

NGHIÊN CỨU CON ĐƯỜNG LÂY TRUYỀN BỆNH CỦA VI KHUẨN *Vibrio alginolyticus* TRÊN CÁ HỒNG MỸ (*Sciaenops ocellatus*) TRONG ĐIỀU KIỆN NUÔI THỰC NGHIỆM

Nguyễn Nam Quang, Nguyễn Đức Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Huế Linh,
Nguyễn Ngọc Phước*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: nguyennngocphuoc@huaf.edu.vn; nguyennngocphuoc@hueuni.edu.vn

Nhận bài: 24/11/2025 Hoàn thành phản biện: 20/01/2026 Chấp nhận bài: 23/01/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm xác định các con đường lây truyền bệnh của vi khuẩn *Vibrio alginolyticus* trên cá Hồng mỹ (*Sciaenops ocellatus*) trong điều kiện nuôi thực nghiệm. Ba thí nghiệm độc lập được bố trí để đánh giá khả năng lây truyền của vi khuẩn qua nguồn nước, thức ăn và tiếp xúc trực tiếp giữa cá cảm nhiễm và cá không cảm nhiễm vi khuẩn. Kết quả cho thấy, lây nhiễm trực tiếp qua nguồn nước (ngâm cá trong nước chứa vi khuẩn) gây tỷ lệ chết tích lũy cao nhất ($63,3 \pm 5,7\%$), mật độ *Vibrio* tổng số trong nước tăng từ 10^3 lên 8×10^5 CFU/mL, *V. alginolyticus* chiếm 70 - 80%. Lây nhiễm gián tiếp qua nước (sử dụng chung nguồn nước với cá đã được gây nhiễm) cho tỷ lệ chết $29,0 \pm 8,4\%$. Thí nghiệm lây truyền qua thức ăn ghi nhận tỷ lệ chết tích lũy $26,7\%$, mật độ *V. alginolyticus* trong nước đạt cực đại 8×10^4 CFU/mL sau bảy ngày. Ở thí nghiệm tiếp xúc trực tiếp, cá cảm nhiễm nuôi chung với cá khỏe mạnh cho tỷ lệ chết trung bình $50 \pm 10\%$, vi khuẩn tái phân lập được từ các cá thể cá đã chết. Kết quả khẳng định *V. alginolyticus* có thể lây truyền trên cá Hồng mỹ qua cả ba con đường, qua đó góp phần nâng cao hiểu biết phục vụ công tác phòng và kiểm soát bệnh.

Từ khóa: Nguồn nước, Thức ăn, Tiếp xúc trực tiếp, Truyền bệnh, Vi khuẩn thủy sản

STUDY ON THE TRANSMISSION ROUTES OF *Vibrio alginolyticus* IN RED DRUM (*Sciaenops ocellatus*) UNDER EXPERIMENTAL REARING CONDITIONS

Nguyễn Nam Quang, Nguyễn Đức Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Huế Linh,
Nguyễn Ngọc Phước*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Corresponding author: nguyennngocphuoc@huaf.edu.vn; nguyennngocphuoc@hueuni.edu.vn

Received: 24/11/2025 Revised: 20/01/2026 Accepted: 23/01/2026

ABSTRACT

This study aimed to identify the transmission routes of *Vibrio alginolyticus* in red drum (*Sciaenops ocellatus*) under experimental rearing conditions. Three independent experiments were conducted to evaluate bacterial transmission via water, feed, and direct contact between infected and non-infected fish. In direct waterborne exposure, fish showed symptoms after 48 h with cumulative mortality of $63.3 \pm 5.7\%$; total *Vibrio* density increased from 10^3 to 8×10^5 CFU/mL, and *V. alginolyticus* accounted for 70–80%. In indirect exposure (net-separated tanks), cumulative mortality of non-infected fish reached $29.0 \pm 8.4\%$, indicating transmission via water but with lower efficiency. In the feedborne experiment, cumulative mortality reached $26.7 \pm 5.7\%$, and *V. alginolyticus* density peaked at 8×10^4 CFU/mL after seven days. In the cohabitation challenge, $50 \pm 10\%$ mortality occurred, and *V. alginolyticus* was re-isolated from all infected fish. The results confirm that *Vibrio alginolyticus* can be transmitted in red drum through all three transmission pathways, contributing to the understanding to disease prevention and control.

Keywords: Cohabitation, Feedborne, Fish bacterial diseases, Transmission, Waterborne

1. MỞ ĐẦU

Cá Hồng mỹ (*Sciaenops ocellatus*) thuộc đối tượng cá biển có giá trị kinh tế cao với khả năng sinh trưởng nhanh, chịu được độ mặn rộng và thích nghi tốt với điều kiện nuôi lồng (Ackerly và cs., 2023). Tại Việt nam, cá Hồng mỹ được nuôi ở hầu hết các tỉnh thành ven biển và đang được xem là đối tượng chiến lược trong việc phát triển nghề nuôi biển tới năm 2030 và tầm nhìn 2045 (Quyết định 1644/QĐ-TTg, 2021). Tuy nhiên, cùng với sự mở rộng diện tích và gia tăng mật độ nuôi, nhiều vấn đề về dịch bệnh đã và đang xuất hiện, trong đó các bệnh do vi khuẩn thuộc chi *Vibrio* được ghi nhận là nhóm tác nhân phổ biến nhất trong môi trường nước mặn và nước lợ (Abdelsalam và cs., 2024).

Trong số các loài *Vibrio* gây bệnh, vi khuẩn *V. alginolyticus* được xác định là tác nhân chính gây bệnh xuất huyết, lở loét và gây thiệt hại cao trên cá Hồng mỹ (Đặng Thanh Long và cs., 2019; Hoàng Tấn Quảng và cs., 2020, Yen và cs., 2021).

V. alginolyticus là loài vi khuẩn Gram âm, ưa mặn, sống phổ biến trong nước biển và trầm tích. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh *V. alginolyticus* có khả năng gây bệnh cho tôm, cá và các loài nhuyễn thể, đặc biệt trong điều kiện stress môi trường như biến động độ mặn, nhiệt độ cao hoặc ô nhiễm hữu cơ (Abdelsalam và cs., 2024). Ở cá biển, *V. alginolyticus* có thể gây xuất huyết, viêm ruột, hoại tử gan, thận và dẫn đến chết hàng loạt nếu không được kiểm soát kịp thời (Đặng Thanh Long và cs., 2019; Hoàng Tấn Quảng và cs., 2021; Yen và cs., 2021; Linh và cs., 2022). Mặc dù *V. alginolyticus* được phát hiện thường xuyên tại các vùng nuôi cá biển ở Việt Nam, tuy nhiên hiểu biết về cơ chế lây truyền và con đường lây truyền của *V. alginolyticus* trong hệ thống nuôi vẫn còn hạn chế. Các nghiên cứu trước đây về

bệnh *Vibrio* trên cá Hồng mỹ chủ yếu tập trung vào đặc điểm độc lực, phân lập vi khuẩn, hoặc xác định liều gây chết trung bình (LD₅₀) (Đặng Thanh Long và cs., 2019; Hoàng Tấn Quảng và cs., 2021; Yen và cs., 2022; Hao và cs., 2023; Chen và cs., 2024) hay khả năng kháng kháng sinh (Nguyễn Nam Quang và cs., 2025).

