

**TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG, TĂNG TRƯỞNG VÀ TÍCH LŨY
DINH DƯỠNG CỦA MÔ HÌNH NUÔI GHÉP TÔM CHÂN TRẮNG
(*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) VÀ CÁ ĐİA (*Siganus guttatus* Bloch, 1787)**

Hoàng Nghĩa Mạnh*, Trần Thị Thu Suong, Phạm Thị Phương Lan

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

*Tác giả liên hệ: hoangnghiamanh@huaf.edu.vn

Nhận bài: 29/11/2025 Hoàn thành phần biệ: 30/12/2025 Chấp nhận bài: 10/01/2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đánh giá tác động của việc nuôi ghép tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) và cá đỉa (*Siganus guttatus*) lên môi trường nước, tăng trưởng và sự tích lũy nitơ và photpho. Tôm và cá giống (kích cỡ lần lượt $0,5 \pm 0,02$ g và $1,51 \pm 0,04$ g) được bố trí nuôi thử nghiệm trong 9 bể xi măng (dung tích 5 m³) ở sinh khối 260,0 g/bể với 3 nghiệm thức bao gồm: nuôi đơn tôm chân trắng (ĐT), nuôi ghép tôm chân trắng với cá đỉa (GTC) và nuôi đơn cá đỉa (ĐD), mỗi nghiệm thức được lặp lại ba lần. Sau 75 ngày thử nghiệm cho thấy, nuôi ghép làm giảm hàm lượng NH₃, NO₂-N và PO₄³⁻ trong nước. Mặt khác, tốc độ tăng trưởng của tôm ở nghiệm thức nuôi ghép được cải thiện rõ rệt so với nghiệm thức nuôi đơn ($p < 0,05$). Ngoài ra, nuôi ghép còn mang lại hiệu quả tích lũy nitơ và photpho tốt hơn so với hai nghiệm thức nuôi đơn ($p < 0,05$). Kết quả nghiên cứu này khẳng định tôm chân trắng có thể nuôi ghép với cá đỉa ở mật độ lần lượt 80 con/m³ và 8 con/m³ giúp cải thiện chất lượng nước, tăng trưởng và sự tích lũy dinh dưỡng, góp phần giảm thiểu ô nhiễm và phát triển nghề nuôi thủy sản bền vững.

Từ khóa: Nuôi ghép, Nuôi đơn, *Litopenaeus vannamei*, Tích lũy, *Siganus guttatus*

**ENVIRONMENTAL IMPACTS, GROWTH PERFORMANCE, AND
NUTRIENT ACCUMULATION IN A POLY CULTURE SYSTEM OF
WHITELEG SHRIMP (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) AND GOLDEN
RABBITFISH (*Siganus guttatus* Bloch, 1787)**

Hoang Nghia Manh*, Tran Thi Thu Suong, Pham Thi Phuong Lan

University of Agriculture and Forestry, Hue University

*Corresponding author: hoangnghiamanh@huaf.edu.vn

Received: 29/11/2025 Revised: 30/12/2025 Accepted: 10/01/2026

ABSTRACT

This study evaluated the impacts of a polyculture of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and golden rabbitfish (*Siganus guttatus*) on water quality, growth performance, and nitrogen and phosphorus retention. Shrimp and fish juveniles (0.50 ± 0.02 g and 1.51 ± 0.04 g, respectively) were stocked in nine concrete tanks (capacity of 5 m³) at a biomass of 260.0 g per tank. The experiment consisted of three treatments: whiteleg shrimp monoculture (ĐT), shrimp–rabbitfish polyculture (GTC), and rabbitfish monoculture (ĐD), each with three replicates. After 75 days, results showed that polyculture reduced NH₃, NO₂⁻, and PO₄³⁻ concentrations in cultured water. Moreover, the growth performance of whiteleg shrimp in the polyculture treatment was significantly improved compared to the shrimp monoculture ($p < 0.05$). In addition, polyculture enhanced nitrogen and phosphorus retention more effectively than the two monoculture treatments ($p < 0.05$). These findings confirm that whiteleg shrimp can be co-cultured with golden rabbitfish at stocking densities of 80 shrimp/m³ and 8 fish/m³, respectively, to improve water quality, growth, and nutrient retention, thereby contributing to pollution mitigation and promoting environmentally sustainable aquaculture.

Keywords: Polyculture, Monoculture, *Litopenaeus vannamei*, Retention, *Siganus guttatus*

1. MỞ ĐẦU

Tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) là một trong những loài thủy sản nuôi chủ lực, mang lại lợi nhuận cao và đóng góp đáng kể vào giá trị xuất khẩu thủy sản của Việt Nam với sản lượng tôm thẻ chân trắng tăng trung bình 13% mỗi năm và sản lượng ước tính đạt 980 nghìn tấn vào năm 2025, chiếm 67,7% tổng sản lượng tôm của Việt Nam (VASEP, 2023).

Sự cải tiến về công nghệ và kỹ thuật nuôi đã giúp nghề nuôi tôm đạt được những thành công nhất định, tuy nhiên, nghề nuôi tôm vẫn đang đối mặt với nhiều thách thức khiến sản lượng tôm của Việt Nam vẫn chưa tăng đáng kể so với những năm trước (Truong và cs., 2025). Có một số vấn đề có thể được kể đến như: ô nhiễm môi trường (Martínez-Porchas và cs., 2010), công tác quy hoạch, quản lý kém và sự thiếu hụt các quy định phù hợp (Páez-Osuna, 2001), dịch bệnh bùng phát và sự cạnh tranh gay gắt về giá cả và thị trường tiêu thụ với các quốc gia khác (ví dụ: Ecuador, Ấn Độ,...). Bên cạnh đó, việc xả thải nước ao nuôi tôm chưa qua xử lý, chứa nhiều dưỡng chất có giá trị như nitơ và phot pho, có thể gây ra sự ô nhiễm môi trường và giảm lợi nhuận của trang trại (Burford và Preston, 2001). Cho nên, việc cải thiện sự tích lũy dinh dưỡng trong mô hình nuôi là giải pháp cần thiết nhằm mang lại lợi ích cả về môi trường lẫn kinh tế.

