

## ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG LIPID TRONG THỨC ĂN ĐẾN SỰ BIẾN THÁI VÀ TỈ LỆ SỐNG CỦA CUA BIỂN (*Scylla paramamosain*) TỪ GIAI ĐOẠN ZOEA 3 ĐẾN CUA 1

Lâm Tâm Nguyên<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thị Ngọc Anh<sup>2</sup>, Trần Thị Thanh Hiền<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Nông nghiệp, Trường đại học Bạc Liêu

<sup>2</sup>Khoa Thủy sản, Trường đại học Cần Thơ

\*Tác giả liên hệ: ltnghuyen79@gmail.com

Ngày nhận bài: 27.02.2018

Ngày chấp nhận đăng: 10.02.2019

### TÓM TẮT

Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng lipid trong thức ăn phối chế cho cua biển (*Scylla paramamosain*) được thực hiện trong 2 giai đoạn ương. Trong giai đoạn zoea 3 đến megalop, cua được nuôi trong hệ thống bể composite 120 l, độ mặn 30‰ và mật độ 50 con/l. Giai đoạn từ megalop đến cua 1, cua được nuôi trong bể nhựa 50 l, độ mặn 26‰ và mật độ nuôi 10 con/l. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 5 nghiệm thức thức ăn có cùng hàm lượng protein (53%) nhưng với các mức lipid tăng dần từ 6%, 8%, 10%, 12% đến 14%. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 5 lần. Ấu trùng cua được cho ăn kết hợp thức ăn thí nghiệm và ấu trùng *Artemia* trong suốt thời gian ương nuôi. Kết quả cho thấy chỉ số biến thái của ấu trùng zoea 3 sang zoea 5 dao động trong khoảng 4,58-4,96 và tỉ lệ sống đến giai đoạn megalop đạt từ 5,45% đến 7,40%, trong đó nghiệm thức 12% lipid đạt cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại. Tương tự, từ giai đoạn megalop đến cua 1, tỉ lệ sống, khối lượng cua 1 và chiều rộng mai lớn nhất thu được ở nghiệm thức 12% lipid. Từ kết quả này có thể kết luận rằng thức ăn phối chế có hàm lượng lipid 12% được xem là thích hợp nhất cho ấu trùng cua biển từ zoea 3 đến cua 1.

Từ khóa: Cua biển, *Scylla paramamosain*, hàm lượng lipid, chỉ số biến thái, tỉ lệ sống.

### Effects of Dietary Lipid Levels on Metamorphosis and Survival of Mud Crab (*Scylla paramamosain*) from Zoeal 3 Stage to Instar 1 Crablet

#### ABSTRACT

A study on the effects of lipid levels in formulated feeds for mud crab (*Scylla paramamosain*) from zoeal 3 stage to instar crablet 1 was conducted in two rearing phases. From zoea 3 to the megalopal stage, the crabs were reared in 120 l composite tanks at salinity of 30‰ and stocking density of 50 Ind./l. From megalopal stage to crablet 1, the crabs were reared in the 50 l plastic tanks at salinity of 26‰ and stocking density of 10 Ind./l. The experiment was set up randomly with five isonitrogenous (53%) diets containing 6%, 8%, 10%, 12% and 14% lipid, and each treatment was done with five replicates. Mud crab larvae were fed experimental feeds combined with *Artemia* nauplii during feeding trial. Results showed that the larval stage index of zoea 3 into zoea 5 stages varied in the range of 4.58-4.96 and the survival of megalopa was 5.45-7.40%, in which the 12% dietary lipid treatment attained highest values and was statistically different ( $P < 0.05$ ) compared to the remaining feeding treatments. Similarly, the highest survival, individual weight and carapace width of crablet 1 were obtained in the dietary lipid level of 12%. These results suggested that formulated diet containing 12% lipid could be considered as the most suitable diet for mud crab from 3 zoeal stage to instar 1 crablet.

Keywords: Mud crab, *Scylla paramamosain*, lipid levels, metamorphosis, survival.

#### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cua biển (*Scylla paramamosain*) là loài đang được phát triển nuôi ở Việt Nam do tăng trưởng nhanh, có kích thước lớn, dễ nuôi, ít dịch bệnh và

có giá trị kinh tế cao cùng với việc dễ dàng bảo quản sau khi thu hoạch. Trong những năm gần đây, mô hình nuôi cua biển ở các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long chủ yếu theo hình thức nuôi quảng canh cải tiến, sự kết hợp tôm - cua - cá,

tôm - cua - rùng, tôm - cua - lúa được xem là hiệu quả và phát triển bền vững. Nguồn cua giống cung cấp cho nuôi cua thương phẩm chủ yếu từ sinh sản nhân tạo và nhu cầu cua giống ngày càng tăng (Trần Ngọc Hải và cs., 2017).

Trong ương nuôi ấu trùng cua biển, thức ăn tươi sống (*rotifer* và *Artemia*) đóng vai trò rất quan trọng, được sử dụng trong suốt đợt ương nuôi. Tuy nhiên, thức ăn tươi sống thiếu một số acid béo thiết yếu cần phải được giàu hóa trước khi cho ăn (Truong Trong Nghia *et al.*, 2007), còn trứng bào xác *Artemia* có giá cao dẫn đến tăng chi phí sản xuất. Vì thế, nghiên cứu sử dụng thức ăn nhân tạo thay thế một phần thức ăn tươi sống trong ương ấu trùng cua biển là một trong những xu hướng đã và đang được thực hiện nhằm hạn chế sự phụ thuộc nguồn thức ăn tươi sống và giảm giá thành (Holme *et al.*, 2009; Hassan *et al.*, 2011; Shelley & Lovatelli, 2011).

