

KHU HỆ THỰC VẬT PHÙ DU TRONG MỐI TƯƠNG QUAN VỚI CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG Ở SÔNG BA LAI, BẾN TRE

**Phạm Thanh Lưu^{1*}, Trần Thị Ngọc Dung², Trần Thành Thái¹,
Nguyễn Thị Mỹ Yến¹, Ngô Xuân Quảng¹**

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

²*Đại học Tôn Đức Thắng*

Email : thanhluupham@gmail.com*

Ngày gửi bài: 15.02.2017

Ngày chấp nhận: 15.06.2017

TÓM TẮT

Nghiên cứu này khảo sát sự thay đổi của quần xã thực vật phù du (TVPD) và các yếu tố môi trường theo không gian và thời gian ở sông Ba Lai. Các mẫu khảo sát được thu thập ở 8 vị trí trong mùa khô và mùa mưa năm 2016. Tổng số 104 loài TVPD được ghi nhận, trong đó tảo silic chiếm ưu thế tuyệt đối trên 70% cả về thành phần loài và mật độ tế bào. Mật độ tế bào TVPD trung bình là 2.010 tế bào/L ở mùa khô và 1.620 tế bào/L ở mùa mưa. Đa dạng của quần xã TVPD giảm dần về điểm đập Ba Lai theo cả hai hướng từ thượng nguồn và từ hướng cửa sông. Kết quả phân tích tương quan chính tắc (CCA) cho thấy khu hệ TVPD ở sông Ba Lai bị chi phối bởi hàm lượng chất rắn hoà tan (TDS), độ mặn và hàm lượng các chất dinh dưỡng nitơ và phospho.

Từ khoá: Chất lượng môi trường, phân tích tương quan, thực vật phù du, sông Ba Lai, tỉnh Bến Tre.

Seasonal Variations of Phytoplankton Community Structure in Relation to Physico-chemical Factors in Ba lai River, Ben Tre Province

ABSTRACT

This study examined spatial and temporal variation in phytoplankton communities and physico-chemical water properties in Ba Lai River. Phytoplankton and water samples were collected at 8 different stations in two surveys during March (dry season) and September (rainy season) 2016. A total of 104 species belonging to four groups, namely blue greens algae, diatom, green algae and dinoflagellates were recorded with a clear dominance of Bacillariophyceae. The average abundances were 2010 cells/L and 1620 cells/L in in dry and wet seasons, respectively. Species diversity increased from Ba Lai sluice gate-dam towards the river mouth and the upper section. Results of canonical correspondence analysis (CCA) indicated that the phytoplankton assemblage was influenced by total dissolved solids, salinity and nutrient concentrations.

Keywords: Canonical correspondence analysis, phytoplankton, water quality, Ba Lai river, Ben Tre. Province.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực vật phù du bao gồm các loài vi tảo sống trôi nổi trong môi trường nước, là nhóm sử dụng diệp lục tố để quang hợp và tổng hợp các chất hữu cơ từ CO₂ và năng lượng mặt trời. Chúng đóng vai trò là sinh vật cung cấp đầu tiên trong hệ sinh thái, nhờ đó mà năng lượng và vật chất được tích lũy và chuyển đổi

(Reynolds, 2000). Do vậy thực vật phù du đóng vai trò quan trọng, ảnh hưởng đến tính đa dạng cũng như năng suất sinh học của hệ sinh thái. TVPD có vai trò tương tự như thực vật bậc cao trong các hệ sinh thái trên cạn. Vì sống lơ lửng trong nước và sử dụng trực tiếp các nguồn dinh dưỡng trong nước để sinh trưởng và phát triển, TVPD bị chi phối trực tiếp bởi các điều kiện môi trường (Ian and David, 2009). Các yếu tố môi

trường tác động mạnh đến quần xã thực vật phù du thường bao gồm nhiệt độ, ánh sáng, độ đục, hàm lượng dinh dưỡng và khu hệ động vật ăn lọc. Ở các khu vực cửa sông bị nhiễm mặn, độ muối đóng vai trò chính chi phối quần xã TVPD. Do đó quần xã TVPD liên quan trực tiếp đến chất lượng môi trường, khi chất lượng môi trường nước thay đổi cũng sẽ ảnh hưởng đến cấu trúc của quần xã TVPD (Thangaradjou *et al.*, 2012; Spilling *et al.*, 2015).

Đã có nhiều nghiên cứu sử dụng cấu trúc cũng như những thay đổi của quần xã TVPD để đánh giá hiện trạng hệ sinh thái. Ở hệ sinh thái bền vững, độ đa dạng loài thường cao, nhiều loài TVPD cùng phân bố và số lượng của mỗi loài thấp. Ngược lại ở hệ sinh thái bị tác động, bị phú dưỡng, độ đa dạng loài giảm thấp, điều kiện môi trường lúc này chỉ thích hợp cho một số ít loài TVPD phân bố và số lượng của một số loài thường cao (Ian and David, 2009). Thực vật phù du đã được đưa vào thành một trong những nhóm sinh vật quan trọng hàng đầu trong các chương trình quan trắc môi trường nước mặt của một số nước ở Châu Âu (Almeida *et al.*, 2014). Ở khu vực nhiệt đới, Omar (2010) đã sử dụng và giới thiệu nhiều loài TVPD có khả năng chỉ thị và có thể sử dụng để đánh giá cho nhiều dạng ô nhiễm khác nhau trong môi trường. Bên cạnh đó, nhiều công trình nghiên cứu trong nước và nước ngoài sử dụng các chỉ số sinh học của TVPD (như chỉ số đa dạng, chỉ số ưu thế, chỉ số tương đồng,...) nhằm góp phần đánh giá hiện trạng sức khỏe môi trường và hệ sinh thái.

