

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG CHẾ PHẨM VI SINH TRONG KIỂM SOÁT KHÍ ĐỘC VÀ *Vibrio spp.* TRONG NƯỚC NUÔI TÔM THẺ CHÂN TRẮNG *Penaeus vannamei* Ở XÃ BÌNH KHÁNH

Phạm Quỳnh Anh*, Nguyễn Thị Loan, Phạm Việt Khải, Nguyễn Thị Hồng Tú, Lâm Hoàng Lai,
Võ Minh Long, Nguyễn Bùi Anh Thu

Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

* Tác giả liên hệ Phạm Quỳnh Anh <phamquynhanh.pvc@gmail.com>

(Ngày nhận bài: 19-09-2025; Hoàn thành phản biện: 30-01-2026; Ngày chấp nhận đăng: 03-02-2026)

Tóm tắt. Nước nuôi bị ô nhiễm bởi chất hữu cơ, khí độc (NH_3 , H_2S , NO_2 ,...) sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến sinh trưởng tôm, từ đó giảm năng suất nuôi trồng. Chế phẩm sinh học là một trong những biện pháp để phòng chống và cải thiện chất lượng nước trong suốt quá trình nuôi tôm. Nghiên cứu này sử dụng chế phẩm vi sinh chứa các chủng *Bacillus spp.*, *Corynebacterium sp.* với mật độ 10^3 CFU/mL nước nuôi và thử nghiệm trên 2 điều kiện bể composite 1m^3 và ao đất lót bạt bờ 2.000m^2 . Trong suốt quá trình nuôi, các giá trị NH_3 , H_2S , NO_2 luôn ở dưới giới hạn cho phép, không làm tác động đến sức khỏe tôm. Tôm sau 84 ngày nuôi trên bể composite với mật độ 250 con/bể, có tỷ lệ sống đạt 86%, khối lượng tôm là 22,22 g/con là cao hơn bể không dùng chế phẩm. Khi nuôi trên ao đất lót bạt bờ, tôm PL15 được thả với mật độ 250.000 con/ 2.000m^2 . Tôm nuôi ở ao có sử dụng chế phẩm có tỷ lệ sống 80,8%, khối lượng 32,64 g/con, FCR bằng 1,25. Ngoài ra, mật độ *Vibrio spp.* trong nước ở bể composite và ao đất lót bạt bờ đều dưới 10^3 CFU/mL.

Từ khóa: chế phẩm vi sinh, tôm thẻ chân trắng, *Vibrio*

Evaluation of the effectiveness of probiotic preparations in controlling toxic gases and *Vibrio spp.* in the culture water of pacific white shrimp *Penaeus vannamei* in Binh Khanh commune

Pham Quynh Anh*, Nguyen Thi Loan, Pham Viet Khai, Nguyen Thi Hong Tu, Lam Hoang Lai,
Vo Minh Long, Nguyen Bui Anh Thu

Research and Development Center for Hitech Agriculture, Ho Chi Minh, Vietnam

* Correspondence to Pham Quynh Anh <phamquynhanh.pvc@gmail.com>

(Received: 19 September 2025; Revised: 30 January 2026; Accepted: 03 February 2026)

Abstract. Aquaculture water polluted by organic matter and toxic gases (NH_3 , H_2S , NO_2 , etc.) negatively affects shrimp growth, thereby reducing farming productivity. Probiotics are one of the measures used to prevent and improve water quality throughout the shrimp farming process. This study applied a probiotic preparations containing *Bacillus spp.* and *Corynebacterium variabile* strains isolated from shrimp pond sludge. The preparation was applied at a concentration of 10^3 CFU/ml of culture water and tested under two conditions: a 1m^3 composite tank and a $2,000\text{m}^2$ earthen pond

with plastic lining on the banks. During the culture period, the levels of NH_3 , H_2S , and NO_2 remained below permissible limits, thus not affecting shrimp health. After 84 days of culture in the composite tanks with a stocking density of 250 shrimp per tank, the survival rate reached 86%, the average shrimp weight was 22.22 g/individual, which was higher than the control tank without probiotics. In the lined earthen pond, PL15 shrimp were stocked at a density of 250,000 shrimp/2,000 m^2 . Shrimp cultured in ponds treated with the preparation achieved a survival rate of 80.8%, an average weight of 32.64 g/individual, and an FCR of 1.25. In addition, the density of *Vibrio* spp. in both the composite tanks and lined earthen ponds remained below 10^3 CFU/ml.

Keywords: microbial inoculants, pacific white shrimp, *Vibrio*

1 Mở đầu

Cần Giò, nay bao gồm các xã Bình Khánh, An Thới Đông, Cần Giò và Thạnh An, là một trong những trụ cột quan trọng về nông nghiệp và thủy sản của Thành phố Hồ Chí Minh, với sự chuyển đổi mạnh mẽ từ nuôi tôm sú sang nuôi tôm thẻ chân trắng [1]. Tuy nhiên, sự phát triển nhanh của ngành nuôi tôm đã kéo theo nhiều tác động tiêu cực đến môi trường như ô nhiễm nguồn nước, suy thoái đất và suy giảm hệ sinh thái ven biển. Một trong những nguyên nhân chính là nước thải từ các cơ sở nuôi tôm thường không được xử lý đúng cách [2]. Loại nước thải này chứa nhiều chất hữu cơ, dinh dưỡng (nitơ, phốt pho), khí độc (H_2S , NH_3 , NO_2 ...), đồng thời có thể lẫn kháng sinh và hóa chất, dẫn đến nguy cơ ô nhiễm nghiêm trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến hệ sinh vật thủy sinh ở khu vực lân cận [3-6].

Probiotics là các vi sinh vật có lợi, không gây hại cho vật nuôi, thường là vi khuẩn, vi khuẩn lam hoặc nấm. Chúng đóng vai trò quan trọng trong kiểm soát bệnh sinh học và phân hủy chất hữu cơ trong hệ sinh thái [7]. Các vi sinh vật này có khả năng tiết enzyme ngoại bào để phân cắt các liên kết hóa học trong hợp chất, tạo thành những phân tử nhỏ hơn, dễ hấp thu hơn [8]. Nhờ đó, các chất hữu cơ như phân tôm, thức ăn thừa, xác tảo... được chuyển hóa thành CO_2 , nitrat và phosphat, những chất dinh dưỡng cần thiết cho sự phát triển của vi tảo [8-9]. Ngoài ra, chế phẩm sinh học chứa probiotics còn có thể ức chế vi khuẩn gây hại, xử lý chất thải hữu cơ, khí độc

(NH_4^+ , H_2S , NO_2) trong nước và bùn ao nuôi, góp phần cải thiện môi trường và nâng cao hiệu quả kinh tế [10 - 13].

Trong nghiên cứu này, các chủng vi khuẩn *Bacillus* spp. và *Corynebacterium variabile* phân lập từ bùn thải ao nuôi tôm thuộc bộ sưu tập giống của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao. Chúng thể hiện các đặc tính quan trọng như: phân hủy chất hữu cơ, chuyển hóa nitrit, nitrat và sulfide, khả năng chịu mặn, đối kháng với *Vibrio*. Để đánh giá hiệu quả của các chủng này đối với môi trường nuôi tôm, một chế phẩm hỗn hợp đã được thử nghiệm trong hai điều kiện: bể composite và ao nuôi thực tế.