Ở Việt Nam, sản xuất giống nhân tạo cua biển đã thành công và thương mại hóa từ nhiều năm qua, trong đó ấu trùng *Artemia* vẫn là nguồn thức ăn tươi sống được cho ăn kết hợp với thức ăn nhân tạo trong suốt chu kỳ ương nuôi (Trần Ngọc Hải & Nguyễn Thanh Phương, 2009; Trần Ngọc Hải & Lê Quốc Việt, 2017). Tuy nhiên, thức ăn nhân tạo chất lượng cao được sử dụng cho ấu trùng cua biển là loại thức ăn có sẵn trên thị trường chuyên dùng cho ấu trùng tôm biển như Lansy, Frippak có hàm lượng lipid rất cao (15-16,5%), không phù hợp với nhu cầu dinh dưỡng cho ấu trùng cua biển.

Đối với thức ăn nhân tạo sử dụng cho cua biển ở giai đoạn ấu trùng cần đảm bảo nhu cầu dinh dưỡng, trong đó hàm lượng lipid là một trong những dưỡng chất quan trọng nhất trong thức ăn, cung cấp năng lượng, duy trì cấu trúc màng sinh học và có chức năng là tiền chất cho các steroid quan trọng (Corraze, 2001). Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu cho biết nhu cầu lipid cho các loài giáp xác có tính ăn thiên về động vật chỉ từ 10% đến 13,8%, không những khác nhau theo loài mà còn khác nhau giữa giai đoạn ấu trùng và trưởng thành. Khi thức ăn chứa hàm lượng lipid thấp hơn hoặc cao hơn so với nhu cầu sẽ ảnh hưởng xấu đến sự phát triển của ấu trùng cua như giảm chu kỳ lột xác, tăng

trưởng và tỉ lệ sống của cua biển (Anderson *et al.*, 2004; Sheen & Wu, 1999; Holme, 2007; Holme *et al.*, 2009). Hơn nữa, các nghiên cứu về dinh dưỡng của ấu trùng cua biển chỉ tập trung vào loài *Scylla serrata* (Genodepa, 2004; Holme, 2007; Holme *et al.*, 2009).

Hiện chưa có nhiều nghiên cứu về nhu cầu dinh dưỡng cũng như phát triển thức ăn chế biến cho loài *S. paramamosain* đặc biệt trong giai đoạn ấu trùng. Do đó, việc xác định hàm lượng lipid thích hợp trong thức ăn cho ấu trùng cua biển của loài này từ giai đoạn zoea 3 đến cua 1 là cần thiết, cung cấp cơ sở khoa học cho việc lập công thức thức ăn, hoàn thiện quy trình ương nuôi ấu trùng cua biển đạt hiệu quả cao.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguồn vật liệu

Ấu trùng cua biển ở giai đoạn zoea 3 và megalop sử dụng trong thí nghiệm được lấy từ nguồn cua mẹ tự nhiên nuôi vỗ và cho sinh sản nhân tạo tại Trại cua Đúc Nguyên, Bạc Liêu. Ấu trùng zoea 1 được nuôi trong bể 4 m<sup>3</sup>, mật độ 100 zoea/l. Khi ấu trùng chuyển sang giai đoạn zoea 3 và megalopa tiến hành bố trí thí nghiệm.

Trứng bào xác *Artemia* có nguồn gốc từ Vĩnh Châu và Mỹ (Arte Century, OSI, USA), được ấp nở ở mật độ 3 g/l trong nước biển có độ mặn 30‰, sục khí liên tục trong khoảng 18-24 giờ dưới điều kiện chiếu sáng. Sau khi trứng nở, thu ấu trùng *Artemia*, rửa sạch trong nước ngọt, khử trùng trong dung dịch formalin 100 ppm và rửa sạch lại bằng nước ngọt trước khi cho ấu trùng cua ăn.

### 2.2. Chế biến thức ăn

Bột cá Kiên Giang được cung cấp bởi Công ty CATACO, các nguyên liệu khác như lecithin, cholesterol, bột mì tinh, dầu đậu nành, dầu cá biển, khoáng, gelatin... được cung cấp bởi Công ty VEMEDIM.

*Artemia* sinh khối thu từ ruộng muối Vĩnh Châu, rửa sạch và được sấy khô ở nhiệt độ 55°C. Sinh khối *Artemia* khô được xay thành bột mịn bằng cối xay sinh tố và bảo quản lạnh đến khi sử dụng.

Công thức thức ăn (CTTA) được thiết lập sử dụng chương trình Solver trong phần mềm Excel 2010. Tỷ lệ thành phần thức ăn trong thí nghiệm cơ bản dựa trên nghiên cứu của Genodepa (2004) và Holme (2007) với tỷ lệ bột *Artemia* sinh khối Vĩnh Châu và bột cá Kiên Giang là 1:1, tỷ lệ dầu động vật và dầu thực vật cũng là 1:1. Tất cả các CTTA có cùng hàm lượng protein 53% nhưng với 5 mức lipid khác nhau (Bảng 1). Tất cả các nguyên liệu được nghiền mịn qua lưới 50  $\mu\text{m}$  bằng máy nghiền trước khi cân và phối trộn. Thức ăn phối chế được sản xuất quy mô thí nghiệm (2 kg/đợt) sử dụng các thiết bị (máy nghiền nguyên liệu, máy ép đùn, tủ sấy) sản xuất thức ăn thí nghiệm của Bộ môn Chế biến Thủy sản, Khoa Thủy sản, Trường đại học Cần Thơ.

Từng loại nguyên liệu thức ăn được cân và đưa vào chung trong thau, tiến hành trộn khô, kế tiếp hỗn hợp thức ăn được gia ẩm (hàm lượng nước 30-40%), trộn đều lần nữa và ép viên qua

máy ép đùn. Thức ăn viên dạng ẩm được sấy khô trong tủ sấy 60°C đến khi đạt độ ẩm 10-11%. Sau đó, thức ăn được nghiền tạo viên nhỏ và sàng qua lưới để tạo kích cỡ viên thức ăn phù hợp từng giai đoạn phát triển của ấu trùng cua, và được bảo quản ở nhiệt độ -20°C. Kích cỡ viên thức ăn cho zoea 3: 150-250  $\mu\text{m}$ , zoea 5: 250-600  $\mu\text{m}$ , megalop: 400-600  $\mu\text{m}$  (Genodepa, 2004).

