

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH**

**NGUYỄN THỊ BÍCH VÂN**

**NGHIÊN CỨU SỰ CHUYỂN HÓA VẬT CHẤT  
HỮU CƠ TRONG AO NUÔI TÔM THẺ CHÂN TRẮNG  
*Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) THÂM CANH**

**Chuyên ngành: Nuôi trồng thủy sản**

**Mã số ngành: 9.62.03.01**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP**

**Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12/2020**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH**

**NGUYỄN THỊ BÍCH VÂN**

**NGHIÊN CỨU SỰ CHUYỂN HÓA VẬT CHẤT  
HỮU CƠ TRONG AO NUÔI TÔM THẺ CHÂN TRẮNG  
*Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) THÂM CANH**

**Chuyên ngành : Nuôi trồng thủy sản**

**Mã số ngành : 9.62.03.01**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP**

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Nguyễn Phú Hòa  
TS. Nguyễn Phúc Cẩm Tú

**Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12/2020**

## MỤC LỤC

	Trang
<b>MỞ ĐẦU</b>	<b>1</b>
1. Đặt vấn đề	1
2. Mục tiêu nghiên cứu	3
3. Nội dung nghiên cứu	3
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án	4
5. Những điểm mới của luận án	4
<b>Chương 1: TỔNG QUAN TÀI LIỆU</b>	<b>6</b>
1.1. Sơ lược đặc điểm sinh học tôm thẻ chân trắng ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) (Boone, 1931)	6
1.2. Chu trình chuyển hóa C, N, P trong nước	12
1.2.1. Chu trình Cacbon	12
1.2.2. Chu trình Nitơ trong thủy vực	13
1.2.3. Chu trình Phospho	14
1.3. Một số nghiên cứu sự tích lũy, chuyển hóa chất hữu cơ trong ao nuôi tôm	15
1.4. Một số kết quả ứng dụng đồng vị bền cacbon và nitơ trong ao tôm	23
1.5. Tổng quan tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở ĐBSCL so với cả nước	25
1.5.1. Tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng ĐBSCL so với cả nước	25
1.5.2. Năng suất và sản lượng tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu từ 2015-2018	27
1.5.3. Tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng trên địa bàn tỉnh Bạc Liêu	29
<b>Chương 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU</b>	<b>33</b>
2.1. Sơ đồ tổng quát nội dung nghiên cứu	33
2.2. Thời gian, địa điểm và đối tượng nghiên cứu	34
2.3. Phương pháp nghiên cứu	34
2.3.1. Phương pháp điều tra khảo sát	34
2.3.2. Phương pháp bố trí thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng	35

2.3.2.1. Nuôi tôm trong ao đất không lót bạt, không thay nước	35
2.3.2.2. Nuôi trong bể composite (500 lít)	36
2.3.3. Phương pháp thu và phân tích chất lượng nước, hàm lượng C, N, P và tăng trưởng của tôm	39
2.3.4. Phương pháp xử lý và phân tích số liệu	48
<b>Chương 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN</b>	<b>49</b>
3.1. Kết quả điều tra hiện trạng nuôi tôm thẻ chân trắng trong ao đất	49
3.2. Kết quả nghiên cứu sự chuyển hóa C, N, P trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh không thay nước ở mật độ 50 và 100 con/m <sup>2</sup>	61
3.3. Sự chuyển hóa C, N, P trong nuôi tôm trên bể composite không bùn đáy ở 2 mật độ nuôi 50 con/m <sup>2</sup> (NT1) và 100 con/m <sup>2</sup> (NT2)	76
3.4. So sánh sự tích lũy, chuyển hóa C, N, P trong ao và bể nuôi tôm thẻ chân trắng	89
Thảo luận chung	92
<b>KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ</b>	<b>97</b>
1. Kết luận	97
2. Kiến nghị	97
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	<b>97</b>
<b>PHỤ LỤC</b>	<b>115</b>

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

$^{15}\text{N}$ :	Đồng vị bền Nitơ 15
$^{13}\text{C}$ :	Đồng vị bền Cacbon 13
TSV:	Virus hội chứng Taura
ĐBSCL:	Đồng Bằng Sông Cửu Long
TCT:	Thẻ chân trắng
P:	Phospho
N:	Nitơ
C:	Cacbon
TN:	Tổng Nitơ
TP:	Tổng Phospho
TOC:	Tổng chất hữu cơ (Tổng Cacbon)
NTTS:	Nuôi trồng thủy sản
$\text{TOC}_{\text{Input}}$ :	Tổng lượng Cacbon đầu vào
$\text{TOC}_{\text{Output}}$ :	Tổng lượng Cacbon đầu ra
$\text{TN}_{\text{Input}}$ :	Tổng lượng Nitơ đầu vào
$\text{TN}_{\text{Output}}$ :	Tổng lượng Nitơ đầu ra
$\text{TP}_{\text{Output}}$ :	Tổng lượng Phospho đầu ra
$\text{TP}_{\text{Input}}$ :	Tổng lượng Phospho đầu vào
Bộ NN&PTNT:	Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
TC – BTC:	Thâm canh – bán thâm canh
CNC:	Công nghệ cao
STC:	Siêu thâm canh

## DANH SÁCH HÌNH

	Trang
Hình 1.1: Hình dạng ngoài của tôm thẻ chân trắng	6
Hình 1.2: Chu trình Cacbon	13
Hình 1.3: Chu trình Nitơ trong thủy vực	13
Hình 1.4: Chu trình Phospho	14
Hình 1.5: Diện tích sản lượng tôm nước lợ của Bạc Liêu	27
Hình 1.6: Năng suất nuôi tôm thẻ chân trắng khu vực ĐBSCL	29
Hình 2.1: Sơ đồ tóm tắt nội dung nghiên cứu	32
Hình 2.2: Địa điểm điều tra và điểm bố trí thực nghiệm của nghiên cứu	34
Hình 2.3: Quy trình cải tạo chuẩn bị ao nuôi tôm	37
Hình 2.4: Tôm thẻ chân trắng giống cỡ lớn (PL <sub>40</sub> ) thả nuôi trên bể thí nghiệm	37
Hình 2.5: Bố trí thí nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng trên bể với hai mật độ	38
Hình 2.6: Thức ăn sử dụng trong thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng	38
Hình 3.1: Tỷ lệ (%) độ sâu của ao nuôi tôm thẻ chân trắng	50
Hình 3.2: Tỷ lệ kích cỡ giống tôm thẻ chân trắng được thả nuôi ở Bạc Liêu	52
Hình 3.3: Tỷ lệ sống của tôm nuôi theo các nhóm mật độ	56
Hình 3.4: Tôm thu hoạch từ kết quả thực nghiệm	70
Hình 3.5: Tốc độ tăng trưởng theo giai đoạn của tôm nuôi	70
Hình 3.6: Khối lượng tôm thẻ chân trắng ở hai mật độ tôm nuôi	83
Hình 3.7: Hàm lượng <sup>13</sup> C, <sup>15</sup> N giữa tôm, thức ăn, nước và bùn đáy	88
Hình 3.8: Hàm lượng <sup>13</sup> C, <sup>15</sup> N có trong tôm và thức ăn	89

## DANH SÁCH BẢNG

	Trang
Bảng 1.1: Độ mặn tối ưu cho tăng trưởng và tỷ lệ sống của một số loài tôm	10
Bảng 1.2: Ảnh hưởng của oxy hòa tan đối với động vật thủy sản	11
Bảng 1.3: Hàm lượng Nitơ đầu vào và đầu ra trong ao nuôi tôm TCT	22
Bảng 1.4: Hàm lượng Phospho đầu vào và đầu ra trong ao nuôi tôm TCT	22
Bảng 1.5: Diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng cả nước từ 2014 đến 2017	26
Bảng 1.6: Sản lượng tôm thẻ chân trắng ở ĐBSCL so với cả nước từ 2014 đến 2017	28
Bảng 1.7. Thống kê nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu	30
Bảng 2.1: Các thông số thí nghiệm nuôi thực nghiệm với 2 nghiệm thức	35
Bảng 2.2: Các thông số bố trí thí nghiệm nuôi trên bể với 2 nghiệm thức	37
Bảng 2.3: Thành phần dinh dưỡng loại thức ăn sử dụng cho tôm nuôi	38
Bảng 2.4. Tóm tắt số mẫu thu và phân tích mẫu các nội dung nghiên cứu	45
Bảng 3.1: Độ tuổi và trình độ kỹ thuật nuôi tôm của nông hộ ở BL	49
Bảng 3.2: Mùa vụ nuôi tôm tại các điểm khảo sát	50
Bảng 3.3: Diện tích và mật độ tôm từ khảo sát thực tế	51
Bảng 3.4: Kết quả điều tra hiện trạng nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu	56
Bảng 3.5: Năng suất và tỷ lệ sống tôm thu hoạch theo 3 nhóm mật độ	56
Bảng 3.6: So sánh hệ số thức ăn từ khảo sát và các nghiên cứu khác	57
Bảng 3.7: Tổng lượng và tỷ lệ N, C, P tích lũy trong ao qua vụ nuôi	58
Bảng 3.8: Sự biến động nhiệt độ và pH giữa 2 mật độ tôm nuôi	60
Bảng 3.9: Sự biến động các yếu tố độ mặn, độ kiềm giữa 2 mật độ tôm nuôi	63
Bảng 3.10: Tăng trưởng và tỉ lệ sống của tôm nuôi ở 2 mật độ tôm nuôi	64
Bảng 3.11: Biến động Nitrite giữa 2 mật độ tôm nuôi	65
Bảng 3.12: Sự biến động hàm lượng Nitrate giữa 2 mật độ tôm nuôi	66
Bảng 3.13: Sự biến động tổng hàm TOC giữa 2 mật độ tôm nuôi	67

Bảng 3.13: Sự biến động tổng hàm TOC giữa 2 mật độ tôm nuôi	67
Bảng 3.14: Biến động TN giữa 2 mật độ tôm nuôi	68
Bảng 3.15: Biến động hàm lượng Phospho (TP) giữa 2 mật độ tôm nuôi	69
Bảng 3.16: Tăng trưởng và tỷ lệ sống của tôm nuôi ở 2 mật độ tôm nuôi	69
Bảng 3.17: Tích lũy Cacbon của 2 mật độ tôm nuôi khác nhau	72
Bảng 3.18: Tích lũy Nitơ của 2 mật độ tôm nuôi khác nhau	73
Bảng 3.19: Tích lũy Phospho của 2 mật độ tôm nuôi khác nhau	75
Bảng 3.20: Sự biến động một số yếu tố thủy lý giữa 2 mật độ tôm nuôi	76
Bảng 3.21: Sự biến động hàm lượng TAN (mg/L) giữa 2 mật độ tôm nuôi	77
Bảng 3.22: Sự biến động hàm lượng Nitrite (mg/L) giữa 2 mật độ tôm nuôi	78
Bảng 3.23: Sự biến động hàm lượng Nitrate (mg/L) giữa 2 mật độ tôm nuôi	79
Bảng 3.24: Sự biến động hàm lượng TOC giữa 2 mật độ tôm nuôi (mg/L)	80
Bảng 3.25: Sự biến động tổng hàm lượng Nitơ (TN) giữa 2 mật độ tôm nuôi	81
Bảng 3.26: Sự biến động hàm lượng Phospho giữa 2 mật độ tôm nuôi	82
Bảng 3.27: Các thông số kết quả bể nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau	83
Bảng 3.28: Chuyển hóa Cacbon trên bể nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau	84
Bảng 3.29: Chuyển hóa Nitơ trên bể nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau	85
Bảng 3.30: Chuyển hóa Phospho trên bể nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau	86
Bảng 3.31. Bảng tính đồng vị bền trong bể	89



## TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 6/2015 đến tháng 12/2018 nhằm đánh giá (1) hiện trạng nuôi tôm thẻ chân trắng và sự tích lũy, chuyển hóa C, N, P trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh tỉnh Bạc Liêu; (2) nghiên cứu sự chuyển hóa C, N, P trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh ở 2 mật độ khác nhau trong ao đất và bể composite không thay nước trong suốt vụ nuôi và (3) xác định sự biến đổi C, N, P của tôm thẻ chân trắng và xác định nguồn gốc C, N tích lũy trong tôm thẻ chân trắng bằng phương pháp đồng vị bền  $^{13}\text{C}$  và  $^{15}\text{N}$ . Phương pháp nghiên cứu sử dụng dữ liệu sơ cấp (bảng câu hỏi) để đánh giá hiện trạng nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh ở tỉnh Bạc Liêu cùng với một số phương pháp phân tích sinh hóa để xác định hàm lượng C, N, P tích lũy trong môi trường và tôm nuôi trong ao. Kết quả điều tra 68 hộ nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh trên địa bàn tỉnh Bạc Liêu có số lượng hộ nuôi 1 vụ/năm, chiếm 26%; 2 vụ/năm, chiếm 71% và 3 vụ/năm chỉ có 3%. Số lượng hộ nuôi tập trung từ tháng 1-3 chiếm đa số (83%) và vào các tháng còn lại nuôi khá thấp (17%). Diện tích ao nuôi từ 0,2-0,4 ha/ao (76%) và thả nuôi với mật độ từ 60-80 con/m<sup>2</sup> (83,8%). Tỷ lệ sống trung bình của tôm nuôi với tỉ lệ khá cao là 83,8%; đạt năng suất 10,2 tấn/ha/vụ; FCR với giá trị trung bình là 1,27. Kết quả nghiên cứu nuôi thực nghiệm tôm thẻ chân trắng thâm canh trong ao đất với mật độ 50 và 100 con/m<sup>2</sup> thì tỉ lệ sống trung bình là 75% và 65%; năng suất đạt 2,7 và 5,8 tấn/ha với giá trị FCR trung bình là 1,27 và 1,3 tương ứng.

Kết quả phân tích cho thấy tỷ lệ C, N, P tích lũy ở thí nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng trong ao đất ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> và 100 con/m<sup>2</sup> có giá trị cao (C: 85,3-83,6%; N: 81,2-77,4% và P: 95,8-96%). Trong khi đó, hàm lượng này tích lũy trong thí nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng trên bể composite có giá trị thấp hơn nhiều (C: 8,46-6,2, N: 62,9-49,2%, và P: 39,5-48,5%).

Mức độ chuyển hóa các hàm lượng C, N, P từ bên ngoài (thức ăn, đất, nước) thành sinh khối của tôm thường khá thấp và giảm dần từ môi trường tôm nuôi trong ao đất đến nuôi tôm trong bể composite. Ngoài ra, tỷ lệ chuyển hóa C, N, P thành

sinh khối của tôm nuôi trong ao đất khá cao với các giá trị tương ứng C, N, P là (C: 13,9-16,91%; N: 18,62-22,6; P: 4,43-4,04%). Trong khi đó, tỷ lệ tích lũy C, N vào tôm nuôi trên bề composite thấp hơn với giá trị tương ứng là (C: 11,9-11,3, N: 19,3-20,4 và P: 3,59-4,26%). Kết quả nghiên cứu cũng xác định được Nitơ tích lũy trong tôm nuôi có nguồn gốc từ thức ăn được cung cấp thông qua việc sử dụng đồng vị bền  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$ .

## ABSTRACT

The study was carried out from June 2015 to December 2018 to evaluate (1) the current status of culturing white leg shrimp, the accumulation and transformation of C, N, P in extensive culturing ponds in Bac lieu province; (2) studying C, N, P metabolism in intensive white shrimp ponds at 2 different densities in earthen ponds and composite tanks without water exchange during the culture crop and (3) determining the C, N, P of vannamei and traceability C, N accumulated in vannamei by the method of stable isotopes  $^{13}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}$ . The research instrument employed in this study used primary data (questionnaire) to evaluate the current status of intensive white shrimp farming in Bac Lieu province together with some biochemical methods to determine the content of C, N, P accumulated in the environment and shrimp cultured in ponds.

The survey results of 68 intensive white-leg shrimp farming households in Bac Lieu province showed that 26% of the households raised 1 crop/year, while the households raising 2 crops/year accounted for 71% and only 3% of the households raised 3 crops/year.

The number of households rearing concentratedly from January to March comprised the majority (83%) while that in the remaining months was quite low (17%). Ponds with 0.2-0.4 ha in area accounted for 76%; and ponds stocked with density from 60-80 / m<sup>2</sup> were 83.8%. The average survival rate of farmed shrimp gained a rather high rate, 83.8%; with the average yield of 10.2 tons/ha/crop; FCR with the mean value was 1.27. Research results on experimental farming of intensive white-leg shrimp in earthen ponds with the density of 50 and 100 shrimp / m<sup>2</sup> revealed that the average survival rates were 75% and 65%; yields were 2.7 and 5.8 tons/ha with average FCR values of 1.27 and 1.3 respectively.

The analytical results showed that the accumulating rates of C, N, P in the experiment of culturing white shrimp in earthen ponds at the density of 50 shrimp / m<sup>2</sup> and 100 shrimp / m<sup>2</sup> had high values (C: 85.3-83.6%; N: 81.2-77.4% and P:

95.8-96%). Meanwhile, those in composite tanks had much lower values (C: 8.46-6.2, N: 62.9-49.2%, and P: 39.5-48.5%).

The conversion rates of C, N, P contents from outside (feed, soil, water) into biomass of shrimp were quite low and decreased gradually from shrimp cultured in earthen ponds those in composite tanks. In addition, the conversion rates of C, N, P into biomass of shrimp cultured in earthen ponds were quite high with 13.9-16.91%, 18.62-22.6, and 4.43-4.04%, respectively. Meanwhile, the accumulation rates of C, N, P into shrimp cultured in composite tanks were lower with 11.9-11.3, 19.3-20.4, and 3.59-4.26%, respectively. The study results also determined that nitrogen accumulation in cultured shrimp was derived from the feed provided through the use of stable isotopes  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ .

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình do tôi nghiên cứu, các số liệu trong luận án là trung thực. Tất cả những kết luận khoa học trong luận án chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào.

Tác giả luận án

**Nguyễn Thị Bích Vân**

## LỜI CẢM ƠN

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Cán bộ hướng dẫn đề tài là PGS.TS. Nguyễn Phú Hòa và TS. Nguyễn Phúc Cẩm Tú đã tận tình giúp đỡ, hướng dẫn để tôi hoàn thành luận án này.

Đặc biệt, xin trân trọng cảm ơn PGS.TS. Nguyễn Phú Hòa đã dành thời gian quý báu, luôn sẵn sàng hướng dẫn và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu khoa học và hoàn thành luận án này.

Quý Thầy, Cô Khoa Thủy sản và Phòng Sau Đại học Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh đã tận tình giúp đỡ, động viên và truyền đạt cho tôi những kinh nghiệm quý báu trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Quý Thầy Khoa Thủy sản trường Đại học Cần Thơ: GS. Nguyễn Thanh Phương, PGS. TS Trương Quốc Phú, GS. Trần Ngọc Hải, Cán bộ Lý Thị Kim Lan Phòng thí nghiệm chuyên sâu trường Đại học Cần Thơ, Cán bộ Hồ Thị Hoàng Oanh và Trần Trung Giang khoa Thủy sản trường Đại học Cần Thơ, Cán bộ Võ Thị Thanh Bình khoa Thủy sản trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

Quý Thầy và Cán bộ phòng Sau đại học trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

Quý Thầy PGS.TS. Nguyễn Văn Kiểm, TS. Tạ Văn Phương trường Đại học Tây Đô Thành phố Cần Thơ.

Ban Giám Hiệu và đồng nghiệp của Trường Cao đẳng Kinh tế-Kỹ thuật Bạc Liêu đã tạo điều kiện thuận lợi và chia sẻ khó khăn trong suốt quá trình tôi thực hiện luận án.

Đến tất cả người thân trong gia đình tôi, các bạn đồng nghiệp, cùng các bạn cùng ngành công tác tại Ủy Ban nhân dân tỉnh Bạc Liêu; Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu những lời cảm ơn sâu sắc nhất, đã nhiệt tình trợ giúp, chia sẻ khó khăn và động viên cho tôi trong quá trình thực hiện luận án trong suốt thời gian qua.

Một lần nữa tôi xin trân trọng được bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc nhất đến tất cả những sự giúp đỡ quý báu của quý Thầy Cô cùng bạn bè đồng nghiệp./.

## MỞ ĐẦU

### 1. Đặt vấn đề

Hiện nay trên thế giới, nghề nuôi tôm là một trong những nghề nuôi thủy sản phát triển nhất. Các quốc gia đứng đầu về sản lượng tôm nuôi là Trung Quốc, Thái Lan, Indonesia. Riêng ở Việt Nam, Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng nuôi tôm nước lợ mặn lớn nhất cả nước. Bạc Liêu là tỉnh có diện tích và sản lượng nuôi tôm nước lợ mặn lớn đứng thứ hai sau Cà Mau tại ĐBSCL (Tổng cục Thống kê, 2013a, b).

Các quốc gia sản xuất tôm hàng đầu như Thái Lan, Trung Quốc và Indonesia, hầu như chỉ sản xuất tôm thẻ chân trắng. Tại Việt Nam và Indonesia sản lượng tôm thẻ chân trắng đang tăng lên mỗi năm trong khi sản lượng của tôm sú lại tiếp tục giảm đi. Trong nuôi tôm chi phí thức ăn chiếm khoảng 50-65% (khảo sát từ các hộ nuôi thực tế tại địa phương tỉnh Bạc Liêu) trong tổng chi phí sản xuất tôm. Như vậy, những nỗ lực cắt giảm chi phí ở thường tập trung vào việc kiểm soát lượng thức ăn cho tôm để không có chất thải dư thừa hoặc không cần thiết. Tuy nhiên, quản lý thức ăn tốt không phải là yếu tố duy nhất cần thiết để đảm bảo tôm phát triển tốt. Nếu lượng oxy hòa tan trong ao quá thấp, tôm sẽ ăn ít hơn và sẽ có nhiều thực phẩm thừa. Điều này sẽ ảnh hưởng đến các thông số khác của chất lượng nước, và nếu chất lượng nước giảm xuống dẫn đến sức khỏe của tôm giảm (Casillas và ctv, 2007; Attasat và ctv, 2013; Châu Tài Tảo, 2014).

Sự phát triển của nghề nuôi tôm đã đem lại thu nhập và lợi nhuận cho người nuôi, nhưng cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro về môi trường. Các nghiên cứu cho thấy, tôm nuôi chỉ hấp thu một phần nhỏ các chất dinh dưỡng có trong thức ăn, còn lại hầu hết Nitơ (75%) và Phospho (80%) và khoảng 25% Cacbon hữu cơ từ thức ăn được tích tụ ở đáy ao (Alongi và ctv, 1999; Avnimelech và ctv, 2003; Avnimelech, 2006, 2009).



Theo Sarà và ctv (2004); Nguyễn Thanh Long và Võ Thành Toàn (2008) nhận thấy rằng bùn đáy có hàm lượng C, N, P cao cùng với tỷ lệ N/P cao sẽ đưa đến sự bùng phát các loài tảo độc có khả năng làm giảm năng suất tôm nuôi thậm chí tôm bị chết. Theo báo cáo của Tổng cục Thủy sản (2013) nguyên nhân chủ yếu gây ra dịch bệnh trên tôm nuôi là do ô nhiễm môi trường, mà trong đó chất lượng nền đáy ao là yếu tố chủ yếu. Thức ăn dư thừa và sản phẩm thải của vật nuôi thường tích tụ ở đáy ao trong quá trình nuôi, từ đó làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng nước, đây là một trở ngại lớn đối với nghề nuôi tôm nói chung ở Đồng bằng sông Cửu Long.

Kiểm soát tỷ lệ các chất dinh dưỡng (C, N, P) trong nước và bùn đáy ao có vai trò quan trọng trong việc quản lý chất lượng nước, nhằm đảm bảo điều kiện tối ưu cho tôm cá nuôi tăng trưởng. Châu Tài Tảo (2014), Đỗ Minh Vạnh và ctv (2016) cho biết có nhiều phương pháp quản lý nguồn gây ô nhiễm môi trường ao nuôi tôm, trong đó có xu hướng nuôi tôm với mật độ cao, sử dụng thức ăn công nghiệp và ít thay nước ngày càng được ứng dụng rộng rãi.

Tuy nhiên, nuôi tôm không thay nước có thể quản lý được dịch bệnh nhưng lại tích lũy nhiều vật chất thải hữu cơ giàu dinh dưỡng chưa được phân hủy hoặc chỉ một phần đã được khoáng hóa và sản phẩm cuối cùng thường là các hợp chất vô cơ có thể gây độc đối với vật nuôi như Ammonia và Nitrite, đặc biệt là hàm lượng Nitrogen vô cơ tích lũy trong môi trường ao nuôi tôm thể chiếm đến 70-80% (Funge-Smith và ctv, 1998; Avnimelech, 2006). Nhằm hạn chế dịch bệnh, nhiều quy trình nuôi được đề xuất, trong đó quy trình nuôi không thay nước trở nên phổ biến. Nuôi tôm không thay nước hoặc ít thay nước cho thấy nếu quản lý tốt được sự cân bằng giữa quá trình phân hủy và đồng hóa thì hoàn toàn có thể nuôi tôm thành công. Một số thí nghiệm cho thấy có thể nuôi tôm tuần hoàn không thay nước hay ít thay nước đã thành công nhờ tăng cường an toàn sinh học đặc biệt đối với nghề nuôi tôm thẻ chân trắng (Funge-Smith và ctv, 1998; Fourooghifard và ctv, 2018)

Trong những năm gần đây, ở vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long nói chung và Bạc Liêu nói riêng, nhiều hình thức nuôi tôm trong đó nuôi tôm với mật

độ cao, sử dụng thức ăn viên công nghiệp ngày càng được ứng dụng rộng rãi, điều này đã dẫn tới sự tích tụ các chất hữu cơ trong ao ngày càng cao, môi trường ao nuôi dễ bị ô nhiễm, trong khi đó các giải pháp kỹ thuật quản lý chất thải hữu cơ trong ao nuôi thật sự hợp lý và chưa đồng bộ nên tôm nuôi dễ bị nhiễm bệnh. Thực tế đã có một số biện pháp quản lý môi trường ao nuôi tôm được nghiên cứu và ứng dụng ở ĐBSCL nhưng chưa có công trình nào nghiên cứu về sự chuyển hóa chất hữu cơ trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng trong điều kiện không thay nước ở mô hình nuôi tôm thâm canh. Từ thực trạng như vậy, việc “Nghiên cứu sự chuyển hóa vật chất hữu cơ trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) thâm canh” thực sự cần thiết. Tuy nhiên, để kết quả nghiên cứu có thể ứng dụng vào sản xuất và được sự thống nhất của hội đồng nên đề tài được giới hạn trong phạm vi một số mô hình nuôi công nghiệp tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu.

## **2. Mục tiêu nghiên cứu**

### **2.1. Mục tiêu tổng quát**

Đánh giá mức độ tích lũy và chuyển hóa vật chất dinh dưỡng Cacbon (TOC), Nitơ (TN), Phospho (TP) trong ao nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng, làm cơ sở góp phần cho vấn đề quản lý môi trường ao nuôi tôm công nghiệp hiệu quả và bền vững.

### **2.2. Mục tiêu cụ thể**

Xác định mức độ tích lũy vật chất dinh dưỡng C, N, P trong ao nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng trong ao đất ở Bạc Liêu.

Xác định mức độ tích lũy và chuyển hóa vật chất dinh dưỡng C, N, P trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng không thay nước ở hai mật độ 50 và 100 con/m<sup>2</sup>

Truy xuất chuyển hóa chất dinh dưỡng Nitơ trong tôm thẻ chân trắng bằng đồng vị bền <sup>13</sup>C và <sup>15</sup>N.

## **3. Nội dung nghiên cứu**

Đánh giá hiện trạng kỹ thuật và ước tính mức độ tích lũy lượng C, N, P trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh ở tỉnh Bạc Liêu ở mô hình nuôi không thay nước trong ao đất không lót bạt.

So sánh mức độ tích lũy và chuyển hóa C, N, P trong ao nuôi tôm thâm canh tôm thẻ chân trắng không thay nước ở mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup> và mật độ nuôi 100 con/m<sup>2</sup>.

So sánh mức độ tích lũy và chuyển hóa C, N, P trên tôm thẻ chân trắng được nuôi trên bể composit không thay nước ở mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup> và mật độ nuôi 100 con/m<sup>2</sup>. Đồng thời truy xuất nguồn gốc Nitơ trong tôm thẻ chân trắng bằng phương pháp đồng vị bền <sup>13</sup>C và <sup>15</sup>N.

#### **4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án**

Trên cơ sở phân tích hiện trạng kỹ thuật nuôi có ảnh hưởng đến chất lượng môi trường và ước lượng sự chuyển hóa C, N, P trong ao nuôi tôm thâm canh tôm thẻ chân trắng, từ đó xây dựng mối quan hệ giữa C, N, P trong ao nuôi tôm thâm canh không thay nước nhằm nâng cao năng suất và sản lượng tôm nuôi.

Luận án góp phần làm rõ các mức độ tích lũy, chuyển hóa của C, N, P chủ yếu của ao nuôi tôm thâm canh tôm thẻ chân trắng trong ao đất không thay nước.

Đồng thời truy xuất được nguồn gốc Nitơ từ thức ăn được chuyển hóa và tích lũy vào tôm, làm cơ sở đề xuất cho công tác quản lý thức ăn trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng.

#### **5. Những điểm mới của luận án**

Đối với các ao nuôi tôm trong vùng khảo sát, đã sơ bộ xác định được mức độ tích lũy C, N, P trong bùn, trong nước ao và trong tôm nuôi (với ba nhóm mật độ dưới 60, 60-80 và trên 80 con/m<sup>2</sup>) tại thời điểm thu hoạch của ba vùng nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh tại tỉnh Bạc Liêu.

Sơ bộ đánh giá được sự tích tụ C, N, P trong bùn, trong nước ao và sự chuyển hóa C, N, P từ thức ăn thành các chất dinh dưỡng trong tôm nuôi ở điều kiện ao nuôi thực nghiệm không lót bạt, không thay nước ở mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup> và 100 con/m<sup>2</sup>.

Truy xuất được nguồn gốc đạm từ thức ăn được chuyển hóa và tích lũy vào tôm (từ tôm giống đến tôm thu hoạch) qua phương pháp đồng vị bền <sup>13</sup>C và <sup>15</sup>N.

Mô phỏng được quá trình chuyển hóa C, N, P trong nuôi tôm thẻ chân trắng ở điều kiện không thay nước từ các kết quả được nghiên cứu.

Như vậy, kết quả nghiên cứu thu được sẽ là cơ sở cho các bên liên quan đề xuất một số giải pháp kỹ thuật phù hợp để quản lý các yếu tố môi trường nhằm hạn chế mức độ ô nhiễm không những trong hệ thống nuôi mà còn cả ngoài hệ thống nuôi tôm.

## Chương 1

### TỔNG QUAN

#### 1.1. Sơ lược đặc điểm sinh học tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) (boone, 1931)

##### 1.1.1. Sơ lược hình thái phân loại và phân bố

**Hình 1.1.** Hình dạng ngoài của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*)



Theo L.B. Holthuis, 1980 tôm thẻ chân trắng có hệ thống phân loại như sau:

Ngành: Arthropoda

Lớp: Malacostraca

Bộ: Decapoda

Họ: Penaeidae

Giống: *Litopenaeus*

Loài: *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931).

Tên tiếng Anh: Whiteleg shrimp

Tên Việt Nam: Tôm thẻ Chân Trắng

Tôm thẻ chân trắng có nguồn gốc từ vùng biển xích đạo đông Thái Bình Dương, châu Mỹ, từ ven biển Mexico đến miền trung Pêru, nhiều nhất ở vùng biển

gần Ecuador. Trong điều kiện nhiên tôm thẻ chân trắng có thể đạt chiều dài cơ thể tối đa 23 cm, con cái thường lớn nhanh hơn và có kích thước lớn hơn con đực (Baghaei và ctv 2013; Manecas và ctv, 2013).

Cơ thể của tôm penaeid được chia thành hai phần, đầu ngực và bụng. Hầu hết các cơ quan: tim, gan tụy và dạ dày đều nằm trong phần đầu ngực. Các phần phụ của đầu ngực được biến đổi thành các dạng khác nhau, bao gồm: năm cặp chân bò, cấu trúc giống như hàm, ăng ten và râu, và năm đôi chân bơi nằm ở bụng. Tôm thẻ chân trắng có chủy dài vừa phải, với 7-10 răng chủy cạnh trên và 2-4 răng chủy cạnh dưới. Ở những con đực trưởng thành, petasma là đối xứng và bán mở. Túi tinh gồm một khối được bao bọc bởi một vỏ bọc. Trong khi đó tôm cái trưởng thành có thelycum mở. Màu sắc thường là màu trắng đục, chúng có thể thay đổi tùy thuộc vào chất nền, thức ăn và độ đục của nước.

Tôm thẻ chân trắng là loài rộng muối có thể sống từ 0,5-50‰, mặc dù tăng trưởng tốt nhất đạt được trong độ mặn từ 10 đến 25‰ (Nguyễn Thanh Phương và Trần Ngọc Hải, 2004; Sowers và ctv, 2006). Nhiệt độ phù hợp cho sự sinh trưởng của tôm 25 - 32°C (Nguyễn Thanh Phương và Trần Ngọc Hải, 2004; Kim Văn Vạn và Đoàn Thị Ninh, 2019).

### **1.1.2. Một số yếu tố ảnh hưởng tới sinh trưởng và khả năng thích ứng của tôm thẻ chân trắng**

#### **1.1.2.1. Ảnh hưởng của thức ăn tới sinh trưởng của tôm**

Quá trình sinh trưởng của tôm thẻ chân trắng cũng chịu tác động của nhiều yếu tố bên ngoài, trong đó thức ăn có ảnh hưởng rõ nhất tới sinh trưởng của tôm. Tôm thẻ chân trắng là loài động vật ăn tạp nhưng thiên về thức ăn có nguồn gốc động vật. Kết quả phân tích dạ dày tôm cho thấy thành phần thức ăn rất phong phú như: tảo khuê, tảo sợi, động vật nguyên sinh, động vật phù du, mảnh vụn hữu cơ, giun nhiều tơ (Lê Quốc Việt và ctv, 2019; Jian Tan và ctv, 2019).

Ngoài tự nhiên tôm thường bắt mồi khi cường độ chiếu sáng thấp đặc biệt vào hai thời điểm trước bình minh và hoàng hôn (Manecas và ctv, 2013). Ngoài ra, tôm cũng tăng cường bắt mồi khi trong ao nuôi có nguồn nước mới khi thủy triều lên,

oxy hòa tan trong nước cao hơn 5mg/L (Madenjian, 1990; Muthuwani và Kwei Lin, 1995). Nhiều nghiên cứu đã chứng minh tính ăn của tôm thay đổi theo giai đoạn phát triển và khả năng bắt mồi của tôm tăng dần theo giai đoạn phát triển của cơ thể. Các nguồn thức ăn tự nhiên trong ao nuôi như tảo, động vật phù du và sinh vật đáy là nguồn dinh dưỡng có chất lượng cao, tôm dễ tiêu hóa và ít tốn chi phí, ngoài ra nguồn thức ăn này còn cung cấp cho tôm nhiều vitamin, khoáng chất và carbohydrate (Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn (2009; Lục Minh Diệp, 2012). Trong quá trình phát triển, tôm phải trải qua quá trình lột xác nhiều lần, vì vậy thức ăn có chứa chất khoáng đầy đủ sẽ giúp tôm lột xác đồng đều và chu kỳ lột xác rút ngắn. Châu Tài Tảo và ctv (2016) đã chứng minh rằng, nếu bổ sung thêm 60mL/m<sup>3</sup> khoáng vi lượng vào thức ăn thì tăng trưởng chiều dài cũng như tỷ lệ sống ở giai đoạn PL<sub>15</sub> của tôm thẻ chân trắng cao hơn so với không bổ sung hoặc bổ sung với lượng khoáng vi lượng thấp hơn. Fourooghifard và ctv. 2017 còn cho rằng, năng suất tôm thẻ chân trắng sẽ tăng lên nếu kết hợp với trồng rong đỏ (*Gracilaria corticata*). Đó là do rong đã giúp làm sạch môi trường, ổn định một số yếu tố môi trường như oxy hòa tan, pH.

Ngoài thức ăn, thì mật độ cũng là yếu tố ảnh hưởng khá rõ tới sinh trưởng của tôm. Kết quả nghiên cứu của Lê Quốc Việt và Trần Ngọc Hải (2018) đã chỉ ra rằng, tôm nuôi ở mật độ thấp (150 con/m<sup>3</sup>) có mức tăng trưởng, tỷ lệ sống cao hơn và hệ số thức ăn thấp hơn ( $p < 0,05$ ) so với mật độ 200 và 300 con/m<sup>3</sup>. Ngoài ra, sự tăng trưởng của tôm cũng phụ thuộc vào thành phần thức ăn. Lê Quốc Việt và ctv (2017; 2019) cho biết, nếu bổ sung 10% bí đỏ hoặc sử dụng cà rốt để thay thế 30% lượng thức ăn viên khi nuôi tôm thẻ thì chất lượng tôm được cải thiện và giảm được chi phí thức ăn. Một số kết quả nghiên cứu cũng cho biết trong quá trình nuôi tôm thẻ chân trắng công nghiệp theo công nghệ biofloc cũng cải thiện về sinh trưởng, tỷ lệ sống của tôm (Soon và ctv, 1999; Lục Minh Diệp, 2012; Tạ Văn Phương và ctv, 2014; Nguyễn Duy Quỳnh Trâm và ctv, 2015).

### **1.1.2.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hoạt động sống của tôm**

Khi nhiệt độ tăng sẽ thúc đẩy quá trình trao đổi chất của tôm tăng, tôm sẽ tăng cường hô hấp và quá trình tiêu hóa cũng nhanh hơn (Jesus Ponce-Palafox, và ctv, 1997). Tuy nhiên, do lượng men tiêu hóa trong cơ thể lại có hạn nên sẽ khó có thể hấp thụ được chất dinh dưỡng trong thức ăn như ở nhiệt độ thích hợp. Lúc đó tôm sẽ tiêu tốn nhiều thức ăn mà hiệu quả không cao. Ở điều kiện nhiệt độ cao, quá trình phân hủy sẽ xảy ra nhanh, tiêu tốn oxy và có thể gây thiếu oxy cục bộ ở tầng đáy, đồng thời sinh ra nhiều khí độc ( $H_2S$ ) và vi khuẩn gây bệnh. Tôm chỉ có thể sử dụng và hấp thụ thức ăn hiệu quả nhất khi sống trong khoảng nhiệt độ phù hợp 28-30°C (Đỗ Thị Thanh Hương và ctv, 2004; Đỗ Văn Bước và ctv, 2019). Lượng tiêu thụ thức ăn trung bình ở nhiệt độ 33°C cao hơn 36,5% so với ở nhiệt độ 29°C, nhưng tốc độ tăng trưởng tương tự nhau ở cả hai mức nhiệt độ 29 và 33°C. Kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, ở khoảng nhiệt độ trung bình từ (30,5°C-33,2°C) lượng tiêu thụ thức ăn cao hơn 30% so với nhiệt độ bình thường (25-28°C) sau 21 đến 40 ngày nuôi. Mặt khác, khi cho ăn ở nhiệt độ (30,5-33,2°C) thì chất lượng nước bị suy giảm do thức ăn đã cung cấp thừa Nitơ, Phospho cho ao và đã làm tảo gia tăng (Xia và ctv, 2004; Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010).

#### **1.1.2.3. Khả năng thích ứng với pH**

pH là một là một trong những yếu tố môi trường quan trọng có ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến đời sống của thủy sinh vật. Khi pH môi trường quá cao hay quá thấp đều có thể làm biến đổi độ thẩm thấu của màng tế bào, làm rối loạn quá trình trao đổi muối nước giữa cơ thể sinh vật và môi trường (Đỗ Thị Thanh Hương và ctv, 2004). Ngoài ra pH còn gây các ảnh hưởng gián tiếp như làm tăng nồng độ của khí  $NH_3$  và  $H_2S$  trong môi trường (Boyd, 1990, 1998; Dinh The Nhan và ctv, 2017).

#### **1.1.2.4. Khả năng thích ứng với độ mặn**

Khả năng thích ứng với độ mặn không chỉ thay đổi theo loài mà còn thay đổi theo từng giai đoạn phát triển cơ thể. Khi độ mặn thay đổi, trao đổi chất cơ sở của hầu hết động vật giáp xác cũng thay đổi. Khi tôm tiếp xúc với độ mặn thấp, chúng phải chống lại sự mất muối ( $Na^+$  và  $Cl^-$ ) thụ động bằng cách hấp thụ  $Na^+$  tích cực từ



nước (Ong Mộc Quý và Trịnh Việt Anh, 2005; Silva và ctv, 2010; Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010).

Ngoài ra, Lê Việt Dũng (2018) cũng cho biết thêm tỷ lệ sống và tốc độ sinh trưởng của tôm thẻ chân trắng nuôi trong nước ngọt (0‰) không khác biệt so với nuôi trong nước có độ mặn 30‰ trong 21 ngày. Kalbassi và ctv (2013) cho biết thêm trong cùng giai đoạn phát triển thì khả năng thích ứng với độ mặn của tôm thẻ chân trắng thấp hơn so với hai loài *Farfantepenaeus merguensis* và *F. brasiliensis* (Bảng 1.1).

