0,5 cm được đặt trong ao 2.000 m^2 có che lưới lan (Thái Lan).

2.3. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 nghiệm thức (NT) mật độ ương khác nhau (50; 100; 150 con/m^3). Mỗi nghiệm thức thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Thời gian ương cá là 45 ngày. Quản lý giai ương và chăm sóc cá được thực hiện hàng ngày như vệ sinh giai, đo các chỉ tiêu môi trường. Cá được cho ăn bằng thức ăn công nghiệp Inve G12 (có hàm lượng protein ≥ 45%, lipid ≥ 10%) với khẩu phần khoảng 8% khối lượng thân cá/ngày. Định kỳ bổ sung vitamin C (1 tuần 1 lần, liều lượng 250 mg/kg thức ăn) để tăng sức đề kháng cho cá.

Phương pháp quản lý và duy trì môi trường ao ương: Định kỳ xử lý đáy bằng chế phẩm vi sinh BZT (1 tuần 1 lần, liều lượng theo nhà sản xuất), định kỳ 2 tuần xử lý PVP iodine 1 lần (liều lượng 0,02 ppm). Thay nước cho ao đặt giai ương sau thời gian 30 ngày với lượng 20 - 30%

Cung cấp ô xy hòa tan cho giai ương: Bố trí số lượng 1 quả sục khí/2,0 - 2,5 m^3 giai ương, tương đương 4 quả sục khí/giai. Sục khí 24/24 giờ.

2.4. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

2.4.1. Xác định các yếu tố môi trường

Nhiệt độ được xác định bằng nhiệt kế bách phân, có độ chính xác đến 0,1^{0}C; pH, DO được xác định 2 lần/ngày vào thời điểm 6 giờ sáng và 14 giờ chiều trong ngày được đo bằng kit test Sera (Đức); độ mặn được đo 1 lần/ngày ở thời điểm 14 giờ trong ngày bằng khúc xạ kế, các yếu tố khác như NO_2 - N, H_2S đo bằng bộ kit test Sera (Đức) được xác định 3 ngày/lần vào thời điểm 6 giờ sáng trong ngày.

2.4.2. Xác định các chỉ tiêu khác

- Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối:

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

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

- Tốc độ tăng trưởng tương đối (%/ngày):

+ Tăng trưởng theo chiều dài:

$$SGR_L = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{t_2 - t_1} \times 100$$

+ Tăng trưởng theo khối lượng:

$$SGR_W = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \times 100$$

Trong đó: W_2 là khối lượng cá tráp vây vàng đo lần sau (g); W_1 là khối lượng cá tráp vây vàng đo lần trước (g); L_2 là chiều dài cá tráp vây vàng đo lần sau (cm); L_1 là chiều dài cá tráp vây vàng đo lần trước (cm); t_2 là thời gian đo lần sau (ngày); t_1 là thời gian đo lần trước (ngày).

- Tỷ lệ sống (%) = Số cá sau thu hoạch/số cá thả ban đầu x 100.

- Hệ số chuyển đổi thức ăn (Food Conversion Rate - FCR) = Khối lượng thức ăn sử dụng/Khối lượng cá tăng trưởng.

- Tỷ lệ phân đàn: Hệ số biến thiên (CV, % mức độ đồng đều cá thể) về khối lượng và chiều dài, được tính bằng độ lệch chuẩn/giá trị trung bình) x 100.

2.4.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê sinh học bằng SPPS 22.0. Các giá trị chủ yếu được tính toán là giá trị trung bình, độ lệch chuẩn. So sánh sự sai khác giữa các nghiệm thức thí nghiệm sẽ được phân tích bằng one-way ANOVA dựa trên sự sai khác ít nhất (LSD) ở mức ý nghĩa ($P < 0,05$). Xử lý số liệu % trước khi phân tích ANOVA bằng phép biến đổi Arcsin căn bậc hai.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các chỉ tiêu chất lượng nước

Bảng 1. Các chỉ tiêu chất lượng nước trong quá trình thí nghiệm

TT	Yếu tố môi trường	Giá trị trung bình ± Độ lệch chuẩn	Ngưỡng thích hợp
1	Nhiệt độ (°C)	26,5 ± 1,2	22 - 28[1]
2	pH	7,8 - 8,2	7,5 - 8,5[2]
3	Oxy hòa tan (DO, mg/L)	5,5 ± 0,4	> 5[3]

TT	Yếu tố môi trường	Giá trị trung bình ± Độ lệch chuẩn	Ngưỡng thích hợp
4	Độ mặn (ppt)	28,0 ± 1,5	15 - 30[4]
5	NO_2^- (mg/L)	0,08 ± 0,03	< 0,1[5]
6	H_2S (mg/L)	< 0,001	< 0,01[6]

Nguồn: [1] Teo và Ng (2006) [13] ; [2] Boyd (1998) [10]; [3] Boyd (1998) [10], Liao và Lee (1999) [14]; [4] O và Mohammadi (2016) [15]; [5] Boyd (1998) [10], Tomasso (1994) [16]; [6] Boyd (1998) [10].

Kết quả kiểm tra các chỉ tiêu môi trường trong ao thí nghiệm và giữa các giai thí nghiệm không có sự sai khác vì các giai thí nghiệm được đặt trong cùng một ao. Kết quả theo dõi các yếu tố môi trường ao ương cá tráp vây vàng trong thí nghiệm (Bảng 1) đều nằm trong khoảng thích hợp [10] cho sự sinh trưởng và phát triển giai đoạn ương cá giống phù hợp trong sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá tráp vây vàng [11, 12].

3.2. Ảnh hưởng của mật độ đến tốc độ tăng trưởng cá tráp vây vây vàng và hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR)

Các chỉ tiêu tăng trưởng và FCR của cá tráp vây vàng ở các mật độ ương khác nhau được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Các chỉ tiêu tăng trưởng của cá tráp vây vàng ở các mật độ ương khác nhau

Chỉ tiêu theo dõi	NT1	NT2	NT3
Khối lượng ban đầu (g)	0,95 ± 0,05[a]*	0,96 ± 0,04 [a]	0,94 ± 0,06 [a]
Chiều dài ban đầu (cm)	3,2 ± 0,1[a]	3,2 ± 0,1 [a]	3,1 ± 0,1 [a]
Khối lượng cuối (g)	4,82 ± 0,21[b]	5,15 ± 0,18 [a]	3,98 ± 0,25[c]
Chiều dài cuối (cm)	6,1 ± 0,2 [b]	6,3 ± 0,1 [a]	5,5 ± 0,2 [c]
DWG (g/con/ngày)	0,086 ± 0,001 [b]	0,093 ± 0,001 [a]	0,067 ± 0,001 [c]
DLG (mm/con/ngày)	0,065 ± 0,003[b]	0,068 ± 0,001[a]	0,051 ± 0,001[c]
SGR_W (%/ngày)	3,61 ± 0,01 [b]	3,73 ± 0,02 [a]	3,20 ± 0,02 [c]

Chỉ tiêu theo dõi	NT1	NT2	NT3
SGR_L (%/ngày)	1,44 ± 0,06[b]	1,49 ± 0,01[a]	1,22 ± 0,01[c]
FCR	1,35 ± 0,03 [b]	1,42 ± 0,04 [b]	1,78 ± 0,05 [a]

*Ghi chú: * Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). FCR: Hệ số chuyển đổi thức ăn.*

Kết quả cho thấy, không có sự khác biệt đáng kể về khối lượng và chiều dài ban đầu của cá thả giữa các nghiệm thức (NT) (P > 0,05), đảm bảo tính đồng đều của đối tượng nghiên cứu. Sau 45 ngày, các chỉ tiêu tăng trưởng bao gồm: Khối lượng, chiều dài, tăng trưởng tuyệt đối và tăng trưởng tương đối đều có sự khác biệt rõ rệt giữa các NT (P < 0,01). NT2 (100 con/m^3) có tốc độ tăng trưởng tốt nhất với khối lượng và chiều dài lần lượt đạt 5,15 ± 0,18 g/con và 6,3 ± 0,1 cm/con, so với 2 NT khác, sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê (P < 0,05).

Tốc độ tăng trưởng hàng ngày (DWG) giữa các nghiệm thức cũng có sự khác biệt rõ rệt, ở NT2 có DWG cao nhất là 0,093 ± 0,001 g/ngày, tiếp theo là NT1 (0,086 ± 0,001 g/ngày). DWG ở NT3 là thấp nhất (0,067 ± 0,001 g/ngày). Tương tự, khi theo dõi tốc độ tăng trưởng hàng ngày (DLG) ở NT2 có DLG cao nhất là 0,068 ± 0,001 mm/ngày, tiếp theo là NT1 (0,065 ± 0,003 mm/ngày) và thấp nhất ở NT3 (0,051 ± 0,001 mm/ngày). Sự khác biệt này cho thấy, mật độ nuôi thích hợp (100 con/m^3) giúp cá tráp vây vàng đạt được tốc độ tăng trưởng tối ưu.

Tương tự, tỷ lệ tăng trưởng tương đối hàng ngày của cá về khối lượng (SGR_W) giữa các NT cũng có sự khác nhau. NT2 có SGR_W cao nhất là 3,73 ± 0,02%/ngày, tiếp theo là NT1 (3,61 ± 0,01%/ngày) và NT3 có SGR_W thấp nhất (3,20 ± 0,02%/ngày). Tỷ lệ tăng trưởng tương đối hàng ngày về chiều dài (SGR_L ở NT2 là cao nhất (1,49 ± 0,01%/ngày), tiếp theo là NT1 (1,44 ± 0,06%/ngày) và thấp nhất ở NT3 (1,22 ± 0,01%/ngày) có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). Kết quả này bổ sung thêm nhận định rằng, mật độ nuôi cao có thể gây ảnh hưởng nghịch đến sự phát triển của cá tráp vây vàng.

Về FCR, NT3 (150 con/m^3) cao nhất (1,78), cho thấy hiệu quả sử dụng thức ăn kém nhất. Trong khi đó, NT1 và NT2 có FCR tương đương và thấp hơn đáng kể so với NT3. Điều này phản ánh rằng ở mật độ ương quá cao, cá phải cạnh tranh thức ăn nhiều hơn, dẫn đến việc sử dụng thức ăn kém hiệu quả hơn sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P < 0,05).

Trong nghiên cứu đã cho thấy, tác động của mật độ ương nuôi lên các chỉ tiêu sinh trưởng và FCR của cá tráp vây vàng (giai đoạn cá giống). NT ương với mật độ 100 con/m^3 (NT2) cho tốc độ sinh trưởng cá thể vượt trội. Ngược lại, khi mật độ tăng lên 150 con/m^3 (NT3), tốc độ sinh trưởng của cá thể giảm đi đáng kể, đồng thời FCR tăng lên, phản ánh hiệu quả sử dụng thức ăn bị suy giảm. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với những ghi nhận ở nhiều loài cá biển khác, như cá chẽm [5], cá song hổ [17], cá song lai [18], cá chim vây vàng [19] và cá song da báo [7].

Ở mật độ nuôi 100 con/m^3 cho kết quả tăng trưởng tốt nhất, thậm chí cao hơn 50 con/m^3, có thể được lý giải bởi tập tính sống theo đàn của cá tráp vây vàng. Ở một mật độ vừa phải, cá có thể cảm thấy an toàn và thoải mái hơn khi hình thành đàn, giảm stress và thúc đẩy hoạt động bắt mồi [1]. Tuy nhiên, khi mật độ vượt quá ngưỡng này, lợi ích của tập tính sống theo đàn sẽ bị lấn át bởi các tác động tiêu cực của stress và cạnh tranh.

3.3. Ảnh hưởng của mật độ đến tỷ lệ sống, mức độ phân đàn cá tráp vây vàng

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ sống bị ảnh hưởng đáng kể bởi mật độ ương. Ở mật độ thấp, NT1 và NT2 có tỷ lệ sống cao hơn là 92,5 và 90%, ở mật độ cao, NT3 có tỷ lệ sống thấp là 78,3%, sự sai khác này có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). Kết quả được thể hiện ở bảng 3. Điều này cho thấy, mật độ quá cao đã gây ra stress hoặc cạnh tranh lớn về thức ăn, dẫn đến tỷ lệ sống của cá thấp. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, mật độ ương có ảnh hưởng đáng kể đến độ đồng đều của cá tráp vây vàng. Điều này đồng nhất với các kết quả nghiên cứu khác trên cá biển như cá bơn [1], cá mú nâu [2], cá song da báo [7].

Bảng 3. Tỷ lệ sống và độ phân đàn cá tráp vây vàng ở các mật độ ương khác nhau

Chỉ tiêu theo dõi	NT1	NT2	NT3
Tỷ lệ sống (%)	$92,5 \pm 1,5^{a}$*	$90,0 \pm 2,0^{a}$	$78,3 \pm 2,5^{b}$
CV khối lượng (%)	$4,4 \pm 0,03^{b}$	$3,6 \pm 0,03^{b}$	$6,4 \pm 0,05^{a}$
CV chiều dài (%)	$2,6 \pm 0,01^{b}$	$1,9 \pm 0,01^{b}$	$3,0 \pm 0,02^{a}$

*Ghi chú: *Các chữ cái khác nhau trong cùng một hàng chỉ ra sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P < 0,05). CV: Hệ số biến thiên.*

Các hệ số biến thiên (CV) về khối lượng và chiều dài đều tăng lên đáng kể ở mật độ cao nhất NT3. Điều này chỉ ra rằng, ở mật độ 150 con/m^3, sự chênh lệch kích thước giữa các cá thể trong quần đàn lớn hơn nhiều so với hai mật độ thấp hơn. NT1 và NT2 duy trì được độ đồng đều tốt hơn. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đồng với nghiên cứu của Nguyễn Anh Hiếu và cs (2024) trên cá song da báo giai đoạn cá giống [7]. Điều này cho thấy, sự phân hóa kích thước trong quần đàn trở nên rõ rệt hơn ở mật độ cao, với sự xuất hiện của cả cá lớn vượt trội và cá chậm lớn. Hiện tượng này thường xảy ra do sự hình thành phân đàn và cạnh tranh thức ăn không đồng đều, nơi những cá thể khỏe mạnh hơn chiếm ưu thế và phát triển nhanh hơn, trong khi những cá thể yếu hơn bị chèn ép và chậm lớn [2].

4. KẾT LUẬN

Trong quá trình ương cá tráp vây vàng trong giai từ 3 - 4 cm lên 6 cm ở mật độ 100 con/m^3 cho tốc độ tăng trưởng tốt, tỷ lệ sống cao, có hệ số tiêu tốn thức ăn thấp và độ đồng đều về kích thước hơn ở các mật độ ương khác. Trong khi đó, mật độ 150 con/m^3 cho hiệu quả thấp nhất. Kết quả cho thấy, mật độ ương có ảnh hưởng đáng kể đến các chỉ tiêu tăng trưởng, tỷ lệ sống và độ đồng đều kích thước của cá. FCR có xu hướng tăng ở mật độ cao (FCR = 1,78 ở mật độ 150 con/m^3).

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu là một phần nội dung của Dự án: Hoàn thiện công nghệ sản xuất giống và nuôi thương phẩm cá tráp vây vàng (Acanthopagrus latus) trong ao và lồng được Bộ Nông nghiệp và Môi trường hỗ trợ kinh phí. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Bộ Nông nghiệp và Môi trường, Vụ Khoa học và Công nghệ, cán bộ giảng viên Cơ sở II, Trường Cao đẳng Kinh tế, Kỹ thuật và Thuỷ sản đã hỗ trợ trong quá trình nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aksungur, N & *et al.* (2007). Effect of stocking density on yellowfin seabream juvenile growth, survival, FCR. Turk. *J. Fish. Aquat. Sci.,* 7, 147 - 152.

2. Millot, S & *et al.* (2023). Effect of stocking density on survival and growth of brown *Meagre Sciaena* umbra (L.) Larvae. *MDPI*, 9(6), 190.

3. Salari, R., Saad, C. R., Kamarudin, M. S., & Zokaeifar, H. (2012). Effects of diff erent stocking densities on tiger grouper juvenile (*Epinephelus fuscoguttatus*) growth and a comparative study of the fl ow-through and recirculating aquaculture systems. *African Journal of Agricultural Research*, 7(26), 3765 - 3771.

4. 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.

5. Ngô Văn Mạnh (2008). Ảnh hưởng của mật độ, cỡ cá thả ban đầu, loại thức ăn và chế độ cho ăn lên cá chẽm (*Lates calcarifer* Bloch 1790) giống ương trong ao bằng mương nổi. Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành thủy sản, Trường Đại học Nha Trang. 86 trang.

6. Ngô Văn Mạnh và cs (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. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, 21B(10), 32 - 26.

7. Nguyễn Anh Hiếu và cs (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*, Trường Đại học Nha Trang, 4, 39 - 47. DOI:10.53818/jfst.04.2024.503.

8. Li, H & *et al.* (2023). Liver transcriptome analysis reveals the response mechanism of black porgy (*Acanthopagrus schlegelii*) to acute and chronic crowding stress. *MDPI*, 8(7), 356.

9. Park, S. I. & *et al.* (2023). Stocking density affects growth performance, hematological response, and whole - body composition in juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) in a Recirculating Aquaculture system. *MDPI*, 13(1), 44.

10. Boyd, C. E. (1998). Water quality in ponds aquaculture. Department of Fisheries and applied Aquaculture. Auburn University, Alabama, USA.

11. Nguyễn Văn Việt (2010). *Báo cáo tổng kết đề tài: Nghiên cứu xây dựng qui trình công nghệ nuôi thương phẩm cá hồng đỏ, cá tráp vàng trong ao và lồng ở vùng ven biển.*

12. Hoàng Thị Phương Hồng (2020). *Báo cáo tổng kết đề tài: Bảo tồn nguồn gen cá tráp vây vàng (Acanthopagrus latus,* 1782*) trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh.*

13. Teo, M. H & Ng, C. H. (2006). Optimisation of environmental conditions for the culture of juvenile yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782). *Aquaculture Research*, 37(13), 1369 - 1378.

14. Liao, I. C., & Lee, K. K. (1999). Aquaculture production and environmental quality. *Journal of Fisheries Society of Taiwan*, 26(4), 219 - 231.

15. O., & Mohammadi, A. (2016). The effects of water salinity on growth and osmotic stress indices in yellowfin seabream (Acanthopagrus latus). *Journal of Aquaculture*, 1(1), 1 - 10.

16. Tomasso, J. R. (1994). Toxicity of nitrogenous wastes to aquatic animals. *Reviews in Fisheries Science*, 2(4), 291 - 314.

17. 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 hổ (*Epinephelus fuscoguttatus*) giai đoạn cá bột lên cá hương. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thuỷ sản*, 3, 43 - 47.

18. 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 hổ. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thuỷ sản,* 3, 43 - 47.

19. Lý Văn Khánh và cs (2021). Ảnh hưởng của mật độ lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*) giống ương trong hệ thống tuần hoàn. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 57, Số chuyên đề Thủy sản, 20 - 25.

EFFECT OF STOCKING DENSITY ON THE NURSING EFFICIENCY OF YELLOWFIN SEABREAM (*Acanthopagrus latus*) DURING SEED STAGE

Nguyen Van Quyen[1], Kim Van Van[2], Thai Thanh Binh[1]

[1] *Fisheries and Technical Economic College*

[2] *Faculty of Fisheries, Vietnam National Uviversity of Agriculture*

Abstract

Yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) is a highly valuable economic species widely cultured in brackish water regions of Northern Vietnam. However, the supply of juveniles primarily relies on wild catching exploitation. The study evaluated the effects of different yellowfin seabream stocking densities (50, 100 and 150 fish/m^3) on the growth rate, survival rate, uniformity and food consumption coefficient of fingerlings from 3 - 4 cm to 6 cm. The experiment was set up in nine net cages (3 m x 2 m x 1.5 m) placed in a 2,000 m^2 pond covered with shading nets. There were three replicates for each treatment, and the rearing period was 45 days. Fish were fed with commercial feed (Inve G12) at 8% of their body weight per day, with periodic vitamin C supplementation (one time/week with 250 mg/kg of feed) to enhance disease resistance. The results showed that stocking density significantly affected the growth performance, survival rate, and size uniformity of the fish. A stocking density of 100 individuals/m^3 yielded optimal growth performance and survival rates. In contrast, the density of 150 individuals/m^3 resulted in the lowest performance. The feed conversion ratio (FCR) tended to increase at the highest density, reaching 1.78. This study provides important scientific evidence for determining appropriate stocking densities, contributing to improved production efficiency and the sustainable development of yellowfin seabream aquaculture in Vietnam.

Keywords: *Acanthopagrus latus, FCR, stocking density, survival rate.*

Ngày nhận bài: 29/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 6/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 28/8/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

TỐI ƯU HÓA MẬT ĐỘ VÀ NHIỆT ĐỘ LƯU GIỮ SỐNG MỰC NANG (*Sepia* spp.) THƯƠNG PHẨM BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐÁP ỨNG BỀ MẶT

Phạm Văn Long[1, *], Nguyễn Phước Triệu[1], Võ Thị Thanh Vân[1]

[1]*Phân viện Nghiên cứu Hải sản phía Nam, Viện Nghiên cứu Hải sản*

[*]*Email: longrimf@gmail.com*

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm xác định mật độ và nhiệt độ tối ưu để lưu giữ sống mực nang (*Sepia* spp.) thương phẩm, góp phần nâng cao hiệu quả bảo quản và giá trị kinh tế. Thí nghiệm tiến hành ở 2 giai đoạn (quy mô thí điểm và thực nghiệm) với các mức mật độ 10, 15, 20 kg/500 L và nhiệt độ 21, 24, 27°C. Phương pháp đáp ứng bề mặt (RSM) được sử dụng để phân tích ảnh hưởng và xác định giá trị tối ưu. Kết quả cho thấy, cả mật độ và nhiệt độ đều ảnh hưởng đáng kể đến tỷ lệ sống ($p < 0,05$), trong đó mật độ có tác động mạnh hơn. Tỷ lệ sống cao nhất (100%) đạt được ở 10 kg/500 L và 21, 24°C, trong khi mật độ và nhiệt độ cao (20 kg/500 L; 27°C) đồng thời làm giảm tỷ lệ sống xuống 71,4 - 78,6%. Mô hình hồi quy bậc hai xác định mật độ và nhiệt độ tối ưu lần lượt là 17,9 kg/500 L và 22,8°C giúp duy trì tỷ lệ sống trên 85% trong quá trình lưu giữ. Kết quả này là cơ sở để để xây dựng quy trình công nghệ lưu giữ sống mực nang ứng dụng vào thực tiễn sản xuất tại những cơ sở kinh doanh, tiêu thụ mực sống.

Từ khóa: *Mực nang, lưu giữ sống, mật độ, nhiệt độ, phương pháp đáp ứng bề mặt.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Mực nang (*Sepia* spp.) thuộc nhóm động vật chân đầu (Cephalopoda) có giá trị sinh thái và kinh tế cao, góp phần quan trọng vào nguồn lợi thủy sản toàn cầu [1, 2]. Tại Việt Nam, mực nang có 17 loài [3], sản lượng khai thác mực nang hàng năm khoảng 33.300 tấn [4]. Hiện nay, mực nang thương phẩm chủ yếu được bảo quản ở dạng ướp đá với giá trị kinh tế thấp, trong khi mực nang sống có giá cao gấp 2 - 3 lần [5].

Trong quá trình lưu giữ sống, mật độ và nhiệt độ là 2 yếu tố quyết định tỷ lệ sống của mực. Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng, mực là loài biến nhiệt, tốc độ trao đổi chất tăng khi nhiệt độ nước tăng, ảnh hưởng đến tăng trưởng, nhu cầu dinh dưỡng và tuổi thọ trong điều kiện nuôi nhốt [6 - 9]. Đồng thời, mật độ cao làm tăng cạnh tranh, giảm hiệu quả tiêu thụ thức ăn và kéo theo tỷ lệ sống thấp hơn, trong khi mật độ vừa phải giúp duy trì sự sống tốt hơn [6, 10]. Do đó, việc xác định mật độ và nhiệt độ phù hợp là yêu cầu quan trọng trong bảo quản mực sống.

Để tối ưu hóa đồng thời các yếu tố này, các phương pháp thống kê tiên tiến cần được áp dụng nhằm tiết kiệm chi phí thí nghiệm và nâng cao độ tin cậy. Phương pháp đáp ứng bề mặt (Response Surface Methodology - RSM), được Box và Wilson (1951) [11] đề xuất, cho phép xây dựng mô hình hồi quy bậc nhất hoặc bậc hai để phân tích ảnh hưởng và tương tác giữa các yếu tố thí nghiệm. Phương pháp này đã được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực công nghệ thực phẩm và nuôi trồng thủy sản nhờ khả năng xác định nhanh điều kiện tối ưu [12, 13].

Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định đồng thời mật độ và nhiệt độ tối ưu cho quá trình lưu giữ sống mực nang thương phẩm. Kết quả sẽ góp phần nâng cao tỷ lệ sống, gia tăng giá trị kinh tế và đáp ứng nhu cầu thị trường về sản phẩm hải sản sống chất lượng cao.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện gồm 2 giai đoạn, trong đó giai đoạn 1 (quy mô thí điểm) được thực hiện từ tháng 02/2023 đến tháng 4/2023 tại phường Phước Thắng, thành phố Hồ Chí Minh;

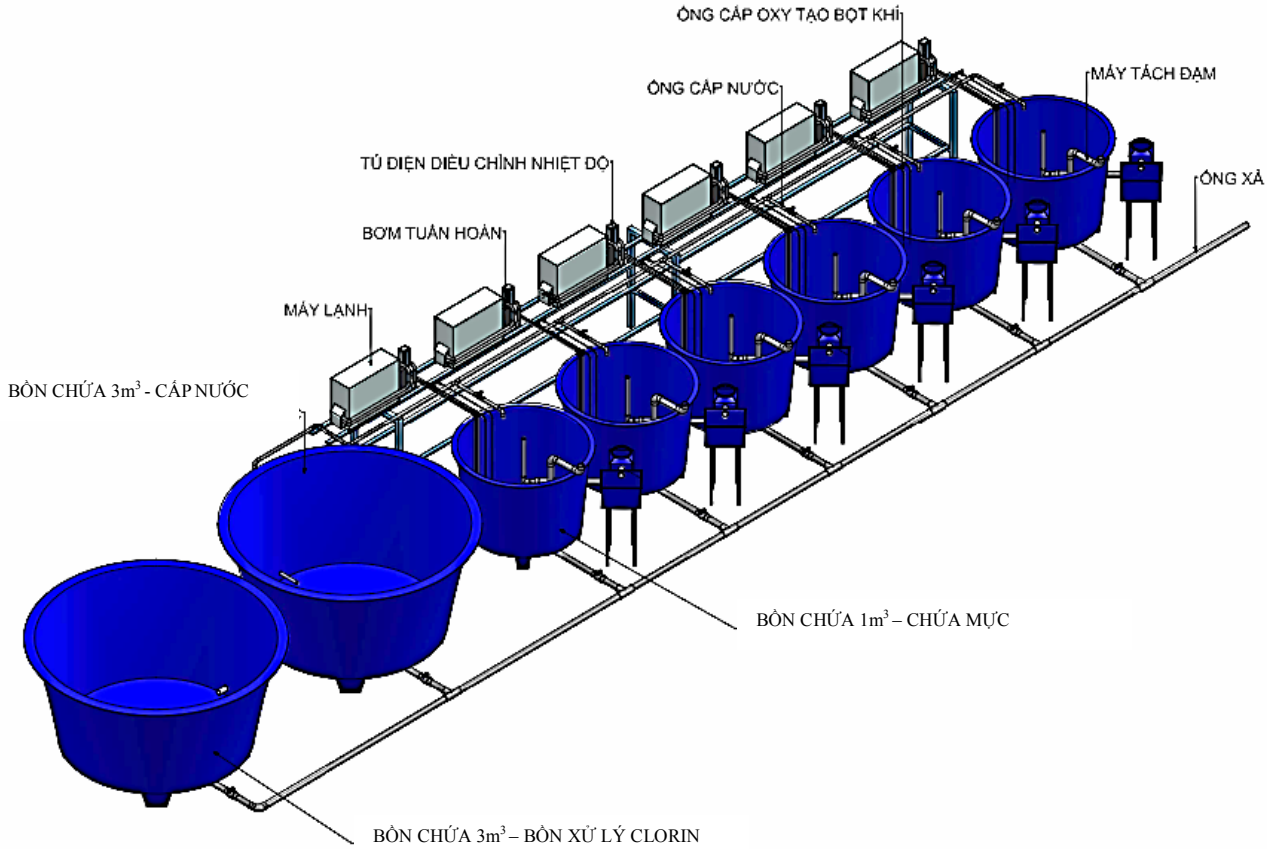
giai đoạn 2 (quy mô thực nghiệm) được thực hiện từ tháng 7/2024 đến tháng 11/2024 tại xã Bình Chánh, thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Mực nang (*Sepia* spp.) được thu thập và lưu giữ sống từ tàu khai thác nghề lồng bẫy tại vùng biển Đông Nam bộ. Mực nang sau khi khai thác được vận chuyển sống về địa điểm nghiên cứu và tiến hành lựa chọn mực thí nghiệm dựa trên các tiêu chí sau: (+) Kích cỡ: Khối lượng từ 500 - 900 g/con; (+) Chất lượng cảm quan mực sống (ban đầu): Màu sắc: Tươi sáng, các sắc tố và hoa văn rõ ràng, không bị trầy xước, tổn thương da và vây; trạng thái: Mực khỏe mạnh, bơi lội bình thường, không bị mất cân bằng trong nước, phản ứng nhạy với các tác động của con người.

2.3. Thiết bị phục vụ nghiên cứu

Hệ thống bể phục vụ nghiên cứu gồm: Bể chứa và xử lý nước 3.000 lít (x 2 bể); bể lưu giữ sống mực 1.000 lít (x 7 bể). Thiết bị vận hành hệ thống lưu giữ mực: Máy lọc tách đạm Skimmer; hệ thống làm lạnh nước biển công suất 1,5 HP; hệ thống sục khí, hệ thống cấp thoát nước tuần hoàn. Sơ đồ hệ thống bể thí nghiệm được thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống bể thí nghiệm

Nguồn nước biển để lưu giữ mực có độ mặn 28 - 35‰, được cung cấp từ các cở sở cung cấp nước biển, chất lượng nước cấp đảm bảo theo quy chuẩn về chất lượng nước mặt dùng cho mục đích bảo vệ đời sống thủy sinh. Một số thông số cơ bản như: pH 6,5 - 8,5; oxy hòa tan (DO) > 4 mg/L; nitrit ($N\text{-}NO_2^-$) < 0,02 mg/L; nitrat ($N\text{-}NO_3^-$) < 5 mg/L; amoni ($N\text{-}NH_4^+$) < 1 mg/L [14]. Mực mước cấp vào mỗi bể thí nghiệm là 500 L/bể.

2.4. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Phương pháp đáp ứng bề mặt (Response surface methodology - RSM) được sử dụng với 2 thông số cần được khảo sát là: Mật độ lưu giữ (X_1) và nhiệt độ nước (X_2) để tối ưu hóa tỷ lệ sống, thời

gian lưu giữ sống mực. Thí nghiệm được thiết kế theo mô hình phức hợp trung tâm theo Box và Wilson (1951) [12], với 2 nhân tố (mật độ, nhiệt độ) và 3 mức độ: Mức trung tâm (0), mức thấp (-1), mức cao (+1). Các nhân tố và mức độ khảo sát cho từng đối tượng mực được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Các nhân tố và mức độ khảo sát trong thí nghiệm lưu giữ sống

Nhân tố	Ký hiệu	Mức độ khảo sát		
		-1	0	+1
Mật độ lưu giữ	X_1	10 ± 0,1	15 ± 0,1	20 ± 0,1
Nhiệt độ nước	X_2	21 ± 1	24 ± 1	27 ± 1

Thí nghiệm lưu giữ sống mực nang sử dụng 2 mức nhiệt độ: 21 ± 1°C và 27 ± 1°C, với mật độ 10 ± 0,1 kg/500 L và 20 ± 0,1 kg/500 L. Thí nghiệm được thiết kế theo mô hình phức hợp trung tâm, gồm 2 giai đoạn (Bảng 2). Trong đó:

- Giai đoạn 1 (quy mô thí điểm): Được thực hiện nhằm đánh giá sự phù hợp của mô hình, gồm: 7 đơn vị thí nghiệm với 5 nghiệm thức trên mỗi loại mực, trong đó nghiệm thức tâm (15 ± 0,1 kg/500 L; 24 ± 1°C) được lặp lại 3 lần.

- Giai đoạn 2 (quy mô thực nghiệm): Được thực hiện nhằm xác định giá trị mật độ (X_1- Mật độ) và nhiệt độ (X_2- Nhiệt độ) tối ưu cho quá trình lưu giữ sống mực, gồm: 11 đơn vị thí nghiệm tương ứng với 9 nghiệm thức, trong đó nghiệm thức tâm (15 ± 0,1 kg/500 L; 24 ± 1°C) được lặp lại 3 lần.

Bảng 2. Ma trận thí nghiệm lưu giữ sống mực

Giai đoạn	Đơn vị thí nghiệm	Nghiệm thức	Mật độ (kg/500 L)	Nhiệt độ (°C)
Giai đoạn 1	1	1	10 ± 0,1	21 ± 1
	2	2	20 ± 0,1	21 ± 1
	3	3	10 ± 0,1	27 ± 1
	4	4	20 ± 0,1	27 ± 1
	5	5	15 ± 0,1	24 ± 1
	6	5	15 ± 0,1	24 ± 1
	7	5	15 ± 0,1	24 ± 1
Giai đoạn 2	1	1	10 ± 0,1	21 ± 1
	2	2	10 ± 0,1	24 ± 1
	3	3	10 ± 0,1	27 ± 1
	4	4	15 ± 0,1	21 ± 1
	5	5	15 ± 0,1	24 ± 1

Giai đoạn	Đơn vị thí nghiệm	Nghiệm thức	Mật độ (kg/500 L)	Nhiệt độ (°C)
	6	5	15 ± 0,1	24 ± 1
	7	5	15 ± 0,1	24 ± 1
	8	6	15 ± 0,1	27 ± 1
	9	7	20 ± 0,1	21 ± 1
	10	8	20 ± 0,1	24 ± 1
	11	9	20 ± 0,1	27 ± 1

Hệ thống làm lạnh nước biển và máy lọc tách đạm Skimmer được vận hành liên tục trong quá trình thí nghiệm. Chế độ cho ăn đồng nhất cho tất cả nghiệm thức với các loại thức ăn gồm tôm thẻ tươi và cá tươi. Tần suất cho ăn từ 1 lần/ngày vào buổi sáng (7 giờ), khẩu phần ăn 3 - 5% khối lượng thân, thức ăn thừa được xi - phông và kiểm tra khối lượng.

Các yếu tố môi trường gồm: pH, DO, NH_3/NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, COD được kiểm tra với tần suất 1 lần/ngày và được kiểm soát dưới ngưỡng chịu đựng cho phép của mực, gồm: Độ mặn 28 - 35‰; pH 7,8 - 8,2; DO 6 - 8 ppm; NH_3 < 0,1 mg/L, N-NO_3^- < 20,0 mg/L và N-NO_2^- < 0,1 mg/L [6]. Khi các yếu tố môi trường đạt tới giới hạn cho phép, tiến hành thay nước từ 10 - 20% lượng nước trong bể, sự chênh lệch nhiệt độ giữa nước cấp vào và nước trong bể không quá 1°C và độ mặn không quá 2‰.

2.5. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Mực được ghi nhận số lượng và khối lượng đầu vào khi bắt đầu thí nghiệm và sau khi thí nghiệm kết thúc. Các cá thể mực chết trong quá trình lưu giữ cũng được ghi nhận khối lượng. Mực được cân bằng cân điện tử. Một số công thức tính được sử dụng như:

- Tỷ lệ sống của mực trong quá trình lưu giữ được tính bằng công thức:

$$\text{Tỷ lệ sống (\%)} = \frac{SL_2}{SL_1} \times 100$$

Trong đó: SL_1 là số lượng mực ban đầu (cá thể); SL_2 là số lượng mực còn lại khi kết thúc thí nghiệm (cá thể).

- Phương trình hồi quy tổng quát theo mô hình đáp ứng bề mặt có dạng [13]:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ii} X_i^{\,2} + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

Trong đó: Y là giá trị lý thuyết theo mô hình (tỷ lệ sống của mực); β_0 là hằng số hoặc hệ số chặn; β_i và β_{ii} lần lượt là là hệ số của phương trình bậc tuyến tính và bậc hai của biến X_i, β_{ij} là các hệ số trong các biến tương tác; ε là sai số.

Dữ liệu được lưu trữ và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 365. Phân tích thống kê mô tả, bao gồm tỷ lệ phần trăm, trung bình và độ lệch chuẩn, được sử dụng để so sánh tỷ lệ sống của mực giữa các nghiệm thức. Phần mềm R (phiên bản 4.4.2) được dùng để phân tích số liệu, trong đó gói "rsm" hỗ trợ thiết kế thí nghiệm và áp dụng phương pháp đáp ứng bề mặt nhằm xác định mật độ và ngưỡng nhiệt độ tối ưu cho quá trình lưu giữ mực sống [15].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tỷ lệ sống của mực thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm lưu giữ sống mực nang cho thấy, tỷ lệ sống của mực nang giảm khi mật độ và nhiệt độ tăng. Ở quy mô thí điểm, nghiệm thức (NT) 1 có tỷ lệ sống cao nhất đạt 100% với mật độ và nhiệt độ thấp nhất (10 kg/500 L và 21°C). Tỷ lệ sống giảm dần ở NT3, NT5, NT2 lần lượt là 92,9%, 89,2% và 81,5%. NT4 có tỷ lệ sống thấp nhất đạt 72,4%, với mật độ và nhiệt độ lưu giữ cao nhất (20 kg/500 L và 27°C). Tương tự, ở quy mô thực nghiệm tỷ lệ sống cao nhất (đạt 100%) ở NT1 (10 kg/500 L và 21°C) và NT2 (10 kg/500 L và 24°C)

với điều kiện nhiệt độ và mật độ thấp nhất, trong khi đó ở điều kiện nhiệt độ và mật độ cao hơn ở NT6 (15 kg/500 L và 27°C), NT9 (20 kg/500 L và 27°C) tỷ lệ sống đạt được thấp nhất, lần lượt là 71,4% và 78,6% (Bảng 3).

Bảng 3. Tỷ lệ sống của mực nang thí nghiệm

Giai đoạn	Nghiệm thức	Điều kiện thí nghiệm		Khối lượng trung bình (kg/con)*	Tỷ lệ sống (%)
		Mật độ (kg/500 L)	Nhiệt độ (°C)		
Thí điểm	1	10 ± 0,1	21 ± 1	0,69 ± 0,09	100
	2	20 ± 0,1	21 ± 1	0,74 ± 0,10	81,5
	3	10 ± 0,1	27 ± 1	0,72 ± 0,09	92,9
	4	20 ± 0,1	27 ± 1	0,70 ± 0,08	72,4
	5	15 ± 0,1	24 ± 1	0,70 ± 0,10	89,2
Thực nghiệm	1	10 ± 0,1	21±1	0,73±0,09	100,0
	2	10 ± 0,1	24±1	0,68 ± 0,10	100,0
	3	10 ± 0,1	27 ± 1	0,74 ± 0,12	92,9
	4	15 ± 0,1	21 ± 1	0,74 ± 0,11	85,0
	5	15 ± 0,1	24 ± 1	0,72 ± 0,10	81,0
	6	15 ± 0,1	27 ± 1	0,72 ± 0,09	71,4
	7	20 ± 0,1	21 ± 1	0,72 ± 0,08	85,7
	8	20 ± 0,1	24 ± 1	0,72 ± 0,08	82,1
	9	20 ± 0,1	27 ± 1	0,72 ± 0,10	78,6

*Ghi chú: *Khối lượng trung bình khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các NT (turkey; p >0,05).*

Kết quả ở cả 2 quy mô thí nghiệm cho thấy, mật độ cao làm giảm tỉ lệ sống của mực nang ngay cả trong điều kiện nhiệt độ thuận lợi. Ở quy mô thí điểm, khi nhiệt độ được giữ ổn định ở 21 ± 1°C, việc tăng mật độ từ 10 ± 0,1 kg/500 L (NT1) lên 20 ± 0,1 kg/500 L (NT2) đã làm tỷ lệ sống giảm mạnh từ 100% xuống 81,5%. Ở quy mô thực nghiệm, xu hướng này lặp lại: Các NT có mật độ trung bình và

cao (15 - 20 kg/500 L) đều ghi nhận tỷ lệ sống thấp hơn đáng kể so với mật độ thấp, ngay cả khi nhiệt độ ở mức thấp (21 - 24°C).

Nhiệt độ cũng cho thấy tác động bất lợi đối với tỷ lệ sống, tuy nhiên mức ảnh hưởng thấp hơn so với mật độ. Khi mật độ được giữ cố định ở mức thấp (10 ± 0,1 kg/500 L), việc tăng nhiệt độ từ 21 ± 1°C (NT1) lên 27 ± 1°C (NT3) ở quy mô thí điểm làm tỷ lệ sống giảm từ 100% xuống 92,9%. Tương tự, ở quy mô thực nghiệm, NT3 (10 kg/500 L; 27°C) vẫn đạt tỷ lệ sống tương đối cao (92,9%), cao hơn đáng kể so với các NT có cùng nhiệt độ nhưng mật độ cao hơn (15 - 20 kg/500 L).

Khi cả mật độ và nhiệt độ đều ở mức cao, tác động bất lợi đối với tỷ lệ sống trở nên rõ rệt nhất. Ở quy mô thí điểm, NT4 (20 ± 0,1 kg/500 L; 27 ± 1°C) ghi nhận tỷ lệ sống thấp nhất chỉ đạt 72,4%. Ở quy mô thực nghiệm, NT6 (15 kg/500 L; 27°C) và NT9 (20 kg/500 L; 27°C) đạt tỷ lệ sống lần lượt là 71,4% và 78,6%. Như vậy, sự tác động đồng thời của 2 yếu tố bất lợi (mật độ và nhiệt độ tăng cao) làm tăng nhanh tác động tiêu cực lên mực nang, tỷ lệ sống giảm mạnh hơn so với chỉ gia tăng một yếu tố đơn lẻ (mật độ hoặc nhiệt độ).

Các nghiên cứu trước đây cho thấy, diện tích đáy bể rộng, mật độ thấp có thể thúc đẩy sự tăng trưởng và tỷ lệ sống của mực nang cao hơn [6]. Ở loài mực nang (*S. pharaonis*) khi nuôi ở mật độ cao gây ra cạnh tranh về thức ăn, làm giảm hiệu quả tiêu thụ thức ăn dẫn đến sinh trưởng chậm so với nuôi ở mật độ thấp [10]. Mực nang là loài biến nhiệt, nên sự thay đổi nhiệt độ lưu giữ ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng thích nghi và tốc độ trao đổi chất, từ đó tác động đến tỷ lệ sống [6]. Đối với mực nang (*S. officinalis*) mức độ tiêu thụ oxy tăng lên khi nhiệt độ tăng, với mỗi 10°C tăng tương ứng với mức tăng khoảng 2,0 - 2,3 lần [16]. Đối với mực nang vân hổ (*S. pharaonis*), ở nhiệt độ 25 - 28°C có tuổi thọ trung bình là 271 ngày, trong khi đó ở 21°C là 374 ngày [17]. Điều này cho thấy, lưu giữ mực nang sống ở mật độ cao có thể làm giảm tỷ lệ sống. Tuy nhiên, nếu duy trì nhiệt độ nước thấp hơn so với môi trường tự nhiên, tốc độ trao đổi chất sẽ giảm, giúp hạn chế tác động tiêu cực của mật độ cao, từ đó tăng khả năng lưu trữ với mật độ lớn hơn và duy trì tỷ lệ sống cao trong suốt quá trình bảo quản.

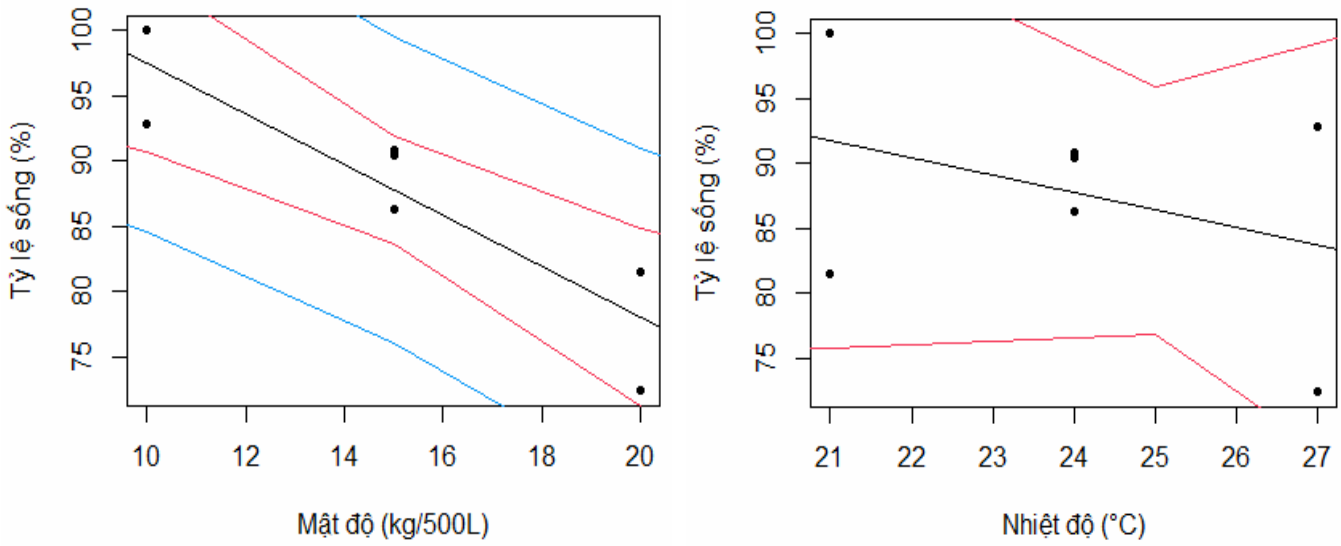
3.2. Kiểm định sự phù hợp của mô hình

Phân tích mô hình tương quan cho thấy, yếu tố mật độ và nhiệt độ lưu giữ có sự tương quan khá chặt chẽ với tỷ lệ sống của mực nang với hệ số R^2 = 0,9473. Điều này đồng nghĩa với việc mô hình giải thích được khoảng 94,73% biến động của tỷ lệ sống thông qua 2 biến độc lập là mật độ và nhiệt độ. Giá trị p (p-value) là 0,002776 cho thấy, mô hình tổng thể có ý nghĩa thống kê cao (Bảng 4 và hình 2).

Bảng 4. Kết quả phân tích sự tương quan giữa các yếu tố quy mô thí điểm

Thông số	Hệ số ước lượng	Giá trị t	Pr (> |t|)	
Hệ số chặn	149,42840	14,0039	0,0001508	***
X_1- Mật độ	-1,94809	-7,8298	0,0014366	**
X_2- Nhiệt độ	-1,35088	-3,2577	0,0311491	*
R^2	0,9473			
R^2 hiệu chỉnh	0,921			
Giá trị p	0,002776			

*Ghi chú: Mức ý nghĩa: "***" 0,001; "**" 0,01; "*" 0,05; "." 0,1; "ns": Không ý nghĩa.*



Hình 2. Đồ thị tương quan giữa giữa các yếu tố quy mô thí điểm

Kết quả phân tích đáp ứng bề mặt (RSM) sử dụng mô hình bậc nhất (First Order – FO) cho thấy, 2 yếu tố mật độ và nhiệt độ đều có ảnh hưởng đáng kể đến tỷ lệ sống của mực nang. Giá trị Pr(> F) = 0,002776 < 0,05 chứng tỏ mô hình FO có ý nghĩa thống kê cao, tức là mối quan hệ tuyến tính giữa hai biến độc lập (mật độ, nhiệt độ) và biến phụ thuộc (tỷ lệ sống) là đáng kể (Bảng 5).

Bảng 5. Kết quả phân tích ANOVA quy mô thí điểm

Thông số	Bậc tự do (Df)	Tổng bình phương sai số (Sum Sq)	Trung bình bình phương sai số (Mean Sq)	Giá trị F	Pr (>F)	
FO (X_1-Mật độ, X_2-Nhiệt độ)	2	445,20	222,601	35,9590	0,002776	**
Residuals (phần dư)	4	24,76	6,190			
Lack of fit (kiểm định sự không phù hợp)	2	12,17	6,087	0,9672	0,508335	ns
Pure error (lỗi ngẫu nhiên)	2	12,59	6,294			

*Ghi chú: Mức ý nghĩa: '**' 0,01; 'ns' Không ý nghĩa.*

Kiểm định sự không phù hợp (Lack of fit) không có ý nghĩa thống kê (Pr (> F) = 0,508335 > 0,05), nghĩa là không có bằng chứng thống kê về sự sai lệch đáng kể giữa mô hình dự đoán và dữ liệu thực tế. Mô hình phù hợp với dữ liệu thí nghiệm và không bỏ sót các xu hướng quan trọng. Điều này chứng tỏ mô hình phù hợp để sử dụng ước lượng mật độ và nhiệt độ tối ưu trong quá trình lưu giữ sống mực nang.

3.3. Tối ưu hóa nhiệt độ và mật độ lưu giữ sống mực

Việc tối ưu hóa quy trình lưu giữ sống mực nang thông qua việc tối ưu mật độ và nhiệt độ lưu giữ mực, dưới điều kiện các yếu tố khác không

thay đổi (thức ăn, chế độ chăm sóc, môi trường nơi lưu giữ), dữ liệu được phân tích dựa trên kết quả thực hiện của 2 giai đoạn (quy mô thí điểm và thực nghiệm). Kết quả phân tích tương quan cho thấy, mô hình hồi quy giữa mật độ - nhiệt độ và tỷ lệ sống có ý nghĩa thống kê với giá trị p = 0,000456 < 0,05 và hệ số tương quan tương đối cao (R^2 = 0,901; R^2 hiệu chỉnh = 0,835), cho kết quả biến thiên tỷ lệ sống từ 83,5 - 90,1% - chứng tỏ mô hình phù hợp. Phương trình tương quan giữa mật độ - nhiệt độ với tỷ lệ sống của mực nang có dạng như sau: $Y = -152,666133 - 9,978722X_1 + 28,872534X_2 - 0,016040X_1X_2 + 0,288529X_1^2 - 0,627101 X_2^2$. Trong đó: Y là tỷ lệ sống của mực nang, X_1 là mật độ và X_2 là nhiệt độ lưu giữ (Bảng 6 và hình 3).

Bảng 6. Kết quả phân tích tương quan giữa mật độ, nhiệt độ với tỷ lệ sống mực nang

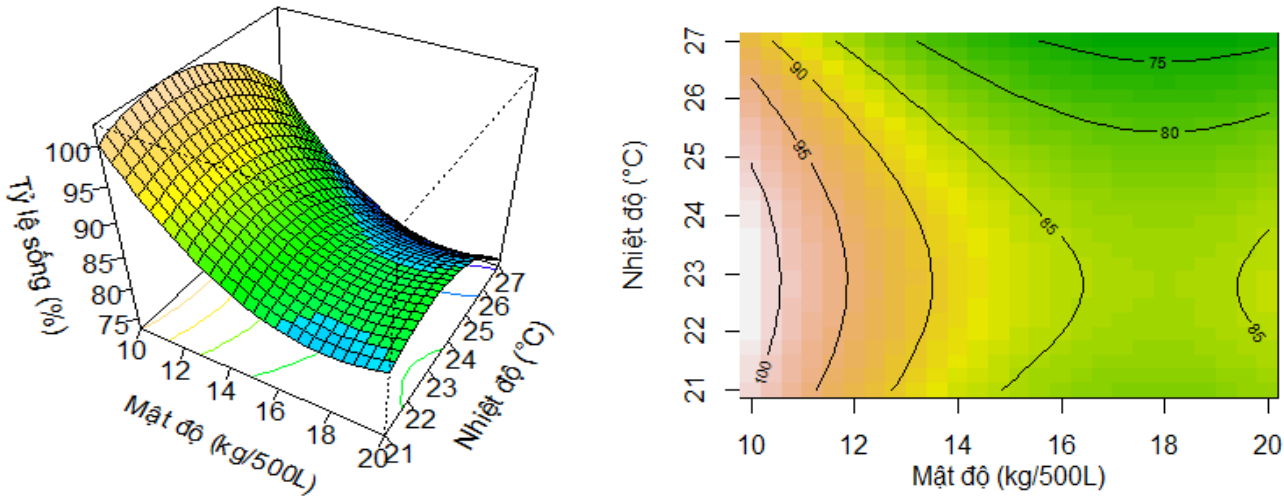
Thông số	Hệ số ước lượng	Giá trị t	Pr (>|t|)	
Hệ số chặn	-152,666133	-1,1469	0,281014	ns
X_1- Mật độ	-9,978722	-3,0073	0,014779	*
X_2- Nhiệt độ	28,872534	2,5033	0,033680	*
X_1X_2	-0,016040	-0,1853	0,857072	ns
X_1^2	0,288529	3,3587	0,008407	**
X_2^2	-0,627101	-2,6280	0,027450	*
R^2	0,901			
R^2 hiệu chỉnh	0,835			
Giá trị p	0,000456			

*Ghi chú: Mức ý nghĩa "**" 0,01; "*" 0,05; "." 0,1; "ns": Không ý nghĩa.*

Kết quả phân tích hồi quy cho thấy, mật độ lưu giữ (X_1) có tác động tiêu cực rõ rệt đến tỷ lệ sống của mực nang, với hệ số ước lượng -9,978722 và giá trị p = 0,014779 (< 0,05). Điều này có nghĩa là khi mật độ tăng thêm 1 kg/500 L, tỷ lệ sống trung bình giảm gần 10%. Bên cạnh đó, thành phần bậc hai của mật độ (X_1^2) có hệ số dương 0,288529 và p = 0,008407 (< 0,01) cho thấy, mối quan hệ không hoàn toàn tuyến tính và tồn tại một mức mật độ tối ưu trong phạm vi khảo sát. Thực tế, ở mật độ thấp (10 ± 0,1 kg/500 L), tỷ lệ sống đạt mức cao nhất (100%), trong khi ở mật độ cao nhất (20 ± 0,1 kg/500 L), tỷ lệ sống chỉ còn 81,5% ngay cả khi nhiệt độ ở mức tối ưu.

Nhiệt độ lưu giữ (X_2) thể hiện tác động hai chiều đến tỷ lệ sống. Hệ số tuyến tính của nhiệt độ là 28,872534 với p = 0,033680 (< 0,05) cho thấy, trong phạm vi nhiệt độ thấp, việc tăng nhiệt độ giúp cải thiện tỷ lệ sống. Tuy nhiên, thành phần bậc hai (X_2^2) có hệ số âm -0,627101 với p = 0,027450 (< 0,05), chứng tỏ khi nhiệt độ vượt quá ngưỡng tối ưu, tỷ lệ sống giảm rõ rệt. Thực tế ở

quy mô thực nghiệm, khi lưu giữ mực nang ở mật độ 10 ± 0,1 kg/500 L, tăng nhiệt độ từ 21 ± 1°C lên 27 ± 1°C làm tỷ lệ sống giảm từ 100% xuống 92,9%. Kết quả này phản ánh mối quan hệ dạng parabol giữa nhiệt độ và tỷ lệ sống, với một điểm cực đại nhiệt độ tối ưu nằm trong khoảng 22 - 24°C.



Hình 3. Đồ thị tương quan giữa mật độ - nhiệt độ với tỷ lệ sống của mực nang

Sự tác động kết hợp giữa mật độ và nhiệt độ thông qua việc phân tích thành phần tương tác (X_1X_2), hệ số ước lượng -0,016040 với p = 0,857072 (> 0,05), tác động tương tác giữa mật độ và nhiệt độ không có ý nghĩa thống kê. Điều này hàm ý rằng, ảnh hưởng của mật độ và nhiệt độ đến tỷ lệ sống chủ yếu mang tính độc lập; nghĩa là sự thay đổi của một yếu tố không làm thay đổi đáng kể tác động của yếu tố còn lại. Kết quả 2 đợt thí nghiệm ở mật độ cao (20 ± 0,1 kg/500 L), tỷ lệ sống luôn thấp hơn 82% dù nhiệt độ ở mức thấp (21 ± 1°C) hay cao (27 ± 1°C). Ngược lại, ở mật độ thấp (10 ± 0,1 kg/500 L), ngay cả khi nhiệt độ cao (27 ± 1°C), tỷ lệ sống vẫn duy trì ở mức 92,9%, cao hơn rõ rệt so với tất cả các nghiệm thức có mật độ trên 15 ± 0,1 kg/500 L.

Kết quả phân tích đáp ứng bề mặt (RSM) bằng mô hình bậc hai (SO - Second Order) cho thấy, mật độ và nhiệt độ lưu giữ ảnh hưởng đáng kể đến tỷ lệ sống của mực nang ở mức ý nghĩa rất cao (Pr(>F) = 6,20 x 10^{-5} < 0,001). Điều này đồng nghĩa với việc cả 2 yếu tố này đóng vai trò quyết định trong việc duy trì tỷ lệ sống khi lưu giữ sống mực. Thành phần bậc hai của mô hình (PQ - Pure Quadratic) cũng có ảnh hưởng đáng kể với Pr(>F) = 0,01883 (< 0,05) cho thấy mối quan hệ giữa các biến độc lập và tỷ lệ sống mang tính phi tuyến có thể tồn tại một giá trị tối ưu. Kết quả phân tích được thể hiện ở bảng 7 và hình 4.

Bảng 7. Phân tích ANOVA ảnh hưởng mật độ và nhiệt độ lên tỷ lệ sống của mực nang

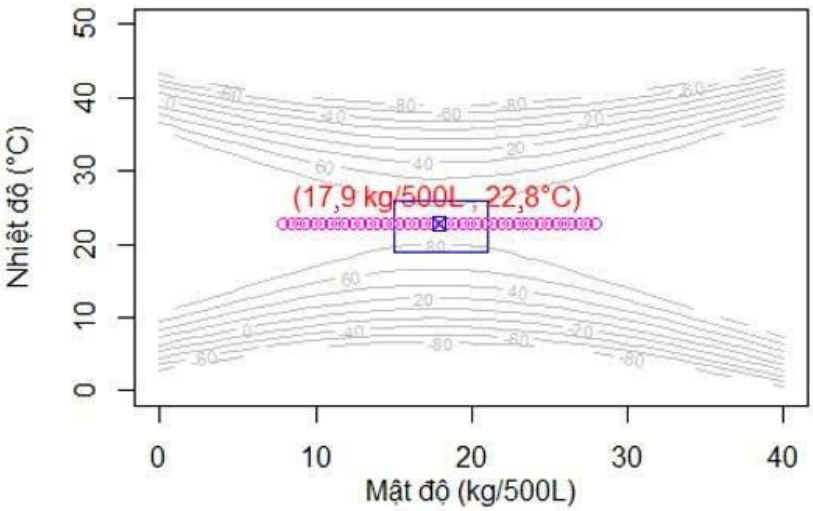
Thông số	Bậc tự do (Df)	Tổng bình phương sai số (Sum Sq)	Trung bình bình phương sai số (Mean Sq)	Giá trị F	Pr (>F)	
SO (X_1- Mật độ, X_2- Nhiệt độ)	2	923,35	461,67	34,2434	6,20e-05	***
TWI (X_1- Mật độ, X_2- Nhiệt độ)	1	0,46	0,46	0,0344	0,85707	ns
PQ (X_1- Mật độ, X_2- Nhiệt độ)	2	171,99	86	6,3785	0,01883	*

Residuals (phần dư)	9	121,34	13,48			
Lack of fit (kiểm định sự không phù hợp)	3	29,59	9,86	0,6449	0,61395	ns
Pure error (lỗi ngẫu nhiên)	6	91,75	15,29			

*Ghi chú: Mức ý nghĩa: "***" 0,001; "**" 0,01; "*" 0,05; "." 0,1; "ns": Không ý nghĩa*

Kiểm định sự phù hợp của mô hình thông qua phân tích Lack of Fit cho kết quả Pr(>F) = 0,61395 (> 0,05), chứng tỏ mô hình không có dấu hiệu sai lệch so với dữ liệu thực nghiệm. Điều này có nghĩa là mô hình bậc hai được xây dựng mô tả tốt mối quan hệ giữa mật độ, nhiệt độ và tỷ lệ sống, đồng thời có thể sử dụng để dự đoán chính xác trong phạm vi khảo sát.

Phân tích tối ưu hóa trên mô hình cho thấy, giá trị nhiệt độ và mật độ tối ưu trong quy trình lưu giữ mực nang lần lượt là 17,9 kg/500 L và 22,8°C (Hình 4). Ở điều kiện này tỷ lệ sống của mực nang lưu trữ đạt > 85% (Hình 3). Đây là mức giúp duy trì sự cân bằng hợp lý giữa tỷ lệ sống cao, khối lượng mực có thể lưu giữ và hiệu quả vận hành quy trình. Việc lựa chọn giá trị này không nhằm đạt tỷ lệ sống cao nhất tuyệt đối, mà để đạt hiệu quả tổng thể: Tận dụng tốt sức chứa bể, giảm chi phí vận hành (nước, năng lượng làm mát) và vẫn duy trì tỷ lệ sống cao, ổn định.



Hình 4. Đồ thị phân tích giá trị tối ưu lưu giữ sống mực nang

4. KẾT LUẬN

Cả 2 yếu tố mật độ và nhiệt độ đều tác động mạnh đến tỷ lệ sống của mực nang trong quá trình lưu giữ, trong đó mật độ ảnh hưởng lớn hơn. Việc duy trì nhiệt độ nước thấp hơn so với môi trường tự nhiên giúp giảm tốc độ trao đổi chất, hạn chế tác động bất lợi của mật độ cao, qua đó cho phép lưu giữ ở mật độ lớn hơn mà vẫn duy trì tỷ lệ sống cao trong suốt quá trình bảo quản.

Kết quả nghiên cứu xác định rằng, mật độ 17,9 kg/500 L kết hợp với nhiệt độ 22,8°C là điều kiện tối ưu để duy trì tỷ lệ sống của mực nang (*Sepia* spp.) thương phẩm trên 85% trong suốt thời gian lưu giữ. Đây là cơ sở khoa học quan trọng cho việc xây dựng quy trình công nghệ lưu giữ sống mực nang, có thể áp dụng trong thực tiễn sản xuất và kinh doanh mực sống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Clarke MR. (1996). The role of cephalopods in the world's oceans: An introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1343): 979 - 983, https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0088.

2. Hunsicker ME, Essington TE, Watson R, Sumaila UR. (2010). The contribution of cephalopods to global marine fisheries: can we have our squid and eat them too?. *Fish and Fisheries*, 11(4): 421 - 438, https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00369.x.

3. Bùi Đình Chung (1994). Thành phần loài mực ống (Loliginidae) và mực nang (Sepiidae) ở vùng biển Việt Nam. Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia, Chương trình KT-03: 50.

4. Viện Nghiên cứu Hải sản (2018). *Báo cáo kết quả điều tra nguồn lợi hải sản biển Việt Nam, giai đoạn 2011 – 2015*.

5. Hoàng Văn Tính (2017). Nghiên cứu thử nghiệm ngư cụ khai thác mực bằng câu vàng (Bến Tre). Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Khoa học Công nghệ Khai thác, Trường Đại học Nha Trang.

6. Vidal EAG, Villanueva R, Andrade JP, *et al.* (2014). Cephalopod culture: current status of main biological models and research priorities. *Advances in Marine Biology*, 67: 1 - 98. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800287-2.00001-9.

7. Forsythe JW, Walsh LS, Turk PE, Lee PG. (2001). Impact of temperature on juvenile growth and age at first egg-laying of the Pacific reef squid Sepioteuthis lessoniana reared in captivity. *Marine Biology,* 138(1): 103 - 112, https://doi.org/10.1007/s002270000450.

8. Forsythe J, Lee P, Walsh L, Clark T. (2002). The effects of crowding on growth of the European cuttlefish *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758 reared at two temperatures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 269(2): 173 - 185. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022098102000060, truy cập 10/10/2024.

9. Domingues PM, Sykes A, Andrade JP. (2002). The effects of temperature in the life cycle of two consecutive generations of the cuttlefish *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758), cultured in the Algarve (South Portugal). *Aquaculture International*, 10(3): 207 - 220, https://doi.org/10.1023/A:1022148802078.

10. Barord GJ, Keister KN, Lee PG. (2010). Determining the effects of stocking density and temperature on growth and food consumption in the pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1890. *Aquaculture International,* 18(3): 271 - 283, https://doi.org/10.1007/s10499-009-9242-x.

11. Box GEP, Wilson KB. (1951). On the experimental attainment of optimum conditions. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B: Statistical Methodology,*13(1): 1 - 38, https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1951.tb00067.x.

12. Box GEP, Wilson KB (1951). On the experimental attainment of optimum conditions. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B: Statistical Methodology,* 13(1): 1 - 38, https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1951.tb00067.x.

13. De Oliveira LG, de Paiva AP, Balestrassi PP, Ferreira JR, da Costa SC, da Silva Campos PH. (2019). Response surface methodology for advanced manufacturing technology optimization: Theoretical fundamentals, practical guidelines, survey literature review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 104(5): 1785 - 1837.

14. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 38:2011/BTNMT vầ Chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh.

15. Lenth R V. (2009). Response-surface methods in R, using rsm. *Journal of Statistical Software,* 32(7). https://doi.org/10.18637/jss.v032.i07.

16. Grigoriou P, Richardson C A. (2009). Effect of body mass, temperature and food deprivation on oxygen consumption rate of common cuttlefish *Sepia officinalis. Marine Biology,* 156(12): 2473 – 2481, https://doi.org/10.1007/s00227-009-1272-4.

17. Minton J W, Walsh L S, Lee P G, Forsythe J W. (2001). First multi-generation culture of the tropical cuttlefish *Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1831. *Aquaculture International*, 9(5): 379 - 392, https://doi.org/10.1023/A:1020535609516.

OPTIMIZATION OF STOCKING DENSITY AND HOLDING TEMPERATURE FOR LIVE STORAGE OF COMMERCIAL CUTTLEFISH (*Sepia* spp.) USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY

Pham Van Long[1], Nguyen Phuoc Trieu[1], Vo Thi Thanh Van[1]

[1]*South Research Sub - Institute for Marine Fisheries, Research Institute for Marine Fisheries*

Abstract

The study aimed to determine the optimal stocking density and holding temperature for live storage of commercial cuttlefish (*Sepia* spp.), thereby enhancing preservation efficiency and economic value. The experiment was conducted in two stages (pilot and practical scale) with stocking densities of 10, 15, 20 kg/500 L and temperatures of 21, 24, 27°C. Response Surface Methodology (RSM) was applied to analyze the effects and identify optimal values. Results showed that both density and temperature significantly affected survival rates ($p < 0.05$), with density having a stronger influence. The highest survival rate (100%) was achieved at 10 kg/500 L and 21 or 24°C, while high density and high temperature (20 kg/500 L; 27°C) together reduced survival to 71.4 - 78.6%. The second-order regression model identified optimal density and temperature at 17.9 kg/500 L and 22.8°C, respectively, which maintained survival rates above 85% during storage. These results provide the basis for developing a live storage technology process for cuttlefish, applicable in practical production at facilities engaged in the trade and consumption of live cuttlefish.

Keywords: *Cuttlefish, live storage, stocking density, temperature, response surface methodology.*

Ngày nhận bài: 5/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 28/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 12/9/2025

Ngày duyệt đăng: 16/9/2025

NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG NHIỄM KÝ SINH TRÙNG Ở MỘT SỐ LOÀI CÁ BIỂN TỈNH NGHỆ AN

Trương Thị Thành Vinh[1,*], Nguyễn Mạnh Hùng[2], Đặng Thị Lụa[3]

[1]*Viện Nông nghiệp và Tài nguyên, Trường Đại học Vinh*

[2]*Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

[3]*Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I*

[*]*Email: thanhvinhtruong@gmail.com*

TÓM TẮT

Tổng số 447 mẫu cá biển thuộc 45 loài, 24 họ và 7 bộ được thu thập tại vùng biển tỉnh Nghệ An để tiến hành mổ khám, xét nghiệm tìm ký sinh trùng. Trong đó, bộ cá Vược (Perciformes) đa dạng nhất, với 34 loài thuộc 18 họ. Tiếp theo là bộ cá Đối (Mugiliformes) với 5 loài thuộc 1 họ; bộ cá Trích (Clupeiformes) với 2 loài thuộc 1 họ, các bộ còn lại chỉ ghi nhận 1 loài. Kết quả khảo sát cho thấy, có 37 loài cá (82,22%) nhiễm ít nhất một loài ký sinh trùng. Có 325 mẫu cá (72,71%) nhiễm từ 1 - 4 nhóm ký sinh trùng. Trong đó, sán lá đơn chủ (Monogenea) và sán lá song chủ (Trematoda) là phổ biến nhất, với tỉ lệ nhiễm lần lượt là 30,43% và 20,81%. Các nhóm khác gồm: Giáp xác ký sinh (Crustacea), giun tròn (Nematoda) và giun đầu gai (Acanthocephala) có tỷ lệ nhiễm tương ứng là 13,42%, 6,94% và 1,12%. Cường độ nhiễm trung bình là 7,58 ký sinh trùng/cá nhiễm. Trong đó, nhóm sán lá đơn chủ có cường độ nhiễm cao nhất (8,82 sán/cá), tiếp đến là giun tròn (8,65 giun/cá), sán lá song chủ (7,98 sán/cá), giáp xác (4,03 cá thể/cá) và thấp nhất là giun đầu gai (2,40 giun/cá).

Từ khóa: *Giun đầu gai, giun tròn, giáp xác, sán lá đơn chủ, sán lá song chủ.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ký sinh trùng (KST) ở cá biển là đối tượng nghiên cứu quan trọng do sự đa dạng và chuyên hóa cao của chúng trong mối quan hệ sinh thái đặc thù giữa vật chủ và vật ký sinh. Các loài KST này không chỉ gây thiệt hại lớn trong nghề cá, đặc biệt là nuôi trồng thủy sản, mà còn là yếu tố nguy cơ đối với sức khỏe cộng đồng khi con người tiêu thụ những sản phẩm mang mầm bệnh KST cảm nhiễm [1]. Ngoài ra, KST ở cá biển cũng có thể được sử dụng như chỉ thị sinh học để theo dõi biến đổi khí hậu và đánh giá sức khỏe môi trường [1]. Vì vậy, các nghiên cứu về nhóm sinh vật này hiện đang rất được quan tâm.

Nhiều nghiên cứu về khu hệ KST ở cá biển đã được thực hiện tại các vùng biển trên thế giới. Kết quả nghiên cứu của Klimpel và cs (2009) [2] ghi nhận trung bình 1,5 loài KST đa bào trên mỗi loài cá ở vùng biển sâu Thái Bình Dương; Palm và Bray (2014) [3] báo cáo trung bình 2,2 loài KST trên mỗi loài cá tại vùng biển Hawaii. Theo Lim (1998) [4], khu hệ KST ở khu vực biển Đông rất phong phú, riêng nhóm sán lá đơn chủ (Monogenea) ước tính đạt 3 loài trên mỗi vật chủ cá.

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về KST ở cá biển được khởi đầu từ những năm 1950 thông qua sự hợp tác giữa các nhà khoa học Việt Nam và Liên Xô [5]. Những nghiên cứu này đã phát hiện và mô tả nhiều giống và loài mới cho khoa học, với hơn 30 công trình được công bố của Nguyen và cs (2020) [6]. Nghiên cứu của Arthur và Bui (2006) [7] đã công bố danh mục 453 loài KST trên khu hệ cá Việt Nam, bao gồm các nhóm giun sán, chân khớp và trùng bào tử sợi. Gần đây, kết quả nghiên cứu của Nguyen và cs (2021) [8] ghi nhận được 268 loài giun sán trên 213 loài cá nước ngọt và nước mặn. Riêng trong môi trường biển, kết quả nghiên cứu của Truong và cs (2022) [9] ghi nhận 498 loài KST trên 225 loài cá. Mới đây nhất, Hoang và cs (2024) [10] đã nghiên cứu khu hệ KST tại

khu vực đảo Cát Bà, kết quả cho thấy, 85% các loài cá được kiểm tra đã bị nhiễm 162 loài KST. Tuy nhiên, số lượng loài KST được ghi nhận vẫn còn ít so với ước tính, đặc biệt là tại khu vực ven biển miền Trung [8, 9].

Nghệ An là một tỉnh ven biển thuộc vùng Bắc Trung bộ, có 82 km bờ biển, 6 cửa sông và nhiều vùng rừng ngập mặn, với 137 loài cá đặc trưng cho khu hệ cá vịnh Bắc bộ [11]. Trong những năm gần đây, hạ tầng nuôi trồng thủy sản tại tỉnh Nghệ An không ngừng được đầu tư, phát triển, góp phần đưa tỉnh trở thành trung tâm giống thủy sản mặn, lợ của khu vực Bắc Trung bộ và các tỉnh phía Bắc [12]. Tuy nhiên, cho đến nay vẫn chưa có công trình nào điều tra đầy đủ về khu hệ KST trên cá biển tại địa đây. Vì vậy, việc nghiên cứu hiện trạng nhiễm KST trên cá biển ở vùng biển Nghệ An là hết sức cấp thiết. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp dữ liệu về tỷ lệ nhiễm và cường độ nhiễm theo loài, họ, bộ cá, làm cơ sở khoa học cho công tác quản lý và phòng trị bệnh trong nuôi trồng thủy sản biển ở Việt Nam nói chung và vùng biển tỉnh Nghệ An nói riêng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu và định loại mẫu cá

Các mẫu cá được thu thập tại các cảng cá thuộc huyện Diễn Châu (nay là xã Diễn Châu), thị xã Hoàng Mai (nay là phường Quỳnh Mai) và thị xã Cửa Lò (nay là phường Cửa Lò), trong giai đoạn 2019 - 2025. Cá được mua tươi sống hoặc bảo quản trong đá lạnh và vận chuyển ngay về phòng thí nghiệm. Mỗi cá thể được định loại đến loài dựa theo các tài liệu phân loại của Allen (2009) [13], Nguyễn Khắc Hường (2001) [14], Nguyễn Nhật Thi (1991) [15] và cơ sở dữ liệu FishBase (https://www.fishbase.se/).

2.2. Thu và bảo quản mẫu ký sinh trùng

Cá được mổ khám và thu KST theo phương pháp của Buchmann (2007) [16]. Bề mặt cơ thể (da, vây, vảy, khoang miệng) được kiểm tra trực tiếp để phát hiện KST. Các cơ quan nội tạng như: Mang, dạ dày, ruột, gan, cơ được tách rời và quan sát dưới kính lúp soi nổi Olympus SZ61 (độ phóng đại từ 6,7 – 45 lần). Đối với nhóm trùng bào tử sợi, dịch mật và cơ cá được kiểm tra dưới kính hiển vi quang học Olympus CH40 (độ phóng đại từ 40 - 1.000 lần). Khi phát hiện KST, từng nhóm sẽ được xử lý theo phương pháp phù hợp: Giun đầu gai được để chết tự nhiên rồi bảo quản trong ethanol 70%; các nhóm khác được cố định bằng formol 4% nóng trước khi bảo quản trong ethanol 70% để phục vụ nghiên cứu hình thái. Mẫu phục vụ nghiên cứu sinh học phân tử được bảo quản trong ethanol 95%. Tất cả mẫu vật được lưu trữ tại Phòng KST học, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

2.3. Phân tích số liệu

Số liệu về tỷ lệ nhiễm và cường độ nhiễm theo từng loài vật chủ được nhập và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel (version 2010). Hàm hồi quy logistic được sử dụng để so sánh sự khác biệt (nếu có) về tình trạng nhiễm KST theo các biến số: Loài, họ, bộ cá và các đợt thu mẫu. Giá trị $P < 0,05$ được xem là có ý nghĩa thống kê.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đa dạng vật chủ cá và tình hình cá biển nhiễm KST tại tỉnh Nghệ An

Kết quả xét nghiệm được tổng hợp ở bảng 1. Tổng cộng 447 mẫu cá biển thuộc 45 loài, 24 họ và 7 bộ đã được mổ khám. Theo Trần Anh Dũng và cs (2020) [11], vùng ven biển tỉnh Nghệ An hiện ghi nhận 137 loài cá . Như vậy, nghiên cứu này đã phân tích 45 loài, chiếm 32,8% tổng số loài, cao hơn tỷ lệ khảo sát tại quần đảo Cát Bà năm 2024 (22,16%) [10], tại vịnh Bắc bộ (13,1%) và trên toàn Việt Nam (12%) [9]. Ngoài ra, có 13 loài trùng với nghiên cứu tại quần đảo Cát Bà, 3 loài trùng với khảo sát toàn diện trên cá biển tại Việt Nam. Nghiên cứu này góp phần bổ sung dữ liệu đa dạng thành phần loài KST ở cá biển tại tỉnh Nghệ An nói riêng và khu vực biển miền Trung nói chung.

Trong các mẫu cá khảo sát, bộ cá Vược (Perciformes) có số loài đa dạng nhất (34 loài thuộc 18 họ), tiếp theo là bộ cá đối (Mugiliformes) với 5 loài thuộc 1 họ và bộ cá Trích (Clupeiformes) với 2 loài thuộc 1 họ. Các bộ khác (Anguilliformes, Scorpaeniformes, Aulopiformes, Beloniformes) chỉ ghi nhận 1 loài. Trong số này, họ cá Khế (Carangidae) đa dạng nhất với 10 loài, tiếp đến là họ cá Đối (Mugilidae,

5 loài) và họ cá Đù (Sciaenidae, 4 loài). Các họ khác có từ 1 - 2 loài. Thành phần loài phù hợp với đặc điểm khu hệ cá ven biển miền Trung, nơi bộ cá Vược (Perciformes) chiếm ưu thế [11].

Số lượng mẫu giữa các loài cá không đồng đều, dao động từ 1 - 24 cá thể. Một số loài chỉ được gặp một lần trong quá trình thu mẫu, ví dụ cá Đối anh (*Osteomugil engeli*), cá Giác mút Marlin (*Remora osteochir*), cá Phèn dải vàng (*Parupeneus chrysopleuron*), cá Vạng mỡ (*Lactarius lactarius*), cá Đù nanh (*Nibea albiflora*). Hai loài có số lượng mẫu lớn nhất là cá Đối đầu nhọn (*Osteomugil cunnesius*, 24 cá thể) và cá Mòi ba chấm (*Clupanodon thrissa*, 23 cá thể).

Có 325 mẫu cá (chiếm 72,71% tổng số mẫu xét nghiệm) thuộc 37 loài cá (82,22%) nhiễm KST. Tám loài không nhiễm KST gồm: Cá Giác mút Marlin (*Remora osteochir*), cá Dóc (*Alepes djedaba*), cá Chim trắng vây vàng (*Trachinotus blochii*), cá Phèn dải vàng (*Parupeneus chrysopleuron*), cá Vạng mỡ (*Lactarius lactarius*), cá Đù nanh (*Nibea albiflora*), cá Mú sáu sọc (*Epinephelus sexfasciatus*), cá Song gió (*Epinephelus awoara*). Hai loài nhiễm đa dạng nhất là cá Ong căng (*Terapon jarbua*) và cá Nâu (*Scatophagus argus*), mỗi loài mang 4 nhóm KST. Nhiều loài khác nhiễm 1 - 3 nhóm KST. Sự khác biệt này có thể liên quan đến đặc điểm sinh thái của vật chủ như nguồn thức ăn, môi trường sống và mức độ mẫn cảm [1].

Một số loài có cường độ nhiễm đặc biệt cao, ví dụ cá Hồng chấm đen (*Lutjanus russellii*, 36 sán/cá), cá Nạng bạc (*Otolithes ruber*, 25 sán/cá), cá Đối cồi (*Crenimugil seheli*, 18 sán/cá) nhiễm sán lá đơn chủ; cá Tráo vây lưng đen nhiễm sán lá song chủ (33,2 sán/cá); cá Lượng (*Nemipterus isacanthus*) nhiễm giun tròn (13,83 giun/cá); cá đầu vuông (*Branchiostegus japonicus*) nhiễm giun đầu gai (40 giun/cá). Trong số loài khảo sát, 9 loài có giá trị kinh tế tại tỉnh Nghệ An, gồm: Cá Ong căng cát (*Terapon jarbua*), cá Mòi 3 chấm (*Clupanodon thrissa*), cá Nhệch (*Muraenesox cinereus*), cá Hường (*Lutjanus russellii*), cá Sòng (*Megalaspis cordyla*), cá Mối dài (*Saurida elongata*), cá Bạc má (*Rastrelliger brachysoma*), cá Hồng chấm đen (*Lutjanus russellii*), cá Chai (*Platycephalus indicus*). Một loài có ý nghĩa bảo tồn, cá Mòi cờ hoa (*Clupanodon thrissa*), nằm trong danh mục Sách Đỏ Việt Nam ở mức nguy cấp (EN) [17]. Đáng chú ý, phần lớn các loài này có tỷ lệ nhiễm cao: Cá Bạc má (*Rastrelliger brachysoma*, 85%), cá Dưa (*Muraenesox cinereus*, 66.7%), cá Hồng chấm đen (*Lutjanus russellii*, 50%), cá Ong căng cát (*Terapon jarbua*, 47.62%), cá Mòi cờ hoa (*Clupanodon thrissa*, 43.48%), cá Mối dài (*Saurida elongate*, 40%)… Những kết quả này có ý nghĩa quan trọng, vừa cung cấp cơ sở dữ liệu về KST, vừa làm nền tảng cho công tác phòng trị khi các loài này được đưa vào nuôi trong tương lai.

