



DOI:10.22144/ctu.jvn.2019.050

NGHIÊN CỨU ƯƠNG ẤU TRÙNG TÔM CÀNG XANH (*Macrobrachium rosenbergii*) BẰNG CÔNG NGHỆ BIOFLOC VỚI CÁC MẬT ĐỘ KHÁC NHAU

Trần Ngọc Hải¹, Phạm Văn Đây², Cao Mỹ Ân¹ và Châu Tài Tảo¹

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Châu Tài Tảo (email: cttao@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 11/09/2018

Ngày nhận bài sửa: 29/12/2018

Ngày duyệt đăng: 26/04/2019

Title:

Rearing larvae of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) by biofloc technology at different stocking densities

Từ khóa:

Ấu trùng tôm càng xanh, biofloc, *Macrobrachium rosenbergii*, mật độ, tăng trưởng, tỷ lệ sống

Keywords:

Biofloc, freshwater prawn larvae, growth, *Macrobrachium rosenbergii*, stocking density, survival

ABSTRACT

This research is aimed to find appropriate density for growth and survival rate of freshwater prawn larvae and postlarvae (PL) using biofloc technology. There were four treatments of stocking density (40, 60 80 and 100 larvae/liter) set in a completely randomized design with three replications. Nursing tank volume was 0,5 m³, rice flour as carbon source and C/N was managed at a ratio of 15/1, and salinity of 12‰ was used. Results showed that treatment of 60 larvae/litter yielded significantly higher PL-15 length (9.94±0.6 mm) and survival (50.2±1.42%) ($p < 0.05$) compared to treatments of 80 larvae/litter and 100 larvae/litter, but not to treatment of 40 larvae/litter ($p > 0.05$). Production (30,113±863 PL/m³) in treatment of 60 larvae/litter was significantly higher ($p < 0.05$) than that in treatment of 40 larvae/litter, but not in treatments of 80 larvae/litter and 100 larvae/litter ($p > 0.05$). It can be concluded that nursing freshwater prawn in biofloc system at 60 larvae/litter is the most suitable.

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm xác định mật độ ương thích hợp cho tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) tốt nhất bằng công nghệ biofloc. Nghiên cứu gồm 4 nghiệm thức mật độ ương là 40; 60; 80 và 100 con/L, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Bể ương tôm bằng composite có thể tích 0,5 m³, bổ sung nguồn carbon từ bột gạo, tỷ lệ C/N=15/1, độ mặn 12 ‰. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở nghiệm thức ương mật độ 60 con/L có chiều dài PL-15 (9,94±0,06 mm), tỷ lệ sống (50,2±1,42%) đạt cao nhất khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức ương mật độ 80 con/L và 100 con/L, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức ương mật độ 40 con/L. Năng suất (30.113±863 con/m³) cao hơn, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức ương mật độ 40 con/L, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức ương mật độ 80 con/L và 100 con/L. Kết quả cho thấy ương ấu trùng tôm càng xanh bằng công nghệ biofloc với mật độ 60 con/L là tốt nhất.

Trích dẫn: Trần Ngọc Hải, Phạm Văn Đây, Cao Mỹ Ân và Châu Tài Tảo, 2019. Nghiên cứu ương ấu trùng tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) bằng công nghệ biofloc với các mật độ khác nhau. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(2B): 79-87.

1 GIỚI THIỆU

Tôm càng xanh *Macrobrachium rosenbergii* là một trong những đối tượng nuôi quan trọng trong nghề nuôi thủy sản trên thế giới. Sản lượng tôm càng xanh toàn cầu năm 2014 đạt 216.856 tấn, trong số những quốc gia nuôi tôm càng xanh có sản lượng lớn là các nước Ấn Độ, Thái Lan, Bangladesh, Indonesia, Việt Nam là những nước có tốc độ tăng trưởng nhanh nhất hiện nay (FAO, 2016). Ở Việt Nam, tôm càng xanh đang dần trở thành đối tượng nuôi chính tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Theo báo cáo của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2014), tổng diện tích nuôi tôm càng xanh là 15.270 ha, sản lượng nuôi đạt 5.306 tấn; trong đó tập trung nuôi chủ yếu tại các tỉnh nước lợ ĐBSCL là 13.758 ha chiếm 90,1% so với diện tích nuôi tôm càng xanh cả nước. Tuy nhiên, tình hình nuôi tôm càng xanh đang gặp nhiều thử thách và rủi ro, do chất lượng tôm giống kém, chi phí đầu tư cao, dịch bệnh, ô nhiễm môi trường. Vì thế, việc tìm ra những công nghệ mới để sản xuất ra con giống đạt về số lượng và chất lượng cao là rất cần thiết để hạn chế rủi ro do mầm bệnh, thời tiết khắc nghiệt, giảm thiểu thiệt hại về kinh tế và giúp nghề nuôi tôm phát triển bền vững. Hiện nay, xu hướng áp dụng các quy trình công nghệ cao vào sản xuất nhằm đảm bảo các điều kiện an toàn sinh học, bảo vệ môi trường, giảm chi phí, cải thiện năng suất và chất lượng sản phẩm và góp phần hạn chế dịch bệnh... ngày càng được quan tâm, trong đó có công nghệ biofloc. Hiện nay, có nhiều công trình ương giống tôm càng xanh bằng công nghệ biofloc (Châu Tài Tảo và ctv. 2016; Dương Thiên Kiều và ctv. 2018). Theo Nguyễn Thanh Phương và ctv. (2003) ương ấu trùng tôm càng xanh theo quy trình nước xanh cải tiến từ 60 – 90 con/L là tốt nhất. Chính vì thế, mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định được mật độ ương ấu trùng tôm càng xanh thích hợp trong hệ thống biofloc cho tăng trưởng và tỷ lệ sống tốt nhất, góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất trong quy trình ương nuôi tôm càng xanh.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Chuẩn bị bố trí thí nghiệm

Nước ót độ mặn 80‰ có nguồn gốc từ ruộng muối Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. Nước ót pha với nước ngọt (nước máy sử dụng cho sinh hoạt) tạo thành nước có độ mặn 12‰, sau đó được xử lý bằng chlorine với nồng độ 50g/m³, sục khí mạnh 2-3 ngày khi hết lượng chlorine trong nước và bơm qua ống vi lọc 1 µm trước khi sử dụng.

