



NGHIÊN CỨU ƯƠNG GIỐNG TÔM THẺ CHÂN TRẮNG (*Litopenaeus vannamei*) TRONG HỆ THỐNG BIOFLOC VỚI CÁC CHẾ ĐỘ CHE SÁNG KHÁC NHAU

Phạm Thành Nhân, Trần Ngọc Hải và Châu Tài Tào

Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 16/02/2016

Ngày chấp nhận: 30/08/2016

Title:

Study on nursing of white leg shrimp (Litopenaeus vannamei) in biofloc system with different shading regimes

Từ khóa:

Biofloc, cường độ ánh sáng, Litopenaeus vannamei, tôm chân trắng, tăng trưởng, tỉ lệ sống

Keywords:

Bioflocs, light intensity, Litopenaeus vannamei, white leg shrimp

ABSTRACT

This study purpose was to find out the suitable light intensity range for Biofloc formation, survival rate and growth rate for nursing of white leg shrimp (Litopenaeus vannamei) postlarvae. The experiment included 3 treatments of different light intensities of (1) not cover shading net (control treatment), (2) cover with 1 layer of shading net, (3) cover with 3 layers of shading net. Composite tanks of 500 L containing 250 L of brackish water (15ppt) were used. White leg shrimp (PL15) were stocked at 2000 inds/m³ with the weight of 0.03 g/PL15 in strong aeration. Wheat flour and soya bean meal were used at C/N ratio of 15:1. After 6 weeks of experiment, nursing of white leg shrimp in Biofloc system with different light intensities showed strong effects on biofloc formation, growth performances and survival of shrimp. Particularly, total length and weight of shrimp were highest in the treatment 2 (5.35 cm and 1.4 g, respectively) and lowest in the control treatment (4.5 cm and 0.85g). In addition, the highest survival rate (58.07 %) and highest yield (1,161 shrimp/m³) was also found in the treatment 2. The results shown that treatment cover with 1 net layer with appropriate light intensity of 43-308 Lux gave the best results in water quality parameters, growth and survival of shrimp.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm tìm ra cường độ ánh sáng thích hợp cho sự hình thành biofloc, tăng trưởng và tỷ lệ sống của tôm chân trắng ương nuôi siêu thâm canh trong bể để ứng dụng vào thực tiễn sản xuất. Thí nghiệm gồm 3 nghiệm thức: (1) không che lưới chắn sáng (đối chứng), (2) che một lớp lưới chắn sáng, (3) che 3 lớp lưới chắn sáng, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, cách bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Bể composite sử dụng trong thí nghiệm có thể tích 500 L và độ mặn được duy trì ở 15‰. Tôm chân trắng có khối lượng ban đầu trung bình là 0,03g/con được nuôi với mật độ 2.000 con/m³ trong điều kiện sục khí mạnh. Bột mì và bột đậu nành được bổ sung vào hệ thống nuôi để đảm bảo tỉ lệ C:N là 15:1. Sau 6 tuần ương tôm thẻ trong hệ thống biofloc với cường độ ánh sáng khác nhau cho thấy có ảnh hưởng đến sự hình thành biofloc, tăng trưởng và tỷ lệ sống của tôm. Đặc biệt chiều dài và khối lượng tôm đạt lớn nhất ở nghiệm thức 2 (5,35 cm và 1,4 g) và thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng (4,5 cm và 0,85 g). Thêm vào đó, ở nghiệm thức 2 tỉ lệ sống của tôm cao nhất là 58,07% và năng suất cao nhất 1.161 con/m³. Kết quả cho thấy nghiệm thức che một lớp lưới với cường độ ánh sáng dao động trung bình (43- 308 Lux) có sự hình thành biofloc, tăng trưởng và tỉ lệ sống của tôm tốt nhất.

Trích dẫn: Phạm Thành Nhân, Trần Ngọc Hải và Châu Tài Tào, 2016. Nghiên cứu ương giống tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) trong hệ thống biofloc với các chế độ che sáng khác nhau. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 45b: 119-127.

1 GIỚI THIỆU

Theo thống kê của Tổng cục Thủy sản (2013), diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng năm 2012 là 41.789 ha đạt sản lượng 189.197 tấn. Kế hoạch đến năm 2015 và 2020, diện tích và sản lượng tôm thẻ chân trắng sẽ tiếp tục được phát triển (Hiệp hội Chế biến, xuất khẩu thủy sản Việt Nam, 2013). Ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), diện tích và sản lượng tôm thẻ chân trắng tăng nhanh trong những năm gần đây. Tuy nhiên, tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng đang đối đầu với nhiều thử thách như chất lượng tôm giống giảm sút, chi phí đầu tư cao, dịch bệnh, ô nhiễm môi trường... Vì thế, những nghiên cứu với mục đích tìm ra những công nghệ mới và ứng dụng cao để kiểm soát dịch bệnh và ô nhiễm môi trường thì rất quan trọng cho sự phát triển bền vững của ngành tôm đang rất được chú trọng. Trong thời gian gần đây, công nghệ biofloc là công nghệ bao gồm việc phát triển hệ sinh vật có ích để bổ sung nguồn thức ăn tự nhiên và ổn định chất lượng nước thông qua bổ sung các nguồn carbon và nitơ từ bột mì, bột đậu nành, rỉ đường, mật ong... Các nghiên cứu của McIntosh (2001), McNeil (2000) và Nyan (2010) cho biết công nghệ biofloc được áp dụng cho nuôi tôm ở nhiều nước như Thái Lan, Indonesia, Malaysia, Ấn Độ. Đây được xem là công nghệ mới và tiềm năng đã được áp dụng trong nhiều đối tượng nuôi khác nhau như cá rô phi, cua, tôm càng xanh và tôm thẻ chân trắng. Mật độ vi khuẩn hiếu khí hoạt động tốt trong hệ thống biofloc có khả năng kiểm soát hiệu quả các quy trình chuyển hóa ammonium, tái sử dụng thức ăn dư thừa, nâng cao hiệu quả chuyển hóa thức ăn, giảm lượng NH₄⁺, NO₂⁻, cung cấp thức ăn tự nhiên, giảm lượng thức ăn, tăng mật độ nuôi và đảm bảo an toàn sinh học (Avnimelech *et al.*, 1989, 1992; Crab *et al.*, 2007). Các nghiên cứu trước khẳng định có nhiều yếu tố (độ mặn, oxy hòa tan, sự xáo trộn...) ảnh hưởng đến sự hình thành và phát triển của biofloc, trong đó cường độ ánh sáng là một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn đến các hoạt động trong hệ thống biofloc (Avnimelech; 2006; McNeil, 2000; Nyan 2010). Vì thế, mục tiêu của nghiên cứu là tìm ra chế độ ánh sáng thích hợp cho sự hình thành biofloc, tăng trưởng và tỉ lệ sống của tôm thẻ chân trắng ương nuôi ở mật độ cao