Tuy nhiên, các con đường lây truyền bệnh bao gồm qua nguồn nước, qua thức ăn hoặc thông qua tiếp xúc trực tiếp giữa cá cảm nhiễm vi khuẩn và cá khỏe vẫn chưa được nghiên cứu và kiểm chứng một cách đồng bộ. Trên thực tế, vi khuẩn có thể lây truyền đồng thời qua nhiều cơ chế như phát tán trong nước, bám dính vào thức ăn hoặc chất hữu cơ, hoặc lây truyền trực tiếp giữa các cá thể trong cùng quần đàn. Việc làm rõ các con đường lây truyền bệnh có ý nghĩa quan trọng trong việc xây dựng biện pháp phòng bệnh phù hợp, giảm thiểu rủi ro và thiệt hại kinh tế trong nuôi trồng thủy sản. Đây là vấn đề cần được quan tâm, nghiên cứu một cách đầy đủ. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định và so sánh các con đường lây truyền của vi khuẩn *V. alginolyticus* trên cá Hồng mỹ (*S. ocellatus*) trong điều kiện nuôi thực nghiệm, bao gồm lây truyền qua nguồn nước, qua thức ăn và thông qua tiếp xúc trực tiếp giữa cá cảm nhiễm vi khuẩn và cá khỏe mạnh.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Xác định khả năng lây truyền *V. alginolyticus* lên cá Hồng mỹ qua nguồn nước.
- Xác định khả năng lây truyền *V. alginolyticus* lên cá Hồng mỹ qua thức ăn.
- Xác định khả năng lây truyền *V. alginolyticus* lên cá Hồng mỹ qua tiếp xúc trực tiếp.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

2.2.1. Cá thí nghiệm

Cá Hồng mỹ (*S. ocellatus*) khỏe mạnh, đã kiểm dịch không mang mầm bệnh, trọng lượng trung bình 10 ± 3 g, thu từ trại giống AMT tại tỉnh Khánh Hoà được sử dụng cho thí nghiệm. Cá được vận chuyển bằng xe lạnh về phòng thí nghiệm và được nuôi thích nghi trong bể composite (1000 L) chứa nước biển có độ mặn 20‰ trong 14 ngày trước khi bố trí thí nghiệm.

Trong giai đoạn nuôi thuần dưỡng, cá được cho ăn bằng thức ăn viên NRD 2/3 (Inve, Thái Lan; >55% protein) hai lần/ngày (08 giờ 00 và 14 giờ 00) với khẩu phần 2,5% khối lượng thân. Cá được theo dõi sức khỏe hàng ngày, chỉ các cá thể khỏe mạnh, phản xạ bơi lội bình thường và không có dấu hiệu bệnh lý mới được chọn cho thí nghiệm. Trước khi bố trí thí nghiệm, kiểm tra ngẫu nhiên 5 cá thể để đảm bảo cá không nhiễm *Vibrio* bằng cách lấy mẫu từ thận của cá cấy trên môi trường TCBS (thiosulfat citrate bile salt; Himedia, Ấn Độ), ủ ở 28°C trong 24 giờ để quan sát sự phát triển khuẩn lạc (Phuoc và cs., 2021).

2.2.2. Chứng vi khuẩn

Vi khuẩn *V. alginolyticus* phân lập từ cá Hồng mỹ có triệu chứng hoại tử trên cơ thể và xuất huyết thu từ các hộ dân nuôi lồng trên địa bàn thành phố Huế đã được định danh thông qua đặc điểm hình thái, API 20E, và xác nhận bằng kỹ thuật MALDI – TOF MS (Nguyễn Nam Quang và cs., 2025). Trước khi sử dụng, vi khuẩn được phục hồi trên TSA⁺ (tryptic soya agar bổ sung 2% NaCl; Himedia, Ấn Độ), tăng sinh khối trong môi trường TSB⁺ (tryptone soya broth, bổ sung 2% NaCl) ở 28°C trong 24 giờ. Mật độ vi khuẩn xác định thông qua giá trị độ đục quang học ($OD_{600} = 1$, tương ứng với khoảng 10^9 CFU/mL) và được pha

loãng đến nồng độ sử dụng trong các thí nghiệm.

2.3. Bố trí thí nghiệm

2.3.1. Thí nghiệm xác định khả năng lây truyền qua nguồn nước

Bao gồm bốn nghiệm thức, bố trí trong các bể nhựa thể tích 120 L, mỗi bể chứa 10 cá và được lặp lại 3 lần ($n = 3$):

- Nghiệm thức NT1 (cá tiếp xúc trực tiếp với vi khuẩn có trong nguồn nước, mô phỏng trong thực tiễn nguồn nước cấp vào hệ thống nuôi bị nhiễm khuẩn hoặc không được xử lý kỹ): Huyền phù vi khuẩn ($OD_{600} = 1$) được pha loãng trong 5 L nước biển (độ mặn 20‰) về mật độ 5×10^5 CFU/mL (giá trị LD_{50} của phương pháp ngâm khi thử nghiệm khả năng gây bệnh thực nghiệm của vi khuẩn *V. alginolyticus* trên cá Hồng mỹ, số liệu chưa công bố), ngâm toàn bộ cá trong 30 phút (sục khí nhẹ), sau đó chuyển về bể nuôi riêng.

- Nghiệm thức đối chứng (ĐC1): Cá được ngâm trong 5 L nước biển (độ mặn 20‰) trong cùng thời gian và điều kiện như NT1 nhưng không bổ sung vi khuẩn.

- Nghiệm thức NT2 (lây truyền từ cá nhiễm khuẩn qua cá khỏe mạnh khi sống chung nguồn nước): Trong mỗi bể, 3 cá thể được gây nhiễm bằng phương pháp ngâm tương tự NT1, sau đó đặt trong rổ nhựa ($28,0 \times 26,0 \times 24,5$ cm; thể tích 20 L; kích thước lỗ 3,0 cm) cố định trong bể 120 L. Bảy cá thể cá khỏe mạnh được thả bên ngoài rổ trong cùng bể.

