

CẢNH BÁO RỦI RO SINH THÁI LIÊN QUAN ĐẾN PHÚ DƯỠNG TRONG CÁC AO NUÔI CÁ TẠI Ý YÊN, NAM ĐỊNH BẰNG PHƯƠNG PHÁP CHỈ SỐ SINH KHỐI TẢO

**Nguyễn Thị Thu Hà^{1*}, Phạm Trọng Tuấn¹, Đỗ Phương Chi²,
Đinh Tiến Dũng², Trịnh Quang Huy¹**

¹Bộ môn Công nghệ môi trường, khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Trung tâm Phân tích và Chuyển giao công nghệ môi trường, Viện Môi trường nông nghiệp

*Email: ha170086@gmail.com

Ngày nhận bài: 02/08/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 06/09/2022

Ngày chấp nhận đăng: 20/03/2023

TÓM TẮT

Chất lượng nước, tảo nổi được đánh giá tại 15 ao nuôi cá trên địa bàn xã Yên Định, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định để phân hạng và cảnh báo rủi ro của tảo độc thông qua chỉ số sinh khối tảo. Các ao cá nghiên cứu chủ yếu nuôi cá truyền thống với hai hình thức nuôi phổ biến: bán thâm canh (53,3%), còn lại là thâm canh. Các thông số COD, TSS, NH_4^+ , PO_4^{3-} , DO, tổng coliform ở một số ao, một số thời điểm vượt QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Hầu hết các ao thâm canh có nồng độ COD, NH_4^+ , PO_4^{3-} , tổng N và P và coliform cao hơn so với bán thâm canh. Tại 15 ao cá, trong bốn thời điểm lấy mẫu đã phát hiện 45 chi tảo thuộc 6 ngành trong đó các chi tảo độc xuất hiện ở 60% các ao nghiên cứu với mật độ trung bình 115 – 1.274 tế bào/ml đối với *Microcystis* và 20 – 400 tế bào/ml đối với *Anabaena*. Tổng sinh khối của hai chi tảo này là 0,010 – 0,071 mm³/l nằm ở mức an toàn đối với nước cấp nuôi trồng thủy sản hoặc thậm chí nước cấp sinh hoạt. Các ao nghiên cứu có mức rủi ro trung bình và kết quả có tương quan mật thiết với mức độ phú dưỡng (thể hiện thông qua các chỉ số phú dưỡng) và chất lượng nước (thể hiện thông qua dinh dưỡng N, P, pH và coliform).

Từ khóa: ao nuôi cá, phú dưỡng, phương pháp đánh giá sinh khối tảo, tảo nổi.

ECOLOGICAL RISK RELATED TO FISH PONDS' EUTROPHICATION IN Y YEN, NAM DINH USING BIOVOLUME METHOD

ABSTRACT

The quality of water and phytoplankton in 15 fish ponds in Yen Dinh commune, Y Yen district, Nam Dinh province were assessed to classify and warn of toxic algae ecological risk by biovolume method. These ponds are semi-intensive (53.3%) and intensive. The parameters of COD, TSS, NH_4^+ , PO_4^{3-} , DO, and total coliform in some ponds, some times exceeded NRT 08-MT:2015/MONRE. In comparison to semi-intensive ponds, most intensive ponds had higher concentrations of COD, NH_4^+ , PO_4^{3-} , total nitrogen, phosphorus, and coliform. There were 45 algal genera belonging to 6 phyla were detected in 15 aquaculture ponds in 2019 – 2020 (4 sampling times). In which, toxic algal genera appeared in 60% of the studied ponds with an average density of 115 – 1,274 cells ml⁻¹ for *Microcystis* and 20 – 400 cells ml⁻¹ for *Anabaena*. The biovolume of these genera was 0.010 – 0.071 mm³ l⁻¹, which was at a safe level for aquaculture or even domestic-supply water. These ponds had a medium risk level and the results of biovolume were strongly correlated with the level of eutrophication and water quality (expressed through N, P, pH, and total coliform).

Keywords: algae, biovolume method, eutrophication, fish pond.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nuôi trồng thủy sản đang trên đà phát triển vượt bậc nhằm giảm bớt áp lực khai thác tài nguyên thiên nhiên và tái cơ cấu ngành nông nghiệp với sản lượng giai đoạn 2015 – 2022 tăng từ 3,53 triệu tấn lên 5,19 triệu tấn, tăng 47%. Trong đó, thủy sản nước ngọt phát triển chậm nhưng ổn định với diện tích nuôi tại 2.860 con sông lớn nhỏ, nhiều triệu ha đất ngập nước, ao hồ, ruộng trũng phân bố tương đối đồng đều trên cả nước (Tổng cục Thống kê, 2022). Một mặt, thâm canh nuôi trồng thủy sản khiến cho môi trường ao nuôi có nguy cơ ô nhiễm do cả các yếu tố bên trong (giống, thức ăn, phân bón, phòng trừ dịch bệnh, kỹ thuật cấp thoát nước, v.v.) và bên ngoài (chất lượng nước cấp, địa chất, thời tiết, nguồn thải chăn nuôi, sinh hoạt, chảy tràn, v.v.). Theo Lê Như Đa và cs. (2018), chất lượng nước tại các ao nuôi cá, tôm và một số thủy sản khác tại Hà Nội, Quảng Ninh, Nam Định, Hà Tĩnh có dấu hiệu suy giảm đáng kể với nồng độ hữu cơ (COD lên đến 36 mg/l), NH_4^+ (lên đến 0,3 mg/l) và PO_4^{3-} (lên đến 0,2 mg/l) cao, một số vượt quá quy chuẩn chất lượng nước mặt phục vụ tưới tiêu và các mục đích tương tự (QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1) hoặc cấp sinh hoạt có xử lý và các mục đích tương tự (QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A2). Mặt khác, suy giảm chất lượng nước mặt nuôi trồng thủy sản sẽ gây bất lợi cho sức khỏe của vật nuôi, giảm sản lượng thậm chí gây chết hàng loạt, làm thiệt hại kinh tế của người nông dân và ô nhiễm thứ cấp đối với môi trường xung quanh.