Hiện nay, nhiều giải pháp chiến lược nhằm giảm thiểu sự thất thoát và xả thải dinh dưỡng trong nuôi tôm đã được đề xuất như cải thiện khả năng sử dụng thức ăn của tôm và xử lý nguồn nước thải bằng các bộ lọc sinh học hoặc hóa học (Matos và cs., 2006). Tuy nhiên, các biện pháp này không thể giải quyết triệt để vấn đề mà nghề nuôi tôm đang đối mặt. Một trong những giải pháp mang tính khả thi cao nhằm nâng cao năng suất và giảm thiểu các vấn đề trong nuôi tôm là nuôi ghép (Hernández-Barraza

và cs., 2012). Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng nuôi ghép tôm với các loài cá có thể là một phương pháp đơn giản và hiệu quả để giải quyết các vấn đề trong nuôi tôm, đặc biệt là vấn đề ô nhiễm môi trường nước và dịch bệnh bùng phát (Luong và cs., 2014; Martínez-Porchas và cs., 2010). Các nghiên cứu đã báo cáo, cá đối (*Mugil cephalus*) có hiệu quả trong việc loại bỏ tảo ra khỏi hệ thống xử lý nước thải (Muangkeow và cs., 2007); cá rô phi (*Oreochromis niloticus*) giúp tăng sản lượng tôm và không gây ra bất kỳ bất lợi nào cho tôm nuôi (Hernández-Barraza và cs., 2012); cá rô phi đỏ (*Oreochromis* spp.) nuôi ghép với tôm chân trắng giúp cải thiện năng suất, khả năng tích lũy dinh dưỡng và giảm thiểu sự ô nhiễm của môi trường nước (Yuan và cs., 2010) và cá đối (*M. cephalus*) thả ghép với tôm chân trắng gián tiếp làm giảm mật độ ký sinh trùng trong ao nuôi tôm bằng cách giảm tổng lượng chất hữu cơ trong nước và trầm tích, đồng thời cải thiện các chỉ tiêu chất lượng nước (Aghuzbeni và cs., 2016).

Tại Việt Nam, cá diá (*Siganus guttatus*) là một trong 177 loài cá phân bố tại đầm phá Tam Giang - Cầu Hai, được xem là loài đặc sản của vùng đầm phá (Hoàng và Dục, 2012). Cá diá có tốc độ tăng trưởng nhanh, giá trị kinh tế cao, với đặc điểm thịt trắng thơm ngon nên được người tiêu dùng ưa chuộng (Syah và cs., 2020). Với những ưu điểm nổi bật, khiến chúng trở thành đối tượng có tiềm năng lớn trong nuôi trồng thủy sản như: có khả năng thích ứng rộng với độ mặn từ 1‰ đến 35‰ (Gorospe và Demayo, 2013); sẵn có nguồn giống từ sinh sản nhân tạo, có thể nuôi ghép với các đối tượng thủy sản khác (Luong và cs., 2014), dinh dưỡng của cá nằm ở bậc thấp trong chuỗi thức ăn và có khả năng đáp ứng tốt với thức ăn công nghiệp (Syah và cs., 2020). Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá, kiểm nghiệm hiệu quả

của việc nuôi ghép tôm thẻ chân trắng với cá diạ lên chất lượng nước, tăng trưởng và sự tích lũy dinh dưỡng (nitơ và photpho).

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Nguồn tôm và cá giống

Tôm thẻ chân trắng (*L. vannamei*) ở giai đoạn postlarvae 15, sạch bệnh, được mua từ Công ty cổ phần chăn nuôi CP Việt Nam. Sau khi về đến phòng thí nghiệm tôm được ương nuôi trong điều kiện độ mặn 18 - 20‰; nhiệt độ 27 - 30°C; pH 7,3 - 8,0 và hàm lượng oxy hòa tan ≥ 5 mg/L và cho ăn thức ăn công nghiệp của công ty Growbest (protein thô $\geq 40\%$, lipid thô $\geq 6\%$, khoáng tổng số $\leq 15\%$ và độ ẩm $\leq 11\%$), với lượng 5 - 7% khối lượng thân cho đến khi đạt khối lượng 0,5 g/con bắt đầu tiến hành thử nghiệm.

Cá diạ (*S. guttatus*) có kích cỡ (1,51 \pm 0,04 g) được mua từ trại sản xuất giống tại Thuận An, thành phố Huế. Cá giống có sức khỏe tốt, không bệnh tật, dị hình, dị dạng và đồng đều về kích cỡ. Sau khi được chuyển về phòng thí nghiệm, cá được tắm iodine (1 mL/m³) để loại bỏ ký sinh trùng và được nuôi thích nghi ở điều kiện tương tự như tôm thẻ chân trắng trong 1 tuần trước khi tiến hành bố trí thử nghiệm. Cá được cho ăn thức ăn công nghiệp cùng loại thức ăn của tôm, với lượng 3 - 5% khối lượng thân.

2.1.2. Bể thí nghiệm

Bể xi măng hình vuông, có dung tích sử dụng 5 m³. Bể được bố trí trong nhà có mái che, có bố trí hệ thống bóng neon chiếu sáng đảm bảo cường độ chiếu sáng 2.000 - 3.000 lux, chu kỳ chiếu sáng là 12/12. Mỗi bể được bố trí sục khí nhằm đảm bảo hàm lượng oxy hòa tan trong bể luôn duy trì ≥ 5 mg/L.