Trong nước cũng đã có một số công trình nghiên cứu về thực vật phù du. Tuy nhiên hầu hết các nghiên cứu chỉ tập trung vào ghi nhận và mô tả thành phần loài của TVPD ở cửa sông (Nguyễn Thùy Liên và Phạm Thị Nguyệt, 2011), ở ao nuôi tôm (Đoạn Chí Cường và cs., 2014), vùng ven biển (Mai Viết Văn và cs., 2012). Các nghiên cứu sử dụng TVPD để đánh giá sức khỏe sinh thái và chất lượng môi trường còn rất hạn chế, đặc biệt hầu như chưa có công trình nghiên cứu tìm hiểu sự tương tác qua lại giữa các thông số môi trường hoá lý và quần xã TPVD. Nghiên cứu này xem xét cấu trúc quần xã TVPD ở mùa mưa và mùa khô

trong mối tương quan với một số thông số môi trường hoá lý ở sông Ba Lai, Bến Tre.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Sông Ba Lai vốn là một phân lưu trực tiếp của sông Tiên tại xã Phú Túc, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre, có chiều dài 55 km, làm ranh giới tự nhiên giữa huyện Bình Đại với Giồng Trôm và Ba Tri, chảy từ xã Tân Lợi ra đến biển qua cửa Ba Lai. Xưa kia, sông sâu và rộng, nhưng từ những thập kỷ đầu thế kỷ XX, dòng chảy từ sông Tiên đến địa phận xã An Hóa (huyện Châu Thành, Bến Tre) bị phù sa bồi đắp nên ngày càng nông và hẹp. Ngày nay, nguồn nước của sông Ba Lai chủ yếu từ sông Mỹ Tho qua kênh An Hóa. Đoạn thượng nguồn từ xã Tân Lợi đến xã Thành Thiệu (dài 17 km) có lòng sông cạn và hẹp. Đoạn từ kênh An Hóa đi về phía biển, lòng sông được mở rộng từ 200-300 m, độ sâu từ 3-5 m. Từ năm 2002 cửa sông Ba Lai bị ngăn dòng bởi đập Ba Lai. Hệ thống cống đập này đặt tại khu vực xã Thạnh Trị (huyện Bình Đại) và xã Tân Xuân (huyện Ba Tri), khoảng hơn 10 km từ biển Đông. Tuy nhiên, do dòng chảy của sông Ba Lai yếu nên không tống được phù sa dạt từ cửa Đại vào cửa Ba Lai. Từ đó cửa Ba Lai cũng bị phù sa bồi đắp và dòng chảy sông Ba Lai bị nghẽn ở đầu ra cửa biển. Do đó sông Ba Lai đang dần dần trở thành dòng sông "chết" (Nguyễn Chí Bên và cs., 2001).

2.2. Thu mẫu ngoài tự nhiên

Mẫu TVPD được thu theo phương pháp của Edward và David (2010) bằng lưới hình chóp (mắt lưới 25 μ m, đường kính miệng lưới 40 cm) bằng cách quăng và kéo lưới 3-5 lần quanh điểm khảo sát, mẫu định lượng được thu bằng cách lọc qua lưới 50 L. Các mẫu thu được lưu giữ trong lọ nhựa 150 mL và được cố định bằng formol đến 4% ngay tại hiện trường. Mẫu được thu 2 đợt mùa khô (tháng 3) và mùa mưa (tháng 9) năm 2016 tại 8 điểm phân bố đều và ngẫu nhiên đại diện cho hai khu vực phía dưới đập và phía trên đập Ba Lai (gồm 3 điểm ở dưới đập và

5 điểm phía trên đập Ba Lai). Địa điểm và tọa độ các điểm thu được liệt kê ở bảng 1 và hình 1.

Nhiệt độ, pH, DO, TDS và độ muối được đo tại hiện trường bằng máy đo nhanh Hach 156 (Mỹ). Mẫu trầm tích được thu bằng gầu đáy Peterson. Mẫu được thu lặp lại 3 lần tại mỗi vị trí. Toàn bộ mẫu sau đó được giữ lạnh mang về phòng thí nghiệm và phân tích các thông số dinh dưỡng nitrate (NO_3^-), ammonium (NH_4^+), tổng nitơ (TN) và tổng phospho (TP) trong bùn đáy theo phương pháp của APHA (2005).

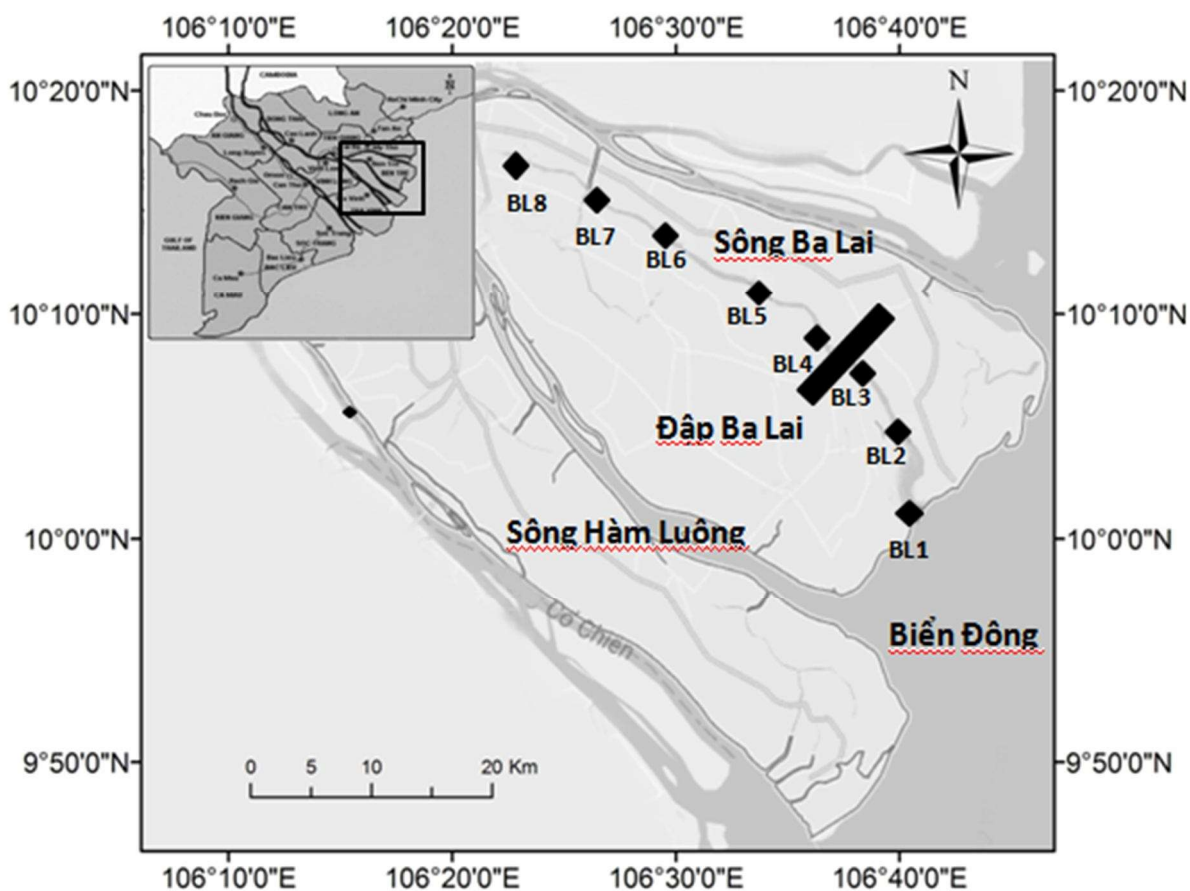
2.3. Định loại thực vật phù du

Các loài TVPD được định loại bằng phương pháp hình thái so sánh sử dụng kính hiển vi quang học Olympus BX51 ở độ phóng đại 100 - 400X, theo khoá định loại của Desikachary (1959), Shirota (1968), Yasuwo và Hideaki (1995), Dương Đức Tiến và Võ Hành (1997).

