



DOI:10.22144/ctujos.2024.272

DIỄN BIẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC AO TÔM - RỪNG NGẬP MẶN TỈNH CÀ MAU

Trần Trung Giang^{1*}, Huỳnh Dục Bé², Âu Văn Hóa¹, Vũ Hùng Hải¹ và Vũ Ngọc Út¹¹Trường Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ²Chi cục Thủy sản tỉnh Cà Mau

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): trunggiang@ctu.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 03/10/2023

Sửa bài (Revised): 04/11/2023

Duyệt đăng (Accepted): 10/11/2023

Title: Water quality changes in shrimp - mangrove farming in Ca Mau province**Author(s):** Tran Trung Giang^{1*}, Huynh Duc Be², Au Van Hoa¹, Vu Hung Hai¹ and Vu Ngoc Ut¹**Affiliation(s):** ¹Can Tho University, ²Ca Mau Sub-Department of Fisheries

TÓM TẮT

Nghiên cứu này nhằm theo dõi diễn biến chất lượng nước trong mô hình tôm – rừng ngập mặn tỉnh Cà Mau trong 12 tháng. Mẫu nước được thu hàng tháng tại 9 đầm tôm. Kết quả ghi nhận chất lượng môi trường nước trong các đầm tôm-rừng khá biến động, đặc biệt vào các tháng mùa mưa từ tháng 6 đến tháng 9 trong năm. Tuy nhiên, các chỉ số vẫn trong khoảng phù hợp cho sự sinh trưởng của tôm, cua hay các đối tượng khác trong đầm. Độ mặn tại các ao nuôi khá cao, trung bình là $27,8 \pm 3,7\text{‰}$, dao động từ 15,7–34,0‰. Các hàm lượng đạm (TAN: $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, NO_2^- ; NO_3^-) và lân (PO_4^{3-}) hòa tan trong nước ở mức thấp. Khí H_2S trong nước ở mức thấp, không ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh vật. Diện tích rừng trong ao nuôi ảnh hưởng đến hàm lượng TN, TP và chlorophyll-a trong nước, có thể gây phú dưỡng, ô nhiễm thủy vực. Hàm lượng TSS khá cao nên chú ý khi lấy nước vào ao nuôi, đặc biệt vào các thời điểm thả giống.

Từ khóa: Tôm, Cà Mau, chất lượng nước, rừng ngập mặn

ABSTRACT

The study was conducted to monitor water quality changes in shrimp - mangrove farming in Ca Mau province for a period of 12 months. Water samples were collected monthly in 9 ponds. The results showed that the water quality in shrimp-mangrove was quite fluctuating, especially in the months of the rainy season from June to September of the year. However, the water quality parameters are still within the appropriate range for the growth of shrimp and crabs. The salinity level in the ponds was quite high, an average of 27.8 ± 3.7 ppt, ranging from 15.7 to 34.0 ppt. The concentration of nitrogen (TAN: $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, NO_2^- and NO_3^-) and phosphorus (PO_4^{3-}) dissolved in water were low. Hydrogen sulfide (H_2S) concentrations in the water are low and do not pose a threat to aquatic life in the aquaculture pond. The forest area in the shrimp-mangrove farming can affect the concentrations of TN, TP, and chlorophyll-a in the water, which can cause eutrophication and water pollution. Due to the high TSS levels, it is important to monitor the water quality when supplied to the pond, especially during stocking.

Keywords: Ca Mau province, mangrove, shrimp, water quality

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cà Mau là tỉnh duy nhất cả nước có 3 mặt giáp biển, có thể mạnh nuôi trồng thủy sản, với đối tượng nuôi chính là tôm và cua. Trong đó, tôm tạo ra giá trị lớn nhất và là sản phẩm gắn bó mật thiết với đời sống, sinh kế của người dân. Nhiều năm qua, kinh tế thủy sản luôn là thế mạnh của vùng. Cà Mau đứng đầu cả nước về diện tích và sản lượng tôm nuôi. Tỉnh Cà Mau năm 2022 có tổng diện tích nuôi tôm gần 280.000 ha, sản lượng tôm nuôi đạt gần 220.000 tấn, chiếm 40% về diện tích và 22% về sản lượng tôm cả nước và kim ngạch xuất khẩu thủy sản năm 2022 đạt 1,07 tỷ USD (Sở Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn Cà Mau, 2023a). Rừng ngập mặn Cà Mau tập trung nhiều nhất ở hai huyện Ngọc Hiển và Năm Căn. Đây là điều kiện hết sức quan trọng giúp cho Cà Mau có tiềm năng về nuôi trồng thủy sản với nhiều loại hình nuôi tôm như quảng canh, quảng canh cải tiến, thâm canh, siêu thâm canh; sản lượng tôm sú khoảng 125.000 tấn/năm. Đặc biệt, trong đó có mô hình tôm - rừng, tôm sinh thái góp phần tạo nên thương hiệu tôm Việt Nam nổi tiếng thế giới với diện tích nuôi tôm - rừng khoảng 25.922 ha nên phát triển mô hình tôm - rừng đóng một vai trò rất quan trọng cho phát triển thủy sản của tỉnh (Ủy ban nhân dân tỉnh Cà Mau, 2022). Tuy nhiên, việc phát triển thủy sản của vùng còn rất nhiều vướng mắc, hạn chế như công tác quản lý, nguồn con giống, địa bàn rộng,... Theo Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Cà Mau (2023b), dịch bệnh trên cua xảy ra vài năm gần đây và có dấu hiệu tăng dần. Từ năm 2020 đến nay nghề nuôi cua trong đầm tôm tại Cà Mau đã gặp không ít khó khăn đó là tình trạng cua nuôi thương phẩm chết chưa rõ nguyên nhân. Khi cua bệnh chết thường có diễn biến thay đổi của thời tiết, môi trường bất thường như nắng nóng gay gắt làm cho nhiệt độ và độ mặn tăng cao cùng với mưa nhiều và mưa trái mùa. Do vậy, việc theo dõi biến động môi trường của đầm tôm - rừng là rất cần thiết. Mô hình nuôi tôm, cua trong hệ sinh thái rừng ngập mặn