3.2. Đa dạng KST ký sinh trên cá biển tại tỉnh Nghệ An

KST thu thập được từ cá biển ở tỉnh Nghệ An gồm 5 nhóm: Sán lá đơn chủ (Monogenea), sán lá song chủ (Trematoda), giun tròn (Nematoda), giun đầu gai (Acanthocephala) và giáp xác (Crustacea). Số lượng này thấp hơn so với kết quả nghiên cứu tại quần đảo Cát Bà (8 nhóm) [10], vịnh Bắc bộ (8 nhóm) và Việt Nam (9 nhóm) [9]. Bốn nhóm không ghi nhận được gồm: Sán dây (Cestoda), giun đốt (Hirudinea), trùng bào tử sợi (Myxozoa) và trùng lông (Ciliophora). Đây đều là những nhóm có tỷ lệ nhiễm rất thấp: Sán dây 3,4%, giun đốt 0,4%, trùng bào tử sợi và trùng lông đều 1,6% [9]. Theo Truong và cs (2022) [9], sán dây ít gặp do thiếu vật chủ chính, vùng nước nông hoặc đơn giản là vì thiếu sự quan tâm nghiên cứu. Giun đốt chủ yếu sống ở nước ngọt nên ít gặp ở biển [18]. Nghiên cứu của Palm và Bray (2014) [3] cũng quan sát thấy tỷ lệ nhiễm thấp ở Hawaii – vùng biển có điều kiện tương đồng với Việt Nam. Trùng bào tử sợi tuy có tỷ lệ nhiễm thấp nhưng theo Mackenzie và Kalavati (2014) [19] lại là nhóm phổ biến ở cá biển. Do đó, cần mổ khám thêm với số lượng mẫu lớn và kỹ thuật chuyên sâu, bởi việc phát hiện chúng đòi hỏi kỹ thuật viên giàu kinh nghiệm. Thiếu dữ liệu nhiều khả năng xuất phát từ phương pháp lấy mẫu còn thô sơ và nhân lực còn hạn chế [9]. Riêng trùng long, dù được ghi nhận tại Việt Nam nhưng tỷ lệ rất thấp; tại vịnh Bắc bộ chưa có báo cáo nào [9]. Những lý do trên có thể giải thích nguyên nhân bốn nhóm này vắng mặt trong nghiên cứu tại vùng biển tỉnh Nghệ An.

Trong các nhóm KST được phát hiện, sán lá đơn chủ có tỷ lệ nhiễm cao nhất (30,43%), tiếp theo là sán lá song chủ (20,81%). Điều này khác với kết quả khảo sát ở vịnh Bắc bộ và Việt Nam, nơi sán lá song chủ chiếm ưu thế (51% và 43%), sau đó mới đến sán lá đơn chủ (27%; 23,5%) [9]. Sự khác biệt này có thể liên quan đến đặc điểm môi trường. Sán lá song chủ thường phổ biến ở vùng nước nông, nền đáy đá hoặc đá vôi, nơi có nhiều loài động vật thân mềm đóng vai trò là vật chủ trung gian sinh sống [20, 21]. Trong khi đó, vùng biển tỉnh Nghệ An với cấu trúc nền đáy chủ yếu là cát, bùn cát, bùn và bùn sét, vùng biển hẹp, sâu, độ mặn cao [11], những yếu tố này không thuận lợi cho sự phát triển của nhóm sán lá song chủ.

Giáp xác ký sinh là nhóm đa dạng tiếp theo với tỷ lệ nhiễm 13,42%. Con số này tương đương với dữ liệu của Việt Nam (11,6%), nhưng cao hơn nhiều so với vịnh Bắc bộ (2,4%). Đây là nhóm KST động vật chân khớp phổ biến nhất ở cá biển [22] và là tác nhân gây bệnh quan trọng cho cá nuôi ở khu vực châu Á - Thái Bình Dương [23]. Vì vậy, nghiên cứu sâu hơn về nhóm này rất cần thiết để phục vụ công tác phòng bệnh trong nuôi trồng thủy sản [9].

Giun tròn và giun đầu gai lần lượt có tỷ lệ nhiễm 6,94% và 1,12%, thấp hơn mức trung bình của Việt Nam (7,4% cho cả 2 nhóm) [9]. Giun đầu gai đặc biệt hiếm gặp, có thể do thiếu vật chủ trung gian là động vật phù du. Thực tế, thành phần loài động vật phù du tại vùng biển tỉnh Nghệ An được đánh giá là kém đa dạng so với nhiều khu vực khác do điều kiện khí hậu khắc nghiệt, không thuận lợi cho sự phát triển của đối tượng này [11].

Cường độ nhiễm KST trung bình ở cá biển thu tại tỉnh Nghệ An là 7,58 mẫu/cá nhiễm. Trong đó, cao nhất là nhóm sán lá đơn chủ (8,82), tiếp đến là giun tròn (8,65), sán lá song chủ (7,98), giáp xác (4,03) và thấp nhất là giun đầu gai (2,40). Cường độ nhiễm này thấp hơn nhiều so với kết quả nghiên cứu tại quần đảo Cát Bà (sán lá đơn chủ 11,4 sán/cá; sán lá song chủ 10,37 và giun đầu gai 10,21) [10]. Tuy vậy, một số loài vẫn có mức độ nhiễm rất cao như cá Hồng chấm đen (*Lutjanus russellii*, 36 sán/cá), cá Nạng bạc (*Otolithes ruber*, 25), cá Đối cồi (*Crenimugil seheli*, 18) và cá Nhồng vằn (*Sphyraena jello*, 15) đối với sán lá đơn chủ; cá Tráo vây lưng đen với 33,2 sán lá song chủ/cá; cá Lượng (13,83 giun tròn /cá) và cá Đầu vuông (40 giun đầu gai/cá).

Tóm lại, kết quả này đã cung cấp cơ sở dữ liệu ban đầu quan trọng về các nhóm KST trên cá biển tại tỉnh Nghệ An. Tuy nhiên, cần tiếp tục khảo sát với phạm vi rộng hơn, đặc biệt ở các nhóm có khả năng gây hại cho động vật thủy sản và ảnh hưởng đến sức khỏe con người, nhằm hỗ trợ cho định hướng phát triển nuôi biển trong tương lai.

Bảng 1. Tỷ lệ nhiễm, cường độ nhiễm ký sinh trùng ở một số loài cá biển tỉnh Nghệ An

STT	Loài cá	Số cá mổ	Sán lá đơn chủ (Monogenea)			Sán lá song chủ (Trematoda)			Giun tròn (Nematoda)			Giun đầu gai (Acanthocephala)			Giáp xác (Crustacea)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
I	**BỘ CÁ ĐỐI MUGILIFORMES**																
1	**Họ cá đối Mugilidae**																
1	Cá đối vảy thưa *Paramugil parmatus*	13	11	83	7,5 (1 - 25)							4	11	2,8 (1 - 8)	2	3	1,5 (1 - 2)
2	Cá đối đất *Planiliza subviridis*	2	1	4	4												
3	Cá đối anh *Osteomugil engeli*	1													1	2	2
4	Cá đối đầu nhọn *Osteomugil cunnesius*	24	6	11	1,8 (1 - 4)										2	4	2
5	Cá đốm xanh	5	4	71	17,8	1	2	2,0									

STT	Loài cá	Số cá mổ	Sán lá đơn chủ (Monogenea)			Sán lá song chủ (Trematoda)			Giun tròn (Nematoda)			Giun đầu gai (Acanthocephala)			Giáp xác (Crustacea)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Crenimugil seheli				(5 - 32)												
II	BỘ CÁ TRÍCH CLUPEIFORMES																
2	Họ cá trích Clupeidae																
6	Cá mòi cờ hoa *Clupanodon thrissa*	23	6	21	3,5 (1 - 7)	10	109	10,9 (2 - 31)							5	8	1,6 (1 - 2)
7	Cá mòi mõm tròn *Nematalosa nasus*	14	9	34	3,8 (1 - 16)	3	19	6,3 (5 - 9)							5	27	5,4 (1 - 18)
III	BỘ CÁ CHÌNH ANGUILLIFORMES																
3	Họ cá dưa Muraenesocidae																
8	Cá dưa *Muraenesox cinereus*	9				3	9	3,0 (1 - 5)	4	23	5,8 (1 - 11)				6	17	2,8 (1 - 6)
IV	BỘ CÁ VƯỢC PERCIFORMES																
4	Họ cá ép Echeneidae																
9	Cá giác mút Marlin *Remora osteochir*	1															
5	Họ cá khế Carangidae																
10	Cá tráo vây lưng đen *Alepes melanoptera*	22				5	166	33,2 (1 - 120)									
11	Cá nục thu *Decapterus macarellus*	10	3	6	2,0 (1 - 4)	8	31	3,9 (1 - 5)									
12	Cá ngân *Atule mate*	11	2	3	1,5 (1 - 2)	4	12	3,0 (2 - 5)									
13	Cá bao áo *Atropus atropus*	18				2	4	2,0									
14	Cá tráo *Alepes kleinii*	10	1	1	1	6	12	2,0 (1 - 5)									
15	Cá sòng *Megalaspis cordyla*	10	3	5	1,7 (1 - 3)												
16	Cá dóc *Alepes djedaba*	18															
17	Cá bè cam *Scomberoides lysan*	10	1	3	3												
18	Cá chim trắng vây	5															

STT	Loài cá	Số cá mổ	Sán lá đơn chủ (Monogenea)			Sán lá song chủ (Trematoda)			Giun tròn (Nematoda)			Giun đầu gai (Acanthocephala)			Giáp xác (Crustacea)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	vàng *Trachinotus blochii*																
6	**Họ cá bạc má Scombridae**																
19	Cá bạc má *Rastrelliger brachysoma*	20	3	3	1	17	274	16,1 (1 - 30)									
20	Cá thu ngàng *Acanthocybium solandi*	10	5	9	1,8 (1 - 3)	5	43	8,6 (1 - 16)									
7	**Họ cá tráp Sparidae**																
21	Cá bánh đường *Evynnis cardinalis*	10	2	3	1,5 (1 - 2)	4	11	2,8 (1 - 4)									
8	**Họ cá phèn Mullidae**																
22	Cá phèn dải vàng *Parupeneus chrysopleuron*	1															
9	**Họ cá lượng Nemipteridae**																
23	Cá lượng giọt nước *Nemipterus isacanthus*	13	5	30	6 (1 - 18)	3	7	2,3 (1 - 4)	12	166	13,8 (2 - 24)						
24	Cá lượng vây đuôi dài *Nemipterus virgatus*	3	3	27	9,0 (1 - 11)				1	3	3,0				1	2	2,0
10	**Họ Lactariidae**																
25	Cá vạng mỡ *Lactarius lactarius*	1															
11	**Họ cá chim khoang Monodactylidae**																
26	Cá chim khoang *Monodactylus argenteus*	10	1	30	30	1	1	1,0									
12	**Họ cá Căng Terapontidae**																
27	Cá ong căng *Terapon jarbua*	21	10	79	7,9 (1 - 19)	1	1	1,0	1	1	1,0				3	5	1,7 (1 - 3)
13	**Họ cá móm Gereidae**																

STT	Loài cá	Số cá mổ	Sán lá đơn chủ (Monogenea)			Sán lá song chủ (Trematoda)			Giun tròn (Nematoda)			Giun đầu gai (Acanthocephala)			Giáp xác (Crustacea)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
28	Cá móm xiên *Gerres limbatus*	5				1	1	1,0									
29	Cá móm gai dài *Gerres filamentosus*	7	1	11	11,0	1	2	2,0									
14	**Họ cá hồng Lutjanidae**																
30	Cá hồng chấm đen *Lutjanus russellii*	8	4	142	35,5 (4 - 58)										3	10	3,3 (1 - 7)
31	Cá hồng chấm *Lutjanus johnii*	15	3	10	3,3 (2 - 4)	1	1	1,0							1	4	4,0
15	**Họ cá đù Sciaenidae**																
32	Cá đù nanh *Nibea albiflora*	1															
33	Cá mú bạc *Otolithes ruber*	11	9	226	25,1 (8 - 50)										10	35	3,5 (1 - 7)
34	Cá sửu *Boesemania microlepis*	17	12	128	10,7 (1 - 30)										1	5	5,0
35	Cá đù vàng *Johnius carouna*	10	4	5	1,3 (1 - 2)	6	6	1,0							3	4	1,3 (1 - 2)
16	**Họ cá liệt Leiognathidae**																
36	Cá ngựa gai dài *Nuchequla gerreoides*	10	8	99	12,4 (1 - 50)										4	6	1,5 (1 - 2)
17	**Họ cá dìa Siganidae**																
37	Cá dìa trơn *Siganus fuscescens*	11	7	33	4,7 (1 - 11)	11	61	5,6 (1 - 22)									
18	**Họ cá nâu Scatophagidae**																
38	Cá nâu *Scatophagus argus*	10	1	6	6	3	15	5 (1 - 12)				1	1	1	1	20	20
19	**Họ cá nhồng Sphyraenidae**																
39	Cá nhồng vằn *Sphyraena jello*	10	7	108	15,4 (5 - 18)	3	10	3,3 (1 - 7)									

STT	Loài cá	Số cá mổ	Sán lá đơn chủ (Monogenea)			Sán lá song chủ (Trematoda)			Giun tròn (Nematoda)			Giun đầu gai (Acanthocephala)			Giáp xác (Crustacea)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
20	**Họ cá mú Serranidae**																
40	Cá mú sáu sọc *Epinephelus sexfasciatus*	4															
41	Cá song gió *Epinephelus awoara*	5															
21	**Họ cá nàng đào Malacanthidae**																
42	Cá đầu vuông *Branchiostegus japonicus*	3	1	1	1,0	1	1	1,0							1	40	40,0
V	**BỘ CÁ MÙ LÀN SCORPAENIFORMES**																
22	**Họ cá chai Platycephalidae**																
43	Cá chai *Platycephalus indicus*	3	1	2	2,0				1	12	12,0						
VI	**BỘ CÁ RĂNG KIẾM AULOPIFORMES**																
23	**Họ cá mối Synodontidae**																
44	Cá mối dài *Saurida elongata*	10	1	4	4,0	4	5	1,3 (1 - 2)	1	2	2,0						
VII	**BỘ CÁ KÌM BELONIFORMES**																
24	**Họ cá lìm kìm Hemiramphidae**																
45	Cá kìm môi dài *Rhynchorhamphus georgii*	12	1	1	1,0										10	49	4,9 (1 - 12)

Ghi chú: 1: Số cá nhiễm; 2: Số mẫu sán; 3: Cường độ nhiễm trung bình (thấp nhất – cao nhất).

4. KẾT LUẬN

Đã mổ khám 447 mẫu cá biển, thuộc 45 loài, 24 họ và 7 bộ tại tỉnh Nghệ An, phát hiện 37 loài cá (82,22%) nhiễm ít nhất một loài KST. Cường độ nhiễm trung bình là 7,58 KST/cá nhiễm.

Xác định được 5 nhóm KST, trong đó sán lá đơn chủ và sán lá song chủ là phổ biến nhất với tỷ lệ nhiễm lần lượt là 30,43% và 20,81%. Các nhóm tiếp theo gồm: Giáp xác ký sinh (13,42%), giun tròn (6,94%) và giun đầu gai (1,12%).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nachev, M. & Sures, B. (2016). Environmental parasitology: Parasites as accumulation bioindicators in the marine environment. *Journal of Sea Research*, 113, 45 - 50.

2. Klimpel, S., Busch, M. W., Kellermanns, E., Kleinertz, S. & Palm, H. W. (2009). Metazoan deep-sea fish parasites. Verlag Natur & Wissenschaft Solingen Berlin. *Folia Parasitologica*, 57(3), 383 pp.

3. Palm, H. W. & Bray, R. A. (2014). Marine fish parasitology in Hawaii. Westarp & Partner Digitaldruk, Hohenwarsleben, 12, 302 pp.

4. Lim, L. H. S. (1998). Diversity of monogeneans in Southeast Asia. *International Journal for Parasitology*, 28, 1495 - 1515.

5. Bychowsky, B. E. & Nagibina, L. F. (1959). On new representatives of monogenetic trematodes from the South China sea. *Acta Zoologica Sinica*, 11, 211 - 236.

6. Nguyen, H. M., Nguyen, H. V. & Ha, N. D. (2020). An updated list of monogenoidea from marine fshes of Vietnam. *Academia Journal of Biology*, 42(2), 1 - 27.

7. Arthur, J. R. & Bui, Q. T. (2006). *Checklist of the parasites of fishes of Viet Nam*. FAO Fisheries Technical, 369(2), 133pp.

8. Nguyen, H. T., Dorny, P., Nguyen, G. T. T. & Dermauw, V. (2021). Helminth infections in fish in Vietnam: A systematic review. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 14, 13 - 32.

9. Truong, T. V., Ngo, H. T. T., Bui, T. Q., Palm H. W. & Bray R. A. (2022). Marine fish parasites of Vietnam: A comprehensive review and updated list of species, hosts and zoogeographical distribution. *Parasite,* 29, 1 – 36.

10. Hoang, H. T. N., Nguyen, H. V., Hoang, H. V., Nguyen, C. N., Truong V. T. T., Kim, V. V., Truong, H. D., Pham, P. D., Greiman, S. E. & Nguyen, H. M. (2024). Marine fish parasites in the Cat Ba archipelago, Vietnam: The results of 2010 - 2023 field surveys. *Syst Parasitol*, 101, 1 - 29.

11. Trần Anh Dũng, Lê Minh Hải, Hoàng Xuân Trường, Hoàng Nghĩa Nhạc, Chu Chí Thiết, Nguyễn Xuân Khoa (2020). *Đa dạng sinh học đảo Mắt, đảo Ngư và vùng biển ven bờ tỉnh Nghệ An.* Nxb Nghệ An.

12. Chi cục Thuỷ sản tỉnh Nghệ An (2021). *Tình hình nuôi biển năm 2020 và 6 tháng đầu năm 2021 trên địa bàn tỉnh Nghệ An.* https://chicucthuysannghean.gov.vn/tin-chuyen-nganh/tinh-hinh-nuoi-bien-nam-2020-va-6-thang-dau-nam-2021-tren-dia-ban-tinh-nghe-an-320.html. Ngày truy cập 8/7/2025.

13. Allen, G. R. (2009). *Field guide to marine fshes of tropical Australia and South-East Asia.* Western Australian Museum, Perth, Australia.

14. Nguyễn Khắc Hường (2001). *Động vật chí Việt Nam - Tập 12.* Nxb Khoa học và Kỹ thuật.

15. Nguyễn Nhật Thi (1991). *Cá biển Việt Nam - Cá xương vịnh Bắc bộ.* Nxb Khoa học và Kỹ thuật.

16. Buchmann, K. (2007). *Introduction to fish parasitological methods - Classical and molecular techniques.* Biofolia, 130 pp.

17. Bộ Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2007). *Sách Đỏ Việt Nam. Phần I. Động vật.* Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

18. Verdonschot, P. F. M. (2015). *Introduction to Annelida and the class Polychaeta.* Thorp and Covich's freshwater inverte brates. *Elsevier*, 509 - 528.

19. Mackenzie, K. & Kalavati, C. (2014). Myxosporean parasites of marine fishes: Their distribution in the world's oceans. *Parasitology*, 141, 1709 - 1717.

20. Bray, R. A., Littlewood, D. T. J., Herniou, E. A., Williams, B. & Henderson, R. E. (1999). Digenean parasites of deepsea teleosts: A review and case studies of intrageneric phylogenies. *Parasitology*, 119, 125 - 144.

21. Pham, T., Nguyen, L. (1997). Overview of the coastal fisheries of Vietnam, in status and management of tropical coastal fisheries in Asia. *International Center for Living Aquatic Resources Management: Makati*, 96 - 106.

22. Rohde, K. (2005). *Marine parasitology*. Csiro Publishing.

23. Leong, T. S., Tan, Z. & Enright, W. J. (2006). Important parasitic diseases in cultured marine fish in the Asia Pacific region. *Aquaculture AsiaPacific Magazine*, 14 - 16.

RESEARCH ON THE CURRENT STATUS OF PARASITE INFECTION IN SOME MARINE FISH SPECIES IN NGHE AN PROVINCE

Truong Thi Thanh Vinh[1], Nguyen Manh Hung[2], Dang Thi Lua[3]

[1] *School of Agriculture and natural Resource, Vinh University*

[2] *Institute of Biology, Vietnam Academy of Science and Technology*

[3] *Research Institute for Aquaculture No.1*

Abstract

A total of 447 marine fish samples, belonging to 45 species, 24 families and 7 orders, were collected from several coastal areas of Nghe An province and dissected for parasitological examination. The order Perciformes showed the highest diversity, with 34 species from 18 families, followed by Mugiliformes with 5 species from 1 family and Clupeiformes with 2 species from 1 family. The remaining orders included Anguilliformes, Scorpaeniformes, Aulopiformes and Beloniformes each had only 1 species recorded. The number of species per family ranged from 1 to 9, the most abundant is the Carangidae family and the number of individuals per species ranged from 1 to 24, the most numerous is the *Osteomugil cunnesius*. The survey results indicated that 37 fish species (82.22%) were infected with at least one parasite taxon. In total 325 fish samples (72.71%) were infected with 1 to 4 parasite groups. Among them, monogenea and trematoda were the most common, with infection rates of 30.43% and 20.81%, respectively. Other parasite groups included Crustacea (13.42%), Nematoda (6.94%) and Acanthocephala (1.12%). The average infection intensity was 7.58 worms per infected fish. Of which, Trematoda had the highest infection intensity (8.82), followed by Nematoda (8.65), Monogenea (7.98), Crustacea (4.03) and Acanthocephala (2.40) which had the lowest.

Keywords: *Acanthocephala, Crustacean, Monogenea, Nematoda, Trematoda.*

Ngày nhận bài: 29/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 26/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 8/9/2025

Ngày duyệt đăng: 15/9/2025

ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI HỌC VÀ DI TRUYỀN PHÂN TỬ CỦA LOÀI TRÙNG BÀO TỬ SỢI *Myxobolus baskai* Molnár, Székely, Mohamed & Shaharom-Harrison, 2006 KÝ SINH TRONG MANG CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) GIAI ĐOẠN GIỐNG Ở THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Nguyễn Nhật Huỳnh[1], Võ Quang Vinh[1], Lê Thanh Ngân[1],
Nguyễn Ngọc Chỉnh[2], Nguyễn Thị Thu Hằng[1,*]
[1]*Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ*
[2] *Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*
[*]*Email: ntthang@ctu.edu.vn*

TÓM TẮT

Trong quá trình khảo sát sự hiện diện của trùng bào tử sợi (Myxozoa) ký sinh trên mang cá tra giống (*Pangasianodon hypophthalmus*) tại khu vực thành phố Cần Thơ, 100 mẫu cá được thu thập từ các ao nuôi thuộc phường Trung Nhứt và Trung tâm Dịch vụ Nông nghiệp xã Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ. Quan sát đặc điểm hình thái trên tiêu bản soi tươi, kết quả ghi nhận có 25/100 mẫu cá tra nhiễm bào tử của loài *Myxobolus baskai* ký sinh trong mang. Các bào nang có kích thước từ 0,3 - 0,9 mm bám trên các phiến mang của cá. Trong các bào nang có chứa rất nhiều bào tử. Bào tử trưởng thành có hình trứng khi quan sát từ phía trước bào tử. Cực dưới bào tử tròn và cực trên thon gọn và dày. Bào tử có chiều dài trung bình 14,5 (13,8 - 15,1) µm, rộng 11,1 (10,5 - 11,8) µm và dày 6,4 (6,2 - 6,9) µm. Bào tử chứa 2 nang cực có hình quả lê tương đối bằng nhau, có chiều dài là 6,4 (6,1 - 6,6) µm và chiều rộng là 3,2 (3,0 - 3,6) µm. Bên trong mỗi nang cực có sợi cực cuộn vào nhau thành 4 - 5 vòng. Trình tự đoạn gen SSU rDNA có kích thước 1.552 bp. Kết quả phân tích trình tự SSU rDNA cho thấy, loài *Myxobolus baskai* có mối quan hệ di truyền gần gũi với loài *M. eszterbaueri* ký sinh trên mang cá tra tại Thái Lan.

Từ khóa: *Myxobolus baskai, Myxozoa, Pangasianodon hypophthalmus, SSU rADN.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trùng bào tử sợi (Myxozoa) là nhóm ký sinh trùng đơn bào, có vòng đời phức tạp, ký sinh chủ yếu ở trên cá nước mặn, cá nước ngọt và cá nước lợ (vùng cửa sông). Ngoài ra, một số ít loài còn được ghi nhận ký sinh trên số loài bò sát, lưỡng cư, chim nước và thú nhỏ [1 - 4]. Đến nay, hơn 2.600 loài trùng bào tử sợi đã được biết đến trên thế giới và chúng được phân chia thành 2 bộ, 17 họ và 64 giống khác nhau [5, 6]. Phần lớn các loài trùng bào tử sợi không gây ảnh hưởng hoặc ít ảnh hưởng tới vật chủ cá. Tuy nhiên, một số loài được biết đến là tác nhân gây bệnh quan trọng trên cá, ảnh hưởng tiêu cực đến sức sinh trưởng và phát triển của cá, làm giảm giá trị kinh tế. Đáng lưu ý, một số loài được ghi nhận là nguyên nhân gây ngộ độc thực phẩm cho người sử dụng cá có nhiễm trùng bào tử sợi ở dạng sống hoặc chưa được nấu chín [7].

Giống *Myxobolus* Bütschli, 1882 là giống có số lượng loài thuộc lớp Myxosporea, với hơn 900 loài đã được ghi nhận trên thế giới [2, 8, 9]. Tuy nhiên, số lượng loài trùng bào tử sợi thuộc giống *Myxobolus* được biết đến khá hạn chế ở Việt Nam, với 27 loài được ghi nhận đến thời điểm hiện tại [10, 11]. Bào tử thuộc giống *Myxobolus* có hình

trứng hoặc hình tròn khi quan sát từ mặt trước và lồi 2 bên khi quan sát từ phía đường nối bào tử. Vỏ val bào tử nhẵn, có chứa 2 nang cực hình quả lê đối xứng bên trong [12].

Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) là loài cá da trơn thuộc họ Pangasiidae, có tốc độ tăng trưởng nhanh, thịt trắng, ít mùi, thơm ngon, giá trị dinh dưỡng và được ưa chuộng trong và ngoài nước. Đây là đối tượng được nuôi xuất khẩu chủ lực ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Tuy nhiên, trong quá trình nuôi cá, bệnh ký sinh trùng đặc biệt là bệnh do trùng bào tử sợi khá phổ biến và gây ảnh hưởng rất lớn đến sức khoẻ của cá từ đó làm giảm giá trị thương phẩm của cá. Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Thu Hằng và Đặng Thị Hoàng Oanh (2012) đã ghi nhận có sự xuất hiện của một số nhóm trùng bào tử sợi thuộc giống *Myxobolus*, *Henneguya* ký sinh tại các cơ quan như mang, màng treo ruột, thận và mật của cá tra [13]. Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa định loại đến mức loài của trùng bào tử sợi. Do vậy, trong nghiên cứu hiện tại, sử dụng phương pháp hình thái học kết hợp với di truyền phân tử, đã xác định và mô tả chi tiết đặc điểm hình thái và di truyền của loài *Myxobolus baskai* ký sinh trong mang của cá tra.

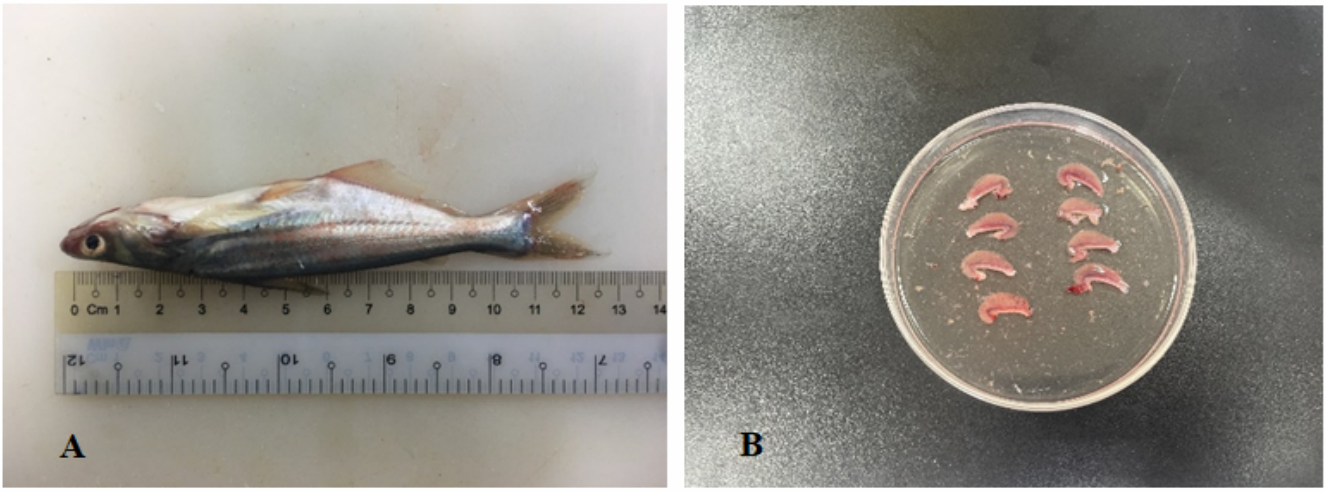
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 11/2024 đến tháng 8/2025 tại Khoa Bệnh học Thuỷ sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu mẫu cá và mẫu trùng bào tử sợi: Mẫu cá tra giống được thu ngẫu nhiên tại 5 ao nuôi ở phường Trung Nhứt và Trung Tâm Dịch vụ Nông nghiệp ở xã Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ (Hình 1A), mỗi ao thu 20 mẫu cá tra, tổng số thu được là 100 mẫu cá. Các mẫu cá có khối lượng trung bình từ 1,84 ± 0,31 - 30,78 ± 7,93 g và kích thước chiều dài tổng từ 5,5 ± 0,86 - 16,33 ± 1,6 cm (Bảng 1). Mẫu cá sống được bảo quản trong thùng xốp, có sục khí oxy và vận chuyển về phòng thí nghiệm của Khoa Bệnh học Thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ. Cá được mổ khám theo phương pháp của Nguyễn Thị Thu Hằng (2023) [14], các cung mang được tách rời (Hình 1B) và quan sát trên kính hiển vi soi nổi Olympus SZ51 (Olympus, Tokyo, Nhật Bản). Sau khi quan sát mẫu mang trên kính soi nổi, các mẫu nhiễm trùng bào tử sợi được tiếp tục phân tách lên lam kính để quan sát đặc điểm hình thái học của bào tử dưới kính hiển vi Olympus CH40 (Olympus, Tokyo, Nhật Bản). Phần còn lại của mẫu mang nhiễm bào tử (*Myxospores*) được cố định trong ethanol 96% và bảo quản ở nhiệt độ phòng để phân tích đặc điểm di truyền phân tử.



Hình 1. Mẫu cá tra giống và mẫu trùng bào tử sợi

A: Cá tra giai đoạn giống; B: Các cung mang được tách rời dùng để kiểm tra trùng bào tử sợi

Bảng 1. Khối lượng và kích thước mẫu cá tra thu ở thành phố Cần Thơ

Địa điểm thu	Ao	Khối lượng cá (g)	Chiều dài tổng (cm)
Xã Vĩnh Thạnh	01	30,78 ± 7,93 (20 - 50)	16,33 ± 1,6 (14 - 20)
	02	24,15 ± 8,6 (10 - 40)	12,56 ± 1,74 (10 - 16)
Phường Trung Nhứt	03	19,64 ± 4,98 (10 - 30)	13,32 ± 1,52 (10 - 16)
	04	1,84 ± 0,31 (1,2 - 2,2)	5,5 ± 0,86 (4,0 - 6,8)
	05	2,05 ± 0,39 (1,2 - 3)	5,9 ± 0,79 (4,2 - 7)

Phương pháp phân tích hình thái học: Các bào tử *Myxospores* tươi sau khi tách ra từ các cung mang được cố định tạm thời trên lam kính và quan sát dưới kính hiển vi quang học Olympus CH40 ở độ phóng đại 1.000x. Hình ảnh của bào tử *Myxospores* được ghi nhận bằng máy ảnh kỹ thuật số Canon EOS 85D (Canon, Tokyo, Nhật Bản) có kết nối với kính hiển vi. Dựa trên các hình ảnh chụp được, các bào tử được vẽ bằng phầm mềm Illustrator CS2 (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, Mỹ) và đo kích thước bào tử bằng phần mềm CorelDraw X6® (Corel Corp., Ottawa, Canada). Kích thước bào tử được xác định dựa trên số đo trung bình của 30 bào tử *Myxospores* trưởng thành khác nhau. Trùng bào tử sợi được định danh đến loài theo khóa phân loại của Lom và Dyková (1992), (2006) [3, 12] và Fiala và cs (2015) [5] .

Phương pháp phân tích di truyền phân tử: Tổng có 3 mẫu trùng bào tử sợi bảo quản trong ethanol 96% được sử dụng để tách chiết ADN tổng số bằng bộ kít tách chiết ADN Qiagen DNeasy Blood and Tissue Kit (Qiagen Inc., Hilden, Đức) theo quy trình hướng dẫn của nhà sản xuất. Khuếch đại trình tự vùng gen SSU rADN (Small subunit ribosomal DNA - 18S) của trùng bào tử sợi bằng kỹ thuật PCR, sử dụng cặp mồi MyxospecF (5' - TTCTGCCGTATCAACTWGTTG-3'[15] và 18R (5'-CTACGGAAACCTTGTTACG-3') [16]. Phản ứng được thực hiện trong ống PCR ở thể tích 25 µl có chứa 12,5 µl Master Mix Thermo Scientific Dream Taq Green (2X), 1 µl mỗi loại primer (10 pmol), 2 µl ADN tổng số và 8,5 µl nước cất. Chu trình nhiệt của phản ứng bao gồm: Giai đoạn biến tính 95°C trong 3 phút; tiếp theo là 35 chu kỳ nhiệt trong 95°C trong 30 giây, 48°C trong 40 giây, 72°C trong 45 giây; giai đoạn cuối kéo dài với 72°C trong 10 phút và giữ mẫu ở 4°C cho đến khi lấy mẫu ra khỏi máy gia nhiệt PCR. Sản phẩm PCR được kiểm tra bằng cách điện di trrên gel agarose 1%, sản phẩm của 3 mẫu kiểm tra đều rõ nết trên băng vạch và được gửi đi giải trình tự hai chiều tại Công ty Macrogen (Hàn Quốc). Trình tự ADN thu được được sử dụng để tìm kiếm các trình tự tương đồng trên ngân hàng Genbank bằng công cụ BLAST tại NCBI (National Center for Biotechnology Information) để phân tích mối quan hệ tiến hóa phân tử trình tự tương đồng với trình tự nghiên cứu trên Genbank được sử dụng và trình tự DQ377709 của loài *Myxidium cuneiforme* được chọn làm gốc cây phả hệ. Cây phát sinh chủng loài được xây dụng bằng phần mềm MEGA 11 theo phương pháp Neighbor Joining [17]. Dựa trên hệ số BIC (Bayesian Information Criterion) thấp nhất, mô hình GTR + G + I đã được lựa chọn để xây dựng cây phát sinh chủng loài với giá trị Bootstrap là 1.000.

Phương pháp xử lý số liệu: Tỷ lệ nhiễm, cường độ nhiễm, khối lượng cá, kích thước cá và bào tử được xử lý trên phần mềm Microsoft Excel 2013.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu

Trong số 100 mẫu cá tra *(P. hypophthalmus)* phân tích ký sinh trùng, có 25/100 mẫu cá bị nhiễm trùng bào tử sợi trong mang, chiếm 25%, bao gồm 3/60 mẫu tại phường Trung Nhứt và 22/40 mẫu tại xã Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ. Theo Nguyễn Thị Thu Hằng và Đặng Thị Hoàng Oanh (2012), cường độ nhiễm bào nang *Myxobolus* trên mang cá tra thịt là 45 bào nang/cung mang, cá tra giống cao nhất chỉ 3 bào nang/cung mang [13], thấp hơn rất nhiều so với đợt thu mẫu trong nghiên cứu này với cường độ nhiễm cao nhất là 57 bào nang/cung mang, thấp nhất là 1 bào nang/cung mang. Dựa trên các đặc

điểm hình thái, kích thước bào tử, vật chủ ký sinh và vị trí ký sinh trên vật chủ, trùng bào tử sợi phát hiện trong nghiên cứu này được xác định là loài *Myxobolus baskai* Molnár, Székely, Mohamed & Shaharom - Harrison, 2006 [18].

3.1.1. Tóm tắt phân loại của loài Myxobolus baskai Molnár, Székely, Mohamed & Shaharom - Harrison, 2006

Loài: *Myxobolus baskai* Molnár, Székely, Mohamed & Shaharom - Harrison, 2006.

Vật chủ: Cá tra *Pangasianodon hypophthalmus.*

Nơi phát hiện: Thành phố Cần Thơ.

Tỷ lệ nhiễm: 25/100 (25%).

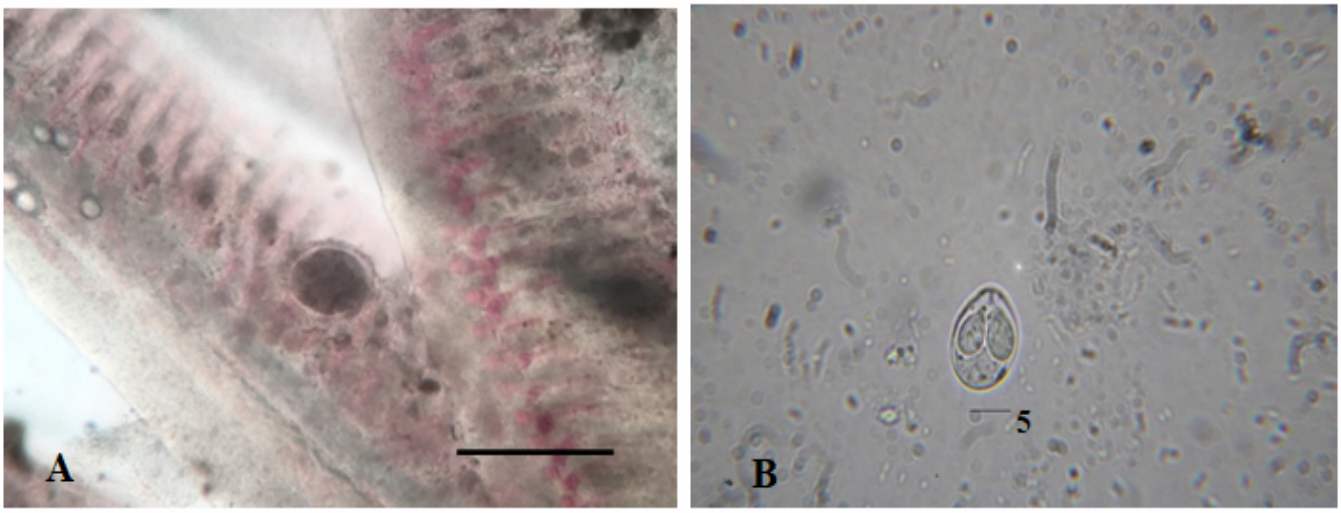
Mẫu vật: Các mẫu mang chứa bào nang của trùng bào tử sợi có ký hiệu CT202504 - CT202505, được cố định trong ethanol 100% và được bảo quản tại Phòng thí nghiệm của Khoa Bệnh học Thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, dùng để đối chiếu hình thái và phân tích di truyền cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.1.2. Đặc điểm hình thái, di truyền phân tử của loài Myxobolus baskai Molnár, Székely, Mohamed & Shaharom - Harrison, 2006

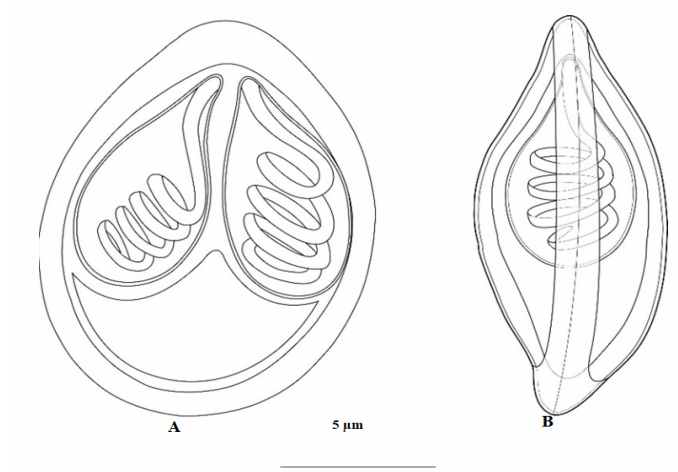
Giai đoạn hình thành bào nang (Plasmodia): Các bào nang dạng hình tròn, có kích thước dao động từ 0,3 - 0,9 mm, bám trên các phiến mang của cá, bên trong mỗi bào nang có chứa nhiều bào tử trưởng thành.

Giai đoạn bào tử trưởng thành: Bào tử dạng hình trứng khi quan sát từ phía trước bào tử, có 2 cực nang, cực dưới bào tử tròn, cực trên thon gọn và dày (Hình 2, 3). Bào tử lồi hai mặt khi quan sát từ phía đường nối bào tử. Bào tử có chiều dài trung bình 14,5 ± 0,6 (13,8 - 15,1) µm, rộng trung bình 11,1 ± 0,6 (10,5 - 11,8) µm và dày trung bình 6,4 ± 0,4 (6,2 - 6,9) µm. Hai nang cực tương đối bằng nhau, có hình quả lê, chiều dài trung bình 6,4 ± 0,3 (6,1 - 6,6) µm và chiều rộng trung bình 3,2 ± 0,2 (3,0 - 3,6) µm. Bên trong mỗi cực nang có sợi cực cuộn 4 - 5 vòng. Các cực nang này hội tụ về phía cực trên của bào tử.

Trình tự vùng gen SSU rDNA (Small Subunit ribosomal DNA) của loài *M. baskai* trong nghiên cứu này có độ dài là 1.552 bp. So sánh trình tự này trên ngân hàng gen (NCBI) bằng công cụ BLAST cho thấy, trình tự đoạn ADN của *Myxobolus baskai* thu được có mức độ tương đồng lớn nhất với trình tự FJ816269 của loài *M. eszterbaueri* ký sinh trên mang cá tra (*P. hypophthalmus*) tại Thái Lan. Kết quả trên cây phát sinh chủng loài cho thấy, trình tự loài *Myxobolus baskai* trong nghiên cứu này nằm trên cùng phân nhánh với trình tự (FJ816269) của loài *M. eszterbaueri.* Điều này chứng tỏ, hai loài này cùng ký sinh trên cá tra và có mối quan hệ di truyền gần gũi với nhau (Hình 4).



Hình 2. A: Vị trí của bào nang trên mang của vật chủ (thước đo 3 mm); B: Hình ảnh của bào tử *Myxobolus baskai* ở trạng thái tự do (thước đo 5 µm)

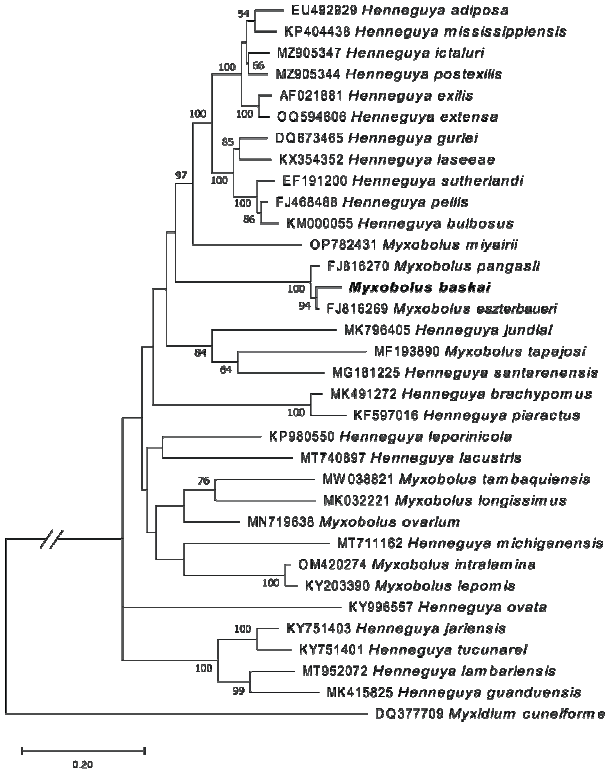


Hình 3. Ảnh vẽ bào tử loài *Myxobolus baskai* bằng phần mềm Illustrator CS2

A: Mặt trong; B: Mặt bên

Bảng 2. Bảng so sánh kích thước của loài *Myxobolus baskai* trong nghiên cứu này với loài *Myxobolus baskai* phát hiện ở Malaysia (Đơn vị: µm)

Chiều dài bào tử	Chiều rộng bào tử	Độ dày bào tử	Chiều dài nang cực	Chiều rộng nang cực	Vật chủ	Vị trí ký sinh	Nơi phát hiện	Tài liệu tham khảo
14,5 ± 0,6 (13,8 - 15,1)	11,1 ± 0,4 (10,5 - 11,8)	6,5 ± 0,4 (6,2 - 6,9)	6,4 ± 0,3 (6,1 - 6,6)	3,2 ± 0,2 (3,0 - 3,6)	Cá tra	Mang	Việt Nam	Nghiên cứu này
14,2 (13,5 - 15,0)	10,6 (10,5 - 11,0)	6,8 (6,5 - 7,2)	6,4 (5,5 - 7,0)	4,3 (3,5 - 5,0)	Cá tra	Mang	Malaysia	[18]



Hình 4. Cây phát sinh chủng loài dựa trên trình tự vùng gen SSU rDNA của một số loài có trình tự tương đồng với loài *Myxobolus baskai.* Giá trị Bootstrap ≤ 50 không được hiển thị

3.2. Thảo luận

Loài trùng bào tử sợi *Myxobolus baskai* được mô tả lần đầu tiên trên mang cá tra (*P. hypophthalmus*) tại Malaysia [18]. Bên cạnh đó, kết quả trong nghiên cứu này cũng cho thấy lần đầu tiên ghi nhận sự hiện diện của loài *Myxobolus baskai* tại Việt Nam, cũng trên đối tượng cá tra - một loài cá có giá trị kinh tế cao, đóng vai trò là loài nuôi chủ lực của ngành thủy sản nước ngọt tại đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam. Việc phát hiện này đã góp phần mở rộng việc phân bố của loài *Myxobolus baskai,* nâng tổng số loài thuộc giống *Myxobolus* tại Việt Nam lên 28 loài [10, 11].

Tuy giống *Myxobolus* đã được ghi nhận tương đối đa dạng tại Việt Nam, nhưng cho đến nay, hầu như chưa có nghiên cứu nào đánh giá cụ thể về ảnh hưởng của giống này đối với sức khỏe cá nuôi, đặc biệt là trong điều kiện nuôi công nghiệp mật độ cao. Cá tra giai đoạn giống có hệ thống miễn dịch chưa hoàn thiện nên sức đề kháng yếu, dễ bị tác động từ các tác nhân gây bệnh. Do vậy, loài *Myxobolus baskai* ký sinh trên mang có khả năng làm tổn thương cơ quan hô hấp, ảnh hưởng đến quá trình trao đổi khí, từ đó gây suy giảm sinh trưởng và tăng nguy cơ tử vong ở cá. Trong điều kiện nuôi thâm canh với mật độ cao, loài này có khả năng lan truyền nhanh chóng trên diện rộng nếu không được phát hiện sớm và phòng ngừa kịp thời.

Xét về khía cạnh phân loại học và tiến hóa, các loài thuộc giống *Myxobolus* và *Henneguya* có mối quan hệ gần gũi về mặt di truyền, thể hiện qua đặc điểm hình thái cũng như trình tự gen. Tuy nhiên, về khía cạnh hình thái học, hình thái của các loài thuộc hai giống này khá tương đồng nhau và được phân biệt bằng đặc điểm phần phụ kéo dài. Trên cây phát sinh chủng loài, các loài thuộc hai giống này thường không tách biệt rõ ràng, chúng đan xen nhau. Theo đó, kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Carriero và cs (2013), cho rằng trình tự vùng gen SSU rDNA không hỗ trợ phân tách phát sinh loài giữa các loài thuộc giống *Henneguya* và *Myxobolus* [19].

Tóm lại, việc phát hiện loài *Myxobolus baskai* ký sinh trên mang cá tra giống tại Việt Nam không chỉ mở rộng hiểu biết về phân bố địa lý của loài, mà còn cảnh báo nguy cơ trùng bào tử sợi ảnh hưởng nghiêm trọng đến việc sản xuất giống cá tra, một lĩnh vực đang đóng vai trò then chốt trong chuỗi giá trị sản xuất và xuất khẩu thủy sản Việt Nam. Kết quả nghiên cứu đưa ra yêu cầu cấp thiết về việc tăng cường các nghiên cứu đánh giá tác động bệnh lý, đồng thời xây dựng các biện pháp giám sát và phòng ngừa hiệu quả đối với nhóm ký sinh trùng này.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định và mô tả đặc điểm hình thái học cũng như đặc điểm di truyền phân tử của loài *Myxobolus baskai* ký sinh trên mang cá tra thu tại thành phố Cần Thơ. Kết quả cho thấy, đây là lần đầu tiên ghi nhận sự hiện diện của loài này tại Việt Nam với tỉ lệ nhiễm 25% và cường độ nhiễm thấp nhất là 1 bào nang/cung mang, cao nhất là 57 bào nang/cung mang. Nghiên cứu đã mở rộng sự phân bố của loài *Myxobolus baskai* và nâng tổng số các loài thuộc giống *Myxobolus* phát hiện ở Việt Nam lên 28 loài. Mặc dù nghiên cứu hiện tại chưa đánh giá được mức độ gây hại của *Myxobolus baskai* đối với sức khỏe của cá tra ở giai đoạn giống, nhưng kết quả bước đầu đã cung cấp thông tin cần thiết cho các nghiên cứu kế tiếp.

4.2. Đề xuất

Các nghiên cứu tiếp theo cần làm rõ ảnh hưởng của *Myxobolus baskai* đến sức khỏe cá, đồng thời đề xuất biện pháp phòng trừ hiệu quả, góp phần bảo vệ và phát triển bền vững ngành nuôi trồng thủy sản ở Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu chân thành cảm ơn Công ty Cổ phần UV đã tài trợ kinh phí thực hiện đề tài mã số: TSV2024 - UV - 02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bartholomew, J. L., Atkinson, S. D., Hallett, S. L., Lowenstine, L. J., Garner, M. M., Gardiner, C. H., Rideout, B. A., Keel, M. K., Brown, J. D.(2008). Myxozoan parasitism in waterfowl. *Int J Parasitol*, 38, 1199 - 1207.

2. Eiras, J. C. (2005). An overview on the myxosporean parasites in amphibians and reptiles. *Acta Parasitol,* 50, 267 - 275.

3. Lom, J., Dyková, I. (1992). Myxospridia (Phylum Myxozoa) protozoan parasites of fishes. *Developments in Aquaculture and Fisheries science,* 26, 159 - 235.

4. Prunescu, C. C., Prunescu, P., Pucek, Z., Lom, J. (2007). The first finding of myxosporean development from plasmodia to spores in terrestrial mammals: *Soricimyxum fegati* gen. et sp. n. (Myxozoa) from *Sorex araneus* (Soricomorpha). *Folia Parasitol (Praha)*, 54, 159 - 164.

5. Fiala, I., Bartošová-Sojková, P., Whipps, C. M. (2015). Classification and Phylogenetics of Myxozoa, In: Myxozoan evolution, ecology and development. Springer International Publishing, Cham, 85 - 110. DOI:10.1007/978-3-319-14753-6_5

6. Zatti, S. A., Naldoni, J., Silva, M. R., Maia, A. A., Adriano, E. A. (2015). Morphology, ultrastructure and phylogeny of *Myxobolus curimatae* n. sp. (Myxozoa: Myxosporea) a parasite of *Prochilodus costatus* (Teleostei: Prochilodontidae) from the São Francisco river, Brazil. *Parasitol Int,* 64, 362 - 368.

7. Bartholomew, J. L., Reno, P. W. (2002). The history and dissemination of whirling disease. *American Fisheries Society Symposium*, 26, 1 - 22.

8. Eiras, J. C. (2006). Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea: Ceratomyxidae). *Syst Parasitol*, 65, 49 - 71.

9. Eiras, J. C., Cruz, C., Saraiva, A. (2018). Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Cnidaria, Myxosporea, Ceratomyxidae) described between 2007 and 2017. *Syst Parasitol,* 95, 427 - 446.

10. Chinh, N. N., Ha, N. T. H., Doanh, P. N., Eiras, J. C., Whipps, C. M., Shirakashi, S. (2023). Synopsis of myxosporean species (Cnidaria: Myxozoa) parasitizing fishes from Vietnam. *Systematic Parasitology*, 100, 325 - 344. DOI:10.1007/978-3-319-14753-6_5

11. Hoai, T. D., Hoa, D. T., Nhinh, D. T., Giang, N. T. H., Shinn, A. P. (2025). Reassessment of *Myxobolus toyamai* morphology in koi carp using an enhanced giemsa warming technique: A first report from Vietnam. *Journ of Fish Diseases*, e14152. https://doi.org/10.1111/jfd.14152.

12. Lom, J., Dyková, I. (2006). Myxozoan genera: Definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. *Folia Parasitol (Praha)*, 53, 1 - 36.

13. Nguyễn Thị Thu Hằng, Đặng Thị Hoàng Oanh (2012). Xác định nhóm ký sinh trùng tạo bào nang trên cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 22c, 155 - 164.

14. Nguyễn Thị Thu Hằng (2023). *Sổ tay nghiên cứu ký sinh trùng trên động vật thuỷ sản.* Nxb Nông nghiệp.

15. Fiala, I. (2006). The phylogeny of Myxosporea (Myxozoa) based on small subunit ribosomal RNA gene analysis. *Int J Parasitol*, 36, 1521 - 1534.

16. Whipps, C. M., Adlard, R. D., Bryant, M. S., Lester, R. J., Findlay, V., Kent, M. L. (2003). First report of three *Kudoa* species from Eastern Australia: *Kudoa thyrsites* from mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Kudoa amamiensis* and *Kudoa minithyrsites* n. sp. from sweeper (*Pempheris ypsilychnus*). *J Eukaryot Microbiol*, 50, 215 - 219.

17. Tamura, K., Stecher, G., Kumar, S. (2021). Mega11: Molecular evolutionary genetics analysis version 11. *Mol Biol Evol*, 38, 3022 - 3027.

18. Molnár, K., Székely, C., Mohamed, K., Shaharom - Harrison, F. (2006). Myxozoan pathogens in cultured Malaysian fishes. I. Myxozoan infections of the sutchi catfish *Pangasius hypophthalmus* in freshwater cage cultures. *Dis Aquat Organ*, 68, 209 - 218.

19. Carriero, M. M., Adriano, E.A., Silva, M. R., Ceccarelli, P. S., Maia, A. A. (2013). Molecular phylogeny of the *Myxobolus* and *Henneguya* genera with several new South American species. *PLoS One*, 8, e73713. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073713.

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *Myxobolus baskai* Molnár, Székely, Mohamed & Shaharom - Harrison, 2006 INFECTING THE GILLS OF FINGERLING STRIPED CATFISH *(Pangasianodon hypophthalmus)* IN CAN THO CITY, VIETNAM

Nguyen Nhat Huynh[1], Vo Quang Vinh[1], Le Thanh Ngan[1],

Nguyen Ngoc Chinh[2], Nguyen Thi Thu Hang[1]

[1] *College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University*

[2] *Institute of Ecology, Vietnam Academy of Science and Technology*

Abstract

During a survey on the occurrence of myxosporean spores (Myxozoan) parasitizing the gills of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fingerlings in the Can Tho city area, a total of 100 fish samples were collected from ponds in Trung Nhut ward and the Agricultural Service Center in Vinh Thanh commune, Can Tho city. Morphological observation of fresh wet mount preparations revealed that 25 out of 100 fish were infected with spores of *Myxobolus baskai* located in the gill tissue. The cysts ranged in size from 0.3 to 0.9 mm and were attached to the gill lamellae. Each cyst contained numerous spores. The mature spores were ovoid in shape when viewed from the frontal plane. The posterior end of the spore was rounded, while the anterior end was tapered and thickened. The average spore dimensions were 14.5 µm in length (range: 13.8 - 15.1 µm), 11.1 µm in width (10.5 - 11.8 µm) and 6.4 µm in thickness (6.2 - 6.9 µm). Each spore possessed two relatively equal, pyriform polar capsules, measuring 6.4 µm in length (6.1 - 6.6 µm) and 3.2 µm in width (3.0 - 3.6 µm). Inside each polar capsule, the polar filament was coiled into 4 to 5 turns. The SSU rDNA gene fragment obtained from the spores was 1,552 base pairs in length. Phylogenetic analysis of the SSU rDNA sequence revealed that *M. baskai* is genetically closely related to *M. eszterbaueri*, a species previously reported parasitizing the gills of *P. hypophthalmus* in Thailand.

Keywords: *Myxobolus baskai, Myxozoa, Pangasianodon hypophthalmu, SSU rDNA.*

Ngày nhận bài: 15/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 19/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 18/8/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

NGHIÊN CỨU HỘI CHỨNG VÀNG DA TRÊN CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*) NUÔI THÂM CANH TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG, VIỆT NAM

Lê Minh Khôi[1, *], Nguyễn Bảo Trung[1], Từ Thanh Dung[1]

[1] *Khoa Bệnh học Thuỷ sản, Trường Thuỷ Sản, Đại học Cần Thơ*

** Email: Lmkhoi@ctu.edu.vn*

TÓM TẮT

Nghiên cứu xác định yếu tố liên quan đến biểu hiện bệnh lý vàng da trên cá tra (*P. hypophthalmus*) nuôi thâm canh tại đồng bằng sông Cửu Long. Tổng cộng 127 ao cá được khảo sát, trong đó có 22 ao cá không có dấu hiệu bị bệnh, 105 ao có cá bệnh trong đó có 39 ao cá có dấu hiệu bệnh lý vàng da. Kết quả phân tích vi sinh cho thấy, gan thận mủ, viêm túi mật, sưng cuống mật, xuất huyết phù mắt, trương bóng hơi, trắng gan, trắng mang và lở loét có khả năng nhiễm kép đối với cá tra bị vàng da; tuy nhiên, phân tích yếu tố tương quan ghi nhận chỉ gan thận mủ, viêm túi mật và sưng cuống mật có ảnh hưởng trực tiếp. Phân tích mô học quan sát thấy sắc tố lắng đọng giữa kẽ tế bào gan, thận, tỳ tạng của cá tra bệnh. Giun tròn và vi khuẩn được ghi nhận trong vách ống mật. Kết quả đã chỉ ra biểu hiện vàng da trên cá tra thực chất là một hội chứng hình thành bởi nhiều yếu tố khác nhau, gây nên hiện tượng tắc ống dẫn mật chủ. Đồng thời, đưa ra giả thuyết vi khuẩn ảnh hưởng đến gan cá tra là căn nguyên tiềm ẩn tác động đến hội chứng vàng da.

Từ khóa: *Cá tra, dịch tễ học, mô học, hội chứng vàng da.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bệnh là một trong những yếu tố quan trọng cản trở sự phát triển bền vững của ngành nuôi trồng thủy sản, làm giảm năng suất và lợi nhuận của người nuôi. Đối với cá tra nuôi thâm canh tại đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), đã ghi nhận hơn 331 ha diện tích ao nuôi bị ảnh hưởng bởi nhiều bệnh khác nhau [1]. Các tác nhân gây bệnh chủ yếu được xác định là vi khuẩn, ký sinh trùng và nấm [2, 3]. Bên cạnh đó, còn tồn tại một số bệnh chưa xác định rõ căn nguyên, trong đó có biểu hiện vàng da. Cá mắc bệnh có đặc trưng toàn thân chuyển màu vàng, rõ nhất ở vây, mang, phần đầu và lườn bụng [4, 5]. Một số nghiên cứu cho thấy, cá bị suy giảm sức đề kháng, gia tăng tỷ lệ hao hụt và đặc biệt ảnh hưởng đến giá trị thương phẩm do thịt cá có màu vàng [4, 5]. Thậm chí, vàng da được ghi nhận là một trong những nguyên nhân gây thiệt hại nghiêm trọng nhất cho cá tra nuôi thâm canh tại ĐBSCL, thường xuất hiện với tần suất cao từ tháng 6 đến tháng 10 hằng năm [5].

Các nghiên cứu trước đây đã tiếp cận dấu hiệu vàng da trên cá thông qua phân tích huyết học, mô học và tìm kiếm tác nhân gây bệnh, bước đầu thu được một số kết quả [4 - 9]. Ngoài ra, trên cá hồi (*Oncorhynchus kisutch*) dấu hiệu vàng da có liên quan đến hiện tượng tan huyết, dẫn đến mật độ hồng cầu trong máu giảm từ 3 - 50% [9]. Tương tự, các bất thường về huyết học cũng được ghi nhận ở cá trê lai và cá tra có biệu hiện vàng da [6, 7]. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu đề cập đến dấu hiệu bệnh lý vàng da trên cá tra, phần lớn các công trình mới chỉ tập trung ở mức độ mô tả triệu chứng, phân tích huyết học hoặc khảo sát một số chỉ tiêu sinh lý, sinh hóa của các tác nhân đã được phát hiện; tuy nhiên, các kết quả này còn rời rạc, chưa xác định được nguyên nhân cụ thể gây bệnh, cũng như chưa giải thích rõ cơ chế hình thành và tiến triển của bệnh. Đặc biệt, các nghiên cứu về khía cạnh dịch tễ học và mô học trên cá tra còn hạn chế, dẫn đến việc hiểu biết về sự phân bố, mức độ lan truyền và tổn thương mô học đặc trưng của bệnh chưa đầy đủ. Do đó, việc làm rõ đặc điểm

dịch tễ và mô bệnh học của dấu hiệu bệnh lý vàng da trên cá tra là cần thiết, góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho công tác chẩn đoán, phòng ngừa và quản lý hiệu quả căn bệnh này trong nuôi trồng thủy sản. Từ những cơ sở trên, nghiên cứu này tiến hành phân tích dịch tễ học kết hợp với mô học, qua đó cung cấp một góc nhìn mới về dấu hiệu bệnh lý vàng da trên cá tra và tìm kiếm các yếu tố có thể liên quan đến cơ chế hình thành bệnh.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp chọn ao

Nghiên cứu chọn ao nuôi cá tra thâm canh tại các tỉnh Vĩnh Long, Đồng Tháp, An Giang thuộc ĐBSCL, nơi thường xuyên ghi nhận cá bị vàng da. Các ao được phân chia thành hai nhóm: (i) Nhóm bệnh, gồm các ao có tiền sử xuất hiện dấu hiệu vàng da trong vụ nuôi gần nhất hoặc đang có cá biểu hiện triệu chứng lâm sàng; và (ii) Nhóm đối chứng, gồm các ao cùng khu vực, có quy mô và điều kiện nuôi tương đương nhưng không ghi nhận dấu hiệu vàng da tại thời điểm khảo sát.

2.2. Phương pháp thu mẫu điều tra dịch tễ bệnh

Cá tra (*P. hypophthalmus*) nuôi thâm canh tại các vùng nuôi thuộc Đồng bằng sông Cửu Long được thu mẫu trực tiếp từ 127 ao, nhằm thu thập số liệu dịch tễ hàng tháng trong giai đoạn từ tháng 12 năm 2021 đến tháng 12 năm 2022. Trong mỗi ao, nghiên cứu tiến hành thu ngẫu nhiên 20 cá bằng phương pháp vợt theo đường chéo ao, đồng thời bổ sung thêm các cá thể có biểu hiện vàng da rõ rệt trong trường hợp ao đang thu được xác định có dấu hiệu vàng da. Tổng cộng 22 ao được xác định không mang bệnh và 39 ao được xác định có biểu hiện vàng da. Sau đó, mẫu được vận chuyển về phòng xét nghiệm tại Khoa Bệnh học Thủy sản, Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ để tiếp tục tái khẳng định kết quả phân tích tại ao.

Bảng 1. Thời gian địa điểm và số mẫu thu

Tháng	Địa điểm thu mẫu	Số ao thu mẫu	Số ao bệnh	Số ao vàng da
12/2021	Tỉnh Đồng Tháp	1	1	0
01/2022	Tỉnh Đồng Tháp	5	4	1
02/2022	Tỉnh Vĩnh Long Tỉnh Đồng Tháp	10	9	2
03/2022	Tỉnh Đồng Tháp	7	6	3
04/2022	Tỉnh An Giang Tỉnh Đồng Tháp	13	11	4
05/2022	Tỉnh Đồng Tháp	5	5	4
06/2022	Tỉnh Đồng Tháp Tỉnh Vĩnh Long	21	14	1
07/2022	Tỉnh Đồng Tháp	3	3	0
08/2022	Tỉnh Đồng Tháp	4	3	2
09/2022	Tỉnh Đồng Tháp	9	8	8
10/2022	Tỉnh Đồng Tháp	20	16	4
11/2022	Tỉnh Đồng Tháp	21	18	6
12/2022	Tỉnh Đồng Tháp	8	7	4
Tổng cộng		127	105	39

2.3. Phương pháp xác định bệnh trên cá tra

Mẫu cá được thu và được xác định nhiễm bệnh thông qua các dấu hiệu bệnh lý bên ngoài và bên trong, khi xử lý trực tiếp tại ao nuôi. Đối với các bệnh có dấu hiệu lâm sàng đặc trưng và dễ nhận biết như vàng da, tắc mật, sưng cuống mật, trắng gan, trắng mang cá nhiễm bệnh được xác định thông qua quan sát trực tiếp. Đối với các bệnh có thời gian ủ bệnh dài hoặc triệu chứng lâm sàng khó phân biệt như gan thận mủ, xuất huyết, trương bóng hơi và lở loét, mẫu cá được phân lập và xác định tác nhân gây bệnh. Dấu hiệu bệnh lý được ghi nhận ở bảng 2.

Bảng 2. Bảng tham khảo dấu hiệu bệnh lý thường gặp trên cá tra bệnh

Tên bệnh	Dấu hiệu bên ngoài	Dấu hiệu bên trong	Nguồn
Vàng da	Da cá tra có màu vàng nhạt đến đậm	Nội quan có màu vàng, sưng to, máu loãng	Luu (2013) [5]
Gan thận mủ	Da cá nhạt màu	Thận trước, tỳ tạng, gan có đốm trắng, có dịch màu vàng	Crumlish và cs (2002) [10]
Xuất huyết	Phù mắt, xuất huyết vùng đầu	Nội quan sưng đỏ, mềm nhũn, có dịch hồng	Ly và cs (2009) [11]
Viêm túi mật	Không ghi nhận	Túi mật sưng to, mật màu sậm đen, cô đặc	Luu (2013) [5]
Sưng cuống mật	Không ghi nhận	Cuống mật sưng to, cứng, nhiều khối u màu trắng bao quanh	Luu (2013) [5]
Trương bóng hơi	Nổi vi lưng trên mặt nước, căng vùng da gần cơ quan đường bên	Bóng hơi sưng to, tích nước bên trong	Duc và cs (2015) [12]
Lở loét	Da cá tiết nhiều nhớt, có nhiều vết loét, có mùi hôi tanh	Nội quan sưng to, suy giãn mạch máu ở thành bụng và các nội quan	Dung và cs (2024) [13]
Trắng gan trắng mang	Da cá và mang cá mất sắc tố	Nội quan sưng mất sắc tố	Dung (2010) [14]

2.4. Phương pháp phân tích số liệu dịch tễ học

2.4.1. Thống kê mô tả

Nghiên cứu này áp dụng thiết kế dịch tễ học cắt ngang để mô tả tình hình xuất hiện dấu hiệu vàng da trên cá tra và các bệnh đồng nhiễm trên cá tra nuôi thâm canh tại ĐBSCL bằng phương pháp thống kê mô tả: Số lượng đồng nhiễm giữa dấu hiệu vàng da và các bệnh khác trên cá tra. Tất cả số liệu biểu diễn cho phân tích thống kê mô tả thu được từ điều tra dịch tễ được nhập và tính toán trên phần mềm Microsoft 365.

2.4.2. Phương pháp phân tích mối liên quan

Số liệu tổng hợp được xử lý thống kê phần mềm MedCalc Software để ước tính hệ số OR trong khoảng tin cậy 95% - CI và được tính dựa trên sai số chuẩn của log (OR), nhằm xác định mối liên quan giữa cá bị vàng da và các yếu tố đồng nhiễm. Hệ số OR được tính từ bảng 2 × 2 theo công thức:

$$OR = \frac{a \times d}{b \times c}$$

Trong đó: a là số cá có biểu hiện vàng da và đồng thời mắc bệnh khác; b là số cá có biểu hiện vàng da nhưng không mắc bệnh khác; c là số cá không bị vàng da nhưng mắc bệnh khác; d là số cá không bị vàng da và không mắc bệnh khác

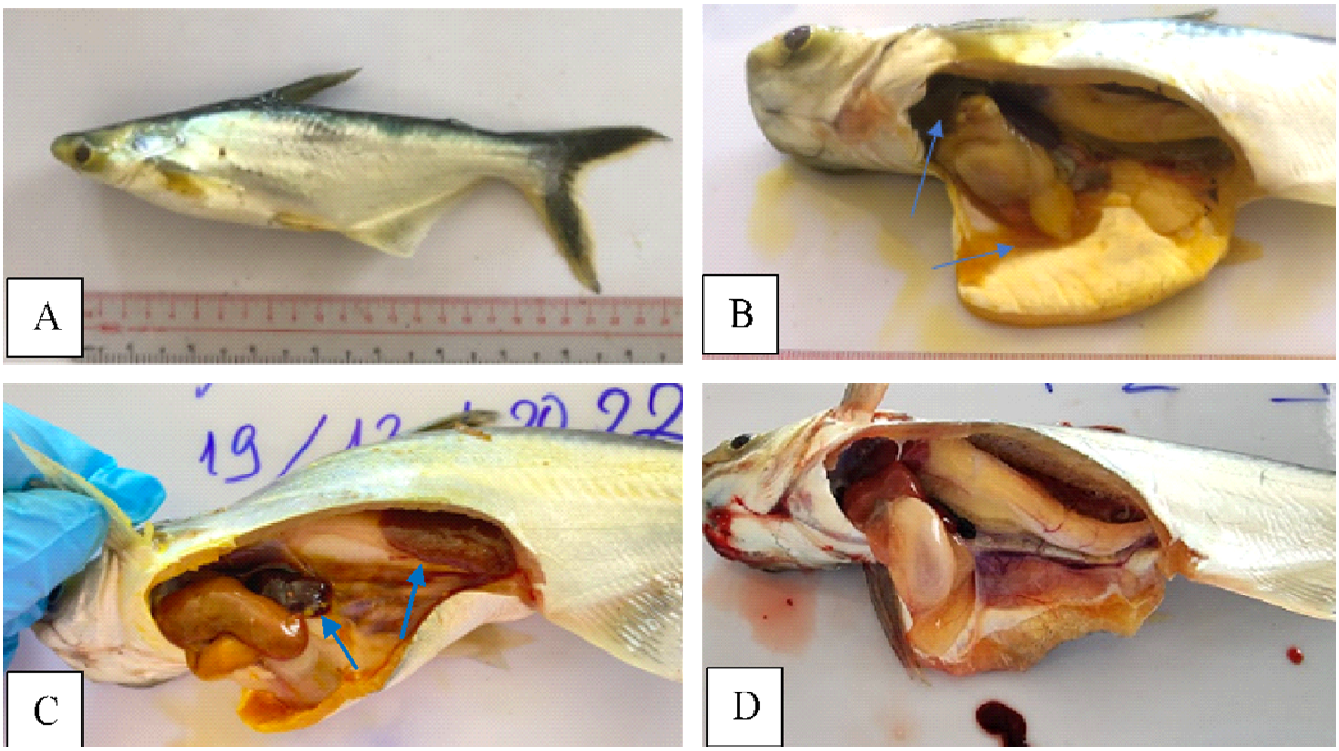
Khi OR > 1 kết quả được coi là có ý nghĩa thống kê và cho thấy có mối liên quan giữa cá bị vàng da và yếu tố đồng nhiễm. Các kiểm định được xem là có ý nghĩa khi giá trị $p < 0,05$.

2.5. Phương pháp mô học

Nghiên cứu sử dụng phương pháp cắt mô cho các mẫu gan, thận, tỳ tạng và cuống mật cá tra để quan sát các biến đổi ở mức độ tế bào trên cá tra bệnh vàng da. Mẫu mô cơ quan được thu và giữ trong dung dịch formol trung tính (100 mL/L formol 37%, 4 g/L $NaH_2PO_4.H_2O$, 6,5 g/L Na_2HPO_4, pH = 7,0 - 7,4) trong 24 giờ và được rửa sạch bảo quản trong cồn 70%. Mẫu được xử lý bằng cách khử nước trong cồn 80 - 100 và làm trong mẫu trong dung dịch xylene. Sau đó, mẫu được ngâm trong sáp parafin 58°C trong 2 giờ và tiến hành đúc khối. Tiêu bản được cắt lát mỏng 5 µm, dán lên lame kính và sấy khô. Phương pháp nhuộm Harris's Hematoxylin & Eosin (H&E) và Giemsa được sử dụng [15].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Dấu hiệu bệnh lý và tỉ lệ nhiễm bệnh



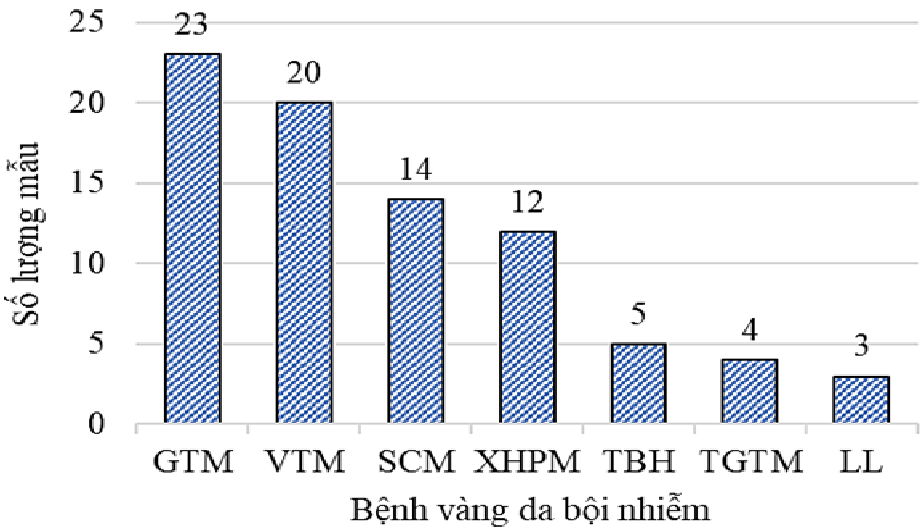
Hình 1. Dấu hiệu bệnh lý cá tra bị vàng da

A. Dấu hiệu bệnh lý bên ngoài; B. Cá vàng da có dịch màu vàng và gan sậm màu (mũi tên); C. Cá vàng da bị gan thận mủ (mũi tên); D. Cá vàng da bị trương bóng hơi.

Kết quả thu mẫu cho thấy cá tra biểu hiện vàng da có đặc thù là yếu tố đa nhiễm. Da cơ cá bệnh thường được ghi nhận từ màu vàng nhạt đến màu vàng sẫm tuỳ theo mức độ bệnh (Hình 1). Bên trong nội quan cá bệnh thường chứa dịch và màu vàng, gan vàng nâu đến xanh, tỳ tạng sưng to và đen sậm, túi mật trương to chứa dịch mật màu xanh đen, thận thường sưng to mềm nhũn, cá bị bệnh nặng đôi khi thận bị nhũng, chảy nước và ruột cá thường lồng đoạn ruột trước vào đoạn ruột sau và hầu như không chứa thức ăn.

Dấu hiệu bệnh lý của cá tra vàng da rất đa dạng và phụ thuộc vào tình trạng bội nhiễm. Trong 39 ao cá ghi nhận dấu hiệu vàng da, hầu như không có trường hợp nào đơn nhiễm. Các trường hợp đa nhiễm thường đi kèm với các dấu hiệu như xuất huyết phù đầu, gan thận mủ, trương bóng hơi, sưng cuống mật, viêm túi mật và lở loét.

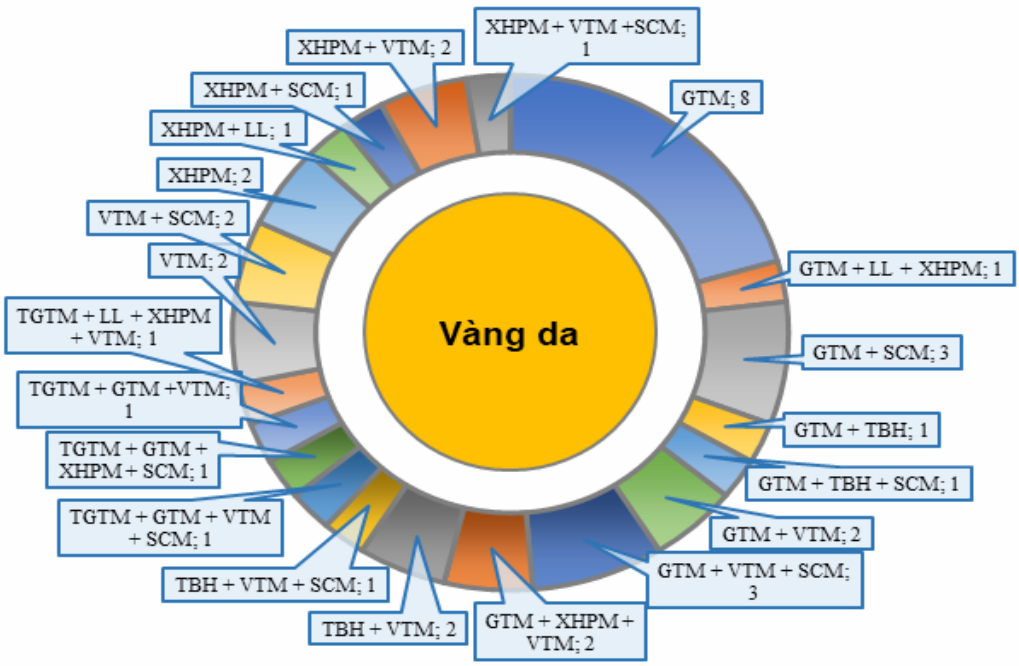
Giá trị tổng thể các mầm bệnh bội nhiễm có thể liên quan đến biểu hiện vàng da trên cá tra được thể hiện trên hình 2. Bệnh gan thận mủ được quan sát thấy có tỉ lệ bội nhiễm với vàng da cao nhất là 23 mẫu nếu xét luôn các trường hợp đa nhiễm. Tiếp theo là các dấu hiệu như viêm túi mật (20 mẫu), sưng cuống mật (14 mẫu), xuất huyết phù mắt (12 mẫu). Nhưng khi xem xét trong hình 3, các bệnh này ít nhiễm kép đơn thuần với triệu chứng vàng da trên cá tra.



Hình 2. Số lượng mẫu biểu hiện vàng da bội nhiễm lần lượt với các mầm bệnh khác.

GTM: Gan thận mủ, VTM: Viêm túi mật, SCM: Sưng cuống mật, XHPM: Xuất huyết phù mắt, TBH: Trương bóng hơi, TGTM: Trắng gan trắng mang, LL: Lở loét.

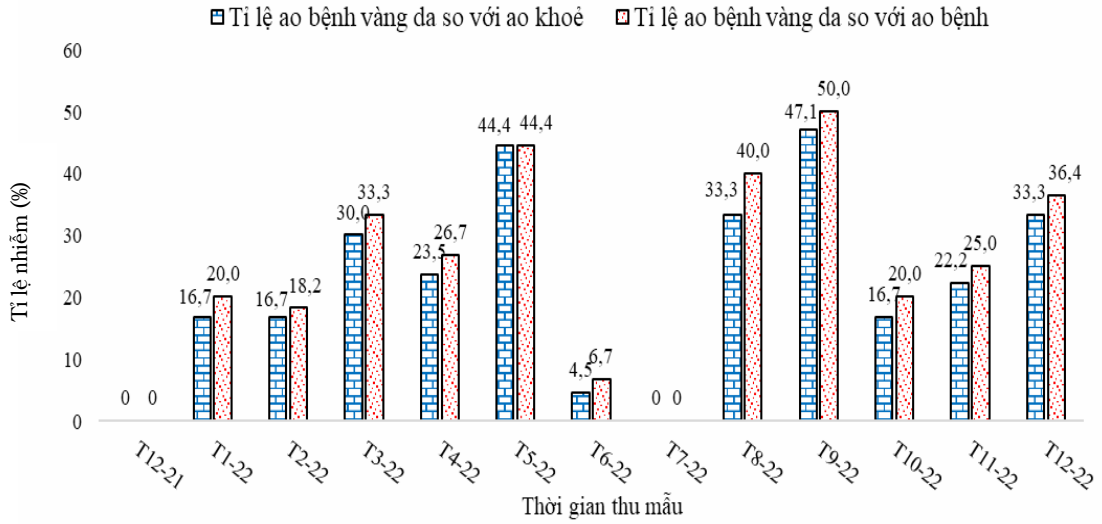
Nếu xét về góc độ đa nhiễm trong hình 3, dấu hiệu vàng da cho thấy sự đa dạng trong khả năng lây nhiễm với các mầm bệnh khác trên cá tra. Kết quả cho thấy có tới 21 kiểu kết hợp giữa biểu hiện vàng da và các bệnh khác, ghi nhận được nhiều trường hợp 4 - 5 bệnh lý kết hợp trong cùng một mẫu bệnh. Nhưng bệnh gan thận mủ nhiễm kép với dấu hiệu vàng da vẫn chiếm đa số trong các trường hợp, với số lượng chiếm 8/39 mẫu (20,51%).



Hình 3. Số lượng mẫu cá tra biểu hiện vàng da đa nhiễm với các mầm bệnh khác nhau

GTM: gan thận mủ, VTM: viêm túi mật, SCM: sưng cuống mật, XHPM: xuất huyết phù mắt, TBH: trương bóng hơi, TGTM: trắng gan trắng mang, LL: lở loét.

