

gene sequencing, four microalgae strains have been closely related to the species, as follows: 2 strains DH41, DH79 with *Schizochytrium mangrovei* (DQ367049); the strain CN27 with the species *Schizochytrium* sp. BR2 (DQ525180); the strain DH10 with the species *Aurantionchytrium* sp. B072 (JF266572). This study obtained a collection of colony and cell images of microalgae CN27, DH41, DH79 belonging to genus *Schizochytrium* which could be used to produce biomass for aquaculture to replace fish oil sources from natural exploitation in Tra Vinh.

Keywords: aquaculture feed, marine microalgae, genus *Schizochytrium*, Tra Vinh province,

Ngày nhận bài: 03/6/2021

Người phản biện: TS. Đoàn Thanh Loan

Ngày phản biện: 14/7/2021

Ngày duyệt đăng: 30/7/2021

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

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

TÓM TẮT

Hiện tượng phú dưỡng là mối đe dọa nghiêm trọng đối với chất lượng nước và hoạt động của các hệ sinh thái dưới nước. Thành phần loài và cấu trúc quần xã tảo thể hiện sự thay đổi theo những thay đổi về lý hóa, sinh học và tình trạng dinh dưỡng của nước. Nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá mức độ phú dưỡng tại các ao nuôi trồng thủy sản (NTTS) trên cơ sở chỉ số cấu trúc quần xã tảo. Mẫu được thu ở 2 thời điểm (xuân, hè) trong hai năm (2019-2020) tại 15 ao NTTS, trong đó ao nuôi quảng canh chiếm 20%, bán thâm canh chiếm 33,3% và thâm canh chiếm 46,7%. Kết quả nghiên cứu đã ghi nhận 45 chi tảo thuộc 6 ngành, trong đó chiếm ưu thế là tảo lục (17 chi), tảo cát (11 chi) và tảo lam (9 chi) với mật độ tảo tổng số là 1.200 đến 12.200 tế bào/mL, và mùa hè cao hơn mùa xuân. Tảo lam chiếm ưu thế ở hầu hết các ao NTTS, trung bình chiếm 53,7%, trong đó ao nuôi thâm canh có tỷ lệ cao nhất, còn tảo lục và tảo cát lần lượt chiếm 17,6 và 19,9%. Chỉ số cấu trúc tảo (AI) trên tảo lam (CyI), tảo lục (ChI) và tảo cát (DI) trong ao NTTS cho thấy các ao đều ở mức phú dưỡng đến siêu phú dưỡng, và có tương quan với tình trạng dinh dưỡng thông qua các chỉ số chất rắn lơ lửng (TSS), TN, TP và tổng coliform (mức ý nghĩa 0,05).

Từ khóa: Tảo nổi, phú dưỡng, ao thủy sản, chỉ số cấu trúc quần xã

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, phú dưỡng là một hiện tượng suy giảm chất lượng nước phổ biến. Phú dưỡng sẽ dẫn đến sự phát triển quá mức của tảo do sự gia tăng tổng lượng photpho. Mức độ phú dưỡng được phân thành 4 nhóm: nghèo dinh dưỡng, trung dưỡng, phú dưỡng và siêu phú dưỡng. Sự phân loại này có được từ các nghiên cứu và kiểm nghiệm nhiều về phú dưỡng ở các nước trong tổ chức hợp tác và phát triển kinh tế (Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)) từ những năm 1970 và những năm 1980 (Jorgensen, 1980).

Trong các thành phần dinh dưỡng, tùy vào tỷ

lệ giữa các thành phần mà N và P thay phiên nhau trở thành các nhân tố giới hạn sự phát triển của tảo, đồng thời kiểm soát mức độ phú dưỡng (Foekema *et al.*, 2005). Đánh giá mật độ tảo (thông qua mật độ tế bào hoặc nồng độ chlorophyll) trở thành tiêu chí quan trọng để đánh giá mức độ phú dưỡng (Wetzel, 2001) kết hợp với kết quả quan trắc chất lượng nước dựa vào các thông số dinh dưỡng trong nước. Một cách tiếp cận để đánh giá nước môi trường là sử dụng các tiêu chí trạng thái dinh dưỡng (El-Serehy và *ctv.*, 2018). Tiêu chí trạng thái dinh dưỡng có thể được biết đến dựa trên chỉ số trạng thái dinh dưỡng (TSI), được phân tích dựa trên nồng độ Chl-a (Patra và *ctv.*, 2017).

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

² Trung tâm Phân tích và Chuyển giao Công nghệ Môi trường, Viện Môi trường Nông nghiệp

* Tác giả chính

Nghiên cứu này sử dụng chỉ số quần xã tảo nổi đánh giá mức độ phú dưỡng tại các ao NTTS, trên cơ sở đó để quản lý và kiểm soát phú dưỡng trong các ao NTTS một cách hiệu quả.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Cấu trúc quần xã tảo nổi được nghiên cứu tại 15 ao NTTS theo các công thức nuôi truyền thống tại xã Yên Hưng, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định:

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

Mẫu	Tọa độ lấy mẫu		Diện tích (m ²)	Độ sâu (m)	Đặc điểm	Sản lượng (tấn/năm)
					Đối tượng (Tỷ lệ nuôi); Nguồn và lượng thức ăn	
A1	20.326226	105.948068	1.080	1,5	Trắm cỏ : Chép : Trôi : Mè (1 : 1 : 1 : 1) Thức ăn thừa (1 - 2 kg/ngày)	0,5
A2	20.325582	105.949956	540	1,5	Trắm cỏ : Trôi (1 : 1) Thức ăn thừa (0,5 - 1,5 kg/ngày)	0,3
A3	20.324535	105.92445	360	1,0	Trắm cỏ : Chép : Trôi : Mè (1 : 1 : 1 : 1) Thức ăn thừa (0,5 kg/ngày)	0,2
A4	20.324374	105.949355	3.600	2,0	Trắm cỏ : Trôi : Chép : Mè (4 : 4 : 1 : 1) Cỏ (5kg/ngày); Phân chuồng (bón lót)	3,5
A5	20.323207	105.953905	5.400	2,0	Trắm cỏ : Trôi : Chép : Mè (6 : 2 : 1 : 1) Cỏ tươi (10 kg/ngày); Phân chuồng (bón lót)	4,7
A6	20.325260	105.960857	2.880	1,5	Cá chim : Trôi : Mè (1 : 1 : 1) Phân lợn (60 kg/ngày)	2,9
A7	20.325743	105.947811	2.160	1,7	Trắm cỏ : Trôi : Mè : Chép (5 : 1 : 2 : 2) Cám cá (25 kg/ngày); Cỏ tươi (5 kg/ngày)	7,2
A8	20.330129	105.940901	1.080	1,5	Trắm cỏ : Trôi : Mè : Chép (2 : 1 : 1 : 1) Cám cá (12 kg/ngày); Cỏ tươi (5 kg/ngày)	3,4
A9	20.332624	105.945407	4.680	2,5	Trắm đen : Trắm cỏ (1 : 1) Cám cá (25 kg/ngày); Cỏ tươi (20 kg/ngày); Phân chuồng (bón lót)	12
A10	20.334676	105.947853	1.440	2,0	Trắm cỏ : Trôi : Trắm đen (1 : 1 : 1) Cám cá (12,5 kg/ngày); Cỏ tươi (10 kg/ngày)	3,8
A11	20.335481	105.955750	3.600	2,0	Cá koi cảnh Cám cá (60 kg/ngày)	7,6
A12	20.333348	105.958239	7.200	2,5	Cá koi cảnh Cám cá (90 kg/ngày)	13,8
A13	20.338942	105.960213	5.400	2,0	Cá koi cảnh Cám cá (60 kg/ngày)	10
A14	20.344214	105.955299	720	1,5	Trắm cỏ : Trôi : Mè : Chim (1 : 1 : 1 : 1) Cỏ tươi (5 kg/ngày); Phân gia súc (20 kg/ngày)	0,7
A15	20.334516	105.947918	480	1,5	Trắm cỏ : Mè : Cá Chim (1 : 1 : 1) Cỏ tươi (5 kg/ngày); Phân gia súc (30 kg/ngày)	0,6

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

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

Hình thức nuôi (Bảng 1), được chia thành 03 nhóm:

- Quảng canh: Các ao A1 - A3 nuôi hỗn hợp các loại cá với mật độ thả không quá 150 con/sào, đa

phần là các ao có diện tích nhỏ (dưới 1000 m²), chủ yếu là thức ăn thừa và nguồn thức ăn tự nhiên sẵn có, sản lượng cá không quá 200 kg/sào.

- Bán thâm canh: Các ao A4 - A6, A14 - A15 nuôi hỗn hợp các loài cá truyền thống, mật độ cá thả khoảng 200 - 350 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 310 - 450 kg/sào.

- 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 500 - 1.000 con/sào, có diện tích biến động từ trung bình đến rất lớn (1.000 - 7.200 m²), sản lượng cá khoảng 700 - 750 kg/sào đối với cá koi, 950 - 1.200 kg/sào đối với cá truyền thống.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp đánh giá chất lượng nước

Mẫu nước tất cả các ao NTTS nghiên cứu được thu thập bằng phương pháp lấy mẫu hỗn hợp, theo hướng dẫn của TCVN 6663:2011 (ISO 5667:2006 - phần 1, phần 3 và phần 4). Đánh giá chất lượng nước sử dụng QCVN 08-MT:2015/BTNMT cho các thông số pH, DO, TSS, BOD, COD, N và P tổng số, coliform, PO₄³⁻-P, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N. Mẫu được lấy cách bờ 3 - 5 m tại 3 - 5 vị trí trên ao tùy thuộc diện tích của ao và hướng gió chủ đạo tại các thời điểm lấy mẫu.

- Thời gian: Mẫu được lấy trong 2 năm 2019 và 2020 vào 02 thời điểm trong mỗi năm: tháng 2 - 3 đại diện cho mùa xuân và tháng 5 - 6 đại diện cho mùa hè.

- Địa điểm: Mẫu nước được lấy tại 15 ao NNTS tại xã Yên Hưng, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định. Mẫu

được bảo quản và chuyển về phòng thí nghiệm Bộ môn Công nghệ môi trường, Khoa Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam để theo dõi thí nghiệm.

2.2.2. Phương pháp đánh giá cấu trúc quần xã tảo nổi

Mẫu tảo nổi được thu thập bằng vợt phiêu sinh (300 lỗ/cm²), bảo quản bằng formol 5 - 10% tại hiện trường. Thành phần chi các loại tảo nổi được xác định bằng phương pháp soi tươi trên kính hiển vi có độ phóng đại vật kính 40x - 100x theo khóa định loại của Nguyễn Văn Tuyên (2003), Dương Đức Tiến và Võ Hành (1997). Mật độ tảo được xác định bằng buồng đếm plankton trên vật kính 10x - 40x. Tỷ lệ các nhóm tảo được xác định bằng chỉ số Fefoldy Lajos (1980) và thang phân hạng phú dưỡng của thang Tomachevski (1975) (theo Nguyễn Văn Tuyên, 2003) như sau:

$$\text{Chỉ số vi khuẩn lam - Cyanobacteria index (CyI)} = \frac{\text{Cy}}{\text{D}}$$

$$\text{Chỉ số tảo lục - Chlorococcales index (ChI)} = \frac{\text{Ch}}{\text{D}}$$

$$\text{Chỉ số tảo cát - Diatomeae index (DI)} = \frac{\text{C}}{\text{D}}$$

$$\text{Chỉ số tảo mắt - Euglenophyta index (EI)} = \frac{\text{E}}{\text{ECy+Ch}}$$

$$\text{Chỉ số cấu trúc tảo (chung) - Algae index (AI)} = \frac{\text{Cy+Ch+C+E}}{\text{E}}$$

Trong đó: Ch = Chlorococcales; Cy = Cyanophyta; C = Centrales; P = Pennales; E = Euglenophyta ; D = Desmidiaceae.