trong hệ thống biofloc. Kết quả nghiên cứu có thể góp phần nâng cao hiệu quả ương nuôi tôm thẻ chân trắng theo công nghệ biofloc để áp dụng vào thực tiễn sản xuất.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm ương nuôi tôm thẻ chân trắng với chế độ che sáng khác nhau gồm 3 nghiệm thức (1) nghiệm thức đối chứng bể nuôi không che lưới, (2) bể nuôi được che 1 lớp lưới chắn sáng và (3) bể nuôi được che 3 lớp lưới chắn sáng. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần và được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.

Lưới lan màu xanh đen (lưới chắn sáng) được che trực tiếp trên thành bể mặt bể nuôi. Thí nghiệm được bố trí trong trại phía trên là mái tôn nhựa trong suốt. Bể composit sử dụng trong thí nghiệm có thể tích 500 L với mức nước nuôi là 80 cm (Châu Tài Tảo và *ctv.*, 2015a), ở độ mặn 15‰ và bể nuôi được sục khí mạnh và liên tục. Trong suốt thí nghiệm, chỉ bổ sung khoảng 10% lượng nước trong bể nuôi để bù lại lượng nước bốc hơi. Tôm chân trắng giai đoạn PL15 được nuôi 500 con/bể/250 L, tương ứng với mật độ 2.000/m³ (Châu Tài Tảo và *ctv.*, 2015a) trong điều kiện sục khí mạnh.

Để đảm bảo tỉ lệ C:N là 15:1, sử dụng 32 g/m³ bột mì và 8g/m³ bột đậu nành (thành phần sinh hóa của bột mì và bột đậu nành sử dụng trong thí nghiệm này phân tích tại phòng thí nghiệm dinh dưỡng, Khoa Thủy sản, được thể hiện trong Bảng 1) được bổ sung vào hệ thống nuôi. Bột mì và bột đậu nành sau khi cân và trộn với nước được nhiệt phân liên tục 2h với nhiệt độ ổn định là 60°C và ủ trong điều kiện phòng 2 ngày với nhiệt độ 30°C. Bột sau khi ủ sẽ đem hòa tan và tạt trực tiếp vào bể nuôi. Thời gian tạo phức hệ biofloc trong hệ thống là 2 tuần trước khi thả tôm giống vào. Khi thể tích biofloc đạt 3 mL/L (Avnimelech, 2009) tiến hành thả tôm giống. Mỗi tuần bổ sung lượng bột mì và bột đậu nành với cùng tỉ lệ ban đầu để cung cấp nguồn cacbon và nitơ cho hệ thống (Lục Minh Diệp, 2012).

Bảng 1: Thành phần sinh hóa của bột mì và bột đậu nành (% khối lượng khô)

	Độ ẩm	Protein	Lipit	Tro	Xơ	C	N	C/N
Bột mì	12,24	7,90	1,77	0,69	2,97	73,42	1,26	58,1
Bột đậu nành	10,62	47,25	3,58	9,21	5,33	34,63	7,56	4,58

Tôm giống được cho ăn với thức ăn công nghiệp 6 lần/ngày (6h, 9h, 12h, 15h, 18h, 21h) Lượng thức ăn ở 2 tuần đầu là 0,5 g/ngày. Các tuần còn lại, tôm được cho ăn 5 lần/ngày (6h, 10h,

15h, 18h, 21h). Khối lượng thức ăn được tính toán dựa trên mỗi lần thu mẫu khối lượng tôm, quan sát ruột tôm, thức ăn dư thừa và thể tích biofloc (mL/L).

2.2 Thu thập và xử lý số liệu

2.2.1 Các thông số chất lượng nước, cường độ ánh sáng

Nhiệt độ đo bằng nhiệt kế (9h và 14h), nitrit và nitrat được kiểm tra bằng test kit sera của Đức, oxy hòa tan được đo bằng thiết bị đo YSP 556, cường độ ánh sáng được đo bằng máy đo cường độ ánh sáng 5 lần/ngày/tuần, mỗi lần cách nhau 3 tiếng (6h, 9h, 12h, 15h, 18h). Khi đo cường độ ánh sáng, giữ nguyên các lớp lưới che đây rồi nhẹ nhàng đưa máy đo cường độ ánh sáng vào dưới các lớp lưới ở mỗi bể thí nghiệm và ghi nhận lại chỉ số ổn định trên màn hình.

2.2.2 Các chỉ tiêu về biofloc, mật độ vi khuẩn:

Kích cỡ hạt biofloc, thể tích biofloc, thực vật phù du được thu thập hàng tuần. Kích cỡ hạt biofloc và thành phần thực vật phù du được quan sát trên kính hiển vi. Với kích cỡ hạt biofloc: chiều dài sẽ được tính là độ dài nhất của hạt biofloc và chiều rộng tính từ tâm đường trung trục của chiều dài đến khoảng cách hai bên của hạt biofloc.

Thể tích biofloc được đo bằng bình Imhoff bằng cách lấy một lít nước trong bể nuôi cho vào bình Imhoff để lắng khoảng 30 phút, lượng vật chất lắng ở đáy bình là thể tích hạt biofloc trong bể nuôi.

Mật độ vi khuẩn tổng cộng và vi khuẩn *Vibrio* spp. được phân tích hai tuần/lần theo phương pháp (tác giả, năm). Mẫu được thu trong bể nuôi sẽ được vortex (xoáy đều, làm vỡ các hạt biofloc) để phức hệ biofloc vỡ thành những mảnh nhỏ vụn, sau đó pha loãng với dung dịch nước muối sinh lí. Cụ thể nồng độ pha loãng để định lượng vi khuẩn tổng cộng là 10^{-6} và vi khuẩn *Vibrio* spp là 10^{-3} . Sau đó nhỏ 20 μ L dung dịch vừa được pha loãng vào đĩa cấy môi trường TSA⁺(vi khuẩn tổng cộng) và TCBS (vi khuẩn *Vibrio* spp). Kế tiếp, các đĩa cấy được chuyển vào tủ ủ (28°C). Sau 24h, đếm số lượng các chấm riêng lẻ trên đĩa cấy và mật độ vi khuẩn sẽ được tính dựa vào công thức:

Mật độ vi khuẩn (CFU/mL) = số chấm đếm được x 50 x độ pha loãng.