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Tôm thẻ chân trắng và cá diạ được bố trí thử nghiệm trong 9 bể xi măng (dung tích sử dụng 5 m³), theo phương pháp ngẫu nhiên hoàn toàn gồm 3 nghiệm thức: nuôi đơn tôm chân trắng (ĐT) với mật độ 104 con/m³ (520 con/bể; tương đương tổng sinh khối 260,0 \pm 1,20 g/bể); nuôi ghép tôm chân trắng với cá diạ (GTC) với mật độ tôm 80 con/m³ (tương đương 400 con/bể) và mật độ cá 8 con/m³ (tương đương 40 con/bể; tổng sinh khối tương đương 260,1 \pm 1,04 g/bể) và nuôi đơn cá diạ (ĐD) với mật độ 34 con/m³ (tương đương 170 con/bể; tổng sinh khối 260,1 \pm 1,15 g/bể). Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Nước cấp vào bể thí nghiệm được pha trộn giữa nguồn nước biển đã được lọc sạch và xử lý bằng chlorine (20 - 25 ppm) và nước ngọt từ giếng khoan (đã được bơm sần lên bề mặt) để có độ mặn 18 - 20‰. Một số yếu tố môi trường nước bể nuôi khác như: nhiệt độ được duy trì trong khoảng 27-30 °C, DO ≥ 5 mg/L và pH 7,3-8,0 trong suốt thời gian thí nghiệm. Thí nghiệm được tiến hành trong 75 ngày.

Tôm chân trắng và cá diạ được cho ăn 4 lần/ngày (7 giờ, 11 giờ, 15 giờ và 19 giờ), với lượng thức ăn 3 - 5% khối lượng thân. Sử dụng thức ăn công nghiệp của hãng Growbest: giai đoạn đầu cho ăn loại No.1 (protein thô 40%, lipid thô 4%, khoáng 15% và ẩm độ $\leq 11\%$); từ ngày 45 trở đi cho ăn loại No.2 (protein thô 38 - 40%, lipid thô 4%, khoáng 15% và ẩm độ $\leq 11\%$). Bể nuôi được xi phông hàng ngày vào buổi sáng trước khi cho ăn và cấp thêm nước đủ bù vào lượng nước mất đi do xi phông, rò rỉ và bốc hơi. Hàng tuần bể nuôi được thay 30% lượng nước nhằm đảm bảo duy trì chất lượng nước phù hợp với đối tượng nuôi.

2.3. Phương pháp thu thập và đánh giá các chỉ tiêu thí nghiệm

2.3.1. Các chỉ tiêu môi trường nước

Các chỉ tiêu môi trường nước: nhiệt độ được đo 1 lần/ngày (8 giờ) bằng nhiệt kế thủy ngân; độ mặn được kiểm tra 1 lần/ngày (8 giờ) bằng khúc xạ kế (Total Meter RHS-10, Trung Quốc). Hàm lượng oxy hòa tan (DO) và pH được đo hàng ngày tại chỗ bằng máy đo DO cầm tay (Hanna Model HI-9146, Romania) và máy đo pH (Hanna Model-HI98190, Romania). Mẫu nước được thu thập mỗi tuần một lần (vào lúc 8 giờ) để phân tích amoniac (NH₃), Nito nitrit (NO₂-N), Nito nitrate (NO₃-N) và phot phat PO₄³⁻ bằng máy quang phổ đa (Hanna Model-HI83099, Romania).

2.3.2. Các chỉ tiêu tăng trưởng và tích lũy nito, phot pho

Định kỳ 15 ngày/lần, bắt ngẫu nhiên 10 cá thể mỗi loại/bể, gây mê bằng dung dịch Aquai-S ở nồng độ 0,25 mL/L. Sau đó, tiến hành xác định khối lượng bằng cân điện tử (Ohaus model- EC6, Mỹ) có độ chính xác

$$\text{Tỉ lệ tích lũy nito (\%)} = \frac{(W2 \times N2) - (W1 \times N1)}{Wf \times Nf} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Tỉ lệ tích lũy phot pho (\%)} = \frac{(W2 \times P2) - (W1 \times P1)}{Wf \times Pf} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Tốc độ tăng trưởng: DGR (g/ngày)} = \frac{W2 - W1}{t} \quad (3)$$

$$\text{Tỷ lệ sống: SR (\%)} = \frac{N2}{N1} \quad (4)$$

$$\text{Hệ số chuyển hóa thức ăn: FCR} = \frac{Wf}{WG} \quad (5)$$

Trong đó: W2 là khối lượng tôm, cá lúc thu hoạch; N2, P2 là hàm lượng Nito, phot pho trong tôm, cá lúc thu hoạch; W1 là khối lượng tôm, cá lúc thả; N1, P1 là hàm lượng nito, phot pho trong tôm, cá lúc thả; Wf là lượng thức ăn tôm, cá đã sử dụng và Nf, Pf là hàm lượng nito và phot pho trong thức ăn; t là thời gian thí nghiệm; N2 là số lượng cá ở thời điểm kết thúc thí nghiệm; N1 là số lượng cá lúc thả nuôi thí nghiệm và

0,01 g và đo chiều dài toàn thân của cá bằng thước kẻ (độ chính xác 0,1 cm).

Trước khi tiến hành và kết thúc thí nghiệm, mẫu tôm, cá và thức ăn được thu ngẫu nhiên, bảo quản lạnh trong tủ đông ở nhiệt độ -20°C; sau đó, mẫu được gửi tới Trung tâm Kiểm nghiệm Thuốc, Mỹ phẩm và Thực phẩm thành phố Huế để phân tích nito và phot pho (200 g/mẫu). Hàm lượng nito tổng số (TN) trong thức ăn, mẫu tôm và cá được sấy ở 60°C đến khối lượng không đổi, tiếp đến được xác định bằng phương pháp Kjeldahl (AOAC, 2005). Hàm lượng phot pho tổng số (TP) được phân tích theo phương pháp của Yoshida và cs. (1976), trong đó các mẫu thí nghiệm (đã được sấy khô) được phân hủy bằng axit sulfuric và sau đó được xác định bằng phương pháp so màu.