Một trong các nguyên nhân gây suy thoái môi trường nuôi thủy sản là phú dưỡng nguồn nước. Phú dưỡng nguồn nước kể từ thời điểm được định nghĩa (thế kỷ XIX) đến nay đã được nghiên cứu tại nhiều địa điểm khác nhau, cho thấy rằng ảnh hưởng của dinh dưỡng dư thừa từ bên ngoài dẫn đến bùng nổ các loài tự dưỡng trong đó quan trọng nhất là tảo nổi (Sharples và cs., 2003). Đánh giá mật độ tảo thường được sử dụng như tiêu chí quan trọng nhất để đánh giá mức độ phú dưỡng (Wetzel, 2001) bên cạnh các kết quả quan trắc

chất lượng nước dựa vào các thông số dinh dưỡng trong nước như N và P. Tuy nhiên, “tảo nổi” là một khái niệm bao gồm một tập hợp đa dạng nhiều loài tảo và vi khuẩn lam có kích thước, đặc điểm sinh học khác nhau nên mức độ ảnh hưởng đến môi trường khác nhau, ví dụ phụ thuộc nồng độ chlorophyll, tỷ lệ C hữu cơ trong tế bào của chúng. Song song với quá trình phú dưỡng, sự xuất hiện của các loại vi khuẩn lam có độc cũng rất đáng quan ngại. Hiện nay, đã phát hiện hơn 100 loài vi khuẩn lam sản sinh độc tố (sau đây gọi tắt là tảo độc) thuộc về 40 chi trong đó thường gặp ở môi trường nước ngọt là *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Lynbya*, *Nodularia*... (van Apeldoorn và cs., 2007). Có nhiều phương pháp khác nhau để đánh giá ảnh hưởng và rủi ro của phú dưỡng đến hệ sinh thái liên quan đến bùng nổ của tảo độc như nồng độ chlorophyll-a, mật độ *Microcystis* và một số tảo độc khác, nồng độ microcystin nội bào và ngoại bào... Tuy nhiên, các chỉ thị này thường đòi hỏi phương pháp phân tích hiện đại, đắt tiền, ví dụ kính hiển vi điện tử, xét nghiệm Elisa và sắc ký lỏng hiệu năng cao (Hoàng Thị Thu Hương và cs., 2015).

Trong khi đó, sinh khối của vi tảo là một chỉ tiêu được tính toán dựa trên sinh khối hay carbon của tảo thông qua hình dạng và kích thước (Hillebrand và cs., 1999; Hoàng Thị Thu Hương và cs., 2015; Medina-Cobo và cs., 2014). Phương pháp này có thể được áp dụng để xác định tổng sinh khối của tảo hoặc của vi khuẩn lam theo tiêu chuẩn của Tổ chức y tế thế giới (Newcombe và cs., 2010; World Health Organization, 2003) nhằm đánh giá độ độc tiềm tàng trong các thủy vực bị phú dưỡng. Nghiên cứu này thực hiện xác định và phân hạng mức độ phú dưỡng cũng như mức độ rủi ro liên quan đến phú dưỡng tại các ao nuôi cá trên địa bàn huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định làm cơ sở để phân cấp quản lý nước nuôi trồng thủy sản nói chung và đối tượng cá nói riêng.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

15 ao nuôi cá theo hình thức truyền thống tại xã Yên Hưng, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định:

Bảng 1. Đặc điểm các ao nuôi trồng thủy sản nghiên cứu

Ao	Tọa độ lấy mẫu		Diện tích (m ²)	Độ sâu (m)	Đặc điểm: Đối tượng (Tỷ lệ nuôi); Nguồn (và lượng) thức ăn	Số lượng (con giống)	Mật độ (con/m ²)	Sản lượng (tấn/năm)	Năng suất (tấn/ha)
I	Các ao bán thâm canh								
A1	20.32 6226	105.94 8068	1.080	1,5	Trắm cỏ: Chép: Trôi: Mè (1:1:1:1); Thức ăn thừa (1-2 kg/ngày)	1.200	1,1	0,5	4,6
A2	20.32 5582	105.94 9956	540	1,5	Trắm cỏ: Trôi (1:1); Thức ăn thừa (0,5-1,5 kg/ngày)	750	1,4	0,3	5,6
A3	20.32 4535	105.92 445	360	1,0	Trắm cỏ: Chép: Trôi: Mè (1:1:1:1); Thức ăn thừa (0,5 kg/ngày)	600	1,7	0,2	5,6
A4	20.32 4374	105.94 9355	3.600	2,0	Trắm cỏ: Trôi: Chép: Mè (4:4:1:1); Cỏ (5 kg/ngày); Phân chuồng (bón lót)	3.850	1,1	3,5	9,7
A5	20.32 3207	105.95 3905	5.400	2,0	Trắm cỏ: Trôi: Chép: Mè (6:2:1:1); Cỏ tươi (10 kg/ngày); Phân chuồng (bón lót)	9.550	1,8	4,7	8,7
A6	20.32 5260	105.96 0857	2.880	1,5	Chim: Trôi: Mè (1:1:1); Phân lợn (60 kg/ngày)	4.000	1,4	2,9	10,1
A14	20.34 4214	105.95 5299	720	1,5	Trắm cỏ: Trôi: Mè: Chim (1:1:1:1); Cỏ tươi (5 kg/ngày); Phân gia súc (20 kg/ngày)	1.350	1,9	0,7	9,7
A15	20.33 4516	105.94 7918	480	1,5	Trắm cỏ: Mè: Chim (1:1:1); Cỏ tươi (5 kg/ngày); Phân gia súc (30 kg/ngày)	800	1,7	0,6	12,5
II	Các ao thâm canh								
A7	20.32 5743	105.94 7811	2.160	1,7	Trắm cỏ: Trôi: Mè: Chép (5:1:2:2); Cám cá (25 kg/ngày); Cỏ tươi (5 kg/ngày)	8.200	3,8	7,2	33,3
A8	20.33 0129	105.94 0901	1.080	1,5	Trắm cỏ: Trôi: Mè: Chép (2:1:1:1); Cám cá (12 kg/ngày); Cỏ tươi (5 kg/ngày)	3.500	3,2	3,4	31,5
A9	20.33 2624	105.94 5407	4.680	2,5	Trắm đen: Trắm cỏ (1:1); Cám cá (25 kg/ngày); Cỏ tươi (20 kg/ngày); Phân chuồng (bón lót)	16.600	3,5	12	25,6
A10	20.33 4676	105.94 7853	1.440	2,0	Trắm cỏ: Trôi: Trắm đen (1:1:1); Cám cá (12,5 kg/ngày); Cỏ tươi (10 kg/ngày)	4.500	3,1	3,8	26,4
A11	20.33 5481	105.95 5750	3.600	2,0	Koi cảnh; Cám cá (60 kg/ngày)	15.000	4,2	7,6	21,1
A12	20.33 3348	105.95 8239	7.200	2,5	Koi cảnh; Cám cá (90 kg/ngày)	30.000	4,2	13,8	19,2
A13	20.33 8942	105.96 0213	5.400	2,0	Koi cảnh; Cám cá (60 kg/ngày)	25.000	4,6	10	18,5

Ghi chú: A1 – A8: Các ao cá phía bắc sông Đáy (thôn Khánh Phúc và Hoàng Đan, xã Yên Định); A9 – A15: Các ao cá phía đông sông Đáy (thôn Yên Hưng và Trùng Tiến, xã Yên Định, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định).

(Nguồn: Kết quả khảo sát thực địa và điều tra nông hộ, 2020).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp đánh giá chất lượng nước

Lấy mẫu nước tại mỗi ao nuôi cá bằng phương pháp lấy mẫu hỗn hợp tại 03 đến 05 vị trí trên ao tùy thuộc vào hình dạng và diện tích ao (TCVN 6663:2011 (ISO 5667:2006 – phần 1, phần 3 và phần 4). Phân tích các thông số pH, oxy hoà tan (DO), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), nhu cầu oxy sinh hoá (BOD), nhu cầu oxy hoá học (COD), tổng N, tổng P, $P-PO_4^{3-}$, $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$ và tổng coliform bằng các phương pháp được quy định trong Thông tư 10/2021/TT-BTNMT và đánh giá chất lượng nước sử dụng QCVN 08-MT: 2015/BTNMT cột A2 và B1. Thực hiện lấy mẫu 2 lần/năm vào tháng 2 – 3 đại diện cho mùa xuân và tháng 5 – 6 đại diện cho mùa hè là các thời điểm có nguy cơ bùng nổ sinh khối tảo (Đặng Ngọc Thanh và cs., 2010; Nguyễn Văn Tuyên, 2003). Nghiên cứu được thực hiện lặp lại trong hai năm 2019 và 2020.

2.2.2. Phương pháp đánh giá chỉ số sinh khối tảo

Lấy mẫu tảo nổi bằng lưới phiêu sinh (300 lỗ/cm²) tại tầng mặt nước 0 – 20cm, đưa về thể tích 25 ml và bảo quản bằng 5ml formon 40% tại hiện trường (nồng độ bảo quản: 6,7%). Thành phần chi các loại tảo nổi được xác định thông qua khóa định loại tảo nổi đối với tảo lục (Dương Đức Tiến & Võ Hành, 1997) và đối với các ngành khác (Nguyễn Văn Tuyên, 2003), bằng phương pháp soi tươi trên kính hiển vi có độ phóng đại vật kính 40x – 100x. Mật độ tảo được xác định bằng buồng đếm plankton trên vật kính 10x – 40x.

Chỉ số sinh khối tảo được sử dụng để đại diện cho tảo và tảo độc do tế bào của mỗi loài thực vật phù du có hình dạng đặc trưng và chiếm thể tích nhất định. Thể tích sinh học của vi khuẩn lam được tính toán bằng cách sử dụng phép tính gần đúng quy hình dạng tế bào thành dạng hình học đơn giản dựa trên giao thức tiêu chuẩn có sẵn cho các loài tảo phổ biến (Hillebrand và cs., 1999; Welker, 2021). Mô hình Khung Hướng dẫn và Cảnh báo của WHO (Newcombe và cs., 2010; World Health Organization, 2003) được sử dụng để

giám sát và quản lý vi khuẩn lam trong nước được sử dụng để đánh giá rủi ro sinh thái tiềm ẩn liên quan đến sự bùng nổ số lượng của vi khuẩn lam có khả năng gây độc trong các ao nuôi cá.