- Nghiệm thức đối chứng (ĐC2): bố trí tương tự NT2 nhưng 3 cá thể cá trong rổ không được cảm nhiễm với vi khuẩn. Các lỗ trên rổ cho phép nước lưu thông tự do giữa hai khoang nhưng ngăn cản hoàn toàn việc cá tiếp xúc trực tiếp với nhau.

Tỷ lệ 3 cá cảm nhiễm và 7 cá khỏe mạnh trong mỗi bể được bố trí nhằm mô phỏng điều kiện lây truyền bệnh trong thực tiễn, đảm bảo nguồn phát tán mầm bệnh

trong nguồn nước từ một số cá thể ban đầu nhiễm khuẩn nhưng không tạo áp lực mầm bệnh quá cao. Nguồn nước đóng vai trò một vector truyền bệnh.

Các điều kiện môi trường được duy trì nhiệt độ $28 \pm 1^\circ\text{C}$, độ mặn $20 \pm 2\text{‰}$, pH 7,8–8,2, oxy hòa tan $> 6 \text{ mg/L}$, thay 30 % nước mỗi ngày. Theo dõi thí nghiệm trong 14 ngày. Kết quả được đánh giá theo các chỉ tiêu mô tả tại mục 2.3.4.



Hình 1. Bố trí thí nghiệm xác định khả năng lây truyền *V. alginolyticus* lên cá Hồng mỹ qua nguồn nước (A) bể nuôi cá thí nghiệm ngâm trong nước chứa vi khuẩn; B. Bể nuôi cá khỏe mạnh sống chung nguồn nước với cá nhiễm khuẩn

2.3.2. Thí nghiệm xác định khả năng lây truyền qua thức ăn

- Chuẩn bị thức ăn thí nghiệm: 100 g thức ăn viên được phủ bằng 10 mL dung dịch vi khuẩn mật độ $5 \times 10^5 \text{ CFU/mL}$, sau đó trộn với 1% dầu mực để tăng độ bám dính của vi khuẩn lên bề mặt thức ăn và để khô trong 30 phút trước khi sử dụng. Thức ăn ở nghiệm thức đối chứng được chuẩn bị tương tự nhưng thay dung dịch vi khuẩn bằng dung dịch muối sinh lý 0,85%.

- Bố trí thí nghiệm: gồm hai nghiệm thức (thí nghiệm và đối chứng), mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần (bể 120 L, 10 cá/bể, $n = 3$). Nhóm thí nghiệm cá được cho ăn thức ăn nhiễm vi khuẩn 1 lần/ngày trong 3 ngày liên tiếp, sau đó chuyển sang cho ăn thức ăn bình thường. Nhóm đối chứng chỉ sử dụng thức ăn không nhiễm vi khuẩn. Các điều kiện môi trường và chỉ tiêu theo dõi được thực hiện tương tự như mô tả tại mục 2.3.1. và mục 2.3.4.

2.3.3. Thí nghiệm xác định khả năng lây truyền qua tiếp xúc trực tiếp

Gồm hai nghiệm thức (thí nghiệm và đối chứng), được bố trí nhằm mô phỏng trong điều kiện nuôi thực tế, mầm bệnh lây truyền khi có sự tiếp xúc trực tiếp giữa cá nhiễm khuẩn và cá khỏe mạnh sống chung trong quần đàn.

- Nghiệm thức thí nghiệm: Trong mỗi bể, 3 cá được tiêm 0,1 mL huyền phù vi khuẩn ở nồng độ $4 \times 10^4 \text{ CFU/mL}$ vào xoang bụng (giá trị LD_{50} của phương pháp tiêm khi thử nghiệm khả năng gây bệnh thực nghiệm của vi khuẩn *V. alginolyticus* trên cá Hồng mỹ, số liệu chưa công bố), cá được đánh dấu bằng cách cắt một phần vây lưng, sau đó thả chung với 7 cá khỏe mạnh.

- Nghiệm thức đối chứng: Trong mỗi bể, 3 cá được tiêm 0,1 mL nước muối sinh lý 0,85%, đánh dấu tương tự và thả chung với 7 cá khỏe mạnh.

- Mỗi nghiệm thức được bố trí trên 3 bể nhựa có thể tích 120L, lặp lại 3 lần ($n = 3$).

Điều kiện thí nghiệm và phương pháp đánh giá theo mô tả ở 2.3.1 và 2.3.4

2.3.4. Chỉ tiêu theo dõi

Các thí nghiệm được theo dõi các chỉ tiêu sau:

- Tỷ lệ chết tích lũy: ghi nhận số cá chết hàng ngày trong 14 ngày.
- Tái phân lập và định danh vi khuẩn: Cá chết hoặc cá có triệu chứng bệnh điển hình được lấy mẫu thận và cấy trên môi trường HiCrome™ Vibrio Agar (HiMedia, Ấn Độ) để tái định danh *V. alginolyticus*.
- Mật độ vi khuẩn trong nước: Tại các thời điểm 0, 1, 3, 7, 10 và 14 ngày, lấy 10 mL mẫu nước từ mỗi bể, cấy lên môi trường TCBS (HiMedia, Ấn Độ) (xác định mật độ *Vibrio* tổng số) và HiCrome™ Vibrio Agar (xác định *V. alginolyticus*). Mỗi mẫu nước được thực hiện trên 5 đĩa môi trường ($n = 5$).

2.4. Xử lý số liệu

Tỷ lệ chết tích lũy giữa các nghiệm thức được so sánh bằng kiểm định log-rank (Kaplan–Meier survival analysis). Mật độ vi khuẩn (CFU/mL) được trình bày dưới dạng trung bình \pm độ lệch chuẩn (Mean \pm SD). Do dữ liệu đếm không tuân theo phân bố chuẩn, toàn bộ giá trị CFU trước khi phân tích thống kê được \log_{10} -biến đổi; các mẫu có CFU < giới hạn phát hiện (Limit of detection - LOD = 10^2 CFU/mL) được thay bằng LOD/2 trước khi biến đổi. Phân tích so sánh giữa các nghiệm thức được thực hiện bằng One-way ANOVA trên dữ liệu \log_{10} và kiểm định Tukey' HSD ($p < 0,05$) trên phần mềm SPSS 20.0. Giá trị ghi nhận " $<10^2$ " được hiểu là dưới giới hạn phát hiện (LOD = 10^2 CFU/mL).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Khả năng lây truyền qua nguồn nước

Ở nghiệm thức cá được gây nhiễm bằng phương pháp ngâm trong nước chứa vi khuẩn, cá bắt đầu xuất hiện các triệu chứng bệnh điển hình sau 48 giờ, bao gồm bơi lờ

đờ, giảm bắt mồi, cơ thể nhợt nhạt, vây xơ và rách (Hình 2A), đồng thời quan sát thấy hiện tượng xuất huyết ở các cơ quan nội tạng (Hình 2B). Tỷ lệ chết tăng nhanh từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 7, với tỷ lệ chết tích lũy trung bình đạt $63,3 \pm 5,7\%$ (Hình 3), cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức NT2 ($p < 0,05$). Ở các nhóm đối chứng, không ghi nhận hiện tượng cá chết hoặc biểu hiện bệnh lý bất thường trong suốt thời gian thí nghiệm.