đang được chú trọng phát triển và bảo vệ vì đây là môi trường hay mô hình sinh thái phát triển bền vững trong hệ sinh thái. Tuy nhiên, nguồn nước trong đầm được thay đổi với chu kỳ 2 lần trên tháng theo triều và tập quán của người nuôi khi thay nước với trữ lượng lớn đã làm chất lượng nước trong đầm biến động và thay đổi nhanh chóng. Việc làm này sẽ là một tác động rất lớn đối với các đối tượng thủy sản nuôi và các đối tượng tự nhiên như giun nhiều tơ có trong đầm nuôi vì sự thay đổi môi trường, nhất là độ mặn bị thay đổi đột ngột. Môi trường nước trong đầm nuôi tôm - rừng là rất quan trọng, nó không chỉ ảnh hưởng đến đời sống của thủy sinh vật mà còn ảnh hưởng đến cả cây rừng trong đầm nuôi. Do vậy, việc tìm hiểu về diễn biến, sự thay đổi các yếu tố, chất lượng môi trường nước trong đầm tôm - rừng ngập mặn theo thời gian là hết sức cần thiết để cung cấp dữ liệu cho quy hoạch, bảo vệ và phát triển mô hình nuôi, hệ sinh thái này trong thời gian tới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 01 đến tháng 12 năm 2022 tại 9 đầm tôm - rừng ngập mặn thuộc 3 huyện Đầm Dơi, Năm Căn và Ngọc Hiển tỉnh Cà Mau. Mỗi huyện thu 3 đầm tôm và được thu định kỳ mỗi tháng 1 lần vào tuần thứ 3 mỗi tháng, trước khi xả thải nước theo triều. Các đầm tôm rừng ngập mặn được chọn thu mẫu với tỷ lệ che phủ rừng khác nhau. Diện tích đầm nuôi tôm - rừng trung bình từ 5 đến 8 ha. Đối tượng nuôi chính là tôm sú và cua, ngoài ra các đầm nuôi này còn xuất hiện nhóm giun nhiều tơ (rươi) với trữ lượng lớn qua các năm gần đây. Nguồn nước được trao đổi trực tiếp từ kênh cấp với tần suất 2 tuần/lần. Đầm tôm rừng ngập mặn được nuôi theo mô hình tôm rừng sinh thái, không bổ sung nguồn thức ăn và nông hộ nuôi có hơn 10 năm kinh nghiệm.

Bảng 1. Khu vực và vị trí thu mẫu

STT	Khu vực/Huyện	Đầm thu mẫu	Vị trí thu mẫu		Tỷ lệ (%) rừng che phủ	Độ sâu mực nước (cm)
			Vĩ độ bắc (N)	Kinh độ đông (E)		
1	Đầm Dơi	Đầm 1	9°01'54.00"	105°23'27.80"	5-10%	104,6±17,7
2		Đầm 2	9°02'38.40"	105°23'01.40"		
3		Đầm 3	9°03'10.00"	105°21'38.80"		
4	Năm Căn	Đầm 4	8°46'59.70"	105°01'03.10"	25-30%	101,1±17,0
5		Đầm 5	8°46'19.50"	105°01'42.40"		
6		Đầm 6	8°46'51.00"	105°03'43.50"		
7	Ngọc Hiển	Đầm 7	8°40'34.10"	105°00'10.50"	50-60%	98,3±12,1
8		Đầm 8	8°40'00.70"	105°00'19.30"		
9		Đầm 9	8°38'36.20"	105°00'49.60"		

2.2. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Mẫu nước được thu vào buổi sáng, đại diện cho từng đầm tôm nuôi. Các chỉ tiêu ghi nhận trực tiếp bao gồm nhiệt độ, pH và độ mặn môi trường nước tầng mặt và độ trong. Các chỉ tiêu khác được thu và bảo quản như hàm lượng oxy hòa tan (DO), tổng vật chất lơ lửng (TSS), độ kiềm, tổng đạm ammon (TAN), nitrite (NO₂⁻), nitrate (NO₃⁻), lân hòa tan

(PO₄³⁻), tổng nitơ (TN), tổng lân (TP), khí H₂S và hàm lượng chlorophyll-*a*.

Các mẫu thu được vận chuyển về Phòng Thí nghiệm Môi trường thủy sản tiên tiến, Khoa Sinh học và Môi trường thủy sản, Trường Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ để tiến hành phân tích. Phương pháp thu và phân tích mẫu (Bảng 2) với các chỉ tiêu như sau:

Bảng 2. Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp thu mẫu	Phương pháp phân tích
1	Nhiệt độ	°C	Đo trực tiếp	Máy đo đa chỉ tiêu HANNA (HI9828)
2	pH		Đo trực tiếp	Máy đo đa chỉ tiêu HANNA (HI9828)
3	Độ trong	cm	Đo trực tiếp	Đĩa secchi
4	Độ mặn	‰	Đo trực tiếp	Máy đo đa chỉ tiêu HANNA (HI9828)
5	DO	mg/L	125 mL và cố định MnSO ₄ và KI-NaOH	Winkler, 4500-O-C (APHA, 2017)
6	TSS	mg/L	200 mL trữ lạnh (4°C)	PP khối lượng (2540-D, TSS) (APHA, 2017)
7	Độ kiềm	mg/L	100 mL trữ lạnh (4°C)	Trung hòa axit, 2320-B (APHA, 2017)
8	TAN	mg/L	100 mL trữ lạnh (4°C)	Phenate, 4500-B (APHA, 2017)
9	NO ₂ ⁻	mg/L	50 mL trữ lạnh (4°C)	Diazonium, 4500-B (APHA, 2017)
10	NO ₃ ⁻	mg/L	50 mL trữ lạnh (4°C)	Salycilate, 4500-B (APHA, 2017)
11	PO ₄ ³⁻	mg/L	100 mL trữ lạnh (4°C)	SnCl ₂ 4500-P-D (APHA, 2017)
12	TN	mg/L	100 mL trữ lạnh (4°C)	Macro-Kjeldahl, 4500-B-Nogr (APHA, 2017)
13	TP	mg/L	100 mL trữ lạnh (4°C)	Persulfate, 4500-P-D (APHA, 2017)
14	H ₂ S	mg/L	125 mL trữ lạnh (4°C)	Methylene Blue, 4500-D (APHA, 2017)
15	Chlorophyll- <i>a</i>	mg/m ³	200 mL trữ lạnh (4°C)	Chlorophyll, 10200-H (APHA, 2017)

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được thống kê theo đầm nuôi, khu vực qua các đợt thu mẫu và so sánh, đánh giá sự thay đổi, diễn biến khác nhau của các thông số môi trường nước trong cùng một đợt thu mẫu hoặc qua thời gian thu mẫu bằng phần mềm Microsoft Excel. Các thông số phân tích được xử lý và dựa theo các Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt (QCVN 08-MT:2023/BTNMT); Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh (QCVN38:2011/BTNMT), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển (QCVN 10-MT:2015/BTNMT), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cơ sở nuôi tôm nước lợ - Điều kiện bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm (QCVN02-19:2014/BNNPTNT) và Quy định điều kiện cơ sở, vùng nuôi tôm sú, tôm chân trắng thâm canh đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm theo Thông tư số 44/2010/TT-BNNPTNT cũng như các chỉ số dùng trong nuôi trồng thủy sản để đánh giá, nhận xét.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nhiệt độ, pH và độ trong