2 Phương pháp nghiên cứu

2.1 Chuẩn bị chế phẩm:

Chế phẩm được chuẩn bị theo quy trình sản xuất của Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao. Chế phẩm chứa các chủng *Bacillus* spp. gồm: *Bacillus pumilus* VC1 và VS1, *B. velezensis* VP9, *B. subtilis* S7, *B. aryabhatai* W5 và *Corynebacterium variabile* KT1. Chế phẩm là hỗn hợp 6 chủng có tỷ lệ 1:1:1:1:1:1 và trộn với 10% enzyme hỗn hợp (Protease: 75 U/g; Amylase: 600 U/g), mật độ tế bào là 10^8 CFU/g. Chế phẩm được sử dụng bằng cách hòa chế phẩm trong nước và tạt đều.

2.2 Chuẩn bị tôm giống

Chuẩn bị tôm giống: Tôm post 15 (công ty TNHH Thông Thuận, Lâm Đồng) được mua sau khi chuẩn bị nước nuôi. Tôm có màu sắc xám, xanh sáng, xám nâu, boi ngược dòng, không tụ vào giữa chậu khi dòng nước ngừng xoay. Tôm được thuần nhiệt độ, pH, độ mặn trong 30-60 phút trước khi thả vào bể. Mật độ thả: 250 con/m² trên bể composite và 250.000 con/ ao nuôi 2.000 m².

2.3 Đánh giá ảnh hưởng của chế phẩm đối với tôm nuôi trong bể composite

Địa điểm thực hiện: Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao

Chuẩn bị bể nuôi tôm: Bể composite 1 m³ đặt ở khu vực có mái che và lưới chống côn trùng. Bể được vệ sinh sạch, ngâm với chất khử trùng (30ppm Chlorine B) trong 1 ngày. Sau đó, nước ngâm được xả bỏ, vệ sinh và phơi khô. Nước ót (độ mặn 120-150‰) từ bể chứa được đưa vào bể chuẩn bị nước chứa nước ngọt. Nước nuôi trong bể chuẩn bị nước được điều chỉnh độ mặn ở 12-15‰, pH 7-8,5. Nước nuôi được cấp vào bể nuôi với thể tích bằng 2/3 bể đạt chiều cao từ 1-1,2m, khoảng 500-700L nước. Chế phẩm bổ sung vào nước nuôi 1 ngày trước khi thả tôm. Hệ thống sục khí đáy được vận hành liên tục từ khi cấp nước nuôi vào bể nuôi. Liều lượng sử dụng chế phẩm sao cho đạt mật độ 10³ CFU/ml nước nuôi.

Sử dụng chế phẩm: thí nghiệm bao gồm 02 nghiệm thức có sử dụng chế phẩm và không sử dụng chế phẩm. Mỗi nghiệm thức thực hiện trên 3 bể. Bể thử nghiệm có sử dụng chế phẩm (NT): Chế phẩm được sử dụng bằng cách hòa 1 g chế phẩm trong 500 ml nước và tạt đều bể. Liều lượng sử dụng 1 g/bể tương đương mật độ 10³ CFU/ml nước nuôi. Chế phẩm được sử dụng 2 ngày/lần, bổ sung sau khi thay nước và cho ăn. Bể đối chứng không sử dụng chế phẩm (ĐC).

Chăm sóc, theo dõi và ghi nhận số liệu: Hằng ngày, nước được thay mới 30% kết hợp xi phong đáy. Tôm được cho ăn 2 lần mỗi ngày trong tháng đầu tiên và 3 lần mỗi ngày ở giai đoạn tiếp theo. Trong 2 tuần đầu, tôm được cho ăn artemia thay dần với thức ăn dành cho tôm thẻ chân trắng Tiger -TT660 (Hãng Khoa kỹ sinh vật Thăng Long) (50g/đợt) và theo dõi khả năng ăn của tôm. Lượng thức ăn tôm tăng 2% khối lượng tôm tương đương 5-10g thức ăn mỗi lần thay đổi (thay đổi loại thức ăn Tiger -TT661 từ tuần thứ 2, thức ăn Tiger -TT663 từ tuần thứ 4 tương đương 30 ngày, thức ăn Tiger -TT666 sau 40 ngày nuôi). Các chỉ tiêu về yếu tố môi trường, tăng trưởng tôm được theo dõi định kỳ. Theo dõi trong 84 ngày nuôi khi tôm đạt khối lượng trung bình 20g/con tương đương 50 con/kg.

2.4 Đánh giá hiệu quả của chế phẩm trên ao nuôi với quy mô 2.000 m²

Chuẩn bị ao

Ao lắng: dùng để giảm chất rắn lơ lửng, phen, xử lý mầm bệnh. Nước được bơm từ mương cấp vào ao lắng, xử lý động vật phù du và để lắng 10-15 ngày. Phần nước nổi, trong được đưa sang ao lắng thứ 2 và tiếp tục để lắng. Ở ao này có thể xử lý nước bằng chất khử trùng. Thời gian xử lý 15 ngày. Mỗi đợt bơm, nước qua ống lọc có gắn túi lọc 02 lớp đến khi đạt độ sâu 1,5m.

Ao sẵn sàng: Nước được bơm từ ao lắng tinh qua ống lọc có gắn túi lọc 02 lớp đến khi đạt độ sâu 1,5m. Chạy quạt liên tục 24 giờ. Nước được điều chỉnh và duy trì các chỉ số chất lượng nước ở ao sẵn sàng có chất lượng phù hợp để cấp vào ao nuôi (Bảng 1).

Ao nuôi được lót bạt xung quanh bờ. Đáy ao được xử lý bằng cách phơi khô và rải vôi bột CaO với liều lượng 120 kg/2.000m², trước khi nuôi. Ao sử dụng trong quá trình thí nghiệm là 2.000 m². Mỗi ao bố trí 02 dàn quạt 10 – 12 cánh. Nước từ ao sẵn sàng được cấp vào ao từ 1,3 – 1,5 m, chế phẩm

được cấp vào mặt ao. Mò máy quạt nước trong vài giờ để chế phẩm phân bố đều khắp ao. Sau 3 ngày tiếp tục bổ sung chế phẩm theo các bước trên. Sau 1 ngày có thể tiến hành thả giống.

Bảng 1. Giá trị các thông số chất lượng nước ở ao sẵn sàng

Chi tiêu	Ngưỡng thích hợp
pH	8,0
Oxy hòa tan (DO, mg/L)	5,0 mg/L
Độ mặn (‰)	15‰
Độ kiềm (mg/L)	140 mg/L
Độ trong (cm)	25 cm
Màu nước	nâu nhạt

Chế phẩm được sử dụng trên ao nuôi tôm diện tích 2.000 m² ở xã Bình Khánh, Thành phố Hồ Chí Minh. Một ao sử dụng chế phẩm và một ao nuôi đối chứng không sử dụng chế phẩm, lặp lại 2 lần (thực hiện 2 vụ nuôi/ ao).

Mô hình nuôi: Ao đất lót bạt bờ nền đất.

Tôm được nuôi theo quy trình 1 giai đoạn (không dèo tôm trước 15 ngày trước khi thả xuống ao nuôi). Trong 40 ngày đầu, tôm được cho ăn theo chế độ, loại thức ăn như nuôi ở bể composite với hàm lượng ban đầu là 3 lần/ngày, 2kg thức ăn/lần. Giai đoạn sau tôm được cho ăn BLUESEA-115. Từ sau 60 ngày, tôm được cho ăn 4 lần/ngày. Thường xuyên kiểm tra khả năng bắt mồi và khối lượng tôm để tăng lượng thức ăn từ 5-10% mỗi đợt.

Chế phẩm được sử dụng định kỳ 3 ngày/lần. Nước ao được thay hằng ngày từ 10 - 30%, được điều chỉnh theo chất lượng nước. Theo dõi trong 105 ngày khi tôm có khối lượng trung bình từ 30g/con tương đương 30 con/kg.