Ấu trùng tôm càng xanh sử dụng trong thí nghiệm thu được từ việc ấp nở ở độ mặn 12‰, tôm càng xanh mẹ mang trứng màu xám đen có nguồn

gốc từ đánh bắt ngoài tự nhiên. Sau khi ấp nở ấu trùng tôm càng xanh có tính hướng quang mạnh được thu để bố trí thí nghiệm.

Ấu trùng tôm càng xanh từ giai đoạn 2-4 cho ăn *Artemia* Vĩnh Châu, từ giai đoạn 5 đến postlarvae cho ăn *Artemia* (sản phẩm của Thái Lan).

Thức ăn chế biến cho ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh dựa theo công thức của Nguyễn Thanh Phương và ctv. (2003).

Bảng 1: Công thức thức ăn chế biến cho ấu trùng tôm càng xanh

Thành phần	Lượng
Trứng gà	1 trứng
Sữa giàu calcium	10 g
Dầu mực	3%
Lecithin	1,5%
Vitamin C	100-500 mg/kg

Cách tạo biofloc: bột gạo được pha trong nước nóng 60°C, với tỷ lệ 1:3 (1 bột: 3 nước theo khối lượng), khuấy đều, và ủ trong 24 giờ trước khi cho vào bể ương tôm. Lượng carbon được bổ sung dựa theo hàm lượng TAN trong bể ương với chu kỳ 3 ngày/lần bằng cách thu mẫu nước trong bể ương để xác định hàm lượng TAN làm cơ sở để bổ sung lượng bột gạo theo từng nghiệm thức để đạt tỉ lệ C/N = 15/1 trong bể ương. Lượng bột gạo cần bổ sung vào bể để tạo biofloc được tính theo hàm lượng TAN dựa theo công thức của Serra *et al.* (2015).

2.2 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm ương ấu trùng tôm càng xanh trong hệ thống biofloc được bố trí với 4 nghiệm thức mật độ khác nhau, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Bể ương composite có thể tích 0,5 m³, thể tích nước ương 0,4 m³ ở độ mặn 12‰.

- Nghiệm thức 1: Mật độ ương ấu trùng 40 con/L
- Nghiệm thức 2: Mật độ ương ấu trùng 60 con/L
- Nghiệm thức 3: Mật độ ương ấu trùng 80 con/L
- Nghiệm thức 4: Mật độ ương ấu trùng 100 con/L



Hình 1: Hệ thống thí nghiệm

2.3 Chăm sóc và quản lý ấu trùng tôm càng xanh

Hàng ngày theo dõi tình trạng hoạt động của ấu trùng và cho ấu trùng ăn. Ấu trùng tôm càng xanh được cho ăn *Artemia* ở giai đoạn bung dù và cho ăn 2 lần/ngày vào lúc 6 giờ và 18 giờ. Cho ấu trùng tôm càng xanh ăn *Artemia* bung dù từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 5, lượng cho ăn 1-2 *Artemia* bung dù/ml nước ương tôm. Từ ngày thứ 6 trở đi, ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh được cho ăn kết hợp *Artemia* mới nở với lượng cho ăn từ 2-4 con/ml, mỗi ngày cho ăn vào lúc 18 giờ và thức ăn chế biến 3 lần/ngày vào lúc 8 giờ, 12 giờ và 16 giờ. Tùy vào giai đoạn phát triển của ấu trùng mà cho ăn thức ăn chế biến với kích cỡ viên thức ăn thích hợp (300 μ m ở giai đoạn 4-5, 500 μ m ở giai đoạn 6-8 và 700 μ m từ giai đoạn 9 đến postlarvae).

Chuẩn bị thức ăn chế biến dựa theo công thức của (Nguyễn Thanh Phương và *ctv.* 2003). Hệ thống bể ương được sục khí liên tục trong suốt quá trình ương để đảm bảo sự lơ lửng của hạt biofloc. Trong suốt thời gian ương tôm không thay nước.

2.4 Các chỉ tiêu theo dõi và thu mẫu phân tích

– **Chỉ tiêu môi trường nước:** Nhiệt độ đo bằng nhiệt kế, pH đo bằng máy đo pH, các chỉ tiêu này đo 2 lần/ngày (8 giờ và 14 giờ). Độ kiềm, TAN và NO_2^- định kỳ thu mẫu 3 ngày/lần. Đối với độ kiềm được phân tích bằng phương pháp chuẩn độ acid, TAN được phân tích bằng phương pháp Phenate và NO_2^- được phân tích bằng phương pháp Diazonium.

– **Các chỉ tiêu theo dõi tôm:** Chỉ số biến thái của ấu trùng (LSI) được xác định 3 ngày/1 lần, mỗi lần thu ngẫu nhiên 10 ấu trùng/bể. Chiều dài ấu trùng và hậu ấu trùng được đo ở các giai đoạn 1, 5, 11 và PL-15, mỗi lần đo 30 con/bể. Tỷ lệ sống và năng suất của PL-15 được tính bằng phương pháp định lượng khối lượng.