Biểu đồ thể hiện tỷ lệ ao nuôi cá tra vàng da trong giai đoạn từ tháng 12/2021 đến tháng 12/2022 (Hình 4). Kết quả cho thấy dấu hiệu vàng da xuất hiện rải rác trong năm, với sự biến động đáng kể theo thời gian. Cụ thể, từ tháng 12/2021 đến tháng 2/2022, tỷ lệ ao mắc bệnh còn thấp (0 - 20%). Từ tháng 3 đến tháng 5/2022, tỷ lệ bệnh tăng dần và đạt mức cao nhất 44,4% ở tháng 5/2022. Sau đó, bệnh giảm mạnh trong tháng 6 và không ghi nhận được trong tháng 7/2022. Tuy nhiên, từ tháng 8 đến tháng 9/2022, tỷ lệ bệnh tăng mạnh trở lại, đặc biệt cao trong tháng 9 với 47,1 - 50% số ao nuôi ghi nhận cá tra vàng da. Từ tháng 10 đến tháng 12/2022, tỷ lệ mắc bệnh có xu hướng giảm sau tháng 9 nhưng vẫn duy trì đến cuối năm. Như vậy, dấu hiệu bệnh lý vàng da trên cá tra có tính mùa vụ rõ rệt, thường xuất hiện nhiều vào giai đoạn từ tháng 3 đến tháng 5 và từ tháng 8 đến tháng 9 hằng năm. Điều này gợi ý rằng yếu tố môi trường và điều kiện nuôi có thể đóng vai trò quan trọng trong sự bùng phát dịch bệnh.



Hình 4. So sánh tỉ lệ ao nhiễm có cá tra vàng da với ao khỏe và ao bệnh theo thời gian

3.2. Phân tích các yếu tố nguy cơ liên quan

Sử dụng phương pháp điều tra dịch tễ học cắt ngang và phân tích yếu tố tương quan trong bảng 3 cho thấy, những yếu tố bao gồm: Gan thận mủ, viêm túi mật và sưng cuống mật là tác nhân ảnh hưởng trực tiếp đến nguy cơ bùng phát nguy cơ dấu hiệu vàng da trên cá tra ($p < 0,05$). Kết quả cho thấy, bệnh gan thận mủ làm tăng nguy cơ gây vàng da trên cá tra lên 2,31 lần. Đặc biệt, dấu hiệu viêm túi mật và sưng cuống mật là yếu tố nguy cơ chính dẫn đến biểu hiện vàng da, với hệ số OR khi phân tích lần lượt là 186,08 và 11,76. Bên cạnh đó, kết quả phân tích còn cho thấy, bệnh trương bóng hơi và trắng gan trắng mang chỉ làm tăng nguy cơ xuất hiện vàng da. Bệnh xuất huyết và lở loét dường như không cho thấy có sự liên quan.

Bảng 3. Những yếu tố nguy cơ đối với dấu hiệu bệnh lý vàng da

Yếu tố xem xét		Có vàng da	Không vàng da	OR (95% CI)	P-value
Gan thận mủ	Có	24	15	2,31	0,0335
	Không	36	52		
Xuất huyết	Có	12	27	0,71	0,3959
	Không	34	54		

Viêm túi mật	Có	20	19	186,08	0,0003
	Không	0	88		
Sưng cuống mật	Có	14	25	11,76	0,0001
	Không	4	84		
Trương bóng hơi	Có	5	34	2,44	0,1792
	Không	5	83		
Lở loét	Có	3	36	0,38	0,1381
	Không	16	72		
Trắng gan, trắng mang	Có	4	35	4,91	0,0733
	Không	2	86		

Ba nhóm yếu tố nguy cơ là gan thận mủ, viêm túi mật và sưng cuống mật tiếp tục được phân tích để đánh giá mối tương quan. Kết quả cho thấy, khi quan sát yếu tố tác động đến bệnh sưng cuống mật trên cá tra, yếu tố gan thận mủ và viêm túi mật đều có ảnh hưởng trực tiếp ($p < 0,05$). Kết quả cho thấy, bệnh gan thận mủ sẽ làm nghiêm trọng hơn bệnh sưng cuống mật 3,43 lần. Viêm túi mật sẽ tác động mạnh hơn đến bệnh sưng cuống mật 6,47 lần. Tuy nhiên, bệnh gan thận mủ có thể không làm viêm túi mật, khi số liệu cho thấy giá trị $p > 0,05$.

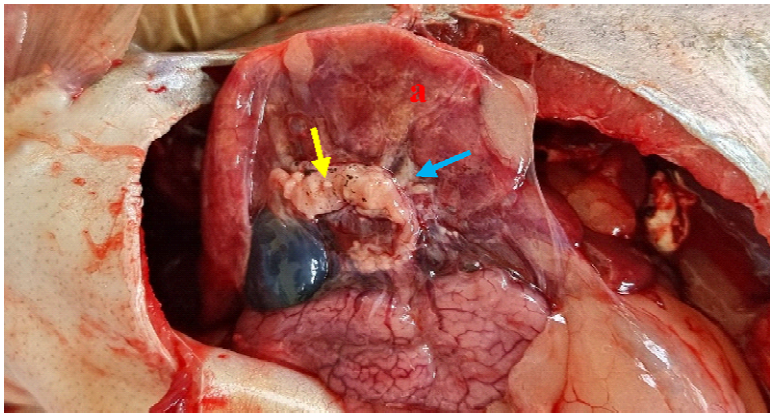
Bảng 4. Tương quan giữa các yếu tố có liên quan đến dấu hiệu bệnh lý vàng da

		Có	Không	OR	P-value
		Dấu hiệu sưng cuống mật			
Gan thận mủ	Có	13	5	3,43	0,0279
	Không	47	62		
Viêm túi mật	Có	8	10	6,47	0,0009
	Không	12	97		
		Dấu hiệu viêm túi mật			
Gan thận mủ	Có	9	11	0,898	0,8267
	Không	51	56		

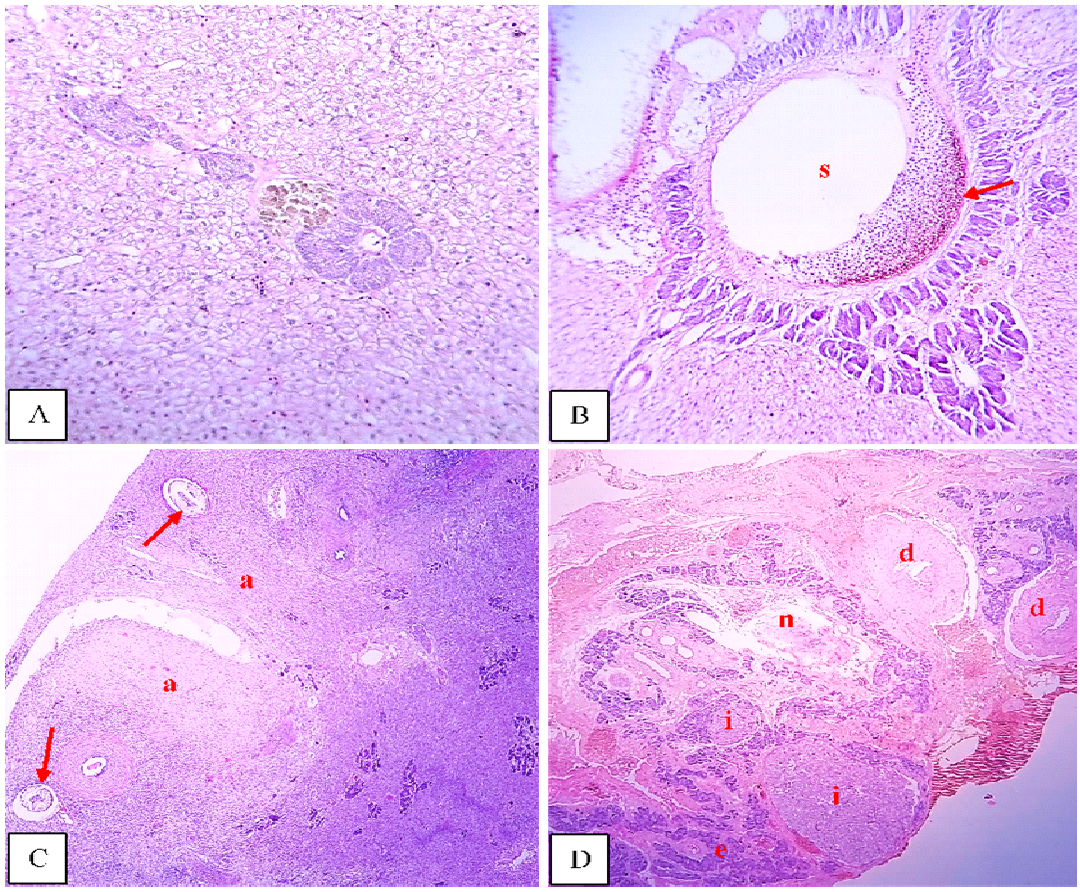
3.3. Phân tích mô học gan, thận, tỳ tạng

Kết quả phân tích bệnh lý gan, thận và tỳ tạng khi thu mẫu cá tra có dấu hiệu vàng da cho thấy, hầu hết các mẫu cá đều có dấu hiệu sưng cuống mật. Quan sát phần sau của gan, nơi tiếp giáp với ống dẫn mật chủ (cuống mật chính) có nhiều nốt trắng mờ ăn sâu vào gan và một vài nốt sần trắng lồi nằm rải rác trên cuống mật, nhiều vị trí có hiện

tượng bị melanin hoá (Hình 5). Vị trí này cũng là nơi giao thoa của các đường mật trong gan đổ về ống mật chủ và dẫn về túi mật, đồng thời cũng là nơi tập trung của các tế bào tuỵ trong gan gần tĩnh mạch cửa gan. Sự viêm nhiễm nặng tại gan làm cho màu sắc của gan không đồng nhất, nhiều vị trí được quan sát có hiện tượng ngả vàng. Riêng đối với hai cơ quan là thận và tỳ tạng không ghi nhận được bất kỳ dấu hiệu bệnh lý, các bệnh tích được ghi nhận bao gồm sưng to, mềm nhũn và sậm màu.



Hình 5. Giải phẫu bệnh cá tra có hiện tượng vàng da với phần gan có dấu hiệu ngã vàng (a) bên cạnh vùng trắng mờ nằm ở phần sau của gan (mũi tên xanh) và các nốt sần nổi rõ trên cuống mật (mũi tên vàng)

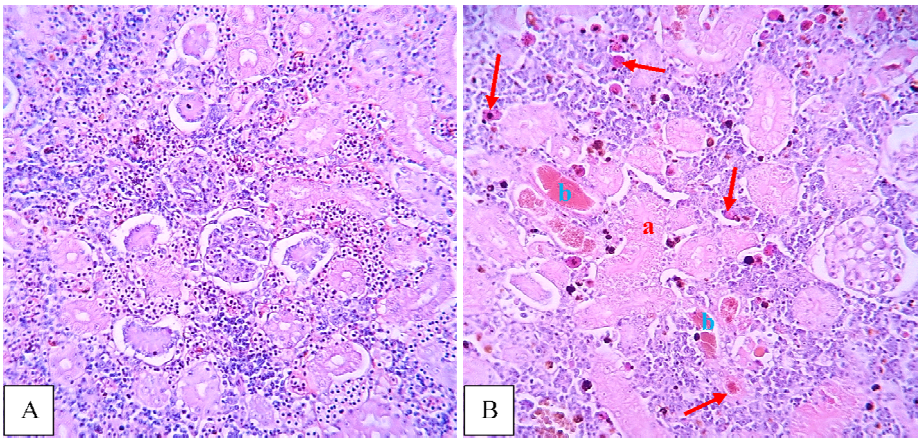


Hình 6. Quan sát mô bệnh học gan cá tra

A. Mô gan cá tra khoẻ (10X); B. Mô gan cá tra bị vàng da với lòng ống tĩnh mạch bị giãn nở (s) và đọng dịch mật bên trong (10X; mũi tên); C. Mô gan cá tra bị giun tròn xâm nhập (mũi tên), tạo thành các vùng xơ hoá lớn (4X; a); D. Cấu trúc tuỵ phía sau gan với các đảo tuỵ (i) được bao quanh bởi tế bào tuyến ngoại tiết (e), một vùng hoại tử lớn (n) được quan sát thấy cạnh ống tuỵ liên thuỳ (4X; d).

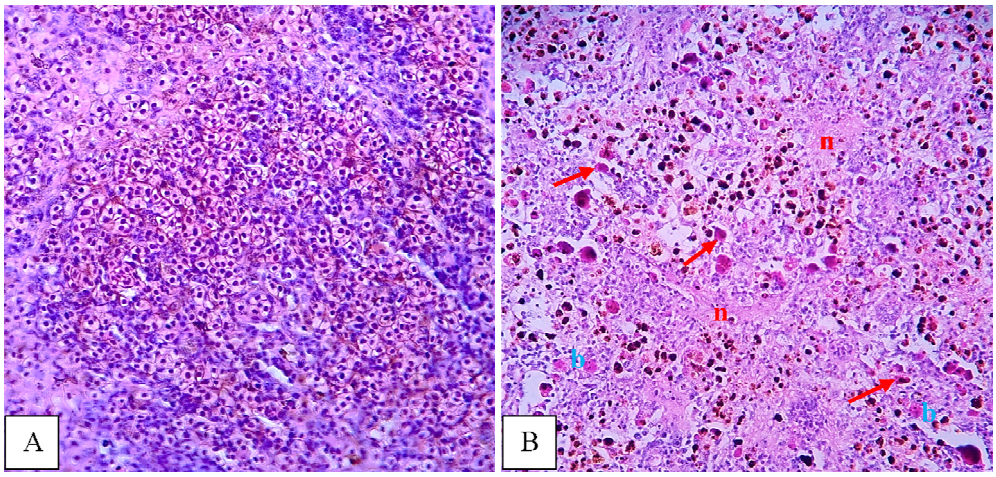
Quan sát mô học cho thấy, sự giãn nở của tĩnh mạch cửa gan được bao quanh bởi các tế bào tuyến nang ngoại tiết bị biến đổi cấu trúc ở trên mẫu cá bị vàng da có dấu hiệu sưng cuống mật. Sự lắng đọng của dịch mật bên trong tĩnh mạch cũng được ghi nhận ở hình 6B. Mặc khác, các ổ khu trú của giun tròn bên trong gan, tạo thành các túi không bào lớn. Xung quanh các ổ giun tròn là những vùng biểu mô gan lớn bị xơ hoá cấu trúc (Hình 6C). Tại vị trí sau gan, tập trung nhiều tế bào đảo tuỵ có dấu hiệu sưng to. Khu vực hoại tử lớn giữa các tế bào tuyến là nơi thể hiện cho các vùng trắng được quan sát bằng mắt thường, do nơi đây tập trung rất nhiều tế bào bạch cầu hình thành ổ viêm. Ống dẫn mật trong gan và ống dẫn tuỵ liên thuỳ vẫn chưa thấy có hiện tượng bị tắc ở các trường hợp này (Hình 6D).

Mô thận trên cá tra biểu hiện vàng da cho thấy sự tiêu biến của nhân tế bào thận, các ống lượn xa trong thận bị mất cấu trúc rỗng bên trong tạo các không bào xung quanh, sự xuất huyết cục bộ trên các mao mạch được ghi nhận (Hình 7). Bên cạnh đó cũng sự tập trung của các thực bào sắc tố và bạch cầu ở cả hai cơ quan tạo thành các ổ viêm lớn. Sự lắng đọng của dịch mật giữa các kẽ tế bào thận và tỳ tạng cũng hình thành các khối có màu đỏ (Hình 7B). Mô tỳ tạng của cá biểu hiện vàng da cũng cho dấu hiệu tương tự khi sự xuất huyết được ghi nhận. Tuy nhiên, sự hoại tử trên diện rộng làm cho các tế bào tuỷ trắng và tuỷ đỏ không còn ranh giới rõ ràng (Hình 8).



Hình 7. Quan sát mô bệnh học thận cá tra

A. Mô thận cá khoẻ (10X); B. Mô thận cá biểu hiện vàng da bị xuất huyết (mũi tên) và ống thận mất cấu trúc (a), dịch mật cũng được ghi nhận đọng giữa các tế bào thận (10X; b).



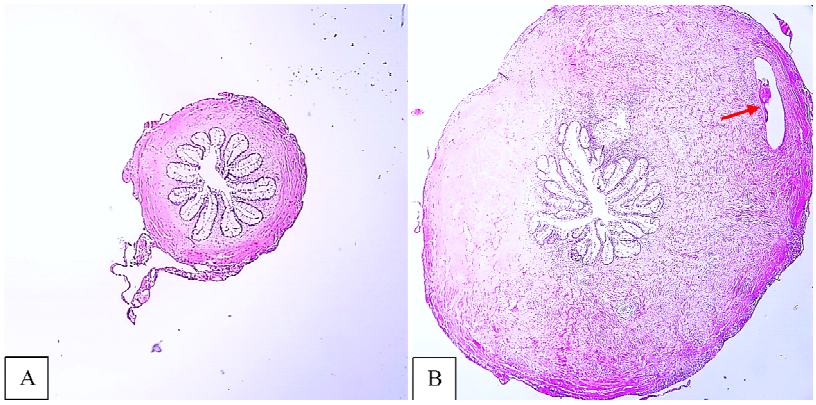
Hình 8. Quan sát mô bệnh học tỳ tạng cá tra.

A. Mô tỳ tạng cá khoẻ (10X); B. Mô tỳ tạng cá biểu hiện vàng da bị xuất huyết (mũi tên) xen kẽ giữa các vùng mô bị hoại tử hoá lỏng (n) và dịch mật đọng giữa kẽ tế bào (10X; b).

3.4. Phân tích mô học cuống mật

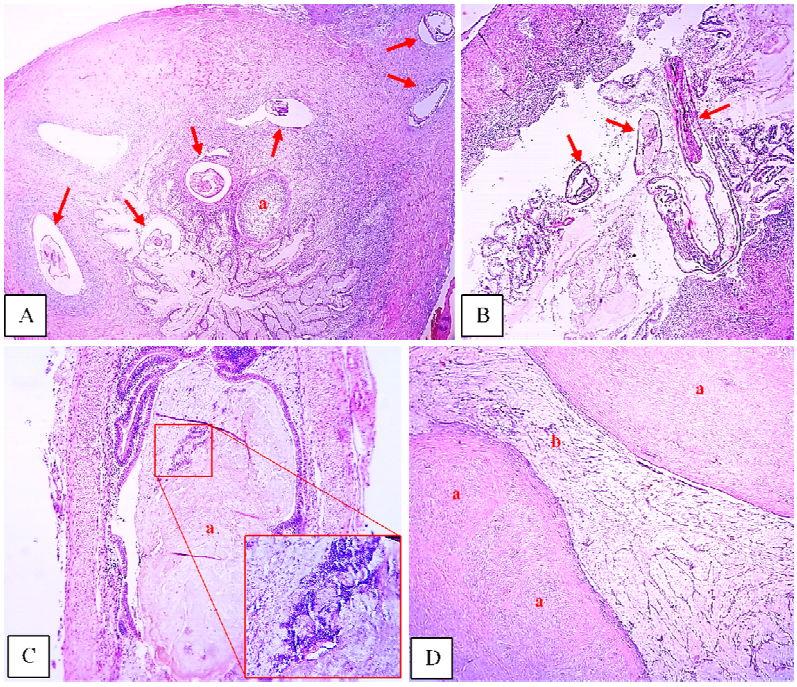
Kết quả phân tích mô học trong nghiên cứu này chỉ ra sự liên quan mật thiết giữa triệu chứng vàng da và bệnh sưng cuống mật tương ứng với kết quả phân tích dịch tễ học ở trên. Cuống mật có nhiệm vụ nối giữa gan, ruột trước và túi mật là một cấu trúc dạng ống với mô cơ trơn bao xung quanh và lồng ống bên trong có các nếp gấp nhỏ. Dấu hiệu bệnh lý trên cuống mật được ghi nhận có sự đa dạng với nhiều mức độ tổn thương khác nhau.

Quan sát lát cắt mô học theo chiều ngang của cuống mật cho thấy, cuống mật trên cá tra khoẻ có dạng ống rỗng bên trong và có các nếp gấp nhỏ chạy dọc theo chiều dài. Bên ngoài thành cuống mật là các sợi cơ trơn được xếp thành bó và bao lấy phần ống bên trong. Khi thu mẫu ở nhóm cá tra có cuống mật bị sưng to, cấu trúc của cuống mật có sự biến đổi lớn về kích thước của phần cơ trơn, gấp 3 - 5 lần mô khoẻ và có nhiều ổ giun tròn ký sinh (Hình 9).



Hình 9. Mô cuống mật cá tra cắt ngang (4X).

A. Mô lồng ống mật cá tra khỏe (4X); B. Lồng ống mật bị sưng và quan sát thấy giun tròn khu trú (4X; mũi tên).

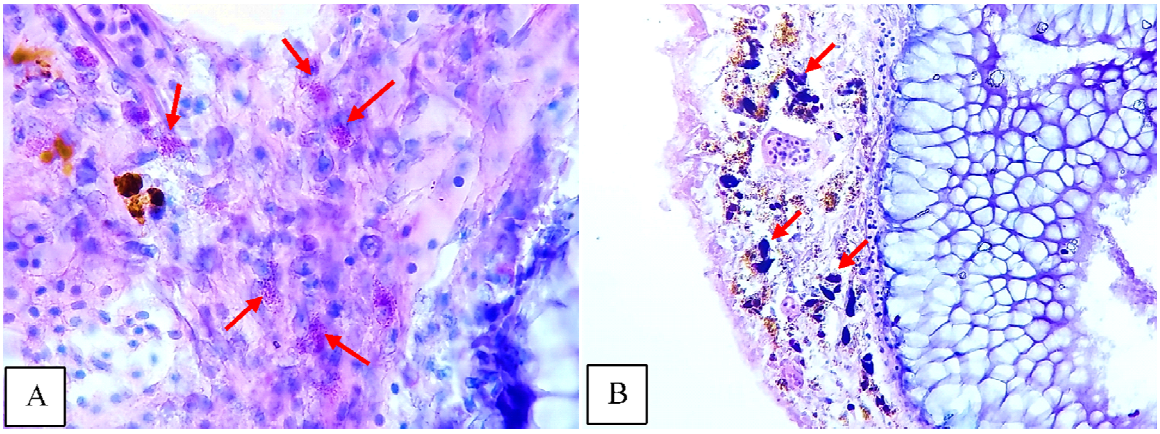


Hình 10. Ống mật cá tra biểu hiện vàng da trong các trường hợp ghi nhận tắc mật (4X).

A. Lồng ống mật bị hẹp do ổ giun tròn (mũi tên) hoặc mô sẹo (a) chèn ép (4X); B. Giun tròn di chuyển vào bên trong đường dẫn mật (4X; mũi tên); C. Sỏi túi mật nằm trong ống mật chủ (4X; a); D. Ống mật bị hẹp (b) do vách bị xơ hoá (4X; a).

Bên cạnh đó, các mẫu mô cuống mật sưng trên cá tra vàng da ghi nhận giun tròn là một trong nhiều nguyên nhân góp phần gây ra hiện tượng tắc mật một phần hoặc hoàn toàn trong đường dẫn mật từ túi mật đến ruột trước của cá. Quan sát phân tích mô học cho thấy có hai dạng tắc mật phổ biến nhất gồm: (1) Hẹp đường mật do các ổ khu trú của giun nằm cạnh lồng ống mật gây chèn ép (Hình 10A); (2) Hẹp hoặc gây tắc đường mật do giun di chuyển vào lồng ống mật (Hình 10B). Ngoài ra, hai nguyên nhân khác cũng có thể gây ảnh hưởng đến ống mật ít gặp hơn là: (3) Do sỏi/bùn túi mật/khối u, hình thành trong túi mật di chuyển làm nghẽn đường đi của mật (Hình 10C); (4) Mô sẹo hình thành xung quanh lòng ống gây hẹp do nhiều nguyên nhân khác (Hình 10D).

Ngoài ra, khi quan sát lòng ống mật ở độ phóng đại 1.000 lần, các cụm vi khuẩn hiện ra rõ ràng và dễ nhận biết với phương pháp nhuộm Giemsa (Hình 12A). Bên cạnh đó, vi bào tử trùng cũng được ghi nhận tập trung ở vị trí sát vùng đệm lồng ống mật (Hình 12B).



Hình 11. Quan sát cuống mật cá tra biểu hiện vàng da nhuộm Giemsa (100X).

A. Khuẩn lạc vi khuẩn phát triển thành từng cụm trong mô liên kết vách ống mật (100X mũi tên). B. Vi bào tử trùng ghi nhận trong ống mật cá tra (100X; mũi tên).

3.5. Thảo luận

Kết quả dịch tễ cho thấy các dấu hiệu liên quan đến hệ thống gan - mật, đặc biệt là gan thận mủ, viêm túi mật và sưng cuống mật, có mối liên hệ chặt chẽ với sự xuất hiện của dấu hiệu vàng da trên cá tra. Trên cá trê lai (*Clarias macrocephalus*, Gunther × *C. gariepinus*, Burchell) trong nghiên cứu của Pearson *et al.* (1994) [7] và Chang và cs (2008) [6] bị bệnh ghi nhận chỉ số bilirubin trực tiếp tăng rất cao và nguyên nhân có thể xuất phát từ ngoài gan. Kết quả của Luu (2013) [5], Pearson và cs (1994) [7] và Sakai và cs (1998) [8] đều cho thấy nồng độ bilirubin toàn phần tăng cao khi cá bị vàng da. Đặc biệt đối với cá tra, tỉ lệ bilirubin gián tiếp/toàn phần dao động trong khoảng 50%, điều này cho thấy , nguyên nhân gây bệnh xuất phát từ cả tế bào gan và mật của cá [5]. Trước đó, trên cá tra (*P. hypophthalmus*) nhiều tác nhân gây bệnh truyền nhiễm đã được ghi nhận khi bị vàng da bao gồm nhiều nhóm vi khuẩn (*Aeromonas* spp., *E. ictaluri*), ký sinh trùng (*Bucephalopsis* sp., *Spectatus* sp., *Balantidium* sp., *Cucullanus* sp. và *Ichthyonytus* sp.) hay vi nấm (*Fusarium* spp.) tương ứng với nhiều dấu hiệu bệnh lý bên ngoài và bên trong [4, 5]. Trong nghiên cứu này, kết quả thu mẫu và quan sát bệnh lý cho thấy, triệu chứng vàng da trên cá tra gần như không xuất hiện đơn lẻ. Biểu hiện vàng da là hệ quả cuối cùng của một hoặc nhiều tác nhân bệnh lý khác nhau tác động đồng thời. Vì vậy, có thể xem dấu hiệu vàng da như một "hội chứng", phản ánh sự cộng hưởng của nhiều yếu tố gây rối loạn sinh lý, dẫn đến hiện tượng vàng trong cơ, máu và hệ tuần hoàn của cá tra.

Quan sát mô học tại cuống mật của cá tra có triệu chứng vàng da được tiến hành nhằm tìm hiểu diễn tiến bệnh tại cơ quan này, vì kết quả phân tích dịch tễ cho thấy sưng cuống mật là yếu tố liên quan mật thiết nhất. Các tổn thương điển hình được ghi nhận bao gồm sự hiện diện của các khối áp xe lớn, mô sẹo, sự phát triển mạnh của vi

khuẩn, sỏi cuống mật và ký sinh trùng vi bào tử. Ngoài ra, giun tròn cũng được phát hiện xâm nhập lên gan, tạo nên các ổ khu trú tương tự như tại cuống mật; tuy nhiên, tác động của giun tròn chỉ dừng lại ở mức gây xơ gan và không ảnh hưởng trực tiếp đến hệ thống ống mật trong gan. Bên cạnh đó, các vùng trắng mờ sau gan tương ứng với ổ hoại tử tại khu vực tập trung của tế bào đảo tụy. Những phát hiện này cho thấy cá tra chỉ biểu hiện vàng da khi chức năng cuống mật và túi mật bị bất hoạt, chủ yếu do hẹp đường dẫn mật gây cản trở sự lưu thông dịch mật vào ruột trước, hoặc do các yếu tố gây tắc mật cấp tính như : Sỏi, bùn túi mật, khối u hay giun tròn xâm nhập vào cuống mật. Bất kỳ yếu tố nào cản trở dòng chảy dịch mật đều có thể ảnh hưởng đến chức năng tiêu hóa và sức khỏe tổng thể của cá, đồng thời tạo điều kiện cho các mầm bệnh thứ phát xâm nhập và dẫn đến biểu hiện vàng da. Nghiên cứu của Luu (2013) [5] cũng đã cho thấy sự ảnh hưởng của giun tròn *Cucullanus* sp. đến gan và cuống mật khi phân tích mô học, nhưng trong nhiều mẫu cá tra vàng da và sưng cuống mật không quan sát được giun tròn trong mô. Dấu hiệu sưng cuống mật và viêm túi mật có màu xanh đậm, gần đây đã được xác định nguyên nhân là do ký sinh trùng thuộc ngành giun tròn Nematodes chi *Cucullanus bourdini* lây nhiễm [16]. Qua đó, có thể kết luận rằng sưng cuống mật không phải là nguyên nhân chính, mà tắc ống mật mới thực sự là nguyên nhân dẫn đến triệu chứng vàng da trên cá tra. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ mới kết luận được sự tắc mật trong ống mật chủ, cần phải có thêm phân tích đánh giá sự tắc mật trong gan ở các nhánh nhỏ hơn. Sự ảnh hưởng này đã được gợi ý từ trước khi Luu (2013) [5] quan sát thấy có sự biến đổi cấu trúc và mô viêm xung quanh ống mật gan cá tra vàng da, càng khẳng định được dấu hiệu vàng da trên cá tra là "hội chứng" do đa tác nhân gây ra. Có thể bệnh gan thận mủ sẽ ảnh hưởng lớn hơn đến các ống mật hoặc đảo tuỵ trong gan gây nên hiện tượng mao tắc mật, do có sự liên quan mật thiết đến dấu hiệu vàng da khi phân tích yếu tố liên quan.

Mặc dù nghiên cứu chỉ mới khẳng định được một phần nguyên nhân của hội chứng vàng da, do vẫn chưa quan sát được sự tắc/hẹp hoặc hoại tử ống mật trong gan. Nhưng kết quả trong nghiên cứu này đã cho thấy sự phức tạp của hội chứng vàng da trên cá tra. Kết quả phân tích còn cho thấy sự xuất hiện của cá tra vàng da có tính mùa vụ rõ rệt, tập trung vào hai giai đoạn cao điểm là tháng 5 và tháng 9. Đây là những thời điểm bắt đầu và kết thúc mùa mưa trong năm, khi nhiệt độ và chất lượng nước ao nuôi biến động mạnh. Trước đây, có ba yếu tố về ao nuôi đã được xác nhận có ảnh hưởng đến hội chứng vàng da trên cá tra bao gồm sự biến động chất lượng nước trong vụ nuôi, chất lượng nước cấp vào mùa lũ và khi cá đạt kích thước lớn [5]. Trong thời gian tới, cần xây dựng các biện pháp phòng bệnh đặc thù cho từng tác nhân nhằm ngăn ngừa sự hình thành bệnh trên diện rộng. Đồng thời, cần chú trọng đến an toàn sinh học trong thuỷ sản như: Giảm mật độ nuôi để hạn chế lây lan mầm bệnh, quản lý chặt chẽ nguồn nước cấp nhằm ngăn ngừa sự xâm nhập của tác nhân gây bệnh và kiểm soát động vật ngoại lai có thể đóng vai trò vật chủ trung gian của ký sinh trùng trong khu vực nuôi. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp thông tin các tác nhân liên quan đến hội chứng vàng da trên cá tra, tạo cơ sở cho những nghiên cứu kiểm soát bệnh trong nuôi trồng thủy sản thông qua ứng dụng an toàn sinh học hướng đến xây dựng mô hình nuôi thủy sản thâm canh bền vững và giảm thiểu dịch bệnh.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã kết luận được biểu hiện vàng da trên cá tra (*P. hypophthalmus*) là hội chứng do các yếu tố liên quan đến hệ thống gan mật của cá và dấu hiệu vàng da là kết quả của sự tắc ống mật chính. Tuy nhiên, cần có thêm các nghiên cứu chi tiết nhằm xác nhận vai trò đóng góp của gan trong hội chứng vàng da, đồng thời làm rõ cơ chế sinh lý bệnh học liên quan đến rối loạn chức năng gan - mật và tuần hoàn, qua đó xác định chính xác các mầm bệnh và các yếu tố tác động trong quá trình hình thành hội chứng này trên cá tra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Thuỷ sản và Kiểm ngư (2023). Xây dựng Kế hoạch phòng, chống dịch bệnh thủy sản năm 2024. http://tongcucthuysan.gov.vn/vi-vn/nuôi-trồng-thuỷ-sản/-phòng-chống-dịch-bệnh/doc-tin/019588/2023-09-06/xay-dung-ke-hoach-phong-

chong-dich-benh-thuy-san-nam-2024. Truy cập ngày 10/5/2025.

2. Tu, T. D., Nguyen, T. N. N., Nguyen, Q. T., Nguyen, A. T., Shinn, A & Crumlish, M. (2008). Common diseases of Pangasius catfish farmed in Vietnam. *Global Aquaculture Advocate*, 11(7), 77 - 78.

3. Le, T. C & Cheong, F. (2010). Perceptions of risk and risk management in Vietnamese catfish farming: an empirical study. *Aquaculture Economics & Management*, 14(4), 282 - 314. https://doi.org/10.1080/13657305.2010.526019

4. Phạm Thanh Hương và Từ Thanh Dung (2009). Điểm bệnh học của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) bệnh vàng da ở đồng bằng sông Cửu Long, *Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Thủy sản toàn quốc 2009,* thành phố Hồ Chí Minh. Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh, 212 - 218.

5. Luu, T. T. T. (2013). Investigation into jaundice in farmed catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*, Sauvage) in the Mekong Delta, Vietnam Doctor of Philosophy thesis). University of Stirling.

6. Chang, P. H., Kuo, S. T., Chen, M. H., Tu, C., Huang, S. H & Lau, T. M. (2008). Jaundice in cultured hybrid catfish (*Clarias betrachus* x *Clarias fuscusi*). *Journal of Veterinary and Clinical Science*, 1(2), 47 - 51.

7. Pearson, M. D., Chinabut, S., Karnchanakharn, S & Somsiri, T. (1994). Jaundice disease in the farmed catfish hybrid, *Clarias macrocephalus* (Gunther) × *C. gariepinus* (Burchell), in Thailand. *Journal of Fish Diseases*, 17(4), 325 - 336. https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1994.tb00228.x

8. Sakai, T., Murata, H., Endo, M., Shimomura, T., Yamauchi, K., Ito, T., Yamaguchi, T., Nakajima, H & Fukudome, M. (1998). Severe oxidative stress is thought to be a principal cause of jaundice of yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture*, 160(3 - 4), 205 - 214. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00304-9

9. Smith, P. A., Larenas, J., Contreras, J., Cassigoli, J., Venegas, C., Rojas, M. E., Guajardo, A., Pérez, S & Díaz, S. (2006). Infectious haemolytic anaemia causes jaundice outbreaks in seawater - cultured coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), in Chile. *Journal of Fish Diseases*, 29(12), 709 - 715. https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2006.00766.x

10. Crumlish, M., Dung, T. T., Turnbull, J. F., Ngoc, N. T. N. N & Ferguson, H. W. (2002). Identification of *Edwardsiella ictaluri* from diseased freshwater catfish, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage), cultured in the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Fish Diseases*, 25(12), 733 - 736. https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00412.x

11. Ly, L. T. T., Nguyen, D. N., Vo, P. H., & Doan, C. Van. (2009). Hemorrhage Disease of Cultured Tra Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Mekong Delta (Vietnam). *Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, 61(3), 215 - 224. https://doi.org/10.46989/001c.20557

12. Duc, P. M., Thy, D. T. M., Hatai, K & Muraosa, Y. (2015). Infection of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Viet Nam caused by the fungus *Fusarium incarnatum-equiseti*. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol*, 35(6), 208 - 216.

13. Từ Thanh Dung, Michael, K. S., Nguyễn Bảo Trung, Lê Minh Khôi, Hoàng Thị Ngọc Đoan, Quách Văn Cao Thi (2024). Phân lập, định danh và đặc điểm của vi khuẩn *Vibrio mimicus* gây bệnh lở loét trên cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) nuôi ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 60(6), 172 - 182. https://doi.org/ 10.22144/ctujos.2024.467.

14. Từ Thanh Dung (2010). Nghiên cứu về huyết học cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) bệnh trắng gan trắng mang. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 15b, 81 - 90.

15. Day, C. E. (2015). Histopathology Methods and Protocols (C. E. Day (ed.); 1st ed.). Humana Press. 417 p. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1050-2

16. Hang, N. T. T., Nhu, T. Q & Trung, N. B (2024). A new nematode *Cucullanus bourdini* infection in the common bile duct of striped catfish (*Pangasianodon hypothalamus*). *Aquacult Int,* 32, 10071 - 10083. https://doi.org/ 10.1007/s10499-024-01650-w.

RESEARCH ON YELLOW FILLET SYNDROME IN FARMED CATFISH (*Pangasianodon hypophthalmus*) IN THE MEKONG DELTA, VIETNAM

Le Minh Khoi[1], Nguyen Bao Trung[1], Tu Thanh Dung[1]

[1]*Faculty of Aquatic Pathology,*

College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University

Abstract

The study was conducted to determine the factors related to the formation of jaundice in striped catfish (*P. hypophthalmus*) cultured in the Mekong Delta. A total of 127 ponds were surveyed, including 22 ponds had no disease signals and 105 ponds had diseased fish, of which 39 ponds had been identified with jaundice. Through microbiological analysis, it was shown that white spots internal organs, cholecystitis, bile duct swelling, hemorrhage, swim bladder swelling, pale gills and liver, and ulcerative disease were likely to be co-infected with jaundice. However, correlation factor analysis showed that only white spots internal organs, cholecystitis and bile duct swelling had a direct impact. Histological analysis showed that pigments were deposited between the interstitial cells of the liver, kidney and spleen. Nematode and bacteria were also recorded in the bile duct of striped catfish showing clinical signs of jaundice. The results indicated that jaundice in striped catfish is essentially a syndrome formed by multiple factors, leading to obstruction of the main bile ducts. It is also hypothesized that bacteria affecting the liver of striped catfish represent an underlying cause contributing to the development of jaundice syndrome.

Keywords: *Epidemiology, histopathology, striped catfish, yellow fillet syndrome.*

Ngày nhận bài: 16/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 11/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 6/8/2025

Ngày duyệt đăng: 16/9/2025

HIỆN TRẠNG KHÁNG KHÁNG SINH CỦA VI KHUẨN *Edwardsiella ictaluri* TRÊN CÁ TRA GIỐNG (*Pangasianodon hypophthalmus*) Ở TỈNH TÂY NINH VÀ ĐỒNG THÁP

Võ Thị Bé Hiền[1], Nguyễn Hoàng Nam Kha[2],
Đỗ Thị Kiều Loan[1], Truyện Nhã Định Huệ[2,*]
[1]*Sinh viên Khoa Thuỷ sản, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh*
[2]*Khoa Thuỷ sản, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh*
[*]*Email: nhahuets@hcmuaf.edu.vn*

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm đánh giá tỷ lệ kháng kháng sinh của 75 chủng vi khuẩn *Edwardsiella ictaluri (E. ictaluri)*, phân lập từ cá tra giống (*Pangasianodon hypophthalmus*) tại tỉnh Tây Ninh và Đồng Tháp với 10 loại kháng sinh. Kết quả cho thấy, các chủng *E. ictaluri* có tỷ lệ kháng cao với các kháng sinh Ampicillin, Streptomycin, Trimethoprim/Sulfamethoxazol, axit Nalidixic, Florfenicol lần lượt là: 61,3; 74,7; 97,3; 93,3; 60,0%. Tỷ lệ vi khuẩn thể hiện tính đa kháng là 97,3%; trong đó, tỷ lệ đa kháng từ 3-6 loại kháng sinh là 89,3%. Chỉ số đa kháng kháng sinh (MAR) dao động từ 0,37 - 0,48 (của mỗi địa điểm thu mẫu) cho thấy, cá tra giống có thể được nuôi trong các khu vực mà kháng sinh thường được sử dụng.

Từ khoá: *Edwardsiella ictaluri, kháng kháng sinh, MAR, Pangasianodon hypophthalamus.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thủy sản là một trong những ngành xuất khẩu mũi nhọn của Việt Nam, trong đó cá tra *(Pangasianodon hypophthalmus)* là đối tượng xuất khẩu chủ lực của nghề nuôi cá nước ngọt. Đồng Tháp (Đồng Tháp cũ, Tiền Giang cũ) và Tây Ninh (tỉnh Long An cũ) là hai tỉnh ương nuôi cá tra giống lớn ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long [1] [2]. Tuy nhiên, nghề nuôi cá giống tại nơi này gặp không ít khó khăn về dịch bệnh. Bệnh gan thận mủ với tác nhân chính là vi khuẩn *E. ictaluri* được xem là đặc biệt nguy hiểm đối với nghề nuôi cá tra. *E. ictaluri* có thể gây bệnh trên cá giống, cá thịt với tỉ lệ chết từ 90 - 100%, gây thiệt hại lớn do tăng tỉ lệ hao hụt và chi phí cho việc điều trị [3].

Việc sử dụng quá nhiều loại kháng sinh trong phòng và trị bệnh vi khuẩn và sử dụng kháng sinh không đúng qui định, không kiểm soát có thể làm tác động đến môi trường, hệ sinh thái hoặc để lại dư lượng trong sản phẩm thủy sản và dẫn đến hiện tượng kháng kháng sinh trong các loài vi khuẩn gây bệnh trên cá [4]. Hiện tượng đa kháng kháng sinh đang là mối lo không chỉ của người nuôi mà còn đối với các nhà quản lý sức khỏe cộng đồng bởi nó không chỉ làm giảm hiệu quả điều trị mà còn tiềm ẩn nhiều nguy cơ đối với sức khỏe con người, nhất là đối với các kháng sinh đã bị cấm sử dụng trong nuôi trồng thủy sản. Nhiều nghiên cứu đã khẳng định tác động của việc sử dụng kháng sinh trong môi trường nuôi thủy sản sẽ tạo ra những chủng vi khuẩn kháng kháng sinh [5, 6]. Hiện tượng kháng kháng sinh của vi khuẩn *E. ictaluri* trên cá tra nuôi đã được ghi nhận khá nhiều trong các nghiên cứu của Sarter và cs (2007) [4], Tu và cs (1997, 2008) [7, 8], Nguyen và cs (2005) [9], Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10]… Chính vì thế mục tiêu của nghiên cứu là nhằm đánh giá tính kháng kháng sinh của các chủng *E. ictaluri* phân lập tại một số ao nuôi cá tra giống bị bệnh gan thận mủ tại tỉnh Tây Ninh và Đồng Tháp và đối với một số loại kháng sinh thường sử dụng trong điều trị bệnh gan thận mủ tại địa phương.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được tiến hành tại Phòng thí nghiệm Bệnh học Thủy sản, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh.

Tại hai tỉnh Tây Ninh và Đồng Tháp, cá tra giống (*Pangasianodon hypophthalmus*) có trọng lượng trung bình 5 - 30 g/con, có biểu hiện bệnh gan thận mủ đã được thu thập. Trong nghiên cứu này, ở mỗi tỉnh tiến hành thu mẫu tại 5 trại bất kỳ mà cá có biểu hiện bệnh gan thận mủ và số lượng mẫu cá thu thập là 5 cá/trại. Như vậy, tổng số mẫu thu được trong nghiên cứu là 25 mẫu.

Phân lập vi khuẩn *E. ictaluri* từ mẫu gan, thận, lách và tiến hành định danh sơ bộ theo hướng dẫn của Frerichs và Millar (1993) [11]. Cụ thể, phân lập vi khuẩn trên môi trường BHIA (Brain Heart Infusion Agar, Himedia - Ấn Độ). Sau 48 giờ ủ ở 28°C, chọn các khuẩn lạc đặc trưng để tiếp tục cấy thuần. Vi khuẩn được kiểm tra các chỉ tiêu định danh sơ bộ (nhuộm Gram, khả năng di động, oxidase, catalase) trước khi định danh khẳng định lại bằng bộ kit ^{NK}IDS 14 GNR (Nam Khoa Biotek, Việt Nam). Lưu trữ và bảo quản các chủng vi khuẩn thu được trong paraffin + BHIA ở 4°C và glycerol + BHIB (Brain Heart Infusion Broth, Himedia - Ấn Độ) ở - 80°C.

Các chủng *E. ictaluri* phân lập được kiểm tra kháng sinh đồ theo phương pháp khuếch tán đĩa kháng sinh theo tiêu chuẩn của CLSI (2021) [12] trên môi trường MHA (Mueller-Hinton Agar, Himedia - Ấn Độ) với 10 loại kháng sinh gồm Ampicillin (AMP, 10 µg), Tetracycline (TET, 30 µg), Streptomycin (STR, 10 µg), Trimethoprim/Sulfamethoxazol (SXT, 25 µg), axit Nalidixic (NAL, 30 µg), Ciprofloxacin (CIP, 5 µg), Enrofloxacin (ENR, 5 µg), Chloramphenicol (CHL, 30 µg), Nitrofurantoin (NIT, 300 µg) và Florfenicol (FLO, 30 µg) (Oxoid, Anh). Tất cả các loại kháng sinh đặt trên đĩa được lặp lại ba lần. Biện luận đường kính vòng vô khuẩn của các vi khuẩn kiểm tra theo tiêu chuẩn của CLSI (2021) [12] để đánh giá khả năng nhạy cảm của vi khuẩn đối với kháng sinh theo ba mức độ: Nhạy cảm, trung gian và đề kháng.

Chỉ số đa kháng kháng sinh (MAR) được tính toán theo công thức của Krumperman (1983) [13]. Giá trị chỉ số MAR ≤ 0,2 chỉ ra rằng, cá tra giống có thể được nuôi trong khu vực không hoặc hiếm khi tiếp xúc với kháng sinh; trái lại nếu giá trị MAR > 0,2 cho thấy, cá tra giống có thể được nuôi trong khu vực có tiếp xúc với kháng sinh. Công thức xác định chỉ số đa kháng kháng sinh (MAR) như sau:

$$MAR = a/(b \times c)$$

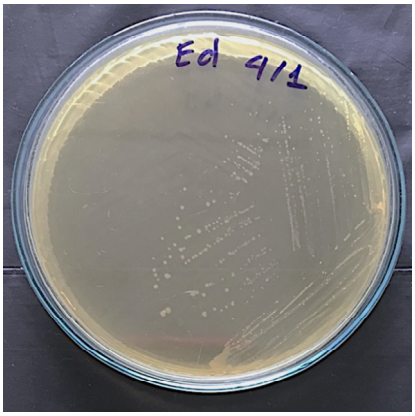
Trong đó: a là tổng điểm kháng kháng sinh của tất cả vi khuẩn phân lập tại địa điểm thu mẫu; b là số tổng số kháng sinh kiểm tra; c là tổng số vi khuẩn phân lập được tại địa điểm thu mẫu.

Phương pháp xử lý số liệu: Sử dụng Microsoft Excel 2010 để nhập số liệu, tính giá trị trung bình và vẽ biểu đồ.

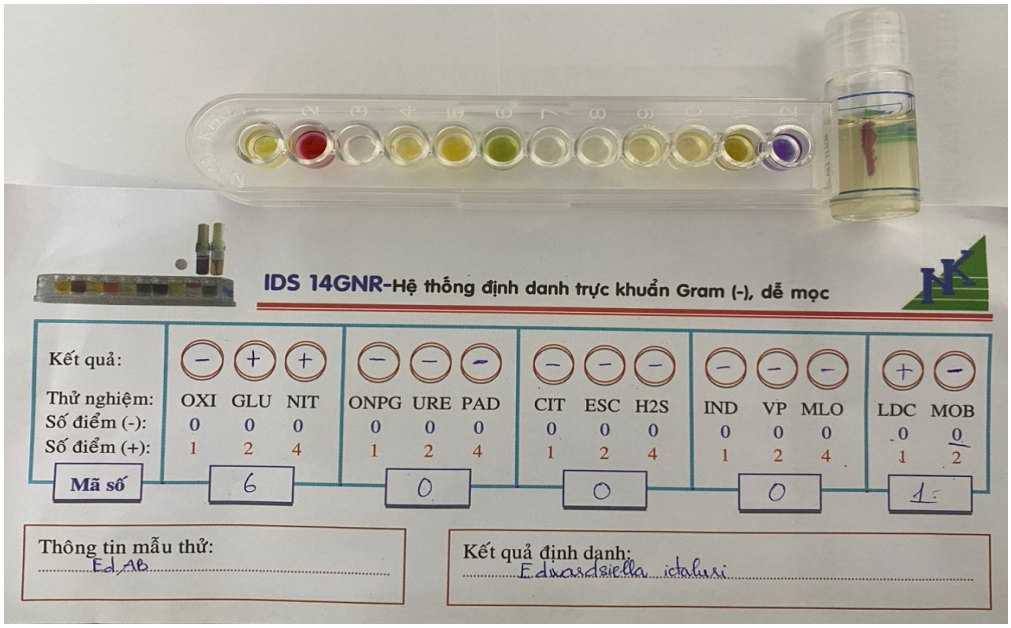
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân lập và định danh vi khuẩn

Hình 1. Đốm mủ trắng xuất hiện ở thận trước của cá bệnh



Hình 2. Khuẩn lạc vi khuẩn *E. ictaluri*



Hình 3. Kết quả định danh vi khuẩn phân lập bằng bộ kit NKIDS 14 GNR

Ở mỗi tỉnh (Long An cũ/Tiền Giang cũ/Đồng Tháp cũ) đề tài đã thu 25 mẫu cá tra giống có biểu hiện bệnh gan thận mủ. Cá thu mẫu đều có đặc điểm chung là xuất hiện các đốm trắng trên gan/thận/lách; lách sưng rất to; đôi khi có xuất huyết trong các cơ quan, thành bụng, các gốc vây và hậu môn. Từ mỗi mẫu cá phân lập trên môi trường BHIA, chọn 1 khuẩn lạc đặc trưng có màu trắng trong, rìa răng cưa, phát triển sau 48 giờ nuôi cấy. Kết quả kiểm tra khuẩn lạc đều là trực khuẩn Gram âm, oxidase âm tính, catalase dương tính và có khả năng di động yếu, định danh bằng NKIDS 14 GNR cho kết quả là *E. ictaluri*. Như vậy, tổng cộng có 75 khuẩn lạc rời *E. ictaluri* đã được phân lập từ 75 cá tra giống có biểu hiện bệnh gan thận mủ tại tỉnh Tây Ninh và Đồng Tháp.

Bảng 1. Tính kháng kháng sinh của các chủng *E. ictaluri* phân lập

Nhóm kháng sinh/ Kháng sinh	Số chủng			Tỷ lệ (%)		
	Kháng	Trung bình	Nhạy	Kháng	Trung bình	Nhạy
β-lactams						
Ampicillin	46	1	28	**61,3**	1,3	37,3
Aminoglycosides						
Streptomycin	56	1	18	**74,7**	1,3	24,0
Tetracyclines						
Tetracycline	14	35	26	18,7	46,7	34,7
Quiolones						
Axit Nalidixic	73	2	0	**97,3**	2,7	0,0
Ciprofloxacin	1	2	72	1,3	2,7	96,0
Enrofloxacin	3	3	69	4,0	4,0	92,0
Tổng hợp axit folic						

Trimethoprim/Sulfamethoxazol	70	1	4	**93,3**	1,3	5,3
Phenicols						
Chloramphenicol	15	16	44	20,0	21,3	58,7
Florfenicol	45	11	19	**60,0**	14,7	25,3
Nitrofurans						
Nitrofurantoin	2	1	72	2,7	1,3	96,0

Ampicillin là kháng sinh truyền thống thuộc nhóm β-lactams, có tác động sát khuẩn trên cả vi khuẩn Gram dương và Gram âm. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ kháng của vi khuẩn *E. ictaluri* với kháng sinh Ampicillin là 61,3%, tuy nhiên, trong các nghiên cứu trước, tỷ lệ này thường rất thấp. Theo Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14] và Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10], tỷ lệ kháng kháng sinh của vi khuẩn *E. ictaluri* phân lập từ các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long đối với kháng sinh Ampicillin là: 6,4%, 10%, 26,7%. Như vậy, có thể kháng sinh Ampicillin đã được sử dụng thường xuyên trong điều trị bệnh cá tại khu vực thu mẫu.

Streptomycin là kháng sinh thuộc nhóm aminoglycoside với cơ chế tác dụng vào quá trình tổng hợp protein ở ribosome. Tỷ lệ kháng Streptomycin trong nghiên cứu này là 74,7% và tương đồng với kết quả nghiên cứu của Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14], Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10] với tỷ lệ kháng cao lần lượt là 84,1 và 80,0%. Theo Bùi Kim Tùng và cs (2001) [15], streptomycin không hấp thụ qua đường ruột nên chỉ có thể sử dụng qua đường tiêm trong y học và thú y. Như vậy, cùng với tính hấp thụ kém qua đường ruột và tỷ lệ kháng cao trong nghiên cứu này thì STR nên hạn chế sử dụng trong điều trị bệnh cá tại các khu vực thu mẫu.

Tetracylines là họ kháng sinh phổ rộng được phép sử dụng khá lâu trong nuôi trồng thủy sản để điều trị bệnh, thúc đẩy tăng trưởng và đã xuất hiện tình trạng đề kháng [16]. Dựa theo kết quả từ bảng 1, tỷ lệ kháng của Tetracylines chỉ ở mức 18,7%. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả của Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10] với tỷ lệ kháng kháng sinh này là 26,7%. Tuy nhiên, theo Từ Thanh Dung và cs (2010) [17], Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14] tỷ lệ kháng lên đến 69,1%. Kháng sinh tetracycline nằm trong danh mục hạn chế sử dụng trong sản xuất kinh doanh thủy sản từ năm 2016 [18], từ đó có thể lý giải được tại sao tỷ lệ kháng Tetracylines trong nghiên cứu của chúng tôi khá thấp so với các nghiên cứu trước đây; điều đó cũng cho thấy người nuôi cá tại các khu vực thu mẫu đã có ý thức trong việc hạn chế sử dụng kháng sinh này.

Quinolone là họ kháng sinh hiệu quả được sử dụng nhiều trong y học do hoạt lực cao, phổ kháng khuẩn rộng và ít tác dụng phụ [19]. Cũng theo Cục Kiểm định thuốc châu Âu (EMEA 2006) [20], quinolone là nhóm kháng sinh quan trọng dùng điều trị bệnh nhiễm khuẩn nguy hiểm cho con người và động vật, nếu lạm dụng những kháng sinh trong nhóm quinolone có thể tạo ra các dòng kháng thuốc vĩnh viễn do đột biến nhiễm sắc thể. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ kháng đối với nhóm quinolone bao gồm: Axit Nalidixic, Ciprofloxacin, Enrofloxacin lần lượt là 97,3; 1,3; 4,0%. Tương tự, trong các nghiên cứu của Sarter và cs (2007) [4], Hoang Nam Kha Nguyen (2012) [21] đều chỉ ra, tỷ lệ vi khuẩn phân lập từ động vật thủy sản kháng với axit Nalidixic cao hơn so với Ciprofloxacin. Theo Crump và cs (2011) [22], vi khuẩn kháng với axit Nalidixic (quinolone thế hệ thứ nhất) dễ bị đột biến và chuyển sang kháng thế hệ thứ hai (như Ciprofloxacin) gây khó khăn cho việc điều trị nhiều bệnh nguy hiểm. Thêm vào đó, theo Bộ Y tế (2016) [23], Ciprofloxacin là kháng sinh hiệu quả nhất để sử dụng điều trị bệnh thương hàn. Từ số liệu kháng của axit Nalidixic trong nghiên cứu này có thể thấy, cần phải cẩn trọng trong việc sử dụng axit Nalidixic để điều trị bệnh gan thận mủ ở các khu vực thu mẫu. Ciprofloxacin và Enrofloxacin là kháng sinh nằm trong danh mục cấm sử dụng trong nuôi trồng thuỷ sản của Bộ Nông nghiệp và

Phát triển nông thôn (2016) [18]. Tỷ lệ kháng kháng sinh của vi khuẩn *E. ictaluri* với Ciprofloxacin trong nghiên cứu này thấp so với nghiên cứu của Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10] là 30,3%, Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14] là 36,5%. Tương tự, trong nghiên cứu này, tỷ lệ kháng thấp cũng được ghi nhận ở kháng sinh Enrofloxacin. Theo báo cáo của Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14], Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10], có 75,4; 76,3 và 80% số chủng vi khuẩn *E. ictaluri* kháng với Enrofloxacin. Như vậy có thể nhận định, tỷ lệ kháng của Ciprofloxacin và Enrofloxacin trong nghiên cứu này thấp và thấp hơn so với các nghiên cứu trước đây, từ đó có thể thấy, người nuôi đã thể hiện trách nhiệm hơn trong việc hạn chế sử dụng kháng sinh cấm; tuy nhiên đây vẫn là kháng sinh cấm sử dụng trong nuôi trồng thuỷ sản, do đó cần phải kiểm soát chặt chẽ việc sử dụng kháng sinh này.

Trong nghiên cứu này, các chủng vi khuẩn *E. ictaluri* có có tỷ lệ kháng cao với kháng sinh Trimethoprim/Sulfamethoxazol là 93,3%. Tỷ lệ kháng của Trimethoprim/Sulfamethoxazol trong nghiên cứu này tương đồng với các nghiên cứu trước đây trên vi khuẩn *E. ictaluri*. Theo số liệu báo cáo của Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10], Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14], Tu và cs (2010) [17] tất cả các chủng vi khuẩn *E.ictaluri* phân lập được kháng hoàn toàn với kháng sinh Trimethoprim/Sulfamethoxazol. Tỷ lệ vi khuẩn phân lập tự động vật thủy sản kháng với Trimethoprim/Sulfamethoxazol khá cao do kháng sinh này thường sử dụng để điều trị bệnh nhiễm khuẩn Gram âm trong nuôi trồng thủy sản ở các nước châu Á [16].

Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2016) [18], Chloramphenicol là kháng sinh nằm trong danh mục cấm sử dụng trong sản xuất, kinh doanh động vật thủy sản. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ kháng Chloramphenicol của các chủng *E. ictaluri* là 20% và thấp hơn so với các nghiên cứu trước đây của Tu và cs (2010) [17] là 78,6% và Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14] là 75,4%, thậm chí trong nghiên cứu của Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10], tỷ lệ kháng này này lên đến 90,0%. Từ tỷ lệ kháng của Chloramphenicol trong nghiên cứu này thấp rất nhiều so với các nghiên cứu trước đây thì có lẽ người nuôi đã sử dụng kháng sinh bị cấm có trách nhiệm hơn. Cùng chung họ với kháng sinh với Chloramphenicol, Florfenicol có phổ kháng khuẩn rộng, thường được sử dụng để trị bệnh ESC (Enteric Septicemia of Catfish) do vi khuẩn *E. ictaluri* gây ra trên cá nheo Mỹ (*Ictalurus puntatus*) [24]. Theo Dowling (2006) [25], Florfenicol được xem là kháng sinh thay thế cho chloramphenicol và rất nhanh florfenicol đã được sử dụng phổ biến trong ngành chăn nuôi. Trong nghiên cứu này, có 45 chủng *E. ictaluri* (chiếm 60%) kháng với kháng sinh florfenicol. Tỷ lệ kháng florfenicol trong nghiên cứu này thấp so với các nghiên cứu của Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14] là 73%; Tu và cs (2010) [17] là 73,5%; Quách Văn Cao Thi và cs (2014) [10] là 93,3%. Tuy nhiên, theo một số báo cáo, tính kháng của vi khuẩn với thuốc flofenical tăng nhanh do thông qua nhiều cơ chế khác nhau như: Đào thải thuốc ra khỏi tế bào [26]; mã hóa gen liên quan đến integron [27] và thông qua plasmid [28].

Nitrofurans với cấu trúc 5 nhóm nitro có tác động đến một vài enzyme vi khuẩn nên là kháng sinh có tác dụng kháng khuẩn phổ rộng.

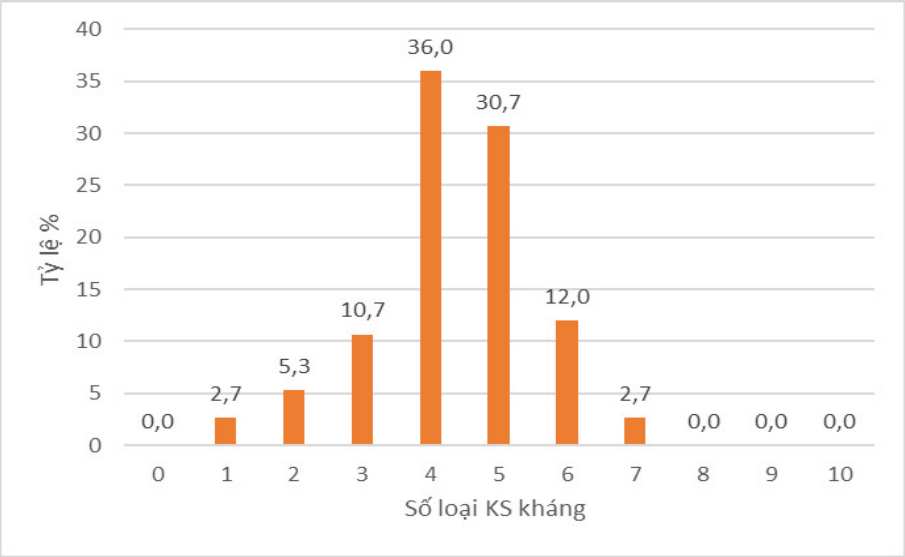
Nitrofurans thường được sử dụng để điều trị bệnh ký sinh đơn bào và nhiễm khuẩn trong thú y. Tuy nhiên, Nitrofurans đã bị cấm sử dụng cho thú y và thuỷ sản. Trong nghiên cứu này, tỷ lệ kháng sinh của Nitrofuran là rất thấp, khoảng 2,7%; kết quả này tương tự với các nghiên cứu của Tu và cs (2010) [17] và Phạm Thanh Hương và cs (2010) [14]. Tỷ lệ kháng kháng sinh của các chủng *E. ictaluri* đối với các kháng sinh cấm sử dụng trong nuôi trồng thủy sản (CIP, ENR, CHL, NIT) trong nghiên cứu này là rất thấp, điều đó cho thấy, người nuôi tại nơi đây đã thể hiện trách nhiệm cao đối với việc sử dụng kháng sinh cấm trong nuôi trồng thuỷ sản.

3.3. Tỷ lệ đa kháng kháng sinh và chỉ số đa kháng kháng sinh (MAR)

Tỷ lệ đa kháng kháng sinh của vi khuẩn *E. ictaluri* được thể hiện qua hình 5.

Dựa vào kết quả phân tích tính đa kháng kháng sinh của các chủng *E. ictaluri* (Hình 5), có

thể thấy không có vi khuẩn nào nhạy cảm với cả 10 loại kháng sinh thử nghiệm. Tỷ lệ vi khuẩn thể hiện tính đa kháng (kháng ít nhất 2 loại kháng sinh kiểm tra) là 97,3%; trong đó, tỷ lệ đa kháng từ 3 - 6 loại kháng sinh là 89,3%.



Hình 5. Kết quả phân tích tính đa kháng kháng sinh của các chủng *E. ictaluri*

Chỉ số đa kháng kháng sinh (MAR) của vi khuẩn *E. ictaluri* phân lập ở tỉnh Tây Ninh, Đồng Tháp và MAR tổng hợp của 3 tỉnh lần lượt là: 0,48; 0,37; 0,45 và 0,43 (bảng 2). Có thể nhận thấy, chỉ số MAR ở các tỉnh thực hiện thu mẫu đều lớn hơn 0,2. Như vậy có thể cá tra giống tại các khu vực lấy mẫu thuộc 2 tỉnh Đồng Tháp và Tây Ninh có thể được nuôi trong điều kiện có tiếp xúc kháng sinh [13].

Bảng 2. Chỉ số đa kháng kháng sinh (MAR) của các chủng *E. ictaluri* theo khu vực lấy mẫu

Địa điểm	Tổng điểm kháng KS	Chỉ số MAR
Tỉnh Đồng Tháp cũ	121	0,48
Tỉnh Tiền Giang cũ	92	0,37
Tỉnh Long An cũ	112	0,45
Cả 3 địa điểm	325	0,43

Theo kết quả nghiên cứu của Mcphearson và cs (1991) [28] và Starliper và cs (1993) [29], các gen kháng kháng sinh gồm: Tetracycline, Oxytetracycline, Trimethoprim, Trimethoprim/ Sulfamethoxazol đã được tìm thấy trên plasmid của vi khuẩn *E. ictaluri*. Tương tự, kết quả nghiên cứu của Tu và cs (2009) [30] đã tìm thấy plasmid chứa gen kháng các kháng sinh: Tetracycline, Streptomycin, Trimethoprim và Sulfonamide trên vi khuẩn *E. ictaluri* gây bệnh gan thận mủ trên cá tra tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu của Hoang Nam Kha Nguyen và cs (2012) [21] đã phân lập được các chủng vi khuẩn *Aeromonas* spp., *Pseudomonas* spp. từ cá tra có mang gen kháng kháng sinh, đồng thời đã thực hiện thành công việc chuyển gen kháng kháng sinh bằng phương pháp tiếp hợp sang vi khuẩn *E. coli* có nguồn gốc từ con người. Tương tự, Nguyễn Hoàng Nam Kha và cs (2019) [31] đã thực hiện chuyển gen kháng kháng sinh (Ampicillin, axit Nalidixic, Ciprofloxacin, Trimethoprim/Sulfamethoxazol, Chloramphenicol) từ vi khuẩn *E. coli* (phân lập trên tôm thẻ) sang vi khuẩn *E. coli* (phân lập trên người) bằng phương pháp tiếp hợp. Từ đó có thể thấy, tình trạng đa kháng kháng sinh rất nguy hiểm và cần phải hết sức thận trọng trong việc

quản lý và sử dụng kháng sinh, tránh gây tác động xấu đến sức khoẻ của cộng đồng.

4. KẾT LUẬN

Tỷ lệ kháng kháng sinh của 75 khuẩn *E. ictaluri* với 10 loại kháng sinh trong nghiên cứu này là Ampicillin (61,3%), Streptomycin (74,7%), Tetracycline (18,7%), axit Nalidixic (97,3%), Ciprofloxacin (1,3%), Enrofloxacin (4%), Trimethoprim/Sulfamethoxazol (93,3%), Chloramphenicol (20%), Florfenicol (60%), Nitrofurantoin (2,7%). Tỷ lệ đa kháng là 97,3% và chỉ số đa kháng (MAR) từ 0,37 - 0,48 cho thấy có thể cá tra giống tại các khu vực lấy mẫu có thể được nuôi trong điều kiện có tiếp xúc với kháng sinh.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí bởi đề tài cơ sở sinh viên mã số CS-SV25-TS02 của Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hiệp hội Chế biến và Xuất khẩu Thủy sản Việt Nam (2024). Tiền Giang: Sản lượng thu hoạch cá tra năm 2024 đạt 103% kế hoạch. https://vasep.com.vn/san-pham-xuat-khau/ca-tra/nguyen-lieu/tien-giang-san-luong-thu-hoach-ca-tra-nam-2024-dat-103-ke-hoach-32308.html

2. Ngô Chuẩn (2019). Đồng bằng sông Cửu Long: Vì sao chất lượng cá tra giống chưa cao? https://www.qdnd.vn/kinh-te/cac-van-de/dong-bang-song-cuu-long-vi-sao-chat-luong-ca-tra-giong-chua-cao-703229

3. Crumlish, M., T. T. Dung, J. F. Turnbull, N. T. N Ngoc and H. W. Ferguson (2002). Identification of *Edwardsiella ictaluri* from diseased freshwater catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage), cultured in the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Fish Diseases,* 25, 733 - 736.

4. Sarter, S., N.H. Kha, L.T. Hung, J. Lazard and D. Montet (2007). Antibiotic resistance in Gram-negative bacteria isolated from farmed catfish. *Food control,* 18, 1391 - 1396.

5. Hansen P. K., Lunestad B. T., Samuelen O. B. M. (1993). Ecological effects of antibiotics and chemotherapeutants from fish farming. In: Michel, C., Aldeman, D. J. (Eds.). *Chemotheraphy in Aquaculture: From Theory to Reality. Office International des Epizootics, Paris*, 288 - 301. Office International des Epizootics.

6. Depaola, A., Peeler J. T. and Rodrick, G. E. (1995). Effect of oxytetraxycline-medicated feed on antibiotic resistance of gram - negative bacteria in catfish ponds. *Applied and Environmental Microbiology,* 61(6), 2335 - 2340

7. Tu D. T., Z. Galina, Dang O. T. H., Z. Jeney, Nguyen T. A. (1997). Results of the baseline survey on fish health management in freshwater aquaculture of the Mekong Delta Vietnam. *West-East-South (Wes) Newsletter 6.*

8. Tu D. T., Haesebrouck, F., Nguyen, T. A., Baele, S. M., Decostere, A. (2008). Antimicrobial susceptibility pattern of *Edwardsiella ictaluri* isolates from natural outbreaks of bacillary necrosis of *Pangasianodon hypophthalmus* in Vietnam. *Microbial Drug Resistance*. 14, 311 - 316.

9. Nguyen, P. T., Dang, O. T. H., Tu, D. T., Le, S. X. (2005). Bacterial Resistance to antimicrobials Use in shrimp and fish farms in the Mekong Delta, Vietnam. In Proceedings of the International Workshop on antibiotic resistance in Asian Aquaculture Environments.Chiang May, Thaïland. ISBN 88-901344-3-7

10. Quách Văn Cao Thi, Từ Thanh Dung, Đặng Phạm Hòa Hiệp (2014). Hiện trạng kháng thuốc kháng sinh trên hai loài vi khuẩn *Edwardsiella ictaluri* và *Aeromonas hydrophila* gây bệnh trên cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ, số chuyên đề Thủy sản*, 2, 7 - 14.

11. Frerichs, G. N., Millar, S. D. (1993). *Manual for the isolation and identification of fish bacterial pathogens*. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland. 60 papers.

12. CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) (2021). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; 31st Edition

13. Krumperman, P. H, (1983). Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination

of foods. *Applied and Environmental Microbiology,* 46, 165 - 170.

14. Phạm Thanh Hương, Nguyễn Thiện Nam, Từ Thanh Dung và Nguyễn Anh Tuấn (2010). Sự kháng kháng sinh của vi khuẩn *Edwardsiella ictaluri* và *Aeromonas hydrophila* gây bệnh trên cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) ở đồng bằng sông Cửu Long. Kỷ yếu Hội nghị khoa học Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ, lần 4: 250 - 261.

15. Bùi Kim Tùng, Bùi Kim Hoàng và Bùi Kim Tân (2001). Thuốc kháng sinh. Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu. 255 trang.

16. Serrano P. H. (2005). *Responsible use of antibiotics in aquaculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries Technical, 469 pages.

17. Từ Thanh Dung, Freddy Haesebrouck, Nguyễn Anh Tuấn, Partrick Sorgeloos,Margo Baele và Annemie Decostere (2010). Hiện trạng kháng thuốc kháng sinh trên vi khuẩn *Edwardsiella ictaluri* gây bệnh gan thận mủ trên cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ,* 15a, 162 - 171.

18. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (MARD) (2016). *Thông tư số 10/2016/TT-BNNPTNT, ngày 01 tháng 6 năm 2016: Ban hành danh mục thuốc thú y được phép lưu hành, cấm sử dụng tại Việt Nam*. Truy cập ngày 21 tháng 5 năm 2024, từ https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Xuat-nhap-khau/Thong-tu-10-2016-TT-BNNPTNT-thuoc-thu-y-duoc-phep-luu-hanh-cam-su-dung-o-Viet-Nam-315674.aspx

19. Andersson, M. I., MacGowan. A. P. (2003). Development of the quinolones. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy,* 51, 1 - 11.

20. EMEA (European Medicines Agency) (2006). Refection paper on the use of macrolides, lincosamides and streptogramins (MLS) in food-producing aimals in the European Union: development of resistance and imfact on human and animal heath.

21. Hoang Nam Kha Nguyen, Thi Thu Hao Van, Jeff Shimeta, Peter M. Smooker, Peter J. Coloe (2012). Antibiotic resistant characteristics of bacteria isolated from catfish and humans in Vietnam.

22. Crump, J. A., Medalla, F. M., Joyce, K. W., Krueger, A. L., Hoekstra, R. M., Whichard, J. M., Barzilay, E. J. & Group, E. I. P. N. W. (2011). Antimicrobial resistance among invasive nontyphoidal Salmonella enterica iso- lates in the United States: National antimicrobial resistance monitoring system, 1996 to 2007. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy,* 55, 1148 -1154.

23. Bộ Y tế (MOH) (2016). *Bệnh thương hàn* (*Typhus abdominalis*). Truy cập ngày 21 tháng 5 năm 2024, từ https://vncdc.gov.vn/bệnh-thương-hàn-nd14516.html

24. McGinnis, A., Gaunt, P., Santucci, T., Simmons, R. and Endris R. (2003). *In vitro* evaluation of the susceptibility of *Edwardsiella ictaluri*, etiological agen of enteric septicemia in channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), to florphenicol. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation,* 15, 576 - 579.

25. Dowling, P. M. (2006). Chloramphenicol, thiamphenicol and florfenicol. In: S. Giguère, J. F. Prescott, D. Baggot, R D. Walker and P.M. Dowling (ed.), Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 241 - 248. Blackwell Publishing Ltd.

26. Miranda, C. D. and Zemelman R. (2002). Antimicrobial multiresistance in bacteria isolated from freshwater Chilean salmon farms. Science of the Total Environment, 293(1 - 3): 207 - 218.

27. Keyes, K., C. Hudson and J. J. Maurer (2000). Detection of florfenicol resistance genes in Escherichia coli isolated from sick chickens. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 44, 421 - 424.

28. McPhearson, DePaola, R. M., A., Zywno, S. R., Motes, M. L. J., Guarino, A. M. (1991). Antibiotic resistance in Gram-negative bacteria from cultured catfish and aquaculture ponds. *Aquaculture,* 99, 203 - 211.

29. Starliper, C. E., R. K. Cooper, E. B. Shotts and P. W. Taylor (1993). Plasmid-mediated romet

resistance of Edwardsiella ictaluri. *Journal of Aquatic Animal Health*, 5, 1 - 8.

30. Tu, D. T., Haesebrouck, F., Sorgeloos, P., Nguyen, T. A., Pasmans, F. (2009). IncK plasmid-mediated tetracyclin resistance in *Edwardsiella ictaluri* isolates from diseased freshwater catfish in Vietnam. *Aquaculture,* 295, 157 - 159.

31. Nguyễn Hoàng Nam Kha, Truyện Nhã Định Huệ (2019). Kháng kháng sinh của vi khuẩn *E.coli* phân lập từ tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) thương mại trong một số chợ và siêu thị tại thành phố Hồ Chí Minh và đánh giá khả năng lan truyền đặc tính kháng kháng sinh của vi khuẩn phân lập. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 18(2), 97 - 103.*

ANTIBIOTIC RESISTANCE OF *Edwardsiella ictaluri* ISOLATED FROM STRIPED CATFISH (*Pangasianodon hypophthalamus*) FINGERLINGS COLLECTED FROM TAY NINH, DONG THAP PROVINCES

Vo Thi Be Hien[1], Nguyen Hoang Nam Kha[2], Do Thi Kieu Loan[1], Truyen Nha Dinh Hue[2]

[1]*Student of the Faculty of Fisheries, Ho Chi Minh city University of Agriculture and Forestry*

[2]*Faculty of Fisheries, Ho Chi Minh city University of Agriculture and Forestry*

Abstract

This study was conducted to determine the level of antibiotic resistance (against 10 tested antibiotics) of 75 *Edwardsiella ictaluri* strains isolated from striped catfish (*Pangasianodon hypophthalamus*) fingerlings collected from Tay Ninh, Dong Thap provinces. The results showed that those *E. ictaluri* strains exhibited high resistance to Ampicillin, Streptomycin, Trimethoprim/Sulfamethoxazol, Nalidixic Acid, Florfenicol with percentages of 61.3; 74.7; 97.3; 93.3 and 60.0%, respectively. None of the isolates was sensitive to all 10 tested antibiotics. The percentage of multiple resistant isolates from two to six tested antibiotics was 97.3%. The multiple antibiotic resistance (MAR) index values of 0.37 to 0.48 (of each sample collection site) indicated that these striped catfish can be raised in areas where antibiotics were commonly used.

Keywords: *Antibiotic resistance, Edwardsiella ictaluri, MAR, Pangasianodon hypophthalamus.*

Ngày nhận bài: 16/6/2025

Ngày chuyển phản biện: 11/7/2025

Ngày thông qua phản biện: 6/8/2025

Ngày duyệt đăng: 16/9/2025

ĐÁNH GIÁ ĐỘC TÍNH CỦA IVERMECTIN ĐỐI VỚI CÁ CHIM VÂY VÀNG (*Trachinotus* spp.) GIAI ĐOẠN GIỐNG

Kim Minh Anh [1], Vũ Đức Mạnh [1], Nguyễn Công Thiết [1],
Nguyễn Phúc Bảo Nguyên [1], Đỗ Ngọc Anh Quân [1],
Nguyễn Mạnh Hùng [2], Trương Đình Hoài [1], Kim Văn Vạn [1,*]

[1] *Khoa Thủy sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

[2] *Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

[*] *Email: kvvan@vnua.edu.vn*

TÓM TẮT

Ivermectin là hoạt chất chống ký sinh trùng phổ rộng đã chứng minh hiệu quả trong kiểm soát các bệnh nội ngoại ký sinh trùng. Tuy nhiên, độc tính của Ivermectin đối với các loài cá nuôi, đặc biệt ở giai đoạn giống, vẫn chưa được đánh giá đầy đủ. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định độc tính cấp tính và giá trị LD_{50} (96 giờ) của Ivermectin trên cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) giai đoạn giống (5 - 7 cm). Cá được tiếp xúc ở 8 nồng độ Ivermectin (0,05 - 1,00 ppm) trong 96 giờ. Kết quả cho thấy, LD_{50} sau 96 giờ được xác định là 0,086 ppm (CI 95%: 0,070 - 0,101 ppm). Số cá chết lên tới 100% ở các nồng độ từ 0,16 ppm trở lên sau 48 giờ, đi cùng với các biểu hiện lâm sàng bao gồm mất cân bằng, bơi xoay tròn, giảm phản xạ và cường độ hô hấp tăng mạnh. Ứng dụng Ivermectin trong điều trị ký sinh trùng trên cá chim vây vàng cần được nghiên cứu sâu hơn về liều lượng, thời gian tiếp xúc và con đường đưa thuốc nhằm đảm bảo an toàn cho cá nuôi.

Từ khóa: *Độc tính cấp tính, LD_{50}, thuốc kháng ký sinh trùng, Trachinotus* sp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ivermectin là một dẫn xuất bán tổng hợp thuộc nhóm avermectin, được tách chiết lần đầu tiên từ sản phẩm lên men của vi khuẩn *Streptomyces avermitilis* [1]. Kể từ khi được phát hiện vào những năm 1970, Ivermectin đã chứng minh hiệu quả vượt trội trong việc kiểm soát nhiều loại ký sinh trùng và nhanh chóng trở thành một hoạt chất kháng ký sinh trùng được ứng dụng rộng rãi trong thú y và nhân y [2]. Ban đầu được sử dụng phổ biến trong điều trị các bệnh do giun tròn trên động vật, Ivermectin sau đó đã được chấp thuận sử dụng ở người từ những năm 1980, đặc biệt trong điều trị bệnh giun chỉ và ký sinh trùng khác [3 - 5]. Cơ chế tác dụng chủ yếu của Ivermectin là làm bất hoạt hệ thần kinh của ký sinh trùng thông qua việc tăng cường truyền tín hiệu axit gamma-aminobutyric (GABA) tại các khớp thần kinh cơ, làm gián đoạn hoạt động dẫn truyền, gây liệt vận động và dẫn đến đào thải ký sinh trùng khỏi vật chủ [6]. Mặc dù GABA cũng tồn tại trong hệ thần kinh của động vật có xương sống, Ivermectin chủ yếu gắn với thụ thể ở ký sinh trùng, điều này tạo nên mức độ chọn lọc sinh học đáng kể giữa vật chủ và ký sinh trùng. Tuy vậy, độc tính của Ivermectin vẫn có thể xuất hiện nếu liều dùng vượt quá ngưỡng an toàn sinh lý, đặc biệt trong môi trường thủy sinh.

Trong nuôi trồng thủy sản, Ivermectin đã và đang được quan tâm như một loại thuốc điều trị tiềm năng cho các bệnh do ký sinh trùng gây ra. Hiệu quả của Ivermectin đã được chứng minh trên nhiều loài cá nuôi như cá hồi Đại Tây Dương (*Salmo salar*) [7, 8], cá vược Châu Âu (*Dicentrarchus labrax*) [9], cá mú (*Epinephelus* spp.) [10], cá chép (*Cyprinus carpio*) [11], cá trôi

(*Labeo* spp.) [12], cá ngựa vằn (*Danio rerio*) [13 - 15]. Ngoài ra, Ivermectin cũng từng được thử nghiệm điều trị các bệnh do đơn bào (*Argulus*, *Trichodina*), sán lá đơn chủ (Monogenea) [16 - 18], ấu trùng sán lá (*Dolfustrema bagarii*) [19], thích bào tử trùng (*Myxobolus* spp., *Thelohanellus kitauei*) [20, 21].