2.5 Chi tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu môi trường

Nhiệt độ được đo hằng ngày bằng nhiệt kế, pH được đo hằng ngày bằng Test kit (Sera, Đức), mỗi ngày 2 lần, buổi sáng vào lúc 6 giờ và buổi chiều lúc 14 giờ. DO, độ kiềm, hàm lượng NH₃, hàm lượng NO₂⁻, hàm lượng H₂S, được đo sau mỗi 3 ngày vào buổi sáng lúc 7 giờ đối với bể composite, sau mỗi 5 ngày vào buổi sáng lúc 10 giờ đối với ao nuôi bằng Test O₂, Test KH, Test NH₄⁺/NH₃, Test NO₂⁻ thuộc hãng Sera, Đức, Testkit (Envikit, Việt Nam). Độ mặn được đo mỗi tuần một lần bằng khúc xạ kế. Mỗi tuần, thu mẫu nước theo TCVN 6663 – 13:2000 để theo dõi mật độ *Vibrio* spp. Mật độ *Vibrio* spp. (CFU/mL) được xác định bằng phương pháp đếm khuẩn lạc trên môi trường thạch chọn lọc Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose (TCBS) ở nhiệt độ 30°C trong 24 giờ [14].

Chỉ tiêu tăng trưởng [15]

Sinh trưởng khối lượng tuyệt đối (DWG):

$$DWG \text{ (g/ngày)} = (W_t - W_0)/t$$

Tốc độ sinh trưởng khối lượng tương đối (SGR_w):

$$SGR_w \text{ (%/ngày)} = 100 * (\ln W_t - \ln W_0)/t$$

Tốc độ tăng trưởng bình quân hàng tuần (AWG):

$$AWG \text{ (g/tuần)} = (W_t - W_0)/w_k$$

Sinh trưởng khối lượng tuyệt đối (DLG):

$$DLG \text{ (cm/ngày)} = (L_t - L_0)/t$$

Tốc độ sinh trưởng chiều dài tương đối (SGR_L):

$$SGR_L \text{ (%/ngày)} = 100 * (\ln L_t - \ln L_0)/t$$

trong đó, W_t: khối lượng của tôm tại thời điểm t; W₀: khối lượng của tôm tại thời điểm bắt đầu thí nghiệm; W₂: khối lượng của tôm tại thời điểm t; W₁: khối lượng của tôm tại thời điểm bắt đầu thí nghiệm; t: số ngày; w_k: số tuần.

Tỷ lệ sống của tôm

$$SR = 100 \cdot (N_t / N_0)$$

trong đó, N_t : là số tôm ở thời điểm t ; N_0 là số tôm ở thời điểm bắt đầu thí nghiệm.

Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR): $FCR = F_s / (M_f - M_i)$

trong đó, F_s : thức ăn cung cấp (g); M_i : tổng khối lượng tôm ban đầu (g); M_f : tổng khối lượng tôm cuối thí nghiệm (g).

Chiều dài tôm được đo bằng thước (có vạch chia chính xác đến 1 mm). Trọng lượng tôm được đo bằng cân điện tử (có sai số 0,01g)

Mẫu tôm được thu ngẫu nhiên 30 con/bể và 5 vị trí trên ao với số lượng 30 con/vị trí/ao. Giá trị SR và FCR thực tế là toàn bộ tôm sau thí nghiệm trên bể composite. Đối với ao, giá trị SR dựa trên mật độ tôm trung bình mỗi chai (10 chai ở 10 vị trí khác nhau) nhân với diện tích ao (2.000 m²) và FCR thực tế dựa trên tổng khối lượng tôm thu hoạch.

2.6 Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel 2016 và STATGRAPHICS Centurion XV.I để phân tích ANOVA, tính giá trị trung bình (mean), độ lệch chuẩn, hệ số biến thiên.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả ảnh hưởng của chế phẩm đối với tôm nuôi trong bể composite

Diễn biến các thông số chất lượng nước bể thí nghiệm

Trong thí nghiệm, nhiệt độ nước dao động với độ chênh lệch trong ngày là 2–6°C (giá trị không hiện thị) (Bảng 2). Mặc dù có thời điểm vượt quá ngưỡng tối ưu (<5°C/ngày) theo Boyd & Bartholomew, giá trị này vẫn nằm trong khoảng cho phép 26–32°C theo TCVN 13656:2023. Kết quả cho thấy, mặc dù nhiệt độ thay đổi làm tăng trưởng không ổn định, nhưng nhiệt độ ở các bể vẫn đảm bảo trong giới hạn để tôm sinh trưởng bình thường [17].

Bảng 2. Các yếu tố môi trường nước trong nuôi tôm thẻ chân trắng trên bể composite

Chỉ tiêu		Thí nghiệm			
		ĐC		NT	
		Khoảng dao động (Min-Max)	Trung bình ± độ lệch chuẩn (M ± SD)	Khoảng dao động (Min-Max)	Trung bình ± độ lệch chuẩn (M ± SD)
Nhiệt độ (°C)	6 giờ	25,0 - 28,8	26,58 ± 1,44 ^b	25,0 - 30,0	26,68 ± 1,47 ^b
	14 giờ	29,0 - 31,6	30,56 ± 0,73 ^a	29,0 - 31,6	30,38 ± 0,74 ^a
pH	6 giờ	7,0 - 8,1	7,84 ± 0,34 ^a	7,0 - 8,0	7,82 ± 0,38 ^a
	14 giờ	7,0 - 8,1	7,84 ± 0,34 ^a	7,0 - 8,0	7,82 ± 0,38 ^a
DO (mg/L)		4,0 - 6,0	4,28 ± 0,7 ^a	4,0 - 6,0	4,21 ± 0,62 ^a
kH (mg CaCO ₃ /L)		125,3 - 161,1	143,2 ± 15,13 ^a	125,3 - 161,1	142,58 ± 14,73 ^a
H ₂ S (mg/L)		0,0 - 0,2	0,067 ± 0,076 ^a	0,0 - 0,05	0,013 ± 0,018 ^b
NH ₃ (mg/L)		0,0 - 0,53	0,067 ± 0,11 ^a	0,0 - 0,03	0,007 ± 0,012 ^b
NO ₂ (mg/L)		0,0 - 4,0	1,88 ± 1,33 ^a	0,0 - 1,0	0,38 ± 0,42 ^b
Độ mặn (‰)		12-15	12-15	12-15	12-15

Ghi chú: Đối với các yếu tố nhiệt độ, pH thì các giá trị có cùng chữ cái trong cùng cột không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Đối với các yếu tố DO, kH, H₂S, NH₄⁺/NH₃, NO₂ thì các giá trị có cùng chữ cái trong cùng hàng không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Giá trị pH trung bình ổn định và không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức. Kết quả này phù hợp với ngưỡng thuận lợi là 7,3–7,9 được khuyến cáo, cũng như khoảng cho phép 7,5–8,5 (dao động trong ngày < 0,5) theo TCVN 13656:2023 [18-20]. pH trong bể nuôi ổn định nhờ việc chuẩn bị và thay nước bể nuôi thích hợp. Giá trị DO cao hơn 4 mg/L, phù hợp với kết quả của Boyd (1998), khi cho rằng DO dưới 1,5 mg/L có thể gây chết tôm, và chỉ rõ vai trò của quá trình sục khí liên tục trong việc đảm bảo nhu cầu oxy của tôm, đặc biệt khi tôm lột xác. Độ kiềm ở 2 nghiệm thức đều nằm trong khoảng 60–180 mg/L theo TCVN 13656:2023 và nằm trong giới hạn thích hợp cho tăng trưởng của tôm thẻ [22]. Hàm lượng H₂S ở bể đối chứng đạt 0,067 mg/L, cao hơn mức khuyến cáo < 0,05 mg/L [19; TCVN 13656:2023]. Ngược lại, bể có chế phẩm chỉ còn 0,013 mg/L, nằm trong giới hạn an toàn. Kết quả này phù hợp với nhận định rằng nồng độ H₂S nên “không phát hiện” trong môi trường nuôi [19;21]. Kết quả cho thấy hiệu quả của việc bổ sung chế phẩm (có thể liên quan đến khả năng oxy hóa sulfide đã được ghi nhận ở một số chủng *B. subtilis* S7) vào quá trình nuôi giúp duy trì hàm lượng H₂S trong nước.