Nguyên liệu và thức ăn thí nghiệm được phân tích thành phần hóa học (ẩm độ, protein, lipid và tro) theo phương pháp AOAC (2000).

### 2.3. Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu thực hiện 2 giai đoạn ương bao gồm: từ zoea 3 đến megalop và từ megalop đến cua 1. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức thức ăn có cùng hàm lượng protein (53%) với các mức lipid tăng dần 6%, 8%, 10%, 12% và 14%. Mỗi nghiệm thức thức ăn được lặp lại 5 lần.

**Bảng 1. Nguyên liệu (g/100 g) và thành phần hóa học thức ăn thí nghiệm**

Thành phần nguyên liệu	Nghiệm thức (% lipid)				
	6	8	10	12	14
Bột cá Kiên Giang	55	55	55	55	55
Bột sinh khối <i>Atemia</i>	20	20	20	20	20
Dầu cá	0	1,0	2,0	3,0	4,0
Dầu đậu nành	0	1,0	2,0	3,0	4,0
Bột mì tinh	9,5	7,5	5,5	3,5	1,5
Cholesterol	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Lecithin	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Calcium phosphate	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Khoáng tổng hợp	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Vitamin tổng hợp	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Choline choline	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
MCP	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Dịch tôm	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Gelatin	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Tổng cộng	100	100	100	100	100
Thành phần dinh dưỡng thức ăn thí nghiệm (% khối lượng khô)					
Ẩm độ	11,6	10,8	10,8	11,9	10,4
Lipid	6,43	8,20	10,6	12,4	14,5
Protein	53,7	53,7	53,9	53,4	54,0
Tro	19,4	19,5	19,1	20,0	20,0
Năng lượng (KJ/g)	16,4	16,9	17,3	17,7	18,2

Ảnh hưởng của hàm lượng lipid thức ăn đến sự biến thái và tỉ lệ sống của cua biển (*Scylla paramamosain*) từ giai đoạn zoea 3 đến cua 1

Thí nghiệm ương nuôi từ giai đoạn zoea 3 đến megalop được bố trí trong bể composite 120 L với thể tích nước là 100 L và sục khí liên tục. Ấu trùng zoea 3 được nuôi ở độ mặn 30‰ với mật độ 50 con/L. Ấu trùng zoea 3 có chiều dài trung bình  $0,72 \pm 0,06$  mm. Thời gian thí nghiệm là 13 ngày.

Thí nghiệm ương nuôi từ giai đoạn megalop đến cua 1 được bố trí trong bể nhựa 50 L với thể tích nước là 40 L và sục khí liên tục. Megalop được nuôi ở độ mặn 26‰ với mật độ 10 con/L. Mỗi bể có bổ sung giá thể là lưới nylon có mắt lưới 1 mm cho cua bám để tránh hiện tượng cua ăn lẫn nhau. Khối lượng megalop trung bình là  $4,7 \pm 0,2$  mg/con. Thời gian thí nghiệm là 6 ngày.

#### 2.4. Hệ thống thí nghiệm, chăm sóc và quản lý

Trong thời gian ương nuôi, ấu trùng cua được cho ăn thức ăn thí nghiệm kết hợp với thức ăn tươi sống (ấu trùng *Artemia* mới nở).

Giai đoạn zoea 3, thức ăn chế biến được cung cấp 3 lần/ngày vào lúc 9 h, 15 h và 20 h với lượng thức ăn 1,5-2,0 g/m<sup>3</sup>/lần và ấu trùng *Artemia* được bổ sung 3 lần/ngày (7 h, 11 h và 17 h) với lượng 0,5 ấu trùng/ml/lần trong suốt thời gian thí nghiệm.

Giai đoạn megalop, thức ăn chế biến được cung cấp 4 lần/ngày (7 h, 10 h, 15 h và 19 h), với lượng thức ăn 2,5 g/m<sup>3</sup>/lần trong suốt thời gian thí nghiệm. Ấu trùng *Artemia* được bổ sung 1 lần/ngày trong 2 ngày đầu với lượng 0,5 ấu trùng/ml/lần.

Hàng ngày, xi phông đáy bể và bắt đầu thay nước bể nuôi sau 3 ngày bố trí và định kỳ thay nước 2 ngày/lần, mỗi lần khoảng 25% lượng nước trong bể nuôi.

#### 2.5. Thu thập số liệu

*Các yếu tố môi trường:* Nhiệt độ và pH nước trong bể nuôi được đo bằng máy đo pH-nhiệt độ vào lúc 7 h và 14 h giờ mỗi ngày. Hàm lượng NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub> (TAN) và NO<sub>2</sub> được xác định 2 ngày/lần, mẫu nước được phân tích theo phương pháp APHA (1998).

Các chỉ tiêu đánh giá của thí nghiệm:

Chỉ số biến thái (Larval Stage Index = LSI) và tỉ lệ sống của ấu trùng cua được thu thập 3 ngày/lần. LSI được xác định từ giai đoạn zoea 3 đến zoea 5 bằng cách dùng cốc thủy tinh 250 ml mức đầy nước ương có ấu trùng (nước ương và ấu trùng được sục khí đều) định lượng 3 cốc sau đó lấy trung bình. Sau 3 ngày (kể từ ngày ương) kiểm tra 1 lần.

