

Bài báo nghiên cứu

KHU HỆ VI TẢO BÁM TRONG MÔI TRƯỜNG QUAN VỚI CÁC THÔNG SỐ MÔI TRƯỜNG Ở KHU DỰ TRỮ SINH QUYỂN CẦN GIỜ, THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Trần Thị Hoàng Yên¹, Trần Trung Kiên¹, Vũ Thị Tuyết Nhung¹,
Trần Thành Thái¹, Nguyễn Thị Mỹ Yên¹, Phạm Thanh Lưu^{1,2*}

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

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

*Tác giả liên hệ: Phạm Thanh Lưu – Email: thanhlupham@gmail.com

Ngày nhận bài: 15-12-2022; ngày nhận bài sửa: 31-3-2023; ngày duyệt đăng: 22-4-2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu này khảo sát sự thay đổi của quần xã vi tảo bám và các yếu tố môi trường theo không gian và thời gian ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ. Mẫu tảo bám và nước mặt được thu thập ở 14 vị trí trong 2 mùa (mùa mưa tháng 10/2020 và mùa khô tháng 1/2021). Tổng số 151 loài tảo bám được ghi nhận, trong đó tảo silic chiếm ưu thế trên 86% về thành phần loài. Mật độ tế bào tảo bám dao động từ $7,38 \times 10^4$ – $9,79 \times 10^4$ (tế bào/cm²). Kết quả phân tích các thông số hoá lý cho thấy độ đục, độ mặn, TSS và nitrit khác biệt giữa mùa mưa và mùa khô. Phân tích tương quan chính tắc (CCA) cho thấy khu hệ tảo bám ở rừng ngập mặn Cần Giờ bị chi phối bởi TSS, độ đục, độ mặn, và các hợp chất dinh dưỡng của nitơ như NH_4^+ và NO_2^- . Nghiên cứu này góp phần cung cấp thông tin về khu hệ vi tảo bám trong mối liên hệ với các yếu tố môi trường sinh thái ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ.

Từ khóa: mật độ và sinh khối tế bào; rừng ngập mặn Cần Giờ; tương quan chính tắc (CCA)

1. Giới thiệu

Tảo bám là nhóm có cấu trúc hiển vi đơn giản, sống bám vào các giá thể trong nước và phân bố nhiều trong các thủy vực như sông, suối, ao hồ và biển. Tương tự như thực vật phù du (TVPD), vi tảo bám (VTB) cũng là những sinh vật sơ cấp quan trọng của chuỗi thức ăn tự nhiên. Chúng là nguồn thức ăn cho nhiều nhóm động vật thủy sinh (Hendrarto và Nitisuparjo, 2011). Thành phần loài và số lượng VTB là cơ sở xác định các chỉ số đa dạng (Sylvestre et al., 2004). Nhóm VTB chủ yếu là nhóm khuê tảo và một số loài vi khuẩn lam sống bám trên bề mặt các giá thể và thường tạo thành các lớp màng sinh học. Khu hệ VTB

Cite this article as: Tran Thi Hoang Yen, Tran Trung Kien, Vu Thi Tuyen Nhung, Tran Thanh Thai, Nguyen Thi My Yen, & Pham Thanh Luu (2023). Seasonal variations of benthic algae assemblages in relation to environmental variables in the Can Gio Mangrove Biosphere Reserve, Vietnam. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 20(4), 704-716.

thường có thành phần loài đa dạng và được sử dụng làm chỉ thị sinh học trong đánh giá chất lượng môi trường (Dickman et al., 2005).