2.2.3 Các chỉ tiêu đánh giá tôm thí nghiệm:

Chiều dài, khối lượng của tôm được kiểm tra 2 tuần/lần. Các lần thu mẫu tăng trưởng tôm định kì và lúc kết thúc thí nghiệm đều thu đại diện 30 con/bể. Khi kết thúc thí nghiệm ghi nhận kết quả tăng trưởng chiều dài, khối lượng, tỉ lệ sống, hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) và năng suất.

Tăng trưởng khối lượng theo ngày: $DWG = (W_1 - W_2) / T$ (g/ngày)

Tăng trưởng khối lượng đặc biệt: $SGR = 100 * (\ln W_2 - \ln W_1) / T$ (%/ ngày)

Tăng trưởng chiều dài ngày: $DLG = (W_1 - W_2) / T$ (g/ngày)

Tăng trưởng chiều dài đặc biệt: $SGR_L = 100 * (\ln L_2 - \ln L_1) / T$ (%/ngày)

Năng suất (con/m³) = số tôm thu được mỗi bể/thể tích bể nuôi.

Hệ số chuyển đổi thức ăn: $FCR = \text{Lượng thức ăn sử dụng} / \text{khối lượng gia tăng}$

Tỉ lệ sống: $TLS (\%) = (\text{Số lượng cá thể lúc thu hoạch} / \text{số cá thể ban đầu}) * 100\%$

(Trong đó: W_1 : khối lượng tôm ban đầu (g); W_2 : khối lượng tôm lúc thu mẫu (g); L_1 : chiều dài tôm ban đầu (cm); L_2 : chiều dài tôm lúc thu mẫu (cm) và T: Số ngày nuôi)

Thành phần các giống tảo được thu và phân tích 1 lần/tuần, dựa vào giáo trình Thực vật và Động vật Thủy sinh của Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh (2013).

Số liệu được phân tích về giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Microsoft excel 2010, So sánh sự khác biệt theo phép phân tích phương sai ANOVA (SPSS 16.0) với phép thử TURKEY giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Cường độ ánh sáng

Trong suốt thời gian thí nghiệm, sự khác biệt của cường độ ánh sáng được ghi nhận như sau: nghiệm thức không che lưới (120-682 lux), nghiệm thức che một lớp lưới (42-308 lux), nghiệm thức che 3 lớp lưới (25-119 lux). Cường độ ánh sáng khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$) và dao động không đáng kể trong thời gian thí nghiệm. Tuy nhiên, cường độ ánh sáng giảm nhẹ trong thời gian từ bố trí tôm giống do ảnh hưởng của các ngày mưa, sau đó tăng trở lại ở tuần cuối thí nghiệm như Bảng 2.

Cường độ ánh sáng cao sẽ thúc đẩy quá trình hình thành và phát triển của tảo. Trong khi đó, tảo là một trong những nguyên nhân chính làm thay đổi chất lượng nước (John, A.H., 2013). Cường độ ánh sáng ở nghiệm thức không che lưới rất cao từ 658-819 lux tạo điều kiện cho tảo lục phát triển gây màu nước xanh. Bên cạnh đó, mật độ tảo cao đã hạn chế quá trình phân hủy chất hữu cơ (phân tôm, một phần thức ăn dư thừa...), tiêu thụ oxy trong bể nuôi, giảm tính ổn định của pH. Với hai nghiệm thức có che lưới, cường độ ánh sáng được kiểm soát, tảo không thể bùng phát so với điều kiện ánh sáng tự nhiên mạnh, môi trường nước bể nuôi ổn định, phức hệ biofloc hình thành tốt.

Bảng 2: Cường độ ánh sáng giữa các nghiệm thức (Lux)

Nghiệm thức	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4	Tuần 5	Tuần 6	TB
6h	Không che	127,3	112,7	147,6	115	95,2	123,7
	1 lớp lưới	52,1	39,7	61,2	28,7	23,5	42,7
	3 lớp lưới	27,3	20,7	30,7	20,3	20,1	25,0
9h	Không che	300,6	318,7	389,2	308	295,3	408
	1 lớp lưới	120,3	126	151,1	143,7	99,6	119
	3 lớp lưới	86,5	84,7	90,2	83	70,7	99
12h	Không che	658,7	619,3	795,2	615	603,7	801
	1 lớp lưới	318,1	313,3	341,6	284,7	221,2	367
	3 lớp lưới	113,4	105,7	139,1	107,3	92,8	156
15h	Không che	472,5	418	223,8	397	289	498
	1 lớp lưới	226,1	198,3	106,4	105,3	100,2	196
	3 lớp lưới	63,8	52,3	28,2	46,3	77,5	82
18h	Không che	120,2	133	56	157,3	136,3	178
	1 lớp lưới	31,2	19,5	51,4	49,5	39,2	62
	3 lớp lưới	27,6	16	17,2	16	19,2	33

3.2 Các chỉ số môi trường

Trong nuôi tôm thẻ chân trắng các yếu tố môi trường là rất quan trọng, nó ảnh hưởng đến tăng

trưởng và tỷ lệ sống của tôm, các yếu tố môi trường của các nghiệm thức trong suốt quá trình nuôi được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3: Các yếu tố môi trường trong thí nghiệm.

