



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.001

## ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ LÊN HOẠT TÍNH ENZYME TIÊU HÓA, TĂNG TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CUA BIỂN (*Scylla paramamosain*) GIAI ĐOẠN GIỐNG

Đỗ Thị Thanh Hương\*, Lê Thanh Đăng, Nguyễn Tính Em, Nguyễn Thị Kim Hà và Nguyễn Thanh Phương

Khoa Thủy Sản, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm bài viết: Đỗ Thị Thanh Hương (email: dtthuong@ctu.edu.vn)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/10/2019

Ngày nhận bài sửa: 04/12/2019

Ngày duyệt đăng: 23/04/2020

### Title:

Effects of different temperatures on digestive enzyme activities, growth performance, and survival rate of juvenile mud crabs (*Scylla paramamosain*)

### Từ khóa:

Cua biển, enzyme tiêu hóa, nhiệt độ, tăng trưởng, tỷ lệ sống

### Keywords:

Digestive enzyme, growth, mud crab (*Scylla paramamosain*), survival, temperature

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of different temperatures on growth performance, survival rate and digestive enzyme activities of mud crabs (*Scylla paramamosain*) juvenile ( $C_1$ ). The study was conducted with four temperatures (27-28°C; 30-31°C; 33-34°C and 36-37°C) in 200-L tanks—with water salinity at 25 ppt. The growth performance of crab (carapace wide – CW and body weight - BW) at 27-28°C treatment was significantly, lowest ( $p < 0.05$ ), while the highest was found at 36-37°C treatment. The survival rates at 27-28°C (47.0%) and 30-31°C (50.3%) were statistically different ( $p < 0.05$ ) from the other treatments. The best growth was in 36-37°C treatment, but the survival rate was lowest. After 20 days of culture, the molting frequency of all treatments fluctuated from 2.04 – 3.49 times and moulting cycle ranged between 3.55 and 6.77 days. Digestive enzyme activities (chymotrypsin,  $\alpha$ -amylase, trypsin) increased as temperature increased from 27-28 to 33-34°C. It is recommended that 30-31°C is the appropriate temperature for nursing juvenile mud crabs.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ lên tăng trưởng, tỷ lệ sống và hoạt tính enzyme tiêu hóa trên cua biển (*Scylla paramamosain*) giai đoạn giống ( $C_1$ ). Thí nghiệm được tiến hành với bốn mức nhiệt độ 27-28°C; 30-31°C; 33-34°C và 36-37°C trong bể 200-L ở độ mặn 25‰. Tăng trưởng khối lượng và chiều rộng của cua ương ở nhiệt độ 27-28°C thấp nhất có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). Tăng trưởng của cua tốt nhất ở nhiệt độ 36-37°C nhưng tỷ lệ sống thấp nhất (12%). Tỷ lệ sống của cua ở nghiệm thức 27-28°C (47,0%) và 30-31°C (50,3%) cao hơn các nghiệm thức còn lại ( $p < 0,05$ ). Số lần lột xác của cua sau 20 ngày nuôi ở các nghiệm thức dao động trung bình từ 2,04-3,49 lần và chu kỳ lột xác trung bình từ 3,55-6,77 ngày. Hoạt tính enzyme (chymotrypsin,  $\alpha$ -amylase và trypsin) có xu hướng tăng khi nhiệt độ tăng từ 27-28 đến 33-34°C. Nhiệt độ 30-31°C được khuyến cáo cho ương cua biển giai đoạn giống.

Trích dẫn: Đỗ Thị Thanh Hương, Lê Thanh Đăng, Nguyễn Tính Em, Nguyễn Thị Kim Hà và Nguyễn Thanh Phương, 2020. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên hoạt tính enzyme tiêu hóa, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cua biển (*Scylla paramamosain*) giai đoạn giống. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Thủy sản)(1): 1-10.

## 1 GIỚI THIỆU

Nuôi trồng thủy sản là ngành kinh tế mũi nhọn của Việt Nam. Sản lượng nuôi thủy sản năm 2018 đạt 4,15 triệu tấn (Tổng cục Thống kê, 2018). Cua biển (*Scylla paramamosain*) là loài nuôi truyền thống, có giá trị kinh tế cao, nhu cầu thị trường đang tăng và đang có triển vọng phát triển trong tương lai. Năm 2007, vùng Đồng bằng sông Cửu Long có 100 trại sản xuất giống với năng suất 150.000-200.000 con/trại/năm (Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009). Năm 2017 nhờ cải tiến kỹ thuật nên toàn vùng có 480 trại sản xuất giống với năng suất đạt từ 0,5 đến 12 triệu con/trại/năm và 460 cơ sở ương giống với năng suất đạt 986.000 con/trại/năm; các tỉnh Cà Mau, Kiên Giang và Bạc Liêu là vùng sản xuất giống của chủ yếu (Trần Ngọc Hải *et al.*, 2017). Nghề nuôi của biển hiện nay cũng phát triển rộng với mô hình đặc thù là nuôi của quảng canh, quảng canh cải tiến, với tổng sản lượng của nuôi đạt trên 30.000 tấn (Tavares *et al.*, 2017). Tuy nhiên, cũng như các mô hình nuôi thủy sản khác, biến đổi khí hậu là vấn đề đáng quan tâm. Đến năm 2100 nhiệt độ trung bình toàn cầu được dự đoán tăng từ 2°C đến 2,8°C (IPCC, 2018). Theo kịch bản phát thải RCP 8.5, khu vực phía nam Việt Nam sẽ tăng từ 3 đến 3,5°C vào cuối thế kỷ 21 (Trần Thục và *ctv.*, 2016).

Nhiệt độ là một trong những yếu tố môi trường quan trọng nhất ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của các loài thủy sinh vật (Cossins and Bowler, 1987). Đã có nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cua *Scylla serrate* giai đoạn ấu trùng và giai đoạn của giống (Hill, 1974; Chen and Cheng, 1985; Heasman and Fielder, 1983; Zeng and Li, 1992; Nurdiani and Zeng, 2007). Tuy nhiên, đối với loài *Scylla paramamosain* chưa có các nghiên cứu cụ thể về tác động của nhiệt độ lên tăng trưởng cũng như hoạt tính enzyme tiêu hóa. Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định mức độ ảnh hưởng của nhiệt độ lên sự phát triển của cua ở giai đoạn giống, góp phần cải tiến kỹ thuật ương, nâng cao năng suất và tỷ lệ sống của giống.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Nguồn cua giống thí nghiệm

Cua giống khỏe, đầy đủ phụ bộ, kích cỡ trung bình 0,03±0,01 g/con được mua từ trại sản xuất giống tại huyện Năm Căn tỉnh Cà Mau.