**Bảng 1.1.** Độ mặn tối ưu cho tăng trưởng và tỷ lệ sống của một số loài tôm biển

Loài	Giai đoạn phát triển	Độ mặn (‰)	Nguồn tham khảo
<i>Farfantepenaeus merguensis</i>	Giống	25	Ruttanagosrigit và ctv (1982)
<i>F. brasiliensis</i>	Giống	35	Brito và ctv (2000)
<i>F. paulensis</i>	Hậu ấu trùng	10	Tsuzuki và ctv (2003)
<i>Litopenaeus vannamei</i>	Giống	5 - 15	Bray và ctv (1994)

Nguồn: Kalbassi và ctv, 2013

#### 1.1.2.5. Oxy hòa tan (DO)

Theo Boyd (1998 và 2003) nếu giữ nồng độ oxy hòa tan ở mức độ phù hợp (5-6 mg/L) trong suốt thời vụ, tôm nuôi có tỷ lệ sống cao, tốc độ tăng trưởng nhanh, năng suất và hệ số thức ăn (FCR) đạt được kết quả tốt nhất. Thông thường, khi mới thả giống, hàm lượng oxy trong các ao nuôi thường rất cao do sự quang hợp của tảo kết hợp với hệ thống sục khí, trong khi nhu cầu của tôm còn ít. Càng gần cuối vụ nuôi, sinh khối tôm tăng đồng thời mật độ vi khuẩn cũng tăng, khi đó hàm lượng oxy giảm dần và lượng CO<sub>2</sub> tự do có thể tăng cao hơn. Chính điều này trở thành yếu tố hạn chế sự phát triển của tôm (Lin và ctv, 2003; Chanratchakool và ctv, 1995). Nhìn chung, để cho tôm phát triển và sinh trưởng thuận lợi thì oxy hòa tan trong nước phải từ 5mg/L trở lên tới mức bão hòa. Nếu oxy hòa tan trong nước quá bão hòa sẽ có ảnh hưởng xấu tới quá trình trao đổi chất không những của tôm cũng như

các động vật thủy sinh khác do hiện tượng hình thành bọt khí trong máu – (Bảng 1.2) (Boyd và ctv 2002, Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010).

**Bảng 1.2.** Ảnh hưởng của lượng oxy hòa tan đối với động vật thủy sản

Lượng oxy hòa tan	Mức độ ảnh hưởng
Dưới 1-2 mg/L	Có thể gây chết vật nuôi nếu thời gian kéo dài vài giờ.
2-5 mg/L	Tăng trưởng sinh vật nuôi sẽ chậm nếu thời gian kéo dài
5 mg/L – bão hòa	Tốt nhất cho tăng trưởng của sinh vật nuôi.
Quá bão hòa	Có thể ảnh hưởng xấu đến sinh vật nuôi nếu sự quá bão hòa xảy ra trong cả ao.

Nguồn: Đỗ Thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010.

Vai trò của oxy trong nước không chỉ cung cấp dưỡng khí cho sự hô hấp của động vật thủy sinh mà còn có thể tham gia vào quá trình oxy hóa trực tiếp các chất độc hại có độc tính cao như  $H_2S$ ,  $NO_2^-$  trong nước và dưới đáy chuyển hóa thành Sulfate, Nitrate, từ đó làm giảm hoặc loại bỏ độc tính của chúng (Nix và ctv, 1981; Muthuwani và ctv, 1995; Peterson và ctv, 2001). Ngoài ra, oxy hòa tan trong nước cao cũng có tác dụng ức chế hoạt động của các loại vi sinh vật yếm khí có hại, hỗ trợ cải thiện môi trường nuôi tốt hơn (Jenneman và ctv, 1986; Madenjian và ctv, 1990; Kang và ctv, 1994; Moriarty và ctv, 1998). Oxy hòa tan trong nước thấp sẽ kéo theo lượng  $CO_2$  tăng, nếu trường hợp này xảy ra sẽ gây ảnh hưởng bất lợi đến tăng trưởng, tỷ lệ sống, giảm hoạt tính một số enzyme tiêu hóa và tăng hàm lượng glucose trong máu của tôm thẻ chân trắng, khi đó khả năng tôm sẽ bị bệnh sẽ gia tăng (Chanratchakool và ctv, 1995; Đỗ Thị Thanh Hương và ctv, 2010; Đỗ Văn Bức và ctv, 2019).

Oxy hòa tan trong nước đầy đủ không những giúp cải thiện nâng cao khả năng chịu đựng của vật nuôi đối với các nhân tố bất lợi của môi trường (như  $NH_3$ ,  $NO_2^-$ ,  $H_2S$ ...), mà còn giúp sinh vật tăng cường sức chống chịu trước sự đe dọa của môi trường. Những động vật sống trong môi trường oxy thấp kéo dài, sức miễn dịch sẽ giảm, khả năng kháng bệnh kém. Nghiên cứu cho thấy rõ, khi tình trạng thiếu oxy hòa tan trong nước kéo dài, nguy cơ phát sinh bệnh do vi khuẩn rất dễ dàng

tăng lên (Hopkins và ctv, 1994; Fast và ctv, 1988; Casillas-Hernández và ctv, 2007).

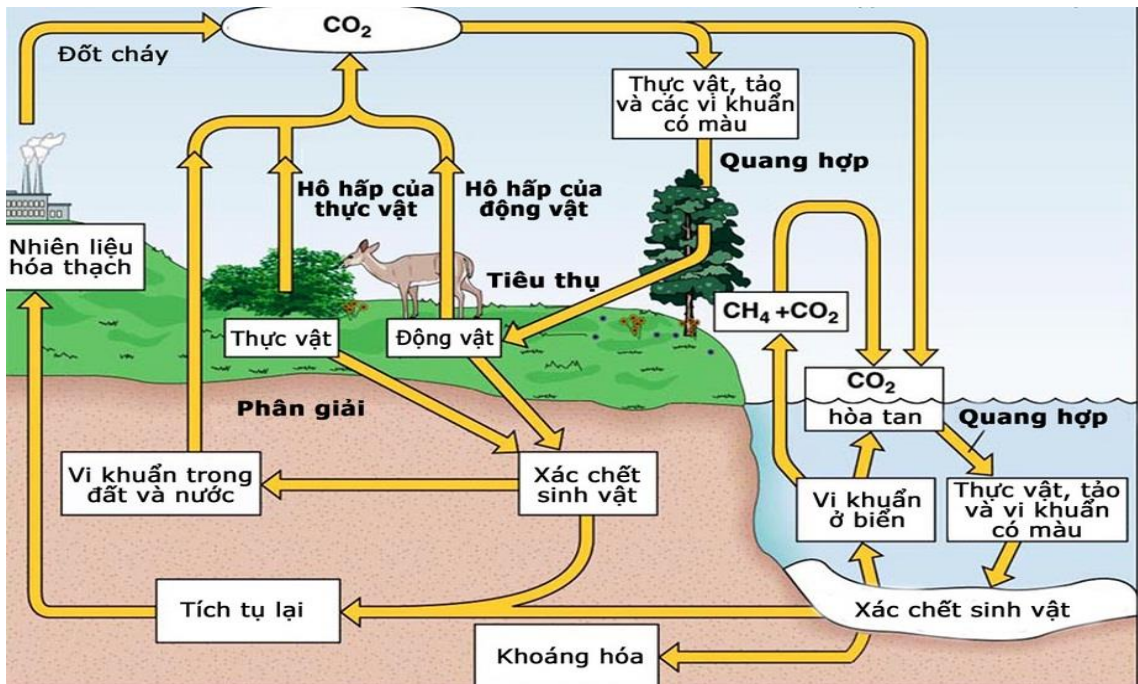
Từ những nguồn thông tin tổng hợp như vừa trình bày có thể nhận định rằng: sinh vật muốn tồn tại và phát triển được trong môi trường có nhiều biến động, thì bắt buộc chúng phải tự điều chỉnh quá trình trao đổi chất theo sự biến đổi của môi trường. Tuy nhiên, mỗi loài, mỗi giai đoạn phát triển cơ thể, sinh vật chỉ có thể điều chỉnh hoạt động trao đổi chất trong một giới hạn nhất định đối với biến đổi của môi trường.

## **1.2. Chu trình chuyển hóa C, N, P trong nước**

Tất cả các vật chất hữu cơ/vô cơ tồn tại trong thủy vực đều có quá trình phân hủy thành các chất đơn giản hơn. Cơ chế phân hủy của từng chất trong môi trường nước (nước ngọt/nước mặn) tương tự nhau, chúng chỉ khác nhau ở thời gian hoàn thành chu trình và sản phẩm cuối cùng của quá trình đó. Trong số rất nhiều chu trình các chất trong nước, thì chu trình cacbon, chu trình nito và chu trình Phospho được nhiều nhà nghiên cứu chú ý hơn cả.

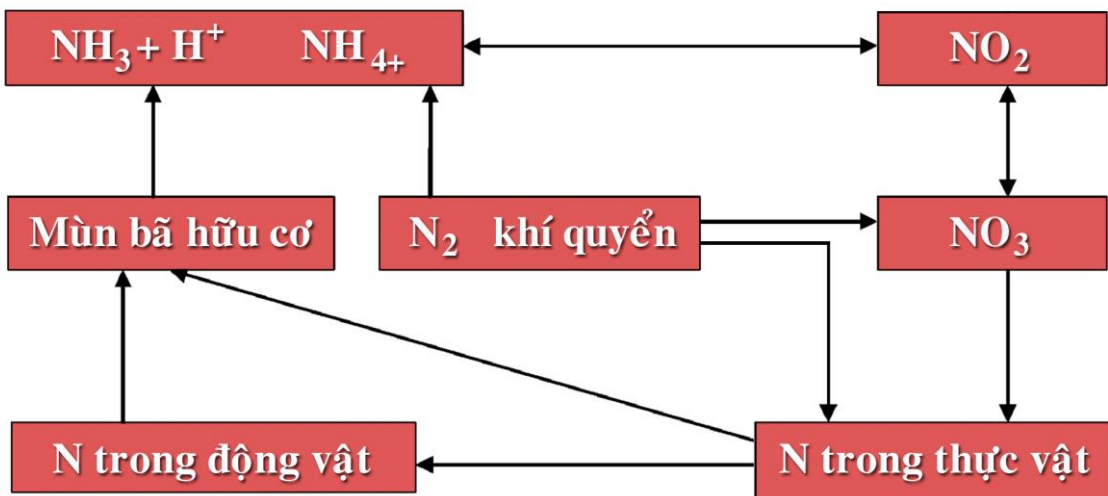
### **1.2.1. Chu trình Cacbon**

Cacbon đi vào chu trình dưới dạng  $\text{CO}_2$ .  $\text{CO}_2$  xâm nhập vào nước bằng hai con đường: xâm nhập trực tiếp và thông qua sự hấp thu của thực vật. Từ đây,  $\text{CO}_2$  tham gia vào chu trình rất phức tạp để tạo ra chất hữu cơ đầu tiên thông qua quá trình quang hợp (Hình 1.2). Cacbon trao đổi trong quần xã qua chuỗi và lưới thức ăn. Khi sử dụng và phân hủy các hợp chất chứa Cacbon, sinh vật trả lại  $\text{CO}_2$  và nước cho môi trường qua con đường hô hấp của động thực vật, vi sinh vật (Đặng Ngọc Thanh và ctv, 2007; Vũ Trung Tạng, 2011).



Hình 1.2. Chu trình Cacbon (Nguồn: Bộ giáo dục và đào tạo, 2016)

### 1.2.2. Chu trình Nito trong thủy vực

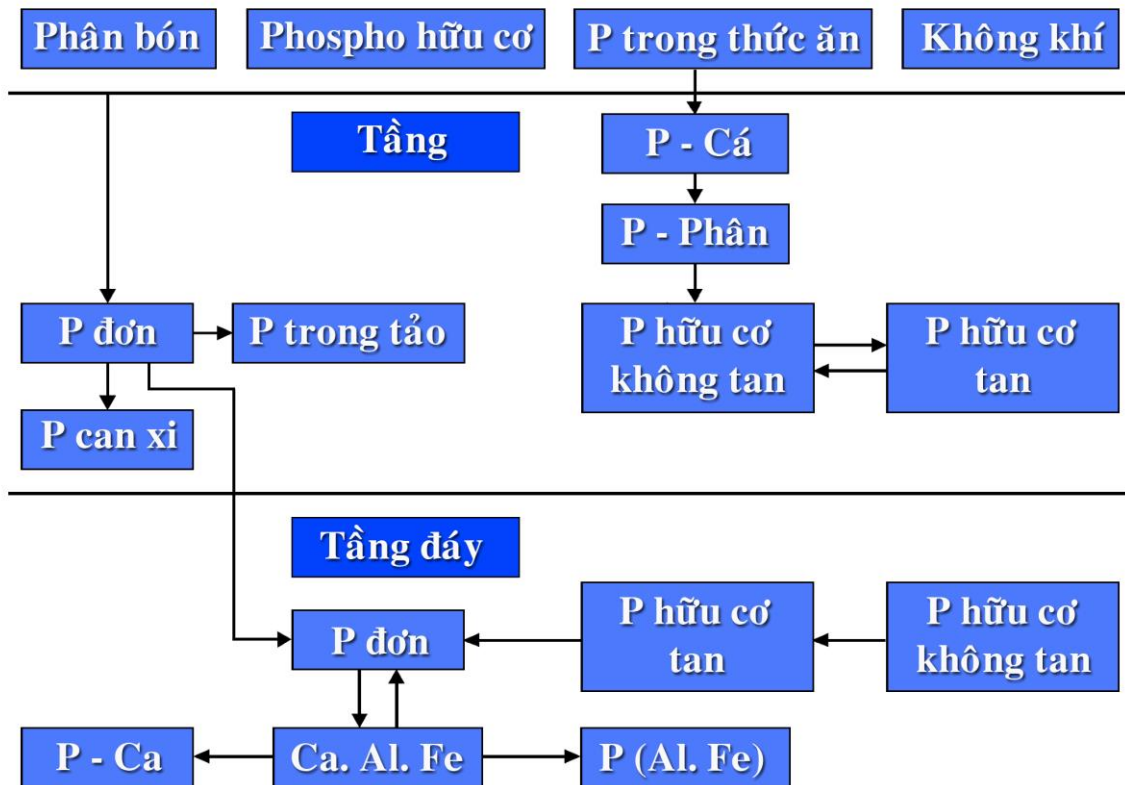


Hình 1.3. Chu trình Nito trong thủy vực (Nguồn: Boyd, 1990)

Trong không khí Nito chiếm tới khoảng 80% nhưng lượng Nito hòa tan vào nước không đáng kể và hầu như không có giá trị (Nguyễn Phú Hòa, 2016). Theo Đặng Ngọc Thanh và ctv (2007), Vũ Trung Tạng (2011), quá trình biến đổi Nito rất phức tạp, trong đó các dạng  $N_2$  luân phiên biến đổi bởi quá trình cố định, đồng hóa và sự khử Nitrat thành  $N_2$ . Ở trong môi trường nước,  $NH_3$  là sản phẩm cuối cùng

của quá trình phân hủy protein và các hợp chất chứa Nitơ khác. Quá trình cố định Nitơ là quá trình tạo ra năng lượng thừa của từng sinh vật. Nitơ trong thủy vực bị mất có thể do sự khử Nitrat thành Nitơ tự do, hoặc do quá trình lắng đọng của Nitơ vô cơ, hữu cơ vào trong nền đáy ao.

### 1.2.3. Chu trình Phospho



**Hình 1.4.** Chu trình Phospho (Nguồn: Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải, 2007)

Phospho đi vào cơ thể động vật ở dạng vô cơ  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , sau đó được xây dựng thành các phân tử hữu cơ như axit nucleic, lipid và ATP. Nguồn cung cấp Phospho tự nhiên vào hệ sinh thái nước giúp hệ thực vật phát triển mạnh và đôi khi dẫn đến bùng phát tảo xanh, ảnh hưởng đến phần còn lại của hệ sinh thái. Trong thủy vực Phospho thường tồn tại dưới hai dạng: hòa tan và được tích lũy trong tầng đáy ở điều kiện yếm khí và tập trung ở lớp nước sát bề mặt đáy. Sự chuyển hóa của Phospho giữa hai phần này phụ thuộc vào các phản ứng oxy hóa khử, sự hoạt động của vi khuẩn và khả năng hòa tan của các chất khoáng (Đặng Ngọc Thanh và ctv, 2007; Vũ Trung Tạng, 2011).

### **1.3. Một số nghiên cứu sự tích lũy, chuyển hóa chất hữu cơ trong ao nuôi tôm**

Trong quá trình nuôi thủy sản nói chung, sự tích lũy vật chất hữu cơ và vô cơ trong ao ngày càng tăng là điều tất yếu. Các vật chất tích lũy lại trong ao có nhiều nguồn gốc và thành phần khác nhau: thức ăn dư thừa, chất thải của vật nuôi và vật chất hữu cơ trên bờ ở khu vực xung quanh theo nước mưa chảy xuống ao. Những chất tích lũy lại trong ao có thể vừa là nguồn thức ăn trực tiếp nhưng cũng có thể là nguồn thức ăn gián tiếp của các đối tượng nuôi trong ao. Tuy nhiên, nếu lượng vật chất tích lũy trong ao quá nhiều, kèm theo đó thiếu sự kiểm soát hợp lý sẽ làm cho môi trường ao nuôi bị suy thoái từ đó ảnh hưởng tới vật nuôi (Kang và Matsuda, 1994; Lục Minh Diệp, 2012; Lê Quốc Việt và ctv, 2015). Các nguồn đầu vào của N và P chủ yếu là thức ăn cho tôm, chiếm hơn 90% (Huy và ctv, 2015).

Một trong các biện pháp nâng cao giá trị sử dụng các chất thải tích tụ trong đáy ao là biện pháp cải tạo ao nuôi đúng quy trình. Các thành phần thức ăn tự nhiên sẽ là thức ăn của tôm, cá nuôi trong ao thì tảo (phytoplankton) là mắt xích đầu tiên trong chuỗi thức ăn tự nhiên. Bên cạnh đó, trong ao nuôi lớp bùn đáy ao dưới tác động của nhiệt độ và vi sinh vật luôn diễn ra quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ thành vô cơ và ngược lại. Như vậy Carbonhydrat, Nitơ và Phospho trong bùn đáy ao đã gián tiếp làm tăng sinh khối tôm nuôi trong ao (Burford và ctv, 1998). Vai trò của vi khuẩn trong hệ sinh thái ao nuôi không chỉ tham gia trực tiếp vào các quá trình chuyển hóa vật chất mà còn có tác dụng trong quá trình tự làm sạch môi trường, giúp môi trường nước được ổn định và cân bằng. Một số nghiên cứu cho rằng nguồn thức ăn tự nhiên trong ao có đóng góp rất lớn vào chuỗi thức ăn của tôm. Đặc biệt rất quan trọng đối với giai đoạn ấu trùng và tôm con, nhờ nguồn thức ăn tự nhiên này đã làm giảm tỷ lệ tử vong trong những ngày đầu thả nuôi.

Để bảo đảm nguồn thức ăn tự nhiên trong ao thì biện pháp kỹ thuật cải tạo ao và xử lý nước trước khi thả nuôi rất quan trọng (Nguyễn Khắc Hùng, 2007; Lê Kim Long và Lê Văn Tháp, 2015). Vấn đề cải tạo ao đúng quy trình không chỉ góp phần tăng cường nguồn thức ăn tự nhiên có chất lượng cho tôm mà còn có thể làm

giảm chi phí vận hành, giảm tác động xấu tới môi trường xung quanh (Funge-Smith và ctv, 1998; Avnimelech 2006). Ưu điểm nổi bật của việc nuôi tôm có bổ sung nguồn thức ăn tự nhiên là lượng chất thải ra ngoài môi trường nước của tôm, của thức ăn thấp, vì vậy không phá vỡ sự cân bằng sinh thái và khả năng tự làm sạch môi trường. Tuy nhiên, năng suất tôm nuôi sẽ không cao, và chỉ có thể ứng dụng với các hình thức nuôi bán thâm canh hoặc quảng canh cải tiến (Nguyễn Thanh Phương và Trần Ngọc Hải, 2004; Loicka và ctv, 2007; Nguyễn Thanh Long và Huỳnh Thanh Hiền, 2015).

Ngày nay, nhu cầu của người tiêu dùng ngày càng tăng. Do đó nhiều kỹ thuật tiên tiến được đề xuất và ứng dụng nuôi tôm đạt năng suất cao, trong đó có công nghệ sản xuất thức ăn chuyên dụng để nuôi tôm đạt năng suất cao hơn. Tuy nhiên năng suất tôm nuôi tăng thường chi phí đầu tư đầu vào cũng tăng, trong đó đầu tư cho thức ăn chiếm 50-65% (kết quả được khảo sát từ các hộ nuôi thực tế). Với hệ số thức ăn của tôm thẻ chân trắng hiện nay ở Việt Nam trung bình FCR từ 1,3-1,4 thì sẽ có một lượng chất thải rất lớn tồn đọng trong đáy ao (Chanratchakool, 1995; VASEP, 2018). Nhiều nghiên cứu về chất thải lắng đọng trong ao nuôi tôm đã ghi nhận: khoảng 92% Nitơ và 94,5% Phospho có trong ao nuôi là từ thức ăn, đó là chưa kể các thành phần dinh dưỡng có trong thức ăn mà tôm không hấp thu được sẽ tồn tại trong đáy ao dưới dạng chung mùn bã hữu cơ. Trong số đó, hơn 70% được thải ra môi trường tự nhiên, dẫn đến hiện tượng phú dưỡng môi trường và có thể gây độc tính cấp tính đối với động vật thủy sản (Phạm Quý Nhân, 2008; Porchas và ctv, 2012; Van Rijn, 2013; Nguyễn Duy Quỳnh Trâm và ctv, 2015). Trong tầng nước và đáy ao nuôi tôm thẻ chân trắng ở Trung Quốc, thức ăn đóng góp trung bình 61,2% tổng lượng Nitơ và 81,0% Phospho (Xia và ctv, 2004). Theo Fourooghifard và ctv (2018) cũng ghi nhận rằng nguồn Nitơ có trong ao chủ yếu từ thức ăn.

Nguồn chất thải từ các vùng nuôi tôm thường được thải trực tiếp ra môi trường không qua xử lý làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến hệ sinh thái, gây ô nhiễm môi trường đồng thời là nguyên nhân chính làm phát sinh các mầm bệnh cho tôm. Việc cho thức ăn quá nhiều, chất lượng nước không ổn định, thức ăn dễ tan, thức ăn

khó hấp thu là những yếu tố làm cho lượng N và P trong nước thải tăng lên. Người ta ước lượng rằng, có khoảng 63-78% Nitơ và 76-80% Phospho cho tôm ăn bị thất thoát vào môi trường (Tạ Văn Phương, 2006; Tổng cục Thủy sản, 2015).

Hiện nay với mô hình nuôi tôm công nghiệp không thay nước, các chất hữu cơ chưa được xử lý trước khi thải ra môi trường, nguồn dưỡng chất N và P từ thức ăn dư thừa cũng như từ chất thải của tôm có tác động đến sự phú dưỡng của môi trường nước xung quanh. Mức độ gây độc của  $\text{NH}_3$  phụ thuộc vào pH và nhiệt độ nước. Nếu  $\text{NH}_3$  trong nước cao hơn 0,1 mg/L có thể làm ức chế sinh sản của một số loài cá và có thể gây cho tôm chết (Usui và ctv, 2006; Vương Trọng Quý, 2006).

Hàm lượng chất hữu cơ có thể tăng lên trong thời gian sử dụng nếu ao không được dọn tẩy. Ở những ao xây dựng trên nền đất cát và ít được dọn tẩy, sự tích lũy vật chất hữu cơ sẽ xảy ra nhanh chóng hơn vì ở đó chất thải có thể thấm nhanh vào đất. Đất ao có thể ảnh hưởng đến pH của nước ao, nhất là trường hợp đất phèn tiềm tàng. Điều này cũng có nghĩa là ao nuôi ở vùng đất phèn sẽ phải chấp nhận điều kiện môi trường ao nuôi xấu trong nhiều vụ nuôi đầu tiên, tăng rủi ro về năng suất và dịch bệnh. Cho nên vùng đất có phèn tiềm tàng thường không được khuyến khích nuôi tôm (Chanratchakool và ctv 1995; Carvalho và ctv, 2009). Theo Nguyễn Thanh Phương và Trần Ngọc Hải (2004) đất ao có ảnh hưởng đến pH của ao và chất dinh dưỡng trong ao nuôi. Những ao đất có nhiều mùn bã hữu cơ có thể sinh ra nhiều khí độc, khó dọn tẩy hơn và chất hữu cơ ngày càng tích lũy nhiều hơn. Việc bón phân vô cơ cho ao nuôi đôi khi cũng không có hiệu quả. Những ao đất chứa nhiều cát cũng gặp tình trạng tương tự là khó quản lý ao nuôi, nhất là gây màu và giữ màu nước trong suốt quá trình nuôi (Holmer và ctv, 2007; Lê Kim Long và Lê Văn Tháp, 2017).

Hàm lượng vật chất lắng đọng trong ao nuôi tôm trung bình là khoảng 200 tấn/ha/năm, và có thể bao phủ khoảng 40% diện tích đáy ao tương đương với lớp bùn dày 7,5-10 cm, tuy nhiên sự lắng đọng lại không đồng đều trên nền đáy ao (Holmer và ctv, 2007). Do lượng chất lắng đọng chủ yếu ở đáy, nên nền đáy thường giàu dinh dưỡng hơn so với trong tầng nước. Với đặc tính như vậy, đáy ao trở thành



một địa điểm thuận lợi cho sự phát triển của vi sinh vật. Theo Tạ Văn Phương và ctv (2014) sau mỗi vụ nuôi, lượng thức ăn dư thừa, chất thải của tôm tích tụ ở đáy ao sẽ tạo thành một lớp mùn bã hữu cơ. Đây chính là nơi chứa nhiều tác nhân gây bệnh và sản sinh ra một số khí độc. Chính những tác nhân trên không những làm ảnh hưởng đến quá trình phát triển của tôm mà còn tác động làm suy thoái lớp đất ở đáy ao nuôi tôm.

Điều kiện đáy ao rất quan trọng đối với tôm so với các loài thủy sản khác vì tôm dành phần lớn thời gian kiếm mồi ở đáy, và vùi mình vào đất đáy ao (Boyd, 2009). Một đặc điểm điển hình của bùn tích tụ trong ao nuôi tôm là màu đen và có mùi  $H_2S$  do có nồng độ Sulfate cao và đây là loại khí rất độc cho tôm nuôi (Ikemoto, 2008). Ngoài ra, quá trình phân hủy các chất hữu cơ chứa Nitơ, Phospho còn tạo ra các chất độc như:  $NH_3$  và  $NO_2^-$  có thể gây ảnh hưởng đến tôm nuôi. Một số nghiên cứu của Burford và vtv (2001); Eren và ctv (1977) cũng cho rằng tôm sú chỉ có thể hấp thụ và chuyển đổi 24% Nitơ và 13% Phospho trong thức ăn phục vụ cho quá trình lớn lên của cơ thể. Tương tự như vậy, Avnimelech và ctv (2003); Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn (2009) cũng cho rằng tôm hoặc cá chỉ hấp thụ và tích lũy từ 15-30% chất dinh dưỡng trong thức ăn (Carbon: 13%, Nitơ: 29%, Phospho: 16%), phần còn lại đều được tìm thấy ở đáy ao. Các nghiên cứu được tiến hành trong ao nuôi tôm của (Lin và ctv, 2003) đã ước tính khoảng 26% Nitơ và 24% Phospho có trong thức ăn được tích lũy trong tôm, phần còn lại lắng đọng ở đáy của ao nuôi tôm sú thâm canh. Funge-Smith và ctv (1998) cho rằng khoảng 65% Carbon và 84% Phospho tích lũy trong đáy ao có nguồn gốc từ của thức ăn. Paez-Osuna và ctv (1997) báo cáo rằng trong ao nuôi tôm sú bán thâm canh có tới 63,5% lượng Phospho của thức ăn tan trong ao và ước tính khoảng 47,2% Phospho, 38% tổng lượng Nitơ đầu vào bị hấp phụ bởi nền đáy ao. Kết quả xác định lượng chất hữu cơ của thức ăn trong môi trường ao nuôi tôm thẻ chân trắng vùng hồ Tây của Trung Quốc đã thu được: 193,38kg N/ha (61,2%), 45,20 kg P/ha (81,01%) trong tổng mức tăng Nitơ và Phospho (Xia và ctv, 2004).

Kết quả nghiên cứu sự tích lũy Nitơ và Phospho trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng tại Thừa Thiên Huế của Nguyễn Duy Quỳnh Trâm và ctv (2015) đã ghi nhận: khoảng 92% Nitơ và 94,5% Phospho có trong ao nuôi là từ thức ăn, phần còn lại từ chất thải của con giống và từ nguồn nước cấp với tỷ lệ lần lượt: Nitơ là 8%, Phospho là 5,5%. Khả năng chuyển đổi và tích lũy Nitơ và Phospho của tôm nuôi trong mô hình này lần lượt là 30% và 9%. Phần lớn Nitơ tôm không hấp thụ được thải ra môi trường chiếm 70% (trong nước: 54% và bùn ao 11%, Nitơ thất thoát là 5%). Phospho thải ra môi trường nước và bùn đáy lần lượt là 20% và 40%, lượng Phospho thất thoát không xác định được chiếm tỷ lệ 31% của tổng Phospho đầu vào.

Theo thời gian nuôi lượng vật chất hữu cơ, Nitơ, Phospho tích lũy trong ao ngày càng tăng (Vương Trọng Quý, 2006). Nitơ và Phospho là hai nguyên tố cơ bản của sự sống có mặt ở tất cả các hoạt động liên quan đến sự sống và trong rất nhiều ngành nghề sản xuất công nghiệp, nông nghiệp. Hợp chất hoá học chứa Nitơ, Phospho được gọi là thành phần dinh dưỡng trong phạm trù nước thải và là chỉ tiêu gây ô nhiễm khá trầm trọng cho môi trường. Nitơ và Phospho là những thành phần chủ yếu trong chất thải hữu cơ của trại nuôi tôm. Khoảng 70-80% đạm trong ao nuôi thủy sản có nguồn gốc từ thức ăn và các sản phẩm bài tiết của các loài động vật thủy sản, từ vi sinh vật phân huỷ chất hữu cơ và đạm trong thành phần bùn đáy ao thủy sản hầu hết thường ở dạng kết hợp với chất hữu cơ (Boyd, 1985; Nguyễn Thị Bé Phúc, 2008).

Chất thải của tôm thải ra phụ thuộc vào chất lượng thức ăn, khẩu phần cho ăn, khả năng tiêu hóa, hấp thụ và chuyển hóa các hợp chất trong thức ăn (Afsharnasab và ctv, 2008). Thức ăn tôm dễ tiêu hóa, có kích cỡ phù hợp đồng nghĩa với tôm ăn nhiều nhất và chất dinh dưỡng trong thức ăn được tôm hấp thụ cao nhất, khi đó lượng chất thải thải ra môi trường thấp từ đó sẽ làm giảm mức độ ô nhiễm nước ao nuôi (McIntosh và ctv, 2001).

Van Rijn (2013) cho rằng mặc dù có sự thay đổi lớn giữa các loài và phương pháp nuôi, nhưng có thể kết luận rằng phần lớn chất thải Nitơ (60-90%) ở dạng hòa

tan (chủ yếu là Ammoniac) còn đối với Phospho, phần lớn được bài tiết theo chất thải của tôm cá (25-85%). Ngoài ra, Silva và ctv (2010) cũng đã xác định được trong hệ thống tuần hoàn (RAS) không chỉ có khoảng 18% lượng thức ăn bổ sung bị thất thoát mà có khoảng 21% lượng Cacbon hữu cơ và Nitơ cũng bị thất thoát.

Như vậy, chất thải trong quá trình nuôi tôm đều được tích tụ ở đáy ao và được gọi với tên chung là mùn bã hữu cơ thực sự là trở ngại lớn đối nghề nuôi tôm công nghiệp với mật độ cao. Chất thải tích tụ trong nuôi tôm khi xả thải ra ngoài có thể tác động tiêu cực đến môi trường và mang theo nhiều hệ lụy khó khắc phục như: (i) phá hủy các khu vực tự nhiên xung quanh khu vực nuôi như vùng đất ngập nước và rừng ngập mặn, (ii) là nguồn dịch bệnh và dễ lây lan tới khu vực lân cận, (iii) có thể làm giảm sự đa dạng sinh học của quần thể tự nhiên nếu đối tượng nuôi thoát khỏi ao nuôi mà loài nuôi không phải là loài bản địa và (iv) ô nhiễm nước mặt do quá trình xả thải nước từ các ao nuôi (Ryther và ctv, 1971; Satapornvanit, 1993; Funge-Smith, 1998; Bergfur và ctv, 2009).

Tuy nhiên, các chất hữu cơ lắng đọng trong bùn đáy ao không chỉ do thức ăn dư thừa, chất thải của tôm tạo nên mà còn có sự đóng góp từ khu vực xung quanh ao nuôi. Nguyễn Thanh Phương và Trần Ngọc Hải (2004) cho rằng chất thải lắng tụ trong ao nuôi tôm bao gồm đất ao bị xói mòn, phân tôm, thức ăn dư thừa, xác phiêu sinh vật, vôi, chất lơ lửng trong nước cấp vào,... trong đó chất lắng tụ do xói lở ao chiếm tỷ lệ lớn nhưng chúng không phải là nguồn chính của thành phần chất hữu cơ trong lớp chất thải lắng tụ. Phân tôm, thức ăn dư thừa và xác phiêu sinh mới chính là nguồn chất hữu cơ lắng tụ. Vì thế, ao nuôi càng thâm canh thì lượng chất hữu cơ lắng tụ càng nhiều. Những chất hữu cơ từ nhiều nguồn khác nhau lắng tụ ở đáy ao theo thời gian tạo thành lớp bùn đáy. Đây là môi trường thuận lợi cho các loại vi khuẩn, đặc biệt là vi khuẩn kỵ khí hoạt động. Tùy theo độ dày của lớp bùn đáy, độ sâu của mực nước,... dẫn đến mật độ vi khuẩn kỵ khí, kỵ khí sẽ thay đổi. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng mật độ vi khuẩn kỵ khí ở đáy ao thường cao hơn 2 đến 4 lần so với mật độ của các nhóm này có trong tầng nước (Reddy và ctv, 1986; Phan Minh Thụ và ctv, 2015). McIntosh (2001); Meksumpun và ctv (2005) cho rằng

trong ao nuôi thường có nhiều Nitơ, trong khi lượng Cacbon thường rất thấp nên khả năng khoáng hóa chậm và hàm lượng  $H_2S$  tích tụ tăng lên.

Lục Minh Diệp (2012) ước tính khoảng 20-40% (trung bình 25%) lượng Nitơ từ thức ăn được tích lũy thành sinh khối cơ thể tôm. Lượng dinh dưỡng còn lại sẽ bị thải vào môi trường theo sản phẩm bài tiết của tôm và từ thức ăn thừa. Trong ao nuôi thâm canh 90% lượng Nitơ tích lũy trong chất thải ở dạng ammonium ( $NH_3$  hoặc  $NH_4^+$ ). Ammonium hình thành trong ao có thể do chất thải trực tiếp của tôm hoặc từ quá trình khoáng hóa chất hữu cơ tạo nên. Lượng Nitơ, Phospho có ở trong ao nuôi cũng bị thất thoát do quá trình bay hơi (Ryther và ctv, 1971) và khoảng 9,2-30,8% tổng lượng Nitơ đầu vào đã bị mất do bay hơi trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng ở Mexico khoảng 13,4% tổng lượng Nitơ đã bị mất do bay hơi (Mariscal-Lagarda và ctv, 2014). Ngược lại trong ao nuôi tôm khu vực hồ Tây của Trung Quốc khoảng 54,9% tổng lượng Nitơ đầu vào đã bị mất do bay hơi, khử Nitơ (Revsbech và ctv, 1980; Xia và ctv, 2004).

Theo Avnimelech và ctv (2003) kiểm soát điều kiện đất đáy ao là cần thiết, bao gồm sục khí vừa phải ở những nơi có tích lũy bùn đặc, xây dựng ao có nơi lắng bùn trước khi đưa vào nuôi, kích thích tính hoạt hóa của chất bồi lắng, dùng hóa chất để cân bằng tiến trình oxy hóa khử và sử dụng lại nguồn nước lọc từ bùn đáy. Tại những nơi mà nguồn nước cấp quá đục vì các chất vẩn hoặc phù sa, việc thiết lập các hồ lắng để cung cấp nước sạch cho ao nuôi trở nên rất cần thiết (Boyd, 1995; Vũ Thế Trụ, 2001).

Trong hệ thống nuôi tôm thâm canh tạo ra một lượng lớn chất thải vô cơ dưới dạng thức ăn thừa và các sản phẩm bài tiết, trong số đó hơn 70% được thải ra môi trường ao nuôi. Thức ăn tôm ăn được bài tiết đa số đều ở dạng chất thải trao đổi chất làm tăng chất dinh dưỡng vô cơ và chất hữu cơ trong nước và tích lũy (Paez-Osuna và ctv, 1997; Attasat và ctv, 2013). Trong các ao nuôi tôm sú thâm canh ở Thái Lan và Alabama (Mỹ) cho thấy nguồn Nitơ tích lũy rất lớn (76-92%) và Phospho (51-89%) từ thức ăn. Trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng tại khu vực Hồ Tây của Trung Quốc cho thấy Nitơ và Phospho tích lũy từ thức ăn trung bình lần lượt là

61,24% và 81,01% (Xia và ctv, 2004). Một số nghiên cứu về mức độ tích lũy Nitrogen trong nước, bùn đáy ao cho biết tăng dần theo thời gian, nhưng lượng Nitrogen tích lũy trong tôm khi thu hoạch cao hơn không đáng kể so với tôm giống ban đầu (bảng 1.3)

**Bảng 1.3.** Hàm lượng Nitơ đầu vào và đầu ra trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng

50 con/m <sup>2</sup>	Đầu vào Nitrogen				Đầu ra Nitrogen				
	Thức ăn	Tôm giống	Nước ban đầu	Tổng	Tôm thu hoạch	Bùn	Nước	Tổng	Không tính được
g/m <sup>2</sup>	35,8	8,9	0,05	44,6	9,7±0,3	44,6±0,06	16,7±0,4	30,9±0,7	13,7±0,7
%	79,8	20,1	0,1	100	21,7±1,6	10,0±0,6	37,5±1,1	69,2±1,0	30,8±2,3

Nguồn: Fouroughifard và ctv, 2018

Lượng Nitơ trong nước nuôi tôm cũng thể hiện mức độ ô nhiễm của nước và có thể tồn tại ở dạng hợp chất hữu cơ, Ammoniac, Nitrit hay Nitơ tự do. Nếu Nitơ tổng trong ao nuôi tồn tại chủ yếu ở dạng hữu cơ và Ammoniac thì nước trong ao nuôi ô nhiễm giai đoạn đầu, nhưng khi Nitơ ở dạng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trong ao nuôi thì chứng tỏ giai đoạn phân hủy đã kết thúc.

Lượng Phospho tồn tại trong ao nuôi là điều tất nhiên và là yếu tố quan trọng vì nó là dinh dưỡng cho tảo và thực vật dưới nước. Trong ao nuôi tôm, Phốt phát tích tụ dần do các chất thải của tôm và thức ăn thừa. Nếu hàm lượng Phospho tăng cao dẫn đến sự phát triển mạnh các loài tảo và thực vật dưới nước và khi tàn sẽ gây ô nhiễm ảnh hưởng đến hàm lượng oxy hòa tan trong nước. Sự tích lũy Phospho trong ao nuôi cũng tăng dần nhưng lại gần như không tăng trong tôm, điều đó chứng tỏ nhu cầu về Phospho của tôm rất thấp (Bảng 1.4)

**Bảng 1.4.** Hàm lượng Phospho đầu vào và đầu ra trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng

50 con/m <sup>2</sup>	Đầu vào Phospho				Đầu ra Phospho				
	Thức ăn	Tôm giống	Nước ban đầu	Tổng	Tôm thu hoạch	Bùn	Nước	Tổng	Không tính được
g/m <sup>2</sup>	4,9	0,6	0	5,57	0,6±0,02	3,6±0,04	1,3±0,03	5,5	0,02±0,02
%	88,6	11,4	0	100	11,3±0,3	64,4±0,7	23,8±0,3	99,5	0,4

Nguồn: Fouroughifard và ctv, 2018

#### 1.4. Một số kết quả ứng dụng đồng vị bền cacbon và nitơ trong ao tôm

Đồng vị là một loại nguyên tử có cùng tính chất hóa học nhưng khác nhau về số lượng neutron trong hạt nhân. Một đồng vị được coi là bền khi nó không phát ra bức xạ. Hầu hết các đồng vị xuất hiện trong tự nhiên đều ở trạng thái bền. Các đồng vị bền thường được dùng để phân tích truy xuất và xác định nguồn gốc của các hợp chất hữu cơ trong môi trường và trong thực phẩm như:  $^2\text{H}/^1\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ . Nhờ ứng dụng đồng vị bền, nên có thể xác định được mức độ hiệu quả hấp thụ dưỡng chất từ môi trường của sinh vật (Trịnh Anh Đức, 2018; Maksymowka và ctv, 2000).

Nitơ và đồng vị của nitơ: Nitơ là một phi kim, có độ âm điện là 3,0 thuộc phân nhóm chính nhóm năm trong bảng hệ thống tuần hoàn D. I. Mendeleev. Nguyên tử nitơ có năm điện tử ở lớp điện tử ngoài cùng vì thế nó thường có hóa trị ba trong phần lớn các hợp chất. Nitơ là chất khí không màu, không mùi, hóa lỏng ở  $-195,8^\circ\text{C}$  và hóa rắn ở  $-209,86^\circ\text{C}$ . Nitơ tồn tại ở trạng thái tự do và dạng hợp chất. Nitơ tự do chiếm 78,16% thể tích không khí và là thành phần của mọi cơ thể sống. Andrews và ctv (1998). Nitơ có sáu đồng vị bền và đồng vị phóng xạ. Trong số các đồng vị phóng xạ  $^{12}\text{N}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{16}\text{N}$  và  $^{17}\text{N}$ , đồng vị  $^{13}\text{N}$  có thời gian sống dài nhất với chu kỳ bán rã 10,05 phút. Chính vì giới hạn này nên các đồng vị phóng xạ của Nitơ không được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu (Kerhervé và ctv, 2001). Ngoài ra, nitơ có hai đồng vị bền là  $^{14}\text{N}$  và  $^{15}\text{N}$  thành phần đồng vị  $^{15}\text{N}$  trong khí quyển xấp xỉ bằng 0,366% nitơ tổng số và đồng vị  $^{14}\text{N}$  chiếm 99,634%, nghĩa là cứ có một nguyên tử  $^{15}\text{N}$  trong khí quyển thì có 272 nguyên tử  $^{14}\text{N}$ . Tỷ số  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  trong khí quyển và vật chất tự nhiên là không thay đổi. Bất cứ tỷ số lớn hơn nào đều liên quan đến việc sử dụng vật liệu nhân tạo làm giàu  $^{15}\text{N}$  như là đồng vị đánh dấu được sử dụng trong nhiều nghiên cứu. Vì cả  $^{15}\text{N}$  và  $^{14}\text{N}$  đều không phải là đồng vị phóng xạ, sử dụng tỷ số  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  trong nghiên cứu không gây nguy hại hay ảnh hưởng đến sức khỏe con người, đồng thời bản chất bền của chúng cho phép thực hiện các thực

nghiệm lâu dài. Vấn đề trở ngại khi sử dụng đồng vị  $^{15}\text{N}$  trong nghiên cứu là giá thành  $^{15}\text{N}$  và thiết bị phân tích  $^{15}\text{N}$  cao (Holmer và ctv 2007).

