

DOI:10.22144/ctu.jvn.2019.083

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC MỨC CHO ĂN KHÁC NHAU LÊN CHẤT LƯỢNG NƯỚC, TĂNG TRƯỞNG VÀ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG THỨC ĂN CỦA TÔM SÚ (*Penaeus monodon*) NUÔI KẾT HỢP VỚI RONG CÂU CHỈ (*Gracilaria tenuistipitata*)

Nguyễn Thị Ngọc Anh^{1*}, Nguyễn Hoàng Vinh², Lam Mỹ Lan¹ và Trần Ngọc Hải¹

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

²Trung tâm Khuyến nông Khuyến ngư Bạc Liêu

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Thị Ngọc Anh (email: ntnanh@ctu.edu.vn)

ABSTRACT

Study on co-culture of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) with red seaweed (*Gracilaria tenuistipitata*) consisted of 6 treatments in triplicate tanks. Shrimps were mono-cultured and fed commercial feed to apparent satiation as a control treatment. Other 5 treatments, shrimps were co-cultured with red seaweed and received different feeding rates of 100%, 75%, 50%, 25% and 0% feed ration of the control. Juvenile shrimp weight of 1.79 g were stocked at a density of 150 shrimps/m³ and red seaweed was 1 kg/m³. After 90 days of culture, the concentrations of nitrogen (TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ and TN) and phosphorus compounds (PO₄³⁻ and TP) in the co-culture tanks were considerably lower than that in the monoculture. The survival, growth rates and productivity of shrimps in the 50% feeding ration did not statistically differ ($p > 0.05$) from those in the control group, and the feed cost could be reduced by 49%. Additionally, red coloration of shrimps after cooking was noticeably darker in co-culture than in monoculture and there was no significant difference in the proximate composition (moisture, protein, lipid and ash) of shrimp meat among treatments except lipid. Those results indicated that application of 50% feed requirement in co-culture of the black tiger shrimp juveniles with red seaweed could be considered the optimal feed efficiency and improved water quality.

TÓM TẮT

Nghiên cứu nuôi kết hợp tôm sú (*Penaeus monodon*) với rong câu chỉ (*Gracilaria tenuistipitata*) được thực hiện gồm 6 nghiệm thức với 3 lần lặp lại. Tôm nuôi đơn được cho ăn thức ăn viên theo nhu cầu (nghiệm thức đối chứng), và tôm nuôi kết hợp được cho ăn với 5 mức khác nhau: 100%, 75%, 50%, 25% và 0% (không cho ăn) lượng thức ăn của nghiệm thức đối chứng. Tôm sú (khối lượng 1,79 g) được nuôi với mật độ 150 con/m³ và rong câu 1 kg/m³. Sau 90 ngày nuôi, hàm lượng hợp chất đạm (TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ và TN) và lân (PO₄³⁻ và TP) trong nuôi kết hợp luôn thấp hơn nhiều so với nuôi tôm đơn. Tỷ lệ sống, tốc độ tăng trưởng và năng suất tôm ở mức cho ăn 50% nhu cầu không khác biệt thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức đối chứng, tương ứng với chi phí thức ăn có thể được giảm 49%. Ngoài ra, tôm luộc chín ở các nghiệm thức nuôi kết hợp có màu đỏ đậm hơn so với tôm nuôi đơn. Thành phần hóa học thịt tôm (độ ẩm, protein, lipid và tro) không bị ảnh hưởng bởi mức cho ăn, ngoại trừ lipid. Kết quả này cho thấy nuôi kết hợp tôm sú-rong câu chỉ với mức cho ăn 50% nhu cầu có thể được xem là tối ưu về hiệu quả sử dụng thức ăn và chất lượng nước được cải thiện.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 03/11/2018

Ngày nhận bài sửa: 22/12/2018

Ngày duyệt đăng: 28/06/2019

Title:

Effects of different feeding rates on water quality, growth and feed efficiency of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) co-cultured with red seaweed (*Gracilaria tenuistipitata*)

Từ khóa:

Chất lượng nước, *Gracilaria tenuistipitata*, hiệu quả sử dụng thức ăn, nuôi kết hợp, *Penaeus monodon*, tăng trưởng

Keywords:

Co-culture, feed efficiency, *Gracilaria tenuistipitata*, growth rate, *Penaeus monodon*, water quality

Trích dẫn: Nguyễn Thị Ngọc Anh, Nguyễn Hoàng Vinh, Lam Mỹ Lan và Trần Ngọc Hải, 2019. Ảnh hưởng của các mức cho ăn khác nhau lên chất lượng nước, tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm sú (*Penaeus monodon*) nuôi kết hợp với rong câu chỉ (*Gracilaria tenuistipitata*). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(3B): 111-122.

1 GIỚI THIỆU

Tôm sú (*Penaeus monodon*) có giá trị kinh tế cao và là mặt hàng xuất khẩu quan trọng nhiều nước trên thế giới, do đó tôm sú là một trong những đối tượng nuôi chủ lực ở nước ta nói chung và Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nói riêng với nhiều mô hình nuôi khác nhau như thâm canh, bán thâm canh, quảng canh cải tiến, ... Tuy nhiên, sự thâm canh hóa nghề nuôi tôm sú đang gặp nhiều trở ngại như ô nhiễm môi trường, giá thức ăn tăng cao, dịch bệnh gây thiệt hại lớn cho người nuôi tôm. Khảo sát của Nguyễn Thanh Long và ctv. (2010) về kỹ thuật mô hình nuôi tôm sú ở tỉnh Sóc Trăng cho thấy phần lớn đạm (N) và lân (P) thải ra môi trường tích lũy trong bùn đáy ao, kể đến là trong nước và ước tính khi sản xuất ra 1 tấn tôm sú thì thải ra môi trường khoảng 88 kg N và 30 kg P ở mô hình nuôi thâm canh và 68 kg N và 25 kg P ở mô hình nuôi bán thâm canh, điều này dễ dẫn đến ô nhiễm nguồn nước ở vùng nuôi, và chi phí thức ăn trong nuôi tôm chiếm hơn 50% tổng chi phí sản xuất. Nhiều giải pháp để hạn chế rủi ro trong nuôi tôm, mang tính bền vững đảm bảo kỹ thuật, môi trường và kinh tế - xã hội đã được thực hiện như nuôi tôm sinh thái, quy phạm thực hành nuôi thủy sản tốt (GAP), thực hành nuôi thủy sản tốt hơn (BMP)... Trong đó, mô hình nuôi tôm kết hợp với rong biển có thể được xem là một trong những định hướng phù hợp ở các tỉnh ven biển ĐBSCL (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2015; Hai et al., 2015).

Các nghiên cứu trước chỉ ra rằng trong hệ thống nuôi kết hợp tôm và rong biển, các hợp chất đạm và lân từ nước thải của tôm nuôi được rong biển hấp thụ, đồng thời rong biển được sử dụng như nguồn thức ăn bổ sung cho tôm (McHugh, 2003; Neori et al., 2004; Marinho-Soriano et al., 2007). Giống như các loài rong biển khác, rong câu (*Gracilaria*) thuộc ngành rong đỏ (Rhodophyta) phát triển tốt trong môi trường nước lợ và mặn với khoảng độ mặn 5-45‰, có nhiều vai trò quan trọng như: nguồn nguyên liệu chiết xuất agar, làm thực phẩm, đặc biệt rong câu được sử dụng trong các mô hình nuôi kết hợp hoặc xử lý môi trường nuôi thủy sản (FAO, 2003; Lê Như Hậu và Nguyễn Hữu Đại, 2010; Susilowati et al., 2014). Nghiên cứu của Marinho-Soriano et al. (2007) đã tìm thấy rong câu (*Gracilaria cervicornis*) có thể thay thế một phần thức ăn công nghiệp trong nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*)

thương phẩm. Hai loài rong câu (*G. birdiae*) và (*G. asiatica*) làm giảm đáng kể hàm lượng PO_4^{3-} , NH_4^+ và NO_3^- trong nuôi kết hợp với tôm thẻ chân trắng (Marinho-Soriano et al., 2009a, b; Nguyễn Quang Huy và ctv., 2016). Khảo sát gần đây của Nguyễn Hoàng Vinh và Nguyễn Thị Ngọc Anh (2019) đã tìm thấy loài rong câu chỉ (*Gracilaria tenuistipitata*) phát triển tự nhiên quanh năm trong các ao nuôi tôm quảng canh cải tiến (QCCT) ở các tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau với sản lượng tự nhiên từ 2,13-11,78 tấn rong tươi/ha. Theo báo cáo của Tổng cục Thủy sản (2017), diện tích nuôi tôm QCCT của các tỉnh ven biển vùng ĐBSCL năm 2016 là 314.699 ha, trong đó Cà Mau là tỉnh có diện tích lớn nhất (182.124 ha) và kế đến là Bạc Liêu (75.647 ha). Điều này cho thấy tiềm năng về sinh lượng của loài rong câu này là rất lớn và có nhiều tiềm năng ứng dụng trong nuôi trồng thủy sản nhưng chưa được khai thác và sử dụng một cách có hiệu quả. Từ những vấn đề trên, mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định được mức cho ăn thích hợp trong nuôi kết hợp tôm sú (*P. monodon*) – rong câu chỉ (*G. tenuistipitata*) cho chất lượng nước tốt và đạt tỉ lệ sống, tăng trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm tối ưu ở điều kiện thí nghiệm. Kết quả đạt được làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo ở điều kiện ao nuôi, góp phần phát triển mô hình nuôi tôm thân thiện với môi trường và mang tính bền vững.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nguồn vật liệu