### 2.2 Thí nghiệm xác định ngưỡng nhiệt độ của cua giống

Thí nghiệm nhằm xác định nhiệt độ cao và thấp gây chết 50% của thí nghiệm. Cua giống được bố trí vào 6 bình thủy tinh 10 L (mỗi bình chứa 8 L nước có độ mặn 25‰, mật độ là 50 con/bình), 3 bình thủy tinh chứa cua được cho vào một bể lớn 200 L (chứa 100 L nước) để tăng nhiệt và 3 bình cho vào bể khác để giảm nhiệt độ. Nhiệt độ nước ban đầu là 27°C, sau đó tiến hành tăng hoặc giảm 1°C/giờ (tăng hoặc giảm 1°C và giữ môi trường nhiệt độ đó 1 giờ, rồi tiếp tục tăng hoặc giảm 1°C ... cho đến khi phát hiện cua chết) (Ruscoe *et al.*, 2004). Tăng nhiệt độ bằng heater (EHEIM professional 4+ 350T) và kết hợp nước ấm (khi nhiệt độ lên cao), giảm nhiệt độ bằng cách sử dụng nước lạnh cho vào bể lớn và sử dụng máy làm lạnh Teco Seachill TR 10 để giữ lạnh nước trong bể chứa. Máy WTW Multi 3420 đo nhiệt độ liên tục để theo dõi nhiệt độ trong các bình thí nghiệm và kịp thời điều chỉnh nhiệt độ. Ghi nhận số cua chết và mức nhiệt độ ở từng thời điểm cũng như những biểu hiện của cua trong quá trình tăng và giảm nhiệt độ.

### 2.3 Thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ lên hoạt tính enzyme tiêu hóa, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cua giống

Thí nghiệm được tiến hành trong bể composite 200 L, gồm 4 nghiệm thức nhiệt độ: 27-28°C (đối chứng), 30-31°C, 33-34°C và 36-37°C. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Nước sử dụng trong thí nghiệm có độ mặn 25‰ được pha loãng từ nước ót 90‰. Trước khi cấp vào bể, nước đã được xử lý bằng chlorine 50 g/m<sup>3</sup> sau đó sục khí mạnh cho đến khi hết chlorine trước khi sử dụng (sử dụng bộ test chlorine – Sera để kiểm tra) và lọc qua túi lọc 5 μ.

Cua giống giai đoạn cua 1 (0,03±0,01 g/con) được bố trí vào 12 bể thí nghiệm ở nhiệt độ nước bình thường (28°C) 1 ngày trước khi tăng nhiệt độ. Mật độ của thí nghiệm là 100 con/bể. Trong đó, 85 cua được thả chung trong bể và 15 cua được nuôi trong các hộp nhựa để theo dõi sự lột xác của cua hàng ngày nhằm tính chu kỳ lột xác và số lần lột xác. Mỗi cua được chứa trong một hộp nhựa có nhiều lỗ nhỏ để lưu thông nước và mỗi hộp được đánh số tự để tiện theo dõi.

Ở các nghiệm thức 30-31°C, 33-34°C và 36-37°C, nhiệt độ nước trong bể được nâng bằng heater (EHEIM professional 4+ 350T) mức 2°C/ngày. Trong quá trình nâng nhiệt độ, thường xuyên kiểm tra nhiệt độ trong bể bằng máy đo WTW Multi 3420 và điều chỉnh heater để đạt nhiệt độ theo từng

nghiệm thức. Sau đó, nhiệt độ cũng được kiểm tra 2 lần/ngày để kịp thời điều chỉnh và duy trì nhiệt độ ổn định trong suốt thời gian thí nghiệm. Sử dụng máy làm lạnh Teco Seachill TR 10 để ổn định nhiệt độ ở nghiệm thức 27-28°C. Thời gian thí nghiệm là 20 ngày.

Các bể thí nghiệm được sục khí liên tục và theo dõi các yếu tố môi trường nước (pH, oxy hòa tan và nhiệt độ được kiểm tra 2 lần/ngày; nitrite 3 ngày/lần). Trong thời gian nâng nhiệt độ cũng như suốt quá trình thí nghiệm của được cho ăn 3-5 artemia sinh khối/cua/ngày và quan sát nhằm bổ sung thêm thức ăn, khối lượng thức ăn phải có dư tránh được hiện tượng ăn nhau do thiếu thức ăn và cho ăn 2 lần/ngày (lúc 8 giờ và 16 giờ). Bể được siphon cạn ở đáy bể hàng ngày và định kỳ thay 20-30% lượng nước trong bể 2 ngày/lần bằng nước sạch được chuẩn bị trước và có cùng mức nhiệt độ của nghiệm thức.

## 2.4 Phương pháp thu mẫu

### 2.4.1 Thu mẫu tăng trưởng

Khối lượng của cua được cân bằng cân (Sartorius CP2245) với độ chính xác 0,0001 g và chiều rộng cua được đo bằng thước (Vernier Calipers, 0-150 x 0.02 mm). Thời điểm bắt đầu thí nghiệm, cân ngẫu nhiên 30 cá thể cua và khi kết thúc thí nghiệm tiến hành cân từng cá thể còn lại trong bể. Sự lột xác của cua được ghi nhận trong suốt quá trình thí nghiệm (nuôi cá thể) và tỷ lệ sống được tính khi kết thúc thí nghiệm.

### Các phương pháp tính tăng trưởng và tỷ lệ sống của cua:

Tỷ lệ sống (SR, %):  $SR = (\text{Số cua cuối thí nghiệm} / \text{số cua ban đầu}) \times 100$

Tăng trưởng theo ngày về khối lượng (DWG, g/ngày):  $DWG = (W_t - W_0) / t$

Tăng trưởng đặc trưng về khối lượng (SGR, %/ngày):  $SGR = [(\ln(W_t) - \ln(W_0)) / t] \times 100$

Trong đó:  $W_0$ : Khối lượng cua ban đầu (g),  $W_t$ : Khối lượng của sau thí nghiệm (g),  $t$ : Thời gian thí nghiệm (ngày)

Tăng trưởng theo ngày về chiều dài (DLG, cm/ngày):  $DLG = (L_2 - L_1) / t$

Tăng trưởng đặc trưng về chiều dài ( $SGR_L$ , %/ngày):  $SGR_L = [(\ln(L_2) - \ln(L_1)) / t] \times 100$ .

Trong đó:  $L_1$ : Chiều dài cua ban đầu (cm),  $L_2$ : Chiều dài sau thí nghiệm (cm),  $t$ : Thời gian thí nghiệm (ngày).

### 2.4.2 Thu mẫu phân tích enzyme tiêu hóa

Mẫu enzyme tiêu hóa được thu vào ngày kết thúc thí nghiệm. Cua được ngừng cho ăn 24 giờ trước khi thu mẫu. Cua được thu 5 con/bể, loại bỏ phụ bộ, cho vào eppendorf 1,5 mL và trữ -80°C. Khi tiến hành phân tích, mẫu cua được rửa đông và nghiền với dung dịch buffer  $KH_2PO_4$  20 mM và NaCl 6 mM ở pH=6,9; ly tâm 4.200 vòng ở 4°C trong 30 phút. Sau đó thu phần dịch nổi phía trên chuyển sang eppendorf 0,5 mL và trữ ở -80°C để phân tích enzyme tiêu hóa. Protein trong mẫu được phân tích theo phương pháp của Bradford (1976), 1 mg/mL BSA được sử dụng để làm đường chuẩn.