Chỉ tiêu		Nghiệm thức		
		Không che lưới	Che một lớp lưới	Che ba lớp lưới
Nhiệt độ (°C)	Sáng	28,3±0,2 ^a	28,3±0,3 ^a	28,7±0,4 ^a
	Chiều	28,7±0,3 ^a	29±0,2 ^a	29,1±0,3 ^{ab}
pH	Sáng	7,7±0,6 ^a	8,0 ±0,7 ^a	8,0± 0,7 ^a
	Chiều	8,0±0,9 ^a	8,3±0,7 ^a	8,2±0,6 ^{ab}
Oxy hòa tan (mg/L)		6,64±0,2 ^a	6,5 ±0,2 ^a	6,6±0,2 ^a
Độ kiềm (mg/L)		145,9±6,0 ^b	137,7±3,2 ^a	137,8±3,2 ^a
NO ₂ (mg/L)		1,0±0,6 ^a	1,8±1,4 ^b	1,7±1,2 ^b
TAN (mg/L)		0,4±0,2 ^b	0,16±0,2 ^{ab}	0,11±0,16 ^a

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

Nhiệt độ: Nhiệt độ trung bình trong các bể nuôi dao động từ 27,8°C đến 30,4°C. Nhiệt độ cao nhất ở nghiệm thức che 3 lớp lưới do có thể giữ được nhiệt độ giữa bể nuôi và giảm được sự dao động với nhiệt độ không khí. Giới hạn cho sự sinh trưởng tốt của tôm từ 26-32°C (Trần Việt Mỹ, 2009). Vì thế nhiệt độ trong thí nghiệm thích hợp cho sự phát triển của tôm.

pH: Giá trị pH của các bể nuôi nằm trong ngưỡng an toàn cho sự phát triển của tôm. Vào buổi sáng, giá trị pH nằm trong khoảng 7,7 đến 8,0. Giá trị pH tăng nhẹ vào buổi chiều trong ngày từ 8,0 đến 8,3. Nhìn chung, pH tăng lên ở các tháng cuối của thí nghiệm. Theo Brock and Main (1994), khoảng pH lý tưởng cho sự phát triển của tôm từ 7 đến 9. Mặt khác, pH dao động từ 7,5 đến 8,5 nằm trong khoảng thích hợp cho tôm nuôi (Whetstone *et al.*, 2002).

Độ kiềm: Độ kiềm trong thời gian thí nghiệm dao động trung bình trong khoảng 138-146 mg/L.

Độ kiềm được chuẩn bị với nồng độ 140 mg/L (Châu Tài Tảo và *ctv.*, 2015b) và tương đối ổn định trong thời gian đầu thí nghiệm. Tuy nhiên, sau một tuần bố trí tôm thì độ kiềm thay đổi, trong đó nghiệm thức không che lưới cao hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với hai nghiệm thức có che lưới. Điều này có thể do nghiệm thức không che lưới có cường độ ánh sáng cao dẫn đến sự quang hợp mạnh tạo nên sự chuyển đổi ion CO₃²⁻ thành ion HCO₃⁻ và giải phóng ion OH⁻, dẫn đến sự gia tăng độ kiềm (Ching *et al.*, 2007).

Nitrit (NO₂) và TAN: Hàm lượng nitrit tăng dần trong thời gian thí nghiệm, từ 1,0-1,8 mg/L, đặc biệt ở cuối thời gian nghiên cứu do khối lượng thức ăn tăng và các hoạt động bài tiết của tôm mạnh. Trong thí nghiệm với điều kiện sục khí mạnh và sự quy trình chuyển đổi TAN trong môi trường thành NO₂⁻ bởi hệ vi khuẩn trong phức hệ biofloc diễn ra nhanh làm giảm đáng kể hàm lượng TAN trong thí nghiệm. Bên cạnh đó, nghiệm thức không che lưới, hệ vi sinh phát triển không tốt, mật

độ tảo cao dẫn đến phân tôm và phân thức ăn dư không được phân hủy tốt làm hàm lượng TAN ở nghiệm thức này cao hơn hai nghiệm thức còn lại, tuy vậy, hàm lượng TAN của nghiệm thức này ở mức thấp, khoảng 0,4 mg/L. Theo Lê Văn Cát, (2006). Hàm lượng TAN tối ưu trong hệ thống nuôi tôm là nhỏ hơn 1,5 mg/L (Nguyễn Thanh Phương và *ctv.*, 2013). Trong nghiên cứu, hàm lượng TAN trung bình cao nhất là 0,67 mg/L thích hợp cho sự phát triển của tôm.

Oxy hòa tan: Hàm lượng oxy hòa tan trong thí nghiệm dao động trong khoảng 6,31-7,36 mg/L do được trang bị hệ thống sục khí mạnh. Sau hai tuần tạo phức hệ biofloc, hệ thực vật phù du trong các bể phát triển tốt nên dẫn đến sự gia tăng oxy hòa tan trong thời gian này. Tuy nhiên, khi bố trí tôm với mật độ rất cao (2.000 con/m³) vào các bể thì hoạt động hô hấp của tôm gây ra sự sụt giảm về oxy hòa tan. Ở nghiệm thức không che lưới cường độ ánh sáng và nhiệt độ dao động lớn, dẫn đến sự hình thành thực vật phù du, chủ yếu là các loại tảo

nhên hàm lượng oxy hòa tan trong nghiệm thức dao động lớn nhất trong thời gian thí nghiệm.

3.3 Các chỉ số về biofloc

3.3.1 Chiều dài và chiều rộng hạt biofloc

Chiều dài hạt biofloc dao động từ 0,15 mm-0,38 mm và chiều rộng trong khoảng 0,09 mm đến 0,21 mm. Nhìn chung, kích cỡ hạt biofloc giảm liên tục trong thời gian thí nghiệm, và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở tuần đầu tiên ($p < 0,05$). Nghiệm thức che một lớp lưới có kích cỡ hạt biofloc nhỏ nhất, kể đến là nghiệm thức che ba lớp lưới. Ở nghiệm thức không che lưới, cường độ ánh sáng cao, dẫn đến sự phát triển thành phần và mật độ tảo trong bể nuôi, các vi sinh vật, vật chất hữu cơ lơ lửng bám và tảo kết lại và hình thành hạt biofloc có kích thước lớn. Qua quan sát hoạt động, mật độ và sự tăng trưởng của tôm thì các nghiệm thức có che lưới có biểu hiện tốt hơn nên điều này ảnh hưởng đến sự khác nhau kích cỡ hạt biofloc trong thí nghiệm.

