

Fattening of mud crab (*Scylla paramamosain*) in a recirculating tank system with different salinities

Bac V. Nguyen¹, Tuyen B. Cao³, & Vu H. Le^{2*}

¹Faculty of Agricultural Economics, Ca Mau Community College, Ca Mau, Vietnam

²College of Agriculture, Bac Lieu University, Bac Lieu, Vietnam

³Faculty of Education, Bac Lieu University, Bac Lieu, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: June 15, 2023

Revised: September 07, 2023

Accepted: September 18, 2023

Keywords

Mud crab

Recirculating system

Salinity

Scylla paramamosain

*Corresponding author

Le Hoang Vu

Email:

lhvu@blu.edu.vn

ABSTRACT

Mud crab (*Scylla paramamosain*) is one of the important species for aquaculture. The experiment was conducted at Ca Mau Community College to develop a mud crab fattening process in a recirculating tank system and to diversify aquaculture models in the Mekong Delta. In this experiment, mud crabs were reared at different salinities of 5, 15, 25, and 35‰ with three replicates for each treatment. Early gravid female crabs were stocked at 20 individuals/m² in 200 L tanks linked with biofilters. Mud crabs were fed with trash fish at 3% of body weight daily. After 33 days of rearing, the results showed that the survival rates of full-gravid crabs in the treatments with salinities of 5‰, 15‰, 25‰, and 35‰ were 54.3%, 64.8%, 95.8%, and 91.5%, respectively. The daily weight gain, specific growth rate & gonadosomatic index of crabs in treatments ranged from 0.51 - 0.60 g/day, 0.17 - 0.20%/day, and 7.67 - 8.87%, respectively. However, there were no significant differences in these parameters among treatments ($P > 0.05$). The ovary weight (from 19.33 to 28.67 g) and the ratio of weight of ovary to hepatopancreas (from 147.22 to 220.24%) of crabs among treatments increased significantly with culture time, but were not significantly different ($P > 0.05$). Generally, the present study revealed that mud crab fattening at the salinity of 25‰ gave the best profit. These findings significantly contribute to improving technical processes for fattening of mud crabs reared in recirculating systems.

Cited as: Nguyen, B. V., Cao, T. B., & Le, V. H. (2024). Fattening of mud crab (*Scylla paramamosain*) in a recirculating tank system with different salinities. *The Journal of Agriculture and Development* 23(4), 44-57.

Nghiên cứu nuôi vỗ béo cua gạch (*Scylla paramamosain*) trên bể với các độ mặn khác nhau

Nguyễn Việt Bắc¹, Cao Bích Tuyền³ & Lê Hoàng Vũ^{2*}

¹Khoa Kinh Tế Nông Nghiệp, Trường Cao Đẳng Cộng Đồng Cà Mau, Cà Mau

²Khoa Nông Nghiệp, Trường Đại Học Bạc Liêu, Bạc Liêu

³Khoa Sư Phạm, Trường Đại Học Bạc Liêu, Bạc Liêu

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 15/06/2023

Ngày chỉnh sửa: 07/09/2023

Ngày chấp nhận: 18/09/2023

Từ khóa

Cua biển

Độ mặn

Hệ thống tuần hoàn

Scylla paramamosain

*Tác giả liên hệ

Lê Hoàng Vũ

Email:

lhvu@blu.edu.vn

TÓM TẮT

Cua biển (*Scylla paramamosain*) là một trong những đối tượng quan trọng trong nuôi trồng thủy sản. Thí nghiệm được thực hiện tại Trường Cao đẳng Cộng đồng Cà Mau nhằm xây dựng quy trình nuôi cua gạch trên hệ thống bể tuần hoàn và đa dạng hóa mô hình nuôi thủy sản ở Đồng bằng Sông Cửu Long. Trong thí nghiệm này, cua được nuôi với các độ mặn khác nhau: 5, 15, 25 và 35‰ được thử nghiệm với ba lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức (NT). Cua cái có gạch non được nuôi với mật độ 20 con/m² trong các bể 200 L kết nối với hệ thống lọc sinh học và cho ăn bằng cá tạp (3% trọng lượng cơ thể, 3 lần mỗi ngày). Sau 33 ngày nuôi, kết quả cho thấy tỷ lệ sống của cua đạt gạch ở các NT 5, 15, 25 và 35‰ lần lượt là 54,3%, 64,8%, 95,8% và 91,5%. Tốc độ tăng trưởng theo ngày và tăng trưởng đặc biệt giữa các NT lần lượt là 0,51 - 0,60 g/ngày và 0,17 - 0,20 %/ngày. Tuy nhiên, khác biệt không có ý nghĩa giữa các NT ($P > 0,05$). Khối lượng gạch (dao động từ 19,33 đến 28,67 g) và tỷ lệ khối lượng gạch trên gan tụy (từ 147,22 đến 220,24%) của cua trong các NT cao hơn so với ban đầu, nhưng khác biệt không ý nghĩa ($P > 0,05$) giữa các NT. Nhìn chung, nghiên cứu này cho thấy nuôi cua gạch ở độ mặn 25‰ cho lợi nhuận tốt nhất. Kết quả này góp phần cải tiến kỹ thuật và có thể ứng dụng vào thực tiễn nuôi cua gạch.

1. Đặt Vấn Đề

Cua biển *Scylla* spp sống chủ yếu trong vùng rừng ngập mặn từ Thái Bình Dương đến Ấn Độ Dương (Keenan, 1999). Chúng có tốc độ tăng trưởng nhanh, kích thước lớn, giá trị kinh tế cao và dễ bảo quản nên cua biển được xem là đối tượng nuôi quan trọng ở vùng ven biển (Overton & Macintosh, 1997). Cua sống (đặc biệt là cua gạch) được tiêu thụ mạnh ở các nước Châu Á như Nhật, Đài Loan, Hong Kong, Singapore,... (Keenan, 1999; Agbayani, 2001). Trong khi đó,

cua đông lạnh và cua lột được tiêu thụ mạnh ở nước Mỹ (Cholik, 1999; Keenan, 1999; Tan, 1999). Chúng đã đem lại một nguồn thu nhập tốt cho cư dân sống ở vùng ven biển thuộc các nước Đông Nam Á (Overton & Macintosh, 1997; Le Vay, 2001; Walton & ctv., 2006).

