



DOI:10.22144/ctu.jos.2025.124

THÀNH PHẦN THỰC VẬT PHIÊU SINH VÀ MỐI LIÊN HỆ VỚI CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG NƯỚC TRONG CÁC AO NUÔI CÁ TRA (*Pangasianodon hypophthalmus*)

Nguyễn Thị Kim Liên^{1*}, Trần Trường Giang², Võ Nguyễn Tường Vi¹, Phan Thị Cẩm Tú¹ và Huỳnh Trường Giang¹

¹Trường Thủy sản, Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh Trà Vinh, Việt Nam

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

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 05/02/2025

Sửa bài (Revised): 02/04/2025

Duyệt đăng (Accepted): 15/06/2025

Title: Phytoplankton composition and their relationship to water quality parameters in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) farming ponds

Author(s): Nguyen Thi Kim Lien^{1*}, Tran Truong Giang², Vo Nguyen Tuong Vi¹, Phan Thi Cam Tu¹ and Huynh Truong Giang¹

Affiliation(s): ¹College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Viet Nam; ²Department of Agriculture and Environment of Tra Vinh province, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm tìm ra thành phần loài tảo gây hại và mối liên hệ với các thông số môi trường nước trong các ao nuôi cá tra. Tổng cộng có 6 ao nuôi cá tra được chia thành hai nhóm, mỗi nhóm gồm có 3 ao. Các ao cá tra có mật độ trung bình là 60 ± 10 con/m² (nhóm A1) và 81 ± 11 con/m² (nhóm A2). Kết quả cho thấy thành phần loài thực vật phiêu sinh cũng như tảo lam không có sự khác biệt lớn giữa nhóm A1 (128 loài và 17 loài) và A2 (127 loài và 15 loài). Mật độ tảo lam trong các ao cá tra của nhóm A1 thấp hơn A2. Thành phần loài TVPS tương quan không có ý nghĩa ($p > 0,05$) với các thông số môi trường nước, trong khi mật độ ảnh hưởng bởi nhiệt độ và PO_4^{3-} . Thành phần loài và mật độ tảo lam có mối liên hệ chặt chẽ với các thông số môi trường nước như nhiệt độ, pH, DO, độ kiềm, TSS, PO_4^{3-} , NO_3^- , và TP. Kết quả của nghiên cứu có giá trị trong quản lý tảo và duy trì chất lượng nước phù hợp trong các ao nuôi cá tra.

Từ khóa: Cá tra, các thông số chất lượng nước, tảo lam, thực vật phiêu sinh

ABSTRACT

The study aimed to find out the species composition of harmful algae and their relationship with water quality parameters in striped catfish ponds. A total of 6 fishponds were divided into two groups, each group consisting of 3 ponds. The striped catfish ponds had an average density of 60 ± 10 fish m⁻² (group A1) and 81 ± 11 fish m⁻² (group A2). The results indicated that the species composition of phytoplankton as well as blue-green algae did not vary significantly between groups A1 (128 species and 17 species) and A2 (127 species and 15 species). The densities of blue-green algae in ponds of group A1 were lower than those of group A2. The algal species composition was not significantly correlated ($p > 0.05$) with water environment parameters, while the density was affected remarkably by temperature and PO_4^{3-} content. The species composition and abundance of blue-green algae were closely correlated with water environment parameters, including temperature, pH, DO, alkalinity, TSS, PO_4^{3-} , NO_3^- , and TP concentrations. The findings of the study were effective in managing algae and maintaining favorable water quality in striped catfish ponds.

Keywords: Blue-green algae, striped catfish, phytoplankton, water quality parameters

1. GIỚI THIỆU

Nghề nuôi trồng thủy sản nước ngọt, đặc biệt là nuôi cá tra, hiện nay đang phát triển mạnh do cá tra có chất lượng thịt ngon, giá trị dinh dưỡng cao. Theo báo cáo của Vietnam Directorate of Fisheries (2024), tổng sản lượng nuôi trồng thủy sản ước đạt 5.455,8 nghìn tấn, tăng 4,2% so với 2022; trong đó, sản lượng cá tra đạt 1.752,2 nghìn tấn, tăng 2,8%. Việc mở rộng nghề nuôi cá tra đã làm gia tăng nguồn thức ăn được tiêu thụ trong quá trình nuôi, đồng thời cũng tạo ra nhiều sản phẩm thải, từ đó ảnh hưởng đến chất lượng nước không chỉ trong các ao nuôi mà còn ở khu vực xung quanh vùng nuôi.

Trong các ao nuôi cá, thực vật phù sinh (TVPS) hay tảo có vai trò rất quan trọng. Kết quả ở nhiều nghiên cứu cho thấy bất kỳ sự thay đổi nào về cấu trúc thành phần loài hay mật độ của tảo đều ảnh hưởng đến năng suất sinh học của thủy vực. Tảo là nhóm sinh vật chỉ thị vì chúng rất nhạy cảm với sự thay đổi của chất lượng nước, chúng phản ứng với nồng độ khác nhau của các thông số chất lượng nước, đặc biệt là các hàm lượng dinh dưỡng trong các ao nuôi thủy sản. Hơn nữa, tảo là mắt xích đầu tiên của chuỗi thức ăn nhờ đó mà năng lượng được tích lũy và chuyển đổi. Trong các ao nuôi cá tra, tảo có vai trò quan trọng trong việc ổn định môi trường nước, cung cấp oxy cho ao nuôi, làm sạch môi trường nước, làm thức ăn cho phiêu sinh động vật và ngay cả khi ao nuôi được cho ăn thức ăn công nghiệp thì thức ăn tự nhiên là thành phần không thể thiếu. Sự phát triển của tảo có mối liên hệ với các thông số môi trường nước, kết quả nghiên cứu của Rahman et al. (2021) cho thấy sự phong phú của tảo lam tương quan chặt chẽ với nhiệt độ nước ($r = 0,89$, $p = 0,01$). Ngoài ra, theo Sarkar et al. (2008), hàm lượng NO_3^- và PO_4^{3-} cao hơn có liên quan đến sự phát triển tốt hơn của TVPS. Thành phần TVPS trong thủy vực được xác định bởi sự kết hợp của các

yếu tố khí hậu, địa lý, lý hóa học và sinh học. Sự thay đổi một trong những yếu tố này dẫn đến sự thay đổi của thành phần TVPS. Bên cạnh những giá trị mà tảo mang lại thì sự phát triển quá mức của tảo có thể gây hại cho tôm, cá và gây ô nhiễm môi trường nước, làm cho nước có mùi hôi, giảm hàm lượng oxy trong nước và tạo ra sự biến động lớn về pH theo chu kỳ ngày và đêm. Theo Dulsat-Masvidal et al. (2023), sự nở hoa của tảo lam là điều không thể tránh khỏi, từ đó làm giảm oxy hòa tan, gây ra sự suy giảm quần thể cá và sự phân hủy xác thực vật, gây mất cân bằng sinh thái. Một số loài tảo lam trong quá trình trao đổi chất có thể giải phóng các hợp chất có mùi hôi như geosmin và methylisoborneol vào nước ao (Perschbacher, 2003), làm cho nước có mùi hôi, ảnh hưởng đến chất lượng thịt cá. Việc biến động về các thông số môi trường nước và thành phần TVPS có mối liên hệ với mật độ cá thả nuôi. Mật độ thả cá cao thì lượng thức ăn cung cấp cho cá càng nhiều và sản phẩm thải của cá cũng càng cao, từ đó ảnh hưởng đến chất lượng nước và thành phần TVPS. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá sự biến động thành phần loài TVPS và các thông số môi trường nước đồng thời xác định các loài tảo gây hại có liên quan đến các thông số chất lượng nước trong các ao nuôi cá tra với các mật độ nuôi khác nhau.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được tiến hành trong thời gian từ tháng 01/2023 đến tháng 06/2024. Mẫu TVPS được thu tại 6 ao nuôi cá tra ở quận Ô Môn, thành phố Cần Thơ và được chia ra hai nhóm ao có mật độ cá thả khác nhau, mỗi nhóm ao có 3 ao cá tra. Nhóm A1 có mật độ thả trung bình 60 ± 6 con/ m^2 , nhóm A2 có mật độ thả cao hơn, trung bình 81 ± 11 con/ m^2 . Trong quá trình nuôi, các ao cá tra được thay nước thường xuyên. Thông tin về các ao nuôi cá tra được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Thông tin các ao nuôi cá tra

Nhóm ao	Điểm thu	Diện tích (m^2)	Độ sâu (m)	Kích cỡ cá giống (g/con)	Mật độ	Mật độ trung bình (con/ m^2)	Thời gian nuôi
A1	Ao 1	3.000	4	15	54	60±6	12 tháng
	Ao 2	5.000	4,5	30	65		8 tháng
	Ao 3	10.000	4,5	25	60		8 tháng
A2	Ao 4	3.000	4	20	92	81±11	14 tháng
	Ao 5	15.000	4,5	15	70		9 tháng
	Ao 6	4.000	4	15	80		9 tháng

2.1. Phương pháp thu mẫu và phân tích mẫu

Các mẫu chất lượng nước, định tính và định lượng TVPS được thu với chu kỳ 1 tháng/lần cho đến khi kết thúc vụ nuôi. Thời gian nuôi của các ao cá tra dao động từ 8 đến 14 tháng (8T - 14T).