Nhiệt độ nước ghi nhận được có giá trị thấp vào tháng 01 và tháng 02 trong năm, trung bình 27-28°C, thấp nhất là 26,4°C; các tháng còn lại có giá trị trung bình khoảng 30°C tại các ao thu mẫu. Nhiệt độ ở khu vực thu mẫu có giá trị tương đồng nhau qua các đợt thu mẫu. Nhiệt độ trung bình là 29,6±1,0°C và dao động từ 26,4 đến 31,9°C trong năm. Đây là sự thay đổi nhiệt độ bình thường của điều kiện khí hậu của vùng nhiệt đới. Nhiệt độ thường giảm thấp vào các tháng đầu năm dương lịch (các tháng cuối năm âm lịch). Tuy nhiệt độ có giảm thấp làm ảnh hưởng đến quá trình trao đổi chất, khả năng di chuyển bắt mồi và tích lũy năng lượng đối với tôm, cua hay các đối tượng thủy sản trong đầm nuôi nhưng vẫn đảm bảo đời sống, sinh trưởng của chúng vì nhiệt độ biến thiên trong ngày và thay đổi chậm nên chúng dễ dàng thích nghi và phát triển. Ravichandran and Jajanthi (2006) cho rằng nhiệt độ tốt đối với tôm nước lợ dao động từ 28 đến 33°C. Theo Hải và ctv. (2006) thì nhiệt độ tại các đầm tôm rừng tại Cà Mau

có giá trị trung bình từ 29 đến 31°C. Tại một số khu vực nuôi tôm nước lợ ở 4 huyện Mỹ Xuyên, Trần Đề, Cù Lao Dung và Vĩnh Châu, nhiệt độ dao động từ 30,0 đến 32,2°C (Tổng cục Thủy sản, 2019). Các kênh cấp khu vực nuôi tôm nước lợ ở tỉnh Bạc Liêu nhiệt độ dao động từ 29,2 đến 31,8°C (Giang và ctv., 2021). Kết quả cho thấy nhiệt độ môi trường nước phù hợp cho sự phát triển của các đối tượng nuôi trong đầm tôm - rừng vùng nhiệt đới.

Giá trị pH của nước ít có sự thay đổi qua thời gian thu mẫu, dao động khoảng 7,0~8,8, trung bình là 7,8±0,3. Các đầm nuôi ở khu vực Đầm Dơi có giá trị trung bình cao hơn so với 2 khu vực còn lại, nhưng chênh lệch không đáng kể qua thời gian thu mẫu, đạt trung bình là 8,1±0,4 và 2 khu vực còn lại đạt trung bình là 7,6±0,2. Giá trị pH vẫn trong giới hạn (6,5-8,5) vùng nuôi trồng thủy sản, bảo tồn thủy sinh của chất lượng nước biển vùng biển ven bờ theo

QCVN 10-MT:2015/BTNMT và phù hợp với QCVN 08-MT:2023/BTNMT bao gồm các đối tượng sống trong đầm nuôi. pH thích hợp cho tôm nước lợ dao động từ 6,0 đến 9,0, tối ưu từ 7,5 đến 8,5 (Boyd, 1998; Krishnani et al., 2006; Ravichandran & Jajanthi, 2006; Boyd, 2015).

Kết quả theo dõi độ trong của đầm nuôi tôm - rừng ngập mặn có giá trị dao động từ 10,0 đến 74,3 cm, trung bình là 33,1±8,1 cm qua 12 tháng thu mẫu. Độ trong có giá trị giảm thấp từ tháng 6 đến tháng 9 trong năm ở cả 3 khu vực, điều này có thể là do vào mùa mưa nên độ trong của nước bị ảnh hưởng. Tuy nhiên, kết quả ghi nhận độ trong vẫn nằm trong khoảng phù hợp cho nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là con tôm nước lợ, mặn vì theo QCVN 02-19:2014/BNNPTNT thì chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm nước lợ độ trong nên có giá trị từ 20 đến 50 cm.

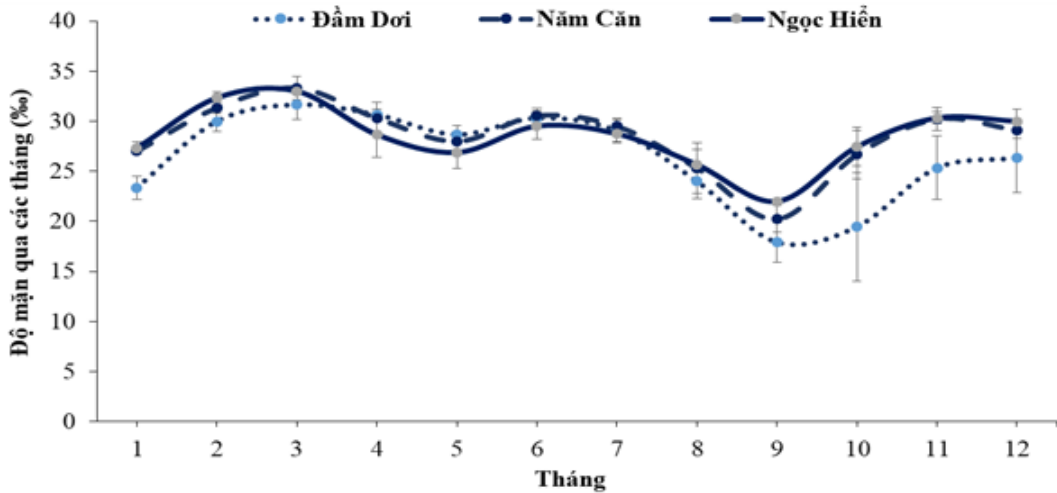
Bảng 3. Nhiệt độ, pH và độ trong của nước trong đầm tôm - rừng ngập mặn

Khu vực/Huyện	Nhiệt độ (°C)		pH		Độ trong (cm)	
	Trung bình	Dao động	Trung bình	Dao động	Trung bình	Dao động
Đầm Dơi	29,8±1,2	26,4~31,9	8,1±0,4	7,5~8,7	27,4±9,0	10,0~47,7
Năm Căn	29,4±1,2	26,6~31,4	7,6±0,3	7,0~8,4	37,6±14,8	15,7~74,3
Ngọc Hiển	29,4±1,0	27,2~31,1	7,6±0,2	7,2~8,2	34,2±7,8	19,7~47,7

3.2. Độ mặn và DO

Khu vực thu mẫu là các đầm tôm - rừng ngập mặn thuộc rừng ngập mặn ven biển nên độ mặn tại đây khá cao, trung bình là 27,8±3,7‰, dao động trong khoảng 15,7~34,0‰ qua 12 tháng thu mẫu. Độ mặn có xu hướng giảm vào các tháng mùa mưa, từ tháng 7 đến tháng 9 trong năm và sau đó tăng trở lại. Tuy lượng nước trong đầm nuôi trao đổi hàng tháng khá lớn và liên tục qua các tháng nhưng độ mặn vẫn nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của các đối tượng nước lợ, đặc biệt là tôm, cua và cả nhóm giun nhiều tơ sống trong đầm nuôi. Kết quả này cho thấy nhóm giun nhiều tơ có thể sống và phát triển ở khoảng độ mặn khá rộng, từ 15‰ cho đến 34‰, và trung bình là từ 20‰ đến 25‰. Độ mặn là một trong những chỉ tiêu khá quan trọng để đánh giá khả năng nuôi thủy sản vùng nước lợ mặn, vì vậy nên theo dõi thường xuyên để biết được sự thay đổi của độ mặn nhằm hướng đến đối tượng nuôi cũng như định hướng sự phát triển thủy sản của vùng.

