



Bài báo nghiên cứu

SỬ DỤNG CHỈ SỐ TDI (TROPHIC DIATOM INDEX) CỦA THỰC VẬT PHÙ DU ĐỂ ĐÁNH GIÁ TRẠNG THÁI DINH DƯỠNG Ở MỘT SỐ THỦY VỰC TRONG THÀNH PHỐ BẾN TRE

Trần Thị Hoàng Yến^{1*}, Đinh Lê Mai Phương², Trần Thành Thái¹,
Nguyễn Lê Quế Lâm², Ngô Xuân Quảng^{1,2}, Phạm Thanh Lưu^{1,2}

¹Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST) – Viện Sinh học Nhiệt đới TPHCM

²Học Viện Khoa học và Công nghệ – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)

*Tác giả liên hệ: Trần Thị Hoàng Yến – Email: tthyen95@gmail.com

Ngày nhận bài: 07-09-2019; ngày nhận bài sửa: 09-10-2019; ngày duyệt đăng: 20-10-2019

TÓM TẮT

Nghiên cứu sử dụng chỉ số TDI (Trophic diatom index) của quần xã thực vật phù du (TVPD) để đánh giá trạng thái dinh dưỡng ở một số thủy vực trong thành phố Bến Tre. Mẫu được thu tại 9 vị trí vào mùa mưa (9/2017) và mùa khô (4/2018). Kết quả chỉ số TDI cho thấy môi trường ở các khu vực khảo sát có trạng thái từ nghèo dinh dưỡng đến ưu dưỡng. Bên cạnh đó, phân tích tương quan Spearman cho thấy chỉ số TDI bị chi phối bởi độ mặn, TDS và NO_3^- . Chỉ số TDI khá nhạy cảm với môi trường giàu dinh dưỡng vì thế có tiềm năng trong việc theo dõi, đánh giá chất lượng môi trường nước mặt tại khu vực đô thị trong tương lai.

Từ khóa: chỉ số TDI; thành phố Bến Tre; thực vật phù du; trạng thái dinh dưỡng

1. Mở đầu

Phú dưỡng hóa (eutrophication) là một dạng suy giảm chất lượng nước với hiện tượng nồng độ các chất dinh dưỡng cao làm bùng phát các loại thực vật nước (rong, lục bình, bèo...), làm tăng các chất lơ lửng, chất hữu cơ, làm suy giảm lượng oxy trong nước, ảnh hưởng lớn đến các loài thủy sản khác, gây ra những khó khăn cho các ngành kinh tế và đời sống người dân (Van Puijenbroek et al., 2004). Do đó, việc đưa ra những giải pháp để đánh giá trạng thái dinh dưỡng nhằm kiểm soát hiện tượng phú dưỡng ở các thủy vực nước mặt là cần thiết.

Bên cạnh việc sử dụng các chỉ tiêu hóa, lí như công cụ truyền thống trong quan trắc chất lượng môi trường nước thì trong những năm gần đây việc sử dụng các chỉ số sinh học của quần xã vật phù du (TVPD) đã và đang được áp dụng rộng rãi làm cơ sở để đánh giá mức độ phú dưỡng của các thủy vực. Trong đó, chỉ số TDI (Trophic Diatom Index) được

Cite this article as: Tran Thi Hoang Yen, Dinh Le Mai Phuong, Tran Thanh Thai, Nguyen Le Que Lam, Ngo Xuan Quang, & Pham Thanh Luu (2019). Using Trophic Diatom Index (TDI) for assessing eutrophic status of some water bodies in Ben Tre City, Vietnam. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 16(12), 1053-1064.

Kelly và Whitton đề nghị đầu tiên vào năm 1995, là chỉ số giúp đánh giá tình trạng dinh dưỡng hữu cơ của hệ sinh thái thủy vực dựa trên tổng số lượng loài và số lượng cá thể TVPD chỉ thị cho môi trường phú dưỡng (Kelly, & Whitton, 1995). Chỉ số TDI được tính toán dựa trên 86 loài khuê tảo vào năm 1995, đây là các loài dễ dàng định danh, chỉ thị cho môi trường bị ô nhiễm hữu cơ và không bị ô nhiễm hữu cơ của các nguồn nước (Kelly, & Whitton, 1995). Chỉ số TDI được sử dụng để đánh giá cả về mức độ ô nhiễm môi trường và tình trạng dinh dưỡng của thủy vực và được áp dụng rộng rãi cho hệ sinh thái từ nước ngọt đến nước mặn (Kelly, & Whitton, 1995; Kelly, 1998; Kelly, 2013). Phần lớn nghiên cứu sử dụng chỉ số TDI để đánh giá trạng thái dinh dưỡng của hệ sinh thái chủ yếu là thủy vực nước mặn-lợ. Trong nghiên cứu của Shaimaa et al. (2017) đã sử dụng chỉ số TDI để đánh giá tình trạng dinh dưỡng của sông Tigri (Iraq) tại 5 điểm từ 6/2015 đến 5/2016 và đã cho thấy thủy vực ở mức độ từ nghèo đến dinh dưỡng trung bình. Ở Việt Nam, Nguyen et al. (2013) đã sử dụng chỉ số TDI để đánh giá hiện trạng dinh dưỡng trong trầm tích của rừng ngập mặn ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ (Thành phố Hồ Chí Minh). Bên cạnh đó, việc sử dụng TDI để đánh giá trạng thái dinh dưỡng thủy vực cũng được áp dụng trong nghiên cứu ở vịnh Nha Trang đã cho biết thủy vực thường xuyên ở trạng thái dinh dưỡng từ trung bình đến ưu dưỡng (Huynh et al., 2015).