Bảng 4: Chiều dài và chiều rộng hạt biofloc trong thí nghiệm (mm):

		Bố trí	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4	Tuần 5	Tuần 6
Chiều dài hạt flocc	Không che lưới	0,38±0,19 ^b	0,28±0,17 ^a	0,26±0,15 ^{ab}	0,24±0,16 ^a	0,18±0,11 ^a	0,19±0,12 ^a	0,23±0,14 ^a
	Che một lớp lưới	0,21±0,15 ^a	0,19±0,15 ^a	0,18±0,13 ^a	0,17±0,14 ^a	0,15±0,11 ^a	0,17±0,14 ^a	0,16±0,12 ^a
	Che ba lớp lưới	0,23±0,13 ^a	0,21±0,13 ^a	0,23±0,17 ^{ab}	0,19±0,14 ^a	0,20±0,16 ^a	0,18±0,14 ^a	0,15±0,13 ^a
Chiều rộng hạt flocc	Không che lưới	0,20±0,15 ^b	0,18±0,14 ^a	0,16±0,13 ^a	0,15±0,14 ^a	0,12±0,09 ^a	0,13±0,1 ^a	0,13±0,11 ^a
	Che một lớp lưới	0,11±0,10 ^a	0,12±0,12 ^a	0,11±0,12 ^a	0,10±0,12 ^a	0,09±0,09 ^a	0,10±0,1 ^a	0,09±0,11 ^a
	Che ba lớp lưới	0,13±0,10 ^{ab}	0,10±0,08 ^a	0,14±0,13 ^a	0,10±0,10 ^a	0,13±0,13 ^a	0,11±0,11 ^a	0,09±0,10 ^a

Những giá trị trong cùng một cột có chữ cái giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

3.3.2 Thể tích biofloc

Sau hai tuần tạo biofloc, thể tích biofloc (FVI) rất thấp từ 2-4,3 mL/L. Tuy nhiên, sau khi bố trí đến tuần tiếp theo tôm giống vào thì thể tích biofloc tăng nhanh, dao động từ 13,7- 17,7 mL/L do hoạt động của tôm giống và ổn định trong các tuần còn lại. Ở nghiệm thức không che lưới, với cường độ ánh sáng cao dẫn đến sự phát triển của thành phần và mật độ các giống tảo, các vi sinh vật, vật chất hữu cơ kết hợp với tảo với mật độ cao và

kích thước lớn trong bể nuôi tạo thành hạt flocc có kích thước lớn hơn so với hai nghiệm thức còn lại. Theo Avnimelech (2009), lượng biofloc thích hợp là 3-15 ml/l. Bột mì và bột đậu nành sau khi nhiệt phân 60°C trong 2h và ủ ở điều kiện bên ngoài với nhiệt độ 30°C 2 ngày, được pha vào nước và cho vào mỗi bể hàng tuần. Ở nghiệm thức có che lưới, có xuất hiện bóng khí và mảng biofloc xuất hiện, đây là biểu hiện của sự hình thành tốt của hệ biofloc.

Bảng 5: Kích cỡ hạt biofloc trong thí nghiệm:

Nghiệm thức	Tuần 1	Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4	Tuần 5	Tuần 6
Không che lưới	13,7±1,4 ^{ab}	15,0±2,4 ^a	12,7±3,7 ^a	15,0 ±2,4 ^a	15±2,4 ^a	13,7±1,4 ^a
Che 1 lớp lưới	17,3±1 ^b	19,7±1,4 ^a	15,7±2,3 ^a	16,7±1,4 ^a	17,7±1,0 ^a	17,7±1 ^b
Che 3 lớp lưới	15,3±1,4 ^{ab}	16,7±1,4 ^a	12,7±1 ^a	16,7±2,3 ^a	15±2,4 ^a	16±1,5 ^{ab}

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

3.3.3 Mật độ vi khuẩn *Vibrio* spp. và vi khuẩn tổng

Mật độ vi khuẩn *vibrio* spp. trong khoảng 256 – 4.086 CFU/mL và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($p < 0,05$). Theo Phạm Thị Tuyết Ngân và *ctv.* (2008) thì mật độ vi

khẩn *vibrio* nhỏ hơn 6,5x10³ CFU/ml chưa gây ảnh hưởng đến tôm nuôi. Nghiệm thức che một lớp lưới có mật độ vi khuẩn *vibrio* thấp nhất. Nhìn chung, trong khoảng thời gian bố trí thí nghiệm đến giữa thí nghiệm thì mật độ vi khuẩn *Vibrio* spp. tăng dần, đến cuối thí nghiệm thì mật độ vi khuẩn *Vibrio* spp. nghiệm thức che ba lớp lưới và

không che lưới tiếp tục tăng do cường độ ánh sáng yếu làm phức hệ biofloc kém phát triển, môi trường nước nuôi không tốt nên tạo điều kiện cho nhóm vi khuẩn *Vibrio* spp. phát triển, ngược lại nghiệm thức che một lớp lưới có mật độ vi khuẩn *Vibrio* spp. giảm xuống do ở nghiệm thức che một

lớp lưới, cường độ ánh sáng phù hợp giúp hạt biofloc phát triển, môi trường nuôi tốt nên tạo điều kiện cho nhóm vi khuẩn phân giải tổng cộng phát triển kim hãm sự phát triển nhóm vi khuẩn *Vibrio* spp.

Bảng 6: Mật độ vi khuẩn *Vibrio* spp. giữa các nghiệm thức (CFU/mL)

	Không che lưới	Che một lớp lưới	Che 3 lớp lưới
Tuần 2	0,28 x10 ³ ±0,04 ^a x10 ³	0,26 x10 ³ ±0,29 ^a x10 ³	0,18 x10 ⁴ ±0,11 ^a x10 ⁴
Tuần 4	0,17 x10 ⁴ ±0,11 ^a x10 ⁴	0,24 x10 ⁴ ±0,22 ^a x10 ⁴	0,11 x10 ⁴ ±0,14 ^a x10 ⁴
Tuần 6	0,41 x10 ⁴ ±0,35 ^a x10 ⁴	0,69 x10 ³ ±0,32 ^a x10 ³	0,17 x10 ⁴ ±0,11 ^a x10 ⁴

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

Mật độ vi khuẩn tổng cộng trong khoảng $0,27 \times 10^5 - 1,69 \times 10^6$ CFU/mL và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($p > 0,05$). Theo Trần Thị Tuyết Hoa và ctv. (2004) thì mật độ vi khuẩn từ $10^5 - 10^7$ CFU/ml mới có khả năng gây hại đối với tôm. Nghiên cứu của Alberto et al. (2013) cho rằng mật độ tổng vi khuẩn vượt 10^7 sẽ có hại cho tôm nuôi, và môi trường nuôi trở nên ô nhiễm. Trong 2 tuần đầu mật độ vi khuẩn tổng cộng ở nghiệm thức che một lớp lưới cao hơn 2 nghiệm thức còn lại. Đến cuối thí nghiệm, mật độ

vi khuẩn tổng cộng của nghiệm thức che một lớp lưới tăng lên trong khi hai nghiệm thức còn lại giảm xuống do ở nghiệm thức che một lớp lưới, cường độ ánh sáng phù hợp giúp hệ hạt biofloc phát triển, môi trường nuôi tốt nên tạo điều kiện cho nhóm vi khuẩn phân giải tổng cộng phát triển. Hai nghiệm thức còn lại với cường độ ánh sáng quá cao (không che lưới) và cường độ ánh sáng yếu (che ba lớp lưới) nên phức hệ biofloc phát triển không tốt, gây giảm mật độ vi khuẩn tổng cộng.