Hiện nay, có nhiều hình thức nuôi cua khác nhau, được ứng dụng ở Việt Nam như nuôi cua lột, nuôi cua ốp thành cua chắt, nuôi cua gạch (Felix & ctv., 1995). Với các hình thức nuôi trong ao đất, nuôi trong lồng, nuôi đăng quần, nuôi

đơn hoặc nuôi ghép (Hoang, 1999). Trong những năm gần đây, nhằm tăng giá trị của biển khi thu hoạch, mô hình nuôi cua cái ốp thành cua gạch trong lồng đặt trong ao, được phát triển mạnh ở Đồng bằng Sông Cửu Long. Tuy nhiên, mô hình này có một số trở ngại lớn như cua chết nhiều vào mùa nắng nóng hay mùa mưa khi độ mặn

thấp; cua dễ mất phụ bộ, phát triển gạch kém và khó chủ động nuôi quanh năm. Do đó, nghiên cứu nuôi vỗ béo cua gạch (*Scylla paramamosain*) trên bể với các độ mặn khác nhau được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của độ mặn lên tỷ lệ sống và thời gian đạt gạch của cua nuôi.

2. Vật Liệu và Phương Pháp

2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm (TN) được thực hiện tại Trường Cao đẳng Cộng đồng Cà Mau. Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức (NT) nuôi cua với các độ mặn khác nhau (5, 15, 25 và 35‰). Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 lần lặp lại cho mỗi NT. Mỗi NT được thiết kế gồm 4 bể nuôi cua bằng nhựa có thể tích 200 L và diện tích đáy là 0,3 m² (60 cm x 50 cm) được lắp ráp theo hệ thống tuần hoàn (HTTH), kết nối với 1 bể lọc sinh học (200 L/bể) có giá thể đá mi và bể lọc tricking 50 L có giá thể là hạt xốp nhẹ. Nước nuôi cua có độ mặn 5, 15, 25 và 35‰ (pha từ nước ót 80‰ và nước ngọt). Nước sau khi pha được lọc qua than hoạt tính và lõi lọc gòn 1 µm (MBC, Graver USA), sau đó đi qua hệ thống đèn UV-C (254 nm) vào bể chứa để xử lý kim loại nặng bằng EDTA (10 ppm) và duy trì độ kiềm ở mức 100 - 120 mg CaCO₃/L bằng NaHCO₃ trước khi bơm vào bể nuôi. Nước trong bể nuôi cua được cho lưu thông với bể lọc sinh học, với lưu lượng nước 200% thể tích nước bể nuôi/ngày. Cua dùng trong TN được mua từ đầm nuôi tôm quảng canh của trên địa bàn tỉnh

Cà Mau. Cua còn nguyên phụ bộ, khỏe mạnh và không mất nước. Cua cái có noãn sào phát triển đến giai đoạn 3 (noãn sào chiếm 1/4 diện tích mai cua) và được quan sát bằng đèn led chuyên dụng (Pham & ctv., 2005) (Hình 1). Cua được quần chặt chót cang bằng băng keo, đánh chữ số la mã cho NT và chữ số la tinh cho thứ tự từng con cua. Cua được nuôi với mật độ 6 con/bể (20 con/m²) và cho ăn bằng cá tạp 3 lần/ngày với 3% trọng lượng thân. Bể được siphon và loại bỏ thức ăn thừa 1 lần/ngày. Mỗi bể được sục khí liên tục bằng đá bọt. Hình 3 và 4 cho thấy, hình ảnh siêu âm bằng đầu dò convex với các tần số 2,0 MHz, 3,5 MHz, 4,5 MHz và 5,0 MHz đều có độ tương phản hình ảnh giữa màu trắng và đen tốt. Tuy nhiên, khi dựa vào sự khác biệt của sóng siêu âm trong thang màu xám (Hình 4) so sánh về độ rõ nét phân biệt được các mô khác nhau thì các tần số 3,5 MHz, 4,5 MHz và 5,0 MHz cho kết quả rõ hơn tần số 2,0 MHz. Ở tần số 3,5 - 5,0 MHz có thể phân biệt được rõ ranh giới của các lớp mô khác nhau trong cơ thể. Vậy ở nhóm cá tra nhỏ dưới 3 kg có thể dùng đầu dò convex với tần số 3,5 - 5,0 MHz để siêu âm tuyển sinh dục cá.



Hình 1. Cua sử dụng cho thí nghiệm.

2.2. Các chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu môi trường: Nhiệt độ, pH được đo bằng máy DYS-DMT 50 lúc 7 giờ sáng và 14 giờ chiều; TAN (total ammonia nitrogen) và NO_2^- 3 ngày/lần (7 giờ sáng) bằng test kit Sera.

Thịt cua, gạch cua và gan tụy được phân tích thành phần dinh dưỡng 3 con trước khi TN và mỗi 3 con/NT đối với cua sau khi TN. Phương pháp phân tích thành phần hóa học của cua dựa theo tiêu chuẩn AOAC (2000). Ẩm độ được xác định theo nguyên tắc sấy mẫu trong tủ sấy ở nhiệt độ 105°C (4 - 5 giờ) đến khi khối lượng không đổi. Protein được xác định theo phương pháp Kjeldahl. Lipid được chiết xuất trong dung môi chloroform bằng hệ thống Soxhlet. Khoáng chất được phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử.

Các chỉ tiêu theo dõi cua nuôi: Cua gạch có noãn sào phát triển chiếm toàn bộ diện tích mai cua (giai đoạn 5) thì tiến hành thu hoạch và đem cân đo. Cua nuôi thí nghiệm được theo dõi các chỉ tiêu như sau:

Tỷ lệ sống = $(\text{Số lượng cua thu hoạch} / \text{Số lượng cua bố trí}) \times 100 (\%)$

DWG (daily weight gain) = $(\text{Trọng lượng cua thu hoạch} - \text{Trọng lượng cua bố trí}) / \text{Thời gian nuôi (g/ngày)}$

SGR (specific growth rate) = $100 \times ((\text{Ln}(\text{Trọng lượng cua thu hoạch}) - \text{Ln}(\text{Trọng lượng cua bố trí})) / \text{Thời gian nuôi}) (\%/\text{ngày})$

FMI (female mature index) = $\text{Độ rộng lớn nhất của yếm} / \text{Độ rộng tấm ngực giữa 2 chân chèo}$

Độ hở yếm là khoảng cách giữa mai và yếm trước khi bố trí và khi thu hoạch (mm)

GSI (gonadosomatic index) = $(\text{Khối lượng buồng trứng} / \text{khối lượng cua}) \times 100 (\%)$

Tỷ lệ gạch/gan tụy = $(\text{Khối lượng gạch} / \text{khối lượng gan tụy}) \times 100 (\%)$

Năng suất = $\text{Khối lượng cua thu hoạch (kg)} / \text{Diện tích đáy bể (m}^2\text{)}$

Hệ số thức ăn = $\text{Khối lượng thức ăn sử dụng} / \text{khối lượng cua thu hoạch}$

Lợi nhuận = $\text{Tổng thu nhập} - \text{Tổng chi phí}$

Tỷ suất lợi nhuận = $\text{Lợi nhuận} / \text{tổng chi}$

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel. So sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức theo phương pháp phân tích ANOVA một nhân tố (phép thử Duncan) thông qua phần mềm SPSS 16,0 ở mức ý nghĩa ($P < 0,05$).