Tuy nhiên, việc ứng dụng Ivermectin trong nuôi trồng thủy sản, đặc biệt ở các loài cá có giá trị kinh tế cao, đòi hỏi phải có đánh giá cụ thể về độc tính và mức độ an toàn trên từng loài. Cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) là một trong những đối tượng nuôi quan trọng ở vùng biển Việt Nam nhờ tốc độ sinh trưởng nhanh, chất lượng thịt thơm ngon và giá trị thương mại cao. Ở giai đoạn cá giống, người nuôi cá chim vây vàng gặp nhiều khó khăn trong quản lý bệnh do nội, ngoại ký sinh trùng, có thể kể tới *Trichodina* sp., *Cryptocaryon irritans*, *Gyrodactylidae* sp., *Benedenia* sp., *Caligus* sp. [22 - 24]. Tuy nhiên, hiện vẫn chưa có nghiên cứu công bố chính thức nào về tính mẫn cảm và khả năng chịu đựng của cá chim vây vàng đối với Ivermectin. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định độ độc cấp tính và giá trị LC_{50} sau 96 giờ của Ivermectin đối với cá chim vây vàng giai đoạn giống trong điều kiện phòng thí nghiệm. Đây sẽ là cơ sở quan trọng phục vụ việc xây dựng phác đồ phòng, kiểm soát bệnh ký sinh trùng theo hướng an toàn, hiệu quả cho sản xuất giống và nuôi cá biển tại Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu, thời gian, địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ 15/5 - 02/6 năm 2025 tại Phòng thí nghiệm ướt, Bộ môn Môi trường và Bệnh thủy sản, Khoa Thủy sản, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

Cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) khỏe mạnh, được tuyển chọn từ một trại giống uy tín tại tỉnh Quảng Ninh. Cá có kích thước trung bình từ 5,0 - 7,0 cm, khối lượng 3,0 - 5,5 g. Trước khi đưa vào thí nghiệm, toàn bộ cá được kiểm tra lâm sàng, soi tươi mang và da để loại trừ nhiễm bệnh tự nhiên.

Cá được thuần dưỡng trong bể nhựa 250 L với mật độ 50 con/bể trong vòng 14 ngày. Môi trường nước được duy trì bằng nước biển tự nhiên đã qua khử trùng, các chỉ tiêu (nhiệt độ, độ mặn, DO, pH, NH_4^+/NH_3, NO_2^-) được theo dõi và ghi lại hàng ngày. Thức ăn viên công nghiệp (hàm lượng đạm 40%) được sử dụng cho cá ăn 2 lần mỗi ngày (lượng thức ăn tương đương 5% khối lượng cá/ngày).

Dung dịch gốc Ivermectin 1% (dạng tiêm - sản phẩm thương mại: VIC, Nga) được pha loãng trong nước biển khử trùng để tạo các dung dịch thử nghiệm ở 8 nồng độ: 0,05; 0,08; 0,10; 0,12; 0,16; 0,20; 0,50; 1,00 ppm (lần lượt NT 1 – NT 8) cùng nhóm đối chứng âm (0 ppm) được duy trì trong cùng điều kiện thí nghiệm.

2.2. Thử nghiệm về độc tính của Ivermectin

Thí nghiệm về độc tính được tiến hành theo hướng dẫn OECD 203 (Fish, Acute Toxicity Test) với điều chỉnh phù hợp cho cá biển. Bố trí số lượng cá mỗi nghiệm thức dựa theo phương pháp của Vu và cs (2024) [19] với các nồng độ Ivermectin được pha vào các bể nhựa 20 L, chứa 15 L nước biển ở các nồng độ tương ứng. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, mỗi bể chứa 8 cá, với tổng số cá được sử dụng trong toàn bộ thí nghiệm là 216 con (8 nồng độ x 3 lặp x 8 cá + đối chứng).

Số lượng cá chết được ghi nhận sau mỗi 24 giờ (24, 48, 72 và 96 giờ). Các biểu hiện lâm sàng bất thường như di chuyển lờ đờ, chậm chạp, mất cân bằng, nổi đầu, tiết nhiều nhớt, co giật, phản xạ yếu được ghi nhận đầy đủ để đánh giá đặc điểm nhiễm độc. Cá chết được vớt ra ngay, tránh làm ô nhiễm nước ảnh hưởng đến kết quả.

2.3. Xử lý số liệu

Dữ liệu tỷ lệ chết của cá tại các thời điểm được tổng hợp và xử lý bằng phần mềm SPSS 27.0 (IBM Corp., Hoa Kỳ). Phân tích Probit được sử dụng để tính toán giá trị LC_{50} sau 96 giờ với khoảng tin cậy

95% (95% CI). Dữ liệu được kiểm tra giả định phân phối chuẩn và đồng nhất phương sai trước khi phân tích. Công thức Kärber (1931) được sử dụng như một tham khảo bổ sung để ước tính nhanh khi cần [19].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chỉ tiêu môi trường trong thí nghiệm độc tính Ivermectin trên cá chim vây vàng

Trong thời gian thử nghiệm độc tính cấp tính của Ivermectin trên cá chim vây vàng giống (kích cỡ 5,0 - 7,0 cm), các chỉ tiêu môi trường tại cả lô đối chứng và các nghiệm thức được theo dõi chặt chẽ nhằm đảm bảo điều kiện phù hợp cho cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) sinh sống và hạn chế các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả. Kết quả theo dõi môi trường được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu môi trường trong thí nghiệm độc tính Ivermectin trên cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.)

Chỉ tiêu	Đối chứng (Trung bình ± SD)	Các nghiệm thức (NT1 - NT8) (Trung bình ± SD)	Lớn nhất	Nhỏ nhất
pH	7,80 ± 8,20	7,90 ± 8,30	8,3	7,8
Nhiệt độ (°C)	27,80 ± 1,20	27,90 ± 1,10	29,0	25,0
DO (mg/L)	5,60 ± 1,40	5,50 ± 1,20	7,0	4,0
NH_4^+/NH_3 (mg/L)	0,70 ± 0,30	0,70 ± 0,30	1,0	0,2
NO_2^- (mg/L)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,0	0,0
Độ mặn (‰)	30,00 ± 2,00	30,00 ± 2,00	30,0	30,0

Kết quả theo dõi cho thấy, các chỉ tiêu môi trường duy trì ổn định trong suốt thời gian thí nghiệm, không có khác biệt đáng kể giữa lô đối chứng và các nghiệm thức. Các giá trị nằm trong ngưỡng sinh thái thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của cá chim vây vàng.

Bảng 1 cho thấy, giá trị pH của nước dao động trong khoảng 7,7 - 8,3, hợp với ngưỡng sinh thái, sinh trưởng của các loài cá biển, bao gồm *Trachinotus* spp. [25]. Nhiệt độ nước trong thí nghiệm duy trì trung bình 27,8 - 27,9°C, dao động từ 25,0 - 29,0°C, tương ứng với mức nhiệt độ tối ưu cho các loài cá biển nhiệt đới [26]. Hàm lượng oxy hòa tan (DO) dao động từ 4,0 - 7,0 mg/L, với giá trị trung bình khoảng 5,5 mg/L, đáp ứng yêu cầu về sinh lý cho hoạt động hô hấp và chuyển hóa của cá [27, 28].

Hàm lượng amoni NH_4^+/NH_3 được duy trì ở mức trung bình 0,70 ± 0,30 mg/L, không vượt quá ngưỡng gây độc đã được ghi nhận cho các loài cá biển [29]. Hàm lượng nitrit (NO_2^-) trong toàn bộ thí nghiệm ở mức tối thiểu, cho thấy hệ thống đảm bảo chất lượng nước ở mức an toàn. Cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) có khả năng chịu mặn rộng, với ngưỡng tối ưu tương đồng với thí nghiệm là 30‰, đã được đề cập trong một số nghiên cứu [30, 31].

Các yếu tố môi trường trong toàn bộ thí nghiệm được kiểm soát tốt, đảm bảo phù hợp với sinh lý của đối tượng nghiên cứu. Do đó, các thay đổi về tỷ lệ sống, biểu hiện, triệu chứng lâm sàng của cá được ghi nhận trong các nghiệm thức có thể được kết luận do tác động của Ivermectin, loại trừ yếu tố gây nhiễu bởi môi trường.

3.2. Tỷ lệ chết tích lũy sau khi tiếp xúc Ivermectin

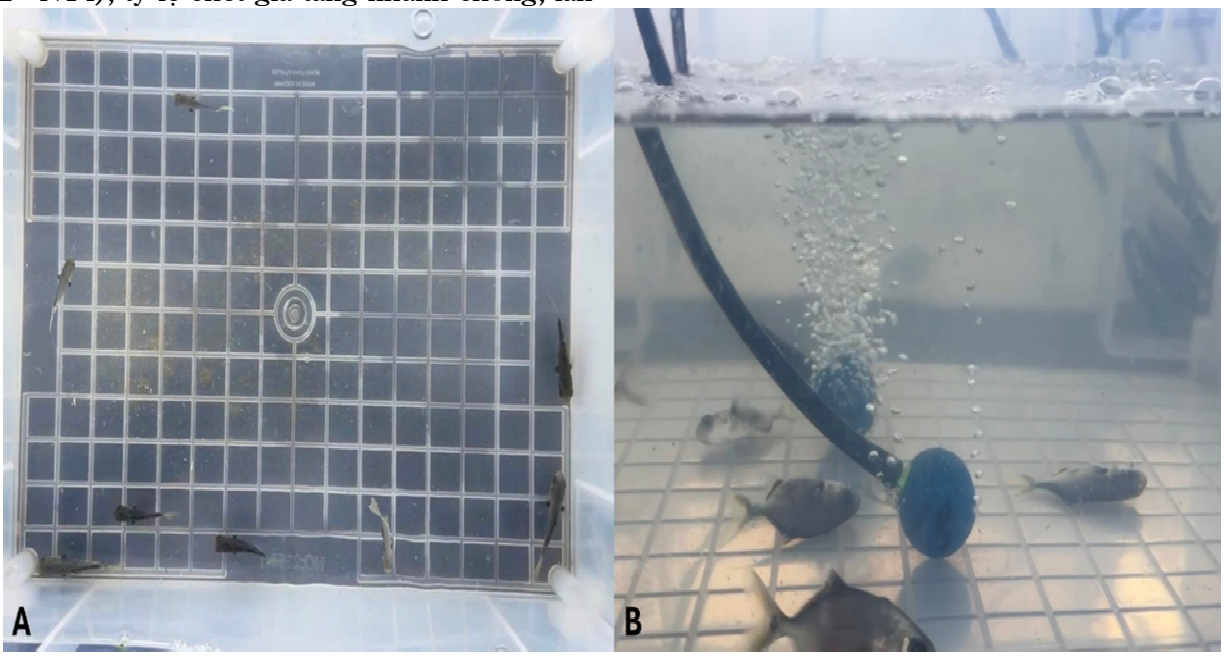
Kết quả theo dõi tỷ lệ chết tích lũy của cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) sau 96 giờ tiếp xúc với các nồng độ Ivermectin được thể hiện trong bảng 2. Tỷ lệ tử vong có xu hướng tăng rõ rệt theo cả thời gian và nồng độ tiếp xúc. Trong đó, nhóm đối chứng (ĐC) ghi nhận tỷ lệ chết ở mức tối thiểu (4,2%) sau 96 giờ.

Bảng 2. Tỷ lệ chết tích lũy trung bình (%) của cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) sau khi tiếp xúc Ivermectin 96 giờ (n = 8)

Nghiệm thức	24 giờ	48 giờ	72 giờ	96 giờ
ĐC	0,0	0,0	0,0	4,2
NT 1	0,0	0,0	4,2	8,3
NT 2	0,0	0,0	12,5	37,5
NT 3	0,0	8,3	25,0	54,2
NT 4	20,8	37,5	66,7	91,7
NT 5	50,0	100,0	100,0	100,0
NT 6	100,0	100,0	100,0	100,0
NT 7	100,0	100,0	100,0	100,0
NT 8	100,0	100,0	100,0	100,0

Ghi chú: ĐC- Đối chứng; NT 1- 0,05 ppm; NT 2- 0,08 ppm; NT 3- 0,10 ppm; NT 4- 0,12 ppm; NT 5- 0,16 ppm; NT 6- 0,20 ppm; NT 7- 0,50 ppm; NT 8- 1,00 ppm.

Tại nồng độ thấp nhất (0,05 ppm – NT1), tỷ lệ chết sau 96 giờ đạt 8,3%, gần tương đương với nhóm đối chứng và cho thấy, ảnh hưởng cấp tính nhẹ. Tuy nhiên, ở các nồng độ 0,08 - 0,12 ppm (NT2 - NT4), tỷ lệ chết gia tăng nhanh chóng, lần lượt đạt 37,5% và 91,7% tại thời điểm 96 giờ. Đặc biệt, từ nồng độ ≥ 0,16 ppm (NT5 – NT8), 100% cá chết chỉ sau 48 giờ đầu tiên, phản ánh độc tính cấp tính mạnh mẽ đối với Ivermectin.



Hình 1. Biểu hiện lâm sàng của cá chim vây vàng trước (A) và sau (B) khi tiếp xúc Ivermectin

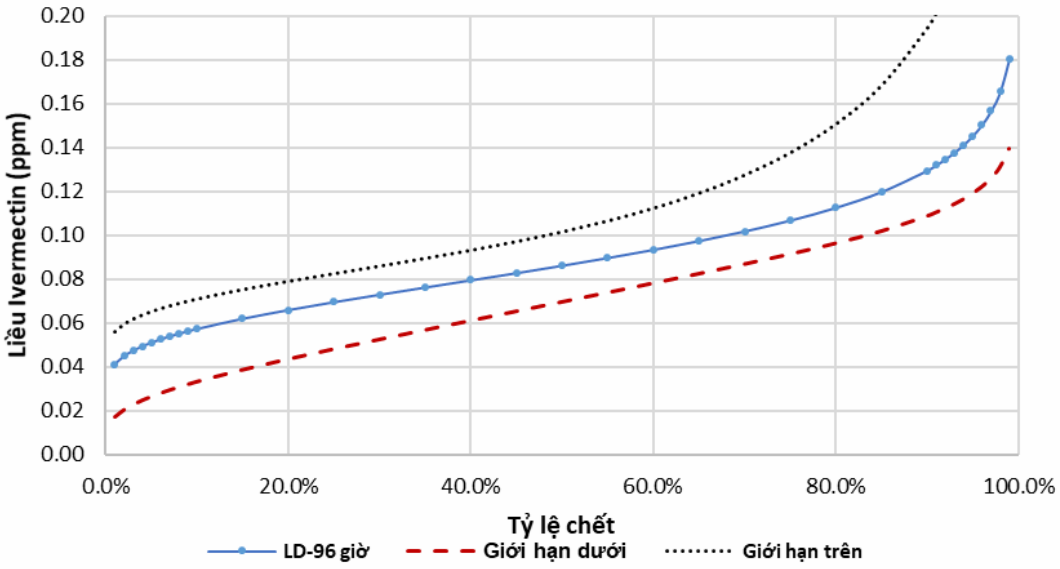
Ghi chú: A. Cá chim vây vàng bơi bình thường ở lô đối chứng (0,00 ppm); B. Cá chim chìm xuống đáy bể, vẫn có khả năng hô hấp, có phản xạ khi gặp kích thích (0,20 ppm sau 3 giờ).

Ngoài tỷ lệ tử vong được nêu trên, các biểu hiện lâm sàng liên quan đến ngộ độc Ivermectin cũng được quan sát (Hình 1). Những dấu hiệu bao gồm: Bơi nghiêng, lờ đờ, xoay vòng, chìm xuống đáy bể, giảm phản xạ với ngoại cảnh, tần suất hô hấp tăng... Các triệu chứng này xuất hiện rõ rệt chỉ sau 3 giờ tiếp xúc đầu tiên ở các nhóm nồng độ cao (0,20 - 1,00 ppm), cho thấy tác động của Ivermectin đến hệ thần kinh diễn ra nhanh và mạnh. Cá chết có biểu hiện mang nhợt nhạt, mất nhớt. Cá sống sót ở nồng độ thấp, bơi bình thường, không có biểu hiện sau 96 giờ.

Mặc dù các thử nghiệm trên động vật máu nóng cho thấy, Ivermectin có chỉ số an toàn cao, các nghiên cứu trên cá lại cho thấy phạm vi an toàn hẹp hơn. Điều này có thể do sự khác biệt về hệ thần kinh, khả năng phân hủy thuốc và điều kiện môi trường như nhiệt độ, pH, độ mặn. Trong nghiên cứu này, cá thể hiện các triệu chứng ngộ độc thần kinh (giảm phản xạ, bơi xoay tròn, mất thăng bằng) tương tự như đã được mô tả trong các nghiên cứu độc tính khác [6, 32]. Các triệu chứng trên được ghi nhận có sự tương đồng với các nghiên cứu về cơ chế, tác động của Ivermectin đối với một số loài động vật thủy sản [13, 15], khi chất này được ghi nhận có ảnh hưởng đến hệ dẫn truyền thần kinh thông qua các kênh chloride hoạt hóa bởi glutamate, có khả năng vượt qua hàng rào máu - não gây nhiễm độc thần kinh [6, 8]. Khi so sánh với các nghiên cứu trước đó, cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) thể hiện mức độ mẫn cảm tương đương với cá hồi (*Salmo salar*) hay cá ngựa vằn (*Danio rerio*), trong đó LD_{50} sau 96 giờ dao động từ 0,017 - 0,075 ppm [7, 15]. Ngoài ra, các phản ứng ngộ độc ở liều thấp như 0,05 ppm, mặc dù không gây chết hoàn toàn, vẫn có những ảnh hưởng đến thay đổi hành vi, giảm khả năng bắt mồi, hoặc rối loạn sinh lý tế bào, như đã được báo cáo trên cá ngựa vằn và cá trôi Ấn Độ [12, 13].

3.3. Độc tính của Ivermectin trên cá chim vây vàng

Giá trị liều gây chết 50% (LC_{50}) sau 96 giờ tiếp xúc với Ivermectin trên cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) giai đoạn giống được xác định là 0,086 ppm, với khoảng tin cậy 95% (CI 95%) dao động từ 0,070 - 0,101 ppm (Hình 2). Giá trị này phản ánh mức độ nhạy cảm cao của loài cá thử nghiệm với Ivermectin, khi liều gây chết 1% (LC_1) bắt đầu xuất hiện ở mức 0,041 ppm và ngưỡng gây chết tuyệt đối (LC_{99}) đạt 0,180 ppm.



Hình 2. Tương quan giữa nồng độ Ivermectin và tỷ lệ chết tích lũy của cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) sau 96 giờ

So sánh với các nghiên cứu đã công bố, giá trị LC_{50} ở cá chim vây vàng thấp hơn đáng kể so với một số loài cá nước ngọt như cá chép (*Cyprinus carpio*) – 0,37 ppm [11], cá trôi Ấn Độ (*Labeo rohita*) – 0,42 ppm [12], hoặc cá hồi Đại Tây Dương (*Salmo salar*) – 0,20 ppm [33]. Trong khi đó, một số loài cá da trơn như: Cá chình châu Âu (*Anguilla anguilla*) có ngưỡng nhạy cảm hơn với LD_{50} dao động từ 0,05 - 0,20 ppm [16]. Ở nhóm giáp xác, ngưỡng độc tính ghi nhận còn thấp hơn: *Neomysis integer* có LC_{50} ở mức 0,07 ppm [34], trong khi tôm *Crangon septemspinosa* ghi nhận trường hợp chết hàng loạt ở nồng độ ≥ 0,2 ppm [35]. Những kết quả này cho thấy, sự khác biệt đáng kể về ngưỡng chịu độc của Ivermectin giữa các nhóm sinh vật thủy sinh.

Sự khác biệt về độ nhạy cảm của cá với thuốc có thể đến từ đặc điểm sinh lý từng loài, bao gồm: Khối lượng cơ thể, khả năng hấp thu thuốc qua biểu mô, tốc độ trao đổi chất, cũng như hoạt động giải độc của gan và thận. Ở cá giai đoạn giống, hệ thống miễn dịch chưa hoàn thiện có thể dẫn đến độ nhạy cảm cao hơn với các chất hóa học như Ivermectin.

Kết quả nghiên cứu của Vu và cs (2024) [19] trên cá Nheo mỹ (*Ictalurus punctatus*) sử dụng Ivermectin bằng đường tiêm để điều trị metacercariae gây bệnh đốm trắng nội tạng cho thấy liều điều trị hiệu quả từ 0,30 mg/kg khối lượng cá mà không gây tử vong, LD_{50} được xác định trong nghiên cứu này là 0,808 mg/kg (tương đương 0,8 ppm).

Một số nghiên cứu trên cá hồi ở Na Uy và Chile cho thấy, Ivermectin sử dụng qua đường thức ăn với liều từ 0,05 - 0,20 mg/kg/ngày có thể làm giảm ký sinh trùng trên cá mà không gây độc tính cấp tính [7, 33]. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng ranh giới giữa liều điều trị hiệu quả và liều gây độc là rất hẹp, đặc biệt với những loài nhạy cảm như cá chim vây vàng.

Ở cá ngựa vằn (*Danio rerio*), nghiên cứu của Collymore và cs (2014) [13] và Domingues và cs (2016) [15] đã ghi nhận hiệu quả điều trị ký sinh trùng *Pseudocapillaria tomentosa* khi tiếp xúc với Ivermectin ở 0,05 mg/kg khối lượng mà không gây ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cá. Điều này nhấn mạnh rằng liều điều trị hiệu quả có thể nhỏ hơn so với LD_1, thường nằm trong khoảng 0,01 - 0,02 ppm khi sử dụng trong môi trường nước.

Từ những cơ sở nghiên cứu trên, có thể thấy rằng dù Ivermectin là hoạt chất có tiềm năng kiểm soát ký sinh trùng mạnh, nhưng ngưỡng an toàn hẹp cho cá biển, đặc biệt là cá giai đoạn giống. Do đó, việc sử dụng cần được cân nhắc nghiêm túc, ưu tiên thử nghiệm liều thấp, thời gian tiếp xúc ngắn, tối ưu các con đường đưa thuốc (ngâm, tắm, trộn thức ăn, tiêm,...) nhằm giảm thiểu rủi ro độc tính.

4. KẾT LUẬN

Ivermectin gây độc cấp tính mạnh đối với cá chim vây vàng (*Trachinotus* spp.) giai đoạn giống khi sử dụng theo phương pháp ngâm. Giá trị LD_{50} sau 96 giờ được xác định là 0,086 ppm. Ngưỡng bắt đầu gây chết là 0,08 ppm và gây chết 100% ở nồng độ 0,16 ppm trở lên sau 48 giờ tiếp xúc. Tỷ lệ tử vong, các biểu hiện lâm sàng như mất cân bằng, tăng tiết nhớt, bơi xoay vòng và phản xạ yếu xuất hiện sớm ở nồng độ ≥ 0,20 ppm sau 3 giờ tiếp xúc với Ivermectin. Nghiên cứu này cung cấp những thông tin đầu tiên về mức độ độc cấp tính của Ivermectin trên cá chim vây vàng, một đối tượng nuôi biển phổ biến tại Việt Nam. Đây là cơ sở quan trọng cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm xây dựng các phác đồ điều trị ký sinh trùng và quản lý sức khỏe đàn cá nuôi theo hướng an toàn và bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Campbell, W., M. Fisher, E. Stapley, G. Albers-Schönberg, T. Jacob (1983). *Ivermectin: a potent new antiparasitic agent.* Science, 221(4613): 823 - 828.

2. Ōmura, S. and A. Crump. (2014). *Ivermectin: panacea for resource-poor*

communities? Trends in parasitology, 30(9): 445 - 455.

3. Brown, K. and D. Neu (1990). *Ivermectin-clinical trials and treatment schedules in onchocerciasis.* Acta Leidensia, 59(1-2): 169 - 175.

4. Gholami, M. H., F. Hashemi, M. Entezari (2022). *Ivermectin: An Effective Remedy Against Various Diseases: A Literature Review.* Archives of Advances in Biosciences, 13(1): 1 - 10.

5. Laing, R., V. Gillan, E. Devaney (2017). *Ivermectin–old drug, new tricks?* Trends in parasitology, 33(6): 463 - 472.

6. Geary, T. G. (2005). *Ivermectin 20 years on: maturation of a wonder drug.* Trends in parasitology, 21(11): 530 - 532.

7. Palmer, R., H. Rodger, E. Drinan, C. Dwyer, P. Smith (1987). *Preliminary trials on the efficacy of ivermectin against parasitic copepods of Atlantic salmon.* Bulletin of the European Association of Fish Pathologists, 7(2): 47 - 54.

8. Ucán-Marín, F., W. Ernst, R. K. O'Dor, J. Sherry (2012). *Effects of food borne ivermectin on juvenile Atlantic salmon (Salmo salar L.): Survival, growth, behavior, and physiology.* Aquaculture, 334: 169 - 175.

9. Athanassopoulou, F., V. Ragias, M. Roth, N. Liberis, S. Hatzinikolaou (2002). *Toxicity and pathological effects of orally and intraperitoneally administered ivermectin on sea bass Dicentrarchus labrax.* Diseases of aquatic organisms, 52(1): 69 - 76.

10. Oliveira, L. C. D., A. R. P. Brasiliense, M. K. R. Dias, E. T. O. Yoshioka, and M. Tavares-Dias (2019). *Toxicological, hematological and immunological effects of levamisole and ivermectin diet supplementation on Colossoma macropomum (Serrasalmidae).* Diseases of aquatic organisms, 136(3): 255 - 263.

11. Kolarova, J., A. Stara, E. Zuskova, J. Velisek (2022). *Safety of the anthelminthic drugs levamisole, fenbendazole, ivermectin administered in therapeutic baths for the common carp Cyprinus carpio.* Veterinární medicína, 67(7): 371.

12. Kumar, S., T. Sathish Kumar, R. Vidya, P. Pandey (2017). *A prospective of epidemiological intervention in investigation and management of argulosis in aquaculture.* Aquaculture International, 25: 303 - 325.

13. Collymore, C., V. Watral, J. R. White, M. E. Colvin, S. Rasmussen, R. J. Tolwani, and M. L. Kent (2014). *Tolerance and efficacy of emamectin benzoate and ivermectin for the treatment of Pseudocapillaria tomentosa in laboratory zebrafish (Danio rerio).* Zebrafish, 11(5): 490 - 497.

14. Thiripurasundari, M., K. Sathya, A. Uma, M. Srinivasan, P. Rajasekar (2014). A comparative study on the toxicity of ivermectin in zebra fish and catla fish models. *Indo American Journal of Pharmaceutical Research*, 4(09): 3683 – 3688.

15. Domingues, I., R. Oliveira, A. Soares, M. Amorim (2016). *Effects of ivermectin on Danio rerio: a multiple endpoint approach: Behaviour, weight and subcellular markers.* Ecotoxicology, 25: 491 - 499.

16. Buchmann, K. and P. Bjerregaard (1990). *Effect of ivermectin, pyrantel and morantel on the European eel and its monogenean parasites.* Bull Eur Assoc Fish Pathol, 10(5): 146 - 148.

17. Reimschuessel, R., C. Gieseker, S. Poynton (2011). *In vitro* effect of seven antiparasitics on Acolpenteron ureteroecetes (Dactylogyridae) from largemouth bass Micropterus salmoides (Centrarchidae). *Diseases of aquatic organ*isms, 94(1): 59 - 72.

18. Alves, C. M. G., J. N. Nogueira, I. B. Barriga, J. R. Dos Santos, G. G. Santos, M. Tavares-Dias (2019). Albendazole, levamisole and ivermectin are effective against monogeneans of Colossoma macropomum (Pisces: Serrasalmidae). *Journal of fish diseases*, 42(3): 405 - 412.

19. Vu, M. D., K. M. Anh, L. T. Dang, H. M. Nguyen, T. T. Thi, N. D. Thi, M. Van Ngo (2024). Using Ivermectin for treating channel catfish *(Ictalurus punctatus)* infected with Dollfustrema bagarii. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 27(9): 614 - 621.

20. Van, K. V., T. D. Hoai, P. T. Tham (2020). Study on giant intestinal cystic disease of common carp caused by thelohanellus kitauei in Northern Vietnam. in *IOP Conference series: Earth and environmental science*. Songkhla, Thailand: IOP Publishing.

21. Tuyen, N. V., T. T. Diu, P. T. Tham, D. T. Nhinh, K. V. Van, and T. D. Hoai (2020). Experimental treatment of intestinal giant cystic disease caused by Thelohanellus kitauei infecting Common carp *(Cyprinus carpio)*. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 18(12): 1139 - 1148.

22. Hanh, T. T. M., P. T. Yen, P. T. Thanh, N. T. Nguyen, D. X. Truong, P. T. Van (2018). Status of parasitic infection on Pompano (*Trachinotus* spp.) cage culture in Hai Phong. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering,* 60 (9): 48 - 52.

23. FAO (2025). *Trachinotus blochii. cultured Aquatic species information Programme*. In: Fisheries and Aquaculture; Available from: https://www.fao.org/fishery/en/culturedspecies/trachinotus_spp/en.

24. Nguyen, H. H. T., H. Van Nguyen, H. Van Hien, N. N. Chinh, V. T. T. Truong, V. Van Kim, T. D. Hoai, P. P. Duc, S. E. Greiman, and H. M. Nguyen (2024). *Marine fish parasites in the Cat Ba Archipelago, Vietnam: The results of 2010 - 2023 field surveys.* Systematic Parasitology, 101(2): 20.

25. Yang, Q., Z. Ma, P. Zheng, S. Jiang, J. G. Qin and Q. Zhang (2016). Effect of temperature on growth, survival and occurrence of skeletal deformity in the golden pompano Trachinotus ovatus larvae. *Indian J. Fish*, 63(1): 74 - 82.

26. Boyd, C. E. and C. S. Tucker (2012). *Pond aquaculture water quality management*. Springer Science & Business Media. 699.

27. Stickney, R. R. (2000). *Encyclopedia of aquaculture*. Texas A & M University. 1067.

28. Mariu, A., A. M. M. Chatha, S. Naz, M. F. Khan, W. Safdar, I. Ashraf. (2023). *Effect of temperature, pH, salinity and dissolved oxygen on fishes.* Journal of Zoology and Systematics, 1(2): 1 - 12.

29. Randall, D. J. and T. Tsui (2002). *Ammonia toxicity in fish.* Marine pollution bulletin, 45(1 - 12): 17 - 23.

30. Costa, L. D. F., K. C. Miranda-Filho, M. P. Severo, and L. A. Sampaio (2008). Tolerance of juvenile pompano Trachinotus marginatus to acute ammonia and nitrite exposure at different salinity levels. *Aquaculture*, 285(1 - 4): 270 - 272.

31. Ma, Z., H. Guo, P. Zheng, L. Wang, S. Jiang, D. Zhang and J. G. Qin (2016). Effect of salinity on the rearing performance of juvenile golden pompano Trachinotus ovatus (Linnaeus 1758). *Aquaculture Research*, 47(6): 1761 - 1769.

32. Wang, D., B. Han, S. Li, X. Du, Y. Cao, and T. Lu (2020). *Assessment of the fate and effect of ivermectin in a simulated aquaculture ecosystem.* Aquaculture Research, 51(2): 535 - 541.

33. Johnson, S. and L. Margolis (1993). Efficacy of ivermectin for control of the salmon louse Lepeophtheirus salmonis on Atlantic salmon. *Diseases of Aquatic Organisms*, 17: 101 - 105.

34. Davies, I., J. McHenery, G. Rae (1997). Environmental risk from dissolved ivermectin to marine organisms. *Aquaculture*, 158(3 - 4): 263 - 275.

35. Burridge, L. and K. Haya (1993). The lethality of ivermectin, a potential agent for treatment of salmonids against sea lice, to the shrimp Crangon septemspinosa. *Aquaculture,* 117(1 - 2): 9 - 14.

EVALUATION OF THE ACUTE TOXICITY OF IVERMECTIN ON JUVENILE GOLDEN POMPANO (*Trachinotus* spp.)

Kim Minh Anh[1], Vu Duc Manh[1], Nguyen Cong Thiet[1], Nguyen Phuc Bao Nguyen[1], Do Ngoc Anh Quan[1], Nguyen Manh Hung[2], Truong Dinh Hoai[1], Kim Van Van[1]

[1] *Fisheries Faculty, Vietnam National University of Agriculture*

[2] *Institute of Biology, Vietnam Academy of Science and Technology*

Abstract

Ivermectin - a broad-spectrum antiparasitic agent that has demonstrated efficacy in controlling both internal and external parasitic diseases. However, the toxicity of Ivermectin to cultured fish species, particularly at the juvenile stage, has not been fully evaluated. This study was conducted to determine the acute toxicity and 96 hours LD_{50} value of Ivermectin on juvenile golden pompano (*Trachinotus* spp.; 5 - 7 cm). Fish were exposed to eight concentrations of Ivermectin (0.05 - 1.00 ppm) over a 96 hours period. Results showed that the 96 hours LD_{50} was determined to be 0.086 ppm (95% CI: 0.070 - 0.101 ppm). A 100% mortality rate was observed at concentrations of 0.16 ppm and above after 48 hours, accompanied by clinical signs including loss of balance, erratic swimming, decreased reflexes, and significantly increased respiratory intensity. The application of Ivermectin for parasite treatment in golden pompano should be further studied regarding dosage, exposure time, and route of administration to ensure safety for aquatic animals.

Keywords: *Anti-parasitic, Ivermectin, LD_{50}, toxicity, Trachinotus* spp.

Ngày nhận bài: 01/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 14/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 29/8/2025

Ngày duyệt đăng: 16/9/2025

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA VI KHUẨN QUANG HỢP (*Rhodopseudomonas palustris*) LÊN SINH TRƯỞNG VÀ PHÁT TRIỂN CỦA TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vannamei*)

Nguyễn Anh Tuấn[1, *], Hồ Thị Thu Hoài[1], Nguyễn Đức Thành[1], Nguyễn Thị Thu Liên[2]

[1]*Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế*

[2]*Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Khoa học công nghệ, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế*

**Email: nguyenanhtuan@huaf.edu.vn*

TÓM TẮT

Vi khuẩn quang hợp (*Rhodopseudomonas palustris*) thuộc nhóm vi khuẩn kị khí chứa nhiều enzyme và thành phần có hoạt tính sinh học cao có lợi đối với động vật thủy sinh. Tuy nhiên, những nghiên cứu liên quan đến việc sử dụng vi khuẩn quang hợp trong hoạt động nuôi trồng thủy sản vẫn rất hạn chế. Nghiên cứu này được thực hiện với mục đích đánh giá ảnh hưởng của vi khuẩn quang hợp lên sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) thông qua bổ sung vi khuẩn ở các nồng độ khác nhau (1; 3; 5% sinh khối tươi dạng sệt/kg thức ăn) vào khẩu phần thức ăn. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các chỉ tiêu liên quan đến tốc độ tăng trưởng về khối lượng (DWG g/ngày, SGRW %/ngày) và chiều dài (DLG mm/ngày, SGRL %/ngày), hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) và tỉ lệ sống (SR) của tôm đã được cải thiện đáng kể khi bổ sung vi khuẩn ở nồng độ 5%. Cụ thể, khối lượng và chiều dài tôm sử dụng thức ăn bổ sung vi khuẩn quang hợp tại thời điểm kết thúc thí nghiệm đạt 8,61 ± 0,05 g/con, 108,76 ± 1,04 mm/con so với 5,54 ± 0,17 g/con, 96,53 ± 1,10 mm/con ở nghiệm thức đối chứng. FCR của tôm sử dụng thức ăn bổ sung (1,34 ± 0,01) thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với tôm ở lô đối chứng (1,53 ± 0,01) và tỉ lệ sống của tôm sử dụng thức ăn bổ sung (80 ± 1,15%) cao hơn có ý nghĩa thống kê so với tôm ở nghiệm thức đối chứng (73 ± 1,73%) ($p < 0,05$). Những kết quả này chỉ ra rằng bổ sung vi khuẩn quang hợp đã thúc đẩy sự sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng.

Từ khóa: *Vi khuẩn quang hợp, tôm thẻ chân trắng, sinh trưởng và phát triển.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vi khuẩn quang hợp (*Rhodopseudomonas palustris*) là vi khuẩn không lưu huỳnh màu tía trong thành phần chứa nhiều hoạt tính sinh học cao có lợi cho động vật thủy sinh như: Thành tế bào vi khuẩn dễ tiêu hóa, protein, carotenoid, hợp chất không phải protein (cofactors) cần thiết cho hoạt động của enzyme và vitamin [1 - 3]. Ngoài ra, vi khuẩn quang hợp thuộc nhóm sinh vật đa năng, chúng có thể thực hiện 4 phương thức trao đổi chất khác nhau (quang tự dưỡng, quang dị dưỡng, hóa dị dưỡng, hóa tự dưỡng) và dễ dàng chuyển đổi từ phương thức trao đổi chất này sang phương thức khác tùy thuộc vào điều kiện sẵn có [4]. Sự đa dạng về phương thức trao đổi chất cho phép vi khuẩn quang hợp - sử dụng ánh sáng, hợp chất vô cơ, hữu cơ như: Nguồn các-bon và năng lượng của nó dưới điều kiện kỵ khí hoặc hiếu khí [5]. Vi khuẩn quang hợp được tìm thấy trong nhiều môi trường khác nhau và đã được phân lập từ các nguồn như bùn, đất, trầm tích thủy sinh, nước có tính kiềm, rơm rạ, lá cây mục và hồ nước giàu dinh dưỡng [6]. Với những đặc tính ưu điểm này, vi khuẩn quang hợp đã được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực liên quan đến xử lý nước thải và nuôi trồng thủy sản [7]. Kết quả nghiên cứu của

Saejung và cs (2021) [3] cho thấy, bổ sung vi khuẩn quang hợp vào khẩu phần thức ăn đã thúc đẩy sự phát triển và tăng tỉ lệ sống của tôm (*Streptocephalus sirindhornae*). Hệ miễn dịch và khả năng kháng bệnh của cá da trơn (*Pelteobagrus vachelli*) đã được cải thiện đáng kể khi ăn khẩu phần có bổ sung vi khuẩn quang hợp [8]. Mặc dù vi khuẩn quang hợp đã cho thấy những ảnh hưởng tích cực lên sự phát triển của tôm và cá, tuy nhiên các nghiên cứu liên quan đến việc sử dụng vi khuẩn quang hợp như một hợp chất bổ sung trong khẩu phần thức ăn thủy sản ở Việt Nam vẫn rất hạn chế, đặc biệt trong nuôi tôm thẻ chân trắng. Do vậy, nghiên cứu này sử dụng vi khuẩn quang hợp được phân lập từ mẫu nước và bùn tại xã Phong Phú, thành phố Huế như hợp chất bổ sung trong khẩu phần thức ăn của tôm thẻ chân trắng nhằm đánh giá ảnh hưởng của vi khuẩn quang hợp lên sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng, một trong những đối tượng thủy sản chủ lực của Việt Nam.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Vi khuẩn quang hợp - được phân lập, tạo dòng thuần và nhân nuôi sinh khối từ mẫu bùn và nước ven bờ thuộc xã Phong Phú, thành phố Huế theo phương pháp đã được mô tả bởi Nguyễn Thị Thu Liên và cs (2025) [9]. Sau khi nuôi tăng sinh, sinh khối vi khuẩn tươi dạng sệt được thu hồi bằng phương pháp lắng lọc qua màng lọc với tỉ lệ nước 10%.

Tôm thẻ chân trắng được mua từ trại sản xuất tôm giống Quốc Thắng, phường Thuận An, thành phố Huế. Tôm đã được kiểm dịch không mang mầm bệnh Taura (Aparavirus), đốm trắng (Whispovirus), vi bào tử trùng EHP (*Enterocytozoon hepatopenaei*) và không nhiễm vi khuẩn *Vibrio parahaemolyticus* tại Trạm chẩn đoán xét nghiệm và điều trị bệnh động vật, thành phố Huế.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ vi khuẩn quang hợp bổ sung vào khẩu phần lên sinh trưởng và phát triển tôm thẻ chân trắng ở quy mô thí nghiệm

Tôm được nuôi thuần 48 giờ trong bể xi măng 5 m^3 trước khi được lựa chọn ngẫu nhiên phục vụ cho thí nghiệm. Tôm với khối lượng (0,89 - 1,19 g/con) và chiều dài (47,38 - 54,69 mm/con) được bố trí ngẫu nhiên vào 12 bể nhựa chứa 100 L nước biển sạch (28‰) đã qua xử lý (30 ppm Chlorine, NICLON 70 - G). Tôm được nuôi với mật độ 50 cá thể/bể và mỗi bể được bố trí sục khí 24/24 giờ kết hợp với bộ máy bơm và hợp lọc nước đơn giản (Vipsun vs 188) nhằm tăng oxy hòa tan và loại bỏ chất bẩn lơ lửng trong suốt quá trình thí nghiệm. Tôm được nuôi trong 28 ngày sử dụng thức ăn No.1 Growmax (The LIGHT) với protein thô 40% có bổ sung 3 nồng độ vi khuẩn quang hợp lần lượt 1; 3; 5% sinh khối tươi dạng sệt/kg thức ăn (ứng với 10; 30; 50 g sinh khối tươi dạng sệt/kg thức ăn) và nghiệm thức đối chứng không bổ sung vi khuẩn (mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần). Tôm được cho ăn thỏa mãn nhu cầu tại vị trí cố định (sử dụng sàng ăn) ở các mốc thời gian 7, 11 và 16 giờ. Lượng thức ăn sẽ được điều chỉnh theo từng lần cho ăn căn cứ vào thời gian và lượng thức ăn dư thừa trong sàng ăn. Các yếu tố môi trường được duy trì ổn định trong khoảng thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ. Cụ thể, nhiệt độ: 28 – 30°C, pH: 7,5 – 8,5, độ mặn 28‰, hàm lượng oxy hòa tan 4,5 – 5 mg/L. Trong suốt quá trình thí nghiệm, tôm được thu mẫu định kỳ 7 ngày/lần với 15 mẫu ngẫu nhiên/bể/lần kiểm tra. Tôm được gây mê nhẹ bằng dung dịch Aqui – S (10 ml/m^3 nước) trước khi tiến hành kiểm tra khối lượng và chiều dài và được thả lại bể thí nghiệm ngay sau khi kiểm tra.

2.2.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của việc bổ sung 5% sinh khối tươi dạng sệt vi khuẩn quang hợp lên sinh trưởng và phát triển tôm thẻ chân trắng ở quy mô nuôi thương phẩm

Căn cứ vào kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của nồng độ vi khuẩn quang hợp lên sinh trưởng và phát triển tôm thẻ chân trắng (Thí nghiệm 1), nồng độ vi khuẩn bổ sung có hiệu quả tốt nhất (bổ sung 5%) đã được lựa chọn cho thí nghiệm tiếp theo. Trong thí nghiệm này, tôm thẻ chân trắng có khối lượng trung bình 1,26 ± 0,01 g/con và chiều dài 56,01 ± 0,18 mm/con đã qua kiểm dịch, được lựa chọn bố trí ngẫu nhiên vào 6 bể xi măng trong nhà có mái che (10 m^3/bể) chứa nước biển sạch (28‰) đã qua xử lý (30 ppm Chlorine, NICLON 70 – G) và sục khí liên tục 24/24 giờ. Tôm được thả nuôi với mật độ 300 cá thể/m^3 trong 42 ngày sử dụng thức ăn No.1 và No.2 Growmax (The LIGHT - tùy theo kích cỡ tôm) với protein thô 40% có bổ sung vi khuẩn quang hợp (50 g sinh khối tươi dạng sệt/kg thức ăn) và nghiệm thức đối chứng không bổ sung vi khuẩn (mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần). Trong suốt quá trình thí nghiệm, tôm được cho ăn, siphong thay nước hàng ngày. Quá trình chăm sóc, quản lí và định kỳ thu mẫu được thực hiện như thí nghiệm 1.

2.2.3. Các chỉ tiêu theo dõi

Các thông số về: Tăng trưởng hàng ngày về khối lượng (DWG g/ngày) và chiều dài (DLG mm/ngày); tăng trưởng đặc trưng về khối lượng (SGR_w %/ngày) và chiều dài (SGR_L %/ngày); hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) và tỉ lệ sống (SR %) được tính theo mô tả bởi Châu Tài Tảo và cs (2021) [10]. Cụ thể: DWG g/ngày = (W2 - W1)/T; DLG mm/ngày = (T2 - T1)/T; SGR_w %/ngày = (lnW2 – lnW1)/T * 100; SGR_L %/ngày = (lnL2 – lnL1)/T * 100; FCR = Tổng lượng thức ăn sử dụng/Tổng khối lượng tôm thu hoạch; SR % = Số tôm sống khi kết thúc thí nghiệm/số tôm thả ban đầu *100. Trong đó, W1: khối lượng tôm ban đầu (g); W2: Khối lượng tôm lúc thu mẫu (g); L1: Chiều dài tôm ban đầu (mm); L2: Chiều dài tôm lúc thu mẫu; T: số ngày nuôi.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý bằng phương pháp thống kê sinh học trên phần mềm Excel 2017 và SPSS (phiên bản 20.0 cho Windows). Cụ thể, One-way ANOVA theo sau bởi Tukey's – post hoc test được sử dụng để so sánh giá trị trung bình của các chỉ tiêu theo dõi giữa các thời điểm thu mẫu trong thí nghiệm 1. "Independent - samples T – Test" được sử dụng để so sánh dữ liệu giữa nhóm đối chứng và nhóm bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp trong thí nghiệm 2. Khối lượng và chiều dài tôm đưa vào thí nghiệm được phân tích thống kê nhằm đảm bảo không có sự khác biệt có ý nghĩa trước khi thực hiện thí nghiệm ($p > 0,05$). Phần mềm Graphpad Prism phiên bản 9.0 dành cho Windows được sử dụng để vẽ các biểu đồ.

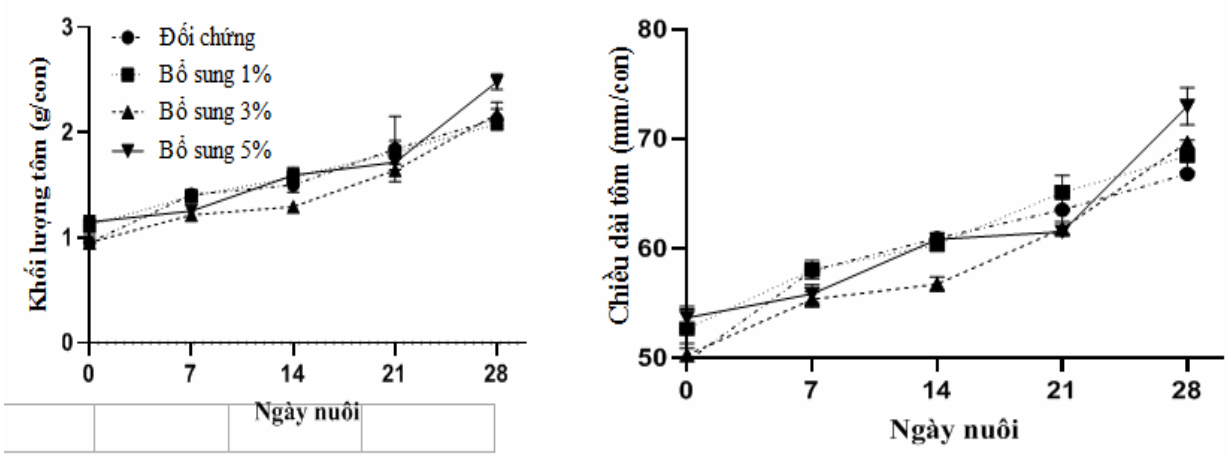
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ vi khuẩn quang hợp bổ sung vào khẩu phần lên sinh trưởng và phát triển tôm thẻ chân trắng ở quy mô thí nghiệm

Kết quả bổ sung vi khuẩn quang hợp vào khẩu phần thức ăn tôm thẻ chân trắng ở các nồng độ khác nhau (1; 3; 5%) cho thấy, ảnh hưởng nhất định của việc bổ sung vi khuẩn quang hợp trong khẩu phần ăn lên sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng (Hình 1, Bảng 1). Mặc dù hầu hết các chỉ tiêu theo dõi (DWG g/ngày, DLG mm/ngày, SGR_w %, SGR_L %/ngày và FCR) không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thí nghiệm ($p > 0,05$), tuy nhiên bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp vào thức ăn đã cho kết quả tốt nhất ở hầu hết các chỉ tiêu theo dõi so với nghiệm thức đối chứng và các nghiệm thức bổ sung 1 và 3% vi khuẩn. Cụ thể, khối lượng và chiều dài tôm ở thí nghiệm bổ sung 5% đạt 2,48 ± 0,07 g/con và 72,96 ± 1,70 mm/con sau 28 ngày thí nghiệm. Trong khi đó, các chỉ số này ở các nghiệm thức còn lại chỉ đạt xấp xỉ 2,0 g/con về khối lượng và < 70 mm/con về chiều dài khi thí nghiệm kết thúc (Hình 1). Trong các chỉ tiêu theo dõi, tỉ lệ sống

(SR) cho thấy, sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thử nghiệm ($p < 0,05$). Chỉ số SR thấp nhất được quan sát ở nghiệm thức đối chứng (37,0 ± 7,0%) và cao nhất (66,0 ± 6,0%) ở nghiệm thức bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp, theo sau bởi nghiệm thức bổ sung 3% (49,0 ± 1%) và 1% (44,0 ± 2%). Tôm ăn thịt lẫn nhau do quá trình lột xác không đồng loạt ở nghiệm thức đối chứng có thể là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến hệ số FCR và tỉ lệ sống thấp ở nghiệm thức này. Bổ sung các chủng vi khuẩn quang hợp (Vi khuẩn quang hợp hoặc *Rhodobacter capsulatus*) ở các mức khác nhau vào thức ăn tôm thẻ chân trắng ở giai đoạn postlarvae (PL10) đã được thực hiện bởi Alloul và cs (2021) [11], theo đó, khối lượng tôm kiểm tra sau 28 ngày thí nghiệm bổ sung 5 g protein vi khuẩn quang hợp/100 g protein thức ăn công nghiệp cao hơn so với đối chứng, tuy nhiên sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về chỉ số SGR giữa nghiệm thức thí nghiệm và đối chứng chỉ được tìm thấy ở nồng độ bổ sung cao (11 g protein vi khuẩn quang hợp/100 g protein thức ăn công nghiệp). Kết quả này khá tương đồng với kết quả nghiên cứu này mặc dù có sự khác biệt về giai đoạn tôm thử nghiệm giữa 2 nghiên cứu.

Một điểm đáng lưu ý trong nghiên cứu hiện tại là mật độ tôm thử nghiệm khá cao (50 cá thể/100 L), điều này có thể hạn chế hiệu quả của việc bổ sung vi khuẩn quang hợp trong khẩu phần ăn lên sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng trong thí nghiệm này. Tuy nhiên, ảnh hưởng tích cực của việc bổ sung vi khuẩn quang hợp trong thí nghiệm này, đặc biệt ở nồng độ 5% là không thể phủ nhận.



Hình 1. Khối lượng và chiều dài trung bình của tôm thẻ chân trắng tại các thời điểm kiểm tra ở các nghiệm thức thí nghiệm

Bảng 1. Tốc độ sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng ở các nghiệm thức thí nghiệm

Chỉ tiêu theo dõi	Nghiệm thức			
	Đối chứng	Bổ sung 1%	Bổ sung 3%	Bổ sung 5 %
DWG g/ngày	0,04 ± 0,002	0,03 ± 0,003	0,04 ± 0,001	0,04 ± 0,001
DLG mm/ngày	0,61 ± 0,08	0,56 ± 0,11	0,69 ± 0,02	0,68 ± 0,02
SGR_w %/ngày	2,86 ± 0,01	2,23 ± 0,26	2,94 ± 0,04	2,74 ± 0,02
SGR_L %/ngày	1,06 ± 0,16	0,93 ± 0,19	1,16 ± 0,06	1,09 ± 0,01

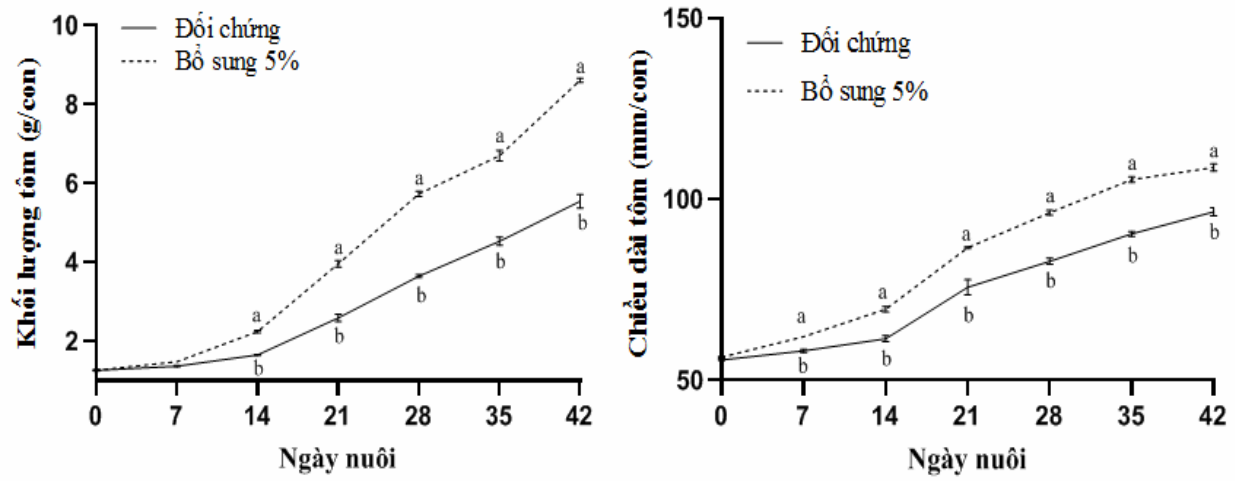
FCR	1,11 ± 0,10	1,6 ± 0,15	1,29 ± 0,02	1,17 ± 0,08
SR %	37,0 ± 7,0[a]	44,0 ± 2,0[ab]	49,0 ± 1,0[ab]	66,0 ± 6,0[b]

Ghi chú: Kết quả thể hiện dưới dạng: Giá trị trung bình (Mean) ± sai số chuẩn (SE). Các giá trị trong cùng 1 hàng có các chữ cái a, b thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

3.2. Ảnh hưởng của việc bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp lên sinh trưởng và phát triển tôm thẻ chân trắng ở quy mô nuôi thương phẩm

Căn cứ kết quả thí nghiệm 1, bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp vào khẩu phần thức ăn tôm thẻ chân trắng đã được lựa chọn thực hiện lặp lại ở thí nghiệm 2 với sự điều chỉnh về mật độ nuôi (300 cá thể/m^3) và thời gian nuôi (42 ngày nuôi). Kết quả nghiên cứu cho thấy, tôm sử dụng thức ăn bổ sung vi khuẩn quang hợp có các chỉ tiêu theo dõi cao hơn so với tôm chỉ sử dụng thức ăn công nghiệp. Sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ở tất cả các chỉ tiêu liên quan đến sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng (p< 0,05) (Hình 2, Bảng 2). Cụ thể, khối lượng và chiều dài tôm sử dụng thức ăn bổ sung vi khuẩn quang hợp tại thời điểm kết thúc thí nghiệm đạt 8,61 ± 0,05 g/con, 108,76 ± 1,04 mm/con so với 5,54 ± 0,17 g/con, 96,53 ± 1,10 mm/con ở nghiệm thức đối chứng. Ngoài ra, hiệu quả của việc bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp vào khẩu phần lên sinh trưởng và phát triển của tôm còn được thể hiện ở các tiêu chí theo dõi còn lại (DWG g/ngày, DLG mm/ngày, SGR_w %/ngày, SGR_L %/ngày, FCR và SR %) (Bảng 2). Trong các chỉ tiêu theo dõi này, hệ số chuyển hóa thức ăn FCR và tỉ lệ sống SR đóng vai trò quan trọng trong sự thành công của vụ nuôi.

Bảng 2 cho thấy, FCR của tôm sử dụng thức ăn bổ sung (1,34 ± 0,01) thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với tôm ở lô đối chứng (1,53 ± 0,01). Theo Wang và cs (2024) [12], trên ốc hương đã chỉ ra rằng bổ sung vi khuẩn quang hợp đã tăng khả năng tiêu hóa và cải thiện tốc độ phát triển của ốc. Tương tự như vậy, hệ số FCR của tôm thẻ chân trắng ở giai đoạn PL10 sử dụng thức ăn bổ sung vi khuẩn quang hợp (5 g protein/100 g protein thức ăn) và *Rhodobacter capsulatus* (5 g protein/100 g protein thức ăn; 11 g protein/100 g protein thức ăn) cho thấy, thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với tôm chỉ sử dụng thức ăn công nghiệp [11]. Do vậy, kết quả nghiên cứu liên quan đến hệ số FCR trong nghiên cứu này là hoàn toàn hợp lí.



Hình 2. Khối lượng và chiều dài trung bình của tôm thẻ chân trắng ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp (các chữ cái a, b thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05)

Bảng 2. Tốc độ sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức bổ sung 5% vi khuẩn quang hợp

Chỉ tiêu theo dõi	Nghiệm thức	
	Đối chứng	Bổ sung 5 %
DWG g/ngày	0,10 ± 0,004[a]	0,17 ± 0,0009[b]
DLG mm/ngày	0,97 ± 0,02[a]	1,24 ± 0,02[b]
SGR_w %/ngày	3,52 ± 0,06[a]	4,55 ± 0,02[b]
SGR_L %/ngày	1,31 ± 0,03[a]	1,56 ± 0,02 [b]
FCR	1,53 ± 0,01[a]	1,34 ± 0,01[b]
SR %	73 ± 1,73[a]	80 ± 1,15[b]

Ghi chú: Kết quả thể hiện dưới dạng: Giá trị trung bình (Mean) ± sai số chuẩn (SE). Các giá trị trong cùng 1 hàng có các chữ cái a, b thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Đối với tỉ lệ sống (SR %) của tôm, tương tự như thí nghiệm 1, tỉ lệ sống của tôm sử dụng thức ăn bổ sung (80 ± 1,15%) cao hơn có ý nghĩa thống kê so với tôm ở nghiệm thức đối chứng (73 ± 1,73%) (p < 0,05). Theo Alloul và cs (2021) [11], các chủng vi khuẩn quang hợp và *Rhodobacter capsulatus* có khả năng kìm hãm sự phát triển của vi khuẩn *V. parahaemolyticus* và *V. campbelli*, đồng thời cải thiện khả năng chịu đựng của tôm thẻ chân trắng trong môi trường amonia cao (3 mg N/L). Ngoài ra, việc bổ sung vi khuẩn quang hợp vào khẩu phần đã cho thấy cải thiện khả năng miễn dịch ở ốc hương thông qua thúc đẩy tần suất biểu hiện các gen liên quan đến antioxidant (những hợp chất có khả năng bảo vệ tế bào khỏi sự tổn thương gây ra bởi các gốc tự do, những phân tử không ổn định gây hại cho cơ thể). Vì vậy, việc bổ sung vi khuẩn quang hợp vào khẩu phần thức ăn đã tăng tỉ lệ sống của tôm thẻ chân trắng như trong nghiên cứu này là hoàn toàn hợp lí.

4. KẾT LUẬN

Bổ sung vi khuẩn quang hợp vào khẩu phần thức ăn tôm thẻ chân trắng ở nồng độ 5% đã cải thiện tốc độ sinh trưởng (0,17 ± 0,0009 g/ngày; 1,24 ± 0,02 mm/ngày), tỉ lệ sống (80 ± 1,15%) và hệ số chuyển đổi thức ăn (1,34 ± 0,01). Tuy nhiên, hiệu quả của việc bổ sung có thể biến động tùy thuộc vào mật độ nuôi. Nghiên cứu tiếp theo nên được thực hiện theo hướng tăng nồng độ vi khuẩn bổ sung ở các mật độ nuôi khác nhau nhằm tối ưu hóa hiệu quả của việc sử dụng vi khuẩn quang hợp trong nuôi tôm thẻ chân trắng.

LỜI CẢM ƠN

Công trình này là một phần kết quả của đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh. Tên đề tài "Nghiên cứu khai thác nguồn tài nguyên vi khuẩn quang hợp giàu protein ở vùng ven biển Thừa Thiên Huế làm nguồn nguyên liệu sản xuất thức ăn chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản", Mã số: TTH.2022-KC.08. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn

UBND tỉnh Thừa Thiên Huế (nay là thành phố Huế) đã cấp kinh phí và tạo điều kiện để thực hiện đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kobayashi, M., Kurata, S. (1978). Mass culture and cell utilization of photosynthetic bacteria. *Process Biochemistry*, 13, 27 - 30.

2. George, D. M., Vincent, A. S., Mackey, H. R (2020). An overview of anoxygenic phototrophic bacteria and their applications in environmental biotechnology for sustainable resource recovery. *Biotechnol.* Rep., 28, e0056.

3. Saejung, C., Chaiyarat, A., Sanoamuang, L. O (2021). Optimization of three anoxygenic photosynthetic bacteria as feed to enhance growth, survival, water quality in fairy shrimp (*Streptocephalus sirindhornae*) cultivation. *Aquaculture*, 534, 736288.

4. Larimer F. W., Chain P., Hauser L., Lamerdin J., Malfatti S., Do L., *et al.* (2003). Complete Genome Sequence of the Metabolically Versatile Photosynthetic Bacterium *Rhodopseudomonas palustris*. *Nature Biotechnology*, 22(1), 55 - 61. 10.1038/nbt923.

5. Hunter, C. N., Daldal, F., Thurnauer, M. C., Beatty, J. T. (eds) (2009). The purple phototrophic bacteria. Advances in photosynthesis and respiration, vol 28. Springer, Dordrecht, 1 - 15. 10.1007/978-1-4020-8815-5_1.

6. Rayyan A, Meyer T, Kyndt J. (2018). Draft Whole-Genome Sequence of the Purple Photosynthetic Bacterium *Rhodopseudomonas palustris* XCP. *Microbiol Resour Announc* 7:10.1128/mra.00855-18. https://doi.org/10.1128/mra.00855-18.

7. Li M, Ning P, Sun Y, Luo J, Yang J (2022). Characteristics and Application of *Rhodopseudomonas palustris* as a microbial Cell Factory. *Front Bioeng Biotechnol.* May 12; 10:897003. doi: 10.3389/fbioe.2022.897003. PMID: 35646843; PMCID: PMC9133744.

8. Liu, Rijia, Wu, Wenshuang, Xu, Xiaohan, Wang, Yanling, Yu, Ting, Wang, Jinghan, Zheng, Qi, Changru, Xu, Wu, Pan. (2020). *Rhodopseudomonas palustris* in effluent enhances the disease resistance, TOR and NF- κB signalling pathway, intestinal microbiota and aquaculture water quality of Pelteobagrus vachelli. *Aquaculture Research*. 51. 10.1111/are.14736.

9. Nguyễn Thị Thu Liên, Ngô Thị Bảo Châu, Nguyễn Văn Hoàng, Trần Vũ Ngọc Thi, Đặng Thị Thanh Lộc, Lê Văn Tuấn, Trương Quý Tùng, Nguyễn Đăng Giáng Châu (2025). Tuyển chọn vi khuẩn quang hợp từ vùng ven biển thành phố huế nhằm phát triển sinh khối vi khuẩn giàu protein làm thức ăn chăn nuôi. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, tập 134, số 3B, 97 - 110, DOI: 10.26459/hueunijard.v134i3B.7745.

10. Châu Tài Tảo, Nguyễn Văn Hòa, Trần Ngọc Hải (2021). Nghiên cứu ương ấu trùng tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) theo công nghệ biofloc bằng cách bổ sung đường cát để đạt các tỷ lệ C/N khác nhau. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 57 (Chuyên đề Thủy sản), 26 - 32. https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2021.060.

11. Alloul A., Wille M., Lucenti P., Bossier P., Van Stappen G., Vlaeminck S. E. (2021). Purple bacteria as added-value protein ingredient in shrimp feed: *Penaeus vannamei* growth performance and tolerance against *Vibrio* and ammonia stress. *Aquaculture* 530:735788.

12. Wang, X., Lu, Y. -P., Zhang, Z. -L., Zheng, P. -H., Li, J. -T., Zhang, X. -X., Li, J. -J., Wu, H. -M., Xian, J. -A. (2024). Dietary probiotic

Rhodopseudomonas palustris formulation improves growth performance, muscle composition, digestive enzyme activity, non-specific immunity and disease resistance of juvenile ivory shell (*Babylonia areolata*). *Fishes*, 9(12), 522. https://doi.org/10.3390/fishes9120522.

THE EFFECTS OF PHOTOSYNTHETIC BACTERIUM (*Rhodopseudomonas palustris*) ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF WHITELEG SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)

Nguyen Anh Tuan[1], Ho Thi Thu Hoai[1], Nguyen Duc Thanh[1], Nguyen Thi Thu Lien[2]

[1] *Faculty of Fisheries, Hue University of Agriculture and Forestry, Hue university*

[2]*Institute of Applied Research for Science and Technology, Universty of Sciences, Hue University*

Abstract

Photosynthetic bacterium *Rhodopseudomonas palustris* is know well as anaerobic bacteria containing enzymes and bioactive compounds that benefit aquatic animals. However, studies related to application of this photosynthetic bacterium in aquaculture are still limited. This study was conducted in order to evaluate effects of photosynthetic bacterium on growth performance of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* via dietary supplementation of photosynthetic bacterium at different concentration (1; 3; 5% bacterial paste biomass/kg commercial food). The results indicated that parameters related to daily weight gain (DWG g.day^{-1}, SGRW %. day^{-1}), daily length gain (DLG mm.day^{-1} SGRL%. day^{-1}), feed coversation ratio (FCR) and survival rate (SR), were significantly increased for shrimp fed on the bacterial supplemented food. In particular, the final body weight and total length of shrimp consuming the supplemented food reached 8.61 ± 0.05 g/individual, 108.76 ± 1.04 mm/individual compared to 5.54 ± 0.17 g/individual, 96.53 ± 1.10 mm/individual of control group. The FCR of treatment group (1.34 ± 0.01) and is significantly lower than that of control group (1.53 ± 0.01) and the SV (80 ± 1.15%) of treatment group is remarkably higher in comparison with control group (73 ± 1.73%) ($p < 0.05$). These results imply that the dietary supplementation with photosynthetic bacterium improved the growth performance of white leg shrimp.

Keywords: *Photosynthetic bacterium, white leg shrimp, growth performance.*

Ngày nhận bài: 11/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 25/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 9/9/2025

Ngày duyệt đăng: 18/9/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ NUÔI ĐẾN SỰ TÍCH LŨY TRẦM TÍCH TRONG AO TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vannamei*)

Nguyễn Đức Bình[1,*], Phan Trọng Bình[1], Nguyễn Thị Minh Nguyệt[1], Phạm Thái Giang[1], Mai Đăng Nhân[2], Vũ Đức Duy[2]

[1] *Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I*

[2] *Chi cục Thuỷ sản, Kiểm ngư tỉnh Ninh Bình*

[*]*Email: ndbinh@ria1.org*

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của mật độ nuôi đến quá trình tích lũy trầm tích trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) tại tỉnh Ninh Bình. Ba mô hình nuôi được so sánh: Siêu thâm canh A (219 con/m^2), siêu thâm canh B (167 con/m^2) và thâm canh C (92 con/m^2) trong 103 ngày. Trầm tích được thu thập định kỳ bằng bẫy chuyên dụng qua bốn giai đoạn nuôi, từ tháng nuôi 1 đến tháng nuôi 4 (TN1 - TN4). Kết quả cho thấy, lượng trầm tích tăng dần theo thời gian, đạt đỉnh ở TN3. Cụ thể, giá trị là 74,56 ± 3,47 g/bẫy (mô hình A), 70,18 ± 4,21 g/bẫy (B) và 57,37 ± 3,51 g/bẫy (C). Sau đó, lượng trầm tích ổn định ở TN4. Tổng lượng trầm tích tích lũy cao nhất ở mô hình A (175 ± 5,5 tấn/ha/vụ), tiếp theo là B (161 ± 7,4 tấn/ha/vụ) và thấp nhất ở C (131 ± 6,5 tấn/ha/vụ). Tốc độ lắng đọng trung bình cũng cao nhất ở mô hình A (255,93 ± 11,56 g/m^2/ngày tại TN4), so với mô hình B (231,59 ± 18,73 g/m^2/ngày) và mô hình C (194,11 ± 16,69 g/m^2/ngày). Phân tích thống kê bằng kiểm định Friedman ($p < 0,001$) xác nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các mô hình nuôi, với mô hình A luôn có lượng trầm tích cao nhất. Hệ số tương quan Spearman ($p > 0,86$) cho thấy mối quan hệ thuận mạnh mẽ giữa thời gian nuôi và lượng trầm tích tích lũy. Nghiên cứu khẳng định mật độ nuôi cao làm tăng đáng kể lượng trầm tích, đe dọa chất lượng môi trường. Do đó, cần áp dụng các biện pháp quản lý thức ăn chặt chẽ, tăng cường xi - phông đáy ao và kiểm soát mật độ nuôi để giảm thiểu ô nhiễm trầm tích, đặc biệt trong mô hình siêu thâm canh.

Từ khóa: *Mật độ nuôi, mô hình nuôi, siêu thâm canh, tích lũy trầm tích, tôm thẻ chân trắng.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nuôi tôm nước lợ là ngành kinh tế mũi nhọn, đóng vai trò quan trọng trong phát triển nông nghiệp và xuất khẩu thủy sản. Năm 2024, diện tích nuôi đạt hơn 749.000 ha, sản lượng 1,29 triệu tấn, tăng 15% so với năm 2023. Tôm thẻ chân trắng (*L. vannamei*) chiếm ưu thế với 951.000 tấn, góp phần đưa kim ngạch xuất khẩu lên 3,95 tỷ USD, tăng 14% [1]. Loài này là đối tượng chủ lực trong các mô hình thâm canh và siêu thâm canh.

Mật độ nuôi tôm thẻ chân trắng tùy thuộc theo từng mô hình. Siêu thâm canh 2 giai đoạn theo quy trình công nghệ Trúc Anh và hướng dẫn của Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Trà Vinh (2018) áp dụng mật độ thương phẩm từ 100 - 300 con/m^2 [2 , 3]. Theo Tổng cục Thủy sản (2013) [4], mô hình nuôi thâm canh khuyến nghị 30 - 60 con/m^2 cho hộ mới và 60 - 80 con/m^2 với hộ có kinh nghiệm.

Mật độ nuôi càng cao làm tăng lượng thức ăn, gây áp lực chất thải càng lớn. Thức ăn công nghiệp

chiếm 60 - 70% chi phí sản xuất là nguồn phát sinh chính các chất thải dinh dưỡng [5]. Thức ăn dư thừa và bài tiết từ tôm tạo ra các hợp chất độc hại như: NO_3, NO_2, NH_3, CO_2 và H_2S [6], ảnh hưởng đến chất lượng nước và tích tụ dưới đáy ao.

Trầm tích đáy ao là nơi lưu giữ dinh dưỡng và chất thải. Theo Avnimelech và Rivto (2003) [7], 1 cm trầm tích chứa lượng dinh dưỡng gấp 10 lần so với 1 m cột nước. Tuy nhiên, tích tụ hữu cơ quá mức kích thích vi sinh vật, tăng nhu cầu oxy và gây yếm khí, ảnh hưởng đến sức khỏe tôm [8].

Trong bối cảnh phát triển các mô hình nuôi hiện đại (ao lót bạt, bể xi măng, composite), việc áp dụng các biện pháp quản lý như xi phông đáy ao và thay nước định kỳ đã làm thay đổi đáng kể quá trình tích tụ trầm tích. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về việc xây dựng phương pháp đánh giá chính xác lượng trầm tích thực tế lắng đọng và khả năng phát thải trong từng mô hình nuôi. Việc sử dụng bẫy trầm tích chuyên dụng sẽ giúp định lượng chính xác tốc độ lắng đọng và tổng lượng trầm tích, từ đó cung cấp cơ sở khoa học cho các giải pháp quản lý môi trường bền vững.

Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu xác định tốc độ lắng đọng và khối lượng trầm tích tích lũy trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng theo các mô hình mật độ nuôi khác nhau

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại xã Hải Tiến, tỉnh Ninh Bình, từ tháng 9 đến tháng 12 năm 2024. Thí nghiệm được tiến hành trên 9 ao nuôi lót bạt, diện tích trung bình các ao 1.200 m². Tôm thẻ chân trắng (*L. vannamei*) cỡ post (PL12-15) được nuôi theo ba mô hình với mật độ khác nhau: Mô hình A (siêu thâm canh), mô hình B (siêu thâm canh) và mô hình C (thâm canh) với mật độ nuôi trung bình lần lượt là 219 con/m², 167 con/m² và 92 con/m². Hệ thống ao nuôi được bố trí tương tự nhau, bao gồm: Hệ thống cấp oxy trong các ao có sục khí đáy (1 máy 3,5 kW/ao, 150 - 200 cục sủi) và hai giàn quạt nước (3,5 kW/giàn, 12 - 14 cánh/giàn). Các giàn nước được bố trí so le nhằm tập trung chất thải (Hình 1b).

Tôm nuôi bằng thức ăn viên công nghiệp (các hãng CP, Growbest, Growmax, Thăng Long tùy theo hộ nuôi), gồm 3 giai đoạn: Giai đoạn 1 (25 - 30 ngày): Cho ăn 6 - 8 lần/ngày, 8 - 10% sinh khối, đạm ≥ 43%. Giai đoạn 2 (25 - 30 ngày tiếp): Cho ăn 5 - 6 lần/ngày, 5 - 7% sinh khối, đạm > 42%, kiểm tra sàn ăn mỗi giờ. Giai đoạn 3 (30 - 60 ngày): Cho ăn 4 lần/ngày, 3 - 5% sinh khối. Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) thực tế được ghi nhận trong suốt vụ nuôi dao động trong khoảng từ 1,2 - 1,5.

Sản phẩm bổ sung gồm: Organic, Vimekat, Probisol, Phylus, Hepatic, Elecamin, Lactozyme, Canxiphot hãng Vemedim, Vimeco... Trước khi thả, nước ao xử lý bằng thuốc tím, Chlorine, PAC, với $CaCO_3$, gây màu bằng men TS1 + men đáy mật rỉ. Yêu cầu môi trường: pH 7,8 - 8,0, ô xy hòa tan ≥ 5 mg/l, độ muối 20 - 30‰, độ kiềm 120 - 160 mg/l.

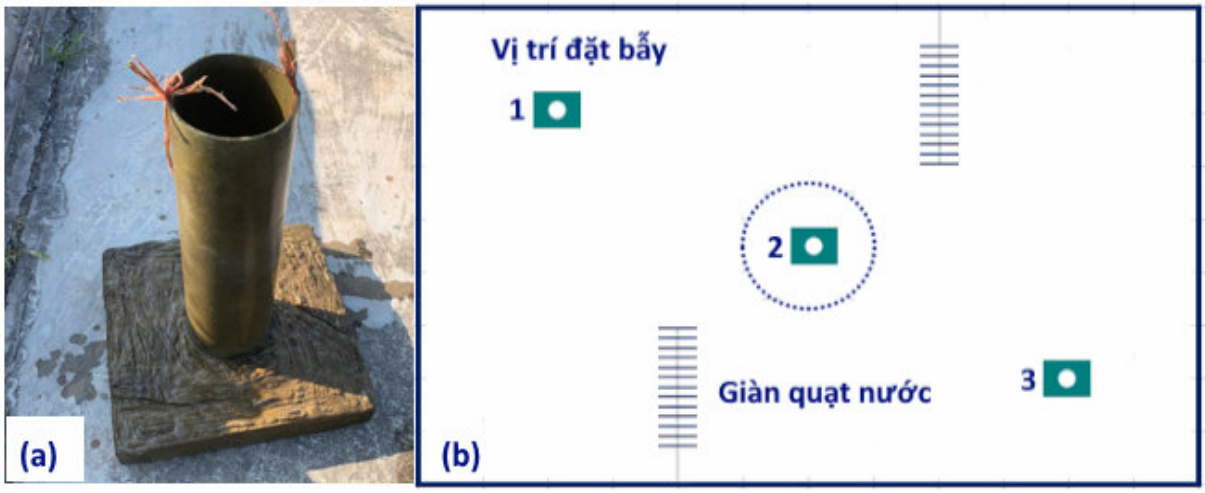
Môi trường ao được quản lý theo từng giai đoạn. Giai đoạn 2 thay nước 10 - 15%/ngày; giai đoạn 3 thay 15 - 20%/ngày tùy theo nhu cầu. Xi phông đáy ao 1 - 4 lần/ngày sau khi cho ăn, tùy mức độ bẩn. Tạt khoáng và Elecamin theo giai đoạn 25 - 90 ngày tuổi để hỗ trợ sinh trưởng. Vi sinh vật có lợi được cấy định kỳ bằng Vime - Bitech (ủ mật rỉ) và Pond VS. Nước cấp từ ao lắng xử lý bằng Chlorine 30 kg/1.000 m³ trước khi sử dụng.

2.2. Xác định khối lượng trầm tích trong bẫy thu mẫu

Thu mẫu: Bẫy trầm tích chuyên dụng (Hình 1a) được làm từ ống nhựa PVC (đường kính 11 cm, cao 40 cm, diện tích mặt cắt ngang 95 cm²) và đặt trên đế bê tông (25 x 25 cm) theo mô tả của Suwoyo và cs (2015b) [9]. Bẫy được đặt tại 3 vị trí trong mỗi ao (giữa ao và 2 góc). Mẫu được thu định kỳ qua 4 đợt tương ứng 4 tháng nuôi (TN1 - TN4).

Xử lý mẫu: Mẫu trầm tích được làm khô tự nhiên và cân khối lượng khô (Wsd) bằng cân phân tích có độ chính xác ± 0,01 g.

Phân tích thống kê: Kiểm định Shapiro - Wilk được sử dụng để kiểm tra phân phối chuẩn của dữ liệu, với kết quả cho thấy dữ liệu không tuân theo phân phối chuẩn ($W = 0,784$, $p < 0,05$). Kiểm định Friedman được áp dụng để so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về khối lượng trầm tích (Wsd) giữa 3 mô hình nuôi (A, B, C) và 4 thời điểm thu mẫu (TN1 - TN4). Kiểm định hậu kiểm Friedman - Nemenyi được sử dụng để xác định các cặp nhóm có sự khác biệt cụ thể. Hệ số tương quan Spearman (ρ) được sử dụng để đánh giá mối liên hệ giữa thời gian nuôi và khối lượng trầm tích (Wsd).



Hình 1. Bẫy thu mẫu trầm tích (a) và sơ đồ vị trí đặt bẫy trong ao nuôi tôm (b)

2.3. Xác định tốc độ lắng của trầm tích (Sr)

Tốc độ lắng của trầm tích (Sr) tính theo công thức [10]:

$$Sr\ (g/m^2/ngày) = (Wsd/(Ap \times T)) \times 10^4 \quad (1)$$

Trong đó: Wsd là khối lượng trầm tích thu được từ bẫy (g); Ap là diện tích mặt cắt ngang của ống PVC (95 cm^2); T là thời gian đặt bẫy (ngày).

2.4. Xác định khối lượng trầm tích trong ao nuôi (Sd)

Khối lượng trầm tích lắng đọng trong ao nuôi (Sd) tính theo công thức:

$$Sd\ (tấn/ha/vụ) = (Wsd/Ap) \times 100 \quad (2)$$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khối lượng trầm tích lắng đọng trong bẫy thu mẫu

Theo mô hình nuôi: Dữ liệu từ bảng 1 cho thấy, có sự khác biệt rõ rệt về lượng trầm tích lắng đọng trong bẫy thu mẫu giữa các mô hình nuôi. Mô hình A có lượng trầm tích cao nhất, với các giá trị từ 4,72 ± 0,59 g/bẫy (TN1), đến 75,37 ± 3,41 g/bẫy (TN4). Ngược lại, mô hình C thấp nhất, từ 2,54 ± 0,54 g/bẫy (TN1) đến 57,17 ± 4,92 g/bẫy (TN4). Mô hình B nằm ở vị trí trung gian từ 3,88 ± 0,38 g/bẫy (TN1) đến 68,20 ± 5,52 g/bẫy (TN4). Sự khác biệt này cho thấy, mật độ nuôi là yếu tố then chốt ảnh hưởng đến khối lượng trầm tích tích lũy.

Bảng 1. Lượng trầm tích lắng đọng trong các bẫy thu mẫu

Giá trị	Lượng trầm tích lắng đọng (g/bẫy thu)											
	Mô hình A				Mô hình B				Mô hình C			
	TN1	TN2	TN3	TN4	TN1	TN2	TN3	TN4	TN1	TN2	TN3	TN4
Min	3,64	8,67	69,49	70,29	3,44	8,15	61,73	55,78	1,76	6,41	49,53	48,19
Max	5,46	14,12	80,03	79,91	4,70	11,46	76,63	73,88	3,25	9,22	62,28	62,31

Tb	4,72	11,36	74,56	75,37	3,88	10,28	70,18	68,20	2,54	7,39	57,37	57,17
Std	± 0,59	± 1,80	± 3,47	± 3,41	± 0,38	± 0,92	± 4,21	± 5,52	± 0,54	± 0,90	± 3,51	± 4,92

Ghi chú: Min: Nhỏ nhất; Max: Lớn nhất; Tb: Trung bình; Std: độ lệch chuẩn.

Theo thời gian nuôi: Lượng trầm tích trung bình tăng rõ rệt ở tất cả các mô hình theo thời gian. Cụ thể, mô hình A, lượng trầm tích tăng từ 4,72 ± 0,59 g/bẫy (TN1) lên 74,56 ± 3,47 g/bẫy (TN3) và duy trì ở mức cao 75,37 ± 3,41 g/bẫy (TN4). Mô hình B và C cũng cho thấy xu hướng tăng tương tự. Sự gia tăng mạnh nhất xảy ra từ giai đoạn TN2 - TN3, sau đó có dấu hiệu chững lại đáng kể giữa TN3 và TN4, đặc biệt là ở mô hình C (từ 57,37 ± 3,51 g/bẫy tại TN3 xuống còn 57,17 ± 4,92 g/bẫy tại TN4).

Dữ liệu ban đầu cho thấy, cả mô hình và thời gian nuôi đều ảnh hưởng rõ rệt đến lượng trầm tích lắng đọng trong bẫy thu mẫu chuyên dụng, trong đó mô hình C có lượng thấp nhất. Lượng trầm tích có xu hướng gia tăng đáng kể ở các giai đoạn sau của chu kỳ nuôi nhưng chững lại giữa tháng nuôi thứ ba (TN3) và thứ tư (TN4). Hiện tượng này được giải thích, do tháng cuối (TN4) có thu tỉa và giảm thức ăn, trong khi tháng nuôi thứ ba (TN3) tôm phát triển mạnh, nhu cầu thức ăn và kỹ thuật tăng cao, thúc đẩy tích tụ trầm tích.