Thành phần loài và cấu trúc quần xã VTB chịu sự chi phối và thay đổi theo các điều kiện môi trường bên ngoài (Wu et al., 2009). Cùng với TVPD, sự phân bố của VTB theo không gian và thời gian là những 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. Ở khu vực cửa sông, vùng ven biển độ mặn, các chất dinh dưỡng đóng vai trò chính chi phối sự phân bố khu hệ VTB (Wu et al., 2009; Kim et al., 2019). Trong đó, các yếu tố môi trường, chẳng hạn như độ đục, độ dẫn điện (EC) và tổng photpho (TP), ảnh hưởng đáng kể đến sự phân bố của khu hệ tảo bám ở các cửa sông phía Nam của Bán đảo Triều Tiên (Kim et al., 2019). Nghiên cứu tại sông Hằng (đoạn chảy qua Trung Quốc) cho thấy TN, TDS và TP ảnh hưởng đáng kể đến sự phân bố của khu hệ tảo đáy (Wu et al., 2009).

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. Quần xã tảo bám trong hệ sinh thái rừng ngập mặn đóng vai trò quan trọng cho năng suất của thủy vực, đồng thời là nguồn thức ăn chính cho các loài động vật không xương sống cỡ lớn và cá trong các hệ sinh thái thủy sinh (Gaiser, 2009).

Khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh là một trong những hệ sinh thái rừng ngập mặn có vai trò quan trọng về kinh tế, môi trường cũng như đa dạng sinh học. Tuy nhiên, các công trình nghiên cứu về VTB ở Cần Giờ còn hạn chế, trong đó có một số công trình ghi nhận tảo bám là nhóm sinh vật có độ đa dạng cao và có tiềm năng sử dụng làm chỉ thị môi trường. Theo Nguyễn Thị Gia Hằng và cộng sự (2009), đã ghi nhận được 348 taxa khu hệ tảo bám, trong đó có 100 taxa thuộc bộ Trung tâm (Centrales) và 238 taxa thuộc bộ Lông chim (Pentales). Bên cạnh đó, nhóm tác giả sử dụng chỉ số TDI (Trophic Diatom Index) để đánh giá hiện trạng dinh dưỡng trong trầm tích của rừng ngập mặn ở khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, các tác giả đã ghi nhận loài *Achnantheidium minutissimum* chỉ thị cho tổng photpho thấp, còn loài *Luticola goeppertiana*, *Navicula recens* chỉ thị cho tổng photpho cao. (Nguyen et al., 2009)

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là khảo sát cấu trúc quần xã, sự phân bố thành phần loài, mật độ, sinh khối theo không gian và thời gian của quần xã tảo bám trên cơ sở đó sử dụng một số chỉ số sinh học để đánh giá mối liên hệ giữa quần xã với với chất lượng môi trường và hoạt động nghề cá.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