Hậu ấu trùng tôm sú giai đoạn PL₁₂ được mua từ trại sản xuất giống tôm ở Cần Thơ, ương nuôi trong bể 2 m³ ở độ mặn 15‰ trong thời gian 45 ngày, chọn tôm đồng cỡ (1,97±0,15 g) để bố trí thí nghiệm.

Rong câu chỉ (*Gracilaria tenuistipitata*) được thu từ ao nuôi tôm quảng canh cải tiến ở Bạc Liêu có độ mặn 20‰, tách bỏ rong tạp và được thuần độ mặn 15‰ trước khi bố trí thí nghiệm. Thức ăn công nghiệp Grobest loại chuyên dùng cho tôm sú được sử dụng cho từng giai đoạn phát triển của tôm theo chỉ dẫn của nhà sản xuất. Thành phần dinh dưỡng thức ăn Grobest theo thông tin trên bao bì của nhà sản xuất và mẫu rong câu trước và sau khi thí nghiệm được gửi phân tích tại Trung tâm Kỹ Thuật Tiêu Chuẩn Đo Lường Chất Lượng Cần Thơ theo phương pháp AOAC (2000) được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1: Thành phần hóa học của rong câu (% khối lượng khô) và thức ăn viên

	Ấm độ	Protein	Lipid	Tro	Xơ	NFE
Rong câu tươi	86,27±2,41	17,44±3,15	1,63±0,12	22,97±2,49	10,02±1,87	47,94±3,24
Thức ăn viên Grobest	≤11	≥40	≥6	≤14	≤3	-

NFE: chất dẫn xuất không đạm

2.2 Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu nuôi kết hợp tôm sú (*P. monodon*) và rong câu chi (*G. tenuistipitata*) với các mức cho ăn khác nhau được thực hiện tại Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ. Thí nghiệm gồm 6 nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Nghiệm thức đối chứng (ĐC) là nuôi tôm đơn và cho ăn thỏa mãn (7-4% khối lượng thân/ngày), các nghiệm thức nuôi kết hợp tôm và rong câu được cho ăn với lượng thức ăn giảm dần so với nghiệm thức ĐC là 100%, 75%, 50%, 25% và 0% (không cho ăn), gồm các nghiệm thức sau:

- Nghiệm thức 1: Tôm nuôi đơn_cho ăn thỏa mãn theo % khối lượng thân (ĐC)
- Nghiệm thức 2: Tôm + rong câu_cho ăn 100% ĐC (RC+100%ĐC)
- Nghiệm thức 3: Tôm + rong câu_cho ăn 75% ĐC (RC+75%ĐC)
- Nghiệm thức 4: Tôm + rong câu_cho ăn 50% ĐC (RC+50%ĐC)
- Nghiệm thức 5: Tôm + rong câu_cho ăn 25% ĐC (RC+25%ĐC)
- Nghiệm thức 6: Tôm + rong câu_cho ăn 0% ĐC (RC+0%ĐC)

2.3 Hệ thống thí nghiệm và quản lý

Hệ thống thí nghiệm được bố trí trong trại, phía trên có mái tole sáng, gồm 18 bể nhựa 150 L, thể tích nước nuôi 120 L, được sục khí liên tục, độ mặn 15‰, mật độ tôm là 150 con/m³. Đối với nghiệm thức nuôi kết hợp, rong câu chỉ được bố trí 1 kg/m³ (Ngan và Anh, 2016).

Tôm sú được cho ăn 4 lần/ngày vào lúc 6 h, 11 h, 16 h và 21 h, sử dụng thức ăn công nghiệp Grobest chuyên dùng cho tôm sú. Đối với nghiệm thức đối chứng cho ăn thỏa mãn (dựa vào chỉ dẫn của nhà sản xuất thức ăn theo kích cỡ tôm): tháng đầu cho ăn 7% khối lượng thân/ngày, tháng thứ hai và ba cho ăn 5% và 4% khối lượng thân/ngày, theo thứ tự. Tôm ở nghiệm thức đối chứng được cho ăn từ từ và quan sát tôm ăn hạn chế tối đa thức ăn dư. Các nghiệm thức còn lại được cho ăn theo tỉ lệ giảm dần so với lượng thức ăn của nghiệm thức đối chứng. Ngoài ra, lượng thức ăn được điều chỉnh dựa vào khối lượng tôm sau mỗi lần thu mẫu. Tất cả các bể nuôi được siphon 2 ngày/lần và cấp bù lượng nước bằng thể tích ban đầu và chế độ thay nước được thực hiện 15 ngày/lần, khoảng 30% lượng nước trong bể nuôi với thời gian nuôi là 90 ngày.

2.4 Thu thập số liệu

Các yếu tố môi trường: Nhiệt độ (°C) và pH trong các bể nuôi được đo hàng ngày vào lúc 7 h và

14 h bằng máy đo nhiệt độ và pH. Độ kiềm được đo hàng tuần bằng test sera. Hàm lượng các hợp chất đạm (TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ và TN) và lân (PO₄³⁻ và TP) được xác định 15 ngày/lần, phân tích trong phòng thí nghiệm theo phương pháp APHA (1998). Mẫu nước trong bể nuôi được thu trước khi thay nước. Cường độ ánh sáng được đo 1 lần/tuần vào lúc 7 h, 10 h, 13 h và 16 h bằng máy đo cường độ sáng. Khi đo máy được đặt cách mặt nước bể khoảng 5 cm.

Các chỉ tiêu đánh giá tôm thí nghiệm: Khối lượng và chiều dài tôm ban đầu được xác định bằng cách bắt ngẫu nhiên 30 con, cân khối lượng và đo chiều dài từng cá để tính giá trị trung bình. Tăng trưởng của tôm: định kỳ thu mẫu 15 ngày/lần, mỗi lần thu ngẫu nhiên 10 con/bể và thả nuôi lại sau khi cân. Khi kết thúc thí nghiệm, tôm được cân, đo và đếm để tính tốc độ tăng trưởng và tỉ lệ sống. Công thức tính:

- Tăng trọng (g) = Khối lượng cuối (Wc) - Khối lượng đầu (Wđ)

- Tăng trưởng theo ngày (g/ngày) = (Wc - Wđ) / Thời gian nuôi

- Tăng trưởng đặc thù (%/ngày) = (LnWc - LnWđ) / Thời gian nuôi * 100

- Tỉ lệ sống (%) = (số tôm còn lại/ số tôm ban đầu) * 100

- Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR) = Tổng lượng thức ăn/tăng trọng

- Năng suất tôm (kg/m³) = Tổng khối lượng tôm/thể tích nước nuôi

- Chi phí thức ăn cho tôm tăng trọng (đồng/kg) = FCR x giá thức ăn

Sinh khối của rong câu thí nghiệm: Sinh khối rong câu được thu 30 ngày/lần, nếu khối lượng rong câu bị giảm thì bổ sung thêm bằng khối lượng rong ban đầu. Rong được vớt toàn bộ lên đặt trên giấy thấm (để làm ráo nước) sau đó cân trọng lượng rong bằng cân điện tử.