Công thức tính LSI như sau:

$$LSI = \frac{N_1n_1 + N_2n_2 + \dots + N_in_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}$$

Trong đó: N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, ..., N<sub>i</sub> là từ giai đoạn 1 đến giai đoạn i

n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, ..., n<sub>i</sub> là số cá thể từ giai đoạn 1 đến giai đoạn i

Tỉ lệ sống megalop = (số megalop thu được/số ấu trùng zoea 3 bố trí) × 100

Tỉ lệ sống cua 1 = (số cua 1 thu được/số megalop bố trí) × 100

Chiều dài của ấu trùng cua từ giai đoạn zoea 3 đến megalop được đo bằng kính hiển vi có gắn trục vi thị kính. Giai đoạn cua 1 đo chiều rộng mai (CW). Khối lượng của megalop và cua 1 được cân từng cá thể bằng cân điện tử 2 số lẻ.

#### 2.6. Xử lý số liệu

Các số liệu được tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn bằng chương trình Excel; Phân tích thống kê bằng phương pháp ANOVA với phép thử Duncan để tìm ra sự khác biệt trung bình giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa P < 0,05; sử dụng phần mềm SPSS 22.0.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Ảnh hưởng của hàm lượng lipid khác nhau đến sự phát triển của ấu trùng cua biển từ giai đoạn zoea 3 đến megalop

##### 3.1.1. Một số yếu tố môi trường trong thời gian thí nghiệm

Trong thời gian thí nghiệm, nhiệt độ và pH nước trong ngày ít biến động với giá trị trung bình lần lượt nằm trong khoảng 27,7-29,6°C và

8,4-8,6. Hàm lượng TAN ( $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ ) dao động trong khoảng 0,75-0,82 mg/l và hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  ở tất cả các bể nuôi rất thấp với trung bình trong khoảng 0,01-0,03 mg/l (Bảng 1).

Thí nghiệm được bố trí trong trại, các yếu tố môi trường giữa các nghiệm thức thức ăn không chênh lệch nhau nhiều và nằm trong giới hạn thích hợp cho sự phát triển của ấu trùng của biển (Trần Ngọc Hải và cs., 2017).

### 3.1.2. Chỉ số biến thái của ấu trùng cua

Thức ăn chế biến có hàm lượng lipid khác nhau đã ảnh hưởng nhiều đến chỉ số biến thái (LSI) của ấu trùng cua (Bảng 2). LSI có khuynh hướng tăng cùng với sự tăng hàm lượng lipid trong thức ăn từ 6% đến 12% và có khuynh hướng giảm ở mức lipid 14%, được tìm thấy ở cả hai giai đoạn zoea 3 - zoea4 và zoea 4 - zoea 5. Kết quả thống kê biểu thị ở nghiệm thức 12% lipid thì ấu trùng có LSI cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại sau 3 ngày và 6 ngày ương. Nghiệm thức thức ăn có mức lipid 6% có chỉ số biến thái thấp nhất và không khác biệt thống kê ( $P > 0,05$ ) so với nghiệm thức 8% và 14% lipid ở giai đoạn

zoea 3 - zoea 4, tuy nhiên khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) với nghiệm thức có 14% lipid ở giai đoạn zoea 4 - zoea 5. Kết quả thí nghiệm cho thấy khi ấu trùng của biển được cho ăn thức ăn chứa 12% lipid cho kết quả tốt nhất về chỉ số biến thái.

Nghiên cứu của Hoàng Đức Đạt (2004) xác định chỉ số biến thái của ấu trùng ở giai đoạn zoea 3 - zoea 4 và zoea 4 - zoea 5 lần lượt là 3,75 và 4,30. Kết quả nghiên cứu của Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt (2017a) về thay thế *Artemia* bằng thức ăn tổng hợp protein (50-54% và lipid 15-16%) trong ương nuôi ấu trùng của biển, *S. paramamosain* cho biết chỉ số biến thái trung bình của ấu trùng của sau 3 ngày ương là từ 1,75 đến 1,87 và sau 6 ngày ương có LSI là từ 2,8 đến 3,0. So với kết quả nghiên cứu của hai nhóm tác giả trên thì ấu trùng của biển trong thí nghiệm có chỉ số biến thái cao hơn khi sử dụng thức ăn chứa 12% lipid. Kết quả này cho thấy thức ăn chứa hàm lượng 12% lipid là mức lipid thích hợp cho ấu trùng của biển, giúp ấu trùng giai đoạn zoea hấp thụ tốt hơn, phát triển đồng đều và lột xác nhanh hơn.

**Bảng 1. Các yếu tố môi trường trong bể nuôi từ zoea 3 đến megalop**

Nghiệm thức (% lipid)	Nhiệt độ (°C)		pH		TAN (mg/L)	$\text{NO}_2^-$ (mg/L)
	7 h	14 h	7 h	14 h		
6	27,7 ± 0,1	29,4 ± 0,2	8,4 ± 0,2	8,5 ± 0,2	0,81 ± 0,14	0,03 ± 0,01
8	27,7 ± 0,2	29,4 ± 0,3	8,5 ± 0,1	8,6 ± 0,2	0,75 ± 0,12	0,02 ± 0,02
10	27,8 ± 0,1	29,6 ± 0,1	8,5 ± 0,1	8,6 ± 0,1	0,76 ± 0,15	0,03 ± 0,01
12	27,9 ± 0,2	29,6 ± 0,1	8,4 ± 0,2	8,5 ± 0,1	0,77 ± 0,17	0,02 ± 0,01
14	27,8 ± 0,2	29,4 ± 0,2	8,3 ± 0,1	8,5 ± 0,1	0,82 ± 0,18	0,03 ± 0,02

**Bảng 2. Chỉ số biến thái (LSI) của ấu trùng từ giai đoạn zoea 3 đến zoea 5**

Nghiệm thức (% lipid)	Zoea 3- Zoea 4 (3 ngày)	Zoea 4- Zoea 5 (6 ngày)
6%	3,67 ± 0,74 <sup>a</sup>	4,58 ± 0,63 <sup>a</sup>
8	3,75 ± 1,30 <sup>a</sup>	4,62 ± 0,63 <sup>ab</sup>
10	3,85 ± 0,70 <sup>b</sup>	4,80 ± 0,70 <sup>c</sup>
12	3,95 ± 0,63 <sup>c</sup>	4,96 ± 0,51 <sup>d</sup>
14	3,72 ± 0,67 <sup>a</sup>	4,66 ± 0,70 <sup>b</sup>

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

### 3.1.3. Kích thước của ấu trùng cua từ zoea 3 đến megalop

Tương tự chỉ số biến thái, chiều dài và khối lượng của ấu trùng cua từ zoea 4 đến megalop có xu hướng tăng dần với sự gia tăng của hàm lượng lipid trong thức ăn từ 6% đến 12% và giảm ở mức lipid 14%.