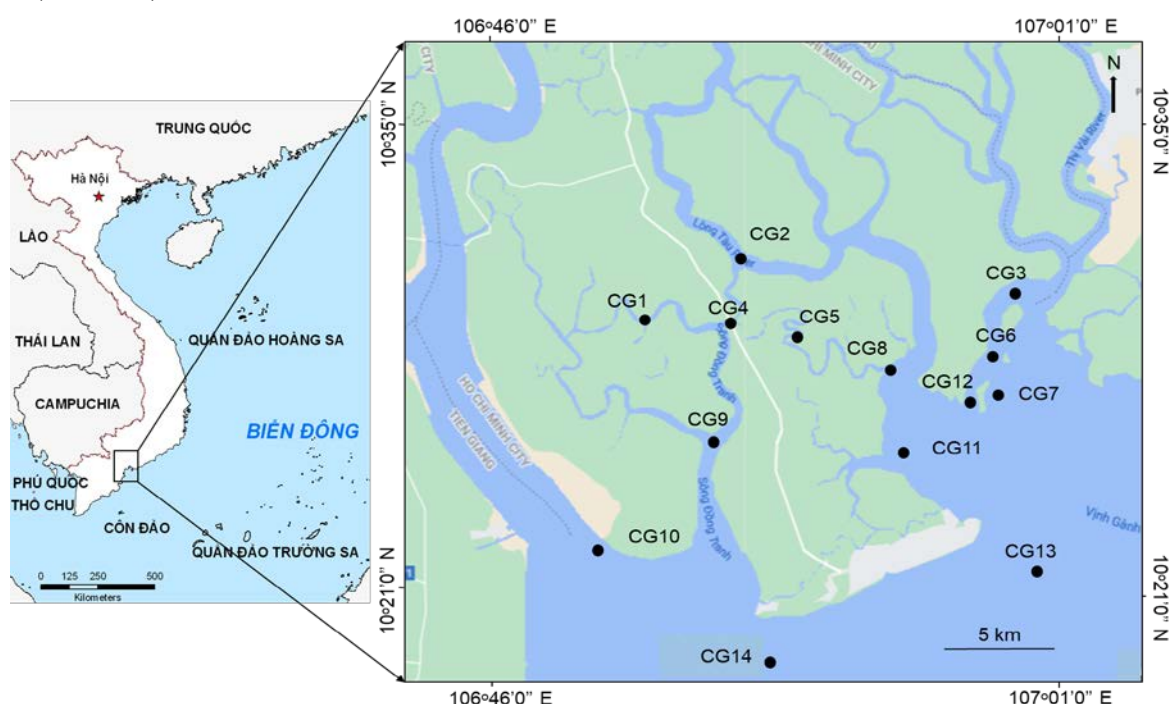
2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ (KDTSQCG) là vùng đất ngập nước thuộc huyện Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh và được coi là một trong những khu rừng ngập mặn đẹp nhất Đông Nam Á. Kéo dài từ vĩ độ 10°22'-10°40' Bắc và kinh độ 106°46'-107°01' Đông, khu bảo

tồn kéo dài 35 km từ Bắc xuống Nam và 30 km từ Đông sang Tây, KDTSQCG còn được gọi là “Lá phổi xanh” của thành phố công nghiệp lớn nhất Việt Nam, nơi có đa dạng sinh học cao với hơn 200 loài động vật và 52 loài thực vật (UNESCO, 2000; Vo & Kuenzer, 2012). Khu vực này có chế độ thủy triều bán nhật triều, biên độ triều dao động từ 2 đến 4 m tùy theo mùa khu vực. Khí hậu đặc trưng là nhiệt đới gió mùa với hai mùa rõ rệt. Mùa khô bắt đầu từ tháng 11 và kéo dài đến đầu tháng 5, còn mùa mưa từ cuối tháng 5 đến cuối tháng 10 (Kuenzer & Vo, 2013; Pham, 2017).

2.2. Vị trí và thời gian lấy mẫu

Mẫu hóa lí và mẫu tảo bảm được thu hai đợt vào tháng 10 (mùa mưa) năm 2020 và tháng 1 (mùa khô) năm 2021, tại 14 địa điểm kí hiệu từ CG1–CG14 (Hình 1).



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

2.3. Đo đạc các thông số hoá lí

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). Để phân tích hàm lượng các chất dinh dưỡng, mẫu nước được thu vào can nhựa 2L sau khi đã súc rửa bằng nước tại điểm thu. Mẫu sau đó được giữ lạnh, mang về phòng thí nghiệm và 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 ± 5 °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. Các chất dinh dưỡng như NO_2^- , NH_4^+ và PO_4^{3-} được phân tích bằng máy quang phổ kế (Hach DR/2500) (APHA, 2014).

2.4. *Khảo sát thu mẫu vi tảo bám*

Mẫu tảo bám được thu ở các vị trí có độ sâu nhỏ hơn 1 m và có nhiều giá thể. Các giá thể thường sử dụng như đá, gạch, bê tông, cọc tre, gỗ, các giá thể nuôi hàu, các phao và trụ nổi... có bề mặt lớn hơn 10 cm². Tại 1 điểm 3 vị trí được thu tương ứng với 3 giá thể được lựa chọn ngẫu nhiên. Tại mỗi vị trí chỉ lấy 1 giá thể, giá thể phải có lớp bề mặt nâu, xanh trơn, có dấu hiệu có nhiều vi tảo bám. Thu mẫu tảo bám bằng cách đặt màng nilong có đục thủng lỗ 10 cm², dùng bàn chải nhỏ đánh và rửa sạch lớp màng vào chậu, sau đó cho vào 1 lọ 100 mL có dán nhãn và kí hiệu gồm tên điểm, vị trí, ngày thu, số mẫu lặp. Tất cả các mẫu vật được cố định với khoảng 0,03% thể tích dung dịch Lugol (Wehr et al., 2015).