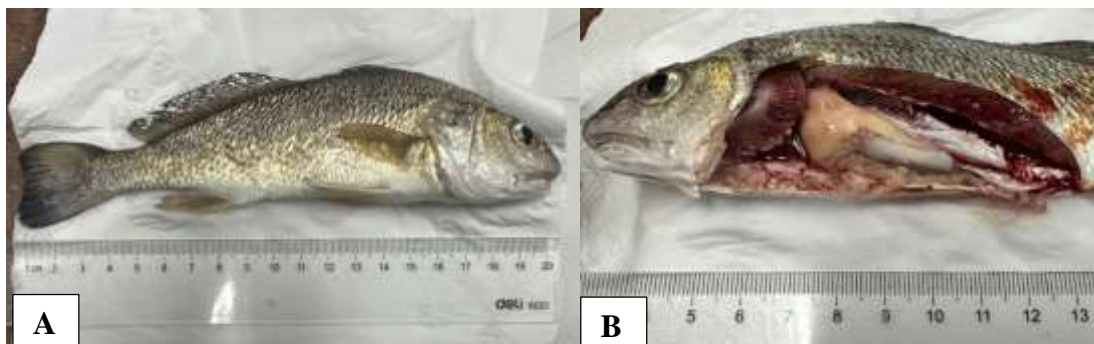
Trong thí nghiệm lây truyền từ cá nhiễm khuẩn qua cá khỏe mạnh sống chung nguồn nước nhưng không có sự tiếp xúc trực tiếp giữa hai nhóm cá, kết quả cho thấy tỷ lệ chết tích lũy ở nhóm cá khỏe mạnh đạt $29,0 \pm 8,4\%$, trong khi nhóm cá nhiễm khuẩn ghi nhận tỷ lệ chết $67,7\%$ (2/3 cá thể). Kết quả tái phân lập vi khuẩn từ toàn bộ cá đã chết ở các nghiệm thức, ghi nhận sự hiện diện của *V. alginolyticus* trong 100% số mẫu cá được kiểm tra.

Phân tích mẫu nước trong bể nuôi cho thấy mật độ *Vibrio* tổng số trong các bể cá ngâm vi khuẩn tăng mạnh từ 2×10^3 lên 2×10^6 CFU/mL trong 7 ngày đầu, sau đó ghi nhận giá trị dao động trong khoảng tương đương tại các thời điểm ngày 10 và ngày 14 (Bảng 1). Trên môi trường HiCrome™ Vibrio Agar, *V. alginolyticus* chiếm khoảng 70 - 80% tổng số *Vibrio*, với mật độ đạt cực đại 5×10^5 CFU/mL vào ngày thứ 7. Ngược lại, ở các bể đối chứng, mật độ *Vibrio* tổng số chỉ dao động trong khoảng 10^2 - 10^3 CFU/mL và không phát hiện *V. alginolyticus* trong nguồn nước.

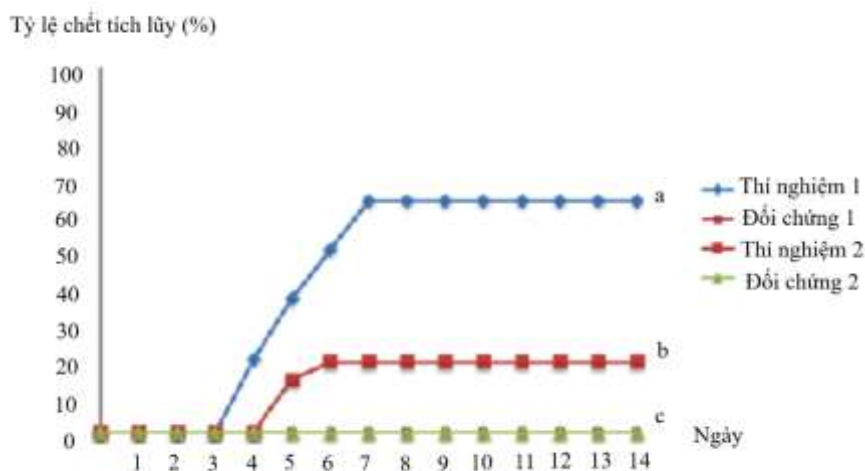
Ở nghiệm thức NT2, mật độ vi khuẩn trong nước bắt đầu tăng từ ngày thứ 3, trùng với thời điểm xuất hiện cá chết trong rô (nguồn phát tán vi khuẩn) và đạt giá trị cao nhất vào ngày thứ 7 khi cá khỏe mạnh bên ngoài rô bắt đầu biểu hiện triệu chứng bệnh và chết (Bảng 2). Kết quả này cho thấy *V. alginolyticus* có khả năng phát tán qua môi trường nước và gây lây nhiễm thứ phát. Mật

độ *V. alginolyticus* trong nước tăng cho thấy vi khuẩn không chỉ có khả năng tồn tại mà còn có thể phát triển và nhân lên trong

môi trường nuôi, nhiều khả năng nhờ nguồn chất hữu cơ từ chất thải của cá và thức ăn dư thừa.



Hình 2. Dấu hiệu bệnh lý bên ngoài của cá Hồng mỹ (*S. ocellatus*) bị nhiễm *V. alginolyticus* qua nguồn nước. (A) màu sắc cơ thể nhợt nhạt, vây xơ và rách; (B) bên trong cơ thể nội quan xuất huyết, gan nhợt nhạt, thận sưng to và xuất huyết có màu đỏ thẫm.