2.1.1. Các chỉ tiêu môi trường nước

Các chỉ tiêu môi trường nước trong các ao cá tra được thu trong nghiên cứu này bao gồm nhiệt độ,

pH và hàm lượng oxy hoà tan (DO) được đo trực tiếp tại các ao cá tra vào buổi sáng trong khoảng từ 7 giờ 30 phút đến 8 giờ 30 phút ở độ sâu khoảng 30 cm tính từ tầng mặt. Các chỉ tiêu còn lại gồm tổng chất rắn lơ lửng (TSS), độ kiềm, hàm lượng ammonia (TAN), hàm lượng nitrat (NO₃⁻), hàm lượng phosphate (PO₄³⁻), tổng đạm (TN), tổng lân (TP), hàm lượng chlorophyll-a được thu trong bình 1 L và trữ lạnh ở 4°C. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu môi trường nước được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Phương pháp thu và phân tích một số thông số môi trường nước

STT	Các thông số	Phương pháp phân tích
1	Nhiệt độ (°C)	Đo trực tiếp bằng máy đo Hana Multiparameter HI9828
2	pH	
3	DO (mg/L)	
4	TSS (mg/L)	Phương pháp 2540 D, sấy ở 103-105°C (APHA, 2017)
5	Độ kiềm (mg/L)	Phương pháp chuẩn độ Axit (APHA, 2017)
6	TAN (mg/L)	Phương pháp so màu Phenate (APHA, 2017)
7	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Phương pháp Sulfosalicylic acid method (ISO 7890-3:1988)
8	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Phương pháp SnCl ₂ (APHA, 2017)
9	TN (mg/L)	Phương pháp 4500-N C-Persulfate method (APHA, 2017)
10	TP (mg/L)	Phương pháp 4500-P B-Persulfate digestion method (APHA, 2017)
11	Chlorophyll-a (µg/L)	Máy quang phổ, ly trích bằng Acetone (10200 H) (APHA, 2017)

2.1.2. Thực vật phù sinh

Phương pháp thu mẫu: Mẫu định tính được thu bằng cách dùng lưới phiêu sinh thực vật kích thước mắt lưới 20 µm thu ở 5 vị trí đã xác định sẵn trong ao cá tra gồm 4 điểm thu ở 4 góc ao và 1 điểm giữa ao đối với các ao có diện tích nhỏ hơn 5.000 m². Các ao có diện tích lớn hơn 10.000 m² thì thu thêm 1 điểm gần giữa ao. Mẫu sau khi thu được cho vào chai nhựa có thể tích 190 mL. Mẫu định lượng được thu bằng phương pháp thu lắng. Ca nhựa được dùng để thu ở các điểm khác nhau trong các ao cá tra và mẫu được cho lần lượt vào xô nhựa 20 L, khuấy đều và cho mẫu nước vào chai nhựa 1 L. Các mẫu định tính và định lượng TVPS được cố định bằng formol với nồng độ 2%.

Phương pháp phân tích mẫu: Mẫu sau khi thu được để lắng từ 12 đến 24 giờ sau đó tiến hành định danh thành phần loài TVPS có trong các ao cá tra bằng phương pháp hình thái theo các tài liệu đã được công bố. Đếm số lượng TVPS theo giống/loài cho đến khi tổng số cá thể tảo đạt trên 400 cá thể và ghi lại số ô đã đếm. Mật độ các giống/loài tảo được tính theo công thức Boyd and Tucker (1992):

$$X = \frac{T \times 1000 \times V_{cđ} \times 10^3}{N \times V_{mẫu} \times A}$$

Trong đó: X là mật độ tảo (cá thể/L), T là số cá thể tảo đếm được theo giống/loài, V mẫu là thể tích

mẫu thu, V_{cđ} là thể tích mẫu cô đặc, N là tổng số ô đếm và A là diện tích ô đếm 1 mm² (đếm ở vật kính 10X và thị kính 10X).

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu sau khi phân tích được tổng hợp theo từng điểm thu và đợt thu, vẽ hình về biến động các thông số môi trường nước, thành phần loài và mật độ TVPS qua các đợt thu mẫu bằng phần mềm Microsoft Excel. Tương quan (Pearson) giữa thành phần loài và mật độ TVPS với thông số môi trường nước được xử lý bằng phần mềm SPSS 22.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

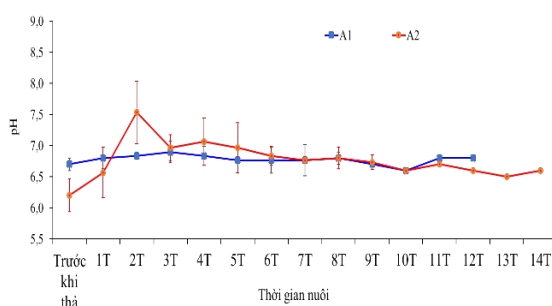
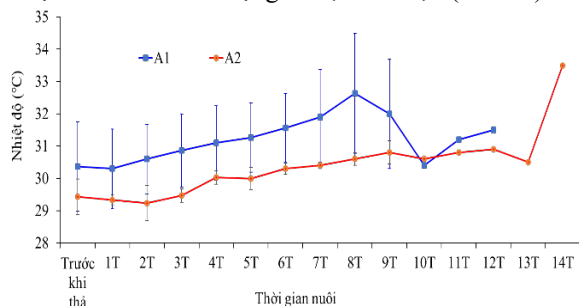
3.1. Các yếu tố môi trường nước trong các ao nuôi cá tra

3.1.1. Nhiệt độ, pH, DO, độ kiềm và tổng chất rắn lơ lửng (TSS)

Nhiệt độ nước của nhóm A1 dao động từ 30,3 đến 32,6°C và nhóm A2 dao động từ 29,2 đến 33,5°C (Hình 1). Nhiệt độ ở nhóm A2 có xu hướng tăng dần về cuối vụ nuôi do thời điểm thu mẫu vào mùa khô (tháng 3 - 4), cường độ ánh sáng mạnh nên nhiệt độ nước tăng cao. Theo South Centre for Environmental Monitoring (SCEM) (2024), nhiệt độ giới hạn cho nuôi trồng thủy sản thương phẩm nước ngọt từ 18 đến 34°C. Nhiệt độ cao, từ 27 đến 33°C không ảnh hưởng đáng kể đến sự tăng trưởng và sử dụng thức ăn của cá tra (Do et al., 2021). Kết

quả nghiên cứu của De Silva and Nguyen (2011) cho thấy nhiệt độ lên đến 34°C được xem là điều kiện nhiệt độ tốt nhất cho cá tra. Ngoài ra, theo Islam et al. (2019) cá tra có tốc độ tăng trưởng tốt nhất lên đến 32°C trong khi nhiệt độ quá cao (36°C) và quá thấp (24°C) có thể làm cho cá bị stress. Giá trị nhiệt độ trong các ao cá tra đều nằm trong khoảng thích hợp về giới hạn nhiệt độ của cá tra.

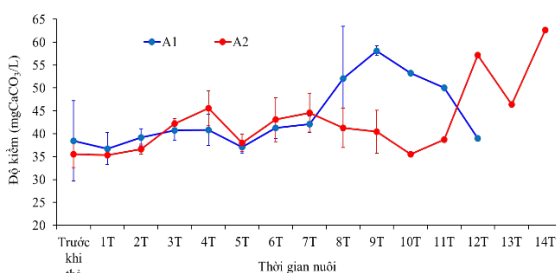
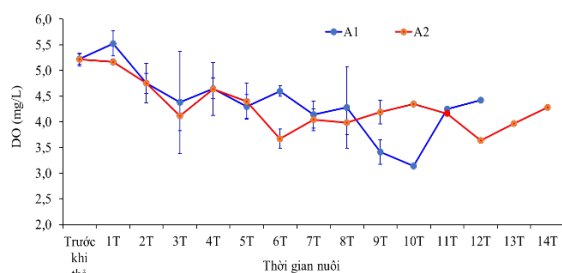
Giá trị pH tại nhóm A1 dao động từ 6,6 đến 6,9 và tại nhóm A2 dao động từ 6,2 đến 7,5 (Hình 1).