Chất lượng tôm sú ở thí nghiệm: Màu sắc của tôm được xác định khi kết thúc thí nghiệm bằng phương pháp cảm quan. Bắt ngẫu nhiên 3 con tôm ở nghiệm thức nuôi đơn và nghiệm thức nuôi kết hợp, luộc trong nước khoảng 5 phút. Mẫu tôm được chụp ảnh chung để so sánh màu sắc. Tỉ lệ (%) thịt tôm/tổng khối lượng được xác định bằng cách thu ngẫu nhiên 5 con tôm/bể, mỗi con tôm được lột vỏ bỏ tất cả phần đầu, phụ bộ và vỏ tôm, và cân khối lượng phần thịt tôm. Thành phần hóa học của thịt tôm (50 g thịt tôm/bể) gồm hàm lượng nước (âm độ), protein, lipid và tro được phân tích theo phương pháp AOAC (2000).

2.5 Xử lý số liệu

Các giá trị trung bình và độ lệch chuẩn về yếu tố môi trường, tăng trưởng của tôm thí nghiệm và hiệu quả sử dụng thức ăn được tính bằng phần mềm Excel. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức được phân tích thống kê bằng phương pháp ANOVA một nhân tố với phép thử TUKEY ở mức ý nghĩa $p < 0,05$ sử dụng chương trình SPSS 14.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Các yếu tố môi trường

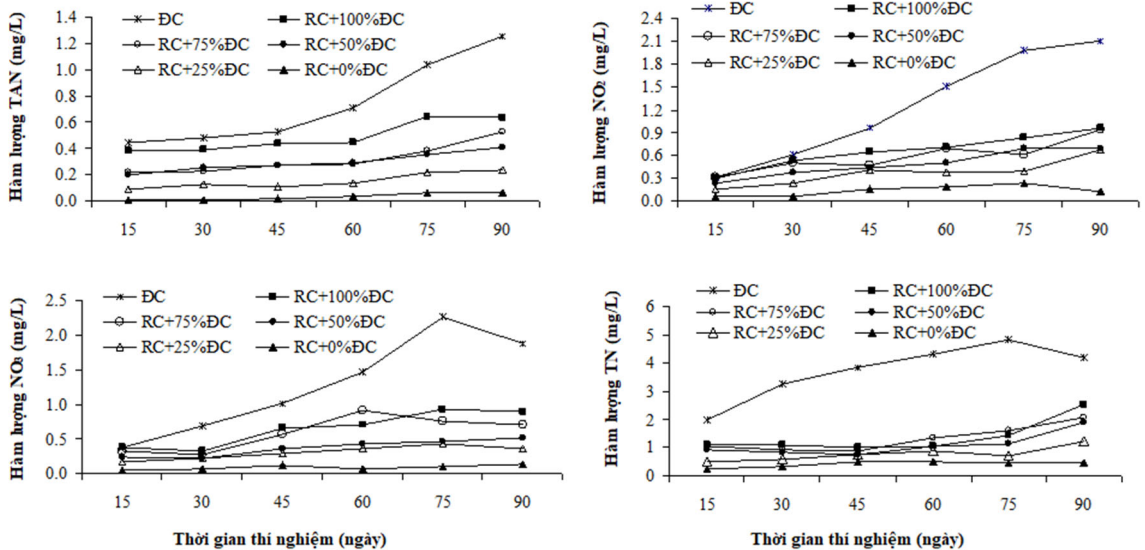
Các yếu tố môi trường trong bể nuôi được trình bày trong Bảng 2. Nhiệt độ trung bình trong thời gian thí nghiệm không dao động nhiều, buổi sáng từ 27,3-27,5°C và buổi chiều từ 29,2-29,3°C. pH trung

bình của các nghiệm thức trong ngày ít biến động, buổi sáng từ 7,8-7,9 và buổi chiều pH tăng cao hơn đạt từ 8,1-8,3. Độ kiềm trung bình giữa các nghiệm thức dao động từ 109-118 mgCaCO₃/L. Kết quả cho thấy nhiệt độ, pH và độ kiềm không khác nhau nhiều giữa các nghiệm thức.

Theo Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương (2009), nhiệt độ thích hợp cho sự phát triển của tôm sú nằm trong khoảng 25-30°C và pH từ 7-9. Nghiên cứu của Châu Tài Tảo và ctv. (2015) cho biết ương tôm sú giống ở độ kiềm từ 100 đến 120 mg CaCO₃/L đạt kết quả tốt nhất về tỉ lệ sống và tăng trưởng. Qua đó cho thấy các yếu tố môi trường trong thí nghiệm này nằm trong khoảng thích hợp cho tôm sú sinh trưởng.

Bảng 2: Nhiệt độ, pH, độ kiềm và cường độ ánh sáng trung bình trong thời gian nuôi

Nghiệm thức	Nhiệt độ (°C)		pH		Độ kiềm (mgCaCO ₃ /L)
	7h	14h	7h	14h	
ĐC	27,4±0,7	29,2±0,8	7,8±0,1	8,1±0,1	109±23
RC+100%ĐC	27,5±0,7	29,3±0,8	7,8±0,2	8,3±0,1	113±17
RC+75%ĐC	27,3±0,8	29,3±0,8	7,8±0,2	8,3±0,2	117±19
RC+50%ĐC	27,4±0,7	29,2±0,8	7,9±0,1	8,3±0,2	118±15
RC+25%ĐC	27,3±0,9	29,2±0,9	7,8±0,1	8,3±0,1	110±16
RC+0%ĐC	27,4±0,7	29,2±0,8	7,8±0,1	8,3±0,1	112±20
Cường độ ánh sáng (lux)		7h	10h	13h	16h
		3.304±1.062	9.589±2.556	13.490±3.235	4.520±960

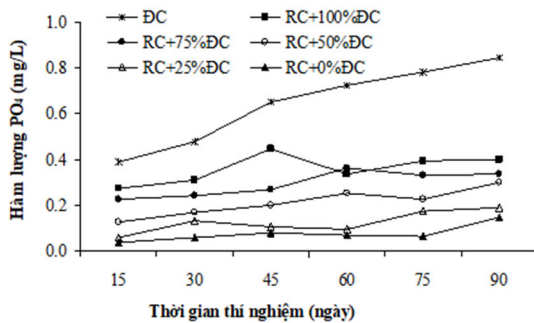


Hình 1: Biến động hàm lượng TAN, NO₂, NO₃ và TN trong thời gian thí nghiệm

Bảng 2 cho thấy cường độ ánh sáng trong ngày được đo vào lúc 7 h, 10 h, 13 h và 16 h, trong đó cường độ ánh sáng trung bình có giá trị thấp nhất vào buổi sáng sớm lúc 7 h (3.304 lux) và có khuynh hướng tăng cao vào lúc 10 h (9.589 lux) và đạt cao nhất vào lúc 13h (13.490 lux), tiếp theo đó giảm mạnh vào buổi chiều lúc 16 h (4.520 lux). Theo Lê

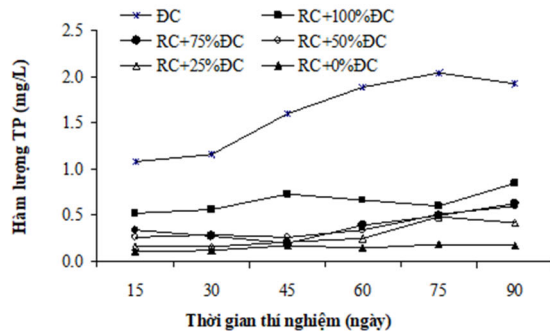
Như Hậu và Nguyễn Hữu Đại (2010), các loài rong câu (*Gracilaria* spp.) có khả năng thích nghi rộng với các điều kiện môi trường và cường độ ánh sáng. Do đó, các yếu tố môi trường trong thí nghiệm này thích hợp cho sự phát triển của rong câu chi.