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Biến động các yếu tố môi trường bể nuôi cua

Biến động các yếu tố môi trường nước trong các bể TN được trình bày trong Bảng 1. Nhiệt độ trung bình trong ngày biến động trong khoảng 26,8 đến 28,7°C, pH trong khoảng 7,97 - 8,15. NO_2^- và TAN lần lượt là 1,06 - 1,38 mg/L và 1,75 - 2,44 mg/L. Nhiệt độ nước ảnh hưởng rất lớn đến quá trình lột xác và tăng trưởng của cua biển (Ong, 1966; Cholik & Hanafi, 1991). Nhiệt

độ thích hợp cho sinh trưởng của cua biển dao động từ 27 - 30°C (Cruz-Huervana và ctv., 2019); pH tối ưu cho sinh trưởng và phát triển của cua biển dao động từ 8 - 8,5 (Cholik & Hanafi, 1991; Tran & Nguyen, 2004). Theo Shelley & Lovatlli (2011), hàm lượng TAN và nitrit trong ao nuôi cua không vượt quá 10 mg/L và 3 mg/L. Như vậy, kết quả của các thí nghiệm cho thấy việc áp dụng HTTH để ổn định độ mặn và duy trì chất lượng nước trong nuôi cua gạch là rất lý tưởng.

Bảng 1. Các yếu tố môi trường trong suốt quá trình nuôi

Chỉ tiêu	Thời điểm theo dõi	Thí nghiệm			
		5‰	15‰	25‰	35‰
Nhiệt độ (°C)	Sáng	26,8 ± 0,43	26,8 ± 0,38	26,8 ± 0,43	26,8 ± 0,41
	Chiều	28,5 ± 0,51	28,5 ± 0,51	28,6 ± 0,50	28,7 ± 0,48
pH	Sáng	7,97 ± 0,05	7,97 ± 0,06	8,03 ± 0,06	8,06 ± 0,07
	Chiều	8,13 ± 0,07	8,15 ± 0,11	8,15 ± 0,06	8,15 ± 0,15
NO_2^- (mg/L)		1,38 ± 0,71	1,25 ± 0,68	1,06 ± 0,65	1,19 ± 0,72
TAN ¹ (mg/L)		2,44 ± 1,60	2,31 ± 1,67	1,81 ± 1,35	1,75 ± 1,40

¹TAN: total ammonia nitrogen.

3.2. Tăng trưởng

Tốc độ tăng trưởng của cua gạch trong suốt thời gian TN được trình bày ở Bảng 2. Qua Bảng 2 cho thấy cua bố trí có trọng lượng, kích cỡ và mức độ thành thực của cua đồng đều nhau (trọng lượng 305 - 325 g, rộng carapace 11,3 - 11,6 cm, hở yếm 0,19 - 0,22 cm và FMI là 1,11 - 1,12) ($P > 0,05$). Trọng lượng trung bình của cua thu hoạch ở các thí nghiệm dao động trong khoảng 305 - 337 g/con ($P > 0,05$). Trung bình tốc độ tăng trưởng về trọng lượng, DWG và SGR của cua sau khi thu hoạch ở 4 độ mặn khác nhau không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$), lần lượt là 14,0 - 16,2 g, 0,52 - 0,60 g/ngày và 0,17 - 0,20 %/ngày. Trọng lượng trung bình của cua thu hoạch ở thí nghiệm độ mặn 5‰ (306 g/con) và 15‰ (305 g/con) thấp hơn trọng lượng trung bình của bố trí là do trong quá trình nuôi những

con cua có trọng lượng lớn của thí nghiệm này chết nhiều, dẫn đến trung bình trọng lượng của thu hoạch thấp. Tuy nhiên, những con cua còn sống của hai thí nghiệm này vẫn tăng trưởng tốt về trọng lượng (14,0 - 16,2) nên tốc độ tăng trưởng DWG và SGR của hai thí nghiệm này lần lượt dao động từ 0,51 - 0,59 g/ngày và 0,18 - 0,20 %/ngày. Tốc độ tăng trưởng của cua gạch khi nuôi vỗ béo trong lồng tre phụ thuộc vào giai đoạn thành thực và trọng lượng của cua nuôi, với DWG từ 0,67 - 1,22 g/ngày (Ladra, 1991; Liang, 1991) và SGR từ 0,32 - 0,54 %/ngày (Triño & Rodriguez, 2001). Tốc độ tăng trưởng của cua gạch trong nghiên cứu này khá thấp do cua sử dụng cho TN đã thành thực đến giai đoạn 3 nên của đã chắc thịt. Vì vậy, tăng trọng của cua trong giai đoạn này chủ yếu là tăng trọng của noãn sào.

Bảng 2. Tăng trưởng của cua nuôi

Chỉ số	Thí nghiệm thức			
	5‰	15‰	25‰	35‰
Cua bố trí				
Trọng lượng (g)	306 ± 63,0 ^a	309 ± 82,1 ^a	305 ± 73,8 ^a	325 ± 90,3 ^a
Rộng carapace (cm)	11,3 ± 0,83 ^a	11,5 ± 1,02 ^a	11,3 ± 0,96 ^a	11,6 ± 1,09 ^a
Hở yếm (cm)	0,22 ± 0,04 ^a	0,21 ± 0,03 ^a	0,19 ± 0,04 ^a	0,21 ± 0,04 ^a
FMI	1,12 ± 0,03 ^a	1,10 ± 0,03 ^a	1,11 ± 0,03 ^a	1,11 ± 0,03 ^a
Cua thu hoạch				
Trọng lượng (g)	306 ± 36,58 ^a	305 ± 53,91 ^a	319 ± 34,32 ^a	337 ± 42,43 ^a
Hở yếm (cm)	0,26 ± 0,03 ^a	0,27 ± 0,03 ^a	0,25 ± 0,04 ^a	0,27 ± 0,05 ^a
Tăng trọng (g)	16,2 ± 5,31 ^a	13,6 ± 5,33 ^a	14,3 ± 6,22 ^a	14,2 ± 6,26 ^a
DWG (g/ngày)	0,59 ± 0,17 ^a	0,51 ± 0,15 ^a	0,60 ± 0,24 ^a	0,56 ± 0,16 ^a
SGR (%/ngày)	0,20 ± 0,05 ^a	0,18 ± 0,05 ^a	0,19 ± 0,07 ^a	0,17 ± 0,04 ^a

Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$);

FMI: female mature index; DWG: daily weight gain; SGR: specific growth rate.