– **Chỉ tiêu vi sinh:** Vi khuẩn tổng số và vi khuẩn *Vibrio* trong nước, được xác định định kỳ 7 ngày/lần. Vi khuẩn tổng số và vi khuẩn *Vibrio* trên tôm được xác định cuối thí nghiệm. Xác định mật độ vi khuẩn theo phương pháp của Huys (2002).

– **Chỉ tiêu biofloc:** Thể tích biofloc (FVI) được xác định ở giai đoạn PL-5 và PL-15 bằng bình imhoff, xác định kích cỡ hạt biofloc bằng cách đo chiều dài và chiều rộng ngẫu nhiên 10 hạt biofloc dưới kính hiển vi có trục thị kính, độ phóng đại 10x. Thành phần động thực vật trong hạt biofloc được quan sát dưới kính hiển vi điện tử ở vật kính 10x, vật kính 40x và định danh giống loài theo tài liệu phân loại của Shirota (1966). Thành phần sinh hóa biofloc được thu và phân tích (protein, lipid, tro) ở phòng thí nghiệm theo phương pháp AOAC (1995) khi kết thúc thí nghiệm.

– **Đánh giá chất lượng tôm PL-15:** theo phương pháp gây sốc Ammonium (Cavalli *et al.* 2000), gây sốc formol, và gây sốc độ mặn theo TCVN 8398: 2012 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012); kiểm tra bằng phương pháp PCR bệnh đực cơ, bệnh còi, bệnh phát sáng trên tôm khi kết thúc thí nghiệm.

2.5 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 Microsoft Excel 2010, so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức theo phương pháp phân tích ANOVA một nhân tố với phép thử Duncan bằng phần mềm thống kê SPSS 22.0 ở mức ý nghĩa ($p < 0,05$).

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 Các yếu tố môi trường trong bể ương ấu trùng

Trong quá trình ương ấu trùng tôm càng xanh các yếu tố môi trường được thể hiện qua Bảng 2. Qua đó cho thấy các giá trị nhiệt độ, pH giữa các nghiệm thức chênh lệch không đáng kể.

Nhiệt độ có liên quan rất lớn đến sự lột xác và phát triển của ấu trùng tôm càng xanh, nhiệt độ thích hợp cho ương nuôi là 26-31°C, tốt nhất 28-30°C (Trần Ngọc Hải và *ctv.*, 2017). Nhiệt độ trong ngày chênh lệch không vượt quá 5°C hay quá cao hoặc quá thấp sẽ ảnh hưởng đến hoạt động, sinh trưởng, của tôm (Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010). Nhiệt độ vào buổi sáng của các nghiệm thức dao động từ 29,6°C đến 29,9°C và buổi chiều 30,3°C đến 30,4°C, qua đó cho thấy nhiệt độ trong thí nghiệm thích hợp cho ấu trùng tôm càng xanh phát triển.

Giá trị pH trung bình trong ngày của các nghiệm thức biến động không lớn từ 7,77-7,80. Nguyễn Thị Thanh Thủy (2000) cho rằng khoảng pH thích hợp cho ương ấu trùng tôm càng xanh là 7,4-8,0.

Hàm lượng NO_2^- ở các nghiệm thức dao động từ 0,06-0,07 mg/L và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa các nghiệm thức. Hàm lượng TAN ở các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm dao động từ 1,16 -1,38 mg/L. Theo Nguyễn Thanh Phương và *ctv.* (2003) trong ương ấu trùng tôm càng xanh, hàm lượng NO_2^- tốt nhất duy trì dưới mức cho phép dưới 0,1 mg/L tuy nhiên trong quá trình ương hàm lượng NO_2^- đôi khi có thể tăng cao đến 2 mg/L vào cuối chu kỳ nhưng vẫn chưa ảnh hưởng đến ấu trùng, còn hàm lượng TAN được duy trì dưới 1,5 mg/L, nhưng có thể lên đến 5 mg/L vào cuối thí nghiệm và được ghi nhận vẫn chưa ảnh hưởng đến ấu trùng tôm càng xanh.

Qua kết quả phân tích thống kê cho thấy độ kiềm trong nước ương ấu trùng dao động trong khoảng

100-103 mgCaCO₃/L và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) giữa các nghiệm thức. Theo Châu Tài Tảo và Trần Minh Phú, (2015) độ kiềm thích hợp cho ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh là 100 mgCaCO₃/L.

Như vậy các yếu tố môi trường nhiệt độ, pH, TAN, NO₂⁻ và độ kiềm của thí nghiệm mật độ đều nằm trong khoảng thích hợp cho ương ấu trùng tôm càng xanh.