Hình 1 cho thấy biến động hàm lượng các hợp chất đạm (TAN, NO₂, NO₃ và TN) trong các bể nuôi tôm của các nghiệm thức có khuynh hướng tăng dần đến khi kết thúc thí nghiệm. Khi so sánh hàm lượng các hợp chất này giữa nghiệm thức ĐC (nuôi đơn, cho ăn theo nhu cầu) và nghiệm thức 100% ĐC (nuôi kết hợp tôm-rong, cho ăn theo nhu cầu) có cùng mức cho ăn, kết quả cho thấy ở cùng thời điểm nghiệm thức nuôi đơn luôn có giá trị cao hơn so với nghiệm thức nuôi kết hợp. Kết quả thể hiện rõ nhất từ ngày nuôi thứ 30 trở đi, cụ thể hàm lượng TAN, NO₂, NO₃ và TN của nghiệm thức ĐC vào ngày thứ 30 có giá trị trung bình lần lượt là 0,49, 0,61, 0,70 và 3,27 mg/L. Nghiệm thức 100% ĐC có hàm lượng trung bình các hợp chất đạm thấp hơn: 0,39, 0,53, 0,33 và 1,11 mg/L, theo thứ tự. Khi kết thúc thí nghiệm vào ngày 90, hàm lượng các hợp chất đạm của nghiệm ĐC lần lượt là 1,26, 2,11, 1,89 và 4,12 mg/L. Nghiệm thức 100% ĐC có giá trị 0,64, 0,95, 0,90 và 2,52 mg/L. Qua đó cho thấy rong câu có vai trò lọc sinh học giúp cải thiện môi trường bể nuôi. Ngoài ra, hàm lượng TAN, NO₂, NO₃ và TN có khuynh hướng giảm theo sự giảm dần của lượng thức ăn cung cấp cho tôm, trong đó nghiệm thức 0% ĐC có hàm lượng hợp chất đạm thấp nhất.



Khi kết thúc thí nghiệm, hàm lượng TAN, NO₂, NO₃ và TN ở các nghiệm thức nuôi kết hợp dao động trong khoảng thích hợp cho sự tăng trưởng của tôm, cụ thể hàm lượng TAN không quá 0,5 mg/L và NO₂ < 1 mg/L. Nghiên cứu của Chen *et al.* (1990) cho biết giới hạn nồng độ TAN và NO₂ cho tôm sú giống (kích cỡ 0,27 g) có thể chịu đựng được là 3,7 mg/L và 3,8 mg/L, theo thứ tự. Do đó, nghiệm thức đối chứng nuôi đơn có hàm lượng hợp chất đạm cao nhưng vẫn nằm trong khoảng cho phép tôm sú phát triển.

Tương tự, hàm lượng lân (PO₄³⁻ và TP) trong các bể nuôi tôm của các nghiệm thức có khuynh hướng tăng dần đến khi kết thúc thí nghiệm (Hình 2). Khi so sánh hàm lượng lân giữa nghiệm thức ĐC và nghiệm thức 100% ĐC có cùng mức cho ăn, kết quả cho thấy ở cùng thời điểm nuôi, nghiệm thức nuôi đơn luôn có giá trị cao hơn so với nghiệm thức nuôi kết hợp. Ví dụ mẫu nước thu vào ngày thứ 30, hàm lượng PO₄³⁻ và TP trung bình của nghiệm thức ĐC là 0,48 và 1,15 mg/L, và nghiệm thức 100% ĐC là 0,31 và 0,56 mg/L. Khi kết thúc thí nghiệm vào ngày 90, hàm lượng PO₄ và TP ở nghiệm thức ĐC là 0,84 và 1,92 mg/L và nghiệm thức 100% ĐC là 0,40 và 0,84 mg/L.



Hình 2: Biến động hàm lượng PO₄³⁻ và TP trong thời gian thí nghiệm

Nhìn chung, hàm lượng các hợp chất đạm và lân ở nghiệm thức nuôi kết hợp tôm - rong giảm dần theo mức giảm lượng thức ăn từ 100% xuống 0%, đặc biệt là TAN và NO₃ bị giảm mạnh, chứng tỏ rong câu có khả năng hấp thu tốt hai chất dinh dưỡng này. Qua đó cho thấy khi giảm lượng thức ăn cung cấp cho tôm đã làm giảm lượng chất thải phóng thích vào môi trường nuôi cùng với rong câu có vai trò lọc sinh học hấp thu các muối đạm và lân giúp cải thiện chất lượng nước nuôi tôm tốt hơn.

Kết quả này phù hợp với nhận định của Crab *et al.* (2007) chỉ ra rằng trong mô hình nuôi tôm, cá thâm canh thức ăn cung cấp cho đối tượng nuôi chỉ được cá, tôm đồng hóa 23% và lượng đạm mất từ thức ăn là 73%, dẫn đến ô nhiễm môi trường nuôi. Tương tự, kết quả khảo sát 330 trang trại nuôi tôm

ở Trung Quốc và tổng quan các nghiên cứu trên thế giới của Zhang *et al.* (2015) cho thấy hiệu quả sử dụng N dao động từ 11,7% đến 27,7% và P khoảng 8,7% - 21,2% và phần lớn thải ra môi trường. Do đó, môi trường nước và chất bùn đáy có hàm lượng dinh dưỡng rất cao được tìm thấy ở cả hệ thống nuôi thủy sản kín và hở, dẫn đến ô nhiễm môi trường trầm trọng ở khu vực nuôi và các vùng lân cận.

Theo báo cáo của McHugh (2003), mô hình nuôi tôm, cá kết hợp với rong biển giúp duy trì môi trường nuôi ổn định và thân thiện với môi trường. Điều này biểu thị tác dụng hấp thu các chất đạm của rong câu trong bể nuôi giúp duy trì chất lượng tốt hơn so với nghiệm thức nuôi tôm đơn. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Minh Kha và Nguyễn Thị Ngọc Anh (2017), hàm lượng trung

binh của các hợp chất đạm và lân ở các nghiệm thức nuôi kết hợp tôm thẻ chân trắng (*L. vannamei*) với rong câu (*Gracilaria* sp.) thấp hơn nhiều so với nghiệm thức nuôi đơn. Tương tự, Nguyễn Thị Ngọc Anh và Phạm Thị Tuyết Ngân (2017) nhận thấy tôm sú nuôi kết hợp với rong nho (*Caulerpa lentillifera*) cho ăn giảm từ 25% đến 75% nhu cầu thì chất lượng nước tốt hơn so với nuôi tôm sú đơn cho ăn thỏa mãn.

Các loài rong câu (*Gracilaria* spp.) có khả năng hấp thụ các muối dinh dưỡng nhanh và vượt nhu cầu cho hoạt động sống. Vì thế rong câu được sử dụng trong các mô hình nuôi đa canh, nuôi kết hợp hay luân canh và xử lý môi trường trong các mô hình nuôi trồng thủy sản bền vững (McHugh, 2003; Marinho-Soriano *et al.*, 2009a, b; Lê Như Hậu và Nguyễn Hữu Đại, 2010; Susilowati *et al.*, 2014). Nghiên cứu của Marinho-Soriano *et al.* (2009a) báo cáo rằng loài rong câu *G. caudata* đã loại bỏ các chất dinh dưỡng trong nước thải từ nuôi tôm như NH₄-N

khoảng 59,5%, NO₃-N 49,6% và PO₄-P 12,3% trong 4 giờ. Tương tự, Nguyễn Quang Huy và *ctv.* (2016), sử dụng rong câu chỉ vàng (*G. asiatica*) nuôi kết hợp với tôm thẻ chân trắng, bể nuôi có hàm lượng TAN và NO₂⁻ thấp hơn có ý nghĩa so với bể nuôi tôm đơn. Kết quả thí nghiệm hiện tại phù hợp với nhận định của các nghiên cứu trước, mô hình nuôi tôm kết hợp với rong câu giúp duy trì được chất lượng nước tốt hơn và thân thiện với môi trường.

3.2 Tăng trưởng của tôm sú sau 90 ngày nuôi

Bảng 3 cho thấy khối lượng trung bình của tôm sau 90 ngày nuôi dao động từ 3,37-13,82 g tương ứng với tăng trọng (WG) 1,40-11,84 g, tăng trưởng tuyệt đối (DWG) là 0,016-0,132 g/ngày và tăng trưởng tương đối (SGR) là 0,57-2,15%/ngày. Nghiệm thức RC+100%ĐC và RC+75%ĐC đạt tăng trưởng cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức ĐC và các nghiệm thức còn lại.