3.3. Tỷ lệ sống, tỷ lệ đạt gạch và năng suất cua nuôi

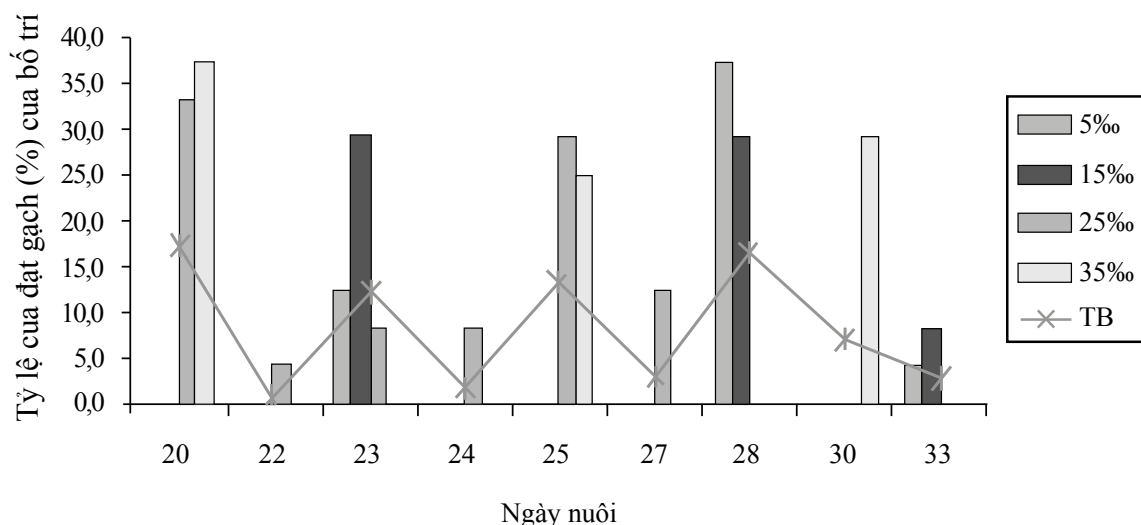
Kết quả Bảng 3 cho thấy cua nuôi ở độ mặn 5‰ và 15‰ có tỷ lệ sống thấp nhất lần lượt là 54,3% và 66,8% và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) với cua được nuôi ở độ mặn 25‰ và 35‰ lần lượt là 95,8% và 91,5%, dẫn đến năng suất cua thu hoạch cũng thấp nhất ở NT 5‰ và 15‰ (3,31 kg/m² và 3,97 kg/m²) khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) với NT 25‰ và 35‰ (6,13 kg/m² và 6,21 kg/m²).

Kết quả TN cũng cho thấy, cua nuôi ở độ mặn thấp 5‰ và 15‰ có thời gian nuôi (27,2 ngày và 26,4 ngày) dài hơn và khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) với cua nuôi ở độ mặn 25‰ và 35‰ (23,1 ngày và 24,5 ngày) (Bảng 3). Bên cạnh đó kết quả Hình 2 cho thấy, cua bắt đầu đạt gạch và cho thu hoạch từ ngày nuôi thứ 20 ở NT 25‰ và 35‰, với tỷ lệ cua thu hoạch trung bình của các NT đạt 17,7% tổng số cua nuôi/ngày và giảm dần đến 3,13% tổng số cua nuôi/ngày vào ngày nuôi thứ 33.

Bảng 3. Tỷ lệ sống, ngày nuôi và năng suất cua nuôi

Chỉ số	Thí nghiệm thức			
	5‰	15‰	25‰	35‰
Tỷ lệ sống (%)	54,3 ± 8,50 ^a	66,8 ± 13,48 ^a	95,8 ± 8,50 ^b	91,5 ± 9,81 ^b
Ngày nuôi (Ngày)	27,2 ± 2,42 ^b	26,4 ± 3,52 ^b	23,1 ± 2,62 ^a	24,5 ± 4,34 ^{ab}
Năng suất ban đầu (kg/m ²)	6,12 ± 0,52 ^a	6,18 ± 0,84 ^a	6,11 ± 0,62 ^a	6,50 ± 0,64 ^a
Năng suất cua thu (kg/m ²)	3,31 ± 0,58 ^a	3,97 ± 0,35 ^a	6,13 ± 1,01 ^b	6,21 ± 1,28 ^b

Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).



Hình 2. Tỷ lệ của đạt gạch ở các nghiệm thức theo thời gian nuôi.

Khả năng chịu đựng độ mặn của cua đã được nghiên cứu và nhận định rằng khả năng này phụ thuộc vào giai đoạn phát triển của cua biển (Anger, 1996). Cua càng lớn thì khả năng chịu đựng được độ mặn thấp càng tăng (Anger & Charmantier, 2000) vì khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu ưu trương/nhược trương càng hoàn thiện khi cua càng lớn (Chen & Chia, 1997). Cua càng già tăng bài tiết đạm ammonia, đạm hữu cơ, nitrit khi độ mặn càng giảm thấp và nó là yếu tố gây stress cho cua nuôi (Chen & Chia, 1996). Sự bài tiết đạm ammonia cao ở độ mặn thấp là kết quả của quá trình dị hóa của axit amino cho nhu cầu làm giảm áp suất thẩm thấu, quá trình này sẽ làm tăng tiêu thụ nguồn năng lượng dự trữ cho tăng trưởng (Chen & Chia, 1996). Chính vì vậy, cua nuôi ở độ mặn 5‰ và 15‰ như trong nghiên cứu này thì cua phải chịu đựng môi trường nhiều sốc do phải thích nghi với độ mặn thấp và khi cua bị sốc thì hoạt động của Crustacean hyperglycemic hormone

- CHH trên cua sẽ hoạt động mạnh, làm giảm tỷ lệ sống của cua nuôi (Hartnoll, 2001) và thời gian nuôi cũng kéo dài hơn. Trong khi đó, cua nuôi ở độ mặn 25‰ và 35‰ có tỷ lệ sống khá cao lần lượt là 95,8% và 91,5% vì đây là độ mặn tương ứng nơi cua của sinh sống và phát triển bùng nổ ở các cánh rừng ngập mặn ngoài tự nhiên (Webley & ctv., 2009). Kết quả của nghiên cứu này cũng phù hợp với các báo cáo trước đây khi nuôi vỗ béo cua trong lồng tre và đặt ở những nơi có độ mặn từ 20 - 30‰, với tỷ lệ sống dao động từ 85,20 - 93,77% (Rattanachote & Rachada, 1991; Silva, 1991).