Mẫu định lượng được để lắng 72 h trong phòng thí nghiệm sau đó mẫu được làm đông đặc còn lại 10 - 15 mL/mẫu. Mật độ tế bào trong 1 - 5 mL mẫu được xác định bằng buồng đếm Sedgewick Rafter theo phương pháp của Edward và David (2010). Sinh khối TVPD được xác định theo phương pháp mô phỏng hình học theo Hillebrand *et al.* (1999), Sun và Liu (2003), Vadrucci *et al.* (2007). Khối lượng tươi của TPVD được quy đổi theo tỉ lệ 1 mg/mm³ dựa vào phương pháp của Wetzel và Likens (2000).

2.4. Xử lý số liệu

Các thông số được kiểm tra phân phối chuẩn bằng phương pháp Levene's test. Trong trường hợp không đạt phân phối chuẩn, số liệu được chuyển hoá nhờ hàm $\log(X+1)$ để đạt phân phối chuẩn. Phương pháp phân tích phương sai một và hai yếu tố (one- and two-way ANOVA)



Hình 1. Bản đồ các điểm thu mẫu ở sông Ba Lai

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

Địa điểm và vị trí thu mẫu	Ký hiệu mẫu	Tọa độ	
		Vĩ độ Bắc	Kinh độ
Cửa Ba Lai - Huyện Ba Tri	BL1	10° 1'52.61"N	106°41'23.65"E
Xã Bảo Thạnh - Huyện Ba Tri	BL2	10° 5'19.96"N	106°41'6.25"E
Đập Ba Lai - Huyện Ba Tri (hướng về phía cửa biển)	BL3	10° 8'28.69"N	106°37'58.45"E
Đập Ba Lai - Huyện Ba Tri (hướng về phía thượng nguồn)	BL4	10° 8'48.09"N	106°37'37.86"E
Xã Châu Bình - Huyện Giồng Trôm	BL5	10°11'37.71"N	106°34'10.46"E
Xã Châu Hòa - Huyện Giồng Trôm	BL6	10°13'28.04"N	106°30'24.00"E
Xã An Hóa - Huyện Châu Thành	BL7	10°15'47.23"N	106°26'36.73"E
Xã PhướcThạnh - Huyện Châu Thành (thượng nguồn)	BL8	10°17'16.27"N	106°23'20.41"E

và phân tích hậu kiểm (Tukey's HSD test) nhờ phần mềm SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, Mỹ) 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.

Cấu trúc quần xã thực vật phù du được phân tích và đánh giá thông qua các chỉ số sinh học như độ giàu loài Margalef's index (S), chỉ số đa dạng Shannon-Weiner (H'), chỉ số đa dạng Simpson's (D). Các chỉ số sinh học được tính toán nhờ sự trợ giúp của phần mềm PRIMER VI (Plymouth Marine Laboratory, Anh).

Phân tích tương quan chính tắc (CCA) được sử dụng để xem xét các yếu tố môi trường chính chi phối quần xã TPVD. Các yếu tố môi trường ít tác động lên cấu trúc quần xã TVPD được loại bỏ nhờ phép phân tích hoán vị Monte Carlo. Chỉ những loài có mật độ cao hơn 10% trong mỗi mẫu được dùng trong phép phân tích này. Phân tích tương quan chính tắc được thực hiện nhờ sự trợ giúp của phần mềm CANOCO 4.5.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các thông số hoá lý

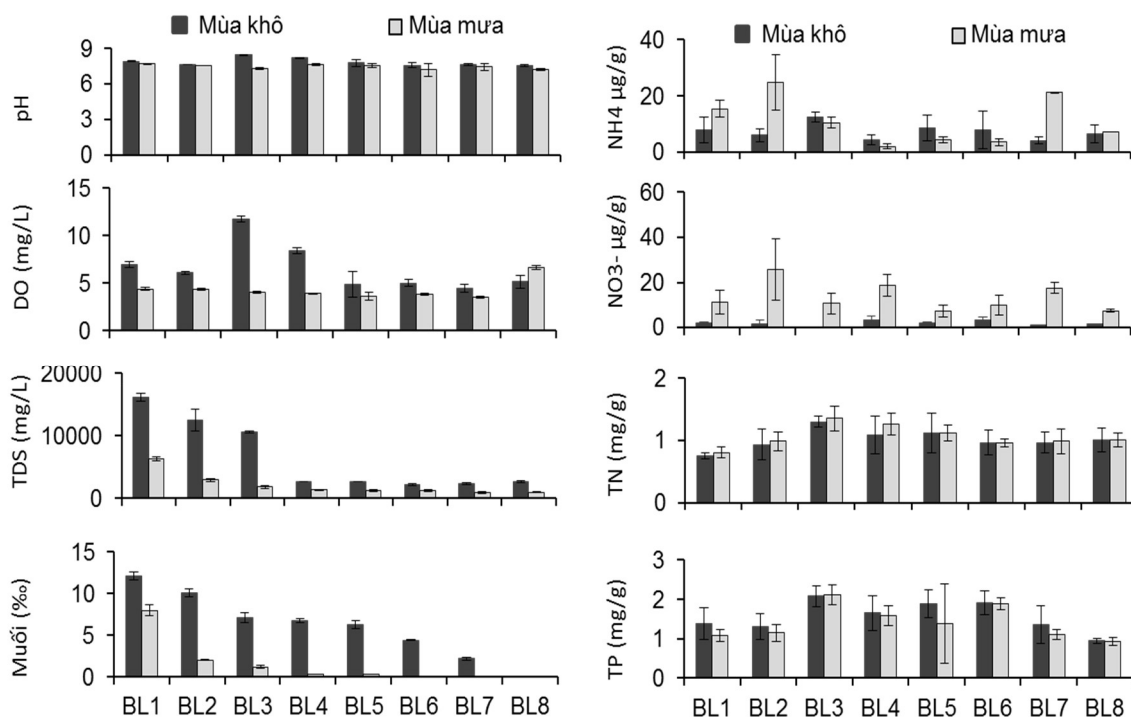
Kết quả phân tích các thông số hoá lý trong nước mặt và trầm tích ở sông Ba Lai được trình bày ở hình 2. pH dao động từ 7,2 - 8,5, trung bình $7,7 \pm 0,3$, thấp nhất ở BL6 mùa mưa, cao nhất ở BL3 mùa khô; DO dao động từ 3,5 - 11,7 mg/L trung bình trung bình $5,4 \pm 2,1$, cao nhất ở BL3 mùa khô, thấp nhất ở BL7 mùa mưa. TDS dao động từ 950 - 16.113 mg/L, trung bình