2.5. *Định loại xác định mật độ và sinh khối*

Mẫu tảo bám được quan sát dưới kính hiển vi Olympus có độ phóng đại ×100-400 và được định danh đến chi và loài theo phương pháp hình thái so sánh theo các khóa phân loại học trong và ngoài nước (Desikachary, 1959; 1988; Larsen & Nguyen, 2004; Krammer & Lange-Bertalot, 2007a, b; Lavoie & Hamilton, 2008; Ton, 2009). Hệ thống phân loại mẫu tảo được tra cứu và sắp xếp theo hệ thống phân loại của AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2017). Mật độ tế bào trong 1 ml mẫu được xác định bằng buồng đếm Sedgewick Rafter theo phương pháp của Edward và David (2010) và xác định theo công thức (1), ít nhất 400 mảnh vỏ khuê tảo được đếm cho mỗi mẫu và quy ra mật độ tế bào/cm².

$$N = \frac{1000 \times A \times V1}{10 \times S \times V2} \quad (1)$$

Trong đó: N tổng số tế bào/cm²; A là số tế bào đếm được; S là số ô đếm trên buồng đếm; V1 là thể tích mẫu thu; V2 là thể tích mẫu lấy xử lí.

Sinh khối tế bào được tính bằng phương pháp tích thể tích tế bào (V_c) theo một số tài liệu đã công bố (Hillebrand et al., 1999; Sun & Liu, 2003; Vadrucci et al., 2007), sinh khối được quy đổi thành trọng lượng ướt theo tỉ lệ 1 mm³ = mg (Wetzel & Likens, 2000).

2.6. *Xử lí số liệu*

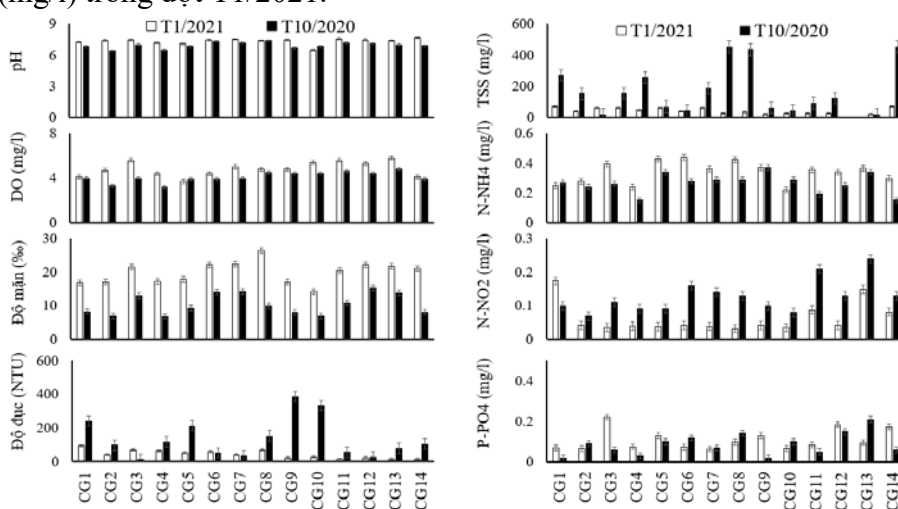
Các chỉ số sinh học gồm: Chỉ số đa dạng Shannon và Wiener (H'), Chỉ số đa dạng Margalef (d), số đa dạng Simpson's (D'), đồng đều Pielou (J') và được tính toán bằng phần mềm Primer VI. Phân tích phương sai một yếu tố (One-way ANOVA) và phân tích hậu kiểm (Tukey's HSD test) được thực hiện bằng phần mềm Statgraphic centurion XV để kiểm tra sự khác biệt giữa các vị trí và đợt thu mẫu. Phân tích tương quan chính tắc (CCA) được sử dụng để làm rõ các yếu tố môi trường chính chi phối quần xã VTB. Tất cả các thông số (trừ pH) được hoán chuyển bằng 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 tảo bám được loại bỏ nhờ phép phân tích hoán vị Monte Carlo. Chỉ những loài có mật độ cao hơn 5% 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 (Lepš & Šmilauer, 2003).