Hàm lượng DO ghi nhận khá cao, phù hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của các đối tượng tôm của nuôi, gồm cả nhóm giun nhiều tơ phân bố trong đầm. Hàm lượng DO có giá trị trung bình 4,7±0,8 mg/L và dao động trung bình từ 2,8 đến 6,4 mg/L qua thời gian thu mẫu. Theo QCVN 02-19:2014/BNNPTNT thì chất lượng nước cấp vào ao nuôi và nước ao nuôi tôm sú và tôm thẻ chân trắng có giá trị DO phải lớn hơn 3,5 mg/L. Tổng cục Thủy sản (2019) khi quan trắc môi trường tại các huyện trọng điểm nuôi tôm tỉnh Sóc Trăng trong tháng 5 năm 2019 thì hàm lượng DO ở Trần Đề và Cù Lao Dung của tỉnh Sóc Trăng có hàm lượng DO từ 3,5 đến 4,7 mg/L. Hải và ctv. (2006) cũng ghi nhận hàm lượng DO trong ao tôm rừng tại Cà Mau khá cao, dao động trung bình từ 4,85 đến 6,35 mg/L. Như vậy có thể thấy rằng hàm lượng DO trong các đầm nuôi tôm - rừng ngập mặn có giá trị cao, đáp ứng nhu cầu của tôm, cua hay các đối tượng khác trong ao.

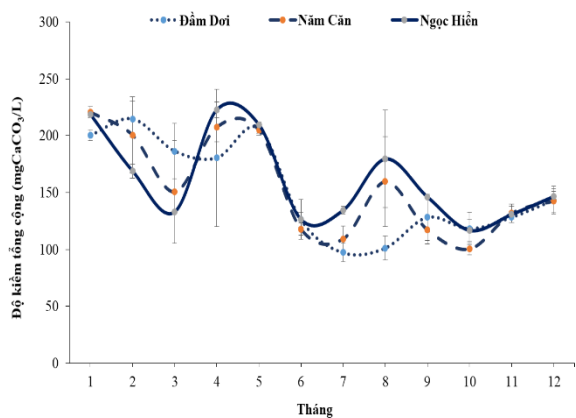
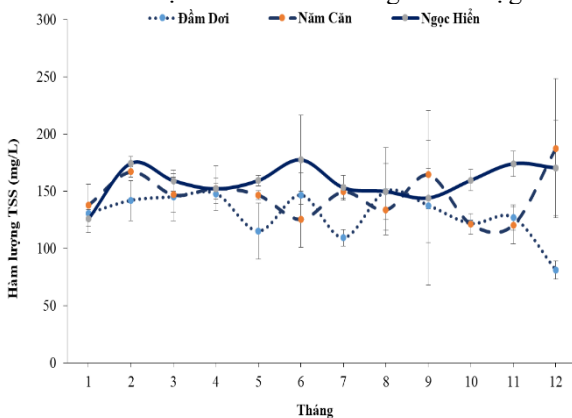


Hình 1. Độ mặn qua các tháng thu mẫu

3.3. TSS và độ kiềm

Hàm lượng TSS trong đầm nuôi cao qua các đợt thu mẫu, dao động từ 73,0 đến 239,7 mg/L. Giá trị trung bình tại các đầm thu mẫu ghi nhận được là $144,8 \pm 29,4$ mg/L. Việc trao đổi nước trong đầm và kênh cấp với lưu lượng lớn trong ngày làm thay đổi dòng chảy, xáo trộn nền đáy nên hàm lượng TSS dễ tăng cao. Tuy nhiên, hàm lượng TSS quan sát được chủ yếu là phù sa, keo khoáng, đây là đặc trưng của các thủy vực vùng đồng bằng sông Cửu Long. Theo Boyd (2001) thì hàm lượng TSS chủ yếu là phù sa, keo khoáng, các vật chất hữu cơ gây ra và hàm lượng TSS phụ thuộc vào lưu tốc dòng chảy, mức độ xáo trộn tầng nước và tính chất nền đáy của thủy vực. Krishnani et al. (2006) cho rằng hàm lượng TSS cho nuôi tôm nước lợ nên nhỏ hơn 100 mg/L. Giá trị giới

hạn của hàm lượng TSS trong nước mặt dùng cho mục đích bảo vệ đời sống thủy sinh được quy định theo QCVN 38:2011/BTNMT thì có giá trị là 100 mg/L. Kết quả quan trắc trên các tuyến sông thuộc địa bàn tỉnh Cà Mau vào tháng 7 năm 2022 có hàm lượng từ 153~463 mg/L, vượt ngưỡng cho phép từ 1,5 đến 4,6 lần (Sở Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn tỉnh Cà Mau, 2022). Kết quả hiện tại ghi nhận hàm lượng TSS trung bình tại khu vực Đầm Dơi, Năm Căn và Ngọc Hiển qua 12 tháng thu mẫu có giá trị trung bình lần lượt là $129,7 \pm 25,4$, $146,3 \pm 27,8$ và $158,5 \pm 28,3$ mg/L; cao gấp 1,3~1,6 lần so với quy chuẩn và yêu cầu chất lượng nước nuôi trồng thủy sản. Vì vậy, khi lấy nước vào đầm nuôi và trong quá trình nuôi nên chú ý đến hàm lượng TSS trong nước, đặc biệt vào các thời điểm thả giống.



Hình 2. TSS (trái) và độ kiềm (phải) qua các tháng thu mẫu

Độ kiềm có giá trị cao tại các khu vực thu mẫu và có xu hướng giảm từ giữa cho đến cuối năm. Độ kiềm có giá trị dao động từ 88,7 đến 239,0

mgCaCO₃/L và trung bình $156,4 \pm 42,8$ mgCaCO₃/L qua 12 tháng thu mẫu. Độ kiềm có sự biến động qua các tháng, tuy nhiên, hàm lượng trung bình tại các

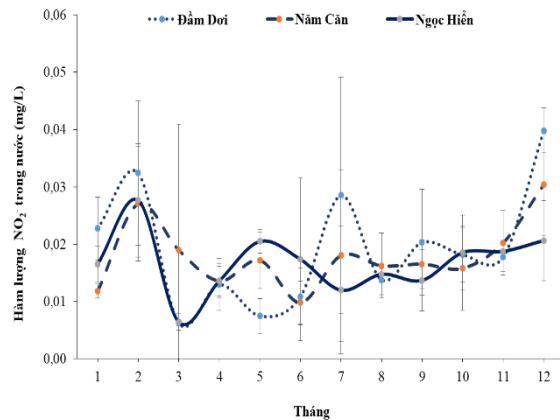
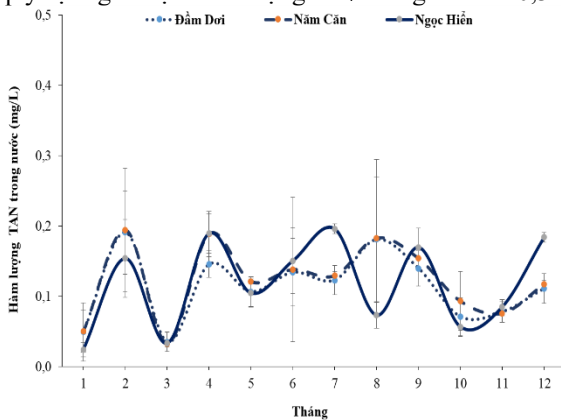
đầm nuôi vẫn trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của tôm, cua và các đối tượng khác. Độ kiềm có vai trò quan trọng trong nuôi tôm vì giúp hỗ trợ trong quá trình lột xác của tôm. Độ kiềm trong nước thấp có thể làm biến động pH, giảm tăng trưởng và tăng tỷ lệ chết ở tôm. Độ kiềm trong nước quá cao có thể làm mất muối, rối loạn quá trình lột xác tôm. Độ kiềm thích hợp cho tôm nước lợ có giá trị từ 80 đến 160 mgCaCO₃/L và các loài giáp xác nói chung nên cao hơn 90 mgCaCO₃/L (Boyd, 1998; 2015). Kết quả ghi nhận độ kiềm tại các đầm tôm - rừng ngập mặn có giá trị phù hợp cho các đối tượng giáp xác nước lợ, đặc biệt là tôm, cua.