$4.290,8 \pm 465$. Độ muối dao động từ 0,04 - 12,15‰, trung bình $4,8 \pm 3,2$, cả TDS và độ muối có xu hướng giảm dần từ BL1-BL8. NH_4^+ trong bùn đáy dao động từ 2,1 - 24,8 $\mu\text{g/g}$, trung bình $9,5 \pm 5,2$, cao nhất ở BL2 mùa mưa và thấp nhất ở BL4 mùa mưa. NO_3^- trong bùn đáy dao động từ 1,1 - 25,6 $\mu\text{g/g}$, trung bình $7,8 \pm 5,7$, cao nhất ở BL2 mùa mưa và thấp nhất ở BL7 mùa khô. Tổng nitơ trong bùn đáy dao động từ 0,75-1,36 mg/g, trung bình $1,04 \pm 0,16$, cao nhất ở BL3 mùa mưa và thấp nhất ở BL1 mùa khô. Tổng phospho trong bùn đáy dao động từ 0,9 - 2,1 mg/g, trung bình $1,5 \pm 0,4$, cao nhất ở BL3 mùa mưa và thấp nhất ở BL8 mùa khô (Hình 2).

Kết quả phân tích ANOVA cho thấy DO, TDS, độ muối và NO_3^- khác biệt có ý nghĩa giữa 2 mùa. DO, TDS, độ muối vào mùa khô cao hơn mùa mưa, ngược lại NO_3^- vào mùa mưa cao hơn mùa khô ($p < 0,05$). TDS và độ muối ở các điểm phía dưới đập (BL1-BL3) cao hơn các điểm phía trên đập ở cả hai mùa ($p < 0,05$). Tuy nhiên pH, DO, NH_4^+ , NO_3^- , TN và TP không có sự khác biệt giữa các điểm phía dưới đập và các điểm phía trên đập. Dựa vào một số các chỉ tiêu hoá lý, chất lượng môi trường nước sông Ba Lai được xếp vào loại A2 (Dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp) theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT.

3.2. Thành phần loài thực vật phù du

Kết quả khảo sát đã ghi nhận được tổng số 4 ngành, 27 họ, 38 chi và 104 loài, bao gồm vi khuẩn lam, tảo silic, tảo lục và tảo hai roi. Trong



Hình 2. Các thông số hoá lý tại 8 điểm khảo sát ở sông Ba Lai
(tháng 3 và tháng 9/2016)

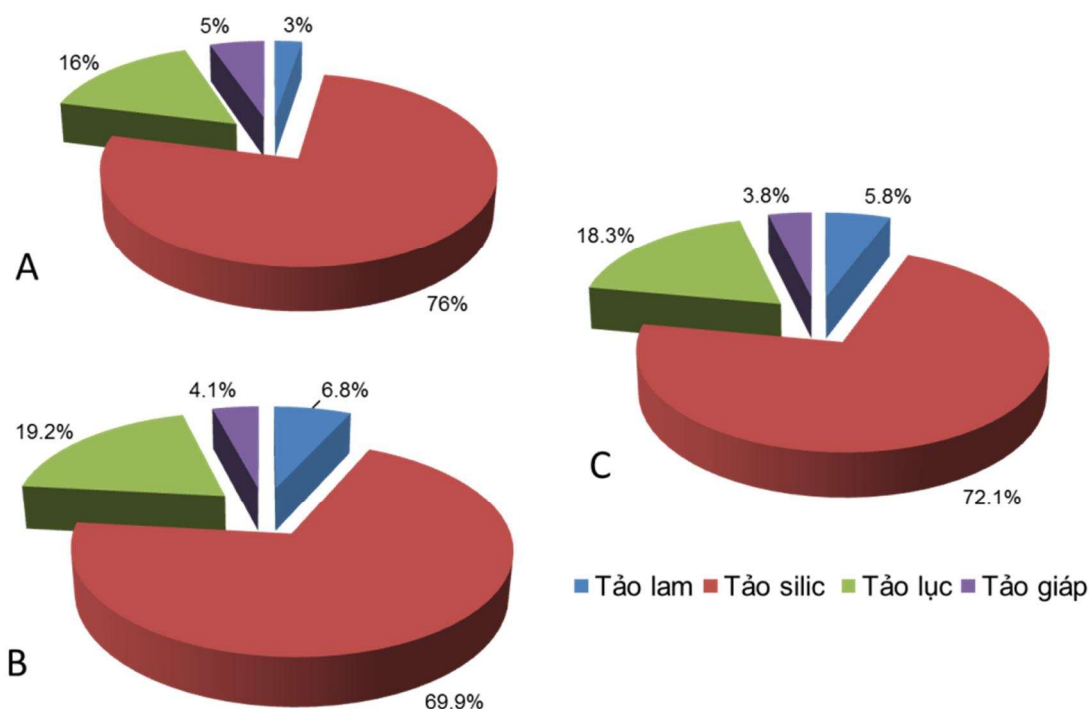
đó tảo lam có 6 loài chiếm 5,8%, tảo silic có 75 loài chiếm 72,1%, tảo lục có 19 loài chiếm 18,3% và tảo hai roi có 4 loài chiếm 3,8%. Ngành tảo silic luôn chiếm ưu thế (> 69%) trong cấu trúc thành phần loài ở cả hai mùa, kể đến là ngành tảo lục và sau cùng là tảo lam và tảo hai roi. Tảo lục thường xuất hiện ở các điểm phía trên đập, ngược lại tảo hai roi thường xuất hiện ở các điểm phía dưới đập (Hình 3C).