Với biện pháp truyền thống là cải tạo ao nuôi, thúc đẩy quá trình chuyển hóa vật chất trong đáy ao thành những chất có ích cho đối tượng nuôi thông qua chuỗi thức ăn thì không thể xác định được nguồn gốc Cacbon, Nitơ và Phospho có trong thịt tôm. Nếu sử dụng phương pháp phân tích đồng vị bền Nitơ có thể xác định chính xác nguồn gốc các chất hữu cơ được tôm hấp thụ từ môi trường sống (Tucker, 1999; Kao và ctv, 2000; Holmer và ctv, 2007).

Naidu và ctv (2000); Nguyễn Thị Hường (2012) cho rằng có thể sử dụng đồng vị bền Cacbon ( $\text{C}^{13}$ ,  $\text{C}^{12}$ ) của Nitơ ( $^{15}\text{N}$ ,  $^{14}\text{N}$ ) để đánh giá mức độ tác động của nguồn vật chất ngoài tự nhiên đối với sinh vật nuôi cũng như có thể phát hiện tỷ lệ đóng góp Nitơ vào thành phần cơ thịt của chúng qua chế độ dinh dưỡng. Theo Julián Gamboa và ctv (2009) khi sử dụng đồng vị bền Cacbon  $^{13}\text{C}$  và Nitơ  $^{15}\text{N}$  để truy xuất thì có thể phân biệt được tôm sử dụng thức ăn tự nhiên và tôm sử dụng thức ăn nhân tạo. Qua đó có thể xác định được giá trị dinh dưỡng tôm tự nhiên cao hơn hoặc thấp hơn so với tôm nuôi. Theo De Niro và Epstein (1978, 1981); Ikemoto (2008) bằng cách phân tích đồng vị bền Nitơ thì có thể xác định được sự nguồn gốc dưỡng chất (động vật/thực vật) tích lũy vào tôm nuôi ngay từ giai đoạn còn nhỏ của từng loại thức ăn.

Các đồng vị của hai nguyên tố thường dùng trong nghiên cứu truy xuất nguồn gốc dưỡng chất là Cacbon ( $^{13}\text{C}$  và  $^{12}\text{C}$ ) và Nitơ ( $^{15}\text{N}$  và  $^{14}\text{N}$ ). Trong quá trình trao đổi chất, các vật chất hữu cơ sau khi hấp thụ vào làm thay đổi tỷ lệ đồng vị nặng và đồng vị nhẹ. Nhưng khi thay đổi bậc dinh dưỡng tỷ lệ đồng vị  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  thay đổi rất ít (0,5-1‰) vì vậy đồng vị Cacbon bền thường sử dụng để xác định sức sản xuất sơ cấp nào là nguồn dinh dưỡng quan trọng của các sinh vật tiêu thụ. Trái lại, Nitơ cho biết sự làm giàu theo bậc dinh dưỡng, sinh vật tiêu thụ có hàm lượng  $^{15}\text{N}$  cao hơn so với thức ăn của chúng ở một mức tương đối ổn định (3,4‰) (Phạm Quốc Hùng, 2007).

Bậc dinh dưỡng của một sinh vật có thể xác định bằng cách so sánh tỷ lệ đồng vị của chúng với các sinh vật khác trong ao nuôi. Đồng thời, dùng tỷ lệ đồng vị có thể xác định được nguồn dinh dưỡng mà sinh vật đã tiêu thụ. Ngoài ra tỷ lệ đồng vị cũng dùng để truy xuất nguồn gốc của chất thải trong NTTS (Sara và ctv, 2004; Yokoyama và ctv, 2006).

Ở Việt Nam, việc ứng dụng kỹ thuật đồng vị đồng vị trong nghiên cứu nước ngầm đã được bắt đầu từ những năm 80 của thế kỷ 20 và đã thu được một số thông tin khoa học tin cậy về nguồn gốc thành tạo, động học nước ngầm ở đồng bằng sông Cửu Long. Tuy còn cần làm rõ hơn về tuổi nước ngầm ở đồng bằng này nhưng những kết quả về các đồng vị thu được rất hữu ích trong nghiên cứu về quá trình hình thành đồng bằng cùng hệ thống nước ngầm của nó. Tuy nhiên việc ứng dụng đồng vị  $^{15}\text{N}$  để xác định nguồn gốc hợp chất Nitơ trong nước ngầm mới chỉ là bắt đầu. Ở Hà Nội, bằng kỹ thuật đồng vị  $^{15}\text{N}$  dựa trên việc so sánh hàm lượng của đồng vị này trong nước ngầm với giá trị hàm lượng  $^{15}\text{N}$  đặc trưng của amoni trong phân bón, chất hữu cơ trong đất, Năm 2018, Trịnh Anh Đức, 2018 và các cộng sự của Viện hoa học kỹ thuật hạt nhân Hà Nội đã xác định được nguồn amonia trong nước ngầm ở đây là cả từ phân bón sử dụng trong nông nghiệp (nguồn gốc nhân tạo) và từ chất hữu cơ có sẵn trong các lớp địa tầng (nguồn gốc tự nhiên). Đây là một một trong số rất ít nghiên cứu về nguồn gốc hợp chất Nitơ trong nước ngầm bằng kỹ thuật đồng vị được tiến hành tại Việt Nam tới thời điểm hiện nay.

Riêng vấn đề sử dụng đồng vị bền của Nitơ và Cacbon để truy xuất nguồn dưỡng chất tích lũy trong các đối tượng nuôi thủy sản ở Việt Nam hầu như chưa được nghiên cứu. Vì vậy thông tin về lĩnh vực này còn rất thiếu, đây là một trở ngại lớn cho việc nâng cao giá trị gia tăng của các sản phẩm thủy sản Việt Nam khi xuất khẩu sang các thị trường có yêu cầu cao về nguồn gốc tôm nuôi, nguồn gốc thực ăn và quy trình kỹ thuật được ứng dụng để nuôi tôm.

## **1.5. Tổng quan tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở ĐBSCL so với cả nước**

### **1.5.1. Tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng ĐBSCL so với cả nước**



Theo Lục Minh Diệp (2012) hai loài tôm he chủ yếu đang được nuôi tại Việt Nam là tôm sú và tôm thẻ chân trắng. Tôm sú là loài tôm bản địa, là đối tượng nuôi chủ lực của ngành nuôi trồng thủy sản Việt Nam từ 2007 trở về trước. Tuy nhiên, diện tích và sản lượng nuôi loài tôm này giảm sút do dịch bệnh, đặc biệt là bệnh đốm trắng. Tôm thẻ chân trắng được di nhập vào Việt Nam từ 2001 bắt đầu mở rộng diện tích nuôi từ năm 2004. Từ năm 2008 tôm thẻ chân trắng trở thành đối tượng nuôi thay thế tôm sú ở các vùng nuôi thâm canh. Nhưng đến năm 2010 tình hình nuôi thủy sản không thuận lợi, nuôi tôm gặp rất nhiều khó khăn trong sản xuất và thị trường tiêu thụ sản phẩm (Tổng cục thủy sản, 2014).

**Bảng 1.5.** Diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng ở Việt Nam từ năm 2014 -2017 (ha)

<b>Nội dung</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Cả nước	85.540	87.962	100.000	110.100
ĐBSCL	66.749	57.781	64.440	75.994
Long An	5.654	5.849	4.717	4.968
Tiền Giang	2.980	2.016	1.587	2.580
Bến Tre	9.203	7.500	5.000	5.510
Trà Vinh	5.201	4.664	6.560	6.443
Kiên Giang	1.915	2.009	1.698	1.900
Sóc Trăng	27.146	23.597	30.261	34.098
Bạc Liêu	8.208	5.915	7.424	8.050
Cà Mau	6.442	6.231	7.193	12.445
ĐBSCL/cả nước	78,0%	65,7%	64,4%	69,0%
Bạc Liêu/ĐBSCL	12,3%	10,2%	11,5%	10,6%

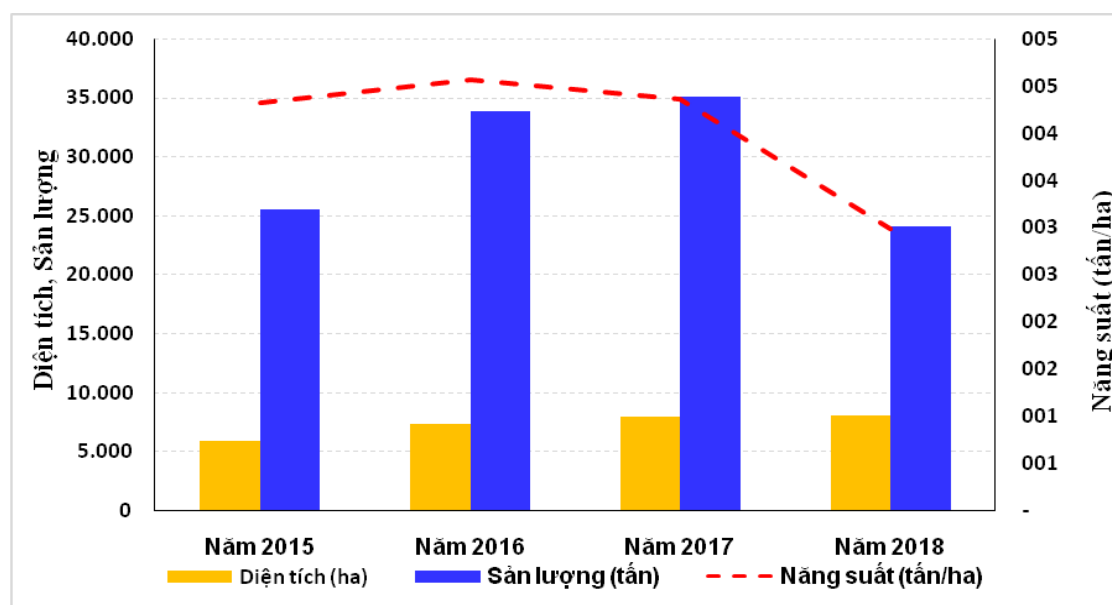
Nguồn: Tổng cục thủy sản, 2014-2017.

Như vậy, diện tích tôm nuôi ở Việt Nam tăng dần qua các năm là kết quả tổng hợp của việc du nhập và cải tiến các quy trình sản xuất tôm giống nhân tạo, cải tiến kỹ thuật nuôi tôm với các hình thức khác nhau như: quảng canh cải tiến, bán thâm canh, thâm canh và sự phát triển mạnh mẽ của các hoạt động dịch vụ thủy sản (Bảng 1.5). Diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng ở ĐBSCL chiếm tỷ lệ cao nhất so với cả nước qua các năm gần đây, riêng tỉnh Bạc Liêu năm 2015 diện tích có giảm do

ảnh hưởng dịch bệnh tôm chết từ năm 2012 (Báo cáo Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2015), tuy nhiên tỷ lệ diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng của Bạc Liêu so với ĐBSCL vẫn duy trì ở mức ổn định. Điều này chứng tỏ đối tượng thủy sản tôm thẻ chân trắng đã đạt vị trí trọng điểm nuôi thủy sản nước lợ và điển hình của cả nước nói chung của ĐBSCL nói riêng.

### 1.5.2. Năng suất và sản lượng tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu từ 2015-2018

Các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long tiếp tục chuyển dịch mạnh cơ cấu kinh tế sang nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nuôi tôm thẻ chân trắng. Nhiều loại hình nuôi được áp dụng có hiệu quả như nuôi thâm canh, bán thâm canh, nuôi luân canh và xen canh tôm lúa.v.v... Các địa phương có sản lượng tôm nuôi cao như: Cà Mau, Bạc Liêu, Sóc Trăng (Tổng cục thủy sản, 2016).



**Hình 1.5.** Diện tích sản lượng tôm nước lợ của Bạc Liêu

Nguồn: Tổng cục thủy sản năm 2015 đến 2018.

Theo (Bảng 1.6) khu vực Đồng bằng sông Cửu Long là vùng nuôi tôm nước lợ chủ yếu của cả nước. Thật vậy diện tích nuôi tôm thẻ chân trắng và sản lượng nuôi tôm thẻ chân trắng ĐBSCL ở các tỉnh ven biển như: Trà Vinh, Kiên Giang, Sóc Trăng, Cà Mau và tỉnh Bạc Liêu qua 4 năm (từ năm 2014 đến 2017) đều có sự tăng dần qua các năm, riêng năm 2015 có giảm nhưng không đáng kể. Điều này nói lên điều kiện tự nhiên vùng nước lợ ở các tỉnh ĐBSCL phù hợp cho sự sinh trưởng

của tôm thẻ chân trắng. Từ đó, vị trí của tôm thẻ chân trắng ngày càng được khẳng định trên thị trường trong và ngoài nước.

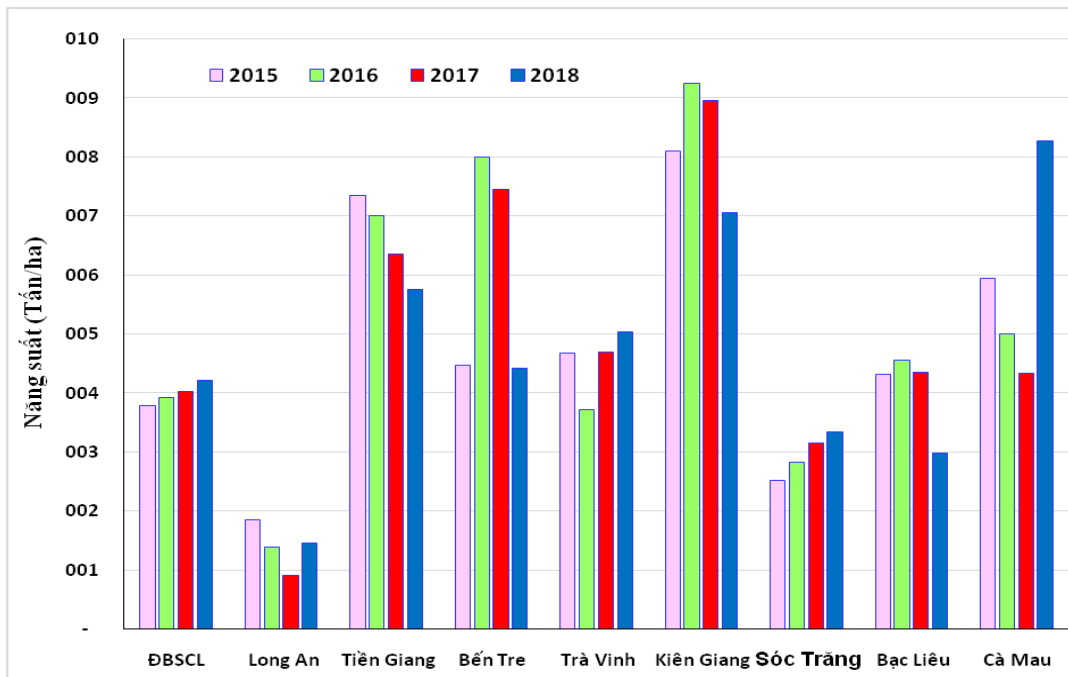
**Bảng 1.6.** Sản lượng tôm thẻ chân trắng ở ĐBSCL so với cả nước từ 2014 đến 2017*Đơn vị tính: tấn/ha*

Nội dung	Năm 2014	Năm 2015	Năm 2016	Năm 2017
Cả nước	357.840	340.571	385.000	430.500
ĐBSCL	241.841	218.930	53.100	305.775
Long An	11.957	10.798	6.560	4.533
Tiền Giang	17.050	14.819	11.109	16.399
Bến Tre	42.200	33.500	40.000	41.000
Trà Vinh	23.197	21.765	24.372	30.247
Kiên Giang	16.856	16.281	15.706	17.000
Sóc Trăng	66.400	59.200	85.500	107.549
<b>Bạc Liêu</b>	<b>33.181</b>	<b>25.567</b>	<b>33.853</b>	<b>35.047</b>
Cà Mau	31.000	37.000	36.000	54.000
ĐBSCL/cả nước	67,6%	64,3%	65,7%	71,0%
Bạc Liêu/ĐBSCL	13,7%	11,7%	13,4%	11,5%

Nguồn: Tổng cục thủy sản, 2014-2017.

Đồng Bằng Sông Cửu Long là vùng nuôi tôm nước lợ trọng điểm của cả nước, tôm TCT cũng đang được phát triển nhanh chóng. Do nhiều địa phương thực hiện chuyển đổi phần lớn diện tích nông nghiệp hiệu quả thấp sang nuôi tôm, đồng thời tăng diện tích nuôi thâm canh và bán thâm canh và siêu thâm canh như tỉnh Bạc Liêu hiện nay.

Qua (Hình 1.5 và Bảng 1.6) cho thấy diện tích tôm thẻ chân trắng ở các tỉnh ven biển Đồng bằng sông Cửu long phát triển tương đối đều, riêng tỉnh Sóc trăng có sự vượt trội vào năm 2014 và năm 2017, riêng hai tỉnh Kiên Giang và Tiền Giang có gia tăng diện tích nuôi thẻ chân trắng giữa các năm nhưng không đáng kể.



**Hình 1.6.** Năng suất nuôi tôm thẻ chân trắng khu vực ĐBSCL

Nguồn: Tổng cục thủy sản, 2018.

### 1.5.3. Tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng trên địa bàn tỉnh Bạc Liêu

Bạc Liêu là một tỉnh thuộc miền đất cực Nam của tổ quốc Việt Nam. Tỉnh có chung địa giới với tỉnh Hậu Giang, Kiên Giang ở phía Tây Bắc; Sóc Trăng ở phía Đông Bắc; Cà Mau ở phía Tây Nam; phía Đông Nam giáp biển Đông. Bạc Liêu có bờ biển dài 56 km nối với các vùng quan trọng như Gành Hào, Nhà Mát, Cái Cùng.

Diện tích tự nhiên: 2.582,46 km<sup>2</sup>. Bạc Liêu có 6 huyện là: Hoà Bình, Vĩnh Lợi, Hồng Dân, Giá Rai, Phước Long, Đông Hải và Thành phố Bạc Liêu-Trung tâm hành chính của tỉnh.

Bạc Liêu có địa hình tương đối bằng phẳng, chủ yếu nằm ở độ cao trên 1,2 m so với mặt biển, còn lại là những giồng cát và một số khu vực trũng ngập nước quanh năm. Địa hình có xu hướng dốc từ bờ biển vào nội đồng, từ Đông Bắc xuống Tây Nam. Trên địa bàn tỉnh có nhiều kênh rạch lớn như kênh Quản Lộ- Phụng Hiệp, kênh Cạnh Đèn, kênh Phó Sinh, kênh Giá Rai.

Bạc Liêu nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Lượng mưa trung bình hàng năm 2.000 -2.300 mm. Nhiệt độ trung bình 26°C, cao nhất 31,5°C,

thấp nhất 22,5°C. Độ ẩm trung bình mùa khô 80%, mùa mưa 85%. Vùng này ít chịu ảnh hưởng của bão và áp thấp nhiệt đới; không chịu ảnh hưởng trực tiếp của lũ lụt của hệ thống sông Cửu Long, nhưng lại chịu tác động mạnh của thủy triều biển Đông và một phần chế độ nhật triều biển Tây.

Riêng nghề nuôi tôm nước lợ ở tỉnh Bạc Liêu phát triển từ năm 2008 sau khi có Chỉ thị 228/CT-BNN-PTNT về phát triển nuôi tôm chân trắng do Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn ban hành cho phép các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long quy hoạch nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng (Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu, 2015). Nhìn chung, Bạc Liêu có điều kiện thuận lợi khi triển khai thực hiện. Đề án tái cơ cấu ngành Thủy sản tỉnh Bạc Liêu đến năm 2020, định hướng đến năm 2030 theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững (Quyết định số 1009/QĐ-UBND ngày 22/6/2016 của Chủ tịch UBND tỉnh).

**Bảng 1.7.** Thống kê nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu

Danh mục	ĐVT	Thực hiện năm 2019			
		Toàn tỉnh	Trong đó		
			BL	HB	ĐH
<b>Tổng DT nuôi trồng thủy sản</b>	<b>ha</b>	<b>23.403</b>	<b>6.733</b>	<b>8.291</b>	<b>4.059</b>
<b>Diện tích nuôi tôm</b>	<b>ha</b>	<b>19.120</b>	<b>6.500</b>	<b>7.000</b>	<b>3.600</b>
<b>Sản lượng</b>	<b>tấn</b>	<b>83.084</b>	<b>25.683</b>	<b>26.800</b>	<b>23.499</b>
DT nuôi tôm STC	ha	1.001	316	216	220
+ Năng suất	tấn/ha	19,06	21,89	23,26	20,84
+ Sản lượng	tấn	19.082	6.918	5.025	4.585
DT nuôi tôm thẻ chân trắng	<b>ha</b>	9.895	3.325	1.970	2.176
+ Năng suất	tấn/ha	3,76	3,66	4,55	5,88
+ Sản lượng	tấn	37.160	12.185	8.960	12.792

Nguồn: Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu, 2019.

Theo Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu (2019) Thủ tướng Nguyễn Xuân Phúc đã giao việc thực hiện đồng bộ các giải pháp cơ cấu lại ngành nông nghiệp, phân đầu xây dựng Bạc Liêu trở thành trung tâm ngành công nghiệp tôm của cả nước. Để hiện thực hóa mục tiêu trở thành "thủ phủ" tôm như kỳ vọng của Chính phủ, tỉnh

Bạc Liêu đẩy mạnh thu hút đầu tư cho lĩnh vực này, với nhiều dự án lớn đã và đang triển khai. Điển hình là mô hình nuôi tôm siêu thâm canh trong nhà kính của Tập đoàn Việt - Úc với 2 khu sản xuất phức hợp 500 ha tại 2 xã Hiệp Thành (TP Bạc Liêu) và Vĩnh Thịnh (huyện Hòa Bình). Bên cạnh sự phát triển nuôi tôm siêu thâm canh thì các mô hình nuôi tôm qui mô nhỏ trong ao đất vẫn được nhiều hộ nuôi duy trì áp dụng.

Theo Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu (2019) tỉnh Bạc Liêu hiện có khu nông nghiệp ứng dụng CNC phát triển tôm Bạc Liêu; 12 công ty, đơn vị nuôi tôm thẻ chân trắng siêu thâm canh ứng dụng CNC và 324 hộ dân nuôi tôm thẻ chân trắng 2 giai đoạn. Một số mô hình đang áp dụng tại địa phương như: nuôi tôm thẻ chân trắng STC trong nhà kính. Mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng 2 giai đoạn theo công nghệ Biofloc. Mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng ao đất lót bạt, ao ương và ao nuôi bố trí trong nhà màng. Mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng trong nhà màng và ngoài trời. Mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng STC trong hồ tròn, có hệ thống thay nước, xử lý chất thải qua nuôi cá rô phi và xử lý vi sinh, tái sử dụng nước.

Bên cạnh việc mở rộng mô hình nuôi tôm STC ứng dụng CNC nói riêng ở Bạc Liêu vẫn còn gặp một số khó khăn trở ngại như: vốn đầu tư ban đầu lớn, có lượng nước thải, chất thải rất lớn cần công nghệ cho xử lý hiệu quả, hệ thống thủy lợi, thủy nông nội đồng chưa đáp ứng yêu cầu, giá cả các yếu tố đầu vào đầu ra thiếu ổn định, từ đó việc nuôi cũng mới chỉ dừng ở diện tích nhỏ so với diện tích chung của tỉnh.

## Chương 2

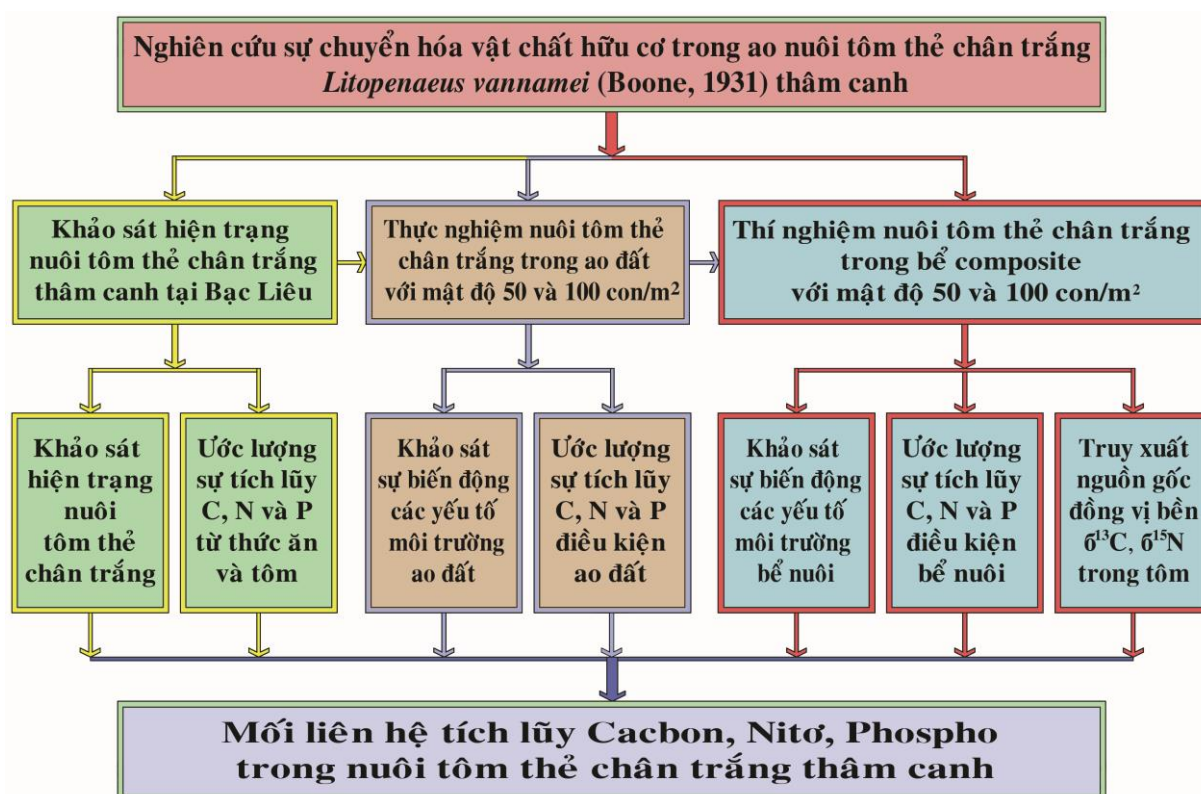
### PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Sơ đồ tổng quát nội dung nghiên cứu

(1) Khảo sát và đánh giá hiện trạng nghề nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu, trên cơ sở đó thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng trong ao đất không thay nước trong bể composite với 2 mật độ 50 và 100 con/m<sup>2</sup>.

(2) So sánh sự tích lũy Cacbon, Nitơ, Phospho trong nước và mức độ chuyển hóa các hợp chất này vào trong tôm nuôi.

(3) Sơ bộ xác định nguồn gốc chất dinh dưỡng Nitơ trong tôm bằng đồng vị bền <sup>13</sup>C và <sup>15</sup>N.



Hình 2.1. Sơ đồ tóm tắt nội dung nghiên cứu

#### 2.2. Thời gian, địa điểm và đối tượng nghiên cứu

##### 2.2.1. Thời gian



Các nội dung nghiên cứu được thực hiện từ năm 2015-2018.

### 2.2.2 Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu khảo sát được tiến hành tại vùng nuôi tôm trọng điểm của huyện Đông Hải, huyện Hòa Bình và thành phố Bạc Liêu, tỉnh Bạc Liêu.

Thực nghiệm nuôi tôm trong ao đất không lót bạt ở vùng ven biển: tại Hiệp Thành, phường Nhà Mát, thành phố Bạc Liêu, tỉnh Bạc Liêu.

Nghiên cứu thực nghiệm nuôi tôm trên bề composite: tại Khoa Sinh học Ứng dụng trường Đại học Tây Đô, Thành phố Cần Thơ.

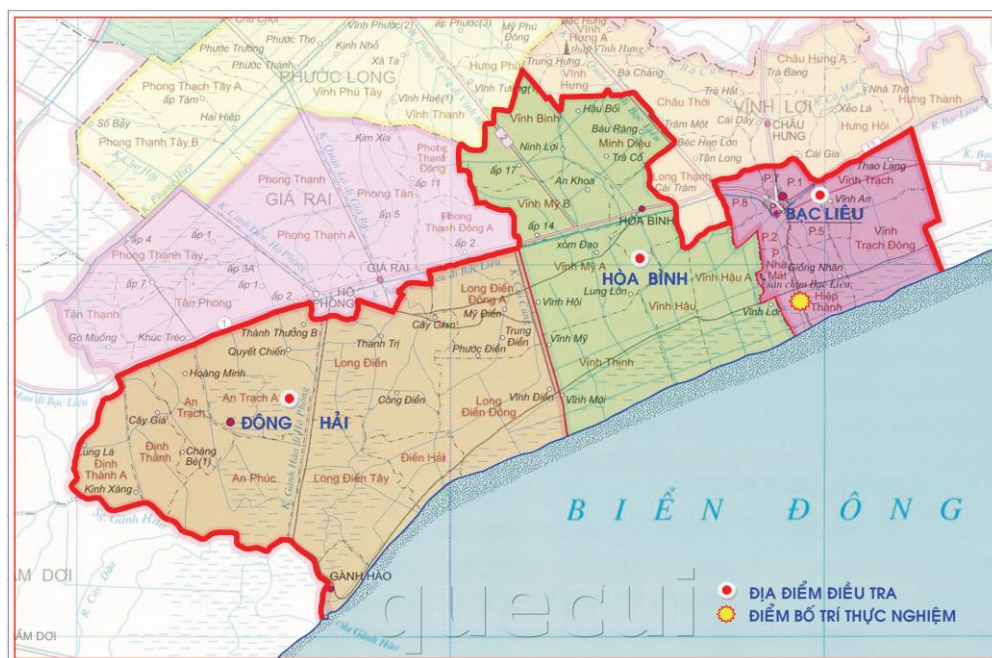
Chỉ tiêu phân tích Phân tích hàm lượng các đồng vị được thực hiện tại phòng thí nghiệm của Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội.

### 2.2.3. Đối tượng nghiên cứu

Tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*).

## 2.3. Phương pháp nghiên cứu

### 2.3.1. Phương pháp điều tra khảo sát



**Hình 2.2.** ● Địa điểm điều tra và điểm ☀ bố trí thực nghiệm của nghiên cứu  
(Nguồn bản đồ: Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu, 2014)

Khảo sát tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh được tiến hành từ tháng 6 đến tháng 9 năm 2015, với 68 hộ nuôi tại (1) huyện Hòa Bình, (2) huyện Đông Hải và (3) thành phố Bạc Liêu thuộc tỉnh Bạc Liêu (hình 2.2).

Mẫu (hộ điều tra) khảo sát mang tính ngẫu nhiên với điều kiện tôm thẻ chân trắng được nuôi thâm canh trong ao đất và có tính phổ biến (chiếm đa số trong tổng số diện tích nuôi của khu vực) và tính chất đại diện cho cả vùng nuôi.

Nguồn thông tin sơ cấp: Thu thập bằng mẫu phỏng vấn trực tiếp theo bảng câu hỏi soạn sẵn từ các điểm đã đánh dấu trên bản đồ (hình 2.2). Các thông tin thu thập bao gồm: Mùa vụ, nguồn giống, quy cách chọn giống, mật độ thả, diện tích ao nuôi, xử lý nước thải, quản lý môi trường,... chú trọng lượng thức ăn, lượng tôm thu hoạch để ước lượng C, N, P.

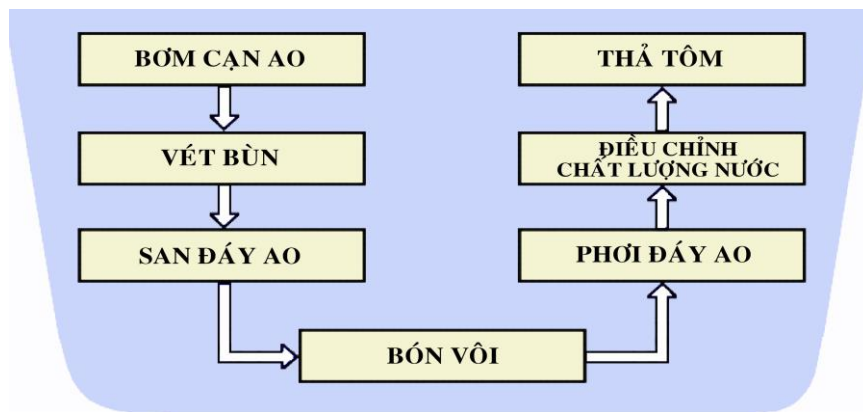
Nguồn thông tin thứ cấp: Thu thập từ các báo cáo định kỳ, báo cáo tổng kết cuối năm của Chi cục Thủy sản, Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu và từ nguồn Tạp chí chuyên ngành thuộc Tổng cục Thủy sản, Bản tin Thủy sản của Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn, báo cáo khoa học trong và ngoài nước có liên quan tình hình nuôi thâm canh tôm thẻ chân trắng tại khu vực thu mẫu.

### **2.3.2. Phương pháp bố trí thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng**

Phương pháp được thực hiện với 2 thí nghiệm như sau:

#### **2.3.2.1. Nuôi tôm trong ao đất không lót bạt, không thay nước**

Nghiên cứu được thực nghiệm tại xã Hiệp Thành, phường Nhà Mát, thành phố Bạc Liêu, tỉnh Bạc Liêu từ tháng 4 đến tháng 8 năm 2016. Tôm thẻ chân trắng được thả trong ao nuôi với 2 mật độ là 50 và 100 con/m<sup>2</sup> và mỗi mật độ nuôi được lặp lại 3 lần. Nghiên cứu được bố trí ngẫu nhiên với 6 ao nuôi của cùng trang trại, mỗi ao nuôi có diện tích là 3.000m<sup>2</sup>, độ sâu 1,6m, mực nước ao nuôi nuôi 1,3m.



**Hình 2.3.** Quy trình cải tạo chuẩn bị ao nuôi tôm

Tôm giống thả nuôi có kích cỡ ban đầu là PL<sub>12</sub> và được kiểm tra mầm bệnh đốm trắng, đầu vàng, hội chứng chết sớm bằng phương pháp PCR trước khi thả nuôi. Thời gian thực hiện vụ nuôi là 60 ngày và chỉ bổ sung bù lượng nước thất thoát (nếu cần thiết). Ao được cải tạo theo quy trình gồm các bước (hình 2.3)

**Bảng 2.1.** Các thông số bố trí thí nghiệm nuôi tôm trong ao đất không lót bạt

Thông số	NT1 (50 con/m <sup>2</sup> )	NT2 (100 con/m <sup>2</sup> )
Ao đất không lót bạt (m <sup>2</sup> )	3.000	3.000
Khối lượng tôm giống (g/con)	0,002	0,002
Số lần cho ăn trung bình/ngày	04	04
Số lượng ao	03	03

Tôm được cho ăn 4 lần/ngày (7, 11, 15 và 19 giờ) bằng thức ăn tôm công nghiệp Cargill, với hàm lượng protein dao động từ 38-42% và lượng thức ăn dao động từ 5-10% khối lượng tôm/ngày (Tạ Văn Phương, 2016). Mỗi ao nuôi được lắp 4 giàn quạt nước/ao (mỗi giàn quạt có 15 cánh), mỗi giàn quạt có công suất 2 HP, sử dụng 18-24 giờ/ngày tùy theo giai đoạn nuôi.

### 2.3.2.2. Nuôi trong bể composite (500 lít)

Thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh trong bể composite với 2 mật độ 50 và 100 con/m<sup>2</sup>. Thực nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 6 bể composite 500L và mỗi mật độ nuôi được lặp lại 3 lần. Thời gian nuôi là 60 ngày. Chế độ chăm sóc tôm tương tự nhau. Nguồn nước thí nghiệm có độ mặn 15‰ được pha từ nước ót 120‰ chuyển về từ Vĩnh Châu - Sóc Trăng pha với nguồn nước máy ở

Cần Thơ (công thức pha 2.1). Sau đó, nước được xử lý bằng Chlorine với liều lượng  $60 \text{ g/m}^3$ , sau 96 giờ (4 ngày) nước được sục khí liên tục đến khi hết Chlorine và dùng EDTA để loại bỏ kim loại nặng với lượng  $10 \text{ g/m}^3$ . Nước nuôi tôm (15%) được pha theo công thức:

Chuẩn bị và bố trí thí nghiệm:

Trước khi thả tôm, hệ thống bể nuôi và dụng cụ được khử trùng bằng dung dịch Chlorine 200 mg/L và rửa kỹ lại bằng nước sạch. Nước nuôi tôm được kiểm tra các chỉ tiêu pH, nhiệt độ, oxy, độ kiềm trước khi thả tôm. Tôm giống được bố trí vào bể composite 500 L với thể tích nước 400 lít, sục khí liên tục (Hình 2.5). Tôm được bố trí có kích cỡ đồng đều, khỏe mạnh, đầy đủ bộ phụ (Hình 2.4).

**Bảng 2.2.** Các thông số bố trí thí nghiệm nuôi tôm trong bể composite

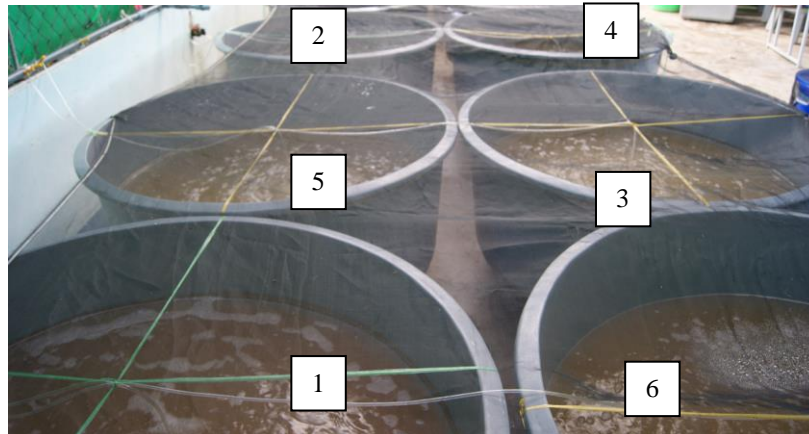
Thông số	NT1 (50 con/m <sup>2</sup> )	NT2 (100 con/m <sup>2</sup> )
Bể composite (lít)	500	500
Kích cỡ tôm giống (g/con)	0,71±0,24	0,71±0,24
Chiều dài tôm nuôi (cm)	4,98±0,28	4,98±0,28
Số lượng bể	3	3

Các yếu tố môi trường được theo dõi với chu kỳ 2lần/ngày, tốc độ tăng trưởng được theo dõi 15 ngày/lần. Xác định sự tích lũy dinh dưỡng (Carbon, Nitơ và Phospho) trong nuôi tôm thẻ chân trắng, tỷ lệ sống, năng suất và sự chuyển hóa thức ăn được xác định vào cuối thời gian nuôi (60 ngày).



**Hình 2.4.** Tôm thẻ chân trắng giống cỡ lớn (PL<sub>40</sub>) thả nuôi trên bể thí nghiệm

Thức ăn sử dụng cho tôm là thức ăn công nghiệp Cargill với hàm lượng protein và kích cỡ hạt theo giai đoạn phát triển của tôm (Bảng 2.3 và Hình 2.6). Tôm được cho ăn 4 lần/ngày (7, 11, 15 và 19 giờ) với khẩu phần trung bình 5-10% trọng lượng thân.



**Hình 2.5.** Hệ thống thí nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng trong bể composite  
(bể 1, 2, 4: thả 50 con/m<sup>2</sup>, bể 5, 3, 6: thả 100 con/m<sup>2</sup>)

**Bảng 2.3.** Thành phần dinh dưỡng loại thức ăn sử dụng cho tôm thí nghiệm

Hàm lượng dinh dưỡng (%)	Mã số thức ăn	
	732	733
Âm độ	11	11
Protein	40	40
Lipid	6-9	6-9
Phospho	1-2,5	1-2,5
Xơ	4,0	4,0



**Hình 2.6.** Thức ăn sử dụng cho tôm thẻ

### **2.3.3. Phương pháp thu và phân tích chất lượng nước, hàm lượng Cacbon, Nitơ, Phospho và tăng trưởng của tôm (Bảng 2.4)**

#### **2.3.3.1. Phân tích chất lượng nước**

**(i) Một số chỉ tiêu: nhiệt độ, pH, độ mặn (S‰) được xác định tại chỗ với nhịp đo: 2 lần/ngày (sáng: 6-8h, chiều 14-16h).**

- Yếu tố pH: sử dụng máy đo của Đức – nhãn hiệu Trans HP3040.
- Nhiệt độ (t°C) sử dụng máy Đức – nhãn hiệu Trans HP3040.
- Độ mặn đo bằng Salinometer/khúc xạ kế.

**(ii) Thu mẫu phân tích: TOC TN, TP, TAN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, truy xuất nguồn gốc chất dinh dưỡng tích lũy vào tôm:**

#### **- Thu mẫu nước để phân tích TOC, TN, TP, TAN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Thu mẫu nước đầu vào trước khi thả tôm, còn trong quá trình nuôi thì định kỳ 2 tuần/lần. mỗi ao nuôi lấy nước ở 5 vị trí (4 vị trí cách bờ khoảng 2m và cách đều nhau, vị trí thứ 5 lấy giữa ao). Dùng chai nhựa 0,5 lít/chai (đã mở nắp có miệng rộng) nhấn chìm cách mặt nước khoảng 0,2-0,3m. Để nước tự chảy vào chai đầy tới khi không còn bọt khí và đậy nắp chai. Mẫu nước của 5 vị trí sau đó được trộn đều và thu lấy 1lít/ao. Mẫu nước được bảo quản lạnh trong (4°C) và chuyển tới phòng thí nghiệm chuyên sâu của Trường Đại học Cần Thơ. Cách thu và bảo quản mẫu nước trong bể composite diễn ra tương tự.

