

Factors governing phytoplankton community in the Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam

Thanh-Luu Pham

Institute of Tropical Biology, VAST, Vietnam

E-mail: thanhlupham@gmail.com

Received: 26 April 2017; Accepted: 30 December 2017

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

This paper covers spatial and temporal variations in phytoplankton communities and physico-chemical water properties in the Can Gio Mangrove Biosphere Reserve (CGMBR), Vietnam based on field measurement conducted in dry and wet seasons of 2010. Phytoplankton samples and water parameter data were collected from nine stations in the CGMBR. A total of 86 species were recorded with clear dominance of Bacillariophyceae, which formed above 90% of the total phytoplankton abundance with average of 48,000 cell/l in dry season and 35,000 cell/l in wet season. Although *Chaetoceros* and *Coscinodiscus* were the two most diverse genera, *Skeletonema* showed high abundance during the studied period. Among the ten environmental parameters tested in this study, salinity, turbidity, nitrate, ammonium and silicon dioxide were found to be significantly different between seasons. On the other hand, no significant difference was found between stations for the studied physico-chemical parameters. Results of CCA indicated that the phytoplankton assemblage in CGMBR was influenced by salinity, turbidity, nitrate, ammonium and phosphate concentration. This is the first study simultaneously investigating the phytoplankton communities and their environment in this area and it is essential to set up the baseline of future studies.

Keywords: Phytoplankton, composition, abundance, Can Gio mangrove, environmental variable.

Các yếu tố môi trường chi phối quần xã thực vật phù du ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh

Phạm Thanh Lưu

Viện Sinh học nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

E-mail: thanhluupham@gmail.com

Nhận bài: 26-4-2017; Chấp nhận đăng: 30-12-2017

Tóm tắt

Nghiên cứu này khảo sát sự thay đổi của quần xã thực vật phù du và các yếu tố môi trường theo không gian và thời gian ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ. Các mẫu thực vật phù du và nước mặt được thu thập ở 9 vị trí trong mùa mưa và mùa khô năm 2010. Tổng số 86 loài thực vật phù du được ghi nhận, trong đó tảo silic chiếm ưu thế trên 90% cả về thành phần loài và mật độ tế bào. Mật độ tế bào thực vật phù du trung bình là 48.000 tế bào/l ở mùa khô và 35.000 tế bào/l ở mùa mưa. Mặc dù *Chaetoceros* và *Coscinodiscus* (tảo silic) chiếm ưu thế trong cấu trúc thành phần loài, tảo *Skeletonema* chiếm ưu thế về mật độ trong cả hai mùa. Trong 10 thông số hoá lý đo đạc, độ đục, hàm lượng muối, nitrat, amoni và silic dioxit khác biệt giữa mùa mưa và mùa khô; các yếu tố khác không thấy có sự khác biệt giữa hai mùa. Kết quả phân tích tương quan chính tắc (CCA) cho thấy khu hệ thực vật phù du ở rừng ngập mặn Cần Giờ bị chi phối bởi độ mặn, độ đục và hàm lượng các chất dinh dưỡng nitơ và phosphat. Đây là nghiên cứu đầu tiên về khu hệ thực vật phù du trong mối liên hệ với các yếu tố môi trường ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ.

Từ khoá: Thực vật phù du, thành phần loài, mật độ tế bào, rừng ngập mặn Cần Giờ, các thông số môi trường.

MỞ ĐẦU

Thực vật phù du (TVPD) là sinh vật sản xuất sơ cấp và đóng vai trò quan trọng trong lưới thức ăn của hệ sinh thái. Chúng cung cấp xấp xỉ 50% nguồn vật chất toàn cầu. Do sống lơ lửng trong nước, thành phần loài và cấu trúc quần xã TVPD chịu sự chi phối và thay đổi theo các điều kiện môi trường bên ngoài [1–3]. Do đó chúng được xem là sinh vật chỉ thị tốt để đánh giá sự thay đổi trong các hệ sinh thái ven biển [4]. Sự phân bố của chúng theo không gian và thời gian là thông tin quan trọng để đánh giá sự thay đổi điều kiện môi trường, các quá trình sinh hoá và cấu trúc những quần xã thứ cấp trong hệ sinh thái biển [5]. Thay đổi thành phần loài TVPD sẽ ảnh hưởng đến sinh khối và cấu trúc quần xã động vật phù du, động

vật đáy và cá cũng như nhiều quá trình sinh hoá khác trong hệ sinh thái biển [6]. Thêm vào đó trong những thập niên gần đây, dưới tác động của biến đổi khí hậu và ấm lên toàn cầu đã làm thay đổi đáng kể trong cấu trúc quần xã TVPD [7].

Trong các hệ sinh thái cửa sông ven biển, độ muối và các chất dinh dưỡng là hai thành phần quan trọng ảnh hưởng đến quần xã TVPD. Trong đó, phosphat được xem là yếu tố chính quyết định thành phần loài TVPD ở vịnh Khambhat, Ấn Độ [8] và cửa sông Trường Giang, Trung Quốc [9], trong khi hàm lượng nitơ hoà tan được cho là có ảnh hưởng lớn tới TVPD ở vịnh İzmit, Thổ Nhĩ Kỳ [10]. Ngược lại, mật độ TVPD cao liên quan với hàm lượng muối và nitrat ở vịnh Bengal, Ấn Độ [11].

Ngoài ra, nhiệt độ được xem là yếu tố chính gây ra hiện tượng thủy triều đỏ ở vùng biển Nauset, Hoa Kỳ [12]. Bên cạnh đó, độ mặn, oxy hoà tan và pH cũng được báo cáo có liên quan mật thiết với cấu trúc quần xã TVPD và động vật phù du ở vùng biển Địa Trung Hải [13]. Tuy nhiên, các nghiên cứu về TVPD và điều kiện môi trường ở những khu rừng ngập mặn, các cửa sông ven biển khu vực Đông Nam Á, đặc biệt ở Việt Nam còn rất hạn chế.