Hình 1. Biến động nhiệt độ và pH trong các ao nuôi cá tra

Hàm lượng DO tại nhóm A1 dao động từ 3,1 đến 5,5 mg/L và tại nhóm A2 dao động 3,6 đến 5,2 mg/L (Hình 2). Đối với nhóm A1, hàm lượng DO đạt cao nhất vào 1 tháng sau khi thả (5,5 mg/L) và thấp nhất sau 10 tháng (3,1 mg/L). Ở nhóm A2 cao nhất vào giai đoạn trước khi thả và thấp nhất sau 12 tháng thả nuôi (5,2 mg/L, 3,6 mg/L). Nhìn chung, hàm lượng DO tại 2 nhóm ao nuôi đều cao vào đầu vụ nuôi, và có xu hướng giảm dần đến cuối vụ nuôi, đặc biệt ở nhóm A1, vào tháng thứ 10 hàm lượng DO giảm nhất (3,1 mg/L), nguyên nhân hàm lượng DO

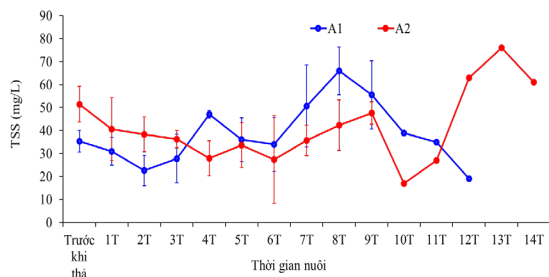
thường có xu hướng giảm dần theo thời gian nuôi là do sự tích lũy chất hữu cơ thông qua thức ăn dư thừa, chất thải và nhu cầu oxy cho hoạt động của các sinh vật trong nước (Lin et al., 2005). Nghiên cứu của Nam et al. (2017) cũng cho thấy hàm lượng DO trong ao nuôi có xu hướng giảm dần vào cuối vụ nuôi. Ngoài ra, theo Vu et al. (2016), hàm lượng DO trong các ao cá tra đạt khá cao, biến động từ $3,77 \pm 1,15$ mg/L đến $6,50 \pm 1,01$ mg/L, cao hơn nhiều so với hàm lượng DO ghi nhận được trong nghiên cứu này. Hàm lượng DO trong các ao cá tra đều nằm trong giá trị giới hạn $\text{DO} \geq 2$ mg/L (SCEM, 2024).



Hình 2. Biến động hàm lượng DO và độ kiềm trong các ao nuôi cá tra

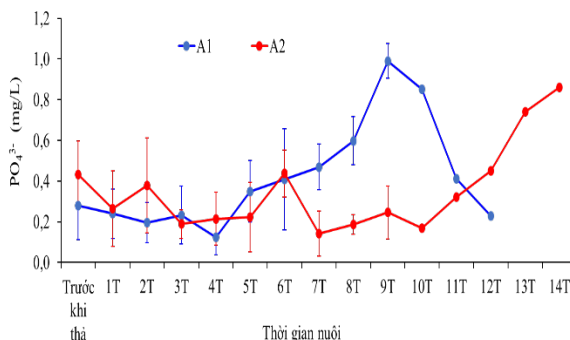
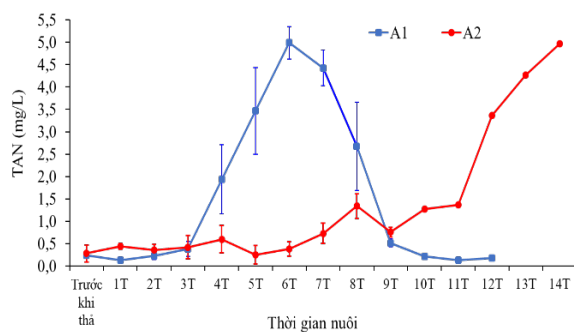
Độ kiềm trong các ao cá tra thuộc nhóm A1 dao động từ 36,8 đến 58,1 mg CaCO_3/L , độ kiềm có xu hướng tăng cao từ đầu vụ đến giai đoạn 9 tháng, sau đó bắt đầu giảm dần đến cuối vụ nuôi. Độ kiềm ở nhóm A2 dao động từ 35,4 đến 62,6 mg CaCO_3/L và có xu hướng tăng cao vào giai đoạn cuối vụ từ 12 tháng 14 tháng (Hình 2). Độ kiềm phụ thuộc vào sự phát triển của tảo, các sinh vật khác như một số loài

ốc vận thuộc lớp Gastropoda hay một số ít loài hai mảnh vỏ (Bivalvia) trong ao nuôi cá tra và quá trình thay nước. Theo SCEM (2024), giới hạn độ kiềm trong nuôi trồng thủy sản nước ngọt là từ 30 đến 200 mg CaCO_3/L . Ngoài ra, Boyd (1998) cho rằng độ kiềm trong ao nuôi lớn hơn 20 mg CaCO_3/L là thích hợp, do đó độ kiềm trong các ao nuôi cá tra thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của chúng.



Hình 3. Biến động hàm lượng TSS trong các ao nuôi cá tra

Hàm lượng TSS ghi nhận được ở nhóm A1 dao động từ 19,0 đến 66,0 mg/L và nhóm A2 dao động từ 17,0 đến 76 mg/L (Hình 3), với giá trị thấp nhất và cao nhất ở nhóm A2 lần lượt vào tháng thứ 10 và thứ 13 sau khi thả nuôi. Tương tự, nghiên cứu của Vu et al. (2016) cho thấy hàm lượng TSS trong các ao nuôi cá tra có giá trị trung bình từ 43,3 đến 63,9 mg/L. Hàm lượng TSS biến động có xu hướng tăng dần theo độ tuổi cá nuôi, độ tuổi cá càng lớn thì hàm lượng TSS trong ao tăng lên (thức ăn dư thừa, chất thải của cá...). Tuy nhiên sự biến động hàm lượng TSS không rõ rệt (Nam et al., 2017), điều này là do quá trình thay nước làm giảm hàm lượng TSS ở một số thời điểm lấy mẫu. Theo SCEM (2024), hàm lượng TSS cho phép trong nước ao nuôi cá tra là <100 mg/L. Giá trị TSS ghi nhận được trong nghiên cứu này vẫn nằm trong giới hạn cho sự tăng trưởng của cá tra.



Hình 4. Biến động hàm lượng TAN và PO₄³⁻ trong các ao cá tra

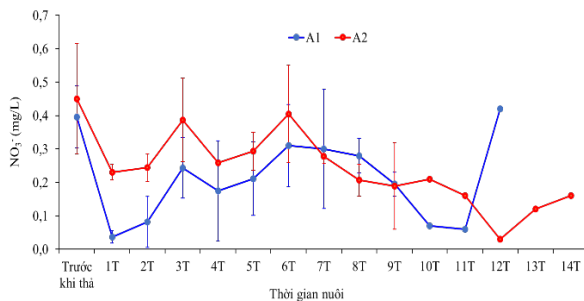
Đối với hàm lượng nitrate, các ao cá tra thuộc nhóm A1 dao động từ 0,04 đến 0,42 mg/L và ở nhóm A2 dao động khoảng 0,03 đến 0,45 mg/L (Hình 5). Giá trị NO₃⁻ xác định được ở nhóm A2 cao hơn nhóm A1 giai đoạn từ trước khi thả cá đến 6 tháng nuôi, sau thời gian này hàm lượng NO₃⁻ có sự dao động giữa hai nhóm ao A1 và A2 nhưng nhìn chung hàm lượng NO₃⁻ tăng lên vào cuối vụ nuôi. Theo The

3.1.2. Hàm lượng dinh dưỡng trong các ao nuôi cá tra

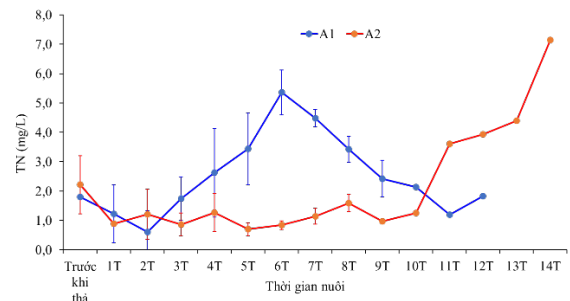
Giá trị của hàm lượng TAN ghi nhận được ở nhóm A1 dao động từ 0,13 đến 4,99 mg/L và nhóm A2 từ 0,25 đến 4,97 mg/L (Hình 4). Hàm lượng TAN đạt giá trị cao nhất sau 6 tháng nuôi ở nhóm ao A1 và giảm thấp nhất giai đoạn cuối vụ, từ tháng 9 đến tháng 12. Đối với nhóm A2, hàm lượng TAN có xu hướng tăng cao giai đoạn cuối vụ nuôi, từ tháng 12 đến tháng 14. Theo Boyd (1998) thì TAN thích hợp là 0,2 - 2 mg/L và theo TCVN 13952:2024 thì TAN thích hợp là <1 mg/L. Tuy nhiên, Pham et al. (2014) cho thấy hàm lượng TAN ở cuối vụ nuôi cá tra cao, biến động từ 6,68 đến 6,83 mg/L. Ngoài ra, Huynh et al. (2008) cho rằng hàm lượng TAN trong ao nuôi cá tra có thể đạt mức 4 mg/L. Nhìn chung, hàm lượng TAN ghi nhận được trong nghiên cứu này ở mức cao trong các ao cá tra. Hàm lượng PO₄³⁻ của nhóm A1 dao động từ 0,12 đến 0,99 mg/L và nhóm A2 biến động từ 0,14 đến 0,86 mg/L (Hình 4). Trong nuôi trồng thủy sản, hàm lượng PO₄³⁻ thích hợp trong khoảng từ 0,005 đến 0,2 mg/L (Boyd, 1998). Tương tự, theo SCEM (2024), hàm lượng PO₄³⁻ giới hạn cho nuôi trồng thủy sản thương phẩm nước ngọt là nhỏ hơn 0,2 mg/L. Kết quả nghiên cứu của Fried et al. (2003) cho thấy cả hàm lượng PO₄³⁻ và NO₃⁻ đều tương quan thuận với sự tăng trưởng của tảo. Trong nghiên cứu này, hàm lượng PO₄³⁻ tăng cao, thúc đẩy sự phát triển của tảo, từ đó có thể gây thiếu oxy vào buổi sáng, ảnh hưởng gián tiếp đến sự tăng trưởng của cá.