2.3.3. Các công thức tính toán

Lượng nito và phot pho tích lũy ở các nghiệm thức nuôi ghép được tính toán dựa theo công thức của Muangkeow và cs. (2007) và Yuan và cs. (2010):

WG là tổng khối lượng tôm/cá gia tăng.

2.4. Xử lý số liệu

Các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn được xử lý trên chương trình Microsoft Excel 2016. So sánh các giá trị trung bình giữa các nghiệm thức thí nghiệm dựa vào phép phân tích One-way ANOVA hoặc T-Test (các chỉ tiêu sinh trưởng, tỷ lệ sống và hệ số chuyển hóa thức ăn riêng của tôm, cá) và phép thử Duncan với mức ý

nghĩa $p < 0,05$ bằng chương trình SPSS phiên bản 25.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tác động đến các yếu tố môi trường nước

Các yếu tố môi trường nước như độ mặn (18 - 21‰); nhiệt độ (27,4 - 29,0°C); oxy hòa tan (DO: 5,02 - 6,12 mg/L); pH (7,25 - 8,0) và $\text{NO}_3\text{-N}$ (0,5 - 3,5 mg/L) không chịu tác động của loại hình nuôi ($p > 0,05$) và tương tự nhau ở tất cả các nghiệm thức trong suốt thí nghiệm (Bảng 1). Tuy nhiên, giá trị trung bình của hàm lượng photpho (PO_4^{3-} , 0,83 mg/L), NH_3 (0,034 mg/L) và $\text{NO}_2\text{-N}$ (0,29 mg/L) ở nghiệm thức nuôi ghép (GTC) thấp hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức nuôi đơn. Điều này có thể do sự cạnh tranh về thức ăn của các đối tượng nuôi (tôm và cá) trong các bể nuôi ghép diễn ra mạnh mẽ hơn so với các bể nuôi đơn, kết quả là hạn chế được lượng thức ăn dư thừa tan rã trong môi trường nước, làm giảm nồng độ các chỉ tiêu

trên (Yuan và cs., 2010; Luong và cs., 2014). Ngoài ra, cá địa là loài ăn tạp thiên về thực vật. Chúng rất thích các mảnh vụn hữu cơ, thức ăn dư thừa và rong tảo bám trong thành bể (Gorospe và Demayo, 2013). Khi được thả nuôi ghép với mật độ thích hợp, chúng giúp làm sạch bể nuôi và cải thiện chất lượng nước. Mặt khác, một phần nitơ và photpho được chuyển hóa thành sinh khối của tôm cá, dẫn đến giảm hàm lượng nitơ và photpho hòa tan trong nước. Tuy nhiên, nuôi đơn cá địa ở mật độ cao, phân thải của chúng sẽ làm ô nhiễm môi trường bể nuôi (Manh và cs., 2018). Kết quả nghiên cứu này, tương đồng với nghiên cứu của Yuan và cs. (2010) nuôi ghép tôm (*L. vannamei*) và cá điêu hồng (*Oreochromis spp.*) làm giảm hàm lượng TAN, $\text{NO}_2\text{-N}$ và PO_4^{3-} so với nghiệm thức nuôi đơn tôm chân trắng. Nuôi ghép tôm (*L. vannamei*) với cá (*S. guttatus* và *Selenotoca multifasciata*) cải thiện chất lượng nước bể nuôi thông qua việc giảm hàm lượng NH_3 , $\text{NO}_2\text{-N}$ và PO_4^{3-} (Wang và cs., 2023).

Bảng 1. Biến động của các yếu tố môi trường nước ở các nghiệm thức thí nghiệm

Yếu tố môi trường	Nghiệm thức			Giá trị P
	ĐT	GTC	ĐD	
Độ mặn (‰)	19,81 ± 0,28	19,76 ± 0,27	19,78 ± 0,25	0,80
Nhiệt độ (°C)	28,37 ± 0,30	28,38 ± 0,32	28,36 ± 0,31	0,54
DO (mg/L)	5,52 ± 0,05	5,50 ± 0,01	5,48 ± 0,02	0,46
pH	7,30 - 8,00	7,25 - 8,00	7,26 - 8,00	-
PO_4^{3-} (mg/L)	0,92 ± 0,02 ^b	0,83 ± 0,01 ^a	1,00 ± 0,02 ^c	0,01
NH_3 (mg/L)	0,043 ± 0,002 ^b	0,034 ± 0,001 ^a	0,048 ± 0,002 ^b	0,00
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/L)	0,34 ± 0,01 ^b	0,29 ± 0,02 ^a	0,36 ± 0,01 ^b	0,01
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	2,43 ± 0,07	2,30 ± 0,04	2,39 ± 0,06	0,31

Giá trị được trình bày là trung bình ± độ lệch chuẩn. Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). ĐT là nghiệm thức nuôi đơn tôm chân trắng;

GTC là nghiệm thức nuôi ghép tôm chân trắng với cá địa và ĐD là nghiệm thức nuôi đơn cá địa.