Bảng 2: Các chỉ tiêu môi trường trong bể ương ấu trùng tôm càng xanh

Chỉ tiêu		Nghiệm thức mật độ			
		40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Nhiệt độ (°C)	Sáng	29,6±0,15	29,8±0,25	29,9±0,25	29,8±0,64
	Chiều	30,3±0,23	30,3±0,10	30,3±0,29	30,4±0,47
pH	Sáng	7,79±0,03	7,80±0,03	7,77±0,04	7,77±0,06
	Chiều	7,77±0,06	7,78±0,04	7,77±0,23	7,77±0,26
NO ₂ ⁻ (mg/L)		0,06±0,01	0,07±0,01	0,06±0,03	0,06±0,02
TAN (mg/L)		0,64±0,17	0,77±0,12	0,95±0,01	1,03±0,04
Độ kiềm (mgCaCO ₃ /L)		100±4,00	103±5,29	101±2,08	102±0,58

3.2 Các chỉ tiêu vi sinh

3.2.1 Vi khuẩn tổng và vi khuẩn *Vibrio* trong nước

Qua kết quả phân tích thống kê cho thấy trung bình mật độ vi khuẩn tổng ở các nghiệm thức dao động từ 50,2 – 79,5x10³ CFU/mL. Trong đó nghiệm thức mật độ 100 con/L là cao nhất và thấp nhất ở nghiệm thức 40 con/L, khác biệt có ý nghĩa thống

kê ($p<0,05$) với nghiệm thức mật độ 40 con/L, tuy nhiên so với 2 nghiệm thức còn lại thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Giữa nghiệm thức mật độ 80 con/L, 60 con/L và 40 con/L khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Trần Thị Tuyết Hoa và ctv. (2004) cho rằng mật độ vi khuẩn trong môi trường nước từ 10⁵-10⁷ CFU/mL mới có khả năng gây hại đối với tôm càng xanh.

Bảng 3: Mật độ vi khuẩn tổng (10³ CFU/mL) mẫu nước

Chỉ tiêu	Lần thu	Nghiệm thức mật độ			
		40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Vi khuẩn tổng	1	23,0±5,57 ^a	62,0±34,2 ^a	35,1±17,6 ^a	44,0±18,4 ^a
	2	35,2±8,81 ^a	44,3±23,0 ^a	38,9±7,39 ^a	44,8±36,5 ^a
	3	62,7±46,2 ^a	90,0±35,0 ^a	71,7±5,80 ^a	79,7±10,5 ^a
	4	80,0±5,00 ^{ab}	59,5±31,0 ^a	81,7±2,90 ^{ab}	150±65,4 ^b
Trung bình		50,2±31,0 ^a	63,9±15,5 ^{ab}	57,0±4,30 ^{ab}	79,5±19,3 ^b

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

Kết quả phân tích thống kê (Bảng 4) cho thấy mật độ trung bình vi khuẩn *Vibrio* dao động từ 4,97-10,3x10³ CFU/mL. Ở nghiệm thức mật độ 40 con/L là thấp nhất và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Theo Avnimelech (1999) bổ sung cacbon vào bể ương kích thích sự phát triển của vi khuẩn dị dưỡng từ đó kiềm hãm sự phát triển của vi khuẩn *Vibrio*. Phạm

Văn Đầy (2018) ương ấu trùng tôm càng xanh trong hệ thống biofloc với các nguồn cacbon khác nhau mật độ *Vibrio* lên đến 15,8±1,05 x10³ CFU/mL chưa thấy ảnh hưởng đến ấu trùng. Qua đó cho thấy mật độ vi khuẩn *Vibrio* giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) và nằm trong khoảng thích hợp cho ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh phát triển tốt.

Bảng 4: Mật độ vi khuẩn *Vibrio* (10³ CFU/mL) mẫu nước

Chỉ tiêu	Lần Thu	Nghiệm thức mật độ			
		40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Vi khuẩn <i>Vibrio</i>	1	2,01±1,66 ^a	12,8±15,4 ^a	36,4±46,2 ^a	13,7±11,7 ^a
	2	8,67±11,1 ^a	5,02±3,29 ^a	0,30±0,13 ^a	0,23±0,08 ^a
	3	0,55±0,06 ^a	4,77±0,54 ^a	2,45±1,14 ^a	4,42±5,85 ^a
	4	8,66±12,6 ^a	1,98±1,32 ^a	1,91±1,80 ^a	2,28±1,39 ^a
Trung bình		4,97±2,53 ^a	6,15±3,68 ^a	10,3±11,2 ^a	5,15±4,471 ^a

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

3.2.2 Vi khuẩn tổng và vi khuẩn *Vibrio* trong tôm

Kết quả phân tích mẫu tôm cho thấy mật độ vi khuẩn tổng dao động $26,5 \times 10^3 - 87,2 \times 10^3$ CFU/g, và mật độ vi khuẩn *Vibrio* từ $0,38 \times 10^3 - 1,89 \times 10^3$ CFU/g. Qua Bảng 5 cho thấy mật độ trung bình vi khuẩn tổng ở nghiệm thức mật độ 80 con/L là cao

nhất ($87,2 \pm 13,0 \times 10^3$ CFU/g) và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với các nghiệm thức mật độ 40 con/L, 60 con/L và 100 con/L. Mật độ trung bình vi khuẩn *Vibrio* trong tôm ở nghiệm thức mật độ 40 con/L là thấp nhất ($0,38 \pm 0,18 \times 10^3$ CFU/g) và khác biệt không có sự khác biệt ($p > 0,05$) so với nghiệm thức còn lại.