NO₂⁻ ở bể đối chứng đạt 1,88 mg/L, cao gấp 4 lần so với bể sử dụng chế phẩm. Theo Boyd (1998), nitrite sinh ra do vi khuẩn Nitrosomonas oxy hóa ammonia, và giá trị cao gây hại cho tôm. Như vậy, việc bổ sung chế phẩm (có chứa chủng *C. variabile* KT1) đã hỗ trợ chuyển hóa NO₂⁻ thành NO₃⁻, giúp ổn định môi trường [23]. Sau khi thu số liệu bằng test NH₄⁺/NH₃, các giá trị sẽ được so sánh với pH nước thời điểm đo và quy đổi sang giá trị NH₃ theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Hàm lượng NH₃ ở bể đối chứng 0,067 mg/L, cao gấp 9,5 lần so với bể có chế phẩm (0,007 mg/L). Hàm lượng NH₃ ở cả hai bể đều dưới ngưỡng an toàn < 0,1 mg/L theo TCVN 13656:2023, nhưng kết quả chứng minh hiệu quả chế phẩm trong kiểm soát NH₃. Kết quả này phù hợp với khuyến cáo

rằng NH₃ nên nhỏ hơn 2 mg/L cho giai đoạn ấu trùng và hậu ấu trùng [19; 21].

Biến động mật độ *Vibrio* spp. trong nước

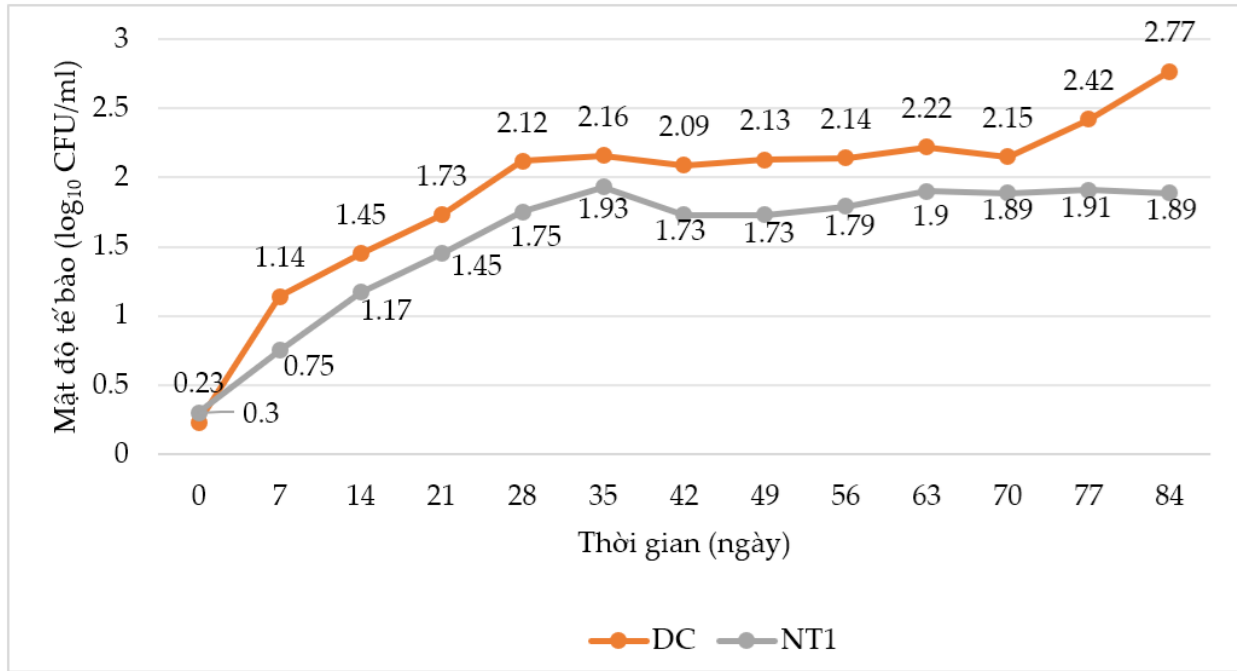
Trong quá trình nuôi tôm, *Vibrio* là vi khuẩn thường hiện diện và có thể trở thành tác nhân gây bệnh cơ hội khi tôm bị stress do môi trường hoặc dinh dưỡng kém [24]. Kết quả thí nghiệm thể hiện ở Hình 1 cho thấy mật độ *Vibrio* spp. tăng dần theo thời gian ở cả hai nghiệm thức, phù hợp với nhận định rằng mật độ *Vibrio* có xu hướng tăng theo sự phát triển của tôm [25]. Ở bể đối chứng, mật độ *Vibrio* spp. tăng liên tục, đạt cao nhất vào ngày 84 với 10^{2,77} CFU/mL, và luôn cao hơn bể sử dụng chế phẩm (trừ ngày 0). Trung bình mật độ *Vibrio* ở bể đối chứng cao hơn với bể có chế phẩm. Trong khi đó, ở bể sử dụng chế phẩm, mật độ *Vibrio* chỉ tăng đến ngày 28 rồi ổn định, cho thấy tác dụng ức chế của chế phẩm trong việc kiểm soát sự phát triển của *Vibrio*. Kết quả này cho thấy hiệu quả của chế phẩm trong việc hạn chế sự gia tăng của *Vibrio* spp., một tác nhân gây bệnh phổ biến trên tôm nuôi.

Tăng trưởng của tôm nuôi

Tôm giống PL15 ban đầu có chiều dài trung bình 1,23 cm/con và khối lượng 0,019 g/con. Sau 84 ngày nuôi, chiều dài tôm ở bể sử dụng chế phẩm và bể đối chứng là tương đương, mặc dù các thông số ở bể sử dụng chế phẩm cao hơn: 15,16 ± 0,34 cm, sinh trưởng tương đối theo chiều dài (SGR_L) đạt 2,99 ± 0,03 %/ngày, tăng trưởng bình quân theo chiều dài (DLG) 0,17 cm/ngày. Điều này cho thấy tăng trưởng chiều dài giữa hai nghiệm thức tương đồng ($p > 0,05$) (Bảng 3). Ngược lại, tăng trưởng khối lượng của tôm có sự khác biệt rõ rệt ($p < 0,05$) giữa các nghiệm thức: bể sử dụng chế phẩm đạt 22,22 ± 0,75 g/con, cao hơn so với đối chứng đạt 20,72 ± 1,01 g/con. Các chỉ số tăng trưởng khối lượng cũng vượt trội hơn: SGRW 8,41 ± 0,04 %/ngày, DWG 0,25 ± 0,01

g/ngày và AWG $1,72 \pm 0,08$ g/tuần, so với đối chứng lần lượt $8,32 \pm 0,06$ %/ngày, $0,25 \pm 0,01$ g/ngày và $1,72 \pm 0,08$ g/tuần. Kết quả tương đương với các nghiên cứu nuôi tôm trên hệ thống biofloc, hệ thống tuần hoàn và cao hơn so với hệ

thống sục khí cho thấy chế phẩm có tác động tích cực đến môi trường, từ đó tạo điều kiện phù hợp để tôm tăng trưởng khối lượng và chiều dài [5; 15; 26].