#### **- Thu mẫu thức ăn phân tích TOC, TN, TP**

Lượng thức ăn khoảng 200g/cỡ thức ăn Cargill (là thức ăn sử dụng trong thời gian thí nghiệm 60 ngày) được cung cấp từ công ty Cargill (cũng loại thức ăn được các hộ nuôi sử dụng nuôi tôm sú trước khi nuôi tôm chân trắng). Với 3 cỡ thức ăn được sử dụng trong vụ nuôi 60 ngày. Mẫu thức ăn được đóng gói và chuyển tới phòng Thí nghiệm chuyên sâu, Trường Đại học Cần Thơ phân tích TOC, TN và TP.

#### **- Thu bùn đáy ao/bể để phân tích TOC, TN, TP**

**Mẫu (TOC, TN, TP) đầu vào:** được thu sau khi lấy nước vào ao (0,3m) và trước khi thả tôm (5 vị trí /ao) mỗi khung (0,5 x 1,0m) đặt xuống đáy, dùng dụng cụ nạo nhẹ trên bề mặt đáy một lớp bùn mỏng sau đó được trộn đều và để ráo nước.



### **- Thu mẫu (TOC, TN, TP) đầu ra**

Các bước thu bùn đáy ao thực nghiệm được tiến hành tóm tắt như sau: Dùng khay inox (50 x 100 x 5 cm) đặt trên bề mặt đáy ao/bể, khay đặt trên tấm đan xi măng để khay không bị lún sâu xuống đáy (ao đất). Mỗi ao chọn 5 điểm thu: 4 điểm cách bờ 5m và 01 điểm giữa ao.

Xử lý mẫu đầu vào và đầu ra: Toàn bộ chất lắng đọng (bùn) đầu vào và đầu ra trong các điểm và khay trong cùng 1 ao được trộn đều, lấy 500gram và sau đó lấy 200 gram/ao đem bảo quản lạnh (4°C) và chuyển đến Phòng Thí nghiệm Phân tích Chuyên sâu, Trường Đại học Cần Thơ để phân tích trong 24 giờ.

Riêng chất lắng đọng ở đáy các bể composite được thu toàn bộ (sau khi đã thu tôm và siphon hết nước) và được xử lý tương tự như xử lý bùn đáy ao. Sau đó, toàn bộ mẫu được bảo quản lạnh (4°C) và được chuyển cho phòng Thí nghiệm chuyên sâu, Trường Đại học Cần Thơ để phân tích trong 24 giờ.

### **- Thu mẫu tôm nuôi thực nghiệm trong ao và bể composite**

Để so sánh sự tích lũy và chuyển hóa TOC, TN, TP trong tôm thực hiện vào hai thời điểm: bắt đầu và kết thúc thí nghiệm. Số mẫu tôm thu ở các ao/bể là 30 con. Các mẫu tôm cũng được bảo quản trong điều kiện giữ lạnh (4°C) và chuyển đến Phòng Thí nghiệm Phân tích Chuyên sâu, Trường Đại học Cần Thơ để phân tích trong 24 giờ.

### **(iii) Truy xuất nguồn gốc chất dinh dưỡng tích lũy vào tôm bằng đồng vị bền $^{13}\text{C}$ và $^{15}\text{N}$**

Toàn bộ mẫu (thức ăn, tôm, bùn đáy..) được bảo quản lạnh (4°C) sau đó được chuyển tới Phòng thí nghiệm Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân Hà Nội để truy xuất nguồn gốc chất dinh dưỡng tích lũy vào tôm sau 60 ngày nuôi với phương pháp sử dụng đồng vị bền của cacbon ( $\delta^{13}\text{C}$ ) và nito ( $\delta^{15}\text{N}$ ). cụ thể như sau:

Một lượng mẫu thức ăn (200g) được chuyển cho Phòng thí nghiệm Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân Hà Nội để phân tích chỉ tiêu  $\delta^{13}\text{C}$  và  $\delta^{15}\text{N}$

Với tôm nuôi trên bể thí nghiệm, thu tôm 01 mẫu giống (20gram) trước khi thả nuôi và 6 mẫu tôm thương phẩm đã được nuôi sau 60 ngày, được thu ngẫu nhiên

200 gram/ bể thí nghiệm (6 bể). Tất cả được bảo quản lạnh (4°C), sau đó chuyển cho Phòng thí nghiệm Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân Hà Nội để phân tích chỉ tiêu  $^{13}\text{C}$  và  $^{15}\text{N}$

#### **(iv) Tính tốc tăng trưởng, tỷ lệ sống của tôm thẻ chân trắng thực nghiệm**

Sử dụng cân điện ( với độ chính xác 0,01gram) để xác định tăng trưởng của tôm nuôi với chu kỳ 15 ngày/lần, 30 con tôm ở mỗi ao (90 con/nghiệm thức) và 10 con tôm ở bể (30 con/nghiệm thức) sẽ được thu để tính tăng trưởng về khối lượng cho đến khi kết thúc thí nghiệm nhằm đánh giá mức độ tăng trưởng của tôm và điều chỉnh lượng ăn phù hợp trong suốt thời gian thí nghiệm.

#### **2.3.3.2. Phương pháp phân tích mẫu**

Ngoại trừ pH, nhiệt độ, độ mặn được xác định trực tiếp tại hiện trường với các dụng cụ truyền thống. Phương pháp tính lượng bùn đáy thu ở ao, phương pháp tính độ mặn sau khi pha với nước ngọt cũng được thực hiện tại chỗ.

- Độ mặn của nước sau khi pha nước ngọt tính theo công thức sau:

$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad (2.1)$$

Trong đó:

$C_1$  : là độ mặn của nước ót

$V_1$  : là thể tích của nước ót

$C_2$  : là độ mặn mong muốn (15‰)

$V_2$  : là thể tích của nước cần sử dụng

- Bùn đáy ao được thu sau khi bơm rút nước ao, xác định độ sâu trung bình của lớp bùn đáy của khay lấy mẫu (đã trình bày ở trên) suy ra trung bình lượng bùn cho toàn diện tích ao nuôi theo công thức:

$$V = S \times h \quad (2.2)$$

Trong đó:

V: Thể tích bùn.

S: Diện tích đáy ao

h: Độ sâu lớp bùn đáy.



Các chỉ tiêu còn lại đều phải gửi tới những phòng thí nghiệm có đủ phương tiện – phòng thí nghiệm chuyên sâu cụ thể như sau:

**a/ Đại học Cần Thơ phân tích các chỉ tiêu: TOC, TP, TN, TAN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Các chỉ tiêu TAN, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TN, TP được phân tích theo APHA, 1995.

Tổng Cacbon hữu cơ (TOC) được phân tích bằng máy LAR Process Analyzer (Germany).

NO<sub>2</sub><sup>-</sup>: Phương pháp so màu Diazonium (APHA, 1995).

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: Phương pháp so màu Salycilate (APHA, 1995).

TAN: Phương pháp so màu Phenate (APHA, 1995).

TN: Công phá Kjeldahl – so màu Phenate (APHA, 1995).

TP: Công phá Kjeldahl – so màu SnCl<sub>2</sub> (APHA, 1995).

TN: Phương pháp Persulfate – so màu Salycilate (APHA, 1995).

TP: Phương pháp Persulfate – so màu SnCl<sub>2</sub> (APHA, 1995).

Chlorophyll-a: Phương pháp ly trích bằng aceton (APHA, 1995).

TOC: oxy hóa mẫu thành cacbon dioxit (CO<sub>2</sub>). Lượng CO<sub>2</sub> sau đó được đo bằng đầu dò hồng ngoại không tán xạ (Non-dispersive infrared detector: NDIR). Standard Method 5310C, ISO 8245,... bằng máy đo TOC TOC-VWS Wet Oxidation TOC Analyzer (Shimadzu).

**b/ Phòng thí nghiệm Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân (quận Cầu Giấy) Hà Nội, dùng đồng vị bền <sup>15</sup>N và <sup>13</sup>C truy xuất nguồn chất dinh dưỡng tích lũy vào tôm**

Dùng đồng vị bền <sup>15</sup>N và <sup>13</sup>C truy xuất nguồn chất dinh dưỡng tích lũy vào tôm có thể tóm tắt phương pháp này như sau:

Tất cả các mẫu sau khi được xử lý bước 1 (đã trình bày ở trên) đều phải được bảo quản lạnh (4°C) trước khi phân tích.

*Với mẫu tôm, thức ăn tôm:* Làm khô bằng phương pháp đông khô chân không. Nghiền nhỏ, gói mẫu và phân tích trên khối phổ kế tỷ số đồng vị để phân tích δ<sup>15</sup>N và δ<sup>13</sup>C.

Với mẫu bùn: Rửa sạch bằng phương pháp ly tâm, xử lý axit loại bỏ CO<sub>2</sub>, đông khô chân không rồi nghiền nhỏ phân tích bằng δ<sup>13</sup>C. Xử lý hóa làm phương pháp khuyếch tán vào màng hấp thu, đông khô sau đó phân tích bằng δ<sup>15</sup>N.

Với mẫu nước: Kết tủa Cacbonat để phân tích δ<sup>13</sup>C và làm khuyếch tán để phân tích δ<sup>15</sup>N.

### 2.3.3.3. Phương pháp tính toán kết quả sau phân tích mẫu

*Xác định mức tích lũy Cacbon, Nitơ và Phospho theo công thức sau:*

#### (i) Xác định TOC tích lũy trong ao điều tra

$$\text{TOC tích lũy} = (\text{TOC}_{\text{đầu vào}} - \text{TOC}_{\text{đầu ra}})$$

$$\text{TN tích lũy} = (\text{TN}_{\text{đầu vào}} - \text{TN}_{\text{đầu ra}})$$

$$\text{TP tích lũy} = (\text{TP}_{\text{đầu vào}} - \text{TP}_{\text{đầu ra}})$$

#### (ii) Xác định tích lũy, chuyển hóa TOC trong ao đất và bể composite

$$\text{TOC}_{\text{đầu vào}} = \text{TOC}_{\text{nước ban đầu}} + \text{TOC}_{\text{đất ban đầu}} + \text{TOC}_{\text{tôm giống}} + \text{TOC}_{\text{thức ăn}}$$

$$\text{TOC}_{\text{nước ban đầu}} = V_{\text{thể tích nước}} * \text{TOC}_{\text{trong nước ban đầu}}$$

$$\text{TOC}_{\text{đất ban đầu}} = M_{\text{khối đất}} * \% \text{TOC}_{\text{trong đất ban đầu}}$$

$$\text{TOC}_{\text{tôm giống}} = L_{\text{tôm giống}} * \% \text{TOC}_{\text{tôm giống}}$$

$$\text{TOC}_{\text{thức ăn}} = (L_{\text{Thức ăn}} - L_{\text{Thức ăn}} * \text{Âm độ}) * \% \text{TOC}_{\text{thức ăn}}$$

$$\text{TOC}_{\text{đầu ra (tôm thịt)}} = L_{\text{tôm thịt}} * \% \text{TOC}_{\text{tôm thịt}}$$

$$\text{TOC}_{\text{tích lũy}} = \text{TOC}_{\text{nước thu hoạch}} + \text{TOC}_{\text{đất thu hoạch}}$$

$$\text{TOC}_{\text{nước thu hoạch}} = V_{\text{thể tích nước}} * \text{TOC}_{\text{trong nước thu hoạch}}$$

$$\text{TOC}_{\text{đất thu hoạch}} = M_{\text{khối đất}} * \% \text{TOC}_{\text{trong đất thu hoạch}}$$

$$\text{TOC}_{\text{thất thoát}} = \text{TOC}_{\text{đầu vào}} - (\text{TOC}_{\text{đầu ra}} + \text{TOC}_{\text{tích lũy}})$$

Trong đó:

TOC: Là tổng lượng Cacbon hữu cơ;

V: Thể tích nước; M: Khối lượng; L: Lượng

#### (iii) Xác định tích lũy, chuyển hóa TN trong ao đất và bể composite

$$N_{\text{đầu vào}} = TN_{\text{nước ban đầu}} + TN_{\text{đất ban đầu}} + TN_{\text{tôm giống}} + TN_{\text{thức ăn}}$$

$$TN_{\text{nước ban đầu}} = V_{\text{thể tích nước}} * TN_{\text{trong nước ban đầu}}$$

$$TN_{\text{đất bùn ao ban đầu}} = M_{\text{khối bùn ao ban đầu}} * \% TN_{\text{trong đất ban đầu}}$$

$$TN_{\text{tôm giống}} = L_{\text{tôm giống}} * \% TN_{\text{(tôm giống)}}$$

$$TN_{\text{thức ăn}} = (L_{\text{Thức ăn}} - L_{\text{Thức ăn * Âm độ}}) * \% TN_{\text{thức ăn}}$$

$$TN_{\text{đầu ra (tôm thịt)}} = L_{\text{tôm thịt}} * \% TN_{\text{(tôm thịt)}}$$

$$TN_{\text{tích lũy}} = TN_{\text{nước thu hoạch}} + TN_{\text{đất thu hoạch}}$$

$$TN_{\text{nước thu hoạch}} = V_{\text{thể tích nước}} * TN_{\text{trong nước thu hoạch}}$$

$$TN_{\text{đất bùn lắng thu hoạch}} = M_{\text{khối bùn lắng}} * \% TN_{\text{trong đất bùn lắng thu hoạch}}$$

$$TN_{\text{thất thoát}} = TN_{\text{đầu vào}} - (TN_{\text{đầu ra}} + TN_{\text{tích lũy}})$$

Trong đó:

TN: Là tổng lượng N (hữu cơ và vô cơ).

V: Thể tích nước; M: Khối lượng; L: Lượng.

#### (iv) Xác định tích lũy, chuyển hóa TP trong ao đất và bể composite

$$TP_{\text{đầu vào}} = TP_{\text{nước ban đầu}} + TP_{\text{đất ban đầu}} + TP_{\text{tôm giống}} + TP_{\text{thức ăn}}$$

$$TP_{\text{nước ban đầu}} = V_{\text{thể tích nước}} * TP_{\text{trong nước ban đầu}}$$

$$TP_{\text{đất bùn ban đầu}} = M_{\text{bùn ban đầu}} * \% TP_{\text{trong đất ban đầu}}$$

$$TP_{\text{tôm giống}} = L_{\text{tôm giống}} * \% TP_{\text{(tôm giống)}}$$

$$TP_{\text{thức ăn}} = (L_{\text{Thức ăn}} - L_{\text{Thức ăn * Âm độ}}) * \% TP_{\text{thức ăn}}$$

$$TP_{\text{đầu ra (tôm thịt)}} = L_{\text{tôm thịt}} * \% TP_{\text{tôm thịt}}$$

$$TP_{\text{tích lũy}} = TP_{\text{nước thu hoạch}} + TP_{\text{đất bùn lắng thu hoạch}}$$

$$TP_{\text{nước thu hoạch}} = V_{\text{thể tích nước}} * TP_{\text{trong nước thu hoạch}}$$

$$TP_{\text{đất bùn lắng thu hoạch}} = M_{\text{đất bùn lắng thu hoạch}} * \% TP_{\text{trong đất bùn lắng thu hoạch tôm}}$$

$$TP_{\text{thất thoát}} = TP_{\text{đầu vào}} - (TP_{\text{đầu ra}} + TP_{\text{tích lũy}})$$

Trong đó:

TP: Là tổng lượng lân hữu cơ

V: Thể tích nước; M: Khối lượng; L: Lượng

#### (v) Truy xuất nguồn gốc chất dinh dưỡng bằng phương pháp đồng vị bền

Delta N-15 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) Nitơ có hai đồng vị bền,  $^{14}\text{N}$ , và  $^{15}\text{N}$ . Tỷ số giữa các đồng vị này được so sánh tương đối với nitơ trong không khí. Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  được tính theo công thức:

$$^{15}\text{N} (\text{‰}) = \left( \frac{R_{\text{sample}}}{R_{\text{standard}}} - 1 \right) * 1000 \quad (2.3)$$

Trong đó:

$R_{\text{sample}}$ : tỷ số đồng vị  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  của mẫu cần phân tích

$R_{\text{standard}}$ : tỷ số đồng vị  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  của khí Nitơ chuẩn

Delta C-13 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) Cacbon có hai đồng vị bền,  $^{12}\text{C}$  và  $^{13}\text{C}$ . Tỷ số giữa các đồng vị này được so sánh Pee Dee Belemnite (PDB) chuẩn. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  được tính theo công thức:

$$^{13}\text{C} (\text{‰}) = \left( \frac{R_{\text{sample}}}{R_{\text{standard}}} - 1 \right) * 1000 \quad (2.4)$$

Trong đó:

$R_{\text{sample}}$ : tỷ số đồng vị  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  của mẫu cần phân tích

$R_{\text{standard}}$ : tỷ số đồng vị  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  của mẫu chuẩn PDB

#### (vi) Xác định Cacbon, Nitơ tích lũy vào tôm bằng đồng vị bền $^{13}\text{C}$ và $^{15}\text{N}$

Tích lũy Nitơ trong tôm (%) chuyển hóa từ thức ăn được tôm ăn vào theo công thức sau (Nguyễn Kiên Chính, Trung tâm Hạt nhân Tp. Hồ Chí Minh).

$$c.X + (1-X).a = 1.b \quad (2.5)$$

Trong đó:

a: Kết quả đồng vị bền Nitơ  $^{15}\text{N}$  của nước trong bể nuôi.

b: Kết quả đồng vị bền Nitơ  $^{15}\text{N}$  của tôm trong bể nuôi.

c: Kết quả đồng vị bền Nitơ  $^{15}\text{N}$  của thức ăn trong bể nuôi.

X: Lượng thức ăn được tiêu thụ bởi tôm nuôi.

Y: Tổng lượng thức ăn cung cấp trong vụ nuôi.

$$(\%) \text{ lượng Nitơ chuyển từ thức ăn qua tôm} = (X/Y) * 100 \quad (2.6)$$

#### 2.3.3.4. Tỷ lệ sống, tăng trưởng và hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR)

- Tốc độ tăng trưởng tương đối (SGR):

$$\text{SGR (\%.ngày}^{-1}) = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{\Delta T} \times 100\%$$

Trong đó:

$W_o$ : trọng lượng trung bình tôm ở thời điểm  $t_o$  (g)

$W_t$ : trọng lượng trung bình tôm ở thời điểm  $t$  (g)

$\Delta T = t - t_o$ : thời gian giữa hai đợt thu mẫu (ngày).

- Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (WG):

$$\text{WG (g.ngày}^{-1}) = \frac{W_t - W_o}{\Delta T}$$

- Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR):

$$\text{FCR} = \frac{F_s}{M_f - M_i}$$

Trong đó:

$F_s$ , thức ăn cung cấp (g).

$M_i$ : tổng khối lượng tôm ban đầu (g)

$M_f$ : tổng khối lượng tôm cuối thí nghiệm (g)

- Tỷ lệ sống (SR %):

$$\text{SR (\%)} = \frac{FF}{IF} \times 100\%$$

Trong đó:

$IF$ : số lượng tôm thả ban đầu (tôm);

$FF$ : số lượng tôm sống cuối thí nghiệm (tôm).

**Bảng 2.4.** Tóm tắt số mẫu thu và phân tích mẫu cho Nội dung 2 và Nội dung 3

Chỉ tiêu	Tổng số mẫu			Phân tích	Ghi chú
	Nội dung 1	Nội dung 2	Nội dung 3		
<b>Môi trường nước</b>					
1. Nhiệt độ		720	720	Máy đo tại hiện trường	2 lần/ngày
2. pH		720	720		2 lần/ngày
3. Độ mặn		24	24		15 ngày/lần
4. Độ kiềm		24	24	Phòng Thí	15 ngày/lần

5. TAN	24	24	24	thực nghiệm chuyên	15 ngày/lần
6. NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	24	24	24	sâu, trường Đại	15 ngày/lần
7. NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24	24	24	học Cần thơ	15 ngày/lần
8. Chlorophyll-a	24	24	24		15 ngày/lần
9. δ <sup>13</sup> C			07	Phòng thí nghiệm	Kết thúc TN
10. δ <sup>15</sup> N			07	Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân	Kết thúc TN
<b><u>Mẫu bùn</u></b>					
10. TN	12	12	12	Phòng Thí	3 mẫu/ ao (bể)
11. TP	18	18	18	thực nghiệm chuyên	3 mẫu/ ao (bể)
12. TOC	18	18	18	sâu, trường Đại học Cần thơ	3 mẫu/ ao (bể)
13. δ <sup>13</sup> C			06	Phòng thí nghiệm	3 mẫu/ ao (bể)
14. δ <sup>15</sup> N			06	Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân	3 mẫu/ ao (bể)
<b><u>Mẫu thức ăn</u></b>					
15. TN	03	03	03	Phòng Thí	
16. TP	03	03	03	thực nghiệm chuyên	
17. TOC	03	03	03	sâu, trường Đại học Cần thơ	3 mẫu/cỡ/x3 cỡ
18. δ <sup>13</sup> C	03	03	03	Phòng thí nghiệm	
19. δ <sup>15</sup> N	03	03	03	Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân	
<b><u>Mẫu tôm</u></b>					
20. TN	18	12	13	Phòng Thí nghiệm	
21. TP	18	12	13	chuyên sâu, Trường Đại học	Tôm giống và
22. TOC	18	12	13	Cần thơ	tôm khi thu hoạch
23. δ <sup>13</sup> C			07	Phòng thí nghiệm	

24.  $\delta^{15}\text{N}$ 

07

Viện Khoa học và  
Kỹ thuật hạt nhân

#### **2.3.4. Phương pháp xử lý và phân tích số liệu**

Số liệu khảo sát được kiểm tra, nhập vào máy tính. Các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn phần mềm Microsoft Excel 2010). Sử dụng phần mềm SPSS 22.0 để đánh giá sự khác biệt thống kê một nhân tố (One way ANOVA với phép thử Duncan) ở mức ý nghĩa  $\alpha = 0,05$ .

### Chương 3

#### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả điều tra hiện trạng nuôi tôm thẻ chân trắng trong ao đất ở Bạc Liêu

##### 3.1.1. Kinh nghiệm và trình độ kỹ thuật nuôi tôm của nông hộ

Qua kết quả điều tra cho thấy, độ tuổi trung bình của người nuôi tôm thẻ chân trắng là 41,5 tuổi (18- 65 tuổi), trong đó độ tuổi từ 30-50 tuổi chiếm tỷ lệ cao nhất (61,8%), kể đến nhóm có độ tuổi từ 18-30 tuổi chiếm 29,4% và hơn 60 tuổi chỉ chiếm 8,8%. Đa số người dân có kinh nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng từ 4-5 năm (chiếm 82,3%) (Bảng 3.1). Điều này phù hợp với thực tế vì nghề nuôi tôm thẻ chân trắng bắt đầu từ những năm 2008 nhưng chỉ phát triển mạnh tại tỉnh từ năm 2013-2014 (Sở NN & PTNT Bạc Liêu, 2015).

**Bảng 3.1.** Độ tuổi và trình độ kỹ thuật nuôi tôm của nông hộ ở Bạc Liêu

TT	Nội dung	Số hộ	Tỷ lệ (%)
<b>1</b>	<b><i>Số năm kinh nghiệm nuôi tôm</i></b>		
	7-8 năm	05	07,40
	4-5 năm	56	82,30
	< 4 năm	07	10,30
<b>2</b>	<b><i>Trình độ kỹ thuật nuôi tôm</i></b>		
	Kinh nghiệm bản thân	41	60,30
	Tập huấn	23	33,80
	Khác (Trung cấp thủy sản, Đại học)	04	05,90

Đa số chủ hộ nuôi (60,3%) cho rằng, kỹ thuật nuôi tôm thẻ chân trắng đang được áp dụng tại nông hộ là do họ đúc kết kinh nghiệm từ việc nuôi tôm sú hoặc tự học hỏi lẫn nhau, học qua các tài liệu khuyến ngư. Phần còn lại được tham gia lớp tập huấn (33,8%) và trình độ khác (trung cấp, đại học) chiếm 5,9%. Các lớp tập huấn kỹ thuật nuôi tôm thẻ chân trắng do chính quyền tổ chức được xem là một trong những kênh thông tin chính thống cung cấp tiến bộ kỹ thuật mới và đến với



người dân nhanh nhất. Trong đó có 33,8% các hộ nuôi tham gia các lớp tập huấn cho rằng đã áp dụng nội dung tập huấn cho việc nuôi tôm thẻ chân trắng tại địa phương.

### 3.1.2. Cơ cấu mùa vụ

Trong tổng số 68 hộ được điều tra có tới 48 hộ (70,6%) nuôi hai vụ, 18 hộ (26,5%) nuôi một vụ và chỉ có hai hộ (2,90%) nuôi 3 vụ trên một năm. Trong đó tôm được nuôi trong ao đất chiếm đến 91% chỉ có 9,0% ao nuôi tôm có lót bạt.

**Bảng 3.2.** Mùa vụ nuôi tôm tại các điểm khảo sát

TT	Nội dung	Số hộ	Tỷ lệ (%)
1	Nuôi 1 vụ	18	26,5
2	Nuôi 2 vụ	48	70,6
3	Nuôi 3 vụ	02	2,90
4	Thời gian thả tôm từ tháng 1-3	57	83,8
5	Thời gian thả tôm từ tháng 4-6	11	16,2

Qua bảng 4.2 cho thấy số hộ nuôi tập trung vào từ tháng 1-3 chiếm đa số (83,8%) các tháng còn lại khá thấp (16,2%). Điều này tương ứng với lịch thời vụ của tỉnh tại địa phương. Vì theo Sở NN & PTNT Bạc Liêu (2015) thời gian thả giống tôm thẻ chân trắng tháng phù hợp là từ tháng 1 đến tháng 3 hàng năm và mật độ thả khuyến cáo dưới 100 con/m<sup>2</sup>.

### 3.1.3. Đặc điểm ao nuôi tôm thẻ chân trắng

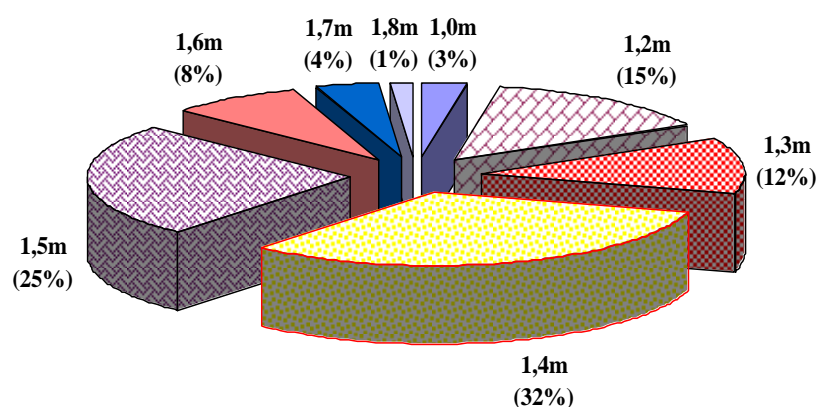
Trong điều kiện ao nuôi đất ngoài tự nhiên với những ao có diện tích lớn, độ sâu cao thì khả năng ổn định môi trường tốt hơn nhiều so với những ao có diện tích nhỏ độ sâu cạn. Do nhận thức điều này, nên diện tích ao nuôi tôm trung bình qua khảo sát 0,29±0,10 ha/ao (0,10-0,50 ha/ao) trong đó tập trung ở diện tích ao là 0,2-0,4 ha/ao (76%) (bảng 3.3). Với diện tích ao như vậy rất phù hợp với điều kiện kinh tế và khả năng quản lý ở mức nông hộ. Theo kết quả điều tra của Nguyễn Thanh Long và Huỳnh Thanh Hiền) thì diện tích ao nuôi tôm thẻ chân trắng tại Cà Mau là 0,22 ha/ao và diện tích trung bình ao nuôi tôm thẻ chân trắng tại Ninh Thuận là 0,29±0,09 ha/ao (Phùng Thị Hồng Gấm và ctv, 2014). Như vậy, diện tích nuôi tôm

thể chân trắng thâm canh tại Bạc Liêu cũng tương tự diện tích ao nuôi tôm ở một số tỉnh Đồng Bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL).

**Bảng 3.3.** Diện tích và mật độ tôm từ khảo sát thực tế

Nội dung	Mật độ nuôi thả (con/m <sup>2</sup> )			Trung bình
	< 60	60-80	80-100	
Diện tích (ha/ao)	0,29±0,12	0,29±0,10	0,27±0,12	0,29±0,11
Mật độ trung bình (con/m <sup>2</sup> )	50,0± 0,00	70,5±8,57	98,2±3,93	73,5±17,56

Kết quả điều tra về độ sâu trung bình của các ao nuôi tôm thể chân trắng tại Bạc Liêu: 1,4±0,2m (1,0-1,8m), trong đó chủ yếu là các ao có độ sâu từ 1,2-1,5m chiếm 84% (Hình 4.1). Các hộ nuôi tôm đều cho rằng, đối với ao nuôi tôm không nên có mực nước thấp hơn 1,0m và cũng không nên sâu hơn 2,5m. Nếu mực nước ao quá thấp, các yếu tố môi trường biến động liên tục, gây bất lợi cho tôm nuôi (Nguyễn Thanh Phương và ctv, 2004).



**Hình 3.1.** Tỷ lệ (%) độ sâu của ao nuôi tôm thể chân trắng

### 3.1.4. Biện pháp chuẩn bị ao nuôi trước khi thả tôm

Các hộ nuôi tôm khi được phỏng vấn đều nhận thấy kết quả nuôi tôm phụ thuộc rất nhiều vào công tác chuẩn bị ban đầu và có thể tóm tắt như sau:

#### 3.1.4.1. Cải tạo ao nuôi

Đa số ao nuôi được cải tạo bằng phương pháp khô (phơi ao) ở vụ nuôi đầu chiếm 91% và 9,0% hộ nuôi không phơi ao bởi các hộ nuôi cho rằng cải tạo khô có thể tạo điều kiện cho phèn tiềm tàng hoạt động khi cấp nước trở lại cho ao. Biện pháp cải tạo ao nuôi cũng trải qua các bước: Nước ao được rút cạn, vét bùn đáy, phơi khô đáy ao (nứt chân chim); bón vôi CaO, Ca(OH)<sub>2</sub> với liều lượng 10 kg/100 m<sup>2</sup>, tiếp tục phơi ao, sau đó nước được cấp sau khi lọc qua túi lọc và xử lý nước ao bằng BKC, Iodine (tạt khắp ao).

Quy trình được thực hiện tương tự với ao mới đào chỉ bỏ qua công đoạn rút cạn nước, vét bùn đáy và phơi đáy ao. Vấn đề xử lý bùn đáy ao sau khi vét thường được xử lý theo kinh nghiệm và thường được bồi đắp thêm vào bờ cũ (khoảng 80%). Chỉ có 20% hộ nuôi có ao xử lý bùn thải riêng. Ngoài ra, một số yếu tố môi trường (pH, độ mặn, độ kiềm) được các hộ nuôi quan tâm và kiểm tra trước khi thả tôm. Từ số liệu điều tra cho thấy các hộ nuôi tôm đều chấp hành theo hướng dẫn kỹ thuật nuôi tôm của cán bộ kỹ thuật chuyên môn.

#### **3.1.4.2. Nguồn nước và chất nước**

Các hộ nuôi tôm thường đánh giá chất lượng nước theo kinh nghiệm, họ cho rằng chất lượng nước ao nuôi tôm thay đổi theo vị trí của ao nuôi. Những ao nuôi gần sông, bờ biển thường được người nuôi đánh giá có nguồn nước tốt, nhưng những ao như vậy chỉ có 10 hộ (chiếm 14,7%). Những ao gần mương lớn, được sên vét thường xuyên là những ao có chất lượng nước trung bình (37 hộ tương đương 54,4%) và những ao sâu trong nội đồng, nguồn cấp nước qua các kênh nhỏ thường có chất lượng nước xấu (21 hộ tương đương 31,0%).

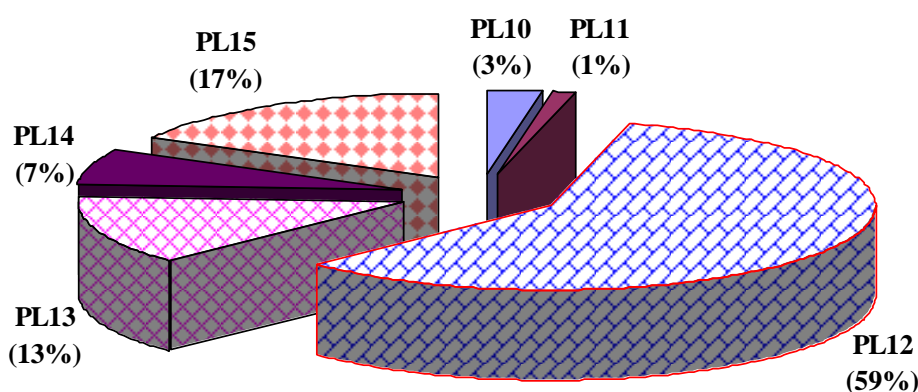
#### **3.1.5.3. Kiểm tra tôm giống trước khi thả nuôi**

Hiện nay, người nuôi tôm đã ý thức được tầm quan trọng của nguồn gốc con giống. Có 46 hộ (67,7%) chọn tôm giống có nguồn gốc trong tỉnh, còn lại 22 hộ (32,3%) thả tôm giống có nguồn gốc ngoài tỉnh. Ngoài ra, người nuôi tôm cũng xem coi trọng xét nghiệm tôm giống trước khi thả, vì đây là một trong những bước quyết định thành công cho vụ nuôi cho nên người nuôi thường yêu cầu nhà sản xuất giống tuân thủ trước khi bán giống. Kết quả điều tra đã cho thấy có tới 53 hộ (77,8%) có

xét nghiệm kiểm tra chất lượng tôm giống trước khi thả, có 15 hộ (chiếm 22,2%) không xét nghiệm trước khi thả tôm giống với giá trị tương ứng 70,5 và 98,2%. Như vậy, kích thước, mật độ thả tôm thẻ chân trắng tại Bạc Liêu cũng tương tự mật độ, kích thước tôm thẻ chân trắng nuôi tại Ninh Thuận (Phùng Thị Hồng Gấm và ctv, 2014) và tại Khánh Hòa (Lê Kim Long và ctv, 2015).

Bên cạnh đó, kết quả điều tra cho thấy mật độ thả tôm ở Bạc Liêu dao động từ 50-100 con/m<sup>2</sup> trong đó mật độ thả nuôi tập trung vào 2 nhóm là 60-80 con/m<sup>2</sup> và nhóm trên 80 con/m<sup>2</sup>.

Kích cỡ giống thả nuôi từ PL<sub>10</sub> - PL<sub>15</sub>, trong đó PL<sub>12</sub> được chọn lựa thả nuôi nhiều nhất: 59%, kế đến là PL<sub>15</sub>: 17% (Hình 3.2).



**Hình 3.2.** Tỷ lệ kích cỡ giống tôm thẻ chân trắng được thả nuôi ở Bạc Liêu

### 3.1.5. Chế độ quản lý và chăm sóc ao nuôi tôm TC-BTC sau khi thả tôm.

Trong quá trình nuôi tôm, thức ăn dư thừa và chất thải của tôm sẽ tăng theo thời gian nuôi. Khi đó sẽ dẫn đến nhiều vấn đề nghiêm trọng khác nhau sau đó. Chính vì thế người nuôi thường rất quan tâm tới các biện pháp làm tăng oxy, đào thải khí độc trước khi thả tôm. Để giải quyết vấn đề này, các hộ nuôi tôm thường dùng biện pháp quạt nước hoặc máy nén khí (gọi chung là hệ thống sục khí) để cung cấp oxy cho ao nuôi

Hiện nay, có hai kiểu cánh quạt nước cho ao nuôi tôm, quạt cánh nhựa hoặc quạt cánh lông nhím. Quạt cánh nhựa có giá rẻ được sử dụng nhiều trong các hộ nuôi tôm thâm canh và bán thâm canh vì có nhiều ưu điểm như: cung cấp oxy cho

tôm nuôi, tạo nên dòng chảy kích thích sự vận động của tôm, gom chất thải dư thừa vào giữa ao... đồng thời giúp thuốc, chế phẩm, hóa chất được phân bố đều trong nước ao. Nhưng đối với những ao có mực nước sâu hơn 1,5m thì quạt cánh nhựa không tạo ra được sự chuyển động của khối nước tầng đáy, giảm khả năng oxy hóa mùn bã hữu cơ do hàm lượng oxy hòa tan thấp ở tầng đáy.

Đối với quạt lồng nhím có thể tăng hàm lượng oxy hòa tan và tạo dòng chảy gấp 2 lần so với quạt cánh. Thực tế cho thấy quạt lồng nhím có thể đưa được oxy xuống tầng đáy và phù hợp nuôi tôm thẻ chân trắng mật độ cao. Nhưng quạt lồng nhím chỉ phù hợp ao nuôi tôm đáy cát, đáy lót bạt. Nếu ao nhiều bùn và mùn bã hữu cơ, do lực tạo dòng chảy mạnh, quạt lồng nhím sẽ làm nước ao bị vẩn đục nhanh, ảnh hưởng xấu đến hô hấp của tôm. Do nhược điểm như vậy, chỉ khoảng 15% hộ nuôi tôm dùng loại quạt này ở Bạc Liêu.

Hệ thống quạt nước không những cung cấp thêm oxy mà còn tạo dòng chảy trong ao nuôi giúp thu gom chất thải vào giữa ao. Quạt nước còn có tác dụng tránh hiện tượng phân tầng về nhiệt độ và độ mặn, tăng lượng oxy hòa tan trong ao nuôi. Thời gian sử dụng quạt nước trong ao phụ thuộc vào tình hình cụ thể của ao và kinh nghiệm của người nuôi. Thông thường, khi mới thả, người nuôi tôm chỉ sử dụng quạt nước từ khoảng 3-4 giờ sáng, nhưng sau khoảng hai tháng nuôi, thời gian sử dụng quạt sẽ tăng lên do lúc này tôm đã lớn và lượng chất thải đã tăng lên trong ao nuôi.

### **3.1.5.1. Thức ăn và cách cho ăn**

Tất cả hộ nuôi tôm đều rất chú trọng vấn đề thức ăn cho tôm, vì vậy các nông hộ thường tìm hiểu thông tin về loại, giá cả thức ăn trước khi thả tôm. Tuy nhiên tùy theo phương thức tiếp cận thông tin mà các hộ có sự chuẩn bị khác nhau. Kết quả điều tra đã ghi nhận: có 55 hộ (81,0%) được tập huấn về kiến thức chọn thức ăn, 13 hộ (19,1%) không được tập huấn về kiến thức trên. Các hộ nuôi tôm thường bị động trong việc lựa chọn thức ăn cho tôm. Mặc dù được khuyến cáo của cán bộ kỹ thuật là không nên thay đổi thức ăn liên tục trong quá trình nuôi, nhưng các hộ nuôi tôm thường mua thức ăn theo kinh nghiệm, theo tâm lý đám đông hoặc theo mức độ

quảng cáo, khuyến mãi của một loại thức ăn nào đó. Tuy nhiên, kết quả điều tra cũng ghi nhận có 3 loại thức ăn được người nuôi lựa chọn nhiều lần lượt là Grobest (33%), Cargill (17%) và CP (16%). Các loại thức ăn này được người nuôi tôm lựa chọn nhiều là ngoài do chất lượng thức ăn ổn định còn do chế độ khuyến mãi từ các đại lý thức ăn trong thời gian hộ nuôi đang nuôi.

Thức ăn cho tôm thẻ chân trắng là thức ăn viên chuyên dụng, có hàm lượng Protein khá cao từ 38-42%, khi tôm nuôi đạt từ 15 ngày trở lên bắt đầu tập định lượng thức ăn qua sàng dùng cho tôm ăn để điều chỉnh thức ăn phù hợp. Các hộ nuôi đều thực hiện điều chỉnh lượng thức ăn theo giai đoạn phát triển của tôm hoặc điều chỉnh theo sự tăng giảm của nhiệt độ nước ao. Nhìn chung, thời gian mới thả người nuôi thường sử dụng thức ăn có hàm lượng protein cao (42%), sau đó giảm dần từ tháng thứ 2 là 40% và ở tháng thứ 3 là khoảng 38%. Tôm nuôi được cho ăn từ 2-5 lần/ngày, nhưng tập trung nhiều nhất là 4 lần/ngày (72%), 3 lần/ngày (9%) và 2 lần/ngày chiếm 13%.

Nhìn chung các biện pháp kỹ thuật phục vụ cho nuôi tôm đều được cán bộ kỹ thuật truyền đạt với bằng nhiều phương thức khác nhau. Từ đó giúp cho nhiều nông dân tiếp thu được nhiều thông tin hữu ích, chủ động trong sản xuất, xử lý có hiệu quả các rủi ro trong quá trình nuôi tôm.

### **3.1.5.2. Vấn đề sử dụng thuốc bảo vệ thực vật**

Kết quả khảo sát cho thấy có 49 hộ (chiếm 72%) là sử dụng thuốc bảo vệ thực vật để xử lý nước trước khi thả nuôi và có đến 19 hộ (chiếm 28%) là không sử dụng thuốc bảo vệ thực vật. Các hộ nuôi cho rằng, việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật được biết là giúp tiết kiệm chi phí, hoạt tính thuốc bảo vệ thực vật mạnh cho tác dụng diệt cua còng tốt hơn.