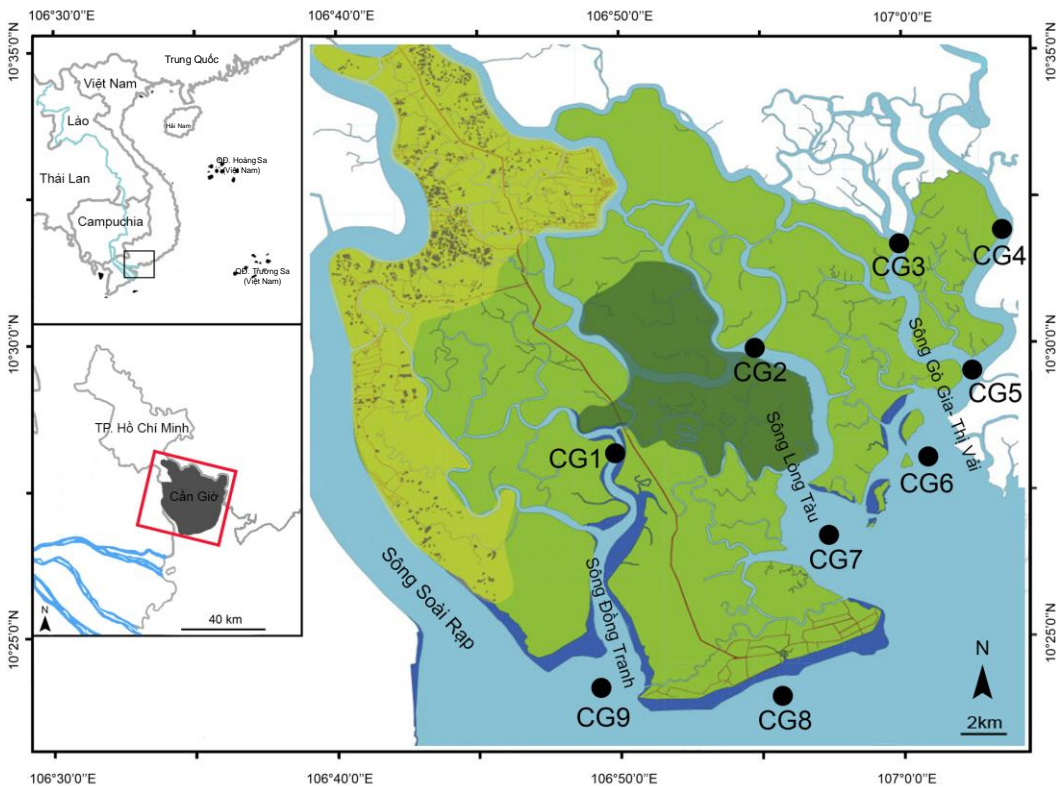
Hệ sinh thái rừng ngập mặn chỉ có ở vùng khí hậu nhiệt đới và cận nhiệt đới đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong việc điều hoà khí hậu và giảm thiểu ô nhiễm. Chúng phục vụ lợi ích con người đa chiều như cung cấp nguồn hải sản, điều tiết khí hậu và giảm thiểu hiệu ứng nhà kính [14, 15]. Quần xã TVPD trong hệ sinh thái rừng ngập mặn đóng vai trò quan trọng cho năng suất của thủy vực [14]. Tuy nhiên sự gia tăng các chất ô nhiễm từ những hoạt động của con người và rửa trôi vào các dòng sông đã dần gây mất cân bằng trong hệ sinh thái rừng ngập mặn [16]. Nghiên cứu này nhằm tìm hiểu cấu trúc quần xã TVPD, sự phân bố thành phần loài

và mật độ theo không gian và thời gian, đồng thời tìm hiểu các yếu tố môi trường chính ảnh hưởng đến quần xã TVPD ở khu vực ven biển khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ (DTSQCG).

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Khu vực nghiên cứu

Khu DTSQCG có tọa độ $10^{\circ}22'-10^{\circ}40'$ vĩ độ bắc và $106^{\circ}46'-107^{\circ}00'$ kinh độ đông với diện tích khoảng 72.000 ha cách thành phố Hồ Chí Minh khoảng 65 km về hướng đông nam (hình 1). Vùng này có khí hậu gió mùa nhiệt đới với hai mùa khô và mưa trong năm. Mùa khô bắt đầu từ tháng 10 đến tháng 4 và mùa mưa từ giữa tháng 4 đến tháng 9. Nhiệt độ trung bình vào khoảng 26°C , lượng mưa trung bình từ 1.300 mm đến 1.400 mm, độ ẩm trung bình 80%. Khu vực này bị ảnh hưởng bởi chế độ bán nhật triều dao động từ 2–4 m [17]. Dưới tác động của biến đổi khí hậu và đô thị hoá, khu DTSQCG đã bị ảnh hưởng bởi nước biển dâng và sự tích tụ các chất ô nhiễm làm cho môi trường bị phú dưỡng hoá [15, 18].



Hình 1. Bản đồ các vị trí thu mẫu ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ

Đo đạc các thông số hoá lý

Hai đợt khảo sát được tiến hành vào tháng 4 (mùa khô) và tháng 10 (mùa mưa) năm 2010. Mẫu nước được thu tại 9 địa điểm ký hiệu từ CG1–CG9 (hình 1). Nhiệt độ, pH, độ mặn, oxy hoà tan và độ đục được phân tích bằng máy đo nhanh Hach 156 và Hach 2100P (Hach, Hoa Kỳ). Các thông số này được đo 3 lần ở 3 vị trí trong vòng bán kính 5 m quanh điểm khảo sát. Để phân tích hàm lượng các chất dinh dưỡng, mẫu nước được thu vào can nhựa 2 l sau khi đã súc rửa bằng nước tại điểm thu. Mẫu sau đó được giữ lạnh trong quá trình mang về phòng thí nghiệm và được phân tích trong vòng 48 h.

Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) được phân tích bằng cách lọc một lượng thể tích mẫu bằng giấy lọc và sấy khô ở $110 \pm 5^\circ\text{C}$ cho đến khi trọng lượng không đổi. TSS được xác định bằng cách cân lại màng lọc và trừ đi trọng lượng màng lọc. NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} và SiO_2 được phân tích bằng máy quang phổ kế (Hach DR/2500). Nitrate được đo theo phương pháp nitrate 4500- NO_3^- (B) với giới hạn phát hiện là 0,02 mg/l, amoni đo theo phương pháp amoni 4500- NH_4^+ (B) với giới hạn phát hiện là 0,02 mg/l, phosphat đo theo phương pháp 4500- PO_4^{3-} (C) với giới hạn phát hiện là 0,06 mg/l, và silic oxit được đo theo phương pháp 4500- SiO_2 (D), giới hạn phát hiện là 0,05 mg/l của APHA (2005) [19]. Mỗi điểm được chuẩn bị 2 mẫu và đo lặp lại 2 lần.