Ministry of Natural Resources and Environment (2015) thì hàm lượng NO₃⁻ đạt giới hạn cho phép ở nồng độ từ 0,2 đến 10,0 mg/L là thích hợp cho ao nuôi thủy sản. Do đó, hàm lượng NO₃⁻ vẫn nằm trong giới hạn thích hợp cho sự tăng trưởng của cá tra. Hàm lượng TN ở nhóm A1 dao động từ 0,6 đến 5,4 mg/L và nhóm A2 dao động từ 0,6 đến 7,1 mg/L (Hình 5). Giá trị TN cao nhất là 7,1 mg/L sau 14

tháng nuôi ở nhóm A2 và thấp nhất là 0,6 mg/L sau 2 tháng nuôi ở nhóm A1. Hàm lượng TN tăng cao giữa vụ nuôi ở nhóm A1 và cuối vụ ở nhóm A2 do thức ăn dư thừa và chất thải tích lũy trong quá trình nuôi. Hàm lượng TN trong các ao cá tra của nghiên cứu này thấp hơn nhiều so với kết quả của Vu et al. (2016) đã xác định hàm lượng TN trung bình trong các ao cá tra là 14,59 mg/L. Hàm lượng TN thường thấp ở giai đoạn đầu và tăng cao giai đoạn giữa vụ

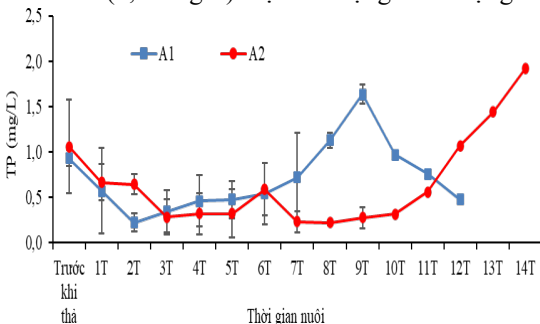


hoặc cuối vụ nuôi. Ngoài ra, theo Ngọc (2004), giá trị TN trong ao nuôi cá tra thâm canh biến động từ 2,02 đến 3,39 mg/L. Như vậy với hàm lượng TN tăng cao trong các ao cá tra giai đoạn từ 5 tháng đến 8 tháng đối với nhóm A1 và từ 11 tháng đến cuối vụ nuôi đối nhóm A2 cho thấy môi trường nước có hàm lượng dinh dưỡng cao ở các thời điểm này.

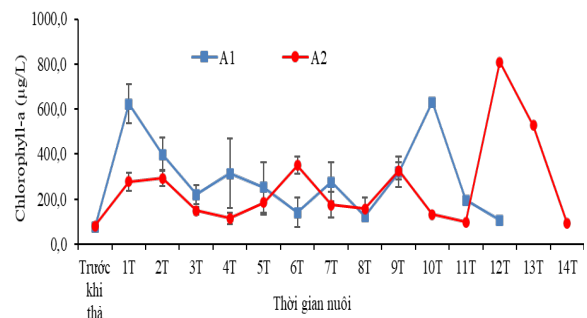


Hình 5. Biến động hàm lượng NO₃⁻ và TN trong các ao nuôi cá tra

Hàm lượng TP trong các ao cá tra của nhóm A1 dao động từ 0,22 đến 1,64 mg/L và nhóm A2 dao động từ 0,22 đến 1,92 mg/L (Hình 6). Hàm lượng TP cao nhất ghi nhận vào cuối vụ nuôi ở nhóm A2 (1,92 mg/L), trong khi mức thấp nhất xác định được sau 2 tháng nuôi ở nhóm A1 và tháng thứ 8 của nhóm A2 (0,22 mg/L). Sự biến động hàm lượng TP



có thể do dư thừa thức ăn và chất thải của cá. Theo Ngọc (2004), hàm lượng TP có thể đạt mức từ 0,05 đến 14,4 mg/L, thường cao vào cuối vụ nuôi. Ngoài ra, hàm lượng TP trung bình trong các ao cá tra là 1,99 mg/L (Vu et al., 2016). Hàm lượng TP thường thấp ở giai đoạn đầu và tăng vào gần cuối vụ (nhóm A1) và cuối vụ (nhóm A2).



Hình 6. Biến động hàm lượng TP và chlorophyll-a trong các ao nuôi cá tra

Hàm lượng chlorophyll-a của nhóm A1 dao động từ 74,3 đến 630,4 µg/L và nhóm A2 biến động từ 79,9 đến 809,6 µg/L (Hình 6). Hàm lượng chlorophyll-a ở 2 nhóm ao nhìn chung khá cao và có xu hướng giảm thấp ở một số thời điểm là do thời tiết tại thời điểm này mưa kéo dài, nên hạn chế sự phát triển của thực vật phù du. Hàm lượng chlorophyll-a được dùng để tính sinh khối của tảo, vì vậy sự biến động hàm lượng chlorophyll-a có liên quan đến sự biến động sinh khối tảo. Qua kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng chlorophyll-a tăng cao về cuối vụ nuôi ở cả 2 nhóm ao (giai đoạn sau

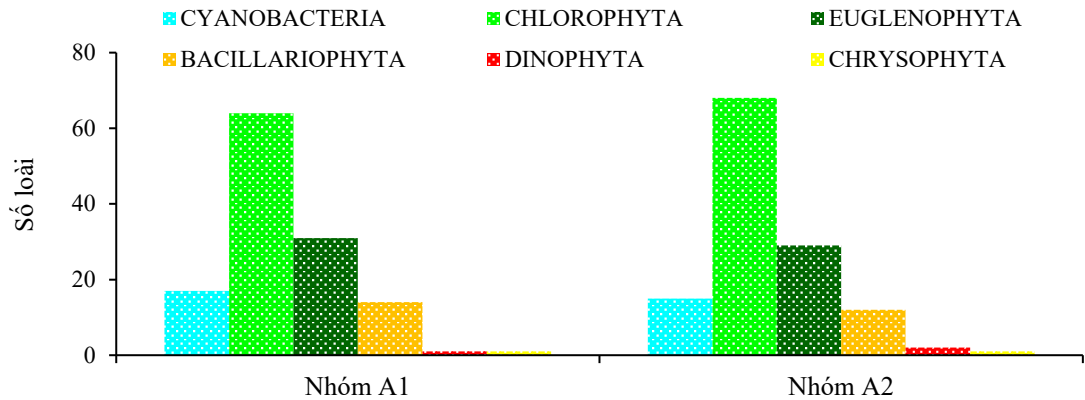
10 tháng nuôi đối với nhóm A1 và 12 tháng đối với nhóm A2) do hàm lượng PO₄³⁻ tại thời điểm này tăng rất cao cung cấp dinh dưỡng cho tảo phát triển mạnh. Ao nuôi thủy sản tốt thường có hàm lượng chlorophyll-a khoảng 50 - 200 µg/L (Boyd, 1998). Nhìn chung, hầu hết các thông số môi trường nước đều nằm trong giới hạn cho phép, ngoại trừ một số thời điểm trong chu kỳ nuôi có hàm lượng dinh dưỡng và hàm lượng chlorophyll-a đạt giá trị cao, đặc biệt giai đoạn sau 6 tháng đến cuối vụ cho thấy môi trường nước giàu dinh dưỡng với mức độ ô nhiễm hữu cơ cao.

3.2. Thành phần loài thực vật phù sinh qua các đợt thu mẫu

3.2.1. Thành phần loài thực vật phù sinh của các nhóm ao nuôi cá tra

Qua các đợt khảo sát, nhóm A1 đã ghi nhận được tổng cộng 128 loài và nhóm A2 là 127 loài TVPS. Nguyên nhân do trong ao nuôi cá tra có hàm lượng

đinh dưỡng cao tạo điều kiện cho nhiều loài tảo phát triển (Hình 7). Tảo lục phân bố chủ yếu trong các thủy vực nước ngọt nên chúng chiếm ưu thế cả về thành phần loài và mật độ trong các ao nuôi cá tra. Thành phần loài TVPS ở các nhóm A1 và A2 không chênh lệch quá lớn trong chu kỳ nuôi cá tra. Một số loài tảo gây hại được tìm thấy như: *Mirosystis aeruginosa*, *Oscillatoria* sp..