Bảng 3: Tăng trưởng của tôm sú sau 90 ngày nuôi

Nghiệm thức	ĐC	RC+100% ĐC	RC+75% ĐC	RC+50% ĐC	RC+25% ĐC	RC+0% ĐC
KL đầu (g)	1,97±0,15	1,97±0,15	1,97±0,15	1,97±0,15	1,97± 0,15	1,97±0,15
KL cuối (g)	12,01±0,18 ^c	13,28±0,17 ^d	13,82±0,22 ^d	12,12±0,16 ^c	8,78±0,19 ^b	3,37±0,24 ^a
WG (g)	10,04±0,18 ^c	11,31±0,17 ^d	11,84±0,22 ^d	10,15±0,16 ^c	6,81±0,19 ^b	1,40±0,24 ^a
DWG (g/ngày)	0,112±0,002 ^c	0,126±0,002 ^d	0,132±0,002 ^d	0,113±0,002 ^c	0,076±0,002 ^b	0,016±0,003 ^a
SGR (%/ngày)	1,99±0,02 ^c	2,11±0,02 ^d	2,15±0,02 ^d	2,00±0,02 ^c	1,64±0,03 ^b	0,57±0,07 ^a
CD đầu (cm)	5,74±0,27	5,74±0,27	5,74±0,27	5,74±0,27	5,74±0,27	5,74±0,27
CD cuối (cm)	11,09±0,19 ^c	11,67±0,16 ^d	11,78±0,17 ^d	11,15±0,15 ^c	9,94±0,13 ^b	6,74±0,17 ^a

KL: khối lượng, CD: chiều dài

Các giá trị trung bình trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Nghiệm thức RC+50% ĐC, giảm mức thức ăn 50% lượng thức ăn đối chứng vẫn cho tăng trưởng khá tốt hơn so với nghiệm thức ĐC nhưng không khác biệt về mặt thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên khi giảm lượng thức ăn xuống còn 25% ĐC, tăng trưởng tôm sú bị giảm mạnh và thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức ĐC và các nghiệm thức khác trừ nghiệm thức không cho ăn (RC+0% ĐC). Đối với nghiệm thức RC+0% ĐC, tôm có tốc độ tăng trưởng thấp nhất và khác biệt thống kê so với tất cả các nghiệm thức khác.

Chiều dài tôm khi kết thúc thí nghiệm đạt trung bình 6,74 -11,78 cm và có khuynh hướng tương tự như tăng trưởng về khối lượng. Tôm ở hai nghiệm thức RC+100% ĐC và RC+75% ĐC đạt chiều dài lớn hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$ so với các nghiệm thức còn lại. Khi giảm 50% lượng thức ăn so với đối chứng và chiều dài của tôm khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với đối chứng. Nghiệm thức RC+25% ĐC, tôm đạt chiều dài nhỏ hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với các nghiệm

thức còn lại trừ nghiệm thức không cho ăn và nghiệm thức này có chiều dài nhỏ nhất. Như vậy, khi nuôi kết hợp tôm-rong câu chỉ, lượng thức ăn giảm xuống 50% nhu cầu, tăng trưởng về khối lượng và chiều dài của tôm đạt tương đương với tôm nuôi đơn. Qua đó cho thấy nghiệm thức nuôi kết hợp giảm lượng thức ăn 50% nhu cầu có thể được xem là mức giảm tối ưu giúp tôm sống trong môi trường nuôi có điều kiện thuận lợi và tôm vẫn tăng trưởng tốt.

Kết quả thí nghiệm này cho thấy tốc độ tăng trưởng của tôm sú bị giảm mạnh khi giảm khẩu phần ăn còn 25% nhu cầu hoặc không được cho ăn. Điều này có thể bị ảnh hưởng bởi nhu cầu dinh dưỡng của tôm đặc biệt là protein và lipid là hai thành phần chính trong khẩu phần ăn của động vật thủy sản (Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009). Nghiên cứu trước báo cáo rằng nhu cầu protein của tôm sú (*P. monodon*) trong khẩu phần ăn từ 36-40% (Shiau and Chou, 1991), và nhu cầu lipid là 4,5-7,5% (Glencross *et al.*, 2002). Theo kết quả nghiên

cứu của Nguyễn Tiến Lực (2011), nhu cầu protein của tôm sú thay đổi theo từng giai đoạn phát triển như: Tôm ở giai đoạn 1-5 g nhu cầu protein 39-40%, giai đoạn 5-10 g nhu cầu protein 38-39%. Trong nghiên cứu này, rong câu có hàm lượng protein 17,44% và lipid 1,63%, thấp hơn nhiều so với thức ăn thương mại (Bảng 1). Do đó, khi giảm mức thức ăn còn 25% nhu cầu hoặc không cho ăn, tôm có thể sử dụng nguồn rong câu sẵn có trong bể nuôi làm thức ăn không đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng dẫn đến tăng trưởng của tôm sú bị giảm đi đáng kể.

Nghiên cứu trước nhận định rằng rong câu (*G. cervicornis*) có thể là nguồn thức ăn bổ sung trong nuôi kết hợp với tôm thẻ chân trắng, *L. vannamei* giúp tôm tăng trưởng nhanh và thay thế một phần thức ăn thương mại (Marinho-Soriano *et al.*, 2007). Tương tự, Nguyễn Quang Huy và *ctv.* (2016) nhận thấy tôm thẻ chân trắng nuôi kết hợp với rong câu chỉ vàng đạt tốc độ tăng trưởng cao hơn nhiều so với nuôi tôm đơn. Trong mô hình nuôi trồng thủy sản kết hợp đa loài, chất lượng nước tốt và sự hiện diện của thức ăn tự nhiên có thể hỗ trợ sự tăng trưởng của các loài nuôi (Rejeki *et al.*, 2016).

Nhiều nghiên cứu báo cáo rằng các loài rong câu có giá trị dinh dưỡng cao (giàu các acid amin và acid béo thiết yếu, vitamin và khoáng) được sử dụng làm thức ăn cho các loài thủy sản (McHugh, 2003; Lê Như Hậu và Nguyễn Hữu Đại, 2010). Nghiên cứu về hàm lượng acid amin của một số loài rong biển dùng trong thức ăn thủy sản của Kumar and Kaladharan (2007) nhận thấy các loài rong *Sargassum wightii*, *Kappaphycus alvarezii*, *Hypnea musciformis*, *Acanthophora spicifera* và rong câu *G. corticata* đều giàu một số acid amin thiết yếu như phenylalanine, tyrosine, threonine. Vì thế, rong biển được sử dụng làm thức ăn bổ sung trong nuôi tôm, cá với tỉ lệ thích hợp giúp đối tượng nuôi đạt tăng

trưởng tốt hơn. Tương tự, báo cáo của Izzati (2011), sử dụng hai loại rong biển *Sargassum plagyophyllum* và *G. verrucosa* nuôi kết hợp với tôm sú (*P. monodon* Fabr) nhận thấy tốc độ tăng trưởng của tôm cao hơn nuôi đơn và rong câu *Gracilaria* cho kết quả tốt hơn rong *Sargassum*.

3.3 Tỉ lệ sống, năng suất và hiệu quả sử dụng thức ăn

Sau 90 ngày nuôi, tỉ lệ sống của tôm sú ở nghiệm thức đối chứng cho ăn theo nhu cầu đạt 61,1% và không khác biệt thống kê ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức nuôi kết hợp có cho ăn với mức từ 25% đến 100% nghiệm thức đối chứng (51,9-74,1%). Kết quả cho thấy nuôi kết hợp tôm sú-rong câu giảm mức thức ăn còn 25% nhu cầu không ảnh hưởng nhiều đến tỉ lệ sống của tôm. Tuy nhiên, nghiệm thức không cho ăn (RC+0%ĐC) tôm đạt tỉ lệ sống thấp nhất (35,2%) và khác biệt thống kê so với nghiệm thức ĐC và các nghiệm thức còn lại (Bảng 4). Qua đó cho thấy rong câu khi nuôi kết hợp với tôm sú thì rong câu không thể thay thế hoàn toàn nguồn thức ăn cho tôm sú ở điều kiện thí nghiệm.

Bảng 4 cho thấy năng suất tôm trung bình ở nghiệm thức RC+100% ĐC và RC+75% ĐC đạt cao nhất (1,47 và 1,50 kg/m³) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức ĐC (1,10 kg/m³) và các nghiệm thức còn lại. Nghiệm thức RC+50% ĐC đạt năng suất tôm 1,14 kg/m³ không khác nhau về mặt thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức ĐC. Nghiệm thức RC+25% ĐC, giảm mức thức ăn còn 25% nhu cầu năng suất tôm giảm đáng kể (0,68 kg/m³) và nghiệm thức không cho ăn đạt năng suất thấp nhất (0,18 kg/m³). Hai nghiệm thức này khác biệt nhau và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức khác ($p < 0,05$).