3.2. Tăng trưởng, tỷ lệ sống và hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) của tôm chân trắng và cá địa

Tổng sinh khối cá địa ở nghiệm thức ĐD (2.242,0 g/bể) cao hơn có nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức GTC (Bảng 2). Tuy nhiên, kích cỡ cá lúc thu hoạch và tốc độ tăng trưởng của cá địa

không có sự sai khác ($p > 0,05$) giữa nghiệm thức GTC và ĐD. Tỷ lệ sống của cá trong nghiên cứu này dao động từ 68,3% đến 71,8% và không chịu tác động của loại hình nuôi ($p > 0,05$). Tương tự, tổng sinh khối tôm thu được ở nghiệm thức ĐT cao hơn so với nghiệm thức GTC ($p < 0,05$). Ngược lại, khối lượng lúc kết thúc thí nghiệm, tốc độ tăng trưởng và tỷ lệ sống của tôm ở nghiệm

thức GTC cao hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức ĐT.

Khi so sánh tổng sinh khối và FCR chung giữa các nghiệm thức cho thấy, giá trị sinh khối cao nhất được tìm thấy ở nghiệm thức GTC (2.848,5 g/bể) và có sự

sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$). Tương tự, hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) được cải thiện rõ rệt ở nghiệm thức GTC và cho giá trị thấp hơn (FCR = 1,41) so với các nghiệm thức còn lại.

Bảng 2. Sinh trưởng, tỷ lệ sống và hệ số tiêu tốn thức ăn của tôm, cá sau 75 ngày nuôi

Chi tiêu đánh giá	Nghiệm thức			Giá trị p
	ĐT	GTC	ĐD	
Cá đìa lúc thả				
- Mật độ (con/m ³)		8	34	
- Khối lượng lúc thả (g)		1,51 ± 0,04	1,53 ± 0,02	
- Tổng sinh khối cá (g/bể)		60,1 ± 0,62	260,1 ± 1,15	
Tôm chân trắng lúc thả				
- Mật độ (con/m ³)	104	80		
- Khối lượng lúc thả (g)	0,50 ± 0,02	0,50 ± 0,01		
- Tổng sinh khối tôm (g/bể)	260,0 ± 1,20	200,0 ± 1,15		
Tổng sinh khối (g/bể)	260,0 ± 1,20	260,1 ± 1,04	260,1 ± 1,15	
Cá đìa lúc thu hoạch				
- Khối lượng lúc thu (g) [#]		17,71 ± 0,22	18,33 ± 0,10	0,07
- Tổng sinh khối cá (g/bể) [#]		485,83 ± 7,82 ^b	2.242,02 ± 18,87 ^a	0,01
- Tốc độ tăng trưởng (g/ngày)		0,22 ± 0,03	0,22 ± 0,01	0,07
- Tỷ lệ sống (%) [#]		68,3 ± 1,20	71,8 ± 1,10	0,11
Tôm chân trắng lúc thu hoạch				
- Khối lượng lúc thu (g) [#]	8,15 ± 0,06 ^a	8,50 ± 0,03 ^b		0,01
- Tổng sinh khối tôm (g/bể) [#]	2.611,86 ± 25,87 ^b	2.362,70 ± 19,64 ^a		0,01
- Tốc độ tăng trưởng (g/ngày) [#]	0,10 ± 0,00 ^a	0,11 ± 0,00 ^b		0,01
- Tỷ lệ sống (%) [#]	61,67 ± 1,54 ^a	69,50 ± 0,38 ^b		0,01
- FCR tôm [#]	1,69 ± 0,01	1,67 ± 0,05		0,39
Tổng của nghiệm thức				
- Sinh khối chung (g/bể) ^s	2.611,9 ± 25,9 ^b	2.848,5 ± 27,5 ^c	2.242,0 ± 28,9 ^a	0,01
- FCR chung ^s	1,69 ± 0,02 ^b	1,41 ± 0,01 ^a	1,81 ± 0,01 ^c	0,01

Giá trị được trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). ĐT là nghiệm thức nuôi đơn tôm chân trắng; GTC là nghiệm thức nuôi ghép tôm chân trắng với cá đìa và ĐD là nghiệm thức nuôi đơn cá đìa.

[#]: Sử dụng T-test để kiểm tra sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

^s: Sử dụng One-way ANOVA để kiểm tra sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

Trong nuôi ghép tôm chân trắng với các loài cá, sự cạnh tranh thức ăn giữa tôm và cá (thả bơi tự do trong ao/bể nuôi) có thể ảnh hưởng tiêu cực đến tăng trưởng của tôm (Garcia-Pérez và cs., 2000), do cá bơi nhanh nhẹn nên chiếm ưu thế hơn trong việc cạnh tranh và bắt mồi so với tôm (Luong và cs., 2014). Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, hiện tượng này dường như không xảy ra. Ngược lại, việc thả cá đìa vào bể nuôi tôm đã góp phần nâng cao tăng trưởng của tôm,

sinh khối và FCR chung. Điều này có thể do mật độ thả cá thích hợp (10% khối lượng tôm) dẫn đến sự cạnh tranh không thực sự gay gắt, mà chỉ là sự cạnh tranh vừa đủ để thúc đẩy tôm bắt mồi nhiều hơn, kết quả là tăng trưởng của tôm ở nghiệm thức nuôi ghép cao hơn so với nghiệm thức nuôi đơn. Ngoài ra, việc thả cá đìa vào bể nuôi tôm giúp tiêu thụ lượng thức ăn dư thừa, phân tôm, rong tảo giúp hạn chế nguồn hữu cơ làm vật bám, chất dinh dưỡng cho mầm

bệnh phát triển giúp cải thiện môi trường nước và khống chế sự phát triển của ký sinh trùng (Aghuzbeni và cs., 2016), vi khuẩn (Tendencia và cs., 2006; Hoang và cs., 2022) trong môi trường nước ngăn ngừa dịch bệnh kết quả nâng cao tỷ lệ sống của tôm. Kết quả về tăng trưởng, tỷ lệ sống và FCR của nghiên cứu này tương đồng với kết quả nghiên cứu của Yuan và cs. (2010) ghép tôm chân trắng với cá rô phi trong bể xi măng đạt tốc độ tăng trưởng 0,08 - 0,11 g/ngày, tỷ lệ sống 60% - 70% và FCR 1,2 - 1,4; nhưng thấp hơn so với kết quả nuôi ghép tôm chân trắng với cá rô phi của Muangkeow và cs. (2007), tôm đạt tốc độ tăng trưởng 0,23 - 0,28 g/ngày, tỷ lệ sống 84,7% - 90,3% và FCR 1,13 - 1,27.