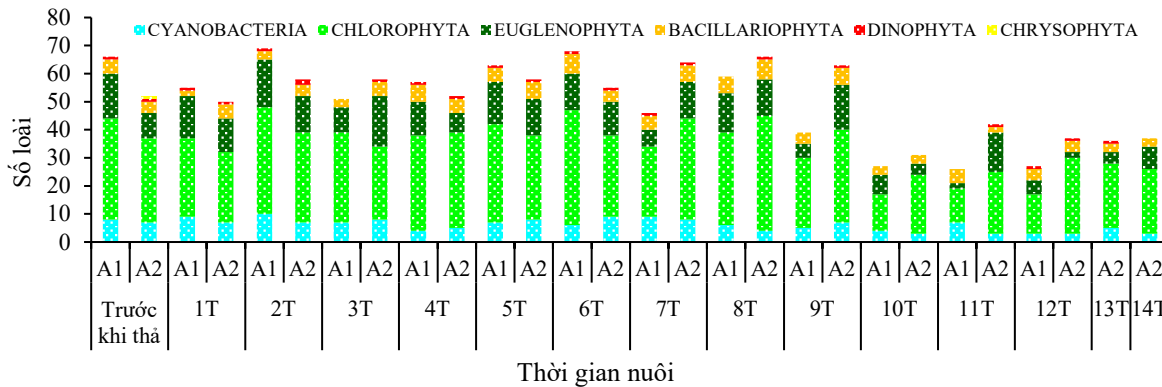


Hình 7. Cấu trúc thành phần loài thực vật trong các nhóm A1 và A2

3.2.2. Thành phần loài thực vật phù sinh của các nhóm ao nuôi cá tra qua các đợt khảo sát

Thành phần loài tảo trong các ao nuôi cá tra dao động từ 26 đến 69 loài, trong đó nhóm A1 có từ 22 đến 53 loài và nhóm A2 từ 22 đến 44 loài. Giai đoạn trước khi thả đến 9 tháng, số lượng loài tảo cao (> 39 loài), nhưng giảm xuống từ 26 đến 42 loài trong thời gian từ sau 9 tháng đến cuối vụ (Hình 8). Tảo lục chiếm tỉ lệ cao nhất trong ao nuôi cá tra qua các đợt nghiên cứu. Biến động thành phần loài tảo giữa các nhóm A1 và A2 không đáng kể, nhưng tảo lục trong nhóm A1 luôn cao hơn nhóm A2 đến tháng 6. Từ tháng 7, nhóm A2 lại có thành phần tảo cao hơn. Đặc biệt, tảo lam có số loài ở mức thấp nhất của 2

nhóm ao có sự chênh lệch lớn; nhóm A1 có (12 loài), nhóm A2 (21 loài), còn lại tỉ lệ tảo lam và tảo mắt giữa hai nhóm biến động không đáng kể. Các loài tảo thường gặp như: *Chlorella* sp. (Chlorophyta), *Merismopedia elegans*, *Microsystis aeruginosa* (Cyanobacteria), và *Phacus longicauda*, *Phacus pleuronectes* (Euglenophyta). Hầu hết TVPS đều là nguồn thức ăn tự nhiên trong các ao nuôi thủy sản, trong đó tảo mắt được xem như là sinh vật chỉ thị cho môi trường ô nhiễm hữu cơ và giàu dinh dưỡng (Amphorn & Wannine, 2013). Ngoài ra, sự ưu thế của tảo lam *Microcystis* và *Oscillatoria* được tìm thấy trong các ao, hồ giàu dinh dưỡng (Suthers & Rissik, 2009). Do đó, sự xuất hiện thường xuyên của chúng trong ao thường không có lợi cho môi trường ao nuôi.

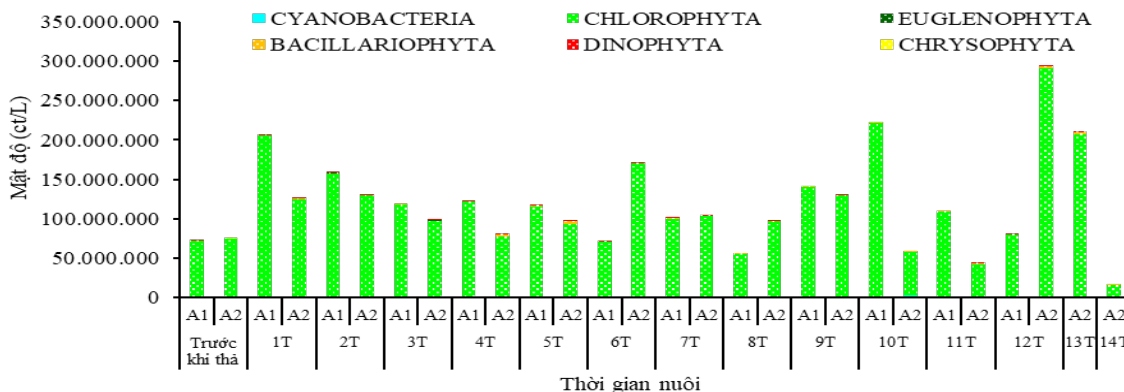


Hình 8. Biến động thành phần loài TVPS của các ao nuôi cá tra

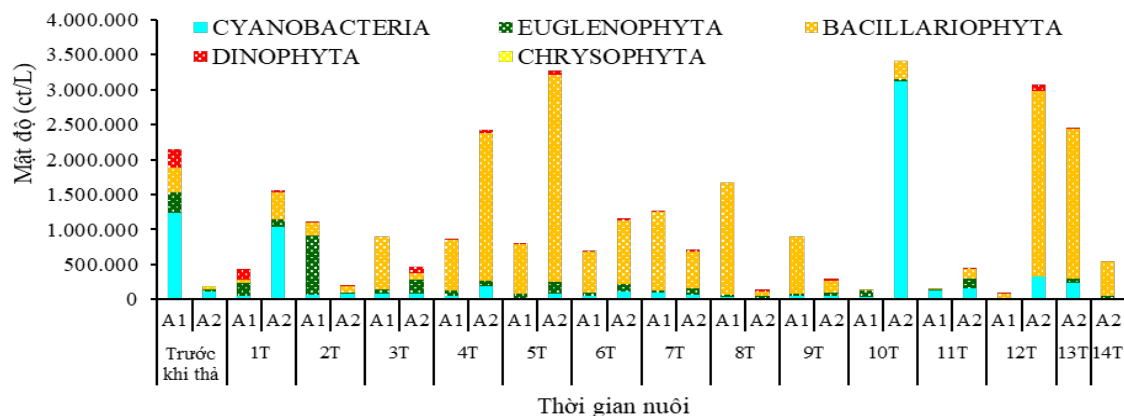
3.3. Mật độ thực vật phù sinh trong các ao nuôi cá tra

Mật độ TVPS ghi nhận được trong các ao cá tra khá cao, với mật độ trung bình qua các đợt khảo sát của nhóm A1 biến động từ 56.490.300 đến 221.607.900 ct/L, nhóm A2 từ 16.479.800 - 293.886.667 ct/L (Hình 9 và Hình 10). Mật độ TVPS trong các ao cá biến động không theo quy luật và có mối liên hệ với các thông số môi trường nước. Mật độ tảo thấp nhất là 16.479.800 ct/L ở nhóm A2 vào giai đoạn cuối vụ nuôi và cao nhất 293.886.667 ct/L trong điều kiện môi trường nước có hàm lượng dinh dưỡng cao ($TAN = 3,36$ mg/L, $PO_4^{3-} = 0,45$ mg/L, $TN = 3,9$ mg/L, $TP = 1,07$ mg/L) ở nhóm A2 vào tháng 12 của vụ nuôi. Đối với các nhóm A1, mật độ TVPS vào tháng thứ 1 cao, sau đó giảm dần đến tháng thứ 6 bắt đầu có xu hướng tăng trở lại. Mật độ tảo đạt cao nhất (221.474.300 ct/L) vào tháng 10, sau đó mật độ tảo có xu hướng giảm thấp hơn.

Mật độ tảo lục trong các ao nuôi cá tra rất cao với mật độ biến động từ 15.938.500 đến 290.815.000 ct/L (Hình 9). Mật độ tảo lục đạt cao nhất ở nhóm A2 giai đoạn 12 tháng. Tảo lục phát triển mạnh trong môi trường giàu dinh dưỡng và trong quá trình nuôi hàm lượng các chất dinh dưỡng trong nước tăng cao do thức ăn dư thừa, chất thải của cá là điều kiện thích hợp cho tảo lục phát triển nên mật độ của tảo tăng cao với sự ưu thế của các giống tảo *Chlorella* sp., *Crucigenia*, *Scenedesmus*, và *Pediastrum*. Theo Bala et al. (2022), giống tảo *Scenedesmus* được tìm thấy trong các ao bị ô nhiễm, đặc biệt môi trường nước giàu dinh dưỡng. Kết quả nghiên cứu của Yan et al. (2025) cho thấy sinh khối tảo lục đạt tương đối thấp ở Hồ Hulun, chịu ảnh hưởng đáng kể bởi sự biến động của hai lớp tảo khác. Sự gia tăng về sinh khối tảo lục làm nổi bật sự tương quan nghịch có ý nghĩa giữa nhiệt độ và sinh khối tảo lục.