Thành phần loài giữa hai mùa khác biệt không đáng kể. Trong đó số loài tảo silic xuất hiện nhiều hơn ở mùa khô và ngược lại tảo lục và tảo lam hiện diện nhiều hơn vào mùa mưa (Hình 3A, B).

Độ giàu loài Margalef's index (S) dao động từ 25 - 37 loài trong mùa khô và 26 - 38 loài vào mùa mưa. Margalef's index cao nhất ở điểm BL1 sau đó giảm dần về BL4 và tăng dần về các điểm thượng nguồn (Bảng 2). Điều này cho thấy đập Ba Lai đã ảnh hưởng đến sự phân bố của TVPD, làm giảm đáng kể tính đa dạng loài và phá vỡ quy luật phân bố tự nhiên của quần xã TVPD ở sông Ba Lai.

Các điểm phía dưới đập thành phần loài tảo silic có nguồn gốc lợ mặn chiếm ưu thế như *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Ditylum*, *Rhizosolenia*. Ngược lại, các điểm phía trên đập số loài tảo silic giảm đi và có sự xuất hiện của các loài tảo lục nước ngọt và lợ nhạt như *Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Staurastrum*,... Sự phong phú trong thành phần loài tảo silic trung tâm nước mặn như *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*, *Ditylum*, đặc biệt là ở các điểm phía dưới đập (BL1-BL3), cho thấy ảnh hưởng rõ rệt của nước mặn đến khu vực nghiên cứu. Phần lớn các loài tảo silic hiện diện ở sông Ba Lai là những loài phân bố ở vùng cửa sông nước lợ ven bờ. Kết quả này cũng có nhiều điểm tương đồng với khu hệ TVPD vùng cửa sông Bạch Đằng (Nguyễn Thuỳ Liên và Phạm Thị Nguyệt, 2011), cửa sông Sài Gòn và Đồng Nai (Phạm, 2016; 2017).

Ở các hệ sinh thái cửa sông, TVPD thường phân bố có tính quy luật, các loài nước ngọt phân bố nhiều ở thượng nguồn và giảm dần về hạ nguồn, ngược lại các loài có nguồn gốc lợ mặn thì ít ở thượng nguồn nhưng tăng dần về hạ nguồn.



Hình 3. Cấu trúc thành phần loài thực vật phù du ở sông Ba Lai

Ghi chú: A: mùa khô, B: mùa mưa, C: hai mùa

Bảng 2. Số loài TVPD hiện diện tại các điểm

	BL1	BL2	BL3	BL4	BL5	BL6	BL7	BL8
Mùa khô, tháng 3 năm 2016	37	34	29	24	27	26	29	28
Mùa mưa, tháng 9 năm 2016	38	35	32	22	28	26	30	33

Tuy nhiên ở cửa sông Ba Lai quy luật này bị bẻ gãy và chỉ đúng với các điểm phía dưới đập BL1-BL3. Các điểm phía trên đập sự phân bố các loài TPVD bị “nhiều”, bởi từ BL4-BL8 số loài tảo silic có nguồn gốc lợ mặn phân bố khá phức tạp, nhiều loài lợ mặn vẫn xuất hiện ở BL7, BL8 nhưng lại không hiện diện ở BL4. Điều này có thể lý giải các loài lợ mặn này bị mang đến theo dòng nước nhiễm mặn ở các kênh rạch ở các phụ lưu lân cận. Do đó có thể nói đập Ba Lai đã ít nhiều làm phá vỡ quy luật phân bố của TVPD.

3.3. Mật độ tế bào và loài ưu thế

Sinh khối và mật độ tế bào TVPD ở sông Ba Lai vào mùa khô và mùa mưa được trình bày ở hình 3. Mật độ tế bào TVPD dao động từ 620-

3.590 tế bào/L vào mùa khô và 850-2.740 tb/L vào mùa mưa. Mật độ tế bào cao nhất (3.590 tb/L) ghi nhận được ở điểm BL1 vào mùa khô và mật độ thấp nhất (620 tb/L) ghi nhận ở điểm BL6 vào mùa khô. Mật độ tế bào trung bình của TVPD ở sông Ba Lai là 2.010 tb/L vào mùa khô và 1.620 tb/L vào mùa mưa. So với sông Sài Gòn và Đồng Nai, mật độ tế bào TVPD ở sông Ba Lai thấp hơn trong cả hai mùa (Pham, 2016; 2017). Mật độ tế bào trung bình trong cả hai mùa ở các điểm phía dưới đập BL1-BL3 cao hơn so với các điểm phía trên đập BL4-BL8. Trong đó, mật độ tế bào tảo silic (*Coscinodiscus*, *Ditylum*, *Chaetoceros*,...) có nguồn gốc lợ mặn tăng dần, ngược lại mật độ tảo lục (*Scenedesmus*, *Staurastrum*, *Pediastrum*,...) và một số loài tảo

lam (*Oscillatoria*, *Merismopedia*) giảm dần từ thượng nguồn về hạ nguồn.

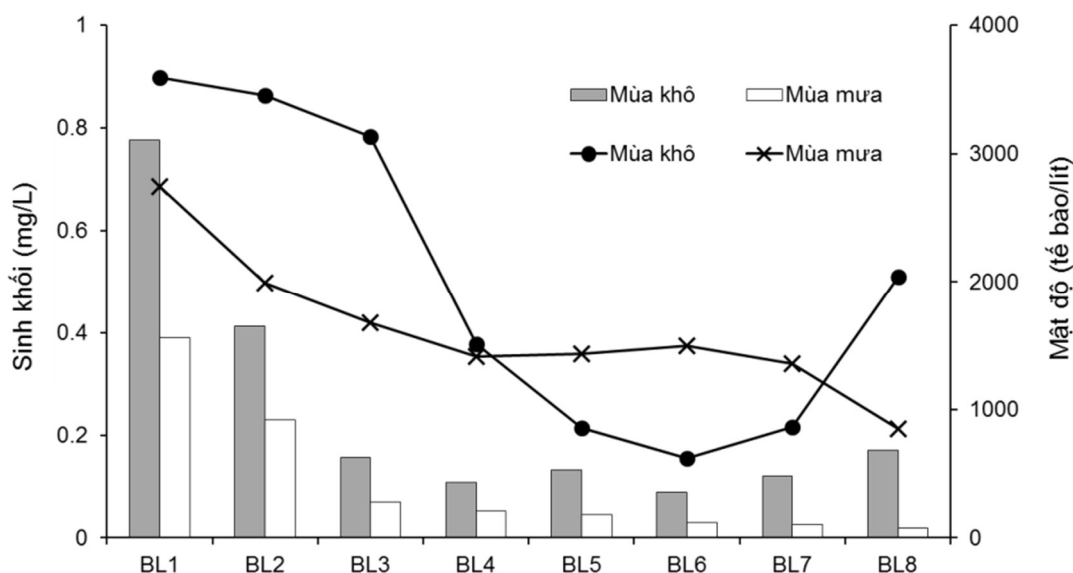
Sinh khối TVPD ở sông Ba Lai dao động từ 0,08-0,7 mg/L vào mùa khô (tháng 3 năm 2016) và 0,02-0,4 mg/L vào mùa mưa (tháng 9 năm 2016). Ở hầu hết các điểm khảo sát đặc biệt là ở các điểm phía dưới đập (BL1-BL3), sinh khối tảo silic chiếm phần lớn trong tổng sinh khối TVPD.