Bài báo này sử dụng chỉ số TDI để đánh giá trạng thái dinh dưỡng của một số thủy vực ở thành phố Bến Tre nhằm mục đích có thêm cơ sở cho việc đề xuất các biện pháp quản lý và kiểm soát phú dưỡng một cách hiệu quả. Ngoài ra, mối tương quan giữa các thông số môi trường và chỉ số dinh dưỡng cũng được thể hiện trong nghiên cứu này.

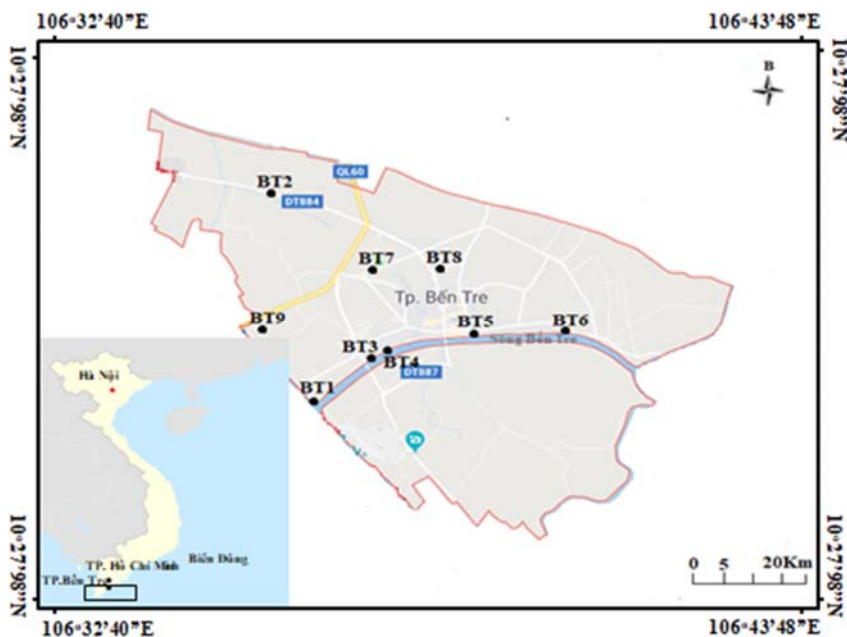
2. Phương pháp

2.1. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Bến Tre, trực thuộc tỉnh Bến Tre, là thành phố có địa hình tương đối bằng phẳng với hệ thống kênh rạch khá chằng chịt, cao độ trung bình so với mặt nước biển từ 1-1,5 m; là vùng đất nổi phù sa trên nền đất thấp được bao bọc bởi sông Hàm Luông về phía Tây, sông Bến Tre về phía Nam, kênh Chệt Sậy về phía Đông. Trong khu vực nội ô có rạch Cái Cá, rạch Cá Lóc, rạch Kiến Vàng và rạch Gò Đàng (Nguyen et al., 2001).

2.2. Phương pháp thu mẫu và phân tích mẫu thực vật phù du

Mẫu được thu 2 đợt: mùa mưa (tháng 9/2017) và đợt mùa khô (tháng 4/2018) tại 9 điểm được kí hiệu từ BT1–BT9 trong khu vực thành phố Bến Tre. Địa điểm và tọa độ các điểm thu được trình bày ở Bảng 1 và Hình 1. Các chỉ tiêu pH, DO, TDS, nhiệt độ và độ mặn của mẫu nước mặt được đo ngoài hiện trường bằng thiết bị đo nhanh WTW 3320 (Germany). Mẫu trầm tích được thu bằng gàu đáy Peterson. Mẫu được thu lặp lại 3 lần tại mỗi vị trí. Toàn bộ mẫu được giữ lạnh mang về phòng thí nghiệm và phân tích các chỉ tiêu như NH_4^+ (mg/l), NO_3^- (mg/l), PO_4^{3-} (mg/l) bằng phương pháp so màu trên máy SMEWW 4500–P (D):2012 và UV–DR-500 (Hach, USA) theo các phương pháp của APHA (2005).



Hình 1. Bản đồ các vị trí thu mẫu trong thành phố Bến Tre

Bảng 1. Địa điểm, tọa độ và kí hiệu các điểm thu mẫu

Địa điểm và vị trí thu mẫu	Kí hiệu	Tọa độ	
		Vĩ độ Bắc	Kinh độ Đông
phà Hàm Luông, thành phố Bến Tre	BT1	10°13'16,3"N	106°20'57,9"E
cầu Sân Bay – xã Sơn Đông, thành phố Bến Tre	BT2	10°15'45,7"N	106°21'10,2"E
cầu Kiến Vàng – phường 7, thành phố Bến Tre	BT3	10°13'56,1"N	106°21'57,5"E
cầu Cái Cá – phường 5, thành phố Bến Tre	BT4	10°14'02,1"N	106°22'12,5"E
cầu Cá Lóc – phường 1, thành phố Bến Tre	BT5	10°14'10,1"N	106°22'56,0"E
cầu Gò Đàng – xã Phú Hưng, thành phố Bến Tre	BT6	10°14'15,3"N	106°23'48,5"E
cầu Bình Nguyên – phường 6, thành phố Bến Tre	BT7	10°14'57,4"N	106°21'45,8"E
cầu Bà Mụ – phường Phú Khương, thành phố Bến Tre	BT8	10°14'40,0"N	106°22'46,7"E
xã Bình Phú, thành phố Bến Tre	BT9	10°14'04,6"N	106°20'40,1"E

Đối với mẫu TVPD gồm: mẫu định tính được thu bằng lưới phiêu sinh hình nón có kích thước mắt lưới là 20 µm bằng cách kéo lưới trên bề mặt nước, sau đó cho vào lọ 150ml và cố định bằng dung dịch formaldehyde tại hiện trường. Mẫu định lượng được thu trong can nhựa 2L (Edward, & David, 2010).