Đo đạc các thông số của thực vật phù du

Mẫu TVPD được thu ở tầng mặt bằng lưới thu TVPD hình chóp (diện tích miệng lưới $0,3 \text{ m}^2$, kích thước mắt lưới $25 \mu\text{m}$) bằng cách quăng và kéo lưới vài lần cho đến khi màu nước cho thấy thấy nhiều TVPD trong mẫu. Mẫu định lượng được thu bằng cách lọc 1 l nước qua lưới. Các mẫu sau đó được chứa trong lọ nhựa 150 ml và cố định bằng với 3 ml dung dịch formalin 37%. Thành phần loài TVPD được định danh bằng cách quan sát dưới kính hiển vi Olympus CK40-F200 và BX51-TRF (Olympus, Japan) ở độ phóng đại 100–400 lần. Các loài TVPD được định danh dựa vào phương pháp hình thái so sánh với sự trợ giúp của các khoá phân loại trong và ngoài nước như Shirota (1966) [20], Kramer and Lange-Bertalot (1986) [21], Fukuyo và nnk., (1990) [22], Trương Ngọc An (1993) [23], Tomas

(1997) [24], Larsen và Nguyen-Ngoc (2004) [25] và Tôn Thất Pháp (2009) [26]. Mật độ TVPD trong mẫu được xác định bằng buồng đếm Sedgewick-Rafter theo phương pháp của Lund và nnk., (1958) [27]. Tối thiểu 500 tế bào được đếm trong mỗi mẫu và quy ra mật độ tế bào/l. Thành phần loài TVPD được tra cứu và sắp xếp theo hệ thống phân loại của AlgaeBase [28].

Phân tích thống kê

Phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA) và phân tích hậu kiểm (Tukey's HSD test) để kiểm tra sự khác biệt của các thông số môi trường giữa hai đợt thu mẫu. Phân tích tương quan Pearson được sử dụng để tìm hiểu mối tương quan giữa quần xã TVPD và các thông số môi trường. Các phân tích được thực hiện trên phần mềm SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, Hoa Kỳ).

Cấu trúc quần xã thực vật phù du được phân tích và đánh giá thông qua các chỉ số sinh học như chỉ số phong phú Margalef's index ($d = S - 1/\ln N$), chỉ số đồng đều Pielou's (J), chỉ số đa dạng Shannon, 1948 ($H' = -\sum p_i \times \ln p_i$), chỉ số ưu thế Berger-Parker D ($D = n_{\max}/N$), với $p_i = N_i/N$, N_i là mật độ của loài i và N là tổng mật độ trong mẫu. 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 làm rõ các yếu tố môi trường chính chi phối quần xã TPVD. Tất cả các thông số (trừ pH) được hoán chuyển bằng cách dùng hàm $\log(X+1)$ để có phân phối chuẩn trước khi phân tích. 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 phiên bản 4.5 cho Windows [29].

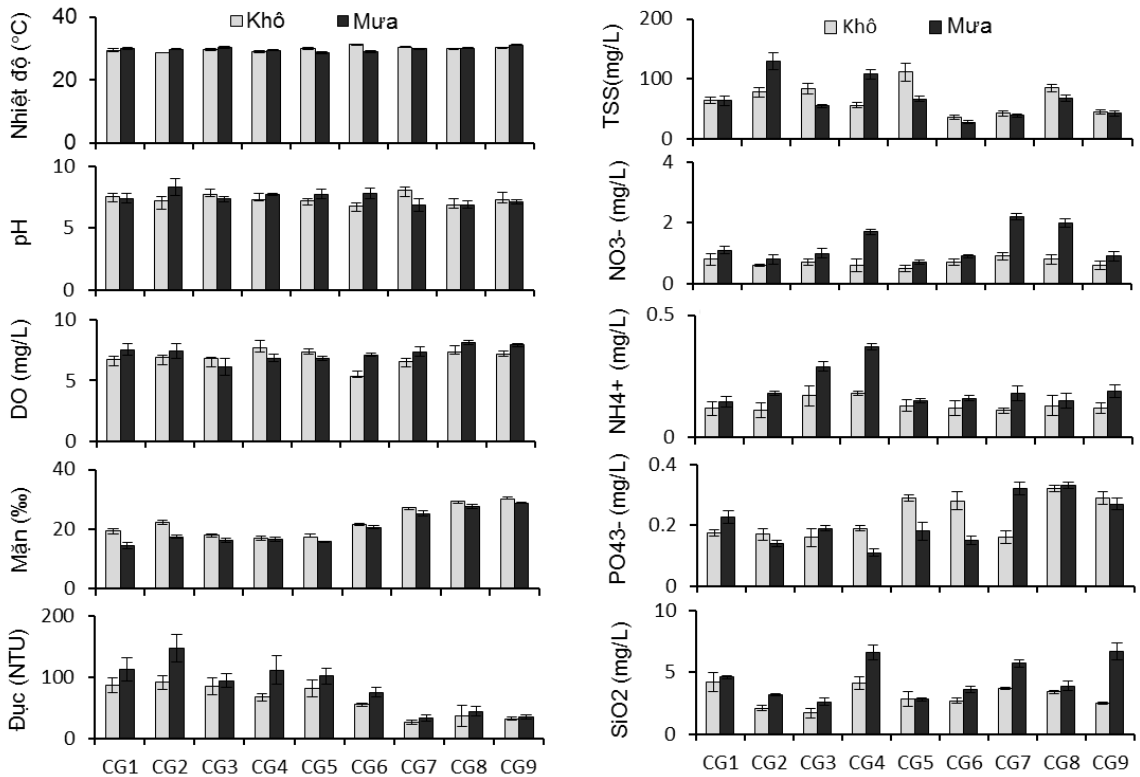
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Các thông số hoá lý