Năng suất cua nuôi trong nghiên cứu này cao nhất khi cua được nuôi ở độ mặn 25‰ và 35‰ lần lượt là 6,13 kg/m² và 6,21 kg/m². Kết quả khảo sát các mô hình nuôi cua biển phổ biến ở ĐBSCL trong thời gian gần đây cho thấy, năng suất cua biển trong các mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến, tôm rừng, tôm lúa đạt năng suất

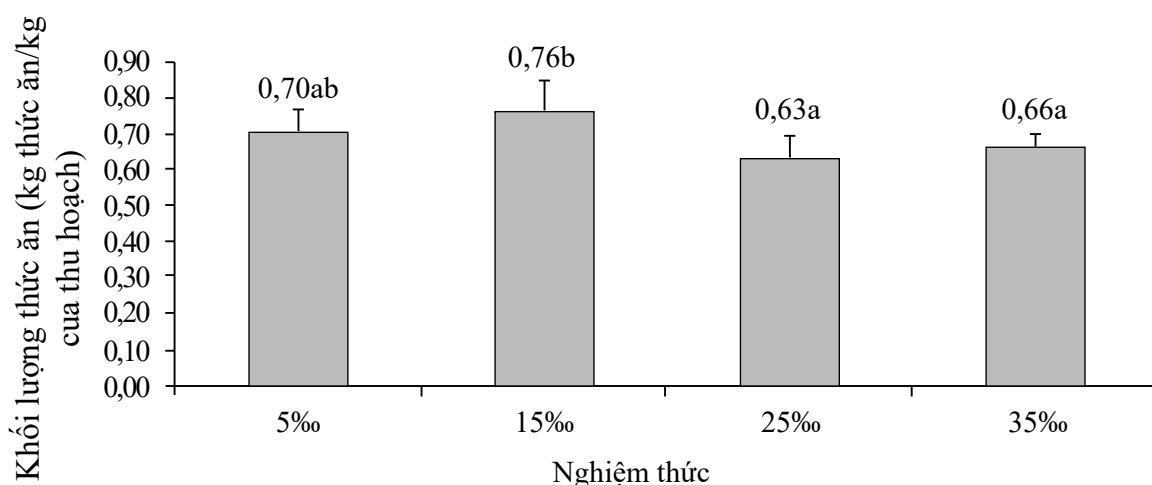
trung bình hàng năm 100 - 250 kg/ha (Le & ctv., 2015; Tran & ctv., 2015) và 0,5 - 1 kg/m² đối với mô hình nuôi vỗ béo cua gạch trong ao đất hoặc 10 - 25 kg/m³ đối với mô hình nuôi trong lồng tre (Hoang, 1999).

Như vậy kết quả TN cho thấy, việc sử dụng HTTH trong nuôi vỗ béo cua gạch đã giúp chủ động quản lý và lựa chọn độ mặn thích hợp, để cua nuôi có thời gian thu hoạch và đạt tỷ lệ sống cao nhất.

3.4. Lượng thức ăn cần thiết để nuôi 1 kg cua gạch

Lượng thức ăn tiêu thụ trong suốt thời gian nuôi cua gạch ở NT 5‰ và 15‰ (0,7 và 0,76

kg thức ăn/kg cua gạch) khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) với hai NT còn lại (Hình 3). Hệ số thức ăn của mô hình nuôi vỗ béo cua gạch non thành cua gạch trong lồng nhựa cần 4,27 kg ba khía/kg cua gạch hoặc 2,97 kg cá rô phi/kg cua gạch (Trinh, 2010). Kết quả thí nghiệm này có lượng thức ăn sử dụng khá thấp là do cua được nuôi tập trung trên bể, những mảnh vụn thức ăn thừa được cua sử dụng khá tốt. Trong khi đó, hình thức nuôi cua trong lồng thì cua không thể sử dụng hết thức ăn, bởi vì một phần thức ăn bị hao hụt qua các khe hở của lồng. Kết quả nghiên cứu này cho thấy nuôi cua tập trung trên bể bằng hệ thống tuần hoàn giúp hạn chế thất thoát thức ăn, cũng như hạn chế ô nhiễm môi trường nuôi do thức ăn thừa gây ra.



Hình 3. Khối lượng thức ăn cần thiết để nuôi 1 kg cua gạch. Các cột có các chữ cái khác nhau chỉ sự khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$).

3.5. Hệ số GSI và tỷ lệ gạch/gan tụy của cua trước và sau thí nghiệm

Khối lượng gạch, hệ số GSI và tỷ lệ gạch trên gan tụy của cua thu hoạch khác biệt không ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) giữa các NT nhưng khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) với cua bố trí TN. Khối lượng gạch của cua ở các NT (19,33 - 28,67 g) cao hơn rất nhiều so với khối lượng gạch của cua ban đầu bố trí (6,67 g) ($P < 0,05$), đặc biệt là ở NT 35‰ (28,67 g) (Bảng 4). Tương tự, tỷ lệ gạch trên gan tụy của cua sau khi kết thúc TN ở các NT dao động từ 147,22 - 220,24%, cao hơn rất nhiều so với cua bố trí (39,26%) ($P < 0,05$). Cua cái *Scylla*

paramamosain luôn di cư ra vùng ven biển, nơi có độ mặn cao để sinh sản (Ong, 1966; Hill, 1975). Trong quá trình di cư này, cua biển sẽ không ngừng chuyển hóa chất dinh dưỡng tích lũy từ gan tụy và thịt để phát triển noãn sào. Vì vậy, noãn sào của cua cũng trải qua các giai đoạn phát triển, với hệ số GSI thay đổi cho từng giai đoạn phát triển của buồng trứng như giai đoạn I ($0,7 \pm 0,4\%$), giai đoạn II ($1,1 \pm 0,4\%$), giai đoạn III ($3,2 \pm 1,6\%$), giai đoạn IV ($8,3 \pm 2,7\%$) và giai đoạn V ($10,7 \pm 4,6\%$) (Pham & ctv., 2006; Islam & ctv., 2010). Hệ số GSI trong nghiên cứu này khá tương đồng với các báo cáo trước đây, đặc biệt là khi nuôi cua ở độ mặn cao (từ 25 - 35‰).