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được đánh giá theo từng ao (giá trị trung bình và khoảng biến động giữa các điểm lấy mẫu trong một đợt lấy mẫu) thông qua các giá trị thống kê mô tả (cực trị, trung bình, độ lệch chuẩn...). Phân tích tương quan theo cặp được sử dụng để đánh giá mối quan hệ giữa chất lượng nước các ao nuôi cá với giá trị chỉ số cấu trúc tảo nổi:

$$Z = \frac{|R|}{\sqrt{1-R^2}} \sqrt{n-2},$$

$$\text{trong đó: } R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{S_x} \right) \left(\frac{y_i - \bar{y}}{S_y} \right)$$

Kiểm định sai khác giữa các nhóm mẫu (hình thức nuôi, thời điểm lấy mẫu, mức phú dưỡng...) được đánh giá thông qua LSD (sự sai khác có ý nghĩa nhỏ nhất) sử dụng phân tích f-test của ANOVA.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chất lượng nước và tảo nổi tại các ao nuôi

3.1.1. Chất lượng nước

Chất lượng nước các ao nuôi cá tương đối giống nhau do cùng được cấp từ nguồn nước mặt sông Đáy vào thời điểm đầu mùa xuân hằng năm. Ngoài ra, các ao được lựa chọn còn đồng nhất về điều kiện nuôi (cỡ cá, nguồn con giống, chất lượng nước cấp, quy trình nuôi, v.v.). Yếu tố có khả năng ảnh hưởng lớn nhất đến chất lượng nước là hình thức nuôi (Bảng 1) phụ thuộc mật độ nuôi và lượng thức ăn. Theo Kim Văn Vạn và cs. (2021) các ao nghiên cứu có thể chia thành hai nhóm: Nhóm 1 là các ao nuôi bán thâm canh: các ao A1 – A6, A14 – A15 nuôi hỗn hợp các loài cá truyền thống, mật độ cá thả khoảng 1,1 – 1,9 con/sào, đa phần các ao có diện tích trung bình, sử dụng thức ăn tự nhiên, thức ăn thô và phân thải gia súc, sản lượng cá khoảng 5 – 12 tấn/ha/năm. Nhóm 2 là các ao nuôi thâm canh: các ao A7 – A13 nuôi hỗn hợp các loài

cá truyền thống hoặc chỉ có cá chép Nhật (cá koi) với mật độ 3 – 4 con/m² đối với cá truyền thống và trên 4 con/m² đối với cá koi. Các ao có diện tích biến động từ trung bình đến rất lớn (1.000 – 7.200 m²), sản lượng cá khoảng 20 – 30 tấn/ha.

Mẫu nước được lấy hai lần trong năm ứng với hai thời điểm bùng nổ của sinh khối tảo trong ao nuôi (đỉnh xuân và đỉnh hè) (Nguyễn Văn Tuyên, 2003) cho kết quả như sau: Môi trường tại các ao nuôi cá có dấu hiệu ô nhiễm

hữu cơ, N và P hòa tan, nhiễm bẩn vi sinh vật và có độ đục cao. Nước phần lớn các ao có pH hơi kiềm (7,17 – 7,93), DO trung bình đến thấp (2,04 – 5,12 mg/l), TSS cao (24 – 112 mg/l), nồng độ hữu cơ thể hiện thông qua BOD và COD cao (12 – 95 mg/l và 36 – 192 mg/l). Bên cạnh đó, hàm lượng N-NH₄⁺ cao (0,24 – 3,21 mg/l), N-NO₃⁻ thấp (0,1 – 0,52 mg/l), P-PO₄³⁻ khá cao (0,08 – 0,49 mg/l), mật độ vi sinh vật thể hiện thông qua tổng coliform cao (3.700 – 9.300 MPN/100ml).

Bảng 2: Giá trị trung bình thông số chất lượng nước ao nuôi cá chia theo hình thức nuôi

Thông số	Đơn vị	Hình thức nuôi		QCVN	
		Bán thâm canh (n = 32)	Thâm canh (n = 28)	Cột A2	Cột B1
pH		7,17-7,69 ^a	7,22-7,93 ^a	6-8,5	5,5-9
DO	mg/l	3,41±0,86^a	3,18±0,73^b	≥ 4	≥ 2
TSS	mg/l	66±16^a	61±12^a	30	50
COD	mg/l	89±18^a	106±23^b	15	30
BOD ₅	mg/l	36±7^a	48±14^b	10	15
N-NO ₃ ⁻	mg/l	0,23±0,08 ^a	0,22±0,08 ^a	5	10
N-NH ₄ ⁺	mg/l	1,06±0,53^a	0,96±0,48^a	0,3	0,9
P-PO ₄ ³⁻	mg/l	0,21±0,07^a	0,19±0,08 ^a	0,2	0,3
Tổng N	mg/l	3,23±0,69 ^a	3,35±0,53 ^a	-	-
Tổng P	mg/l	0,60±0,12 ^a	0,62±0,13 ^a	-	-
Coliform	MPN/100ml	5.994±1.214 ^a	6.629±1.605^b	5.000	7.500

Ghi chú: Giá trị trung bình được tính cho tất cả các ao tại hai thời điểm lấy mẫu, trong hai năm (n = 60) cho hai hình thức nuôi; ^{a, b} để chỉ sai khác có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$.

Khi so sánh giữa các hình thức nuôi, kết quả phân tích các thông số DO, BOD, COD và tổng coliform cho thấy có sự khác biệt đáng kể. Trong đó, các ao nuôi thâm canh có mức độ ô nhiễm cao hơn so với ao nuôi cá bán thâm canh (Bảng 2). Ví dụ: Tổng coliform trung bình các ao nuôi thâm canh là

6.629 MPN/100ml cao hơn trên 10% so với 5.994 MPN/100ml tại ao nuôi bán thâm canh; BOD trung bình của các ao nuôi bán thâm canh thấp hơn 33% so với các ao nuôi thâm canh. Như vậy, loại thức ăn (phân chuồng, cám công nghiệp... ở hình thức thâm canh so với thức ăn thừa, cỏ tươi... ở hình thức bán thâm canh)