3.4. Các chỉ số sinh học

Chỉ số Shannon-Weiner (H') và chỉ số đa dạng Simpson's (D) trong mùa khô và mùa mưa ở sông Ba Lai được trình bày ở hình 5. Chỉ số H'

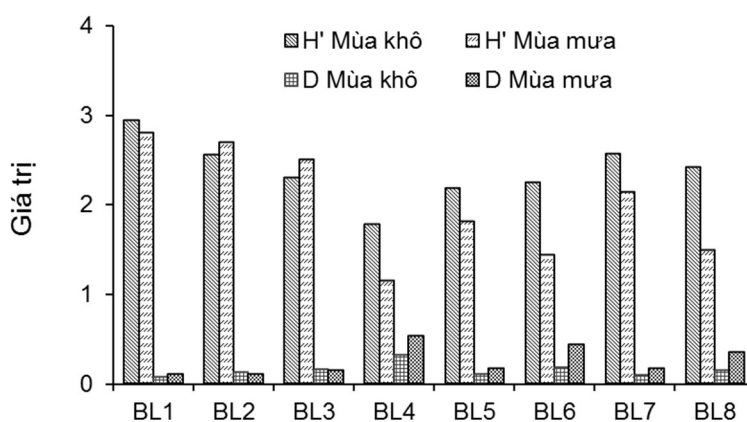
dao động từ 1,8-2,9 vào mùa khô và 1,1-2,8 vào mùa mưa. Chỉ số D dao động từ 0,07-0,3 vào mùa khô và 0,1-0,53 vào mùa mưa. Chỉ số H' có xu hướng giảm dần từ BL1 về BL4 và tăng dần từ BL4 về BL8, ngược lại chỉ số D tăng dần từ BL1 về BL4 và giảm dần từ BL4 về BL8.

Tại đập Ba Lai (điểm BL4), chỉ số đa dạng H' thấp nhất, ngược lại chỉ số ưu thế D cao nhất ở cả hai đợt khảo sát mùa mưa và mùa khô. Điều này cho thấy đập Ba Lai là nguyên nhân trực tiếp gây ra những tác động xấu như làm giảm đa dạng sinh học TVPD, tích tụ các chất ô nhiễm và gây ô nhiễm môi trường.



Hình 4. Sinh khối và mật độ tế bào thực vật phù du ở sông Ba Lai

Ghi chú: mùa khô tháng 3/2016 và mùa mưa tháng 9/2016



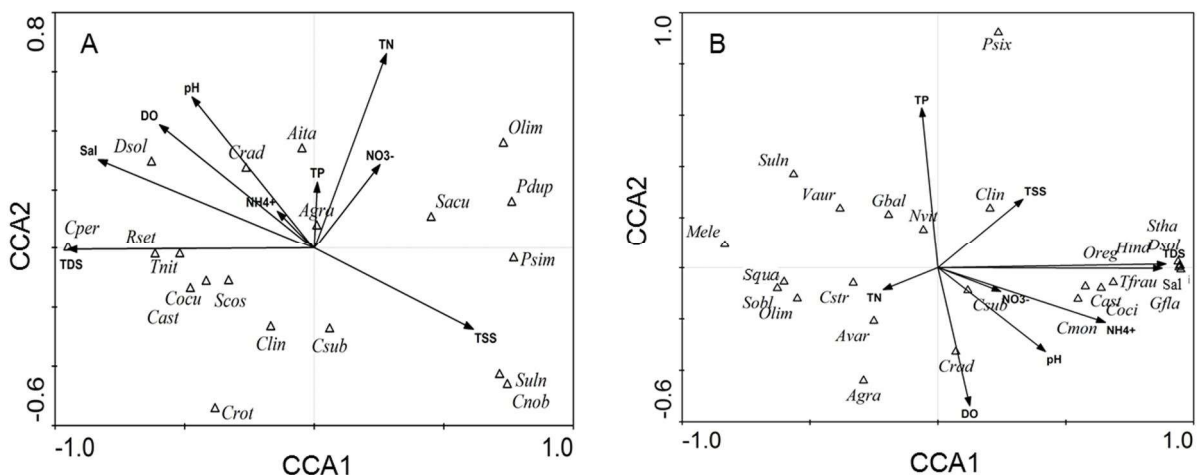
Hình 5. Các chỉ số sinh học của thực vật phù du

3.5. Các yếu tố môi trường chi phối quần xã thực vật phù du

Kết quả phân tích tương quan chính tắc CCA giữa quần xã TVPD và các thông số hoá lý trong mùa khô và mùa mưa được trình bày ở hình 6. Kết quả phân tích cho thấy quần xã TVPD chịu sự chi phối của một số các yếu tố môi trường bao gồm TDS, độ muối, NO_3^- , NH_4^+ , TN,... Trong mùa khô có tổng số 19 loài TVPD có mật độ > 10% được sử dụng để phân tích CCA (Phụ lục 1). Kết quả từ biểu đồ CCA cho thấy TDS, TSS, độ muối và các yếu tố dinh dưỡng chi phối phần lớn quần xã TVPD. Trong đó trục CCA1 tương quan thuận với TSS và tương quan nghịch với TDS và độ muối chi phối 45,2% độ biến động của khu hệ. Trục CCA1 chi phối phần lớn khu hệ TVPD bao gồm các loài tảo silic có nguồn gốc lợ mặn như *Coscinodiscus perforatus*, *C. oculus-iridis*, *C. asteromphalus*, *Ditylum sol*, *Rizololenia setigera*, *Thalassionema nitzschioides* và một số loài tảo lục có nguồn gốc nước ngọt và lợ nhạt như *Scenedesmus acuminatus*, *Pediastrum duplex*, *P. simplex*. Trong khi đó trục CCA2 tương quan thuận với các yếu tố dinh dưỡng như NO_3^- , NH_4^+ , TN, TP chi phối 19,3% độ biến động. Trục CCA2 chi phối các loài tảo silic có nguồn gốc lợ mặn như *Aulacoseira granulata*, *A. italic*, *Coscinodiscus*

radiatus, *C. lineatus*, *C. subtilis*, *C. rothii*, *Skeletonema costatum* (Hình 6A).