Bảng 2. Thang đánh giá mức độ phú dưỡng bằng các chỉ số tảo

Mức phú dưỡng	Chỉ số cấu trúc quần xã tảo				
	Vi khuẩn lam - CyI	Tảo lục - ChI	Tảo cát - DI	Tảo mắt - EI	Chung - AI
Atrophic	< 0,1				
Oligotrophic	0,1 - 0,3	< 1	0 - 0,2	0 - 0,1	< 1
Eutrophic	0,3 - 3,0	1 - 2,5	0,2 - 3,0	0,1 - 0,4	1 - 5
Polytrophic	0,5 - 5,0	2,5 - 3,1	0,4 - 6,0	0,4 - 0,5	5 - 20
Hypertrophic	> 5,0	> 5	> 6	> 1	> 20

Nguồn: Nguyễn Văn Tuyên (2003).

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

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.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Chất lượng nước và tình trạng dinh dưỡng các ao nuôi trồng thủy sản

Các ao NTTS sử dụng nguồn nước cấp được lấy từ sông Đáy, nhìn chung chất lượng nước cấp ban

đầu tương đối giống nhau. Cá nuôi chủ yếu là cá truyền thống (cá chép, cá trắm cỏ, mè...), thức ăn chủ yếu là thức ăn thừa, rau cỏ, cám công nghiệp dành cho cá, có kết hợp cho ăn bằng chất thải chăn nuôi hoặc bón lót lên màu nước trước khi nuôi. Mẫu nước được lấy tại 02 thời điểm trong năm ứng với 02 thời điểm bùng nổ của sinh khối tảo trong ao nuôi (đỉnh Xuân và đỉnh Hè - theo Nguyễn Văn Tuyên, 2003).

Kết quả phân tích cho thấy, nước các ao NTTS có dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ, N và P hòa tan, có nồng độ vi sinh vật và độ đục cao (Bảng 3).

Chất lượng nước ao giữa hai thời điểm lấy mẫu năm 2019 và năm 2020 không có sự khác biệt đáng

kể. Tuy nhiên, nồng độ các chất ô nhiễm giữa hai thời điểm lấy mẫu trong năm có sự khác biệt đáng kể như nồng độ oxy hòa tan (DO) trung bình mùa xuân cao hơn so với mùa hè, nhưng nồng độ TSS, Nitrat, N tổng số, P tổng số, chất hữu cơ cao hơn đáng kể vào mùa hè (ở mức ý nghĩa 0,05). Mức độ ô nhiễm nước vào tháng 5 - 6 cao hơn so với tháng 2 - 3 tại các ao nghiên cứu (Bảng 3). Điều này cho thấy, mức độ ô nhiễm nước ao tăng lên theo thời gian nuôi, kèm theo đó là sự dư thừa thức ăn và chất thải của cá cũng là một trong những nguyên nhân làm tăng ô nhiễm nước ao. Đối chiếu với QCVN 08-MT:2015/BTNMT (A2), một số chỉ tiêu đều vượt mức cho phép như TSS, COD, N-NH₄⁺, P-PO₄³⁻ cả 2 mùa khá cao là dấu hiệu của sự phú dưỡng trong ao nuôi.

Bảng 3. Giá trị trung bình các thông số chất lượng nước ao nuôi theo thời gian

Thông số	Đơn vị	Tháng 2 - 3			Tháng 5 - 6			QCVN 08 -MT:2015/BTNMT	
		Trung bình	Biến động		Trung bình	Biến động		Cột A2	Cột B1
pH		7,5 ± 0,22 ^a	7,22	7,9	7,48 ± 0,2 ^a	7,17	7,93	6-8,5	5,5-9
DO	mg/L	3,48 ± 0,76 ^a	2,15	5,12	3,12 ± 0,72 ^b	2,04	4,21	4	2
TSS	mg/L	45 ± 10 ^a	24	66	82 ± 16 ^b	27,2	112	30	50
COD	mg/L	59 ± 16 ^a	36	92	135 ± 25 ^b	64	192	15	30
N-NO ₃ ⁻	mg/L	0,2 ± 0,07 ^a	0,1	0,31	0,25 ± 0,08 ^b	0,10	0,52	5	10
N-NH ₄ ⁺	mg/L	0,85 ± 0,47 ^a	0,4	1,98	1,17 ± 0,54 ^a	0,24	3,21	0,3	0,9
P-PO ₄ ³⁻	mg/L	0,2 ± 0,11 ^a	0,08	0,49	0,20 ± 0,06 ^a	0,08	0,37	0,2	0,3
TN	mg/L	2,35 ± 0,54 ^a	1,87	3,64	4,22 ± 0,69 ^b	2,73	6,38	-	-
TP	mg/L	0,46 ± 0,12 ^a	0,3	0,71	0,76 ± 0,12 ^b	0,43	0,97	-	-
Coliform	MPN/100 mL	5.793 ± 1.546 ^a	3.700	8.900	6.790 ± 1.195 ^b	4.100	9.300	5.000	7.500

Ghi chú: Giá trị trung bình, khoảng biến động tính cho tất cả các ao trong 2 năm (n = 60) cho 2 thời điểm lấy mẫu; ^{a, b} để chỉ sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất α = 0,05.