3.1.1. Ảnh hưởng của mô hình nuôi đến lượng trầm tích lắng đọng

Kiểm định Friedman được tiến hành để so sánh lượng trầm tích lắng đọng trong các bẫy thu mẫu giữa ba mô hình nuôi (A, B, C) trên toàn bộ chuỗi dữ liệu. Kết quả cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về lượng trầm tích giữa các mô hình ($Q = 61,2$; $df = 2$; $p < 0,001$).

Phân tích thứ hạng trung bình (theo Friedman) cho thấy, mô hình C có lượng trầm tích lắng đọng trong bẫy thấp nhất (hạng 37), trong khi mô hình A cao nhất (hạng 103) và mô hình B ở mức trung bình (hạng 76), khẳng định nuôi tôm siêu thâm canh mật độ cao có nguy cơ tích lũy trầm tích càng lớn (Bảng 2).

Bảng 2. Kiểm định Friedman theo mô hình nuôi

Kiểm định Friedman		Thứ hạng trung bình		
Thông số	Giá trị	Mô hình	R sum	Ghi chú
Chi-square Q	61,2	A	103	Trầm tích cao nhất
Bậc tự do (df)	2	B	76	Trầm tích cao
p-value	< 0,001	C	37	Trầm tích nhỏ nhất

Kiểm định hậu kiểm Friedman-Nemenyi xác nhận sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa tất cả các cặp mô hình: Mô hình A khác biệt đáng kể so với mô hình B ($q = 4,50$; $p = 0,0087$) và rất rõ rệt so với mô hình C ($q = 11,00$; $p < 0,001$); mô hình B cũng khác biệt rõ ràng so với C ($q = 6,50$; $p = 0,0002$). Đặc biệt, mô hình C thể hiện sự lắng đọng trầm tích ít nhất so với cả mô hình A và B (Bảng 3).

Bảng 3. Hậu kiểm Friedman - Nemenyi theo mô hình nuôi

Cặp mô hình	q-statistic	p-value	Kết luận
A so với B	4,50	0,0087	Khác biệt có ý nghĩa thống kê
A so với C	11,00	< 0,001	Khác biệt có ý nghĩa thống kê
B so với C	6,50	0,0002	Khác biệt có ý nghĩa thống kê

3.1.2. Ảnh hưởng của thời gian đến lượng trầm tích lắng đọng

Kiểm định Friedman cũng được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của các tháng nuôi (TN1, TN2, TN3, TN4) đến lượng trầm tích lắng đọng trong bẫy thu mẫu (Bảng 4). Kết quả cho thấy, thời gian nuôi có ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến lượng trầm tích lắng đọng (Q = 73,2; df = 3; p < 0,001). Phân tích thứ hạng trung bình (theo Friedman) chỉ ra lượng trầm tích tăng dần theo thời gian nuôi, từ thấp nhất ở TN1 (27) đến cao nhất ở TN4 (97).

Bảng 4. Kiểm định Friedman theo tháng nuôi

Kiểm định Friedman		Thứ hạng trung bình		
Thông số	Giá trị	Tháng nuôi	R sum	Ghi chú
Chi-square Q	73,2	TN1	27	Trầm tích thấp nhất
Bậc tự do (df)	3	TN2	54	Trầm tích tăng nhẹ
p-value	< 0,001	TN3	92	Trầm tích cao
		TN4	97	Trầm tích cao nhất

Bảng 5. Hậu kiểm Friedman - Nemenyi theo tháng nuôi

Cặp tháng nuôi	q-statistic	p-value	Kết luận
TN1 so với TN2	4,02	0,0423	Khác biệt có ý nghĩa thống kê
TN1 so với TN3	9,69	< 0,001	
TN1 so với TN4	10,43	< 0,001	
TN2 so với TN3	5,66	0,0029	
TN2 so với TN4	6,41	0,0008	
TN3 so với TN4	0,75	0,9517	Khác biệt không có ý nghĩa thống kê

Hậu kiểm Friedman - Nemenyi xác định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa TN1 và TN2 (p = 0,0423), TN1 khác biệt rõ rệt so với TN3 (p < 0,001) và TN4 (p < 0,001). TN2 cũng khác biệt đáng kể so với TN3 (p = 0,0029) và TN4 (p = 0,0008). Tuy nhiên, không có sự khác biệt đáng kể về lượng trầm tích giữa giai đoạn TN3 và TN4 (p = 0,9517) (Bảng 5). Điều này cho thấy, lượng trầm tích đã đạt mức cao và tương đối ổn định ở cuối chu kỳ nuôi. Hiện tượng này có thể được giải thích là do ở tháng nuôi cuối, tôm đã được thu tỉa để bán và lượng thức ăn cung cấp cũng giảm đi, làm giảm quá trình và giảm lượng trầm tích tích tụ.

3.1.3. Mối tương quan giữa mật độ, thời gian và lượng trầm tích lắng đọng

Đối với cả ba mô hình nuôi (A, B và C), kết quả phân tích cho thấy, có một mối tương quan thuận rất mạnh và có ý nghĩa thống kê giữa thời gian nuôi và lượng trầm tích lắng đọng. Cụ thể, trong mô hình A, hệ số tương quan ρ đạt 0,883 với p - value cực nhỏ (< 0,001), khẳng định mối tương quan rất mạnh mẽ và có độ tin cậy cao. Tương tự, mô hình B cũng cho thấy mối tương quan thuận mạnh mẽ với hệ số ρ là 0,861 và p-value rất nhỏ (< 0,001). Đối với mô hình C, hệ số ρ là 0,871 với p-value (< 0,001) cũng chứng tỏ một mối tương quan mạnh mẽ và có ý nghĩa thống kê (Bảng 6).

Bảng 6. Tương quan giữa mật độ, thời gian và lượng trầm tích lắng đọng

Mô hình	Hệ số tương quan Spearman (ρ)	p-value	Kết luận
A	0,883	< 0,001	Tương quan thuận rất mạnh và có ý nghĩa thống kê
B	0,861	< 0,001	
C	0,871	< 0,001	

Khi so sánh giữa ba mô hình, hệ số tương quan Spearman (ρ) khá tương đồng nhau. Mô hình A có mối tương quan mạnh nhất (ρ ≈ 0,883), tiếp đến là Mô hình C (ρ ≈ 0,871) và cuối cùng là mô hình B (ρ ≈ 0,861). Tuy nhiên, sự khác biệt giữa ba giá trị này là không đáng kể, cho thấy mối quan hệ giữa thời gian nuôi và sự tích tụ trầm tích là đồng nhất trên cả ba mô hình nuôi với các mật độ khác nhau. Nhìn chung, kết quả này cung cấp bằng chứng rõ ràng và vững chắc cho thấy lượng trầm tích lắng đọng có mối tương quan thuận mạnh mẽ và có ý nghĩa thống kê với thời gian nuôi và mối quan hệ này nhất quán trên cả ba mô hình.

3.2. Tốc độ lắng đọng của trầm tích

Theo mô hình nuôi: Tốc độ lắng đọng trầm tích có sự khác biệt rõ rệt giữa các mô hình nuôi. Mô hình A có tốc độ lắng cao nhất trong tất cả các tháng nuôi, đặc biệt vượt trội tại giai đoạn TN3: 253,17 ± 11,80 g/m²/ngày và TN4: 255,93 ± 11,56 g/m²/ngày. Mô hình B thấp hơn mô hình A nhưng cao hơn mô hình C ở mọi thời điểm, từ TN1: 13,19 ± 1,29 g/m²/ngày và TN4: 231,59 ± 18,73 g/m²/ngày. Mô hình C thấp nhất, tại TN3 và TN4 là 194,80 ± 11,91 g/m²/ngày và 194,11 ± 16,69 g/m²/ngày tương ứng, mức độ tích tụ trầm tích ít hơn do mật độ nuôi thấp hơn. Khoảng cách về tốc độ lắng giữa các mô hình ngày càng mở rộng khi thời gian nuôi tăng lên, đặc biệt rõ rệt tại TN3 và TN4 (Bảng 7).

Bảng 7. Tốc độ lắng đọng của trầm tích

Mô hình nuôi	Giá trị	Tốc độ lắng - Sr (g/m²/ngày)			
		TN1	TN2	TN3	TN4
A	Tb	16,02	38,56	253,17	255,93
	Std	± 2,01	± 6,13	± 11,80	±11,56
B	Tb	13,19	34,91	238,32	231,59
	Std	± 1,29	± 3,14	± 14,29	±18,73
C	Tb	8,62	25,10	194,80	194,11
	Std	± 1,85	± 3,06	± 11,91	±16,69

Ghi chú: Số liệu được tính toán theo công thức (1) từ khối lượng trầm tích thu được trong bẫy (Bảng 1).

Theo thời gian nuôi: Tốc độ lắng tăng theo thời gian, đặc biệt từ TN1 - TN3. Mô hình A tốc độ lắng tăng từ 16,02 ± 2,01 g/m²/ngày (TN1) lên 38,56 ± 6,13 g/m²/ngày (TN2), đạt đỉnh 253,17 ± 11,80 g/m²/ngày (TN3) và ổn định 255,93 ± 11,56 g/m²/ngày (TN4). Mô hình B tương đồng, tăng từ 13,19 ± 1,29 g/m²/ngày (TN1) lên 238,32 ± 14,29 g/m²/ngày (TN3), sau đó giảm nhẹ 231,59 ± 18,73 g/m²/ngày (TN4). Mô hình C có tốc độ lắng thấp hơn rõ rệt, từ 8,62 ± 1,85 g/m²/ngày (TN1) đến 194,80 ± 11,91 g/m²/ngày (TN3) và duy trì 194,11 ± 16,69 g/m²/ngày (TN4). Tốc độ lắng tăng mạnh ở giai đoạn giữa chu kỳ nuôi (TN2 - TN3), sau đó ổn định hoặc giảm nhẹ, phản ánh sự tích tụ cao nhất trong giai đoạn phát triển của tôm (Bảng 7).

Tốc độ lắng cao nhất của mô hình A (255,93 g/m²/ngày) nằm trong khoảng 49,49 - 813,21 g/m²/ngày) tại kết quả nghiên cứu của Rachmansyah và cs (2006) [11] (nhưng thấp hơn mức trung bình của họ. Tuy nhiên, tốc độ lắng của mô hình A và B lại cao hơn giới hạn trên trong nghiên cứu của Suwoyo và cs (2009) [12] (6,89 - 142,71 g/m²/ngày). So với tốc độ lắng trung bình tại kết quả nghiên cứu của Lemonnier và Brizard (2001) [8] (200 g/m²/ngày), tốc độ lắng cao nhất của mô hình A và B (238 - 255 g/m²/ngày) khá tương đồng hoặc cao hơn, cho thấy mức độ tích tụ chất thải tương đương.

Kết quả nghiên cứu của Suwoyo và cs (2014, 2015a) [13, 14] chỉ ra mối quan hệ giữa mật độ nuôi và tốc độ lắng trong nuôi siêu thâm canh tại Indonesia. Ở mật độ 500 con/m², tốc độ lắng trung bình là 200 ± 100 g/m²/ngày, tăng lên 300 ± 100 g/m²/ngày ở 600 con/m². Với mật độ cao hơn (750, 1.000, 1.250 con/m²), tốc độ lắng lần lượt là 162 ± 51, 181 ± 56 và 196 ± 31 g/m²/ngày. Các số

liệu này củng cố quan điểm rằng, trong cùng điều kiện nuôi thực nghiệm, mật độ nuôi càng cao thì tốc độ lắng càng lớn.

3.3. Lượng trầm tích lắng đọng trong ao nuôi tôm

Theo mô hình nuôi: Mô hình A có lượng trầm tích lắng đọng trung bình cao nhất, với tổng khối lượng là 175 ± 5,5 tấn/ha/vụ, tiếp theo là mô hình B 161 ± 7,4 tấn/ha/vụ và thấp nhất là mô hình C với 131 ± 6,5 tấn/ha/vụ (Bảng 8). Sự khác biệt này phản ánh ảnh hưởng của mật độ nuôi, quy trình quản lý và cấu trúc hệ thống ao nuôi đối với khả năng tích tụ bùn đáy. Từ TN1 - TN4, mô hình A luôn dẫn đầu về lượng trầm tích, cho thấy mức độ sản sinh trầm tích ao lớn hơn hoặc khả năng xử lý bùn ít hiệu quả hơn so với các mô hình còn lại.

Bảng 8. Lượng trầm tích trong ao nuôi tôm

Mô hình nuôi	Giá trị	Lượng trầm tích lắng đọng trong ao nuôi tôm (tấn/ha/vụ)				
		TN1	TN2	TN3	TN4	Cộng
A	Tb	5,0	12,0	78,5	79,3	175
	Std	± 0,6	± 1,9	± 3,7	± 3,6	± 5,5
B	Tb	4,1	10,8	73,9	71,8	161
	Std	± 0,4	± 1,0	± 4,4	± 5,8	± 7,4
C	Tb	2,7	7,8	60,4	60,2	131
	Std	± 0,6	± 0,9	± 3,7	± 5,2	± 6,5

Ghi chú: Số liệu được tính toán theo công thức (2) từ khối lượng trầm tích thu được trong bẫy (Bảng 1).

Theo thời gian: Lượng trầm tích lắng đọng thể hiện xu hướng tích lũy rõ rệt. Trong tháng nuôi đầu tiên (TN1), mức lắng đọng còn thấp, trung bình từ 2,7 ± 0,6 - 5,0 ± 0,6 tấn/ha/vụ tùy mô hình. Tuy nhiên, từ TN2 trở đi, lượng trầm tích tăng nhanh: TN2 đạt 7,8 ± 0,9 - 12,0 ± 1,9 tấn/ha/vụ, TN3 tăng lên 60,4 - 78,5 tấn/ha/vụ và tháng cuối cùng (TN4) ghi nhận mức cao nhất, dao động từ 60,2 ± 5,2 - 79,3 ± 3,6 tấn/ha/vụ (Bảng 8). Giai đoạn TN3 được xem là thời điểm lắng đọng đỉnh điểm, cho thấy mức độ trầm tích tích tụ vượt trội so với các tháng trước đó.

Thời gian nuôi và mô hình nuôi có ảnh hưởng đáng kể đến mức độ lắng đọng trầm tích trong ao tôm. Lượng trầm tích gia tăng rõ rệt ở giai đoạn sau của chu kỳ nuôi, chủ yếu do tích lũy chất hữu cơ và bùn đáy phát sinh từ mật độ thả cao, chế độ cho ăn và quản lý ao không tối ưu. Mô hình siêu thâm canh ghi nhận lượng trầm tích cao hơn đáng kể, đòi hỏi xử lý thường xuyên nhằm hạn chế ô nhiễm đáy ao và duy trì chất lượng môi trường. Ngược lại, mô hình thâm canh tạo lượng trầm tích thấp hơn, góp phần duy trì ổn định chất lượng nước và giảm áp lực lên hệ sinh thái.

Kết quả của nghiên cứu cho thấy mức lắng đọng trầm tích trong ao nuôi tôm thấp hơn so với nghiên cứu của Suwoyo và cs (2015a) [14] tại Indonesia, trong đó lượng trầm tích dao động từ 182 - 219 tấn/ha/vụ với mật độ nuôi cao từ 750 - 1.250 con/m². Tương tự, kết quả nghiên cứu của Sabilu và cs (2021) [15] cũng ghi nhận lượng trầm tích trong mô hình siêu thâm canh tôm thẻ chân trắng đạt 158 - 189 tấn/ha/vụ, cao hơn so với cả ba mô hình trong nghiên cứu này.

Với nuôi thâm canh tôm sú, một số nghiên cứu tại Thái Lan như của Boyd (1992) [16] và Satapornvanit (1993) [17] cho thấy, lượng trầm tích dao động từ 144 - 461 tấn/ha/vụ, cao hơn đáng kể so với kết quả trong nghiên cứu này. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu của FAO (2017) [18] và Nguyễn Văn Mạnh và Bùi Thị Nga (2011) [19] tại Việt Nam, cho thấy lượng trầm tích dao động từ 123 - 201 tấn/ha/vụ, gần với mức ghi nhận của nghiên cứu hiện tại, đặc biệt ở mô hình C và B, Briggs và Smith (1994) [20] ghi nhận 185 - 199 tấn/ha/vụ trong mô hình thâm canh tại Thái Lan, nằm trong khoảng của mô hình A và B.

Nhìn chung, lượng trầm tích lắng đọng trong nghiên cứu này nhỏ hơn hoặc tương đương với một số nghiên cứu đã công bố, đặc biệt khi so sánh với các mô hình siêu thâm canh hoặc điều kiện vận hành trang trại tại các nước như Indonesia và Thái Lan. Mô hình C có sự lắng đọng thấp nhất, trong khi mô hình A thể hiện mức lắng đọng cao, cần chú ý đến quản lý đáy ao ở giai đoạn cuối vụ nuôi.

Quá trình lắng đọng trầm tích chủ yếu do chất hữu cơ (thức ăn thừa, phân tôm, tảo chết), bùn đất (từ nước cấp và xói mòn bờ ao) [21]. Chất lượng nước đầu vào cũng có ảnh hưởng tới lượng trầm tích trong ao nuôi, lượng bùn phát sinh trong ao lắng (do phù sa) là khoảng 40 kg/1.000 m^3 nước [22].

Tốc độ dòng chảy trong ao ảnh hưởng trực tiếp đến sự tích tụ này: Dòng chảy chậm làm tăng lắng đọng [23]. Vì vậy, cần tối ưu hóa quản lý thức ăn, chất lượng nước, bờ ao, cùng với chế độ quạt, xi phông và thay nước để kiểm soát tích lũy trầm tích.

Tích lũy trầm tích là một vấn đề nghiêm trọng trong nuôi tôm nước lợ, gây ra sự tích tụ lớn vật chất hữu cơ và dinh dưỡng. Theo Suwoyo và cs (2015b) [24], lượng chất hữu cơ (các - bon hữu cơ - OC), dinh dưỡng (TN, TP) tích tụ trong trầm tích của ao nuôi tôm siêu thâm canh có thể dao động từ 20,8 - 23,3 tấn OC/ha/vụ, 3,0 - 3,6 tấn TN/ha/vụ, và 2,5 - 3,0 tấn TP/ha/vụ. Kết quả nghiên cứu của Sabilu và cs (2021) [15] cũng cho thấy, lượng tích lũy OC là 10,03 - 12,05 tấn/ha/vụ, TN từ 2,38 - 2,85 tấn/ha/vụ và TP từ 0,6 - 0,81 tấn/ha/vụ.

Sự tích tụ trầm tích này gây ra nhiều hậu quả tiêu cực đối với tôm nuôi. Trong điều kiện yếm khí, sự phân hủy chất hữu cơ, dinh dưỡng trong trầm tích sẽ sinh ra các khí độc như NH_3 và H_2S, gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của tôm. Lớp trầm tích dày cũng làm tôm khó di chuyển và giảm khả năng bắt mồi. Môi trường đáy ao xấu đi làm tăng tỷ lệ tôm mắc các bệnh như đen mang, hoại tử gan tụy… từ đó làm giảm tốc độ tăng trưởng. Do đó, việc quản lý và xử lý trầm tích hiệu quả là yếu tố then chốt để đảm bảo sự phát triển bền vững của ngành nuôi tôm.

Quản lý trầm tích hiệu quả là yếu tố then chốt để bảo vệ môi trường đáy ao, nâng cao hiệu quả sản xuất và đảm bảo tính bền vững trong nuôi trồng thủy sản. Ngoài ra, chất lượng nước đầu vào cũng đóng vai trò quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến lượng trầm tích phát sinh.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1. Kết luận

Nghiên cứu khẳng định mối quan hệ trực tiếp giữa mật độ nuôi và quá trình tích lũy trầm tích trong hệ thống nuôi tôm thẻ chân trắng (*L. vannamei*) thâm canh. Mật độ nuôi càng cao, lượng trầm tích càng lớn, với mô hình siêu thâm canh (219 con/m^2) đạt mức cao nhất (175 ± 5,5 tấn/ha/vụ), vượt trội so với mô hình thâm canh (92 con/m^2). Quá trình lắng đọng trầm tích diễn biến theo thời gian, đạt đỉnh vào tháng thứ 3 của vụ nuôi. Tốc độ lắng từ 194,11 ± 16,69 đến 255,93 ± 11,56 g/m^2/ngày, phụ thuộc vào mật độ và giai đoạn nuôi. Phân tích thống kê xác nhận sự khác biệt có ý nghĩa giữa các mô hình và mối tương quan thuận mạnh giữa thời gian nuôi và lượng trầm tích. Kết quả cho thấy, cần quản lý mật độ nuôi và lượng thức ăn hợp lý, tăng cường xử lý đáy ao từ tháng nuôi thứ 2 và giám sát định kỳ để đảm bảo tính bền vững của hệ thống nuôi tôm thâm canh.

4.2. Đề xuất

Ứng dụng bẫy trầm tích như công cụ giám sát định kỳ. Kết hợp hệ thống quạt nước và sục khí đáy để giảm tích tụ cục bộ. Nghiên cứu thêm về khả năng tái sử dụng trầm tích làm phân bón hữu cơ.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Trung tâm Quan trắc môi trường và Bệnh thủy sản miền Bắc (Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản I) đã tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất để thực hiện nghiên cứu này. Bài báo có sử dụng số liệu nghiên cứu bởi nhiệm vụ: Đánh giá nguồn ô nhiễm, lượng chất thải từ hoạt động nuôi tôm nước lợ khu vực phía Bắc và đề xuất giải pháp quản lý. Nhiệm vụ:

Quan trắc, cảnh báo và giám sát môi trường vùng nuôi trồng thủy sản tại một số tỉnh trọng điểm khu vực phía Bắc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2025). *Phát triển ngành tôm, hướng đến mục tiêu xuất khẩu 4,3 tỷ USD*. Cổng thông tin điện tử Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. https://www.mard.gov.vn. Truy cập ngày 30 tháng 8 năm 2025

2. Tổng cục Thủy sản (2017). *Quy trình nuôi tôm thẻ chân trắng siêu thâm canh 2 giai đoạn ít thay nước theo công nghệ Trúc Anh*. Ban hành kèm theo Quyết định số 502/QĐ-TCTS-KHCN&HTQT ngày 3/5/2017.

3. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Trà Vinh (2018). *Quy trình nuôi tôm siêu thâm canh*.

4. Tổng cục Thủy sản (2013). *Hướng dẫn kỹ thuật nuôi tôm nước lợ thâm canh, bán thâm canh hạn chế dịch bệnh*. Ban hành kèm theo Công văn số 298/TCTS-NTTS ngày 01/02/2013. https://www.mard.gov.vn/Pages/huong-dan-ky-thuat-nuoi-tom.

5. Rachmansyah, Susianingsih, E., Mangampa, M., Tahe, S., Makmur, Undu, M. C., et al. (2013). Final technical report on the development of super-intensive vannamei shrimp farming in small ponds. *Brackishwater Aquaculture Research and Development Center*, Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Indonesia.

6. Rachmansyah, Usman & Pongsapan, D. S. (2003). Estimation of waste load from milkfish (*Chanos chanos*) farming in floating net cages at sea. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 9(2), 65 - 76.

7. Avnimelech, Y. & Rivto, G. (2003). Shrimp and fish pond soil: Process and management. *Aquaculture*, 220, 549 - 567.

8. Lemonnier, H. & Brizard, R. (2001). Number of shrimp crops and shrimp density effects on sediment accumulation on earthen pond bottoms. *Book of Abstracts, World Aquaculture Society Meeting*, Disney's Coronado Springs Resort, Florida, 365 pp.

9. Suwoyo, H. S., Tahe, S. & Fahrur, M. (2015b). Potential, characteristics and utilization of shrimp pond solid waste as organic fertilizer. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(2), 411 - 421.

10. Rachmansyah, Makmur & Kamaruddin. (2004). Estimation of sedimentation rate and dispersion of organic particulate waste from milkfish (*Chanos chanos*) aquaculture. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 10(2), 89 - 99.

11. Rachmansyah, Suwoyo, H. S., Undu, M. C. & Makmur (2006). Estimation of nutrient budget in intensive vannamei shrimp ponds. *Aquaculture Research Journal*, 1(2), 181 - 202.

12. Suwoyo, H. S., Gunarto & Rachmansyah (2009). Study of sedimentation and bottom substrate quality in intensive Vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds. *Proceedings of the 6th National Annual Seminar on Fisheries and Marine Research Results 2009*, Volume I: Aquaculture, Department of Fisheries and Marine, Faculty of Agriculture, UGM, Yogyakarta, July 25, 2009, pp. RB-04, 1 - 16.

13. Suwoyo, H. S., Undu, M. C. & Makmur. (2014). Sedimentation rate and sediment characterization in super-intensive vannamei shrimp ponds. *Proceedings of the Aquaculture Technology Innovation Forum*, 327 - 339.

14. Suwoyo, H. S., Tahe, S. & Fahrur, M. (2015a). Characterization of sediment waste of vaname shrimp pond super intensive with different stocking density. *Prosiding FITA*, 901 - 913.

15. Sabilu, K., Supriyono, E., Nirmala, K., Jusadi, D. & Widanarni, W. (2021). Sedimentary waste nutrients, water quality and production profiles of intensive *Penaeus vannamei* culture reared in low salinities. *AACL Bioflux*, 14(2), 683 - 694.

16. Boyd, C. E. (1992). Shrimp pond bottom soil and sediment management. In Wyban, J. (Ed.), *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, 166 - 181.

17. Satapornvanit, K. (1993). *The environmental impact of shrimp farm effluent* (MSc Thesis). Asian Institute of Technology, Bangkok, 153 pages.

18. FAO (2017). *Báo cáo tổng quan về ô nhiễm nông nghiệp tại Việt Nam: Ngành thủy sản*. Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc (FAO).

19. Nguyễn Văn Mạnh và Bùi Thị Nga (2011). Đánh giá mức độ tích tụ và ô nhiễm bùn đáy ao nuôi thâm canh tôm sú. *Tạp chí Khoa học Công nghệ - Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 1, 73.

20. Briggs, M. R. P. & Funge-Smith, S. J. (1994). A nutrient budget of some intensive marine shrimp ponds in Thailand. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25, 789 - 811.

21. Hopkins, S. J., Browdy, C.L., Sandifer, P. A. & Stokes, A. D. (1994). Effect of feed protein levels and stocking density on water quality and production. *Abstract, Annual Meeting of the World Aquaculture Society*, New Orleans, Louisiana, USA.

22. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Cà Mau. (2018). *Báo cáo kỹ thuật vấn đề môi trường và một số quy trình xử lý nước thải nuôi tôm thâm canh, siêu thâm canh*.

23. Wyban, J. A. & Sweeny, J. N. (1991). *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii, USA.

24. Suwoyo, H. S., Tahe, S. & Fahrur, M. (2015b). Potential, characteristics and utilization of shrimp pond solid waste as organic fertilizer. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(2), 411 - 421.

IMPACT OF STOCKING DENSITY ON SEDIMENT ACCUMULATION IN WHITELEG SHRIMP PONDS

Nguyen Duc Binh[1], Phan Trong Binh[1], Nguyen Thi Minh Nguyet[1], Pham Thai Giang[1], Mai Dang Nhan[2], Vu Duc Duy[2]

[1] *Research Institute for Aquaculture No.1*

[2] *Ninh Binh Sub-Department of Fisheries*

Abstract

This study assessed the impact of stocking density on the process of sediment accumulation in whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds in Ninh Binh. Three farming models were compared: super-intensive A (219 shrimp/m^2), B (167 shrimp/m^2) and intensive C (92 shrimp/m^2) over a 103 - day cycle. Sediment was collected periodically using specialized traps across four culture stages, from month 1 to month 4 (TN1 - TN4). The results showed that the amount of sediment gradually increased over time, peaking at TN3 with values of 74.56 ± 3.47 g/trap (model A), 70.18 ± 4.21 g/trap (B), and 57.37 ± 3.51 g/trap (C). The sediment amount then stabilized at TN4. The total accumulated sediment was highest in model A (175 ± 5.5 tons/ha/cycle), followed by B (161 ± 7.4 tons/ha/cycle) and lowest in C (131 ± 6.5 tons/ha/cycle). The average sedimentation rate was also highest in model A (255.93 ± 11.56 g/m^2/day at TN4), compared to B (231.59 ± 18.73 g/m^2/day) and C (194.11 ± 16.69 g/m^2/day). Statistical analysis using the Friedman test ($p < 0.001$) confirmed a significant difference between the farming models, with model A consistently showing the highest sediment accumulation. The Spearman correlation coefficient ($\rho > 0.86$) indicated a strong positive relationship between farming duration and accumulated sediment. The study concludes that high stocking density significantly increases the amount of sediment, threatening environmental quality. Therefore, strict feed management, enhanced pond bottom siphoning and controlled stocking density are necessary to mitigate sediment pollution, especially in super-intensive models.

Keywords: *Farming model, sediment accumulation, stocking density, super-intensive, whiteleg shrimp.*

Ngày nhận bài: 10/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 5/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 16/9/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG VÀ THỨC ĂN ĐẾN QUÁ TRÌNH THÀNH THỤC SINH DỤC CỦA BÀO NGƯ CHÍN LỖ BỐ MẸ (*Haliotis diversicolor*) TRONG ĐIỀU KIỆN NUÔI VỖ

Lại Duy Phương[1, *], Phan Thị Vân[2], Nguyễn Khắc Bát[1]

[1] *Viện Nghiên cứu Hải sản*

[2] *Công ty TNHH IDH Việt Nam*

[*] *Email: duyphuongrimf@gmail.com*

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định ảnh hưởng của nhiệt độ, độ mặn, thời gian chiếu sáng và tỷ lệ hàm lượng dinh dưỡng trong khẩu phần ăn đến quá trình thành thục sinh dục của bào ngư chín lỗ bố mẹ (*Haliotis diversicolor*) trong điều kiện nuôi thí nghiệm. Ba thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong 75 ngày. Thí nghiệm 1, khảo sát 9 tổ hợp nhiệt độ (25, 28, 31°C) và độ mặn (27, 30, 33‰); thí nghiệm 2, đánh giá 3 chế độ chiếu sáng ở 3 mức nhiệt độ khác nhau; thí nghiệm 3, khảo sát 9 công thức thức ăn có hàm lượng protein (28, 33, 38%) và lipid (6, 8, 10%) khác nhau. Kết quả cho thấy, tổ hợp nhiệt độ 28°C và độ mặn 30 - 33‰ là tối ưu, cho tăng trưởng sinh trưởng và thành thục sinh dục của bố mẹ bào ngư chín lỗ, với tốc độ phát triển tuyến sinh dục (VGB) đạt 11,9%/ngày. Về thời gian chiếu sáng, nghiệm thức "24 giờ tối" kích thích rõ ràng quá trình thành thục, đặc biệt ở cá thể cái, với tỷ lệ phóng trứng tự phát cao hơn. Thí nghiệm thức ăn cho thấy, công thức chứa 33% protein và 8% lipid đạt hiệu quả vượt trội về về tốc độ phát triển VGB, đồng thời hỗ trợ tăng trưởng chiều dài và khối lượng cơ thể. Các công thức có protein thấp (28%) hoặc lipid quá cao (10%) không mang lại hiệu quả tương ứng. Nghiên cứu cung cấp bằng chứng rõ ràng về ảnh hưởng đồng thời của các yếu tố môi trường và dinh dưỡng đến thành thục sinh dục bào ngư chín lỗ bố mẹ, qua đó đề xuất tổ hợp điều kiện tối ưu hỗ trợ xây dựng quy trình kỹ thuật nuôi vỗ phục vụ sản xuất giống bào ngư chủ động và bền vững tại Việt Nam.

Từ khóa: *Bào ngư chín lỗ, bào ngư bố mẹ, môi trường nuôi vỗ, thành thục sinh dục, thức ăn bào ngư.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor* Reeve, 1846) là loài động vật thân mềm có giá trị kinh tế cao, được nuôi phổ biến tại nhiều quốc gia châu Á như: Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản và Việt Nam. Trong những năm gần đây, nghề nuôi bào ngư tại Việt Nam, đặc biệt ở các tỉnh ven biển phía Bắc như: Quảng Ninh, Hải Phòng đang từng bước phát triển với quy mô ngày càng mở rộng. Tuy nhiên, sự phát triển bền vững của ngành hàng này phụ thuộc rất lớn vào khả năng chủ động sản xuất giống, trong đó quá trình thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ đóng vai trò quyết định đến chất lượng và số lượng con giống.

Thành thục sinh dục là giai đoạn sinh lý quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động sinh sản và hiệu quả nhân giống. Nhiều nghiên cứu cho thấy, quá trình thành thục ở động vật thân mềm nói chung và bào ngư nói riêng chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ mặn, cũng như thành phần và chất lượng dinh dưỡng trong khẩu phần ăn. Việc điều chỉnh các yếu tố này phù hợp có thể rút ngắn thời gian thành thục, nâng cao tỷ lệ thành thục và chất lượng trứng – tinh trùng, từ đó cải thiện năng suất sinh sản và hiệu quả kinh tế trong sản xuất giống.

Tuy nhiên, tại Việt Nam các nghiên cứu về ảnh hưởng đồng thời của một số yếu tố môi trường nền (nhiệt độ, độ mặn, thời gian chiếu sáng) và thức ăn đến sự thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ còn

hạn chế, đặc biệt là trong điều kiện môi trường nhân tạo. Khoảng trống này gây khó khăn trong việc xây dựng quy trình kỹ thuật nuôi vỗ thành thục đàn bố mẹ và cho sinh sản nhân tạo bào ngư phù hợp trong các cơ sở sản xuất.

Từ những vấn đề trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của một số yếu tố môi trường nền (nhiệt độ, độ mặn, thời gian chiếu sáng) và tỷ lệ hàm lượng dinh dưỡng (protein, lipit) trong thức ăn đến quá trình thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ, làm cơ sở khoa học đề xuất các điều kiện tối ưu phục vụ cho sản xuất giống bào ngư trong điều kiện môi trường nhân tạo tại các cơ sở sản xuất khu vực phía Bắc, Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm triển khai các thí nghiệm

Tại cơ sở sản xuất giống bào ngư Bạch Long Vĩ (thuộc huyện đảo Bạch Long Vĩ, thành phố Hải Phòng).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

+ Đối tượng và vật liệu nghiên cứu

Loài bào ngư chín lỗ (hay còn gọi là cửu khổng) có tên khoa học là *Haliotis diversicolor* Reeve, 1846 thuộc giống bào ngư (*Haliotis* Linnaeus, 1758), họ bào ngư (Haliotidae Ratinesque, 1815). Bào ngư bố mẹ được thu từ vùng ven biển đảo Bạch Long Vĩ (thành phố Hải Phòng) và Cô Tô (tỉnh Quảng Ninh). Cá thể có kích thước vỏ ≥ 40 mm được lựa chọn. Theo Lại Duy Phương và cs (2013) [1], loài bào ngư chín lỗ (*H. diversicolor*) thành thục sinh dục khi chiều dài vỏ đạt ≥ 4 mm và ≥ 40 g tương ứng. Tổng cộng 270 cặp bào ngư (270 cá thể đực và 270 cá thể cái) sẽ được sử dụng trong 3 lô thí nghiệm. Sau khi thu mẫu, bào ngư được chuyển về phòng thí nghiệm và nuôi trong môi trường nước tĩnh, sạch có sục khí, độ mặn 30‰ và nhiệt độ là 25^0C. 180 cá thể bào ngư sử dụng cho lô thí nghiệm 1 và 2 được cho ăn bằng loài rong *Gracilaria* spp. theo nhu cầu, 90 cá thể còn lại sử dụng cho thí nghiệm 3 được cho ăn bằng thức ăn nhân tạo (protein 33%, lipit 8%) trong 2 tuần đầu để thích nghi với điều kiện thí nghiệm. Các cá thể đang ở giai đoạn "phục hồi" (hệ số thành thục sinh dục ở giai đoạn 0) được lựa chọn ngẫu nhiên, xác định giới tính và đánh dấu bằng nhãn nhựa dán bên ngoài vỏ. Trước khi bố trí vào các lô thí nghiệm, từng cá thể được lau khô, đo chiều dài vỏ và cân khối lượng chính xác đến 0,1 mm và 0,1 g.

+ Thiết kế thí nghiệm:

Các thí nghiệm được thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên với các nghiệm thức về chế độ chiếu sáng, độ mặn/nhiệt độ và hàm lượng thức ăn khác nhau, cụ thể như sau:

- *(1) Thí nghiệm về độ mặn/nhiệt độ*: Chín bể nhựa tròn tối màu (dung tích 50 lít) được sử dụng để bố trí thí nghiệm về độ mặn và nhiệt độ được thiết lập theo sơ đồ ở bảng 1, mỗi bể chứa 10 cặp bào ngư (10 cá thể đực + 10 cá thể cái) được chọn ngẫu nhiên. Do điều kiện phòng thí nghiệm hạn chế, mỗi nghiệm thức chỉ có một bể, nên trong nghiên cứu phải áp dụng phương pháp giả lặp (pseudoreplication).

Bảng 1. Sơ đồ thiết kế thí nghiệm xác định ảnh hưởng của độ mặn, nhiệt độ nước đến quá trình thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ

Nhân tố thí nghiệm	Lô thí nghiệm		
Độ mặn (‰)	33	30	27
Nhiệt độ nước (T^0C)	25	25	25
	28	28	28
	31	31	31

Bào ngư được cho ăn bằng loài rong *Gracilaria* spp. theo nhu cầu mỗi ngày, thức ăn thừa được loại bỏ trước khi bổ sung thức ăn mới. Nước được thay hoàn toàn vào buổi sáng để loại bỏ chất thải, quá trình này mất khoảng 15 phút mỗi bể. Bào ngư cũng được ghi nhận khi xảy ra hiện tượng phóng tinh/phóng trứng tự phát, thường xảy ra vào buổi tối hoặc sáng sớm. Thời gian thí nghiệm kéo dài 75 ngày.

- *(2) Thí nghiệm về chế độ chiếu sáng/nhiệt độ*: Chín bể nhựa tròn tối màu (dung tích 50 lít) được sử dụng để bố trí thí nghiệm theo sơ đồ ở bảng 2, mỗi bể chứa 10 cặp bào ngư (10 cá thể đực

+ 10 cá thể cái) được chọn ngẫu nhiên. Do mỗi nghiệm thức chỉ có một bể, nên trong nghiên cứu phải áp dụng phương pháp giả lặp.

Bảng 2. Sơ đồ thiết kế thí nghiệm xác định ảnh hưởng của chế độ chiếu sáng, nhiệt độ nước đến quá trình thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ

Nhân tố thí nghiệm	Lô thí nghiệm		
Thời gian chiếu sáng (giờ)	0 giờ tối: 24 giờ sáng	12 giờ tối: 12 giờ sáng	24 giờ tối: 0 giờ sáng
Nhiệt độ nước (T°C)	25	25	25
	28	28	28
	31	31	31

Đèn huỳnh quang 25 W được treo cách mặt nước 30 cm. Mỗi bể được trang bị hai thanh nhiệt để duy trì nhiệt độ ổn định. Phương pháp chăm sóc, cho ăn, thời gian được thực hiện như ở thí nghiệm 1.

- *(3) Thí nghiệm về hàm lượng thức ăn*: Sử dụng 9 bể nhựa tròn tối màu (dung tích 50 lít), mỗi bể chứa 10 cặp bào ngư (10 cá thể đực + 10 cá thể cái) được chọn ngẫu nhiên để bố trí thí nghiệm về thành phần hàm lượng protein và lipit trong thức ăn. Sơ đồ thiết kế được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Sơ đồ thiết kế thí nghiệm xác định ảnh hưởng của chế độ chiếu sáng, nhiệt độ nước đến quá trình thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ

Nhân tố thí nghiệm	Lô thí nghiệm		
Protein (%)	28	33	38
Lipit (%)	6	6	6
	8	8	8
	10	10	10

Tỷ lệ cho ăn hằng ngày là 2% khối lượng cơ thể [2], tần xuất thay nước, chăm sóc, vệ sinh, theo dõi và thời gian thí nghiệm được thực hiện như ở thí nghiệm 1.

+ Chỉ tiêu theo, dõi đánh giá:

- *Khối lượng VGB:* Việc kiểm tra trực quan và cảm quan được tiến hành để xác định khối lượng tuyến sinh dục mà không cần tiêu hủy vật mẫu. Mỗi con bào ngư được đặt nằm ngửa theo phương ngang, sau đó quan sát VGB và tuyến tiêu hóa bằng cách nhìn ngang qua mép vỏ và ấn nhẹ phần chân để làm lộ rõ cơ quan sinh dục. Việc xác định khối lượng VGB được thực hiện thông qua phương pháp mô học [3].

Việc kiểm tra cảm quan được thực hiện bởi hai người để đánh giá tỷ lệ khối lượng tuyến sinh dục so với toàn bộ phần phụ hình nón trong khoang cơ thể. Tuyến sinh dục được phân thành 4 giai đoạn từ 0 - 3: Giai đoạn 0 (phục hồi) VGB xuất hiện tại đỉnh của tuyến tiêu hóa (< 25% tuyến tiêu hóa), tinh hoàn màu trắng kem, buồng trứng màu xanh nhạt; giai đoạn I (đang phát triển) tuyến sinh dục bao phủ khoảng 25 - 49% tuyến tiêu hóa; giai đoạn II (thành thục) tuyến sinh dục phát triển đầy đủ, bao phủ > 49% tuyến tiêu hóa, tinh hoàn chuyển sang màu vàng nhạt, buồng trứng màu xanh lục; giai đoạn III (đã phóng/giai đoạn tiêu hao) tuyến sinh dục nhão, nhạt màu, khó phân biệt với giai đoạn phục hồi chỉ dựa vào diện tích hoặc tỷ lệ bao phủ.

- *Hệ số thể trạng (Condition Factor - CF)*: Phản ánh sức khỏe của bào ngư nuôi, liên quan đến mức độ tiêu thụ thức ăn. CF được tính theo công thức của Chua và Teng (1978) [4]: CF =

(W/L^3) x 1.000 (W là khối lượng cơ thể (g), L là chiều dài vỏ (mm).

+ Xử lý thống kê: Phương pháp phân tích phương sai một chiều và hai chiều (ANOVA) theo Steel và Torrie (1980) [5] được sử dụng để kiểm tra sự khác biệt giữa các nghiệm thức chiếu sáng và nhiệt độ; độ mặn và nhiệt độ; khẩu phần thức ăn đến mức độ tăng trưởng khối lượng VGB. Nếu có sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p < 0,05$, kiểm định Duncan được sử dụng để xác định nhóm khác biệt. Mối liên hệ tuyến tính giữa khối lượng VGB với thời gian chiếu sáng, độ mặn (S‰), nhiệt độ (T^0C) và thức ăn được kiểm định bằng hồi quy tuyến tính sử dụng phần mềm SAS v6.03. Tất cả kiểm định có ý nghĩa thống kê được đánh giá ở mức $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng kết hợp của độ mặn và nhiệt độ đến quá trình thành thục

Bảng 4 trình bày dữ liệu tóm tắt cho các nghiệm thức thí nghiệm kết hợp giữa nhiệt độ và độ mặn, trong đó độ lệch chuẩn (SD) được sử dụng thay vì sai số chuẩn (SE) nhằm tránh sai sót khi diễn giải dữ liệu trong điều kiện giả lặp, theo khuyến cáo của Hurlbert (1984) [6]. Phân tích phương sai hai nhân tố (Two-way ANOVA) cho thấy, nhiệt độ ($p < 0,001$), độ mặn ($p < 0,001$) và sự tương tác giữa hai yếu tố này ($p < 0,05$) đều ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến tăng trưởng L, W và khối lượng VGB của bào ngư bố mẹ (Bảng 5).

Bảng 4. Tốc độ tăng trưởng tương đối chiều dài vỏ (L), khối lượng toàn thân (W) và khối lượng VGB của bào ngư được nuôi trong các tổ hợp nhiệt độ và độ mặn khác nhau trong 75 ngày thí nghiệm

S‰	T^0C	Tăng trưởng tương đối L (%/ngày) *	Tăng trưởng tương đối W (%/ngày) *	Khối lượng VGB (%/ngày) *
27	25	$0,42 \pm 7^{abc}$	$0,38 \pm 10^{ac}$	$1,9 \pm 3,7^{a}$
	28	$0,46 \pm 4^{cde}$	$0,39 \pm 3^{c}$	$3,9 \pm 8,8^{ab}$
	31	$0,45 \pm 3^{bcde}$	$0,38 \pm 5^{ac}$	$3,5 \pm 5,2^{abc}$
30	25	$0,43 \pm 5^{ab}$	$0,39 \pm 5^{c}$	$9,6 \pm 7,5^{acd}$
	28	$0,45 \pm 4^{abe}$	$0,41 \pm 7^{cde}$	$11,9 \pm 8,5^{abcd}$
	31	$0,44 \pm 4^{cde}$	$0,39 \pm 9^{c}$	$6,7 \pm 4,8^{acd}$
33	25	$0,41 \pm 4^{ab}$	$0,39 \pm 10^{cd}$	$9,8 \pm 10,7^{bcd}$
	28	$0,49 \pm 3^{bde}$	$0,39 \pm 9^{c}$	$11,2 \pm 8,6^{cd}$
	31	$0,44 \pm 3^{cde}$	$0,37 \pm 7^{cd}$	$5,5 \pm 13,8^{d}$

Ghi chú: (*): Số liệu được biểu thị dưới dạng giá trị trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một cột, các ký hiệu chữ khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Về ảnh hưởng của nhiệt độ đến tăng trưởng và khối lượng tuyến sinh dục (VGB): Tốc độ tăng trưởng tương đối về chiều dài vỏ (L), khối lượng toàn thân (W) và khối lượng VGB đều có xu hướng tăng ở ngưỡng nhiệt độ từ 25 - 28°C, sau đó giảm nhẹ ở ngưỡng nhiệt độ 31°C. Điều này cho thấy, nhiệt độ 28°C là mức tối ưu cho sự tăng trưởng sinh lý và sinh sản của bào ngư bố mẹ. Tuy nhiên, sự khác biệt không quá lớn giữa các mức nhiệt độ, điều này phản ánh tính thích nghi nhiệt tương đối rộng của loài *H. diversicolor*.

Về ảnh hưởng của độ mặn đến các chỉ tiêu sinh trưởng và thành thục: Các nghiệm thức có độ mặn 30 - 33‰ cho thấy, tốc độ tăng trưởng về chiều dài vỏ (L), khối lượng toàn thân (W) và khối lượng VGB cao hơn rõ rệt so với nghiệm thức độ

mặn thấp (27‰). Đặc biệt, VGB đạt giá trị cao nhất tại nghiệm thức 30‰ - 28° C (11,9 ± 8,5%) và 33‰ - 28°C (11,2 ± 8,6%), cho thấy mức độ mặn ở ngưỡng trung bình - cao là điều kiện tối ưu cho quá trình thành thục sinh dục.

Bảng 5. Kết quả phân tích phương sai (Two-way ANOVA) đối với tốc độ tăng trưởng tương đối chiều dài vỏ (L), khối lượng toàn thân (W) và khối lượng VGB của bào ngư được nuôi trong các tổ hợp nhiệt độ và độ mặn khác nhau trong 75 ngày

Nguồn phương sai		df	SS	MS	F	Sig.
Tăng trưởng tương đối L	T^0C	3	0,659	0,002	85,412	0,000
	S‰	3	0,229	0,223	20,129	0,000
	Tương tác (T^0C x S‰)	9	0,198	0,058	2,845	0,004
	Sai số	60	0,301	0,009		
Tăng trưởng tương đối W	T^0C	3	0,678	0,221	71,092	0,000
	S‰	3	0,188	0,043	14,253	0,000
	Tương tác (T^0C x S‰)	9	0,103	0,008	2,789	0,005
	Sai số	60	0,293	0,009		
Tăng trưởng tương đối VGB	T^0C	3	5,681	1,828	63,208	0,000
	S‰	3	1,881	0,488	15,850	0,000
	Tương tác (T^0C x S‰)	9	0,703	0,068	2,089	0,030
	Sai số	60	1,158	0,028		

Ghi chú: df là bậc tự do; SS là tổng bình phương sai số; MS là trung bình bình phương; F là giá trị kiểm định; Sig. là mức ý nghĩa (giá trị p).

Tương tác giữa nhiệt độ và độ mặn: Một số tổ hợp giữa nhiệt độ cao và độ mặn thấp (ví dụ 31°C - 27‰) ghi nhận tăng trưởng kém, đặc biệt là VGB thấp (chỉ 3,5 ± 5,2%), cho thấy rằng, tác động của nhiệt độ không thể tách rời độ mặn - có sự tương tác rõ ràng giữa hai yếu tố này. Kết quả phân tích ANOVA (Bảng 5) cho thấy: Nhiệt độ, độ mặn và tương tác giữa chúng đều có ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) đến tăng trưởng và thành thục sinh dục.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian chiếu sáng, nhiệt độ đến tăng trưởng tuyến sinh dục

Kết quả quan sát đàn bào ngư bố mẹ nuôi vỗ sau 75 ngày trong điều kiện thí nghiệm được trình bày trong phụ lục 1 (cho cá thể đực) và phụ lục 2 (cho cá thể cái). Trong các bảng này, độ lệch chuẩn (SD) được sử dụng thay vì sai số chuẩn (SE) nhằm tránh sai sót khi diễn giải dữ liệu trong điều kiện giả lặp, theo khuyến cáo của Hurlbert (1984) [6].

Tăng trưởng khối lượng VGB: VGB ở cá thể đực cao hơn có ý nghĩa thống kê so với cá thể cái ($p < 0,0001$). Tuy nhiên, VGB không có sự khác biệt đáng kể giữa các mức nhiệt độ nước ($p = 0,8562$), nhưng lại có khác biệt rõ ràng giữa các ngưỡng thời gian chiếu sáng ($p = 0,0253$). Ở cá thể đực, tỷ lệ về VGB trung bình không khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức kết hợp chiếu sáng và nhiệt độ ($p > 0,05$). Tuy nhiên, quan sát trực tiếp cho thấy, phần lớn cá thể đực đều ở giai đoạn đang phát triển hoặc đã thành thục sau 75 ngày nuôi vỗ trong điều kiện về thời gian chiếu sáng và nhiệt độ thí nghiệm. Ở cá thể cái, nghiệm thức nuôi trong

điều kiện 24 giờ tối cho thấy mức VGB cao hơn có ý nghĩa so với nhóm 12 giờ tối : 12 giờ chiếu sáng (p = 0,0414) và nghiệm thức 0 giờ tối : 24 giờ chiếu sáng (p = 0,0004). Một số cá thể ở nghiệm thức 24 giờ tối, nhiệt độ 31°C đạt trạng thái thành thục hoàn toàn, với GSI vượt quá 75%.

Hệ số thể trạng (Condition Factor - CF): Số liệu CF thu được (phụ lục 1,2) cho thấy, có sự khác biệt đáng kể giữa cá thể đực và cái (p < 0,0014). Tuy nhiên, không có sự khác biệt rõ ràng về CF theo thời gian trong cùng một giới tính (p = 0,4320), ngoại trừ cá thể cái trong nghiệm thức 0 giờ tối: 24 giờ chiếu sáng ở 25°C.

Hiện tượng phóng tinh/trứng tự phát: Một số cá thể bào ngư đực và cái đã phóng tinh hoặc phóng trứng tự phát trong các lô thí nghiệm (phụ lục 3). Các hiện tượng phóng giao tử thường xảy ra vào lúc nửa đêm và rạng sáng. Tỷ lệ cá thể đực và cái phóng giao tử không khác biệt đáng kể trong hai chế độ chiếu sáng 0 giờ tối: 24 giờ chiếu sáng và 24 giờ tối: 0 giờ chiếu sáng (p > 0,05). Tuy nhiên, ở nghiệm thức thí nghiệm nhiệt độ nước 25°C và 12 giờ tối: 12 giờ chiếu sáng có số lượng cá thể đực/cái phóng giao tử nhiều hơn đáng kể so với các nghiệm thức khác (p < 0,0262).

3.3. Ảnh hưởng của thức ăn đến sự phát triển tuyến sinh dục

Kết quả thí nghiệm ở bảng 6 cho thấy, hàm lượng protein và lipid trong khẩu phần ăn có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình tăng trưởng và phát triển VGB của bào ngư chín lỗ. Trong đó, chỉ tiêu tăng trưởng VGB thể hiện rõ mức độ nhạy cảm cao nhất đối với sự biến đổi về thành phần dinh dưỡng.

Cụ thể, khẩu phần có hàm lượng 33% protein và 8% lipid cho kết quả tăng trưởng khối lượng (W) và VGB cao nhất, đồng thời có xu hướng hỗ trợ tăng trưởng chiều dài vỏ (L) tốt hơn so với các nghiệm thức còn lại. Đây là tổ hợp dinh dưỡng tối ưu giúp kích thích phát triển sinh dục, phù hợp cho giai đoạn nuôi vỗ thành thục bào ngư bố mẹ. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Meusel và cs (2022) [7], khi cho thấy thức ăn có tỷ lệ protein cân đối có thể đảm bảo cả tăng trưởng sinh dưỡng và phát triển sinh sản mà không gây suy kiệt cơ thể.

Ngược lại, các khẩu phần có protein thấp (28%) hoặc lipid quá cao (10%) đều cho kết quả tăng trưởng và VGB thấp hơn đáng kể, phản ánh nhu cầu dinh dưỡng đặc thù trong giai đoạn sinh sản. Tương tác giữa protein và lipid cũng có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ tăng trưởng tuyến sinh dục (p < 0,05), cho thấy sự phối hợp hài hòa giữa các thành phần dinh dưỡng (protein và lipid) mới là yếu tố quyết định hiệu quả sinh sản ở bào ngư.

Nhìn chung, kết quả này cung cấp cơ sở thực nghiệm quan trọng để thiết lập công thức thức ăn công nghiệp chuyên dùng cho vỗ thành thục bào ngư bố mẹ, thay thế dần việc sử dụng rong biển tự nhiên, góp phần tăng tính chủ động và ổn định trong sản xuất giống nhân tạo.

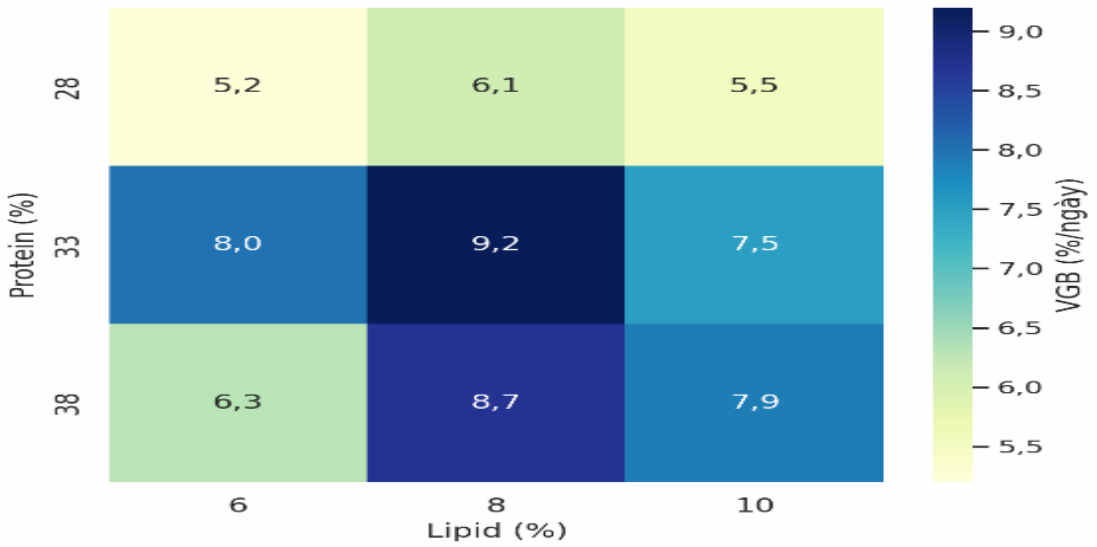
Bảng 6. Giá trị tốc độ tăng trưởng tương đối chiều dài vỏ (L), khối lượng toàn thân (W) và khối lượng tuyến sinh dục (VGB) của bào ngư được nuôi trong các tổ hợp hàm lượng protein và lipit có trong thành phần thức ăn thử nghiệm trong 75 ngày

Protein (%)	Lipit (%)	Tăng trưởng tương đối L (%/ngày)*	Tăng trưởng tương đối W ướt (%/ngày)*	Tăng trưởng tương đối VGB (%/ngày)*
28	6	0,51 ± 9	0,41 ± 11	7,4 ± 3,3[a]
	8	0,53 ± 10	0,41 ± 8	7,8 ± 5,8[b]
	10	0,50 ± 8	0,41 ± 10	7,9 ± 8,1[b,c]
33	6	0,53 ± 9	0,41 ± 8	9,1 ± 7,5[bcd]
	8	0,62 ± 5	0,46 ± 7	10,5 ± 4,8[bcd]

	10	0,53 ± 8	0,42 ± 9	9,9 ± 4,8[bcd]
38	6	0,57 ± 9	0,42 ± 7	8,2 ± 10,7[bcd]
	8	0,62 ± 5	0,50 ± 5	9,6 ± 5,4[cd]
	10	0,54 ± 11	0,40 ± 7	8,3 ± 11,7[a]

Ghi chú: (*): Số liệu được biểu thị dưới dạng giá trị trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một cột, các ký hiệu chữ khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (P < 0,05).

Đồ thị tại hình 1 biểu diễn mối liên hệ giữa hàm lượng protein và lipid trong khẩu phần ăn với tốc độ tăng trưởng VGB của bào ngư, cho thấy rõ xu hướng tối ưu hóa dinh dưỡng trong giai đoạn nuôi vỗ thành thục. Trong số 9 tổ hợp được khảo sát, tổ hợp 33% protein kết hợp với 8% lipid cho giá trị VGB cao nhất (10,5%/ngày), vượt trội so với các nghiệm thức còn lại. Đây là bằng chứng trực quan cho thấy sự phối hợp cân bằng giữa protein trung bình - cao và lipid ở mức trung bình có vai trò quyết định trong kích thích phát triển cơ quan sinh dục.



Hình 1. Đồ thị (heatmap) minh họa ảnh hưởng của hàm lượng protein và lipid trong khẩu phần ăn đến tăng trưởng VGB của bào ngư

Ngược lại, các tổ hợp có protein thấp (28%) hoặc lipid cao hơn 10% đều cho giá trị VGB thấp hơn rõ rệt (chỉ khoảng 7,4 - 8,3%/ngày), điều đó cho thấy chế độ ăn không phù hợp có thể làm chậm quá trình thành thục sinh dục. Đáng chú ý, tăng protein lên mức 38% không mang lại hiệu quả gia tăng VGB tương ứng, thậm chí có xu hướng giảm nhẹ, gợi ý khả năng xảy ra hiện tượng "bão hòa dinh dưỡng" nếu khẩu phần không cân đối với lipid.

Kết quả từ đồ thị cũng cho thấy ảnh hưởng cộng hưởng giữa protein và lipid: Cùng một mức protein, sự thay đổi lipid có thể làm giá trị VGB dao động đáng kể; tương tự, cùng mức lipid, thay đổi protein cũng ảnh hưởng mạnh đến giá trị VGB. Điều này phù hợp với phân tích ANOVA cho thấy, tương tác protein × lipid có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Từ kết quả trên, có thể đề xuất khẩu phần có 33% protein và 8% lipid là tối ưu cho giai đoạn vỗ thành thục sinh dục bào ngư bố mẹ trong điều kiện nuôi thực nghiệm, góp phần định hướng phát triển thức ăn công nghiệp chuyên biệt phục vụ sản xuất giống bào ngư tại Việt Nam.

4. THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, quá trình thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ bị chi phối bởi nhiều yếu tố môi trường khác nhau như: Nhiệt độ, độ mặn, thời gian chiếu sáng và đặc biệt là thành phần dinh dưỡng trong khẩu phần ăn.

Ảnh hưởng của độ mặn và nhiệt độ đến quá trình thành thục (mục 3.1) thể hiện rõ qua các chỉ tiêu sinh trưởng như: Chiều dài vỏ (L), khối lượng toàn thân (W) và khối lượng VGB. Cả ba chỉ tiêu đều đạt giá trị cao nhất tại tổ hợp nhiệt độ 28°C và độ mặn 30 - 33‰, với VGB đạt tới 11,2 - 11,9%/ngày, trong khi giảm rõ rệt ở tổ hợp có độ mặn thấp (27‰) và nhiệt độ cao (31°C). Điều này cho thấy, điều kiện nhiệt độ và độ mặn trung bình - cao tạo môi trường thuận lợi cho quá trình phát triển sinh sản, phù hợp với các nghiên cứu trước đó trên loài *H. discus hannai* [8, 9].

Bên cạnh đó, thời gian chiếu sáng cũng ảnh hưởng đáng kể đến sự phát triển tuyến sinh dục (mục 3.2), đặc biệt ở cá thể cái. Ở nghiệm thức 24 giờ tối : 0 giờ sáng giúp cá thể bào ngư cái đạt giá trị VGB cao nhất, với một số cá thể đạt trạng thái thành thục hoàn toàn và có hiện tượng phóng trứng tự phát. Điều này cho thấy việc rút ngắn thời gian chiếu sáng (tăng thời gian trong bóng tối) có thể thúc đẩy quá trình thành thục, phù hợp với đặc tính hoạt động về đêm của bào ngư và các nghiên cứu trước đây [3]. Trong khi đó, cá đực ít bị ảnh hưởng bởi chế độ chiếu sáng, cho thấy tính bền sinh lý cao hơn ở giới tính này.

Ở thí nghiệm 3 (mục 3.3), kết quả cho thấy, thành phần dinh dưỡng trong khẩu phần thức ăn có ảnh hưởng rõ rệt đến sự phát triển khối lượng VGB. Trong số 9 tổ hợp dinh dưỡng, nghiệm thức chứa 33% protein và 8% lipid cho kết quả cao nhất về giá trị VGB (10,5%/ngày), đồng thời hỗ trợ tăng trưởng chiều dài và khối lượng tốt hơn so với các nhóm khác. Việc tăng protein lên 38% hoặc lipid lên 10% không mang lại hiệu quả gia tăng tương ứng, thậm chí có xu hướng giảm, gợi ý về hiện tượng "bão hòa dinh dưỡng". Tương tác có ý nghĩa giữa protein và lipid ($p < 0,05$) nhấn mạnh vai trò phối hợp cân bằng giữa hai thành phần dinh dưỡng trong việc thúc đẩy thành thục sinh dục - điều này đã được xác nhận trong nhiều nghiên cứu về thức ăn cho bào ngư [10, 11].

Tổng hợp các yếu tố trên cho thấy, quá trình thành thục sinh dục của bào ngư không phụ thuộc đơn lẻ vào một yếu tố nào mà là kết quả của tương tác phức hợp giữa môi trường và dinh dưỡng. Đặc biệt, sự nhạy cảm của cá thể cái đối với thời gian chiếu sáng và thành phần thức ăn cần được chú trọng trong kỹ thuật nuôi tạo đàn bào ngư bố mẹ. Những phát hiện từ nghiên cứu này cung cấp cơ sở thực nghiệm để xây dựng quy trình kỹ thuật vỗ thành thục bào ngư bố mẹ hiệu quả, phù hợp với điều kiện trại sản xuất giống ở Việt Nam.

5. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã xác định được các yếu tố môi trường và thành phần dinh dưỡng ảnh hưởng rõ rệt đến quá trình thành thục sinh dục của bào ngư bố mẹ (*H. diversicolor*). Trong điều kiện nuôi thí nghiệm, tổ hợp nhiệt độ 28°C và độ mặn 30 - 33‰ là phù hợp nhất cho sự phát triển đồng đều về chiều dài vỏ, khối lượng cơ thể và tuyến sinh dục. Bên cạnh đó, chế độ chiếu sáng có tác dụng tích cực đến quá trình thành thục ở cá thể cái, hỗ trợ thúc đẩy sự phát triển tuyến sinh dục và xuất hiện hiện tượng phóng giao tử tự phát.

Về yếu tố dinh dưỡng, khẩu phần thức ăn chứa 33% protein và 8% lipid được xác định là tối ưu, cho hiệu quả cao nhất về tăng trưởng sinh dưỡng và đặc biệt là phát triển tuyến sinh dục. Các tổ hợp có tỷ lệ protein thấp hoặc lipid quá cao không mang lại hiệu quả tương xứng, đồng thời ghi nhận sự tương tác đáng kể giữa hai thành phần này đến khả năng thành thục của bào ngư.

Từ các kết quả trên, nghiên cứu đề xuất tổ hợp điều kiện nuôi ở ngưỡng nhiệt độ 28°C, độ mặn 30 - 33‰, trong 24 giờ tối cùng khẩu phần ăn có 33% protein và 8% lipid làm cơ sở xây dựng quy trình nuôi vỗ thành thục bào ngư bố mẹ. Đây là tiền đề để nâng cao hiệu quả sản xuất giống bào ngư tại Việt Nam theo hướng chủ động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lại Duy Phương, Nguyễn Văn Hiếu, Đỗ Anh Duy (2013). Một số đặc điểm sinh học bào ngư chín lỗ *(Haliotis diversicolor* Reeve, 1846) tại vùng biển ven đảo Bạch Long Vĩ, Hải Phòng. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 12, 183 - 191.

2. Sales J., Britz P. J. (2001). Research on abalone (*Haliotis midae* L.) cultivation in South Africa. *Aquac Res,* 32, 863 - 874.

3. Setyono, D. E. D. (2003). Reproductive biology and seed production techniques for tropical abalone (*Haliotis asinina* L.) in Eastern Indonesia. *Unpublished PhD thesis University of*

Otago, Dunedin New Zealand, 274 pp.

4. Chua T. E. & Teng S. K. (1978). Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus* tauvrina (Forskal), cultured in floating net-cages. *Aquaculture*, 14, 31 - 47.

5. Steel, R. G. D. & Torrie, J. H. (1980). Principles and procedures of Statistics: A biometrical approach (2nd ed.). McGraw - Hill, New York.

6. Hurlbert, S. H. (1984). Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs*, 54(2), 187 - 211.

7. Meusel, E., Menanteau-Ledouble, S., Naylor, M., Kaiser, H. & El - Matbouli, M. (2022). Gonad development in farmed male and female South African abalone, *Haliotis midae*, fed artificial and natural diets under a range of husbandry conditions. *Aquaculture International*, 30(3), 1279 - 1293.

8. Cho S H, Kim D. S. (2012). Eff ects of feed type and temperature on growth of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. *Journal o f the World Aquaculture Society*, 43(1): 114 - 119.

9. Moss, G. A. (1998). Effect of temperature on the breeding cycle and spawning success of the New Zealand abalone, *Haliotis australis*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 33, 271 - 278.

10. Jackson, D., Williams, K. C. & Degnan, B. M. (2001). Suitability of Australian formulated diets for aquaculture of the tropical abalone *Haliotis asinina* Linnaeus. *Journal of Shellfish Research*, 20(2), 627 - 636.

11. Lại Duy Phương, Phạm Thành Công, Nguyễn Quốc Tĩnh, Bùi Thị Thu Hiền (2019). Thử nghiệm thức ăn chế biến nuôi bào ngư chín lỗ (*Haliotis diversicolor*) từ giai đoạn giống đến giai đoạn thương phẩm. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn,* 11, 111 - 116.

EFFECTS OF ENVIRONMENTAL FACTORS AND DIET ON THE GONADAL MATURATION OF BROODSTOCK SMALL ABALONE *(Haliotis diversicolor)* UNDER CONDITIONING

Lai Duy Phuong[1], Phan Thi Van[2], Nguyen Khac Bat[1]

[1]*Research Institute for Marine fisheries*

[2] *IDH Vietnam Company limited*

Abstract

This study investigated the effects of temperature, salinity, photoperiod, and dietary nutrient composition on the gonadal maturation of broodstock small abalone *(Haliotis diversicolor)* under experimental rearing conditions. Three completely randomized trials were conducted over 75 days. In Trial 1, nine temperature–salinity combinations (25, 28, 31°C × 27, 30, 33‰) were tested. Trial 2 evaluated three photoperiod regimes at three temperature levels, and Trial 3 examined nine formulated diets with varying protein (28, 33, 38%) and lipid (6, 8, 10%) contents. Results showed that the combination of 28°C and 30 - 33‰ salinity was optimal, enhancing both growth and gonadal maturation, with a gonad development rate (VGB) of 11.9% per day. Continuous darkness (24 h dark) significantly stimulated maturation, particularly in females, with a higher incidence of spontaneous spawning. The diet containing 33% protein and 8% lipid yielded superior VGB development and supported shell length and body weight growth, whereas low-protein (28%) or high - lipid (10%) diets were less effective. Overall, the findings provide clear evidence of the interactive influence of environmental and nutritional factors on gonadal maturation in *H. diversicolor*, and propose optimal conditions to support the development of broodstock conditioning protocols for sustainable seed production in Vietnam.

Keywords: *Abalone diet, broodstock, conditioning environment.*

Ngày nhận bài: 8/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 8/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 15/9/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

Phụ lục 1. Kết quả quan sát tăng trưởng các cá thể bào ngư đực nuôi vỗ sau 75 ngày trong điều kiện thí nghiệm

Nhân tố thí nghiệm		Bắt đầu thí nghiệm				Kết thúc thí nghiệm						Giai đoạn tuyến sinh dục		
Thời gian chiếu sáng	T^0C	L (mm)	W (g)	CF	VGB (%)	L (mm)	W (g)	CF	VGB (%)	Tăng trưởng VGB (%)	0	I	II	III
12 giờ tối : 12 giờ sáng	25	51 ± 8	48 ± 9	0,18 ± 0,02	17,5 ± 4,9	56 ± 5	51 ± 10	0,19 ± 0,03	43,0 ± 11,1	27,7 ± 12,3	9	0	4	5
	28	50 ± 5	45 ± 9	0,21 ± 0,03	20,0 ± 4,1	56 ± 9	48 ± 9	0,21 ± 0,03	45,5 ± 12,4	26,2 ± 10,5	10	0	4	6
	31	50 ± 5	39 ± 6	0,18 ± 0,03	20,0 ± 4,1	52 ± 4	41 ± 7	0,18 ± 0,03	44,2 ± 9,4	23,4 ± 8,3	9	0	3	6
0 giờ tối : 24 giờ sáng	25	50 ± 3	45 ± 6	0,21 ± 0,03	20,0 ± 4,1	53 ± 5	48 ± 6	0,21 ± 0,02	43,7 ± 1,01	24,7 ± 11,4	9	0	3	6
	28	50 ± 6	41 ± 7	0,19 ± 0,04	19,0 ± 3,9	52 ± 8	43 ± 7	0,22 ± 0,03	42,3 ± 11,3	23,1 ± 8,5	9	0	3	6
	31	52 ± 5	47 ± 11	0,19 ± 0,02	19,2 ± 5,2	54 ± 9	49 ± 12	0,22 ± 0,02	40,2 ± 10,1	22,4 ± 13,6	9	0	3	6
24 giờ tối : 0 giờ sáng	25	51 ± 4	49 ± 12	0,20 ± 0,01	19,5 ± 4,4	53 ± 10	52 ± 15	0,21 ± 0,02	41,9 ± 12,3	22,2 ± 11,3	9	0	3	6
	28	49 ± 7	48 ± 13	0,18 ± 0,04	18,7 ± 3,4	53 ± 11	51 ± 11	0,19 ± 0,03	37,2 ± 12,5	19,7 ± 10,3	9	0	3	6
	31	49 ± 6	38 ± 7	0,19 ± 0,04	19,0 ± 3,9	42± 8	41 ± 8	0,20 ± 0,03	35,6 ± 10,1	16,9 ± 8,8	8	0	3	5

Phụ lục 2. Kết quả quan sát tăng trưởng các cá thể bào ngư cái nuôi vỗ sau 75 ngày trong điều kiện thí nghiệm

Nhân tố thí nghiệm		Bắt đầu thí nghiệm				Kết thúc thí nghiệm					Giai đoạn tuyến sinh dục			
Thời gian chiếu sáng	T^0C	L (mm)	W (g)	CF	VGB (%)	L (mm)	W (g)	CF	VGB (%)	Tăng trưởng VGB (%)	0	I	II	III
12 giờ tối : 12 giờ sáng	25	57 ± 9	43 ± 12	0,21 ± 0,04	19,0 ± 3,9	59 ± 7	47 ± 15	0,18 ± 0,07	21,0 ± 4,0	$1,9 \pm 4,7^{a}$	9	0	4	5
	28	51 ± 6	41 ± 4	0,20 ± 0,05	18,5 ± 3,1	55 ± 5	46 ± 5	0,19 ± 0,04	22,5 ± 9,0	$3,9 \pm 9,3^{a,b}$	10	0	4	6
	31	50 ± 5	40 ± 6	0,18 ± 0,03	16,5 ± 3,1	52 ± 5	46 ± 9	0,19 ± 0,03	21,2 ± 8,8	$4,5 \pm 6,2^{a,b,c,d}$	9	0	3	6

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG NƯỚC VÙNG NUÔI TÔM VEN BIỂN GIAI ĐOẠN 2017 - 2024

Ngô Thế Ân [1,*], Nguyễn Hữu Nghĩa[2],
Phan Trọng Bình[2], Nguyễn Thị Hương Giang[1]
[1]*Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*
[2] *Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I*
**Email: ntan@vnua.edu.vn*

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá chất lượng nước vùng nuôi tôm ven biển ở năm tỉnh, từ Ninh Bình đến thành phố Huế, giai đoạn 2017 - 2024 và phân tích mối liên hệ với sản xuất. Tổng số 2.164 mẫu được phân tích cho 15 chỉ tiêu lý - hóa và sinh học. So sánh với TCVN 13656:2023, tỷ lệ mẫu vượt chuẩn nhiều nhất là độ mặn (43,9%), nhiệt độ (33,9%), kiềm (30,3%) và DO (26,0%). Ghi nhận một số ngoại lệ cao đối với coliforms (12,3 lần), NO_2^- (11,2 lần) và H_2S (9,4 lần). Biến động thời gian khá rõ rệt: 100% mẫu tháng 1 - 2 dưới ngưỡng nhiệt tối ưu (26 - 32°C), vào giữa năm tỷ lệ vượt ngưỡng ít hơn. Theo không gian, thành phố Huế có tỷ lệ vượt chuẩn cao nhất. Sản lượng tôm tăng dần qua các năm với ngoại trừ tỉnh Quảng Trị có xu thế không ổn định. Diện thích nuôi thủy sản giảm rõ rệt ở tỉnh Hà Tĩnh và tỉnh Quảng Trị trong khi các tỉnh khác tăng nhẹ. Tương quan Kendall và Spearman cho thấy sản lượng và diện tích liên quan có ý nghĩa ($p < 0,05$) với pH, DO, kiềm, NH_3, PO_4, TSS, *Vibrio* và tảo độc, chứng minh tăng trưởng gắn với áp lực dinh dưỡng, hữu cơ và vi sinh. Kết quả nhấn mạnh, quản lý nuôi tôm trong giới hạn chịu tải môi trường có xét đến biến động mùa vụ và khác biệt không gian là cần thiết.

Từ khóa: *Chất lượng nước, nuôi tôm, quản lý môi trường.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nuôi tôm đã trở thành một trong những ngành kinh tế thủy sản phát triển nhanh nhất trên thế giới, đóng góp quan trọng cho an ninh lương thực, xuất khẩu và sinh kế của cộng đồng ven biển [1]. Tại Việt Nam, ngành tôm được coi là "mũi nhọn" của thủy sản, với diện tích và sản lượng không ngừng gia tăng trong hai thập kỷ qua [2]. Tuy nhiên, sự mở rộng này đi kèm với nhiều thách thức về môi trường: Sự dao động và suy giảm chất lượng nước, hiện tượng phú dưỡng, bùng phát dịch bệnh và áp lực ngày càng lớn lên hệ sinh thái ven biển [2, 3].

Nhiều nghiên cứu đã phân tích tác động của nuôi tôm thâm canh đến môi trường, bao gồm từ chi phí môi trường khi mở rộng diện tích [4] đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và rủi ro đối với an toàn sinh học [5]. Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu mới tập trung vào các khu vực Nam bộ, nơi chiếm tỷ trọng sản xuất tôm lớn nhất, trong khi các vùng Bắc Trung bộ và miền Bắc - mặc dù có vai trò ngày càng tăng trong chiến lược phát triển ngành tôm lại ít được nghiên cứu hệ thống. Khoảng trống này đặc biệt rõ ràng ở mức phân tích liên kết giữa chất lượng môi trường nước, sự biến động không gian - thời gian và các yếu tố sản xuất (diện tích, sản lượng) dựa trên chuỗi số liệu quan trắc dài hạn.

Trong bối cảnh Việt Nam đã ban hành các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật về chất lượng nước nuôi trồng thủy sản [6, 7]; nhu cầu đánh giá thực tiễn và so sánh với quy chuẩn là hết sức cần thiết

để hỗ trợ công tác quản lý. Nghiên cứu này sử dụng bộ dữ liệu gồm 2.164 mẫu với 15 thông số lý - hóa và sinh học được thu tại 18 điểm quan trắc tại các vùng nuôi tôm ven biển ở 5 tỉnh, từ tỉnh Ninh Bình đến thành phố Huế, giai đoạn 2017 - 2024, kết hợp với số liệu thống kê về sản lượng và diện tích nuôi.

Mục tiêu là: (+) Phân tích hiện trạng và biến động theo không gian - thời gian của chất lượng nước; (+) Đánh giá tỷ lệ vượt chuẩn theo TCVN/QCVN; (+) Xác định mối liên hệ giữa sản xuất tôm và chất lượng môi trường. Qua đó, nghiên cứu cung cấp bằng chứng khoa học cho quản lý nuôi tôm bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu ở vùng ven biển miền Bắc và Bắc Trung bộ.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Số liệu quan trắc môi trường nước vùng nuôi tôm

Số liệu được thu thập trong giai đoạn 2017 - 2024 từ nhiệm vụ "*Quan trắc, cảnh báo và giám sát môi trường vùng nuôi trồng thủy sản tại một số tỉnh trọng điểm khu vực phía Bắc*", do Trung tâm Quan trắc Môi trường và Bệnh thủy sản miền Bắc (CEDMA), Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản I (RIA1) triển khai. Dữ liệu được lưu giữ và cập nhật hàng năm tại RIA1 và Cục Thủy sản và Kiểm ngư, Bộ Nông nghiệp và Môi trường.

Nghiên cứu này bao gồm kết quả quan trắc các yếu tố môi trường và dịch bệnh tại các vùng nuôi tôm tập trung ở miền Bắc và Bắc Trung bộ. Từ dữ liệu được thu thập, đã chọn ra 15 chỉ tiêu đáp ứng tiêu chí về tính liên tục của số liệu quan trắc (missing data ≤ 30%). Trong số liệu được chọn có 12 chỉ tiêu lý - hóa (nhiệt độ, pH, oxy hòa tan – DO, độ mặn, kiềm, NH_3, NH_4^+, PO_4^{3-}, NO_2^-, H_2S, COD, TSS) và 3 chỉ tiêu sinh học (tổng *Vibrio,* tảo độc và *coliforms*).

Nghiên cứu được triển khai tại 18 điểm quan trắc, ban đầu thuộc 18 xã của đơn vị hành chính cũ, nay tương ứng với 17 xã/phường như trình bày trong bảng 1.

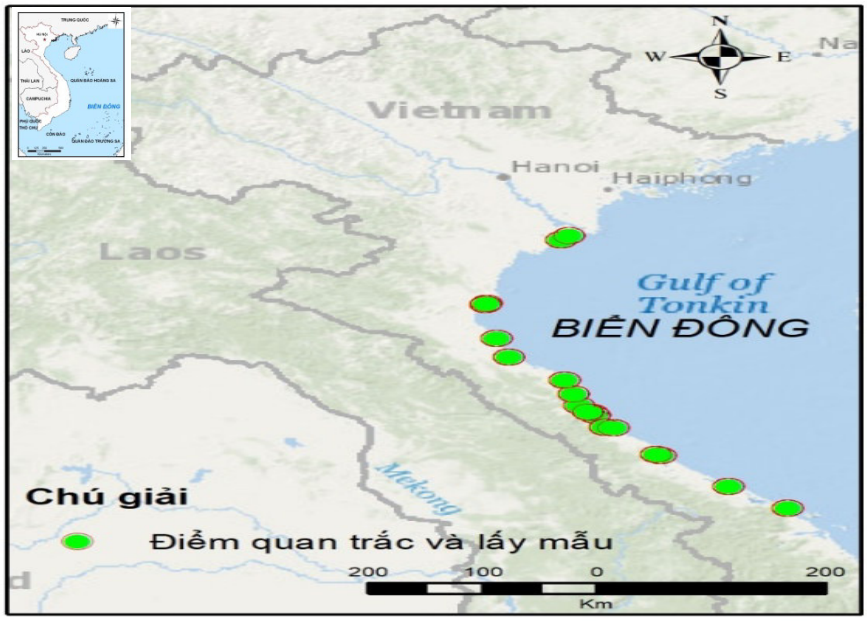
Bảng 1. Danh mục đơn vị hành chính có điểm quan trắc

TT	Tên xã/phường cũ	Thuộc tỉnh (cũ)	Tên xã/phường mới	Thuộc tỉnh (mới)
1	Quất Lâm	Nam Định	Giao Ninh	Ninh Bình
2	Hải Chính		Cồn	
3	Quỳnh Liên	Nghệ An	Quỳnh Mai	Nghệ An
4	Quỳnh Bảng		Quỳnh Anh	
5	Kỳ Hà	Hà Tĩnh	Xuân An	Hà Tĩnh
6	Hộ Độ		Trần Phú	
7	Xuân Phố		Kỳ Ninh	
8	Quảng Thuận	Quảng Bình	Bắc Gianh	Quảng Trị
9	Đại Trạch		Hoàn Lão	
10	Trung Trạch			
11	Đồng Trạch		Đông Trạch	
12	Hải Ninh		Ninh Châu	
13	Võ Ninh		Quảng Ninh	
14	Quảng Châu		Hòa Thạch	

15	Trung Hải	Quảng Trị	Bến Hải	
16	Hiền Thanh		Cửa Tùng	
17	Thuận An	Thành phố Huế	Thuận An	Thành phố Huế
18	Lăng Cô		Chân Mây - Lăng Cô	

Vì phân tích thống kê được thực hiện theo đơn vị hành chính, số liệu tại hai điểm quan trắc thuộc xã Đại Trạch và Trung Trạch (cũ) được gộp và tính trung bình cho xã Hoàn Lão (mới). Vị trí các điểm quan trắc và lấy mẫu được thể hiện trong hình 1.