3.3. Sự tích lũy nitơ và photpho ở các nghiệm thức thí nghiệm

Hàm lượng tổng nitơ (TN) và tổng photpho (TP) trong tôm (lúc thả và thu hoạch) dao động lần lượt là 3,16 - 3,27% và 0,24 - 0,36% và trong cá địa (lúc thả và thu hoạch) lần lượt là 3,38 - 3,52% và 0,67 - 0,72% (Bảng 3). Hàm lượng TN và TP trong tôm, cá tại thời điểm thu hoạch không có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này cho thấy hàm lượng TN và TP trong mô tôm và cá không chịu ảnh hưởng bởi hình thức nuôi (nuôi đơn hay nuôi ghép). Trong khi tổng hàm lượng nitơ và photpho trong thức ăn No.1 và No.2 lần lượt là 6,46; 6,22% và 1,55; 1,38%.

Bảng 3. Hàm lượng tổng nitơ (TN) và photpho (TP) trong tôm, cá (lúc thả và thu hoạch) và thức ăn thí nghiệm

Mẫu phân tích	Nghiệm thức		
	ĐT	GTC	ĐD
Tôm chân trắng lúc thả			
- Âm độ (%)	76,44	76,44	
- TN (Tổng nitơ %)	3,27	3,27	
- TP (Tổng photpho %)	0,24	0,24	
Tôm chân trắng lúc thu hoạch			
- Âm độ (%)	74,90	75,15	
- TN (Tổng nitơ %)	3,25	3,16	
- TP (Tổng photpho %)	0,36	0,31	
Cá địa lúc thả			
- Âm độ (%)		74,3	74,3
- TN (Tổng nitơ %)		3,52	3,52
- TP (Tổng photpho %)		0,67	0,67
Cá địa lúc thu hoạch			
- Âm độ (%)		75,19	73,82
- TN (Tổng nitơ %)		3,38	3,44
- TP (Tổng photpho %)		0,70	0,72
Thức ăn tôm cá	No.1	No.2	
- Âm độ (%)	10,22	11,01	
- TN (Tổng nitơ %)	6,46	6,22	
- TP (Tổng photpho %)	1,53	1,38	

ĐT là nghiệm thức nuôi đơn tôm chân trắng; GTC là nghiệm thức nuôi ghép tôm chân trắng với cá địa và ĐD là nghiệm thức nuôi đơn cá địa.

Hàm lượng nitơ được tích lũy trong tổng sinh khối của tôm chân trắng và cá diêu trong nghiên cứu này dao động từ 69,91 - 82,48 g/bể, tương đương 28,88 - 34,58% tổng nitơ đầu vào (Bảng 4); cao nhất được tìm thấy ở nghiệm thức GTC (34,54%) và có sự sai khác có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Tương tự, hàm lượng phốt pho được tích lũy trong tôm và cá dao động từ 8,95 - 14,39 g/bể tương đương 15,47% - 28,03% tổng phốt pho đầu vào (Bảng 5) và có sự khác biệt giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$).

Trong nghiên cứu này, tỷ lệ nitơ và phốt pho được tích lũy trong tôm thẻ chân trắng dao động lần lượt từ 28,59% - 29,48% tổng nitơ đầu vào và 13,10% - 15,47% tổng phốt pho đầu vào. Kết quả này thấp hơn so với nghiên cứu của Muangkeow và cs. (2007) nuôi tôm thẻ chân trắng trong hệ thống tuần hoàn kết hợp với cá rô phi (*Oreochromis spp.*) có tỷ lệ tích lũy 38,5 - 47,6% đối với nitơ và 18,9 - 23,4% đối với phốt pho. Tuy nhiên, cao hơn so với kết quả nghiên cứu của Yuan và cs. (2010) nuôi

ghép cá rô phi (*Oreochromis spp.*) với tôm thẻ chân trắng có tỷ lệ tích lũy nitơ 19,7% - 29,2% và phốt pho 6,5 - 9,9% hay kết quả nghiên cứu của Manh và cs. (2018) nuôi ghép tôm chân trắng với cá đối (*Mugil cephalus*) có tỷ lệ tích lũy nitơ và phốt pho trong tôm dao động lần lượt từ 14,57 - 25,99% và 5,64 - 9,69%. Trong khi đó, cá diêu trong nghiên cứu này tích lũy 5,95% - 28,88% tổng nitơ đầu vào và 5,70 - 28,03% tổng phốt pho đầu vào. Tỷ lệ tích lũy nitơ của cá diêu cao hơn so với phốt pho. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Yuan và cs. (2010) cá rô phi (*Oreochromis spp.*) thả vào hệ thống nuôi thâm canh tôm chân trắng có tỷ lệ tích lũy nitơ 6,80% - 29,70% và phốt pho 4,40% - 20,0%. Ngược lại, cá rô phi thả nuôi ghép với tôm chân trắng cho tỷ lệ tích lũy phốt pho (10,5% - 24,8%) cao hơn nitơ (6,08% - 7,67%) (Muangkeow và cs., 2007); cá đối (*M. cephalus*) nuôi ghép với tôm chân trắng có tỷ lệ tích lũy nitơ 14,33% - 18,92% và phốt pho 15,93% - 27,81% (Manh và cs., 2018).