Nồng độ trung bình và độ lệch chuẩn của các yếu tố hoá lý nước mặt ở khu DTSQCG được trình bày ở hình 2. Kết quả phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) và phân tích

hậu kiểm Tukey's HSD cho thấy giá trị trung bình của độ mặn, độ đục, nitrat, amoni và silic dioxit trong mùa khô khác biệt có ý nghĩa so với mùa mưa ($p < 0,05$), các yếu tố khác không thấy khác biệt giữa hai mùa ($p > 0,05$). Độ mặn dao động từ 17–30‰ trong mùa khô và từ 14–29‰ vào mùa mưa. Độ đục dao động từ 26–91 (NTU) trong mùa khô và từ 33–147 (NTU) vào mùa mưa. Nitrate dao động từ 0,5–0,9 (mg/l) trong mùa khô và 0,7–2,2 (mg/l) trong mùa mưa. Ammonium dao động từ 0,11–0,18 (mg/l) trong mùa khô và 0,15–0,37 (mg/l)

trong mùa mưa. Silic dioxit dao động từ 1,7–4,2 (mg/l) trong mùa khô và 2,6–6,7 (mg/l) trong mùa mưa. Nhiệt độ dao động từ 28,6–31,2°C, với giá trị cao nhất và thấp nhất đều trong mùa khô; pH dao động từ 6,8–8,3, thấp nhất vào mùa khô và cao nhất vào mùa mưa; DO dao động từ 5,3–8,1 (mg/l), thấp nhất vào mùa khô và cao nhất vào mùa mưa; TSS dao động từ 28–130 (mg/l), với giá trị cao nhất và thấp nhất đều trong mùa mưa; PO_4^{3-} dao động từ 0,11–0,33 (mg/l) với giá trị cao nhất và thấp nhất đều trong mùa mưa (hình 2).



Hình 2. Sự thay đổi theo không gian và thời gian của các thông số hoá lý

Thành phần loài và mật độ thực vật phù du

Tổng số 86 loài (67 loài ở mùa khô và 70 loài ở mùa mưa) thuộc 5 nhóm TVPD là tảo silic, tảo hai roi, vi khuẩn lam và tảo kim được ghi nhận ở khu DTSQCG (phụ lục 1). Nhóm tảo silic chiếm ưu thế với 74 loài chiếm 86%, tảo hai roi xếp thứ hai với 7 loài chiếm 8%, tảo lam có 4 loài chiếm 5%, và tảo kim chỉ ghi nhận được 1 loài chiếm 1% (bảng 1). Trong nhóm tảo silic, hai chi *Coscinodiscus* và *Odontella* có số loài cao nhất tương ứng với 10

và 8 loài. Một số chi tảo silic khác có độ đa dạng loài thấp hơn như *Chaetoceros* (6 loài), *Nitzschia* (5 loài) và *Proboscia* (3 loài). Hai chi tảo hai roi có số loài đa dạng nhất là *Protoperidinium* (3 loài) và chi *Tripos* (2 loài).

Đa dạng sinh học khu DTSQCG và các giá trị sinh thái đã được báo cáo khá nhiều [15, 30, 31]. Tuy nhiên các thông tin về TVPD hầu như chưa được nghiên cứu ở khu vực này. Nghiên cứu này ghi nhận được 86 loài TPVD, trong đó chủ yếu là tảo silic. Số loài TVPD ở khu

DTSQCG cao hơn số loài TVPD (61 loài) ở vùng rừng ngập mặn Panguil (Philippines) nhưng thấp hơn số loài TVPD (126 loài) ở rừng ngập mặn Mindanao và Pichavaram (Ấn Độ)

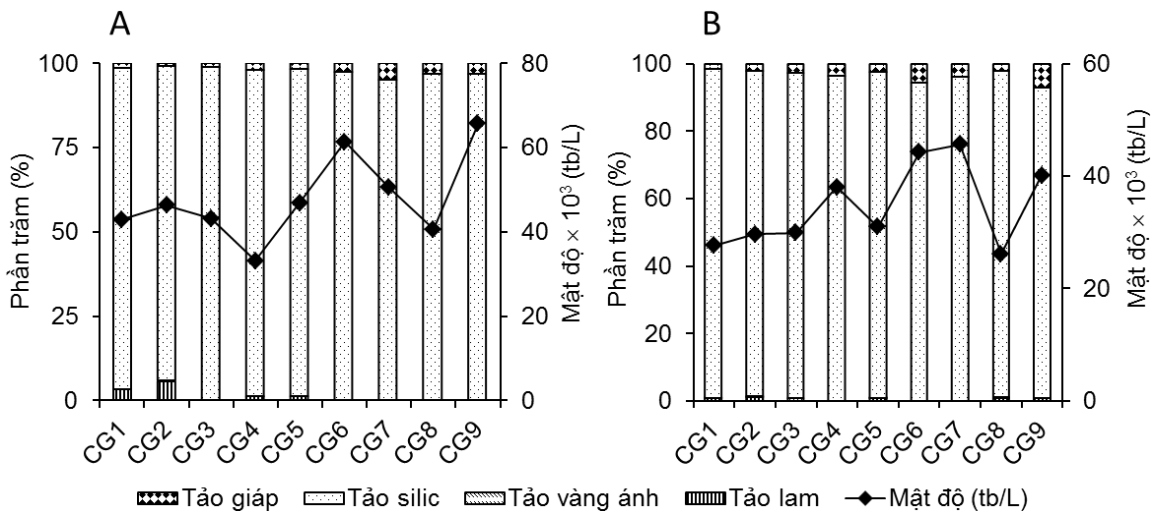
[32, 33]. Sự khác biệt này có thể do phạm vi khảo sát, thời gian khảo sát, các đặc điểm về địa lý, khí hậu cũng như sự phân bố của các loài TVPD.

Bảng 1. Thành phần loài thực vật phù du ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ

Ngành	Lớp	Số loài		Thành phần %	
		Khô	Mưa	Khô	Mưa
Cyanobacteria	Cyanophyceae	2	3	3,0	4,3
Dinophyta	Dinophyceae	4	5	6,0	7,1
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	18	17	26,9	24,3
	Coscinodiscophyceae	19	20	28,4	28,6
	Mediophyceae	23	24	34,2	34,3
Ochrophyta	Dictyochophyceae	1	1	1,5	1,4
Tổng		67	70	100	100

Sự thay đổi theo không gian và thời gian của mật độ tế bào TVPD ở Khu DTSQCG được trình bày ở hình 3. Mật độ tế bào TVPD ở mùa khô cao hơn so với mùa mưa ($p = 0,006$) và dao động từ $33-66 \times 10^3$ tế bào/l ở mùa khô (hình 3A) và $26-47 \times 10^3$ tế bào/l vào mùa mưa (hình 3B). Cao nhất ở điểm CG9 vào mùa khô

và thấp nhất ở điểm CG8 vào mùa mưa. Các điểm bên ngoài cửa sông ven biển (CG6–CG9) có mật độ tế bào TVPD cao hơn các điểm bên trong rừng ngập mặn ($p = 0,05$). Mật độ tế bào tảo silic chiếm ưu thế (> 90%) ở tất cả các điểm khảo sát và ở tất cả các thời điểm (hình 3).