3. *Kết quả và thảo luận*

3.1. *Các thông số hoá lí*

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

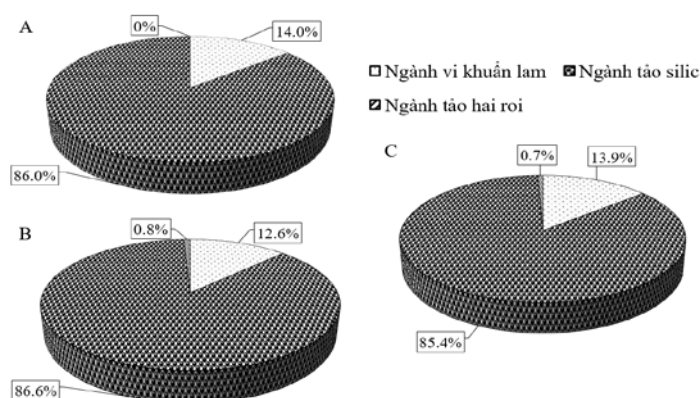
hậu kiểm Tukey's HSD cho thấy giá trị trung bình của độ mặn, độ đục, TSS, nitrit trong mùa khô khác biệt có ý nghĩa so với mùa mưa ($p < 0,05$), các yếu tố khác không thấy khác biệt giữa hai mùa ($p > 0,05$). pH dao động từ 6,4-7,7; thấp nhất trong đợt T10/2020 và cao nhất vào đợt T1/2021. DO dao động từ 3,2-5,8 (mg/l), thấp nhất trong đợt T10/2020 và cao nhất vào đợt T1/2021. TSS dao động từ 16-452 (mg/l), với giá trị cao nhất và thấp nhất đều trong đợt T10/2020. Độ mặn dao động từ 6,8-15,3‰ trong đợt T10/2020 và từ 14,2-26,5‰ vào đợt T1/2021. Độ đục dao động từ 13,8-385 (NTU) trong đợt T10/2020 và từ 10,9-92,5 (NTU) vào đợt T1/2021. N-NO₂⁻ dao động từ 0,07-0,24 (mg/l) trong đợt T10/2020 và 0,03-0,17 (mg/l) trong đợt T1/2021. N-NH₄⁺ dao động từ 0,15-0,37 (mg/l) trong đợt T10/2020 và 0,22-0,44 (mg/l) trong đợt T1/2021. P-PO₄³⁻ dao động từ 0,02-0,21 (mg/l) trong đợt T10/2020 và 0,06-0,22 (mg/l) trong đợt T1/2021.