### **3.1.5.3. Vấn đề sử dụng kháng sinh, hóa chất, chế phẩm vi sinh**

Ngoài ra, kết quả điều tra cho thấy, có đến 51 hộ (chiếm 75%) biết về tác dụng của những sản phẩm thuốc, hóa chất, chế phẩm sinh học nằm trong danh mục cho phép hoặc bị cấm sử dụng của Bộ NN & PTNT, ngoài ra 17 hộ (chiếm 25%) không biết về các thông tin này. Tuy nhiên, khi điều tra, có đến 53 hộ (chiếm 78%) là có

sử dụng kháng sinh để phòng bệnh cho tôm nuôi và 15 hộ (chiếm 22%) là không sử dụng kháng sinh trong quá trình nuôi. Nguyên nhân là do hoạt động nuôi tôm hiện nay đang đối mặt với nhiều khó khăn về dịch bệnh, biến động môi trường. Để ứng phó với diễn biến bất lợi đó, nhiều hộ nông dân nuôi tôm đã chọn phương pháp trộn kháng sinh định kỳ để phòng bệnh cho tôm. Mặt trái của phương pháp này là tồn lưu kháng sinh trong sản phẩm thủy sản, gây ảnh hưởng đến sức khỏe người sử dụng và ảnh hưởng bất lợi đến uy tín sản phẩm thủy sản của Việt Nam nói chung các hộ nuôi trực tiếp nói riêng. Kết quả khảo sát công việc trước và trong quá trình nuôi tôm ở Bạc Liêu như sau (Bảng 3.4)

**Bảng 3.4.** Kết quả điều tra hiện trạng nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu

TT	Nội dung	Số hộ	Tỷ lệ (%)
<b>1</b>	<b><i>Chất lượng nguồn nước cấp</i></b>		
1.1	Trung bình	37	54,4
1.2	Tốt	21	31,0
1.3	Xấu	10	14,7
<b>2</b>	<b><i>Cấp và thoát nước riêng</i></b>		
2.1	Không	44	64,7
2.1	Có	24	35,3
<b>3</b>	<b><i>Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật</i></b>		
3.1	Có	49	72
3.2	Không	19	28
<b>4</b>	<b><i>Sản phẩm thuốc, hóa chất, chế phẩm vi sinh</i></b>		
4.1	Trong danh mục	51	75
4.2	Không biết	17	25
<b>5</b>	<b><i>Sử dụng kháng sinh</i></b>		
5.1	Có	53	78
5.2	Không	15	22
<b>6</b>	<b><i>Kiểm tra chất lượng nước trước khi thả</i></b>		
6.1	Kiểm tra là pH, độ mặn, độ kiềm và vi khuẩn	66	97,1
6.2	Không kiểm tra	02	2,95

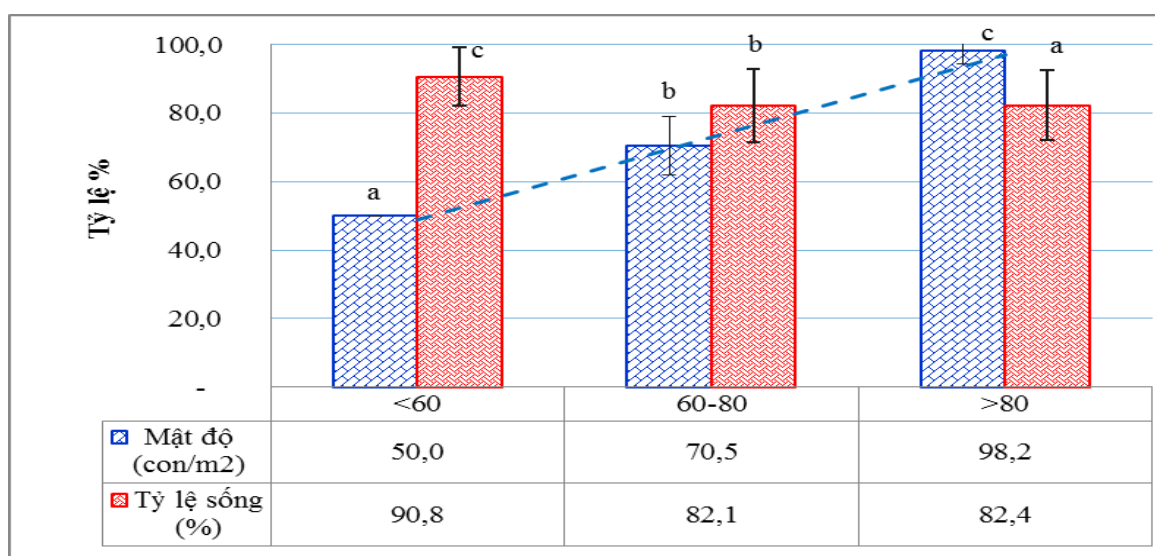
### 3.1.5.6. Hệ số thức ăn, năng suất và tỷ lệ sống của tôm nuôi

Nhìn chung năng suất tôm nuôi phụ thuộc vào nhiều nguyên nhân như mật độ thả, thức ăn, biện pháp quản lý và chăm sóc hàng ngày,... Theo kết quả điều tra cho thấy: năng suất tôm nuôi cao nhất thuộc về các hộ thả với mật độ cao hơn 80 con/m<sup>2</sup> và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với năng suất tôm của hai nhóm mật độ còn lại. Riêng tỷ lệ sống của tôm giữa các nhóm mật độ nuôi không có sự khác biệt ( $p > 0,05$ ). Một điều dễ nhận thấy là tỷ lệ sống của tôm giảm dần khi mật độ nuôi tăng, trong đó tỷ lệ sống cao nhất (90,8%) thuộc về các hộ thả dưới 60 con/m<sup>2</sup>, và tỷ lệ sống của tôm ở các hộ thả cao hơn 60 con/m<sup>2</sup> tôm nuôi cho tỷ lệ sống khá cao đạt hơn 80% (bảng 3.5, hình 3.3)

**Bảng 3.5.** Năng suất và tỷ lệ sống tôm thu hoạch theo 3 nhóm mật độ

Nội dung	Nhóm mật độ (con/m <sup>2</sup> )			Trung bình (n=68)
	<60 n=12	60 – 80 n=39	>80 n=17	
Thức ăn (tấn/ha/vụ)	9,48±3,41 <sup>a</sup>	12,0±2,98 <sup>b</sup>	15,9±4,19 <sup>c</sup>	12,46 ±3,52
Tỷ lệ sống (%)	90,8±8,47 <sup>a</sup>	82,1±10,7 <sup>a</sup>	82,4±10,3 <sup>a</sup>	85,10 ±9,82
Năng suất (tấn/ha/vụ)	7,68±2,80 <sup>a</sup>	9,65±2,30 <sup>b</sup>	13,3±3,74 <sup>c</sup>	10,21 ±2,94
FCR	1,22 ± 0,45	1,24 ± 0,36	1,32 ± 0,55	1,27±0,45

*Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*



**Hình 3.3.** Tỷ lệ sống của tôm nuôi theo các nhóm mật độ



Hệ số thức ăn (FCR) của tôm thẻ chân trắng trong điều tra trung bình là  $1,27 \pm 0,09$  với hàm lượng protein của thức ăn 36-44%. Theo Tạ Văn Phương (2016) cho biết, tôm thẻ chân trắng có nhu về Protein thấp hơn so với các loài tôm nuôi khác, do vậy khi tăng hàm lượng Protein trong thức ăn trong phạm vi nhất định thì có thể giảm lượng tiêu tốn thức ăn trong quá trình nuôi. Nếu so sánh hệ số tiêu tốn thức ăn với một số nghiên cứu khác thì nhận thấy hệ số tiêu tốn thức ăn trong nghiên cứu này thấp hơn (Bảng 3.6).

**Bảng 3.6.** So sánh hệ số thức ăn trung bình của tôm thẻ chân trắng với nghiên cứu khác

Số TT	Tên tác giả	FCR
1	Lê Kim Long và ctv, 2014	1,41
2	Phùng Thị Hồng Gấm và ctv, 2014	$1,32 \pm 0,08$
3	Võ Nam Sơn và ctv, 2014	$1,32 \pm 0,08$
4	Kết quả trung bình của nghiên cứu	$1,27 \pm 0,09$

Qua kết quả điều tra tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu có thể nhận định: Đa số hộ nuôi tôm đều được tập huấn về kỹ thuật và tuân theo sự hướng dẫn của các cơ quan chức năng về công tác chuẩn bị trước, trong quá trình nuôi tôm. Do đó tỷ lệ sống năng suất tôm nuôi khá cao, trong khi hệ số thức ăn thấp hơn so với một số nơi khác.

### 3.1.6. Kết quả nghiên cứu chuyển hóa C, N, P trong ao nuôi tôm

Hiện nay vùng nuôi tôm sú thâm canh, bán thâm canh ở Việt Nam ít nhiều đang bị ô nhiễm, năng suất nuôi giảm và nhiều vùng nuôi tôm đã bỏ hoang hoặc chuyển sang nuôi đối tượng khác như tỉnh Bạc Liêu chuyển dần đối tượng tôm thẻ chân trắng thay cho tôm sú. Có nhiều nguyên nhân gây ra ô nhiễm vùng nuôi, nhưng có thể nguyên nhân chính là do lượng chất thải từ thức ăn, vì khi nuôi tôm mật độ cao, thức ăn là một yếu tố quan trọng và chiếm tỷ trọng lớn trong tổng chi phí nuôi tôm. Nhưng có thể trở ngại rõ nhất ở các khu vực nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu là thiếu hệ thống cấp tiêu nước riêng cho các ao nuôi cũng như vấn đề sử dụng thuốc, hóa chất kháng sinh trong quá trình nuôi tôm khá phổ biến.

Nguyên nhân sâu xa của vấn đề này là người nuôi chưa tuân thủ nghiêm ngặt theo hướng dẫn của các cơ quan chuyên môn.

Thực tế cần ghi nhận là lượng thức ăn của tôm dư thừa cùng với chất thải của tôm tăng dần theo thời gian sẽ lắng đọng xuống nền đáy tạo thành một lớp bùn hữu cơ giàu dinh dưỡng. Lớp bùn đáy này là môi trường ẩn chứa nhiều rủi ro cho tôm nuôi nếu không có biện pháp xử lý kịp thời. Kết quả khảo sát về mức độ tích lũy và chuyển hóa C, N, P trong các ao nuôi tôm thẻ chân trắng tại Bạc Liêu được thể hiện ở (Bảng 3.7).

**Bảng 3.7.** Tổng lượng và tỷ lệ C, N, P tích lũy trong ao và tôm qua vụ nuôi

Nội dung	Mật độ nuôi (con/m <sup>2</sup> )						TB
	<60 (n=12)		60-80 (n=39)		>80 (n=17)		
	Kg/ha/vụ	%	Kg/ha/vụ	%	Kg/ha/vụ	%	
C. từ thức ăn	3.847±1.368	<b>100</b>	4.888±1.224	<b>100</b>	6.410±1.693	100	
C. tích lũy vào tôm	699±254	18.17	879±210	17.98	1.208±340	18.84	18.33
C. tồn trong ao	3.148±1.124	81,82	3.989±1.022	82,01	5.177±1.367	80,76	
N. từ thức ăn	706±251	<b>100</b>	897±225	<b>100</b>	1.177±311	<b>100</b>	
N. tích lũy vào tôm	220±79,90	31.16	276±66,00	30.76	360±107	32.28	31.40
N. tồn trong ao nuôi	484±175	68,98	619±162	69,23	796±209	67,71	
P. từ thức ăn	166±59,00	<b>100</b>	211±52,90	<b>100</b>	277±73,00	<b>100</b>	
P. tích lũy vào tôm	21,2±7,65	12.77	26,5±6,35	12.55	36,6±10,20	13.21	12.84
P. tồn trong ao nuôi	143±51,50	87,34	184±46,70	87,20	237±63,30	86,64	

*Ghi chú: Các giá trị trình bày trong (Bảng 4.7) là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn*

Các giá trị trình bày trong bảng cho thấy lượng C, N, P tích lũy trong ao và lượng C, N, P được tôm tích lũy tăng theo mật độ nuôi, cụ thể như sau:

### 3.1.6.1. Chuyển hóa Cacbon (TOC) trong ao nuôi tôm

Có nhiều nguồn cung cấp TOC đầu vào cho ao nuôi tôm như: thức ăn, nguồn nước và con giống. Vật chất hữu cơ cũng có thể thâm nhập vào ao qua sự xói lở thành ao hay mưa chảy tràn, ngoài ra còn có nguồn nội tại là đất đáy ao nuôi. Một số kết quả nghiên cứu khả năng tích lũy TOC vào trong tôm rất thấp so với tổng lượng TOC đầu vào và khả năng tích lũy cũng thay đổi theo mùa.

Kết quả qua phân tích sự chuyển đổi Cacbon trong các ao nuôi tôm thẻ chân trắng - Bảng 3.7 đã cho thấy, mức độ tích lũy Cacbon từ thức ăn vào tôm nuôi ở 3 nhóm mật độ nuôi tương đương nhau và dao động từ 17,98 -18,84%. Lượng còn lại tích lũy trong môi trường ao nuôi khoảng 86,64-87,34%. Lượng Cacbon này có thể được chuyển hóa trong nhiều thành phần khác nhau trong môi trường nước, như dạng Cacbon vô cơ hòa tan ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ), Cacbon hữu cơ được vi sinh vật hấp thụ và chuyển hóa, phần khác lắng đọng vào nền đáy.

Theo Tạ Văn Phương (2006) tôm sú chỉ có thể tích lũy vào cơ thể từ nguồn Cacbon của thức ăn khoảng 10,1% ở mùa nắng và 16,1% ở mùa mưa, như vậy sẽ có khoảng 89,9% và 83,9% vật chất hữu cơ tồn tại trong môi trường ao nuôi. Tác giả Shukri và ctv (2011); Sareban và ctv (2012) cũng nhận thấy khả năng chuyển đổi nguồn Cacbon từ thức ăn vào cơ thể của tôm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như kích cỡ tôm nuôi, chất lượng môi trường nuôi và đặc biệt là thành phần thức ăn. Trong trường hợp tốt nhất, thì tôm cũng chỉ có khả năng chuyển hóa khoảng 20-22% nguồn Cacbon thức ăn vào trong cơ thể. Từ sự so sánh như vậy, có thể nhận định rằng mức độ chuyển hóa nguồn Cacbon từ thức ăn của tôm thẻ chân trắng nuôi trong ao đất ở Bạc Liêu cũng tương tự như một số loài tôm nước mặn khác và các loại thức ăn nông hộ sử dụng đã đáp ứng được như cầu dinh dưỡng của tôm nuôi.

### **3.1.6.2. Chuyển hóa Nitơ trong ao nuôi tôm**

Qua bảng 4.7 cho thấy, tỷ lệ Nitơ tôm tích lũy được ở 3 nhóm mật độ nuôi lần lượt là: 31,16%, 30,76% và 32,28%, lượng Nitơ còn lại tồn trong môi trường ao nuôi khoảng 68,98%, 69,23% và 67,71%. Lượng Nitơ tồn trong ao có thể được chuyển hóa thành các dạng vật chất khác nhau của môi trường: Nitơ vô cơ hòa tan, Nitơ hữu cơ hoặc được vi sinh vật hấp thụ và chuyển hóa tiếp.

Kết quả nghiên cứu của Tạ Văn Phương (2006) cho biết lượng Nitơ của thức ăn được tôm sú chuyển hóa thành Nitơ của tôm vào mùa mưa là 15,6% và mùa nắng là 24,8%. Tương tự như vậy, Usui và ctv (2006) cũng cho rằng chỉ có khoảng 23-30% Nitơ chuyển hóa từ thức ăn và trong tôm, lượng Nitơ của thức ăn tồn trong môi trường ao khoảng 67,71-69,23%.

### **3.1.6.3. Chuyển hóa Phospho trong nuôi tôm**

Qua bảng 3.7 cho thấy lượng Phospho tồn (143-237 kg/ha/vụ) trong ao cao hơn nhiều so với lượng Phospho đầu ra (21,2-36,6 kg/ha/vụ). Lượng Phospho tôm hấp thụ lần lượt ở 3 nhóm mật độ là: 12,77%, 12,55% và 13,21% phần còn lại tồn lưu vào môi trường: 87,34%, 87,20% và 86,64%.

Theo Ryther và ctv (1971) trong ao nuôi tôm, Phospho từ thức ăn chiếm khoảng 70-91% trong tổng Phospho đầu vào, trong khi đó tôm chỉ có thể hấp thụ và chuyển hóa cho cơ thể từ 10-13%. Ngoài ra, theo Kittiwanch và ctv (2012) vào mùa nắng, tôm hấp thụ được khoảng 13% Phospho còn vào mùa mưa khoảng 18-20%. Theo kết quả nghiên cứu Vương Trọng Quý (2006) cho thấy hàm lượng Phospho tích trữ trong thịt tôm sú từ 15,6% - 22,6%, phần còn lại tồn trong nền đáy hoặc trong nước ao.

### **3.2. Kết quả nghiên cứu sự chuyển hóa C, N, P trong ao thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh không lót bạt, không thay nước ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> và 100 con/m<sup>2</sup>**

Ngày nay, tôm thẻ chân trắng có thể nuôi với mật độ rất cao (300-500 con/m<sup>3</sup>) và năng suất tôm nuôi rất cao nhưng kèm theo đó phải ứng dụng các biện pháp kỹ thuật tiên tiến để xử lý môi trường và trang thiết bị kỹ thuật tiên tiến phục vụ cho quá trình nuôi. Như vậy, chi phí đầu vào rất cao vượt quá khả năng đầu tư của đa số hộ nuôi tôm ở Bạc Liêu. Xuất phát từ thực tế khảo sát tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở Bạc Liêu, hai mật độ nuôi 50 và 100 con/m<sup>2</sup> trong ao đất không lót bạt được luận án thực hiện và kết quả nghiên cứu được trình bày tiếp dưới đây.

#### **3.2.1. Biến động một số yếu tố môi trường trong ao nuôi**

##### **3.2.1.1. Biến động nhiệt độ (°C), pH giữa hai mật độ nuôi tôm**

Nhiệt độ là một trong các yếu tố sinh thái quan trọng cho quá trình trao đổi chất của sinh giới nói chung, riêng đối với động vật thủy sinh thì nhiệt độ nước đóng vai trò đặc biệt quan trọng (Kim Văn Vạn, Đoàn Thị Ninh, 2019; Đỗ Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Tư, 2010). Kết quả xác định nhiệt độ tại các ao nuôi

tôm thẻ chân trắng không thay nước tương đối ổn định và dao động từ 27,0-30°C ở cả hai mật độ nuôi (50 con/m<sup>2</sup> và 100 con/m<sup>2</sup>).

**Bảng 3.8.** Sự biến động nhiệt độ và pH giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
Nhiệt độ (°C)	28,0±0,35	29,5±0,34	27,2±0,75	28,9±0,97
pH	8,11±0,15	8,58±0,11	8,43±0,27	8,73±0,22

Theo Nguyễn Khắc Hường (2007) cho rằng tôm thẻ chân trắng có thể chịu được phạm vi nhiệt độ từ 14-35°C, sinh trưởng tốt ở nhiệt từ 23-30°C, nhiệt độ tối ưu là 26-29°C nhưng biên độ biến đổi không quá 5°C trong ngày/đêm (Boyd và ctv, 2002; Kim Văn Vạn và ctv, 2019).

pH trong các ao nuôi giữa 2 nghiệm thức trong suốt quá trình nuôi không có sự khác biệt ( $p > 0,05$ ) và dao động từ 8,0-9,0 thể hiện tính kiềm mạnh. pH ở nghiệm thức thả nuôi 100 con/m<sup>2</sup> có tăng vào buổi chiều (pH: 8,73), nhưng cũng chưa vượt quá giới hạn pH cao nhất (pH: 11) có thể gây chết cho sinh vật, nếu pH tăng sẽ làm tăng tính độc của NH<sub>3</sub> (Võ Nam Sơn và ctv, 2014). Nhiều nghiên cứu về ảnh hưởng của pH tới đời sống của tôm biển nói chung đều cho rằng: pH 7,3-7,9 là giá trị thuận lợi nhất cho sự sinh trưởng của tôm (Williams và ctv, 1996; Chanratchakool và ctv, 2002; Đỗ Thị Thanh Hương và ctv, 2010).

### 3.2.1.2. Biến động độ mặn, độ kiềm giữa hai mật độ nuôi tôm

Tôm thẻ chân trắng có thể nuôi trong nước độ mặn từ 0,5-45‰, tôm sinh trưởng và phát triển tốt từ 7-34‰, nhưng tối ưu ở độ mặn khoảng 10-15‰ (từ kết quả khảo sát thực tế tại địa phương). Tôm nuôi có độ mặn cao hơn 30‰ thường bị bệnh đốm trắng, bệnh đầu vàng (Chanratchakool và ctv, 2003). Qua quá trình theo dõi trong khoảng thời gian thực nghiệm nuôi tôm trong các ao cho thấy khi nước ao nuôi có độ mặn thấp hơn sẽ làm tôm bị còi, mềm vỏ và tỷ lệ sống thấp, tôm có thể phát triển tốt ở độ mặn 3‰ khi đạt khối lượng 10-12g.

Độ kiềm của nước là tổng hàm lượng Cacbonate và Bicacbonate, chúng có vai trò như hệ đệm trong nước do chúng có khả năng ổn định được pH.

**Bảng 3.9.** Sự biến động các yếu tố độ mặn và độ kiềm giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Độ mặn (‰)	25,1±0,34 <sup>a</sup>	27,0±0,49 <sup>a</sup>
Độ kiềm (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	194±4,35 <sup>a</sup>	183±23,5 <sup>a</sup>

Độ kiềm các ao nuôi tôm trong nghiên cứu này dao động từ 183-194 mg CaCO<sub>3</sub>/L, đây là điểm khá thuận lợi cho việc tạo vỏ mới, tránh hiện tượng bệnh mềm vỏ đồng thời giúp ổn định pH trong ao nuôi. Tuy nhiên, khi độ kiềm quá cao có thể gây nên hiện tượng khó lột xác. Theo một số kết quả nghiên cứu, thì độ kiềm trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng nên cao hơn 80mg CaCO<sub>3</sub>/L (Casillas-Hernández và ctv, 2007; Châu Tài Tảo và ctv, 2016). Theo Boyd và ctv (2002) thì độ kiềm trong ao nuôi có sự biến động nhất định và thường gia tăng vào cuối vụ nuôi. Có thể sử dụng độ kiềm như là một trong các chỉ tiêu đánh giá sự phát triển của vi khuẩn trong nước, khi độ kiềm giảm, thì vi khuẩn tự dưỡng đã tiêu thụ một lượng kiềm như là sử dụng nguồn Cacbon từ đó có thể làm chậm tiến trình ô nhiễm nước.

### 3.2.1.3. Sự biến động hàm lượng TAN giữa hai mật độ nuôi tôm

Trong quá trình nuôi hàm lượng TAN có xu hướng tăng dần ở cả 2 nghiệm thức mật độ. Ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> hàm lượng TAN tăng tương đối đều, (từ 0,59-0,89 mg/L) ít biến động và không có sự khác biệt ( $p > 0,05$ ) suốt quá trình nuôi. Nguyên nhân có thể do ao nuôi 100 con/m<sup>2</sup> có mật độ tảo cao hơn (lượng *Chlorophyll-a*: 1.153 µg/L), khả năng hấp thu NH<sub>4</sub><sup>+</sup> cao từ đó hàm lượng TAN thấp hơn so với mật độ 50 con/m<sup>2</sup> (Bảng 3.10).

Ở nghiệm thức nuôi 50 con/m<sup>2</sup>, hàm lượng TAN tăng cao ở thời điểm 60 ngày nuôi (2,12 mg/L) và có sự khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với những thời điểm trước đó. Nguyên nhân có thể do tảo tàn (sau 45 ngày nuôi) và sự phân hủy của tảo ở nền đáy là nguyên nhân hàm lượng TAN tăng cao ở ngày 60. Điều này có thể minh chứng bằng hàm lượng *Chlorophyll-a* ở nghiệm thức có mật độ 50 con/m<sup>2</sup> thấp hơn so với hàm lượng *Chlorophyll-a* ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> (116 µg/L so với 1.153 µg/L). Rất có thể do hiện tượng tảo tàn lắng xuống đáy làm cho lượng oxy hòa tan giảm, từ đó

ảnh hưởng tới sự hoạt động của vi khuẩn nitrat hóa. Vì một trong các điều kiện cần cho sự hoạt động của vi khuẩn nitrat hóa cần oxy hòa tan cao.

**Bảng 3.10.** Sự biến động hàm lượng TAN giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Đơn vị tính	Mật độ	Mật độ
		50 con/m <sup>2</sup>	100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	mg/L	0,35±0,18 <sup>a</sup>	0,23±0,18 <sup>a</sup>
Ngày 15	mg/L	0,45±0,10 <sup>a</sup>	0,43±0,16 <sup>a</sup>
Ngày 30	mg/L	0,66±0,11 <sup>a</sup>	0,55±0,20 <sup>a</sup>
Ngày 45	mg/L	0,87±0,83 <sup>a</sup>	0,83±0,38 <sup>a</sup>
Ngày 60	mg/L	2,11±1,08 <sup>b</sup>	0,89± 0,79 <sup>a</sup>

*Các giá trị có các ký tự khác nhau trên cùng 1 hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ )*

Theo Boyd (1990; Jenneman và ctv (1986) cho rằng hàm lượng TAN thấp hơn 2 mg/L không ảnh hưởng đến tôm nuôi. Như vậy hàm lượng TAN ở các nghiệm thức này vẫn nằm trong giới hạn cho phép, và phù hợp cho sự phát triển của tôm.

#### **3.2.1.4. Biến động hàm lượng Nitrite giữa hai nghiệm thức nuôi tôm**

Hàm lượng Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) sinh ra từ quá trình oxy hóa ammonia (TAN) dưới tác động của vi khuẩn *Nitrosomonas*, vì vậy khi hàm lượng Nitrite tăng thì hàm lượng TAN lại giảm và mật độ vi khuẩn nitritrat hóa trong ao tăng. Ở giai đoạn đầu thả nuôi, do nước ao còn nghèo dinh dưỡng, hoạt động của vi khuẩn *Nitrosomonas* chưa cao, cộng với các vật chất hữu cơ trong ao còn ít, nên hàm lượng Nitrite tương đối thấp sau đó lượng Nitrite tăng lên và biến động theo sự biến động của TAN (Boyd, 1998, Fouroughifard và ctv. 2018).

Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng Nitrite luôn duy trì ở mức thấp và không có sự khác biệt giữa hai mật độ nuôi (50 và 100 con/m<sup>2</sup>). Tuy nhiên, từ sau 45 đến 60 ngày thả nuôi, hàm lượng Nitrit ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> tăng và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so các thời điểm trước đó. Nguyên nhân có thể do lượng thức ăn dư thừa, chất thải của tôm ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> tăng nhanh. Ngoài ra cũng có thể do mức độ chuyển hóa TAN thành  $\text{NO}_2$  ở nghiệm thức này cao hơn (Bảng 3.11).

**Bảng 3.11.** Biến động Nitrite giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Đơn vị tính	Mật độ	
		50 con/m <sup>2</sup>	100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	Mg/L	0,07±0,02 <sup>a</sup>	0,04±0,006 <sup>a</sup>
Ngày 15	Mg/L	0,06±0,23 <sup>a</sup>	0,05±0,006 <sup>a</sup>
Ngày 30	Mg/L	0,07±0,03 <sup>a</sup>	0,11±0,03 <sup>b</sup>
Ngày 45	Mg/L	0,07±0,006 <sup>a</sup>	0,20±0,05 <sup>b</sup>
Ngày 60	Mg/L	0,08±0,02 <sup>a</sup>	0,51±0,24 <sup>b</sup>

Các giá trị có các ký tự khác nhau trên cùng 1 hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ )

Nitrite (dạng Nitơ có độc tính đối với thủy sinh vật) có trong thủy vực là do quá trình Nitrit hóa và phản Nitrate hóa. Theo Boyd (1998) hàm lượng Nitrite trong ao nuôi không nên vượt quá 10 mg/L. Đối chiếu với các nhận định trên thì hàm lượng Nitrite trong ao nuôi ở nghiên cứu này khá thấp, không có ảnh hưởng xấu tới sự sinh trưởng của tôm thẻ chân trắng trong ao nuôi.

### 3.2.1.5. Biến động hàm lượng Nitrate giữa hai mật độ tôm nuôi

Kết quả nghiên cứu đã thu được hàm lượng Nitrate có xu hướng tăng dần về cuối thí nghiệm, nhưng do khả năng khoáng hóa tốt hơn nên lượng Nitrate trong nghiệm thức nuôi mật độ 50 con/m<sup>2</sup> tăng nhanh hơn so với nghiệm thức nuôi 100 con/m<sup>2</sup> (Bảng 3.12). Tuy nhiên hàm lượng Nitrate ở mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup> chỉ tăng nhanh và có sự sai khác ( $p < 0,05$ ) với hàm lượng Nitrate trước đó từ thời điểm 45 ngày đến 60 ngày nuôi. Nguyên nhân có thể do sự hoạt động của vi khuẩn *Nitrobacter* ở ao nuôi mật độ cao (100 con/m<sup>2</sup>) thấp hơn nên khả năng chuyển hóa từ Nitrite thành Nitrate ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> nuôi thấp hơn. Ngoài ra, nguyên nhân có thể do ảnh hưởng bởi pH cao (Bảng 3.8) đã ức chế sự phát triển của vi khuẩn *Nitrobacter* nên hàm lượng Nitrite ít được chuyển hóa thành Nitrate mà vẫn tích lũy ở dạng Nitrite ở đáy ao.

Hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ở các nghiệm thức có hàm lượng dao động từ 0,35-5,23 mg/L và có sự khác biệt ở cuối thí nghiệm ( $p < 0,05$ ). Burford (2002); Kittiwanch (2012) và Lê Việt Dũng (2018) cho rằng hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> thích hợp trong ao nuôi



thủy sản là khoảng 10 mg/L. Nitrate là dạng Nitơ vô cơ ít độc trừ khi hàm lượng vượt quá 100 mg/L (Timmons và ctv, 2002).

**Bảng 3.12.** Sự biến động hàm lượng Nitrate giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Đơn vị tính	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	Mg/L	0,35±0,13 <sup>a</sup>	0,44±0,13 <sup>a</sup>
Ngày 15	Mg/L	0,64±0,16 <sup>a</sup>	0,52±0,13 <sup>a</sup>
Ngày 30	Mg/L	1,63±0,54 <sup>a</sup>	1,74±0,09 <sup>a</sup>
Ngày 45	Mg/L	2,53±0,16 <sup>b</sup>	0,93±0,09 <sup>a</sup>
Ngày 60	Mg/L	3,24±1,85 <sup>b</sup>	1,92±0,72 <sup>a</sup>

*Các giá trị có các ký tự khác nhau trên cùng 1 hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ )*

Như vậy, hàm lượng Nitrat của nghiên cứu này đều nằm trong khoảng phù hợp cho sự phát triển của tôm thẻ chân trắng.

### 3.2.2. Biến động hàm lượng C, N, P trong ao nuôi

Rất nhiều tác giả nghiên cứu vấn đề này đều cho rằng sự tích lũy vật chất dinh dưỡng trong ao nuôi tăng dần theo thời gian nuôi là điều tất yếu. Mức độ biến động của chúng cũng diễn ra khá phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như mức độ sử dụng của sinh vật, điều kiện thủy lý, thủy hóa môi trường...

#### 3.2.2.1. Biến động hàm lượng TOC (tổng Cacbon hữu cơ)

Kết quả nghiên cứu ghi nhận cho thấy tổng hàm lượng Cacbon hữu cơ (TOC) ở cả hai nghiệm thức tăng chậm và không có sự khác biệt từ lúc thả đến 30 ngày tuổi, tuy nhiên hàm lượng Cacbon hữu cơ bắt đầu tăng nhanh sau 45 ngày nuôi và hàm lượng TOC ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> cao hơn ( $p < 0,05$ ) so với nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup>. Kết quả nghiên cứu đã ghi nhận sự tích lũy TOC ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> nhanh hơn khoảng 15 ngày so với mật độ 50 con/m<sup>2</sup> và mức độ tích lũy TOC ở nghiệm thức này tăng nhanh hơn về cuối vụ. Nguyên nhân chính có thể do tôm không sử dụng hết lượng thức ăn hằng ngày.

Theo Burford và Longmore (2001); Carvalho (2009) cũng cho rằng TOC có từ nguồn thực vật khác nhau sẽ cho mức độ tiêu hóa rất khác nhau bởi hàm lượng

Celulose của chúng. Ngoài ra, quá trình khoáng hóa vật chất hữu cơ lắng đọng trong nền đáy còn phụ thuộc vào sự hoạt động của vi khuẩn.

**Bảng 3.13.** Sự biến động tổng hàm TOC giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Đơn vị tính	Mật độ	
		50 con/m <sup>2</sup>	100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	mg/L	30,7±10,90 <sup>a</sup>	38,2±13,00 <sup>a</sup>
Ngày 15	mg/L	38,9±1,32 <sup>a</sup>	46,1±5,24 <sup>a</sup>
Ngày 30	mg/L	57,5±5,46 <sup>a</sup>	57,7±2,63 <sup>a</sup>
Ngày 45	mg/L	68,9±1,32 <sup>a</sup>	93,5±6,54 <sup>b</sup>
Ngày 60	mg/L	104,2±23,1 <sup>a</sup>	169,6±38,0 <sup>a</sup>

*Các giá trị có các ký tự khác nhau trên cùng 1 hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ )*

Nền đáy những ao nuôi thâm canh, tích tụ nhiều chất thải và sự thoát khí không tốt thì quá trình phân hủy chất hữu cơ xảy ra chậm hơn, từ đó hàm lượng chất hữu cơ tích tụ ngày càng tăng (Ikemoto, 2008; Mude, 2014; Tạ Văn Phương 2006 và 2016). Liên quan đến vấn đề phân hủy, khoáng hóa các chất hữu cơ tích tụ trong ao nuôi là tỷ lệ C:N có trong thức ăn. Nhiều nghiên cứu thấy rằng nếu tỷ lệ C/N dao động từ 20:1-30:1 thì quá trình khoáng hóa diễn ra nhanh hơn (Boyd, 2009; Burford, 1998). Dựa vào nhận định trên thấy rằng thức ăn Cargill sử dụng trong nghiên cứu này có hàm lượng TOC tại thời điểm 60 ngày khá cao (khoảng 158 mg/L) gấp khoảng 20 lần so với tổng TN (khoảng 6,8mg/L-Bảng 3.13; Bảng 3.14) đã giúp khoáng hóa Nitơ vô cơ trong ao nhanh hơn.

### 3.2.2.2. Biến động hàm lượng Nitơ giữa 2 mật độ nuôi tôm

Trong các ao nuôi thâm canh thì Nitơ thường tăng cao về cuối vụ nuôi, đó là do lượng thức ăn dư thừa và lượng chất thải của tôm nuôi ngày càng tăng lên. Hàm lượng Nitơ trong các ao nghiên cứu này dao động từ 2,19-6,78 mg/L và có khuynh hướng tăng về cuối vụ nuôi (Bảng 3.14) và hàm lượng Nitơ tích lũy trong ao nuôi tôm ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> luôn cao hơn mật độ ao nuôi 50 con/m<sup>2</sup>.

Như vậy, ở hình thức nuôi tôm mật độ cao, thì mức độ tích lũy Nitơ trong ao tỷ lệ thuận với mật độ nuôi, lượng thức ăn cung cấp hằng ngày. Các nghiên cứu cho thấy ở các mô hình nuôi tôm sú thâm canh, sử dụng thức ăn công nghiệp nếu thu

được 1.000 kg tôm thì cũng đưa ra môi trường khoảng 113,8 kg N và 31,4 kg Phospho (Alongi và ctv, 2000; Gross và ctv, 2004; Funge-Smith và ctv, 1998).

**Bảng 3.14.** Biến động TN giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Đơn vị tính	Mật độ	
		50 con/m <sup>2</sup>	100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	mg/L	2,53±0,29 <sup>a</sup>	3,86±0,96 <sup>b</sup>
Ngày 15	mg/L	2,79±0,15 <sup>a</sup>	3,48±0,36 <sup>b</sup>
Ngày 30	mg/L	2,80±0,16 <sup>a</sup>	4,55±0,67 <sup>b</sup>
Ngày 45	mg/L	2,19±0,12 <sup>a</sup>	5,49±0,47 <sup>b</sup>
Ngày 60	mg/L	5,43±1,63 <sup>a</sup>	6,78±1,21 <sup>b</sup>

*Các giá trị có các ký tự khác nhau trên cùng 1 hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ )*

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy khi tăng mật độ tôm nuôi thì hàm lượng Nitơ cũng tăng đáng kể. Khi so sánh lượng Nitơ giữa 2 nghiệm thức, thì nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> có lượng Nitơ tích lũy cao hơn so với nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup>, nhưng sự khác biệt ( $p < 0,05$ ) về hàm lượng Nitơ giữa hai mật độ nuôi chỉ rõ ràng từ ngày nuôi thứ 30 trở đi.

### 3.2.2.3. Biến động Phospho giữa mật độ nuôi tôm

Kết quả phân tích (Bảng 3.15) cho thấy hàm lượng lân ở các ao nuôi biến động khá lớn, tuy nhiên luôn duy trì ở mức thấp (0,29-0,78 mg/L) và có sự khác biệt ( $p < 0,05$ ) giữa 2 nghiệm thức. Ở nghiệm thức nuôi 100 con/m<sup>2</sup> ở thời điểm 60 ngày nuôi hàm lượng tổng lân cao hơn có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với thời điểm 30 ngày nuôi. Trong ao nuôi, đặc biệt có độ kiềm cao khả năng hấp thu và kết tủa PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (Boyd, 1998) điều này giúp làm sáng tỏ hàm lượng lân trong nước ở nghiệm thức có mật độ nuôi 100 con/m<sup>2</sup> cao hơn nghiệm thức có mật độ 50 con/m<sup>2</sup>. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Thanh Long và Võ Thành Toàn, (2008) trong ao nuôi tôm sú thâm canh ở cuối vụ nuôi hàm lượng lân tổng dao động từ 0,43-0,54 mg/L.

Theo nghiên cứu của Smith-Funge và Briggs (1998) trong đó lượng phospho tích lũy trong nước khoảng 38% (Martin và ctv, 1998); 47,2% (Paez-Osuna và ctv, 1999).

**Bảng 3.15.** Biến động hàm lượng Phospho (TP) giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Đơn vị tính	Mật độ	
		50 con/m <sup>2</sup>	100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 01	mg/L	0,29±0,05 <sup>a</sup>	0,47±0,40 <sup>b</sup>
Ngày 15	mg/L	0,30±0,09 <sup>a</sup>	0,53±0,06 <sup>b</sup>
Ngày 30	mg/L	0,36±0,20 <sup>a</sup>	0,64±0,07 <sup>b</sup>
Ngày 45	mg/L	0,40±0,08 <sup>a</sup>	0,75±0,08 <sup>b</sup>
Ngày 60	mg/L	0,59±0,10 <sup>a</sup>	0,78±0,07 <sup>b</sup>

*Các giá trị có các ký tự khác nhau trên cùng 1 hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ )*

Hàm lượng phospho tích lũy trong ao nuôi phụ thuộc rất lớn vào mật độ nuôi, khả năng khoáng hóa thành hàm lượng lân dễ tiêu và mật độ tảo phát triển.

#### 3.2.2.4. Tăng trưởng và tỷ lệ sống trong ao nuôi ở 2 mật độ 50, 100 con/m<sup>2</sup>

Từ (Bảng 3.16) cho thấy tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về khối lượng của tôm nuôi ở 2 mật độ trung bình lượt: 0,12 gram/ngày và 0,15 gram/ngày và không có sự khác biệt ( $p > 0,5$ ), nhưng tốc độ sinh trưởng của tôm tăng nhanh từ sau 30 ngày thả đến khi thu hoạch (Hình 3.5). Khối lượng trung bình của tôm ở 2 mật độ 50 và 100 con/m<sup>2</sup> ở thời điểm thu hoạch lần lượt là 7,13 gram/con; 8,92 gram/con.

**Bảng 3.16.** Tăng trưởng và tỷ lệ sống của tôm nuôi ở 2 mật độ tôm nuôi

Chỉ tiêu	Mật độ	
	50 con/m <sup>2</sup>	100 con/m <sup>2</sup>
Tốc độ tăng trưởng (g/ngày)	0,12±0,08	0,15±0,03
Tỷ lệ sống (%)	75±0,01 <sup>a</sup>	65±5,03 <sup>a</sup>
Kích cỡ tôm thu hoạch (g/con)	7,13±0,05	8,92±1,51
Năng suất (Kg/ha/vụ)	2.672±20,3 <sup>a</sup>	5.817±1,19 <sup>b</sup>
Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR)	1,27±0,03 <sup>a</sup>	1,3±0,10 <sup>a</sup>

*Các giá trị trong cùng một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*

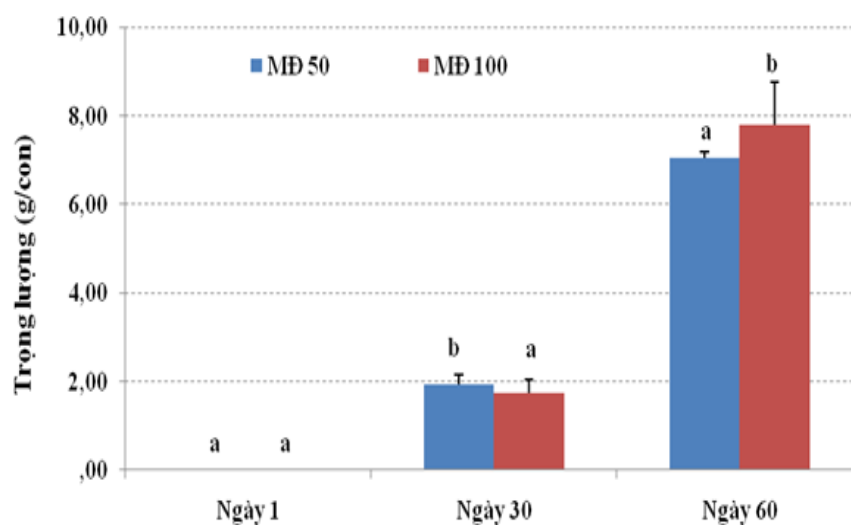
Tỷ lệ sống của tôm nuôi ở hai nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ), mặc dù tỷ lệ sống thực tế khi thu hoạch của tôm nuôi ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> cao hơn so với tỷ lệ sống của tôm ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup>. Khi so sánh với tỷ lệ sống của tôm ở các hộ nuôi tôm thẻ chân trắng tại Bạc Liêu là 70-75% trong

(cùng năm -Sở NN & PTNT tỉnh Bạc Liêu, 2014) thì tỷ lệ sống của tôm nuôi trong nghiên cứu này chấp nhận được (65-75%).