Bảng 4. Hệ số GSI (gonadosomatic index) và tỷ lệ gạch/gan tụy của cua trước và sau thí nghiệm

Nghiem thức	GSI (%)	Khối lượng gạch (g)	Khối lượng gan tụy (g)	Tỷ lệ gạch/gan tụy (%)
Cua bố trí	2,13±0,64 ^a	6,67±2,31 ^a	17,67±2,52 ^b	39,26±17,26 ^a
Cua thu hoạch				
5‰	7,67±1,43 ^b	19,33±6,43 ^b	13,33±2,31 ^{ab}	147,22±31,55 ^b
15‰	7,85±3,05 ^b	21,33±3,06 ^b	13,33±1,15 ^{ab}	159,52±50,68 ^b
25‰	8,43±3,06 ^b	21,33±6,43 ^b	10,00±3,46 ^a	220,24±69,28 ^b
35‰	8,87±2,18 ^b	28,67±5,03 ^b	16,00±4,00 ^b	181,67±17,26 ^b

Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.6. Thành phần sinh hóa của gan tụy, gạch, thịt của cua trước và sau thí nghiệm

Kết quả Bảng 5 cho thấy Lipid trong gan tụy, gạch và trong thịt của tăng cao hơn ($P < 0,05$) so với cua lúc bố trí, đặc biệt là lipid trong gạch của ở NT 25‰ (8,50%) và 35‰ (9,44%). Khoáng trong gan tụy, gạch và thịt dao động từ 2,09 - 3,07% khác biệt không có ý nghĩa thống

kê ($P > 0,05$) giữa cua thu hoạch và cua bố trí. Protein trong gạch và gan tụy của cua sau khi thu hoạch đều giảm và khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) so với cua trước khi TN, nhưng protein trong thịt của giảm và khác biệt không có ý nghĩa ($P > 0,05$) so với protein trong thịt của lúc bố trí.

Bảng 5. Thành phần sinh hóa của gan tụy, gạch, thịt của cua trước và sau thí nghiệm

Chỉ số	Trước thí nghiệm	Sau thí nghiệm			
		5‰	15‰	25‰	35‰
Gan tụy					
Ẩm độ	88,02±0,15 ^c	86,89±0,38 ^b	85,59±0,41 ^a	87,25±0,67 ^{bc}	86,98±0,51 ^b
Lipid	4,91±0,87 ^a	6,95±0,35 ^{bc}	6,06±0,41 ^b	7,26±0,45 ^c	6,43±0,75 ^{bc}
Protein	80,74±0,55 ^b	76,96±0,71 ^a	77,44±0,32 ^a	77,91±0,66 ^a	77,76±0,41 ^a
Khoáng	2,37±0,19 ^a	2,97±0,63 ^a	2,09±0,60 ^a	2,09±0,32 ^a	2,79±0,32 ^a
Gạch cua					
Ẩm độ	87,20±0,33 ^c	86,10±0,34 ^b	85,76±0,30 ^{ab}	85,76±0,70 ^{ab}	85,20±0,42 ^a
Lipid	6,55±0,79 ^a	7,70±0,48 ^{ab}	7,86±0,48 ^{ab}	8,50±0,80 ^{bc}	9,44±0,85 ^c
Protein	78,11±0,31 ^c	72,51±2,70 ^a	75,80±0,72 ^b	75,13±1,35 ^{ab}	73,70±0,46 ^{ab}
Khoáng	2,53±0,85 ^a	2,58±0,71 ^a	2,11±0,37 ^a	2,13±0,27 ^a	2,07±2,19 ^a
Thịt cua					
Ẩm độ	87,11±0,46 ^b	86,20±0,36 ^a	86,19±0,22 ^a	86,64±0,34 ^{ab}	86,03±0,65 ^a
Lipid	5,97±0,09 ^a	7,49±0,32 ^b	7,49±0,43 ^b	7,91±0,99 ^b	7,67±1,22 ^b
Protein	78,07±1,69 ^a	76,53±0,88 ^a	76,21±0,69 ^a	76,61±0,72 ^a	76,25±0,75 ^a
Khoáng	3,07±1,24 ^a	2,18±0,32 ^a	2,49±0,68 ^a	2,11±0,36 ^a	2,11±0,33 ^a

Các giá trị trên cùng một hàng có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$);

Thành phần sinh hóa tính theo trọng lượng khô.

Trong quá trình thành thực, gan tụy và Vitellogenesis Stimulating Hormone - VSH đóng vai trò chuyển hóa vật chất dinh dưỡng tạo thành chất tạo noãn hoàng (Vitellogenin) và 17 β - Estradiol để điều hòa quá trình tạo noãn hoàng (Tseng & ctv., 2001). Vì vậy mà protein, khoáng trong gan tụy, gạch và thịt cua khi thu hoạch có xu hướng giảm hơn so với cua bố trí. Tran & ctv. (2006) đã báo cáo, hàm lượng đạm thô của lột (57,02 - 65,95%) thấp hơn cua chắc (82,72%). Tuy nhiên, hàm lượng khoáng của cua lột (10,41 - 16,71%) cao gấp 2 lần so với hàm lượng khoáng của thịt cua chắc (7,01%); hàm lượng lipid của cua lột (3,52 - 9,45%) cũng cao

hơn cua chắc (1,94%) rất nhiều. Chiou & Huang (2003) cho rằng thịt cua rất giàu protein và thấp chất béo. Tính theo trọng lượng tươi thì hàm lượng protein và lipid trong thịt cua cái lần lượt là 19,39% và 0,61% (Paital & Chainy, 2012). Theo Pham & ctv. (2006), hàm lượng chất béo trong gạch cua đạt cao nhất khi cua sắp đẻ trứng, có thể đạt 29% khối lượng khô, đặc biệt là acid béo cao phân tử không no lên đến 38,2 mg/g khối lượng khô và DHA/EPA có thể đạt đến 1,4. Vì thế, cua gạch rất được ưa chuộng trong tiêu thụ. Kết quả TN cho thấy, việc nuôi cua gạch góp phần tăng lipid trong gạch cua khi chúng được nuôi ở độ mặn cao (25 - 35‰).