Bảng 4. Giá trị trung bình các thông số chất lượng nước các ao theo hình thức nuôi

Thông số	Đơn vị	Hình thức nuôi			QCVN 08-MT:2015/BTNMT	
		Quảng canh (n = 12)	Bán thâm canh (n = 20)	Thâm canh (n = 28)	Cột A2	Cột B1
pH		7,57 ^{ac}	7,39 ^b	7,53 ^c	6-8,5	5,5-9
DO	mg/L	3,43 ^a	3,39 ^a	3,18 ^a	4	2
TSS	mg/L	68,67 ^a	64,28 ^a	60,76 ^a	30	50
COD	mg/L	74,00 ^a	98,40 ^a	105,79 ^a	15	30
N-NO ₃ ⁻	mg/L	0,19 ^a	0,25 ^a	0,22 ^a	5	10
N-NH ₄ ⁺	mg/L	0,80 ^a	1,22 ^b	0,96 ^{ab}	0,3	0,9
P-PO ₄ ³⁻	mg/L	0,12 ^a	0,26 ^b	0,19 ^c	0,2	0,3
TN	mg/L	2,72 ^a	3,54 ^b	3,35 ^b	-	-
TP	mg/L	0,47 ^a	0,68 ^b	0,62 ^b	-	-
Coliform	MPN/100 mL	5.233 ^a	6.455 ^b	6.629 ^b	5.000	7.500

Ghi chú: Giá trị trung bình được tính cho tất cả các ao tại 2 thời điểm lấy mẫu, trong 2 năm (n = 60) cho 3 hình thức nuôi; ^{a, b, c} để chỉ sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất α = 0,05.

Kết quả quan trắc chất lượng nước các ao NTTS tại bảng 4 cho thấy, tất cả các hình thức nuôi khác nhau đều bị ô nhiễm chất hữu cơ, amoni, photphat, có mật độ vi sinh vật và độ đục cao, hàm lượng oxy hòa tan thấp. Hiện tượng này xảy ra ngay cả khi cá nuôi có kích thước nhỏ, lượng cho ăn chưa cao (tháng 2 hàng năm), điều này cho thấy nguồn cấp nước cho khu vực NTTS cũng bị ô nhiễm. Nitơ và photpho là các thành phần dinh dưỡng kích thích sự phát triển của tảo, các thành phần hữu cơ này tích tụ trong ao dẫn đến làm giàu dinh dưỡng và kích thích hiện tượng phú dưỡng, đồng thời làm suy giảm nguồn nước ao nuôi. Sự suy giảm chất lượng nước ao nuôi tăng lên theo thời gian nuôi, đồng nghĩa với sự tăng trưởng của cá là sự tăng lên của lượng thức ăn và chất thải, điều này cũng đã thể hiện qua các thông số ô nhiễm tăng theo thời gian (Bảng 3).

Các thông số pH, amoni, photphat, tổng N và P, coliform tổng số cũng có sự khác biệt đáng kể giữa các hình thức nuôi. Các ao nuôi quảng canh có mức độ ô nhiễm thấp hơn so với các ao nuôi thâm canh và bán thâm canh (Bảng 4). Tổng coliform trung bình các ao nuôi quảng canh khoảng 5.200 MPN/100 mL, hai hình thức nuôi còn lại là 6.500 - 6.600 MPN/100 mL. Tổng P các ao nuôi quảng canh là 0,47 mg/L, còn ao nuôi thâm canh là 0,62 mg/L. Như vậy, lượng thức ăn (0,5 - 1 kg/sào/ngày hình thức quảng canh so với 0,7 - 26 kg/sào/ngày ở hình thức bán thâm canh và thâm canh) và loại thức ăn (mức độ ô nhiễm đặc biệt cao ở các ao sử dụng phân chuồng - bón lót trong bán thâm canh và sử dụng hàng ngày trong thâm canh) ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước ao NTTS.

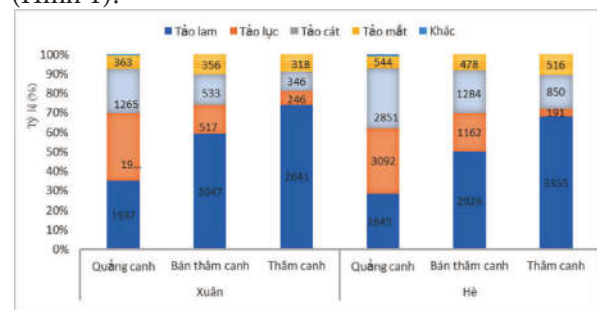
3.2. Cấu trúc quần xã tảo nổi các ao nuôi trồng thủy sản

Kết quả nghiên cứu phân định tảo nổi trong các mẫu được thu thập tại 15 ao NTTS đã phát hiện 45 chi tảo thuộc 06 ngành trong đó đa dạng nhất là Chlorophyta (tảo lục) với 17 chi, tiếp đó là Bacillariophyta (tảo cát) với 11 chi, Cyanophyta (tảo lam hoặc vi khuẩn lam) với 9 chi, Euglenophyta (tảo mắt) với 6 chi, Chrysophyta (tảo ánh vàng) và Pyrrophyta (tảo giáp) rất hiếm gặp với 1 chi/ngành. Các chi tảo ưu thế về số lượng là *Merismopedia*, *Anphanocapsa*, *Anphanothece*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Lyngbia* (vi khuẩn lam), *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Pediastrum*, *Ankistrodesmus* (tảo lục), *Naviculla*, *Nitzschia*, *Cyclotella* (tảo cát), *Euglena* và *Phacus* (tảo mắt).