**Hình 3.4.** Tôm thu hoạch từ kết quả thực nghiệm

Hệ số thức ăn (FCR) của tôm trong nghiên cứu này tương đối thấp (1,27-1,30) và năng suất tôm nuôi:  $2.672 \pm 20,3 \text{ kg/ha}$  (mật độ 50 con/m<sup>2</sup>);  $5.817 \pm 1.193 \text{ kg/ha}$  (mật độ 100 con/m<sup>2</sup>). Trong khi đó nếu nuôi trong ao như đa số người dân thì năng suất tôm nuôi thường dao động trong khoảng 2.500-4.500 kg/ha/vụ và hệ số thức ăn FCR trung bình 1,3-1,4.



**Hình 3.5.** Tốc độ tăng trưởng theo giai đoạn của tôm nuôi

Qua nghiên cứu kết quả cũng tương đương với hệ số thức ăn của tôm thẻ chân trắng nuôi tại Quảng Nam là  $1,32 \pm 0,08$  (Nguyễn Duy Quỳnh Trâm và ctv, 2017; Tạ Văn Phương và ctv, 2014) (Hình 3.4; Hình 3.5).

### **3.2.3. Sự tích lũy vật chất C, N, P trong ao đất qua vụ nuôi**

#### **3.2.3.1. Sự tích lũy tổng vật chất hữu cơ (TOC) qua vụ nuôi**

Kết quả nghiên cứu đã xác định được: Ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> thì tổng lượng Cacbon hữu cơ đầu vào: 1.751 kg/ha trong đó: tổng lượng Cacbon trong nước: 400kg (22,84%), Cacbon từ đất: 22,4kg (1,28%) và Cacbon từ thức ăn: 1.328kg (75,84%). Ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> thì tổng lượng Cacbon đầu vào: 3.867 kg/ha, trong đó Cacbon có trong nước: 497kg (12,85%), Cacbon từ đất: 361kg (9,14%) và Cacbon từ thức ăn: 3.024kg (78,50%). Nhìn chung tổng lượng Cacbon hữu cơ tồn tích trong ao ở nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> luôn thấp hơn và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> (Bảng 3.11). Điều này hoàn toàn hợp lý vì ngoài mật độ nuôi cao hơn thì lượng thức ăn trong quá trình nuôi luôn cao hơn khoảng 2 lần so với nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup>. Boyd (1995); Carvalho, và ctv (2009) cho rằng mức độ tồn tại cacbon hữu cơ trong ao phụ thuộc vào nhiều nguyên nhân như nguồn vật chất hữu cơ nội tại, từ bên ngoài xâm nhập vào, khả năng phân hủy của vi sinh vật. Những ao không được nạo vét thường xuyên, sẽ tồn tích lớp bùn hữu cơ dày thì lượng vật chất hữu cơ sẽ cao. Như vậy rất có thể lượng cac bon hữu cơ trong ao nuôi tôm của nghiên này đã tồn tại trong các vụ nuôi đó mà không được loại bỏ triệt để trước khi thả tôm. Đây có thể là nguyên nhân hàm lượng TOC ban đầu trong đất đáy cao.

Từ tổng vật chất Cacbon hữu cơ ban đầu, tôm thẻ chân trắng đã tích lũy lượng Cacbon vào cơ thể lần lượt 13,9% ở mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup> và ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> là 16,1%. Hàm lượng Cacbon tồn lại trong nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> là 1.508kg (trong đó tồn trong nước: 1.102kg (62,9%), tồn trong đất: 406kg (23,2%). Tương tự như vậy, ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup>, tổng lượng Cacbon tồn trong ao: 3.258kg trong đó tồn trong nước 52,6% và tồn trong đất 31,6%. Như vậy, trong quá trình nuôi, hàm lượng Cacbon tích lũy trong ao đều tăng ở cả hai mật độ tôm nuôi.

**Bảng 3.17.** Tích lũy Cacbon của 2 mật độ tôm nuôi khác nhau

Nội dung	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
	Kg/ha/vụ	%	Kg/ha/vụ	%
<b>TOC đầu vào</b>	1.751±171 <sup>a</sup>	100	3.867±893 <sup>b</sup>	100
Từ nước ban đầu	400±142 <sup>a</sup>	22,84	497±169 <sup>a</sup>	12,85
Từ đất ban đầu	22,4±3,29 <sup>a</sup>	1,28	361±144 <sup>b</sup>	9,13
Từ tôm giống	0,10±0,01 <sup>a</sup>		0,07±0,02 <sup>a</sup>	
Từ thức ăn	1.328±38,4 <sup>a</sup>	75,84	3.042±775 <sup>b</sup>	78,50
TOC vào tôm	243±2,65 <sup>a</sup>	13,90	623±162 <sup>b</sup>	16,91
<b>TOC tồn trong ao</b>	<b>1.508±169<sup>a</sup></b>	<b>85,30</b>	<b>3.258±746<sup>b</sup></b>	<b>83,60</b>
- Tồn trong nước và tăng so với ban đầu vào	1.102±21,6 <sup>a</sup> 2,75 lần	62,90	2.035±456 <sup>b</sup> Tăng 4,09 lần	52,60
-Tồn trong đất và tăng so với ban đầu vào	406±183 <sup>a</sup> 18,12 lần	23,20	1.223±906 <sup>a</sup> 3,38 lần	31,60

Ghi chú: Các giá trị cùng hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )

Tuy nhiên, so với hàm lượng Cacbon trong nước ban đầu thì lượng Cacbon trong nước sau khi thu hoạch ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> thấp hơn so với mật độ 100 con/m<sup>2</sup> với các giá trị 2,75 lần và 4,09 lần. Tương tự như vậy, sự tích lũy cacbon trong đất cũng tăng 18,12 lần và 3,38 lần tương ứng với hai mật độ 50 và 100 con/m<sup>2</sup>. Sở dĩ mức độ tích lũy cacbon trong nền đáy ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> cao hơn so với mật độ 100 con/m<sup>2</sup> là do mật độ thả thấp, tôm không tận dụng hết thức ăn thừa lắng xuống đáy trong khi đó, nếu cùng một tỷ lệ thức ăn so với khối lượng tôm nuôi, thì nuôi với mật độ cao hơn (100 con/m<sup>2</sup>) tôm có khả năng tận dụng thức ăn thừa ở tầng đáy tốt hơn (Bảng 3.17) dẫn đến lượng cacbon tồn tích thấp hơn.

### 3.2.3.2 Sự tích lũy Nitơ (TN) qua vụ nuôi

Kết quả nghiên cứu sự tích lũy Nitơ trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng đã ghi nhận có sự khác nhau ( $p < 0,05$ ) về mức độ tích lũy Nitơ trong ao nuôi. Tổng lượng Nitơ đầu vào ở mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup>: 394 kg/ha (trong đó: Nitơ từ thức ăn: 240 kg  $\approx$  60,91%, Nitơ từ đất: 121 kg  $\approx$  30,71% và từ nước: 32,8 kg  $\approx$  8,32%) còn ở mật độ

100 con/m<sup>2</sup>: 776 kg/ha (trong đó: lượng Nitơ của thức ăn: 549 kg  $\approx$  70,74%, của đất 177 kg  $\approx$  22,8% và từ nước 50,2 kg  $\approx$  6,47%).

**Bảng 3.18.** Tích lũy Nitơ của 2 mật độ tôm nuôi khác nhau

Nội dung	50 con/m <sup>2</sup>		100 con/m <sup>2</sup>	
	Kg/ha/vụ	%	Kg/ha/vụ	%
<b>TN đầu vào (t.ăn, đất, nước...)</b>	<b>394±15,9<sup>a</sup></b>	<b>100</b>	<b>776±179<sup>b</sup></b>	<b>100</b>
TN. từ nước	32,8±3,67 <sup>a</sup>	8,32	50,2±12,4 <sup>b</sup>	6,47
TN từ đất	121±16,7 <sup>a</sup>	30,71	177±24,8 <sup>b</sup>	22,8
TN từ tôm giống	0,02±0,00 <sup>a</sup>	-	0,04±0,00 <sup>a</sup>	-
TN từ thức ăn	240±6,70 <sup>a</sup>	60,91	549±151 <sup>b</sup>	70,74
<b>TN đầu ra (tích lũy vào tôm)</b>	<b>73,4±3,49<sup>a</sup></b>	<b>18,62</b>	<b>175±39,5<sup>b</sup></b>	<b>22,6</b>
<b>TN tồn so với đầu vào</b>	<b>320±19,1<sup>a</sup></b>	<b>81,20</b>	<b>601±140<sup>b</sup></b>	<b>77,40</b>
Trong đó: tồn trong nước ( <i>tăng so với ban đầu</i> )	65,1±19,5 <sup>a</sup>	16,50	81,4±14,5 <sup>a</sup>	10,50
tồn trong đất ( <i>tăng so với ban đầu</i> )	255,9±33,9 <sup>a</sup>	64,70	519±126 <sup>b</sup>	66,90
	2,11 lần		2,93 lần	

Ghi chú: Các giá trị cùng một hàng mang ký tự khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )

Như vậy, tổng lượng Nitơ đầu vào chịu ảnh hưởng lớn nhất từ lượng thức ăn cung cấp cho tôm trong quá trình nuôi, kể đến lượng Nitơ có sẵn trong ao nuôi và cuối cùng là Nitơ của nước. Lượng Nitơ tôm tích lũy được từ tổng Nitơ đầu vào thành cơ thịt lần lượt là 18,62% ở mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup> và 22,6% mật độ 100 con/m<sup>2</sup>.

Sau khi trừ đi lượng Nitơ đã tích lũy vào tôm thì lượng Nitơ tồn trong ao nuôi ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup>: 320 kg/ha (trong đó tồn trong nước 65,1 kg - hơn 1,98 lần so với ban đầu 32,8kg), và trong đất 255 kg cao hơn 2,11 lần so với ban đầu). Ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup>: tồn trong nước 81,4 kg tăng 1,62 lần và trong đất 519 kg tăng hơn 2,93 lần so với ban đầu.

Từ những phân tích như trên thấy rằng, trong quá trình nuôi lượng Nitơ tích lũy trong ao tăng dần, nhưng nền đất đáy ao vẫn là nơi tồn trữ Nitơ cao nhất (Nitơ trong đất ban đầu 121kg tăng lên 255kg, ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup>, còn ở mật độ 100



con/m<sup>2</sup>, lượng Nitơ trong đất từ 177 kg tăng tới 519 kg). Kế tiếp lượng Nitơ tồn trong nước ao (Nitơ trong nước từ 32,8kg tăng lên 65,1kg (mật độ 50 con/m<sup>2</sup>) và từ 50,2kg tăng lên 84,1kg (ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup>) (Bảng 3.18). Như vậy, có thể nhận định hàm lượng Nitơ tích lũy trong đất cao hơn so rất nhiều với trong nước. Nếu nguồn Nitơ này tích lũy ngày càng tăng cùng với không có biện pháp xử lý kịp thời thì môi trường ao nuôi sẽ bị ô nhiễm.

### 3.2.3.3. Sự tích lũy Phospho (TP) qua vụ nuôi

Cũng tương tự như sự đóng góp Nitơ trong ao nuôi, đất và thức ăn là hai nguồn Phospho chính được tích lũy trong ao với lượng cao nhất. Kết quả nghiên cứu cho thấy tổng lượng Phospho đầu vào ở mật độ tôm nuôi 50 con/m<sup>2</sup> là 165 kg/ha: trong đó của nước: 8,55kg (≈ 5,18%), của đất: 101kg (≈ 61,21%), của thức ăn: 55,4kg (≈ 33,6%). Còn tổng lượng Phospho ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> là 297 kg/ha. Trong đó: lượng Phospho của nước: 6,05kg (≈ 2,04%), lượng Phospho của đất: 165kg (≈ 55,6%), và lượng Phospho của thức ăn: 126kg (≈ 42,42%). Nguồn Phospho có trong nước ban đầu rất thấp, còn lượng Phospho từ tôm giống không đáng kể.

So với tổng lượng Phospho đầu vào, lượng Phospho mà tôm tích lũy vào cơ thể chiếm tỷ lệ rất thấp. Đối với tôm nuôi 50 con/m<sup>2</sup> lượng Phospho tích lũy được: 7,31 kg/ha (tương đương 4,43%) và mật độ 100 con/m<sup>2</sup> tích lũy được 12,0 kg/ha (tương đương 4,04%). Như vậy, mặc dù tổng lượng Phospho đầu vào ở hai nghiệm thức mật độ nuôi rất cao, nhưng tôm chỉ có khả năng chuyển đổi một lượng rất nhỏ Phospho từ môi trường để xây dựng cơ thể, tức là nhu cầu Phospho của tôm nuôi không cao (Bảng 3.19).

Hàm lượng Phospho tồn lại trong ao nuôi 50 con/m<sup>2</sup> là 1.55,7 kg/ha chiếm 95,8% so với tổng Phospho đầu vào (trong đó tồn trong nước 7,03 kg/ha và trong đất 151 kg/ha) và ở ao nuôi 100 con/m<sup>2</sup> là 285 kg/ha – chiếm 96% so với tổng Phospho đầu vào (trong đó tồn trong nước 9,4 kg/ha và trong đất 276 kg/ha) tương ứng chiếm 3,16% và 92,9% (Bảng 3.19).

**Bảng 3.19.** Tích lũy Phospho của 2 mật độ tôm nuôi khác nhau

Nội dung	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
	Kg/ha/vụ	%	Kg/ha/vụ	%
<b>TP đầu vào</b>	<b>165±8,91<sup>a</sup></b>	<b>100</b>	<b>297±65,3<sup>b</sup></b>	100
Nước ban đầu	8,55±0,31 <sup>a</sup>	5,18	6,05 ±5,24 <sup>a</sup>	2,04
Đất ban đầu	101±10,2 <sup>a</sup>	61,21	165±98,8 <sup>a</sup>	55,60
Tôm giống	0,003±0,0 <sup>a</sup>	-	0,003±0,0 <sup>a</sup>	-
Thức ăn	55,4±1,59 <sup>a</sup>	33,60	126±34,7 <sup>b</sup>	42,42
<b>TP vào tôm</b>	<b>7,31±0,13<sup>a</sup></b>	<b>4,43</b>	<b>12,0 ±2,60<sup>b</sup></b>	4,04
<b>TP tồn trong ao so với đầu vào</b>	<b>155,7±8,90<sup>a</sup></b>	<b>95,80</b>	<b>285±67,9<sup>b</sup></b>	<b>96,00</b>
Tồn trong nước (so với ban đầu)	7,03±1,17 <sup>a</sup>	4,26	9,40±8,45 <sup>a</sup>	3,16
	0,88 lần		1,55 lần	
Tồn trong đất ( tăng so với ban đầu)	151±9,40 <sup>a</sup>	91,50	276±75,4 <sup>b</sup>	92,90
	1,49 lần		1,67 lần	

*Các giá trị cùng hàng chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*

*TP đầu ra: chỉ lượng Phospho tích lũy vào tôm, TP tồn: lượng Phospho còn lại sau khi trừ Phospho đầu ra.*

Hàm lượng Phospho trong nước sau khi thu hoạch ít có sự thay đổi so với hàm lượng Phospho trong nước khi mới thả tôm. Nhưng hàm lượng Phospho tích lũy trong đất thì tăng rõ rệt 1,49 và 1,67 lần tương ứng với mật độ 50 con/m<sup>2</sup> và 100 con/m<sup>2</sup> (Bảng 3.19).

Từ đây cho thể nhận định hàm lượng Phospho tích lũy trong đất cao hơn nhiều lần so với trong nước, mật độ tôm nuôi càng cao thì hàm lượng Phospho tồn trong ao càng cao.

Từ sự phân tích và so sánh như trên, có thể nhận thấy có nhiều trở ngại đối với quá trình nuôi tôm mật độ cao, không thay nước. Nhưng có thể trở ngại lớn nhất là vấn đề quản lý các yếu tố đầu vào như nguồn nước, chất nước và các nguồn chất hữu cơ khác trên bờ xung quanh khu vực nuôi. Quản lý tốt được vấn đề này sẽ góp phần làm giảm nguy cơ nhiễm bẩn môi trường ao nuôi cũng như giảm được sự lây lan dịch bệnh gây hại tới tôm nuôi. Tiếp theo là vấn đề quản lý sử dụng thức ăn phải

hợp lý. Trong kết quả nghiên cứu này cũng như một số nghiên cứu khác đều khẳng định rằng lượng thức ăn dư thừa tan rã và tồn tích ở nền đáy ao chiếm tỷ lệ rất cao. Sự tồn tích thức ăn dư thừa như vậy tới mức nào đó sẽ có ảnh hưởng xấu tới tôm do các phản ứng hóa học trong ao sinh ra khí độc. Mặt khác nguồn thức ăn dư thừa này có thể vừa là nguồn thức ăn trực tiếp và cũng có thể là nguồn thức ăn gián tiếp của tôm nuôi dưới tác động của các vi sinh vật phân hủy khác. Như vậy, vấn đề quản lý thức ăn hợp lý không phải chỉ cần thức ăn có nguồn gốc rõ ràng, phù hợp với đặc tính dinh dưỡng của từng giai đoạn phát triển của tôm mà còn có cả phương pháp cho tôm ăn, thời điểm cho ăn, lượng cho ăn,...

### **3.3. Sự chuyển hóa C, N, P trong nuôi tôm trên bề composit không bùn đáy ở 2 mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup> (NT1) và 100 con/m<sup>2</sup> (NT2)**

Từ kết quả nghiên cứu sự chuyển hóa C, N, P trong ao đất nuôi tôm thẻ chân trắng không lót bạt, luận án tiến hành nuôi tôm thực nghiệm trên bề composite để thăm dò mức độ chuyển hóa các chất này trong điều kiện kiểm soát được yếu tố đầu vào. Kết quả được trình bày bởi các nội dung sau:

#### **3.3.1. Sự biến động yếu tố nhiệt độ (°C) và pH**

Nhiệt độ là yếu tố quan trọng cho sự phát triển và trao đổi chất chung của các sinh vật trong đó có tôm thẻ chân trắng. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ của 2 nghiệm thức khá đồng đều và ổn định. Nhiệt độ sáng, chiều dao động trong ngày từ 27,0-30°C. Boyd và ctv (2002), Nguyễn Khắc Hường (2007) cho rằng tôm thẻ chân trắng có thể chịu được phạm vi nhiệt độ từ 14-35°C, sinh trưởng tốt ở nhiệt từ 23-30°C, nhiệt độ tối ưu là 26-29°C.

**Bảng 3.20.** Sự biến động một số yếu tố thủy lý giữa 2 mật độ tôm nuôi

Thông số	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
<b>Nhiệt độ (°C)</b>	27,9±0,05	28,1±0,06	27,9±0,06	28,2±0,06
<b>pH</b>	7,92±0,01	8,58±0,11	7,99±0,01	8,0±0,01

pH giữa 2 nghiệm thức tương đương nhau và có tính kiềm yếu (pH=7,92-8,58). Theo tác giả Chanratchakool (2002); Nguyễn Thanh Phương và ctv (2004)

cho rằng, tôm thẻ chân trắng sinh trưởng và phát triển tốt ở giá trị pH từ 7,5-8,5. Nhưng theo Widanarni và ctv (2010) pH tốt nhất là từ: 7,3-7,9 và nên khống chế pH thấp hơn 8,3 nhằm đảm bảo sự cân bằng ion. Từ kết quả nghiên cứu như vậy, có thể cho rằng, nhiệt độ và pH của nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với sinh trưởng của tôm thẻ chân trắng (Bảng 3.20).

### 3.3.2. Sự biến động hàm lượng TAN giữa 2 nghiệm thức

Trong quá trình nuôi, hàm lượng TAN tăng giảm có tính chất chu kỳ tương tự nhau ở hai nghiệm thức mật độ (Bảng 3.21). Kết quả nghiên cứu đã cho thấy, hàm lượng TAN ở mật độ nuôi 100 con/m<sup>2</sup> luôn cao hơn và có sự khác biệt ( $p < 0,05$ ) với mật độ 50 con/m<sup>2</sup>. Nguyên nhân hàm lượng TAN tăng ở thời điểm 15 và 30 ngày trong quá trình nuôi có liên quan tới sự phát triển và suy tàn của tảo trong bể nuôi.

**Bảng 3.21.** Sự biến động hàm lượng TAN (mg/L) giữa 2 mật độ tôm nuôi

TAN	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	0,25±0,01 <sup>a</sup>	0,25±0,01 <sup>a</sup>
Ngày 15	2,71±0,29 <sup>a</sup>	5,20±0,02 <sup>b</sup>
Ngày 30	0,19±0,04 <sup>a</sup>	0,39±0,08 <sup>b</sup>
Ngày 45	0,15±0,04 <sup>a</sup>	0,75±0,14 <sup>b</sup>
Ngày 60	2,23±0,94 <sup>a</sup>	3,24±0,55 <sup>a</sup>

*Các giá trị trong một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*

Tại thời điểm 15 ngày và 60 ngày khi hàm lượng TAN cao nhất thì hàm lượng Chlorophyll-a ở cả hai nghiệm thức mật độ thấp nhất (55,5 µg/L ở nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> và 141 µg/L ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup>).

Ngoài tự nhiên, Nitơ tồn tại dưới hai dạng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> không độc và NH<sub>3</sub> có tính độc đối với động vật thủy sinh, hai dạng này tự chuyển đổi với nhau và ở trạng thái cân bằng khi pH=9,26. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng TAN cao nhất vào thời kỳ cuối thí nghiệm (5,20 mg/L) thì cũng chưa có khả năng gây độc cho tôm. Nếu nhiệt độ 28°C-29°C, pH từ 7,8-8,0, hàm lượng TAN xác định được 5,0mg/L thì hàm lượng NH<sub>3</sub> sau khi quy đổi cũng chỉ khoảng 0,33 mg/L, (Watson, 2010; Boyd, 2018) với hàm lượng NH<sub>3</sub> như vậy chưa thể gây độc cho tôm khi các yếu tố môi trường khác nằm trong khoảng phù hợp với tôm. Cũng theo Boyd (2018) thì hàm

lượng  $\text{NH}_3$  có thể gây độc cho tôm là 0,45 mg/L. Khi đối chiếu và so sánh như trên nhận thấy hàm lượng TAN ở các nghiệm thức đều phù hợp cho sự phát triển của tôm thẻ chân trắng.

### 3.3.3. Sự biến động hàm lượng Nitrite giữa 2 nghiệm thức

Hàm lượng Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) sinh ra từ quá trình oxy hóa ammonia (TAN) dưới tác động của vi khuẩn *Nitrosomonas*, vì vậy khi hàm lượng Nitrite tăng thì hàm lượng TAN lại giảm. Ở giai đoạn đầu, do bể mới nuôi, lượng vi khuẩn *Nitrosomonas* chưa phát triển, các vật chất hữu cơ trong bể còn ít, nên hàm lượng Nitrite tương đối thấp sau đó lượng Nitrite tăng lên và biến động theo sự biến động của TAN (Boyd, 1998).

**Bảng 3.22.** Sự biến động hàm lượng Nitrite (mg/L) giữa 2 mật độ tôm nuôi

$\text{NO}_2^-$	50 con/m <sup>2</sup>	100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	0,05±0,00 <sup>a</sup>	0,05±0,00 <sup>a</sup>
Ngày 15	0,60±0,33 <sup>a</sup>	3,23±0,46 <sup>b</sup>
Ngày 30	10,4±1,35 <sup>a</sup>	28,4±3,80 <sup>b</sup>
Ngày 45	12,48±0,40 <sup>a</sup>	21,28±0,03 <sup>b</sup>
Ngày 60	4,76±2,39 <sup>a</sup>	5,76±2,86 <sup>a</sup>

*Các giá trị trong một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*

Kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng Nitrite ở nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> luôn duy trì ở mức thấp hơn và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với hàm lượng Nitrite ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup>. Điều này có thể do sự hoạt động của khuẩn *Nitrosomonas* tốt hơn trong điều kiện pH mang tính kiềm nên khả năng chuyển hóa TAN thành Nitrite cao hơn so với lượng nitrite nghiệm thức nuôi 50 con/m<sup>2</sup> (Bảng 3.22).

Ngoài ra, ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> có hai thời điểm hàm lượng nitrite khá cao (30 ngày và 45 ngày) nhưng chưa phát hiện thấy ảnh hưởng xấu tới tôm thí nghiệm. Nguyên nhân có thể do pH mang tính kiềm (Bảng 3.20), oxy đầy đủ (do sục khí liên tục) nên hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  cao chưa ảnh hưởng tới tôm nuôi. Ngoài ra,  $\text{NO}_2^-$  cao trong điều kiện pH mang tính kiềm ( $\text{pH} \geq 8,3$ ) và độ mặn cao (20-25‰) thì ít gây hại đến tôm nuôi là do ion  $\text{Cl}^-$  sẽ chiếm các thụ thể trên trên tế bào Chlor

của mang cá/tôm (tức là ion  $\text{NO}_2^-$  không thể gắn với tế bào Chlor trên mang) từ đó khả năng gây độc của  $\text{NO}_2^-$  sẽ giảm xuống ( Alcaraz và ctv, 1999; Tạ Văn Phương, 2006; Tạ Văn Phương và ctv, 2014).

### 3.3.4. Sự biến động hàm lượng Nitrate giữa hai nghiệm thức

Kết quả nghiên cứu (Bảng 3.23) đã cho thấy hàm lượng nitrate ở nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> luôn thấp hơn và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup>. Ngoài ra, hàm lượng nitrate ở cả hai nghiệm thức mật độ đều có xu hướng tăng nhanh về cuối thí nghiệm.

**Bảng 3.23.** Sự biến động hàm lượng Nitrate (mg/L) giữa 2 mật độ tôm nuôi

$\text{NO}_3^-$	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	11,9±0,00 <sup>a</sup>	11,9±0,00 <sup>a</sup>
Ngày 15	8,68±0,03 <sup>a</sup>	9,73±0,74 <sup>a</sup>
Ngày 30	22,3±7,14 <sup>a</sup>	57,0±6,27 <sup>b</sup>
Ngày 45	47,9±15,4 <sup>a</sup>	43,0±7,18 <sup>a</sup>
Ngày 60	110±4,84 <sup>a</sup>	109±40,7 <sup>a</sup>

*Các giá trị trong một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*

Hàm lượng nitrate tăng nhanh ở cả hai nghiệm thức là do được bố trí trên bể composite, đáy tro (không có bùn đất) do đó các chất dinh dưỡng lắng đọng không bị hấp thu bởi nền đáy. Mặt khác, do các nghiệm thức nuôi được cung cấp oxy đầy đủ đã thúc đẩy sự khoáng hóa nitrite thành nitrate của vi khuẩn *Nitrobacter* nên hàm lượng nitrate cao trong các nghiệm thức mật độ là hoàn toàn hợp lý.

Nitrate là một trong những dạng Nitơ vô cơ ít độc được vi sinh vật hấp thu dễ nhất. Nitrate có thể gây hại cho tôm nuôi nếu chúng tồn tại với hàm lượng vượt quá 100 mg/L cùng với các điều kiện môi trường bất lợi (Timmons và ctv, 2002).

Nhìn chung, hàm lượng Nitrite và Nitrate trong nghiên cứu này đều cao nhưng tôm nuôi trong các bể thí nghiệm vẫn sinh trưởng bình thường. Bởi vì các yếu tố môi trường của nghiên cứu được quản lý tốt như nhiệt độ, pH, độ mặn đều nằm trong giới hạn phù hợp, nên đã hạn chế được ảnh hưởng xấu của Nitrite và Nitrate tới trao đổi chất của tôm. Ngoài ra, theo thực tế theo dõi quá trình nuôi tôm ở độ mặn có sự gia tăng thì có khuynh hướng làm giảm tính độc của Nitrite, chứng tỏ

các ion  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Cl}^-$  ở các thủy vực nước lợ đã góp phần làm giảm tính độc của Nitrite. Trong nuôi trồng thủy sản ngoài các yếu tố môi trường thì tình trạng sức khỏe và kích cỡ của tôm là một trong các nguyên nhân có thể làm tăng hoặc giảm tỷ lệ sống của tôm nuôi.

### 3.3.5. Quá trình tích lũy C, N, P ở hai nghiệm thức nuôi tôm

#### 3.3.5.1. Sự tích lũy cacbon (TOC) trong bể ở hai mật độ nuôi

Từ (Bảng 3.24) cho thấy tổng hàm lượng Cacbon hữu cơ ở cả hai nghiệm thức tương đương nhau và biến động không rõ ràng nhưng theo xu hướng giảm dần theo thời gian nuôi (từ lúc thả giống được thả đến 60 ngày tuổi). Điều này hoàn toàn hợp lý vì khi mới thả, tôm còn nhỏ, hệ tiêu hóa của tôm chưa hoàn chỉnh nên mức độ tiêu hóa thức ăn của tôm còn hạn chế, nhất là thức ăn có nhiều chất xơ. Sau khoảng thời gian nuôi nhất định, hệ tiêu hóa của tôm hoàn chỉnh, khả năng sử dụng và tiêu hóa thức ăn của tôm cũng tăng lên. Nhìn chung, tôm cá không có khả năng hấp thu Cellulose trực tiếp, chúng chỉ có thể hấp thu được sau khi có sự tham gia phân giải của vi khuẩn. (Đỗ thị Thanh Hương và Nguyễn Văn Tư, 2010). Gucic và ctv (2012) cho rằng Cacbon có từ nguồn thực vật khác nhau sẽ cho mức độ tiêu hóa rất khác nhau. Lê Quốc Việt và ctv (2019) cũng nhận thấy, những loại thức ăn cung cấp cho tôm có nguồn gốc từ thực vật (cà rốt, bí đỏ) luôn dư thừa và lắng đọng xuống đáy bể nuôi. Lượng Cacbon hữu cơ tích lũy sẽ giảm xuống khi có vi sinh vật tham gia vào quá trình phân giải và khoáng hóa.

**Bảng 3.24.** Sự biến động hàm lượng TOC giữa 2 mật độ tôm nuôi (mg/L)

TOC(mg/L)	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	73,5±0,00 <sup>a</sup>	73,5±0,00 <sup>a</sup>
Ngày 15	76,3±3,24 <sup>a</sup>	79,3±11,8 <sup>b</sup>
Ngày 30	32,2±2,25 <sup>a</sup>	30,1±1,96 <sup>a</sup>
Ngày 45	23,5±3,73 <sup>a</sup>	29,4±3,74 <sup>a</sup>
Ngày 60	36,4±3,84 <sup>a</sup>	52,1±6,98 <sup>b</sup>

*Các giá trị trong một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*

Từ kết quả của nghiên cứu này cùng với nhận định của Lê Quốc Việt và ctv (2017, 2019), Mude và Naik (2014) có thể nhận định rằng, nếu nuôi tôm thẻ chân

trắng với mật độ 100con/m<sup>2</sup> thì hiệu quả sử dụng lượng Cacbon từ thức ăn sẽ cao hơn so với mật độ 50 con/m<sup>2</sup>.

### 3.3.5.2. Sự tích lũy Nitơ trong bể ở hai mật độ nuôi

Theo kết quả trình bày trong (Bảng 3.25) cho thấy: tổng lượng Nitơ tích lũy trong nước ở nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> luôn thấp hơn và có sự khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với tổng hàm lượng Nitơ ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup>. Riêng tổng lượng Nitơ xác định tại 60 ngày nuôi ở hai nghiệm không có sự khác biệt ( $p > 0,05$ ). Ngoài ra kết quả nghiên cứu cũng đã ghi nhận hàm lượng Nitơ trong nước có khuynh hướng tăng dần về cuối vụ nuôi mà nguyên nhân chủ yếu do lượng thức ăn dư thừa và chất thải của tôm nuôi ngày càng tăng.

**Bảng 3.25.** Sự biến động tổng hàm lượng Nitơ (TN) giữa 2 mật độ tôm nuôi (mg/L)

TN (mg/L)	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	17,4±0,00 <sup>a</sup>	17,4±0,00 <sup>a</sup>
Ngày 15	16,2±0,15 <sup>a</sup>	21,7±1,39 <sup>b</sup>
Ngày 30	49,9±9,78 <sup>a</sup>	119±12,5 <sup>b</sup>
Ngày 45	73,5±15,0 <sup>a</sup>	184±8,33 <sup>b</sup>
Ngày 60	148±9,21 <sup>a</sup>	215±42,3 <sup>a</sup>

*Các giá trị một hàng mang chữ cái thường khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ )*

Nếu so sánh về mức độ tích lũy tổng Nitơ của hai nghiệm thức mật độ thì sau 60 nuôi, tổng lượng Nitơ tích lũy Nitơ ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> cao hơn so 12,5 lần và 8,5 lần ở nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> so với lúc mới thả. Điều đó chứng tỏ, thức ăn dư thừa ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> cao hơn, mặc dù lượng thức ăn cung cấp cho tôm hằng ngày theo khẩu phần được tính như nhau.

### 3.3.5.3. Sự tích lũy Phospho trong bể ở hai mật độ nuôi

Phospho có vai trò quan trọng trong quá trình biến dưỡng các chất dinh dưỡng trong cơ thể, tham gia vào cấu trúc phosphate hữu cơ như: Nucleotide, Phospholipid, Coenzyme, DNA, là thành phần của hệ đệm, duy trì pH dịch tế bào và ngoại tế bào. Dấu hiệu thiếu Phospho là tôm là sinh trưởng chậm, hiệu quả sử dụng thức ăn giảm, hàm lượng khoáng trong vỏ giảm. Khả năng hấp thụ Phospho



phụ thuộc vào nhiều yếu tố như tỷ lệ Ca/P, sức khỏe tôm nuôi... Sự gia tăng Phospho trong thức ăn cũng làm gia tăng mức độ tích lũy Canxi và Phospho. Trong Các mô hình nuôi tôm thâm canh thẻ chân trắng luôn duy trì độ kiềm từ 100 mg/L trở lên (Châu Tài Tảo và ctv, 2016).

**Bảng 3.26.** Sự biến động hàm lượng Phospho giữa 2 mật độ tôm nuôi (mg/L)

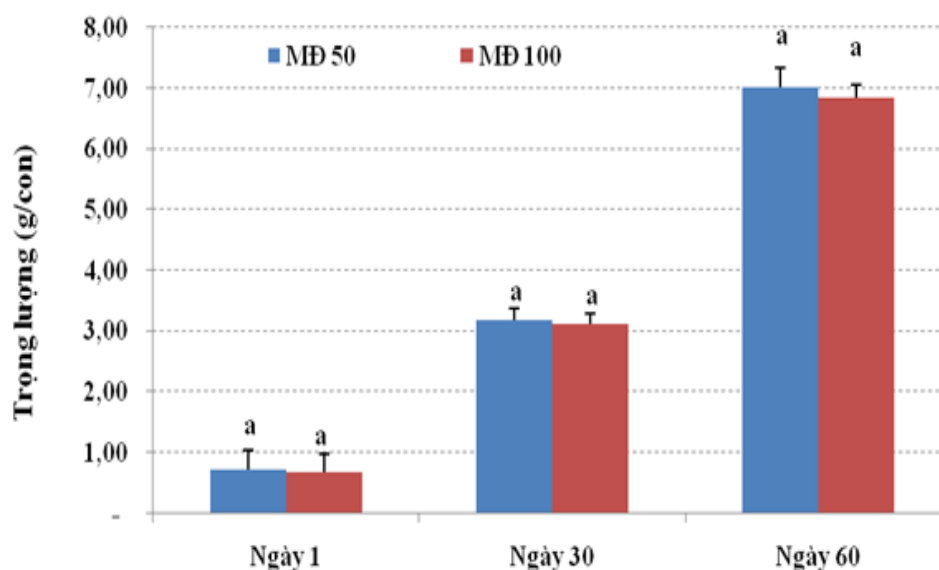
TP (mg/L)	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Ngày 1	0,59±0,00 <sup>a</sup>	0,59±0,00 <sup>a</sup>
Ngày 15	1,23±0,01 <sup>a</sup>	2,18±0,09 <sup>b</sup>
Ngày 30	1,89±0,05 <sup>a</sup>	3,67±0,12 <sup>b</sup>
Ngày 45	5,09±0,13 <sup>a</sup>	11,4±0,18 <sup>b</sup>
Ngày 60	5,46±0,73 <sup>a</sup>	15,1±0,99 <sup>b</sup>

*Các giá trị trong một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa (p<0,05)*

Kết quả trong (Bảng 3.26) cho thấy hàm lượng Phospho cho thấy ở các nghiệm thức tăng dần về cuối vụ nuôi và có sự khác biệt (p<0,05) giữa 2 nghiệm thức. Hàm lượng Phospho ở nghiệm thức nuôi 100 con/m<sup>2</sup> luôn cao hơn từ 2-3 lần so với nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup>. Hàm lượng Phospho trong nước cao ngoài nguyên nhân do thức ăn dư thừa, nhu cầu của tôm chỉ ở mức giới hạn nhất định. Điều quan trọng nhất do nền đáy ở hai nghiệm thức không có bùn đất nên Phospho dư thừa tồn tại trong nước khá cao và cao hơn nhiều lần so với lượng Phospho trong ao (0,29-0,78 mg/L) (Bảng 3.15).

### 3.3.6. Tăng trưởng của tôm nuôi ở hai mật độ khác nhau

Kết quả nghiên cứu đã thu được (Hình 3.6 và Bảng 3.27) cho thấy sự tăng trưởng về khối lượng của tôm nuôi ở hai mật độ nuôi không có sự khác biệt (p>0,05). Khi kết thúc thí nghiệm (60 ngày nuôi), tỷ lệ sống của tôm ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> (60,8%) thấp hơn so với tỷ lệ sống của tôm ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> (63,8%). Nhưng khối lượng thực tế của tôm nuôi ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> khi thu hoạch cao hơn so với tôm nuôi ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> (mật độ 100 con/m<sup>2</sup>: 7,0 g/con và mật độ 100 con/m<sup>2</sup>: 6,8 g/con). Từ những chỉ tiêu kỹ thuật nuôi như vừa trình bày thì năng suất của tôm ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> cao hơn (1.088±40,9 g/m<sup>3</sup>) so năng suất tôm nuôi ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> (530±26,2 g/m<sup>3</sup>).



**Hình 3.6.** Khối lượng tôm thẻ chân trắng ở hai mật độ tôm nuôi

### 3.3.7. Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR)

Hệ số thức ăn FCR (Bảng 3.27) của tôm nuôi ở hai mật độ tương đương nhau (1,80 và 1,77). FCR của tôm nuôi trong thí nghiệm này cao hơn so với FCR nuôi tôm trong ao nuôi thực nghiệm (FCR: 1,27 (Bảng 3.16)). Nguyên nhân có thể do trong ao đất, tôm đã sử dụng một lượng nhất định nguồn thức ăn tự nhiên, từ đó giảm được lượng thức ăn nhân tạo. Trong khi đó tôm trong thí nghiệm được nuôi trong bể composite, nguồn thức ăn tự nhiên gần như không có, đây là nguyên nhân làm tăng hệ số thức ăn của tôm nuôi trong bể. Lục Minh Diệp (2012); Lê Quốc Việt và ctv (2018) cũng thừa nhận rằng hệ số thức ăn của tôm thẻ chân trắng nuôi trong bể thường cao hơn nuôi trong ao.

**Bảng 3.27.** Các thông số kết quả bể nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau

Thông số	Đơn vị tính	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
Thức ăn	g/m <sup>3</sup> /vụ	953±11,4 <sup>a</sup>	1.927±31.2 <sup>b</sup>
FCR		1,80±0,07 <sup>a</sup>	1,77±0,07 <sup>a</sup>
Tỷ lệ sống	%	60,8±3,12 <sup>a</sup>	63,8±2,70 <sup>a</sup>
Năng suất	g/m <sup>3</sup> /vụ	530±26,2 <sup>a</sup>	1.088±40.9 <sup>b</sup>

*Các giá trị một hàng mang chữ cái thường khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa (p<0,05)*

### 3.3.8. Sự chuyển hóa C, N, P của hai nghiệm thức nuôi trong bể

#### 3.3.8.1. Sự chuyển hóa Cacbon của hai nghiệm thức

Quá trình tích lũy và chuyển hóa Cacbon (Bảng 3.28) ở hai nghiệm thức nuôi tôm thẻ chân trắng cũng diễn ra theo xu hướng: tôm nuôi ở mật độ cao hơn, cung cấp thức ăn nhiều hơn thì sự tích lũy chất thải và thức ăn dư thừa trong môi trường cao hơn.

**Bảng 3.28.** Chuyển hóa Cacbon trên bể nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau

Nội dung	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
	gram	%	gram	%
<b>TOC đầu vào bao gồm</b>	<b>188±2,28<sup>a</sup></b>	<b>100</b>	<b>350±6,26<sup>b</sup></b>	100
TOC từ nước	29,4±0,00 <sup>a</sup>	15,60	29,4±0,00 <sup>a</sup>	8,40
TOC từ tôm giống	2,62±0,00 <sup>a</sup>	1,39	5,24±0,00 <sup>b</sup>	1,50
TOC từ thức ăn	156±2,28 <sup>a</sup>	83,00	316±6,26 <sup>b</sup>	90,30
<b>TOC vào tôm (đầu ra)</b>	<b>22,4±1,93<sup>a</sup></b>	<b>11,90</b>	<b>39,7±1,92<sup>b</sup></b>	<b>11,30</b>
<b>TOC tồn trong bể so với đầu vào</b>	<b>15,9±1,68<sup>a</sup></b>	<b>8,46</b>	<b>21,7±2,74<sup>b</sup></b>	<b>6,20</b>
Tồn trong nước	14,6±1,54 <sup>a</sup>	7,77	20,8±2,79 <sup>b</sup>	5,94
Tồn ở lớp đáy	1,31±0,62 <sup>a</sup>	0,70	0,91±0,18 <sup>a</sup>	0,26
(% TOC không tính được/ TOC đầu vào		<b>79,62</b>		<b>82,50</b>

*Các giá trị trong một hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ); Thể tích bể nuôi: 500L*

Lượng Cacbon của thức ăn chiếm tỷ lệ rất cao ở cả hai nghiệm thức 83% (nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup>) và 90,3 (nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup>). Tỷ lệ Cacbon được tôm tích lũy vào cơ thể ở hai nghiệm thức mật độ tương đương nhau: 11,91% và 11,3% (mặc dù mật độ nuôi ở nghiệm thức II gấp hai lần nghiệm thức I). Hàm lượng Cacbon tồn thực tế trong bể nuôi ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup>, 8,46% (tồn trong nước: 7,77%, ở lắng đọng đáy: 0,7%), ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup> là 6,2% (tồn trong nước: 5,94%, ở lớp đáy: 0,26%). Lượng Cacbon không tính được là 79,62% và 82,5% có thể do quá trình hô hấp của tôm, sự chuyển hóa thành năng lượng bị tiêu tốn trong quá trình hoạt động sống của tôm và cũng có thể do sự quang hợp của tảo và hô hấp của vi khuẩn có trong môi trường.