Hoạt tính enzyme trypsin được xác định theo phương pháp của Tseng *et al.* (1982). BAPNA 0,1 M (Na - benzoyl - D<sub>L</sub> arginine P - nitroanilide) được hòa tan với dung dịch DMSO với tỷ lệ 10,87 mg/250 μL. Dung dịch đệm gồm Tris-HCL 50 mM và CaCl<sub>2</sub> 20 mM, pH 8.2. 40 μL mẫu sẽ được bơm vào cuvette chứa 1 mL dung dịch đệm và 10 μL BAPNA. Mẫu được đo ở bước sóng 407 trong 5 phút bằng máy so màu quang phổ (UV-Vis Cary 50).

Enzyme chymotrypsin được đo theo phương pháp của Worthington (1982). Dung dịch đệm bao gồm Tris-HCL 80 mM và CaCl<sub>2</sub> 100 mM, pH 7,8. N-benzoyl-L-tyrosine ethyl ester (BTEE) được hòa tan với dung dịch methanol 50%. Lấy 30 μL mẫu bơm vào cuvet chứa 700 μL BTEE và 700 μL dung dịch đệm và đo ở bước sóng 256 nm trong 5 phút bằng máy so màu quang phổ (UV-Vis Cary 50).

Enzyme amylase được đo theo phương pháp của Bernfeld (1951). Dung dịch đệm gồm  $NaH_2PO_4$  20 mM và NaCl 6 mM, pH 6,9. Dung dịch chất nền gồm: 3,5 - dinitrosalicylic acid, sodium potassium tartrate tetrahydrate và NaOH. Dung dịch starch 1% được pha bằng cách hòa tan 100 mg starch trong 10 mL dung dịch đệm pH 6,9. Lấy 100 μL mẫu cho phản ứng với 100 μL dung dịch starch 1% ở 25°C, thêm 200 μL dung dịch chất nền và đem ủ ở 100°C trong 5 phút, sau đó thêm 2 mL nước cất vào trong ống nghiệm rồi bơm dung dịch sang cuvette và đo ở bước sóng 540 nm bằng máy so màu quang phổ (UV-Vis Cary 50).

### 2.4.3 Thu mẫu phân tích tổng vi sinh vật trong nước

Thu mẫu phân tích vi khuẩn tổng và vi khuẩn vibrio trong nước bề ương mỗi 10 ngày. Mật độ vi khuẩn tổng và vi khuẩn *Vibrio* trong nước được xác định bằng phương pháp đếm khuẩn lạc (Baumann *et al.*, 1980).

**Vi khuẩn tổng trong nước:** Môi trường Plate count agar (PCA) được sử dụng để xác định tổng vi khuẩn hiếu khí trong nước. Sử dụng 1 mL mẫu nước cho vào ống nghiệm chứa 9 mL nước muối sinh lý đã được tiệt trùng. Sau khi các mẫu nước được pha loãng ở nồng độ  $10^{-3}$  cho 1 mL dung dịch lên đĩa petri, sau đó cho 15-17 mL môi trường PCA đã được tiệt trùng ở  $121^{\circ}\text{C}$  vào đĩa đã chứa 1 mL mẫu, xoay nhẹ đĩa môi trường theo 2 chiều ngược nhau khoảng 5 lần để trộn đều mẫu và môi trường. Giữ yên đĩa khoảng 15-20 phút, đem ủ ở  $30^{\circ}\text{C}$  trong 24-48 giờ và đếm khuẩn lạc.

Số khuẩn lạc được tính theo công thức: A (cfu/mL) = số khuẩn lạc  $\times$  độ pha loãng  $\times 10$

**Vi khuẩn Vibrio:** Môi trường Thiosulphate-citrate bile- sucrose agar (TCBS) được sử dụng để xác định mật độ vi khuẩn *Vibrio*. Sử dụng 1 mL nước từ bể nuôi sang ống nghiệm chứa 9 mL nước muối sinh lý đã được tiệt trùng. Sau khi các mẫu nước được pha loãng ở 2 nồng độ  $10^{-1}$  và  $10^{-2}$ , cho 100  $\mu\text{L}$  dung dịch vi khuẩn cho lên đĩa môi trường TCBS, dùng que thủy tinh tán đều đến khi mẫu khô. Hai mức pha loãng khác nhau của mỗi mẫu nước được cấy lên các đĩa môi trường, mỗi độ pha loãng được lặp lại 2 lần. Các đĩa môi trường đã cấy vi khuẩn được ủ ở  $30^{\circ}\text{C}$  trong 24-48 giờ và đếm khuẩn lạc.

Số khuẩn lạc được tính theo công thức: A (cfu/mL) = số khuẩn lạc  $\times$  độ pha loãng  $\times 10$

### 2.5 Xử lý số liệu

Các số liệu được tính giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Excel 2010. Phân tích phương sai one-way ANOVA và phép thử

**Bảng 1: Ngưỡng nhiệt độ trên và dưới của cua giống**

Ngưỡng trên				
Nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ )	38,5	39,0	40,3	41,3
Thời gian (giờ)	11,5	12,0	13,3	14,3
Tỷ lệ chết (%)	8,0	20,0	28,0	50,0
Ngưỡng dưới				
Nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ )	11,3	10,3	9,7	8,5
Thời gian (giờ)	15,7	16,7	17,3	18,5
Tỷ lệ chết (%)	8,0	26,0	30,0	50,0

### 3.2 Hoạt tính enzyme tiêu hóa, tăng trưởng và tỷ lệ sống của cua giống sau 20 ngày ương

#### 3.2.1 Các yếu tố môi trường bể ương trong thời gian thí nghiệm

Bảng 2 cho thấy các yếu tố môi trường của các nghiệm thức thí nghiệm dao động trong khoảng

DUNCAN để tìm sự khác biệt giữa các nghiệm thức với mức ý nghĩa  $p < 0,05$  bằng phần mềm SPSS 16.0.

## 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1 Xác định ngưỡng nhiệt độ của cua giống

Khoảng chịu đựng nhiệt độ của cua giống khá rộng từ  $8,5$  đến  $41,3^{\circ}\text{C}$  (Bảng 1). Ở nghiệm thức tăng nhiệt, khi nhiệt độ đạt  $38,5^{\circ}\text{C}$  (khoảng 11,5 giờ) tính từ khi bắt đầu nâng nhiệt, quan sát và ghi nhận được 8% cua chết; khi nhiệt độ đạt  $41,3^{\circ}\text{C}$  (khoảng 14,3 giờ) tỷ lệ chết của cua tăng lên 50%. Ở nghiệm thức giảm nhiệt độ, khi nhiệt độ giảm đến  $11,2^{\circ}\text{C}$  (khoảng 15,7 giờ tính từ thời điểm hạ nhiệt độ) ghi nhận được 8% cua chết và khi nhiệt độ giảm đến  $8,5^{\circ}\text{C}$  (khoảng 18,5 giờ) tỷ lệ chết của cua tăng lên 50%. Khi vượt càng xa ngưỡng chịu đựng của bơi lội yếu, một số bơi lên tầng mặt, đồng thời quan sát thấy hiện tượng cắn nhau ở các bình tăng nhiệt độ và cua chết khi nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp. Theo Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư (2010), ở cá khi nhiệt độ giảm quá thấp các phản ứng sinh hóa bị giảm hoặc dừng lại dẫn đến hiện tượng chết; và ngược lại khi nhiệt độ tăng cao làm quá trình trao đổi chất tăng, oxy không cung cấp đủ cho cơ thể cũng dẫn đến cá chết. Theo Heasma and Fielder (1983), tần số bắt mồi của ấu trùng cua tăng khi nhiệt độ tăng lên trên  $20-27^{\circ}\text{C}$  và chậm lại khi nhiệt độ dưới  $20^{\circ}\text{C}$ . Nghiên cứu của Hill (1974) trên cua *Scylla serrata* phát hiện mức độ hoạt động và cường độ bắt mồi của cua ở  $25^{\circ}\text{C}$  và  $20^{\circ}\text{C}$  giống nhau đều ở mức cao nhất nhưng các chỉ tiêu này giảm đáng kể khi nhiệt độ dưới  $12^{\circ}\text{C}$ , đồng thời ở nhiệt độ này mức độ di chuyển của cua chỉ bằng 33% so với  $25^{\circ}\text{C}$ .