Hình 9. Tổng mật độ tảo qua các đợt thu mẫu trong các ao cá tra



Hình 10. Mật độ tảo các loài tảo (trừ tảo lục) qua các đợt thu mẫu

Mật độ tảo lam ở nhóm A1 biến động từ 5.167 đến 1.239.621 ct/L và ở nhóm A2 từ 6.733 đến

3.114.039 ct/L (Hình 10). Sau 1 tháng nuôi, mật độ tảo lam tăng cao ở nhóm A2 do các ao được thả với mật độ cao hơn, ngoài ra vào giai đoạn này tỉ lệ thay

nước ít hơn, môi trường có nhiều vật chất hữu cơ nên thích hợp cho tảo lam phát triển. Vào tháng thứ 10 ở nhóm A2, mật độ tảo lam đạt giá trị cao nhất, làm lượng dinh dưỡng trong ao đều đang có xu hướng tăng. Một số loài tảo lam được tìm thấy vào giai đoạn có mật độ cao (>100.000 ct/L) là *Merismopedia elegans*, *Mirocystis aeruginosa*, *Pseudanabaena* sp., *Synechocystis* sp.. Loài *Mirocystis aeruginosa* thường phát triển mạnh vào giai đoạn mùa khô (128.627 ct/L), trong khi *Oscillatoria* sp. chiếm ưu thế vào mùa mưa (34.222 ct/L). Theo Mohan et al. (2020), tảo lam *M. aeruginosa* nước ngọt có khả năng nở hoa gây độc, thường được tìm thấy trong môi trường nước phú dưỡng trên khắp thế giới. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu của Rahman et al. (2021) cho thấy tảo lam có mật độ cao hơn có ý nghĩa so với các ngành tảo khác trong các ao nuôi cá tra. Các loài tảo lam sản sinh ra độc tố Microcystin (độc tố gan) có thể gây chết cho động vật thủy sản. Ngoài ra, một số loài tảo lam khi có mật độ cao có thể làm cho thịt cá có mùi bùn do tạo ra các hợp chất geosmin, 2-methylisoborneol, gây thiệt hại về kinh tế cho người nuôi. Bên cạnh sự xuất hiện của các loài tảo lam gây hại, sự hiện diện của loài tảo lam *Spirulina platensis* cũng được tìm thấy trong nghiên cứu, loài này có giá trị dinh dưỡng cao nhưng với mật độ thấp (11.000 ct/L).

Tảo mắt trong các ao cá của nhóm A1 có mật độ dao động từ 11.000 đến 855.585 ct/L và ở nhóm A2 từ 10.000 đến 209.776 ct/L (Hình 10). Vào tháng 2 - 3, nhiệt độ ao nuôi cao dẫn đến tảo mắt phát triển mạnh ở cả 2 nhóm ao với loài ưu thế là *Phacus longicauda*. Một số loài tảo mắt có mật độ cao (> 100.000 ct/L) là *Euglena acus*, *Phacus parvulus*,

Lepocinclis ovum, *Trachelomonas volvocina*. Kết quả nghiên cứu của Phang and Ong (1988) cho thấy *Phacus* và *Euglena* là những giống tảo phát triển mạnh trong điều kiện môi trường nước có hàm lượng chất hữu cơ cao. Tảo mắt nở hoa có thể gây ra những tác động tiêu cực đến sự phát triển và sinh trưởng của cá. Trong thời kỳ nở hoa đỉnh điểm của tảo mắt, mật độ của tảo lục và tảo khuê đạt thấp hơn có thể là do hàm lượng ammonia trong ao tăng cao hơn (Rahman et al., 2007).

Mật độ tảo khuê của nhóm A1 dao động từ 9.400 đến 1.613.785 ct/L và ở nhóm A2 từ 28.360 đến 2.954.133 ct/L (Hình 10). Mật độ tảo khuê có sự chênh lệch khá lớn giữa 2 nhóm A1 và A2. Cụ thể nhóm A2 có mật độ trung bình của tảo khuê là 868.501 ct/L, cao hơn nhóm A1 với mật độ 538.435 ct/L. Khi thả nuôi cá với mật độ cao hơn, môi trường nước có nhiều vật chất hữu cơ từ thức ăn dư thừa cũng như các sản phẩm thải của tôm cũng tăng cao hơn, nên thuận lợi cho giống tảo khuê thích nghi với môi trường ô nhiễm hữu cơ phát triển và gia tăng mật độ cao hơn. Ngoài ra, do tảo khuê là loài ưa ánh sáng yếu và nhiệt độ thấp hơn các loài tảo khác nên mật độ tảo khuê đạt cao ở các nhóm ao vào tháng thứ 5, 8, 12 của chu kỳ nuôi (tức là vào các tháng 2, 7 và 8 trong năm). Các loài tảo khuê có mật độ cao (> 100.000 ct/L) và xuất hiện hầu hết ở các ao nuôi là *Aulacoseira granulata*, *Nitzschia* sp., *Cyclotella meneghiniana*. Loài tảo *Cyclotella meneghiniana* chỉ thị cho môi trường giàu dinh dưỡng, ô nhiễm hữu cơ, mật độ trung bình 5.851.053 ct/L trong điều kiện nhiệt độ (30°C) và hàm lượng chlorophyll-a (183,5 µg/L) đều có giá trị cao.

Bảng 3. Điều kiện xuất hiện một số loài tảo lam gây hại trong các ao cá tra

Loài	Nhóm ao	Mật độ (ct/L)	TAN	PO ₄ ³⁻	TN	TP	chlorophyll-a
Tổng mật độ tảo lam	A1	3.717.333	0,33	0,09	1,80	1,03	82,5
	A2	3.114.039	1,27	0,17	1,26	0,32	131,8
<i>Microcystis aeruginosa</i>	A1	100.000	0,33	0,23	1,43	0,29	482,9
	A2	128.627	0,48	0,32	1,15	1,52	85,6
<i>Oscillatoria</i> sp.	A1	11.000	0,22	0,85	2,1	0,97	630,4
	A2	34.222	0,42	0,19	0,9	0,29	148,1
<i>Pseudanabaena</i> sp.	A2	3.030.588	1,37	0,32	3,61	0,56	98,7
<i>Anabaena</i> sp.	A2	102.857	0,22	0,39	0,47	0,53	250,6

Tảo giáp của nhóm A1 có mật độ dao động từ 250 đến 254.944 ct/L và ở nhóm A2 từ 2.000 đến 84.741 ct/L (Hình 10). Biến động mật độ trung bình của tảo giáp trong các ao nuôi cá qua các đợt khảo sát cho thấy tảo *Gymnodinium* sp. có mật độ khá cao (693.333 ct/L) vào giai đoạn trước khi thả cá ở nhóm A1. Ngoài ra, trong quá trình khảo sát, 1 loài tảo vàng kim cũng đã được ghi nhận trong nghiên cứu,

đây là ngành tảo chỉ thị cho môi trường nước bị nhiễm phèn và môi trường nước tĩnh (Holopainen, 1992). Bên cạnh đó, chỉ có 1 loài *Mallomonas* sp. ở nhóm A2 được tìm thấy trong nghiên cứu vào giai đoạn trước khi thả cá với mật độ khá thấp (105 ct/L). Tuy nhiên, Takahashi (1978) và Siver (1995) cho rằng loài tảo *M. crassisquama* phân bố rộng muối và không phụ thuộc vào độ pH. Hai loài tảo *M.*

crassisquama và *M. tonsurata* có tốc độ tăng trưởng cao ở độ pH từ 4 đến 6, và *M. elongata* có tốc độ tăng trưởng cao ở độ pH thấp hơn 7 (Lee et al., 2007). Ngoài ra, các loài tảo thuộc giống *Mallomonas* (nhóm tảo vàng kim có vảy bằng silica) khi nở hoa thường gây ra mùi vị khó chịu trong môi trường nước (Clasen & Bernhardt, 1982; Nicholls, 1995).

Tổng mật độ tảo lam và mật độ của một số loài tảo lam riêng lẻ như *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria* sp., *Pseudanabaena* sp. và *Anabaena* sp. đều phát triển mạnh khi hàm lượng TAN, PO_4^{3-} , TN và TP trong nước tăng cao. Tảo *Microcystis aeruginosa* được xác định là loài tảo nở hoa ở mật độ 37.600 cá thể/L và chlorophyll-a ở mức 18,61 $\mu\text{g/l}$ (Santhosh et al., 2010). Trong nghiên cứu này, tảo *Microcystis aeruginosa* có mật độ cao nhất ở nhóm A1 là 100.000 ct/L và ở nhóm A2 là 128.000 ct/L, loài tảo này nở hoa trong điều kiện các hàm lượng dinh dưỡng như TAN từ 0,33 đến 0,44 mg/L; PO_4^{3-} từ 0,23 đến 0,32 mg/L; TN từ 1,15 đến 1,43 mg/L và TP từ 0,29 đến 1,52 mg/L. Trong khi đó, loài tảo *Pseudanabaena* sp. phát triển mạnh khi hàm lượng TAN và TN tăng rất cao. Mặc dù loài tảo *Microcystis aeruginosa* có mật độ thấp hơn mật độ tảo *Pseudanabaena* sp., nhưng do tảo *Microcystis aeruginosa* có dạng tập đoàn lớn với số lượng tế bào trong mỗi tập đoàn khá cao nên được xem là một trong những loài tảo phát triển mạnh trong các ao nuôi cá tra.