Bảng 4: Tỉ lệ sống, năng suất và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm sú sau 90 ngày nuôi với các mức cho ăn khác nhau

Nghiệm thức	Tỉ lệ sống	Năng suất (kg/m ³)	Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR)	Chi phí thức ăn viên cho tôm tăng trọng (đ/kg)	Mức giảm chi phí thức ăn so với đối chứng (%)
ĐC	61,1±5,6 ^{bc}	1,10 ±0,08 ^c	1,63±0,01 ^f	69.713±516	-
RC+100%ĐC	74,1±6,4 ^c	1,47±0,11 ^d	1,34±0,06 ^c	57.334±2.464	17,8 ±3,5
RC+75%ĐC	72,2±5,6 ^c	1,50±0,12 ^d	1,01±0,03 ^d	43.179±1.377	38,1±2,0
RC+50%ĐC	63,0±3,2 ^{bc}	1,14±0,06 ^c	0,83±0,03 ^c	35.548±1.209	49,0±1,7
RC+25%ĐC	51,9±6,4 ^{ab}	0,68±0,10 ^b	0,69±0,04 ^b	29.422±1.895	57,8±2,7
RC+0%ĐC	35,2±8,5 ^a	0,18±0,03 ^a	0±0 ^a	-	-

Các giá trị trung bình trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

Giá thức ăn Growbest dùng cho tôm sú là 38.000 đồng/kg

Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR) ở các nghiệm thức có cho ăn dao động 0,69-1,63, trong đó FCR ở nghiệm thức đối chứng có giá trị cao nhất và FCR

có khuynh hướng giảm theo sự giảm lượng thức ăn cung cấp cho tôm với nghiệm thức RC+25%ĐC có

giá trị thấp nhất. FCR ở tất cả các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Chi phí thức ăn thương mại cho 1 kg tôm tăng trọng có liên quan đến FCR. Nghiệm thức nuôi đối chứng có chi phí sử dụng thức ăn cao nhất, trung bình là 69.713 đồng. Theo khuynh hướng của FCR, các nghiệm thức nuôi kết hợp có cho ăn, chi phí thức ăn giảm so với đối chứng từ 17,8 đến 57,8%. Điều này cho thấy ở điều kiện giảm lượng thức ăn, rong câu có khả năng làm nguồn thức ăn bổ sung cho tôm sú, giúp giảm chi phí thức ăn trong nuôi tôm.

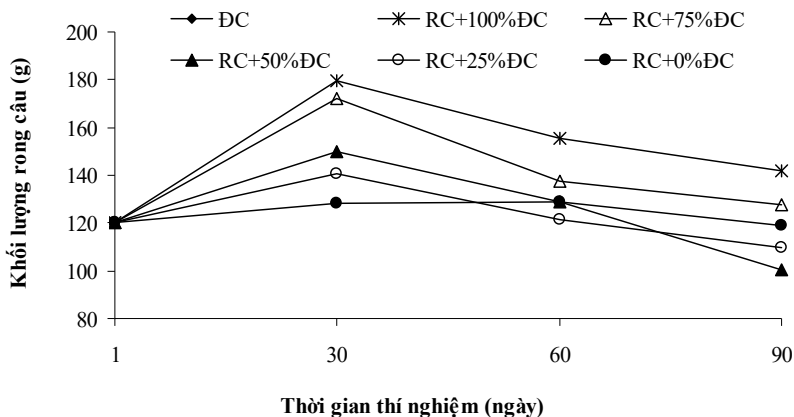
Kết quả nghiên cứu hiện tại phù hợp với những nghiên cứu trước, trong hệ thống nuôi kết hợp tôm và rong biển, các chất thải của tôm nuôi được rong biển hấp thụ, đồng thời rong biển được sử dụng làm thức ăn cho tôm giúp cân bằng hệ sinh thái và giảm chi phí thức ăn (McHugh, 2003; Neori *et al.*, 2004; Cruz-Suarez *et al.*, 2010). Penaflorida *et al.* (1996) báo cáo rằng FCR của tôm sú giảm hơn 14% khi khẩu phần ăn chứa 10% rong câu *G. heteroclada* so với thức ăn đối chứng không chứa bột rong. Rong câu (*G. cervicornis*) có thể thay thế một phần thức ăn công nghiệp trong nuôi tôm thẻ chân trắng (Marinho-Soriano *et al.*, 2007). Kết quả tương tự được báo cáo bởi Cruz-Suarez *et al.* (2010), nuôi kết hợp tôm thẻ chân trắng với loài rong bùn (*Ulva clathrata*), đã cải thiện được tốc độ tăng trưởng của tôm đến 60% và lượng thức ăn công nghiệp sử dụng ít hơn từ 5-10% so với nghiệm thức nuôi đơn. Tỷ lệ sống, tăng trưởng và năng suất tôm chân trắng được

cải thiện khi nuôi kết hợp với rong câu *G. verucosa* (Susilowati *et al.*, 2014) và rong câu chỉ vàng (*G. asiatica*) (Nguyễn Quang Huy *et al.*, 2016).

Tương tự, nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Anh *et al.* (2014) cho thấy các nghiệm thức nuôi kết hợp tôm thẻ chân trắng với rong bún hoặc rong mền với chế độ giảm lượng thức ăn viên so với nghiệm thức đối chứng từ 25% đến 75% có FCR giảm theo lượng thức ăn cung cấp và chi phí thức ăn viên có thể giảm từ 45,5% đến 64,9% so với nghiệm thức đối chứng nuôi đơn và cho ăn theo nhu cầu. Cùng nhận định, tôm sú nuôi kết hợp với rong nho cho ăn giảm lượng thức ăn thì FCR có thể giảm đến 60,5% vẫn đảm bảo tôm sinh trưởng tương đương với đối chứng (Nguyễn Thị Ngọc Anh và Phạm Thị Tuyết Ngân, 2017). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Izzati (2011), nuôi kết hợp tôm sú với rong câu *G. verrucosa* cho năng suất tôm cao hơn so với rong mơ *Sargassum plagyophyllum* và nuôi đơn.

3.4 Khối lượng rong câu sau 90 ngày thí nghiệm

Hình 3 cho thấy đối với các nghiệm thức cho ăn khối lượng rong câu tăng vào 30 ngày đầu và giảm liên tục đến khi kết thúc thí nghiệm vào ngày 90. Điều này có thể do tôm nuôi kết hợp với rong câu và giảm khẩu phần ăn so với nhu cầu, khi thức ăn không đáp ứng đủ nhu cầu cho tôm thì rong câu hiện diện trong bể nuôi có thể là nguồn thức ăn bổ sung cho tôm.



Hình 3: Biến động khối lượng rong câu chỉ (*G. tenuistipitata*) qua các đợt thu mẫu

Hơn nữa, trong thời gian nuôi kết hợp tôm sú với rong câu thì tôm ở giai đoạn đầu sử dụng ít rong câu để làm thức ăn so với từ tháng thứ 2 trở về sau, do thời gian sau tôm đã sử dụng rong làm thức ăn nên lượng rong giảm đáng kể. Kết quả cho thấy ở nghiệm thức cho ăn 50% ĐC thì sinh khối rong giảm nhiều vào cuối thí nghiệm, khối lượng trung bình thấp nhất (101 g) so với các nghiệm thức còn lại và

tỷ lệ sống và năng suất tôm ở nghiệm thức này khá cao hơn nghiệm thức đối chứng cho ăn thỏa mãn, điều này cho thấy ngoài việc hấp thụ các hợp chất đạm và lân cải thiện môi trường nuôi, rong câu có thể là nguồn thức ăn bổ sung tốt cho tôm sú, là giá thể cho tôm trú ẩn nhằm giảm tỷ lệ hao hụt trong suốt thời gian nuôi.

3.5 Chất lượng tôm sú sau 90 ngày nuôi

Tỉ lệ thịt tôm và thành phần hóa học của thịt tôm sú sau thời gian thí nghiệm được thể hiện trong Bảng 5. Tỉ lệ thịt tôm/tổng khối lượng con tôm có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các nghiệm thức. Trong đó tôm nuôi kết hợp không cho ăn có tỉ lệ thịt thấp nhất do không được cung cấp đủ chất dinh dưỡng nên tôm có khối lượng nhỏ nhất. Tuy

nhiên, khi cho ăn theo nhu cầu 100% thức ăn viên, tôm ở nghiệm thức ĐC có tỉ lệ thịt trung bình 46,56% thấp hơn ba nghiệm thức nuôi kết hợp tôm rong cho ăn mức 100% (48,78%); 75% (47,82%) và 50% (47,48%). Như vậy, khi nuôi kết hợp có rong giảm lượng thức ăn từ 50-75% thì tôm đạt tỉ lệ thịt cao hơn. Tỉ lệ thịt tôm ở nghiệm thức RC+25% ĐC thấp hơn nghiệm thức ĐC nhưng không khác biệt thống kê ($p > 0,05$).