thích hợp cho cua phát triển. Nhiệt độ được giữ ổn định theo yêu cầu các nghiệm thức. Oxy hòa tan trung bình khá cao, từ 7,35 đến 7,71 mg/L; pH dao động trong khoảng 8,11-8,49; nồng độ  $\text{NO}_2^-$  biến động từ 0,41-0,51 mg/L. Oxy hòa tan được khuyến cáo trong sản xuất giống và ương nuôi ấu trùng biển là trên 5 mg/L (FAO, 2007), như vậy oxy hòa tan

trong thí nghiệm luôn đảm bảo cho sự phát triển của cua giống. Theo Hoàng Đức Đạt (2004), cua biển có thể sống ở vùng nước lợ có pH trong khoảng 7,5-9,2 nên pH của môi trường thí nghiệm cũng thích hợp cho cua phát triển. Trên cua *Scylla serrata* giai đoạn

zoa 5, nồng độ NO<sub>2</sub><sup>-</sup> an toàn nhỏ hơn 6,99 mg/L (Seneriches-Abiera *et at*, 2007). Qua đó cho thấy nồng độ NO<sub>2</sub><sup>-</sup> trong thí nghiệm không ảnh hưởng đến sức khỏe của cua.

**Bảng 2: Các yếu tố môi trường bề ương trong thời gian thí nghiệm**

Yếu tố môi trường		Thí nghiệm			
		27-28°C	30-31°C	33-34°C	36-37°C
Nhiệt độ (°C)	Sáng	27,3±0,09	30,6±0,11	33,4±0,15	36,5±0,25
	Chiều	27,9±0,02	30,9±0,07	33,6±0,10	36,8±0,24
pH	Sáng	8,11-8,15	8,11-8,13	8,28-8,33	8,39-8,42
	Chiều	8,2-8,33	8,17-8,34	8,29-8,37	8,47-8,53
Oxy (mg/L)	Sáng	7,71±0,11	7,56±0,03	7,59±0,06	7,44±0,01
	Chiều	7,49±0,02	7,37±0,02	7,49±0,13	7,35±0,17
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)		0,43±0,00	0,47±0,14	0,51±0,14	0,41±0,12

Số liệu trình bày là trung bình ± sai số chuẩn.

3.2.2 Mật độ vi khuẩn tổng và vi khuẩn vibrio trong nước bề ương

**Mật độ vi khuẩn tổng:** Trong thời gian thí nghiệm mật độ vi khuẩn có xu hướng tăng về cuối thí nghiệm. Mẫu thu ngày 0 (trước khi thí nghiệm) và ngày thứ 10 mật độ vi khuẩn tổng ít biến động và khác biệt không có ý nghĩa giữa các thí nghiệm (Bảng 3). Trong thời gian đầu chu kỳ lượng vật chất hữu cơ tích lũy trong bể thấp kết hợp với việc thay nước định kỳ 2 ngày/lần làm cho mật độ vi khuẩn tổng ở các thí nghiệm ít thay đổi. Mẫu thu cuối thí nghiệm mật độ vi khuẩn tổng tăng lên tương ứng với sự tăng tích lũy chất hữu cơ. Mẫu thu ngày 20 cũng

cho thấy mật độ vi khuẩn tổng tăng dần theo nhiệt độ, tăng từ 1,36x10<sup>5</sup> đến 1,98x10<sup>5</sup> CFU/mL (Bảng 3). Mật độ vi khuẩn tổng cao nhất ở thí nghiệm 36-37°C (1,98x10<sup>5</sup>CFU/mL), khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với hai thí nghiệm nhiệt độ thấp hơn (27-28°C và 30-31°C). Theo Anderson (1993), trong môi trường nước sạch mật độ vi khuẩn tổng nhỏ hơn 10<sup>3</sup> CFU/mL, nếu vi khuẩn vượt quá 10<sup>7</sup> CFU/mL sẽ có hại cho tôm cá nuôi và môi trường trở nên bẩn. Như vậy, mật độ vi khuẩn tổng trong thí nghiệm vẫn nằm trong giới hạn cho phép, môi trường nước các bể ương chưa bị nhiễm bẩn, phù hợp cho sự phát triển của cua.

**Bảng 3: Vi khuẩn tổng (10<sup>5</sup> CFU/mL) của nước bề ương trong thời gian thí nghiệm**

Ngày thí nghiệm	Thí nghiệm			
	27-28°C	30-31°C	33-34°C	36-37°C
0	0,95±0,28 <sup>a</sup>	1,25±0,18 <sup>a</sup>	1,15±0,18 <sup>a</sup>	1,11±0,27 <sup>a</sup>
10	0,97±0,13 <sup>a</sup>	0,97±0,27 <sup>a</sup>	1,11±0,13 <sup>a</sup>	1,08±0,10 <sup>a</sup>
20	1,36±0,06 <sup>a</sup>	1,52±0,08 <sup>a</sup>	1,73±0,25 <sup>ab</sup>	1,98±0,27 <sup>b</sup>

Số liệu trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một hàng, những số có ký tự a, b theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức p>0,05.

**Mật độ vi khuẩn Vibrio:** Tương tự như biến động mật độ vi khuẩn tổng, vi khuẩn *Vibrio* trung bình ở các thí nghiệm có xu hướng tăng dần theo thời gian thí nghiệm từ 0,1x10<sup>4</sup> đến 0,9x10<sup>4</sup> CFU/mL (Bảng 4). Thời điểm bắt đầu và sau 10 ngày thí nghiệm, mật độ *Vibrio* giữa các thí nghiệm khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05). Mẫu thu ngày 20 cho thấy mật độ vi khuẩn *Vibrio* đã có sự khác biệt giữa các mức nhiệt độ. Theo đó, mật độ *Vibrio* trung bình cao nhất (0,95x10<sup>4</sup> CFU/mL) ở thí nghiệm 33-34°C, khác biệt không

có ý nghĩa thống kê (p>0,05) so với thí nghiệm 36-37°C (0,85x10<sup>4</sup> CFU/mL). Mật độ *Vibrio* thấp nhất ở thí nghiệm 27-28°C (0,68x10<sup>4</sup> CFU/mL), khác biệt ý nghĩa thống kê so với thí nghiệm 33-34°C. Chưa có tài liệu nghiên cứu về sự phù hợp của mật độ vi khuẩn *Vibrio* trong nuôi cua biển, nhưng Phạm Thị Tuyết Ngân và *ctv.* (2008) báo cáo mật độ vi khuẩn *Vibrio* nhỏ hơn 6,5x10<sup>3</sup> CFU/mL chưa gây ảnh hưởng đến tôm nuôi. Như vậy, có thể bước đầu đánh giá mật độ *Vibrio* trong nghiên cứu này đã vượt ngưỡng cho phép và có thể ảnh hưởng đến tỷ lệ sống của cua.