3.4. Mối liên hệ giữa thành phần loài và mật độ thực vật phù sinh với các thông số chất lượng nước trong các ao nuôi cá tra

Tương quan giữa thành phần loài và mật độ tảo với các yếu tố môi trường nước được trình bày ở Bảng 4. Thành phần loài và mật độ tảo lam tương quan thuận có ý nghĩa thống kê với nhiệt độ, độ kiềm, TSS, PO_4^{3-} ($p < 0,05$), TP ($p < 0,01$), tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê với DO, NO_3^- ($p < 0,05$). Tuy nhiên, nghiên cứu của Sarkar et al. (2008) cho thấy tảo lam chiếm ưu thế trong các ao nuôi cá tra khi hàm lượng NO_3^- và PO_4^{3-} tăng cao, trong khi hàm lượng DO giảm thấp (thể hiện tương quan nghịch) so với các ao nuôi kết hợp cá tra với cá mè trắng. Một số loài tảo lam có độc như: *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria* sp., *Anabaena* sp. sản sinh ra độc tố Microcystins (độc tố gan) và 2-methylisoborneol (chất tạo mùi hôi) gây chết cá cũng như ảnh hưởng đến chất lượng thịt cá khi những loài tảo này phát triển quá mức. Hàm lượng lân trong nước là yếu tố giới hạn sự phát triển của tảo lam (Hecker et al., 2012). Hàm lượng lân tăng

được xem là một yếu tố quan trọng làm gia tăng sự phú dưỡng và sự nở hoa của tảo lam. Hàm lượng lân cao trong nước có thể dẫn đến quần xã thực vật phù sinh đạt sinh khối cao mà chủ yếu là tảo lam (Mohan et al., 2020). Mật độ tảo lam trong nghiên cứu này đạt cao nhất là 3.114.039 ct/L (TSS = 17 mg/L, PO_4^{3-} = 0,17 mg/L, TP = 0,32 mg/L) với sự ưu thế của loài *Pseudanabaena* sp. (3.030.588 ct/L). Tảo *Pseudanabaena* sp. tiết ra 2-methylisoborneol và cyanotoxin (độc tố gan, độc tố thần kinh) gây hại cho người và động vật. Nitơ được xem là hàm lượng dinh dưỡng hạn chế chính đối với sự phát triển *Pseudanabaena* sp.. Để giảm mật độ *Pseudanabaena* sp. trong ao nuôi, việc kiểm soát nitơ hiệu quả hơn so với việc kiểm soát hàm lượng PO_4^{3-} . Thành phần loài tảo lục tăng khi hàm lượng TAN ($p < 0,05$) tăng, mật độ tảo lục tăng khi PO_4^{3-} tăng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) nhưng tương quan nghịch với nhiệt độ ($p < 0,05$). Thành phần loài tảo mắt tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê với các thông số chất lượng nước như: độ kiềm ($p < 0,01$), TSS, PO_4^{3-} và TP ($p < 0,05$). Đối với mật độ tảo mắt tăng khi hàm lượng TSS tăng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$). Tảo khuê là loài ưa ánh sáng yếu nên thường phân bố ở độ sâu hơn hay bám trên nền đáy thủy vực. Vì vậy, thành phần loài tảo khuê tương quan nghịch với DO ($p < 0,01$), NO_3^- ($p < 0,05$) và tỉ lệ thuận với TSS, PO_4^{3-} , TN, TP có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$). Mật độ tảo khuê tăng khi độ kiềm tăng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Theo Nguyen et al. (2022), do tảo khuê không thích nghi tốt với môi trường nước quá giàu dinh dưỡng, nên khi hàm lượng dinh dưỡng trong nước tăng cao thì tảo khuê có xu hướng giảm về mật độ. Mật độ của tảo giáp tương quan thuận với DO ($p < 0,05$) và thành phần loài của tảo giáp tương quan không có ý nghĩa với các thông số môi trường nước. Thành phần loài và mật độ tảo vàng kim tương quan thuận có ý nghĩa ($p < 0,01$) với NO_3^- . Hàm lượng chlorophyll-a tỉ lệ nghịch với DO, NO_3^- ($p < 0,01$). Khi tảo phát triển mạnh, quá trình quang hợp tạo ra nhiều oxy, tuy nhiên đến giai đoạn tảo suy tàn, quá trình phân hủy các xác tảo tiêu hao nhiều oxy nên làm cho hàm lượng oxy giảm thấp và thể hiện qua mối tương quan nghịch với hàm lượng chlorophyll-a. Các thông số độ kiềm, TSS và hàm lượng các chất dinh dưỡng như PO_4^{3-} , TN, TP tăng thì hàm lượng chlorophyll-a tăng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$). Tổng số loài tảo tăng cao khi nhiệt độ, pH, TSS, hàm lượng các chất dinh dưỡng trong nước tăng cao nhưng tương quan không có ý nghĩa ($p > 0,05$). Tuy nhiên, tổng mật độ tảo phụ thuộc vào hàm lượng PO_4^{3-} thể hiện sự tương quan thuận có ý nghĩa ($p < 0,05$), nhưng tỉ lệ nghịch với nhiệt độ ($p < 0,05$).

Bảng 4. Tương quan giữa các thông số chất lượng nước với thành phần loài và mật độ thực vật phù sinh

Chỉ tiêu	Nhiệt độ	pH	DO	Độ kiềm	TSS	TAN	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	TN	TP
Chlorophyll-a	0,15	0,13	-0,47**	0,37**	0,71**	0,12	0,61**	-0,47**	0,37**	0,65**
Số loài tảo lam	0,24*	0,24*	-0,27*	0,25*	0,36**	0,02	0,40**	-0,23*	0,15	0,40**
Số loài tảo lục	0,16	0,06	-0,06	0,09	0,03	0,24*	0,01	-0,12	0,16	-0,03
Số loài tảo mắt	-0,22	-0,14	0,17	-0,38**	-0,24*	-0,18	-0,25*	0,03	-0,19	-0,28*
Số loài tảo khuê	0,20	0,05	-0,42**	0,19	0,67**	0,10	0,37**	-0,25*	0,31**	0,51**
Số loài tảo giáp	-0,09	0,01	-0,08	-0,18	0,11	-0,07	0,00	-0,14	-0,05	0,04
Số loài tảo vàng kim	-0,13	-0,10	0,18	-0,07	-0,02	-0,06	-0,03	0,33**	-0,08	0,13
Tổng số loài tảo	0,10	0,04	-0,14	-0,03	0,18	0,10	0,08	-0,20	0,14	0,08
Mật độ tảo lam	0,29**	0,25*	-0,30**	0,30**	0,57**	-0,12	0,23*	-0,25*	0,14	0,51**
Mật độ tảo lục	-0,24*	0,09	-0,14	0,19	0,00	0,05	0,22*	-0,19	0,08	0,19
Mật độ tảo mắt	0,06	0,14	-0,09	0,11	0,32**	-0,20	0,03	-0,17	-0,01	0,19
Mật độ tảo khuê	0,18	0,00	-0,05	0,28*	0,20	0,18	0,14	-0,05	0,06	0,11
Mật độ tảo giáp	-0,19	0,00	0,22*	0,04	-0,18	-0,19	-0,20	0,14	-0,17	-0,01
Mật độ tảo vàng kim	-0,13	-0,10	0,18	-0,07	-0,02	-0,06	-0,03	0,33**	-0,08	0,13
Tổng mật độ tảo	-0,23*	0,10	-0,15	0,20	0,02	0,04	0,23*	-0,19	0,09	0,20

Ghi chú: *. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,05 ($p < 0,05$); **. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,01 ($p < 0,01$).

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Các chỉ tiêu môi trường đều nằm trong khoảng thích hợp (trừ TAN và chlorophyll-a) cho sự tăng trưởng và phát triển của cá tra. Hàm lượng TSS, độ kiềm, TAN, PO₄³⁻, TN, TP ở nhóm ao nuôi có mật độ thả cá thấp hơn có xu hướng giảm khi về cuối vụ nuôi. Ngược lại, nhóm ao có mật độ thả cao hơn thì các thông số này có xu hướng tăng cao vào cuối vụ. Hàm lượng chlorophyll-a có xu hướng giảm vào cuối vụ nuôi ở cả 2 nhóm ao nuôi cá tra.

Thành phần loài và tổng mật độ TVPS không có sự chênh lệch đáng kể giữa các nhóm ao nuôi cá tra với các mật độ khác nhau. Tuy nhiên, mật độ trung bình tảo lam và tảo khuê đạt cao hơn ở nhóm ao có mật độ nuôi cá cao hơn, trong khi tảo lục chiếm ưu thế ở hầu hết các đợt khảo sát và có mật độ không chênh lệch lớn giữa 2 nhóm ao nuôi. Các loài tảo lam gây hại được tìm thấy như: *Oscillatoria* sp., *Pseudanabaena* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena* sp.. Tảo lam phát triển mạnh ở nhóm ao

nuôi mật độ cao vào giai đoạn 1 tháng và 10 tháng nuôi. Thành phần loài tảo tương quan không có ý nghĩa với các thông số môi trường nước, trong khi mật độ tảo bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và PO₄³⁻. Các thông số môi trường nước có mối liên hệ chặt chẽ với thành phần loài và mật độ tảo lam như nhiệt độ, pH, DO, độ kiềm, TSS, PO₄³⁻, NO₃⁻, và TP.

Việc kiểm tra thường xuyên các thông số môi trường nước giai đoạn sau 6 tháng nuôi cần được thực hiện để có biện pháp hạn chế sự gia tăng hàm lượng dinh dưỡng trong nước. Bùn đáy ao cần được hút định kỳ để giảm bớt sự tích tụ hàm lượng lân, từ đó giảm thiểu sự gia tăng mật độ tảo gây hại trong các ao nuôi cá tra.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện với sự tài trợ từ nguồn kinh phí của đề tài: “Khảo sát thành phần loài tảo độc và khả năng gây hại trên các đối tượng thủy sản nước ngọt và lợ-mặn”, MSDT: B2023-TCT-12.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

Amphorn, S., & Wanminee, C. (2013). Phytoplankton as Bioindicator of water quality in the freshwater Area of Pak Phanang River Basin (Southern Thailand). *Chiang Mai Journal of Science*, 40(3), 344-355.