Hình 3. Tỷ lệ chết tích lũy của cá Hồng mỹ ở thí nghiệm lây truyền qua nguồn nước. Các chữ cái a, b, c thể hiện sự sai khác thống kê (One-way ANOVA, Tukey's HSD, $p < 0,05$)

Bảng 1. Biến động mật độ *Vibrio* tổng số và *V. alginolyticus* ở các thí nghiệm lây truyền khi cá tiếp xúc với vi khuẩn trong nguồn nước theo thời gian

Ngày	<i>Vibrio</i> tổng số (CFU/mL)		<i>V. alginolyticus</i> (CFU/mL)	
	Thí nghiệm 1	Đối chứng 1	Thí nghiệm 1	Đối chứng 1
0	$<10^2$	$<10^2$	0	0
1	$2 \pm 1,5 \times 10^{3a}$	$2 \pm 0,5 \times 10^{3ab}$	$1 \pm 0,3 \times 10^{3a}$	0
3	$3 \pm 0,5 \times 10^{5b}$	$3 \pm 1,7 \times 10^{3b}$	$8 \pm 3,5 \times 10^{4b}$	0
7	$2 \pm 0,5 \times 10^{6c}$	$5 \pm 1,3 \times 10^{3b}$	$5 \pm 1,6 \times 10^{5c}$	0
10	$8 \pm 2,5 \times 10^{5b}$	$1 \pm 0,5 \times 10^{3a}$	$5 \pm 3,1 \times 10^{4b}$	0
14	$5 \pm 1,5 \times 10^{5b}$	$1 \pm 0,5 \times 10^{3a}$	$3 \pm 0,5 \times 10^{4b}$	0

Các giá trị trong cùng một cột mang các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) theo phép kiểm One-way ANOVA sau khi \log_{10} -biến đổi dữ liệu CFU, so sánh hậu nghiệm Tukey's HSD

Bảng 2. Biến động mật độ *Vibrio* tổng số và *V. alginolyticus* ở các nghiệm thức lây truyền khi cá khỏe sống chung nguồn nước với cá nhiễm khuẩn nhưng không có sự tiếp xúc trực tiếp giữa hai nhóm cá theo thời gian

Ngày	<i>Vibrio</i> tổng số (CFU/mL)		<i>V. alginolyticus</i> (CFU/mL)	
	Thí nghiệm 2	Đối chứng 2	Thí nghiệm 2	Đối chứng 2
0	<10 ²	<10 ²	0	0
1	1 ± 1,5 × 10 ^{3a}	1 ± 0,5 × 10 ^{3a}	1 ± 0,3 × 10 ^{3a}	0
3	1 ± 0,5 × 10 ^{5b}	2 ± 1,5 × 10 ^{3a}	1 ± 0,5 × 10 ^{4b}	0
7	2 ± 0,5 × 10 ^{6c}	3 ± 1,5 × 10 ^{3a}	2 ± 1,6 × 10 ^{5c}	0
10	6 ± 2,8 × 10 ^{5b}	1 ± 0,5 × 10 ^{3a}	3 ± 1,1 × 10 ^{4b}	0
14	4 ± 1,7 × 10 ^{5b}	1 ± 0,5 × 10 ^{3a}	1 ± 0,5 × 10 ^{4b}	0

Các giá trị trong cùng một cột mang các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) theo phép kiểm One-way ANOVA sau khi log₁₀-biến đổi dữ liệu CFU, so sánh hậu nghiệm Tukey's HSD

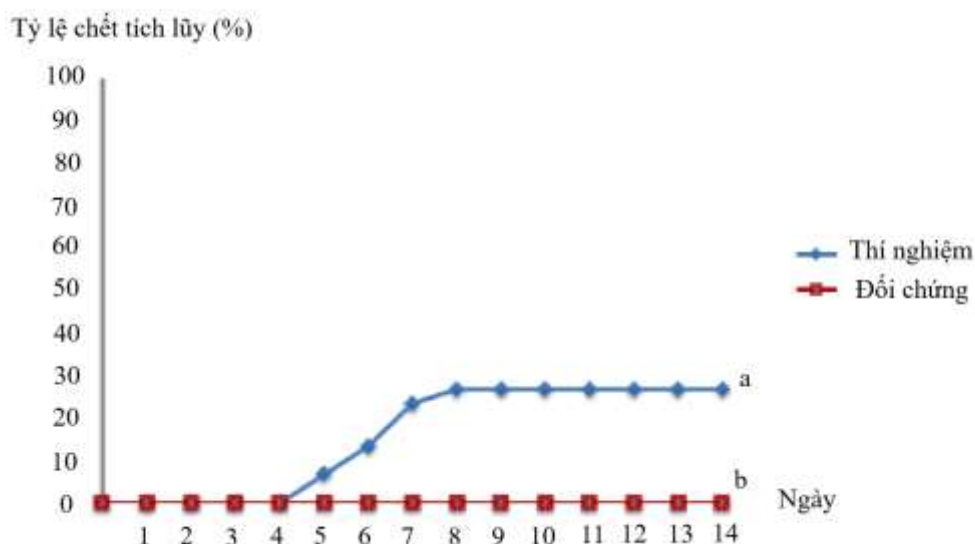
Hiện tượng *V. alginolyticus* duy trì mật độ cao trong môi trường nước trong nhiều ngày cũng đã được ghi nhận trong nghiên cứu của Zhang và cs. (2021), vi khuẩn có khả năng sinh trưởng và tồn tại nhiều ngày trong nước biển giàu chất hữu cơ. Trong nghiên cứu này, ở nghiệm thức cá được gây nhiễm bằng phương pháp ngâm, do cá tiếp xúc trực tiếp với vi khuẩn có trong môi trường nước với mật độ cao, dẫn tới tăng khả năng nhiễm khuẩn. Ngược lại, ở nghiệm thức NT2 (lây truyền do mầm bệnh phát tán từ cá nhiễm khuẩn), mặc dù vi khuẩn vẫn hiện diện trong môi trường nhưng do không có sự tiếp xúc trực tiếp giữa hai nhóm cá nên áp lực mầm bệnh không cao, dẫn đến tỷ lệ chết thấp hơn so với khả năng lây truyền do cá tiếp xúc trực tiếp với mầm bệnh vi khuẩn trong nước.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự lây truyền *V. alginolyticus* qua môi trường nước là một con đường lây truyền bệnh có thể xảy ra trong hệ thống nuôi. Cơ chế lây truyền có thể liên quan đến việc mầm bệnh

phát tán từ cá nhiễm khuẩn thông qua chất bài tiết hoặc dịch nhầy, sau đó theo dòng nước xâm nhập vào cá khỏe mạnh qua mang và da. Các nghiên cứu trước đây cũng ghi nhận hiện tượng tương tự trên nhiều loài cá khác (Hao và cs., 2023). Ngoài ra, theo Zhang và cs. (2021), *V. alginolyticus* có khả năng sống tự do trong nước biển và bám dính lên các hạt hữu cơ lơ lửng, qua đó làm tăng khả năng tồn tại và lây truyền trong môi trường nước.