Bảng 5: Mật độ vi khuẩn tổng và vi khuẩn *Vibrio* (10^3 CFU/g) trong tôm

Chỉ tiêu	Nghiệm thức mật độ			
	40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Vi khuẩn tổng	$26,5 \pm 5,79^a$	$51,4 \pm 20,5^a$	$87,2 \pm 13,0^a$	$35,0 \pm 11,9^a$
Vi khuẩn <i>Vibrio</i>	$0,38 \pm 0,18^a$	$1,37 \pm 1,11^a$	$1,89 \pm 3,01^a$	$1,89 \pm 1,20^a$

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

Theo Dương Thiên Kiều (2018) ương giống tôm càng xanh bằng công nghệ biofloc với kết quả là mật độ vi khuẩn tổng trong tôm $707 \pm 33,4 \times 10^3$ (CFU/g) và vi khuẩn *Vibrio* trong tôm $1,37 \pm 0,28 \times 10^3$ (CFU/g) tôm vẫn tăng trưởng và phát triển tốt. Như vậy mật độ bố trí ấu trùng không ảnh hưởng đến sự phát triển của vi khuẩn tổng và vi khuẩn *Vibrio*, và không ảnh hưởng đến tăng trưởng và phát triển của tôm

3.3 Các chỉ tiêu biofloc

3.3.1 Thể tích và kích cỡ hạt biofloc

Bảng 6 cho thấy thể tích biofloc ở lần đầu thu mẫu là rất thấp dao động từ 0,10-0,50 ml/L và giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Khi kết thúc thí nghiệm thể tích biofloc dao động từ 0,35-1,60 ml/L và thể tích biofloc tăng dần theo mật độ ương ấu trùng. Thể tích biofloc cao nhất ở nghiệm thức 100 con/L và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức mật độ 40 con/L nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức mật độ 60 và 80 con/L.

Chiều dài hạt biofloc trung bình của các nghiệm thức sau 30 ngày ương dao động từ $0,54 \pm 0,62$ mm, chiều rộng dao động từ 0,4-0,5 mm. Kết quả phân tích thống kê cho thấy chiều dài hạt biofloc thu mẫu lần 1 khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) giữa các nghiệm thức, tuy nhiên ở lần 2 chiều dài hạt biofloc ở nghiệm thức mật độ 60 con/L là cao nhất ($0,62 \pm 0,02$ mm) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức 80 con/L nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với nghiệm thức mật độ 40, 100 con/L.

Chiều rộng hạt biofloc khi kết thúc thí nghiệm ở nghiệm thức mật độ 60 con/L là lớn nhất ($0,50 \pm 0,01$ mm) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức còn lại. Theo Avnimelech (2012), kích thước hạt biofloc dao động từ 0,1-5 mm đủ lớn cho việc bắt mồi của đối tượng nuôi, thành phần của tế bào vi khuẩn trong hạt biofloc lơ lửng thay đổi theo chủng loại vi sinh vật và điều kiện môi trường sống. Như vậy thể tích và kích cỡ hạt biofloc của các nghiệm thức nằm trong khoảng thích hợp trong ương ấu trùng tôm càng xanh.

Bảng 6: Thể tích và kích cỡ hạt biofloc

Chỉ tiêu	Giai đoạn	Nghiệm thức mật độ			
		40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Thể tích (ml/L)	PL-5	$0,10 \pm 0,00^a$	$0,20 \pm 0,00^a$	$0,20 \pm 0,10^a$	$0,50 \pm 0,44^a$
	PL-15	$0,35 \pm 0,15^a$	$0,53 \pm 0,15^{ab}$	$0,70 \pm 0,20^{ab}$	$1,60 \pm 1,13^b$
Chiều dài (mm)	PL-5	$0,46 \pm 0,00^a$	$0,53 \pm 0,08^a$	$0,53 \pm 0,02^a$	$0,47 \pm 0,02^a$
	PL-15	$0,57 \pm 0,02^{ab}$	$0,62 \pm 0,02^b$	$0,54 \pm 0,04^a$	$0,57 \pm 0,04^{ab}$
Chiều rộng (mm)	PL-5	$0,34 \pm 0,01^a$	$0,36 \pm 0,02^a$	$0,37 \pm 0,02^a$	$0,34 \pm 0,12^a$
	PL-15	$0,41 \pm 0,01^a$	$0,50 \pm 0,01^b$	$0,40 \pm 0,02^a$	$0,40 \pm 0,01^a$

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

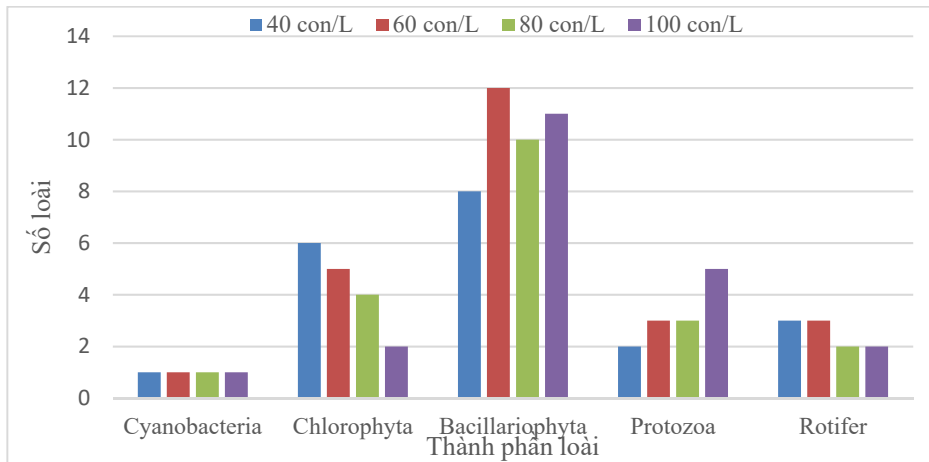
3.3.2 Thành phần động thực vật phiêu sinh trong hạt biofloc

Qua kết quả thí nghiệm cho thấy thành phần loài trong biofloc đều chứa Cyanobacteria (tảo lam hay vi khuẩn lam), Chlorophyta (tảo lục),

Bacillariophyta (tảo khuê), protozoa và rotifer. Nghiệm thức mật độ 60 con/L đa dạng nhất về thành phần loài (24 loài). Ở tất cả các nghiệm thức thì tảo khuê đều chiếm số lượng lớn trong đó loài *Navicula* sp. chiếm ưu thế về số lượng. Một số loài như *Navicula* sp. (tảo khuê), *Oscillatoria structure* (tảo

lam), *Scenedesmus quadricauda* (tảo lục), *Vorticella campanula* (protozoa) và *Brachionus*

rotundiformis (rotifer) hiện diện ở các mẫu phân tích.