Ấu trùng cua ở nghiệm thức 12% lipid đạt chiều dài tốt nhất và khác biệt thống kê ( $P < 0,05$ ) so với các nghiệm thức khác. Tuy nhiên, ở giai đoạn zoea 4 sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ) giữa nghiệm thức 12% và 14% lipid. Ngoài ra, chiều dài ấu trùng cua ở giai đoạn zoea 5 và megalop không khác nhau về mặt thống kê ( $P > 0,05$ ) giữa nghiệm thức 8% lipid và 14% lipid (Bảng 4). Khối lượng của megalop ở các nghiệm thức thức ăn chứa hàm lượng lipid từ 10%, 12% và 14% tương tự nhau ( $P > 0,05$ ) và cao hơn có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) so với nghiệm thức 6% và 8% lipid trong thức ăn. Khối lượng megalop giữa nghiệm thức 6% và 8% lipid không biệt thống kê ( $P > 0,05$ ).

Kết quả về khối lượng và chiều dài của megalop cho thấy thức ăn chứa 12% lipid thích hợp cho sự phát triển của ấu trùng cua biển. Thức ăn chứa hàm lượng lipid thấp nhất trong thí nghiệm (6%) đã cho khối lượng và chiều dài của ấu trùng cua biển thấp nhất từ giai đoạn zoea 4 đến megalop.

### 3.1.4. Tỷ lệ sống của ấu trùng cua ở giai đoạn zoea 5 và megalop

Tỷ lệ sống của ấu trùng cua ở giai đoạn zoea 5 đạt từ 52,8% đến 81,6% và giai đoạn megalop là từ 5,45% đến 7,40%, trong đó nghiệm thức

12% lipid đạt cao nhất và khác biệt có ý nghĩa ( $P < 0,05$ ) so với các nghiệm thức thức ăn còn lại (Bảng 4). Từ kết quả này cho thấy tỷ lệ sống của ấu trùng cua biển có khuynh hướng tương tự như kích thước của cua, khi thức ăn chứa hàm lượng lipid tăng dần từ 6% đến 12% thì tỷ lệ sống của zoea 5 và megalop tăng. Tuy nhiên, thức ăn chứa hàm lượng lipid cao hơn (14%) thì tỷ lệ sống của ấu trùng cua ở hai giai đoạn này thấp và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ).

Kết quả về tỷ lệ sống của zoea 5 và megalopa cho thấy thức ăn chứa 12% lipid hoàn toàn phù hợp cho ấu trùng cua ở các giai đoạn thí nghiệm. Nguyễn Cơ Thạch và Trương Quốc Thái (2004) khi nghiên cứu sản xuất giống cua biển với thức ăn cho ấu trùng là luân trùng, *Artemia* và tảo với mật độ 100 ấu trùng/l cho thấy tỷ lệ sống của ấu trùng cua là  $25,2 \pm 2,70\%$ . Kết quả nghiên cứu của Trần Ngọc Hải và Trương Trọng Nghĩa (2004) khi ương ấu trùng cua biển ở mật độ 100 ấu trùng/l, cho ăn luân trùng ở zoea 1, zoea 2 và ăn *Artemia* ở zoea 3 - zoea 5 cho biết tỷ lệ sống khá cao  $66,1 \pm 15,4\%$ . Nghiên cứu khác đánh giá khả năng thay thế *Artemia* bằng thức ăn nhân tạo (lansy Frippak) với hàm lượng protein (50-54%) và lipid (15-16%) trong ương ấu trùng cua biển *S. paramamosain* cho biết tỷ lệ sống của ấu trùng cua từ giai đoạn zoea 1 đến cua 1 đạt cao nhất ở nghiệm thức sử dụng 3 lần thức ăn nhân tạo kết hợp 5 lần *Artemia*/ngày là  $7,8 \pm 2,2\%$  (Trần Ngọc Hải & Lê Quốc Việt, 2017a). Kết quả trong thí nghiệm này (Bảng 4) cho thấy ấu trùng cua biển có thể sử dụng tốt thức ăn chế biến, đặc biệt khi thức ăn chế biến có hàm lượng lipid cao hơn 10% và tỷ lệ sống của ấu trùng cao hơn so với các nghiệm cứu trước đây.

**Bảng 3. Chiều dài và khối lượng của ấu trùng cua từ zoea 3 đến megalop**

Nghiệm thức (% lipid)	Chiều dài (mm)				Khối lượng Megalop (mg)
	Zoea 3	Zoea 4	Zoea 5	Megalop	
6	0,72 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,19 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,53 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,08 ± 0,10 <sup>a</sup>	3,23 ± 0,23 <sup>a</sup>
8	0,72 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,20 ± 0,04 <sup>b</sup>	1,61 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,21 ± 0,09 <sup>b</sup>	3,26 ± 0,23 <sup>a</sup>
10	0,72 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,25 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,68 ± 0,03 <sup>c</sup>	2,28 ± 0,09 <sup>c</sup>	3,34 ± 0,24 <sup>b</sup>
12	0,72 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,26 ± 0,02 <sup>cd</sup>	1,72 ± 0,01 <sup>d</sup>	2,37 ± 0,11 <sup>d</sup>	3,44 ± 0,23 <sup>b</sup>
14	0,72 ± 0,06 <sup>a</sup>	1,23 ± 0,02 <sup>d</sup>	1,62 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,18 ± 0,09 <sup>b</sup>	3,40 ± 0,27 <sup>b</sup>