Hình 3. Phần trăm các nhóm và mật độ tế bào TVPD ở (A) mùa khô và (B) mùa mưa

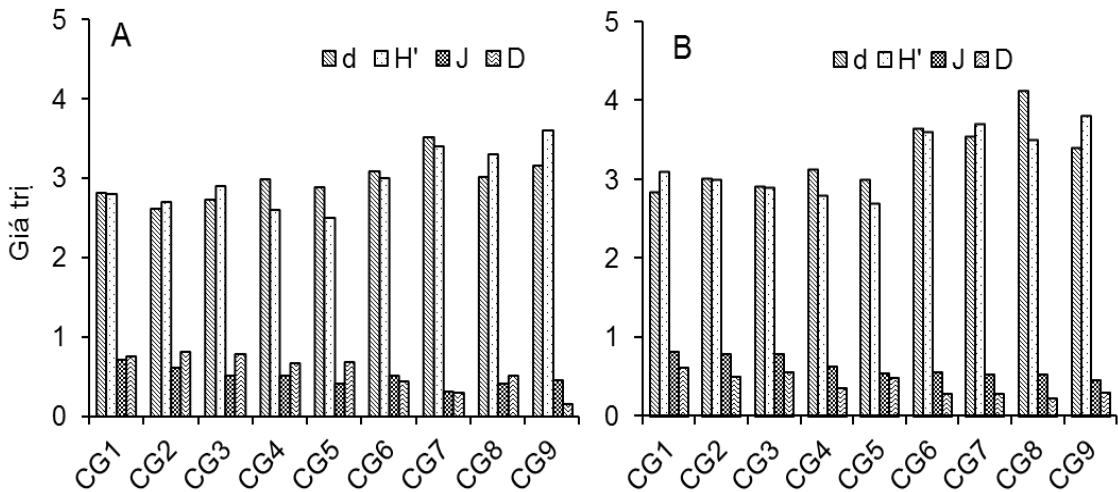
Mật độ tế bào TVPD ở khu DTSQCG cao hơn ở vùng rừng ngập mặn Panguil (Philippines) Canini 2013 [33], nhưng thấp hơn so với mật độ tế bào ở vùng cửa sông Tagus (Bồ Đào Nha) [34]. Sự gia tăng mật độ tế bào TVPD ở khu DTSQCG vào mùa khô có phần trùng khớp với nghiên cứu của Lu và

Gan (2015) [35] ở vùng cửa sông Châu Giang (Trung Quốc). Mật độ tế bào gia tăng vào mùa khô, điều này có thể do lượng nước ngọt từ thượng nguồn các dòng sông đổ về ít hơn, làm giảm độ pha loãng các yếu tố dinh dưỡng, giảm độ đục, tạo điều kiện thích hợp cho TVPD phát triển.

Các chỉ số sinh học

Giá trị trung bình và sự thay đổi theo không gian, thời gian của các chỉ số sinh học được trình bày ở hình 4. Giá trị các chỉ số sinh học (d, H', J và D) không cho thấy có sự khác biệt giữa mùa khô và mùa mưa (Anova, $p > 0,05$). Tuy nhiên, chỉ số phong phú Margalef's (d) và chỉ số đa dạng (H') ở các điểm thu mẫu bên trong rừng ngập mặn (CG1–CG5) thấp hơn so với các điểm ở bên ngoài cửa sông ven biển (CG6–CG9) (Anova, $p < 0,05$). Chỉ số

phong phú Margalef's dao động từ 2,6–4,1, đa dạng loài cao nhất ở điểm CG6 và CG8 vào mùa mưa và thấp nhất ở CG2 vào mùa khô. Chỉ số đa dạng H' dao động từ 2,5–3,8, cao nhất ở điểm CG9 (mùa mưa) và thấp nhất ở điểm CG5 (mùa khô). Chỉ số đồng đều Pielou's dao động từ 0,3–0,72, cao nhất ở điểm CG1 (mùa mưa) và thấp nhất ở điểm CG7 (mùa khô). Chỉ số ưu thế (D) dao động từ 0,15–0,8, cao nhất ở điểm CG2 (mùa khô) và thấp nhất ở điểm CG9 (mùa khô).



Hình 4. Các chỉ số sinh học của thực vật phù du ở mùa khô (A) và mùa mưa (B)

Tương quan giữa môi trường hoá lý và quần xã thực vật phù du

Sự ảnh hưởng của các điều kiện môi trường đối với khu hệ TVPD trong mùa khô được thể hiện ở hình 5A. Trong mùa khô có tổng số 28 loài TVPD có mật độ > 10% được sử dụng để phân tích CCA. Kết quả phân tích CCA cho thấy hàm lượng dinh dưỡng (nitrat, phosphat và amoni) và độ muối chi phối phần lớn quần xã TVPD. Trong đó trục CCA1 tương quan thuận với hàm lượng nitrat, phosphat nhưng tỉ lệ nghịch với độ đục và chi phối 47,2% độ biến động của khu hệ TVPD. Trong khi đó trục CCA2 tương quan thuận với độ muối, amoni nhưng tương quan nghịch với nhiệt độ, oxy hoà tan và pH (hình 5A), và chi phối 33,6% độ biến động của khu hệ TVPD. Đồ thị CCA cũng cho thấy khu hệ TVPD được phân làm các nhóm: Nhóm chịu tác động mạnh bởi phosphat gồm một số loài như *Coscinodiscus radiatus*, *Odontella heteroceros*, *Guinardia setigera*,