Các loài TVPD được định danh bằng phương pháp hình thái so sánh để phân loại, xác định thành phần loài sử dụng kính hiển vi quang học Olympus BX51 ở độ phóng đại

×100-400 và được định danh dựa trên các tài liệu phân loại học (Shirota, 1966; Truong, 1993; Nguyen, 2003). Hệ thống phân loại PSTV dựa theo của AlgaeBase (Guiry, & Guiry, 2014). Mẫu định lượng được để lắng 48h trong phòng thí nghiệm sau đó mẫu được làm đông đặc còn lại 10-15ml. Mật độ tế bào trong 1-5ml mẫu được xác định bằng buồng đếm Sedgewick Rafter theo phương pháp của Edward và David (2010). Sinh khối tế bào được tính dựa theo các phương pháp của Sun và Liu (2003) bằng cách mô phỏng hình học hình dạng tế bào sau đó được quy đổi thành trọng lượng tươi theo tỉ lệ 1 mg/mm³ theo phương pháp của Wetzel và Likens (2013).

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Chỉ số TDI được tính trên các loài khuê tảo chi thị dựa vào mức giá trị chi thị của loài và độ nhạy với ô nhiễm theo Kelly & Whitton (1995). Để tính chỉ số TDI, cần tính số cá thể khuê tảo trung bình đã được hiệu chỉnh ("weighted average") hay được gọi là "khả năng nhạy cảm trung bình" đã được hiệu chỉnh ("weighted mean sensitivity") (WMS) theo Zekinka & Marvan (1961):

$$WMS = \frac{\sum A_j \times S_j \times V_j}{\sum A_j \times V_j}$$

Trong đó:

a_j : số lượng mảnh vỏ của loài j trong mẫu;

s_j : giá trị nhạy cảm với môi trường ô nhiễm (1-5) của loài j ;

v_j : giá trị chi thị cho môi trường (1-3) của loài j ;

Giá trị s và v được sắp xếp dựa theo Kelly và Whitton (1995).

Sau khi đã tính chỉ số WMS chỉ số TDI được tính như sau:

$$TDI = (WMS \times 25) - 25$$

Giá trị TDI với trạng thái dinh dưỡng tương ứng được thể hiện ở Bảng 2 (Kelly, & Whitton, 1995):

Bảng 2. Giá trị TDI với trạng thái dinh dưỡng tương ứng

Trạng thái dinh dưỡng thủy vực	Thang TDI
Oligotrophic (Rất nghèo dinh dưỡng)	<35
Oligo – mestrophic (Nghèo dinh dưỡng)	35–50
Mesotrophic (Dinh dưỡng trung bình)	50–60
Eutrophic (Giàu dinh dưỡng)	60–75
Hypertrophic (Rất giàu dinh dưỡng)	>75

Số liệu tự thu thập được và số liệu thực tế trong quá trình thực hiện đề tài, tất cả các số liệu được tổng hợp bằng phần mềm Excel. Các phép tính thống kê được thực hiện bằng phần mềm Statgraphic centurion XV. Phương pháp phân tích phương sai một nhân tố (one-way ANOVA) và phân tích hậu kiểm (Tukey's HSD test) được sử dụng để kiểm tra sự khác biệt của các thông số môi trường giữa các điểm thu mẫu và giữa hai mùa khô và mưa. Mỗi tương quan giữa chỉ số phú dưỡng với các thông số môi trường được xác định nhờ phương pháp

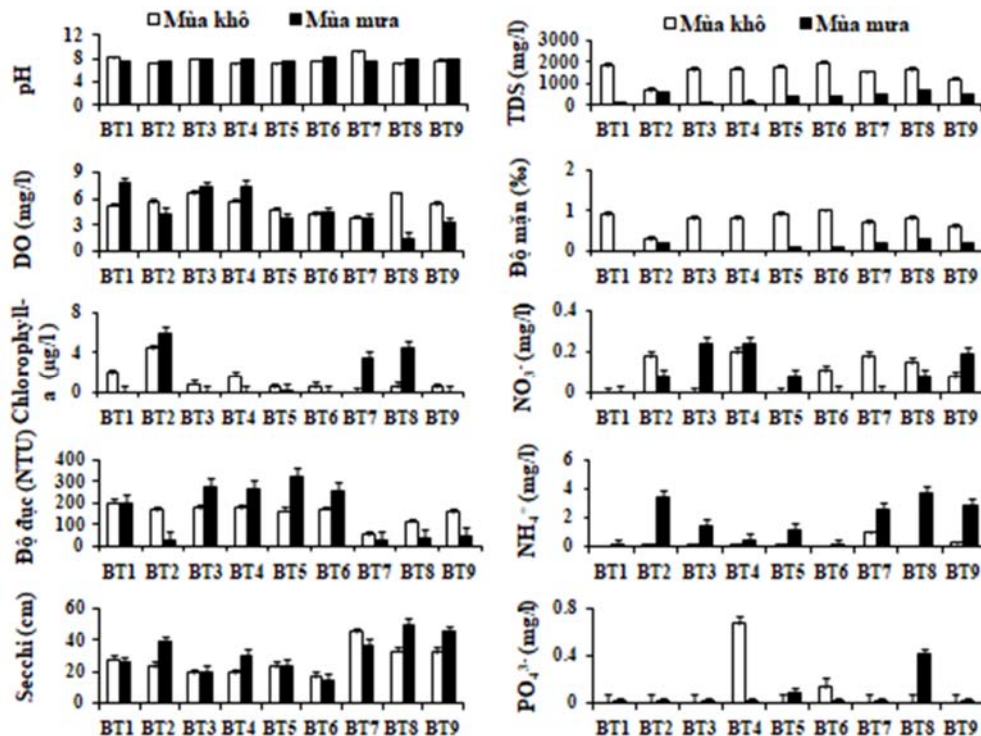
phân tích tương quan Spearman sau đó thực hiện mô hình hồi quy tuyến tính (Linear Regression Analysis).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tính chất hóa lí của môi trường nước mặt và trầm tích