Bảng 7: Mật độ vi khuẩn tổng giữa các nghiệm thức (CFU/mL)

	Không che lưới	Che một lớp lưới	Che 3 lớp lưới
Tuần 2	0,27 x10 ⁵ ±0,086 ^a x10 ⁵	0,19 x10 ⁶ ±0,11 ^a x10 ⁶	0,74 x10 ⁶ ±0,46 ^a x10 ⁶
Tuần 4	0,11 x10 ⁶ ±0,056 ^a x10 ⁶	1,8 x10 ⁶ ±1,7 ^a x10 ⁶	0,38 x10 ⁶ ±0,14 ^a x10 ⁶
Tuần 6	0,62 x10 ⁶ ±0,68 ^a x10 ⁶	0,55 x10 ⁶ ±0,73 ^a x10 ⁶	0,83 x10 ⁵ ±0,51 ^a x10 ⁵

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

3.3.4 Thành phần các loài tảo trong bể nuôi:

Qua các lần phân tích có 21 giống tảo được tìm thấy. Cụ thể, 5 giống thuộc ngành Tảo lam Cyanobacteria (*Gloeocapsa*, *Phormidium*, *Chroococcus*, *Merismopedia*, *Strombomonas*), 2 giống thuộc ngành Tảo mắt Euglenophyta (*Euglena*, *Lepocinlis*), 3 giống thuộc ngành Tảo hai rãnh Dinophyta (*Gonyaulax*, *Peridinium*, *Ghenodinium*), 5 giống thuộc ngành Tảo silic Bacillariophyta (*Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Miratrium*). 6 giống thuộc ngành Tảo lục Chlorophyta (*Chlorella*, *Ankistrodesmus*, *Clamydomonas*, *Coelastrum*, *Scenedemus*, *Nanochloropsis*). Nhìn chung, do cường độ ánh sáng trong nghiệm thức không che lưới cao nhất nên thành phần và số lượng các giống tảo (13 giống) phong phú hơn 2 nghiệm thức còn lại, đặc biệt sự ưu thế của tảo lục và tảo lam gây nên nước xanh trong bể nuôi. Trong khi 2 nghiệm thức có che lưới nước có màu nâu nhạt.

Bảng 8: Thành phần các giống tảo trong các nghiệm thức

	Không che lưới	Che một lớp lưới	Che ba lớp lưới
Cyanobacteria	3	1	2
Euglenophyta	1	1	1
Chlorophyta	5	3	3
Dinophyta	0	2	1
Bacillariophyta	4	3	4
Tổng	13	10	11

3.4 Sự tăng trưởng của tôm trong thí nghiệm

3.4.1 Tăng trưởng về chiều dài

Tôm thẻ chân trắng giai đoạn PL15 được bố trí với chiều dài 1,1 cm. Sau 6 tuần nuôi, tăng trưởng về chiều dài tôm ở nghiệm thức che 1 lớp lưới tốt nhất đạt 5,35 cm và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không che lưới ($p < 0,05$). Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối và tương đối đều cao nhất ở nghiệm thức che một lớp lưới lần lượt là 3,53%/ngày và 0,09 cm/ngày.

Bảng 9: Tăng trưởng về chiều dài tôm trong thời gian thí nghiệm

Chỉ tiêu	Không che lưới	Che một lớp lưới	Che ba lớp lưới
Chiều dài đầu (cm)	1,1±0,11 ^a	1,1±0,09 ^a	1,1±0,10 ^a
Chiều dài sau 2 tuần nuôi (cm)	2,56±0,67 ^c	2,78±0,24 ^{ab}	3,14±0,28 ^c
Chiều dài sau 4 tuần nuôi (cm)	3,39 ±0,72 ^a	4,28± 0,28 ^b	4,23±0,16 ^b
Chiều dài sau 6 tuần nuôi (cm)	4,5±1,08 ^a	5,35 ±0,13 ^b	5,29±0,24 ^b
Tốc độ tăng trưởng tuyệt (cm/ngày)	0,08± 0,011 ^a	0,09± 0,007 ^a	0,09±0,005 ^a
Tốc độ tăng trưởng tương (%/ngày)	3,13±0,13 ^a	3,52±0,16 ^b	3,49±0,12 ^b

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

Khối lượng của tôm giống trung bình ban đầu là 0,03 g. Sau 2 tuần nuôi, khối lượng tôm đạt 0,09-0,27 g, trong đó tôm ở nghiệm thức che một lớp lưới lớn hơn có ý nghĩa so đối chứng nhưng không khác biệt so với nghiệm thức che 3 lớp lưới. Sau 4 tuần nuôi, khối lượng tôm (0,31-0,69 g) có sự khác biệt thống kê giữa 3 nghiệm thức với nghiệm thức che một lớp lưới có khối lượng lớn nhất. Vào tuần nuôi thứ 6, khối lượng tôm trung bình đạt 0,85 g đến 1,40 g tương ứng với tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (0,018 – 0,030 g/ngày) và tăng trưởng tương đối (7,43-8,54%/ngày). Kết quả cho thấy tốc độ tăng trưởng của tôm lớn nhất ở nghiệm thức che một lớp lưới và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$) so với nghiệm thức đối chứng.