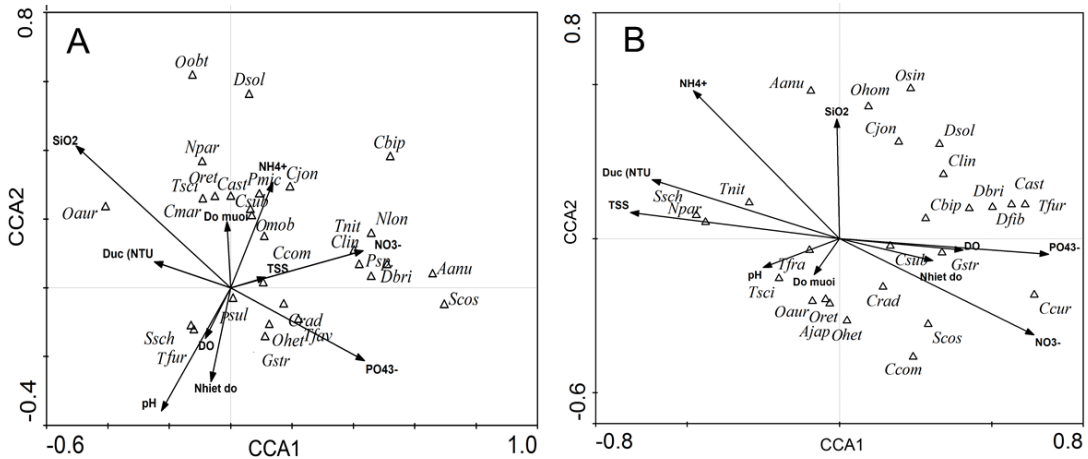
Triceratium favus; nhóm chịu tác động mạnh bởi nitrat gồm các loài như *Actinopterychus annulatus*, *C. lineatus*, *Ditylum brightwellii*, *Nitzschia longissima*, *Thalassionema nitzschioides*, nhóm chịu tác động mạnh bởi amoni và muối như *Odontella reticulum*, *C. asteromphalus*, *C. subtilis*, *C. jonesianus*, *C. marginatus*, *Ditylum sol*, *N. paradoxa*, *Prorocentrum micans* (hình 5A).

Trong mùa mưa có tổng số 26 loài TVPD có mật độ > 10% được sử dụng để phân tích CCA. Kết quả phân tích CCA cho thấy hàm lượng dinh dưỡng (nitrat và phosphat), độ đục, TSS, độ muối, nhiệt độ và DO chi phối phần lớn cấu trúc quần xã TVPD. Trong đó trục CCA1 tương quan thuận với hàm lượng nitrat, phosphat, nhiệt độ và DO nhưng tỉ lệ nghịch với độ đục, TSS và chi phối 39,5% độ biến động của khu hệ TVPD. Trục CCA1 chi phối phần lớn cấu trúc quần xã TVPD gồm các loài như: *Chaetoceros curvisetus*, *Coscinodiscus*

asteromphalus, *C. subtilis*, *C. bipartitus*, *Tripods furca*, *Ditylum brightwellii*, *Nitzschia paradoxa*, *Guinardia setigera*, *Skeletonema costatum* và *Thalassionema nitzschioides*. Trục CCA2 tỉ lệ thuận với silic dioxit nhưng tỉ lệ nghịch với độ muối và chi phối 27,3% độ biến biến động. Các loài chịu sự chi phối của trục CCA2 gồm: *Actinoptychus annulatus*, *Bellerochea homologicalis*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Odontella aurita*, *O. reticulum* và *O. heteroceros*.

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 [32, 36, 37]. Khu DTSQCG hiện đang chịu nhiều tác động trực tiếp và gián tiếp bởi các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp và đô thị hoá từ các khu vực lân cận như TP HCM, Bình Dương, Đồng Nai và Vũng Tàu [38]. Do đó môi trường nước bị ô nhiễm và

gia tăng phú dưỡng hoá trong những năm gần đây [39]. Khu DTSQCG đặc trưng là vùng cửa sông nước cạn có độ đục cao vì bị ảnh hưởng bởi triều và phù sa bồi tụ từ các con sông như Sài Gòn-Đồng Nai (Soài Rạp), Đồn Tranh, Lòng Tàu và Gò Gia-Thị Vải [38]. Do vậy ngoài các chất dinh dưỡng, độ đục và độ muối góp phần đáng kể ảnh hưởng đến cấu trúc quần xã TVPD. Điều này cũng đã được ghi nhận ở rừng ngập mặn Philippines [33], sông Châu Giang và sông Trường Giang (Trung Quốc) [9, 40], vịnh Khambhat (Ấn Độ) [8]. Mật độ tế bào thấp hơn trong mùa mưa (mặc dù hàm lượng một số chất dinh dưỡng cao hơn so với mùa khô) có thể do độ đục gia tăng làm hạn chế ánh sáng đi vào môi trường nước, điều này hạn chế TVPD phát triển. Đồng thời sự phân chia của một số loài TVPD thích hợp với độ mặn cao bị hạn chế trong mùa mưa [6], điều này cũng góp phần làm suy giảm mật độ tế bào TVPD.



Hình 5. Sự chi phối giữa môi trường hoá lý và quần xã thực vật phù du ở mùa khô (A) và mùa mưa (B)

Trong một số hệ sinh thái rừng ngập mặn độ muối, hàm lượng nitơ và phosphat là những yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến cấu trúc quần xã TVPD [33, 40], trong đó phosphat được cho là yếu tố quyết định. Sự gia tăng hàm lượng phosphat thường tỉ lệ thuận với mật độ và thành phần loài TVPD, đặc biệt là nhóm tảo silic [9, 34, 36]. Ngoài ra, các chất dinh dưỡng như nitrate, amoni, phosphat và silic dioxit đều cho thấy có mối quan hệ với mật độ tế bào ở khu DTSQCG.

Kết quả của nghiên cứu này trùng khớp với nghiên cứu ở rừng ngập mặn Philippines [30], rừng ngập mặn Mindanao và Pichavaram (Ấn Độ) [32, 33] trong đó các tác giả ghi nhận độ đục, hàm lượng silic và các chất dinh dưỡng là những yếu tố chính ảnh hưởng đến cấu trúc quần xã TPVD ở các cửa sông vùng nhiệt đới.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ từ Quỹ phát triển Khoa học Trẻ của Sở Khoa học