Mẫu được thu hai lần mỗi tháng (và ba lần trong giai đoạn giao mùa) từ tháng 1 đến tháng 10 hàng năm, theo thời vụ nuôi thủy sản chính ở miền Bắc. Tổng cộng trong giai đoạn này đã thực hiện 2.164 lượt lấy mẫu, tại các vùng nuôi tôm ven biển.



Hình 1. Sơ đồ vị trí các điểm quan trắc và lấy mẫu

Mẫu được thu và phân tích theo tiêu chuẩn ISO/IEC 17025:2005 [8] tại phòng thí nghiệm của CEDMA - RIA1, đảm bảo ISO/IEC 17025:2005 [8] cho phân tích môi trường và bệnh thủy sản. Các chỉ tiêu như: Nhiệt độ, DO, pH được đo trực tiếp bằng máy YSI Pro1020. Các chỉ tiêu khác như: Kiềm, NO_2^-, NO_3^-, H_2S, NH_3, NH_4^+ và vi sinh vật được phân tích theo các tiêu chuẩn SMEWW (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) các series như 2302B:2011, 4500-NO_2 B:2011, 4500-NO_3 B:2011, 4500-S^{2-} D:2011, 4500-NH_3 F:2011, 10200 F:2017 và phương pháp định danh vi khuẩn.

2.1.2. Số liệu thống kê về sản xuất tôm

Chuỗi số liệu sản lượng tôm giai đoạn 2017 - 2024 tại 5 tỉnh được thu thập và tổng hợp từ Niên giám Thống kê hàng năm 2017 - 2024 [9]. Vì dữ liệu diện tích nuôi tôm riêng không có sẵn, nên số liệu về diện tích nuôi thủy sản chung của các tỉnh trong cùng giai đoạn (2017 - 2024 [9]) được sử dụng để phân tích áp lực nuôi thủy sản đến môi trường nước. Số liệu thống kê của các tỉnh mới hình thành sau sáp nhập như: Ninh Bình (từ Nam Định, Hà Nam và Ninh Bình) và Quảng Trị (từ Quảng Bình và Quảng Trị), được tổng hợp trên cơ sở số liệu của các tỉnh cũ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phân tích thống kê mô tả:

Các thông số môi trường được xử lý để tính giá trị trung bình, tối thiểu, tối đa, độ lệch chuẩn và tỷ lệ vượt chuẩn. Cách tiếp cận này cho phép mô tả mức độ dao động của chất lượng nước trong không gian và thời gian.

- Đối chiếu với quy chuẩn:

Kết quả được so sánh với Tiêu chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường nước phục vụ nuôi trồng thủy sản [6, 7] để xác định tỷ lệ và mức độ vượt ngưỡng của từng thông số.

- Phân tích xu thế theo thời gian và mùa vụ:

Chuỗi số liệu 2017 - 2024 được phân tích để nhận diện xu thế biến động nhiều năm (ví dụ: Xu thế nhiệt độ tăng dần theo năm) và sự dao động theo mùa vụ (mùa lạnh và mùa nóng). Phân tích được thực hiện bằng phương pháp chuỗi thời gian kết hợp thống kê so sánh theo tháng, năm và tỉnh.

- Xử lý số liệu và kiểm định phân phối

Do một số thông số có phân phối lệch chuẩn hoặc xuất hiện giá trị ngoại lai (outlier), dữ liệu được rà soát và chuẩn hóa. Với các biến lệch phân phối, áp dụng phép biến đổi log(x+1) theo khuyến nghị của các nghiên cứu trước [3]. Các giá trị ngoại lai được xác định như giá trị bất thường để tránh có kết luận thiên lệch về mức độ vượt chuẩn.

- Phân tích mối quan hệ giữa sản xuất và môi trường:

Để làm rõ mối liên hệ giữa hoạt động sản xuất tôm và chất lượng môi trường nước, sản lượng tôm (tấn) và diện tích nuôi thủy sản (nghìn ha) được phân tích tương quan với 15 thông số quan trắc. Do dữ liệu không tuân theo phân phối chuẩn, các hệ số tương quan Kendall's tau-b và Spearman's rho được sử dụng để đánh giá mối liên hệ hai biến (Bivariate correlation). Ý nghĩa thống kê được xác định ở mức $p < 0,05$ và $p < 0,01$. Phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm SPSS 27.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Biến động chất lượng môi trường nước vùng nuôi tôm (2017 - 2024)

Kết quả phân tích thống kê mô tả giai đoạn 2017 - 2024 cho thấy, về mặt trung bình, hầu hết các thông số môi trường nước tại vùng nuôi tôm ven biển vẫn nằm trong ngưỡng quy định tại TCVN 13656:2023 [6] (Bảng 1). Tuy nhiên, khi xét từng mẫu, một tỷ lệ đáng kể vượt chuẩn, chủ yếu ở nhóm thông số lý - hóa. Cụ thể, độ mặn có tỷ lệ vượt chuẩn cao nhất (43,9%), tiếp theo là nhiệt độ (33,9%), độ kiềm (30,3%) và DO (26,0%). Tổng thể, 91,7% mẫu quan trắc có ít nhất một thông số vượt chuẩn cho thấy mặc dù phần lớn giá trị từng thông số nằm trong giới hạn cho phép, nhưng hầu hết các mẫu nước vẫn chịu tác động vượt ngưỡng ở ít nhất một chỉ tiêu.

Bảng 2. Thống kê mô tả và tỷ lệ vượt chuẩn của các thông số môi trường nước vùng nuôi tôm (2017 - 2024)

TT	Thông số	N	Min	Max	Mean	SD	TCVN 13656: 2023 [6]	Vượt chuẩn		
								Số mẫu	% mẫu	Số lần
1	Nhiệt độ (°C)	2.164	12	35	28	4	26 - 32	734	33,9	0,5
2	pH	2.164	6,8	8,7	7,9	0,3	7,5 - 8,5	151	7,0	0,1
3	DO (mg/L)	1.645	1,8	9,5	5,4	0,8	5,0 - 9,0	428	26,0	0,6
4	Độ mặn (‰)	2.164	0	39	19	10	7 - 25	951	43,9	1,0
5	Độ kiềm (mg/L)	2.164	10	306	93	33	80 - 200	656	30,3	0,9
6	NO_2^--N (mg/L)	2.164	0,0	12,2	0,0	0,3	≤ 1,0	6	0,3	11,2
7	NH_4^+-N (mg/L)	1.513	0,0	2,5	0,3	0,2	≤ 3,0	0	0,0	0,2
8	NH_3 (mg/L)	651	0,0	0,2	0,0	0,0	≤ 0,1	1	0,2	1,3
9	PO_4^{3-}-P (mg/L)	1.513	0,00	1,25	0,04	0,09	≤ 0,15	94	6,2	7,3

10	H_2S (mg/L)	2.164	0,00	0,52	0,00	0,01	≤ 0,05	10	0,5	9,4
11	TSS (mg/L)	2.164	1	266	27	19	≤ 100	17	0,8	1,7
12	COD (mg/L)	2.164	0	19	2	2	≤ 20	0	0,0	0,0
13	*Vibrio* (CFU/ml)	2.163	0	7.900	395	789	< 1.000	221	10,2	6,9
14	Tảo độc (TB/L)	2.161	0	581.333	1.731	21.316	-	-	-	-
15	Coliforms (CFU/mL)	1.214	0	53.000	11.368	4.276	< 5.000*	297	24,5	12,3
	Tổng số mẫu	2164						1.985	91,7	

*Ghi chú: N: Số mẫu quan trắc; Min/Max: Giá trị nhỏ nhất/lớn nhất; mean: Giá trị trung bình; SD: Độ lệch chuẩn; vượt chuẩn gồm thông tin: Số mẫu vượt ngưỡng, tỷ lệ phần trăm so với tổng số mẫu và số lần vượt chuẩn tối đa (so với giá trị giới hạn); các thông số không quy định giới hạn trong tiêu/quy chuẩn được ký hiệu bằng dấu gạch ngang (–). *: Đối với chỉ tiêu Coliforms, ngưỡng tham chiếu lấy theo QCVN 08:2023/BTNMT [7] - Mức B (nước sử dụng cho sản xuất nông nghiệp sau xử lý).*

Xét về mức độ vượt chuẩn, đa số trường hợp chỉ dao động quanh ngưỡng cho phép, chênh lệch không lớn. Tuy nhiên, một số mẫu cá biệt ghi nhận giá trị vượt chuẩn nhiều lần, như: Coliforms (12,3 lần), NO_2^- (11,2 lần), H_2S (9,4 lần) và PO_4^{3-} (7,3 lần). Đây đều là các trường hợp đơn lẻ, xuất hiện tại một vài điểm quan trắc và không phản ánh xu thế chung. Ví dụ: NO_2 và PO_4^{3-} tăng bất thường tại xã Quảng Ninh (tỉnh Quảng Trị, 17/9/2024), H_2S vượt chuẩn tại phường Thuận An (thành phố Huế, 25/9/2024) và coliforms vượt xa chuẩn tại xã Xuân An (tỉnh Hà Tĩnh, 25/8/2022).

Nhìn chung, phần lớn các thông số quan trọng khác như: COD, nitrit, ammoniac, phosphate, sulfide và TSS vẫn nằm trong ngưỡng an toàn, ít gây rủi ro cho sản xuất. Trong nhóm vi sinh, tỷ lệ vượt chuẩn dao động từ 10,2% (*Vibrio*) đến 24,5% (coliforms), cho thấy nguy cơ tiềm ẩn về dịch bệnh mặc dù đa số mẫu vẫn đạt tiêu chuẩn.

Chất lượng môi trường nước vùng nuôi tôm có sự biến động rõ rệt theo mùa vụ. Vào đầu năm (tháng 1 - 2), do nhiệt độ không khí thấp, 100% mẫu nước ghi nhận nhiệt độ dưới ngưỡng tối ưu cho nuôi tôm (26 - 32°C). Khi thời tiết ấm dần lên, đặc biệt từ tháng 3 trở đi, tỷ lệ mẫu nằm ngoài khoảng giới hạn nhiệt độ giảm rõ rệt; ở một số năm như 2020 và 2023, tỷ lệ này giảm xuống dưới 60% (Hình 2A).

Đối với các thông số sinh học (*Vibrio,* Coliforms, tảo độc), tỷ lệ mẫu vượt chuẩn thường thấp nhất vào tháng 2 (khoảng 10%), sau đó dao động nhẹ trong các tháng còn lại, nhưng không xuất hiện đỉnh cao rõ rệt theo mùa.

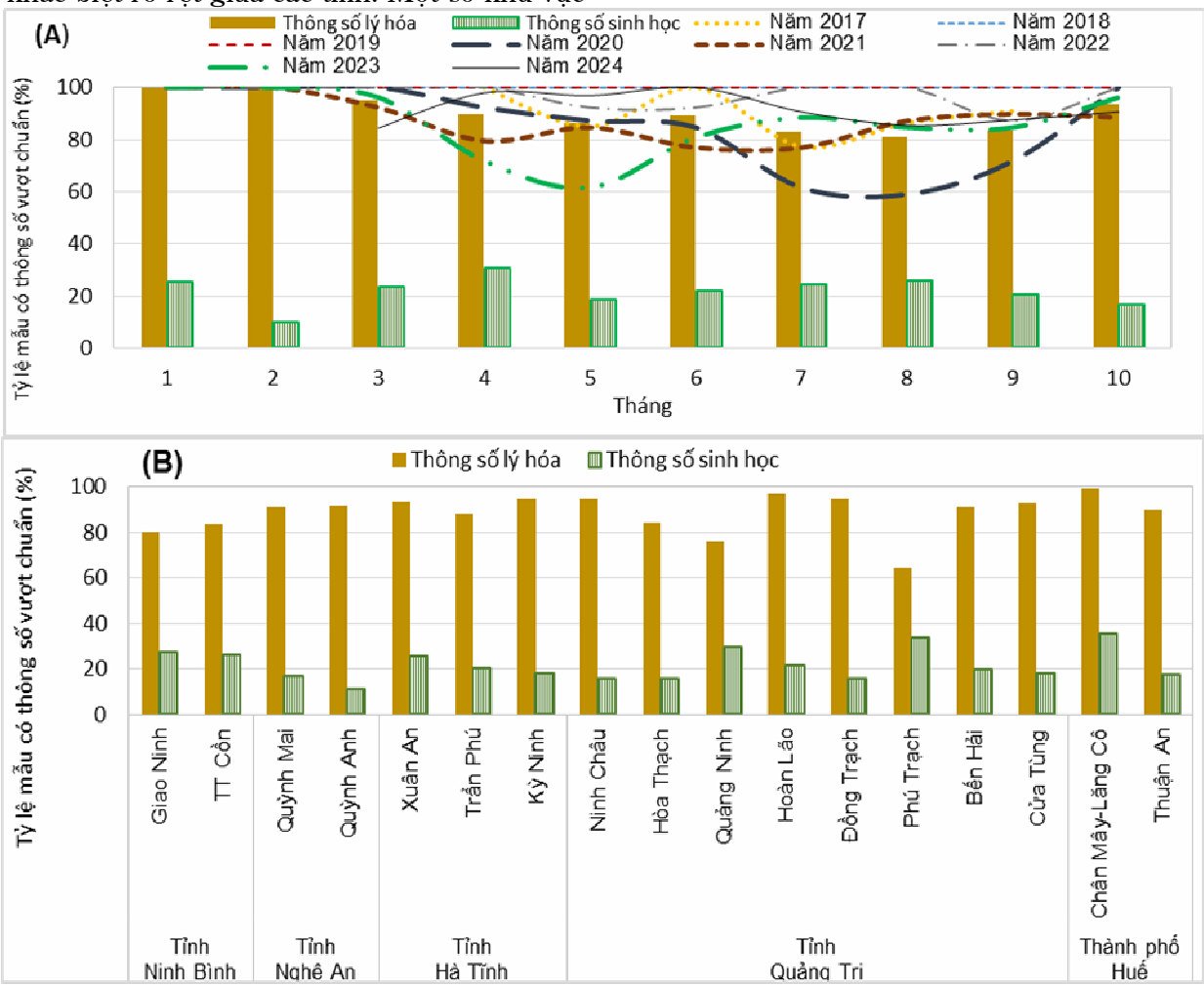
Xét theo chuỗi nhiều năm, tỷ lệ mẫu có ít nhất một thông số vượt chuẩn thấp nhất ở các năm 2020, 2021 và 2023, thể hiện bằng các đoạn lõm xuống trên biểu đồ (trong khoảng tháng 5 - 8) như ở hình 2A. Điều này cho thấy, một số năm có điều kiện môi trường thuận lợi hơn hoặc công tác quản lý tốt hơn.

Ngoài ra, chuỗi số liệu 8 năm cũng cho thấy xu hướng nhiệt độ trung bình năm tăng dần, từ 27,5 ± 1,0°C (năm 2017) lên 28,4 ± 1,1°C (năm 2024). Xu hướng này gợi ý khả năng ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến điều kiện môi trường vùng nuôi tôm ven biển, đặc biệt là nguy cơ nắng nóng kéo dài trong mùa vụ chính.

Xét theo không gian, tỷ lệ mẫu vượt chuẩn lý - hóa cao nhất ghi nhận tại khu nuôi tôm xã Chân Mây - Lăng Cô, thành phố Huế, trong khi thấp nhất tại phường Bắc Gianh, tỉnh Quảng Trị. Đối với nhóm chỉ tiêu sinh học, xã Chân Mây - Lăng

Cô cũng là địa điểm có tỷ lệ mẫu vượt chuẩn cao nhất (Hình 2B). Ngược lại, phường Bắc Gianh tuy có tỷ lệ vượt chuẩn lý - hóa thấp nhưng lại đứng ở mức cao đối với chỉ tiêu vi sinh, phản ánh sự khác biệt trong áp lực môi trường và điều kiện tự nhiên giữa các địa phương.

Từ kết quả phân tích trên có thể thấy rằng, chất lượng môi trường nước vùng nuôi tôm ven biển không chỉ dao động theo mùa vụ và năm mà còn khác biệt rõ rệt giữa các tỉnh. Một số khu vực thường xuyên có tỷ lệ vượt chuẩn cao (như xã Chân Mây - Lăng Cô, thành phố Huế) có thể tiềm ẩn nguy cơ lớn đối với an toàn sinh học, trong khi những khu vực khác lại nổi bật về rủi ro vi sinh. Điều này đặt ra yêu cầu phải phân tích song song cả thực trạng sản xuất tôm (mục 3.2) và mối liên hệ giữa hoạt động sản xuất với môi trường (mục 3.3) để hiểu rõ hơn cơ chế tác động hai chiều và đề xuất giải pháp quản lý phù hợp.



Hình 2. Tỷ lệ mẫu vượt chuẩn các thông số môi trường nước vùng nuôi tôm ven biển giai đoạn 2017 - 2024: (A) theo tháng và năm, (B) theo tỉnh

Ghi chú: Tỷ lệ vượt chuẩn được tính theo số mẫu vượt ngưỡng chia cho tổng số mẫu quan trắc. Thông số lý - hóa bao gồm: nhiệt độ, pH, DO, độ mặn, kiềm, NH_3, NH_4^+, NO_2^-, PO_4^{3-}, H_2S, COD, TSS; thông số sinh học gồm: Vibrio, tảo độc, Coliforms.

3.2. Thực trạng sản xuất tôm và diện tích nuôi trồng thủy sản

Sản lượng tôm tại năm tỉnh nghiên cứu giai đoạn 2017 - 2024 có xu hướng tăng tương đối ổn định, mặc dù có sự dao động giữa các năm (Bảng 3). Trong đó, tỉnh Ninh Bình là tỉnh dẫn đầu với sản lượng tăng từ 6.433 tấn (2017) lên 12.007 tấn (2024). Tiếp theo là tỉnh Quảng Trị và tỉnh Nghệ An cũng duy trì mức sản lượng tương đối cao. Ngược lại, tỉnh Hà Tĩnh có sản lượng thấp nhất, chỉ đạt khoảng 6.301 tấn vào năm 2024.

Bảng 3. Sản lượng tôm nuôi tại các tỉnh nghiên cứu giai đoạn 2017 - 2024 (tấn)

Năm / Tỉnh, thành phố	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ninh Bình	6.433	6.850	8.254	9.214	10.075	11.163	11.329	12.007
Nghệ An	6.582	7.285	7.490	7.745	8.506	9.207	9.966	10.630
Hà Tĩnh	3.893	4.339	4.432	5.233	5.334	5.687	6.044	6.301
Quảng Trị	7.601	8.573	9.378	10.452	9.520	9.575	7.800	7.818
Thành phố Huế	4.925	5.762	6.110	6.603	6.923	7.280	7.585	7.895

Nguồn: Niên giám thống kê (2017 - 2024).

Xu thế gia tăng sản lượng qua các năm phản ánh sự mở rộng và thâm canh hóa trong nuôi tôm ven biển, tương đồng với kết quả được ghi nhận trong các nghiên cứu về sự phát triển của ngành tôm Việt Nam những năm gần đây [2, 4]. Tuy nhiên, tại một số tỉnh như Quảng Trị, sản lượng biến động mạnh (tăng và giảm) giữa các năm, có thể do tác động của dịch bệnh hoặc điều kiện môi trường bất lợi.

Do không có số liệu riêng cho diện tích nuôi tôm, diện tích nuôi thủy sản nói chung được sử dụng để phản ánh áp lực sản xuất (Bảng 4). Kết quả cho thấy, diện tích nuôi duy trì tương đối ổn định ở hầu hết các tỉnh, dao động trong khoảng 6,0 - 35,4 nghìn ha. So sánh trong năm 2024, tỉnh Ninh Bình có diện tích lớn nhất (35,4 nghìn ha), tỉnh Nghệ An có diện tích nuôi trồng đứng thứ hai (22,6 nghìn ha), tiếp đến là tỉnh Quảng Trị (8,4 nghìn ha) và thành phố Huế (8,0 nghìn ha). Tỉnh Hà Tĩnh có quy mô nhỏ nhất, chỉ khoảng 6 nghìn ha.

Bảng 4. Thống kê diện tích nuôi trồng thủy sản tại các tỉnh nghiên cứu (1.000 ha)

Năm / Tỉnh, thành phố	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ninh Bình	32,4	33,8	33,9	35,6	34,3	34,7	35,4	35,2
Nghệ An	21,1	21,4	21,4	21,5	20,4	21,1	21,6	22,6
Hà Tĩnh	7,4	7,6	7,7	7,5	6,8	6,5	6,2	6,0
Quảng Trị	9,2	9,9	10,3	10,5	8,9	8,7	8,4	8,4
Thành phố Huế	7,1	7,4	7,5	7,6	7,6	7,7	7,9	8,0

Nguồn: Niên giám thống kê (2017 - 2024).

Một số địa phương có sự suy giảm diện tích trong giai đoạn nghiên cứu, điển hình như tỉnh Hà Tĩnh (từ 7,4 nghìn ha năm 2017 xuống còn 6,0 nghìn ha năm 2024) và tỉnh Quảng Trị (từ 9,2 xuống 8,4 nghìn ha). Ngược lại, tỉnh Nghệ An và thành phố Huế đều ghi nhận xu hướng tăng dần diện tích từ 2017 - 2024. Những khác biệt này phản ánh điều kiện tự nhiên, chính sách phát triển và mức độ ưu tiên của từng địa phương đối với nuôi trồng thủy sản.

Xu thế biến động diện tích nói chung tương tự như đối với sản lượng, cho thấy sự gia tăng đồng thời cả về quy mô và mức độ thâm canh. Điều này đồng nghĩa với việc áp lực môi trường cũng ngày càng lớn, bởi mở rộng diện tích nuôi thường đi kèm với phát thải chất dinh dưỡng, chất hữu cơ, nguy cơ dịch bệnh và suy giảm chất lượng nước. Các nghiên cứu trước đã chỉ ra rằng, sự gia tăng diện tích và sản lượng chính là tổng hợp của nhiều dạng áp lực đơn lẻ, bao gồm: (i) Áp lực dinh dưỡng

(tích tụ N, P), (ii) Áp lực hữu cơ (tăng COD, TSS), (iii) Áp lực vi sinh (mật độ vi khuẩn và dịch bệnh), (iv) Áp lực sinh thái - không gian (mặn hóa, thay đổi thủy văn, mất cân bằng hệ sinh thái) [4, 10].

Nhìn chung, cả sản lượng và diện tích nuôi trồng đều có xu hướng gia tăng trong giai đoạn 2017 - 2024, qua đó làm tăng áp lực lên môi trường nước vùng nuôi tôm ven biển. Điều này đặt ra yêu cầu cần phân tích sâu hơn mối quan hệ giữa sản xuất và chất lượng môi trường (mục 3.3) để nhận diện rõ các yếu tố rủi ro và đề xuất giải pháp quản lý bền vững.

3.3. Mối liên hệ giữa hoạt động nuôi tôm và các thông số môi trường

Phân tích tương quan Kendall và Spearman (Bảng 5) cho thấy, sản lượng tôm và diện tích nuôi thủy sản tại năm tỉnh nghiên cứu có mối liên hệ đáng kể với nhiều thông số môi trường, phản ánh rõ tác động hai chiều giữa sản xuất và chất lượng nước.

Bảng 5. Hệ số tương quan Kendall và Spearman giữa sản lượng và diện tích nuôi tôm với các thông số môi trường nước (2017 - 2024)

TT	Thông số	Hệ số Kendall's tau-b		Hệ số Spearman's rho	
		Sản lượng	Diện tích	Sản lượng	Diện tích
1	Nhiệt độ	-0,009	0,005	-0,012	0,007
2	pH	,071**	0,029	0,102**	0,043*
3	DO	0,190**	0,157**	0,240**	0,197**
4	Độ mặn	-0,029	-0,029	-0,041	-0,045*
5	Độ kiềm	-,110**	-0,244**	-0,162**	-0,353**
6	NO_2^--N	0,039	0,103**	0,056	0,148**
7	NH_4^+-N	0,018	0,021	0,030	0,034
8	NH_3	0,198**	0,193**	0,282**	0,274**
9	PO_4^{3-}-P	0,155**	0,161**	0,230**	0,246**
10	H_2S	0,003	0,089**	0,002	0,117**
11	TSS	0,033*	0,055**	0,048*	0,081**
12	COD	0,014	0,070**	0,021	0,111**
13	*Vibrio*	-0,062**	0,044**	-0,089**	0,062**
14	Tảo độc	-0,114**	0,096**	-0,145**	0,122**
15	Coliforms	0,001	-0,005	0,003	-0,007

*Ghi chú: **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$ (hai phía).*

Kết quả từ bảng 5 cho thấy, pH và DO có tương quan dương với sản lượng và diện tích. Điều này phù hợp với kết quả phân tích ở mục 3.1: Phần lớn mẫu nước có pH dao động trong khoảng 7,5 - 8,5, và DO duy trì ở mức 5 - 9 mg/L. Khi các thông số này nằm trong khoảng tối ưu, tôm sinh trưởng tốt, dẫn đến sản lượng cao hơn. Ngược lại, ở những giai đoạn DO xuống thấp (đầu mùa hè), tỷ lệ mẫu vượt chuẩn tăng mạnh, kéo theo rủi ro giảm năng suất.

Độ kiềm thể hiện mối tương quan âm khá rõ rệt với cả sản lượng và diện tích. Đây là kết quả đáng chú ý, phản ánh rằng khi quy mô nuôi mở rộng, quá trình phân hủy hữu cơ và thải dinh dưỡng làm tiêu hao kiềm, giảm khả năng đệm của môi trường. Thực tế tại các điểm có sản xuất lớn như tỉnh Nghệ An hay Ninh Bình, độ kiềm giảm xuống dưới ngưỡng 80 mg/L trong một số tháng, cho thấy mối nguy tiềm ẩn về dao động pH.

Các thông số dinh dưỡng và hữu cơ (NH_3, PO_4^{3-}, TSS) đều có tương quan dương với sản lượng và diện tích. Điều này hoàn toàn phù hợp với kết quả mục 3.1, nơi PO_4^{3-} và NH_3 có một số mẫu vượt chuẩn nhiều lần. Khi sản xuất tăng, lượng thức ăn và phân thải tích tụ, làm gia tăng nguy cơ phú dưỡng và độc tính ammonia. Đây cũng là nguyên nhân dẫn đến hiện tượng bùng phát tảo độc ở một số điểm như xã Chân Mây - Lăng Cô, thành phố Huế, nơi vừa có diện tích nuôi lớn vừa có mật độ mẫu vượt chuẩn cao.

Nhóm thông số sinh học phản ánh mối liên hệ phức tạp với sản xuất. *Vibrio* có tương quan âm với sản lượng nhưng dương với diện tích. Thực tế cho thấy, ở những vùng nuôi lớn nhưng phân tán (như tỉnh Nghệ An), mật độ *Vibrio* trong nước cao hơn, trong khi các ao nuôi đạt sản lượng cao thường đi kèm với quản lý chặt chẽ (quạt khí, xử lý nước, chế phẩm sinh học), từ đó hạn chế được *Vibrio*. Tương tự, tảo độc có xu hướng tăng theo diện tích nhưng giảm khi sản lượng tăng, phản ánh vai trò của biện pháp quản lý: Vùng diện tích lớn nhưng kiểm soát yếu dễ xảy ra phú dưỡng, trong khi hộ nuôi đạt năng suất cao thường kiểm soát thức ăn và nước ao tốt hơn.

Tóm lại, sự gia tăng sản lượng và diện tích nuôi tôm giai đoạn 2017 - 2024 có mối liên hệ chặt chẽ với các biến động môi trường nước đã trình bày ở mục 3.1 và 3.2. Một mặt, sản xuất phát triển dựa vào điều kiện môi trường thuận lợi (pH, DO ổn định). Mặt khác, chính sự gia tăng sản lượng và mở rộng diện tích lại góp phần tạo ra áp lực môi trường, đặc biệt là suy giảm độ kiềm, tích tụ dinh dưỡng (NH_3, PO_4^{3-}) và gia tăng nguy cơ dịch bệnh (*Vibrio*, tảo độc). Điều này lý giải tại sao một số địa phương như xã Chân Mây - Lăng Cô, thành phố Huế và xã Ninh Châu, Hoàn Lão, tỉnh Quảng Trị thường xuyên có tỷ lệ mẫu vượt chuẩn cao, trong khi tỉnh Ninh Bình và Nghệ An vừa dẫn đầu sản lượng vừa đối mặt với nguy cơ tích tụ chất thải hữu cơ và dinh dưỡng.

3.4. Gợi ý chính sách

Kết quả nghiên cứu đã cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa gia tăng sản lượng và diện tích nuôi tôm với sự biến động của các thông số môi trường, đặc biệt là NH_3, PO_4, TSS và nhóm sinh học (*Vibrio*, tảo độc). Diễn biến này phản ánh rằng, việc mở rộng quy mô sản xuất đang gây sức ép ngày càng lớn lên khả năng chịu tải của thủy vực, nhất là tại những điểm nóng như đầm phá xã Chân Mây - Lăng Cô (thành phố Huế), nơi đồng thời có diện tích nuôi lớn và tỷ lệ mẫu vượt chuẩn cao. Trong khi đó, các tỉnh có diện tích nuôi nhỏ hơn như Quảng Trị ít bị áp lực môi trường hơn nhưng cũng hạn chế về sản lượng. Điều này đặt ra yêu cầu chuyển hướng trong chính sách từ việc chỉ chú trọng gia tăng diện tích và sản lượng sang quản lý dựa trên giới hạn môi trường. Cách tiếp cận này phù hợp với định hướng quản trị dựa trên hệ sinh thái trong nuôi trồng thủy sản (Ecosystem Approach to Aquaculture – EAA) mà Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hiệp Quốc (FAO) đã khuyến nghị [1].

Ngoài ra, sự khác biệt rõ rệt theo mùa vụ cũng có ý nghĩa quan trọng cho chính sách. Nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ mẫu vượt chuẩn DO và pH tăng mạnh vào các tháng đầu năm khi nhiệt độ thấp, phản ánh rủi ro môi trường cao trong giai đoạn này. Điều đó hàm ý rằng, khung thời vụ thả nuôi cần có sự linh hoạt giữa các tỉnh, thay vì áp dụng đồng loạt. Việc điều chỉnh lịch mùa vụ và mật độ thả phù hợp theo từng vùng sinh thái không chỉ giúp giảm rủi ro môi trường mà còn là một biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu, vốn đang tác động ngày càng rõ đến nuôi trồng thủy sản tại Việt Nam [11, 12, 13].

Một phát hiện đáng chú ý là mối quan hệ nghịch giữa sản lượng với *Vibrio* và tảo độc, phản ánh rằng các hộ nuôi áp dụng quản lý nước và an toàn sinh học tốt có thể vừa đạt năng suất cao vừa hạn chế rủi ro môi trường. Điều này cho thấy, chính sách nên tập trung nhiều hơn vào các công cụ khuyến khích thay vì chỉ kiểm soát hành chính. Các cơ chế hỗ trợ như tín dụng xanh, giảm thuế, hoặc ưu đãi về đất đai gắn với chứng nhận VietGAP hay ASC có thể thúc đẩy nhanh hơn việc áp dụng thực hành tốt trong nuôi tôm [14].

Cuối cùng, tính phân hóa giữa các địa phương cũng nhấn mạnh rằng, chính sách không thể áp dụng cứng nhắc một bộ tiêu chuẩn chung. Tỉnh Nghệ An có diện tích lớn nhưng ghi nhận xu thế giảm độ kiềm, trong khi thành phố Huế có diện tích trung bình song tỷ lệ vượt chuẩn sinh học lại cao. Như vậy, các quy định môi trường và kỹ thuật cần được "may đo" cho từng thủy vực, trong khi vẫn tuân thủ khung pháp lý quốc gia theo QCVN 08:2023/BTNMT [7]; TCVN 13656:2023 [6]. Đồng thời, việc tăng cường hệ thống giám sát - cảnh báo sớm chất lượng nước ở cấp tỉnh, kết hợp công khai dữ liệu cho người nuôi, sẽ là chìa khóa để thực hiện quản lý đồng bộ và kịp thời.

Nhìn chung, những gợi ý chính sách này nhấn mạnh phát triển nuôi tôm tại miền Bắc và Bắc Trung bộ chỉ có thể bền vững khi chuyển từ mục tiêu mở rộng sản lượng sang mục tiêu cân bằng sản xuất với bảo vệ môi trường. Đây cũng là định hướng phù hợp với Chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, đồng thời giúp địa phương chủ động hơn trước thách thức biến đổi khí hậu và suy giảm chất lượng môi trường.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Kết quả nghiên cứu cho thấy, chất lượng môi trường nước tại các vùng nuôi tôm ven biển miền Bắc và Bắc Trung bộ nhìn chung duy trì trong giới hạn cho phép, nhưng một tỷ lệ đáng kể mẫu vẫn vượt chuẩn. Các thông số lý - hóa như: DO, độ kiềm, NH_3, PO_4 và TSS cùng với nhóm vi sinh (*Vibrio*, *Coliforms*) là những yếu tố vượt chuẩn phổ biến nhất, phản ánh áp lực môi trường ngày càng gia tăng dưới tác động của sản xuất thâm canh.

Sự biến động thể hiện rõ theo cả không gian và thời gian. Xã Chân Mây - Lăng Cô, thành phố Huế được xác định là khu vực chịu áp lực môi trường cao nhất, trong khi tỉnh Quảng Trị có mức độ vượt chuẩn thấp hơn. Về thời gian, các tháng mùa lạnh đầu năm cho thấy nguy cơ vượt chuẩn cao nhất, chủ yếu liên quan đến DO và pH, còn giai đoạn giữa năm lại có điều kiện thuận lợi hơn cho sản xuất. Những đặc điểm này cho thấy, các thủy vực có tính nhạy cảm khác nhau và cần các biện pháp quản lý phù hợp theo từng vùng sinh thái.

Phân tích tương quan khẳng định rằng, sự gia tăng sản lượng và diện tích nuôi có liên hệ chặt chẽ với sự gia tăng áp lực dinh dưỡng, hữu cơ và sinh học, đồng thời làm suy giảm khả năng đệm của thủy vực. Điều này nhấn mạnh rằng, mở rộng quy mô sản xuất nếu thiếu kiểm soát có thể đẩy môi trường vượt quá ngưỡng chịu tải. Do đó, quản lý phát triển nuôi tôm trong khu vực cần dịch chuyển từ mục tiêu mở rộng sản lượng sang quản lý trong giới hạn môi trường, có tính linh hoạt theo mùa vụ và đặc thù từng tỉnh. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở thực nghiệm quan trọng để hỗ trợ hoạch định chính sách và quy hoạch thủy sản bền vững đến năm 2030. Tuy nhiên, nghiên cứu còn hạn chế khi chỉ dựa vào dữ liệu quan trắc định kỳ và phân tích tương quan, chưa phản ánh đầy đủ mối quan hệ nhân - quả trong tác động kinh tế - xã hội - môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. FAO (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome: FAO. https://doi.org/10.4060/ca9229en.

2. Do , D. D., Le , H. A., Vu , V. V. & Le , N. A. Đ. (2023). Sustainable development in Vietnam shrimp industry: Challenges and solutions. *HCMUE Journal of Science*, 20(12), 2263. https://doi.org/10.54607/hcmue.js.20.12.4057(2023).

3. Boyd, C. E. & Tucker, C. S. (2014). *Handbook for aquaculture water quality*. Auburn University, Alabama.

4. Lan, T. D. (2009). Coastal aquaculture and shrimp farming in North Vietnam and environmental cost estimation. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 12(3), 235 - 242. https://doi.org/10.1080/14634980903146791.

5. Nguyen, T., Tran, T. & Ahsan, D. (2022). Aquaculture farmers' economic risks due to climate change: Evidence from Vietnam. *European Journal of Business Science and Technology*, 8(1), 42 - 53. https://doi.org/10.11118/ejobsat.2022.006.

6. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 13656:2023 - Nước nuôi trồng thủy sản - Chất lượng nước nuôi thâm canh tôm sú, tôm thẻ chân trắng.

7. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 08:2023/BTNMT về chất lượng nước mặt.

8. Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế ISO/IEC 17025:2005 - Yêu cầu chung về năng lực của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn. Geneva: ISO.

9. Tổng cục Thống kê (2017 - 2024). *Niên giám thống kê Việt Nam* (các năm 2017 - 2024). Nxb Thống kê.

10. Boyd, Claude and Aaron McNevin (2014). *Aquaculture, resource use and the environment*. John Wiley & Sons.

11. Ahmed, N & Diana, J. S. (2015). Coastal to inland: Expansion of prawn farming for adaptation to climate change in Bangladesh. *Aquaculture Reports*, 2, 67 - 76.

https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.08.001.

12. Nguyen, T. A. T., Nguyen, K. A. T. & Jolly, C. (2019). Is super - intensification the solution to shrimp production and export sustainability? *Sustainability*, 11(19), 5277. https://doi.org/10.3390/su11195277.

13. Ngô Thế Ân (2015). Đánh giá chỉ số ngư trại bền vững cho hệ thống đầm nuôi trồng thủy sản nước lợ huyện Giao Thủy, Nam Định. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 5, 103 - 109.

14. Bush, S. R., Belton, B., Hall, D., Vandergeest, P., Murray, F. J., Ponte, S., Oosterveer, P., Islam, M. S., Mol, A. P., Hatanaka, M and Kruijssen, F. (2013). Certify sustainable aquaculture?. *Science*, 341(6150), 1067 - 1068. https://doi.org/10.1126/science.1237314.

ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN COASTAL SHRIMP FARMING AREAS DURING 2017 - 2024

Ngo The An [1], Nguyen Huu Nghia[2], Phan Trong Binh[2], Nguyen Thi Huong Giang[1]

[1] *Faculty of Natural Resources and Environment, Vietnam National University of Agriculture*

[2] *Research Institute for Aquaculture No.1*

Abstract

This study assessed water quality in coastal shrimp farming areas across five provinces, rainging from Ninh Binh province to Hue city, during 2017 - 2024 and analyzed its relationship with aquaculture production. A total of 2,164 samples were analyzed for 15 physico - chemical and biological parameters. Compared with TCVN 13656:2023, the highest exceedance rates were observed for salinity (43.9%), temperature (33.9%), alkalinity (30.3%), and dissolved oxygen (26.0%). Extreme outliers were recorded for Coliforms (12.3 times), NO_2^- (11.2 times) and H_2S (9.4 times). Temporal variation was pronounced: in January - February, 100% of samples were below the optimal temperature range for shrimp culture (26 - 32°C), whereas exceedance rates were lower in mid-year months. Spatially, Hue exhibited the highest proportion of samples exceeding standards. Shrimp production increased steadily across most provinces, except Quang Tri province, which showed unstable trends. Aquaculture area declined markedly in Ha Tinh and Quang Tri, while other provinces showed slight expansion. Kendall and Spearman correlations indicated significant relationships ($p < 0.05$) between shrimp production/area and pH, DO, alkalinity, NH_3, PO_4, TSS, *Vibrio* and harmful algae, demonstrating that production growth is associated with increased nutrient, organic, and microbial pressures. The results highlight the necessity of managing shrimp aquaculture within environmental carrying capacity, accounting for seasonal variability and spatial heterogeneity

Keywords: *Water quality, shrimp farming, aquaculture environment management.*

Ngày nhận bài: 15/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 22/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 17/9/2025

Ngày duyệt đăng: 24/9/2025

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG KỸ THUẬT VÀ HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA MÔ HÌNH NUÔI NGHÊU (*Meretrix lyrata*) TRÊN BÃI TRIỀU TẠI TỈNH CÀ MAU VÀ VĨNH LONG

Ngô Thị Thu Thảo[1], Nguyễn Dương Anh[2],
Trần Nguyễn Duy Khoa[1], Phùng Hữu Tâm[3], Vũ Trọng Đại[4, *]
[1]*Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ*
[2]*Chi cục Thủy sản, Kiểm ngư và Biển đảo tỉnh Vĩnh Long*
[3]*Tổ chức Quốc tế về Bảo tồn Thiên nhiên tại Việt Nam (WWF-Việt Nam)*
[4]*Viện Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*
[*]*Email: daivt@ntu.edu.vn*

TÓM TẮT

Nghiên cứu tiến hành điều tra khảo sát các hộ nuôi nghêu trắng tại tỉnh Cà Mau và Vĩnh Long nhằm đánh giá hiện trạng kỹ thuật nuôi và hiệu quả kinh tế của nghề nuôi nghêu tại đây. Kết quả cho thấy, mô hình nuôi ở tỉnh Vĩnh Long là tổ hợp tác xã và ở tỉnh Cà Mau là theo nhóm hoặc nông hộ riêng lẻ. Hiện trạng kỹ thuật của mô hình nuôi có sự khác biệt giữa hai địa phương: Ở tỉnh Vĩnh Long, diện tích nuôi nghêu trung bình là 106,55 ± 82,23 ha, mật độ nuôi 167 ± 50,56 con/m^2 với kích cỡ giống là 1.218,18 ± 292,64 con/kg, thời gian nuôi trung bình 16,46 ± 4,93 tháng; các hộ nuôi nghêu ở tỉnh Cà Mau có diện tích nuôi nhỏ hơn, chỉ 23,75 ± 14,49 ha, mật độ nuôi 402,08 ± 198,42 con/m^2, cỡ giống thả 2.641,67 ± 729,21 con/kg, thời gian nuôi 13,7 ± 3,2 tháng. Mô hình nuôi nghêu trên bãi triều ở tỉnh Cà Mau đạt năng suất 34,65 ± 19,13 tấn/ha/vụ, lợi nhuận 577,27 ± 388,51 triệu đồng/ha/vụ và tỷ suất lợi nhuận là 4,06 ± 2,43 lần, cao hơn kết quả nuôi ở tỉnh Vĩnh Long, lần lượt là 16,51 ± 4,73 tấn/ha/vụ, 289,39 ± 136,81 triệu đồng/ha/vụ và tỷ suất lợi nhuận là 2,53 ± 1,25 lần. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đã xác định được một số khó khăn, thách thức mà người nuôi nghêu ở tỉnh Cà Mau và Vĩnh Long đang gặp phải đó là biến đổi khí hậu, chất lượng nước, dịch bệnh và khan hiếm nguồn con giống chất lượng cao; qua đó các giải pháp liên quan được đề xuất nhằm phát triển nghề nuôi nghêu tại các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long theo hướng bền vững.

Từ khóa: *Cà Mau, kinh tế, kỹ thuật, mô hình nuôi, nghêu trắng, Vĩnh Long.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghêu trắng (*Meretrix lyrata*) thuộc họ Veneridae, là loài động vật thân mềm hai mảnh vỏ có giá trị kinh tế và thị trường xuất khẩu lớn; sự phát triển của nghề nuôi nghêu không chỉ giải quyết được vấn đề về thực phẩm, nguyên liệu sản xuất mà còn góp phần làm cân bằng sinh thái, ổn định môi trường vùng triều ven bờ [1]. Theo Cục Thuỷ sản, diện tích nuôi nhuyễn thể cả nước năm 2024 là 57.000 ha, chiếm khoảng 90% tỷ trọng diện tích nuôi biển, tương ứng với sản lượng đạt 432.000 tấn, giá trị xuất khẩu khoảng 147 triệu USD, trong đó riêng xuất khẩu nghêu chiếm gần 70% [2]. Nghề nuôi nghêu trắng ở vùng ven biển của Việt Nam đã có những bước phát triển mạnh mẽ về diện tích và sản lượng nuôi cũng như trình độ kỹ thuật trong những năm qua. Trong quy hoạch phát triển nuôi nhuyễn thể hàng hóa tập trung định hướng đến năm 2030 của Bộ Nông nghiệp và Môi trường, diện tích nuôi nghêu đạt 24.550 ha với sản lượng tương ứng 393.120 tấn [3].

Trong chiến lược phát triển kinh tế thuỷ sản trước khi sáp nhập tỉnh, hai tỉnh Trà Vinh và Cà Mau trước đây đã xác định nuôi trồng thủy sản ven

biển, đặc biệt là nuôi nghêu trên bãi triều đóng vai trò chủ đạo. Tuy nhiên, hiệu quả nghề nuôi nghêu chưa cao và năng suất nghêu nuôi thấp hơn khi so sánh với nghề nuôi của các tỉnh trong cùng khu vực đồng bằng sông Cửu Long như tỉnh Tiền Giang và Bạc Liêu [4, 5]. Nhiều nguyên nhân liên quan đến yếu tố kỹ thuật được đưa ra để giải thích cho kết quả nuôi nghêu chưa cao, đó là chất lượng con giống chưa đảm bảo, nghêu giống quá nhỏ và thả với mật độ dày; trong quá trình nuôi, không cào san thưa nghêu hoặc bãi nuôi bị xói lở, nền đáy không phù hợp cho nghêu sinh trưởng… Việc đánh giá về hiện trạng kỹ thuật và hiệu quả của nghề nuôi nghêu để đưa ra những tiêu chuẩn kỹ thuật phù hợp là cần thiết, nhằm giải quyết vấn đề mang tính thực tiễn hiện nay. Kết quả của nghiên cứu cũng đề xuất các giải pháp khoa học và thực tiễn góp phần giải quyết những thách thức hiện tại để nâng cao hiệu quả của nghề nuôi nghêu theo hướng phát triển bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện thông qua việc khảo sát nghề nuôi nghêu tại 2 tỉnh Cà Mau và Trà Vinh trước khi sáp nhập tỉnh theo phương pháp điều tra cắt ngang (cross-sectional survey) gồm hai phương thức là tiếp cận cộng đồng thông qua cán bộ địa phương và phỏng vấn trực tiếp tại mô hình nuôi [6]. Tại mỗi địa phương nghiên cứu, tiến hành điều tra khảo sát 12 hộ/hợp tác xã nuôi nghêu căn cứ vào số lượng hộ nuôi thực tế, khuyến nghị của cơ quản quản lý thuỷ sản địa phương và phù hợp với nội dung nghiên cứu. Bên cạnh đó, công thức tính số mẫu của Taro Yamane (1967) [7] được tham khảo để đảm bảo tính đại diện của mẫu khảo sát.

$$n = \frac{N}{1 + N * e^2}$$

Trong đó: n là số lượng mẫu (số hộ) cần điều tra; N là tổng số hộ nuôi nghêu tại vùng nghiên cứu tương ứng; e là mức sai số cho phép.

Số liệu sơ cấp được thu bằng phương pháp phỏng vấn trực tiếp người nuôi nghêu tại các cơ sở nuôi nghêu trong khoảng thời gian từ tháng 10 đến tháng 12 năm 2024 dựa trên bảng câu hỏi soạn sẵn. Các thông tin thu thập chủ yếu bao gồm: Thông tin chung về hộ nuôi, thông tin kỹ thuật (kích cỡ và nguồn gốc giống, mật độ nuôi, thời gian nuôi, tỷ lệ sống, thời gian thu hoạch, phương pháp quản lý chăm sóc), thông tin tài chính (năng suất, tổng chi, tổng thu, lợi nhuận), các vấn đề liên quan khác như: Thuận lợi, khó khăn của nghề nuôi, ý kiến đề xuất các giải pháp phát triển nghề nuôi.

Số liệu thứ cấp được thu tại các ngành chức năng có liên quan ở địa phương như: Sở Nông nghiệp và Môi trường, Chi cục Thủy sản ở 2 tỉnh Cà Mau và Vĩnh Long. Nội dung thu thập số liệu thứ cấp gồm: Điều kiện tự nhiên, môi trường, kinh tế - xã hội và thực trạng về nuôi nghêu của địa phương trong những năm gần đây.

Các số liệu thu thập được tính toán và trình bày dưới dạng giá trị trung bình, độ lệch chuẩn sử dụng phương pháp thống kê mô tả. Công thức tính toán các chỉ tiêu chính như sau:

Tổng chi phí sản xuất = Tổng số tiền chi phí cho vụ nuôi nghêu.

Tổng thu nhập = Tổng số tiền bán sản phẩm.

Tổng lợi nhuận = Tổng thu nhập - Tổng chi phí.

Tỷ suất lợi nhuận (lần) = Tổng lợi nhuận/Tổng chi phí.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng kỹ thuật của nghề nuôi nghêu ở tỉnh Cà Mau và Vĩnh Long

Các hộ nuôi tại tỉnh Cà Mau có kinh nghiệm trong nuôi nghêu thương phẩm, dao động từ 2 - 17 năm, trung bình là 8,5 năm. Ở tỉnh Vĩnh Long, người dân có kinh nghiệm nuôi nghêu nhiều hơn, dao động từ 15 - 24 năm, trung bình là 19,64 năm (Bảng 1). Kinh nghiệm trong nghề nuôi nghêu của các hộ nuôi có được thông qua các nguồn như: Tự tích lũy qua thời gian nuôi, trao đổi thông tin kỹ thuật với các hộ nuôi khác, qua các hoạt động khuyến ngư và tham khảo từ các phương tiện truyền thông.

Kết quả khảo sát cho thấy, các hộ nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau đều chọn bãi nuôi có nền đáy là cát bùn. Bên cạnh đó, mặt sân bãi nuôi nghêu tương đối bằng phẳng cũng là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới hiệu quả nuôi nghêu thương phẩm. Tại các bãi nuôi nghêu

được khảo sát, độ mặn không có sự biến động lớn giữa các tháng trong năm và nằm trong khoảng thích hợp cho nghêu sinh trưởng (trung bình 20 - 21‰). Tuy nhiên, biên độ triều tại bãi nuôi có sự khác nhau giữa hai vùng khảo sát, tại tỉnh Vĩnh Long là 3,0 m lớn hơn so với biên độ triều bãi nuôi tại tỉnh Cà Mau (2,0 m). Biên độ triều có thể ảnh hưởng tới thời gian phơi bãi, do đó nếu trong điều kiện bãi nuôi có sự thay đổi về độ mặn hoặc trong thời điểm nắng nóng có thể ảnh hưởng tới sinh trưởng và tỷ lệ sống của nghêu [8, 9].

Bảng 1. Kinh nghiệm và đặc điểm bãi nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau

Chỉ tiêu	Tỉnh Vĩnh Long	Tỉnh Cà Mau
Kinh nghiệm nuôi (năm)	19,64 ± 2,38	8,50 ± 4,72
Diện tích (ha)	106,55 ± 82,23	23,75 ± 14,49
Biên độ triều (m)	3,00 ± 0,50	2,00 ± 1,73
Độ mặn (‰)	20,55 ± 2,34	21,00 ± 1,95
Chất đáy	Cát bùn	Cát bùn

Bảng 1 cho thấy sự khác nhau về diện tích bãi nuôi nghêu giữa hai vùng khảo sát. Với mô hình hợp tác xã, diện tích bãi nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long dao động khá lớn, từ 40 - 250 ha (trung bình 106,55 ha/cơ sở nuôi). Ngược lại, mô hình nuôi nông hộ ở tỉnh Cà Mau có diện tích bãi nuôi nghêu nhỏ hơn, dao động từ 9 - 42 (trung bình 23,75 ha/hộ). Theo Phạm Thị Lan và Ngô Anh Tuấn (2014) [10], diện tích nuôi nghêu trắng ở tỉnh Thái Bình trước đây dao động từ 1,5 - 2,8 ha/hộ; trong khi đó ở tỉnh Tiền Giang là 6,4 ± 1,09 ha/hộ [4], tỉnh Bạc Liêu là 13,93 ± 3,90 ha/hộ [5]. Như vậy, tại tỉnh Cà Mau và Vĩnh Long, các cơ sở nuôi nghêu trên bãi triều sở hữu diện tích nuôi lớn, tuy nhiên diện tích bãi nuôi lớn cũng có thể là thách thức cho hộ nuôi vì những khó khăn trong quá trình chăm sóc nghêu, quản lý bãi nuôi và nguồn tài chính đầu tư ban đầu cho mô hình nuôi.

Mùa vụ thả nghêu giống có sự khác nhau giữa hai địa phương, ở tỉnh Vĩnh Long, nghêu giống thả nuôi từ tháng 3 tới tháng 6; trong khi đó, tại tỉnh Cà Mau, nghêu giống thả nuôi muộn hơn, từ tháng 6 tới tháng 8 hàng năm. Thời gian thả giống phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: Điều kiện môi trường, chuẩn bị bãi nuôi, khuyến cáo của cơ quan quản lý thuỷ sản địa phương và sự sẵn có của nghêu giống [5]. Nguồn nghêu giống cung cấp cho vùng nuôi ở tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau đều được khai thác từ các bãi nghêu thuộc tỉnh Bến Tre cũ và khu vực bãi biển huyện Cần Giờ, thuộc thành phố Hồ Chí Minh trước đây, với nhiều kích cỡ giống khác nhau phụ thuộc vào nhu cầu của hộ nuôi.

Bảng 2. Đặc điểm kỹ thuật của nghề nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau

Chỉ tiêu	Tỉnh Vĩnh Long	Tỉnh Cà Mau
Kích cỡ giống (con/kg)	1.218,18 ± 292,64	2.641,67 ± 729,21
Mật độ (con/m^2)	167,00 ± 50,56	402,08 ± 198,42
Thời gian nuôi (tháng)	16,45 ± 4,93	13,70 ± 3,20
Cỡ nghêu thu hoạch (con/kg)	50,00 ± 5,00	58,75 ± 10,9
Tỉ lệ sống (%)	52,00 ±11,35	49,17 ± 16,35

Bảng 2 cho thấy, tại tỉnh Vĩnh Long, nghêu giống có kích cỡ trung bình 1.218,18 con/kg, lớn hơn so với nghêu giống được thả nuôi ở tỉnh Cà Mau là 2.641,67 con/kg. Các cơ sở nuôi đều hiểu

được vai trò của việc chọn nghêu giống kích cỡ lớn sẽ rút ngắn được thời gian nuôi và giảm bớt rủi ro trong quá trình nuôi. Mật độ nuôi tùy thuộc vào kích cỡ của nghêu giống, với cỡ giống lớn hơn nên mật độ nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long trung bình là 167 con/m^2, thấp hơn so với mật độ nuôi ở tỉnh Cà Mau trung bình là 402,08 con/m^2. Các nghiên cứu đã công bố cho thấy, mật độ thích hợp nhất để nuôi nghêu thương phẩm ở bãi triều là 120 con/m^2 (với cỡ giống 400 con/kg) [11], hay 240 con/m^2 (cỡ giống dao động 1.200 - 1.300 con/kg) [12]. Như vậy, mật độ nuôi nghêu của các hộ khảo sát ở tỉnh Vĩnh Long còn khá thấp và ngược lại ở tỉnh Cà Mau là khá cao so với mật độ nuôi thích hợp nhất. Nghiên cứu ở vùng nuôi nghêu bãi triều ở huyện Hòa Bình, tỉnh Bạc Liêu trước khi sáp nhập tỉnh cho thấy, mật độ nuôi thích hợp là 422,5 ± 41,2 con/m^2 với cỡ giống trung bình 3.825 ± 634 con/kg [8]. Kết quả này cho thấy, các hộ nuôi nghêu tại tỉnh Cà Mau có xu hướng thả nghêu giống kích cỡ nhỏ và mật độ nuôi dày hơn so với các vùng nuôi khác trong cùng khu vực đồng bằng sông Cửu Long như tỉnh Bến Tre hay tỉnh Tiền Giang trước đây. Đây có thể là đặc điểm của các địa phương không có sẵn nguồn nghêu giống tự nhiên phân bố, nên các hộ nuôi phải mua nghêu giống cỡ nhỏ khai thác từ vùng bãi triều huyện Cần Giờ, thuộc thành phố Hồ Chí Minh trước đây, hoặc từ vùng bãi biển tỉnh Bến Tre trước đây để nuôi và để bù đắp tỉ lệ giống hao hụt bằng cách thả nuôi với mật độ cao hơn.

Thời gian nuôi và kích cỡ nghêu thương phẩm được quyết định bởi mật độ, kích cỡ con giống và điều kiện bãi nuôi như: Nguồn thức ăn tự nhiên, tính chất nền đáy, dòng chảy, biến động yếu tố môi trường… Kết quả khảo sát cũng cho thấy, ở tỉnh Cà Mau, nghêu giống có kích cỡ nhỏ hơn nhưng thời gian nuôi là 13,70 ± 3,20 tháng, ngắn hơn so với ở tỉnh Vĩnh Long là 16,45 ± 4,93 tháng. Tại tỉnh Tiền Giang và Bạc Liêu, với kích cỡ giống trung bình từ 2.604 - 3.825 con/kg thì thời gian nuôi nghêu trung bình là 17,5 tháng [4, 5]; trong khi đó tại tỉnh Thái Bình trước đây, với cỡ nghêu giống là 3.000 - 4.000 con/kg thì thời gian nuôi dao động từ 16 - 18 tháng [13].

Tỷ lệ sống của nghêu nuôi tại tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau là tương đương, lần lượt đạt 52,0% và 49,17%, tương tự với tỷ lệ sống của nghêu nuôi tại tỉnh Bạc Liêu (58,5%) [5] và cao hơn so với nghêu nuôi tại tỉnh Tiền Giang (34%) [4]. Mặc dù có sự chênh lệch về biên độ triều giữa hai vùng nuôi, tuy nhiên sự tương đồng về điều kiện môi trường như chất đáy và độ mặn nên không có sự khác nhau về tỷ lệ sống của nghêu giữa hai vùng nuôi ở tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau.

Như vậy, các vùng nuôi nghêu có vị trí địa lý khác nhau sẽ có điều kiện bãi nuôi khác nhau và từ đó ảnh hưởng tới sinh trưởng của nghêu. Do đó, việc chọn vị trí và điều kiện tự nhiên của bãi nuôi nghêu đóng vai trò rất quan trọng để quyết định đến năng suất và hiệu quả tài chính của vụ nuôi [4]. Đặc điểm của nền đáy, độ bằng phẳng của bãi nuôi và biên độ triều là những tiêu chí ưu tiên khi lựa chọn vị trí bãi nuôi, ảnh hưởng trực tiếp tới tỷ lệ sống, sinh trưởng và năng suất của nghêu nuôi [8, 9]. Việc nghiên cứu về các điều kiện của bãi nuôi làm cơ sở để qui hoạch những khu vực nuôi có điều kiện phù hợp cho nghêu sinh trưởng, góp phần thúc đẩy nghề nuôi nghêu hiệu quả và mang tính bền vững trong tương lai là hết sức cần thiết.

3.2. Năng suất và hiệu quả kinh tế của mô hình nuôi nghêu

Năng suất và hiệu quả kinh tế của mô hình nuôi nghêu trên bãi triều tại tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau có sự khác nhau phụ thuộc vào mô hình tổ chức sản xuất. Tại tỉnh Vĩnh Long, mô hình nuôi nghêu tổ chức sản xuất theo quy mô hợp tác xã với diện tích bãi nuôi lớn và người dân có kinh nghiệm nuôi lâu năm; trong khi đó ở tỉnh Cà Mau, mô hình nuôi nghêu được tổ chức theo quy mô hộ gia đình, với diện tích nhỏ hơn và người nuôi ít kinh nghiệm hơn. Hiệu quả kinh tế của mô hình nuôi nghêu được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Hiệu quả kinh tế của mô hình nuôi nghêu

Chỉ tiêu	Tỉnh Vĩnh Long	Tỉnh Cà Mau
Giá bán nghêu thương phẩm (nghìn đồng/kg)	24,55 ± 4,34	20,75 ± 1,54
Năng suất (tấn/ha/vụ)	16,51 ± 4,73	34,65 ± 19,13
Tổng thu nhập (triệu đồng/ha/vụ)	404,95 ± 135,03	715,12 ± 397,16
Tổng chi phí sản xuất (triệu đồng/ha/vụ)	115,56 ± 6,93	137,85 ± 10,60
Lợi nhuận (triệu đồng/ha/vụ)	289,39 ± 136,81	577,27 ± 388,51
Tỷ suất lợi nhuận (lần)	2,53 ± 1,25	4,06 ± 2,43

Năng suất nghêu thu hoạch có sự biến động lớn giữa hai vùng nuôi được khảo sát, trong đó năng suất nuôi nghêu ở tỉnh Cà Mau là 34,65 ± 19,13 tấn/ha, đạt gấp 2 lần so với ở tỉnh Vĩnh Long (16,51 ± 4,73 tấn/ha). Các nghiên cứu đã công bố về năng suất nghêu nuôi trong ao tại tỉnh Nam Định và tỉnh Bến Tre trước khi sáp nhập dao động trong khoảng từ 22,08 - 24,55 tấn/ha/vụ [14], cao hơn năng suất nghêu nuôi tại bãi triều tỉnh Bạc Liêu (10,60 ± 3,77 tấn/ha/vụ) [5], nhưng thấp hơn so với năng suất nghêu nuôi tại bãi triều tập trung tỉnh Thái Bình (59,1 tấn/ha/vụ) và tỉnh Nam Định (48,4 tấn/ha/vụ) [14]. Những kết quả trên cho thấy, sự biến động khá lớn về năng suất nghêu nuôi ở các vùng nuôi khác nhau. Có nhiều nguyên nhân ảnh hưởng tới năng suất của nghêu nuôi, đặc biệt là các yếu tố về điều kiện bãi nuôi, mật độ nuôi, chất lượng và kích cỡ giống, kỹ thuật chăm sóc và quản lý bãi nuôi… [15].

Kết quả khảo sát cho thấy, tổng chi phí cho nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long là 115,56 ± 6,93 triệu đồng/ha/vụ, thấp hơn so với tỉnh Cà Mau là 140,85 ± 12,52 (Bảng 4), trong đó khoản chi nhiều nhất là chi phí nghêu giống, tương đương với 72,52% ở tỉnh Vĩnh Long và 70,9% ở tỉnh Cà Mau, kế đến là chi phí nhân công để san thưa và canh giữ bãi nuôi (lần lượt là 20,79% ở tỉnh Vĩnh Long và 26,21% ở tỉnh Cà Mau). Các chi phí lưới cọc, nhiên liệu và các chi phí khác chiếm tỷ lệ nhỏ trong cơ cấu sản xuất của mô hình nuôi nghêu ở cả hai tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau.

Bảng 4. Chi phí của mô hình nuôi nghêu

STT	Các khoản chi phí	Tỉnh Vĩnh Long		Tỉnh Cà Mau	
		Số tiền (triệu đồng/ha/vụ)	Tỷ lệ (%)	Số tiền (triệu đồng/ha/vụ)	Tỷ lệ (%)
1	Mua giống	83,80 ± 5,03	72,52	96,76 ± 7,44	70,19
2	Nhân công	24,03 ± 1,44	20,79	36,13 ± 2,78	26,21
3	Xây dựng bãi	5,18 ± 0,31	4,48	3,13 ± 0,24	2,27
4	Nhiên liệu	1,34 ± 0,08	1,16	1,82 ± 0,14	1,32
5	Chi khác	1,21 ± 0,07	1,05	1,71 ± 0,13	1,24
Tổng		115,56 ± 6,93	100	137,85 ± 10,60	100

Tổng thu nhập từ nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau khá cao, lần lượt là 404,95 ± 135,03 (triệu đồng/ha/vụ) và 715,12 ± 397,16 (triệu đồng/ha/vụ) (Bảng 3). Lợi nhuận từ nghề nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long là 289,39 ± 136,81 (triệu đồng/ha/vụ) và ở tỉnh Cà Mau là 574,27 ± 387,57 (triệu đồng/ha/vụ), tương ứng với tỷ suất lợi nhuận tương ứng lần lượt là 2,53 và 4,06 lần. Chỉ tiêu về lợi nhuận và tỷ suất lợi nhuận của mô hình nuôi nghêu còn chịu ảnh hưởng của thời gian thu hoạch thông qua giá bán nghêu thương phẩm. Tại tỉnh Vĩnh Long, mô hình nuôi nghêu theo hợp tác xã nên có thời gian thu hoạch tập trung từ tháng 4 tới tháng 6 hàng năm; trong khi đó, mô hình nuôi nghêu theo hộ gia đình tại tỉnh Cà Mau có thời gian thu hoạch muộn hơn, bắt đầu từ tháng 7 và kéo dài tới tháng 10 trong năm. Các kết quả về hiệu quả kinh tế của mô hình nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long và Cà Mau đều cao hơn so với kết quả khảo sát ở tỉnh Tiền Giang (198,4 ± 19,1 triệu đồng/ha/vụ) [4] và tỉnh Bạc Liêu (103,28 ± 70,83 triệu đồng/ha/vụ) [5].

3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả kinh tế mô hình nuôi nghêu

Bảng 5 cho thấy, dịch bệnh, thời tiết và khí hậu là các yếu tố chính ảnh hưởng đến hiệu quả của nghề nuôi nghêu ở cả hai vùng được khảo sát, với tỷ lệ dao động từ 50 - 90,9%. Kết quả này phản ánh đúng thực trạng hiện nay là sự phụ thuộc hoàn toàn của nghề nuôi nghêu vào điều kiện tự nhiên của bãi nuôi.

Bảng 5. Tỷ lệ (%) các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả mô hình nuôi nghêu

STT	Yếu tố	Tỉnh Vĩnh Long	Tỉnh Cà Mau
1	Thời tiết và khí hậu	90,9	50,0
2	Chất lượng nước	100	25,0
3	Dịch bệnh	81,8	58,3
4	Nguồn giống	36,3	33,3
5	Kích cỡ con giống	27,2	16,6
6	Mật độ thả giống	18,1	16,6
7	Kỹ thuật nuôi	18,1	8,3
8	Thị trường tiêu thụ	9,1	25,0
9	Chính sách hỗ trợ từ chính quyền	9,1	25,0

Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến nghề nuôi nghêu ở tỉnh Vĩnh Long là chất lượng nước, với kết quả khảo sát là 100%, tuy nhiên ở khu vực nuôi nghêu tại tỉnh Cà Mau tỷ lệ này chỉ là 25%, tương đương với chỉ tiêu về thị trường tiêu thụ và chính sách hỗ trợ từ chính quyền địa phương. Ở vùng nuôi tỉnh Vĩnh Long, do nghêu được nuôi theo hình thức hợp tác xã nên các yếu tố về thị trường tiêu thụ và chính sách hỗ trợ của chính quyền khá tốt (chỉ chiếm 9,1%), tuy nhiên ở tỉnh Cà Mau, do người dân nuôi theo hộ cá thể hoặc đội nhóm sản xuất nên nghề nuôi nghêu tại đây chịu ảnh hưởng khá lớn bởi yếu tố thị trường tiêu thụ và chính sách hỗ trợ của chính quyền. Do đó, bên cạnh việc quan tâm đến các yếu tố kỹ thuật trong quá trình nuôi nghêu, người nuôi nghêu ở tỉnh Cà Mau cần có hình thức tổ chức sản xuất phù hợp và được quan tâm nhiều hơn về chính sách hỗ trợ quản lý sản xuất.

Nguồn gốc và chất lượng nghêu giống cũng là những yếu tố ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả của nghều nuôi nghêu, chiếm tỷ lệ từ 33,3 - 36,3% ở cả hai vùng khảo sát. Kết quả này phản ánh thực trạng khan hiến nguồn nghêu giống chất lượng đáp ứng cho nhu cầu của các vùng nuôi tập trung hiện nay.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Vùng nuôi nghêu thương phẩm ở tỉnh Vĩnh Long có diện tích lớn (106,55 ± 82,23 ha/cơ sở nuôi), sản lượng trung bình là 1.832,3 tấn/vụ, trong khi vùng nuôi tại tỉnh Cà Mau có diện tích nhỏ hơn

(23,75 ± 14,49 ha/hộ) và sản lượng trung bình đạt 889,98 tấn/vụ. Mô hình nuôi nghêu ở tỉnh Cà Mau có năng suất 34,65 ± 19,13 tấn/ha/vụ, lợi nhuận là 577,27 ± 388,51 triệu đồng/ha/vụ và tỷ suất lợi nhuận là 4,06 ± 2,43 lần, cao hơn so với mô hình nuôi nghêu tại tại tỉnh Vĩnh Long (các chỉ tiêu lần lượt tương ứng là 16,51 ± 4,73 tấn/ha/vụ, lợi nhuận là 289,39 ± 136,81 triệu đồng/ha/vụ và tỷ suất lợi nhuận là 2,53 ± 1,25 lần).

Những khó khăn chính mà người nuôi nghêu đang gặp phải ở tỉnh Cà Mau và Vĩnh Long là các yếu tố về thời tiết và khí hậu, chất lượng nước, dịch bệnh và chất lượng nghêu giống thả nuôi.

Một số giải pháp được đề xuất để nâng cao hiệu quả nghề nuôi nghêu như: Thả giống có kích thước lớn, mùa vụ nuôi phù hợp và mật độ nuôi thưa. Tại vùng nuôi ở tỉnh Cà Mau, cần nghiên cứu mở rộng thị trường tiêu thụ và xây dựng các chính sách hỗ trợ tốt hơn để có thể phát triển nghề nuôi nghêu một cách bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Xuân Sinh, Đỗ Minh Chung, Huỳnh Văn Hiền, Trương Quốc Phú (2007). Nghiên cứu thị trường nghêu ở tỉnh Trà Vinh trong mối liên hệ với các tỉnh ven biển phía Nam. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ,* 8, 38 – 46.

2. Cục Thủy sản (2024). *Báo cáo hiện trạng và định hướng phát triển nhuyễn thể và rong biển.* Hội nghị Phát triển sản xuất nhuyễn thể và rong biển năm 2024.

3. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2016). *Quyết định số 3529/QĐ-BNN-TCTS, ngày 25/08/2016 về phê duyệt Quy hoạch phát triển nuôi nhuyễn thể hàng hóa tập trung đến năm 2020, định hướng đến năm 2030.*

4. Lê Quốc Phong, Nguyễn Công Tráng và Phan Duy Khánh (2018). Hiện trạng kỹ thuật và tài chính của nghề nuôi nghêu (*Meretrix lyrata*) tại huyện Gò Công Đông, tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Thủy sản*, 54, 184 - 190.

5. Ngô Thị Thu Thảo, Dương Minh Thùy, Phùng Hữu Tâm và Vũ Trọng Đại (2024). Hiện trạng kỹ thuật và hiệu quả tài chính của nghề nuôi nghêu trắng (*Meretrix lyrata*) tại huyện Hòa Bình, tỉnh Bạc Liêu. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*, 4, 92 - 99.

6. Westers T., Ribble C., Daniel S., Checkley S., Wu J. P., Stephen C. (2017). Assessing and comparing relative farm-level sustainability of smallholder-shrimp farms in two Sri Lankan provinces using indices developed from two methodological frameworks. *Ecological Indicators,* 83, 346 - 355.

7. Taro Yamane (1967). Statistics, an introductory analysis, 2nd Ed., New York, Harper & Row.

8. Ngô Thị Thu Thảo, Lâm Thị Quang Mẫn (2012a). Ảnh hưởng của độ mặn và thời gian phơi bãi đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của nghêu (*Meretrix lyrata*). *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 22a, 123 - 130.

9. Ngô Thị Thu Thảo, Lâm Thị Quang Mẫn (2012b). Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ mặn đến tốc độ lọc tảo, chỉ số độ béo và tỷ lệ sống của nghêu (*Meretrix lyrata*). *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ,* 23b, 265 - 271.

10. Phạm Thị Lan, Ngô Anh Tuấn (2014). Hiện trạng, tiềm năng và các giải pháp quy hoạch, phát triển bền vững vùng nuôi nghêu (*Meretrix lyrata* Sowerby, 1851) bãi triều ven biển huyện Thái Thụy, tỉnh Thái Bình. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*, 1, 141 - 147.

11. Ngô Xuân Ba, Nguyễn Tấn Sỹ (2015). Ảnh hưởng của mật độ, cỡ giống lên sinh trưởng và tỷ lệ sống của nghêu *Meretrix lyrata* (Sowerby, 1851) tại Hải Phòng. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang*, 3, 79 - 83.

12. Nguyễn Thị Kim Anh, Chu Chí Thiết (2012). Ảnh hưởng của mật độ thả nuôi đến tăng trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả sản xuất của ngao (*Meretrix lyrata*) nuôi ở vùng bãi triều Thanh Hóa. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 5, 17 - 21.

13. Lê Văn Khôi và Lê Thanh Ghi (2015). Ảnh hưởng của mật độ đến sinh trưởng, tỷ lệ sống, năng suất và hiệu quả kinh tế của nghêu (*Meretrix*

lyrata) nuôi thương phẩm trong ao đất. *Tạp Chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam,* 13(2), 192 - 199.

14. Lê Văn Khôi, Lê Thanh Ghi, Châu Hữu Trị, Chu Chí Thiết (2019). Đánh giá hiệu quả của nuôi nghêu (*Meretrix lyrata*) thương phẩm trong ao đất tại hai tỉnh Bến Tre và Nam Định. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam,* 17(6), 484 - 492.

15. Bùi Đắc Thuyết, Trần Văn Dũng (2013). Hiện trạng nghệ nuôi ngao ở một số tỉnh ven biển miền Bắc và Bắc Trung bộ. *Tạp chí Khoa học và Phát triển,* 11(7), 972 - 980.

ASSESSMENT OF TECHNICAL STATUS AND FINANCIAL EFFICIENCY OF FARMING WHITE CLAM (*Meretrix lyrata*) ON TIDAL FLATS IN CA MAU AND VINH LONG PROVINCES

Ngo Thi Thu Thao[1], Nguyen Duong Anh[2], Tran Nguyen Duy Khoa[1], Phung Huu Tam[3], Vu Trong Dai[4]

[1]*College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University*

[2]*Department of Fisheries, Surveillance and Sea and Islands, Vinh Long provinces*

[3]*World Wide Fund for Nature in Vietnam*

[4]*Institute of Aquaculture, Nha Trang University*

Abstract

The result of the survey were conducted among white hard clam farmers in Ca Mau and Vinh Long provinces to to assess the technical status and economic efficiency of the clam farming model. In Vinh Long, the farming model is organized through cooperatives, whereas in Ca Mau, it is conducted through groups or individual households. The survey results revealed significant differences in technical aspects: the average farming area in Vinh Long is 106.55 ± 82.23 ha, with a stocking density of 167 ± 50.56 clams/m^2, a seed size of 1,218.18 ± 292.64 clams/kg and an average farming duration of 16.46 ± 4.93 months. In contrast, the households in Ca Mau have smaller farming areas of only 23.75 ± 14.49 ha, a stocking density of 402.08 ± 198.42 clams/m^2, a seed size of 2,641.67 ± 729.21 clams/kg and a farming duration of 13.7 ± 3.2 months. The clam farming model on tidal flats in Ca Mau achieved higher productivity at 34.65 ± 19.13 tons/ha/crop, generating a profit of 577.27 ± 388.51 million VND/ha/crop and a profit ratio of 4.06 ± 2.43 times, all of which were higher compared to Vinh Long (16.51 ± 4.73 tons/ha/crop, 289.39 ± 136.81 million VND/ha/crop and 2.53 ± 1.25 times, respectively). Additionally, the study also showed major difficulties arising from farming practices both in Ca Mau and Vinh Long provinces, including climate change, water quality, pathogens and a shortage of high-quality clam seeds and recommendations to develop white hard clam farming in the Mekong delta provinces in a sustainable direction.

Keywords: *Ca Mau, economic, technique, Meretrix lyrata, Vinh Long, white clam farming.*

Ngày nhận bài: 4/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 18/8/2025

Ngày thông qua phản biện: 4/9/2025

Ngày duyệt đăng: 15/9/2025

HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN NUÔI TRỒNG THỦY SẢN TRÊN BIỂN TẠI THÀNH PHỐ CẨM PHẢ, TỈNH QUẢNG NINH

Đỗ Đăng Khoa[1], Nguyễn Thạch Long[2], Nguyễn Văn Quang[1], Nguyễn Mạnh Hà[1], Thái Thanh Bình[1,*]

[1]*Trường Cao đẳng Kinh tế, Kỹ thuật và Thuỷ sản*

[2]*Ủy ban Nhân dân phường Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh*

** Email: ttbinh@cdts.edu.vn*

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển tại thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh. Phương pháp nghiên cứu bao gồm: Khảo sát thực địa, phân tích tài liệu thứ cấp và phỏng vấn chuyên gia. Cẩm Phả có điều kiện tự nhiên thuận lợi, diện tích mặt nước rộng (~150 km^2), hệ sinh thái đa dạng, che chắn tốt trước gió bão, phù hợp cho cả nuôi cá biển và nhuyễn thể. Chất lượng nước nhìn chung đáp ứng tiêu chuẩn nuôi thủy sản, với độ mặn, nhiệt độ, DO, pH… ổn định. Hiện nay, nuôi biển tập trung ở 7 phường, chủ yếu gần bờ, quy mô hộ gia đình, mật độ cao, còn tự phát. Năm 2023, diện tích nuôi cá biển ~13,9 ha, sản lượng 5.373 tấn, đối tượng chính: Cá song, cá chim vây vàng, cá vược, cá giò… Tỷ lệ sống thấp (50 - 70%), thức ăn chủ yếu là cá tạp, giống phần lớn nhập ngoài tỉnh. Nuôi nhuyễn thể (hàu, ngao hai cùi) diện tích 39,4 ha, sản lượng 1.536,6 tấn, giá trị ~15,4 tỷ đồng, công nghệ nuôi còn đơn giản, chất lượng giống chưa ổn định. Quy hoạch chưa đồng bộ, hạ tầng thiếu (cảng, khu neo đậu, cấp giống, chế biến), dịch bệnh phổ biến, thiếu liên kết chuỗi, thị trường tiêu thụ phụ thuộc thương lái, giá trị gia tăng thấp. Nghiên cứu đề xuất nhóm giải pháp chính: Quy hoạch, phân vùng, đối tượng nuôi, xây dựng cơ sở hạ tầng, hậu cần, phát triển thị trường và tăng cường giám sát môi trường nuôi. Các giải pháp đề xuất trong nghiên cứu là cơ sở quan trọng để định hướng phát triển nuôi biển hiện đại, hiệu quả, góp phần thực hiện Đề án phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.

Từ khóa: *Nuôi biển, chính sách thủy sản, phát triển bền vững, Cẩm Phả.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh nguồn lợi thủy sản bị khai thác quá mức, cùng với tác động ngày càng gia tăng của biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường biển, nuôi trồng thủy sản trên biển (nuôi biển) đang nổi lên như một xu thế tất yếu. Mục tiêu của nuôi biển là bảo đảm an ninh lương thực, thúc đẩy phát triển kinh tế bền vững và bảo vệ hệ sinh thái biển [1]. Hoạt động này hướng tới khai thác, sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên biển, chủ động thích ứng với biến đổi khí hậu, bảo đảm sự hài hòa với các ngành kinh tế biển khác, đồng thời góp phần xây dựng thế trận quốc phòng, an ninh và giữ vững chủ quyền quốc gia [1]. Bên cạnh đó, nuôi biển còn giúp giảm áp lực khai thác thủy sản [2], mở rộng quy mô sản xuất, nâng cao năng suất và sản lượng, đồng thời tạo việc làm và tăng thu nhập cho cộng đồng cư dân ven biển. Tại Việt Nam, nuôi biển được xác định là một lĩnh vực có tiềm năng phát triển lớn, giữ vai trò quan trọng trong cơ cấu ngành thủy sản và chiến lược phát triển kinh tế biển [1]. Theo định hướng đến năm 2045, nuôi biển dự kiến sẽ đóng góp khoảng 25% tổng sản lượng và giá trị kim ngạch xuất khẩu thủy sản đạt trên 4 tỷ USD [1]. Mặc dù vậy, ngành này vẫn đối mặt với nhiều hạn chế về quy mô sản xuất, trình độ kỹ thuật, tổ chức quản lý và thị trường tiêu thụ. Đáng chú ý, tiến độ lập bản đồ, phân định và giao khu vực biển cho hoạt động nuôi còn chậm, có sự chồng chéo và chưa đủ sức hấp dẫn để thu hút các nhà đầu tư [3].

Theo Quyết định số 1664/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển đến năm 2030, tầm nhìn

đến năm 2045 [1] và Kế hoạch phát triển bền vững kinh tế biển tỉnh Quảng Ninh đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030 [4], nuôi biển được xác định là một trong những trụ cột quan trọng của kinh tế biển xanh, bền vững. Mục tiêu cụ thể của tỉnh Quảng Ninh đến năm 2030 bao gồm: Tổng diện tích nuôi biển là 300.000 ha, tổng thể tích lồng nuôi là 12,0 triệu m^3, sản lượng nuôi biển đạt 1.450.000 tấn. Giá trị kim ngạch xuất khẩu đạt 1,8 - 2,0 tỷ đô la Mỹ.

Với tổng diện tích tự nhiên hơn 486 km^2, trong đó vùng biển chiếm 13,3%, thành phố Cẩm Phả có tiềm năng lớn trong phát triển nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nuôi trồng thủy sản trên biển. Trong những năm gần đây, ngành nuôi trồng thủy sản của thành phố Cẩm Phả, bao gồm cả nuôi biển, đã có những bước phát triển tích cực về sản lượng và giá trị kinh tế, góp phần tạo sinh kế cho người dân ven biển, thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội địa phương [5].