3.4. TAN và NO₂⁻

Trong nuôi trồng thủy sản nói chung và tôm nước lợ nói riêng thì hàm lượng TAN phù hợp dao động từ 0,2 đến 2,0 mg/L (Boyd, 1998). Khi hàm lượng TAN thấp thì môi trường nước được đánh giá nghèo dinh dưỡng, thực vật nổi kém phát triển. Hàm lượng TAN còn là một trong những chỉ tiêu để đánh giá mức độ ô nhiễm của vùng nuôi tôm ven biển và hàm lượng phải nhỏ hơn hoặc bằng 3 mg/L thì đảm bảo cho hệ sinh thái ven bờ (Boyd & Green, 2002). Krishnani et al. (2006) nhận định hàm lượng TAN dao động từ 0,1 đến 0,4 mg/L là điều kiện bình thường đối với tôm biển và khi hàm lượng lớn hơn 2,0 mg/L chứng tỏ môi trường giàu dinh dưỡng, gây bất lợi cho quá trình nuôi tôm. Quy chuẩn QCVN 38:2011/BTNMT quy định hàm lượng NH₄⁺ phải nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 mg/L, trong khi quy chuẩn chất lượng nước mặt QCVN 08:2023/BTNMT thì quy định giới hạn hàm lượng NH₄⁺ trong nước là 0,3

mg/L. Kết quả nghiên cứu hiện tại ghi nhận hàm lượng TAN biến động qua các tháng thu mẫu nhưng vẫn còn ở mức thấp, dao động từ 0,007 đến 0,294 mg/L, trung bình 0,118±0,063 mg/L. Điều này cho thấy hàm lượng TAN trong các đầm nuôi ở mức phù hợp cho nuôi trồng thủy sản.

Hàm lượng NO₂⁻ là một trong những chỉ tiêu chất lượng nước được quan tâm trong nuôi trồng thủy sản vì đây là một trong những yếu tố gây bất lợi, ảnh hưởng trực tiếp đến sinh trưởng của thủy sinh vật. Tuy nhiên, mức độ an toàn của NO₂⁻ trong môi trường nước đối với thủy sinh vật rất khó đánh giá được vì khả năng gây ảnh hưởng, tác động phụ thuộc vào sự hiện diện của ion Cl⁻ trong môi trường. Hàm lượng NO₂⁻ từ 1 đến 2 mg/L được xem là nguy hiểm ảnh hưởng đối với thủy sinh vật và mức tốt nhất là nhỏ hơn 0,3 mg/L (Boyd, 1998; 2015). Đối với nuôi tôm biển, Krishnani et al. (2006) cho rằng hàm lượng NO₂⁻ lớn hơn 4 mg/L là nguy hiểm, tối ưu là dưới 0,02 mg/L. Đối với chất lượng nước mặt theo QCVN 08:2023/BTNMT thì quy định hàm lượng NO₂⁻ là dưới 0,05 mg/L. Kết quả ghi nhận hàm lượng NO₂⁻ trong đầm nuôi tôm - rừng ngập mặn qua 12 tháng có biến động nhưng hàm lượng thấp, trung bình là 0,018±0,010 mg/L và dao động từ 0,005 đến 0,047 mg/L tại các vị trí thu mẫu. Kết quả này cho thấy ở các đầm nuôi tôm - rừng ngập mặn hàm lượng NO₂⁻ ở mức thấp, không đáng lo ngại vì trong khoảng an toàn đối với thủy sinh vật, bao gồm cả nhóm giun nhiều tơ phân bố trong đầm nuôi.



Hình 3. TAN (trái) và NO₂⁻ (phải) qua các tháng thu mẫu

3.5. NO₃⁻ và PO₄³⁻

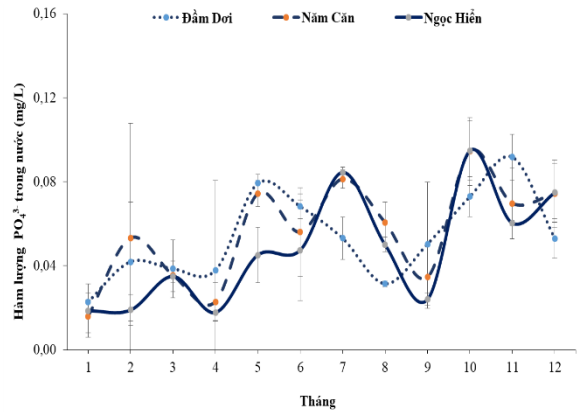
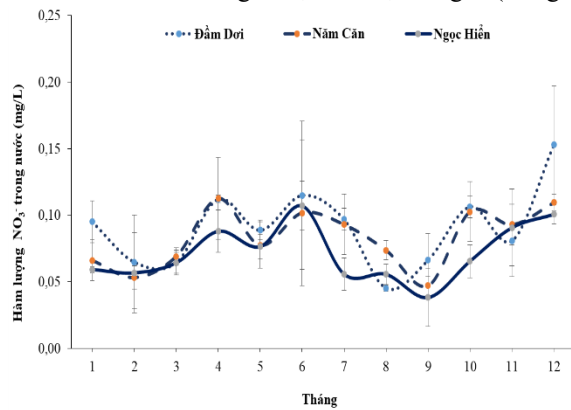
Theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT thì hàm lượng NO₃⁻ đạt giới hạn cho phép là nhỏ hơn 2 mg/L. Boyd (1998) cho rằng hàm lượng NO₃⁻ trong nước thích hợp cho nuôi trồng thủy sản từ 0,2 đến

10 mg/L. NO₃⁻ là sản phẩm của quá trình nitrit hóa và không gây độc đối với thủy sinh vật. Tuy nhiên, khi hàm lượng cao (lớn hơn 10 mg/L) phản ánh môi trường rất giàu dinh dưỡng và là điều kiện cho tảo phát triển. Ravichandran and Jajanthi (2006) đề xuất

hàm lượng NO_3^- trong nguồn nước cấp cho các ao nuôi tôm nước lợ nên nhỏ hơn $0,03 \text{ mg/L}$. Nghiên cứu hiện tại ghi nhận hàm lượng NO_3^- ở mức thấp ở các đầm tôm - rừng ngập mặn tại 3 khu vực thu mẫu. Hàm lượng NO_3^- dao động từ $0,013$ đến $0,204 \text{ mg/L}$, trung bình là $0,082 \pm 0,031 \text{ mg/L}$ qua 12 tháng.