và Công nghệ TP HCM cho đề tài mang mã số “172/QĐ-SKH-CN”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Reynolds, C. S., 2006. The ecology of phytoplankton. *Cambridge University Press*. 550 p.
- [2] Naddafi, R., Pettersson, K., and Eklöv, P., 2007. The effect of seasonal variation in selective feeding by zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on phytoplankton community composition. *Freshwater Biology*, 52(5), 823–842.
- [3] Costa, L. S., Huszar, V. L. M., and Ovalle, A. R., 2009. Phytoplankton functional groups in a tropical estuary: hydrological control and nutrient limitation. *Estuaries and Coasts*, 32(3), 508–521.
- [4] Nassar, M. Z., El-Din, N. G. S., and Gharib, S. M., 2015. Phytoplankton variability in relation to some environmental factors in the eastern coast of Suez Gulf, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(10), 648–655.
- [5] Ward, B. A., Dutkiewicz, S., and Follows, M. J., 2013. Modelling spatial and temporal patterns in size-structured marine plankton communities: top-down and bottom-up controls. *Journal of Plankton Research*, 36(1), 31–47.
- [6] Nche-Fambo, F. A., Scharler, U. M., and Tirok, K., 2015. Resilience of estuarine phytoplankton and their temporal variability along salinity gradients during drought and hypersalinity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 158, 40–52.
- [7] Bussi, G., Whitehead, P. G., Bowes, M. J., Read, D. S., Prudhomme, C., and Dadson, S. J., 2016. Impacts of climate change, land-use change and phosphorus reduction on phytoplankton in the River Thames (UK). *Science of the Total Environment*, 572, 1507–1519.
- [8] George, B., Kumar, J. N., and Kumar, R. N., 2012. Study on the influence of hydro-chemical parameters on phytoplankton distribution along Tapi estuarine area of Gulf of Khambhat, India. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(3), 157–170.
- [9] Gao, X., and Song, J., 2005. Phytoplankton distributions and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin*, 50(3), 327–335.
- [10] Aktan, Y., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., and Aykulu, G., 2005. Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in Izmit Bay (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64(2–3), 372–384.
- [11] Thangaradjou, T., Sethubathi, G. V., Raja, S., Poornima, D., Shanthi, R., Balasubramanian, T., Babu, K. N., and Shukla, A. K., 2012. Influence of environmental variables on phytoplankton floristic pattern along the shallow coasts of southwest Bay of Bengal. *Algal Research*, 1(2), 143–154.
- [12] Ralston, D. K., Keafer, B. A., Brosnahan, M. L., and Anderson, D. M., 2014. Temperature dependence of an estuarine harmful algal bloom: Resolving interannual variability in bloom dynamics using a degree-day approach. *Limnology and Oceanography*, 59(4), 1112–1126.
- [13] Ralston, D. K., Keafer, B. A., Brosnahan, M. L., and Anderson, D. M., 2014. Temperature dependence of an estuarine harmful algal bloom: Resolving interannual variability in bloom dynamics using a degree-day approach. *Limnology and Oceanography*, 59(4), 1112–1126.
- [14] Alongi, D. M., 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(3), 331–349.
- [15] Kuenzer, C., and Tuan, V. Q., 2013. Assessing the ecosystem services value of Can Gio Mangrove Biosphere Reserve: combining earth-observation-and household-survey-based analyses. *Applied Geography*, 45, 167–184.
- [16] McDonough, S., Gallardo, W., Berg, H., Trai, N. V., and Yen, N. Q., 2014. Wetland ecosystem service values and shrimp aquaculture relationships in Can Gio, Vietnam. *Ecological indicators*, 46, 201–213.

- [17] Van Loon, A. F., Dijkma, R., and Van Mensvoort, M. E. F., 2007. Hydrological classification in mangrove areas: a case study in Can Gio, Vietnam. *Aquatic Botany*, 87(1), 80–82.
- [18] Minh, T. L. T., Phuoc, D. N., Quoc, T. D., Ngo, H. H., and Lan, C. D. H., 2016. Presence of e-EDCs in surface water and effluents of pollution sources in Sai Gon and Dong Nai river basin. *Sustainable Environment Research*, 26(1), 20–27.
- [19] APHA (American Public Health Association), 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st Edition, Washington DC. 2567 p.
- [20] Shirota, A., 1966. The plankton of South Viet-Nam: fresh water and marine plankton. *Overseas Technical Cooperation Agency*. 489 p.
- [21] Krammer, K., and Lange-Bertalot, H. 1991. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. *Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena*. 576 p.
- [22] Fukuyo, Y., 1990. Red tide organisms in Japan: an illustrated taxonomic guide. *Uchida Rokakuho*.
- [23] Trương Ngọc An, 1993. Phân loại tảo silic phù du biển Việt Nam. *Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội*. 315 tr.
- [24] Tomas, C. R. (Ed.), 1997. Identifying marine phytoplankton. *Elsevier*. 875 p.
- [25] Larsen, J., and Nguyen, N. L., 2004. Potentially toxic microalgae of Vietnamese waters. *Opera Botanica*, 140, 5–216.
- [26] Tôn Thất Pháp, 2009. Đa dạng sinh học ở Phú Tam Giang-Cầu Hai tỉnh Thừa Thiên Huế. *Nxb. Đại học Huế*, 214 p.
- [27] Lund, J. W. G., Kipling, C., and Le Cren, E. D., 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11(2), 143–170.
- [28] Guiry, M. D., and Guiry, G. M., 2016. AlgaeBase version 4.2 World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway, Ireland. (<http://www.algaebase.org>) (searched on 18 Sep 2016).
- [29] Lepš, J., and Šmilauer, P., 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. *Cambridge University Press*. 283 p.
- [30] Xuan, Q. N., Vanreusel, A., Thanh, N. V., and Smol, N., 2007. Biodiversity of meiofauna in the intertidal Khe Nhan mudflat, Can Gio mangrove forest, Vietnam with special emphasis on free living nematodes. *Ocean Science Journal*, 42(3), 135–152.
- [31] Nguyễn Thị Gia Hằng, Trần Triết, Nguyễn Thanh Tùng, 2009. Quần xã khuê tảo bám trong hệ sinh thái rừng ngập mặn tại khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 12(7), 72–78.
- [32] Rajkumar, M., Perumal, P., Prabu, V. A., Perumal, N. V., and Rajasekar, K. T., 2009. Phytoplankton diversity in pichavaram mangrove waters from south-east coast of India. *Journal of Environmental Biology*, 30(4), 489–498.
- [33] Canini, N. D., Metillo, E. B., and Azanza, R. V., 2013. Monsoon-influenced phytoplankton community structure in a Philippine mangrove estuary. *Tropical Ecology*, 54(3), 331–343.
- [34] Brogueira, M. J., do Rosário Oliveira, M., and Cabeçadas, G., 2007. Phytoplankton community structure defined by key environmental variables in Tagus estuary, Portugal. *Marine Environmental Research*, 64(5), 616–628.
- [35] Lu, Z., and Gan, J., 2015. Controls of seasonal variability of phytoplankton blooms in the Pearl River Estuary. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 117, 86–96.
- [36] Suthers, I., Rissik, D., and Richardson, A. (Eds.), 2019. Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality. *CSIRO publishing*, 273 p.
- [37] Arumugam, S., Sigamani, S., Samikannu, M., and Perumal, M., 2016. Assemblages of phytoplankton diversity in different zonation of Muthupet mangroves.