3.7. Hiệu quả kinh tế

Lợi nhuận/kg của nuôi và tỷ suất lợi nhuận (TSLN) cao nhất ở NT 25‰ lần lượt là 133.675 đ/kg của nuôi và 0,65, khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) với NT nuôi của ở độ mặn thấp hơn 25‰ (Bảng 6). Nguyen (2010) đã báo cáo rằng, chi phí/kg của nuôi và lợi nhuận/kg của nuôi trong mô hình nuôi vỗ béo của gạch non thành của

gạch với các kích cỡ khác nhau lần lượt dao động trong khoảng 163.111 - 180.666 đ/kg của nuôi và 249.440 - 254.645 đ/kg của nuôi, tỷ suất lợi nhuận từ 1,38 đến 1,46. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, TSLN của thí nghiệm này thấp hơn của các báo cáo trước đây, là do của xuất bán không đúng vào các dịp lễ tết, nên có giá bán thấp.

Bảng 6. Hiệu quả kinh tế

Nghiệm thức	Chi phí (đ/kg của nuôi)	Lợi nhuận (đ/kg của nuôi)	Tỷ suất lợi nhuận
5‰	200.662 ± 1.328 ^a	- 16.376 ± 32.560 ^a	- 0,08 ± 0,16 ^a
15‰	203.129 ± 1.853 ^b	20.116 ± 48.882 ^a	0,10 ± 0,24 ^a
25‰	206.460 ± 1.743 ^c	133.675 ± 32.061 ^b	0,65 ± 0,15 ^b
35‰	206.526 ± 1.008 ^c	115.735 ± 37.606 ^b	0,56 ± 0,18 ^b

Các giá trị trên cùng một cột có chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

4. Kết Luận

Độ mặn có ảnh hưởng đến tỷ lệ sống, thời gian thu hoạch và hàm lượng lipid của của gạch. Độ mặn tốt nhất cho nuôi vỗ béo của gạch trên bể là 25‰. với các kích cỡ khác nhau lần lượt dao động trong khoảng 163.111 - 180.666 đ/kg của nuôi và 249.440 - 254.645 đ/kg của nuôi, tỷ suất lợi nhuận từ 1,38 đến 1,46. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, TSLN của thí nghiệm này thấp hơn của các báo cáo trước đây, là do của xuất bán không đúng vào các dịp lễ tết, nên có giá bán thấp.

Lời Cam Đoan

Tôi xin cam đoan công trình nghiên cứu là công trình nghiên cứu khoa học của bản thân và các cộng sự. Các số liệu, kết quả được trình bày trong bài báo này là trung thực và chưa được ai công bố trong bất kỳ công trình nghiên cứu nào trước đây.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Agbayani, R. F. (2001). Production economics and marketing of mud crabs in the Philippines. *Asian Fisheries Science* 14(2001), 201-210. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2001.14.2.010>.
- Anger, K. (1996). Salinity tolerance of the larvae and first juveniles of a semiterrestrial grapsid crab, *Armases miersii* (Rathbun). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 202(2), 205-223. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(96\)00022-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(96)00022-6).
- Anger, K., & Charmantier, G. (2000). Ontogeny of osmoregulation and salinity tolerance in a mangrove crab, *Sesarma curacaoense* (Decapoda: Grapsidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 251(2), 265-274. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00223-9](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00223-9).

- Chen, J. C., & Chia, P. G. (1997). Osmotic and ionic concentration of *Scylla serrata* (Forskål) subjected to different salinity levels. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 117(2), 239-244. [https://doi.org/10.1016/S0300-9629\(96\)00237-X](https://doi.org/10.1016/S0300-9629(96)00237-X).
- Chen, J. C., & Chia, P. G. (1996). Hemolymph ammonia and urea and nitrogenous excretions of *Scylla serrata* at different temperature and salinity levels. *Marine Ecology Progress Series* 139(1-3), 119-125. <http://dx.doi.org/10.3354/meps139119>.
- Chiou, T. K., & Huang, J. P. (2003). Chemical constituents in the abdominal muscle of cultured mud crab *Scylla serrata* in relation to seasonal variation & maturation. *Fisheries Science* 69(3), 597-604. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1444-2906.2003.00662.x>.
- Cholik, F. (1999). Review of mud crab research in Indonesia. In Keenan, C. P., and Blackshaw, A. W. (Eds.), *Mud Crab Aquaculture and Biology: Proceedings of An International Scientific Forum* (14-20). Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research. Retrieved March 1, 2023, from https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/586/pr78_pdf_94728.pdf.
- Cholik, F., & Hanafi, A. (1991). A review of the status of the mud crab (*Scylla* spp.) fishery & culture in Indonesia. In Angell, C. A. (Ed.), *Report of The Seminar on Mud Crab Culture and Trade* (13-28). Madras, India: Bay of Bengal Programme. Retrieved March 1, 2023, from <https://www.fao.org/3/ad840e/ad840e01.pdf>.
- Cruz-Huervana, J. J., Quinitio, E. T., & Corre, V. L. (2019). Induction of moulting in hatcher reared mangrove crab *Scylla serrata* juveniles through temperature manipulation or autotomy. *Aquaculture Research* 50(2), 3000-3008. <https://doi.org/10.1111/are.14257>.
- Felix, T. S., Gajendran, M., & Subramanian, S. (1995). Aquaculture of mud crab. *Seafood Export Journal* 26(6), 5-6.
- Hartnoll, R. G. (2001). Growth in crustacea - twenty years on. *Hydrobiologia* 449(1), 111-122. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1017597104367>.
- Hill, B. J. (1975). Abundance, breeding and growth of the crab *Scylla serrata* in two South African estuaries. *Marine Biology* 32, 119-126. <https://doi.org/10.1007/BF00388505>.
- Hoang, D. D. (1999). Description of mud crab (*Scylla* spp.) culture methods in Vietnam. In Keenan, C. P., and Blackshaw, A. W. (Eds.), *Mud Crab Aquaculture and Biology: Proceedings of An International Scientific Forum* (67-71). Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research. Retrieved March 1, 2023, from https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/586/pr78_pdf_94728.pdf.
- Islam, M. S., Kodama, K., & Kurokura, H. (2010). Ovarian development of the mud crab *Scylla paramamosain* in a tropical mangrove swamps, Thailand. *Journal of Scientific Research* 2(2), 380-389. <http://dx.doi.org/10.3329/jsr.v2i2.3543>.
- Keenan C. P. (1999). Aquaculture of the mud crab, genus *Scylla*: past, present and future. In Keenan, C. P., and Blackshaw, A. W. (Eds.), *Mud Crab Aquaculture and Biology: Proceedings of An International Scientific Forum* (9-13). Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research. Retrieved March 1, 2023, from https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/586/pr78_pdf_94728.pdf.
- Ladra, F. D. (1991). Mud crab fattening practices in the Philippines. In Angell, C. A. (Ed.), *Report of The Seminar on Mud Crab Culture and Trade* (151-154). Madras, India: Bay of Bengal Programme. Retrieved March 1, 2023, from <https://www.fao.org/3/ad840e/ad840e07.pdf>.