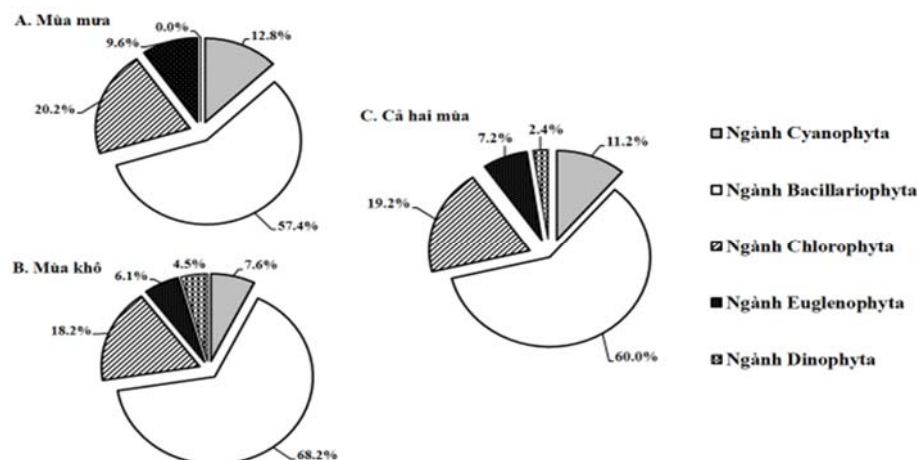
Kết quả phân tích các thông số hoá lí của nước mặt và trầm tích ở các thủy vực trong thành phố Bến Tre vào mùa khô và mùa mưa được trình bày ở Hình 2. Trong cả hai mùa pH ở khu vực khảo sát có đặc điểm từ trung tính đến kiềm nhẹ dao động từ 7,1-9,3. Nồng độ DO tương đối thấp ở một số điểm dao động từ 1,4-7,7 mg/l, cao nhất và thấp nhất tại điểm BT1 và BT8 vào mùa mưa. Độ đục cao dao động từ 25,4-325 NTU cao nhất và thấp nhất tại điểm BT5 và BT7 vào mùa mưa. Độ trong dao động từ 15-50 cm cao nhất và thấp nhất BT6 và BT8 vào mùa mưa. Giá trị TDS khá cao dao động từ 116-1950 mg/l cao nhất tại điểm BT6 vào mùa khô và thấp nhất tại điểm BT1 vào mùa mưa. Độ mặn dao động từ 0-1 ‰ có tính chất từ nước ngọt đến nước lợ nhạt. Nồng độ NO_3^- dao động từ 0-0,24 mg/l. Hàm lượng NH_4^+ dao động từ 0-3,7 mg/l và PO_4^{3-} dao động từ 0-0,67 mg/l. Hàm lượng chlorophyll-a đo được tại các vị trí vào hai mùa dao động từ 0-5,87 $\mu\text{g/l}$ cao nhất và thấp nhất tại điểm BT2 và BT4 vào mùa mưa. Hầu hết các điểm khảo sát có hàm lượng chlorophyll-a trong cả hai mùa khảo sát khá thấp, một số điểm trong mùa mưa có hàm lượng chlorophyll-a cao như BT2, BT7, BT8. Ánh sáng và dinh dưỡng cần cho sự phát triển của TVPD. Môi trường nước ở hầu hết các điểm khảo sát trong thành phố Bến Tre đều có độ đục cao, hàm lượng phù sa dẫn đến sự hạn chế sinh trưởng và phát triển của TVPD làm cho hàm lượng chlorophyll-a ở nơi đây khá thấp.

Qua kết quả phân tích phương sai một chiều ANOVA các chỉ tiêu hóa tại các thủy vực khảo sát, giá trị của các thông số TDS và NH_4^+ khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$) qua hai đợt khảo sát trong mùa khô và mùa mưa. Trong đó, TDS mùa khô cao hơn mùa mưa, ngược lại NH_4^+ vào mùa mưa cao hơn mùa khô. Kết quả phân tích các chỉ tiêu pH, độ đục DO, secchi, độ mặn, NO_3^- và PO_4^{3-} không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa hai mùa ($P > 0,05$). Ngoài ra, đa số các điểm có các thông số đều đạt Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt - QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A2 ở cả hai mùa khảo sát. Riêng một số điểm như BT5, BT6 ở cả hai mùa có hàm lượng DO dưới mức cho phép của QCVN 08-MT:2015/BTNMT, cột A2. Trong đó nhiều điểm có hàm lượng NH_4^+ cao hơn mức cho phép cột A2 như BT2, BT3, BT4, BT5, BT7, BT8. Đây là những điểm nằm trong thành phố Bến Tre có dấu hiệu bị ô nhiễm về nguồn nước như điểm BT2, BT7, BT8 chịu tác động mạnh của con người nguy cơ ô nhiễm rác thải, nước sinh hoạt, công nghiệp, xây dựng, những khu chợ dân sinh ven thủy vực khảo sát.