### 3.3.8.2. Sự chuyển hóa Nitơ của hai nghiệm thức nuôi

Kết quả từ (Bảng 3.29) cho thấy hàm lượng Nitơ đầu vào ở nghiệm thức mật độ 50 con/m<sup>2</sup> vào thấp hơn và khác biệt so với nghiệm thức nuôi 100 con/m<sup>2</sup>. Nhìn

chung hàm lượng Nitơ từ thức ăn ở cả hai nghiệm thức mật độ nuôi (50 và 100 con/m<sup>2</sup>) đều chiếm tỷ lệ cao nhất trong tổng Nitơ đầu vào với giá trị lần lượt: 88,6% và 92,9%. Trong khi đó lượng Nitơ từ tôm giống đóng góp vào không đáng kể chỉ chiếm 2,35% trong tổng hàm lượng Nitơ đầu vào.

**Bảng 3.29.** Chuyển hóa Nitơ trên bể nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau

Nội dung	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
	gram	%	gram	%
Nitơ đầu vào: trong đó	<b>30,7±0,29<sup>a</sup></b>	<b>100</b>	<b>59,2±1,01<sup>b</sup></b>	100
Nitơ từ nước	2,75±0,06 <sup>a</sup>	8,96	2,75±0,06 <sup>a</sup>	4,65
Nitơ từ tôm giống	0,72±0,00 <sup>a</sup>	2,35	1,44±0,00 <sup>b</sup>	2,43
Nitơ từ thức ăn	27,2±0,40 <sup>a</sup>	88,60	55,0±1,09 <sup>b</sup>	92,90
Nitơ vào tôm so với đầu vào	<b>5,94±0,60<sup>a</sup></b>	<b>19,3</b>	<b>12,1±1,00<sup>b</sup></b>	<b>20,40</b>
Nitơ tồn so với đầu vào: trong đó	<b>19,3±2,92<sup>a</sup></b>	<b>62,90</b>	<b>29,1±3,19<sup>a</sup></b>	<b>49,20</b>
Nitơ tồn trong nước	17,7±1,86 <sup>a</sup>	57,70	26,4±3,94 <sup>a</sup>	44,60
Nitơ trong chất lắng đọng	1,61±0,05	8,24	2,71±0,11 <sup>a</sup>	4,58
Nitơ không tính được/Nitơ đầu vào		<b>17,8</b>		<b>30,4</b>

*Các giá trị cùng hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ), thể tích bể nuôi 500 lít*

Tổng lượng Nitơ tôm tích lũy được từ Nitơ đầu vào lần lượt 19,3% ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> và 20,44% ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup>. Tổng hàm lượng Nitơ tồn trong nước ở hai nghiệm thức mật độ nuôi khá cao (56,7% và 44,6%), trong khi đó lượng Nitơ trong chất lắng đọng ở đáy bể nuôi khá thấp (8,24% và 4,58%) còn lượng Nitơ không tính được khá cao ở tôm nuôi trong bể lần lượt là 17,8% và 30,4%. Kết quả xác định mức độ thất thoát Nitơ trong ao lót bạt nuôi tôm thẻ chân trắng của Nguyễn Duy Quỳnh Trâm và ctv (2015) cũng ghi nhận lượng Nitơ không xác định được trung bình 5-10% so với tổng Nitơ đầu vào.

Từ kết quả nghiên cứu có thể nhận thấy, tỷ lệ Nitơ tôm tích lũy được trong cơ thể ở hai mật độ nuôi tương đương nhau lần lượt là (19,3% và 20,4%) so với tổng Nitơ đầu vào. Điều đó chứng tỏ khả năng đồng hóa Nitơ từ bên ngoài của tôm không chỉ thay đổi theo giai đoạn phát triển cơ thể mà còn ở mức giới hạn nhất định. Theo Páez-Osuna và ctv (1999) cũng cho rằng tôm nói riêng và động vật giáp

xác bậc cao nói chung cũng có thể tích lũy từ Nitơ đầu vào cơ thể khoảng 20-22,7%.

Phần lượng Nitơ không tính được có thể trong quá trình sinh trưởng và phát triển tôm đã sử dụng một phần Nitơ từ thức ăn để chuyển hóa thành năng lượng cho hoạt động sống, hoặc có thể một phần đã thất thoát qua quá trình bay hơi ( $\text{NH}_3$  và  $\text{N}_2$ ).

### 3.3.8.3. Sự chuyển hóa Phospho giữa 2 hai nghiệm thức

Kết quả từ (Bảng 3.30) cho thấy khi nuôi tôm trên bề lượng Phospho đầu vào, đầu ra ở nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup> cao hơn khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với mật độ nuôi 50 con/m<sup>2</sup>. Riêng tỷ lệ Phospho tích lũy ở nền đáy ở nghiệm thức 50 con/m<sup>2</sup> cao hơn và khác biệt ( $p < 0,05$ ) so với nghiệm thức 100 con/m<sup>2</sup>. Tỷ lệ Phospho từ thức ăn đóng góp cao nhất lần lượt 95,8% và 97,8%. Trong khi đó hàm lượng Phospho đóng góp từ tôm giống không đáng kể : 1,05% và 1,03%. Tỷ lệ Phospho tồn trong môi trường nuôi tôm ở hai nghiệm thức mật độ lần lượt: 39,5% và 48,45%, trong đó tỷ lệ Phospho tích lũy trong nước rất cao (32,8% và 44,4%). Lượng Phospho tôm tích lũy được trong nghiên cứu này khá thấp so với tổng lượng Phospho đầu vào: 6,74% ở mật độ 50 con/m<sup>2</sup> và 4,05% ở mật độ 100 con/m<sup>2</sup>.

**Bảng 3.30.** Chuyển hóa Phospho trên bề nuôi tôm ở 2 mật độ khác nhau

Nội dung	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
	gram	%	gram	%
<b>TP đầu vào bao gồm</b>	<b>6,68±0,10<sup>a</sup></b>	<b>100</b>	<b>13,6±0,26<sup>b</sup></b>	<b>100</b>
Từ nước	0,24±0,00 <sup>a</sup>	3,59	0,24±0,00 <sup>a</sup>	1,76
Từ tôm giống	0,07±0,00 <sup>a</sup>	1,05	0,14±0,00 <sup>b</sup>	1,03
Từ thức ăn	6,40±0,10 <sup>a</sup>	95,80	13,3±0,26 <sup>b</sup>	97,80
<b>TP tích lũy vào tôm (so với đầu vào)</b>	<b>0,24±0,06<sup>a</sup></b>	<b>3,59</b>	<b>0,58±0,06<sup>b</sup></b>	<b>4,26</b>
<b>TP tồn (so với đầu vào)</b>	<b>2,64±0,42<sup>a</sup></b>	<b>39,50</b>	<b>6,59±0,28<sup>b</sup></b>	<b>48,50</b>
Tồn trong nước	2,19±0,29 <sup>a</sup>	32,8	6,04±0,39 <sup>b</sup>	44,40
Tồn trong đáy	0,45±0,14 <sup>a</sup>	6,74	0,55±0,21 <sup>a</sup>	4,05
TP không tính được/ Phospho đầu vào		<b>56,90</b>		<b>47,30</b>

*Các giá trị trong cùng hàng mang chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ); thể tích bể nuôi 500L*

Tỷ lệ Phospho không tính được khá cao ở cả hai nghiệm thức với các giá trị lần lượt: 56,9% và 47,3%. Lượng Phospho không tính được có thể do quá trình sinh trưởng tôm đã sử dụng một phần Phospho từ thức ăn để chuyển hóa thành năng lượng cho hoạt động sống của tôm, và cũng có thể do tảo và vi khuẩn hấp thu sử dụng cho quá trình trao đổi chất trong hoạt động sống. Ngoài ra, do các bể thí nghiệm không có đất nên mức độ hấp thu Phospho dư thừa không đáng kể và Phospho cũng có thể bị lưu giữ trong nước dưới dạng một hợp chất khác không thể xác định được bằng các phương pháp phân tích thông thường trong các phòng thí nghiệm Mariscal-Lagarda và ctv 2014 ).

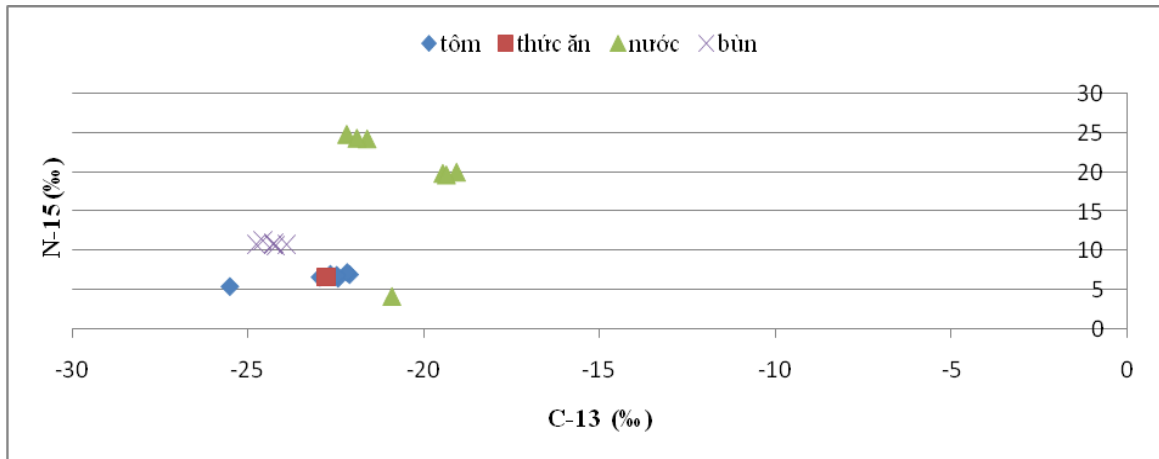
### **3.3.9. Ứng dụng đồng vị bền $^{13}\text{C}$ , $^{15}\text{N}$ trong truy xuất nguồn gốc chất dinh dưỡng ở tôm nuôi**

Các đồng vị của hai nguyên tố thường dùng là Cacbon ( $^{13}\text{C}$  và  $^{12}\text{C}$ ) và Nitơ ( $^{15}\text{N}$  và  $^{14}\text{N}$ ) để truy xuất nguồn gốc giữa các bậc dinh dưỡng. Quá trình hấp thu các vật chất hữu cơ của sinh vật sẽ làm thay đổi tỷ lệ đồng vị nặng và đồng vị nhẹ. Khi thay đổi bậc dinh dưỡng tỷ lệ đồng vị  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  thay đổi rất ít (0,5-1‰) vì vậy đồng vị Cacbon bền thường sử dụng để xác định vai trò sinh vật sản xuất sơ cấp nào đó là nguồn dinh dưỡng quan trọng của các sinh vật tiêu thụ. Trái lại, Nitơ cho biết sự làm giàu theo bậc dinh dưỡng, sinh vật tiêu thụ có hàm lượng đồng vị bền  $^{15}\text{N}$  cao hơn so với thức ăn của chúng ở một mức tương đối ổn định: 3,4‰ (DeNiro Martin và ctv, 1978; 1981).

Bậc dinh dưỡng của một sinh vật có thể xác định bằng cách so sánh tỷ lệ đồng vị của chúng với các sinh vật khác trong môi trường. Dùng tỷ lệ đồng vị có thể xác định được nguồn dinh dưỡng mà sinh vật đã tiêu thụ. Ngoài ra tỷ lệ đồng vị cũng dùng để truy xuất nguồn gốc của chất thải trong NTTS (Durako và ctv 1992; Kerhervé và ctv 2001; Sara và ctv, 2004; Yokoyama và ctv, 2006).

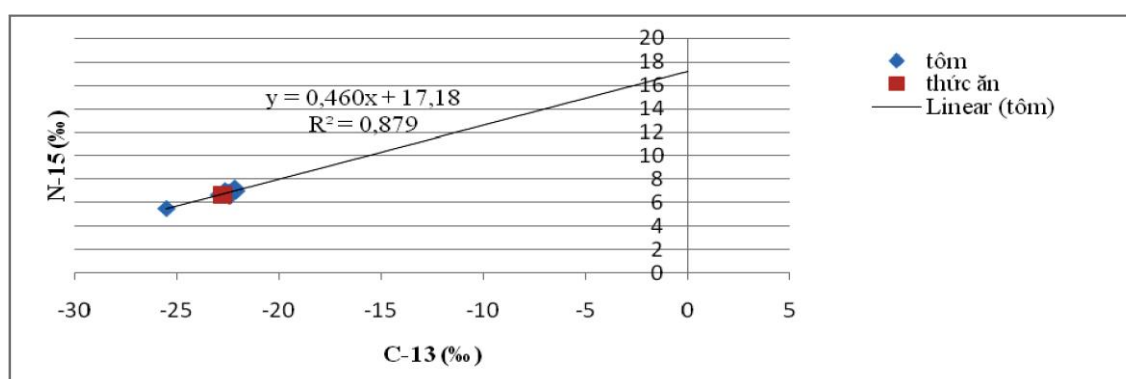
Kết quả nghiên cứu chuyển hóa chất dinh dưỡng bằng  $^{13}\text{C}$  và  $^{15}\text{N}$  cho thấy không có mối quan hệ về sự chuyển hóa C, N, P giữa nguồn dinh dưỡng ngoài môi trường như: thức ăn tự nhiên trong môi trường nước, chất lắng đọng ở đáy, vi sinh vật,... vào tôm nuôi (hình 3.7). Tuy nhiên, lại có mối quan hệ khá chặt chẽ giữa

chất dinh dưỡng của thức ăn viên công nghiệp được cung cấp trong suốt thời gian nuôi, sự chuyển hóa hấp thu dinh dưỡng được tích lũy vào cơ thể. Điều này được thể hiện qua tốc độ tăng trưởng của tôm (Hình 3.8). Peterson và ctv (2001) cũng nhận thấy các chất dinh dưỡng chuyển hóa vào tôm chủ yếu có nguồn gốc từ thức ăn do con người cung cấp nếu tôm được nuôi trong các bể.



**Hình 3.7.** Hàm lượng  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$  giữa tôm, thức ăn, nước và bùn đáy

Ở Việt Nam do điều kiện khách quan nên còn hạn chế việc nghiên cứu nguồn gốc các thành phần dinh dưỡng có trong cơ thể của tôm nuôi, đặc biệt là các nghiên cứu truy xuất nguồn gốc thức ăn bằng đồng vị bền của hai nguyên tố Cacbon và Nitơ. Tuy nhiên, một số kết quả nghiên về truy xuất nguồn gốc chất dinh bằng  $^{13}\text{C}$  và  $^{15}\text{N}$  đều cho rằng các chất dinh dưỡng tích lũy trong tôm đều xuất phát từ thức ăn (Naidu và ctv, 2000; Durako và ctv, 1992) bởi vì tôm không phải là sinh vật sản xuất, nên khả năng hấp thu các chất dinh dưỡng trực tiếp từ môi trường gần như không đáng kể mà phải qua con đường thức ăn (Kao và ctv, 2000; Naidu và ctv, 2000). Từ những nhận định như trên, có thể nhận định rằng việc sử dụng đồng vị bền  $^{15}\text{N}$  đã xác định được chất dinh dưỡng có trong tôm nuôi trong nghiên cứu này có nguồn gốc từ thức ăn do con người cung cấp. Tuy nhiên, muốn có kết quả chính xác hơn thì cần có những nghiên cứu tiếp theo với số mẫu lớn hơn so với nghiên cứu này.



**Hình 3.8.** Hàm lượng  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$  có trong tôm và thức ăn

Thật vậy, qua kết quả khảo sát chuyển hóa chất dinh dưỡng bằng phương pháp đồng vị bền  $^{13}\text{C}$  và  $^{15}\text{N}$  cho thấy quá trình truy xuất nguồn gốc mối quan hệ về sự chuyển hóa Nitơ giữa nguồn dinh dưỡng bên ngoài được chuyển hóa thành Nitơ trong tôm gồm từ thức ăn công nghiệp, từ môi trường nước (động vật nổi, thực vật nổi, hợp chất hữu cơ, vô cơ, vi khuẩn,...) Kết quả cho thấy, từ công thức (2.5) và (Bảng 3.31) thì xác định được hàm lượng Nitơ tích lũy trong tôm là 23% và Cacbon là 20,6%.

**Bảng 3.31.** Bảng tính đồng vị bền trong bể

Nội dung	Đơn vị tính	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>		Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>	
		$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Tôm giống	‰	-23,52 ± 0,14	5,43 ± 0,10	-23,52 ± 0,14	5,43 ± 0,10
Nước ban đầu	‰	-20,91 ± 0,11	4,15 ± 0,10	-20,91 ± 0,11	4,15 ± 0,10
Thức ăn	‰	-22,77 ± 0,12	6,65 ± 0,14	-22,77 ± 0,12	6,65 ± 0,14
Tôm thịt thu hoạch	‰	-22,31 ± 0,30	7,04 ± 0,14	-22,62 ± 0,29	6,64 ± 0,18
Nước thu hoạch	‰	-20,15 ± 1,53	21,42 ± 2,55	-21,06 ± 1,49	22,94 ± 2,84
Bùn thu hoạch	‰	-24,13 ± 0,20	10,81 ± 0,11	-24,54 ± 0,26	10,99 ± 0,26

### 3.4. So sánh sự tích lũy, chuyển hóa C, N, P trong ao và bể nuôi tôm thẻ chân trắng

Nhìn chung, tùy theo từng chất dinh dưỡng mà mức độ tích lũy vào tôm khác nhau. Sự tích lũy các chất C, N, P vào tôm và tồn trong ao nuôi cao nhất thuộc về



tôm nuôi của các hộ, sau đó giảm dần ở các ao nuôi thực nghiệm và sự tích lũy các chất ngày thấp nhất ở các nghiệm thức nuôi trên bể (Bảng 3.26).

Lớp bùn đất trong đáy ao nuôi không chỉ là nơi có khả năng tích lũy thức ăn dư thừa chất thải của tôm nuôi mà còn là nơi chứa đựng lượng lớn vi khuẩn hiếu khí và kỵ khí (Satapornvanit, 1993; Alongi và ctv, 2000) chính nhờ sự hoạt động của vi khuẩn mà các chất hữu cơ tồn tại trong bùn đáy sẽ trở thành nguồn thức ăn của sinh vật sản xuất sơ cấp, ao nuôi trở nên giàu dinh dưỡng hơn, nguồn thức ăn tự nhiên phong phú hơn và vật nuôi trong ao hưởng lợi từ đó, trong khi đó tôm nuôi trong các bể tuần hoàn/hệ thống tuần hoàn hở hoặc có hay nước lại không được như vậy (Boyd, 1990; Burford, 1998; Timmons và ctv 2002; Lemonnier và ctv, 2006).

**Bảng 3.32.** So sánh sự chuyển hóa C, N, P trong ao đất và trong bể nuôi

Nội dung	Tích lũy và chuyển hóa C, N, P trong nuôi tôm (%)			
	Ao điều tra	Ao đất	Bể nuôi	Giá trị
	(1)	(2)	(3)	đồng vị bền
<b>Tích lũy và chuyển hóa Cacbon (C)</b>				
C. vào tôm	18,33	15,00	11,62	20,60
C. tồn trong ao (đất + nước)	81,53	84,42	7,32	
C. không tính được/C đầu vào			81,06	
<b>Tích lũy và chuyển hóa Nitơ (N)</b>				
N. vào tôm	31,54	20,59	19,85	23,00
N. tồn trong ao (đất + nước)	68,54	79,32	56,05	
N. không tính được / đầu vào			23,90	
<b>Tích lũy và chuyển hóa Phospho (P)</b>				
P. vào tôm	12,84	4,23	3,93	
P. tồn trong ao (đất + nước)	87,06	95,85	44,00	
P. không tính được/ đầu vào			52,10	

(1) trích từ Bảng 3.7, (2) trích từ các Bảng: 3.17, 3.18, 3.19, (3) trích từ các Bảng 3.28, 3.29, 3.30 và công thức 2.5. Số liệu trong bảng là giá trị trung bình của các nghiệm thức.

Ngoài ra, tổng hợp kết quả tác giả nghiên cứu từ (Bảng 3.32) cũng ghi nhận sự chuyển hóa tích lũy các chất C, N, P đều tương tự kết quả một số nghiên cứu của (Mariscal-Lagarda và ctv 2014; Kittiwanch và ctv, 2012; Porchas-Cornejo và ctv, 2012). Kết quả đã truy xuất xác định được Cacbon, Nitơ tích lũy trong tôm có nguồn gốc từ thức ăn với tỷ lệ: 20,6%; 23%.

Tỷ lệ tích lũy Phospho trong tôm giữa ao nuôi thực nghiệm và ao nuôi trên bề composite tương đương nhau. Nhưng mức độ tích lũy Phospho trong các ao điều tra khá cao (87,06%). Nguyên nhân có thể do nguồn Phosphotừ trên bờ theo nước mưa chảy xuống ao, nhưng có thể nguyên nhân chính là do lượng thức ăn cung cấp hàng ngày cho tôm quá nhiều.

Tỷ lệ thất thoát C, N, P trong các bể nuôi cao có nhiều nguyên nhân, nhưng có thể các bể nuôi tôm không có lớp bùn đáy được coi là chất nền lưu giữ các chất lắng đọng và được cung cấp oxy đầy đủ nên vi khuẩn hiếu khí hoạt động mạnh nên các chất dinh dưỡng được phân giải thành các chất khí dễ bay hơi như  $N_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ... thoát ra khỏi môi trường nước (Rulifson,1981; Tạ Văn Phương và ctv, 2014).

## THẢO LUẬN CHUNG

Nhìn chung, có thể coi ao nuôi tôm hoặc khu vực nuôi tôm là một hệ sinh thái hở. Các yếu tố tạo thành hệ sinh thái đó luôn biến động và ở trạng thái cân bằng động nếu không có tác động nào. Tuy nhiên, các yếu tố tạo thành hệ sinh thái trong các ao nuôi tôm công nghiệp luôn biến động do tác động của con người. Từ đó tùy theo mức độ tác động (tác động đơn lẻ từng yếu tố hoặc nhiều yếu tố cùng tác động) tới ao nuôi mà sẽ có hiệu quả khác nhau của việc nuôi tôm. Từ kết quả thực hiện đề tài có thể rút ra một số vấn đề cần xem xét như sau:

(i). Qua kết quả khảo sát 68 hộ vùng nuôi tôm trọng điểm tỉnh Bạc Liêu:

- Về điều kiện ao nuôi và tiêu chuẩn con giống: hầu hết các ao nuôi đều có diện tích, độ sâu phù hợp với khả năng quản lý ở mức nông hộ. Với ao nuôi có diện tích từ 2.000-4.000m<sup>2</sup> (chiếm 76%) thì người nuôi sẽ thuận tiện trong việc định số lượng tôm giống thả cho từng ao, đây là điều hợp lý với khả năng tài chính và quản lý của từng nông hộ và cũng có khả năng giảm rủi ro cho người nuôi. Ngoài ra, những hộ nuôi tôm cũng nhận thức được cần phải tuân thủ sự hướng dẫn kỹ thuật của cán bộ về biện pháp cải tạo ao, mùa vụ thả nuôi, mật độ thả và chế độ chăm sóc. Điều này được thể hiện rõ tại các số liệu điều tra: (i) 83,8% hộ nuôi thả giống từ tháng 1-3, đây là mùa khô là thời gian nuôi tôm khá thuận lợi ở đồng bằng sông Cửu Long (thời tiết khá ổn định, không có mưa nên độ mặn và các yếu tố khác ổn định), (ii) giống thả nuôi có nguồn gốc rõ ràng và có xét nghiệm trước khi thả, (iii) mật độ thả nuôi trung bình ( $74 \pm 18$  con/m<sup>2</sup>), (iv) Những thông tin về kỹ thuật điều tra được trình bày ở trên cũng phù hợp với kết quả điều tra về tình hình nuôi tôm thẻ chân trắng ở Việt Nam của một số tác giả như: Võ Nam Sơn và ctv (2014); Tổng cục Thủy sản (2015); Nguyễn Duy Quỳnh Trâm và ctv (2017); Châu Tài Tào (2014). Ngoài ra, một số yếu tố như nhiệt độ, DO, TAN, pH và độ mặn trong các ao của hộ nuôi tôm đều thuận lợi với sinh trưởng của tôm nuôi.

- Đa số người nuôi tôm đều nhận thấy tác dụng của thức ăn đối với hiệu quả của tôm nuôi, do đó, các loại thức ăn công nghiệp có nguồn gốc rõ ràng, chất lượng cao (Gobest: 33%, Cargill:17% và CP:16%) được người nuôi sử dụng nhiều nhất. Tuy nhiên, điều cần lưu ý là tỷ lệ nông hộ sử dụng thuốc bảo vệ thực vật và kháng sinh không theo hướng dẫn khá cao (28% hộ sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, 78% hộ sử dụng thuốc kháng sinh), từ những thông tin như vậy có thể cho rằng những người nuôi tôm vẫn dựa vào kinh nghiệm nuôi và học hỏi từ những hộ xung quanh (Bảng 3.1). Vấn đề sử dụng nông dược không theo hướng dẫn sẽ dẫn tới tình trạng thoái hóa nền đáy ao và tôm nuôi tồn dư hóa chất, khi tôm bị bệnh rất khó chữa trị dứt điểm từ đó làm giảm chất lượng sản phẩm, đây là vấn đề cần được khắc phục (Nguyễn Thị Thùy Giang và ctv, 2016).

(ii). Một trong các vấn đề gây trở ngại cho nghề nuôi tôm công nghiệp đó là hàm lượng một số loại khí độc sinh ra trong quá trình nuôi. Các hộ nuôi đều sử dụng quạt nước để tăng oxy, đào thải bớt các khí độc trong ao. Vấn đề cần phải giải quyết tốt hơn đó là phải có hệ thống nước như cấp nước, tiêu nước riêng cũng như phải có khu chứa và xử lý nước thải, bùn thải sau mỗi chu kỳ nuôi. Boyd (2018) cho rằng, lớp bùn đáy ao cũng như nguồn nước ao sẽ tích tụ nhiều yếu tố có thể gây hại cho tôm nuôi nếu không có biện pháp xử lý triệt để và kịp thời.

(iii). Sự tích lũy chất dinh dưỡng (C, N, P) lại trong ao trong quá trình nuôi tôm là tất yếu, ngày càng tăng về lượng và quá trình này xảy ra ở các mô hình nuôi. Kết quả khảo sát và thực nghiệm đều nhận thấy: các chất C, N, P của thức ăn đóng góp với tỷ lệ cao nhất trong tổng hàm lượng chất dinh dưỡng tích lũy trong ao. Tuy nhiên, tỷ lệ đóng góp của từng chất khác nhau. Theo đó Cacbon chiếm tỷ lệ cao hơn là Nitơ (Bảng 3.26). Điều này hoàn toàn hợp lý vì các loại thức ăn chuyên tôm hiện nay đều có tổng hàm Cacbon cao hơn, trong khi đó lượng Nitơ tổng số chỉ khoảng 35-48%. Sự tồn tích, lắng tụ xuống đáy các chất C, N, P trong ao nuôi sẽ tăng dần theo thời gian và cùng với nền đáy đất ao tạo thành lớp bùn hữu cơ. Chính lớp bùn đáy hữu cơ này là nơi có thể hấp thu nhiều vật chất hữu cơ và vô cơ khác nhau và cũng là môi trường hoạt động của vi khuẩn hiếu khí cũng như kỵ khí. Do đó có thể

coi lớp bùn đáy hữu cơ ở ao nuôi như một hệ đệm có tác dụng điều hòa các quá trình sinh hóa học diễn ra trong ao (Boyd, 2018; Nguyễn Duy Quỳnh Trâm và ctv, 2015). Nếu như sự tồn tích C, N, P trong các ao nuôi rất cao thì trong các bể nuôi thực nghiệm sự tồn tích các chất này thấp hơn nhiều vì đáy bể nuôi không có lớp đất và quá trình nuôi được sục khí liên tục, tạo điều kiện cho các phản ứng nitrate hóa chất thải và thức ăn dư thừa thành các sản phẩm cuối cùng dễ thoát ra khỏi môi trường nước. Madenjian (1990) cũng có nhận định rằng, các chất dư thừa trong quá trình nuôi tôm bán thâm canh sẽ không có cơ hội lắng tụ xuống đáy nếu tạo được sự chuyển động nước liên tục, hoạt động như vậy có tác dụng giảm được lượng khí độc tích tụ trong ao nhưng kèm theo đó là sự thất thoát các chất dinh dưỡng sẽ tăng lên thông qua sự hoạt động của vi khuẩn trong ao.

(iv). Nhìn chung sự đồng hóa thức ăn từ bên ngoài của sinh vật phụ thuộc vào nhiều nguyên nhân như giai đoạn phát triển, tình trạng bệnh lý và thành phần sinh hóa, tính chất cơ lý của thức ăn... Thức ăn dễ tiêu hóa, phù hợp với đặc tính dinh dưỡng của loài sẽ được sinh vật hấp thu tốt hơn và ngược lại. Kết quả nghiên cứu về mức tích lũy C, N, P vào tôm ở trong nghiên cứu này có biến động giữa ao nuôi so với nuôi trên bể. Trong đó, tỷ lệ các chất này tích lũy vào tôm nuôi trong ao đất cao nhất thuộc về tôm nuôi trong các ao của nông hộ, kể đến là tôm nuôi trong ao thực nghiệm, tích lũy trong tôm thấp nhất thuộc về tôm nuôi trong các bể composite (Bảng 3.26). Mặc dù tôm nuôi trong bể không có nền đáy đất nhưng tỷ lệ chuyển hóa C, N tương đương với tôm nuôi trong ao đất (trừ chuyển hóa P của tôm nuôi trong bể thấp hơn tôm nuôi trong ao). Điều đó chứng tỏ rằng tổng lượng C, N, P ở ngoài môi trường có thể rất cao, nhưng tôm chỉ có thể chuyển hóa một tỷ lệ nhất định để phục vụ cho hoạt động sống và tích lũy trong cơ thể. Funge-Smith và ctv (1998) đã ước tính có khoảng 18-26% Nitơ có trong thức ăn được tích lũy trong tôm. Trần Trần Thị Thanh Hiền và ctv (2009) cũng cho rằng tôm hoặc cá chỉ hấp thu và tích lũy từ 15- 30% chất dinh dưỡng trong thức ăn (Carbon: 13%, Nitơ: 29%, Phospho:16%), phần còn lại đều được tìm thấy ở đáy ao. Alongi và ctv (2000), Kittiwanch và ctv (2012) cũng đều có nhận định khả năng hấp thu chuyển

hóa protein thức ăn thành chất dinh dưỡng của cơ thể rất thấp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như tình trạng sinh lý của tôm, sự ổn định các yếu tố môi trường.

(v). Thông thường, tôm nuôi không thể sử dụng hết thức ăn (phần tan rã tích lũy trong ao nuôi, phần được tôm sử dụng như đã trình bày ở các nội dung trên) thì vẫn có một tỷ lệ nhất định thất thoát không tính được. Tỷ lệ thất thoát các thành phần trong thức ăn phụ thuộc vào nhiều nguyên nhân như thành phần sinh vật phù du, cấu trúc nền đáy, diện tích mặt nước cũng như độ trong của nước...

Kết quả nghiên cứu trong luận án này đã chỉ ra rằng lượng Cacbon, Phospho không tính được ở các nghiệm thức nuôi trên bề cao (Bảng 3.11; 3.13). Để lý giải kết quả này có thể cho rằng, chính nền đáy các ao nuôi tôm đã giữ phần lớn các chất dinh dưỡng tan ra từ thức ăn, trong khi đó các bể nuôi không có lớp bùn đáy. Các chất tan ra từ thức ăn, chất thải của tôm phân bố đều trong nước. Do sự phân bố đều trong nước oxy đầy đủ do sự khuấy liên tục tạo điều kiện cho các phản ứng oxy hóa chất thải, thức ăn dư thừa trong ao thành các chất hơn giản dễ bay hơi hoặc được sinh vật sử dụng. Trong các bể nuôi, tỷ lệ Cacbon và Phospho thất thoát cao. Đặng Ngọc Thanh và ctv (2007) cho rằng Cacbon và Phospho rất quan trọng đối với thực vật có diệp lục, phần lớn Phospho tan trong nước ở dạng  $PO_4^{3-}$  đều được thực vật sử dụng trực tiếp. Trong khi đó động vật thủy sinh không thể sử dụng trực tiếp dạng như vậy mà chúng phải sử dụng Phospho trong thức ăn dưới dạng Phospho hữu cơ. Watson và ctv (2010) cho rằng có khoảng 76-80% Phospho trong thức ăn không được tôm sử dụng.

Nhìn chung, quá trình tích lũy vật chất dinh dưỡng (C, N, P) trong nước phụ thuộc vào mật độ nuôi, lượng thức ăn hằng ngày cung cấp cho tôm. Tuy nhiên từ kết quả thực nghiệm có thể khẳng định rằng, các chất (C, N, P) có trong thức ăn là nguồn đóng góp quan trọng nhất vào tổng lượng các chất dinh dưỡng của nước, trong khi đó tỷ lệ đóng góp các chất này cho tôm nuôi, dinh dưỡng có trong nước đóng góp không đáng kể. Tỷ lệ các chất C, N, P trong nước có thể rất cao, nhưng mức độ đồng hóa chúng thành cơ thịt của tôm chỉ có giới hạn nhất định và chiếm tỷ lệ khá thấp so với tổng các chất dinh dưỡng đầu vào. Ngoài ra, tỷ lệ các chất C, N, P

thất thoát không tính được cũng thường cao hơn so với mức độ tích lũy vào cơ thể tôm. Một điều cần lưu ý là sự tích lũy các chất C, N, P trong nước thường chiếm hơn 50% so với tổng lượng chất dinh dưỡng đầu vào (thức ăn dư thừa, chất thải của vật nuôi,...) chính sự tích lũy các chất này với thời gian dài sẽ có tác động tiêu cực đến ao nuôi và vấn đề này đặc biệt nghiêm trọng trong ao nuôi với mật độ cao và không thay nước (Martin và ctv, 1998; Burford và ctv, 2001; Avnimelech và ctv, 2003).

## KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 1. Kết luận

(i). Hầu hết (76%) ao nuôi ở khu vực điều tra đáp ứng được một số tiêu chuẩn kỹ thuật cơ bản về diện tích, độ sâu cũng như biện pháp chăm sóc và quản lý hằng ngày. Hàm lượng của một số chất khí (TAN, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>) hòa tan có biến động và tăng theo thời gian nuôi nhưng vẫn chưa đạt tới giá trị gây hại cho tôm.

(ii). Lượng vật chất dinh dưỡng Cacbon, Nitơ và Phospho tích lũy trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng tăng dần theo thời gian. Nước và nền đáy ao là nơi tích lũy chất dinh dưỡng chủ yếu đối với các ao nuôi tôm ngoài trời (TOC: 81,53-84,42%, TN: 69,54-79,52%, TP: 87,56-95,05%). Nhưng lượng tích lũy các chất này trong nước ở bể composite thấp hơn nhiều so với đầu vào (TOC: 7,32%, TN: 56,05% và TP: 31,1%), trong khi đó lượng Cacbon, Nitơ và Phospho không tính được trong nước các bể nuôi cao hơn rất nhiều so với trong ao nuôi với các giá trị lần lượt: C: 81,06%, N: 24,1%, P: 52,1%).

(iii). Tỷ lệ chuyển hóa Cacbon, Nitơ và Phospho từ bên ngoài vào tôm trong các ao nuôi ngoài trời: lần lượt: (C:15,00%, N: 20,59%, P:4,23%). Trong khi đó mức độ tích lũy Cacbon, Nitơ và Phospho từ thức ăn thành các chất dinh dưỡng của vào tôm nuôi trong các bể composite thấp hơn với các giá trị lần lượt: (C: 11,62%, N: 19,85%, P: 3,93%).

(iv). Đã xác định được tỷ lệ Cacbon và Nitơ tích lũy và chuyển hóa thành sinh khối của tôm thương phẩm có nguồn gốc từ thức ăn là 20,6% và 23% bằng phương pháp sử dụng đồng vị bền <sup>13</sup>C và <sup>15</sup>N.

### 2. Đề nghị

(i). Nên tiếp tục nghiên cứu phương pháp truy xuất nguồn gốc thức ăn bằng đồng vị bền <sup>13</sup>C và <sup>15</sup>N để có đủ thông tin giúp các nhà sản xuất thức ăn đưa ra thị trường loại thức ăn phù hợp với nhu cầu dinh dưỡng của tôm từ đó giảm lượng thức



ăn dư thừa trong ao nuôi góp phần làm cơ sở cho phát triển bền vững ngành thủy sản nói chung, đối tượng tôm thẻ chân trắng nói riêng.

(ii). Do lượng vật chất hữu cơ tích lũy trong ao nuôi tăng lên rất nhanh, vì vậy cần có biện pháp xử lý các chất thải này một cách phù hợp để giảm tác động xấu tới tôm nuôi và môi trường xung quanh.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Afsharnasab, M., Matinfar, A., Mohamadi, D.M., Ghavampour, A., Seyed, M.S., Sabz, A.S., Pazir, K., Faghieh, G.H., Haghnejat, M. and Ghasemi, S., 2008. Growth and survival rates, mean weight, food conversion ratio and total harvest in cultured shrimp *Litopenaeus vannamei* in Iran. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 17: 15-22.
2. Alongi, D.M., Johnston, D.J., Xuan, T.T., 2000. Carbon and nitrogen budgets in shrimp ponds of extensive mixed shrimp–mangrove forestry farms in the Mekong delta, Vietnam. *Aquaculture Research* 31: 387-389.
3. Alongi, D.M., Tirendi, F., Trott, L.A., 1999. Rate and pathways of benthic mineralization in extensive shrimp ponds in the Mekong delta, Vietnam. *Aquaculture* 175: 269–292.
4. Andrews, J.E., Greenaway, A.M., Dennis, P.F., 1998. Combined carbon isotope and C/N ratios as indicators of source and fate of organic matter in a poorly flushed, tropical estuary: Hunts Bay, Kingston Harbour, Jamaica. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46: 743-756.
5. Attasat, S., Wanichpongpan, P. and Ruenglerpanyakul, W., 2013. Design of integrated aquaculture of the Pacific white shrimp, tilapia and green seaweed. *Journal of Sustainable Energy and Environment* 4: 9-14.
6. Avnimelech, Y., 2006. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. *Aquacultural Engineering* 34 (3): 172–178.
7. Avnimelech, Y., 2009. *Biofloc technology: a practical guide book*. World Aquaculture Society, Louisiana, USA. 182 pages.
8. Avnimelech, Y., Gad Ritvo, 2003. Shrimp and fish pond soils: Processes and management. *Aquaculture* 220: 549–567.
9. Baghaei, F. and Sudagar, M., 2013. Farming of the Shrimp, *Litopenaeus vannamei* in the Golestan Province of Iran. *World* 5: 511-513.
10. Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2016. *Sinh học*. Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam.

11. Boyd, C. E., 1990. Water quality in pond for aquaculture. Birmingham Publishing Co., Birmingham, USA. 482 pages.
12. Boyd, C. E., 1995. *Bottom soils, sediment and pond aquaculture*. Chapman and Hall, New York, USA, 348 pages.
13. Boyd, C. E., 1998. Water quality for pond aquaculture: Research and Development Series. *International Center for Aquaculture and Aquatic Environments* 3:1-37.
14. Boyd, C. E., 2003. Guidline for Aquaculture effluent management at farm level. *Aquaculture* 226:102–112.
15. Boyd, C. E., 2009. Carbon: nitrogen ratio management. *Global aquaculture advocate* 1029-1063.
16. Boyd, C. E., 2018. Ammonia Nitrogen dynamic in Aquaculture. *Global Aquaculture Advocate* 11:8-16.
17. Boyd, C. E., Thunjai T. and Boonyaratpalin M., 2002. Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. *Global Aquaculture Advocate* 5(3): 40-45.
18. Burford, M.A. and Longmore, A.R., 2001. High ammonium production from sediments in hypereutrophic shrimp ponds. *Marine ecology progress series* 224: 187–195.
19. Burford, M.A., Peterson, E.L., Baiano, J.C.F. and Preston, N.P., 1998. Bacteria in shrimp pond sediments: their role in mineralizing nutrients and some suggested sampling strategies. *Aquaculture research* 29: 843– 849.
20. Carvalho, S., Falcao, M., Curdia, J., Moura, A., Serpa, D., Gaspar, M. B., Dinis, M. T., Pousao-Ferreira, P. and Cancela Da Fonseca, L., 2009. Benthic dynamics within a land-based semi intensive aquaculture fish farm: The importance of settlement ponds. *Aquaculture International* 17: 571-587.
21. Casillas-Hernández, R., Nolasco-Soria, H., García-Galano, T., Carrillo-Farnes, O. and Páez-Osuna, F., 2007. Water quality, chemical fluxes and

- production in semi-intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds utilizing twodifferent feeding strategies. *Aquacultural Engineering* 36: 105-114.
22. Chanratchakool, P., 1995. *Health management in shrim ponds*. Nhà xuất bản Hà Nội, tái bản lần thứ 3 năm 2003, trang 55 – 69.
  23. Chanratchakool, P., Turnbull, J. F., Funge-Smith, S. J., Macrae I. H. and Limswan, C., 2002. *Health management in shrimp ponds* (Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Thanh Phương, Đặng Thị Hoàng Oanh và Trần Ngọc Hải dịch). Tái bản lần thứ ba. Nhà xuất bản Nông Nghiệp TP. Hồ Chí Minh, 152 trang.
  24. Châu Tài Tảo, 2014. Tổng quan nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) trên thế giới và Việt Nam. *Khoa thủy sản Đại học Cần Thơ*.
  25. Châu Tài Tảo, Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải, 2016. Ảnh hưởng của bổ sung khoáng chất lên tăng trưởng, tỷ lệ sống của ấu trùng và hậu ấu trùng tôm thẻ chân trắng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 7: 38-44.
  26. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, 2007. *Cơ sở thủy sinh học*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, 212 trang.
  27. DeNiro, M. J. and Epstein, S., 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42 (5): 495-506.
  28. DeNiro, M. J. and Epstein, S., 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45 (3): 341-351.
  29. Dinh The Nhan, Nguyen Phuc Cam Tu, Truyen Nha Dinh Hue (2017) Effects of C/N ratios on water quality and growth performance of pacific white shrimp *litopenaeus vannamei* in nursery stage. *Journal of agricultural science and technology* no: 3/2017. Nong lam university- HCM city.