- Le, V. Q., Tran, H. N., Vo, S. N., & Ngo, H. T. (2015). Analyzing the technical aspects and financial efficiency of the model of raising black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) combined with mud crab (*Scylla paramamosain*) in Nam Can district, Ca Mau province. *Can Tho University Journal of Science* 37, 89-96.
- Le Vay, L. (2001). Ecology & management of mud crab *Scylla* spp. *Asian Fisheries Science* 14(2), 101-111. <http://dx.doi.org/10.33997/j.afs.2001.14.2.001>.
- Liong, F. C. (1991). The fattening & culture of the mud crab (*Scylla serrata*) in Malaysia. In Angell, C. A. (Ed.), *Report of The Seminar on Mud Crab Culture and Trade* (185-190). Madras, India: Bay of Bengal Programme. Retrieved March 1, 2023, from <https://www.fao.org/3/ad840e/ad840e07.pdf>.
- Nguyen, B. V. (2010). *Research on intensive culture of commercial brick crab (Scylla paramamosain) in tanks* (Unpublished master's thesis). Can Tho University, Can Tho, Vietnam.
- Ong, K. S. (1966). Observations on the post-larval life-history of *Scylla serrata* (Forsk.), reared in the laboratory. *Malaysian Agriculture Journal* 45(4), 429-443.
- Overton, J. L., & Macintosh, D. J. (1997). Mud crab culture: Prospects for the small-scale Asian farmer. *Infish International* 5(5), 26-32.
- Paital, B., & Chainy, G. B. N. (2012). Biology and conservation of the genus *Scylla* in India subcontinent. *Journal of Environmental Biology* 33(5), 871-879.
- Pham, N. T. T., To, T. C., & Pham, T. T. N. (2006). Changes in histology and fat and fatty acid composition of mud crab (*Scylla paramamosain*) ovaries. *Can Tho University Journal of Science* (fisheries issue) 2006, 200-208.
- Pham, N. T. T., Vu, U. N., Truong, N. T., Tran, H. T. T., To, T. C., Quach, V. T., & Pham, T. T. N. (2005). *Effects of nutrition on the quality of broodstock and larvae of mud crab (Scylla paramamosain)* (Project code: B2003-31-52). Can Tho University, Can Tho, Vietnam.
- Rattanachote, A., & Rachada, D. (1991). Mud crab (*Scylla serrata* Forskal) fattening in Surat Thani province. In Angell, C. A. (Ed.), *Report of The Seminar on Mud Crab Culture and Trade* (171-178). Madras, India: Bay of Bengal Programme. Retrieved March 1, 2023, from <https://www.fao.org/3/ad840e/ad840e07.pdf>.
- Shelley, C., & Lovatell, A. (2011). *Mud crab aquaculture - A practical manual*. Rome, Italy: FAO Fisheries and Aquaculture Department.
- Silva, L. B. D. (1991). Results of trials of mud crab (*Scylla serrata*) fattening. In Angell, C. A. (Ed.), *Report of The Seminar on Mud Crab Culture and Trade* (155-160). Madras, India: Bay of Bengal Programme. Retrieved March 1, 2023, from <https://www.fao.org/3/ad840e/ad840e07.pdf>.
- Tan, E. S. P. (1999). Malaysian crab research. In Keenan, C. P., and Blackshaw, A. W. (Eds.), *Mud Crab Aquaculture and Biology: Proceedings of An international Scientific Forum* (25-26). Canberra, Australia: Australian Centre for International Agricultural Research. Retrieved March 1, 2023, from https://www.aciar.gov.au/sites/default/files/legacy/node/586/pr78_pdf_94728.pdf.
- Tran, H. N., & Nguyen, P. T. (2004). *Technical textbook on crustacean production and farming* (Seafood seminar report). Can Tho University, Can Tho, Vietnam.
- Tran, H. N., Nguyen, P. T., Nguyen, T. A., & Pham, D. M. (2006). Raising soft-shell crabs (*Scylla* sp) in a recirculating tank system with different types of food and densities. *Can Tho University Journal of Science* (fisheries issue) 2006, 159-170.

- Tran, N. H., Pham, M. D, Vo, N. S., Truong, H. M., & Nguyen, T. P. (2015). Innovation in shrimp seed production & farming in Vietnam. *World Aquaculture* 46(1), 32-37.
- Trinh, T. V. (2010). *Research on fattening brick crab scylla paramamosain in tanks with different types of food and densities* (Unpublished master's thesis). Can Tho University, Can Tho, Vietnam.
- Triño, T. A., & Rodriguez, M. E. (2001). Mud crab fattening in ponds. *Asian Fisheries Science* 14 (2001), 211-216. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2001.14.2.011>.
- Tseng D. Y., Chen Y. N., Kou G. H., & Lo, C. F. (2001). Hepatopancreas is the extraovarian site of vitellogenin synthesis in black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology* 129(4), 909-917. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00355-5](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00355-5).
- Walton, M. E. M., Le Vay, L., Truong, L. M., & Ut, V. N. (2006). Significance of mangrove-mudflat boundaries as nursery grounds for the mud crab, *Scylla paramamosain*. *Marine Biology* 149(5), 1199-1207. <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-006-0267-7>.
- Webley, J. A. C., Connolly, R. M., & Young, R. A. (2009). Habitat selectivity of megalopae and juvenile mud crabs (*Scylla serrata*): Implications for recruitment mechanism. *Marine Biology* 156(5), 891-899. <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-009-1134-0>.