Hình 1. Mật độ *Vibrio* spp. trên bể composite trong 84 ngày nuôi

Bảng 3. Sinh trưởng của tôm thẻ chân trắng trên bể composite

Chỉ tiêu	Nghiệm thức		
	ĐC	NT	CV (%)
Khối lượng (g/con)	$20,72 \pm 1,01^b$	$22,22 \pm 0,75^a$	5,37
AWG (g/tuần)	$1,72 \pm 0,08^b$	$1,85 \pm 0,06^a$	5,06
DWG (g/ngày)	$0,25 \pm 0,01^b$	$0,26 \pm 0,01^a$	5,38
SGR _w (%/ngày)	$8,32 \pm 0,06^b$	$8,41 \pm 0,04^a$	0,77
Chiều dài (cm)	$14,66 \pm 0,5^a$	$15,16 \pm 0,34^a$	3,23
SGR _L (%/ngày)	$2,95 \pm 0,04^a$	$2,99 \pm 0,03^a$	1,3
DLG (cm/ngày)	$0,16 \pm 0,01^a$	$0,17 \pm 0,00^a$	3,52
SR (%)	$72,8 \pm 1,06^b$	$86 \pm 0,4^a$	9,15

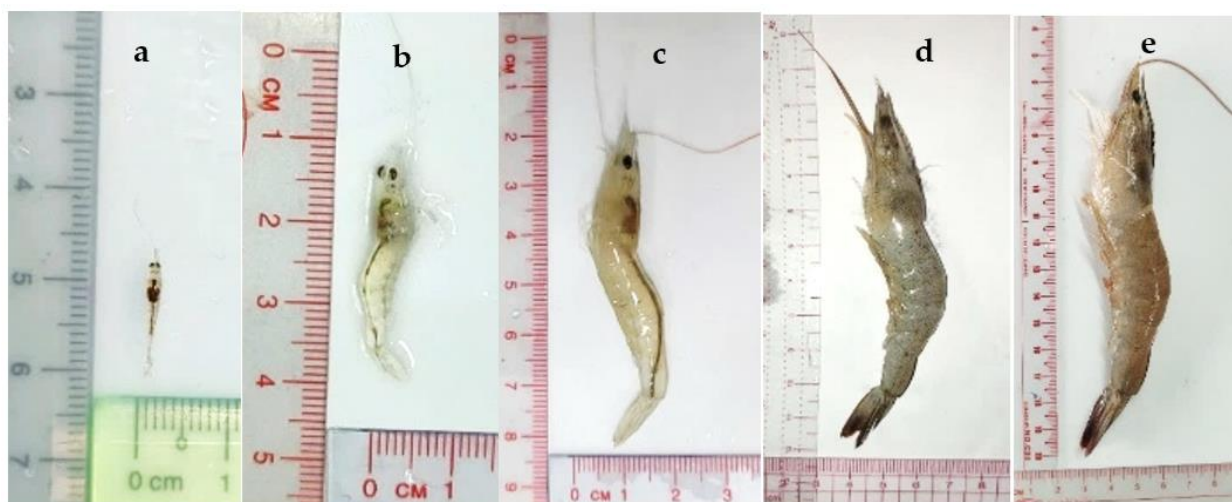
Ghi chú: các giá trị có cùng chữ cái trong cùng cột không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

(AWG: tốc độ sinh trưởng bình quân hàng tuần, DWG: tốc độ sinh trưởng khối lượng tuyệt đối, SGR_w: Tốc độ sinh trưởng khối lượng tương đối, SGR_L: tốc độ sinh trưởng chiều dài tương đối, DLG: tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối, SR: tỷ lệ sống)

Tỷ lệ sống

Tỷ lệ sống ở bể sử dụng chế phẩm đạt 86%, cao hơn với đối chứng 72,8%. Kết quả này tốt hơn so với nghiên cứu của Châu Tài Tào và cộng sự trên hệ thống Biofloc với tỷ lệ sống chỉ 63,6%. Sự khác biệt này liên quan đến chất lượng nước: bể đối chứng có NO_2^- , NH_3 , H_2S cao hơn. Theo Chen & Chin, nồng độ an toàn của NO_2^- đối với hậu ấu trùng tôm là 4,5 mg/L, trong khi Phạm Văn Tình khuyến cáo <1 mg/L. H_2S ở bể đối chứng đạt 0,067

mg/L, vượt ngưỡng an toàn theo Chanratchakol và cộng sự, TCVN 13656:2023 (<0,05 mg/L). Hàm lượng NH_3 mặc dù dưới ngưỡng 0,1 mg/L [29-30] nhưng ở bể đối chứng cao hơn đáng kể, có nguy cơ ảnh hưởng đến sức khỏe tôm. Như Watson và Boyd chỉ ra, độc tính NH_3 phụ thuộc tương tác với nhiệt độ, pH, độ mặn; trong nghiên cứu này, chế phẩm đã giúp ổn định các chỉ số này và cải thiện tỷ lệ sống [31, 32].



Hình 2. Hình ảnh tôm ở các giai đoạn nuôi trên bể composite: (a) tôm PL15, (b) tôm sau 14 ngày nuôi, (c) tôm sau 30 ngày nuôi, (d) tôm sau 60 ngày nuôi, (e) tôm sau 84 ngày nuôi

3.2 Hiệu quả của chế phẩm trên ao nuôi với quy mô 2.000 m²

Diễn biến các thông số chất lượng nước bể thí nghiệm

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy nhiệt độ nước ao buổi chiều cao hơn buổi sáng 1,55–3,89°C, dao động 29,9–33,4°C (6 giờ) và 33–35°C (14 giờ). Nhiệt độ này nằm trong giới hạn chịu đựng của tôm thẻ chân trắng (14–35°C), phù hợp cho sinh trưởng [33-35].

pH nước buổi chiều cao hơn buổi sáng nhưng vẫn trong khoảng 7,5–8,5 theo TCVN. Dao động trong ngày không quá 0,5 đơn vị trong ngày (số liệu không thể hiện), an toàn cho tôm, mặc dù pH cao có thể làm tăng độc tính NH_3 [36]. Hàm lượng oxy hòa tan (DO) trung bình buổi chiều đạt

ở ao đối chứng và ao sử dụng chế phẩm lần lượt là 6,78 mg/L và 6,8 mg/L nhờ quá trình quang hợp của tảo, nhưng có thể giảm vào ban đêm khi tôm và vi sinh vật hô hấp mạnh. Tuy vậy, giá trị DO vẫn trong ngưỡng tôm sinh trưởng được [37]. Độ kiềm trung bình ở ao đối chứng và ao sử dụng chế phẩm lần lượt là 134 mg CaCO_3/L và 136 mg CaCO_3/L , nằm trong khoảng thích hợp (100–150 mg CaCO_3/L) [22]. Hàm lượng H_2S ở ao đối chứng trung bình 0,07 mg/L, vượt mức cho phép, trong khi ao sử dụng chế phẩm thấp hơn, cho thấy vi sinh vật đã hỗ trợ chuyển hóa H_2S thành dạng ít độc [19].