Thành phố Cẩm Phả được đánh giá là một trong những địa phương có tiềm năng phát triển nuôi biển của tỉnh Quảng Ninh. Tuy nhiên, các thông tin có hệ thống và nghiên cứu chuyên sâu về quy mô, hình thức sản xuất, điều kiện hạ tầng kỹ thuật cũng như những thách thức đặt ra cho nghề nuôi biển tại địa phương còn thiếu và phân tán. Do đó, việc nghiên cứu, đánh giá một cách toàn diện hiện trạng nuôi biển ở thành phố Cẩm Phả là hết sức cần thiết, nhằm cung cấp cơ sở dữ liệu khoa học tin cậy phục vụ quản lý, quy hoạch và định hướng phát triển bền vững. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá hiện trạng nuôi biển của thành phố Cẩm Phả, đồng thời đề xuất các giải pháp khả thi, phù hợp với điều kiện tự nhiên - xã hội, hướng tới phát triển hiệu quả, bền vững và gắn với bảo vệ môi trường sinh thái biển trong tương lai.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 1 - 6 năm 2024 tại các vùng nuôi trồng thủy sản (NTTS) trên biển thuộc thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập số liệu

2.2.1.1. Phương pháp thu thập số liệu thứ cấp

Các số liệu thứ cấp được thu thập từ các báo cáo, thống kê của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Quảng Ninh (nay là Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh Quảng Ninh), Phòng Kinh tế thành phố Cẩm Phả, cùng các viện nghiên cứu, đề tài/dự án và cơ quan chuyên ngành có liên quan. Các tài liệu bao gồm: Quy mô và sản lượng nuôi biển, cơ cấu đối tượng nuôi, hạ tầng kỹ thuật, tình hình quy hoạch và quản lý, chính sách hỗ trợ, tình trạng môi trường và dịch bệnh tại các vùng nuôi biển trọng điểm.

2.2.1.2. Phương pháp điều tra bằng bảng hỏi

Điều tra thực địa được tiến hành nhằm thu thập thông tin định tính và định lượng phục vụ đánh giá thực trạng kỹ thuật, hiệu quả sản xuất và nhu cầu phát triển nuôi biển tại các địa phương thuộc thành phố Cẩm Phả.

Phương pháp chọn mẫu: Các hộ nuôi được chọn theo phương pháp thuận tiện có định hướng, đảm bảo phân bố đa dạng theo mô hình nuôi (nuôi cá lồng, nhuyễn thể treo dây, nuôi ghép đa loài…), quy mô (nhỏ - vừa - lớn) và thời gian hoạt động (mới bắt đầu - trung bình - lâu năm). Danh sách hộ nuôi được lập từ các xã, sau đó chọn lọc thông qua sự hỗ trợ từ chính quyền địa phương và cán bộ khuyến ngư, phòng nông nghiệp của thành phố.

Thiết kế bảng hỏi: Bộ câu hỏi bán cấu trúc gồm 4 phần chính: (i) Thông tin chung về hộ nuôi và mô hình nuôi; (ii) Điều kiện hạ tầng, vùng nuôi và kỹ thuật sử dụng; (iii) Kết quả sản xuất, hiệu quả kinh tế - môi trường; (iv) Khó khăn, đề xuất và nhu cầu hỗ trợ. Trước khi triển khai chính thức, bảng hỏi được thử nghiệm tại phường Cẩm Đông và Cẩm Trung để hiệu chỉnh ngôn ngữ, cấu trúc và thời gian phỏng vấn.

Quy mô điều tra: 100 phiếu điều tra được thực hiện tại 7 địa phương: Cẩm Thạch, Cẩm Thuỷ, Cẩm Trung, Cẩm Thành, Cẩm Bình, Cẩm Đông và Cẩm Sơn (nay thuộc các phường Quang Hanh, Cẩm Phả và Cửa Ông). Phân bố phiếu điều tra theo địa bàn được thể hiện tại bảng 1.

Bảng 1. Phân bố số phiếu điều tra hộ nuôi theo địa phương

Địa phương	Cẩm Thạch	Cẩm Thủy	Cẩm Trung	Cẩm Thành	Cẩm Bình	Cẩm Đông	Cẩm Sơn	Tổng cộng
Số phiếu	10	15	20	15	15	20	5	100

2.2.1.3. Phương pháp phỏng vấn sâu

Nghiên cứu thực hiện 50 cuộc phỏng vấn sâu với cán bộ quản lý và chuyên gia tại cấp tỉnh: Sở Nông nghiệp và Môi trường, Chi cục Thủy sản và Kiểm ngư, Trung tâm Khuyến nông, cấp cơ sở: Phòng Kinh tế, Trung tâm Dịch vụ Kỹ thuật nông nghiệp. Thực hiện tổ chức 3 hội thảo để lấy ý kiến về hiện trạng và giải pháp cho phát triển nuôi biển của thành phố Cẩm Phả.

Nội dung phỏng vấn: Tập trung vào 6 nhóm vấn đề chính: Hiện trạng nuôi biển, tình hình quy hoạch và quản lý vùng nuôi; chính sách hỗ trợ và hệ thống hạ tầng kỹ thuật; mức độ liên kết trong chuỗi giá trị sản xuất; cùng các khó khăn, thách thức và giải pháp phát triển nuôi biển theo hướng bền vững.

2.2.2. Phương pháp điều tra khảo sát bổ sung một số yếu tố môi trường

Điều tra được thực hiện tại 80 điểm khảo sát trên vùng biển thuộc các phường: Cẩm Thạch, Cẩm Thủy, Cẩm Trung, Cẩm Thành, Cẩm Bình, Cẩm Đông và Cẩm Sơn. Các điểm khảo sát được lựa chọn đảm bảo đại diện cho các khu vực nuôi biển đặc trưng.

Thời điểm khảo sát được thực hiện vào tháng 01 năm 2024. Mỗi điểm khảo sát được thu mẫu và đo đạc tại thời điểm nước triều ổn định (giữa kỳ triều).

Tại mỗi điểm, các thông số môi trường được đo tại thực địa bao gồm: Nhiệt độ, oxy hòa tan (DO), pH và độ mặn bằng máy đo đa chỉ tiêu Horiba U52; độ sâu bằng máy đo độ sâu Hondex PS-7. Các mẫu nước được thu tại độ sâu 0,5 - 1,0 m để phân tích các chỉ tiêu hóa học như: NH_4^+, NO_3^-, PO_4^{3-}. Mẫu được bảo quản lạnh và phân tích tại phòng thí nghiệm bằng phương pháp so màu sử dụng máy quang phổ UV-Vis Hitachi UH5300 theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia hiện hành.

Ngoài kết quả khảo sát thực địa, nghiên cứu còn tham khảo các bài báo, báo cáo và số liệu quan trắc liên quan đến môi trường và dịch bệnh thủy sản tại tỉnh Quảng Ninh từ năm 2019 - 2023 [6 - 9] nhằm bổ sung thông tin và tăng độ tin cậy cho đánh giá chất lượng môi trường vùng nuôi tại thành phố Cẩm Phả.

2.2.3. Phương pháp khảo sát địa hình và phân vùng nuôi thủy sản trên biển

Công tác khảo sát địa hình phục vụ xây dựng bản đồ vùng nuôi trồng thủy sản được thực hiện trên diện tích 2.476,1 ha. Phương pháp được áp dụng là đo vẽ bình đồ kết hợp khảo sát độ sâu đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm (echo sounder) tích hợp định vị GPS. Hệ thống lưới khống chế trắc địa mặt bằng và cao độ được thiết lập theo hệ tọa độ VN-2000 và cao độ quốc gia. Dữ liệu được thu thập bằng máy toàn đạc điện tử, máy thủy bình, GPS cầm tay và thiết bị chuyên dụng dưới nước, sau đó xử lý bằng phần mềm AutoCAD, DPsurvey và các công cụ GIS. Công tác khảo sát tuân thủ đầy đủ các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành trong lĩnh vực trắc địa, thủy lợi và khảo sát địa hình dưới nước.

Căn cứ vào điều kiện tự nhiên, môi trường, kỹ thuật nuôi, kết quả nghiên cứu về nuôi nhuyễn thể [7, 8], cá biển [7] và ý kiến chuyên gia, đề án lựa chọn tỷ lệ diện tích mặt nước hữu dụng để nuôi cá biển không vượt quá 6% và nuôi nhuyễn thể từ 25 - 30%. Mức khuyến cáo này đảm bảo tính bền vững, phù hợp sức tải môi trường và thực tiễn nuôi trồng tại tỉnh Quảng Ninh. Các khu vực được gắn mã số định danh, tọa độ GPS và hiển thị trên bản đồ số để thuận tiện trong quản lý.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Số lượng mẫu điều tra được tính toán ngẫu nhiên bằng hàm phân bố ngẫu nhiên Rand trong phần mềm MS Excel 2016. Phương pháp thống kê mô tả được áp dụng để xử lý số liệu của nghiên cứu trên phần mềm MS Excel 2016 và SPSS 22.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Điều kiện tự nhiên và hiện trạng chất lượng nước

3.1.1. Điều kiện tự nhiên vùng biển thành phố Cẩm Phả

Thành phố Cẩm Phả có địa hình đa dạng với 55,4% diện tích là đồi núi, trong đó phần lớn là núi đá vôi, xen kẽ các dải đồng bằng và ven biển. Vùng biển thành phố Cẩm Phả rộng khoảng 150 km², sở hữu đường bờ biển dài 73 km, phân bố nhiều đảo đá vôi lớn nhỏ thuộc vịnh Bái Tử Long, tạo nên vùng NTTS tiềm năng và có khả năng che chắn tốt trước ảnh hưởng của gió bão [5].

Khu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa với hai mùa rõ rệt. Mùa hè (tháng 5 - 9) chủ yếu chịu ảnh hưởng của gió Nam và Đông Nam, mùa đông (tháng 10 - 4) chịu ảnh hưởng của gió Bắc và Đông Bắc. Tốc độ gió trung bình dao động từ 3 - 3,4 m/s. Tỉnh Quảng Ninh mỗi năm chịu ảnh hưởng trung bình 5 - 6 cơn bão, tập trung vào tháng 7 - 8. Lượng mưa tại khu vực cao, trung bình khoảng 2.568 - 3.552 mm/năm, tập trung vào mùa mưa từ tháng 4 - 10. Nhiệt độ trung bình năm khoảng 23°C, cao nhất lên tới 39°C vào tháng 7 và thấp nhất khoảng 12°C vào tháng 1. Độ ẩm trung bình năm dao động từ 78 - 88% [5].

Mạng lưới thủy văn phát triển với mật độ sông, suối trung bình khoảng 1,5 - 1,7 km/km². Tuy nhiên, hệ thống sông lớn không phổ biến do địa hình mỏ nằm chủ yếu ở khu vực đồi núi. Các suối như: Lép Mỹ, Đại Bình và một số suối nhỏ là nguồn cấp nước chính trong vùng [5].

Về sinh thái biển, thành phố Cẩm Phả sở hữu hệ sinh thái đa dạng, đặc biệt là khu vực ven đảo thuộc vịnh Bái Tử Long, với hệ sinh thái rạn san hô và rừng ngập mặn đặc trưng. Kết quả khảo sát ghi nhận 391 loài động vật biển, trong đó có nhiều loài có giá trị kinh tế cao như: Bào ngư, hải sâm, sá sùng và bò hải ngưu. Một số loài được ghi nhận trong Sách Đỏ Việt Nam, phản ánh tính đa dạng sinh học cao và vai trò sinh sản, phát triển quần thể thủy sinh quan trọng của vùng biển này [5].

Với điều kiện tự nhiên phong phú, thành phố Cẩm Phả không chỉ có tiềm năng lớn trong phát triển NTTS trên biển mà còn có lợi thế để hình thành các khu sản xuất kết hợp du lịch sinh thái biển.

3.1.2. Chất lượng môi trường nước vùng nuôi biển

Kết quả tổng hợp từ điều tra thực địa kết hợp với các báo cáo và nghiên cứu liên quan khác [6 - 10] cho thấy, chất lượng môi trường nước biển tại các khu vực NTTS trên biển thuộc thành phố Cẩm Phả về cơ bản đáp ứng các tiêu chuẩn, yêu cầu phục vụ hoạt động NTTS. Tuy nhiên, các thông số môi trường vẫn có sự biến động theo thời gian và vị trí, điều này cần được lưu ý trong công tác quy hoạch và quản lý môi trường.

- Độ mặn dao động từ 29,47 - 32,6‰, trung bình 31,3 ± 1,07‰, tương đối ổn định và nằm trong giá trị thích hợp cho các đối tượng nhuyễn thể và cá biển.

- Nhiệt độ nước biển ở thành phố Cẩm Phả biến động từ 18,72 - 33°C, trung bình 28,3°C (tầng mặt) và 28,2°C (tầng đáy), đây là giá trị phù hợp cho phần lớn các loài nhuyễn thể, cá biển đặc trưng được nuôi ở đây. Tuy nhiên, nhiệt độ có thể vượt ngưỡng 30°C vào mùa hè ở một số điểm, gây nguy cơ stress nhiệt cho đối tượng nuôi.

- Oxy hòa tan (DO) dao động trong khoảng 4,54 - 6,88 mg/l, trung bình 5,9 ± 0,5 mg/l. Các vùng nuôi mật độ cao như: Đảo Ông Cụ, hòn Cặp Vọ ghi nhận DO giảm vào ban đêm và sáng sớm, tiềm ẩn nguy cơ thiếu oxy cục bộ.

- pH nước biển ở thành phố Cẩm Phả dao động từ 7,76 - 8,27, trung bình 8,1 ± 0,1, đạt chuẩn cho nuôi trồng thủy sản theo QCVN 10:2023/BTNMT [11]. pH ổn định cho thấy, độ kiềm và khả năng đệm bền môi trường khá tốt.

- Độ trong dao động từ 1,5 - 3,4 m, trung bình phù hợp với đối tượng nuôi có nhu cầu thức ăn tự nhiên như nhuyễn thể. Không có hiện tượng đục hay quá nghèo dưỡng.

- Độ sâu khu vực nuôi dao động rộng từ 0,7 - 19,7 m, trung bình 5,9 ± 4 m. Khu vực có độ sâu > 5 m phù hợp nuôi cá lồng, < 5 m phù hợp nuôi nhuyễn thể.

- Các chỉ tiêu dinh dưỡng NH_4^+, PO_4^{3-} và NO_3^- lần lượt biến động trong các khoảng 0,03 - 0,23 mg/l; 0,005 - 0,042 mg/l và 0,012 - 0,092 mg/l, đều

đạt giá trị cho phép, không gây nguy cơ phú dưỡng hay nở hoa tảo.

- Chất độc NO_2^- biến động trong khoảng 0,002 - 0,034 mg/l, thấp hơn ngưỡng cho phép 0,05 mg/l.

3.2. Hiện trạng nuôi biển tại thành phố Cẩm Phả giai đoạn 2016 - 2023

3.2.1. Diện tích nuôi biển

Diện tích nuôi biển quy hoạch sử dụng khu vực biển để NTTS trên địa bàn thành phố Cẩm Phả là 2.476,1 ha (dựa trên Quyết định số 80/QĐ-TTg [12]). Trong đó diện tích luồng giao thông chính là 63,52 ha. Diện tích quy hoạch nuôi biển chủ yếu thuộc khu vực và vùng biển của 7 phường: Cẩm Thuỷ, Cẩm Trung, Cẩm Thành, Cẩm Bình, Cẩm Đông, Cẩm Thạch và Cẩm Sơn.

3.2.2. Nuôi cá biển

Năm 2023, hoạt động nuôi cá biển tại thành phố Cẩm Phả tập trung ở 4 khu vực chính: Đảo Ông Cụ (Cẩm Đông), hòn Bọ Cắn (Cẩm Bình), Cặp Vọ (Cẩm Trung) và Vũng Bầu, với tổng diện tích 13,9 ha, 199 cơ sở nuôi và 11.940 ô lồng, thể tích trung bình 48 m^3/ô, tổng sản lượng đạt 5.373 tấn (Bảng 2). Trong đó, đảo Ông Cụ và Vũng Bầu là hai vùng nuôi trọng điểm, lần lượt có 75 và 72 cơ sở, chiếm trên 70% tổng số lồng bè toàn thành phố Cẩm Phả.

Bảng 2. Hiện trạng diện tích, thể tích, số ô lồng và sản lượng nuôi cá biển tại thành phố Cẩm Phả năm 2023

STT	Khu vực	Diện tích (ha)	Số cơ sở/hộ	Số ô lồng (lồng)	Tổng thể tích (m^3)	Sản lượng (tấn)
1	Ông Cụ - Cẩm Đông	5,3	75	4.500	216.000	2.025
2	Bọ Cắn - Cẩm Bình	0,7	10	600	28.800	270
3	Cặp Vọ - Cẩm Trung	2,9	42	2.520	120.960	1.134
4	Khu vực Vũng Bầu	5,0	72	4.320	207.360	1.944
Tổng số		13,9	199	11.940	573.120	5.373

Các loài nuôi chủ yếu gồm: Cá song lai, cá chim vây vàng, cá vược, cá giò, cá hồng mỹ và cá sủ đất (Bảng 3). Trong đó, cá chim vây vàng được nuôi chủ yếu bằng thức ăn công nghiệp (FCR khoảng 2,5), một số hộ kết hợp cho ăn cả thức ăn công nghiệp và cá tạp để rút ngắn thời gian nuôi. Đối với các loài khác, nguồn thức ăn chính vẫn là cá tạp (FCR: 7,5 - 8,0), trong khi thức ăn công nghiệp chỉ được sử dụng bổ sung khi nguồn cá tạp khan hiếm hoặc giá tăng cao; tỷ lệ sử dụng thức ăn công nghiệp trong các đối tượng này hiện chiếm 15% tổng nhu cầu thức ăn. Nguồn giống chưa được chủ động hoàn toàn, phần lớn nhập từ các tỉnh, thành: Khánh Hòa, Bà Rịa - Vũng Tàu (nay là thành phố Hồ Chí Minh), Hải Phòng, Quảng Ninh và một phần từ Trung Quốc. Mùa vụ thả giống chính: Cá song, cá giò, cá chim vây vàng (tháng 4 - 6) và cá hồng mỹ (tháng 1 - 2). Tỷ lệ sống dao động 50 - 70%, thấp nhất là cá song (~50%).

Bảng 3. Loài cá biển chủ yếu được nuôi tại thành phố Cẩm Phả

STT	Loài nuôi	Số hộ nuôi	Tỷ lệ hộ tham gia nuôi (%)	Thời gian nuôi (tháng)	FCR	Cỡ cá thương phẩm (kg/con)	Giá bán (nghìn/kg)
1	Cá song lai	40	100	24	7,9	4	220
2	Cá hồng mỹ	9	23	18	7,5	1,9	120

STT	Loài nuôi	Số hộ nuôi	Tỷ lệ hộ tham gia nuôi (%)	Thời gian nuôi (tháng)	FCR	Cỡ cá thương phẩm (kg/con)	Giá bán (nghìn/kg)
3	Cá chim vây vàng	26	66	12	2,5*	1,1	120
4	Cá vược	12	30	18	7,6	3,2	130
5	Cá giò	12	30	24	8,0	5,2	140
6	Cá sủ đất	2	5	24	7,8	3,5	135

*Ghi chú: *: Cá chim vây vàng được nuôi bằng thức ăn công nghiệp, các loài khác chủ yếu sử dụng cá tạp.*

Kết quả khảo sát năm 2024 cho thấy, mỗi hộ nuôi trung bình 60 lồng (thể tích 48 m³/lồng). Lưới lồng được vệ sinh định kỳ khoảng 2,15 tháng/lần nhằm loại bỏ hà, rong rêu và sinh vật bám, góp phần hạn chế dịch bệnh. Tuy nhiên, vẫn có tới 92,3% hộ nuôi ghi nhận dịch bệnh, nguyên nhân chủ yếu do mật độ lồng bè dày, tập trung tại các khu vực như đảo Ông Cụ, chưa đảm bảo khoảng cách kỹ thuật.

Cá giống thả nuôi có kích cỡ 3 - 20 cm tùy loài: Cá chim vây vàng (2 - 8 cm), cá vược (4 - 12 cm), cá song (4 - 18 cm), cá giò (8 - 20 cm). Mật độ thả dao động 5 - 35 con/m³. Thức ăn chủ yếu là cá tạp, một số hộ kết hợp thức ăn công nghiệp của các hãng: UP, Grobest, Thăng Long, De Heus… Khẩu phần được điều chỉnh giảm dần theo kích cỡ cá: 8 - 10% khối lượng/ngày đối với cá 1 - 5 g/con, giảm xuống 2 - 3% khi cá > 250 g/con.

Về chi phí sản xuất, thức ăn chiếm tỷ trọng cao nhất (61%), tiếp đến là con giống (16%). Giá thức ăn tăng do khan hiếm cá tạp và chi phí nguyên liệu, vận chuyển cao. Lao động thuê ngoài có mức chi phí trung bình 8 - 10 triệu đồng/người/tháng. Chi phí khấu hao (tàu thuyền, máy móc, sửa chữa lồng bè) đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu rủi ro và duy trì hiệu quả nuôi biển.

3.2.3. Nuôi nhuyễn thể

Nhuyễn thể là nhóm loài thủy sản được nuôi phổ biến tại thành phố Cẩm Phả, chỉ đứng sau cá biển về quy mô sản xuất. Các đối tượng nuôi chủ yếu gồm hàu biển/hàu sữa và ngao hai cùi. Diện tích, sản lượng và giá trị kinh tế ước tính của các loài nhuyễn thể năm 2023 tại thành phố Cẩm Phả được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Diện tích, sản lượng và giá trị của đối tượng nuôi nhuyễn thể ở một số khu vực nuôi tại thành phố Cẩm Phả

TT	Tên địa bàn/khu vực	Số cơ sở nuôi	Diện tích (ha)	Sản lượng	Giá trị kinh tế (triệu đồng)
1	Vũng Bầu, Km 6 - Quang Hanh	99	19,8	772,2	7.722
2	Cặp Vọ - Cẩm Trung	76	15,2	592,8	5.928
3	Bọ Cắn - Cẩm Bình	11	2,2	85,8	858
4	Ông Cụ - Cẩm Đông	11	2,2	85,8	858
Tổng cộng		197	39,4	1.536,6	15.366

Hàu là đối tượng nhuyễn thể chủ lực tại thành phố Cẩm Phả, chiếm khoảng 85% tổng sản lượng. Hiện có hai hình thức nuôi chính: Nuôi bè dây phao và nuôi bè giàn.

- Nuôi bè dây phao: Sử dụng dây dài 250 - 300 m, gắn phao nổi theo quy chuẩn QCĐP08:2020/QN [13]: Khối lượng 2 kg, kích thước 40 × 60 cm, cố định bằng cọc bạch đàn dài 4 m và dây ngang dài 30 m. Giống được treo cách

nhau 30 - 40 cm; dây 250 m treo khoảng 600 - 800 dây giống, dây 300 m treo 750 - 1.000 dây.

+ Treo thẳng: Mỗi dây chứa 6 - 7 mảnh hàu giống.

+ Treo võng: mỗi dây chứa 12 - 14 mảnh hàu giống, nối giữa hai dây phao.

- Nuôi bè giàn: Bè được thiết kế từ thanh nhựa HDPE, tre hoặc gỗ bạch đàn (dài 7 - 9 m, đường kính 7 - 10 cm), mỗi bè khoảng 32 thanh. Thanh tre treo hàu đặt ngang bè, cách nhau 25 - 30 cm; dây treo cách nhau 30 - 40 cm, mỗi dây 6 - 7 mảnh hàu giống. Bè 80 m^2 treo 400 - 500 dây, tối đa 600 - 700 dây.

Hàu được thả giống vào hai vụ chính: Tháng 4 - 5 và tháng 8 - 9. Thời gian nuôi 8 - 10 tháng, thu hoạch khi đạt cỡ 13 - 20 con/kg. Năng suất trung bình: Bè 80 m^2: 1 - 2 tấn; dây phao thẳng 250 m: 1,2 - 2 tấn/dây; dây phao võng 250 m: 2 - 5 tấn/dây; dây phao võng 300 m: 4 - 6 tấn/dây.

Nguồn giống chủ yếu nhập từ tỉnh Ninh Bình, đồng thời một phần sản xuất tại các cơ sở trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh, tập trung ở khu vực huyện Vân Đồn, thị xã Quảng Yên và thành phố Móng Cái. Tuy nhiên, chất lượng giống có xu hướng giảm do sản xuất khép kín, chọn bố mẹ từ quần đàn nuôi, dẫn tới hiện tượng cận huyết, làm giảm tốc độ sinh trưởng của con giống. Bên cạnh đó, trong quá trình nuôi thương phẩm, việc bố trí mật độ nuôi cao vượt mức khuyến cáo cũng là nguyên nhân quan trọng khiến hàu sinh trưởng chậm và kích cỡ không đồng đều.

3.2.4. Phương thức sản xuất thủy sản tại thành phố Cẩm Phả

Thành phố Cẩm Phả nuôi chủ yếu hai nhóm đối tượng: Cá biển (song, giò, chim vây vàng, dìa…) và nhuyễn thể (hàu biển, ngao hai cùi). Thành phố Cẩm Phả có lợi thế nuôi cá biển, đứng thứ hai toàn tỉnh Quảng Ninh và chỉ sau huyện Vân Đồn.

Sản xuất thủy sản chủ yếu quy mô hộ gia đình, nhỏ lẻ, ít liên kết; một số trang trại và doanh nghiệp tham gia nhưng còn hạn chế. Tại thành phố Cẩm Phả có Trạm Nghiên cứu Hải sản trên biển phục vụ đào tạo, nghiên cứu và cung cấp giống mới; các hợp tác xã (HTX) nuôi biển vẫn rất ít.

3.2.5. Dịch vụ hậu cần phục vụ nuôi biển

(1) Giống thủy sản: Địa bàn chỉ có 1 cơ sở sản xuất giống (Trường Cao đẳng Kinh tế, Kỹ thuật và Thủy sản - cơ sở 2) cùng một số tư nhân cung ứng trung gian, đáp ứng khoảng 20% nhu cầu; còn lại nhập từ các tỉnh: Nam Định, Ninh Bình, Khánh Hòa và Trung Quốc. Kiểm soát chất lượng giống gặp khó khăn do hạn chế nhân lực, phương tiện.

(2) Thức ăn: Cá biển dùng chủ yếu cá tạp; chưa có cơ sở sản xuất thức ăn tại chỗ.

(3) Vật tư - thiết bị: Cung ứng yếu, chủ yếu nhập từ nơi khác hoặc Trung Quốc do quy mô nuôi nhỏ, ít hộ/HTX tham gia.

(4) Hạ tầng: Phao tiêu, biển báo, neo giữ lồng bè… còn tự phát, thiếu đồng bộ. Có 11 khu neo đậu (6 khu chung, 5 khu cho tàu/lồng/nhà bè). Chợ đầu mối chưa được quy hoạch; bán lẻ tập trung ở chợ Cẩm Đông và chợ địa phương. Thương mại điện tử phát triển: 100% trung tâm thương mại, siêu thị, Winmart+ và 90% điểm kinh doanh chợ chấp nhận thanh toán không tiền mặt; Các sản phẩm OCOP, trong đó có nhiều sản phẩm thủy sản và hải sản nuôi biển đặc trưng của địa phương đã được đưa lên các sàn thương mại điện tử như: Posmart.vn và Voso.vn.

(5) HTX và tiêu thụ: Có 4 HTX chế biến và 9 HTX đăng ký thủy sản, nhưng ít HTX đầu tư nuôi biển do chưa hoàn thành thủ tục đăng ký thuê mặt nước và đánh giá sức tải môi trường vùng nuôi.

3.2.6. Hiện trạng chế biến và tiêu thụ thủy sản nuôi biển

(1) Mối liên kết sản xuất: Nuôi biển ở thành phố Cẩm Phả chủ yếu quy mô hộ gia đình, HTX nhỏ lẻ; chưa hình thành liên kết sản xuất quy mô lớn. Các hộ gặp khó khăn về vốn, lao động kỹ thuật, đầu ra; HTX và cơ sở sơ chế chưa phát triển, phần lớn hoạt động ngoài khu quy hoạch.

(2) Thị trường tiêu thụ: Sản phẩm tiêu thụ qua thương lái đến chợ, siêu thị, nhà hàng; một phần cá song và hàu biển xuất tiểu ngạch sang Trung Quốc. Chủ yếu bán tươi sống, ít chế biến, giá trị gia tăng thấp và phụ thuộc thương lái; thị trường nội địa chiếm ưu thế, xuất khẩu hạn chế.

3.3. Giải pháp phát triển NTTS trên biển tại thành phố Cẩm Phả

3.3.1. Phân vùng và sắp xếp khu vực nuôi biển

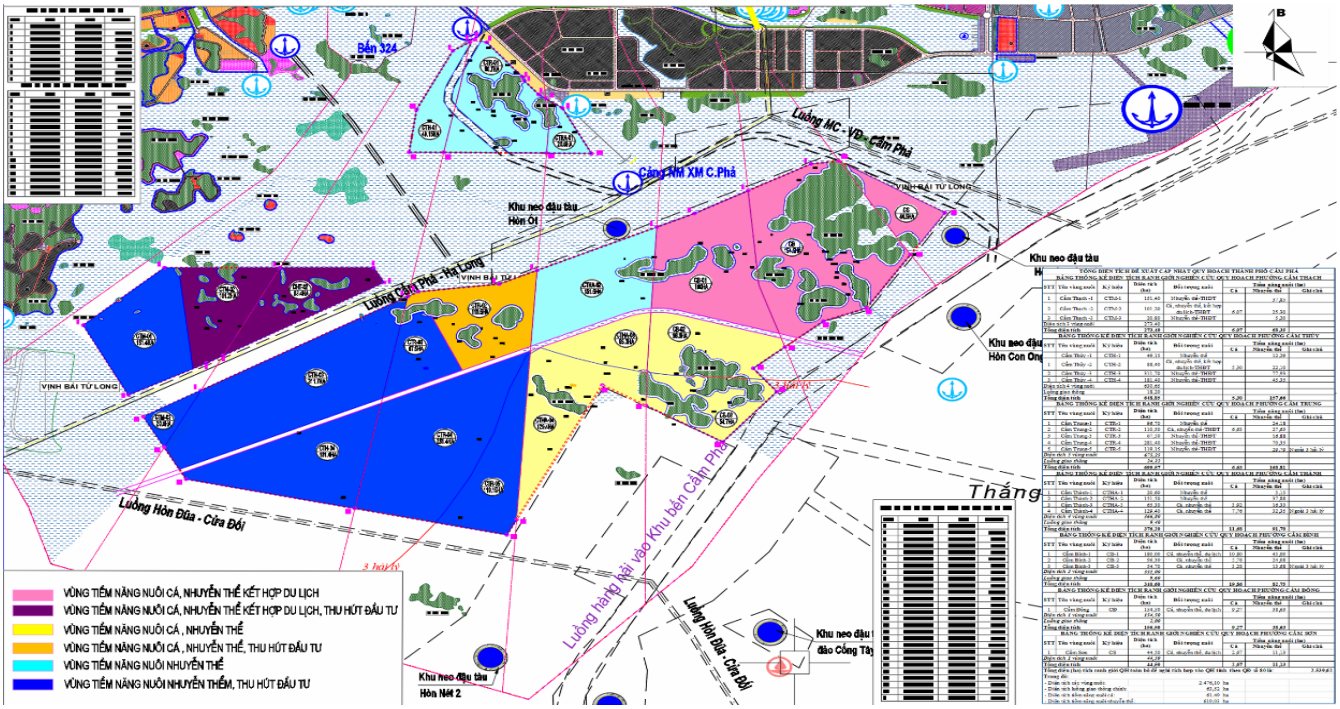
Việc quy hoạch, phân vùng và tổ chức lại các khu vực NTTS tại thành phố Cẩm Phả là cần thiết nhằm khắc phục tình trạng nuôi tự phát, vi phạm hành lang giao thông thủy và gây áp lực lên môi trường.

Việc phân vùng và tổ chức không gian NTTS tại thành phố Cẩm Phả được thực hiện trên cơ sở kết hợp nhiều tiêu chí: (i) Pháp lý, các vị trí được tích hợp trong Quyết định số 80/QĐ-TTg ngày 11/02/2023 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch tỉnh Quảng Ninh thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 [13]; (ii) Điều kiện môi trường - sinh học, bao gồm độ sâu, dòng chảy, chất lượng nước và đặc điểm sinh học của các đối tượng nuôi; (iii) Cảnh quan - hạ tầng và định hướng phát triển kinh tế biển địa phương.

Trên cơ sở các tiêu chí này, nghiên cứu đã đề xuất chia khu vực biển thành 21 khu vực nuôi (Hình 1) với tổng diện tích là 2.476,1 ha, trong đó khu vực nuôi nhuyễn thể là 4 khu vực với tổng diện tích 317,95 ha; khu vực nuôi nhuyễn thể thu hút đầu tư là 7 khu vực với tổng diện tích 1.133,35 ha; khu vực nuôi cá biển, nhuyễn thể là 4 khu vực với tổng diện tích 345,7 ha; khu vực nuôi cá biển, nhuyễn thể thu hút đầu tư là 1 khu vực với diện tích 110,5 ha; khu vực nuôi cá biển, nhuyễn thể kết hợp du lịch trải nghiệm là 3 khu vực với tổng diện tích 379 ha; khu vực nuôi cá biển, nhuyễn thể kết hợp du lịch trải nghiệm thu hút đầu tư (THĐT) là 2 khu vực với tổng diện tích 189,6 ha (Bảng 5).

Bảng 5. Tổng hợp diện tích và số lượng khu vực nuôi thủy sản ở thành phố Cẩm Phả

Loại hình nuôi	Số lượng	Diện tích (ha)
Nuôi nhuyễn thể	4	317,95
Nuôi nhuyễn thể – THĐT	7	1.133,35
Nuôi cá, nhuyễn thể	4	345,70
Nuôi cá, nhuyễn thể – THĐT	1	110,50
Nuôi cá, nhuyễn thể, kết hợp du lịch	3	379,00
Nuôi cá, nhuyễn thể, kết hợp du lịch – THĐT	2	189,60
Tổng cộng	21	2.476,10



Hình 1. Phân vùng sắp xếp khu vực nuôi biển tại thành phố Cẩm Phả

3.3.2. Xác định đối tượng nuôi theo khu vực

Dựa trên điều kiện kinh tế - xã hội, môi trường và nhu cầu thị trường, các đối tượng nuôi chủ lực được xác định gồm: (i) Nhuyễn thể: Hàu biển, ngao, tu hài, thưng; (ii) Cá biển: Cá song, chim vây vàng, cá giò, cá tráp vây vàng, cá vược; (iii) Rong biển: Thử nghiệm rong sụn và một số loài rong có giá trị kinh tế cao. Mật độ nuôi khuyến nghị: Đối với nhuyễn thể, sử dụng tối đa 25% diện tích mặt nước (theo Quyết định 726/QĐ-BNN-KN [14]); đối với cá biển, khuyến cáo tỷ lệ 6% mặt nước [7], phù hợp với công nghệ nuôi hiện đại.

3.3.3. Giải pháp tổ chức hậu cần

(1) Con giống: Giống thủy sản là yếu tố quyết định hiệu quả nuôi biển. Hiện phần lớn hộ nuôi tại thành phố Cẩm Phả mua giống từ thị trường tự do hoặc nhập khẩu, không rõ nguồn gốc, dẫn đến chất lượng thấp. Cần ưu tiên sử dụng giống sản xuất tại địa phương và các tỉnh lân cận có điều kiện khí hậu tương đồng, kết hợp phát triển các cơ sở sản xuất giống cá biển và nhuyễn thể chất lượng cao. Song song, cần kiểm soát và truy xuất nguồn gốc nhằm đáp ứng nhu cầu gia tăng trong tương lai, nâng cao giá trị và tính bền vững của sản xuất.

(2) Thức ăn: Ưu tiên sử dụng thức ăn công nghiệp thân thiện môi trường, tăng cường liên kết giữa người nuôi và doanh nghiệp cung cấp để đảm bảo nguồn cung ổn định.

(3) Vật tư, thiết bị: Khuyến khích thay thế vật liệu truyền thống bằng HDPE, đầu tư thiết bị hiện đại như máy cho ăn tự động, robot giám sát môi trường và áp dụng công nghệ IoT trong quản lý.

(4) Hạ tầng: Để hướng tới phát triển nuôi biển bền vững, cần tập trung đầu tư hạ tầng theo hướng đồng bộ và hiện đại. Giải pháp trọng tâm gồm: Nâng cấp khu neo đậu tránh trú bão, xây dựng cảng và hậu cần nghề cá theo Quyết định số 156/QĐ-UBND [15] (4,7 ha); phát triển cơ sở sản xuất giống chất lượng cao; mở rộng cơ sở chế biến thủy sản tập trung, đặc biệt với hàu và cá biển; hoàn thiện hạ tầng vùng nuôi (cảng đỗ, giao thông thủy, biển báo, định danh khu vực) xây dựng hệ thống thu gom, xử lý rác thải nhằm bảo vệ môi trường và kiểm soát dịch bệnh.

(5) Phát triển chuỗi liên kết: Mục tiêu đến năm 2030 có ít nhất 50% diện tích nuôi cá và 70% diện tích nuôi hàu tham gia chuỗi liên kết sản xuất – tiêu thụ. Ứng dụng công nghệ blockchain trong truy xuất nguồn gốc sản phẩm.

3.3.4. Giải pháp về thương mại, thị trường

Cần phát triển chuỗi giá trị gắn sản xuất - chế biến - tiêu thụ, thu hút đầu tư vào giống, nuôi biển quy mô lớn và chế biến gắn vùng nuôi tập trung. Đẩy mạnh liên kết tiêu thụ trong và ngoài tỉnh, phát triển sản phẩm OCOP thủy sản, thương mại điện tử và du lịch trải nghiệm. Đầu tư công nghệ chế biến để nâng giá trị, ổn định giá và tăng khả năng cạnh tranh; đồng thời tăng cường dự báo thị trường cho các đối tượng nuôi chủ lực.

3.3.5. Giải pháp bảo vệ môi trường

Tăng cường truyền thông nâng cao nhận thức cộng đồng về bảo vệ môi trường biển; xây dựng tiêu chuẩn kỹ thuật cho mô hình nuôi bền vững; giám sát, xử lý vi phạm môi trường theo quy định pháp luật. Chuyển đổi vật liệu nuôi theo quy định tại Quyết định số 31/2020/QĐ-UBND [13]. Đồng thời, khuyến khích tái chế chất thải từ hoạt động nuôi.

4. KẾT LUẬN

Thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng lớn trong phát triển NTTS biển, với điều kiện tự nhiên thuận lợi và các đối tượng nuôi biển đa dạng. Tuy nhiên, để phát triển bền vững ngành NTTS biển, cần có một chiến lược tổng thể, đồng bộ, từ quy hoạch, công nghệ nuôi, đến tổ chức sản xuất và tiêu thụ. Các giải pháp về bảo vệ môi trường, phòng chống dịch bệnh và phát triển chuỗi giá trị sản phẩm cần được ưu tiên hàng đầu.

Nuôi biển tại thành phố Cẩm Phả cần chú trọng vào ứng dụng công nghệ cao, xây dựng các mô hình nuôi bền vững và nâng cao năng lực quản lý môi trường. Cùng với đó, việc xây dựng cơ sở hạ tầng đồng bộ, kết nối các yếu tố như hạ tầng giao thông, dịch vụ hậu cần và cơ sở chế biến là rất quan trọng để thúc đẩy phát triển ngành nuôi biển tại đây.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi nhiệm vụ xây dựng phương án "Phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh đến năm 2030, tầm nhìn 2045" của Phòng Kinh tế thành phố Cẩm Phả năm 2024.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thủ tướng Chính phủ (2021). *Quyết định số 1664/QĐ-TTg, ngày 4 tháng 10 năm 2021 về việc Phê duyệt Đề án phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.*

2. UBND tỉnh Quảng Ninh (2021). *Kế hoạch số 215/KH-UBND ngày 01/11/2021 về thực hiện Quyết định số 1664/QĐ-TTg ngày 4/10/2021 về phê duyệt Đề án phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.*

3. UBND tỉnh Quảng Ninh (2023). *Công văn 4779/UBND-KTTC ngày 25/7/2023 của Văn phòng UBND tỉnh Quảng Ninh về việc tập trung thực hiện chỉ đạo của UBND Tỉnh uỷ về tăng cường công tác quản lý, phát triển bền vững nuôi trồng thuỷ sản và bảo vệ môi trường biển tỉnh Quảng Ninh.*

4. UBND tỉnh Quảng Ninh (2022*). Kế hoạch số 16/KH-UBND ngày 18 tháng 1 năm 2022 về việc phát triển bền vững kinh tế biển tỉnh Quảng Ninh đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030.*

5. Ủy ban Nhân dân thành phố Cẩm Phả (2024). Báo cáo Phương án Phát triển nuôi trồng thủy sản trên biển thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh đến năm 2030, tầm nhìn 2045.

6. Nguyễn Công Thành và Lưu Ngọc Thiện (2022). Lựa chọn bộ thông số môi trường đặc trưng phục vụ đánh giá chất lượng nước vùng nuôi cá biển bằng lồng bè. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn,* 12, 91 - 103.

7. Nguyễn Đức Bình, Nguyễn Thị Minh Nguyệt, Phạm Thái Giang, Nguyễn Hữu Nghĩa (2019). Báo cáo đánh giá hiện trạng môi trường ven biển tỉnh Quảng Ninh và đánh giá sức tải môi trường khu vực hòn Bọ Cắn, Cẩm Phả, Quảng Ninh phục vụ nuôi cá biển quy mô công nghiệp. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng thủy sản I.

8. Nguyễn Thị Quỳnh (2022). Nghiên cứu bệnh và địch hại trên một số nhuyễn thể hai mảnh vỏ nuôi chủ yếu tại Quảng Ninh và đề xuất giải pháp phòng chống. Báo cáo tổng kết nhiệm vụ.

9. Trung tâm quan trắc Môi trường và Bệnh học thủy sản miền Bắc (2023). Kết quả quan trắc môi trường phục vụ vùng nuôi hàu tập trung tháng 9, 10 năm 2022 và tháng 4, 5, 6, năm 2023.

10. Nguyễn Hữu Nghĩa, Đỗ Đình Minh, Phạm Thái Giang, Phan Trọng Bình và Tống Trần Huy (2023). Nghiên cứu diễn biến môi trường nước khu vực nuôi nhuyễn thể tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2018 - 2022. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn,* 176 - 186.

11. Quy chuẩn Quốc gia QCVN 10:2023/BTNMT - Chất lượng nước biển.

12. Thủ tướng Chính phủ (2023). *Quyết định số 80/QĐ-TTg ngày 11 tháng 2 năm 2023 Phê duyệt Quy hoạch tỉnh Quảng Ninh thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.*

13. Ủy ban Nhân dân tỉnh Quảng Ninh (2020). *Quy chuẩn kỹ thuật địa phương QCĐP 08: 2020/QN về vật liệu sử dụng làm phao nổi trong nuôi trồng thủy sản lợ, mặn tại Quảng Ninh.*

14. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2022). *Quyết định số 726/QĐ-BNN-KN, ngày 24 tháng 02 năm 2022 về việc ban hành Định mức kinh tế kỹ thuật khuyến nông Trung ương.*

15. Ủy ban Nhân dân tỉnh Quảng Ninh (2023). *Quyết định số 156/QĐ-UBND ngày 17 tháng 01 năm 2023: Phê duyệt Điều chỉnh cục bộ Quy hoạch chung thành phố Cẩm Phả đến năm 2040, tầm nhìn đến năm 2050.*

CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT SOLUTIONS FOR MARINE AQUACULTURE IN CAM PHA, QUANG NINH PROVINCE

Do Dang Khoa[1], Nguyen Van Quang[1],
Nguyen Manh Ha[1], Thai Thanh Binh[1]
[1] *Fisheries and Technical Economic College*
[2] *People's Committee of Cam Pha Ward, Quang Ninh province*

Abstract

This study assesses the current status and proposes solutions for the development of marine aquaculture in Cam Pha, Quang Ninh province. Research methods included field surveys, secondary data analysis, and expert interviews. Cam Pha possesses favorable natural conditions, with an extensive water surface area (~150 km^2), diverse ecosystems, and good shelter from storms, making it suitable for both marine fish and mollusk farming. Overall, water quality meets aquaculture standards, with stable salinity, temperature, dissolved oxygen and pH levels. At present, marine aquaculture is concentrated in seven wards, primarily nearshore, on a household scale, at high densities and remains largely unplanned. In 2023, marine fish farming covered approximately 13.9 ha, yielding 5,373 tonnes, with key species including grouper, golden pompano, sea bass, and cobia. Survival rates remain low (50 - 70%), feed is mainly low-value fish, and most seedstock is sourced from outside the province. Mollusk farming (oyster, blood ark clam) covered 39.4 ha, producing 1,536.6 tonnes, valued at around VND 15.4 billion; however, farming technology remains basic and seed quality is unstable. Development planning is inconsistent, infrastructure is lacking (ports, anchorages, hatcheries, processing facilities), diseases are common, value chains are poorly connected, markets rely heavily on traders, and value addition is low. The study proposes key solution groups: spatial planning and zoning, species selection, infrastructure and logistical development, market expansion, and enhanced environmental monitoring. The proposed measures in this study provide an essential basis for guiding the modernization and efficiency of marine aquaculture, thereby contributing to the implementation of the Master Plan for Marine Aquaculture Development to 2030, with a vision to 2045.

Keywords: *Marine aquaculture, Fisheries policy, Sustainable development, Cam Pha.*

Ngày nhận bài: 11/7/2025
Ngày chuyển phản biện: 20/8/2025
Ngày thông qua phản biện: 9/9/2025
Ngày duyệt đăng: 23/9/2025

THÀNH PHẦN LOÀI CÁ TẠI THỦY VỰC NƯỚC NGỌT VÀ TÙNG, ÁNG Ở CÁC ĐẢO THUỘC VỊNH BÁI TỬ LONG VÀ VỊNH HẠ LONG

Lê Hùng Anh[1, 2], Nguyễn Đình Tạo[1, 2, *], Hoàng Anh Tuấn[3]

[1] *Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

[2] *Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

[3] *Trung tâm Công nghệ và Bảo tồn thiên nhiên*

[*] *Email: dinhtao23@gmail.com*

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện trong giai đoạn 2023 - 2024 nhằm xác định thành phần loài cá tại các thủy vực nước ngọt và tùng, áng trên các đảo thuộc vịnh Bái Tử Long và vịnh Hạ Long. Kết quả ghi nhận tổng cộng 48 loài cá, thuộc 38 giống, 31 họ và 18 bộ. Trong đó, bộ cá vược (Perciformes) chiếm ưu thế với 11 loài (22,9%), tiếp theo là bộ cá bống (Gobiiformes) với 9 loài (18,7%) và cá đuôi gai (Acanthuriformes) với 4 loài (8,3%). Các bộ còn lại có số loài ít hơn. So sánh theo khu vực, tại các tùng, áng của vịnh Bái Tử Long ghi nhận 40 loài, nhiều hơn so với 32 loài ở vịnh Hạ Long; riêng các thủy vực nước ngọt nội địa (suối, hồ) chỉ có 8 loài. Trong tổng số 48 loài, có 15 loài (31,3%) được xác định là cá kinh tế, góp phần quan trọng vào sinh kế cộng đồng ven biển, trong khi có 1 loài cá bánh đường (*Evynnis cardinalis*) được ghi nhận trong Danh lục Đỏ IUCN (2025) và Sách Đỏ Việt Nam (2024) ở bậc Nguy cấp (EN). Khu hệ cá tại đây phản ánh đặc trưng sinh thái chuyển tiếp giữa nước ngọt - nước lợ - biển ven đảo, đồng thời thể hiện sự tương đồng cao giữa hai vịnh (32 loài chung). Tuy nhiên, các mối đe dọa như khai thác quá mức, ô nhiễm, biến đổi khí hậu và loài ngoại lai (*Oreochromis niloticus*, *Gambusia affinis*) đang tiềm ẩn nguy cơ suy giảm đa dạng sinh học. Nghiên cứu cung cấp dữ liệu cơ bản, có ý nghĩa quan trọng cho công tác quản lý, khai thác hợp lý và bảo tồn bền vững nguồn lợi thủy sản tại vịnh Bái Tử Long và vịnh Hạ Long.

Từ khóa: *Đa dạng loài cá, thủy vực nước ngọt, tùng, áng, vịnh Bái Tử Long, vịnh Hạ Long.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vịnh Bái Tử Long và vịnh Hạ Long nằm ở vùng Đông Bắc Việt Nam, thuộc tỉnh Quảng Ninh, là khu vực có hệ thống đảo, bán đảo, vũng vịnh và thủy vực đa dạng, trong đó bao gồm nhiều thủy vực nước ngọt, tùng, áng đặc trưng. Đây là những thủy vực kín, thường được hình thành trong các hố sụt karst, có tính cô lập tương đối với môi trường bên ngoài và mang những đặc trưng sinh thái riêng biệt. Sự độc đáo về địa hình - địa mạo, cùng với sự đa dạng về môi trường sống, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của nhiều loài sinh vật thủy sinh, đặc biệt là cá.

Cá nước ngọt đóng vai trò quan trọng trong hệ sinh thái thủy vực, vừa là mắt xích trung gian trong chuỗi thức ăn, vừa có giá trị kinh tế và bảo tồn. Thành phần loài cá không chỉ phản ánh sự đa dạng sinh học mà còn là chỉ thị quan trọng cho chất lượng môi trường sống. Tuy nhiên, các nghiên cứu về thành phần loài cá tại những thủy vực nước ngọt ở khu vực đảo thuộc vịnh Bái Tử Long và vịnh Hạ Long còn hạn chế. Phần lớn các công trình trước đây tập trung vào sinh vật biển, trong khi hệ sinh thái nước ngọt và nửa kín (tùng, áng) chưa được nghiên cứu đầy đủ và hệ thống [1 - 3].

Việc nghiên cứu thành phần loài cá tại các thủy vực nước ngọt, tùng, áng ở khu vực này có ý nghĩa khoa học và thực tiễn to lớn. Kết quả không chỉ góp phần bổ sung tư liệu về đa dạng sinh học

thủy sinh tại Quảng Ninh mà còn cung cấp cơ sở dữ liệu phục vụ công tác bảo tồn, quản lý tài nguyên và phát triển bền vững hệ sinh thái đặc thù của vùng vịnh đã được UNESCO công nhận là Di sản Thiên nhiên Thế giới.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Công tác điều tra, khảo sát thành phần loài cá tại các thủy vực nước ngọt và các tùng, áng trên các đảo thuộc Vịnh Hạ Long và Vịnh Bái Tử Long được tiến hành trong giai đoạn 2023 - 2024. Các tuyến khảo sát được thiết kế nhằm phản ánh đặc trưng sinh thái của khu vực, bao gồm các dạng thủy vực điển hình như: Áng Cái Đé, Áng Cái Lim, Tùng Cái Lim, Tùng Soi Nhụ, suối trên đảo Quan Lạn, Minh Châu, Ngọc Vừng; Bản Sen và hồ nước ngọt.

Mẫu vật được thu thập bằng cách kết hợp nhiều phương pháp khác nhau nhằm đảm bảo tính đại diện và độ tin cậy của kết quả, bao gồm: Câu tay, vợt tay, lưới bén (lưới đóng), bẫy lờ và xiệc. Sau khi thu thập, mẫu cá được định hình, căng vây và tạo dáng để chụp ảnh hình thái ngoài. Sau đó, mẫu được cố định trong dung dịch formalin 8 - 10% và vận chuyển về Phòng Sinh thái Môi trường, Viện Sinh học (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) để tiến hành phân tích và định loại.

Quá trình định loại cá được tiến hành tại cả hiện trường và phòng thí nghiệm, dựa trên phương pháp phân loại hình thái học. Việc định tên khoa học chủ yếu dựa vào các tài liệu của Allen và cs (1997) [4], Carpenter và Niem (1999, 2001) [5, 6], Nguyễn Khắc Hường và Trương Sĩ Kỳ (2007) [7], Nguyễn Văn Lục và cs (2007) [8], Yoshida và cs (2013) [9], Kimura và cs (2018) [3] và được kiểm tra tên khoa học các loài cá theo Fricke và cs (2025) [10] và Froese và Pauly (2005) [11]. Danh sách các loài cá được sắp xếp theo hệ thống phân loại của Eschmeyer (1998) [12] và phiên bản điện tử cập nhật của Van der Laan và cs (2025) [13]. Tên tiếng Việt (tên phổ thông) được xác định chủ yếu theo các tài liệu của Nguyễn Hữu Phụng và cs (1997) [14], Nguyễn Hữu Phụng (1999) [15]. Đánh giá bậc phân hạng và tình trạng bảo tồn của các loài theo IUCN (2025) [16] và Sách Đỏ Việt Nam (2024) [17].

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần loài, cấu trúc và tính đa dạng của khu hệ cá

Qua phân tích các mẫu vật và hình ảnh thu thập trong các đợt khảo sát, bước đầu đã xác định được 48 loài cá thuộc 38 giống, 31 họ và 18 bộ tại các thủy vực nước ngọt và tùng, áng trên các đảo thuộc Vịnh Hạ Long và Vịnh Bái Tử Long (Bảng 1 và 2). Trong đó, bộ cá vược (Perciformes) chiếm ưu thế rõ rệt với 11 loài (22,9%), 6 họ (19,32%) và 7 giống (18,4%), thể hiện vai trò là nhóm cá chủ đạo trong khu vực nghiên cứu. Bộ cá bống (Gobiiformes) đứng thứ hai với 9 loài (18,7%), 4 họ (12,88%) và 6 giống (15,8%). Tiếp đến là bộ cá đuôi gai (Acanthuriformes) với 4 loài (8,3%), 1 họ (3,22%) và 3 giống (7,9%). Các bộ còn lại như bộ cá chép (Cypriniformes), bộ cá nheo (Siluriformes), bộ cá đối (Mugiliformes), bộ cá trích (Clupeiformes), bộ cá nóc (Tetraodontiformes), bộ cá kìm (Beloniformes)… có số lượng loài thấp hơn, chỉ ghi nhận từ 1 - 3 loài mỗi bộ (Bảng 2). Điều này phản ánh tính đa dạng ở mức trung bình, với sự chiếm ưu thế của một số nhóm cá ven bờ và thích nghi với môi trường nước lợ - ngọt chuyển tiếp.

Bảng 1. Thành phần loài cá ở các thủy vực nước ngọt và tùng, áng ở các đảo thuộc Vịnh Hạ Long và Bái Tử Long

STT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt	Phân bố		
			(1)	(2)	(3)
	I. ATHERINIFORMES				
	1. Atherinidae				
1	*Atherinomorus vaigiensis* (Quoy & Gaimard, 1825)	Cá suốt	+		
	II. BELONIFORMES				

	2. Hemiramphidae				
2	*Hemiramphus far* (Fabricius, 1775)	Cá lìm kìm	+	+	
	III. CLUPEIFORMES				
	3. Dorosomatidae				
3	*Sardinella melanura* (Cuvier, 1829)	Cá trích	+	+	
	4. Engraulidae				
4	*Stolephorus* sp.	Cá cơm	+	+	
	IV. MUGILIFORMES				
	5. Mugilidae				
5	*Moolgarda crenilabis* (Forsskål, 1775)	Cá đối lá	+	+	
6	*Planiliza lauvergnii* (Eydoux & Souleyet, 1850)	Cá đối	+	+	
	V. PERCIFORMES				
	6. Ambassidae				
7	*Ambassis ambassis* (Lacepède, 1802)	Cá sơn	+	+	
8	*Ambassis* sp.	Cá sơn	+	+	
	7. Gerreidae				
9	*Gerres* sp.	Cá móm	+	+	
	8. Lutjanidae				
10	*Lutjanus johnii* (Bloch, 1792)	Cá hồng chấm	+	+	
	9. Opistognathidae				
11	*Opisthognathus* sp.		+		
	10. Sillaginidae				
12	*Sillago aeolus* Jordan & Evermann, 1902	Cá đục vằn	+	+	
13	*Sillago sihama* (Fabricius, 1775)	Cá đục bạc	+	+	
	11. Sparidae				
14	*Acanthopagrus berda* (Fabricius, 1775)	Cá tráp đen	+	+	
15	*Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782)	Cá tráp vàng	+	+	
16	*Acanthopagrus schlegelii* (Bleeker, 1854)	Cá tráp thái bình dương	+	+	
17	*Evynnis cardinalis* (Lacepède, 1802)	Cá bánh đường	+	+	
	VI. BLENNIIFORMES				
	12. Blenniidae				
18	*Omobranchus fasciolatoceps* (Richardson, 1846)		+	+	
	VII. CARANGIFORMES				

	13. Carangidae				
19	*Alepes djedaba* (Fabricius, 1775)	Cá tráo	+	+	
20	*Alepes melanoptera* (Swainson, 1839)	Cá tráo vây lưng đen	+	+	
	VIII. GOBIIFORMES				
	14. Butidae				
21	*Butis butis* (Hamilton, 1822)	Cá bống cấu	+	+	
	15. Eleotridae				
22	*Eleotris fusca* (Bloch & Schneider, 1801)	Cá bống đen	+		
23	*Eleotris melanosoma* Bleeker, 1853)	Cá bống đen	+		
	16. Gobiidae				
24	*Acentrogobius caninus* (Valenciennes, 1837)	Cá bống hoa	+	+	
25	*Acentrogobius janthinopterus* (Bleeker, 1853)		+	+	
26	*Acentrogobius* sp.		+	+	
28	*Glossogobius giuris* (Hamilton, 1822)	Cá bống cát	+	+	
	17. Oxudercidae				
27	*Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus, 1758)	Cá thòi lòi	+	+	
29	*Rhinogobius* sp	Cá bống đá			+
	IX. ACROPOMATIFORMES				
	18. Lateolabracidae				
30	*Lateolabrax japonicus* (Cuvier, 1828)	Cá vược nhật	+		
	X. ACANTHURIFORMES				
	19. Leiognathidae				
31	*Deveximentum ruconius* (Hamilton, 1822)		+	+	
32	*Eubleekeria jonesi* (James, 1971)	Cá ngãng	+	+	
33	*Eubleekeria* sp.	Cá ngãng	+		
34	*Leiognathus* sp.	Cá liệt	+		
	20. Scatophagidae				
35	*Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766)	Cá nâu	+	+	
	21. Siganidae				
36	*Siganus canaliculatus* (Park, 1797)	Cá dìa	+	+	
37	*Siganus guttatus* (Bloch, 1787)	Cá dìa công	+	+	
	XI. MULLIFORMES				
	22. Mullidae				

38	*Upeneus tragula* Richardson, 1846	Cá phèn	+	+	
	XII. CENTRARCHIFORMES				
	23. Terapontidae				
39	*Terapon jarbua* (Fabricius, 1775)	Cá căng ong	+	+	
	XIII. CICHLIFORMES				
	24. Cichlidae				
40	*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)	Cá rô phi vằn	+		+
	XIV. ANABANTIFORMES				
	25. Channidae				
41	*Channa striata* (Bloch, 1793)	Cá lóc			+
	26. Osphronemidae				
42	*Macropodus opercularis* (Linnaeus, 1758)	Cá đuôi cờ			+
	XV. TETRAODONTIFORMES				
	27. Monacanthidae				
43	*Monacanthus chinensis* (Osbeck, 1765)	Cá bò trung hoa	+	+	
	XVI. CYPRINIFORMES				
	28. Xenocyprididae				
44	*Aphyocypris arcus* (Lin, 1931)	Cá dầm suối			+
	29. Cobitidae				
45	*Cobitis* sp.	Cá chạch hoa			+
46	*Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842)	Cá chạch bùn			+
	XVII. SILURIFORMES				
	30. Siluridae				
47	*Pterocryptis crenula* Ng & Freyhof, 2001	Cá niết			+
	XVIII. CYPRINODONTIFORMES				
	31. Poeciliidae				
48	*Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853)	Cá ăn muỗi			+
	Tổng số		40	32	8

Ghi chú: Phân bố: (1) các tùng, áng khu vực Bái Tử Long; (2) các tùng, áng khu vực vịnh Hạ Long; (3) các suối và hồ nước ngọt tại các đảo.

Xét theo khu vực nghiên cứu, tại các tùng, áng của Vịnh Bái Tử Long đã ghi nhận được 40 loài cá, nhiều hơn so với Vịnh Hạ Long với 32 loài. Điều này cho thấy các tùng, áng của Bái Tử Long có

điều kiện sinh cảnh đa dạng và ít chịu tác động hơn, nên duy trì được tính đa dạng loài cao hơn.

Đáng chú ý, ở các thủy vực nước ngọt nội địa (suối, hồ trên đảo), số lượng loài ghi nhận ít hơn, chỉ có 8 loài, bao gồm: Cá đuôi cờ (*Macropodus orpercularis*), cá ăn muỗi (*Gambusia affinis*), cá chạch hoa (*Cobitis* sp.), cá chạch bùn (*Misgurnus anguillicaudatus*), cá lóc (*Channa striata*), cá niết (*Pterocryptis crenula*), cá dầm suối (*Aphyocypris arcus*) và cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*). Đây là các loài cá nhỏ, phổ biến, thích nghi tốt với điều kiện thủy vực hẹp và môi trường biến động.

Tổng thể, kết quả nghiên cứu cho thấy, khu vực các đảo thuộc Vịnh Bái Tử Long và Vịnh Hạ Long có thành phần loài cá đa dạng với sự chiếm ưu thế của bộ cá vược và cá bống, đồng thời phản ánh rõ nét tính chất sinh cảnh chuyển tiếp giữa nước ngọt, nước lợ và vùng ven biển nhiệt đới.

Bảng 2. Cấu trúc theo các bậc taxon cá ở khu vực nghiên cứu

Bộ	Số họ	%	Số giống	%	Số loài	%
Atheriniformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Beloniformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Clupeiformes	2	6,44	2	5,26	2	4,17
Mugiliformes	1	3,22	2	5,26	2	4,17
Perciformes	6	19,32	7	18,42	11	22,92
Blenniiformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Carangiformes	1	3,22	1	2,63	2	4,17
Gobiiformes	4	12,88	6	15,79	9	18,75
Acropomatiformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Acanthuriformes	3	9,66	5	13,15	7	14,58
Mulliformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Centrarchiformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Cichliformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Anabantiformes	2	6,44	2	5,26	2	4,17
Tetraodontiformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Cypriniformes	2	6,44	3	7,89	3	6,25
Siluriformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Cyprinodontiformes	1	3,22	1	2,63	1	2,08
Tổng	31	100	38	100	48	100

3.2. Cấu trúc và tính đa dạng thành phần loài

Kết quả phân tích (Bảng 1 và 2) cho thấy, cấu trúc và tính đa dạng của khu hệ cá tại các thủy vực nước ngọt và tùng, áng ở Vịnh Hạ Long và Vịnh Bái Tử Long thể hiện rõ nét qua các bậc phân loại như sau:

Tính đa dạng ở bậc bộ: Trong tổng số 18 bộ cá đã xác định, bộ cá vược (Perciformes) chiếm ưu thế vượt trội về số lượng họ, giống và loài: Gồm 6 họ (19,32% tổng số họ), 7 giống (18,4% tổng số giống) và 11 loài (22,9% tổng số loài). Đây là nhóm cá có vai trò chi phối trong thành phần khu hệ.

Tính đa dạng ở bậc họ: Trong tổng số 31 họ, họ cá bống (Gobiidae) có số giống phong phú nhất với 4 giống (10,5%). Tiếp theo là họ cá liệt (Leiognathidae) với 3 giống (7,9%) và họ cá tráp

(Sparidae) với 2 giống (5,3%). Các họ còn lại chỉ ghi nhận 1 giống, phản ánh mức độ đa dạng thấp hơn.

Tính đa dạng ở bậc giống: Trong tổng số 38 giống, giống *Acanthopagrus* có số loài nhiều nhất với 3 loài. Các giống như: *Sillago*, *Alepes*, *Eleotris*, *Eubleekeria* và *Siganus* đều ghi nhận 2 loài. Các giống khác chỉ có 1 loài, cho thấy tính đa dạng phân bố không đồng đều giữa các nhóm.

Tính đa dạng ở bậc loài: Tổng số 48 loài cá được ghi nhận thể hiện sự phân hóa rõ rệt theo nhóm bộ. Đa dạng nhất vẫn là bộ cá vược (Perciformes) với 11 loài (22,9%), tiếp đến là bộ cá bống (Gobiiformes) với 9 loài (18,7%) và bộ cá đuôi gai (Acanthuriformes) với 4 loài (8,3%). Các bộ còn lại chỉ có từ 1 - 3 loài, cho thấy sự đóng góp hạn chế vào thành phần chung.

Như vậy, khu hệ cá tại khu vực nghiên cứu có tính đa dạng ở mức trung bình, trong đó bộ cá vược (Perciformes) và bộ cá bống (Gobiiformes) đóng vai trò chủ đạo, phản ánh đặc trưng của hệ sinh thái thủy vực nửa kín và ven đảo.

3.3. Các đặc điểm khác của khu hệ cá

Kết quả phân tích đa dạng thành phần loài cho thấy, đa số các loài cá ở khu vực nghiên cứu hầu hết có thể dùng vào mục đích thực phẩm. Tuy nhiên, không phải tất cả chúng đều được xem là đối tượng cá có giá trị kinh tế trong khu vực. Các loài cá được xem là đối tượng có giá trị kinh tế cần có các yếu tố cấu thành để định lượng được giá trị kinh tế như: Có giá trị thương mại, sản lượng khai thác lớn, được người tiêu dùng ưa chuộng, hoặc loài cá có chất lượng thịt tốt có thể sử dụng cho mục đích thực phẩm hoặc nguyên liệu chế biến khác; ngoài ra các loài này là loài cá phổ biến ở khu vực, khai thác được thường xuyên và không thuộc diện cần được bảo tồn, bảo vệ. Với quan điểm trên cùng với việc tham khảo các tài liệu đã công bố, trong tổng số 48 loài cá ghi nhận tại khu vực nghiên cứu, có 15 loài cá được xem là những đối tượng có giá trị kinh tế cho khu vực (chiếm 31,3% tổng số loài ghi nhận). Một số loài tiêu biểu bao gồm: *Siganus guttatus* (cá dìa công), *Sillago sihama* (cá đục bạc) và *Acanthopagrus berda* (cá tráp) là các đối tượng có tiềm năng khai thác bền vững nếu được quản lý hợp lý. Các loài cá này phần nào đã đóng góp vào sự ổn định đời sống của một bộ phận dân cư sống bằng nghề khai thác thuỷ sản ở khu vực và các tỉnh lân cận. Danh lục các loài cá có giá trị kinh tế được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Danh sách các loài có giá trị cá kinh tế ở khu vực nghiên cứu

STT	Tên khoa học	Tên tiếng việt
1	*Moolgarda crenilabis* (Forsskål, 1775)	Cá đối lá
2	*Planiliza lauvergnii* (Eydoux & Souleyet, 1850)	Cá đối
3	*Lutjanus johnii* (Bloch, 1792)	Cá hồng
4	*Sillago aeolus* Jordan & Evermann, 1902	Cá đục vằn
5	*Sillago sihama* (Fabricius, 1775)	Cá đục bạc
6	*Acanthopagrus berda* (Fabricius, 1775)	Cá tráp đen
7	*Acanthopagrus latus* (Houttuyn, 1782)	Cá tráp vàng
8	*Acanthopagrus schlegelii* (Bleeker, 1854)	Cá tráp thái bình dương
9	*Evynnis cardinalis* (Lacepède, 1802)	Cá bánh đường
10	*Alepes djedaba* (Fabricius, 1775)	Cá dóc

11	*Alepes melanoptera* (Swainson, 1839)	Cá tráo vây lưng đen
12	*Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766)	Cá nâu
13	*Siganus canaliculatus* (Park, 1797)	Cá dìa
14	*Siganus guttatus* (Bloch, 1787)	Cá dìa công
15	*Monacanthus chinensis* (Osbeck, 1765)	Cá bò trung hoa

Kết quả nghiên cứu cho thấy, cấu trúc quần xã cá tại các thủy vực nghiên cứu mang những đặc điểm sinh thái nổi bật. Các loài cá đáy chiếm ưu thế, tiêu biểu là các họ: Gobiidae, Eleotridae, Sillaginidae, phân bố phổ biến trong các tùng, áng có nền đáy bùn - cát và dòng chảy yếu. Bên cạnh đó, nhóm cá ăn tạp và ăn rong thuộc các họ: Siganidae, Sparidae, Terapontidae đóng vai trò quan trọng trong cân bằng sinh thái, đặc biệt là việc kiểm soát sinh khối thực vật đáy.

Tuy nhiên, sự xuất hiện của *Oreochromis niloticus* (cá rô phi vằn) và *Gambusia affinis* (cá ăn muỗi), hai loài ngoại lai, tiềm ẩn nguy cơ cạnh tranh thức ăn và không gian sống, đe dọa đến sự tồn tại của các loài bản địa. Đáng chú ý, trong số 48 loài cá được ghi nhận, có một loài quý hiếm được xếp hạng Nguy cấp (EN) theo cả trong Danh lục Đỏ IUCN (2025) [16] và trong Sách Đỏ Việt Nam (2024) [17] là loài cá bánh đường (*Evynnis cardinalis*). Loài này trước đây khá phổ biến nhưng hiện nay quần thể đã suy giảm nghiêm trọng, cần được quan tâm bảo tồn.

Trong tổng số 48 loài đã thu thập được, có 1 loài thuộc giống cá cơm (*Stolephorus* sp.) trong họ Dorosomatidae, 1 loài thuộc giống cá sơn (*Ambassis* sp.) trong họ Ambassidae, 1 loài thuộc giống cá móm (*Gerres* sp.) trong họ Gerreidae, 1 loài thuộc giống *Opisthognathus* trong họ Opistognthidae, 1 loài thuộc giống cá ngãng (*Eubleekeria* sp.) và 1 loài thuộc giống cá liệt (*Leiognathus* sp.) cùng trong họ Leiognathidae, 1 loài thuộc giống cá bống hoa (*Acentrogobius* sp.) và 1 loài thuộc giống cá bống đá (*Rhinogobius* sp.) cùng trong họ Gobiidae đều chưa định loại được đến loài bằng các tài liệu hiện có.

Về mức độ đa dạng, khu hệ cá tại tùng, áng của Vịnh Bái Tử Long và Vịnh Hạ Long gồm: 48 loài, 38 giống, 30 họ, 18 bộ, chiếm khoảng 10,4% tổng số loài cá đã ghi nhận tại toàn Vịnh Hạ Long (460 loài; Kimura và cs (2018) [3]) Sự khác biệt chủ yếu đến từ phạm vi nghiên cứu: Trong khi các công trình trước tập trung vào cá biển, nghiên cứu này nhấn mạnh vào thủy vực nước ngọt, tùng, áng và cá ven bờ quanh đảo. Đặc biệt, nghiên cứu đã lần đầu tiên ghi nhận sự hiện diện của cá nước ngọt trong các suối và hồ nội địa trên đảo lớn.

Về phân bố địa lý, phần lớn các loài cá tại khu vực có phạm vi rộng trong khu hệ Ấn Độ – Tây Thái Bình Dương, đồng thời ghi nhận thêm một số loài có nguồn gốc từ biển Tây Ấn Độ Dương và Đại Tây Dương. Số loài đặc hữu hoặc phân bố hẹp không nhiều. Đáng chú ý, khu hệ cá của Vịnh Hạ Long và Vịnh Bái Tử Long có mức độ tương đồng cao (32 loài chung), phản ánh sự tương đồng về điều kiện tự nhiên – sinh thái. Điều này thể hiện tính chất pha trộn giữa yếu tố nhiệt đới, cận nhiệt đới và ôn đới, vốn là đặc trưng điển hình của khu vực biển ven đảo miền Bắc Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu tại các thủy vực nước ngọt và tùng, áng ở Vịnh Bái Tử Long và Vịnh Hạ Long (2023 - 2024) đã xác định được 48 loài cá, thuộc 38 giống, 31 họ và 18 bộ. Trong đó, bộ Perciformes và Gobiformes chiếm ưu thế, phản ánh đặc trưng sinh thái khu vực chuyển tiếp giữa nước ngọt – nước lợ - ven biển. Có 15 loài (31,3%) được xác định có giá trị kinh tế, đồng thời ghi nhận 1 loài cá quý hiếm có tên trong Danh lục Đỏ IUCN (2025) và Sách Đỏ Việt Nam (2024) là loài cá bánh đường (*Evynnis cardinalis*) được xếp ở mức Nguy cấp (EN). Thành phần loài tại đây chiếm khoảng 10,4% khu hệ cá toàn khu vực Vịnh Hạ Long. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học để xây dựng kế hoạch bảo tồn và quản lý nguồn tài nguyên ở hệ

sinh thái đảo và hang động của Vịnh Hạ Long và Vịnh Bái Tử Long.

LỜI CẢM ƠN

Các mẫu cá và số liệu của bài báo này được thu thập từ các chuyến điều tra thực địa của Đề tài "Điều tra đa dạng động vật thủy sinh làm cơ sở cho công tác bảo tồn đa dạng sinh học và phát triển du lịch sinh thái ở các hệ sinh thái đảo, hang động tại Vịnh Hạ Long và Vịnh Bái Tử Long, tỉnh Quảng Ninh" (mã số: UQĐTCB.05/23-25) của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Chúng tôi cảm ơn tài trợ của Đề tài và sự giúp đỡ từ các thành viên trong nhóm nghiên cứu thực địa tại các đảo trên Vịnh Bái Tử Long và Vịnh Hạ Long.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Khai thác và Bảo vệ nguồn lợi thủy sản (2012). Báo cáo quy hoạch chi tiết khu bảo tồn biển Ba Mùn, Quảng Ninh.

2. Viện Tài nguyên và Môi trường biển (2005). Báo cáo quy hoạch chi tiết khu bảo tồn biển Vườn Quốc gia Bái Tử Long.

3. Kimura S., H. Imamura, V. Q. Nguyen, T. D. Pham (2018). Fishes of Ha Long Bay, the natural heritage site in northern Vietnam. Fisheries Research Laboratory, Mie University, Shima, Japan. 314 pp.

4. Allen, G., Swainston, R., Ruse, J. (1997). Marine fishes of the great barrier reef and south-east asia-a field guide for anglers and divers. *Western Australia Museum, Perth*, 292 pp.

5. Carpenter, K. E., Niem, V. H. (1999). *FAO species identification guide for fishery purposes: The living marine resources of the western Central Pacific*. Volume 4. Bony fishes part 2 (Mugilidae to Carangidae), 2069 - 2790.

6. Carpenter, K. E. and Niem, V. H. (2001). FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 5. Bony fishes part 3 (Menidae to Pomacentridae), 2791 - 3380.

7. Nguyễn Khắc Hường, Trương Sĩ Kỳ (2007). *Động vật chí Việt Nam*. Tập 20. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật. 327 trang.

8. Nguyễn Văn Lục, Lê Thị Thu Thảo, Nguyễn Phi Uy Vũ (2007). *Động vật chí Việt Nam*. Tập 19. Cá biển (Bộ cá vược) - Perciformes, họ cá bướm (Chaetodontidae) và họ cá bàng chài (Labridae). Nxb Khoa học và Kỹ thuật.

9. Yoshida, T., H. Motomura, P. Musikasinthorn and K. Matsuura (2013). Fishes of northern Gulf of Thailand. National Museum of Nature and Science, Tsukuba, Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, and Kagoshima University Museum, Kagoshima, 239 pp.

10. Fricke, R., Eschmeyer, W. N., Van der Laan, R. (eds) (2025). Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references, http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp. Electronic version accessed 15 Aug 2025.

11. Froese, R., and Pauly, D. (2025). FishBase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org, version (8/2025).

12. Eschmeyer, W. N. (1998). Catalog of fishes. Special Publication, California Academy of Sciences, San Francisco. 3 vols. 2905 pp.

13. Van der Laan, R., Fricke, R., Eschmeyer, W. N. (eds) (2025). Eschmeyer's catalog of fishes: classification, http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/, electronic version accessed 15 Aug 2025.

14. Nguyễn Hữu Phụng, Nguyễn Nhật Thi, Nguyễn Phi Đính, Đỗ Thị Như Nhung (1997). *Danh mục cá biển Việt Nam*. Tập IV. Nxb Khoa học và Kỹ thuật. 424 trang.

15. Nguyễn Hữu Phụng (1999). *Danh mục cá biển Việt Nam*. Tập V. Nxb Nông nghiệp. 308 trang.

16. IUCN (2025). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. https://www.iucnredlist.org.

17. Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2024). *Sách Đỏ Việt Nam, Tập I. Động vật*. Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ, 1.250 trang.

FISH SPECIES COMPOSITION IN FRESHWATER BODIES AND KARST LAGOONS ON THE ISLANDS OF BAI TU LONG AND HA LONG BAY

Le Hung Anh[1, 2], Nguyen Dinh Tao[1, 2], Hoang Anh Tuan[3]

[1]*Institute of Biology, VAST*

[2]*Graduate University of Science and Technology, VAST*

[3]*Center for Technology and Nature conservation*

Abstract

This study was conducted during 2023 - 2024 to investigate the fish species composition in freshwater bodies, tung, ang (karst sinkhole lakes and lagoons) on the islands of Bai Tu Long Bay and Ha Long Bay, northern Vietnam. A total of 48 fish species, belonging to 38 genera, 31 families, 18 orders, were recorded. Among them, Perciformes was the dominant order with 11 species (22.9%), followed by Gobiiformes with 9 species (18.7%) and Acanthuriformes with 4 species (8.3%). Other orders contained only a few species. By area, 40 species were found in Bai Tu Long Bay, compared to 32 species in Ha Long Bay, while only 8 species were recorded in freshwater streams and lakes on the islands. Of the 48 species, 15 species (31.3%) were identified as economically valuable, contributing significantly to local fisheries and livelihoods. Meanwhile, one endangered species, *Evynnis cardinalis*, listed in the IUCN Redlist (2025) and Vietnam Red Data Book (2024), was also documented. The fish assemblages reflected transitional ecological characteristics between freshwater, brackish, marine ecosystems, with a high degree of similarity between the two bays (32 species). However, biodiversity is threatened by overfishing, pollution, climate change, and invasive species (*Oreochromis niloticus*, *Gambusia affinis*). This research provides baseline data that are crucial for sustainable management, rational exploitation, and conservation of fish resources in Bai Tu Long and Ha Long Bay.

Keywords: *Fish diversity, freshwater habitats, karst lagoons, Bai Tu Long Bay, Ha Long Bay.*

Ngày nhận bài: 11/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 8/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 18/9/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

THÀNH PHẦN LOÀI CÁ SUỐI Ở KHU DỰ TRỮ THIÊN NHIÊN ĐỘNG CHÂU - KHE NƯỚC TRONG, TỈNH QUẢNG TRỊ

Nguyễn Đình Tạo[1, 2, *], Đặng Văn Đông[1, 2], Lê Hùng Anh[1, 2]

[1]*Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam*

[2]*Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam*

[*]*Email: dinhtao23@gmail.com*

TÓM TẮT

Khu Dự trữ Thiên nhiên (DTTN) Động Châu - Khe Nước Trong thuộc địa phận xã Kim Ngân, tỉnh Quảng Trị, với tổng diện tích gần 22.596 ha, là khu vực thượng nguồn của sông Long Đại và sông Kiến Giang. Qua 2 đợt khảo sát gồm: Đợt 1 vào tháng 11/2024 và đợt 2 vào tháng 6/2025, đã ghi nhận 42 loài cá thuộc 38 giống, 20 họ và 7 bộ. Bộ cá chép (Cypriniformes) chiếm ưu thế với 22 loài (52,38% tổng số loài). Tại khu vực nghiên cứu có 2 loài được liệt kê trong Danh lục Đỏ IUCN (2025) là: Cá hồng nhau (*Poropuntius deauratus*) ở bậc Nguy cấp (EN), cá sỉnh (*Scaphostoma gerlachi*) ở bậc Gần bị đe dọa (NT); 1 loài trong Sách Đỏ Việt Nam (2024) là loài cá hồng nhau (bậc Sẽ nguy cấp -VU); 3 loài đặc hữu của Việt Nam là cá chạch đá nhỏ (*Micronemacheilus cruciatus*), cá lăng miền trung (*Hemibagrus centralus*) và cá thèo (*Pterocryptis cochinchinensis*). Một phát hiện đáng lưu ý là sự xuất hiện phổ biến của loài ngoại lai cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) trong các thủy vực tự nhiên. Kết quả nghiên cứu này góp phần bổ sung dữ liệu quan trọng về đa dạng thành phần loài cá nước ngọt cho Việt Nam, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học cho công tác bảo tồn và quản lý bền vững nguồn tài nguyên thủy sinh tại khu vực.

Từ khóa: *Cá suối, khu dự trữ thiên nhiên, Động Châu – Khe Nước Trong, Quảng Trị.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ sinh thái nước ngọt, đặc biệt là các hệ thống suối tại các vùng núi, đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì đa dạng sinh học và cân bằng sinh thái. Thành phần loài cá ở các thủy vực này không chỉ phản ánh tính đa dạng sinh học và tính đặc hữu, mà còn là thông số sinh học quan trọng có thể đánh giá chất lượng môi trường nước và sức khỏe của hệ sinh thái. Tại Việt Nam, mặc dù đã có nhiều nghiên cứu đã ghi nhận tính đa dạng và mức độ đặc hữu cao của cá nước ngọt, trong đó có khu vực miền Trung, tuy nhiên nghiên cứu cá ở các thủy vực suối trong các vùng rừng nguyên sinh, vẫn còn chưa được điều tra một cách đầy đủ và có hệ thống.

Khu DTTN Động Châu - Khe Nước Trong thuộc xã Kim Ngân, tỉnh Quảng Trị (trước thuộc địa phận xã Kim Thủy, huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình cũ) là một trong những khu vực hiếm hoi còn bảo tồn nguyên vẹn diện tích rừng kín thường xanh mưa ẩm á nhiệt đới vùng thấp với tổng diện tích là 22.595,94 ha. Toàn bộ khu vực là vùng thượng nguồn của sông Long Đại và sông Kiến Giang (hai nhánh của sông Nhật Lệ) là một trong những sông lớn nhất tỉnh Quảng Bình (nay là tỉnh Quảng Trị). Trong khu vực này rất nhiều khe suối nhỏ chằng chịt tạo thành 2 hệ sông suối chính là hệ sông Sa Ram và Khe Bang. Hệ Sa Ram gồm nhiều suối lớn đổ về như: Suối Vàng, Khe Bung, suối Sa Ram. Hệ Khe Bang cũng gồm nhiều suối lớn như: An Bai, Rào Chân và Khe Bang. Các sông suối trong khu vực thường ngắn, có độ dốc lớn, thường gây lũ và làm sạt lở đất.