Trong mùa mưa có tổng số 24 loài TVPD có mật độ > 10% được sử dụng để phân tích CCA (Phụ lục 1). Kết quả phân tích CCA cho thấy hàm lượng dinh dưỡng (nitơ và phospho), TDS, độ muối và DO chi phối phần lớn cấu trúc quần xã TVPD. Trong đó trục CCA1 tương quan thuận với hàm lượng TDS, độ muối, NH_4^+ và NO_3^- nhưng tỉ lệ nghịch với TN và chi phối 53,5% độ biến động của khu hệ TVPD. Trục CCA1 chi phối phần lớn cấu trúc quần xã TVPD gồm các loài tảo silic có nguồn gốc lợ mặn như *Ditylum sol*, *Odatella regia*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. oculus-iridis*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Guinardia flaccida*, *Streptotheca thamesis*, *Hemiaulus indicus*, *Cyclotella striata* và một số loài vi khuẩn lam và tảo lục có nguồn gốc nước ngọt và lợ nhạt như *Scenedesmus obliquus*, *S. quadricauda*, *Oscillatoria limosa*, *Merismoperia elegans*. Trục CCA2 tỉ lệ thuận với TP và tỉ lệ nghịch với DO chi phối 17,2% độ biến động. Các loài chịu sự chi phối của trục CCA2 gồm *Gyrosigma balticum*, *Nitzschia vitrea*, *Coscinodiscus lineatus*, *C. radiatus*, *Aulacoseira granulata*, *A. varians*, *Pediastrum simplex* (Hình 6B).



Hình 6. Sự chi phối của môi trường hoá lý và quần xã thực vật phù du trong mùa khô (A) và mùa mưa (B)

Đã có nhiều nghiên cứu cho thấy các thông số môi trường như nhiệt độ, độ muối, TSS, pH và hàm lượng chất dinh dưỡng đóng vai trò quan trọng trong việc kiến thiết nên cấu trúc quần xã TVPD (Iain and David 2009; Rajkumar *et al.*, 2009; Arumugam *et al.*, 2016). Sông Ba Lai đặc trưng là vùng cửa sông nước cạn có độ đục cao vì bị ảnh hưởng bởi triều và phù sa bồi tụ. Do vậy ngoài các chất dinh dưỡng, hàm lượng chất rắn lơ lửng và hoà tan góp phần đáng kể ảnh hưởng đến cấu trúc quần xã TVPD. Điều này cũng đã được ghi nhận ở vùng cửa sông nước nông như sông Tagus (Bồ Đào Nha) (Brogueira *et al.*, 2007), sông Pearl và sông Changjiang (Trung Quốc) (Huang *et al.*, 2004; Gao and Song, 2005).

4. KẾT LUẬN

Quần xã TVPD ở sông Ba Lai đặc trưng cho hệ sinh thái vùng cửa sông ven biển bị tác động bởi đập chắn. Thành phần loài bao gồm vi khuẩn lam, tảo silic, tảo lục và tảo hai roi. Trong đó thành phần loài và sinh khối tảo silic chiếm ưu thế ở cả mùa khô và mùa mưa. Chất lượng nước sông Ba Lai xếp vào loại A2 (QCVN 08-MT:2015/BTNMT) dựa vào một số chỉ tiêu hoá lý. Tuy nhiên theo các chỉ số sinh học, môi trường nước sông Ba Lai có dấu hiệu bị suy giảm nghiêm trọng. Có nhiều bằng chứng cho thấy đập Ba Lai đã gây ra những tác động tiêu cực đến quần xã TVPD và chất lượng môi trường nước như bẫy quy luật phân bố tự nhiên của quần xã TVPD, làm giảm đa dạng sinh học, gây suy thoái môi trường và hệ sinh thái ở đoạn sông này. Kết quả phân tích tương quan chính tắc (CCA) cho thấy khu hệ TVPD ở sông Ba Lai bị chi phối chính bởi một số các yếu tố môi trường như TDS, độ mặn và hàm lượng các chất dinh dưỡng nitơ và phospho.

LỜI CẢM ƠN

Các tác giả xin cảm ơn dự án “Đánh giá tác động môi trường tự nhiên và kinh tế xã hội vùng cửa sông Mekong, trường hợp sông Ba Lai” thuộc Phòng Công nghệ và Quản lý môi trường,

Viện Sinh học Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Almeida S.F.P, Elias C., Ferreira J., Tornés E., Puccinelli C., Delmas F., Dörflinger G., Urbanič G., Marcheggiani S., Rosebery J., Mancini L. and Sabater S. (2014). Water quality assessment of rivers using diatom metrics across Mediterranean Europe: A methods intercalibration exercise. *Sci. Total Environ.*, pp. 476-477: 768-776.
- APHA (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington DC., USA, pp.1496
- Arumugam S., Sigamani S., Samikannu M., Perumal M. (2016). Assemblages of phytoplankton diversity in different zonation of Muthupet mangroves. *Regional Stu. Mar. Sci.*3: 234-241.
- Brogueira M.J., Oliveira M.D.R., Cabeçadas G. (2007). Phytoplankton community structure defined by key environmental variables in Tagus estuary, Portugal. *Mar. Environ. Res.*, 64: 616-628.
- Desikachary T.V. (1959). Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research New Delhi.
- Dương Đức Tiến và Võ Hành (1997). Tảo nước ngọt Việt Nam - Phân loại bộ tảo Lục. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
- Đoạn Chí Cường, Võ Văn Minh, Đàm Minh Anh (2014). Sự biến động mật độ tảo silic phù du ở vùng nuôi tôm ven biển xã Quỳnh Bảng, Quỳnh Lưu, Nghệ An. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng*, 5(78): 124-128.
- Edward G.B. and David C.S. (2010). Freshwater algae, identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. 272 pp.
- Gao X. and Song J. (2005). Phytoplankton distributions and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China. *Mar. Pollut. Bull.*, 50: 327-335.
- Hillebrand H., Dürselen C.D., Kirschtel D., Pollinger U., Zohary T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *J. Phycol.*, 35: 403-424.
- Huang L., Jian W., Song X., Huang X., Liu S., Qian P., Yin K., Wu M. (2004). Species diversity and distribution for phytoplankton of the Pearl River estuary during rainy and dry seasons. *Mar. Poll. Bull.*, 49: 588-596.
- Iain M.S. and David R. (2009). Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality. CSIRO Publishing (Australia). 272 pp.