- Regional Studies in Marine Science*, 3, 234–241.
- [38] Schwarzer, K., Thanh, N. C., and Ricklefs, K., 2016. Sediment re-deposition in the mangrove environment of Can Gio, Saigon river estuary (Vietnam). *Journal of Coastal Research*, 75(sp1), 138–143.
- [39] Davidson, K., Gowen, R. J., Harrison, P. J., Fleming, L. E., Hoagland, P., and Moschonas, G., 2014. Anthropogenic nutrients and harmful algae in coastal waters. *Journal of Environmental Management*, 146, 206–216.
- [40] Huang, L., Jian, W., Song, X., Huang, X., Liu, S., Qian, P., Yin, K., and Wu, M., 2004. Species diversity and distribution for phytoplankton of the Pearl River estuary during rainy and dry seasons. *Marine Pollution Bulletin*, 49(7–8), 588–596.

Phụ lục 1. Danh sách các loài thực vật phù du ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ

STT	Tên khoa học	Mùa khô	Mùa mưa	Ký hiệu
Vi khuẩn lam				
1	<i>Lyngbya</i> sp.	+	+	Lsp.
2	<i>Oscillatoria</i> sp.		+	Osp.
3	<i>Oscillatoria subbrevis</i> Schmidle		+	Osub
4	<i>Trichodesmium erythraeum</i> Ehrenberg	+		Tery
Tảo kim				
5	<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	+	+	Dfib
Tảo silic				
6	<i>Actinoptychus annulatus</i> (Wallich) Grunow	+	+	Aanu
7	<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing		+	Apel
8	<i>Amphiprora gigantea</i> Grunow	+	+	Agig
9	<i>Asterionella formosa</i> Cleve	+	+	Afor
10	<i>Bacteriastrum varians</i> Lauder		+	Bvar
11	<i>Bellerochea homologicalis</i> Stosch		+	Bhom
12	<i>Cerataulina dentata</i> Hasle in Hasle	+	+	Cden
13	<i>Chaetoceros abnormis</i> Proschkina-Lavrenko	+		Cabn
14	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder		+	Caff
15	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve		+	Ccur
16	<i>Chaetoceros diversus</i> Cleve	+	+	Cdiv
17	<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve	+	+	Chsu
18	<i>Chaetoceros teres</i> Cleve		+	Cter
19	<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg	+		Cmon
20	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg	+	+	Cast
21	<i>Coscinodiscus bipartitus</i> Rattray	+	+	Cbip
22	<i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg	+		Cexc
23	<i>Coscinodiscus gigas</i> Ehrenberg	+	+	Cgig
24	<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Greville) Ostenfeld	+	+	Cjon
25	<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehrenberg	+	+	Clin
26	<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg	+	+	Cmar
27	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	+	+	Crad
28	<i>Coscinodiscus subtilis</i> Ehrenberg	+	+	Csub
29	<i>Coscinodiscus thorii</i> Pavillard	+	+	Ctho
30	<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenb.) Kütz	+	+	Ccom
31	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory		+	Dvul
32	<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	+		Ddid
33	<i>Ditylum brightwellii</i> (T. West) Grunow	+	+	Dbri
34	<i>Ditylum sol</i> Grunow	+	+	Dsol
35	<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg	+		Ezod

36	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	+	+	Gstr
37	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh	+	+	Gacu
38	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh		+	Gatt
39	<i>Gyrosigma sinensis</i> Ehrenberg	+	+	Gsin
40	<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	+		Hsin
41	<i>Lauderia borealis</i> Gran	+	+	Lbor
42	<i>Melosira undulata</i> (Ehrenb.) Kütz		+	Mund
43	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	+		Mvar
44	<i>Navicula elegans</i> W. Smith		+	Nele
45	<i>Navicula</i> sp.	+	+	Nsp.
46	<i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenb.) W. Sm		+	Nclo
47	<i>Nitzschia longissima</i> (Bréb.) Ralfs	+	+	Nlon
48	<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	+	+	Nlor
49	<i>Nitzschia paradoxa</i> (Gmelin) Grunow	+	+	Npar
50	<i>Nitzschia</i> sp.	+		Nisp.
51	<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Brébisson	+	+	Oaur
52	<i>Odontella heteroceros</i> Grunow	+	+	Ohet
53	<i>Odontella longicuris</i> (Greville) M.A.Hoban	+		Olon
54	<i>Odontella mobilensis</i> Grunow	+	+	Omob
55	<i>Odontella obtusa</i> (Kütz) Hust	+	+	Oobt
56	<i>Odontella regia</i> (Schultze) Ostenfeld	+	+	Oreg
57	<i>Odontella reticulum</i> (Ehr.) Boyer	+	+	Oret
58	<i>Odontella sinensis</i> Greville		+	Osin
59	<i>Paralia sulcata</i> Ehrenberg	+	+	Psul
60	<i>Planktoniella sol</i> (Wallich) Schütt	+	+	Psol
61	<i>Pleurosigma affine</i> Grunow	+	+	Paff
62	<i>Pleurosigma angulatum</i> W. Smith	+	+	Pang
63	<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith	+		Pelo
64	<i>Proboscia alata</i> Brightwell	+	+	Pala
65	<i>Proboscia imbricata</i> Brightwell	+	+	Pimb
66	<i>Proboscia stolterforthii</i> Perag	+		Psto
67	<i>Pseudonitzschia</i> sp.	+	+	Psp.
68	<i>Schroederella schroederi</i> (Bergon) Pavillard	+	+	Ssch
69	<i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Cleve	+	+	Scos
70	<i>Streptothecca thamesis</i> Shrubsole	+	+	Stha
71	<i>Surirella gemma</i> Ehrenberg		+	Sgem
72	<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	+		Srob
73	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	+	+	Tnit
74	<i>Thalassiosira</i> sp.	+		Tsp.
75	<i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran		+	Tsub
76	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> Grunow	+	+	Tfra
77	<i>Triceratium favus</i> Ehrenb	+	+	Tfav
78	<i>Triceratium scitulum</i> Brightwell	+	+	Tsci
79	<i>Tryplichopychus cocconeiformis</i> (Cleve) Hendey		+	Tcoc
Tảo hai roi				
80	<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	+	+	Dcau
81	<i>Peridinium quinquecorne</i> Abé		+	Pqui
82	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+	Pmic
83	<i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh		+	Ppel
84	<i>Protoperidinium pentagonum</i> (Gran) Balech	+		Ppen
85	<i>Tripes furca</i> (Ehrenberg) Claparède et Lachmann	+	+	Tfur
86	<i>Tripes muelleri</i> Bory	+		Tmue
Tổng số		67	70	