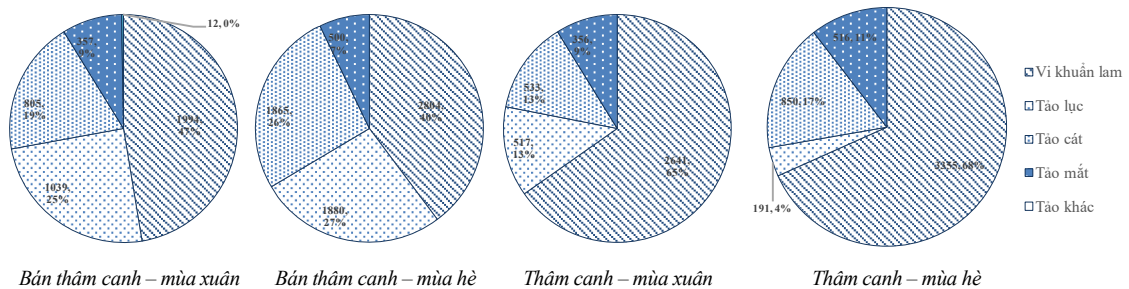
cùng với lượng thức ăn (dưới 10 kg/sào ở hình thức bán thâm canh và lên đến 26 kg/sào/ngày ở hình thức thâm canh) ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước ao nuôi cá.

3.1.2. Đa dạng và mật độ tảo

Trong thời gian nghiên cứu, đã phát hiện được 45 chi tảo nổi thuộc 06 ngành, xếp theo thứ tự về mức độ đa dạng là: tảo lục (*Chlorophyta* – 17 chi), tảo cát (*Bacillariophyta* – 11 chi), vi khuẩn lam (*Cyanobacteria* – 9 chi), tảo mắt (*Euglenophyta* – 6 chi), tảo giáp và tảo ánh vàng (*Chrysophyta* và *Pyrrophyta* – 1 chi/ngành). Trung bình mỗi ao xuất hiện 8 – 19 chi/ao vào mùa xuân (mức độ đa dạng thấp nhất tại A7, cao nhất tại A1, A3) và 7 – 17 chi/ao vào mùa hè (thấp nhất tại A13, cao nhất tại A2, A5). Mật độ tảo nổi trung bình tại tất cả các ao nghiên cứu là 5.050 tế bào/ml, mật độ cao nhất là 12.200 (tại ao A1 – bán thâm canh, mùa xuân) và thấp nhất là 1.200 tế bào/ml (tại ao A9 – thâm canh, mùa hè). Mật độ tảo vào mùa hè với giá trị trung bình trong hai năm

nghiên cứu là 6.200 tế bào/ml cao hơn so với 3.800 tế bào/ml vào mùa xuân.

Về đa dạng thành phần tảo nổi, các chi tảo ưu thế của tảo lục là *Pediastrum* (dạng tập đoàn định hình), *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Ankistrodesmus* (dạng sống đơn); các chi tảo ưu thế trong ngành vi khuẩn lam là *Merismopedia*, *Anphanocapsa*, *Anphanothece*, *Microcystis* (dạng tập đoàn vô định hình), *Oscillatoria*, *Lyngbia* (dạng tập đoàn sợi); các chi ưu thế trong tảo cát là *Naviculla*, *Nitzschia* và *Cyclotella*; các chi ưu thế trong tảo mắt là *Euglena* và *Phacus*. Thành phần tảo không có sự thay đổi đáng kể theo thời gian với vi khuẩn lam chiếm ưu thế về số lượng với mật độ 2.700 tế bào/ml, chiếm tỷ lệ khoảng 54% tổng mật độ tảo; tảo lục và tảo cát có mật độ trung bình khoảng 880 – 990 tế bào/ml chiếm tỷ lệ lần lượt 17,6 và 19,9%; tổng các ngành tảo còn lại chỉ chiếm 8,8% với mật độ ít khi vượt quá 1.600 tế bào/ml.



Hình 1. Tỷ lệ mật độ các ngành tảo trong ao nuôi cá

Tỷ lệ các nhóm tảo có sự khác biệt rất lớn giữa các hình thức nuôi. Vào mùa xuân, mật độ tảo lần lượt là 4.208 và 4.047 tế bào/ml, không có sự khác biệt đáng kể giữa hai nhóm ao nuôi bán thâm canh và thâm canh cho thấy ảnh hưởng do khai thác nguồn lợi tự nhiên của cá giống là không đáng kể. Trong khi đó, vào mùa hè, mật độ trung bình các ao nuôi bán thâm canh cao hơn 44% so với các ao nuôi thâm canh (7.086 so với 4.912 tế bào/ml). Điều này có thể giải thích bởi hai xu thế: (1) Mức độ chất lượng nước tốt hơn thuận lợi cho sự phát triển của các nhóm tảo (Scholten và cs., 2005; Sharpley và cs.,

2003); (2) Mật độ cá nuôi lớn dẫn tới sự suy giảm về mật độ tảo (Kim Văn Vạn và cs., 2021). Đối với hình thức nuôi bán thâm canh, tỷ lệ các ngành tảo không thay đổi lớn giữa hai thời điểm lấy mẫu và giữa hai năm quan trắc, trong đó: vi khuẩn lam chiếm khoảng 40 – 47%; tảo lục chiếm 25 – 27%; tảo cát chiếm 19 – 26%; tảo mắt chiếm 7 – 8%. Trong khi đó, ở hình thức nuôi thâm canh, tỷ lệ các ngành tảo trên lần lượt là 65 – 68%; 4 – 13%; 13 – 17% và 9 – 11%. Tại tất cả các thời điểm trong năm, các nhóm tảo khác chỉ chiếm không quá 1% và cao nhất cũng không quá 2,3% ở ao có mật độ lớn nhất của nhóm này.