Kết quả quan trắc môi trường chất lượng nước phục vụ vùng nuôi tôm nước lợ tại Bạc Liêu có hàm lượng PO_4^{3-} trung bình là $0,16 \pm 0,10 \text{ mg/L}$, tại các vùng cửa sông ở tỉnh Sóc Trăng là $0,29 \pm 0,18 \text{ mg/L}$ (Giang và ctv., 2020; 2021) và các kênh cấp ở tỉnh Cà Mau có hàm lượng từ $0,5$ đến $2,88 \text{ mg/L}$ (Tổng

cục Thủy sản, 2018). Theo QCVN 08-MT:2023/BTNMT thì hàm lượng PO_4^{3-} có giá trị giới hạn là $0,3 \text{ mg/L}$. Theo Ravichandran and Jajanthi (2006), chất lượng nguồn nước cấp tối ưu cho nuôi tôm biển thì hàm lượng PO_4^{3-} dao động từ $0,1$ đến $0,2 \text{ mg/L}$. Hải và ctv. (2006) ghi nhận hàm lượng PO_4^{3-} trong các ao nuôi tôm rừng tại Cà Mau có giá trị trung bình $0,03 \pm 0,02 \text{ mg/L}$. Kết quả nghiên cứu hiện tại ghi nhận hàm lượng PO_4^{3-} có giá trị khá thấp, trung bình là $0,052 \pm 0,027 \text{ mg/L}$ và dao động từ $0,009$ đến $0,116 \text{ mg/L}$ qua 12 tháng thu mẫu.



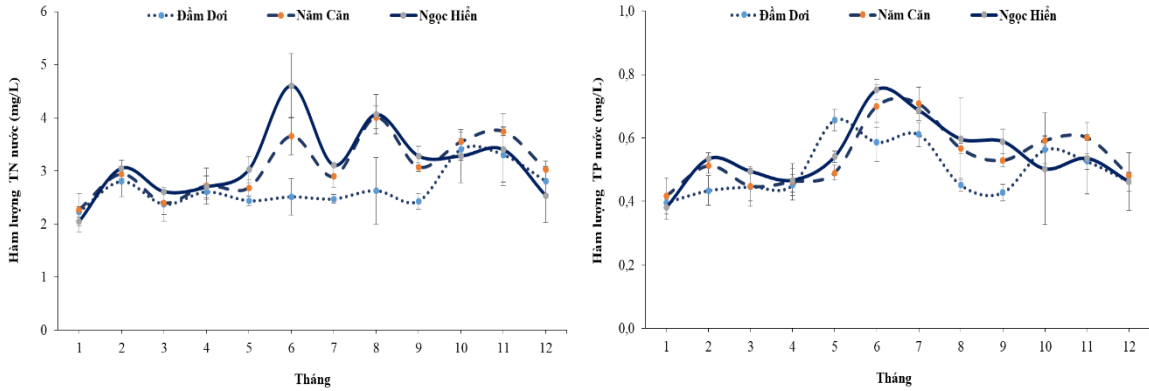
Hình 4. NO_3^- (trái) và PO_4^{3-} (phải) qua các tháng thu mẫu

3.6. TN và TP

Hàm lượng TN ít dao động vào các tháng đầu năm, tuy nhiên vào các tháng mùa mưa từ tháng 6 đến tháng 9 trong năm thì biến động. Hàm lượng TN dao động từ $1,9$ đến $5,1 \text{ mg/L}$, trung bình là $3,0 \pm 0,6 \text{ mg/L}$ qua 12 tháng. Các đầm nuôi tại khu vực huyện Năm Căn và Ngọc Hiển có hàm lượng TN biến động nhiều hơn so với các đầm nuôi tại khu vực huyện Đầm Dơi. Điều này có thể là do diện tích rừng trong đầm nuôi lớn, lá rừng rụng và phân hủy có ảnh hưởng đến hàm lượng TN trong nước, đặc biệt là vào các tháng mùa mưa. Hàm lượng TN trung bình qua 12 tháng tại các đầm nuôi khu vực Đầm Dơi, Năm Căn và Ngọc Hiển có giá trị trung bình là $2,7 \pm 0,4$; $3,1 \pm 0,6$ và $3,1 \pm 0,7 \text{ mg/L}$ tương ứng. Hàm lượng TN trong nước bao gồm thành phần đạm trong vật chất hữu cơ và đạm vô cơ như là NH_3 , NH_4^+ , NO_2^- và NO_3^- . Kết quả ghi nhận các hàm lượng TAN (NH_3 , NH_4^+), NO_2^- và NO_3^- trong nước ở mức thấp, điều này có thể kết luận rằng hàm lượng đạm hữu cơ trong nước ở mức cao. Với kết quả nghiên cứu hiện tại thì có thể ghi nhận rằng tỷ lệ che phủ rừng hay diện tích rừng trong đầm nuôi có ảnh hưởng đến hàm lượng TN trong nước. Theo QCVN 08:2023/BTNMT quy định chất lượng nước mặt có

hàm lượng TN tối đa là $2,0 \text{ mg/L}$, như vậy có thể thấy tại các đầm thu mẫu có hàm lượng TN cao gấp $1,5$ lần so với quy chuẩn. Khi hàm lượng này cao có thể gây phú dưỡng, ô nhiễm thủy vực. Do vậy, đây cũng là một trong những chỉ tiêu quan trọng cần được theo dõi và đánh giá tác động trong mô hình nuôi tôm - rừng ngập mặn.

Hàm lượng TP có xu hướng tăng theo thời gian nuôi, từ tháng 6 hàm lượng TP có giá trị tăng cao và biến động tại các vị trí thu mẫu. Hàm lượng TP có xu hướng giảm dần về các tháng cuối năm. Hàm lượng TP ghi nhận có giá trị dao động từ $0,30$ đến $0,78 \text{ mg/L}$ và có giá trị trung bình $0,53 \pm 0,10 \text{ mg/L}$ qua 12 tháng thu mẫu. Theo QCVN 08:2023/BTNMT quy định hàm lượng TP không vượt quá $0,5 \text{ mg/L}$. Khi vượt quá mức giới hạn, nước có chất lượng rất xấu, có thể gây ảnh hưởng lớn tới cá, tôm và các sinh vật sống trong môi trường nước khi nồng độ oxy hòa tan thấp, chất ô nhiễm cao. Do vậy, hàm lượng TP cần được theo dõi và ghi nhận, đánh giá tác động đến sự sinh trưởng của tôm, cua và các đối tượng khác trong đầm nuôi, bao gồm cả nhóm giun nhiều tơ phân bố với trữ lượng lớn.