Ghi chú: Bố trí thí nghiệm từ giai đoạn zoea 3;

Giá trị trong cùng một cột có chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ )

**Bảng 4. Tỷ lệ sống (%) của ấu trùng cua ở giai đoạn zoeae 5 và megalop**

Nghiệm thức (% lipid)	Zoeae 5	Megalop
6	52,80 ± 6,08 <sup>a</sup>	5,46 ± 0,92 <sup>a</sup>
8	60,30 ± 4,04 <sup>a</sup>	5,45 ± 0,66 <sup>a</sup>
10	74,10 ± 2,23 <sup>bc</sup>	6,66 ± 1,72 <sup>ab</sup>
12	81,60 ± 7,20 <sup>d</sup>	7,40 ± 0,50 <sup>b</sup>
14	71,50 ± 8,51 <sup>b</sup>	5,92 ± 0,99 <sup>a</sup>

Ghi chú: Giá trị trong cùng một cột có chữ cái theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ).

**Bảng 5. Các yếu tố môi trường trong bể nuôi từ giai đoạn megalop đến cua 1**

Nghiệm thức (% lipid)	Nhiệt độ (°C)		pH		TAN (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)
	7 h	14 h	7 h	14 h		
6	27,5 ± 0,4	28,5 ± 1,2	8,5 ± 0,1	8,7 ± 0,1	0,27 ± 0,21	0,03 ± 0,01
8	27,4 ± 0,4	28,3 ± 1,1	8,5 ± 0,1	8,6 ± 0,1	0,28 ± 0,23	0,03 ± 0,01
10	27,3 ± 0,3	28,5 ± 1,1	8,4 ± 0,2	8,6 ± 0,2	0,32 ± 0,30	0,03 ± 0,02
12	27,3 ± 0,5	28,4 ± 1,2	8,5 ± 0,1	8,6 ± 0,1	0,31 ± 0,15	0,02 ± 0,02
14	27,3 ± 0,4	28,4 ± 1,1	8,4 ± 0,2	8,6 ± 0,1	0,32 ± 0,24	0,03 ± 0,01

### 3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng lipid khác nhau đến sự phát triển của cua biển từ giai đoạn megalop đến cua 1

#### 3.2.1. Các yếu tố môi trường trong bể nuôi từ megalop đến cua 1

Trong thời gian ương nuôi cua từ giai đoạn megalop đến cua 1, nhiệt độ nước vào sáng và chiều trong các bể nuôi dao động khoảng 27,3-28,5°C, pH nước biển động rất ít với giá trị khoảng 8,4-8,7 (Bảng 5).

Hàm lượng TAN (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NH<sub>3</sub>) và NO<sub>2</sub><sup>-</sup> ở tất cả các nghiệm thức thức ăn rất thấp, khoảng 0,27-0,32 mg/L và 0,02-0,03 mg/L (Bảng 5). Như vậy, chất lượng nước trong bể nuôi rất tốt cho cua phát triển, tương tự kết luận của Trần Ngọc Hải và cs. (2017).

#### 3.2.2. Các chỉ tiêu đánh giá từ giai đoạn megalop đến cua 1

Trong thí nghiệm này, mặc dù giai đoạn megalop được cho ăn thức ăn có hàm lượng lipid khác nhau nhưng thời gian xuất hiện cua 1 ở tất cả các nghiệm như nhau, trung bình 2,2 ngày (Bảng 6).

Thời gian chuyển giai đoạn từ megalop thành cua 1 hoàn toàn cũng không sai khác nhiều ( $P > 0,05$ ) giữa các nghiệm thức, trung bình 5,5-5,8 ngày. Điều này cho thấy thức ăn chứa các mức lipid khác nhau không ảnh hưởng đến sự chuyển giai đoạn từ megalop sang cua 1.

Trong các nghiệm thức, tỉ lệ sống của cua 1 đạt khoảng 54,56-64,55%, trong đó nghiệm thức thức ăn chứa 12% lipid, đạt cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) so với các nghiệm thức thức ăn còn lại (Bảng 6). Ở nghiệm thức chứa 14% lipid trong thức ăn tỷ lệ sống của cua 1 giảm tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $P > 0,05$ ) so với nghiệm thức chứa 6%, 8% và 10% lipid.

Nghiên cứu trước cho thấy cua biển con loài *S. serrata* khi được cho ăn thức ăn chế biến có hàm lượng lipid từ 0-12% với tỉ lệ dầu gan cá và dầu bắp là 2:1 thì cua có tỉ lệ sống đạt từ 93,3% đến 100% (Sheen & Wu, 1999). Theo Catacutan (2002), loài cua biển *S. serrata* giai đoạn giống phát triển tốt với các loại thức ăn chế biến ở các mức protein khoảng 32-40%, lipid 6% hoặc 12%, năng lượng ở mức 14,7-117,6 MJ/kg.