Bảng 4. Sự tích lũy nitơ trong tôm và cá ở các nghiệm thức thí nghiệm

Chi tiêu đánh giá		Nghiệm thức			Giá trị p
		ĐT	GTC	ĐD	
Tổng nitơ cung cấp vào bể ^s	(g/bể)	258,84 ± 4,86 ^b	238,86 ± 3,56 ^a	235,11 ± 5,51 ^a	0,03
Lượng nitơ được tôm tích lũy [#]	(g/bể)	76,27 ± 1,42 ^b	68,27 ± 0,62 ^a		0,01
	(%)	29,48 ± 0,21	28,59 ± 0,25		0,31
Lượng nitơ được cá tích lũy [#]	(g/bể)		14,21 ± 0,26 ^a	69,91 ± 1,85 ^b	0,00
	(%)		5,95 ± 0,03 ^a	28,88 ± 0,16 ^b	0,00
Tổng nitơ được tôm và cá tích lũy ^s	(g/bể)	76,27 ± 1,10 ^b	82,48 ± 0,88 ^c	69,91 ± 1,85 ^a	0,01
	(%)	29,48 ± 0,21 ^a	34,54 ± 0,25 ^b	28,88 ± 0,16 ^a	0,00

Giá trị được trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). ĐT là nghiệm thức nuôi đơn tôm chân trắng; GTC là nghiệm thức nuôi ghép tôm chân trắng với cá diêu và ĐD là nghiệm thức nuôi đơn cá diêu.

[#]: sử dụng T- Test để kiểm tra sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

^s: sử dụng One-way ANOVA để kiểm tra sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

Tổng nitơ được tôm chân trắng và cá diêu tích lũy trong nghiên cứu này (34,54%) thấp hơn so với kết quả của Muangkeow và cs. (2007) tôm thẻ chân trắng kết hợp với cá rô phi cho tỷ lệ tích lũy Nitơ dao động từ

45,4 - 51,1%; hay cá rô phi kết hợp với tôm chân trắng trong nghiên cứu của Yuan và cs. (2010) có tỷ lệ tích lũy Nitơ từ 36,0 - 49,5%. Tương tự, tỷ lệ tích lũy phốt pho của tôm chân trắng kết hợp với cá diêu trong nghiên

cứu này đạt 18,80% thấp hơn so với sự kết hợp giữa tôm chân trắng với cá đối (*M. cephalus*) dao động từ 25,62 - 33,54% trong nghiên cứu của Manh và cs. (2018). Tương đồng với kết quả của Yuan và cs. (2010) có tỷ lệ tích lũy phốt pho dao động từ 14,20% - 21,0%. Sự khác biệt về tỷ lệ tích lũy phan

ánh đặc điểm sinh lý – sinh thái riêng của cá diạ so với các loài thường được sử dụng (rô phi, cá đối, ...) trong nuôi ghép với tôm chân trắng, qua đó cho thấy vai trò của cá diạ trong hệ thống nuôi ghép ven biển và gợi mở hướng nghiên cứu tối ưu hóa dinh dưỡng trong tương lai.

Bảng 5. Sự tích lũy phốt pho trong tôm cá ở các nghiệm thức thí nghiệm

Chi tiêu đánh giá		Nghiệm thức			Giá trị p
		ĐT	GTC	ĐD	
Tổng phốt pho cung cấp vào bể	(g/bể)	56,75 ± 1,08 ^b	52,29 ± 0,79 ^{ab}	51,34 ± 1,22 ^a	0,02
Lượng phốt pho được tôm tích lũy [#]	(g/bể) (%)	8,78 ± 0,20 ^b 15,47 ± 0,10 ^b	6,85 ± 0,06 ^a 13,10 ± 0,09 ^a		0,00 0,00
Lượng phốt pho được cá tích lũy [#]	(g/bể) (%)		2,98 ± 0,05 ^a 5,70 ± 0,02 ^a	14,39 ± 0,42 ^b 28,03 ± 0,15 ^b	0,00 0,00
Tổng phốt pho được tôm và cá tích lũy [§]	(g/bể) (%)	8,95 ± 0,20 ^a 15,47 ± 0,10 ^a	9,83 ± 0,11 ^b 18,80 ± 0,09 ^b	14,39 ± 0,42 ^c 28,03 ± 0,15 ^c	0,01 0,01

Giá trị được trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). ĐT là nghiệm thức nuôi đơn tôm chân trắng; GTC là nghiệm thức nuôi ghép tôm chân trắng với cá diạ và ĐD là nghiệm thức nuôi đơn cá diạ.

[#]: Sử dụng T- Test để kiểm tra sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

[§]: Sử dụng One-way ANOVA để kiểm tra sự sai khác ở mức ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

4. KẾT LUẬN

Nuôi ghép tôm chân trắng (*L. vannamei*) và cá diạ (*S. guttatus*) có tính khả thi cao, làm giảm hàm lượng NH₃, NO₂-N và PO₄³⁻ trong nước, từ đó hạn chế ô nhiễm môi trường bể nuôi. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình nuôi ghép giúp tăng tốc độ tăng trưởng của tôm (đạt 0,11 g/ngày, cao hơn so với nghiệm thức nuôi đơn); cải thiện hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR = 1,41) và tăng khả năng tích lũy nitơ (đạt 34,54%, cao hơn so với hai nghiệm thức nuôi đơn). Trên cơ sở các kết quả đạt được, nghiên cứu khuyến nghị áp dụng mô hình nuôi ghép tôm chân trắng và cá diạ với mật độ lần lượt 80 con/m³ và 8 con/m³ ở quy mô trang trại nhằm cải thiện chất lượng nước, nâng cao tốc độ tăng trưởng và tích lũy dinh dưỡng của đối tượng nuôi, qua đó giảm thiểu ô nhiễm và hướng đến phát triển bền vững nghề nuôi tôm. Đồng thời, cần nghiên cứu thêm tỷ lệ thả ghép tối ưu, kéo dài chu kỳ