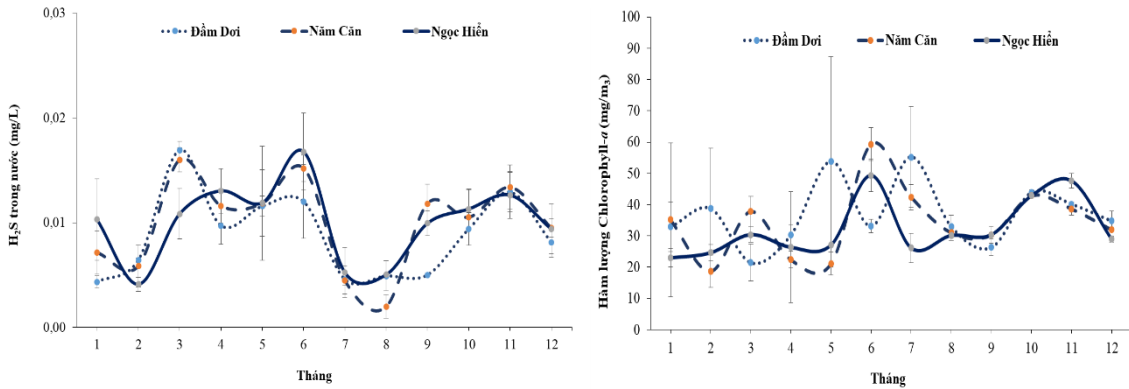
Hình 5. TN (trái) và TP (phải) qua các tháng thu mẫu

3.7. H₂S và Chlorophyll-a

Đối với các thủy vực có nhiều thực vật bậc cao phát triển thì ô nhiễm hữu cơ rất dễ xảy ra do quá trình phân hủy vật chất hữu cơ diễn ra thường xuyên. Các ao, đầm nuôi tôm rừng là một trong những thủy vực dễ chịu ảnh hưởng và tác động của việc ô nhiễm hữu cơ do quá trình phân hủy lá cây rừng rụng trong ao nuôi. Quá trình phân hủy vật chất hữu cơ trong điều kiện yếm khí (không có oxy) sẽ tạo ra nhiều khí H₂S. Mặc dù lưu huỳnh là một nguyên tố thiết yếu cho thực vật, động vật và vi khuẩn được tìm thấy trong nước tự nhiên và các ao nuôi trồng thủy sản nhưng khi hàm lượng khí H₂S cao sẽ gây thiếu hụt oxy trong nước và gây độc đối với động vật thủy sản. Theo Boyd (1998) thì hàm lượng từ khí H₂S từ 0,01 đến 0,05 mg/L có thể gây chết thủy sinh vật. Chanratchakool et al. (2003) đề nghị hàm lượng H₂S phù hợp cho ao nuôi tôm phải nhỏ hơn 0,03 mg/L. Kết quả nghiên cứu ghi nhận hàm lượng khí H₂S tại các đầm nuôi tôm - rừng ở mức thấp, dao động từ 0,001 đến 0,020 mg/L và trung bình 0,010±0,004 mg/L qua 12 tháng thu mẫu. Tại các đầm nuôi khu vực Đầm Dơi, Năm Căn và Ngọc Hiển hàm lượng khí H₂S có giá trị trung bình lần lượt là 0,009±0,004, 0,010±0,005 và 0,010±0,004 mg/L. Kết quả này cho thấy mặc dù đầm nuôi tôm - rừng ngập mặn có sự phân hủy vật chất hữu cơ cao (lá cây rừng) nhưng với việc trao đổi nước thường xuyên cùng với lưu lượng lớn, hàm lượng DO trong nước cao nên hàm lượng khí H₂S thấp, không ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh vật. Tổng cục Thủy sản (2018) báo cáo kết quả quan trắc chất lượng nước trên kênh cấp phục vụ vùng nuôi tôm nước lợ tại Cà Mau thì hàm lượng khí H₂S có giá trị từ 0,011 đến 0,017 mg/L. Theo QCVN 02-19:2014/BNNPTNT và Thông tư số 44/2010/TT-BNNPTNT thì chất lượng nước cấp vào ao nuôi tôm nước lợ hàm lượng khí H₂S phải nhỏ hơn 0,05 mg/L và mức tối ưu là nhỏ hơn 0,03 mg/L. Hải và ctv.

(2006) cũng ghi nhận hàm lượng H₂S dao động từ 0,01 đến 0,02 mg/L tại các mô hình tôm rừng Cà Mau. Như vậy, kết quả ghi nhận hàm lượng khí H₂S tại các đầm nuôi tôm - rừng ngập mặn qua thời gian thu mẫu còn thấp, không ảnh hưởng đến sinh trưởng của các đối tượng nuôi và các đối tượng khác trong đầm nuôi.

Hàm lượng Chlorophyll-a khá biến động giữa các khu vực thu mẫu, dao động từ 14,3 đến 78,7 mg/m³ và trung bình là 34,5±12,5 mg/m³ qua 12 tháng thu mẫu. Vào các tháng 6, 7 khi bắt đầu mùa mưa, hàm lượng Chlorophyll-a biến động và tăng cao giữa các khu vực. Tại khu vực Đầm Dơi, Năm Căn và Ngọc Hiển hàm lượng Chlorophyll-a có giá trị trung bình lần lượt là 37,0±14,4, 34,3±12,7 và 32,2±10,0 mg/m³ qua 12 tháng thu mẫu. Kết quả này tương đồng với nhận định của Hải và ctv. (2006) ghi nhận rằng hàm lượng Chlorophyll-a cũng tăng cao từ 15 đến 35 mg/m³ vào các tháng mùa mưa (tháng 5, 6 và 7 trong năm) và có giá trị trung bình từ 10,9 đến 17,4 mg/m³ ở các mô hình tôm rừng tại Cà Mau. Theo QCVN 08:2023/BTNMT quy định hàm lượng Chlorophyll-a nếu nhỏ hơn 14 mg/m³ thì chất lượng nước tốt, lớn hơn mức 14 và nhỏ hơn 35 mg/m³ thì chất lượng nước trung bình. Hàm lượng Chlorophyll-a được dùng như một thông số để đánh giá mức độ phong phú của thực vật phù du. Theo Boyd and Tucker (1998) thì khi mật độ thực vật phù du tăng thì hàm lượng Chlorophyll-a trong nước tăng. Theo TCVN 6662:2000, khi xác định hàm lượng Chlorophyll-a trong nước có thể áp dụng tính toán cho lượng thực vật phù du trong nước mặt tự nhiên và có thể kiểm tra chu kỳ hay sự tăng trưởng của nhóm thực vật phù du trong nước (Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi Trường, 2000). Với kết quả nghiên cứu hiện tại thì hàm lượng Chlorophyll-a ở mức trung bình và phù hợp cho nuôi trồng thủy sản, mô hình tôm - rừng ngập mặn tại Cà Mau.



Hình 6. H₂S (trái) và Chlorophyll-a (phải) qua các tháng thu mẫu

4. KẾT LUẬN

Chất lượng môi trường nước trong các đầm nuôi tôm - rừng ngập mặn tại 3 huyện Đầm Dơi, Năm Căn và Ngọc Hiển tỉnh Cà Mau khá biến động, đặc biệt vào mùa mưa, từ tháng 6 đến tháng 9 trong năm. Tuy nhiên, các chỉ số vẫn trong khoảng phù hợp cho sự phát triển, sinh trưởng của thủy sinh vật, đặc biệt là đối tượng tôm, cua và bao gồm cả nhóm giun nhiều tơ phân bố trong đầm nuôi.