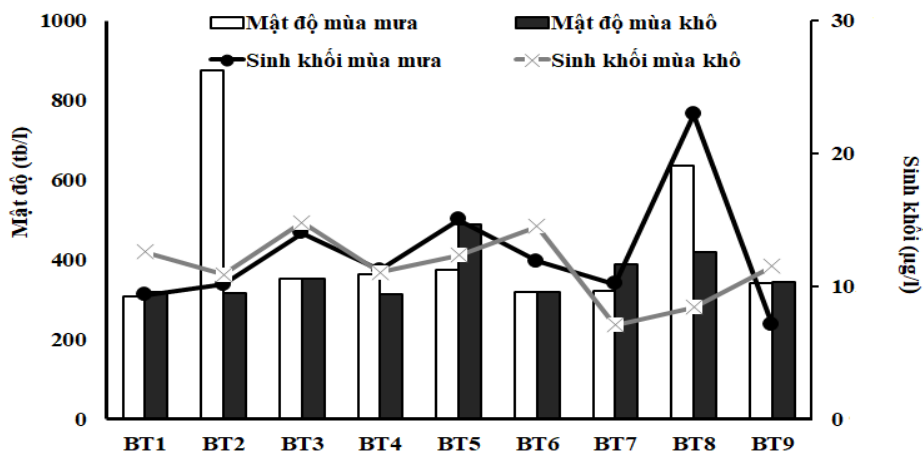
Hình 2. Các thông số hóa lí qua hai đợt khảo sát trong các thủy vực trong thành phố Bến Tre
3.2. Cấu trúc thành phần loài và mật độ TVPD

Kết quả phân tích TVPD qua hai đợt khảo sát được thể hiện ở Hình 3. Tổng số đã ghi nhận được 125 loài thuộc 5 ngành gồm: vi khuẩn lam (Cyanophyta) có 14 loài chiếm 11,2%, tảo silic (Bacillariophyta) có 75 loài chiếm 60%, tảo lục (Chlorophyta) có 24 loài chiếm 19,2%, tảo mắt (Euglenophyta) có 9 loài chiếm 7,2% và tảo hai roi (Dinophyta) có 3 loài chiếm 2,4%. Trong đó, ngành tảo silic luôn chiếm ưu thế (>50%) trong cấu trúc thành phần loài ở cả hai mùa, kể đến là ngành tảo lục và vi khuẩn lam; hai ngành tảo mắt và tảo hai roi chiếm tỉ lệ rất ít. Tổng số loài ghi nhận được ở nghiên cứu này cao hơn so với nghiên cứu ở sông Ba Lai tỉnh Bến Tre vào năm 2016-2017 (Pham et al., 2017). Thành phần loài giữa hai mùa có sự khác biệt. Vào mùa khô tảo silic xuất hiện nhiều hơn mùa mưa ngược lại các ngành vi khuẩn lam, tảo lục và tảo mắt xuất hiện nhiều hơn vào mùa mưa. Ngành tảo hai roi chỉ hiện diện trong mùa khô nhưng tỉ lệ rất ít trong khi đó mùa mưa hầu như không có loài nào được ghi nhận.



Hình 3. Cấu trúc thành phần loài TVPD theo mùa trong khu vực thành phố Bến Tre

Mật độ và sinh khối tế bào của quần xã TVPD ở các thủy vực trong thành phố Bến Tre được trình bày ở Hình 4. Mật độ tế bào dao động từ 313-489 tb/l vào mùa khô và từ 307-875 tb/l vào mùa mưa. Mật độ tế bào thấp nhất và cao nhất được ghi nhận vào mùa mưa tại các điểm BT1 và BT2. Tại điểm BT2 vào mùa mưa có mật độ cao nhất vì có sự xuất hiện của loài *Spirulina laxissima* chiếm số lượng tương đối cao (>60%) làm cho mật độ tảo nơi đây tăng lên. Mật độ tế bào không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa hai mùa (ANOVA, $P > 0,05$). Mật độ tế bào của các chi *Coscinodiscus*, *Cyclotella* hay *Nitzschia* thuộc ngành tảo silic luôn chiếm ưu thế tại các vị trí khảo sát ở cả hai đợt. Đây là những loài chịu được muối trong khu hệ tảo nội địa Việt Nam như những loài *Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia reversa* hay những loài biển chịu lợ có thể sống trong khu vực nội địa như loài *Coscinodiscus subtilis*, *Coscinodiscus lineatus*, *Nitzschia sigma*. Điều này góp phần cho thấy khu hệ TVPD chịu ảnh hưởng của biển khá rõ rệt. Có nhiều loài vừa sống được trong môi trường nước ngọt vừa sống được trong môi trường nước lợ, nhiều loài ưa muối chỉ thị cho ô nhiễm trung bình như loài *Nitzschia reversa* (Nguyen, 2003). Mùa mưa, sự xuất hiện của các loài tảo mắt nhiều nhất là tại các điểm như BT2, BT7, BT8, BT9. Trong đó, tại điểm BT8 vào mùa mưa số lượng các loài tảo mắt tăng cao hơn so với những điểm khác nhất là loài tảo *Lepocinclis acus* (chiếm >16%) và loài vi khuẩn lam *Oscillatoria limosa* cũng chiếm số lượng nhiều hơn so với những điểm khác. Theo các nghiên cứu về tảo chỉ thị cho độ bẩn ở Việt Nam thì loài *Lepocinclis acus* và *Oscillatoria limosa* được sử dụng để đánh giá độ bẩn của thủy vực ở mức độ trung bình. Khi tỉ lệ tảo mắt trong vùng ô nhiễm của thủy vực tăng cao chứng tỏ rằng các khu vực này đang bị ô nhiễm hữu cơ từ các hoạt động chăn nuôi gia súc, gia cầm... (Nguyen, 2003).



Hình 4. Sinh khối và mật độ tế bào TVPD ở các thủy vực trong thành phố Bến Tre

Sinh khối tế bào dao động từ 7,09-22,97 µg/l vào mùa mưa và từ 7,08-14,80 µg/l vào mùa khô. Sinh khối cao nhất tại điểm BT8 (22,97 µg/l) vào mùa mưa và thấp nhất tại điểm BT2 (7,08µg/l) vào mùa khô. Sinh khối không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa hai mùa (ANOVA, P>0,05).