Mật độ tảo trung bình ở tất cả các ao tại 2 thời điểm lấy mẫu trong 2 năm (n = 60) là 5.000 tế bào/mL;

mật độ tảo lớn nhất là 12.200 tế bào/mL tại ao A1 vào mùa hè năm 2020 và thấp nhất là 1.200 tế bào/mL tại ao A9 vào mùa xuân năm 2020. Mật độ tảo trung bình năm 2019 là 4.800 tế bào/mL và năm 2020 là 5.200 tế bào/mL. Nhìn chung, mật độ tảo trung bình giữa hai năm thu mẫu không có sự khác biệt nhiều. Tuy nhiên, có sự khác biệt đáng kể giữa các lần lấy mẫu trong năm. Thời điểm lấy mẫu mùa xuân, mật độ trung bình chỉ đạt 3.800 tế bào/mL, trong khi ở mùa hè giá trị này là 6.200 tế bào/mL. Điều này phù hợp với sự khác biệt về chất lượng nước ao NTTS và phù hợp với quy luật biến động mật độ tảo theo thời gian (Nguyễn Văn Tuyên, 2003). Mật độ tảo tại các ao NTTS nhìn chung tương đương với mật độ tại các sông ($10^2 - 10^6$ tế bào/mL - theo Lương Quang Đốc và *ctv.*, 2014) nhưng thấp hơn nhiều so với mật độ tại các hồ nội đô ($10^4 - 10^7$ tế bào/mL - theo Nguyễn Thị Thùy Linh và Lê Hà Thu, 2016; Tạ Đăng Thuận và Bùi Quốc Lập, 2018; Nguyễn Thị Thu Hà và *ctv.*, 2018).

Thành phần các nhóm tảo không có sự khác biệt đáng kể theo thời gian, tảo lam có mật độ trung bình 2.686 tế bào/mL chiếm 53,7% tổng mật độ tảo trung bình, tảo lục và tảo cát chiếm lần lượt 17,6 và 19,9% với mật độ 883 - 993 tế bào/mL, các ngành tảo còn lại chiếm 8,8% với mật độ trung bình là 438 tế bào/mL. Tỷ lệ các nhóm tảo có sự khác biệt rất lớn giữa các hình thức NTTS. Hình thức nuôi quảng canh có tỷ lệ 3 ngành tảo lam, tảo lục và tảo cát tương đương nhau vào khoảng 24 - 39% mỗi loại. Hình thức nuôi bán thâm canh có tỷ lệ tảo lam bằng tỷ lệ của tất cả các ngành còn lại (tảo lam chiếm 49 - 54%). Ở hình thức nuôi thâm canh, tảo lam chiếm đại đa số các ngành tảo xuất hiện trong nước với tỷ lệ khoảng 68 - 74%. Mật độ tảo lam tăng lên theo hình thức nuôi và thời gian nuôi (quảng canh, mùa xuân là 1.937 tế bào/mL, mùa hè là 2.645 tế bào/mL), cùng với đó là sự suy giảm mật độ tảo lục và tảo cát (Hình 1).



Hình 1. Mật độ tảo trung bình (tế bào/mL) tại các hình thức nuôi trồng thủy sản

Ghi chú: Số liệu ghi trong cột thể hiện số lượng tế bào/mL.

Số lượng các chi tảo xuất hiện trên mỗi mẫu có sự khác biệt đáng kể giữa các thời điểm và các hình thức NTTS. Trung bình mỗi ao xuất hiện 8 - 19 chi/thời điểm lấy mẫu (mức độ đa dạng thấp nhất tại A7, cao nhất tại A1, A3). Thời điểm lấy mẫu mùa hè, mức độ phong phú về mật độ tảo lớn hơn nhưng mức độ đa dạng thấp hơn với 38 chi tảo xuất hiện, trong đó trung bình mỗi ao có 7 - 17 chi/thời điểm

lấy mẫu (thấp nhất tại A13, cao nhất tại A2, A5). Như vậy, ở mức ý nghĩa 0,05, các ao NTTS quảng canh và bán thâm canh mức độ đa dạng cao (thể hiện thông qua số chi) và các ao NTTS quảng canh có mức độ phong phú tảo lớn hơn so với các hình thức NTTS còn lại (thể hiện thông qua mật độ và tỷ lệ mật độ), kết quả tại bảng 5.

Bảng 5. Mật độ tảo trung bình và số lượng chi trong các hình thức nuôi khác nhau

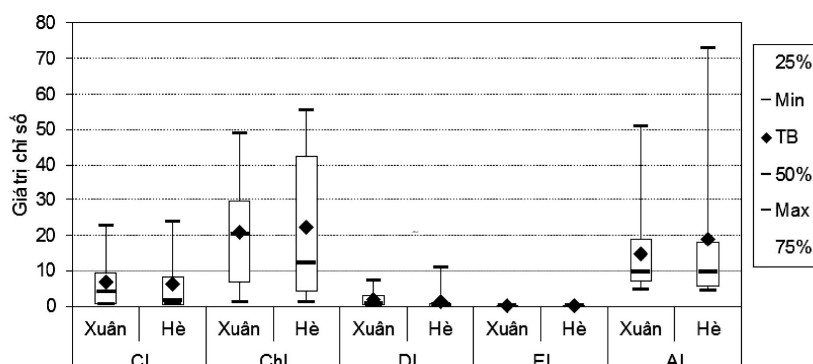
Tiêu chí đánh giá	Đơn vị	Hình thức nuôi		
		Quảng canh (n = 12)	Bán thâm canh (n = 20)	Thâm canh (n = 28)
Mật độ tảo	Tế bào/mL	7.374 ^a	4.651 ^b	4.231 ^b
Mật độ tảo lam		2.291 ^a	2.487 ^a	2.998 ^b
Mật độ tảo lục		2.503 ^a	840 ^b	219 ^b
Mật độ tảo cát		2.058 ^a	908 ^b	598 ^c
Mật độ tảo mắt		454 ^a	417 ^a	407 ^a
Mật độ tảo khác		68	0	0
Tổng số lượng chi	Chi	29	30	24

Ghi chú: ^{a, b, c} để chỉ sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất $\alpha = 0,05$.

3.3. Phân hạng mức độ phú dưỡng các ao nuôi trồng thủy sản

Mức độ phú dưỡng ao NTTS được đánh giá thông qua 05 chỉ số tảo (Hình 2) cho thấy, mức độ phú dưỡng của các ao NTTS có sự khác biệt rất lớn.