Hình 2. Các thông số hóa lý tại các vị trí khảo sát

3.2. Thành phần loài tảo bám

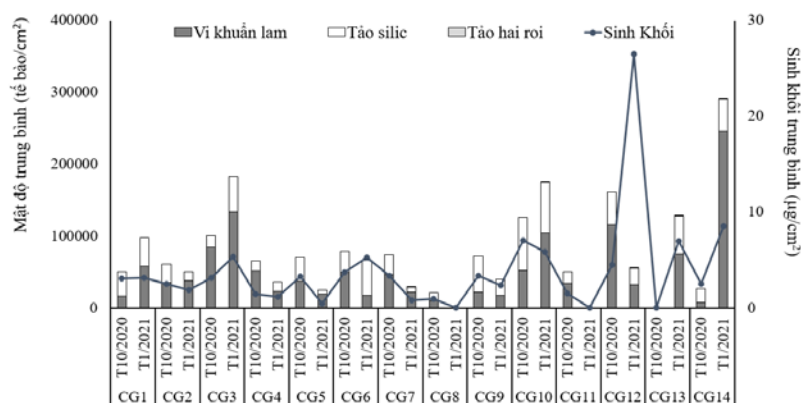
Tổng số 151 loài VTB thuộc 3 ngành, 5 lớp, 28 bộ, 48 họ, 74 chi gồm vi khuẩn lam, tảo silic và tảo hai roi được ghi nhận. Trong đợt khảo sát T10/2020 ghi nhận được 129 loài, trong đó tảo silic có 111 loài chiếm 86% và vi khuẩn lam có 18 loài chiếm 14%, không ghi nhận được ngành tảo hai roi trong đợt khảo sát này (Hình 3A). Trong đợt khảo sát T1/2021 ghi nhận được 127 loài thuộc 3 ngành, trong đó tảo gồm 110 loài tảo silic chiếm 86,6%, kể đến là vi khuẩn lam có 6 loài chiếm 12,6% và tảo hai roi ghi nhận được 1 loài ở các vị trí ven biển, chiếm tỉ lệ rất nhỏ 0,8% (Hình 3B). Ở cả hai đợt khảo sát, tảo silic chiếm tỉ lệ lớn nhất 85,4% với 129 loài, kể đến là vi khuẩn lam 21 loài chiếm 13,9% và tảo hai roi chỉ phát hiện 1 loài chiếm tỉ lệ rất nhỏ 0,7% (Hình 3C). Nhìn chung, thành phần loài tảo bám ghi nhận được ở cả hai mùa khảo sát là tương đương nhau.



Hình 3. Thành phần loài tảo bám trong: A. Tháng 10/2020, B. Tháng 1/2021, C. Cả hai đợt. Các loài có tần suất xuất hiện nhiều nhất ở cả hai đợt khảo sát như: *Anagnostidinema amphibium*, *Lyngbya aestuarii*, *Microcoleus autumnalis*, *Phormidium ambiguum*, *P. dimorphum* thuộc ngành vi khuẩn lam; *Achnanthes adnate*, *A. longipes*, *Achnantheidium minutissimum*, *A. pseudogroenlandica*, *Cyclotella striata*, *Cymbella obtusiuscula*, *C. tumida*, *Gyrosigma acuminatum*, *Haslea stundlii*, *Melosira nummuloides*, *M. moniliformis*, *Navicula exigua*, *N. directa*, *N. inflexa*, *Nitzschia clausii*, *N. distans*, *N. pura*, *N. sigma*, *Pleurosigma angulatum*, *P. aestuarii*, *P. salinarum* thuộc ngành tảo silic. Trong đó, các loài *M. autumnalis* thuộc ngành vi khuẩn lam và *A. minutissimum*, *N. directa*, *N. inflexa*, *N. clausii*, *N. distans* thuộc ngành tảo silic luôn chiếm ưu thế ở các địa điểm khảo sát (một số địa điểm chiếm >50% tổng số loài). Thành phần loài này cũng khá tương tự với nghiên cứu trước đây ở Cần Giờ về khu hệ khuê tảo bám của Nguyễn Thị Gia Hằng và cộng sự (2009) (Nguyen et al.) khi điều tra khảo sát trên 4 loại rừng gồm bãi bùn, rừng Mắm, rừng hỗn giao Mắm–Đước và rừng Đước. Kết quả nghiên cứu ghi nhận tổng số khoảng 350 taxa khuê tảo bám, thành phần chủ yếu là các loài thuộc chi *Nitzschia* (55 loài), *Navicula* (26 loài), *Amphora* (22 loài), *Coscinodiscus* (21 loài), *Synedra* (13 loài), *Diploneis* (12 loài), *Pleurosigma* (12 loài), *Biddulphia* (12 loài), *Achnanthes* (12 loài), *Campylodiscus* (11 loài), *Gyrosigma* (11 loài), *Melosira* (9 loài), *Cyclotella* (7 loài), *Surirella* (6 loài).