Ở khu vực đô thị, khu vực bị ô nhiễm bởi các nguồn thải công nghiệp thường có thành phần loài TVPD kém đa dạng, mật độ tế bào thường cao nhưng với sinh khối tế bào nhỏ cũng như có ít tế bào khỏe mạnh và đặc biệt xuất hiện nhiều tế bào bị biến dạng. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu ở khu vực Bến Tre khi mà hàm lượng chlorophyll-a và sinh khối tế bào vi tảo ở đa số các điểm khảo sát khá thấp (Pandey et al., 2018). Dựa vào thành phần loài, tần suất xuất hiện, mật độ tế bào khảo sát cho thấy hầu hết các thủy vực trong thành phố Bến Tre đặc biệt vào mùa mưa đang có dấu hiệu dinh dưỡng cao, nguồn nước bị nhiễm bẩn. Tại điểm BT2-điểm cầu Sân Bay và BT8-điểm cầu Bà Mụ với sự xuất hiện nhiều các loài thuộc chi như *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Euglena*, *Lepocinclis*, *Phacus* cho thấy môi trường nước nơi đây giàu dinh dưỡng, ít hoặc không bị nhiễm mặn và khả năng nhiễm bẩn ở mức độ trung bình. Đây là một số nhóm TVPD có khả năng sử dụng làm chỉ thị cho các mức độ khác nhau của phú dưỡng hóa, ô nhiễm mặn, nhiễm bẩn (Nguyen, 2003).

3.3. Chỉ số TDI

Chỉ số TDI và trạng thái dinh dưỡng tương ứng trong mùa mưa và mùa khô ở các thủy vực trong thành phố Bến Tre được trình bày ở Bảng 3. Chỉ số TDI dao động từ 41,32-71,31 vào mùa khô và mùa mưa từ 53,80-81,73. Chỉ số TDI cao nhất tại điểm BT2 vào mùa mưa và thấp nhất tại điểm BT9 vào mùa khô. Không có sự khác biệt thống kê giữa các giá trị TDI giữa hai mùa (P>0,05). Dựa vào bảng giá trị của Kelly và Whitton (1995) cho thấy trạng thái dinh dưỡng của các điểm khảo sát trong hai mùa ở mức độ nghèo đến ưu dưỡng. Mùa khô, hầu hết các điểm khảo sát đều ở trạng thái từ nghèo đến dinh dưỡng trung bình, riêng các

điểm BT2, BT7 và BT8 ở trạng thái giàu dinh dưỡng. Mùa mưa thì ngược lại mùa khô, hầu như trạng thái các thủy vực khảo sát đều trong tình trạng giàu dinh dưỡng có khi lên tới tình trạng ưu dưỡng tại các điểm BT2, BT5 và BT9. Hai điểm BT1 và BT7 có trạng thái dinh dưỡng trung bình. Trong cả hai mùa khảo sát, nguồn nước ở cả hai điểm BT2 và BT8 luôn có tình trạng dinh dưỡng cao đến ưu dưỡng. Điều này cho thấy khả năng phú dưỡng ở những điểm này rất cao.

Chỉ số TDI thể hiện tình trạng từ nghèo đến rất giàu dinh dưỡng ở hầu hết các thủy vực khảo sát trong cả hai mùa. Vào mùa mưa, chỉ số TDI cho thấy thủy vực giàu dinh dưỡng ở đa số các khu vực khảo sát. Điều này cho thấy các điểm khảo sát có khả năng tích tụ nhiều chất hữu cơ vào mùa mưa. Vì đây là những thủy vực trong nội thành, chất hữu cơ có thể được tích tụ một phần từ rác thải, nước thải sinh hoạt của người dân sống hai bên ven bờ hay cạnh những khu chợ dân sinh. Theo Quy chuẩn Kỹ thuật Việt Nam về chất lượng nước mặt – QCVN 08:2015/BTNMT, các chỉ tiêu hóa lí ở hầu hết các vị trí khảo sát phù hợp cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu chất lượng nước tương tự hoặc các mục đích sử dụng như loại B2. So với các chỉ tiêu hóa lí thông thường thì chỉ số phú dưỡng đã phản ánh tốt hơn trạng thái dinh dưỡng của các thủy vực nước mặt trong khu vực đô thị và đã thể hiện rõ trong các công trình nghiên cứu trước đây. Trong nghiên cứu của Huỳnh và cộng sự (2015) cũng đã chỉ ra được tình trạng dinh dưỡng ở khu vực vịnh Nha Trang từ nghèo dinh dưỡng đến ưu dưỡng khi sử dụng chỉ số TDI.

Bảng 3. Giá trị chỉ số TDI và trạng thái dinh dưỡng tương ứng

Địa điểm thu mẫu	Trạng thái dinh dưỡng*			
	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
BT1	53,80	45,31	M	O-M
BT2	81,73	65,82	H	E
BT3	72,17	43,75	E	O-M
BT4	74,88	46,52	E	O-M
BT5	80,29	45,56	H	O-M
BT6	71,77	57,97	E	E
BT7	59,04	71,20	M	E
BT8	67,11	71,31	E	E
BT9	79,59	41,32	H	M

*Trạng thái dinh dưỡng dựa vào bảng giá trị của Kelly và Whitton (1995). Trong đó: E: giàu dinh dưỡng, H: rất giàu dinh dưỡng, M: dinh dưỡng trung bình, O-M: nghèo dinh dưỡng.