Kết quả nghiên cứu của Araneda *et al.* (2008) cho thấy tăng trưởng hằng ngày của tôm thẻ chân trắng là 0,045-0,05g khi nuôi với mật độ từ 900-1.800 con/m³. Như vậy, với mật độ 900 con có tốc độ tăng trưởng là 0,05 g có kết quả tương đương với nghiên cứu này vì mật độ thí nghiệm là 2000 con/m³. Điều này có ưu thế về năng suất cũng như tận dụng diện tích nuôi. Theo Avnimelech (2006) biofloc bao gồm các loại acid amin thiết yếu, vitamins và khoáng vi lượng để bổ sung dinh dưỡng cho tôm. Qua phân tích cho thấy, các chỉ số về Biofloc của nghiệm thức che một lớp lưới tốt hơn 2 nghiệm thức còn lại, sự hình thành và phát triển ở mức độ giới hạn của các giống tảo lục và tảo lam nên tăng trưởng của tôm ở nghiệm thức này tốt hơn. Mặt khác, mật độ vi khuẩn *Vibrio spp.* cao ở nghiệm thức che 3 lớp lưới và không che lưới hạn chế tăng trưởng tốt của tôm.

Bảng 10: Tăng trưởng về khối lượng tôm trong thời gian thí nghiệm

	Không che lưới	Che một lớp lưới	Che ba lớp lưới
Khối lượng đầu (g)	0,03± 0 ^a	0,03± 0 ^a	0,03± 0 ^a
Khối lượng sau 2 tuần nuôi (g)	0,09±0,02 ^a	0,27±0,02 ^{ab}	0,18±0,02 ^{ab}
Khối lượng sau 4 tuần nuôi (g)	0,31±0,18 ^a	0,69±0,1 ^c	0,49±0,1 ^b
Khối lượng sau 6 tuần nuôi (g)	0,85±0,60 ^a	1,40± 0,29 ^b	1,21±0,15 ^{ab}
Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (g/ngày)	0,018±0,009 ^a	0,03± 0,005 ^a	0,026± 0,008 ^a
Tốc độ tăng trưởng tương đối (%/ngày)	7,43±0,22 ^a	8,54±0,25 ^b	8,21± 0,17 ^{ab}

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

3.4.2 Tỉ lệ sống của tôm

Tỉ lệ sống của tôm ở các nghiệm thức trong khoảng 50-60% và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ($p> 0, 05$). Theo Widanarni *et al.* (2010) ương tôm thẻ chân trắng theo công nghệ bio-floc với tỷ lệ C/N=15, mật độ 24 con/m³ thì sau 25 ngày tỷ lệ sống của tôm là 86%. Như vậy, với mật độ 2000 con/m³ tỉ lệ sống ở mức khả quan. Ở nghiệm thức che một lớp lưới phức hệ biofloc tốt hơn và không có sự phát triển quá mức của các giống tảo nên tăng trưởng và sức khỏe của tôm tốt, điều này làm tỉ lệ sống của tôm cao nhất 55,87 % dù so với các thí nghiệm khác thì tỉ lệ sống còn khá thấp. Qua quan sát ruột tôm, ở nghiệm thức che một lớp lưới thì cho thấy ruột tôm đầy đặn, không đứt khúc và phân tôm không dính

vào đuôi. Trong khi đó, nghiệm thức không che lưới, do tảo phát triển, các vi sinh vật trong phức hệ biofloc hoạt động phân giải không tốt nên tôm tiêu hóa không tốt, ruột tôm có dấu hiệu đứt khúc và phân tôm dính vào đuôi.

Năng suất tôm dao động từ 1.044-1.161 (con/m³), cao nhất là nghiệm thức che một lớp lưới vì sự tăng trưởng và tỉ lệ sống tốt nhất. Hai nghiệm thức còn lại năng suất (con/m³) cao, nhưng khối lượng trung bình của tôm nhỏ hơn nhiều. Năng suất nghiệm thức có che lưới khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức không che lưới ($p>0,05$). Dù chỉ thực hiện với thời gian 6 tuần, nhưng năng suất ở mức cao. Đây cũng là triển vọng cho việc rút ngắn chu kì nuôi thương phẩm, hạn chế rủi ro từ bệnh tôm chết sớm (EMS).

Bảng 11: Tỷ lệ sống và năng suất tôm thẻ sau 6 tuần ương nuôi

Nghiệm thức	Tỷ lệ sống (%)	Năng suất (con/m ³)
Không che lưới (Đối chứng)	55,27 ± 17,2 ^a	1.075 ± 309 ^a
Che 1 lớp lưới	58,07 ± 5,5 ^a	1.161 ± 110 ^a
Che 3 lớp lưới	52,2 ± 10,2 ^a	1.044 ± 204 ^a

3.4.3 Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR)

FCR nằm trong khoảng từ 1,26 (che một lớp lưới) đến 1,63 (che ba lớp lưới). Nghiệm thức không che lưới (nghiệm thức đối chứng) có hệ số chuyển đổi thức ăn, FCR là 1,39. Ở nghiệm thức che một lớp lưới, tôm tăng trưởng tốt, sự hình thành phức hệ biofloc trong hệ thống tốt hơn đã cung cấp tăng giá trị dinh dưỡng thức ăn tự nhiên, nâng cao khả năng tiêu hóa thức ăn từ đó dẫn đến cải thiện được hệ số chuyển đổi thức ăn. FCR của nghiệm thức có che lưới khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức không che lưới ($p > 0,05$). So với FCR là 1.96 của hệ thống siêu thâm canh nuôi tôm trong hệ thống tuần hoàn với mật độ 1.500 con/m³ của Nguyễn Vĩnh Tiến và *ctv.*, (2012) thì hệ số FCR của các nghiệm thức trong thí nghiệm rất hiệu quả. Tuy nhiên, so sánh với hệ số FCR = 1,012 của Tăng Minh Khoa và *ctv.*, (2015) với mật độ nuôi chỉ 600 con/m³ trong hệ thống semi-biofloc thì FCR nghiệm thức che một lớp lưới (1,26) với mật độ nuôi 2.000 con/m³ ở mức khả quan. Nhìn chung, kết quả của thí nghiệm cho thấy rằng cường độ ánh sáng khác nhau có ảnh hưởng rất lớn đến các chỉ số chất lượng nước, cụ thể là nitrit, độ kiềm, thực vật phù du, vi sinh và biểu hiện tăng trưởng của tôm nuôi. Trong điều kiện thí nghiệm, nghiệm thức che một lớp lưới chắn sáng cho các kết quả tốt nhất.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

– Nghiệm thức che một lớp lưới chắn sáng với cường độ ánh sáng dao động trong khoảng 43-308 lux, mật độ tảo được kiểm soát kết hợp với vi khuẩn và chất hữu cơ dẫn đến hình thành thành phức hệ biofloc tốt và sự phát triển ở mức giới hạn của các giống tảo trong bể nuôi, tạo điều kiện tốt cho sự sinh trưởng của tôm nuôi.