3.2. Khả năng lây truyền qua thức ăn

Ở thí nghiệm lây truyền qua thức ăn, cá bắt đầu giảm bắt mồi ở ngày thứ 4 và xuất hiện cá chết ở ngày thứ 5. Tỷ lệ chết tích lũy trung bình đạt $26,67 \pm 5,7\%$, trong khi đó không ghi nhận hiện tượng cá chết ở nhóm đối chứng (Hình 4). Kết quả tái phân lập vi khuẩn ghi nhận *V. alginolyticus* hiện diện trong toàn bộ mẫu bệnh phẩm (tỷ lệ 100%). Điều này cho thấy mối liên quan trực tiếp giữa tác nhân gây bệnh và các biểu hiện bệnh lý quan sát được.



Hình 4. Tỷ lệ chết tích lũy của cá Hồng mỹ ở thí nghiệm lây truyền qua thức ăn. Các chữ cái a, b thể hiện sự sai khác thống kê (One-way ANOVA, Tukey's HSD, $p < 0,05$)

Phân tích mẫu nước cho thấy mật độ *Vibrio* tổng số trong các bể cá sử dụng thức ăn nhiễm vi khuẩn tăng từ 2×10^3 lên 8×10^4 CFU/mL trong 7 ngày đầu, sau đó ghi nhận giá trị dao động trong khoảng tương đương tại các thời điểm lấy mẫu tiếp theo (Bảng 3). Trên môi trường HiCrome™ *Vibrio* Agar, *V. alginolyticus* chiếm khoảng 85 - 90% tổng số *Vibrio* được phân lập, với mật độ đạt cực đại vào ngày thứ bảy (8×10^3 CFU/mL). Ngược lại, ở các bể đối chứng mật độ *Vibrio* tổng số dao động trong khoảng 10^2 - (5×10^3) CFU/mL và không phát hiện sự hiện diện của *V. alginolyticus*.

Sự lây truyền mầm bệnh qua thức ăn có thể xảy ra trong thực tiễn khi cá ăn phải thức ăn bị nhiễm khuẩn hoặc thông qua hành vi cá khòe ăn xác cá bệnh (Manchanayake và cs., 2022). Tuy nhiên, mức độ cảm nhiễm phụ thuộc vào mật độ vi

khẩn trong thức ăn và tần suất tiếp xúc. Các nghiên cứu của Chen và cs. (2024) và Norfolk và cs. (2023) cho thấy *V. alginolyticus* lây truyền qua đường tiêu hóa chỉ gây bệnh cho vật chủ khi vi khuẩn vượt qua được hàng rào ruột thông qua hoạt động của các enzyme ngoại bào như caseinase, lipase và phospholipase, hoặc khi cá bị tổn thương niêm mạc ruột do các yếu tố bất lợi của môi trường nuôi. Điều này có thể lý giải vì sao con đường lây truyền qua thức ăn có nguy cơ thấp hơn so với lây truyền qua nguồn nước hoặc tiếp xúc trực tiếp với vi khuẩn. Mặc dù vậy, kết quả nghiên cứu này vẫn có ý nghĩa thực tiễn trong sản xuất, đặc biệt trong trường hợp thức ăn hoặc nguyên liệu bị nhiễm khuẩn trong quá trình bảo quản, chế biến hoặc trong các hệ thống nuôi điều kiện vệ sinh kém (Manchanayake và cs., 2022).

Bảng 3. Biến động mật độ *Vibrio* tổng số và *V. alginolyticus* ở các nghiệm thức lây truyền qua thức ăn theo thời gian

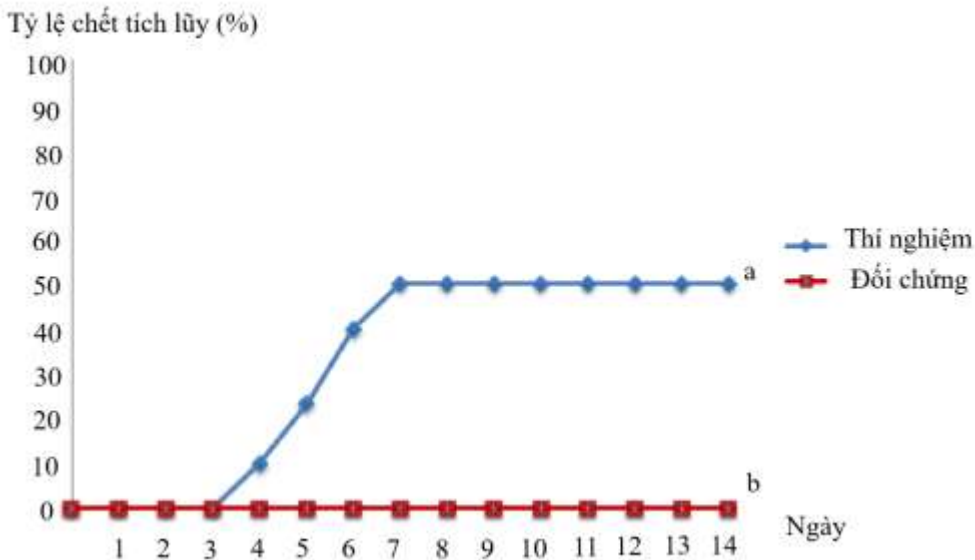
Ngày	<i>Vibrio</i> tổng số (CFU/mL)		<i>V. alginolyticus</i> (CFU/mL)	
	Thí nghiệm	Đối chứng	Thí nghiệm	Đối chứng
0	<10 ²	<10 ²	0	0
1	2 ± 0,5 × 10 ^{3a}	2 ± 0,3 × 10 ^{3a}	<10 ²	0
3	3 ± 1,5 × 10 ^{3a}	3 ± 1,2 × 10 ^{3a}	2 ± 1,7 × 10 ^{3b}	0
7	8 ± 2,6 × 10 ^{4b}	5 ± 1,5 × 10 ^{3a}	6 ± 2,3 × 10 ^{3b}	0
10	5 ± 1,7 × 10 ^{4b}	1 ± 0,3 × 10 ^{3a}	3 ± 2,7 × 10 ^{3b}	0
14	2 ± 0,5 × 10 ^{4b}	1 ± 0,2 × 10 ^{3a}	<10 ²	0

Các giá trị trong cùng một cột mang các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) theo phép kiểm One-way ANOVA sau khi log₁₀-biến đổi dữ liệu CFU, so sánh hậu nghiệm Tukey's HSD

3.3. Khả năng lây truyền qua tiếp xúc trực tiếp giữa cá khỏe mạnh và cá nhiễm khuẩn

Trong thí nghiệm tiếp xúc trực tiếp giữa cá khỏe mạnh với cá nhiễm khuẩn, cá bắt đầu xuất hiện các dấu hiệu bệnh lý ở ngày thứ 4, bao gồm giảm ăn, bơi chậm và

nổi lên mặt nước, tỷ lệ chết tích lũy trung bình đạt 50 ± 10% (Hình 5). Không ghi nhận hiện tượng cá chết ở các nghiệm thức đối chứng. Vi khuẩn *V. alginolyticus* được tái phân lập từ toàn bộ mẫu cá bệnh phẩm, xác nhận sự lây truyền từ cá nhiễm khuẩn sang cá khỏe mạnh khi có sự tiếp xúc trực tiếp giữa hai nhóm cá.