nuôi nhằm đánh giá hiệu quả kinh tế, từ đó có cái nhìn toàn diện hơn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được sự tư vấn và giúp đỡ về mặt khoa học - kỹ thuật của nhóm nghiên cứu tiêu biểu của Đại học Huế “Dinh dưỡng và môi trường trong nuôi trồng thủy sản (NEAQUA)”. Mã số: NCTB.DHH.2025.14. Chân thành cảm ơn sinh viên Phạm Xuân Phồn đã chăm sóc và theo dõi cá trong suốt quá trình thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Hoàng Nguyễn Văn và Dực Nguyễn Hữu. (2012). Nghiên cứu cấu trúc thành phần loài khu hệ cá phá Tam Giang - Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên - Huế. *Tạp chí Sinh học*, 34(1), 20-30.
- VASEP. (2023). Hiệp hội Chế biến và Xuất khẩu Thủy sản Việt Nam. Khai thác (20/02/2025) từ <https://vasep.com.vn/san-pham-xuat-khau/tom>.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Aghuzbeni, H., Hossein, S., Hajirezaee, S., & Khara, H. (2016). Polyculture of western white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 with Grey mullet, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 controls external parasites of western white shrimp. *Aquaculture Research*, 47(9), 2983-2988. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.12751>.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, 18th Edition (online). *AOAC International (Association of Analytical Communities), Gaithersburg, Maryland, USA*.
- Burford, M.A.J., C. J., & Preston, N. P. (2001). Reducing N waste from shrimp farming: an integrated approach. The New wave: proceedings of the special session on sustainable shrimp culture, *Aquaculture 2001. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA*, pp. 35-41.
- Gorospe, J., & Demayo, C. (2013). Population variability of the Golden Rabbitfish (*Siganus guttatus* Bloch 1787) (Pisces: Siganidae) in Northern Mindanao, Philippines. *AACL Bioflux*, 6(3), 188–201.
- Hernández-Barraza, C., Loredó, J., Adame, J., & Fitzsimmons, K.M. (2012). Effect of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the growth performance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in a sequential polyculture system. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(4), 936-942. DOI: <https://doi:10.3856/vol40-issue4-fulltext-1>.
- Hoang, M. N., Nguyen, P. N., Martins, M. V. E. A., & Bossier, P. (2022). Effects of shrimp-fish polyculture on immune parameters, disease resistance of white shrimp and the prevalence of *Vibrio* spp. *Aquaculture Research*, 53(3), 1316–1326. DOI: <https://doi.org/10.1111/are.15666>
- Luong, T.C., Hochard, S., Royer, F., Lemonnier, H., & Letourneur, Y. (2014). Feasibility of polyculture of blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* and goldlined rabbitfish *Siganus lineatus* in a mesocosm system. *Aquaculture*, 433(4), 340-347. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.06>.
- Manh, N. H., Phuoc, N. N., Duy, V.B. L., Dung, V. N., & Peter, B. (2018). Effects of stocking density of gray mullet *Mugil cephalus* on water quality, growth performance, nutrient conversion rate, and microbial community structure in the white shrimp *Litopenaeus vannamei* integrated system. *Aquaculture*, 496(3), 123 – 133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.07.018>
- Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L.R., Porchas-Cornejo, M.A., & López-Elías, J.A. (2010). Shrimp polyculture: a potentially profitable, sustainable, but uncommon aquacultural practice. *Reviews in Aquaculture*, 2(2), 73-85. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2010>.
- Matos, J., Costa, S., Rodrigues, A., Pereira, R., & Sousa Pinto, I. (2006). Experimental integrated aquaculture of fish and red seaweeds in Northern Portugal. *Aquaculture*, 252(1), 31-42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.11.047>
- Muangkeow, B., Ikejima, K., Powtongsook, S., & Yi, Y. (2007). Effects of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), and Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system. *Aquaculture*, 269(1-4), 363-376. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.002>
- Pérez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, 28(1), 131-140. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002670010212>
- Syah, R., Makmur, B., Tampangallo, R., Undu, M., Asaad, A., & Laining, A. (2020). Rabbitfish (*Siganus guttatus*) culture in floating net cage with different stocking densities. *Earth and Environmental Science*, 564(1), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/564/1/012022>.
- Tendencia, E.A., Fermin, A.C., dela Peña, M.R., & Choresca Jr. C.H. (2006). Effect of *Epinephelus coioides*, *Chanos chanos*, and GIFT tilapia in polyculture with *Penaeus monodon* on the growth of the luminous bacteria *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, 253(1-4), 48-56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.06.028>
- Truong, H.T., Ho, T.T., Tran, H.N., Tran, V.Q.K., & Hoang, M.N. (2025). The use of supplementary feed with ethanol extract

- of *Syzygium nervosum* leaf to prevent acute hepatic necrosis (AHPND) in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, 77(1), 134-145. DOI: <https://doi.org/10.46989/001c.129825>
- Wang, J., Luo, D., & Liu, J. (2023). Nitrogen and phosphorus budgets of a polyculture system containing *Penaeus vannamei*, *Siganus guttatus*, and *Selenotoca multifasciata*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(5), 1337–1353. DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12960>
- Yoshida, S., Forno, D.A., Cock, J.H., & Gomez, K.A. (1976). Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice, Third Edition. *The International Rice Research Institute, Manila*, pp. 83.
- Yuan, D., Yi, Y., Yakupitiyage, A., Fitzimmons, K., & Diana, J.S. (2010). Effects of addition of red tilapia (*Oreochromis* spp.) at different densities and sizes on production, water quality and nutrient recovery of intensive culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in cement tanks. *Aquaculture*, 298(3), 226-238. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.011>