**Bảng 6. Thời gian lột xác (ngày), khối lượng và tỷ lệ sống (%) của cua 1**

	Nghiệm thức (% lipid)				
	6	8	10	12	14
Thời gian bắt đầu xuất hiện cua 1 (ngày)	2,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,0 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,0 <sup>a</sup>
Thời gian chuyển cua 1 hoàn toàn (ngày)	5,81 ± 0,22 <sup>a</sup>	5,54 ± 0,40 <sup>a</sup>	5,56 ± 0,21 <sup>a</sup>	5,54 ± 0,29 <sup>a</sup>	5,80 ± 0,19 <sup>a</sup>
Tỉ lệ sống (%)	56,95 ± 2,71 <sup>a</sup>	54,56 ± 1,17 <sup>a</sup>	58,20 ± 3,24 <sup>a</sup>	64,55 ± 0,00 <sup>b</sup>	57,55 ± 4,82 <sup>a</sup>
Khối lượng megalop (mg)*	4,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,7 ± 0,2 <sup>a</sup>	4,7 ± 0,2 <sup>a</sup>
Khối lượng cua 1 (mg)	6,69 ± 0,17 <sup>a</sup>	7,49 ± 0,16 <sup>b</sup>	7,53 ± 0,13 <sup>b</sup>	8,10 ± 0,14 <sup>c</sup>	7,45 ± 0,12 <sup>b</sup>
Chiều rộng mai cua 1 (mm)	3,18 ± 0,1 <sup>a</sup>	3,31 ± 0,1 <sup>ab</sup>	3,43 ± 0,12 <sup>bc</sup>	3,58 ± 0,12 <sup>c</sup>	3,33 ± 0,15 <sup>ab</sup>

Ghi chú: \*: Bố trí thí nghiệm từ giai đoạn megalop; Các giá trị trong cùng một hàng có các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ )

Khối lượng và chiều rộng mai của cua 1 đạt trung bình lần lượt trong khoảng 6,69-8,10 mg và 3,18-3,58 mm, trong đó nghiệm thức thức ăn chứa 6% lipid đạt nhỏ nhất và lớn nhất là nghiệm thức 12% lipid. Kết quả thống kê cho thấy nghiệm thức 8%, 10% và 14% không khác biệt thống kê ( $P > 0,05$ ) về khối lượng và ba nghiệm thức này khác biệt có ý nghĩa ( $P < 0,05$ ) so với nghiệm thức 6% và 12% lipid. Đối với chiều rộng mai cua, nghiệm thức 12% lipid không khác nhau thống kê so với nghiệm thức 10% lipid nhưng khác nhau có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Qua đó cho thấy việc bổ sung thức ăn với các hàm lượng lipid khác nhau có ảnh hưởng đến khối lượng của cua 1.

Kết quả thí nghiệm hiện tại cho thấy chiều rộng mai của cua 1 ở tất cả các nghiệm thức lớn hơn so với công bố của Phạm Văn Quyết và Trương Trọng Nghĩa (2010) khi nghiên cứu loài cua biển *S. paramamosain* ( $2,51 \pm 0,01$  mm) và tương đương với kết quả của Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt (2017b) khi ương ấu trùng cua biển san thưa ở các giai đoạn khác nhau, chiều rộng mai cua 1 đạt khoảng 3,38-3,49 mm. Đánh giá ảnh hưởng của các loại thức ăn phối chế chứa 3 mức protein (32, 40 và 48%) và 2 mức lipid (6 và 12%) với tỉ lệ P/E (tỉ lệ protein/năng lượng) dao động trong khoảng 20,5-31,1 MJ/kg lên tăng trưởng của loài cua *S. serrata* (khối lượng ban đầu là  $11,18 \pm 0,66$  g), Catacutan (2002) cho biết cua tăng trưởng tốt khi sử dụng thức ăn chứa protein dao động trong khoảng 32-40%, hàm lượng lipid 6% hoặc 12% với mức

năng lượng tương ứng khoảng 14,7-17,6 MJ/kg. Nghiên cứu này thực hiện trên ấu trùng loài cua *S. paramamosain* cho kết quả tăng trưởng và tỉ lệ sống tốt nhất ở nghiệm thức thức ăn chứa 12% lipid với mức năng lượng 17,7 KJ/g. Như vậy, nhu cầu lipid của cua khác nhau theo loài, giai đoạn phát triển và mức năng lượng trong thức ăn.

Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng lipid là một trong những chất dinh dưỡng quan trọng trong thức ăn của động vật thủy sản (ĐVTS) vì lipid không những là nguồn cung cấp năng lượng quan trọng mà nó còn là phương tiện giúp hấp thu và vận chuyển các vitamin tan trong chất béo, cholesterol, phospholipid từ thức ăn đi vào tế bào. Vì thế, lipid có ảnh hưởng rất lớn đến sinh trưởng và phát triển của ĐVTS, đặc biệt là ở giai đoạn ấu trùng và giống (Corraze, 2001; Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009). Bên cạnh đó, lipid là nguồn dinh dưỡng cung cấp năng lượng tốt nhất cho ĐVTS, sự chia sẻ năng lượng từ protein đã được chứng minh trên nhiều loài ĐVTS và việc bổ sung lượng lipid thích hợp sẽ giảm nhu cầu protein (Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009).

Lipid cũng là tiền chất cho quá trình chuyển hóa, thúc đẩy quá trình tăng trưởng và lột xác ở tôm, nâng cao hệ miễn dịch trong tôm. Ngoài ra, lipid còn tạo độ ngon cho thức ăn (D'Abramo, 1998). Nghiên cứu của D'Abramo, (1997) đã tìm thấy có mối tương quan chặt giữa hàm lượng lipid trong thức ăn và lipid trong ruột tôm, khi hàm lượng lipid trong thức ăn quá