Hình 5. Tỷ lệ chết tích lũy của cá ở thí nghiệm lây truyền qua tiếp xúc trực tiếp giữa cá nhiễm khuẩn và cá khỏe mạnh. Các chữ cái a, b thể hiện sự sai khác thống kê (One-way ANOVA, Tukey's HSD, $p < 0,05$)

Mật độ *Vibrio* tổng số trong các bể nuôi cá khỏe mạnh sống chung với cá được tiêm vi khuẩn bắt đầu tăng ở ngày thứ 3 và đạt cực đại (5×10^5 CFU/mL) vào ngày thứ 7, sau đó duy trì ở mức tương đối ổn định vào ngày 10 và 14. Tương tự, mật độ *V.*

alginolyticus trong nước bắt đầu tăng sau 1 ngày bố trí thí nghiệm và đạt giá trị cao nhất (6×10^4 CFU/mL) vào ngày thứ 7, chiếm khoảng 80 - 90% tổng số *Vibrio* được phân lập (Bảng 4). Ngược lại, trong các bể đối chứng, mật độ *Vibrio* tổng số duy trì ở mức

thấp, $10^2 - (4 \times 10^3)$ CFU/mL và không phát hiện sự hiện diện của *V. alginolyticus* trong thời gian thí nghiệm.

Trong các quần đàn cá biển nuôi với mật độ cao, việc tiếp xúc trực tiếp giữa các cá thể được xem là một trong những con đường lây truyền bệnh quan trọng của *Vibrio* spp., đặc biệt khi cá có tổn

thương cơ học hoặc điều kiện môi trường nuôi không thuận lợi. Bên cạnh đó, sự kết hợp giữa tiếp xúc trực tiếp và phát tán vi khuẩn qua môi trường nước có thể làm gia tăng nguy cơ lây truyền bệnh theo dây chuyền, nhất là trong các hệ thống nuôi tuần hoàn hoặc nuôi lồng trên biển sử dụng chung nguồn nước (Abdelsalam và cs., 2024; Sun và cs., 2022; Sun và cs., 2024).

Bảng 4. Biến động mật độ vi khuẩn *Vibrio* tổng số và *V. alginolyticus* ở các nghiệm thức lây truyền do cá khỏe mạnh tiếp xúc trực tiếp với cá nhiễm khuẩn theo thời gian

Ngày	<i>Vibrio</i> tổng số (CFU/mL)		<i>V. alginolyticus</i> (CFU/mL)	
	Thí nghiệm	Đối chứng	Thí nghiệm	Đối chứng
0	$<10^2$	$<10^2$	0	0
1	$2 \pm 0,2 \times 10^{3a}$	$2 \pm 0,3 \times 10^{3a}$	$<10^2$	0
3	$3 \pm 0,6 \times 10^{4b}$	$2 \pm 0,4 \times 10^{3a}$	$3 \pm 1,5 \times 10^{3a}$	0
7	$5 \pm 1,8 \times 10^{5c}$	$4 \pm 1,8 \times 10^{3a}$	$6 \pm 2,3 \times 10^{4a}$	0
10	$5 \pm 2,4 \times 10^{5c}$	$2 \pm 0,7 \times 10^{3a}$	$3 \pm 1,3 \times 10^{4a}$	0
14	$3 \pm 1,2 \times 10^{5c}$	$2 \pm 0,3 \times 10^{3a}$	$<10^2$	0

Các giá trị trong cùng một cột mang các chữ cái khác nhau biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) theo phép kiểm One-way ANOVA sau khi \log_{10} -biến đổi dữ liệu CFU, so sánh hậu nghiệm Tukey's HSD

Kết quả nghiên cứu cũng phù hợp với nhận định của Chen và cs. (2024) và Manchanayake và cs. (2022), các loài vi khuẩn thuộc chi *Vibrio* có khả năng duy trì mật độ tương đối cao trong môi trường nước nhờ các cơ chế như bám dính lên bề mặt và hình thành màng sinh học (biofilm). Đặc biệt, một số nghiên cứu đã ghi nhận *Vibrio* spp. có thể tồn tại kéo dài trong môi trường nước bằng cách chuyển sang trạng thái tế bào khả thi nhưng không thể nuôi cấy được (Viable But Non-Culturable, VBNC) (Wong và cs., 2004). Ở trạng thái này, vi khuẩn vẫn duy trì hoạt tính sinh học nhưng không phát triển trên các môi trường nuôi cấy nhân tạo thông thường, qua đó giúp chúng sống sót trong các điều kiện bất lợi và có khả năng phục hồi khi điều kiện môi trường trở nên thuận lợi hơn (Wong và cs., 2004). Cơ chế này góp phần lý giải nguy cơ tồn lưu mầm bệnh trong hệ thống nuôi và khả năng tái phát bệnh ngay cả khi không phát hiện cá nhiễm bệnh rõ ràng cũng như sau khi đã can thiệp các giải pháp trị bệnh (Zang và cs., 2021).