NH_3 trung bình ở ao đối chứng đạt 0,29 mg/L, cao hơn ao sử dụng chế phẩm (0,04 mg/L) nhưng vẫn trong ngưỡng an toàn (<2 mg/L) [38-40]. Điều này chứng tỏ chế phẩm có tác dụng

giảm NH₃ nhờ phân giải hữu cơ và đồng hóa nito. NO₂⁻ trung bình ở ao đối chứng đạt 2,46 mg/L, cao hơn so với ao sử dụng chế phẩm đạt 1,72 mg/L, nhưng cả hai đều thấp hơn ngưỡng 10 mg/L [21] [23]. Độ mặn trung bình dao động 12,69–12,87‰, nằm trong khoảng tối ưu 10–15‰

cho sinh trưởng tôm [19]. Như vậy, việc bổ sung chế phẩm vi sinh trong ao nuôi đất lót bạt đã giúp kiểm soát hàm lượng H₂S, NH₃, NO₂⁻ ở mức thấp hơn đối chứng, duy trì chất lượng nước trong giới hạn thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của tôm thẻ chân trắng.

Bảng 4. Các yếu tố môi trường nước trong nuôi tôm thẻ chân trắng trên ao đất lót bạt bô

Chỉ tiêu		Nghiem thức			
		ĐC		CP	
		Khoảng dao động (Min-Max)	Trung bình ± độ lệch chuẩn (M ± SD)	Khoảng dao động (Min-Max)	Trung bình ± độ lệch chuẩn (M ± SD)
Nhiệt độ (°C)	6 giờ	29,9 – 33,4	31,79 ± 0,98 ^b	29,9 – 33,4	31,43 ± 0,94 ^b
	14 giờ	33,0 – 35,0	33,87 ± 0,65 ^a	33,0 – 35,0	33,79 ± 0,66 ^a
pH	6 giờ	7,7 – 8,4	8,17 ± 0,23 ^b	7,5 – 8,7	8,14 ± 0,18 ^b
	14 giờ	7,9 – 8,7	8,41 ± 0,2 ^a	7,9 – 8,9	8,38 ± 0,19 ^a
DO (mg/L)	6 giờ	4,0	4,0 ± 0,0 ^b	4,0	4,0 ± 0,0 ^b
	14 giờ	6,0 – 8,0	6,78 ± 0,99 ^a	6,0 - 8,0	6,89 ± 1,01 ^a
kH (mg CaCO ₃ /L)		89,5 – 161,1	134,75 ± 19,37 ^a	89,5 - 161,1	136,24 ± 18,79 ^a
H ₂ S (mg/L)		0,0 – 0,19	0,07 ± 0,07 ^a	0,0 – 0,1	0,019 ± 0,03 ^b
NH ₃ (mg/L)		0,03 – 0,75	0,29 ± 0,21 ^a	0,03 – 0,15	0,07 ± 0,04 ^b
NO ₂ ⁻ (mg/L)		0,5 – 4,5	2,46 ± 1,34 ^a	0,0 – 3,0	1,72 ± 0,81 ^b
Độ mặn (‰)		10,0 - 14,0	12,69 ± 1,35 ^a	10,0 - 14,0	12,87 ± 1,26 ^a

Ghi chú: Đối với các yếu tố nhiệt độ, pH thì các giá trị có cùng chữ cái trong cùng cột không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Đối với các yếu tố DO, kH, H₂S, NH₄⁺/NH₃, NO₂⁻ thì các giá trị có cùng chữ cái trong cùng hàng không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Biến động mật độ *Vibrio* spp. trong nước

Kết quả (Hình 3) cho thấy mật độ *Vibrio* spp. trong 56 ngày đầu không khác biệt giữa hai ao. Từ sau đó, mật độ *Vibrio* trong nước nuôi ở ao đối chứng tăng mạnh, đạt 10^{4,38} CFU/mL vào ngày 105, tiệm cận ngưỡng nguy cơ gây bệnh được ghi nhận trong một số nghiên cứu ($\geq 8,35 \times 10^4$ CFU/mL), làm giảm tỷ lệ sống của tôm [41-42]. Nguyên nhân có thể do chất thải và thức ăn dư thừa tích lũy. Ngược lại, ao sử dụng chế phẩm có mật độ *Vibrio* giảm dần về cuối vụ có thể do vi sinh vật trong chế phẩm cạnh tranh dinh dưỡng, tiết các hợp chất có tính kháng khuẩn gây ức chế

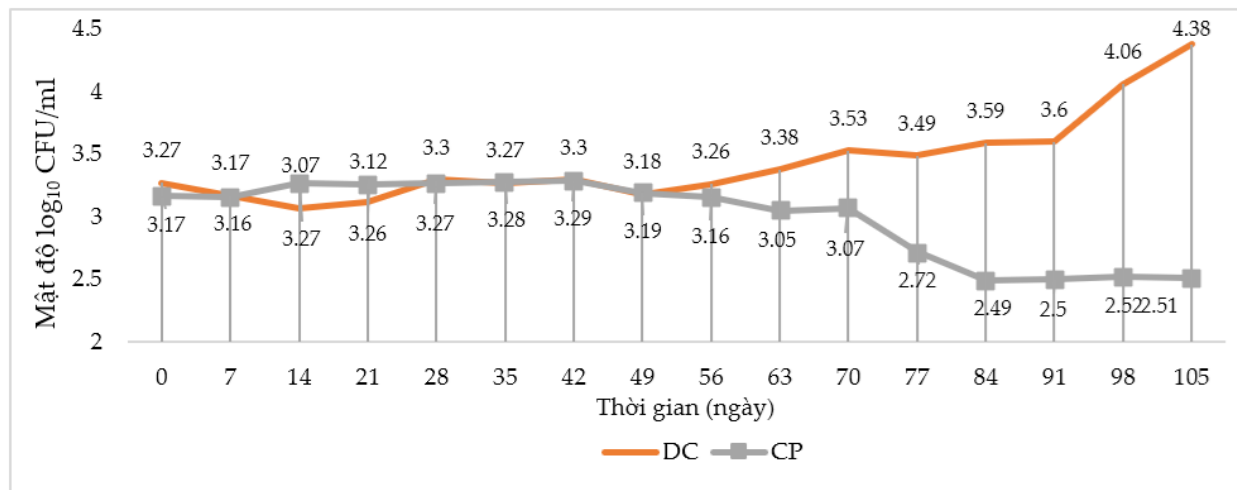
sự phát triển *Vibrio*. Trung bình mật độ *Vibrio* ở ao đối chứng cao hơn đáng kể so với ao có chế phẩm, sự khác biệt mang ý nghĩa thực tiễn hơn là ý nghĩa thống kê, cho thấy chế phẩm giúp kiểm soát *Vibrio* hiệu quả trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng.