cao, hàm lượng lipid trong ruột tăng sẽ làm giảm khả năng trao đổi chất của giáp xác, từ đó ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng. Theo Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn (2009), khi thức ăn thiếu hụt lipid có thể dẫn đến sự hấp thu thức ăn và chuyển hóa chất dinh dưỡng của ĐVTS bị ức chế, ngược lại thức ăn vượt quá nhu cầu lipid, động vật cần nhiều năng lượng để chuyển hóa phần dư thừa này dẫn đến tăng trưởng chậm và tỉ lệ sống thấp. Nhu cầu lipid của giáp xác không những thay đổi theo loài mà còn theo giai đoạn phát triển (Holme *et al.*, 2009). Trong nghiên cứu của Sheen & Wu (1999) đánh giá ảnh hưởng của bổ sung lipid trong thức ăn cho cua biển *S. serrata* giai đoạn giống với hàm lượng lipid trong thức ăn từ 5,3% đến 13,8%, kết quả cho thấy mức lipid thấp dẫn đến sự thiếu hụt lipid trong thức ăn làm giảm tăng trọng và giảm sản lượng lột xác của cua trong khi mức lipid cao (13,8%) trong thức ăn (vượt nhu cầu lipid) làm giảm tăng trưởng và tỷ lệ sống của cua. Tuy nhiên, khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức thức ăn còn lại và lipid không tích lũy trong mô cua trong các công thức thức ăn khác nhau về tỷ lệ.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Thức ăn phối chế có hàm lượng protein 53% và mức lipid 12% cho ăn kết hợp với ấu trùng *Artemia* đạt kết quả tốt nhất trong ương cua biển (*Scylla paramamosain*) từ giai đoạn zoeae 3 đến cua 1 về tỷ lệ sống, sự biến thái và tăng trưởng, khác biệt này có ý nghĩa thống kê so với các thức ăn có mức lipid thấp hơn (6%, 8% và 10%) hoặc cao hơn (14% lipid).

Tuy nhiên, kết quả thí nghiệm này cần được áp dụng ở quy mô lớn hơn để đánh giá hiệu quả tài chính của việc sử dụng thức ăn chế biến trong ương ấu trùng cua biển *S. paramamosain*.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

Anderson A., Mather P. and Richardson N. (2004). Nutrition of the mud crab, *Scylla serrata* (Forskall). In: Allan, G., Fielder, D. (Eds.), Mud crab Aquaculture in Australian and Southeast Asia, ACIAR Working Paper, 54: 57-60.

- AOAC (2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists Arlington.
- APHA (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater, 20<sup>th</sup> ed. American. Public Health Association, Washington D.C
- Catacutan M.R. (2002). Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. *Aquaculture*, 208: 113-123.
- Corraze G. (2001). Lipid Nutrition. In: Gillaume, J., Kaushik, S., Begot, P., Metailler, R. (Eds.), Nutrition and Feeding of Fish and Crustacean. Praxis, Chichester, UK, pp. 111-129.
- D'Abramo L.R. (1997). Triacylglycerols and fatty acids. In: (Eds.) L. D'Abramo, Conklin D. & Akiyama D. Crustacean Nutrition, World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, pp. 71-84.
- D'Abramo L.R. (1998). Nutritional requirements of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*: comparisons with species of penaeid shrimp. *Reviews in Fisheries Science*, 6: 153-163.
- Genodepa J., Southgate P. and Zeng C. (2004). Preliminary assessment of a microbound diet as an *Artemia* replacement for mud crab, *Scylla serrata*, megalopa. *Aquaculture*, 236: 497-509.
- Hassan A., Hai T.N., Chatterji A. and Sukumaran M. (2011). Preliminary study on the feeding regime of laboratory reared mud crab larva, *Scylla serrata* (Forsskal, 1775). *World Applied Sciences Journal*, 14(11): 1651-1654.
- Hoàng Đức Đạt (2004). Kỹ thuật nuôi cua biển. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 87 trang.
- Holme M.H. (2007). Towards development of a formulated diet for mud crab (*Scylla serrata*) with emphasis on lipid nutrition. PhD Thesis, James Cook University, Townsville.
- Holme M.H., Zeng C. and Southgate P.C. (2009). A review of recent progress toward development of a formulated microbound diet for mud crab, *Scylla serrata*, larvae and their nutritional requirements. *Aquaculture*, 286(3-4): 164-175.
- Nguyễn Cơ Thạch và Trương Quốc Thái. (2004). Ảnh hưởng của độ mặn và thức ăn đến sự phát triển của giai đoạn phôi và ấu trùng cua (*Scylla paramamosain*). *Tuyên tập công trình nghiên cứu khoa học công nghệ (1984-2004)*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, thành phố Hồ Chí Minh, tr. 215-220.
- Phạm Văn Quyết và Trương Trọng Nghĩa (2010). Đặc điểm sinh sản của cua biển *Scylla paramamosain* tự nhiên và trong ao nuôi. *Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ*, 16a: 90-99.
- Sheen S.S. and Wu S.W. (1999). The effects of dietary lipid levels on the growth response of juvenile mud crab *Scylla serrata*. *Aquaculture* 175: 143-153.

Ảnh hưởng của hàm lượng lipid thức ăn đến sự biến thái và tỉ lệ sống của cua biển (*Scylla paramamosain*) từ giai đoạn zoea 3 đến cua 1

- Shelley C. and Lovatelli A. (2011). Mud crab aquaculture-A practical manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Rome, FAO., 567: 78.
- Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt (2017a). Đánh giá khả năng thay thế *Artemia* bằng thức ăn nhân tạo trong ương ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain*). Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ, 49b: 122-127.
- Trần Ngọc Hải và Lê Quốc Việt (2017b). Thử nghiệm ương ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain*) san thưa ở các giai đoạn khác nhau. Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ, 48b: 42-48.
- 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 ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ, 12: 279-288.
- Trần Ngọc Hải và Trương Trọng Nghĩa (2004). Ảnh hưởng của mật độ ương lên sự phát triển và tỷ lệ sống của ấu trùng cua biển (*Scylla paramamosain*) trong mô hình nước xanh. Tạp chí Khoa học Trường đại học Cần Thơ, tr. 187-192.
- Trần Ngọc Hải, Châu Tài Tảo và Nguyễn Thanh Phương (2017). Giáo trình kỹ thuật sản xuất giống và nuôi giáp xác. Nhà xuất bản Trường đại học Cần Thơ, 211 trang.
- Trương Trọng Nghĩa, Mathieu W., Stijn V., Quach T.V and Sorgeloos P. (2007). Influence of highly unsaturated fatty acids in live food on larviculture of mud crab (*Scylla paramamosain*). Aquaculture, 38: 1512-1528.