Hình 2: Thành phần loài động thực vật trong hạt biofloc

3.3.3 Thành phần sinh hóa biofloc

Qua Bảng 7 cho thấy hàm lượng protein hạt biofloc dao động từ 28,5% đến 34,4% trong đó nghiệm thức mật độ 60 con/L là cao nhất (34,4±0,06%) và khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với nghiệm thức mật độ 40 con/L và 80 con/L, tuy nhiên không có sự khác biệt thống kê (p>0,05) so với nghiệm thức mật độ 100 con/L. Theo Nguyễn Thanh Phương và ctv. (2003) mức protein tối ưu trong thức ăn cho tôm càng xanh là 27-35%.

Hàm lượng lipid hạt biofloc dao động từ 5,40-6,40%. Kết quả phân tích thống kê cho thấy hàm lượng lipid của biofloc ở nghiệm thức mật độ 40 con/L là cao nhất (6,40±0,10%) và khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với các nghiệm thức còn lại. Theo Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn (2009) nhu cầu lipid trong thức ăn cho giáp xác để đạt tăng trưởng và tỷ lệ sống tốt nhất từ 5-8%. Qua kết quả phân tích cho thấy hàm lượng protein và lipid của biofloc rất thích hợp cho nhu cầu dinh dưỡng của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh.

Bảng 7: Thành phần sinh hóa của biofloc (% khối lượng khô)

Nghiệm thức mật độ	Protein (%)	Lipid (%)	Tro (%)
40 con/L	28,5±0,06 ^a	6,40±0,10 ^c	28,7±0,29 ^a
60 con/L	34,4±0,06 ^c	5,40±0,10 ^a	34,5±0,50 ^b
80 con/L	29,3±0,35 ^b	5,75±0,50 ^b	28,9±0,26 ^a
100 con/L	34,3±0,07 ^c	5,57±0,06 ^a	34,4±0,52 ^b

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05)

3.4 Chỉ số biến thái (LSI) của ấu trùng tôm càng xanh

Chỉ số LSI thể hiện sự biến thái và mức độ đồng đều của ấu trùng tôm càng xanh trong bể ương. Sự phát triển của ấu trùng tôm càng xanh được quan sát thông qua chu kì lột xác và biến thái. Ấu trùng trải qua 11 lần lột xác và biến thái để thành hậu ấu trùng (Nguyễn Thanh Phương và ctv. 2003). Tuy nhiên, thời gian lột xác mỗi giai đoạn tùy thuộc vào điều kiện môi trường, dinh dưỡng, giới tính, mật độ ương và điều kiện sinh lý của chúng.

Bảng 8 cho thấy LSI trung bình của các nghiệm thức ương từ ngày 1 đến ngày 24 dao động từ 2,47-11,1 trong đó nghiệm thức ương mật độ 40 con/L và 60 con/L có trung bình chỉ số biến thái cao nhất lần

lượt là 11,1±0,15 và 11,1±0,10 và thấp nhất ở nghiệm thức mật độ 100 con/L với giá trị trung bình chỉ số biến thái là 10,3±0,3 và khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với nghiệm thức mật độ 80 con/L và 100 con/L. Nghiệm thức mật độ 40 con/L và 60 con/L thì trung bình chỉ số biến thái khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05) nhưng nghiệm thức mật độ 80 con/L và 100 con/L có trung bình chỉ số biến thái 10,7±0,12 và 10,3±0,31 giữa hai nghiệm thức này khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05). Chỉ số biến thái trung bình 24 ngày dao động từ 10,3-11,1, trong đó nghiệm thức mật độ 40 và 60 con/L lớn hơn khác biệt có ý nghĩa thống kê so với 2 nghiệm thức mật độ 80 và 100 con/L, có thể là do ảnh hưởng trực tiếp của mật độ ương, mật độ ương càng cao thì quá trình biến thái của tôm càng chậm.

Kết quả này cao hơn nghiên cứu của Châu Tài Tảo và *ctv.* (2014) là sau 24 ngày ương tôm càng xanh có trung bình chỉ số biến thái ấu trùng từ nguồn tôm Đồng Nai là 10,1, sự khác biệt này có thể là do sử dụng hệ thống ương trong biofloc giúp cho môi trường duy trì tốt, mặt khác qua quan sát còn ghi

nhận ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh có ôm và sử dụng hạt biofloc. Công nghệ biofloc giúp ổn định môi trường và bổ sung thêm nguồn dinh dưỡng nên có thể xem đây là cơ sở giúp ấu trùng tôm tăng trưởng tốt và có chỉ số biến thái cao hơn.