– Tôm thẻ chân trắng được ương nuôi với chế độ che một lớp lưới chắn sáng có sự tăng trưởng về khối lượng cao nhất (0,03g/ngày), hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR) thấp 1,26, đồng thời tỷ lệ sống và năng suất cao hơn nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức che 3 lớp lưới chắn sáng.

4.2 Đề xuất:

Các nghiên cứu tiếp theo về nuôi tôm thẻ chân trắng ở những giai đoạn và quy mô khác nhau với công nghệ Biofloc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Alberto, Nunes, J.P., Leandro, F.C., Hassan S.N., 2011. The protein sparing effect of microbial flocs in diets for the white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. World Aquaculture 2011.

Araneda, M., Perez E, P, and Gasca-LeyyaE., 2008, White shrimp (*Penaeus vannamei*) culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight, Aquaculture 283, 13–18.

Avnimelech, Y., Diab, S., Kochva, M., 1992. Control and utilization of inorganic nitrogen in intensive fish culture ponds. AquaC. Fish. Manage. 23, 421–430.

Avnimelech, Y., 2009. The development of bio-flocs technology (BFT) is based upon a sequence of motivations, principles, and suitable operative technologies, World Aquaculture 2009, Dept of Civil & Environmental Eng, Technion, Israel Inst of Technology Haifa, Israel.

Avnimelech, Y. 2006. Bio filters: The need for an new comprehensive approach. Aquaculture Engineering 34, 172 – 178.

Brock J,A, and MainK, L, 1994. A Guide To Common Problems And Diseases Of Cultured *Penaeus vannamei*. The World Aquaculture Society The Oceanic Institute.

Boyd, C. E. Thunjai, T., Boonyaratpalin, M., 2002. Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. Global Aquac. Advoc. 5 (3), 40–45.

Boyd, C. E. 1998. Water quality for pond Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquaculture Auburn University, Alabama 36849 USA.

Chen, J, C and T, S, Chin, 1998. Accute oixity of nitrite to tiger praw, *Penaeus monodon*, larvae, Aquaculture 69, pp, 253- 262, 1998 ISSN: 0044-8486.

Châu Tài Tảo và Trần Ngọc Hải, Lý Minh Trung, 2015a. Nghiên cứu ương tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) theo công nghệ Biofloc với các mức nước khác nhau. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 39, 92-98.

Châu Tài Tảo và Trần Ngọc Hải, 2015. Ảnh hưởng của độ mặn lên tăng trưởng và tỉ lệ sống của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) ương giống theo công nghệ Biofloc. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 37, 65-71.

Châu Tài Tảo, Trần Ngọc Hải, Nguyễn Thanh Phương. 2015b. Ảnh hưởng của độ kiềm lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn số 14, trang110-115.

- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270, 1–14.
- Hiệp hội Chế biến, Xuất khẩu Thủy sản Việt Nam (Vasep) (2013). Báo cáo kim ngạch xuất khẩu tôm biển.
- Lê Văn Cát, Đỗ Thị Hồng Nhung và Ngô Ngọc Cát, 2006. Nước nuôi thủy sản, chất lượng & giải pháp cải thiện chất lượng. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
- Lục Minh Diệp, 2012. Ứng dụng công nghệ bio-floc, giải pháp kỹ thuật thay thế cho nghề nuôi tôm he thương phẩm hiện nay tại Việt Nam. *Kỹ yếu Hội thảo Khoa học ứng dụng công nghệ mới trong nuôi trồng thủy sản, trường Đại học Nha Trang.*
- John, A.H, 2013. Biofloc production systems for Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) publication No. 4503 USDA.
- McIntosh, P.R. 2001. Changing paradigms in shrimp farming. V. Establishment of heterotrophic bacterial communities. *Global Aquaculture Advocate*, 4: 53-58.
- McNeil, Roberick, 2000. Zero exchange, aerobic, heterotrophic systems: Key considerations. *The Advocate* June 72-76.
- Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải, Trần Thị Thanh Hiền và Marcy N. Wilder. 2003. Nguyên lý và kỹ thuật sản xuất giống tôm càng xanh. NXB Nông Nghiệp. 127 trang.
- Nguyễn Vĩnh Tiến, Nguyễn Chí, Lê Hoàng Phương, Võ Lê Thanh Trúc và Trần Ngọc Hải, 2012. Nghiên cứu nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) siêu thâm canh trong hệ thống tuần hoàn, báo cáo nghiên cứu khoa học sinh viên, Đại học Cần Thơ.
- Nyan, Taw 2010. Biofloc Technology Expanding At White Shrimp Farms. Biofloc Systems Deliver High Productivity With Sustainability. *Global Aquaculture T3-9, KPMG Tower, 8 First Avenue* Persiaran Bandar Utama, 47800, Petaling Jaya, Selangor, Malaysia.
- Phạm Thị Tuyết Ngân, Trần Thị Kiều Trang, 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 Đại học Cần Thơ.* Trang 187 – 194.
- Tăng Minh Khoa, Nguyễn Thị Tím, Bùi Thị Thanh Tuyền, 2015. Ứng dụng công nghệ semi biofloc trong nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) thâm canh. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ.* Số 40. Trang 90-97.
- 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.* Trang 153-165.
- Trần Việt Mỹ, 2009. Cẩm nang nuôi tôm chân trắng thâm canh (*Penaeus vannamei*). Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn thành phố Hồ Chí Minh, Trung tâm Khuyến nông.
- Tổng cục Thủy sản, 2013. Báo cáo đánh giá về hiện trạng nghề nuôi tôm nước lợ tại Việt Nam.
- Whetstone, J.M., G. D. Treece, C. L. B and Stokes, A. D. 2002. Opportunities and Contrains in Marine Shrim Farming. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) publication No. 2600 USDA.
- Vũ Ngọc Út, Dương Thị Hoàng Oanh, năm 2013. Giáo trình Thực vật và Động vật thủy sinh, xuất bản lần I. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ, Cần Thơ, 341 trang.
- Widanarni, D. Yuniasari, Sukenda, J. Ekasari., 2010. Nursery culture performance of *Litopenaeus vannamei* with Probiotics Addition and Different C/N ratio under laboratory condition. *HAYATI Journal of Biosciences* 17, 115-119.