Bảng 5: Tỉ lệ thịt tôm và thành phần hóa học của thịt tôm (% khối lượng tươi)

Nghiệm thức	Tỉ lệ thịt tôm (%KLT)	Ẩm độ	Protein	Lipid	Tro
ĐC	46,56±1,74 ^{bc}	74,94±0,31 ^a	17,06±0,45 ^{ab}	0,88±0,06 ^c	1,96±0,13 ^a
RC+100% ĐC	48,78±1,61 ^c	74,62±0,38 ^a	17,54±0,38 ^b	0,82±0,03 ^{bc}	2,21±0,08 ^{ab}
RC+75% ĐC	47,82±1,18 ^c	74,81±0,32 ^a	17,78±0,45 ^b	0,71±0,04 ^{abc}	2,38±0,12 ^{abc}
RC+50% ĐC	47,48±1,22 ^c	74,98±0,28 ^{ab}	17,14±0,26 ^{ab}	0,73±0,06 ^{abc}	2,57±0,18 ^{abc}
RC+25% ĐC	43,66±1,72 ^b	75,49±0,46 ^{bc}	16,95±0,23 ^{ab}	0,65±0,05 ^{ab}	2,80±0,25 ^{bc}
RC+0%ĐC	37,10±1,99 ^a	76,75±0,49 ^c	15,97±0,33 ^a	0,56±0,04 ^a	2,87±0,16 ^c

Các giá trị trung bình trong cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$)

KLT: Khối lượng tổng

Ẩm độ (hàm lượng nước thịt tôm tươi) của thịt tôm tươi dao động 74,62-76,75%, trong đó nghiệm thức RC+0% ĐC có giá trị cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức khác trừ nghiệm thức RC+25% ĐC. Ẩm độ ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức nuôi kết hợp RC+100% ĐC; RC+75% ĐC và RC+50% ĐC khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

Hàm lượng protein, lipid và tro của thịt tôm sú ở các nghiệm thức dao động lần lượt là 15,97-17,78%; 0,56-0,88% và 1,96-2,87% khối lượng tươi. Trong đó, các nghiệm thức nuôi kết hợp có hàm lượng protein và tro cao hơn nghiệm thức đối chứng, tuy nhiên sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Protein và tro là hai thành phần dinh dưỡng quan trọng trong thịt tôm. Tương ứng với tỉ lệ thịt, hàm lượng protein và tro ở nghiệm thức

RC+100%ĐC; RC+75%ĐC và RC+50%ĐC đạt giá trị cao nhất so với các nghiệm thức còn lại. Hàm lượng lipid của thịt tôm ở nghiệm thức ĐC đạt giá trị cao nhất (0,88%) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với hai nghiệm thức RC+25% ĐC (0,65%) và RC+0% ĐC (0,56%). Ngoài ra, hàm lượng lipid giảm theo sự giảm lượng thức ăn cung cấp cho tôm. Tương tự, nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Anh và Phạm Thị Tuyết Ngân (2017), nhận thấy tôm sú nuôi kết hợp với rong nho (*Caulerpa lentillifera*) với các mức cho ăn khác nhau, hàm lượng lipid thịt tôm giảm theo mức giảm thức ăn cung cấp cho tôm.

Như vậy, rong câu có thể là nguồn thức ăn bổ sung cho tôm sú thay thế một phần thức ăn viên giúp cải thiện môi trường ao nuôi mà không gây ảnh hưởng đến chất lượng thịt tôm.



Hình 4: Màu sắc tôm thí nghiệm lược chín

Kết quả cho thấy nghiệm thức nuôi kết hợp với rong câu, tôm sú sau 90 ngày nuôi sau khi lược chín có màu đỏ tươi đậm hơn tôm nuôi đơn (Hình 4).

Nhiều nghiên cứu khẳng định rong biển được bổ sung vào thức ăn với tỉ lệ thích hợp cho các loài thủy sản sẽ đem lại nhiều lợi ích hơn so với thức ăn công

nghiệp như có sự cân bằng chất xơ, lipid, vitamin, khoáng chất, carotenoid và cung cấp những dưỡng chất thiết yếu cho tôm, cá giúp cải thiện được tăng trưởng, hiệu quả sử dụng thức ăn và tăng protein trong cơ cá, màu sắc tôm luộc chín có màu cam đỏ đậm hơn so với đối tượng nuôi cho ăn hoàn toàn thức ăn công nghiệp (McHugh 2003; Cruz-Suarez *et al.*, 2010; Tawil 2010).

Nghiên cứu của Nguyễn Thị Ngọc Anh và *ctv.* (2014) khi nuôi kết hợp tôm thẻ chân trắng (*L. vanamei*) với rong bún (*Enteromorpha* spp.) và rong mền (Cladophoraceae) nhận thấy màu sắc tôm nuôi sau thí nghiệm đậm hơn, thịt chắc hơn và tăng trưởng tốt hơn tôm nuôi đơn. Tôm có màu sắc đậm hơn sẽ hấp dẫn người tiêu dùng hơn. Tương tự, tôm sú (*P. monodon*) được cho ăn thức ăn chứa 5% bột rong bún (*Enteromorpha intestinalis*) có hàm lượng astaxanthin cao hơn có ý nghĩa thống kê và màu sắc đậm hơn so với tôm ăn thức ăn đối chứng (Mondal *et al.*, 2015). Theo nghiên cứu của Banerjee *et al.* (2009), astaxanthin là một dạng thuộc họ carotenoid, sắc tố đỏ trong astaxanthin được gọi là xanthophyll. Carotenoid được chiết xuất từ tảo cũng như các loài thực vật. Trong một số loài tôm, các carotenoid chẳng hạn như astaxanthin được gắn vào một protein và trở thành một chất được biết đến như là carotenoprotein. Carotenoprotein tạo cho giáp xác có màu xanh, nhưng khi nấu chín dưới sự hiện diện của nhiệt các phân tử này bị phân cắt tạo ra màu đỏ của tôm.

Tóm lại, nuôi kết hợp tôm sú- rong câu chi với kích cỡ lớn (1,97 g/con), cho ăn 50% nhu cầu tôm vẫn đạt tăng trưởng tốt và chi phí thức ăn có thể được giảm đến 49,0%. Thêm vào đó, mô hình nuôi kết hợp thì thành phần hóa học của thịt tôm không thay đổi nhiều ngoại trừ hàm lượng lipid bị giảm, cải thiện tốt được màu sắc của tôm nuôi và chất lượng môi trường nuôi. Kết quả nghiên cứu đạt được biểu thị vai trò của đặc biệt hữu ích của rong câu chi (*G. tenuistipitata*), loài bản địa ở vùng nước lợ ĐBSCL trong nuôi kết hợp với tôm sú, góp phần ổn định môi trường nuôi và nghề nuôi tôm bền vững.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Hàm lượng các hợp chất đạm (TAN, NO₂⁻, NO₃⁻ và TN) và lân (PO₄³⁻ và TP) ở các nghiệm thức kết hợp tôm sú (*Penaeus monodon*) với rong câu chi (*Gracilaria tenuistipitata*) thấp hơn so với nghiệm thức nuôi đơn.

Nuôi kết hợp rong câu chi-tôm sú cỡ 1,97 g, tăng trưởng và năng suất của tôm ở nghiệm thức nuôi kết hợp cho ăn 50% nhu cầu không khác biệt thống kê so với nghiệm thức đối chứng tương ứng với chi phí thức ăn có thể giảm đến 49,0%, được xem là mức giảm thích hợp.

Màu sắc tôm luộc chín ở nghiệm thức nuôi kết hợp có màu cam đậm hơn tôm nuôi đơn, đồng thời tỉ lệ thịt tôm cao hơn so với nuôi đơn. Thành phần hóa học thịt tôm (ẩm độ, protein và tro) ở nghiệm thức nuôi kết hợp cao hơn so với đối chứng, tuy nhiên hàm lượng lipid ở nghiệm thức nuôi kết hợp thấp hơn so với nghiệm thức đối chứng.