Bảng 8: Chỉ số biến thái (LSI) ấu trùng tôm càng xanh

Chỉ số biến thái (LSI)	Nghiệm thức mật độ			
	40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
LSI – 3 ngày	2,87±0,15 ^b	2,83±0,12 ^b	2,73±0,06 ^b	2,47±0,06 ^a
LSI – 6 ngày	4,77±0,31 ^b	4,70±0,10 ^{ab}	4,40±0,35 ^{ab}	4,23±0,12 ^a
LSI – 9 ngày	5,93±0,06 ^c	5,97±0,12 ^c	5,60±0,10 ^b	5,33±0,12 ^a
LSI – 12 ngày	6,60±0,10 ^c	6,63±0,21 ^c	5,90±0,10 ^b	5,63±0,06 ^a
LSI – 15 ngày	8,37±0,12 ^b	8,37±0,45 ^b	7,63±0,25 ^a	7,40±0,10 ^a
LSI – 18 ngày	9,07±0,58 ^b	8,80±0,10 ^b	8,10±0,26 ^a	7,83±0,06 ^a
LSI – 21 ngày	10,6±0,15 ^b	10,5±0,30 ^b	10,3±0,06 ^b	9,73±0,15 ^a
LSI – 24 ngày	11,1±0,15 ^c	11,1±0,10 ^c	10,7±0,12 ^b	10,3±0,31 ^a

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

3.5 Chiều dài ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh

Bảng 9 cho thấy chiều dài của ấu trùng tôm càng xanh ở giai đoạn 5 và 11 ở nghiệm thức mật độ 60 con/L tôm có chiều dài lớn nhất khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với nghiệm thức mật độ 80 và 100 con/L, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) so với nghiệm thức mật độ 40 con/L. Chiều dài của PL-15 ở nghiệm thức mật độ 60 con/L vẫn tốt nhất, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) so với nghiệm thức mật độ 40 con/L, nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) so với hai nghiệm thức còn lại. Theo Uno và Soo (1969),

chiều dài của ấu trùng giai đoạn 5 và 11 lần lượt là 2,80 và 7,73 mm. Theo Châu Tài Tảo và *ctv.* (2014) chiều dài trung bình ấu trùng tôm càng xanh giai đoạn 5, 11, PL-15 lần lượt là 2,81±0,15 mm; 6,69±0,25 mm; chiều dài PL-15 là 9,06±0,23 mm. Nguyễn Thanh Phương và *ctv.* (2006) cho rằng kích cỡ của tôm PL-15 từ bố mẹ được nuôi vỗ dao động trong khoảng 7,88 – 8,90 mm. Như vậy kết quả nghiên cứu này có chiều dài ấu trùng và hậu ấu trùng đều dài hơn các nghiên cứu trên. Do ương ấu trùng tôm càng xanh trong hệ thống biofloc có môi trường tốt, lại được bổ sung thêm nguồn dinh dưỡng (hạt biofloc) nên tôm tăng trưởng tốt hơn.

Bảng 9: Chiều dài ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh

Giai đoạn	Nghiệm thức mật độ			
	40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
5	4,35±0,06 ^b	4,44±0,05 ^b	4,18±0,06 ^a	4,20±0,03 ^a
11	8,53±0,02 ^b	8,54±0,01 ^b	8,09±0,14 ^a	7,95±0,06 ^a
PL-15	9,88±0,11 ^b	9,94±0,06 ^b	9,42±0,37 ^a	9,25±0,13 ^a

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$)

3.6 Tỷ lệ sống và năng suất tôm PL-15

Tỷ lệ sống trung bình của PL-15 giữa các nghiệm thức dao động từ 35,9-51,3% trong đó ở nghiệm thức mật độ 40 con/L (51,3%) và 60 con/L (50,2%) đạt cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với nghiệm thức mật độ 80 con/L (38,7%) và mật độ 100 con/L (35,9%).

nghiệm thức mật độ 60 con/L, 80 con/L và 100 con/L. Năng suất PL-15 giữa các mật độ 60 con/L, 80 con/L và 100 con/L khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$), trong đó năng suất ở mật độ 80 con/L có giá trị cao nhất 30.933±5.577 con/m³. Theo Phạm Văn Đây (2018) ương ấu trùng tôm càng xanh trong hệ thống biofloc với các nguồn cacbon khác nhau cho năng suất PL-15 dao động từ 18.411 con/L đến 24.569 con/L, tỷ lệ sống 30,7 đến 40,9%. Qua đó cho thấy tỷ lệ sống và năng suất PL-15 của nghiên cứu này cao hơn.

Năng suất PL-15 của các nghiệm thức dao động từ 20.521 – 35.892 con/m³, trong đó nghiệm thức mật độ 40 con/L đạt thấp nhất 20.521±1.012 con/m³ và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với

Bảng 10: Tỷ lệ sống và năng suất của PL-15

Chỉ tiêu	Nghiệm thức mật độ			
	40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Tỷ lệ sống (%)	51,3±2,55 ^b	50,2±1,42 ^b	38,7±6,96 ^a	35,9±2,36 ^a
Năng suất (con/m ³)	20.521±1.012 ^a	30.113±863 ^b	30.933±5.577 ^b	35.892±2.371 ^b

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$).

3.7 Đánh giá chất lượng tôm càng xanh giai đoạn PL-15

Bảng 11 cho thấy khi tiến hành đánh giá chất lượng PL-15 bằng các phương pháp gây sốc, sử dụng formol nồng độ 150 ppm, giảm 50% độ mặn, sốc ammonium với nồng độ 100 ppm, thì tỷ lệ sống của tôm ở tất cả các nghiệm thức đều đạt từ 96,7%

trở lên, và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$) giữa các nghiệm thức. Điều này cho thấy ương ấu trùng tôm càng xanh trong hệ thống biofloc với mật độ từ 40 – 100 con/L không ảnh hưởng đến chất lượng tôm PL-15, và chứng tỏ tôm PL-15 có chất lượng tốt, có khả năng chống chịu với các yếu tố gây sốc.