Độ mặn tại các đầm khá cao, trung bình là 27,8±3,7‰, dao động từ 15,7 đến 34,0‰. Các hàm lượng đạm (TAN:NH₃/NH₄⁺, NO₂⁻ và NO₃⁻) và lân (PO₄³⁻) hòa tan trong nước ở mức thấp. Khí H₂S ở mức thấp, không ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh vật.

Diện tích rừng trong đầm có thể ảnh hưởng đến hàm lượng TN, TP và Chlorophyll-a trong nước, có thể gây phú dưỡng, ô nhiễm thủy vực cần được theo dõi và ghi nhận, đánh giá tác động đến sự sinh trưởng của tôm, cua và các đối tượng khác. TSS khá cao nên khi lấy nước vào và trong quá trình nuôi cần được theo dõi, đặc biệt vào các thời điểm thả giống.

LỜI CẢM ƠN

Kết quả này là một phần trong nội dung nghiên cứu thuộc đề tài “Nghiên cứu hiện trạng nguồn lợi và sinh sản nhân tạo, nuôi thử nghiệm loài giun nhiều tơ (rươi) *Dendronereis chipolini* ở vùng rừng ngập mặn tỉnh Cà Mau” do Trường Đại học Cần Thơ thực hiện theo hợp đồng số 03/HĐ-SKHCN, ký ngày 19/01/2022 giữa Trường Đại học Cần Thơ và Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Cà Mau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

APHA, AWWA, WEF. (2017). *Standard methods for the examination of water and waste water* (23rd Edition). American Public Health Association, Washington DC, 277.

Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi Trường. (2000). *TCVN 6662:2000, ISO 10260:1992. Chất lượng nước – Đo thông số sinh hóa – Phương pháp đo phổ xác định nồng độ Chlorophyll-a.*

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. (2010). *Thông tư số 44/2010/TT-BNNPTNT. Quy định điều kiện cơ sở, vùng nuôi tôm sú, tôm chân trắng thâm canh đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm.*

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. (2014). *QCVN02-19:2014/BNNPTNT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về cơ sở nuôi tôm nước lợ - Điều kiện bảo đảm vệ sinh thú y, bảo vệ môi trường và an toàn thực phẩm.*

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2011). *QCVN38:2011/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật*

quốc gia về chất lượng nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh.

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2015). *QCVN 10-MT:2015/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển.*

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2023). *QCVN 08-MT: 2023/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt.*

Boyd, C. E. (2001). *Water quality standards: Total suspended solids.* The Advocate 04/2001, 70-71.

Boyd, C.E. (2015) *Water Quality: An Introduction.* Springer, Berlin. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17446-4>

Boyd, C. E., & Green, B. W. (2002). *Water quality monitoring in shrimp farming areas: an example from Honduras, Shrimp Farming and the Environment.* Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment, Auburn, USA, 29 pages.

- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Boston, Kluwer Academic, London, ISBN-10: 0412071819.
- Boyd, C. E. (1998). *Water quality for pond aquaculture*. Research and development series. No.43.
- Chanratchakool, P., Turnbull, J. F., Funge-Smith, S. J., Macrae, I. H., & Limsuwan, C. (2003). *Quản lý sức khỏe tôm trong ao nuôi. Tài bản lần thứ 4. Người dịch: Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Thanh Phương, Đặng Thị Hoàng Oanh, Trần Ngọc Hải*. Danida-Bộ Thủy sản, 153 trang.
- Giang, T. T., Hóa, Á. V., Phú, T. Q., Út, V. N., & Giang, H. T. (2021). Chất lượng nước trong khu vực nuôi tôm tỉnh Bạc Liêu. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 57(Số chuyên đề: Thủy sản), 126-136.
- Giang, T. T., Oluwadamilare, A. A., Hóa, Á. V., Giang, H. T., Phú, T. Q., Wada, M., & Út, V. N. (2020). Đánh giá chất lượng nước trong khu vực nuôi tôm tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(Số chuyên đề: Thủy sản), 112-120.
- Hải, T. N., Yakupitiyage, A., & Nhứt, T. M. (2006). Nghiên cứu chất lượng nước và tôm tự nhiên trong các mô hình tôm rừng ở Cà Mau. *Tạp chí Nghiên cứu khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 8-19.
- Krishnani, K. K., Gupta, B. P., & Pillai, S. M. (2006). Water quality requirements for shrimp farming. In *Training on Shrimp Farming* (pp. 21-27), *Central Institute of Brackishwater Aquaculture*. <http://ciba.res.in/Books/ciba0179.pdf>
- Ravichandran, P., & Jajanthi, M. (2006). Site selection, designing and construction of shrimp farms. In K. Gopinathan (Ed.), *Culture of Brackishwater Finfish and Shellfish - I* (pp. 19-28). *Indira Gandhi National Open University*.
- Sở Nông nghiệp & Phát triển nông thôn Cà Mau. (2022). *Kết quả quan trắc chất lượng nước phục vụ vùng nuôi tôm nước lợ trên địa bàn tỉnh Cà Mau*. <https://nongnghiepcamau.vn/linh-vuc-thuy-san/thong-tin-nong-nghiep/thuy-san-nuoi-trong-thuy-san-thong-tin-moi-truong>
- Sở Nông nghiệp & Phát triển nông thôn Cà Mau. (2023a). *Báo cáo Kết quả thực hiện nhiệm vụ năm 2022 và kế hoạch nhiệm vụ chủ yếu năm 2023 ngành Công Thương tỉnh Cà Mau*. <https://nongnghiepcamau.vn/linh-vuc-thuy-san/thong-tin-nong-nghiep/thuy-san-nuoi-trong-thuy-san-thong-tin-chung>
- Sở Nông nghiệp & Phát triển nông thôn Cà Mau. (2023b). *Tình hình của chết trên địa bàn tỉnh Cà Mau và hướng dẫn phòng, chống dịch bệnh trên của nuôi*. <https://nongnghiepcamau.vn/linh-vuc-thuy-san/thong-tin-nong-nghiep/thuy-san-nuoi-trong-thuy-san-thong-tin-chung/tinh-hinh-cua-chet-tren-dia-ban-tinh-ca-mau-va-huong-dan-phong-chong-dich-benh-tren-cua>
- Tổng cục Thủy sản. (2018). *Kết quả quan trắc môi trường chất lượng nước phục vụ vùng nuôi tôm nước lợ tỉnh Cà Mau*. Tổng cục Thủy sản, Nuôi trồng thủy sản, Quản lý môi trường, 9 trang.
- Tổng cục Thủy sản. (2019). *Kết quả quan trắc môi trường tại các huyện trọng điểm nuôi tôm tỉnh Sóc Trăng trong tháng 5/2019*. Tổng cục Thủy sản, Nuôi trồng thủy sản, Quản lý môi trường, 11 trang.
- Ủy ban nhân dân Tỉnh Cà Mau. (2022). *Về việc phê duyệt đề án phát triển sản xuất giống phục vụ cơ cấu lại ngành nông nghiệp tỉnh Cà Mau giai đoạn 2023 – 2030*.