Áp dụng kết quả thí nghiệm vào điều kiện ao nuôi quảng canh cải tiến để đánh giá hiệu quả tài chính, từ đó có thể khuyến cáo phát triển mô hình nuôi kết hợp này.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản, thuộc Chương trình ODA F-2 “Green technology innovation for aquaculture”. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn các em Trịnh Tái Luyện học viên cao học K23, La Diễm Trang và Nguyễn Đình Chiêu sinh viên lớp Nuôi trồng Thủy sản K39 đã hỗ trợ trong suốt thời gian thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists Arlington. 159 pages.
- APHA, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th ed. American Public Health Association. Washington D.C. 487 pages.
- Banerjee, K., Ghosh, R., Homechudhuri, S., and Mitra, A., 2009. Biochemical composition of marine macroalgae from Gangetic delta at the apex of Bay of Bengal. African Journal of Basic & Applied Sciences. 1(5-6): 96-104.
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. 2015. Quy hoạch nuôi tôm nước lợ vùng Đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020, tầm nhìn 2030. Báo cáo tổng hợp, Hà Nội, 139 trang.
- Châu Tài Tảo, 2015. Ảnh hưởng độ kiềm lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và chất lượng ấu trùng và hậu ấu trùng tôm sú (*Penaeus monodon*). Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. 23: 97-102.
- Chen, J.C., Liu, P.C., and Lei, S.C., 1990. Toxicities of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* adolescents. Aquaculture. 89(2): 127-137.
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., and Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. Aquaculture. 270(1-4): 1-14.
- Cruz-Suarez, L.E., Leons, A., Pensa-Rodriguez, A., Rodriguez – Penax, G., Moll, B., and Ricque – Marie, D., 2010. Shrimp/Ulva co- culture: A sustainable alternative to diminish the need for artificial feed and improve shrimp quality. Aquaculture. 301(1-4): 64 -68.

- FAO, 2003. A guide to the seaweed industry, Fisheries Technical paper, Rome (ed. McHugh, D.J.) No. 441. www.fao.org/3/a-y4765e. pdf.
- Glencross, B., Smith, D., Thomas, M., and Williams, K., 2002. The effects of dietary lipid amount and fatty-acid composition on the digestibility of lipids by the prawn, *Penaeus monodon*. Aquaculture. 205(1-2): 157-169.
- Hai, T.N., Duc, P.M.D., Son, V.N., Minh, T.H., and Phuong, N.T., 2015. Innovation in seed production and farming of marine shrimp in Vietnam. The quarterly magazine of the World Aquaculture Society. 46(1): 32-37.
- Izzati, M., 2011. The role of seaweeds *Sargassum polycistum* and *Gracilaria verrucosa* on growth performance and biomass production of tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fabr). Journal of Coastal Development. 14(3): 235-241.
- Kumar, V., and Kaladharan, P., 2007. Amino acids in the seaweeds as an alternate source of protein for animal feed. Journal of the Marine Biological Association of India. 49(1): 35-40.
- Lê Như Hậu và Nguyễn Hữu Đại, 2010. Rong câu Việt Nam, nguồn lợi và sử dụng. Nhà xuất bản Hà Nội: 242 trang.
- Marinho-Soriano, E., Panucci, R.A., Carneiro, M.A.A., and Pereira, D.C., 2009a. Evaluation of *Gracilaria caudata* J. Agardh for bioremediation of nutrients from shrimp farming wastewater. Bioresource Technology. 100(24): 6192-6198.
- Marinho-Soriano, E., Camara, M.R., Cabral, T.D.M., and Carneiro, M.A.A., 2007. Preliminary evaluation of the seaweed *Gracilaria cervicornis* (Rhodophyta) as a partial substitute for the industrial feeds used in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming. Aquaculture Research. 38(2): 182-187.
- Marinho-Soriano, E., Nunes, S.O., Carneiro, M.A.A., and Pereira, D.C. 2009b. Nutrients' removal from aquaculture wastewater using the macroalgae *Gracilaria birdiae*. Biomass and Bioenergy. 33(2): 327-331.
- McHugh, D.J., 2003. A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries Technical Paper, No. 441. FAO, Rome: 105 pages
- Mondal, K., Bhattacharyya, S.B., and Mitra, A., 2015. Seaweed incorporated diet improves astaxanthin content of shrimp muscle tissue. Marine Science Research & Development. 5(161): 3 pages.
- Ngan, L.T.H., and Anh, N.T.N., 2016. Effect of feed reduction on growth and feed efficiency of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) in co-culture with red seaweed (*Gracilaria* sp.). International Fisheries Symposium- IFS 2016: Promoting healthier aquaculture and fisheries for food safety and security. Can Tho University, 294 pages.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., et al., 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. Aquaculture. 231(1-4): 361-391.
- Nguyễn Hoàng Vinh và Nguyễn Thị Ngọc Anh, 2019. Khảo sát sinh lượng của rong câu chỉ (*Gracilaria tenuistipitata*) trong ao nuôi tôm quảng canh cải tiến ở tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. 1: 88-97.
- Nguyễn Minh Kha và Nguyễn Thị Ngọc Anh, 2017. Hiệu quả của mô hình nuôi kết hợp tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) với mật độ rong câu (*Gracilaria* sp.) khác nhau. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp. 1(2): 303-312.
- Nguyễn Quang Huy, Lê Văn Khôi, Đặng Văn Quát, Tăng Thị Thảo và Nguyễn Thị Lệ Thủy, 2016. Nghiên cứu khả năng hấp thu dinh dưỡng của rong câu chỉ vàng (*Gracilaria asiatica*) và các hình thức nuôi kết hợp giữa tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) với rong câu chỉ vàng. Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn. 6: 104-110.
- Nguyễn Thanh Long, Dương Vĩnh Hào và Lê Xuân Sinh, 2010. Phân tích các khía cạnh kinh tế và kỹ thuật của mô hình nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) thâm canh ở tỉnh Sóc Trăng. Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. 14: 119-127.
- Nguyễn Thị Ngọc Anh và Phạm Thị Tuyết Ngân, 2017. Ảnh hưởng của tỉ lệ cho ăn khác nhau đến chất lượng nước và hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm sú (*Penaeus monodon*) nuôi kết hợp với rong nho (*Caulerpa lentillifera*). Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam. 10(83): 119-124.
- Nguyễn Thị Ngọc Anh, Đinh Thị Kim Nhung và Trần Ngọc Hải. 2014. Hiệu quả sử dụng thức ăn của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) trong nuôi kết hợp với rong bún (*Enteromorpha* sp.) và rong mền (*Cladophoraceae*). Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ. 31b: 98-105.
- Nguyễn Tiến Lực, 2011. Nghiên cứu đặc điểm dinh dưỡng và hoàn thiện công nghệ sản xuất thức ăn nuôi tôm Sú (*Penaeus monodon*). Tóm tắt luận án tiến sĩ kỹ thuật. Trường Đại học Bách Khoa. Thành phố Hồ Chí Minh: 24 trang.
- Penaflores, V.D., and Golez, N.V., 1996. Use of seaweed meals from *Kappaphycus alvarezii* and *Gracilaria heterocalda* as binders in diets of juvenile shrimp *Penaeus monodon*. Aquaculture. 143 (3-4): 393-401.
- Rejeki, S., Ariyati, R.W., and Widowati, L.L., 2016. Application of integrated multi tropic aquaculture concept in an abraded brackish water pond. Journal of Sciences and Engineering. 78(4-2): 227- 232.
- Shiau, S.Y., and Chou, B.S., 1991. Effects of dietary protein and energy on growth performance of tiger shrimp *Penaeus monodon* reared in

- seawater. Nippon Suisan Gakkaishi. 57(12): 2271-2276.
- Susilowati, T., Hutabarat, J., Anggoro, S., and Zainuri, M., 2014. The improvement of the survival, growth and of Vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and seaweed (*Gracilaria verucosa*) based on polyculture cultivation. International Journal of Marine and Aquatic Resource Conservation and Co – existence. 1(1): 6-11.
- Tawil, N.E. 2010. Effects of green seaweeds (*Ulva* sp.) as feed supplements in red Tilapia (*Oreochromis* sp.) diet on growth performance, feed utilization and body composition. Journal of the Arabian Aquaculture Society. 5(2): 179-194.
- Tổng cục Thủy sản, 2017. Báo cáo “Đề án tổng thể phát triển ngành công nghiệp tôm Việt Nam đến năm 2030”. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn: 70 trang.
- Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009. Nguyên lý và kỹ thuật nuôi tôm sú. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Chi nhánh thành phố Hồ Chí Minh: 203 trang.
- Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn. 2009. Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Chi nhánh thành phố Hồ Chí Minh: 191 trang.
- Zhang, Y., Bleeker, A., and Liu, J., 2015. Nutrient discharge from China’s aquaculture industry and associated environmental impacts. Environmental Research Letter. 10: 1-14.