**Bảng 4: Vi khuẩn *Vibrio* ( $\times 10^4$  CFU/mL) của nước bề trong trong thời gian thí nghiệm**

Ngày thí nghiệm	Thí nghiệm thứ			
	27-28°C	30-31°C	33-34°C	36-37°C
0	0,17±0,01 <sup>a</sup>	0,15±0,02 <sup>a</sup>	0,16±0,01 <sup>a</sup>	0,17±0,02 <sup>a</sup>
10	0,35±0,07 <sup>a</sup>	0,38±0,06 <sup>a</sup>	0,45±0,10 <sup>a</sup>	0,33±0,08 <sup>a</sup>
20	0,68±0,03 <sup>a</sup>	0,79±0,08 <sup>a</sup>	0,95±0,04 <sup>b</sup>	0,85±0,09 <sup>ab</sup>

Số liệu trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một hàng, những số có ký tự a, b theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức  $p > 0,05$ .

**3.2.3 Hoạt tính enzyme tiêu hóa của cua biển sau 20 ngày thí nghiệm ở các nhiệt độ khác nhau**

Hoạt tính enzyme chymotrypsin,  $\alpha$ -amylase và trypsin của cua gia tăng khi nhiệt độ tăng từ 27-28 đến 33-34°C, nhưng khi nhiệt độ tăng lên 36-37°C hoạt tính các enzyme này có xu hướng giảm. Tuy nhiên, sự khác biệt về hoạt tính enzyme tiêu hóa giữa các thí nghiệm không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ). Hoạt tính chymotrypsin của cua hoạt động cao nhất ở nhiệt độ 33-34°C ( $368 \pm 177$  mU/min/mg protein), kế đến là nhiệt độ 36-37°C ( $243 \pm 59$  mU/min/mg protein) và 30-31°C ( $216 \pm 90$  mU/min/mg protein) và thấp nhất ở nhiệt độ 27-28°C ( $192 \pm 64$  mU/min/mg protein) (Bảng 5). Tương tự, hoạt tính enzyme  $\alpha$ -amylase hoạt động cao nhất ở nhiệt độ 33-34°C ( $20,8 \pm 2,20$  U/min/mg protein), kế đến nhiệt độ 30-31°C ( $19,8 \pm 6,6$  U/min/mg protein) và nhiệt độ 36-37°C ( $19,7 \pm 2,80$

U/min/mg protein) và thấp nhất ở nhiệt độ 27-28°C ( $18,5 \pm 1,10$  U/min/mg protein). Hoạt tính enzyme trypsin cũng đạt cao nhất ở 33-34°C ( $29,2 \pm 1,7$  mU/min/mg protein).

Kết quả này cũng tương tự với kết quả công bố của Serrano (2015), hoạt tính chymotrypsin của cua biển đạt tối đa ở 30°C và giảm đột ngột ở nhiệt độ cao hơn. Theo Đỗ Văn Bức và ctv. (2018), hoạt tính enzyme tiêu hóa (trypsin, chymotrypsin, amylase) của tôm sú (*Penaeus monodon*) tăng khi nhiệt độ tăng, cao nhất ở nhiệt độ 33-34°C và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với thí nghiệm 27-28°C. Buarque et al. (2009) lấy dịch ly trích từ ruột tôm chỉ (*Farfantepenaeus paulensis*) cho tiếp xúc với khoảng nhiệt độ từ 25 đến 65°C cho kết quả hoạt tính enzyme chymotrypsin đạt giá trị tối ưu ở nhiệt độ 55°C và trypsin tối ưu nhiệt độ 45°C.

**Bảng 5: Hoạt tính của các enzyme tiêu hoá ở cua sau 20 ngày thí nghiệm ở các mức nhiệt độ khác nhau**

Loại enzyme tiêu hoá	Thí nghiệm thứ			
	27-28°C	30-31°C	33-34°C	36-37°C
Chymotrypsin (U/min/mg protein)	192±64	216±90	368±177	243±59
$\alpha$ -amylase (U/min/mg protein)	18,5±1,1	19,8±6,6	20,8±2,2	19,7±2,8
Trypsin (mU/min/mg protein)	16,0±4,3	19,9±8,3	29,2±1,7	28,9±10,1

Số liệu trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một hàng, những số không mang ký tự a, b theo sau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ).

**3.2.4 Tăng trưởng về khối lượng và chiều rộng của cua biển sau 20 ngày ương ở các nhiệt độ khác nhau**

**Tăng trưởng về khối lượng:** Khối lượng của ban đầu thí nghiệm ( $0,03 \pm 0,01$  g/con) khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các thí nghiệm ( $p > 0,05$ ). Sau 20 ngày nuôi khối lượng của ở các thí nghiệm có sự khác biệt, khối lượng thấp nhất ở thí nghiệm 27-28°C ( $0,11 \pm 0,00$  g/con) khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các thí nghiệm nhiệt độ cao hơn ( $p < 0,05$ ). Cua có khối lượng cao nhất ở thí nghiệm nhiệt độ 36-37°C ( $0,34 \pm 0,02$  g/con), khác biệt có ý nghĩa thống kê với thí nghiệm 30-31°C và 33-34°C ( $0,18 \pm 0,02$  g/con) (Bảng 6). Thí nghiệm 36-37°C của bắt đầu chết dần sau 5-6

ngày nuôi cho đến khi kết thúc thí nghiệm, như vậy cua ở thí nghiệm 36-37°C tăng trưởng cao có thể do mật độ thưa hơn so với 3 thí nghiệm còn lại; và chỉ một số cá thể có khả năng chịu đựng và thích nghi được với điều kiện nhiệt độ cao nên sống và tăng trưởng tốt. Tăng trưởng theo ngày về khối lượng (DWG) và tăng trưởng đặc trưng về khối lượng (SGR) của cua sau 20 ngày nuôi cũng đạt cao nhất ở thí nghiệm 36-37°C lần lượt là  $0,018 \pm 0,004$  g/ngày và  $12,3 \pm 2,91$  %/ngày, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các thí nghiệm còn lại ( $p < 0,05$ ). Tốc độ tăng trưởng DWG và  $SGR_w$  khác biệt không có ý nghĩa giữa thí nghiệm 30-31°C ( $0,008 \pm 0,001$  g/con;  $8,92 \pm 2,01$  %/ngày) và 33-34°C ( $0,008 \pm 0,001$  g/ngày;  $9,06 \pm 1,41$  %/ngày).