Như vậy, cùng với sự gia tăng về tỷ lệ vi khuẩn lam từ hình thức nuôi bán thâm canh sang thâm canh là sự giảm tỷ lệ của tảo lục và tảo cát (Hình 1), trong khi ảnh hưởng không đáng kể đến tảo mắt (là nhóm có khả năng di chuyển tích cực). Xu thế biến động này có thể

do ảnh hưởng trực tiếp của mật độ cá thả cũng như gián tiếp bởi chất lượng nước ao. Tóm lại, ở mức ý nghĩa 0,05, tảo lục và tảo cát là các ngành có sự sai khác đáng kể về mật độ giữa ao nuôi thâm canh và bán thâm canh.

3.2. Cảnh báo rủi ro sinh thái do phú dưỡng các ao nuôi cá

Bảng 3. Mật độ các chi tảo độc và chỉ số sinh khối tảo

Ao	<i>Microcystis</i> (TB/ml)	<i>Anabaena</i> (TB/ml)	Tổng sinh khối vi khuẩn lam (mm ³ /l)	Tổng sinh khối tảo độc (mm ³ /l)	Hiện tượng cá chết* bất thường được phản ánh
A1	0	0	0,557	0	
A2	0	0	0,397	0	
A3	0	0	0,399	0	
A4	0	0	0,316	0	
A5	115	0	0,304	0,010	
A6	373	0	0,292	0,032	3 lần/năm 2019
A14	0	0	0,221	0	
A15	0	0	0,289	0	
A7	590	0	0,267	0,055	2 lần/năm 2020
A8	553	400	0,301	0,068	5 lần/năm 2019-2020
A9	284	0	0,278	0,025	1 lần/năm 2020
A10	1274	20	0,249	0,011	
A11	632	0	0,234	0,061	
A12	764	0	0,242	0,071	3 lần/năm 2019
A13	744	0	0,239	0,070	1 lần/năm 2020
Trung bình Bán thâm canh	61±75^a	0^a	0,347±0,132^a	0,021±0,005^a	Có
Trung bình Thâm canh	689±633^b	60±85^a	0,259±0,117^a	0,052±0,014^b	Có
Ngưỡng an toàn nước ăn uống			-	0,2	(World Health Organization, 2003)
Ngưỡng an toàn nước vui chơi giải trí				2	(World Health Organization, 2003)
Ngưỡng an toàn nước cấp sinh hoạt			0,4	0,04	(Newcombe và cs., 2010)
Ngưỡng an toàn nước cấp tưới/nuôi trồng thủy sản			10	0,4	(Newcombe và cs., 2010)
Ngưỡng an toàn nước mặt			10	4	(Newcombe và cs., 2010)

*Ghi chú: * Hiện tượng cá chết chưa rõ nguyên nhân (đã loại trừ trường hợp do bệnh và thiếu oxy); Giá trị trung bình của từng hình thức nuôi được tính cho tất cả các ao tại hai thời điểm lấy mẫu, trong hai năm (n = 60); ^{a, b} để chỉ sai khác có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$.*

Trong số 9 chi vi khuẩn lam, mặc dù *Merismopedia*, *Lyngbia*, *Anphanothece* và *Aphanocapsa* thay phiên nhau chiếm tỷ lệ nhiều nhất ở hầu hết các ao nuôi cá, nhưng *Microcystis* và *Anabaena* – là các chi đã được báo cáo là có loài gây độc (Nguyễn Văn Tuyên, 2003) cũng chiếm tỷ lệ khá lớn ở một số ao trong bốn thời điểm lấy mẫu. Dưới đây là kết quả mật độ và chỉ số sinh khối của các chi có loài chứa chất độc (Bảng 3). Theo đó, mật độ *Microcystis* cao nhất là 2.300 tế bào/ml ở ao A10 vào mùa hè 2020 và có giá trị trung bình là 115 – 1274 tế bào/ml tại 9/15 ao. *Anabaena* chỉ xuất hiện ở hai ao là A8 và A10 với mật độ cao nhất là 800 tế bào/ml với giá trị trung bình là 20 – 400 tế bào/ml. Trong khi đó, *Anabaena flos-aquae* và *Microcystis aeruginosa* chiếm một tỷ lệ không nhỏ trong các loài tảo của hai chi này ở nước ngọt (Hillebrand và cs., 1999; Nguyễn Văn Tuyên, 2003). Từ đó, ước tính được tổng sinh khối của hai chi tảo này là 0,010 – 0,071 mm³/l chiếm 3 – 29% tổng sinh khối vi khuẩn lam (tương ứng có giá trị trung bình vào khoảng 0,306 mm³/l) tại các ao đã thu mẫu (Bảng 3).

Theo các ngưỡng an toàn được công bố bởi các tổ chức và tác giả khác trên thế giới, nước các ao nuôi cá trên địa bàn xã Yên Định, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định phù hợp với mục đích cấp nuôi trồng thủy sản (tổng sinh khối tảo độc < 0,4 mm³/l (Newcombe và cs., 2010)). Tuy nhiên, một số ao cá có tổng sinh khối tảo độc cao hơn 0,04 mm³/l (Newcombe và cs., 2010) cần lưu ý việc cấp cho các hoạt động tương tự sinh hoạt, ví dụ nước uống cho vật nuôi. Tổng sinh khối tảo độc của các ao cá thấp hơn nhiều so với một số hồ nội đô như Hoàn Kiếm và Hai Bà Trưng (Hoàng Thị Thu Hương và cs., 2015) nhưng tương đương với các ao cá nhiệt đới khác (Beyruth & Tanaka, 2000).