APHA/AWWA/WEF (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). Washington DC: American Public Health Association.

Ardianor, A., Yusuf, N. S., Handayani, T., & Hamdhani, H. (2023). Adaptation of African and

Striped Catfish in Peat Water with Low pH. *Jurnal Universitas Gadjah Mada*, 23(2), 215-227.
<https://doi.org/10.22146/jfs.78743>

Bala, S., Garg, D., Thirumalesh, B. V., Sharma, M., Sridhar, K., Inbaraj, B. S., Tripathi, M. (2022). Recent strategies for bioremediation of emerging pollutants: A review for a green and sustainable environment. *Toxics*, 10(8), 1-24.
<https://doi.org/10.3390/toxics10080484>

- Boyd, C. E. (1998). *Water quality for pond Aquaculture*. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama 36849 USA.
- Boyd, C. E., & Tucker, S. C. (1992). *Water quality and pond soil analysis for Aquaculture*. Auburn University Alabama.
- Clasen, J., & Bernhardt, H. (1982). A bloom of the Chrysophyceae *Synura uvella* in the Wahnbach reservoir as indication for the release of phosphates from the sediment. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 18, 61-68.
- De Silva, S. S., & Nguyen, P., T. (2011). Striped catfish farming in the Mekong Delta, Vietnam: A tumultuous path to a global success. *Reviews in Aquaculture*, 3, 45-73.
<https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2011.01046.x>
- Do, H. T. T., Chau, T. T. H., Nguyen, H. T. K., Le, G., H. T., Ishimatsu, A., & Nguyen, P. T. (2021). Effects of carbon dioxide (CO₂) at different temperatures on physiological parameters and growth in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) juveniles. *Aquaculture*, 534, 736279.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736279>
- Dulsat-Masvidal, M., Ciudad, C., Infante, O., Mateo, R., & Lacorte, S. (2023). Water pollution threats in important bird and biodiversity areas from Spain, J. *Hazard Mater*, 448, 130938.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.130938>
- Fried, S., Mackie, B., & Nothwehr, E. (2003). Nitrate and phosphate levels positively affect the growth of algae species found in Perry Pond. *Tillers*, 4, 21-24.
- Hecker, M., Khim, J., Giesy, J., Li, S., & Ryu, J. (2012). Seasonal dynamics of nutrient loading and chlorophyll-a in a Northern Prairies Reservoir, Saskatchewan, Canada. *Journal of Water Resource and Protection*, 4, 180-202.
doi: 10.4236/jwarp.2012.44021.
- Holopainen, I. J. (1992). *The effects of low pH on planktonic communities*. Case history of a small forest pond in eastern Finland. *Ann. Annales Zoologici Fennici*, 28, 95-103.
- Huynh, G. T., Vu, U. N., & Nguyen, P. T. (2008). Variation in environmental parameters in intensive striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) farming ponds in An Giang. *Can Tho University Journal of Science, special volume (1)*, 1-9 (in Vietnamese).
- Islam, M. A., Uddin, M. H., Uddin, M. J., & Shahjahan, M. (2019). Temperature changes influenced the growth performance and physiological functions of Thai pangas *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture Reports*, 13, 100179.
- Ngoc, L. B. (2004). *Assessment of environmental quality of intensive striped catfish (Pangasius hypophthalmus) farming ponds in Tan Loc commune, Thot Not district, Can Tho city*. (Master's thesis). Can Tho University, Can Tho city (in Vietnamese).
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100179>
- Nam, L. H., Be, N. V., & Ngan, N. V. C. (2017). Survey on water quality at industrial *Pangasius* fish raising areas for fish pond management purposes. *Thu Dau Mot University Journal of Science*, 4(35), 46-54 (in Vietnamese).
- Lee, K. L., Yoon, H-S, Kim, Y. J., & Kim, H. S. (2007). Growth characteristics of three *Mallomonas* species (silica-scaled chrysophytes) at different temperatures and pH. *Nordic Journal of Botany*, 25, 113-118.
<https://doi.org/10.1111/j.0107-055X.2007.029.x>
- Lin, Y. F., Jing, S. R., Lee, D. Y., Chang, Y. F., Chen, Y. M., & Shih, K. C. (2005). Performance of a constructed wetland treating intensive shrimp aquaculture wastewater under high hydraulic loading rate. *Environmental Pollution*, 134, 411-42.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2004.09.015>
- Ministry of Natural Resources and Environment. (2015). *National technical regulation on surface water quality* (QCVN 08-MT:2015/BTNMT) (in Vietnamese).
<http://moitruong.vioit.org.vn/PublicFile/2021/10/18/QCVN08->
- Mohan, R., Sathish, T., & Padmakumar, K. B. (2020). Occurrence of potentially toxic cyanobacteria *Microcystis aeruginosa* in aquatic ecosystems of central Kerala (south India). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 56, 18.
<https://doi.org/10.1051/limn/2020015>
- Nguyen, L. K. T., Vu, S. N., & Huynh, G. T. (2022). Water quality parameters and diatom composition in super-intensive whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds. *Can Tho University Journal of Science*, 58(5B), 69-76 (in Vietnamese).
- Nicholls, K. H. (1995). *Chrysophyte blooms in the plankton and neuston of marine and freshwater systems*. In Sandgren, C.D. et al. (eds), *Chrysophyte algae* (pp. 181-213). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511752292.010>
- Perschbacher, P. (2003). *Polyculture offers option for major challenge in catfish, other aquaculture ponds*.
<https://www.globalseafood.org/advocate/managing-algae-in-pond-aquaculture/>.
- Pham, N. Q., Le, Y. H., Truong, P. Q., & Nguyen, V. C. (2014). Variation of some water quality

- parameters in intensive catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) ponds. *Can Tho University Journal of Science*, (34), 128-136 (in Vietnamese).
- Phang, S. M., & Ong, K. C. (1988). Algal biomass production in digested palm oil mill effluent. *Biological Wastes*, 25, 177-191.
[https://doi.org/10.1016/0269-7483\(88\)90078-X](https://doi.org/10.1016/0269-7483(88)90078-X)
- Rahman, A., Khan, M. N. A., Kamal, Reza S. (2021). Sources of off-flavor in pangasius catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) ponds. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 10(3), 138-144.
<https://doi.org/10.15406/jamb.2021.10.00315>
- Rahman, M. M., Jewel, M. A. S., Khan, S., & Haque, M. M. (2007). Study of Euglenophytes Bloom and it's Impact on Fish Growth in Bangladesh. *Algae*, 22(3), 185-192.
<https://doi.org/10.4490/ALGAE.2007.22.3.185>
- Santhosh, K. C., Ashok, P. V., Sampath, K. P., & Anantharaman, P. (2010). Occurrence of algal bloom *Microcystis aeruginosa* in the Vellar estuary, Southeast coast of India. *International Journal of Current Research*, 5, 052-055.
- Sarkar, Md. R. U., Khan, S., Haque, Md. M., Khan, M. N. A., & Choi, J-S. (2008). Camparision of Phytoplankton growth and species composition in pangasiid catfish monoculture and pangasiid catfish/silver carp polyculture ponds. *Journal of Fisheries and Technology*, 11(1), 15-22.
<https://doi.org/10.5657/fas.2008.11.1.015>
- Siver, P. A. (1995). The distribution of chrysophytes along environmental gradients: their use as biological indicators. In C. D. Sandgren, J. P. Smol, & J. Kristiansen (Eds), *Chrysophyte algae* (pp. 232-268). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511752292.012>
- South Centre for Environmental Monitoring (SCEM). (2024). *Water for Aquaculture – Freshwater - Quality Requirement* (TCVN 13952:2024) (in Vietnamese).
<https://scem.gov.vn/vi/download/tieu-chuan/tcvn-13952-2024-chat-luong-nuoi-trong-thuy-san-nuoc-ngot.html>
- Suthers, I. M., & Rissik, D., 2009. Plankton. CSIRO
- Takahashi, E. (1978). *Electron microscopical studies of the Synuraceae (Chrysophyceae) in Japan: taxonomy and ecology*. Tokai Univ. Press, Tokyo.
- Vietnam Directorate of Fisheries. (2024). Total aquatic production in 2023 is estimated to reach over 9,312 thousand tons (in Vietnamese).
<https://tongcucthuysan.gov.vn/vi-vn/nu%C3%B4i-tr%E1%BB%93ng-th%E1%BB%A7y-s%E1%BA%A3n/doc-tin/020238/2024-01-19/tong-san-luong-thuy-san-nam-2023-uoc-dat-tren-9312-nghin-tan>
- Vu, U. N., & Duong, O. T. H. (2013). *Aquatic Plants and Animals Textbook*. Can Tho University Publishing House (in Vietnamese).
- Vu, U. N., Huynh, G. T., Truong, P. Q., Morales, J., & Nguyen, P. T. (2016). Assessment of water quality in catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) production systems in the Mekong Delta. *Can Tho University Journal of Science*, 3, 71-78.
<https://doi.org/10.22144/ctu.jen.2016.026>
- Yan, Z., Fang, C., Song, K., Wang, X., Wen, Z., Shang, Y., Tao, H., & Lyu, Y. (2025). Spatiotemporal variation in biomass abundance of different algal species in Lake Hulun using machine learning and Sentinel-3 images. *Scientific Reports*, 15, 2739.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-87338-4>