Mặc dù có tiềm năng lớn, các nghiên cứu về thành phần loài cá tại Khu DTTN Động Châu - Khe Nước Trong còn rất hạn chế và chưa có một

khảo sát toàn diện nào được thực hiện. Các nghiên cứu trước đây ở các lưu vực sông lân cận như: Sông Nhật Lệ và sông Gianh đã ghi nhận lần lượt 76 và 157 loài cá, bao gồm: Nhiều loài có giá trị kinh tế và bảo tồn, được công bố bởi Nguyễn Xuân Huấn và Nguyễn Thị Hạnh (2015) [1], Võ Văn Phú và cs (2015) [2], Nguyễn Xuân Huấn và Nguyễn Thành Nam (2017) [3], đồng thời ghi nhận những phát hiện mới cho khu hệ cá Việt Nam [4 - 8]. Điều này cho thấy, tiềm năng đa dạng sinh học cao của khu vực miền Trung nói chung và tính cấp thiết của việc mở rộng nghiên cứu sang các thủy vực nguyên sinh như ở Khu DTTN Động Châu - Khe Nước Trong.

Trong bối cảnh nguồn tài nguyên cá nước ngọt ở Việt Nam đang đối mặt với nguy cơ suy giảm nghiêm trọng do khai thác quá mức, ô nhiễm môi trường, suy thoái sinh cảnh và tác động của biến đổi khí hậu, việc tiến hành các nghiên cứu cơ bản nhằm ghi nhận và đánh giá thành phần loài tại các khu bảo tồn là hết sức cần thiết. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm cung cấp những dẫn liệu khoa học đầu tiên, có hệ thống về thành phần loài cá tại các thủy vực suối thuộc Khu DTTN Động Châu - Khe Nước Trong. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu về đa dạng sinh học của Việt Nam, đồng thời cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho công tác quản lý, bảo tồn và khai thác bền vững nguồn tài nguyên cá tại địa phương.

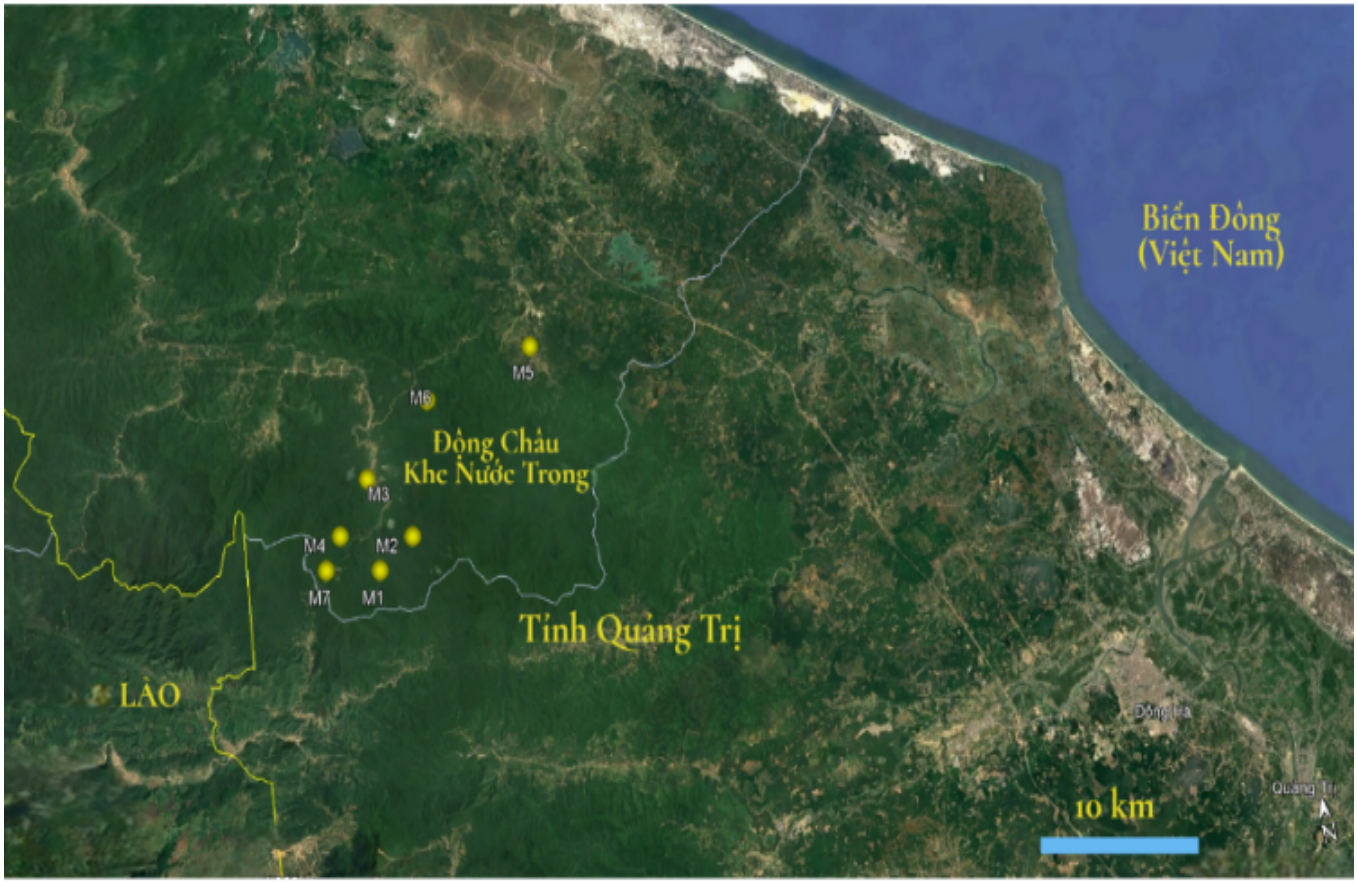
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hai đợt khảo sát thực địa và thu mẫu cá được tiến hành tại các suối thuộc Khu DTTN Động Châu - Khe Nước Trong, tương ứng 2 mùa khác nhau: Đợt 1 từ ngày 16 đến 20 tháng 11 năm 2024 (mùa khô) và đợt 2 từ ngày 10 đến 16 tháng 6 năm 2025 (mùa mưa). Các mẫu vật được thu trực tiếp tại hiện trường bằng nhiều loại ngư cụ khác nhau như: Chài, vợt tay, lưới chắn, bẫy lồng và câu tay. Để mở rộng phạm vi và số lượng mẫu thu thập, nghiên cứu đã hợp tác với người dân địa phương để đánh bắt tại các đoạn đã được chỉ định trong khu vực nghiên cứu. Vị trí chi tiết của các điểm thu mẫu được trình bày trong bảng 1 và hình 1. Sau khi thu thập, các mẫu cá được giữ sống hoặc bảo quản tạm thời trong đá lạnh. Tại hiện trường, mẫu cá được chụp ảnh, ghi nhãn trước khi xử lý và định hình. Các mẫu vật sau đó được cố định trong dung dịch formalin 8 - 10% và vận chuyển về Phòng Sinh thái Môi trường, Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam để tiến hành phân tích và định loại.

Bảng 1. Danh sách các điểm khảo sát thu mẫu ở khu vực nghiên cứu

TT	Ký hiệu	Điểm khảo sát	Tọa độ	
			N	E
1	M1	Khe Vàng	16°57’32.14"	106°38’5.79"
2	M2	Khe Nước Trong	16°58’21.37"	106°39’30.97"
3	M3	Khe Đan	17° 0’31.15"	106°38’1.67"
4	M4	Khe Le	16°58’54.51"	106°36’42.67"
5	M5	Khe Rồng	17° 3’35.68"	106°45’9.41"
6	M6	Suối Bản Mít	17° 2’37.54"	106°40’46.69"
7	M7	Suối Bãi Đạn	16°57’56.02"	106°36’1.28"

Mẫu vật được phân tích và định loại dựa vào đặc điểm hình thái ngoài theo hướng dẫn của Nguyễn Văn Hảo và Ngô Sỹ Vân (2001) [9]. Việc định tên khoa học chủ yếu dựa vào các tài liệu của Kottelat (2001) [10], Nguyễn Văn Hảo và Ngô Sỹ Vân (2001) [9], Nguyễn Văn Hảo (2005a, 2005b) [11, 12], Serov và cs (2006) [13], So và cs (2018) [14], Suvarnaraksha và Utsugi (2023) [15] và được kiểm tra tên khoa học các loài cá theo Fricke và cs (2025) [16], Froese và Pauly (2025) [17]. Danh sách các loài cá được sắp xếp theo hệ thống của Eschmeyer (1998) [18] dựa theo phiên bản điện tử cập nhật của Van der Laan và cs (2025) [19]. Tên tiếng Việt (tên phổ thông) được xác định chủ yếu theo các tài liệu của Bộ Thủy sản (1996) [20], Nguyễn Văn Hảo và Ngô Sỹ Vân (2001) [9], Nguyễn Văn Hảo (2005a, 2005b) [11, 12]. Đánh giá bậc phân hạng và tình trạng bảo tồn của các loài theo IUCN (2025) [21], Sách Đỏ Việt Nam (2024) [22].



Hình 1. Sơ đồ các điểm khảo sát thu mẫu ở khu vực nghiên cứu

(Nguồn Google Earth)

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần loài và tính đa dạng của khu hệ cá

Kết quả phân tích các mẫu vật và hình ảnh thu được trong 2 đợt thực địa năm 2024 và 2025 tại các suối thuộc Khu DTTN Động Châu – Khe Nước Trong đã ghi nhận và xác định 42 loài cá thuộc 38 giống, 20 họ và 7 bộ (Bảng 2, 3). Trong đó, đa dạng nhất là bộ cá chép (Cypriniformes) với 22 loài (chiếm 52,38% tổng số loài), 6 họ (30,0% tổng số họ) và 21 giống (55,26% tổng số giống). Tiếp đến là bộ cá rô đồng (Anabantiformes) với 8 loài (19,05%), 3 họ (15,0%) và 5 giống (13,16%); bộ cá nheo (Siluriformes) với 5 loài (11,9%), 5 giống (13,16%) và 4 họ (20%); bộ cá bống (Gobiiformes) có 3 loài (7,14%), 3 họ (15,0%) và 3 giống (7,89%). Các bộ còn lại chỉ có từ 1 - 2 loài (chiếm từ 2,38 - 4,76 (Bảng 3).

Bảng 2. Thành phần loài cá suối ở Khu DTTN Động Châu - Khe Nước Trong

TT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt	Mẫu	IUCN	SĐVN
I	OSTEOGLOSSIFORMES	BỘ CÁ THÁT LÁT			
(1)	Notopteridae	Họ cá thát lát			
1	*Notopterus notopterus* Pallas, 1769	Cá thát lát	M	LC	
II	CYPRINIFORMES	BỘ CÁ CHÉP			
(2)	Cyprinidae	Họ cá chép			
2	*Barbodes semifasciolatus* (Günther, 1868)	Cá đòng đong	M	LC	
3	*Carassioides acuminatus* (Richardson, 1846)	Cá rưng	M	LC	
4	*Carassius auratus* Linnaeus, 1758	Cá diếc	A	LC	
5	*Cyprinus rubrofuscus* Lacepède, 1803	Cá chép	A	LC	
6	*Devario quangbinhensis* (Nguyen, Le & Nguyen, 1999)	Cá xảm hoa	M	DD	
7	*Mystacoleucus* cf. *lepturus*	Cá vảy xước	M		
8	*Osteochilus salsburyi* Nichols & Pope, 1927	Cá dầm đất	M	LC	
9	*Poropuntius deauratus* (Valenciennes, 1842)	Cá hồng nhau	M	EN	VU
10	*Scaphostoma gerlachi* (Peters, 1881)	Cá sỉnh	M	NT	
11	*Scaphostoma* cf. *meridionale*	Cá sỉnh nam	M		
(3)	Danionidae	Họ cá lòng tong			
12	*Esomus metallicus* Ahl, 1924	Cá lòng tong	M	LC	
13	*Rasbora steineri* Nichols & Pope, 1927	Cá mại sọc bên	M	LC	
(4)	Xenocyprididae	Họ cá nhàng			
14	*Aphyocypris normalis* Nichols & Pope, 1927	Cá dầm suối lưng thẳng	M		
15	*Hemiculter leucisculus* (Basilewski, 1855)	Cá mương xanh	M	LC	
16	*Opsariichthys bidens* Günther, 1873	Cá cháo	M	LC	

TT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt	Mẫu	IUCN	SĐVN
(5)	Gobionidae	Họ cá đục			
17	*Microphysogobio kachekensis* (Oshima, 1926)	Cá đục đanh	M	LC	
18	*Squalidus wolterstorffi* (Regan, 1908)	Cá đục trắng	M	LC	
(6)	Cobitidae	Họ cá chạch			
19	*Cobitis laoensis* (Sauvage, 1878)	Cá chạch hoa lào	M	LC	
20	*Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842)	Cá chạch bùn	M	LC	
(7)	Nemacheilidae	Họ cá chạch suối			
21	*Micronemacheilus cruciatus* (Rendahl, 1944)	Cá chạch đá nhỏ	M	LC	
22	*Schistura* sp.	Cá chạch suối	M		
23	*Traccatichthys taeniatus* (Pellegrin & Chevey, 1936)	Cá chạch cật	M	LC	
III	SILURIFORMES	BỘ CÁ NHEO			
(8)	Clariidae	Họ cá trê			
24	*Clarias fuscus* Lacepède, 1803	Cá trê đen	M	LC	
(9)	Bagridae	Họ cá lăng			
25	*Hemibagrus centralus* Mai, 1978	Cá lăng miền trung	M	DD	
26	*Tachysurus virgatus* (Oshima 1926)	Cá bò	M	DD	
(10)	Siluridae	Họ cá nheo			
27	*Pterocryptis cochinchinensis* (Valenciennes, 1840)	Cá thèo	M	LC	
(11)	Sisoridae	Họ cá chiên suối			
28	*Glyptothorax* sp.	Cá chiên suối	M		
IV	SYNBRANCHIFORMES	BỘ CÁ MANG LIỀN			

TT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt	Mẫu	IUCN	SĐVN
(12)	Synbranchidae	Họ mang liền			
29	*Monopterus albus* (Zuiew, 1793)	Lươn đồng	A	LC	
(13)	Mastacembelidae	Họ cá chạch sông			
30	*Mastacembelus armatus* (Lacepède, 1800)	Cá chạch sông	M	LC	
V	CICHLIFORMES	BỘ CÁ HOÀNG ĐẾ			
(14)	Cichlidae	Họ cá rô phi			
31	*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)	Cá rô phi vằn	A	LC	
VI	ANABANTIFORMES	BỘ CÁ RÔ ĐỒNG			
(15)	Anabatidae	Họ cá rô đồng			
32	*Anabas testudineus* (Bloch, 1792)	Cá rô đồng	A	LC	
(16)	Osphronemidae	Họ cá sặc			
33	*Betta prima* Kottelat, 1994	Cá thia ta	M	LC	
34	*Macropodus erythropterus* Freyhof & Herder, 2002	Cá cờ đen	M	DD	
35	*Macropodus opercularis* (Linnaeus, 1758)	Cá đuôi cờ thường	M	LC	
36	*Trichopodus pectoralis* (Regan, 1910)	Cá sặc rằn	M	LC	
37	*Trichopodus trichopterus* (Pallas, 1770)	Cá sặc bướm	M	LC	
(17)	Channidae	Họ cá quả			
38	*Channa limbata* (Cuvier, 1831)	Cá chuối suối	M		
39	*Channa striata* (Bloch, 1793)	Cá lóc	M	LC	
VII	GOBIIFORMES	BỘ CÁ BỐNG			
(18)	Eleotridae	Họ cá bống đen			
40	*Eleotris melanosoma* Bleeker,1852	Cá bống đen lớn	M	LC	
(19)	Gobiidae	Họ cá bống trắng			

TT	Tên khoa học	Tên tiếng Việt	Mẫu	IUCN	SĐVN
41	*Glossogobius giuris* (Hamilton, 1822)	Cá bống cát trắng	M	LC	
(20)	Oxudercidae	Họ cá bống dừa			
42	*Rhinogobius* sp.	Cá bống đá	M		

Ghi chú: M. mẫu vật; A: ảnh chụp; IUCN: Theo Danh lục Đỏ IUCN (2025); SĐVN: Theo Sách Đỏ Việt Nam (2024). Phân hạng: EN (Nguy cấp); VU (Sẽ nguy cấp); NT (Gần bị đe dọa); LC (Ít lo ngại); DD (Thiếu dẫn liệu).

Sự đa dạng về cấu trúc ở các taxon phân loại trong (Bảng 2, 3) cho thấy:

- Taxon bộ: Trong 7 bộ, đa dạng nhất là bộ cá chép (Cypriniformes) với 6 họ, chiếm 30,0% tổng số họ; tiếp đến là bộ cá nheo (Siluriformes) với 4 họ, chiếm 20,0% tổng số họ. Các bộ cá rô đồng (Anabantiformes) và bộ cá bống (Gobiformes) cùng có 3 họ, chiếm 15,0% tổng số họ. Các bộ còn lại là bộ mang liền (Synbranchiformes) có 2 họ (chiếm 10,0% tổng số họ), bộ cá thát lát (Osteoglossiformes) và bộ cá hoàng đế (Cichliformes) chỉ có 1 họ (chiếm 5,0% tổng số họ).

Bảng 3. Số lượng và tỉ lệ % các họ, giống, loài có trong các bộ

STT	Tên bộ	Tên Việt Nam	Số lượng và tỷ lệ					
			Họ	%	Giống	%	Loài	%
1	Osteoglossiformes	Bộ cá thát lát	1	5,0	1	2,63	1	2,38
2	Cypriniformes	Bộ cá chép	6	30,0	21	55,26	22	52,38
3	Siluriformes	Bộ cá nheo	4	20,0	5	13,16	5	11,90
4	Synbranchiformes	Bộ mang liền	2	10,0	2	5,26	2	4,76
5	Cichliformes	Bộ cá hoàng đế	1	5,0	1	2,63	1	2,38
6	Anabantiformes	Bộ cá rô đồng	3	15,0	5	13,16	8	19,05
7	Gobiiformes	Bộ cá bống	3	15,0	3	7,89	3	7,14
Tổng cộng			20	100	38	100	42	100

- Taxon họ: Đa dạng nhất là họ cá chép (Cyprinidae) với 9 giống, chiếm 23,68% tổng số giống. Tiếp đến là các họ như: Họ cá nhàng (Xenocyprididae), họ cá chạch suối (Nemacheilidae), họ cá sặc (Osphronemidae) đều có 3 giống (7,89% tổng số giống). Các họ còn lại chỉ có từ 1 - 2 giống.

- Taxon giống: Đa dạng nhất về bậc giống là các giống giống cá sỉnh (*Scaphostoma*), giống cá cờ (*Macropodus*), giống cá sặc (*Trichopodus*) và giống cá chuối (*Channa*) có 2 loài chiếm 4,76% tổng số loài; các giống còn lại chỉ có 1 loài chiếm 2,38% tổng số loài.

3.2. Tính chất khu hệ cá suối ở khu vực nghiên cứu

Trong số các loài ghi nhận được ở khu vực nghiên cứu, có 2 loài có tên trong Danh lục Đỏ IUCN (2025) [21] gồm: Cá hồng nhau (*Poropuntius deauratus*) ở mức Nguy cấp (EN); loài cá sỉnh (*Scaphostoma gerlachi)* được xếp ở mức Gần bị đe dọa (NT) trong Danh lục đỏ IUCN (2025) [21] với tên khoa học là *Onychostoma gerlachi*. Nhóm thiếu dẫn liệu (DD) gồm 4 loài: Cá xảm hoa (*Devario quangbinhensis*), cá lăng miền trung (*Hemibagrus centralus*), cá bò (*Tachysurus virgatus*) và cá cờ đen (*Macropodus erythropterus*). Phần lớn các loài còn lại được đánh giá ở mức Ít quan tâm (LC). Chỉ có một loài được ghi nhận trong Sách Đỏ Việt Nam (2024) [22] là cá hồng nhau (*Poropuntius deauratus*), được xếp ở mức Sẽ nguy cấp (VU).

Khu vực nghiên cứu ghi nhận tổng cộng 42 loài cá, trong đó 41 loài bản địa và chỉ 1 loài ngoại lai (Cá rô phi vằn - *Oreochromis niloticus*). Loài ngoại lai này đã xuất hiện khá phổ biến trong tự nhiên, đặt ra nguy cơ cạnh tranh thức ăn và nơi sinh sống với các loài bản địa.

Khu vực này cũng ghi nhận một số loài đặc hữu của Việt Nam như: Cá lăng miền Trung (*Hemibagrus centralus*), cá chạch suối nhỏ (*Micronemacheilus cruciatus*) và cá thèo (*Pterocryptis cochinchinensis*). Bên cạnh đó, nhiều loài có phạm vi phân bố rộng hơn, trải dài đến Lào, Campuchia, Thái Lan, hoặc khu vực phía Bắc Việt Nam và Nam Trung Quốc.

Trong tổng số 42 loài đã thu thập được, có 5 loài chưa thể định danh tới đơn vị loài do thiếu tài liệu tham khảo và mẫu vật so sánh. Các loài này bao gồm: Một loài cá bống đá (*Rhinogobius* sp.) thuộc họ Gobiidae, cá chiên suối (*Glyptothorax* sp.) thuộc họ Sisoridae, cá chạch suối (*Schistura* sp.) thuộc họ Nemacheilidae, Cá vảy xước (*Mystacoleucus* cf. *lepturus*) và cá sỉnh (*Scaphostoma* cf. *meridionale*) thuộc họ Cyprinidae.

Về đặc điểm sinh thái, quần xã cá tại đây phản ánh rõ đặc tính của sinh cảnh suối nước chảy (dòng chính và các nhánh phụ của suối). Các loài cá sống ở nơi có dòng chảy mạnh (thuộc các họ Nemacheilidae, Gobiidae) thường có thân hình thon dài, phát triển giác bám hoặc miệng ở vị trí bụng để bám chắc vào nền đá, thức ăn chủ yếu là tảo bám và động vật phù du. Ở những khu vực dòng chảy chậm hơn, xuất hiện các loài thuộc họ Cyprinidae, Channidae, Bagridae và Clariidae.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu tại Khu DTTN Động Châu – Khe Nước Trong đã ghi nhận được tổng cộng 42 loài cá, thuộc 38 giống, 20 họ và 7 bộ. Trong đó, bộ cá chép (Cypriniformes) là nhóm chiếm ưu thế với 22 loài, tương đương 52,38% tổng số loài được phát hiện. Khu vực này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng về mặt bảo tồn, thể hiện qua sự hiện diện của 2 loài trong Danh lục Đỏ IUCN (2025), 1 loài trong Sách Đỏ Việt Nam (2024) và 3 loài đặc hữu của Việt Nam. Một phát hiện đáng quan tâm là sự xuất hiện phổ biến của loài ngoại lai cá rô phi vằn (*Oreochromis niloticus*) trong hệ thống thủy vực tự nhiên, điều này có thể tiềm ẩn những nguy cơ đối với hệ sinh thái bản địa. Kết quả nghiên cứu không chỉ bổ sung dữ liệu quý giá về thành phần loài cá nước ngọt ở Việt Nam, mà còn cung cấp cơ sở khoa học vững chắc cho các chiến lược bảo tồn và quản lý bền vững nguồn tài nguyên thủy sinh tại khu vực này.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được hỗ trợ kinh phí từ Đề tài cơ sở cấp Viện Sinh học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam có mã số: IEBR ĐT.01-25.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Huấn, Nguyễn Thị Hạnh (2015). Đa dạng sinh học cá ở vùng cửa sông Nhật Lệ, tỉnh Quảng Bình. Hội nghị khoa học quốc gia về Sinh thái và Tài nguyên sinh vật lần thứ 6, trang 573 - 581.

2. Võ Văn Phú, Võ Văn Quý, Lê Thị Thu Phương (2015). Thành phần loài cá ở sông Gianh, tỉnh Quảng Bình. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, 100(1), 121 - 132.

3. Nguyễn Xuân Huấn, Nguyễn Thành Nam (2017). Đa dạng loài cá ở vùng ven biển cửa sông Gianh, tỉnh Quảng Bình. Hội nghị Khoa học toàn

quốc về Sinh thái và Tài nguyên sinh vật lần thứ 7, trang 206 - 213.

4. Nguyen, D. T., A. T. Ho, N. T. Hoang, H. Wu and E Zhang (2020). *'Henicorhynchus' thaitui*, a new species of cavefish from Central Vietnam (Teleostei, Cyprinidae). ZooKeys, 965: 85 - 101.

5. Nguyen, D. T., H. Wu, L. Cao and E Zhang (2021). *Homatula dotui*, a new cave loach from Central Vietnam (Teleostei: Nemacheilidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 31(1) IEF-1142: 21 - 31.

6. Nguyen, D. T., L. Cao, S. Q. Deng and E Zhang (2018). *Speolabeo hokhanhi*, a new cavefish from Central Vietnam (Teleostei: Cyprinidae). Zootaxa, 4476(1): 109 - 117.

7. Ho, A. T., N. T. Hoang and X. Y. Ngo (2018). *Schistura kottelati*, a new species of loach from the Phong Nha - Ke Bang National Park in central Vietnam (Teleostei: Nemacheilidae). Raffles Bulletin of Zoology v. 66: 142 - 148.

8. Hoàng, H. D., N. H. Jang - Liaw, H. M. Pham, N. T. Tran, J. D. Durand, T. D. Nguyen, J. Pfeiffer and L. M. Page (2025). Generic revision of the southeast and east Asian torrent carp subfamily Acrossocheilinae (Pisces: Teleostei) with description of three new genera and a new species from Vietnam. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 1 - 18.

9. Nguyễn Văn Hảo, Ngô Sỹ Vân (2001). *Cá nước ngọt Việt Nam*, tập I. Nxb Nông nghiệp, 622 trang.

10. Kottelat, M. (2001). Freshwater Fishes of Northern Vietnam. A preliminary check - list of the fishes known or expected to occur in northern Vietnam with comments on systematics and nomenclature. Environment and Social Development Unit, East Asia and Pacific region. The World Bank. 123 pp.

11. Nguyễn Văn Hảo (2005a). *Cá nước ngọt Việt Nam*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, tập 2, 760 trang.

12. Nguyễn Văn Hảo (2005b). *Cá nước ngọt Việt Nam*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, tập 3, 759 trang.

13. Serov, D. V., Nezdoliy, V. K., Pavlov, D. S. (2006). The freshwater fishes of Central Vietnam. KMK Scientific Press. 364 pp.

14. So, N., K. Utsugi, K. Shibukawa, P. Thach, S. Chhuoy, S. Kim, D. Chin, P. Nen. and P. Chheng (2018). Fishes of Cambodian Freshwater Bodies. Inland Fisheries Research and Development Institute, Fisheries Administration, Phnom Penh, Cambodia. 197 pp.

15. Suvarnaraksha, A., Utsugi, K. (2023). *A field guild of the Northern Thai Fishes*. Maejo University, Chiang Mai, Thailand, Nagao Natural Environment Foundation, Tokyo, Japan. 188 pp.

16. Fricke, R., Eschmeyer, W. N., Van der Laan, R. (2025). Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references, http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp, electronic version accessed 01 August 2025.

17. Froese, R., D. Pauly (2025). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version, accessed 01 August 2025

18. Eschmeyer, W. N. (1998). Catalog of fishes. Special Publication, California Academy of Sciences, San Francisco. 3 vols, 2.905 pp.

19. Van der Laan, R., Fricke, R., Eschmeyer, W. N. (2025). Eschmeyer's catalog of fishes: Classification, http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/, electronic version, accessed 01 August 2025.

20. Bộ Thuỷ sản (1996). *Nguồn lợi thuỷ sản Việt Nam*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, 616 trang.

21. IUCN (2025). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2025-1. https://www.iucnredlist.org.

22. Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2024). *Sách Đỏ Việt Nam, Tập I. Động vật*. Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ, 1.250 trang.

STREAM FISH SPECIES COMPOSITION IN DONG CHAU - KHE NUOC TRONG NATURE RESERVE, QUANG TRI PROVINCE

Nguyen Dinh Tao[1, 2], Dang Van Dong[1, 2], Le Hung Anh[1, 2]

[1]*Institute of Biology, VAST*

[2]*Gradute University of Science and Technology, VAST*

Abstract

The Dong Chau - Khe Nuoc Trong Nature Reserve is located in Kim Ngan commune, Quang Tri province. With a total area of nearly 22,596 hectares, it encompasses the headwaters of the Long Dai and Kien Giang rivers. Through two field surveys conducted between 2024 and 2025, the study recorded 42 fish species belonging to 38 genera, 20 families, 7 orders. The Cypriniformes order was dominant with 22 species (accounting for 52.38% of the total species). The fish fauna here holds significant conservation value, including: 2 species listed in the IUCN Red List (2025): The *Poropuntius deauratus* (Endangered - EN) and *Scaphognathus gerlachi* (Near Threatened - NT); 1 species listed in the Vietnam Red Data Book (2024): *Poropuntius deauratus* (Vulnerable - VU); 3 species endemic to Vietnam: The *Micronemacheilus cruciatus*, *Hemibagrus centralus*, *Pterocryptis cochinchinensis*. A notable finding was the widespread presence of the non-native Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in natural water bodies. These research results provide important additional data on the diversity of freshwater fish species in Vietnam and serve as a scientific basis for the conservation and sustainable management of aquatic resources in the area.

Keywords: *Stream fish species, ichthyofauna, Dong Chau - Khe Nuoc Trong, Quang Tri.*

Ngày nhận bài: 02/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 5/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 16/9/2025

Ngày duyệt đăng: 25/9/2025

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN THỦY PHÂN PROTEIN BẰNG ENZYME PAPAIN ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỘT ĐẠM VÀ BỘT KHOÁNG TỪ ĐẦU VÀ PHỤ PHẨM CÁ HỒI (*Salmo salar*)

Trương Thị Mộng Thu[1], Lê Thị Minh Thủy[1,*]

[1]*Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ*

**Email: ltmthuy@ctu.edu.vn*

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm so sánh chất lượng bột đạm thủy phân và bột khoáng từ đầu và phụ phẩm cá hồi (*Salmo salar*) bằng enzyme papain thông qua 2 nội dung: Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm và bột khoáng từ (i) đầu cá hồi và (ii) phụ phẩm cá hồi. Kết quả cho thấy, đầu cá hồi được thủy phân với enzyme papain nồng độ 2% trong 10 giờ cho dịch đạm thủy phân có hiệu suất thủy phân 30,4%, hàm lượng đạm amin 4,90 g/L và bột đạm thủy phân có điểm cảm quan, hiệu suất thu hồi, hàm lượng protein hòa tan, DPPH lần lượt là 19,4 điểm; 11,9%; 59,2%; 52,8% và bột khoáng có hàm lượng khoáng, độ hòa tan, hiệu suất thu hồi, hàm lượng canxi lần lượt là 96,2%; 58,7%; 42,0%; 34,3 g/100 g. Phụ phẩm cá hồi được thủy phân với papain trong 10 giờ cho dịch đạm thủy phân có hiệu suất thủy phân 20,3%, hàm lượng đạm amin 7,47 g/L và bột đạm thủy phân có điểm cảm quan, hiệu suất thu hồi, hàm lượng protein hòa tan, DPPH lần lượt là 19,1 điểm; 13,6%; 43,5%; 39,7% và bột khoáng có hàm lượng khoáng, độ hòa tan, hiệu suất thu hồi và hàm lượng canxi lần lượt là 96,6%; 51,1%; 26,5%; 37,3 g/100 g.

Từ khóa: *Bột đạm, bột khoáng, papain, cá hồi, thủy phân.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cá hồi là nguồn thực phẩm giàu các chất dinh dưỡng, vitamin, khoáng chất và thường được sử dụng để chế biến các mặt hàng như cá hồi fillet đông lạnh, sashimi... Tuy nhiên, hơn 60% phụ phẩm gồm: Da, đầu, vây, xương được loại ra trong quá trình chế biến [1], những thành phần phụ phẩm này chứa hàm lượng protein tương đối cao, là nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất bột đạm thủy phân [2]. Bên cạnh đó, phụ phẩm cá chứa một lượng canxi và photpho đáng kể, được xem như nguồn nguyên liệu tiềm năng để sản xuất bột khoáng giàu canxi [3].

Theo Dương Thị Hương Giang và cs (2006) [4], papain là một enzyme được chiết xuất từ mủ của quả đu đủ xanh. Enzyme hoạt động ở pH khá rộng (pH 3,5 - 8,0), tùy thuộc vào cơ chất và nhiệt độ thích hợp là 50 - 57°C. Nhận thấy tiềm năng to lớn từ các nguồn phụ phẩm thủy sản, đã có nhiều nghiên cứu thu hồi dịch đạm khi thủy phân phụ phẩm bằng enzyme khác nhau. Nghiên cứu tận dụng xương cá thác lác còm (*Chitala chitala*) để sản xuất bột đạm và bột khoáng bằng phương pháp thủy phân enzyme với nồng độ enzyme là 0,3%, thủy phân trong 24 giờ, sấy ở nhiệt độ 60°C [5]. Nghiên cứu sản xuất bột đạm và bột canxi từ xương cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) bằng phương pháp thủy phân enzyme với nồng độ enzyme tegalase là 0,1%, thủy phân trong 24 giờ, nhiệt độ sấy là 60°C [6]. Tuy nhiên, chưa có nhiều nghiên cứu sản xuất bột đạm và bột khoáng từ đầu và phụ phẩm cá hồi (*Salmo salar*) bằng enzyme papain. Vì vậy, *"Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian thủy phân bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm và bột khoáng từ đầu và phụ phẩm cá hồi (Salmo salar)"* được thực hiện là rất cần thiết, nhằm xác định thời gian thủy phân thích hợp cho quá trình thủy phân đầu và phụ phẩm cá hồi

bằng enzyme papain theo định hướng sản xuất sản phẩm bột đạm thủy phân và bột khoáng nhằm tạo ra sản phẩm có giá trị kinh tế cao, đảm bảo chất lượng, đồng thời góp phần nâng cao giá trị kinh tế của phụ phẩm cá hồi, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Đầu và phụ phẩm cá hồi (gồm đầu và xương) đông lạnh được thu mua tại cơ sở Đảo hải sản (thành phố Hồ Chí Minh). Nguyên liệu còn đông được cho vào thùng xốp và vận chuyển về phòng thí nghiệm không quá 4 giờ để đảm bảo nguyên liệu vẫn còn lạnh. Đầu cá hồi được loại bỏ mắt, mang, rửa sạch nhớt và máu còn ứ đọng bằng nước muối pha loãng 0,5%. Phụ phẩm cá hồi gồm: Đầu và xương, bỏ mắt, mang của đầu và loại bỏ thận của phần xương cá hồi, sau đó được rửa bằng nước sạch. Sau khi xử lý đầu và phụ phẩm, cá hồi được bảo quản đông ở nhiệt độ -20 ± 2°C. Khi tiến hành thí nghiệm, đầu và phụ phẩm sẽ được rã đông, cắt nhỏ và xay bằng máy xay công nghiệp.

Papain là protease được sản xuất bởi Merck - Đức, là enzyme chịu được nhiệt độ tương đối cao. Papain thương mại có hoạt tính ≥ 2,0 mAsonU/mg (cơ chất hemoglobine, pH = 6, nhiệt độ khoảng 35,5°C [4].

2.2. Phương pháp thí nghiệm

2.2.1. Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm và bột khoáng từ đầu cá hồi

Mô tả thí nghiệm: Thí nghiệm được tiến hành với 1 nhân tố là thời gian thủy phân thay đổi lần lượt là: 2, 4, 6, 8, 10, 12 giờ, 6 nghiệm thức và lặp lại 3 lần, 18 mẫu, khối lượng mỗi mẫu là 200 g. Đầu cá hồi được xử lý như ở mục 2.1 và tiến hành thủy phân với nồng độ enzyme papain là 2%, nhiệt độ thủy phân là 55°C, pH nguyên liệu, tỉ lệ nguyên liệu : nước là 1: 0,5 (w/v) [7]. Sau thủy phân, tiến hành bất hoạt enzyme ở 95°C trong 3 phút, lọc thu bã đầu, thu dịch lọc.

Dịch lọc được ly tâm 4.000 vòng/phút trong 30 phút ở 4°C thu được dịch đạm thủy phân, phần rắn và lipid. Tiến hành phân tích hiệu suất thủy phân (%), hàm lượng đạm amin (g/L) của dịch đạm thủy phân. Dịch đạm thủy phân được sấy đông khô thu bột đạm thủy phân và phân tích hàm lượng protein hòa tan, giá trị cảm quan và hiệu suất thu hồi của bột đạm.

Bã đầu được chia thành 2 phần bằng nhau: Phần 1 được xác định thành phần hóa học như hàm lượng protein, lipid, khoáng. Phần 2 được đem rửa qua 2 lần nước sạch, mỗi lần rửa với 300 - 400 ml nước rồi khuấy đều trong 2 - 3 phút, để ráo trong 10 phút và sấy 60°C trong 4 giờ, sau đó nung ở 800°C trong 8 giờ thu bột khoáng [6]. Bột khoáng được phân tích hiệu suất thu hồi, hàm lượng khoáng, độ hòa tan của bột khoáng và đo màu.

Sau khi phân tích các chỉ tiêu trên, chọn ra mẫu tốt nhất với thời gian thủy phân thích hợp được phân tích hàm lượng canxi của bột khoáng và bột đạm được phân tích hoạt tính chống oxy hóa (DPPH) và đo màu sắc.

2.2.2. Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm và bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi

Mô tả thí nghiệm: Thí nghiệm được tiến hành với 1 nhân tố là thời gian thủy phân thay đổi lần lượt là: 2, 4, 6, 8, 10, 12 giờ, 6 nghiệm thức và lặp lại 3 lần, 18 mẫu, khối lượng mỗi mẫu là 200 g. Phụ phẩm cá hồi gồm đầu và xương được xử lý như ở mục 2.1 và thủy phân với thời gian như bố trí thí nghiệm. Các thông số cố định trong quá trình thủy phân tương tự thí nghiệm 1. Sau thủy phân, tiến hành bất hoạt enzyme, lọc và ly tâm như thí nghiệm 1 để thu bã phụ phẩm, thu dịch lọc.

Bã phụ phẩm cá hồi và dịch lọc được tiến hành các công đoạn tiếp theo tương tự như thí nghiệm 1 để thu được bột đạm và bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi. Các chỉ tiêu phân tích tương tự như thí nghiệm 1.

Sau khi phân tích các chỉ tiêu trên, chọn ra mẫu tối ưu được phân tích hàm lượng canxi của

bột khoáng và bột đạm được phân tích hoạt tính chống oxy hóa (DPPH) và đo màu sắc.

2.3. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

2.3.1. Chỉ tiêu và phương pháp phân tích

Thành phần hóa học (độ ẩm, protein, lipid, khoáng) được xác định theo AOAC (2016) [8]. Phân tích hàm lượng ẩm bằng phương pháp sấy, hàm lượng khoáng bằng phương pháp nung, hàm lượng đạm tổng bằng phương pháp Kjlehdanl, hàm lượng lipid bằng phương pháp Soxhlet. Xác định hàm lượng canxi của bột khoáng theo AOAC (2016) [8]. Xác định hàm lượng đạm amin của dịch đạm thủy phân bằng phương pháp nitơ fomol theo TCVN 3708:1990 [9].

Xác định độ hòa tan của bột khoáng bằng phương pháp lọc [3]. Cân D g bột khoáng hòa tan với 20 mL nước cất, khuấy đều trong 24 giờ ở nhiệt độ phòng. Tiến hành lọc dung dịch bằng giấy lọc, sau đó giấy lọc được sấy đến khối lượng không đổi, cân để xác định khối lượng mẫu không tan (C), từ đó suy ra được độ hòa tan T (%) theo công thức: T = $\frac{D-C}{D} * 100$

Xác định hàm lượng protein hoà tan của bột đạm theo phương pháp của Lowry và cs (1951) [10]. Lấy 0,5 mL dịch protein hòa tan đã pha loãng cho vào ống nghiệm, thêm 2 mL dung dịch thuốc thử C, lắc đều và để yên trong 10 phút. Sau đó, thêm vào hỗn hợp trong ống nghiệm 0,5 mL folin 1 N lắc đều và để yên trong bóng tối 30 phút. Xác định trị số mặt độ quang học (OD) của dung dịch ở bước sóng 750 nm.

Đo màu bằng thiết bị đo màu (PCE - CSM 2, Trung Quốc) với hệ màu CIE bằng đèn D65, các giá trị L* (đại diện cho độ sáng của sản phẩm, từ 0 - 100 tương ứng từ màu đen đến màu trắng), a* (màu đỏ đến màu xanh lá) và b* (màu vàng đến màu xanh da trời).

Xác định hiệu suất thu hồi của sản phẩm bằng công thức H1 = (Y/X) x 100%. Trong đó: Y (g) là khối lượng bột đạm thu được sau sấy đông khô; X (g) là khối lượng mẫu đem thủy phân.

Xác định hiệu suất thu hồi sau nung (H2) của bột khoáng bằng phương pháp cân với công thức H2 = (X2/Y2) x 100. Trong đó: H2 (%) là hiệu suất thu hồi của sản phẩm bột khoáng sau khi nung; Y2 (g) là khối lượng mẫu trước khi nung; X2 (g) là khối lượng mẫu bột khoáng thu được sau khi nung.

Xác định hiệu suất thủy phân - DH (%) bằng phương pháp OPA (o-phthalaldehyde), dựa trên nguyên tắc các nhóm amin của axit amin hoặc peptide phản ứng với Ortho-phthaldialdehyde với sự có mặt của –SH của dithiothreitol hoặc mercaptoethanol sẽ tạo ra hợp chất có khả năng hấp thụ ở bước sóng 340 nm [11]. Công thức: DH (%) = (h/htot)*100. Trong đó: h = [(Serine- NH2)-β]/α; Serine-NH2 = [(Cs x d x V)/(M x P)]; Cs = [(ODs – ODo) x 0,9515]/(ODSD-ODo); với Htot, α và β là 8,6; 1,0; 0,4 cho nguyên liệu cá; d là độ pha loãng mẫu; V là khối lượng dịch thủy phân (g); M là khối lượng nguyên liệu và nước trước khi thủy phân (g); P là hàm lượng protein trong nguyên liệu xương cá hồi (%); ODs, ODo và ODSD là độ hấp thụ ở 340 nm của mẫu dịch đạm, mẫu không và mẫu chuẩn serine.

Hoạt tính chống oxy hóa (DPPH, %) được xác định theo phương pháp được mô tả bởi Klompong và cs (2007) [12]. Pha dung dịch DPPH 0,2 mM: Cân 0,00394 g DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) pha trong 50 mL methanol. Mẫu thí nghiệm: Cho 4 mL dung dịch thủy phân (nồng độ protein 40 mg/mL) vào các ống nghiệm, bổ sung thêm 1 mL 1,1- diphenyl- 2- picrylhydrazyl (DPPH) nồng độ 0,2 mmol L-1 DPPH được pha trong dung dịch methanol. Hỗn hợp được lắc đều và đặt trong một phòng tối 30 phút và xác định bằng phương pháp quang phổ ở bước sóng 517 nm. Mẫu trắng thay DPPH bằng methanol. Trong đó, As là độ hấp thụ quang học ở bước sóng 517 nm của mẫu dịch đạm thủy phân; Ao là độ hấp thụ quang học ở bước sóng 517 của mẫu trắng được thể hiện qua công thức: DPPH (%) =$(1 - \frac{As}{Ao}) * 100$

Phân tích cảm quan bằng phương pháp cho điểm bởi hội đồng cảm quan gồm 5 thành viên. Cảm quan viên được yêu cầu đánh giá tiêu như: Màu sắc, mùi, vị và trạng thái được mô tả trong bảng mô tả sản phẩm được xây dựng theo TCVN 3215:1979 [13].

2.3.2. Phương pháp xử lý số liệu

Dữ liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2013 để tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Phân tích thống kê và đánh giá sự khác biệt giữa các nghiệm thức trong cùng một thí nghiệm được thực hiện bằng phần mềm SPSS 20.0, áp dụng phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) và kiểm định Duncan ($p < 0,05$) nhằm xác định sự khác biệt có ý nghĩa giữa các trung bình nghiệm thức.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần hóa học của đầu và phụ phẩm cá hồi

Bảng 1. Thành phần hóa học cơ bản của đầu và phụ phẩm cá hồi

Chỉ tiêu (%)	Nguyên liệu	
	Đầu cá hồi	Phụ phẩm cá hồi
Độ ẩm	60,3 ± 0,71	61,3 ± 2,31
Khoáng	8,81 ± 0,11	4,00 ± 0,32
Protein	18,8 ± 0,78	13,1 ± 0,03
Lipid	11,8 ± 0,53	14,8 ± 1,95

Ghi chú: Số liệu được thống kê mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n= 3).

Các thành phần hóa học cơ bản của nguyên liệu như: Độ ẩm, protein, lipid, khoáng của đầu và phụ phẩm cá hồi được phân tích làm cơ sở để có biện pháp xử lý nhằm thu hồi bột đạm có chất lượng tốt và hiệu suất thu hồi cao [14]. Kết quả phân tích thành phần hóa học của đầu và phụ phẩm cá hồi được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1 cho thấy, đầu cá hồi chứa hàm lượng protein và khoáng khá cao, tương ứng lần lượt là 18,8% và 8,81%, đối với phụ phẩm cá hồi thì hàm lượng protein và khoáng là 13,1% và 4,00% tương ứng. Hàm lượng protein từ phụ phẩm cá cũng có giá trị như protein từ cơ thịt cá [15], vì vậy cần được tận dụng để sản xuất bột đạm và bột canxi có chất lượng cao nhằm gia tăng giá trị nguồn phụ phẩm này [6]. Để thúc đẩy quá trình thủy phân phần thịt cá còn lại trên phụ phẩm cá nhằm mục đích sản xuất bột đạm và bột khoáng giàu canxi, tiến hành bổ sung enzyme papain để quá trình thủy phân protein diễn ra một cách tốt nhất và nâng cao chất lượng sản phẩm.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm và bột khoáng từ đầu cá hồi

3.2.1. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm thủy phân từ đầu cá hồi

Hàm lượng đạm amin, hiệu suất thủy phân, hàm lượng protein hòa tan, điểm cảm quan, hiệu suất thu hồi bột đạm thu được từ quá trình thủy phân protein từ đầu cá hồi bằng enzyme papain với thời gian thủy phân khác nhau được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến hàm lượng đạm amin, hiệu suất thủy phân, hàm lượng protein hòa tan, điểm cảm quan và hiệu suất thu hồi bột đạm

Thời gian (giờ)	Đạm amin (g/L)	Hiệu suất thủy phân (%)	Hàm lượng protein hòa tan (%)	ĐTBCTL	HSTH (%)
2	4,43 ± 0,40[a]	16,7 ± 2,01[a]	46,8 ± 2,04[a]	15,7 ± 0,35[a]	8,50 ± 0,13[a]

4	5,25 ± 0,49[a]	18,5 ± 2,80[a]	47,2 ± 4,15[a]	16,0 ± 0,14[a]	8,22 ± 0,50[a]
6	5,60 ± 0,99[a]	24,1 ± 0,89[b]	53,9 ± 2,74[ab]	17,5 ± 0,28[b]	9,56 ± 0,57[a]
8	5,61 ± 0,02[a]	28,6 ± 1,57[cd]	58,6 ± 6,52[b]	18,4 ± 0,42[c]	10,1 ± 0,21[ab]
10	4,90 ± 0,99[a]	30,4 ± 1,14[d]	59,2 ± 2,65[b]	19,4 ± 0,29[d]	11,9 ± 0,03[b]
12	5,13 ± 0,81[a]	25,2 ± 2,38[bc]	55,0 ± 1,75[b]	17,6 ± 0,21[b]	11,3 ± 0,53[b]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05). ĐTBCTL: Điểm trung bình có trọng lượng; HSTH: Hiệu suất thu hồi.

Bảng 2 cho thấy, khi thời gian thủy phân tăng từ 2 giờ lên 10 giờ thì hiệu suất thủy phân tăng từ 16,7% lên 30,4%, tuy nhiên hàm lượng đạm amin khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Thời gian thủy phân phải đảm bảo để enzyme có thể phân cắt các liên kết trong cơ chất, tạo được sản phẩm cuối cùng mong muốn [14]. Xu hướng này khá tương đồng với kết quả nghiên cứu của Guérard và cs (2001) [16] khi tăng thời gian thủy phân sẽ thúc đẩy quá trình phân cắt mạch polypeptide mạnh mẽ để tạo thành các peptide ngắn hơn và các amino axit hòa tan trong dịch thủy phân, dẫn đến hiệu suất thủy phân tăng. Bên cạnh đó, hàm lượng protein hòa tan của bột đạm thủy phân tăng từ 46,8% lên 59,2%, hiệu suất thu hồi bột đạm tăng từ 8,50% lên 11,3% và điểm cảm quan tăng từ 15,7 điểm lên 19,4 điểm khi thời gian thủy phân tăng từ 2 lên 10 giờ. Kết quả này có thể lý giải, là do hiệu suất thủy phân tăng tạo ra nhiều peptide ngắn mạch và axit amin dễ hòa tan vào dịch đạm thủy phân dẫn đến hàm lượng protein hòa tan của bột đạm, hiệu suất thu hồi bột đạm và điểm cảm quan tăng [12]. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả nghiên cứu của Đinh Hữu Đông và Nguyễn Công Bỉnh (2022) [17], khi tăng thời gian thủy phân từ 1,5 lên 4 giờ thì hàm lượng protein hòa tan tăng 1,31 lần so với thời gian ban đầu thủy phân. Tuy nhiên, khi tăng thời gian thủy phân từ 10 giờ lên 12 giờ thì hiệu suất thủy phân giảm từ 30,4% xuống 25,2% và điểm trung bình có khối lượng giảm từ 19,4 điểm xuống 17,6 điểm, tuy nhiên hàm lượng đạm amin và hàm lượng protein hòa tan khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Nguyên nhân là do, khi cơ chất cần thủy phân đã thủy phân hết, quá trình thủy phân kết thúc, việc kéo dài thời gian thủy phân khi cơ chất đã hết thì các sản phẩm của quá trình thủy phân tiếp tục phân cắt làm giảm hiệu suất thủy phân [18].

Từ kết quả trên cho thấy, khi thủy phân đầu cá hồi với thời gian 10 giờ, nồng độ enzyme là 2% thì cho hiệu suất thủy phân, hiệu suất thu hồi bột đạm, hàm lượng protein hòa tan và điểm cảm quan cao nhất.

3.2.2. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột khoáng từ đầu cá hồi

Hàm lượng protein, hàm lượng khoáng, hàm lượng lipid của bã đầu cá hồi sau khi thủy phân protein bằng enzyme papain theo thời gian thủy phân khác nhau được thể hiện qua bảng 3.

Bảng 3. Hàm lượng protein, khoáng, lipid (theo căn bản khô) của bã đầu cá hồi theo thời gian thủy phân bằng enzyme papain

Thời gian (giờ)	Protein (%)	Khoáng (%)	Lipid (%)
2	36,6 ± 4,19[b]	23,9 ± 2,99[a]	23,5 ± 3,23[b]
4	36,2 ± 4,83[b]	24,5 ± 3,40[a]	23,7 ± 4,62[b]
6	34,9 ± 5,95[a]	27,4 ± 2,28[b]	23,9 ± 5,17[b]
8	35,5 ± 1,70[b]	27,8 ± 2,98[b]	21,7 ± 2,35[a]

10	32,2 ± 1,03[a]	27,5 ± 2,84[b]	21,1 ± 2,26[a]
12	33,3 ± 1,99[a]	30,4 ± 3,35[b]	20,6 ± 2,37[a]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Bảng 3 cho thấy, khi tăng thời gian thủy phân bằng enzyme papain thì hàm lượng protein, lipid trong đầu cá hồi giảm dần và hàm lượng khoáng có xu hướng tăng. Cụ thể, khi tăng thời gian thủy phân từ 2 - 12 giờ thì hàm lượng protein giảm từ 36,6% xuống còn 33,3% và hàm lượng lipid giảm từ 23,5% xuống còn 20,6%, hàm lượng khoáng tăng từ 23,9% lên 30,4%. Nguyên nhân là do, trong quá trình thủy phân, phần thịt trên đầu cá hồi bị cắt mạch thành các chuỗi peptide mạch ngắn và axit amin đồng thời nước tự do trong nguyên liệu cũng thoát ra một phần làm hàm lượng protein trên bã đầu cá hồi sau thủy phân giảm và hàm lượng lipid trong cơ thịt cũng được tách ra do sự phá vỡ cấu trúc mô nên hàm lượng lipid còn lại cũng giảm xuống. Bên cạnh đó, do nguyên liệu mất nước nên hàm lượng chất khô tăng, tuy nhiên hàm lượng protein, lipid giảm nên lượng khoáng tăng [19].

Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến độ hòa tan, hiệu suất thu hồi và hàm lượng khoáng của bột khoáng từ đầu cá hồi được thể hiện trong bảng 4

Bảng 4. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến độ hòa tan, hiệu suất thu hồi và hàm lượng khoáng của bột khoáng từ đầu cá hồi

Thời gian (giờ)	Độ hòa tan (%)	Hiệu suất thu hồi (%)	Hàm lượng khoáng (%)
2	50,4 ± 0,93[a]	30,6 ± 1,45[a]	95,6 ± 1,00[a]
4	51,9 ± 0,85[a]	41,4 ± 2,88[a]	95,4 ± 1,59[a]
6	48,8 ± 0,43[a]	42,0 ± 1,45[b]	94,3 ± 0,61[a]
8	58,7 ± 0,93[a]	42,5 ± 0,37[b]	95,5 ± 0,09[a]
10	58,7 ± 1,60[a]	42,0 ± 2,54[b]	96,2 ± 1,43[a]
12	57,4 ± 1,04[a]	42,9 ± 2,96[b]	96,1 ± 1,12[a]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Bảng 4 cho thấy, khi tăng thời gian thủy phân từ 2 giờ lên 12 giờ thì độ hòa tan và hàm lượng khoáng khác biệt không có ý nghĩa thống kê, tuy nhiên hiệu suất thu hồi bột khoáng tăng từ 30,6% lên 42,9%. Dựa vào kết quả nghiên cứu và số liệu ở bảng 3 cho thấy, nguyên nhân sự thay đổi này là do thời gian thủy phân tăng thì hàm lượng khoáng trên bã đầu cá hồi tăng, dẫn đến hiệu suất thu hồi bột khoáng tăng. Độ hòa tan (58,7%) và hiệu suất thu hồi bột khoáng (42,0%) với thời gian thủy phân 10 giờ bằng enzyme papain trong nghiên cứu này cao hơn so với nghiên cứu sản xuất bột canxi từ cá thác lác còm của Lê Thị Minh Thủy và Trần Thanh Trúc (2019) [5], sản phẩm bột khoáng có độ hòa tan và hiệu suất thu hồi là 13,2% và 18,6% và cao hơn kết quả nghiên cứu của Lê Thị Minh Thủy và Trương Thị Mộng Thu (2020) [6], sản xuất bột canxi từ xương cá tra cho độ hòa tan là 16,2% và hiệu suất thu hồi là 17,8%.

Một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng bột khoáng và tính ứng dụng của nó trong ngành công nghệ thực phẩm chính là màu sắc. Kết quả đo màu của bột khoáng theo thời gian thủy phân được thể hiện trong bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến chất lượng màu sắc của bột khoáng

Thời gian (giờ)	L*	a*	b*
2	99,9 ± 0,00	11,6 ± 1,87[a]	-4,37 ± 1,87[b]
4	99,9 ± 0,00	10,8 ± 0,09[a]	-10,8 ± 0,14[b]
6	99,9 ± 0,00	10,8 ± 0,07[a]	-4,67 ± 0,27[b]
8	99,9 ± 0,00	10,6 ± 0,22[a]	-4,10 ± 0,58[b]
10	99,9 ± 0,00	10,5 ± 0,22[a]	-3,90 ± 0,48[b]
12	99,9 ± 0,00	10,5 ± 0,22[a]	-4,10 ± 0,52[a]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Bảng 5 cho thấy, sản phẩm bột khoáng có giá trị L* đạt đến 99,9 và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Nguyên nhân là do quá trình thủy phân loại protein bám trên cơ thịt và lipid cũng được loại do phá vỡ cấu trúc mô. Đồng thời, quá trình nung làm cho một lượng nước tự do và các chất hữu cơ còn sót lại trên xương đầu cá hồi được nung triệt để. Đồng thời, nhiệt độ nung và thời gian nung cố định và thích hợp cho tất cả các nghiệm thức nên bột khoáng đạt được độ sáng cao và không khác biệt giữa các nghiệm thức [6].

Như vậy, đối với đầu cá hồi khi thủy phân bằng enzyme papain trong 10 giờ được chọn là thích hợp nhất vì cho hiệu suất thủy phân cao nhất, bột đạm có hiệu suất thu hồi, hàm lượng protein hòa tan và điểm cảm quan cao nhất và bột khoáng có hiệu suất thu hồi cao.

3.3. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm và bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi

3.3.1. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột đạm từ phụ phẩm cá hồi

Hàm lượng đạm amin, hiệu suất thủy phân, hàm lượng protein hòa tan, điểm cảm quan, hiệu suất thu hồi bột đạm thu được từ quá trình thủy phân protein từ phụ phẩm cá hồi bằng enzyme papain thời gian thủy phân khác nhau được thể hiện qua bảng 6.

Bảng 6 cho thấy, khi thời gian thủy phân tăng từ 2 giờ lên 10 giờ thì hiệu suất thủy phân tăng từ 8,46% lên 20,3% và điểm cảm quan tăng từ 15,5 điểm lên 19,1 điểm, tuy nhiên hàm lượng đạm amin khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Theo Ovissipour và cs (2010) [20], mức độ thủy phân tăng theo thời gian thủy phân. Điều này phù hợp với lý thuyết, khi tăng thời gian thủy phân thì enzyme tác dụng cắt mạch peptide trong phân tử protein tăng dẫn đến hiệu suất thủy phân tăng. Tuy nhiên, khi kéo dài thời gian thủy phân quá mức (12 giờ) thì hiệu suất thủy phân và điểm cảm quan giảm. Nguyên nhân có thể do thời gian thủy phân dài thì vi sinh vật gây thối rữa có điều kiện để hoạt động phân hủy một số axit amin tạo ammoniac, nên hiệu suất thủy phân giảm [14]. Hàm lượng protein hòa tan khi thủy phân từ 2 - 12 giờ tăng từ 32,7% lên 42,3%. Nguyên nhân là do, papain thủy phân protein mô liên kết tạo điều kiện phân cắt các protein nằm ở phía trong của cấu trúc mô, khi bị protease phân cắt chuỗi polypeptide mạch dài được phân cắt thành các phân tử càng nhỏ nên dễ tan trong nước [17], nên hàm lượng protein hòa tan tăng theo thời gian thủy phân. Bên cạnh đó, khi thủy phân từ 2 - 12 giờ thì hiệu suất thu hồi bột đạm tăng từ 8,16% lên 15,9%. Nguyên nhân là do, khi thời gian thủy phân càng dài thì enzyme tiếp xúc với cơ chất càng lâu, khi enzyme

tiếp xúc với cơ chất diễn ra quá trình cắt mạch polypeptid mạnh mẽ cho nên hiệu suất thu hồi cũng tăng theo [17].

Bảng 6. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến hàm lượng đạm amin, hiệu suất thủy phân, hàm lượng protein hòa tan, điểm cảm quan, hiệu suất thu hồi bột đạm từ phụ phẩm cá hồi

Thời gian (giờ)	Đạm amin (g/L)	Hiệu suất thủy phân (%)	Hàm lượng protein hòa tan (%)	ĐTBCTL	HSTH (%)
2	8,40 ± 1,40[a]	8,46 ± 2,09[a]	32,7 ± 2,21[a]	15,5 ± 0,35[a]	8,16 ± 1,12[a]
4	8,63 ± 1,07[a]	11,6 ± 1,21[ab]	33,8 ± 2,56[a]	16,0 ± 0,14[a]	9,00 ± 0,46[ab]
6	7,47 ± 0,81[a]	18,3 ± 8,37[bc]	39,1 ± 3,71[ab]	16,5 ± 0,18[a]	10,1 ± 0,72[b]
8	7,70 ± 1,21[a]	20,2 ± 2,82[c]	40,6 ± 3,44[b]	18,5 ± 0,31[c]	13,0 ± 0,04[c]
10	7,47 ± 0,81[a]	20,3 ± 1,59[c]	43,5 ± 3,72[c]	19,1 ± 0,39[d]	13,6 ± 0,64[c]
12	7,23 ± 0,99[a]	12,1 ± 4,26[ab]	43,3 ± 3,83[c]	17,8 ± 0,12[b]	15,9 ± 0,64[d]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). ĐTBCTL: Điểm trung bình có trọng lượng; HSTH: Hiệu suất thu hồi.

Từ các kết quả trên cho thấy, khi thủy phân phụ phẩm cá hồi ở thời gian 10 giờ với nồng độ enzyme là 2% thì cho hiệu suất thủy phân, hàm lượng protein hòa tan, điểm cảm quan cao nhất, hàm lượng đạm amin và hiệu suất thu hồi cao.

3.3.2. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến chất lượng bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi

Hàm lượng protein, hàm lượng khoáng, hàm lượng lipid của bã phụ phẩm cá hồi thu được sau quá trình thủy phân protein bằng enzyme papain được thể hiện qua bảng 7.

Bảng 7 cho thấy, khi thời gian thủy phân tăng dần từ 2 - 12 giờ thì hàm lượng protein, lipid trong bã đầu cá hồi giảm dần, tuy nhiên hàm lượng khoáng có xu hướng tăng dần. Kết quả cho thấy, hàm lượng protein giảm rõ từ 36,9% còn 34,4% và hàm lượng lipid giảm từ 24,0% xuống còn 21,2%. Bên cạnh đó, hàm lượng khoáng tăng từ 19,5% lên 25,9%. Sự thay đổi này là do tốc độ thủy phân protein xảy ra nhanh do sự cắt mạch của các phân tử peptide, nên khi tăng thời gian, enzyme papain có đủ điều kiện làm cho phần thịt bám trên bã đầu cá hồi được tách rời ra càng nhiều dẫn đến hàm lượng protein giảm xuống [19]. Lượng lipid trong bã đầu cá hồi cũng được tách ra do có sự phá vỡ cấu trúc mô nên hàm lượng lipid, protein và một lượng ẩm của nguyên liệu còn lại trong bã đầu cá hồi cũng giảm xuống và hàm lượng khoáng được tăng lên [21].

Bảng 7. Hàm lượng protein, khoáng, lipid (tính theo căn bản khô) của bã phụ phẩm cá hồi theo thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain

Thời gian (giờ)	Protein (%)	Khoáng (%)	Lipid (%)
2	36,9 ± 2,77[b]	19,5 ± 2,16[a]	24,0 ± 3,36[b]
4	39,6 ± 2,49[b]	24,3 ± 1,40[b]	23,8 ± 3,99[b]

6	36,2 ± 1,77[b]	21,6 ± 0,94[a]	24,9 ± 3,71[b]
8	36,1 ± 2,64[b]	24,8 ± 0,90[b]	24,3 ± 2,16[b]
10	34,3 ± 1,99[a]	26,6 ± 0,90[b]	24,2 ± 2,23[b]
12	34,4 ± 1,72[a]	25,9 ± 0,78[b]	21,2 ± 2,96[a]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến độ hòa tan, hiệu suất thu hồi và hàm lượng khoáng của bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi được trình bày trong bảng 8.

Bảng 8. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân protein bằng enzyme papain đến độ hòa tan, hiệu suất thu hồi và hàm lượng khoáng của bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi

Thời gian (giờ)	Độ hòa tan (%)	Hiệu suất thu hồi (%)	Hàm lượng khoáng (%)
2	54,5 ± 5,41[a]	17,2 ± 2,05[a]	96,1 ± 0,48[a]
4	51,2 ± 1,38[a]	19,8 ± 4,81[ab]	95,5 ± 1,77[a]
6	50,4 ± 1,23[a]	17,9 ± 4,20[a]	95,4 ± 1,07[a]
8	51,7 ± 6,07[a]	32,7 ± 4,51[c]	96,0 ± 2,95[a]
10	51,1 ± 2,10[a]	26,5 ± 3,80[bc]	96,6 ± 0,11[a]
12	50,2 ± 2,13[a]	42,7 ± 3,21[d]	96,8 ± 0,64[a]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Bảng 8 cho thấy, khi tăng thời gian thủy phân từ 2 - 12 giờ thì độ hòa tan và hàm lượng khoáng của bột khoáng biệt không có ý nghĩa thống kê, tuy nhiên hiệu suất thu hồi bột khoáng tăng từ 17,2% lên 42,7%. Sự thay đổi này là do thời gian thủy phân càng lâu thì lượng protein và lipid còn lại trên bã phụ phẩm giảm, hàm lượng khoáng tăng (Bảng 6), dẫn đến hiệu suất thu hồi bột khoáng tăng. Hiệu suất thu hồi bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi trong nghiên cứu này cao hơn so với kết quả nghiên cứu của Lê Thị Minh Thủy và Trương Thị Mộng Thu (2021) [19], đối với xương cá lóc được sấy ở 60°C trong 2 giờ cho ra sản phẩm có độ hòa tan 15,1%, hàm lượng khoáng 62,8% và hiệu suất thu hồi là 70,1%. Nguyên nhân có sự khác biệt giữa các nghiên cứu là do loại nguyên liệu khác nhau, kích thước xương khác nhau, loại enzyme, nồng độ enzyme và thời gian thủy phân khác nhau.

Những thay đổi về màu sắc của bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi theo thời gian thủy phân khác nhau được thể hiện ở bảng 9.

Bảng 9 cho thấy, khi thời gian thủy phân tăng từ 2 - 12 giờ thì màu sắc của bột khoáng không có sự thay đổi. Giá trị L* đạt đến 99,9 là do chọn được nhiệt độ cũng như thời gian nung thích hợp cố định ở các mẫu có thời gian thủy phân khác nhau đều được nung ở cùng nhiệt độ và thời gian nên độ sáng của sản phẩm là như nhau. Nguyên nhân là do, quá trình thủy phân đã loại được một phần protein bám trên cơ thịt, thêm vào đó một phần lipid do phá vỡ cấu trúc mô, kết hợp với quá trình

nung mất một lượng nước tự do và các chất hữu cơ còn sót lại cũng mất đi. Vì thế, xương được nung triệt để cho ra sản phẩm bột khoáng đạt giá trị độ sáng cao [19].

Bảng 9. Ảnh hưởng của thời gian thủy phân đến màu sắc của bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi

Thời gian	L*	a*	b*
2	99,9 ± 0,00	5,02 ± 0,16[ab]	-7,59 ± 0,67[bc]
4	99,9 ± 0,00	5,44 ± 0,31[c]	-8,41 ± 0,03[ab]
6	99,9 ± 0,00	5,03 ± 0,57[ab]	-7,48 ± 0,39[c]
8	99,9 ± 0,00	4,97 ± 0,20[a]	-8,02 ± 0,61[abc]
10	99,9 ± 0,00	5,11 ± 0,86[abc]	-7,89 ± 0,10[abc]
12	99,9 ± 0,00	5,37 ± 0,19[bc]	-8,65 ± 0,49[a]

Ghi chú: Số liệu thống kê được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn, những chữ cái khác nhau trong một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (p < 0,05).

Từ các kết quả trên cho thấy, khi thủy phân phụ phẩm cá hồi bằng papain với thời gian thủy phân 10 giờ cho hiệu suất thủy phân cao nhất, bột đạm có hàm lượng protein hòa tan và điểm cảm quan cao nhất, hàm lượng đạm amin và hiệu suất thu hồi cao. Đồng thời, hiệu suất thu hồi bột khoáng cao.

Kết quả so sánh chất lượng bột đạm thủy phân và bột khoáng của nghiệm thức tốt nhất từ thí nghiệm 1 (thủy phân từ đầu cá hồi bằng enzyme papain với thời gian thủy phân 10 giờ) và thí nghiệm 2 (thủy phân phụ phẩm cá hồi bằng enzyme papain thời gian thủy phân 10 giờ) được thể hiện trong bảng 10.

Bảng 10. Chất lượng bột đạm thủy phân và bột khoáng thu được từ đầu và phụ phẩm cá hồi được thủy phân bằng enzyme papain

Chỉ tiêu	Bột đạm	
	Đầu	Phụ phẩm
Hiệu suất thủy phân (DH, %)	30,4 ± 1,14	20,3 ± 1,59
Hàm lượng đạm amin (Naa, g/l)	4,90 ± 0,99	7,47 ± 0,81
DPPH (%)	52,8 ± 0,35	39,7 ± 0,42
Protein hòa tan	59,2 ± 2,65	43,5 ± 3,72
Độ sáng	10,6 ± 0,11	4,35 ± 0,33
HSTH bột đạm (%)	11,9 ± 0,03	13,6 ± 0,64
ĐTBCTL	19,4 ± 0,28	19,1 ± 0,39

	Bột khoáng	
	Đầu	Phụ phẩm
HSTH bột khoáng (%)	42,0 ± 2,54	26,5 ± 3,80
Độ hòa tan (%)	58,7 ± 1,60	51,1 ± 2,10
Hàm lượng canxi (g/100g)	34,3	37,3

Ghi chú: Số liệu được thống kê mô tả dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn (n = 3). HSTH: Hiệu suất thu hồi; DPPH: Hoạt tính chống oxy hóa; ĐTBCTL: Điểm trung bình có trọng lượng.

Bảng 10 cho thấy, đầu và phụ phẩm cá hồi có cùng điều kiện thủy phân ở nồng độ enzyme 2% và thời gian 10 giờ nhưng về hiệu suất thủy phân (30,4%), DPPH (52,8%), hàm lượng protein hòa tan (59,2%) của bột đạm từ đầu cá hồi cao hơn DH, DPPH và hàm lượng protein hòa tan của bột đạm từ phụ phẩm cá hồi đạt giá trị 20,3%; 39,7% và 43,5% tương ứng. Nguyên nhân có thể do cấu trúc nguyên liệu, thành phần hóa học của nguyên liệu khác nhau, nên hiệu suất thủy phân khác nhau. Bên cạnh đó, hoạt tính chống oxy hóa tỷ lệ thuận với hiệu suất thủy phân, hiệu suất thủy phân càng cao thì hoạt tính chống oxy hóa càng lớn [22], do đó DPPH của bột đạm thủy phân từ đầu cá hồi cao hơn phụ phẩm cá hồi. Tuy nhiên, hàm lượng đạm amin (7,47 g/L) của dịch đạm từ phụ phẩm cá hồi cao hơn dịch đạm từ đầu cá hồi, đạt 4,97 g/L. Với thời gian thủy phân 10 giờ và nồng độ enzyme là 2% cho thấy hiệu suất thu hồi 42,0%)và độ hòa tan 58,7% của bột khoáng từ đầu cá hồi cao hơn hiệu suất thu hồi và độ hòa tan của bột khoáng từ phụ phẩm cá hồi với giá trị là 26,5% và 51,1% tương ứng.

4. KẾT LUẬN

Thời gian thủy phân thích hợp để thu bột đạm thủy phân giàu axit amin và bột khoáng giàu canxi từ đầu cá hồi và phụ phẩm cá hồi bằng enzyme papain nồng độ 2% là 10 giờ cho kết quả tốt nhất thì chất lượng của bột đạm và bột khoáng từ đầu cá hồi tốt hơn từ phụ phẩm cá hồi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Kiều Anh, Nguyễn Hà Trung, Nguyễn Khánh Hoàng Việt, Nguyễn Thị Hồng Loan và Phạm Kiên Cường (2017). Nghiên cứu các điều kiện thủy phân phụ phẩm cá hồi (*Salmo salar*) nhằm thu nhận peptit mạch ngắn có hoạt tính chống ô xi hóa. *Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, 33(1S): 7 - 13.

2. H. G. Kristinsson and B. A. Rasco (2000). Fish protein hydrolysates: Production, biochemical and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1): 43 - 81. Doi: 10.1080/10408690091189266.

3. B. Hemung (2013). Properties of tilapia bone powder and its calcium bioavailability based on transglutaminase assay. *International Journal of Bioscience and Biochemistry*, 3(4): 306 - 309. Doi: 10.7763/IJBBB.2013.V3.219.

4. Dương Thị Hương Giang, Nguyễn Thị Xuân Dung và Phan Thị Bích Trâm (2006). Nghiên cứu sử dụng enzim papain thô từ nhựa đu đủ để thủy phân protein trong bánh dầu đậu nành. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 5, 115 - 122. Doi: http://doi.org/10.57001/huih5804.2025.027.

5. Lê Thị Minh Thủy và Trần Thanh Trúc (2019). Nghiên cứu tận dụng xương cá thác lác còm (*Chitala chitala*) để sản xuất bột đạm và bột khoáng bằng phương pháp thủy phân enzyme. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh*, 18(4): 33 - 41.

6. Lê Thị Minh Thủy và Trương Thị Mộng Thu (2020). Nghiên cứu sản xuất bột đạm và bột canxi từ xương cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) bằng phương pháp thủy phân enzyme. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 56(2): 248 - 254. Doi: 10.22144/ctu.jsi.2020.061.

7. A. Nomana, Y. Xu, W. Q. AL-Bukhaiti, S. M. Abed, A. H. Ali and W. X. Abuubakar H. Ramadhana (2018). Influence of enzymatic hydrolysis conditions on the degree of hydrolysis and functional properties of protein hydrolysate obtained from Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) by using papain enzyme. *Process Biochemistry*, 67, 19 - 28.

8. AOAC (2016). The Official Methods of Analysis of AOAC International. George W.Latimer, Jr (Eds), Volume I.

9. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3708:1990. Thủy sản - Phương pháp xác định hàm lượng nitơ axit amin.

10. O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr and R. J. Randall (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193(1): 265 - 275. Doi: 10.1016/s0021-9258(19)52451-6.

11. P. M. Nielsen, D. Petersen and C. Dambmann (2001). Improved method for determining food protein degree of hydrolysis. *Food Chemistry Toxicology*, 66(5): 642 - 646. Doi: 10.1002/chir.20844.

12. V. Klompong, S. Benjakul, D. Kantachote and F. Shahidi (2007). Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. *Food Chemistry*, 102(4): 1317 - 1327. Doi: 10.1016/j.foodchem.2006.07.016.

13. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 3215:1979. Sản phẩm thực phẩm - Phân tích cảm quan - Phương pháp cho điểm.

14. Trương Thị Mộng Thu, Thị Ngọc Thúy Mai, Lê Thị Minh Thủy và Trần Thanh Trúc (2021). Nghiên cứu thu hồi dịch thủy phân từ đầu cá lóc (*Channa striata*) bằng enzyme alcalase và flavourzyme. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Công nghệ thực phẩm,* 57, 85 - 92. Doi: 10.22144/ctu.jsi.2021.009.

15. M. Muzaifa, N. Safriani and F. Zakaria (2012). Production of protein hydrolysates from fish by- product prepared by enzymatic hydrolysis. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 5(1): 36 - 39.

16. F. Guérard, L. Dufossé, D. De La Broise and A. Binet (2001). Enzymatic hydrolysis of proteins from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) wastes using Alcalase. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 11(4 - 6): 1051 - 1059. Doi: 10.1016/S1381-1177(00)00031-X.

17. Đinh Hữu Đông và Nguyễn Công Bỉnh (2022). Ảnh hưởng của thời gian thủy phân và loại enzyme đến quá trình thủy phân sụn cá hồi (*Salmon salar*) thu chondromn sulfate bằng protease. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 1, 72 - 79.

18. S. F. See, L. L. Hoo and A. S. Babji (2011). Optimization of enzymatic hydrolysis of salmon (*Salmo salar*) skin by Alcalase. *International Food Research Journal*, 18(4): 1359 - 1365.

19. Lê Thị Minh Thủy và Trương Thị Mộng Thu (2021). Ảnh hưởng của nhiệt độ cao kết hợp thủy phân bằng alkaline đến hiệu quả thu nhận bột khoáng giàu calcium từ xương cá lóc (*Channa striata*). *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Công nghệ thực phẩm,* 57, 101 - 107.

20. M. Ovissipour, S. Benjakul, R. Safari and A. Motamedzadegan (2010). Fish protein hydrolysates production from yellowfin tuna *Thunnus albacares* head using alcalase and protamex. *International Aquatic Research*, 2(2): 87 - 95.

21. J. Dumay, C. Donnay-Moreno, G. Barnathan, P. Jaouen and J. P. Bergé (2006). Improvement of lipid and phospholipid recoveries from sardine (*Sardina pilchardus*) viscera using industrial proteases. *Process Biochemistry*, 41(11): 2327 - 2332. Doi:10.1016/j.procbio. 2006.04.005.

22. Nguyễn Văn Mười và Hà Thị Thụy Vy (2018). Khảo sát điều kiện hoạt động tối ưu của enzyme alcalase thủy phân protein từ thịt đầu tôm thẻ chân trắng. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Nông nghiệp,* 54, 48 - 156. Doi: 10.22144/ctu.jsi.2018.077.

STUDY ON THE EFFECTS OF HYDROLYSIS TIME BY USING ENZYME PAPAIN ON THE QUALITY OF HYDROLYZED PROTEIN POWDER AND MINERAL POWDER FROM SALMON (*Salmo salar*) HEADS AND BY-PRODUCT

Truong Thi Mong Thu[1], Le Thi Minh Thuy[1]

[1]*College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University*

Abstract

The study was conducted to compare the quality of hydrolyzed protein powder and mineral powder from salmon heads and by-products by using the enzyme papain through 2 contents: Effect of hydrolysis time on the quality of hydrolyzed protein powder and mineral powder from (i) salmon heads and (ii) salmon by-products. The results showed that, salmon heads were hydrolyzed with papain 2% for 10 hours to produce a protein hydrolysate with drgee of hydrolysis (30.4%), amino acid content (4.90 g/L) and hydrolyzed protein powder had sensory scores, yield, soluble protein content, DPPH of 19.4, 11.9%, 59.2%, 52.8% and mineral powder had mineral content, solubility, yield, calcium content of 96.2%, 58.7%, 42.0%, 34.3 g/100 g. Salmon by-product were hydrolyzed with papain for 10 hours to produce a protein hydrolysate with drgee of hydrolysis (20.3%), amino acid content (7.47 g/L) and hydrolyzed protein powder had sensory scores, yield, soluble protein content, DPPH of 19.1, 13.6%, 43.5%, 39.7% and mineral powder had mineral content, solubility, yield, calcium content of 96.6%, 51.1%, 26.5%, 37.3 g/100 g.

Keywords: *Mineral power, hydrolyzed protein power, papain, salmon, hydrolysis.*

Ngày nhận bài: 4/7/2025

Ngày chuyển phản biện: 10/9/2025

Ngày thông qua phản biện: 18/9/2025

Ngày duyệt đăng: 24/9/2025

THỂ LỆ VIẾT VÀ GỬI BÀI

1. Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường đăng tải các bài báo khoa học công bố các công trình nghiên cứu khoa học có nội dung khoa học mới, các bài tổng quan về ngành nông nghiệp và môi trường chưa gửi đăng ở bất kỳ loại hình báo chí nào.

2. Bài báo có thể viết bằng tiếng Việt (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Việt) hoặc tiếng Anh (đăng trên Tạp chí bằng ngôn ngữ tiếng Anh), soạn thảo trên máy vi tính, các dòng cách nhau bằng 1,2 (Paragraph/Line spacing Multiple at 1,2), sử dụng font chữ Times New Roman, cỡ chữ 12, có độ dài không quá 10 trang giấy khổ A4 bao gồm cả tài liệu tham khảo.

3. Từ khóa được trình bày theo thứ tự alphabet, từ 3 - 5 từ. Từ khóa bằng tiếng Việt và tiếng Anh phải cùng nội dung, ý nghĩa của từ. Phần tóm tắt có độ dài không quá 350 từ viết liền, không xuống dòng, cỡ chữ 10, bao gồm: Nêu ngắn gọn về mục đích, phương pháp nghiên cứu, kết quả nghiên cứu chính. Bài báo viết bằng tiếng Việt phải có tóm tắt bằng cả tiếng Anh, tiếng Việt và không khác biệt về nội dung, ý nghĩa.

4. Bài báo phải được trình bày theo thứ tự sau: Tên bài báo bằng tiếng Việt và tiếng Anh, (các) tác giả, tên cơ quan của (các) tác giả, tóm tắt, từ khóa, nội dung của bài báo, lời cảm ơn (nếu có), tài liệu tham khảo. Tác giả liên hệ phải được chỉ rõ cùng với địa chỉ cơ quan, Email, số điện thoại trên trang nhất của bản thảo. Tên riêng tiếng Việt phải có đủ dấu thanh kể cả các bài viết bằng tiếng Anh.

5. Tài liệu tham khảo được trình bày theo thứ tự trích dẫn và đánh số đặt trong ngoặc vuông theo thứ tự xuất hiện trong bài báo và trong danh mục tài liệu tham khảo.

+ Đối với các tài liệu là bài báo trong Tạp chí ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên bài báo, tên tạp chí, tập, số, trang.

+ Đối với các tài liệu là sách ghi đầy đủ theo thứ tự: Tên tác giả, năm xuất bản, tên sách, nhà xuất bản, nơi xuất bản.

Nếu bài viết bằng tiếng Anh, tài liệu tham khảo nào không phải bằng tiếng Anh thì phải dịch ra tiếng Anh và chú thích ngôn ngữ gốc trong ngoặc đơn.

6. Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường thực hiện quy trình gửi bài, quy trình phản biện online trên hệ thống phần mềm của Tạp chí và sử dụng cơ sở dữ liệu các số Tạp chí đã xuất bản, đề nghị các cộng tác viên, phản biện bài báo và bạn đọc truy cập vào website: http://tapchikhoahoc.nnmt.net.vn và thực hiện các thủ tục theo hướng dẫn.

7. Chi tiết xin liên hệ: Tạp chí Nông nghiệp và Môi trường; Số 10 Nguyễn Công Hoan, phường Giảng Võ, Hà Nội; Điện thoại: 024.37711070; 024.38345457; 024.37716634. Email: bbtnongnghiep@gmail.com.