Trên cơ sở đó, việc quản lý chặt chẽ chất lượng môi trường nước, thức ăn và điều

chỉnh mật độ thả nuôi hợp lý được xem là những biện pháp then chốt nhằm hạn chế sự lây truyền và phát sinh dịch bệnh do *V. alginolyticus* trong nuôi cá Hồng mỹ.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu này cho thấy *V. alginolyticus* có thể lây truyền bệnh cho cá Hồng mỹ thông qua nhiều con đường nhưng chủ yếu là lây truyền qua nguồn nước và tiếp xúc trực tiếp, trong khi con đường lây truyền bệnh qua thức ăn có vai trò thứ yếu. Điều này phản ánh đúng đặc tính sinh thái của *V. alginolyticus* là loài vi khuẩn ưa mặn, có khả năng sinh trưởng ngoài ký chủ và dễ phát tán trong môi trường nuôi biển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Đặng Thanh Long, Nguyễn Thái Hoàng, Hoàng Thị Kim Hồng, Lê Lý Thùy Trâm, Phạm Thị Hải Yến và Huỳnh Văn Chương. (2019). Phân lập và tạo dòng gen *Thermolabile hemolysin* của vi khuẩn *Vibrio* từ cá Hồng mỹ *Sciaenops ocellatus* ở Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học tự nhiên*, 128, 5-14. DOI: <https://doi.org/10.26459/hueuni-jns.v128i1E.5373>

- Hoàng Tấn Quang, Phạm Thị Diễm Thi, Trần Thúy Lan, Phạm Thị Hải Yến, Trần Quang Khánh Vân và Nguyễn Duy Quỳnh Trâm. (2020). Phát triển chỉ thị phân tử Scar 67 nhận diện loài *Vibrio vulnificus* gây bệnh lở loét trên cá nuôi tại tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Khoa học tự nhiên*, 129, 99-108. DOI: <https://doi.org/10.26459/hueuni-jns.v129i1C.5780>
- Nguyễn Nam Quang, Nguyễn Thị Huệ Linh, Nguyễn Đức Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Xuân Hồng, Trương Thị Hoa và Nguyễn Ngọc Phước. (2025). Nghiên cứu khả năng kháng kháng sinh của vi khuẩn *Vibrio* phân lập từ cá biển nuôi lồng bị bệnh xuất huyết tại vùng ven biển thành phố Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 134(38): 23-37. DOI: <https://doi.org/10.26459/hueunijard.v134i3B.7743>
- Quyết định số 1644/QĐ-TTg ngày 04/10/2021 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*. Link: <https://vanban.chinhphu.vn/default.aspx?pa geid=27160&docid=204234>
- 2. Tài liệu tiếng nước ngoài**
- Abdelsalam, M., Attia, M.M., Marzouk, M.S., Korany, R.M.S., Elgendy, M.Y., Soliman, A.W., Prince, A. & Hamada, A.H. (2024). Investigating dynamics, etiology, pathology, and therapeutic interventions of *Caligus clemensi* and *Vibrio alginolyticus* co-infection in farmed marine fish. *Scientific Reports*, 14(1), 20704. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70528-x>
- Ackerly, K.L., Roark, K.J., & Nielsen, K.M. (2023). Short-term salinity stress during early development impacts the growth and survival of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Estuaries and Coasts*, 46(2), 541–550. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12237-022-01124-3>
- Chen, T., Zhou, X., Feng, R., Shi, S., Chen, X., Wei, B., Hu, Z. & Peng, T. (2024). Novel function of single-target regulator NorR involved in swarming motility and biofilm formation revealed in *Vibrio alginolyticus*. *BMC Biology*, 22(1), 253. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12915-024-02057-y>
- Feng, R., Chen, Y., Chen, T., Hu, Z., & Peng, T. (2024). DUF1127-containing protein and ProQ had opposite effects on biofilm formation in *Vibrio alginolyticus*. *BMC Microbiology*, 24 (1), 330. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12866-024-03486-z>
- Hao, Y., Zhao, Y., Zhang, Y., Yang, J., Li, R. & Sun, Y. (2023). Population response of intestinal microbiota to acute *Vibrio alginolyticus* infection in half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). *Frontiers in Microbiology*, 14, 1178575. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1178575>
- Linh, N.Q., Yen, P.T.H. & Tram, N.D.Q. (2022). Isolation and determination of *Vibrio* spp. pathogen from *Sciaenops ocellatus* suffering from hemorrhagic disease under cage culture in Vietnam. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 10(2), 405-415. DOI: [https://doi.org/10.18006/2022.10\(2\).405.415](https://doi.org/10.18006/2022.10(2).405.415)
- Manchanayake, T., Salleh, A., Amal, M.N.A., Yasin, I.S.M. & Zamri-Saad, M. (2022). Pathology and pathogenesis of *Vibrio* infection in fish: A review. *Aquaculture Reports*, 28, 101459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101459>
- Norfolk, W.A., Shue, C., Henderson, W.M., Glinski, D.A. & Lipp, E.K. (2023). *Vibrio alginolyticus* growth kinetics and the metabolic effects of iron. *Microbiology Spectrum*, 11(6), e02680-23. DOI: <https://doi.org/10.1128/spectrum.02680-23>
- Phuoc, N.N., Linh, N.T.H., Crestani, C. & Zadoks, R.N. (2021). Effect of strain and environmental conditions on the virulence of *Streptococcus agalactiae* (Group B Streptococcus; GBS) in red tilapia (*Oreochromis* sp.). *Aquaculture*, 534, 736256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736256>
- Sun, H., Zhu, C., Fu, X., Khattak, S., Wang, J., Liu, Z., Kong, Q., Mou, H. & Secundo, F. (2022). Effects of intestinal microbiota on physiological metabolism and pathogenicity of *Vibrio*. *Frontiers in Microbiology*, 13, 947767. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.947767>
- Sun, Y., Yan, Y., Yan, S., Zhang, Y., Ji, Q. & Ji, D. (2024). Prevalence, antibiotic susceptibility, and genomic analysis of *Vibrio alginolyticus* isolated from seafood and freshwater products in China. *Frontiers in Microbiology*, 15,

1381457. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1381457>
- Wong, H.C., Wang, P. & Chen, S.Y. (2004). Resuscitation of viable but non-culturable *Vibrio parahaemolyticus* in a minimum salt medium. *FEMS Microbiology Letters*, 233(2), 269-275. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2004.tb09491.x>
- Zhang, N., Zhang, S., Ren, W., Gong, X., Long, H., Zhang, X., Cai, X., Huang, A. & Xie, Z. (2021). Roles of *rpoN* in biofilm formation of *Vibrio alginolyticus* HN08155 at different cell densities. *Microbiological Research*, 247, 126728. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126728>
- Zhao, Y., Luo, S., Qiao, Z., Zhou, Q., Fan, J., Lu, J. & Chen, J. (2023). A novel method for sensitive detection of *Vibrio alginolyticus* based on aptamer and hybridization chain reaction in aquaculture. *Fishes*, 8(10), 477. DOI: <https://doi.org/10.3390/fishes8100477>
- Yen, P.T.H., Linh, N.Q. & Tram, N.D.Q. (2021). The identification and determination of toxin genes of *Vibrio* strains causing hemorrhagic disease on red drum (*Sciaenops ocellatus*) using PCR. *AMB Express*, 11(1), 4. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-020-01161-w>