Hầu hết các chỉ số, mức độ phú dưỡng các ao NTTS lấy mẫu vào thời điểm mùa hè cao hơn không nhiều so với lấy mẫu vào thời điểm mùa xuân. Điều này cơ bản phù hợp với kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả khác về biến động mật độ các ngành tảo theo mùa (Nguyễn Văn Tuyên, 2003)



Hình 2. Giá trị chỉ số cấu trúc tảo (AI) của các ao nuôi trồng thủy sản theo mùa

Kết quả sử dụng chỉ số tảo lam (CyI) và tảo lục (ChI) đánh giá mức độ phú dưỡng giữa các hình thức NTTS cho kết quả tương đồng nhau, phần lớn các ao nghiên cứu đều nằm ở mức phú dưỡng đến siêu phú dưỡng (Eutrophic, Polytrrophic và Hypertrophic). Tuy nhiên, trong cùng một thời điểm lấy mẫu, mức độ phú dưỡng các ao NTTS xuất hiện theo thứ tự: ao quảng canh cao nhất, ao bán thâm canh thấp hơn và thấp nhất ở ao nuôi thâm canh. Kết quả đánh giá sử

dụng chỉ số tảo cát (DI) và tổng các ngành tảo (AI) cũng cho kết quả tương đồng, đồng thời không có sự khác biệt đáng kể giữa các hình thức nuôi và đều ở mức phú dưỡng đến siêu phú dưỡng (Eutrophic - Polytrrophic). Ngược lại, do sự hiếm gặp và không chênh lệch nhiều về tỷ lệ tảo mắt giữa các hình thức NTTS, chỉ số tảo mắt (EI) trên 60 kết quả nghiên cứu đều cho thấy, mức độ phú dưỡng từ nghèo dinh dưỡng đến phú dưỡng (Oligotrophic - Eutrophic).

Bảng 6. Phân hạng mức độ phú dưỡng ao nuôi trồng thủy sản

Chỉ số đánh giá	Hình thức nuôi					
	Quảng canh (n = 12)		Bán thâm canh (n = 20)		Thâm canh (n = 28)	
CyI-Chỉ số tảo lam	50,2 ^a	Hypertrophic	13,1 ^b	Hypertrophic	4,6 ^c	Eutrophic-Hypertrophic
ChI-Chỉ số tảo lục	129,1 ^a	Hypertrophic	19,1 ^b	Hypertrophic	14,4 ^b	Polytrophic-Hypertrophic
DI-Chỉ số tảo cát	0,5 ^a	Eutrophic-Polytrophic	0,2 ^a	Eutrophic-Polytrophic	0,6 ^a	Eutrophic-Polytrophic
EI-Chỉ số tảo mắt	0,06 ^a	Oligotrophic-Eutrophic	0,06 ^a	Oligotrophic-Eutrophic	0,07 ^a	Oligotrophic-Eutrophic
AI-Chỉ số tảo	10,5 ^a	Polytrophic	8,1 ^b	Eutrophic-Polytrophic	13,3 ^a	Polytrophic

Ghi chú: ^{a, b, c} để chỉ sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất $\alpha = 0,05$; Mức độ phú dưỡng: đánh giá theo khoảng phân hạng bảng 2 cho tất cả các ao cùng hình thức nuôi.

Với phương pháp phân hạng này, có 16/60 thời điểm không đánh giá được chỉ số (thường gặp tại các ao A6, A14, A15 (bán thâm canh), A7, A8, A9, A11, A12 (thâm canh) - do các chi thuộc họ Desmidiaceae không xuất hiện trong mẫu). Họ tảo lục Desmidiaceae (gồm 2 chi *Desmidium* và *Closterium*) là thành phần tảo chỉ thị chất lượng nước sạch xuất hiện tại một số ao quảng canh, bán thâm canh tuy nhiên mật độ của chúng rất thấp so với các chi tảo còn lại. Điều này phù hợp với các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra sự vắng mặt của Desmidiaceae tại các hồ phú dưỡng cao chịu ảnh hưởng bởi phân bón trong nông nghiệp tại Anh (Brook, 1965) và bởi nước thải sinh hoạt miền Nam - Việt Nam (Nguyễn Văn Tuyên, 2003).

Kết quả sử dụng các chỉ số khác nhau chỉ đánh

giá được sự khác nhau về mức độ phú dưỡng (Bảng 6), không có sự khác biệt nhiều khi so sánh giữa các ao với nhau. Tuy nhiên, ở một số ao thường xuyên có mức trung dưỡng như A4 (bán thâm canh), A9, A10 (thâm canh) và phú dưỡng ở các ao có là A1, A3 (quảng canh), A5 (bán thâm canh). Như vậy, kết quả đánh giá mức độ phú dưỡng theo thành phần tảo xuất hiện tại các ao NTTS trái ngược với việc đánh giá dựa trên chất lượng nước (phần 3.1). Kết quả này cho thấy, chất lượng nước cấp cho NTTS của khu vực thấp, dẫn đến nguy cơ bùng phát tảo tại các ao nuôi quảng canh và bán thâm canh cao hơn ao nuôi thâm canh.

Phân tích mối quan hệ giữa các chỉ số cấu trúc tảo với các thông số chất lượng nước để xác định ảnh hưởng giữa chất lượng nước với cấu trúc tảo, kết quả thể hiện tại bảng 7.