Tăng trưởng của tôm nuôi

Kết quả cho thấy tôm PL15 ban đầu dài 1,23 cm/con. Sau 105 ngày, chiều dài tôm ở nghiệm thức có chế phẩm tăng cao hơn đối chứng, chứng tỏ chế phẩm có tác động tích cực đến tăng trưởng chiều dài (Bảng 5). Khối lượng ban đầu là 0,019 g/con; sau 105 ngày, tôm ở nghiệm thức có

chế phẩm đạt SGRW $7,09 \pm 0,02$ %/ngày, DWG $0,31 \pm 0,01$ g/ngày và AWG $2,17 \pm 0,05$ g/tuần, cao hơn so với đối chứng ($6,83 \pm 0,04$ %/ngày; $0,24 \pm 0,01$ g/ngày; $1,65 \pm 0,06$ g/tuần). Đồng thời các nghiên cứu trước đây thường kết thúc thí nghiệm với cỡ tôm cao nhất khoảng 60 con/kg [5, 43]. Trong khi đó, kích thước tôm thu hoạch ở ao đối chứng là 24,7 g/con, tương đương khoảng 36 con/kg, còn ở ao sử dụng chế phẩm là 32,64 g/con, tương đương khoảng 30 con/kg. CV về các CV chiều dài thấp (2-5%) cho thấy quần thể tôm phát triển khá đồng đều về kích cỡ khung (skeletal size), nhưng CV trọng lượng cao hơn phản ánh sự không đồng đều về chất lượng thịt và hiệu quả nuôi. Cùng với sự khác biệt này là thời gian theo dõi dài hơn, tôm sẽ chịu nhiều ảnh hưởng của môi trường nhưng giá trị tăng trưởng trong nghiên cứu cao hơn các nghiên cứu trước [5, 43]. Như vậy, chế phẩm sinh học giúp cải thiện rõ rệt tốc độ tăng trưởng về chiều dài và khối lượng của tôm.

Hệ số FCR ở ao sử dụng chế phẩm (1,25) tương đương với các nghiên cứu trước đây và thấp hơn đối chứng (1,37), cho thấy khả năng chuyển đổi thức ăn hiệu quả hơn [5, 43]. Tỷ lệ sống ở ao sử dụng chế phẩm đạt 80,8%, cao hơn đối chứng 58,4%. Nguyên nhân do ao đối chứng có hàm lượng H₂S (0,07 mg/L), NH₃ (0,29 mg/L), NO₂⁻ (2,46 mg/L) cao hơn, vượt ngưỡng an toàn, gây ức chế sinh trưởng, rối loạn sinh lý và tổn thương gan tụy ở tôm [27]. Trong khi đó, ao có chế phẩm duy trì các chỉ tiêu trong ngưỡng cho phép, nhờ vi sinh vật phân giải và chuyển hóa các hợp chất độc hại (H₂S, NH₃, NO₂⁻) ít độc, ổn định môi trường. Như vậy, so với ao đối chứng, ao sử dụng chế phẩm giúp tôm thẻ chân trắng tăng trưởng chiều dài và khối lượng tốt hơn, FCR thấp hơn, tỷ lệ sống cao hơn, đồng thời kiểm soát hiệu quả các yếu tố môi trường bất lợi.



Hình 3. Mật độ *Vibrio* spp. trên ao trong 105 ngày nuôi

Bảng 5. Sinh trưởng của tôm thẻ chân trắng trên ao đất lót bạt bờ

Chỉ tiêu	Nghiệm thức		
	ĐC	CP	CV (%)
Khối lượng (g/con)	$24,7 \pm 0,95^b$	$32,64 \pm 0,73^a$	14,86
AWG (g/tuần)	$1,65 \pm 0,06^b$	$2,17 \pm 0,05^a$	14,86
DWG (g/ngày)	$0,24 \pm 0,01^b$	$0,31 \pm 0,01^a$	14,86

Chỉ tiêu	Nghiệm thức		
	ĐC	CP	CV (%)
SGR _w (%/ngày)	6,83 ± 0,04 ^b	7,09 ± 0,02 ^a	2,05
Chiều dài (cm)	15,46 ± 0,26 ^b	16,06 ± 0,4 ^a	2,86
SGR _L (%/ngày)	15,79 ± 0,11 ^b	16,02 ± 0,16 ^a	1,11
DLG (cm/ngày)	0,136 ± 0,002 ^b	0,141 ± 0,004 ^a	3,09
Tỷ lệ sống (%)	58,4 ± 1,6 ^b	80,8 ± 2,8 ^a	17,8
FCR lý thuyết	1,27	0,85	
FCR thực tế	1,37	1,25	

Ghi chú: các giá trị có cùng chữ cái trong cùng cột không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

(AWG: tốc độ tăng trưởng bình quân hàng tuần, DWG: độ tăng trưởng khối lượng tuyệt đối, SGR_w: Tốc độ tăng trưởng khối lượng tương đối, SGR_L: tốc độ tăng trưởng chiều dài tương đối, DLG: tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối)

4 Kết luận

Chế phẩm sinh học được nghiên cứu chứa các chủng vi khuẩn *B. pumilus* VC1, *B. pumilus* VS1 và *B. velezensis* VP9, có khả năng tiết enzyme ngoại bào giúp phân hủy chất hữu cơ dư thừa trong môi trường nước nuôi (nguyên nhân chính gây ô nhiễm nước và phát sinh các khí độc như NH₃, NO₂⁻, H₂S). Đồng thời, các chủng *B. subtilis* S7, *B. aryabhatai* W5 và *C. variable* KT1 có khả năng oxy hóa H₂S, thực hiện quá trình nitrit hóa và nitrat hóa, góp phần giảm nồng độ NH₃ trong môi trường. Bên cạnh đó, các chủng vi sinh này còn ức chế sự phát triển của vi khuẩn *Vibrio* thông qua cạnh tranh dinh dưỡng và tiết các hợp chất ngoại bào có hoạt tính kháng khuẩn. Việc sử dụng chế phẩm giúp duy trì chất lượng nước trong giới hạn thích hợp cho sự phát triển của tôm, đồng thời hạn chế ô nhiễm và tích tụ khí độc trong ao nuôi. Kết quả thử nghiệm trên hai điều kiện nuôi, gồm bể composite thể tích 1 m³ và ao đất lót bạt bờ diện tích 2.000 m², cho thấy chế phẩm có hiệu quả rõ rệt trong kiểm soát các chỉ tiêu NH₃, H₂S, và NO₂⁻, luôn duy trì dưới ngưỡng cho phép và không gây ảnh hưởng đến sức khỏe tôm. Ngoài ra, mật độ *Vibrio* spp. trong nước tại cả hai mô hình đều được duy trì dưới 10³ CFU/mL, khẳng định hiệu quả của chế phẩm trong việc kiểm soát

vi khuẩn gây bệnh và cải thiện chất lượng môi trường nuôi tôm. Tăng trưởng tôm sau 84 ngày nuôi trên bể composite với mật độ 250 con/bể, có tỷ lệ sống đạt 86%, trọng lượng tôm là 22,22 g/con và cao hơn bể không dùng chế phẩm. Khi nuôi trên ao đất lót bạt bờ, tôm PL15 được thả với mật độ 250.000 con/2.000m², tôm nuôi ở ao có sử dụng chế phẩm có tỷ lệ sống 80,8%, trọng lượng 32,64 g/con, FCR bằng 1,25 và cao hơn ao không sử dụng chế phẩm. Kết quả này cho thấy chế phẩm có hiệu quả trong kiểm soát chất lượng nước, từ đó tạo môi trường thuận lợi cho tôm sinh trưởng và phát triển.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu được tài trợ bởi kinh phí Chương trình phát triển giống cây, con và nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao tại Thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 2021-2025: Xây dựng quy trình sản xuất chế phẩm xử lý ao nuôi tôm từ vi sinh vật và thử nghiệm chế phẩm trên ao nuôi quy mô 2000 m²

Tài liệu tham khảo

- Tu NV, Tien TV, Phang VV. Current situation, potential and challenges of shrimp culture in Can Gio district, Ho Chi Minh city. The Journal of agriculture and development. 2021;1:107-117