Phụ lục 1. Danh sách loài thực vật phù du trong phân tích CCA

STT	Tên loài	Mùa khô	Mùa mưa	Kí hiệu
	Cyanophyta			
1	<i>Merismopedia elegans</i>		+	Mele
2	<i>Oscillatoria limosa</i>	+	+	Olim
	Bacillariophyta			
3	<i>Aulacoseira granulata</i>	+	+	Agra
4	<i>Aulacoseira italica</i>	+		Aita
5	<i>Aulacoseira varians</i>		+	Avar
6	<i>Climacosphenia moniligera</i>		+	Cmon
7	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	+	+	Cast
8	<i>Coscinodiscus lineatus</i>	+	+	Clin
9	<i>Coscinodiscus nobilis</i>	+		Cnob
10	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>	+	+	Cocu
11	<i>Coscinodiscus perforatus</i>	+		Cper
12	<i>Coscinodiscus raditus</i>	+	+	Crad
13	<i>Coscinodiscus rothii</i>	+		Crot
14	<i>Coscinodiscus subtilis</i>	+	+	Csub
15	<i>Cyclotella striata</i>		+	Cstr
16	<i>Ditylum sol</i>	+	+	Dsol
16	<i>Guinardia flaccida</i>		+	Gfla
18	<i>Gyrosigma balticum</i>		+	Gbal
19	<i>Hemiaulus indicus</i>		+	Hind
20	<i>Nitzschia vitrea</i>		+	Nvit
21	<i>Odontella regia</i>		+	Oreg
22	<i>Rhizosolenia setigera</i>	+		Rset
23	<i>Skeletonema costatum</i>	+		Scos
24	<i>Streptotheca thamesis</i>		+	Stha
25	<i>Synedra ulna</i>	+	+	Suln
26	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	+		Tnit
27	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>		+	Tfrau
	Chlorophyta			
28	<i>Pediastrum duplex</i>	+		Pdup
29	<i>Pediastrum simplex</i>	+	+	Psim
30	<i>Scenedesimus acuminatus</i>	+		Sacu
31	<i>Scenedesimus obliquus</i>		+	Sobl
32	<i>Scenedesmus quadricauda</i>		+	Scob
33	<i>Volvox aureus</i>		+	Vaur

Yasuwo F., Hideaki T. (1995). Red tide organisms in Mai Viêt Vãn, Trần Đắc Định, Nguyễn Anh Tuấn (2012). Thành phần loài và mật độ sinh vật phù du phân bố ở vùng ven biển Sóc Trăng-Bạc Liêu. Tạp chí Khoa học, Trường đại học Cần Thơ, 23a: 89-99.

Nguyễn Chí Bền, Ngô Quang Hiên, Vũ Hoàng Nguyễn Liệu, Huỳnh Lúa, Vũ Văn Ngọc, Huỳnh Kỳ Sở, Đoàn Tứ (2001). Địa Chí Bến Tre. Nhà xuất bản Khoa học xã hội, 1421 tr.

Nguyễn Thùy Liên, Phạm Thị Nguyệt (2011). Biến động thành phần loài vi tảo phù du trên sông Bạch

Đàng, đoạn chảy qua huyện Thủy Nguyên, Thành phố Hải Phòng, giai đoạn 2006 - 2010. Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 27: 233-238.

Omar W.M.W. (2010). Perspectives on the use of algae as biological indicators for monitoring and protecting aquatic environments, with special reference to Malaysian freshwater ecosystems. Trop. Life Sci. Res., 21(2): 51-67.

Pham T.L. (2016). The seasonal and spatial variations of phytoplankton community and their correlation with

- environmental factors in the Saigon River, Vietnam. *Journal of Science and Technology, Industrial Univeristy of Ho Chi Minh city*, 23: 55-64
- Pham T.L. (2017). Comparison between Water Quality Index (WQI) and biological indices, based on planktonic diatom for water quality assessment in the Dong Nai River, Vietnam. *Pollution*, 3(2): 311-323.
- Rajkumar M, Perumal P, Prabu VA, Perumal NV, Rajasekar KT (2009). Phytoplankton diversity in pichavaram mangrove waters from south-east coast of India. *Journal of Environmental Biology*, 30: 489-498.
- Reynolds C.S. (2006). *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, UK.
- Shirota A. (1968). *The plankton of South Vietnam. Fresh water and marine plankton*. Overseas Technical Cooperation Agency Japan.
- Spilling K., Ylöstalo P., Simis S., Seppälä J. (2015). Interaction effects of light, temperature and nutrient limitations (N, P and Si) on growth, stoichiometry and photosynthetic parameters of the cold-water diatom *Chaetoceros wighamii*. *PLoS One* 10: e0126308.
- Sun J. and Liu D. (2003). Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *J. Plankton Res.*, 25: 1331-1346.
- Thangaradjou T., Sethubathi G.V., Raja S., Poornima D., Shanthi R., Balasubramanian T., Babu K.N., Shukla A.K. (2012). Influence of environmental variables on phytoplankton floristic pattern along the shallow coasts of southwest Bay of Bengal. *Algal Res.*, pp. 143-154.
- Vadrucci M.R., Cabrini M., Basset A. (2007). Biovolume determination of phytoplankton guilds in transitional water ecosystems of Mediterranean Ecoregion. *Transit Water Bull.*, 1: 83-102.
- Wetzel R.G. and Likens G.E. (2000). *Limnological analyses*. Springer, New York.
- Japan-An illustrated Taxonomic guide. Uchida Rokakuho, Japan.