3.4. Mối tương quan giữa các thông số môi trường với chỉ số dinh dưỡng

Mối tương quan giữa các chỉ số dinh dưỡng và các thông số môi trường được thể hiện bằng phân tích tương quan Spearman và mô hình hồi quy tuyến tính. Kết quả kiểm định tương quan Spearman giữa thông số môi trường với chỉ số dinh dưỡng được thể hiện ở Bảng 4.

Bảng 4. Tương quan Spearman giữa thông số môi trường với chỉ số dinh dưỡng

Yếu tố môi trường	Chỉ số TDI (Giá trị P)
DO	0,23
Độ đục	0,88
Độ mặn	0,02*
NH ₄ ⁺	0,01*
NO ₃ ⁻	0,0058*
pH	0,53
PO ₄ ³⁻	0,19
secchi	0,18
TDS	0,02*

Ghi chú: * Tương quan có ý nghĩa ở mức $P < 0,05$.

Chỉ số TDI thể hiện được mối tương quan với các thông số độ mặn, NH₄⁺, NO₃⁻ và TDS ($r=0,6206$, $r=0,6127$, $r=0,6696$ và $r=-0,5598$, $P<0,05$). Các thông số còn lại không cho thấy được mối tương quan với chỉ số TDI ($P>0,05$) như DO, độ đục, pH, secchi và PO₄³⁻. Phương trình hồi quy đa biến mối quan hệ giữa chỉ số TDI và các thông số môi trường được thể hiện:

$$\text{TDI} = 1,07362 + 0,583275 \times \text{NO}_3^- - 1,4224 \times \text{độ mặn} + 0,310936 \times \text{TDS}$$

(với $R^2=62,1804$, $P=0,0028$).

Chỉ số TDI có mối tương quan thuận với nồng độ các chất NO₃⁻ và TDS nhưng lại có mối tương quan nghịch với độ mặn. Khi gia tăng hàm lượng NO₃⁻ và TDS thì sẽ làm tăng chỉ số TDI thể nhưng lại bị hạn chế bởi độ mặn. Độ mặn ảnh hưởng đến chỉ số TDI điều này cho thấy độ mặn ảnh hưởng đến sự phân bố các loài loài khuê tạo chỉ thị cho môi trường bị ô nhiễm hữu cơ và không bị ô nhiễm hữu cơ như các loài thuộc chi *Nitzschia*, *Navicula*. Mối tương quan giữa chỉ số TDI và các thông số môi trường đã được tìm hiểu ở các nghiên cứu trước đây nhất là sự nhạy cảm của chỉ số TDI với sự phú dưỡng (NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻) và điều này đã được chứng minh thêm trong nghiên cứu này. Nghiên cứu trên sông Nišava, Southern (Serbia) đã thể hiện mối tương quan thuận và có ý nghĩa thống kê giữa chỉ số TDI và phốt phát, nitrat và ion amoni nhưng sự tương quan đó yếu (Andrejić et al., 2012). Ngược lại, nghiên cứu ở hệ thống sông Kowie (South Africa) đã cho thấy khá rõ mối tương quan của chỉ số TDI với các yếu tố môi trường như pH, độ mặn (Dalu, & Froneman, 2016). Nodine và cộng sự (2014) đã nhận định rằng việc sử dụng quần xã tảo silic để phản ánh các thông số môi trường trong phạm vi không gian của thủy vực là đáng tin cậy. Do đó, chỉ số TDI có thể sử dụng cho thủy vực nước ngọt-lợ hay thủy vực nước mặn khu vực đô thị bị ảnh hưởng bởi độ mặn.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chỉ số TDI được sử dụng để đánh giá trạng thái phú dưỡng ở một số thủy vực trong thành phố Bến Tre. Kết quả đã cho thấy, các thủy vực khảo sát ở trạng thái từ nghèo đến rất giàu dinh dưỡng, trong đó điểm dinh dưỡng thấp như BT1 và những điểm như BT2, BT6, BT8 luôn trong tình trạng dinh dưỡng cao ở cả hai mùa. Đặc biệt mùa mưa thủy vực luôn giàu dinh dưỡng hơn mùa khô và những điểm như BT2, BT8 đang có dấu hiệu bị nhiễm bẩn đã góp phần phản ánh sự tác động nghiêm trọng bởi các hoạt động của con người ở những nơi này. Đồng thời, nghiên cứu cũng cho thấy có sự ảnh hưởng của một số thông số hóa lí như độ mặn, nitrat và TDS với chỉ số dinh dưỡng. Việc sử dụng chỉ