**Bảng 6: Tăng trưởng về khối lượng của cua sau 20 ngày nuôi**

Nghiệm thức	27-28°C	30-31°C	33-34°C	36-37°C
KL ban đầu (g)	0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,03±0,01 <sup>a</sup>	0,03±0,01 <sup>a</sup>
KL Sau 20 ngày (g)	0,11±0,00 <sup>a</sup>	0,18±0,02 <sup>b</sup>	0,18±0,02 <sup>b</sup>	0,34±0,02 <sup>c</sup>
DWG (g/ngày)	0,005±0,000 <sup>a</sup>	0,008±0,001 <sup>b</sup>	0,008±0,001 <sup>b</sup>	0,018±0,004 <sup>c</sup>
SGR <sub>w</sub> (%/ngày)	6,89±1,84 <sup>a</sup>	8,92±2,01 <sup>b</sup>	9,06±1,41 <sup>b</sup>	12,3±2,91 <sup>c</sup>

Số liệu trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một hàng, những số có ký tự a, b, c theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức  $p > 0,05$ .

Kết quả về tăng trưởng phù hợp với kết quả về hoạt tính các enzyme tiêu hóa, hoạt tính các enzyme sai khác không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức nhưng ở nghiệm thức 30-31°C và 33-34°C hoạt tính enzyme cao hơn so với các nghiệm thức khác và điều này lý giải được cua nuôi ở các nhiệt độ này tăng trưởng tốt hơn và số lần lột xác cũng nhiều hơn. Theo nghiên cứu của Costlow (1967), nhiệt độ thấp ảnh hưởng đến thời gian phát triển của cua, khi nhiệt độ giảm từ 30°C xuống 20°C thời gian phát triển của cua xanh *Callinectes sapidus* từ megalop đến cua 1 dài hơn gấp đôi. Hiện nay có rất ít nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ đến tăng trưởng của cua biển (*Scylla paramamosain*), nhưng đối với tôm đã có khá nhiều nghiên cứu và các nghiên cứu cho thấy có mối tương quan giữa nhiệt độ và tốc độ tăng trưởng của tôm. Jackson and Wang (1998) cho biết nhiệt độ nước ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ tăng trưởng của tôm sú (*Penaeus monodon*), phân tích số liệu tăng trưởng tôm nuôi ở các trại vào những thời điểm khác nhau thấy rằng sau 180 ngày nuôi tôm đạt 34 g ở nhiệt độ 30°C, nhưng chỉ 15 g ở 20°C. Tian *et al.* (2004) cho rằng ở tôm *Fenneropenaeus chinensis* tăng trưởng về khối lượng tăng theo nhiệt độ từ 18 đến 31°C và sau đó giảm đáng kể ở 34°C, nhiệt độ tăng trưởng tối ưu là ở 29,7°C. Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương (2009) ghi nhận nhiệt độ tốt

nhất cho tăng trưởng của tôm dao động trong khoảng 25-30°C, nhiệt độ trên 35°C có thể gây chết tôm. Điều này tương đồng với kết quả trong nghiên cứu này, cua nuôi ở nhiệt độ 36-37°C bắt đầu chết dần sau một tuần thí nghiệm.

**Tăng trưởng về chiều rộng:** Tương tự tăng trưởng về khối lượng, tăng trưởng chiều rộng của cua ở các nghiệm thức thay đổi theo nhiệt độ. Tăng trưởng chiều rộng DLG và SGR<sub>L</sub> sau 20 ngày nuôi cao nhất ở nghiệm thức nhiệt độ 36-37°C (0,04±0,005 cm/ngày; 5,54±0,40 %/ngày) khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức nhiệt độ thấp hơn và thấp nhất ở nghiệm thức 26-27°C (0,02±0,001 cm/ngày; 3,34±0,12%/ngày) (Bảng 7). Tăng trưởng về chiều rộng giữa nghiệm thức 30-31°C (0,02±0,003 cm/ngày; 4,09±0,35 %/ngày) và 33-34°C (0,03±0,001 cm/ngày; 4,27±0,14 %/ngày) khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ). Kết quả tương tự đã được chứng minh trong nghiên cứu của Leffler (1972), với chiều dài ban đầu là 22 mm, sau 70 ngày nuôi cua xanh Đại Tây Dương *Callinectes sapidus* đạt 56 mm khi được nuôi ở 34°C, giá trị này ở nghiệm thức 27°C là 48 mm và chỉ 40 mm ở 20°C. Qua đó cho thấy nhiệt độ giảm sẽ làm giảm cả tốc độ tăng trưởng về khối lượng lẫn chiều dài của cua.

**Bảng 7: Tăng trưởng chiều rộng của cua sau 20 ngày nuôi**

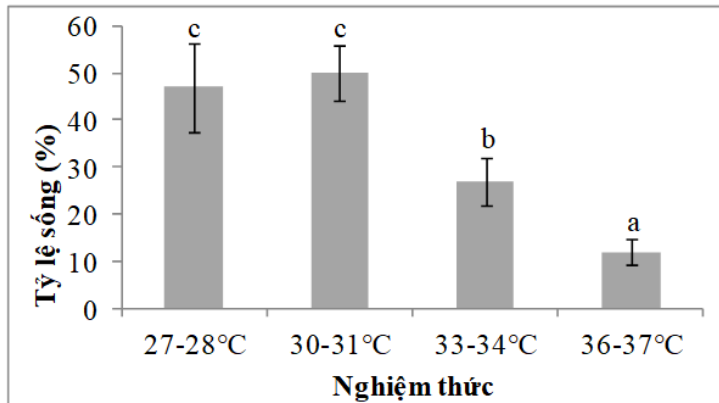
Nghiệm thức	27-28°C	30-31°C	33-34°C	36-37°C
Chiều rộng ban đầu (cm)	0,37±0,14 <sup>a</sup>	0,37±0,14 <sup>a</sup>	0,37±0,14 <sup>a</sup>	0,37±0,14 <sup>a</sup>
Chiều rộng sau 20 ngày (cm)	0,73±0,02 <sup>a</sup>	0,84±0,06 <sup>b</sup>	0,87±0,02 <sup>b</sup>	1,1±0,08 <sup>c</sup>
DLG (cm/ngày)	0,02±0,001 <sup>a</sup>	0,03±0,003 <sup>b</sup>	0,03±0,001 <sup>b</sup>	0,04±0,005 <sup>c</sup>
SGR <sub>L</sub> (%/ngày)	3,34±0,12 <sup>a</sup>	4,09±0,35 <sup>b</sup>	4,27±0,14 <sup>b</sup>	5,54±0,40 <sup>c</sup>

Số liệu trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một hàng, những số có ký tự a, b, c theo sau khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức  $p < 0,05$ .