Với phương pháp này, mức độ rủi ro ước lượng được xác định theo công thức

thương số rủi ro $HQ = \text{chỉ số thực tế/ngưỡng an toàn}$, có kết quả nằm trong khoảng 0,02 – 0,17. Các ao cá có mức độ rủi ro trung bình là A7, A8, A11, A12 và A13 (chiếm 33%), còn lại đều có mức rủi ro thấp (33%) và rất thấp ($HQ = 0$), không có ao nào có mức rủi ro cao. Điều này cho thấy, mật độ tảo độc chưa cao đến mức có thể ảnh hưởng rõ nét đến sức khỏe của cá, các tác động trực tiếp của chúng đến môi trường nước có thể xảy ra đối với các nhóm sinh vật nhạy cảm (ví dụ động vật nổi) hoặc gián tiếp đến cá thông qua việc tăng biên độ thay đổi của oxy hoà tan trong ngày, cạnh tranh/ức chế đối với các nhóm tảo nguồn lợi (ví dụ tảo lục) là thức ăn trong giai đoạn đầu của cá tại các ao bán thâm canh (Kim Văn Vạn và cs., 2021).

Trước tiên, kết quả này tương đồng với phản ánh của người dân về hiện tượng cá chết bất thường trong hai năm nghiên cứu nhưng cũng không tìm ra mối liên hệ mật thiết về mật độ của các chi tảo này với khả năng và mức độ cá chết. Bên cạnh đó, có sự khác biệt đáng kể về mật độ tảo độc và tổng sinh khối giữa các nhóm ao có hình thức cá khác nhau. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu tính trên chất lượng nước (đã chỉ ra trong mục 3.1) và chỉ số phú dưỡng theo thành phần tảo (Nguyễn Thị Thu Hà và cs., 2021). Điều này cho thấy, chỉ số sinh khối tảo độc có thể sử dụng làm công cụ đánh giá nhanh nguy cơ ảnh hưởng của phú dưỡng đến nuôi trồng thủy sản, tương tự như các hồ phục vụ vui chơi giải trí dưới nước (Hoàng Thị Thu Hương và cs., 2015) và nước cấp sinh hoạt (Newcombe và cs., 2010; World Health Organization, 2003).

Căn cứ kết quả phân hạng phú dưỡng của cùng đối tượng 15 ao nghiên cứu tại cùng thời điểm đã công bố, mức độ phú dưỡng của các ao cá chủ yếu nằm trong khoảng phú dưỡng rất cao (đối với ao bán thâm canh) đến phú dưỡng cao (ao thâm canh) (Nguyễn Thị Thu

Hà và cs., 2021). Như vậy, nguy cơ bùng nổ tảo tại các ao nuôi bán thâm canh cao hơn ao nuôi thâm canh. Điều này có thể do hiệu quả của các biện pháp kiểm soát sinh học (sinh vật tiêu thụ sinh khối tảo) làm ảnh hưởng tới mật độ và thành phần tảo (Scholten và cs., 2005; Wetzel, 2001). Trong khi đó, so sánh giữa chỉ số tổng sinh khối tảo trong nghiên cứu này với kết quả đánh giá bằng các chỉ số đã được công bố trong nghiên cứu trước đó, kết quả cho thấy, chỉ số sinh khối tảo độc thể hiện tương quan có ý nghĩa ($\alpha = 0,05$) với pH, NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , tổng P và coliform (Bảng 4).

Bên cạnh đó, chỉ số sinh khối tảo cũng tương quan với các chỉ số đã công bố gồm chỉ số vi khuẩn lam, chỉ số tảo lục và chỉ số tảo (chung) với hệ số tương quan lần lượt là $-0,326$; $-0,257$ và $0,395$.

Tóm lại, chỉ số sinh khối tảo độc là một công cụ hữu dụng để đánh giá đa chiều về phú dưỡng nguồn nước nói chung và ao nuôi trồng thủy sản nói riêng, không chỉ có xu thế tương đồng với chất lượng nước và mức độ bùng nổ sinh khối các loài tảo mà còn cung cấp thêm dữ liệu về nguy cơ ảnh hưởng của tảo độc đến sức khỏe cá nuôi.

Bảng 4. Tương quan Pearson giữa các chỉ số tảo và thông số chất lượng nước

Thông số môi trường	Chỉ số tảo					
	Chỉ số sinh khối	Chỉ số vi khuẩn lam	Chỉ số tảo lục	Chỉ số tảo cát	Chỉ số tảo mắt	Chỉ số tảo
pH	0,266*	0,196	0,097	-0,176	0,338*	-0,228
DO	-0,045	0,246	0,181	0,375*	-0,218	0,317*
TSS	0,084	0,029	0,010	-0,280*	-0,198	0,051
COD	0,133	-0,297*	-0,340*	-0,344*	0,054	-0,179
BOD ₅	-0,139	-0,312*	-0,452*	-0,306*	0,021	0,044
N- NO_3^-	-0,344*	0,029	0,014	-0,154	0,178	-0,072
N- NH_4^+	0,584*	0,008	-0,009	-0,193	0,019	-0,002
P- PO_4^{3-}	0,262*	-0,219	-0,263*	0,416*	-0,452*	0,450*
Tổng N	-0,129	-0,178	-0,220	-0,398*	0,026	-0,114
Tổng P	0,371*	-0,318*	-0,375*	-0,117	-0,215	0,090
Tổng coliform	0,266*	-0,485*	-0,427*	-0,277*	0,173	-0,224

Ghi chú: * Hệ số tương quan R có ý nghĩa ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