2. Van NTB. Nghiên cứu sự chuyển hóa vật chất hữu cơ trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) thâm canh [Luận án tiến sĩ]. Hồ Chí Minh: trường Đại học Nông Lâm, Thành phố Hồ Chí Minh; 2020.
3. Anh PT, Carolien K, Simon RB, Arthur PJM. Water pollution by intensive brackish shrimp farming in South-East Vietnam: causes and options for control. *Agricultural Water Management*. 2010;97:872-882.
4. Viet LQ, Phu TM, Hai TN. Evaluating supplementation of pumpkin (*Cucurbita pepo*) as a feed for white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *CTU Journal of science*. 2018; 54(9):88-96.
5. Ngan PTT, Hai VH, Ut VN, Giang HT. Effects of bacteria Bacillus CM3.1 on water quality and growth of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *CTU Journal of science*. 2022;58(4b):175-184.
6. Iber BT, Kasan NA. Recent advances in Shrimp aquaculture wastewater management. *Heliyon*. 2021;7(11).
7. Parker RB. Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Animal Nutrition Health*. 1974;29:4-8.
8. Córdova-Murueta JH, Garcí FL, Navarrete-del-Toro. Effect of stressors on shrimp digestive enzymes from assays of feces: an alternate method of evaluation. *Aquaculture*. 2004;233(1-4):439-449.
9. Rao AV. Bioremediation–The Advanced Biotechnology Process to Restore the Health of Aquaculture Pond Ecosystem. *The Practical, Asian Aquaculture*. 2010 1(4).
10. Cường TH. Nghiên cứu chế phẩm vi sinh trong cải thiện chất lượng nước ao nuôi tôm. *Tạp chí Khoa học Thủy sản*. 2011;12(3):45-52.
11. Ferreira MGP, Melo FP, Lima JPV, Andrade HA, Severi W, Correia ES. Bioremediation and biocontrol of commercial probiotic in marine shrimp culture with biofloc. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 2017;45(1):167-176.
12. Long NT. Ứng dụng chế phẩm vi sinh trong nuôi trồng thủy sản. Hà Nội: Nhà xuất bản Nông nghiệp; 2018.
13. Abdelsamad M, Ghonimy A. Microbial Applications in Aquaculture: Enhancing Growth and Environmental Sustainability. *Journal of Aquatic Sciences*. 2024;35(4):215-229.
14. Khanh HK, Nam PM, Nha VV, Tram VTN, Sang HM. Research on the selection of suitable Floc-forming biological products in white leg shrimp farming. *NTU Journal of fisheries science and technology*. 2023;4:3-11.
15. Phu TQ, Viet LQ. Effects of artificial seawater ratio on growth and survival rate of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*), *CTU Journal of science*. 2022;58(3):259-268.
16. Boyd CE, Bartholomew WG. Coastal Water Quality Monitoring in Shrimp Areas: An Example from Honduras. Report of the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work progress for Public Discussion; 2002.
17. Khoang TL, Nguyen NC, Phu TQ, Oanh DTH. Effect of temperatures on the susceptibility of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to *Vibrio parahaemolyticus*. *CTU Journal of science*. 2020;56:38-44.
18. Williams A, Davis D, Arnold C. Density-dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. *Journal of the World Aquaculture Society*. 1996;27:107-112.
19. Chanratchakool P, Turnbull JF, Funge-Smith SJ, Macrae IH and Limswan C. Health management in shrimp ponds. 2002.
20. Hương DTT, Tư NV. Một số vấn đề về sinh lý cá và giáp xác. Cần Thơ: Nhà xuất bản Trường Đại học Cần Thơ; 2010.
21. Boyd CE. Water quality for pond aquaculture: Research and Development Series. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. 1998;3:1-37.
22. Ebeling JM, Timmons MB and Bisogni JJ. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture in aquaculture production systems. *Aquaculture*. 2006;257:346-358.
23. Timmons MB, Ebeling JM, Wheaton FW, Summerfelt S, Vinci BJ. *Recirculating Aquaculture Systems*, Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY 14850, USA, NRAC Publication. 2002;01,002
24. Kurniawinata MI, Sukenda S, Wahjuningrum D, Widanarni W. Bacterial diversity and community composition in the gut and rearing water of Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* during an outbreak of white feces disease. *Aquaculture*. 2022;559: 738431.

25. Asmarany A, Jayanti S, Mahbubah NU. The abundance of *Vibrio* sp. bacteria on *Litopenaeus vannamei* grow out - pond in CV. Lautan Sumber Rejeki Banyuwangi. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022;1036(1):012096.
26. Tao CT, Toan PV, Nghi DH, Viet HV, An CM, Hai TN, et al. Rearing larvae of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by biofloc technology at different stocking density, CTU Journal of science. 2019;55(4):64-71.
27. Chen JC, Chin TS. Accute oxicty of nitrite to tiger praw, *Penaeus monodon*, larvae. Aquaculture. 1998;69:253-262.
28. Tinh PV. Kỹ thuật nuôi tôm sú chất lượng cao. Hà Nội: Nhà xuất bản Nông nghiệp; 2004.
29. Usui T, Nagao S, Yamamoto M, Suzuki K, Kudo I, Montani S, et al. Distribution and sources of organic matter in surficial sediments on the shelf and slope off Tokachi, western North Pacific, inferred from C and N stable isotopes and C/N ratios. Marine Chemistry. 2006;98:241-259.
30. Lekang OL. Aquaculture engineering. London (UK): Wiley Blackwell; 2013.
31. Watson C, Francis-Floyd R. Ammonia in Aquatic Systems. Aquaculture Pollution Bulletin. 2010;20(12):27-35.
32. Boyd CE. Ammonia Nitrogen dynamic in Aquaculture. Global Aquaculture Advocate. 2018;11:8-16.
33. Huong NK. Sổ tay kỹ thuật nuôi trồng thủy hải sản. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật Hà Nội; 2007.
34. Boyd CE, Bartholomew WG. Coastal Water Quality Monitoring in Shrimp Areas: An Example from Honduras. Report of the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work progress for Public Discussion; 2002.
35. Van KV, Ninh DT. Freshwater acclimation and grow-out stages of the acclimated white-leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultured in freshwater ponds during winter season in Hung Yen province. Viet Nam Journal agriculture science. 2019;01:38-46.
36. Son VN, Nguyen TT, Phuong NT. Comparison of technical and environment characteristics of White-leg shrimp and Tiger shrimp intensive systems in the Soc Trang province. CTU Journal of science. 2014;70-78.
37. Lin YC, Chen JC. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) juveniles at different salinity levels. Aquaculture. 2003;224:193-201.
38. Boyd CE. Water quality in pond for aquaculture. Birmingham (USA:)Birmingham Publishing Co; 1990.
39. Jenneman GE, McInerney MJ, Knapp RM. Effect of nitrate on biogenic sulfide production. Applied and Environmental Microbiology. 1986;51:1205-1211.
40. Whetstone JM, Treece GD, Browdy CL, Stokes AD. Opportunities and constraints in marine shrimp farming. Southern Regional Aquaculture Center Publication. 2002;2600:1-8.
41. Supono, Wardiyanto, Harpeni E, Khotimah AH, Ningtyas A. Identification of *Vibrio* sp. as cause of white feces diseases in white shrimp *Penaeus vannamei* and handling with herbal ingredients in East Lampung Regency, Indonesia. AACL Bioflux. 2019;12(2):417-425.
42. Idami Z, Nasution RA. The abundance of *Vibrio* sp. bacterial colony based on location of shrimp ponds cultivation at pidie district. Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biolog. 2020;5:121-134.
43. Tinh LH, Duyet LH, Nha VV. Effects of the use probiotics to efficiency of cultured white legshrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) in ponds on the sand by coastal water. NTU Journal of Fisheries science and Technology. 2020;4:94-104.