Bảng 11: Tỷ lệ sống của PL-15 khi sốc độ mặn, formol và ammonium

Chỉ tiêu	Nghiệm thức mật độ			
	40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Sốc độ mặn	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a
Sốc formol	99,0±1,73 ^a	100±0,00 ^a	99,0±1,73 ^a	96,7±0,57 ^a
Sốc ammonium	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a	100±0,00 ^a

Các giá trị trong cùng một hàng có ký tự giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$).

Ngoài ra, tôm ở giai đoạn PL-15 được kiểm tra các loại bệnh đục cơ, bệnh còi, bệnh phát sáng bằng phương pháp PCR (Polymerase Chain Reaction), kết quả tôm hoàn toàn không bị nhiễm bệnh. Như vậy với các phương pháp đánh giá chất lượng tôm PL-15 cho thấy tôm PL sản xuất ra có chất lượng đều tốt ở các mật độ ương khác nhau.

và bệnh phát sáng bằng phương pháp PCR cho thấy tôm sản xuất đều có chất lượng tốt.

Bảng 12: Kiểm tra bằng phương pháp PCR các bệnh trên PL-15

Chỉ tiêu	Nghiệm thức mật độ			
	40 con/L	60 con/L	80 con/L	100 con/L
Bệnh đục cơ	-	-	-	-
Bệnh còi	-	-	-	-
Bệnh phát sáng	-	-	-	-

Ghi chú: Âm tính (-)

Ứng dụng ương ấu trùng tôm càng xanh bằng công nghệ biofloc với mật độ 60 con/L cho các nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. AOAC.Washington. DC. USA. 1234 pages.

Avnimelech, Y., 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, 176(3-4): 227-235.

Avnimelech, Y. 2012. *Biofloc Technology - A Practical Guide Book*, 2nd ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA. 272 pages.

Bộ Khoa học và Công Nghệ, 2012. Quyết định 3776/QĐ-BKH-CN ngày 20 tháng 12 năm 2012 công bố Tiêu chuẩn quốc gia do Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2014. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch 12 tháng năm 2014 ngành Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

Cavalli R.O., Vanden B.E. Lavens P., Thuy N.T.T., Wille M. and Sorgeloos P. 2000. Ammonia toxicity as a criterion for the evaluation of larval quality in the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Endo.* 125: 333-343.

Châu Tài Tảo, Trần Minh Nhứt và Trần Ngọc Hải, 2014. Đánh giá chất lượng ấu trùng và hậu ấu trùng của một số nguồn tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) ở các tỉnh phía

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Các yếu tố môi trường như nhiệt độ, pH, độ kiềm, nitrite, TAN, vi sinh và biofloc đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh.

Ương ấu trùng tôm càng xanh bằng công nghệ biofloc với các mật độ khác nhau kết quả là ở mật độ ương 60 con/L tốt nhất với chiều dài PL-15 (9,94±0,06 mm), tỷ lệ sống (50,2±1,42%) và năng suất (30.113±863 con/m³).

Khi gây sốc PL-15 bằng formol, độ mặn, ammonium, kết hợp kiểm tra bệnh đục cơ, bệnh còi

- Nam. Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ. 34: 64-69.
- Châu Tài Tào và Trần Minh Phú, 2015. Ảnh hưởng của độ kiềm lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*). Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 3+4: 93 – 99.
- Châu Tài Tào, Trần Ngọc Hải và Phạm Chí Nguyên, 2016. Ảnh hưởng của mật độ lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của ương giống tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) theo công nghệ biofloc. Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam. 9: 60-64.
- 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. TP. Hồ Chí Minh. 152 trang.
- Dương Thiên Kiều, 2018. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn và cường độ ánh sáng trong ương giống tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) bằng công nghệ biofloc. Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành nuôi trồng thủy sản. Đại học Cần Thơ.
- FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture, 190 pages.
- Huys, G. 2002. Preservation of bacteria using commercial cry preservation systems. Standard Operation Procedure, Asia resist. 35 pages.
- Nguyễn Thanh Phương và Trần Văn Bùi, 2006. Nghiên cứu ảnh hưởng của nguồn tôm mẹ lên sức sinh sản và chất lượng ấu trùng tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*). Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ, 124-133.
- Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải, Trần Thị Thanh Hiền và Marcy N.W., 2003. Nguyên lý và kỹ thuật sản xuất giống tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*). Nhà xuất bản Nông nghiệp. TP. Hồ Chí Minh. 127 trang.
- Nguyễn Thị Thanh Thủy, 2000. Kỹ thuật sản xuất giống tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*). Nhà xuất bản Nông nghiệp. TP Hồ Chí Minh, 67 trang.
- Phạm Văn Đây, 2018. Nghiên cứu ương ấu trùng tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii*) bằng công nghệ biofloc. Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành nuôi trồng thủy sản. Đại học Cần Thơ.
- Shirota, A. 1966. The plankton of South Viet-Nam: Fresh water and marine plankton. Japan: Overseas technical cooperation agency.
- Trần Ngọc Hải, Châu Tài Tào và Nguyễn Thanh Phương, 2017. Giáo trình kỹ thuật sản xuất giống và nuôi giáp xác. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. 211 trang.
- Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009. Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Thành phố Hồ Chí Minh. 191 trang.
- Trần Thị Tuyết Hoa, Nguyễn Thị Thu Hằng, Đặng Thị Hoàng Oanh và Nguyễn Thanh Phương, 2004. Thành phần loài và khả năng gây bệnh của nhóm vi khuẩn *Vibrio* phân lập từ hệ thống ương tôm càng xanh (*Macrobrachium rosenbergii* DeMan, 1879). Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ chuyên ngành thủy sản:153-165.
- Uno, Y. and Kwon, C.S.1969. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* reared in the laboratory. J. Tokyo Univ. Fish.55(2): 79-90.