Bảng 7. Tương quan giữa các chỉ số tảo và thông số chất lượng nước nuôi trồng thủy sản

Thông số môi trường	Chỉ số tảo				
	CI	ChI	DI	EI	AI
pH	0,196	0,097	- 0,176	0,338*	- 0,228
DO	0,246	0,181	0,375*	- 0,218	0,317*
TSS	0,029	0,010	- 0,280*	- 0,198	0,051
COD	- 0,297*	- 0,340*	- 0,344*	0,054	- 0,179
N-NO ₃ ⁻	0,029	0,014	- 0,154	0,178	- 0,072
N-NH ₄ ⁺	0,008	- 0,009	- 0,193	0,019	- 0,002
P-PO ₄ ³⁻	- 0,219	- 0,263*	0,416*	- 0,452*	0,450*
TN	- 0,178	- 0,220	- 0,398*	0,026	- 0,114
TP	- 0,318*	- 0,375*	- 0,117	- 0,215	0,090
Tổng coliform	- 0,485*	- 0,427*	- 0,277*	0,173	- 0,224

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

Kết quả bảng 7 (mức ý nghĩa 0,05) cho thấy, chỉ số tảo lam, tảo lục (CI và ChI) có xu thế tỷ lệ nghịch với hàm lượng chất hữu cơ trong nước, phot pho, tổng photpho và tổng coliform ($R < 0$). Điều này được hiểu tại các ao có hàm lượng các chất ô nhiễm trên cao, tỷ lệ các chi tảo họ Desmidiaceae (họ chỉ

thị cho chất lượng nước tốt) thấp hơn so với các họ tảo còn lại. Căn cứ kết quả chỉ số tảo cát (DI), tảo cát lông chim có kích thước lớn (Pennales) chiếm ưu thế hơn tảo cát trung tâm có kích thước nhỏ (Centrales) khi TSS, COD, TN và tổng coliform thấp ($R < 0$), trong khi xu thế này xuất hiện khi hàm

lượng oxy hòa tan và photphat cao ($R > 0$). Tảo mắt chiếm ưu thế so với tảo lam và tảo lục khi pH cao và photphat thấp (căn cứ chỉ số tảo mắt - EI), oxy hòa tan thấp (căn cứ kết quả của chỉ số tảo - AI). Tóm lại, cấu trúc quần xã tảo có tương quan với các thông số chất lượng nước theo thứ tự về mức độ chặt là photphat, COD, tổng coliform, TP, DO, pH, TSS và TN (Bảng 7). Trong số các chỉ số cấu trúc, chỉ số tảo cát, tảo lục và tảo lam lần lượt là những chỉ số có tương quan tốt nhất với chất lượng nước, có thể sử dụng làm thang phân hạng phú dưỡng nguồn nước trong NTTS.

IV. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích chất lượng nước ao NTTS tại xã Yên Hưng, huyện Ý Yên, tỉnh Nam Định ở cả 3 hình thức NTTS (chủ yếu nuôi cá truyền thống) cho thấy, các thông số COD, TSS, NH_4^+ PO_4^{3-} , DO, coliform ở một số ao và 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-} , TN, TP và coliform cao hơn so với bán thâm canh và quảng canh. Điều này cho thấy mức độ ô nhiễm ở các ao NTTS tăng theo thời gian nuôi, và theo hình thức nuôi khác nhau thì mức độ ô nhiễm cũng khác nhau. Sự tích tụ thức ăn dư thừa và chất thải của cá đã làm cho ao nuôi giàu dinh dưỡng, kích thích hiện tượng phú dưỡng dẫn đến suy giảm chất lượng nước ao.

Kết quả quan trắc 4 thời điểm đã phát hiện 45 chi tảo thuộc 6 ngành, trong đó đa dạng nhất là tảo lục, tảo cát và tảo lam có lần lượt 17, 11 và 9 chi với mật độ trung bình khoảng 1200 đến 12.200 tế bào/mL và mùa hè cao hơn mùa xuân. Tảo lam chiếm ưu thế ở hầu hết các ao NTTS (chiếm tỷ lệ trung bình 53,7%), ao nuôi thâm canh chiếm ưu thế, thấp hơn ở các ao bán thâm canh và thấp nhất tại các ao quảng canh, còn tảo lục và tảo cát có xu thế ngược lại (với tỷ lệ tương ứng 17,6 và 19,9%). Tỷ lệ các nhóm tảo giữa các hình thức nuôi có sự khác biệt đáng kể. Mật độ tảo lam tăng lên theo hình thức nuôi và thời gian nuôi. Hầu hết các chỉ số cấu trúc tảo sử dụng chỉ ra mức độ phú dưỡng của các ao NTTS từ mức phú dưỡng đến siêu phú dưỡng và có tương quan đối với nồng độ chất hữu cơ, chất rắn lơ lửng, tổng N, tổng P và tổng coliform các ao NTTS (mức ý nghĩa 0,05). Chỉ số tảo cát, tảo lục và tảo lam cho thấy tiềm năng được sử dụng làm thang phân hạng phú dưỡng, để cảnh báo sớm và kiểm soát sử dụng nguồn nước trong NTTS.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Lương Quang Đốc, Phan Thị Thúy Hằng, Trần Nguyễn Quỳnh Anh, Vũ Thị Thanh Tâm**, 2014. Tảo lục phù du và chỉ số dinh dưỡng Chlorophycean ở sông Hương và sông Bồ, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí khoa học trường Đại học Huế*, 91 (3): 31-39.
- Nguyễn Thị Thu Hà, Phạm Gia Thăng, Lê Thị Phương, Đinh Tiến Dũng, Đỗ Phương Chi**, 2018. Sử dụng chỉ số cấu trúc quần xã tảo nổi để đánh giá mức độ phú dưỡng các hồ thành phố Hà Nội. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 91 (6): 111-117.
- Nguyễn Thị Thùy Linh và Lê Hà Thu**, 2016. Đa dạng về thành phần loài khu hệ tảo ở hồ Xuân Hương, Đà Lạt. *Tạp chí Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Đại học Đà Lạt*, 6 (3): 356-363.
- Tạ Đăng Thuận, Bùi Quốc Lập**, 2018. Một số đặc điểm phú dưỡng ở một hồ nông nội đô Hà Nội. *Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 61 (6): 52-61.
- Dương Đức Tiến, Võ Hành**, 1997. *Tảo nước ngọt Việt Nam - Phân loại bộ tảo lục*. NXB Nông nghiệp.
- Tổng cục Thống kê**, 2020. *Số liệu thống kê Nông nghiệp, lâm nghiệp và Thủy sản*, truy cập ngày 06/11/2020. Địa chỉ: <https://www.gso.gov.vn/nong-lam-nghiep-va-thuy-san/>.
- Nguyễn Văn Tuyên**, 2003. *Đa dạng sinh học tảo trong thủy vực nội địa Việt Nam triển vọng và thử thách*. NXB Nông nghiệp.
- Brook A. J.**, 1965. Planktonic algae as indicators of lake types, with special reference to Desmidiaceae. *Limnology and Oceanography* 10 (3): 403-411
- El-Serehy H.A., Abdallah H.S., Al-Misned F.A., Irshad R., Al-Farraj S.A., Almalki E.S.**, 2018. Aquatic ecosystem health and trophic status classification of the Bitter Lakes along the main connecting link between the Red Sea and the Mediterranean. *Saudi Journal of Biological Sciences* 25(2): 204-212.
- Fefoldy Lajos**, 1980. Biogical Vizminosite, Viziigy Hydrobiologia 9, Institute of Hungarian Academy of science.
- Foekema EM., H.P. Van Dokkum, N.H.B.M. Kaag and R.G. Jak**, 2005. *Eutrophication management and ecotoxicology*, Spinger Berlin Heidelberg, New York.
- Jorgensen B. B.**, 1980 - *Seasonal oxygen depletion in the bottom waters of a Danish fjord and its effect on the benthic community*, *Oikos* 34 (1980): 68-76.
- Patra P.P., Dubey S.K., Trivedi R.K., Sahu S.K., Rout S.K.**, 2017 Estimation of chlorophyll concentration and trophic states in Nalban Lake of East Kolkata Wetland, India from Landsat 8 OLI data. *Spatial Information Research* 25(1): 75-87.
- Wetzel RG.**, 2001. *Limnology: Lake and River ecosystems*, 3rd ed. Academic Press.