4. KẾT LUẬN

Các ao nuôi cá trong nghiên cứu chủ yếu là các đối tượng truyền thống với hai hình thức nuôi là bán thâm canh (chiếm tỷ lệ 53,3%) và thâm canh. Chất lượng nước các ao nuôi thâm canh xấu hơn so với ao bán thâm canh, tại một số thời điểm không đảm bảo QCVN 08-MT:2015/BTNMT về thông số COD, TSS, NH_4^+ , PO_4^{3-} , DO và tổng coliform. Tại 15 ao nuôi cá trong bốn thời điểm lấy mẫu trong hai năm đã phát hiện 45 chi tảo thuộc 6 ngành trong đó các chi tảo độc xuất hiện ở 60% các ao nghiên cứu với mật độ trung bình 115 – 1274 tế bào/ml đối với *Microcystis* và 20 – 400 tế bào/ml đối với *Anabaena*. Tổng sinh khối của hai chi tảo này là 0,010 – 0,071 mm^3/l nằm ở mức an toàn đối với nước cấp nuôi trồng thủy sản hoặc thậm chí nước cấp sinh hoạt. Các ao nghiên cứu có mức rủi ro trung bình và kết quả có tương quan mật thiết với mức độ phú dưỡng (thể hiện thông qua các chỉ số phú dưỡng) và chất lượng nước (thể hiện thông qua dinh dưỡng N, P, pH và coliform).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Beyruth, Z., & Tanaka, F. M. (2000). Biovolume of the phytoplankton in aquaculture tropical ponds. *SIL Proceedings, 1922-2010 (Verhandlungen)*, 27(2), 689–695. <https://doi.org/10.1080/03680770.1998.11901322>
- Dương Đức Tiến & Võ Hành. (1997). *Tảo nước ngọt Việt Nam: Phân loại bộ tảo lục (Chlorococcales)*. Nxb Nông nghiệp.
- Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, Dương Đức Tiến, & Mai Đình Yên. (2010). *Thủy sinh học các thủy vực nước ngọt nội địa Việt Nam*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật.
- Hillebrand, H., Dürselen, C.-D., Kirschtel, D., Pollinger, U., & Zohary, T. (1999). Biovolume Calculation for Pelagic and Benthic Microalgae. *Journal of Phycology*, 35(2), 403–424. <https://doi.org/10.1046/j.1529-817.1999.3520403.x>
- Hoàng Thị Thu Hương, Nguyễn Thị Nhung, Nguyễn Thị Tâm, Nguyễn Thị Liên, Nguyễn Thị Thu Hà, & Văn Diệu Anh. (2015). Health risk associated with the potentially toxic cyanobacteria blooms in the lakes of Hanoi by biovolume method. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, 53(3A), 265–270.
- Kim Văn Vạn, Trịnh Đình Khuyến, Lê Thị Hoàng Hằng, Bùi Đoàn Dũng, & Trần Ánh Tuyết. (2021). *Giáo trình Nuôi trồng thủy sản đại cương*. Nxb Học viện Nông nghiệp.
- Lê Như Đa, Lê Thị Phương Quỳnh, Phùng Thị Xuân Bình, & Phạm Thị Mai Hương. (2018). Bước đầu khảo sát chất lượng nước tại một số ao đầm nuôi trồng thủy sản ở Hà Nội, Quảng Ninh, Nam Định và Hà Tĩnh. *Tạp chí khoa học & Công nghệ - Đại học Công nghiệp Hà Nội*, 45, 12–15.
- Medina-Cobo, M., Domínguez, J. A., Quesada, A., & de Hoyos, C. (2014). Estimation of cyanobacteria biovolume in water reservoirs by MERIS sensor. *Water Research*, 63, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.06.001>
- Newcombe, G., Ho, L., & Baker, P. (2010). *Management Strategies for Cyanobacteria (Blue-Green Algae): A Guide for Water Utilities* (CRC for water quality and treatment Research report 74). Jenny House, Lionel Ho.
- Nguyễn Thị Thu Hà, Phạm Trọng Tuấn, Đỗ Phương Chi, Đinh Tiến Dũng, & Trịnh Quang Huy. (2021). Sử dụng chỉ số cấu trúc quần xã tảo nổi để đánh giá mức độ phú dưỡng ao nuôi trồng thủy sản tại Ý Yên, Nam Định. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 7 (128), 99–107.
- Nguyễn Văn Tuyên. (2003). *Đa dạng sinh học Tảo trong thủy vực nội địa Việt Nam – Triển vọng và thử thách*. Nxb Nông Nghiệp.
- Scholten, M. C. Th., Foekema, E. M., Van Dokkum, H. P., Kaag, N. H. B. M., & Jak, R. G. (2005). *Eutrophication Management and Ecotoxicology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/b137902>

- Sharpley, A. N., Daniel, T., Sims, T., Lemunyon, J., Stevens, R., & Parry, R. (2003). *Agricultural Phosphorus and Eutrophication* (Agricultural Research Service ARS-149; tr 44). U.S. Department of Agriculture.
- Tổng cục Thống kê. (2022). *Đẩy mạnh phát triển nuôi trồng thủy sản*. Trang Thông tin điện tử Tổng cục Thống kê. Truy cập ngày 19/3/2023 từ <https://www.gso.gov.vn/tin-tuc-thong-ke/2022/10/day-manh-phat-trien-nuoi-trong-thuy-san/>
- van Apeldoorn, M. E., van Egmond, H. P., Speijers, G. J. A., & Bakker, G. J. I. (2007). Toxins of cyanobacteria. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51(1), 7–60. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600185>
- Welker, I. C., Martin (B.t.v). (2021). *Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management* (2nd a.b). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003081449>
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems* (3rd edition). Academic Press. <https://www.elsevier.com/books/limnology/wetzel/978-0-08-057439-4>
- World Health Organization. (2003). *Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1, Coastal and fresh waters* (Coastal and Fresh Waters Volume 1; tr 219). World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42591>