30. Đỗ Minh Vịnh, Trần Hoàng Tuấn, Trần Ngọc Hải và Trương Hoàng Minh, 2016. Đánh giá hiệu quả nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh theo các hình thức tổ chức ở Đồng Bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 46: 50-57.
31. Đỗ Thị Thanh Hương và Châu Tài Tảo, 2004. Khảo sát thay đổi một số chỉ tiêu sinh lý của tôm Sú (*Penaeus monodon*) trong môi trường nuôi có nồng độ muối thấp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 46: 60-67.
32. Đỗ Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Tư, 2010. *Một số vấn đề về sinh lý cá và giáp xác*. Nhà xuất bản Trường Đại học Cần Thơ, 152 trang.
33. Đỗ Văn Bước, Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải, Đỗ Thị Thanh Hương, Châu Tài Tảo, TsushiIshimatsu, 2019. Ảnh hưởng của CO<sub>2</sub> lên tăng trưởng, tỷ lệ sống, enzyme tiêu hóa và Glucose của tôm thẻ chân trắng (giai đoạn tôm bột lên tôm giống). *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 55(3): 58-77.
34. Durako, M. J. and Hall, M. O., 1992. Effects of light on the stable carbon isotope composition of the seagrass *Thalassia testudinum*. *Marine Ecology Progress Series* 86: 99-101.
35. Eren, Y., Tsur, T. and Avnimelech, Y., 1977. Phosphorus fertilization of fishponds in the upper Galilee. *Bamidgeh* 29: 87-92.
36. Fast, A.W., Carpenter, K. E., Estilo, V. J. and Gonzales, H. J., 1988. Effects of water depth and artificial mixing on dynamics of Philippines brackish water shrimp ponds. *Aquacultural engineering* 7: 349-361.
37. Fourooghifard, H., Matinfar, A., Mortazavi, M. S., Roohani G. K. and Mirbakhsh, M., 2018. Nitrogen and phosphorous budgets for integrated culture of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* with red seaweed *Gracilaria corticata* in zero water exchange system. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 17(3): 471-486.

38. Funge-Smith, S. J. and Briggs, M. R., 1998. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. *Aquaculture*, 164(1-4): 117-133.
39. Holmer, M., Marba, N., Diaz-Almela, E., Duarte, C. M., Tsapakis, M. and Danovaro, R., 2007. Sedimentation of organic matter from fish farms in oligotrophic Mediterranean assessed through bulk and stable isotope ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) analyses. *Aquaculture* 262(2-4): 268-280.
40. Hopkins, J. S., Sandifer, P. A. and Browdy, C. L., 1994. Sludge management in intensive pond culture of shrimp effect of management regime on water quality, sludge characteristics, nitrogen extinction, and shrimp production. *Aquacultural engineering* 13: 11-30.
41. Huy, N. V and Maeda, M., 2015. Nutrient mass balances in intensive shrimp ponds with a sludge removal regime: A case study in the Tam Giang lagoon, central Vietnam. *Journal of Agricultural Science and Technology A & B & Hue University Journal of Science*, 538-548 pages.
42. Ikemoto, T., Watanabe MX., Okuda N., Omori K., 2008: Analysis of biomagnification of persistent organic pollutions in the aquatic food web of the Mekong Delta, South Vietnam using stable carbon and nitrogen isotope. *Chemosphere* 72(1): 104-114.
43. Jenneman, G. E., McInerney, M. J. and Knapp, R. M., 1986. Effect of nitrate on biogenic sulfide production. *Appl. Environ. Microbiol.* 51: 1205–1211.
44. Jesus, P., Carlos, A., Martinez, P. and Lindsay, G. R., 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931. *Aquaculture* 157(1-2): 107-115.
45. Jian, T. J., Luan, S., Cao, B., Luo, K., Meng, X. and Kong, J., 2019. Comparison of growth and reproduction performance of broodstock Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in oceanic and brackish water. *Aquaculture Research* 50(7): 1893-1902.

46. Julián, G. D. and Lewis, L. V., 2009. *Artemia* replacement in co-feeding regimes for mysis and postlarval stages of *Litopenaeus vannamei*: Nutritional contribution of inert diets to tissue growth as indicated by natural carbon stable isotopes. *Aquaculture* 297 (1-4): 128–135.
47. Kalbassi, M. R., Abdollahzadeh, E. and Salari J. H., 2013. A review on aquaculture development in Iran. *Ecopersia* 1: 159-178.
48. Kang, J. and Matsuda, O., 1994. Combined effects of hypoxia and hydrogen sulfide on early development stages of white shrimp *Metapenaeus monoceros*. *Journal of the Faculty of Applied Biological Science-Hiroshima University (Japan)* 33: 21-27.
49. Kao, S. J., Liu, K. K., 2000. Stable carbon and nitrogen isotope systematics in a human-disturbed watershed (Lanyang-Hsi) in Taiwan and the estimation of biogenic particulate organic carbon and nitrogen fluxes. *Global Biogeochemical Cycles* 14: 189-198.
50. Kerhervé, P., Minagawa, M., Heussner, S. and Monaco, A., 2001. Stable isotopes ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  and  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) in settling organic matter of the northwestern Mediterranean Sea: biogeochemical implications. *Oceanologica acta* 24:77-85.
51. Kim Văn Vạn, Đoàn Thị Ninh, 2019. Thử nghiệm thuần hóa và nuôi tôm thẻ chân trắng qua đông trong ao nước ngọt tại Hưng Yên. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam* 01: 38-46.
52. Kittiwonich, J., Songsangjinda, P., Yamamoto, T., Fukami, K. and Muangyao, P., 2012. Modeling the effect of nitrogen input from feed on the nitrogen dynamics in an enclosed intensive culture pond of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Coastal marine science* 35 (1): 39-51.
53. Lê Kim Long, Lê Văn Tháp, 2017. Phân tích hiệu quả sử dụng các yếu tố đầu vào cho nghề nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh của tỉnh Ninh Thuận. *Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản* 01: 94-101.

54. Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, 2018. Thực nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng trong bể với mật độ khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 54 (7): 94-101.
55. Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Lý Văn Khánh, Trần Minh Nhứt, Tạ Văn Phương, 2015. Ứng dụng Biofloc nuôi tôm thẻ chân trắng với mật độ khác nhau kết hợp với nuôi rô phi. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 38: 38-49.
56. Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Trần Minh Phú, Ngô Thị Hạnh, 2017. Nghiên cứu sử dụng cà rốt thay thế thức ăn viên trong nuôi tôm thẻ chân trắng theo công nghệ Biofloc. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 50: 96-107.
57. Lê Quốc Việt, Trần Ngọc Hải, Trần Minh Phú. 2019. Đánh giá khả năng bổ sung bí đỏ (*Cucurbitapepo*) làm thức ăn cho tôm thẻ chân trắng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 54(9): 88-96.
58. Lemonnier, H. and Faninoz, S., 2006. Effect of water exchange on effluent and sediment characteristics and on partial nitrogen budget in semi-intensive shrimp ponds in New Caledonia. *Aquaculture research* 37(9): 938-948.
59. Lin, Y. C. and Chen, J. C., 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture* 224: 193-201.
60. Loick, N., Dippner, J., Doan, H. N., Liskow, I. and Voss, M., 2007. Pelagic nitrogen dynamics in the Vietnamese upwelling area according to stable nitrogen and carbon isotope data. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 54(4): 596-607.
61. Lục Minh Diệp, 2012. Ứng dụng công nghệ Biofloc, giải pháp kỹ thuật thay thế cho nghề nuôi tôm he thương phẩm hiện nay tại Việt Nam. *Khoa Nuôi trồng Thủy sản, Đại học Nha Trang* 3-13.
62. Madenjian, C. P., 1990. Patterns of oxygen production and consumption in intensively managed shrimp ponds. *Aquaculture Research* 21(4): 407-417.



63. Maksymowska, D., Richard, P., Piekarek J. H. and Riera, P., 2000. Chemical and isotopic composition of the organic matter sources in the Gulf of Gdansk (Southern Baltic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 51(5): 585-598.
64. Manecas, B., Rafael, A., Rodrigo, S., Caio, M. and Luis, V., 2013. Performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* raised in biofloc systems with varying levels of light exposure. *Aquacultural Engineering* 52: 39-44.
65. Mariscal, L. M. and Páez-Osuna, F., 2014. Mass balances of nitrogen and phosphorus in an integrated culture of shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) with low salinity groundwater: A short communication. *Aquacultural Engineering* 58: 107-112.
66. McIntosh, D., Samocha, T. M., Jones, E. R., Lawrence, A. L., Horowitz, S. and Horowitz, A., 2001. Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in an outdoor tank system with limited water discharge. *Aquacultural Engineering* 25: 69–82.
67. Meksumpun, S., Meksumpun, C., Hoshika, A., Mishima, Y., Tanimoto, T., 2005. Stable carbon and nitrogen isotope ratios of sediment in the Gulf of Thailand: Evidence for understanding of marine environment. *Continental Shelf Research* 25: 1905-1915.
68. Moriarty, D. J. W., 1998. Control of luminous *Vibrio* species in Penaeid aquaculture ponds. *Aquaculture* 164: 351-358.
69. Mude, D. B. and Naik, R. J., 2014. Effect of density on growth and production of *Litopenaeus vannamei* of brackish water culture in rainy season with artificial diet, India. *European Journal of Experimental Biology* 4: 342-346.
70. Muthuwani, V. and Kwei, L. C., 1995. Water quality and nutrient budget in intensive shrimp culture ponds. In *Book of Abstracts, The 1996 Annual Meeting of the World Aquaculture Society*, 270 pages.

71. Naidu, A. S., Cooper, L. W., Finney, B. P., Macdonald, R. W., Alexander, C. and Semiletov, I. P., 2000. Organic carbon isotope ratios ( $\delta^{13}\text{C}$ ) of Arctic Amerasian continental shelf sediments. *International Journal of Earth Sciences* 89(3): 522-532.
72. Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, Huỳnh Thị Hương, 2017. Ảnh hưởng của mật độ đến sinh trưởng, tỷ lệ sống và hiệu quả kinh tế của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) nuôi thương phẩm ở tỉnh Quảng Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Nông Lâm Huế* 7: 926-935.
73. Nguyễn Duy Quỳnh Trâm, Ngô Tiến Dũng, Lê Thị Thu An, Trần Nguyên Ngọc, Nguyễn Tử Minh, Nguyễn Khoa Huy Sơn, 2015. Nghiên cứu sự tích lũy nitơ và phốt pho trong ao nuôi tôm thẻ chân trắng *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) tại tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và phát triển Nông thôn*, 100:1.
74. Nguyễn Khắc Hường, 2007. *Sổ tay kỹ thuật nuôi trồng thủy hải sản*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật Hà Nội, 242 trang.
75. Nguyễn Thanh Long và Võ Thành Toàn, 2008. Đánh giá mức độ tích lũy đạm, lân trong mô hình nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) thâm canh. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, trang 44-52.
76. Nguyễn Thanh Phương và Trần Ngọc Hải, 2004. *Giáo trình kỹ thuật sản xuất giống và nuôi giáp xác*. Khoa Thủy sản Đại học Cần Thơ, 197 trang.
77. Nguyễn Thị Bé Phúc, 2008. Khảo sát tác động của chất thải từ ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) lên môi trường xung quanh và sử dụng bùn đáy ao cho canh tác lúa ở huyện Châu Phú và Phú Tân tỉnh An Giang. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*.
78. Nguyễn Kiên Chính, 2015. Báo cáo kết quả nghiên cứu Đánh giá sự mất nước từ hồ Dầu Tiếng và khả năng bổ cấp cho nước hồ cho nước ngầm bằng kỹ thuật thủy văn đồng vị, đề tài cấp bộ. Trung tâm hạt nhân Thành phố Hồ Chí Minh.

79. Nguyễn Thị Hương, 2012. *Đồng vị  $^{14}C$  và biến động của khí hậu ở Việt Nam*. trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội.
80. Ong Mộc Quý, Trịnh Việt Anh, 2005. Ảnh hưởng của độ kiềm lên quá trình tăng trưởng của tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) được nuôi ở độ mặn thấp 4‰. *Tạp chí Khoa học công nghệ Trường Đại học Nông Lâm, Tp. Hồ Chí Minh*. Trang 107-115.
81. Páez-Osuna F., Guerrero-Galván, S. R. and Ruiz-Fernández, A. C., 1999. Discharge of nutrients from shrimp farming to coastal waters of the Gulf of California. *Marine Pollution Bulletin* 38(7): 585-592.
82. Páez-Osuna, F., Guerrero-Galván, S. R., Ruiz-Fernández, A. C. and Espioza-Angulo R. E., 1997. Fluxes and mass balances of nutrients in semi-intensive shrimp farm in North-Western Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 34: 290-297.
83. Peterson, E. L., Wadhwa, L. C. and Harris, J. A., 2001. Arrangement of aerators in an intensive shrimp growth out pond having a rectangular shape. *Aquacultural engineering* 25(1): 51-65.
84. Phạm Quốc Hùng, 2007. *Vật lý hạt nhân và ứng dụng*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, trang 43-64.
85. Phạm Quý Nhân, 2008. Nguồn gốc và sự phân bố amoni và asenic trong các tầng chứa nước Đồng Bằng Sông Hồng. *Kết quả đề tài khoa học công nghệ tổ chức hợp tác phát triển quốc tế của Thủy Điện*, Hà Nội. 88 trang.
86. Phan Minh Thụ, Tôn Nữ Mỹ Nga, 2015. Khả năng tự làm sạch sinh học và lý học của nước đầm thủy triều, Khánh Hòa. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Thủy sản – Trường Đại học Nha Trang* 1: 57-62.
87. Phùng Thị Hồng Gấm, Võ Nam Sơn và Nguyễn Thanh Phương, 2014. Phân tích hiệu quả sản xuất các mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng và tôm sú thâm canh ở tỉnh Ninh Thuận. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ* 2: 37-43.

88. Porchas-Cornejo, M. A., Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L. R., Ramos-Trujillo, L., Barraza-Guardado R., 2012. Consumption of Natural and Artificial Foods by Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Reared in Ponds with and without Enhancement of Natural Productivity. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh, IJA*, 7 pages.
89. Reddy, K. R., Feijtel, T. C. and Patrick, J. W. H., 1986. Effect of soil redox conditions on microbial oxidation of organic matter. *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands*, 117-156 pages.
90. Revsbech, N. P., Sorensen, J., Blackburn, T. H. and Lomholt, J. P., 1980. Distribution of oxygen in marine sediments measured with microelectrodes. *Limnology and Oceanography* 25(3): 403-411.
91. Rulifson, R. A., 1981. Substrate preference of juvenile penaeid shrimps in estuarine habitat. *Cont. Mar. Sci.* 24: 35-52.
92. Ryther, J. H., and Dunstan, W. M., 1971. Nitrogen, phosphorus and eutrophication in the coastal marine environment. *Science* 171: 1008-1013.
93. Samocha, T., Fricker, J., Ali, A., Shpigel, M. and Neori, A., 2015. Growth and nutrient uptake of the macroalga *Gracilaria tikvahiae* cultured with the shrimp *Litopenaeus vannamei* in an Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) system. *Aquaculture* 446: 263-271.
94. Sarà, G., Scilipoti, D., Mazzola, A. and Modica, A., 2004. Effects of fish farming waste to sedimentary and particulate organic matter in a southern Mediterranean area (Gulf of Castellammare, Sicily): a multiple stable isotope study ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ). *Aquaculture* 234(1-4): 199-213.
95. Sareban, H., Bozorgi, E., Kamrani, E., Sajadi, M. and Masandani, S., 2012. Possibility of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production twice a year in the shrimp farms of western Hormozgan Province. *Journal of Fisheries (Iranian Journal of Natural Resources)* 65:283-293.

96. Satapornvanit, K., 1993. The environmental impact of shrimp farm effluent. MSc thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, 153 pages.
97. Shukri, S.A. and Surif, M., 2011. The study of biofiltering ability of *Gracilaria manilaensis* in reducing inorganic-N waste of shrimp culture. *Empowering Science, Technology and Innovation Towards a Better Tomorrow*, 94: 638-643.
98. Silva, E., Calazans, N., Soares, M., Soares, R. and Peixoto, S., 2010. Effect of salinity on survival, growth, food consumption and haemolymph osmolality of the pink shrimp *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967). *Aquaculture* 306(1-4): 352-356.
99. Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu, 2014. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch năm 2013 và kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn năm 2014, Tỉnh Bạc Liêu.
100. Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu, 2015. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch năm 2014 và kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn năm 2015. Tỉnh Bạc Liêu.
101. Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu, 2016. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch năm 2015 và kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn năm 2016. Tỉnh Bạc Liêu.
102. Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu, 2017. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch năm 2016 và kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn năm 2017. Tỉnh Bạc Liêu.
103. Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu, 2018. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch năm 2017 và kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn năm 2018. Tỉnh Bạc Liêu.
104. Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu, 2019. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch năm 2018 và kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn năm 2019. Tỉnh Bạc Liêu.

105. Sở Nông Nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bạc Liêu, 2020. Báo cáo kết quả thực hiện kế hoạch năm 2019 và kế hoạch phát triển nông nghiệp, nông thôn năm 2020. Tỉnh Bạc Liêu.
106. Soon, N. K., Abidin, A. Z. and Shaharom H. F., 1999. The effect of the probiotics bacteria on the water quality *Penaeus monodon* in tank culture. *Aquatic animal health of sustaibility*, 22-26 pages.
107. Sowers, A. D. and Tomasso, J. R. J., 2006. Production characteristics of *Litopenaeus vannamei* in lowsalinity water augmented with mixed salts. *World Aquaculture Society* 37: 214-217.
108. Sweeney, R. E. and Kaplan, I. R., 1980. Natural abundance of  $^{15}\text{N}$  as a source indicator for near-shore marine sedimentary and dissolved nitrogen. *Marine Chemistry* 9: 81-94.
109. Tạ Văn Phương, 2006. Nghiên cứu sự biến động các yếu tố môi trường và sự tích lũy đạm lân trong ao nuôi tôm sú thâm canh ở Vĩnh Châu-Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*.
110. Tạ Văn Phương, 2016. Phát triển quy trình công nghệ biofloc và khả năng ứng dụng trong nuôi tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*). *Luận án tiến sĩ, Khoa Thủy sản, trường Đại học Cần Thơ*. Luận án tiến sĩ.
111. Tạ Văn Phương, Nguyễn Văn Bá và Nguyễn Văn Hòa, 2014. Nghiên cứu nuôi tôm thẻ chân trắng theo qui trình Biofloc với mật độ và độ mặn khác nhau. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. Trang: 44-53.
112. Tổng cục Thống kê, 2013a. “Diện tích mặt nước nuôi trồng thủy sản phân theo địa phương”, truy cập: 09/05/2014.  
<<http://www.gso.gov.vn/default.aspx?tabid=390&idmid=3&ItemID=13862>>
113. Tổng cục Thống kê, 2013b. “Sản lượng tôm nuôi phân theo địa phương”, truy cập 09/05/2014.  
<<http://www.gso.gov.vn/default.aspx?tabid=390&idmid=3&ItemID=13849>>

114. Tổng cục thủy sản, 2011. “Tình hình nuôi trồng thủy sản năm 2010, Báo cáo tóm tắt Tình hình nuôi tôm nước lợ năm 2010, kế hoạch năm 2011 và một số giải pháp thực hiện”, truy cập: năm 2014.
115. Tổng cục thủy sản, 2012. “Báo cáo tình hình nuôi tôm nước lợ năm 2012 và giải pháp thực hiện kế hoạch năm 2013”, truy cập: năm 2014.
116. Tổng cục Thủy sản, 2013. “Báo cáo tình hình nuôi nghêu, tôm tại các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long” truy cập: <<http://tongcucthuysan.gov.vn/fileupload/bao-cao-tinh-hinh-nuoi-ngheu-tom-tai-cac-tinh-111bscl>>
117. Tổng cục Thủy sản, 2014. “Báo cáo tổng kết nuôi tôm nước lợ năm 2014 và triển khai kế hoạch năm 2015”, truy cập: năm 2017.
118. Tổng cục Thủy sản, 2015. “Báo cáo tổng hợp quy hoạch nuôi tôm nước lợ vùng ĐBSCL đến năm 2020, tầm nhìn 2030”, truy cập: năm 2017.
119. Tổng cục Thủy sản, 2015. “Báo cáo tổng kết nuôi tôm nước lợ năm 2015 và triển khai kế hoạch năm 2016”, truy cập: năm 2017.
120. Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009. *Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản*. Nhà xuất bản Trường Đại học Cần Thơ, 191 trang
121. Trịnh Anh Đức, 2018. Ứng dụng của hạt nhân đồng vị bền trong nghiên cứu Nông nghiệp, Môi trường, Khí hậu và đánh giá nguồn nước. Bộ Khoa học và Môi trường.
122. Tucker, J., Sheats, N., Giblin, A. E., Hopkinson, C. S. and Montoya, J. P., 1999. Using stable isotopes to trace sewage-derived material through Boston Harbor and Massachusetts Bay. *Marine Environmental Research* 48: 353-375.
123. Usui, T., Nagao, S., Yamamoto, M., Suzuki, K., Kudo, I., Montani, S., Noda, A. and Minagawa, M., 2006. Distribution and sources of organic matter in surficial sediments on the shelf and slope off Tokachi, western North Pacific, inferred from C and N stable isotopes and C/N ratios. *Marine Chemistry* 98: 241-259.

124. Van, R. J., 2013. Waste treatment in recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering* 53: 49-56.
125. VASEP, 2018. “Diễn đàn Khuyến nông Nông nghiệp với chủ đề: Giải pháp nâng cao năng suất tôm sú, tôm thẻ chân trắng tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long”, truy cập: 20/06/2019.
126. Võ Nam Sơn, Trương Tấn Nguyên và Nguyễn Thanh Phương, 2014. So sánh đặc điểm kỹ thuật và chất lượng môi trường giữa ao nuôi tôm sú và tôm thẻ chân trắng thâm canh tại tỉnh Sóc Trăng. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, trang 70-78.
127. Vũ Thế Trụ, 2001. Thiết lập và điều hành trại sản xuất tôm giống tại Việt Nam. *Nhà xuất bản Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh*, 108 trang.
128. Vũ Trung Tạng, 2011. *Cơ sở sinh thái học*. Nhà xuất bản Giáo dục, 263 trang.
129. Vương Trọng Quý, 2006. Nghiên cứu sự tích lũy vật chất dinh dưỡng trong ao nuôi tôm sú (*Penaeus monodon*) thâm canh ở Vĩnh Châu - Sóc Trăng. Luận văn tốt nghiệp ngành nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.
130. Watson, C. and Francis-Floyd, R., 2010. Ammonia in Aquatic Systems. *Aquaculture Pollution Bulletin* 20 (12): 27-35.
131. Widanarni, D., Yuniasari, S. and Julie E., 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.
132. Williams, A., Davis, D. and Arnold, C., 1996. Density-dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. *Journal of the World Aquaculture Society* 27: 107-112.
133. Xia, L., Yang, L. and Yan, M., 2004. Nitrogen and phosphorus cycling in shrimp ponds and the measures for sustainable management. *Environmental Geochemistry and Health* 26: 245-251.



134. Yokoyama, H., Abo, K. and Ishihi, Y., 2006. Quantifying aquaculture-derived organic matter in the sediment in and around a coastal fish farm using stable carbon and nitrogen isotope ratios. *Aquaculture* 254: 411-425.

## PHỤ LỤC

### Phụ lục 1: Bảng phỏng vấn hộ nuôi

#### PHIẾU PHỎNG VẤN

*(Phỏng vấn trực tiếp hộ nuôi tôm thẻ chân trắng)*

#### A. THÔNG TIN VỀ CHỦ HỘ

- Họ và tên chủ

hộ:.....

- Địa chỉ:

.....

- Điện thoại:

.....

1. Số vụ nuôi trong năm:..... Vụ chính từ tháng..... đến tháng:

.....



2. Loại mô hình nuôi đang áp dụng: Trong ao đất ; .Ao lót bạt

#### B. THÔNG TIN VỀ KỸ THUẬT

3. Diện tích ao: .....

4. Độ sâu:.....

5. Hình thức cải tạo đáy ao

• Vét bùn đáy ao: Không  Có  ; vét toàn bộ  vét một phần

• Phơi đáy ao sau vét bùn đáy: Không  Có  số ngày phơi.....

• Hóa chất xử lý đáy ao: Không , Có , Loại hóa chất .....

và liều lượng sử dụng:.....

6. Hình thức xử lý nước đầu vào

• có sử dụng lưới lọc ; Để lắng nước .....ngày

Xử lý nước: Trực tiếp trong ao nuôi  Ao lắng

7. Diệt tạp nước nuôi và diệt khuẩn:

Loại dùng và liều lượng sử dụng: .....

### 8. Biện pháp gây màu nước

Loại sản phẩm sử dụng	Liều lượng sử dụng
1	
2	
3	
4	
5	

### C. THÔNG TIN CON GIỐNG

9. Cỡ giống lúc thả: PL:.....; hoặc .....cm/con.

10. Mật độ nuôi: .....con/m<sup>2</sup> (hay tổng số tôm thả nuôi: ..... ngàn con/điện tích ao)

### D. QUẢN LÝ AO NUÔI

11. Quản lý chất lượng nước ao

Loại quạt nước sử dụng: lồng nhím..... quạt cánh nhựa..... công suất quạt....HP

Theo dõi chỉ tiêu chất lượng nước: Không  Có ;

Chỉ tiêu: Tần suất đo:

Kết quả (copy số liệu ở mỗi ao nuôi)

12. Giải pháp xử lý (nếu có):

- DO thấp:..... Loại dùng và liều lượng sử dụng.....
- Độ kiềm thấp:..... Loại dùng và liều lượng sử dụng.....
- Độ cứng thấp:..... Loại dùng và liều lượng sử dụng.....
- pH cao:..... Loại dùng và liều lượng sử dụng.....
- NH<sub>3</sub> cao:..... Loại dùng và liều lượng sử dụng.....
- H<sub>2</sub>S cao:..... Loại dùng và liều lượng sử dụng.....

13. Quản lý thức ăn và cho ăn

Giai đoạn tôm nuôi	Loại thức ăn (N% = ? ; P% = ?)	Lượng thức ăn/ngày	Số lần cho ăn/ngày


14. Tổng lượng thức ăn/vụ (kg): .....

15. Hình thức quản lý nước ao nuôi

• Hoàn toàn không thay nước  ; có thay nước

• Mức nước thường xuyên (cm):.....

• Chu kỳ thay nước (ngày/lần).....

• Tỷ lệ thay: (%/lần).....

16. Tình trạng bệnh tôm: Không  ; Có  ; giai đoạn bệnh:.....ngày tuổi.

### **E. THU HOẠCH**

17. Thời gian nuôi (ngày):.....Tỷ lệ sống (%).....

18. Tổng sản lượng (kg): ..... Năng suất (tấn/ha): .....

19. Cỡ tôm lúc thu hoạch: .....(con/kg), .....(gam/con)

20. Hình thức xử lý nước và bùn đáy sau khi thu hoạch:

<i>Môi trường nước</i>	<i>Bùn đáy ao</i>
• Ngay sau khi thu hoạch tôm: <input type="checkbox"/>	• Ngay sau khi thu hoạch tôm: <input type="checkbox"/>
• Sau thu tôm bao nhiêu ngày:.....	• Sau thu tôm bao nhiêu ngày:.....
• Thải trực tiếp ra môi trường: <input type="checkbox"/>	• Thải trực tiếp ra môi trường: <input type="checkbox"/>
• Qua ao lắng: <input type="checkbox"/> số ngày lắng:	• Dùng bùn đáy đắp bờ: <input type="checkbox"/>
• Hình thức khác:	• Hình thức khác:
.....	.....
....	....

Ngày.....

Người phỏng vấn

## Phụ lục 2: Chất lượng môi trường nước

### TSS

Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
50D1	3	.0020					
100D1	3	.0020					
50D15	3	6.5533	6.5533				
100D15	3	19.6567	19.6567	19.6567			
100D30	3	40.5667	40.5667	40.5667	40.5667		
50D30	3		49.7000	49.7000	49.7000		
50D60	3			64.1333	64.1333		
50D45	3				83.8333		
100D45	3					154.2333	
100D60	3						216.0000
Sig.		.095	.071	.063	.071	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### TAN

Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
50D45	3	.1500			
50D30	3	.1867			
100D1	3	.3467			
50D1	3	.3500			
100D30	3	.3900			
100D45	3	.7533			

50D60	3		2.2300		
50D15	3		2.7100	2.7100	
100D60	3			3.2433	
100D15	3				5.2000
Sig.		.084	.120	.086	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**

Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
50D1	3	.0500				
100D1	3	.0500				
100D45	3	.2767				
50D15	3	.6033				
50D45	3	2.4833	2.4833			
100D15	3	3.2267	3.2267	3.2267		
50D60	3		4.7600	4.7600		
100D60	3			5.7600		
50D30	3				10.4233	
100D30	3					28.4267
Sig.		.062	.147	.108	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
50D15	3	8.6833			

100D15	3	9.7267			
50D1	3	11.9050			
100D1	3	11.9050			
50D30	3	22.3333			
50D45	3		47.9300		
100D30	3		56.9667		
50D60	3			109.5600	
100D45	3				142.7733
100D60	3				158.7500
Sig.		.308	.450	1.000	.188

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

TN

Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
50D15	3	16.1933					
50D1	3	17.4200					
100D1	3	17.4200					
100D15	3	21.7267					
50D30	3		49.9333				
50D45	3		73.4867				
100D30	3			119.3933			
50D60	3				147.5467		
100D45	3					184.0533	
100D60	3						214.9633
Sig.		.695	.079	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

**TP**Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
50D1	3	.5900						
100D1	3	.5900						
50D15	3	1.2267	1.2267					
50D30	3		1.8933	1.8933				
100D15	3			2.1833				
100D30	3				3.6667			
50D45	3					5.0867		
50D60	3					5.4633		
100D45	3						11.3633	
100D60	3							15.0933
Sig.		.076	.053	.381	1.000	.258	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

**TOC**Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
50D45	3	23.5100			
100D45	3	29.4467	29.4467		
100D30	3	30.1433	30.1433		
50D30	3	32.1700	32.1700		
50D60	3		36.3667		
100D60	3			52.1100	
50D15	3			56.2867	



50D1	3				73.4600
100D1	3				73.4600
100D15	3				79.2867
Sig.		.064	.135	.319	.192

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Chlorophyll-a

Duncan<sup>a</sup>

NT	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
50D1	3	.0000		
100D1	3	.0000		
50D15	3	.0667		
100D15	3	.0833		
100D30	3	.1167		
50D30	3	.1500		
50D60	3	55.5300	55.5300	
100D45	3		101.7700	101.7700
50D45	3			120.9600
100D60	3			140.5700
Sig.		.057	.072	.146

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
TSS	7.773	9	20	.000
TAN	5.759	9	20	.001
NO2	6.521	9	20	.000
NO3	8.637	9	20	.000

TKN	6.872	9	20	.000
TN	7.729	9	20	.000
TKP	4.598	9	20	.002
TOC	7.133	9	20	.000
Chlorophyll- <i>a</i>	11.425	9	20	.000

**Phụ lục 3: C,N,P trong nước và bùn đáy ao****NITƠ\_VÀO**Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	706,2308		
MATDO-60	13	796,6154	796,6154	
MATDO-80	15		923,7333	
MATDO-70	11		980,5455	
MATDO-100	17			1176,7647
Sig.		,351	,075	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**NITƠ\_RA**Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	219,6923		
MATDO-60	13	243,4615	243,4615	
MATDO-70	11		290,3636	
MATDO-80	15		293,9333	
MATDO-100	17			379,6471
Sig.		,440	,124	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### CACBON\_VÀO

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	3847,0000		
MATDO-60	13	4339,0769	4339,0769	
MATDO-80	15		5031,6667	
MATDO-70	11		5340,6364	
MATDO-100	17			6410,0000
Sig.		,351	,075	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### CACBON\_RA

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	698,9231		
MATDO-60	13	774,4615	774,4615	
MATDO-70	11		924,0909	
MATDO-80	15		935,3333	
MATDO-100	17			1208,3529
Sig.		,440	,123	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.  
 b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**CACBON\_TỒN**Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	3148,1538		
MATDO-60	13	3564,6923	3564,6923	
MATDO-80	15		4096,3333	
MATDO-70	11		4416,7273	4416,7273
MATDO-100	17			5201,8235
Sig.		,337	,065	,073

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.  
 b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**PHOSPHO\_VÀO**Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	166,1538		
MATDO-60	13	187,5385	187,5385	
MATDO-80	15		217,3333	
MATDO-70	11		230,5455	
MATDO-100	17			276,8235
Sig.		,348	,076	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.
- The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### PHOSPHO\_RA

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	21,2308		
MATDO-60	13	23,3077	23,3077	
MATDO-70	11		27,9091	
MATDO-80	15		28,2667	
MATDO-100	17			36,5882
Sig.		,480	,114	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.
- The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### PHOSPHO\_TÒN

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
MATDO-50	13	145,0000		
MATDO-60	13	163,9231	163,9231	
MATDO-80	15		188,9333	
MATDO-70	11		202,7273	202,7273
MATDO-100	17			240,1765
Sig.		,343	,068	,063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.  
 b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**TL\_NITO\_RA**Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
MATDO-70	11	,2973	
MATDO-60	13	,3062	,3062
MATDO-50	13	,3100	,3100
MATDO-80	15		,3193
MATDO-100	17		,3224
Sig.		,148	,075

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.  
 b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**TL\_NITO\_TÒN**Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
MATDO-100	17	,6776	
MATDO-80	15	,6807	
MATDO-50	13	,6900	,6900
MATDO-60	13	,6938	,6938
MATDO-70	11		,7027

Sig.		,075	,148
------	--	------	------

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.
- The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### TL\_CACBON\_RA

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
MATDO-70	11	,1736	
MATDO-60	13	,1785	,1785
MATDO-50	13	,1800	,1800
MATDO-80	15		,1867
MATDO-100	17		,1876
Sig.		,224	,089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.
- The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### TL\_CACBON\_TÒN

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
MATDO-100	17	,8124	
MATDO-80	15	,8133	
MATDO-50	13	,8200	,8200
MATDO-60	13	,8215	,8215
MATDO-70	11		,8264



Sig.		,089	,224
------	--	------	------

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### TL\_PHOTPHO\_RA

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
MATDO-70	11	,1218	
MATDO-60	13	,1246	,1246
MATDO-50	13	,1262	,1262
MATDO-80	15		,1293
MATDO-100	17		,1300
Sig.		,220	,141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

### TL\_PHOTPHO\_TÒN

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
MATDO-100	17	,8700	
MATDO-80	15	,8707	
MATDO-50	13	,8738	,8738
MATDO-60	13	,8754	,8754
MATDO-70	11		,8782
Sig.		,141	,220

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

**Phụ lục 4: C,N,P trong tôm nuôi**

**Các mẫu thu để phân tích đồng vị bền  $\delta^{15}\text{N}$  và  $\delta^{13}\text{C}$**

Thông số phân tích	NT1 (50 con/m <sup>2</sup> )		NT2 (100 con/m <sup>2</sup> )	
	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Tôm giống (‰)	- 22,8	5,43	- 22,8	5,43
Nước ban đầu (‰)	- 20,8	4,25	- 20,8	4,25
Mẫu thức ăn (‰)	- 22,8	6,63	- 22,8	6,63
Tôm thương phẩm (‰)	- 22,3	7,04	- 22,6	6,64
Nước thu hoạch (‰)	- 20,2	21,4	- 21,1	22,9
Mẫu bùn thu hoạch (‰)	- 24,1	10,8	- 24,5	11,0

### Phụ lục 5: Tăng trưởng và tỉ lệ sống của tôm

#### FCR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,085	4	,021	3,052	,023
Within Groups	,447	64	,007		
Total	,533	68			

#### FCR

Duncan<sup>a,b</sup>

NGHIEMTHUC	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
MATDO-100	17	1,2288	
MATDO-80	15	1,2360	
MATDO-50	13	1,2738	1,2738
MATDO-60	13	1,2900	1,2900
MATDO-70	11		1,3264
Sig.		,087	,128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 13,505.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

#### Thức ăn, tỉ lệ sống, năng suất

##### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 MD50	116.3333	3	52.99371	30.59593

	MD100	1153.0000	3	361.73333	208.84683
Pair 2	MD50	3375.3333	3	99.88160	57.66667
	MD100	7622.6667	3	2092.66011	1208.19788
Pair 3	MD50	1.2700	3	.03464	.02000
	MD100	1.3000	3	.10000	.05774
Pair 4	MD50	75.0000	3	.00000	.00000
	MD100	65.0000	3	5.00000	2.88675
Pair 5	MD50	2672.0000	3	20.29778	11.71893
	MD100	5816.6667	3	1192.77338	688.64803

### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MD50 & MD100	3	.585	.603
Pair 2	MD50 & MD100	3	.920	.257
Pair 3	MD50 & MD100	3	.866	.333
Pair 4	MD50 & MD100	3	.	.
Pair 5	MD50 & MD100	3	-.452	.701

### THỨC ĂN\_FCR\_NĂNG SUẤT\_TL SỐNG

#### Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	TA50	952.6667	3	13.65040	7.88106
	TA100	1926.6667	3	38.18813	22.04793
Pair 2	FCR50	1.8000	3	.07810	.04509
	FCR100	1.7733	3	.08505	.04910
Pair 3	NS50	530.3333	3	26.27420	15.16941
	NS100	1088.0000	3	41.14608	23.75570

Pair 4	TLS50	.6100	3	.03606	.02082
	TLS100	.6400	3	.03606	.02082

**Paired Samples Correlations**

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	TA50 & TA100	3	.999	.026
Pair 2	FCR50 & FCR100	3	.693	.513
Pair 3	NS50 & NS100	3	.796	.414
Pair 4	TLS50 & TLS100	3	.846	.358

**Các thông số phân tích từ tôm giống, thức ăn và tôm thương phẩm**

Thông số phân tích	<60 con/m <sup>2</sup>	60-80 con/m <sup>2</sup>	>80 con/m <sup>2</sup>
	(n=12)	(n=39)	(n=17)
Nitơ tôm giống (%)	1,61	1,61	1,61
Carbon tôm giống (%)	8,55	8,55	8,55
Phospho tôm giống (%)	0,287	0,287	0,287
Nitơ thức ăn (%)	7,27	7,27	7,27
Carbon thức ăn (%)	39,6	39,6	39,6
Phospho thức ăn (%)	1,71	1,71	1,71
Nitơ tôm thương phẩm (%)	2,86	2,86	2,86
Carbon tôm thương phẩm (%)	9,10	9,10	9,10
Phospho tôm thương phẩm (%)	0,275	0,275	0,275

**Thông số của nước, tôm giống, thức ăn, bùn đáy khi thả và khi thu hoạch tôm**

Thông số phân tích	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 100 con/m <sup>2</sup>
	(n=3)	(n=3)
TN tôm giống (%)	1,63	1,57
TOC tôm giống (%)	10,1	7,00
TP tôm giống (%)	0,29	0,28
TN tôm thương phẩm (%)	2,75	3,00
TOC tôm thương phẩm (%)	9,08	11,0
TP tôm thương phẩm (%)	0,27	0,21
TN thức ăn 40% (%)	7,02	7,02
TN thức ăn 42% (%)	7,72	7,72
TOC thức ăn 42% (%)	40,9	40,9
TOC thức ăn 40% (%)	39,3	39,3
TP thức ăn 42% (%)	1,72	1,72
TP thức ăn 40% (%)	1,63	1,63
TN bùn khi thả giống (%)	0,10	0,16
TN bùn thu hoạch (%)	0,11	0,22
TP bùn khi thả giống (%)	0,09	0,15
TP bùn khi thu hoạch (%)	0,08	0,18
TOC bùn khi thả giống (mg/kg)	11,7	130

TOC bùn khi thu hoạch (mg/kg)	111	585
TN nước ban đầu (mg/L)	2,52	3,86
TN nước thu hoạch (mg/L)	5,42	6,78
TOC nước ban đầu (mg/L)	30,7	38,2
TOC nước thu hoạch (mg/L)	104	170
TP nước ban đầu (mg/L)	0,66	0,47
TP nước thu hoạch (mg/L)	0,59	0,78

**Các thông số phân tích từ tôm giống, nước, thức ăn và tôm thương phẩm**

Thông số phân tích	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>	Mật độ 50 con/m <sup>2</sup>
	(n=3)	(n=3)
TN tôm giống (%)*	2,54	2,54
TOC tôm giống (%)*	9,23	9,23
TP tôm giống (%)*	0,24	0,24
TN tôm thương phẩm (%)*	2,80	2,82
TOC tôm thương phẩm (%)*	10,6	9,11
TP tôm thương phẩm (%)*	0,11	0,13
TN thức ăn (%)	7,14	7,14
TOC thức ăn (%)	41,0	41,0
TP thức ăn (%)	1,72	1,72
TN bùn thu hoạch (%)	0,28	0,27
TP bùn khi thu hoạch (%)	0,21	0,22
TOC bùn khi thu hoạch (%)	0,57	0,36
TN nước ban đầu (mg/L)	17,4	17,4
TN nước ban đầu VC (mg/L)	12,3	12,3
TN nước ban đầu HC (mg/L)	5,11	5,11
TN nước thu hoạch (mg/L)	148	206
TN nước thu hoạch VC (mg/L)	114	156
TN nước thu hoạch HC (mg/L)	33,2	50,5



TOC nước ban đầu (mg/L)	73,5	73,5
TOC nước thu hoạch (mg/L)	36,4	52,1
TP nước ban đầu (mg/L)	0,60	0,60
TP nước thu hoạch (mg/L)	5,46	15,1

(\*) Tính theo trọng lượng tươi.