Using phytoplankton community structure index to classify the eutrophication level of aquacultural ponds in Y Yen, Nam Dinh

Nguyen Thi Ha, Pham Trong Tuan, Do Phuong Chi,
Dinh Tien Dung, Trinh Quang Huy

Abstract

Eutrophication is a serious threat to water quality and the functioning of aquatic ecosystems. Species composition and structure of the algal community show variations according to changes in the physico-chemical and biological nature of the water and its trophic status. This study was conducted to assess the level of eutrophication of aquaculture ponds based on the algal community structure index. Samples were collected at two times (Spring and Summer) and in two years (2019 - 2020) in 15 aquaculture ponds, of which, extensive farming ponds accounted for 20%, semi-intensive farming accounted for 33.3%, and intensive farming accounted for 46.7%. The results recorded 45 genera of algae belonging to 6 phyla, of which green algae (17 genera), diatoms (11 genera), and cyanobacteria (9 genera) are dominant, with a total density of 1,200 to 12,200 algae cells/mL, and the density in Summer is higher than in Spring. Green algae dominated in most aquaculture ponds, accounting for 53.7% on average, of which intensive culture ponds had the highest percentage, while green algae and diatoms accounted for 17.6 and 19.9%, respectively. Algal structure index (AI) on cyanobacteria (CyI), green algae (ChI), and diatoms (DI) in aquaculture ponds showed that the ponds were at eutrophic to hypertrophic levels and were correlated with nutritional status through indicators such as suspended solids (TSS), TN, TP and total coliform (at significant level of 0.05).

Keywords: Eutrophication, phytoplankton, aquaculture pond, community structure index

Ngày nhận bài: 03/7/2021
Ngày phản biện: 19/7/2021

Người phản biện: PGS.TS. Hoàng Thị Thu Hương
Ngày duyệt đăng: 30/7/2021

ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ C : N LÊN TĂNG TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁ CHIM VÂY VÀNG (*Trachinotus blochii*) ƯƠNG THEO CÔNG NGHỆ BIOFLOC

Lý Văn Khánh^{1*}, Dương Thị Mỹ Hạnh¹, Trần Ngọc Hải¹

TÓM TẮT

Ảnh hưởng của tỷ lệ C : N lên tăng trưởng và tỷ lệ sống của cá chim vây vàng giống ương theo công nghệ biofloc được thực hiện tại trại thực nghiệm của Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ từ tháng 11/2019 đến tháng 1/2020. Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức C : N khác nhau; C : N = 0 : 0 (đối chứng), C : N = 10 : 1, C : N = 15 : 1, C : N = 20 : 1; mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Cá chim vây vàng có khối lượng ban đầu 3,36 g/con được ương trong bể nhựa 120 L ở độ mặn 20‰ và sục khí liên tục. Cá được cho ăn thức ăn công nghiệp dạng viên nổi với hàm lượng đạm 44%. Kết quả sau 30 ngày ương, cá chim vây vàng ở nghiệm thức C : N = 15 : 1 và C : N = 20 : 1 lần lượt có khối lượng trung bình ($6,67 \pm 0,24$ và $6,96 \pm 0,34$ g/con), tốc độ tăng trưởng tuyệt đối ($0,11 \pm 0,01$ và $0,12 \pm 0,01$ g/ngày), tốc độ tăng trưởng tương đối ($2,30 \pm 0,18$ và $2,42 \pm 0,17\%$ /ngày) và tỷ lệ sống ($98,0 \pm 1,41$ và $99,0 \pm 1,41\%$) tốt nhất. Có thể ứng dụng ương cá chim vây vàng theo công nghệ biofloc với tỉ lệ C : N = 15 : 1 và C : N = 20 : 1 vào sản xuất.

Từ khóa: Cá chim vây vàng (*Trachinotus blochii*), tỷ lệ C : N, tăng trưởng, tỷ lệ sống, hệ thống biofloc

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam, cá biển là một trong những nhóm đối tượng quan trọng trong nuôi trồng thủy sản.

Cá chim vây vàng sống chủ yếu ở tầng giữa và tầng mặt, là đối tượng nuôi quan trọng ở các nước Châu Á Thái Bình Dương (Trần Ngọc Hải và *ctv.*, 2017).

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

* Tác giả chính