**3.2.5 Tỷ lệ sống của cua biển sau 20 ngày ương ở các nhiệt độ khác nhau**

Tỷ lệ sống của cua sau 20 ngày nuôi khác biệt giữa nghiệm thức nhiệt độ cao và nghiệm thức nhiệt độ thấp, dao động khá lớn từ 12,0% đến 50,3%. Tỷ lệ sống cao nhất ở nghiệm thức 30-31°C (50,3%) khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ) so với nghiệm thức 27-28°C (47,0%). Tỷ lệ sống của cua bắt đầu giảm mạnh ở nghiệm thức 33-34°C (28,7%),

đặc biệt ở nghiệm thức 36-37°C tỷ lệ sống của cua rất thấp chỉ chiếm 12,0%. Kết quả thí nghiệm này phù hợp với công bố của Zeng and Li (1992) trên cua *S. paramamosain* và Hamasaki (2003) trên *S. serrata*, tỷ lệ sống của ấu trùng cua cao hơn trong khoảng nhiệt độ từ 25-30°C. Nghiên cứu khác trên cua *S. serrata*, trong cùng mức độ mặn tỷ lệ sống của cua cao nhất ở nghiệm thức 25°C và 28°C (Nurdiani and Zeng, 2007).



Hình 1: Tỷ lệ sống của cua sau 20 ngày nuôi ở các nhiệt độ khác nhau

(Số liệu thể hiện trung bình ± sai số chuẩn. Ký tự a, b, c trên các cột của biểu đồ thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức  $p < 0,05$ )

### 3.2.6 Số lần lột xác và chu kỳ lột xác của cua trong 20 ngày nuôi ở các nhiệt độ khác nhau

Số lần lột xác và chu kỳ lột xác của cua được trình bày ở Bảng 8. Kết quả cho thấy nhiệt độ càng cao chu kỳ lột xác của cua càng ngắn đồng thời số lần lột xác càng nhiều trong cùng thời gian nuôi. Nghiệm thức 27-28°C cua có số lần lột xác ít nhất trong thời gian 20 ngày nuôi ( $2,04 \pm 0,04$  lần) và chu kỳ lột xác dài nhất ( $6,77 \pm 0,28$  ngày). Chu kỳ lột xác ngắn nhất ( $3,55 \pm 0,06$  ngày) và số lần lột xác nhiều nhất ( $3,49 \pm 0,04$  lần) được ghi nhận ở nghiệm thức 36-37°C.

Van-Wormhoudt and Humbert (1994) cho rằng quá trình lột xác của giáp xác chịu ảnh hưởng của yếu tố bên trong và bên ngoài; khi nhiệt độ tăng đến mức thích hợp sẽ làm tăng tần số lột xác. Thí nghiệm của Nurdiani and Zeng (2007) trên cua *Scylla serrata* cũng chứng minh quá trình lột xác từ Zoea-1 sang Zoea-2 chậm hơn 1-2 ngày ở nhiệt độ 25°C so với những mức nhiệt độ cao hơn (28°C, 31°C và

34°C). Theo Gong *et al.* (2015), chu kỳ lột xác của cua biển *Scylla paramamosain* (giai đoạn cua 1) ở 32°C (3,8 ngày) ngắn hơn có ý nghĩa so với 26°C (4,8 ngày); khi nhiệt độ không thích hợp tăng lên 39°C toàn bộ cua chết trong 96 giờ và không có cua lột xác hoặc khi nhiệt độ giảm xuống 14°C cua ngưng hoạt động, giảm tiêu thụ thức ăn và không lột xác. Nghiên cứu của Kuhn (2017) cũng kết luận rằng khi nhiệt độ tăng sẽ làm tăng số lần lột xác ở cua xanh Đại Tây Dương. Chu kỳ lột xác ngắn được xác định là do quá trình trao đổi chất tăng cùng với đó là sự tăng hàm lượng hormone và hoạt tính enzyme khi nhiệt độ tăng (Passano, 1960; Skinner, 1985; Lárez *et al.*, 2000). Kết hợp với kết quả về tăng trưởng và tỷ lệ sống trong nghiên cứu này cho thấy khi nhiệt độ tăng số lần lột xác của cua cũng tăng theo dẫn đến cua tăng trưởng nhanh. Tuy nhiên, tần số lột xác tăng lên sẽ dẫn đến hiện tượng ăn nhau sau khi lột xác và đây cũng là nguyên nhân làm giảm tỷ lệ sống của cua ở nghiệm thức nhiệt độ cao.

Bảng 8: Số lần lột xác và chu kỳ lột xác của cua sau 20 ngày nuôi ở nhiệt độ khác nhau

Chỉ tiêu	Nghiệm thức			
	27-28°C	30-31°C	33-34°C	36-37°C
Số lần lột xác (lần)	$2,04 \pm 0,04^a$	$2,57 \pm 0,06^a$	$3,04 \pm 0,19^b$	$3,49 \pm 0,04^c$
Chu kỳ lột xác (ngày)	$6,77 \pm 0,28^d$	$5,82 \pm 0,1^c$	$4,30 \pm 0,16^b$	$3,55 \pm 0,06^a$

Số liệu trình bày là trung bình ± sai số chuẩn. Trong cùng một hàng, những số có ký tự a, b, c, d theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức  $p > 0,05$ .

## 4 KẾT LUẬN

Cua giống (*Scylla paramamosain*) có khả năng chịu đựng nhiệt độ rất rộng, trong khoảng 8,5°C đến 41,3°C. Trong ương giống cua, tỷ lệ sống là yếu tố rất quan trọng, ương cua ở nhiệt độ 30-31°C cho tỷ lệ sống cao nhất đồng thời tăng trưởng khối lượng

và chiều rộng của cua ở nhiệt độ này khá cao. Vì vậy, nhiệt độ thích hợp nhất cho ương cua giống là 30-31°C. Khi nhiệt độ cao hơn 33-34°C tỷ lệ sống của cua giảm. Hoạt tính enzyme (chymotrypsin,  $\alpha$ -amylase và trypsin) có xu hướng tăng khi nhiệt độ tăng từ 27-28°C đến 33-34°C. Đồng thời, số lần lột xác của cua tăng theo mức tăng của nhiệt độ.