số dinh dưỡng của quần xã TVPD đã cho thấy tiềm năng phản ánh chất lượng nước và tình trạng dinh dưỡng của thủy vực. Do đó, việc kết hợp giữa các chỉ số phú dưỡng của TVPD cùng với các thông số môi trường hóa lí nên được áp dụng thường xuyên trong chương trình quan sát chất lượng môi trường thủy vực nước mặt.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Andrejić, J., Krizmanić, J., Cvijan, M., & Bojović, S. (2012). Evaluation of the Trophic Diatom Index for assessing water quality in the Nišava River, Southern Serbia. *In 22nd International Diatom Symposium, book of abstracts*, 26, 31-08.
- APHA. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington DC., USA, 1496 pages.
- Nguyen, C. B., Ngo, Q. H., Vu, H., Nguyen, L., Huynh, L., Vu, V. N., Huynh, K. S., Doan, T. (2001). *Dia chi Ben Tre*. Social Sciences Publishing House, Ha Noi, 1421 pages.
- Dalu, T., Bere, T., & Froneman, P. W. (2016). Assessment of water quality based on diatom indices in a small temperate river system, Kowie River, South Africa. *Water SA*, 42(2), 183-193.
- Huynh, T. N. D., Nguyen, T. M. A., Nguyen, C. T., Tran, T. L. V., Phan, T. L., Nguyen, N. L., & Doan, N. H. (2015). Assessment on trophic status of Nha Trang bay using environmental and phytoplankton based indices [Danh gia trang thai dinh duong cua vinh Nha Trang qua cac chi so moi truong nuoc va thuc vat phu du]. *Academia Journal Of Biology*, 37(4), 446-457.
- Edward, G. B., & David, C. S. (2010). *Freshwater algae, identification and use as bioindicators*. Wiley-Blackwell, 272 pages.
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2014). *AlgaeBase. World-wide electronic publication*. National University of Ireland, Galway. Retrieved from <http://www.algaebase.org>
- Nguyen, T. G. H., Nguyen, T. T., & Le, X. T. (2013). Using TDI to Assess Sedimentary Nutrient Status of the Mangrove forest Disturbed by Durian Typhoon at Can Gio Biosphere Reserver, Ho Chi Minh City [Su dung chi so TDI danh gia tinh trang dinh duong trong nen tram tích rừng ngập man bị xáo trộn do bão Durian tại khu du trú sinh quyển rừng ngập man Can Gio, TP Ho Chi Minh]. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 11(5), 663-671.
- Kelly, M. G., & Whitton, B. A. (1995). The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology*, 7(4), 433-444.
- Kelly, M. G. (1998). Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. *Water research*, 32(1), 236-242.
- Kelly, M. (2013). Building capacity for ecological assessment using diatoms in UK rivers. *Journal of Ecology and Environment*, 36(1), 89-94.
- National technical regulation on surface water quality [Quy chuan Ki thuat Quoc gia ve chat luong nuoc mat] QCVN 08:2015/BTNMT.
- Nodine, E. R., & Gaiser, E. E. (2014). Distribution of diatoms along environmental gradients in the Charlotte Harbor, Florida (USA), estuary and its watershed: Implications for bioassessment of salinity and nutrient concentrations. *Estuaries and coasts*, 37(4), 864-879.

- Pandey, L. K., Lavoie, I., Morin, S., Park, J., Lyu, J., Choi, S.,... & Han, T. (2018). River water quality assessment based on a multi-descriptor approach including chemistry, diatom assemblage structure, and non-taxonomical diatom metrics. *Ecological Indicators*, (84), 140-151.
- Shaimaa, F. A. et.al. (2017). Evaluation of Water Quality by Trophic Diatom Index (TDI) in Tigris River within Wasit Province. *Indian Journal of Ecology*, 44(4), 711-716.
- Shirota, A. (1966). *The plankton of South Viet-Nam: fresh water and marine plankton*. Overseas Technical Cooperation Agency.
- Sun, J., & Liu, D. (2003). Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of plankton research*, 25(11), 1331-1346.
- Pham, T. L., Tran, T. N. D., Tran, T. T., Nguyen, T. M. Y., & Ngo, X. Q. (2017). Seasonal variations of phytoplankton community structure in relation to physico-chemical factors in Ba Lai river, Ben Tre Province [Khu hệ thực vật phù du trong môi trường quan với các thông số môi trường ở sông Ba Lai, tỉnh Bến Tre]. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 15(5), 631-641.
- Truong, N. A. (1993). *Taxonomy of bacillariophyta plankton in marine waters of Vietnam [Phân loại tảo Silic phù du Việt Nam]*. Science and Technics Publishing House, Ha Noi, 315 pages.
- Nguyen, V. T. (2003). *Biodiversity of algae in the inland water bodies of Vietnam—prospects and challenges [Đa dạng sinh học tảo trong thủy vực nội địa Việt Nam – Triên vọng và Thách thức]*. Agricultural Publishing House, Ho Chi Minh City, 499 pages.
- Van Puijenbroek, P. J. T. M., Janse, J. H., & Knoop, J. M. (2004). Integrated modelling for nutrient loading and ecology of lakes in The Netherlands. *Ecological Modelling*, 174(1-2), 127-141.
- Wetzel, R. G., & Likens, G. E. (2013). *Limnological analyses*. Springer Science & Business Media.
- Zelinka, M., & Marvan, P. (1961). Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation des Reinheit fliessender Gewasser Arch. *Hydrobiol*, 57, 389-407.

USING TROPHIC DIATOM INDEX (TDI) FOR ASSESSING EUTROPHIC STATUS OF SOME WATER BODIES IN BEN TRE CITY, VIETNAM

**Tran Thi Hoang Yen^{1*}, Dinh Le Mai Phuong², Tran Thanh Thai¹
Nguyen Le Que Lam², Ngo Xuan Quang^{1,2}, Pham Thanh Luu^{1,2}**

¹Vietnam Academy of Science and Technology (VAST) – Institute of Tropical Biology (ITB)

²Graduate University of Science and Technology, (VAST)

*Corresponding author: Tran Thi Hoang Yen – Email: tthyen95@gmail.com

Received: September 07, 2019; Revised: October 09, 2019; Accepted: October 20, 2019

ABSTRACT

The present study aims to calculate the Trophic Diatom Index (TDI) for assessing the eutrophic status of some water bodies in the Ben Tre city, Vietnam. Phytoplankton and water samples were collected at nine different stations in two fieldtrips during September, 2017 (rainy season) and April, 2018 (dry season). The results of TDI indicate that the eutrophic status of surface water in the Ben Tre city were classified as Oligotrophic and Hypertrophic. In addition, the result of Spearman's correlation show that TDIs were influenced by salinity, TDS, and NO₃⁻. The TDI was relatively sensitive to eutrophic condition and could be used as a potential indicator for bio-monitoring of surface water in urban areas.

Keywords: Trophic Diatom Index (TDI); Ben Tre City; phytoplankton; trophic status