## LỜI CẢM ƠN

Đề tài 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.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Anderson, I., 1993. The veterinary approach to marine prawns. In Brown L. (Ed.) Aquaculture for veterinarians: fish husbandry and medicine, Pergamon Press, Tokyo, Japan. 271-296.
- Baumann, P., Baumann, L., Bang, S.S. and Woolkalis, M.J., 1980. Reevaluation of the taxonomy of *Vibrio*, *Beneckea*, and *Photobacterium*: Abolition of the genus *Beneckea*. Current Microbiology. 4(3):127-132.
- Bernfeld, P., 1951. Measurement of amylase activity. Adv. Enzymol. Relat. Areas Mol. Biol, 12:385-386.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry. 72(1-2):248-254.
- Buarque, D.S., Castro, P.F., Santos, F.M.S., Lemos, D., Júnior, L.B.C. and Bezerra, R.S., 2009. Digestive peptidases and proteinases in the midgut gland of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Aquaculture Research. 40(7):861-870.
- Chen, H.C. and Cheng, J.H., 1985. Studies on the larval rearing of serrated crab, *Scylla serrata*: I. Combined effects of salinity and temperature on the hatching, survival and growth of zoeae. J. Fish. Soc. Taiwan. 12:70-77.
- Cossins, A. R., and Bowler, K., 1987. Temperature Biology of Animals. First edition. Chapman and Hall. London, 327 pages.
- Costlow, J.D., 1967. The effect of salinity and temperature on survival and metamorphosis of megalops of the blue crab *Callinectes sapidus*. Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. 15(1-4): 84-97.
- Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010. Một số vấn đề về sinh lý cá và giáp xác. Nhà xuất bản Nông nghiệp. 159 trang.
- Đỗ Văn Bước, Đỗ Thị Thanh Hương, Châu Tài Tảo, Nguyễn Thanh Phương và Ishimatsu Atsushi 2018. Ảnh hưởng của nhiệt độ cao lên tăng trưởng, tỷ lệ sống, glucose và enzyme tiêu hóa của tôm sú (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) giai đoạn Postlarvae 15 đến Juvenile. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Tập 54, Số chuyên đề: Thủy sản (2018) (1): 99-107.
- FAO, 2007. Improving *Penaeus monodon* hatchery practices. Manual based on experience in India. FAO Fishery Technical Paper. No 446. 101 pages.
- Gong, J., Yu, K., Shu, L., Ye, H., Li, S. and Zeng, C., 2015. Evaluating the effects of temperature, salinity, starvation and autotomy on molting success, molting interval and expression of ecdysone receptor in early juvenile mud crabs, *Scylla paramamosain*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 464:11-17.
- Hamasaki, K., 2003. Effects of temperature on the egg incubation period, survival and developmental period of larvae of the mud crab *Scylla serrata* (Forskål)(Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. Aquaculture. 219(1-4):561-572.
- Heasman, M.P. and Fielder, D.R., 1983. Laboratory spawning and mass rearing of the mangrove crab, *Scylla serrata* (Forskål), from first zoea to the first crab stage. Aquaculture. 34(3-4): 303-316.
- Hill, B.J., 1974. Salinity and temperature tolerance of zoeae of the portunid crab *Scylla serrata*. Marine Biology. 25(1):21-24.
- Hoàng Đức Đạt, 2004. Kỹ thuật nuôi cua biển. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 87 trang.
- IPCC, 2018. Global warming of 1,5°C. Summary for Policymakers. 26 pages.
- Jackson, C. J., and Wang, Y.G., 1998. Modelling growth rate of *Penaeus monodon* Fabricius in intensively managed ponds: effects of temperature, pond age and stocking density. Aquaculture Research. 29(1): 27-36
- Kuhn, A.A., 2017. Effects of Temperature on Growth and Molting in Blue Crabs (*Callinectes Sapidus*) and Lesser Blue Crabs (*Callinectes Similis*). A thesis for the degree of Master of Science. The University of Southern Mississippi. Hattiesburg.
- Lárez, M.B., Palazón-Fernández, J.L. and Bolaños, C.J., 2000. The effect of salinity and temperature on the larval development of *Mithrax caribbaeus* Rathbun, 1920 (Brachyura: Majidae) reared in the laboratory. Journal of Plankton Research. 22(10):1855-1869.
- Leffler, C.W., 1972. Some effects of temperature on the growth and metabolic rate of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus*, in the laboratory. Marine Biology. 14(2): 104-110.
- Nurdiani, R. and Zeng, C., 2007. Effects of temperature and salinity on the survival and development of mud crab, *Scylla serrata* (Forsskål), larvae. Aquaculture Research. 38(14): 1529-1538.
- Passano, L.M., 1960. Molting and its control. In: The Physiology of Crustacea, Vol. I (Ed. By Waterman, T.H). 473-536. Academic Press, New York.

- Phạm Thị Tuyết Ngân, Trần Thị Kiều Trang và Trương Quốc Phú, 2008. Biến động mật độ vi khuẩn trong ao nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) ghép với cá rô phi đỏ ở Sóc Trăng. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số Chuyên đề Thủy sản. 1:187-194.
- Ruscoe, I.M., Shelley, C.C. and Williams, G.R., 2004. The combined effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile mud crabs (*Scylla serrata* Forskål). *Aquaculture*. 238(1-4): 239-247.
- Seneriches-Abiera, M. L., Parado-Esteva, F., and Gonzales, G. A., 2007. Acute toxicity of nitrite to mud crab *Scylla serrata* (Forsskål) larvae. *Aquaculture Research*. 38(14): 1495-1499.
- Serrano, A.E., 2015. Properties of chymotrypsin-like enzyme in the mudcrab *Scylla serrata*, brine shrimp *Artemia salina* and rotifer *Brachionus plicatilis*. *Der Pharma Chemica*. 7(9):66-73.
- Skinner, D.M., 1985. Molting and regeneration. In: *The Biology of Crustacea*. Ninth Edition. Academic Press, New York: 943.
- Tavares, C.P.D.S., Silva, U.A.T., Pereira, L.A. and Ostrensky, A., 2018. Systems and techniques used in the culture of soft-shell swimming crabs. *Reviews in Aquaculture*. 10(4):913-923.
- Tian, X., Dong, S. and Wang, F., 2004. Effects of different temperatures on the growth and energy budget of Chinese shrimp, *Fenneropenaeus chinensis*. *Ying yong sheng tai xue bao= The journal of applied ecology*. 15(4):678-682.
- Tổng cục thống kê, 2018. Tình hình kinh tế- xã hội 2018 theo <https://www.gso.gov.vn/default.aspx?tabid=621&ItemID=19037>. Truy cập ngày 13/10/2019.
- Trần Ngọc Hải và Nguyễn Thanh Phương, 2009. Hiện trạng kỹ thuật và hiệu quả kinh tế của các trại sản xuất giống cua biển Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 12: 279-288.
- Tran Ngoc Hai, Le Quoc Viet, Lam Tam Nguyen and Patrick Sorgeloos, 2017. Advances in research and development of mud crab (*Scylla paramamosan*) seed production in Mekong Delta, Vietnam. In: C.I. Hendry (Ed) Larvi – Fish & Shellfish Larviculture Symposium 2017 – Book of abstract and short communication Ghent University.
- Trần Thực, Nguyễn Văn Thắng, Huỳnh Thị Lan Hương, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Xuân Hiền, Đoàn Hà Phong, 2016. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Nhà xuất bản Tài Nguyên môi trường và bản đồ Việt Nam. Hà Nội. 79 trang.
- Tseng, H.C., Grendell, J.H. and Rothman, S.S., 1982. Food, duodenal extracts, and enzyme secretion by the pancreas. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*. 243(4): G304-G312.
- Van-Wormhoudt, V. and Humbert, B., 1994. Crustacean farming: the Biologocal basis. In: Branable, G. (Ed.). *Aquaculture: Biology and Ecology of cultured species* Ellis Horwood press. 176-223.
- Worthington, T.M. and Manual, W.E., 1982. Enzymes and related biochemicals. Biochemical Products Division. Worthington Diagnostic System Freehold. NJ.
- Zeng, C. and Li, S., 1992. Effects of temperature on survival and development of the larvae of *Scylla serrata*. *Shuichan xuebao*. 16 (3): 213-221.