3.3. Mật độ và sinh khối tảo bám

Mật độ tế bào trung bình VTB dao động từ $2,10 \times 10^4$ - $1,61 \times 10^5$ (tế bào/cm²) trong đợt khảo sát T10/2020 và từ $2,50 \times 10^4$ - $2,90 \times 10^5$ (tế bào/cm²) trong đợt T1/2021, cao nhất tại điểm CG14 trong đợt T1/2021 và thấp nhất tại điểm CG8 trong đợt T10/2020 (Hình 4). Trong khu hệ tảo bám Cần Giờ, các loài VKL thuộc chi *Lyngbya*, *Phormidium* chiếm tỉ lệ lớn nhất (từ 15-40% trong tổng mật độ). Mật độ các chi khác như *Blennothrix*, *Oscillatoria*, *Schizothrix*, *Spirulina*, *Stigonema*... cũng xuất hiện với tỉ lệ ít (<10% trong tổng mật độ). Ở nhóm tảo silic, các loài thuộc chi *Navicula*, *Nitzschia* (>10%). Ngoài ra, mật độ các nhóm loài còn lại như *Achnanthes*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Cyclotella*, *Diploneis*, *Melosira*, *Pleurosigma*... cũng xuất hiện nhưng chiếm tỉ lệ ít (<5% trong tổng mật độ).



Hình 4. Mật độ và sinh khối tế bào trung bình vi tảo bám trong hai đợt khảo sát

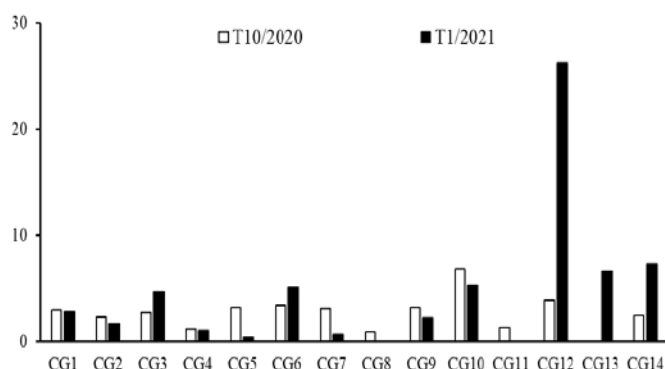
Sinh khối tế bào trung bình tảo bám dao động từ 0,93-7,07 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ trong đợt T10/2020 cao nhất tại điểm CG10 và thấp nhất tại điểm CG8. Trong đợt T1/2021, sinh khối dao động từ 0,46-26,47 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, cao nhất tại điểm CG12 và thấp nhất tại điểm CG5 (Hình 4). Một số điểm có sinh khối cao như: CG3, CG10, CG12, CG13, CG14 ($>5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$). Sinh khối thường tỉ lệ thuận với mật độ nên đây cũng là một số điểm có mật độ cao. Ngoài ra, sinh khối thay đổi theo xu hướng cao ở các điểm ven biển như CG10, CG12, CG14 và giảm dần về bên trong khu vực rừng ngập mặn như các điểm CG4, CG5, CG2.

3.4. Mối liên hệ giữa quần xã tảo bám với ngành nuôi trồng thủy sản

Tảo silic được coi là loại tảo có lợi trong nuôi trồng thủy hải sản do chúng không chứa xenlulôzơ nhưng lại giàu sterol, axit béo không bão hòa, canxi, magiê, sắt và các muối vô cơ khác và nhiều loại vitamin, đồng thời có thể được tiêu hóa tốt bởi ấu trùng động vật thủy sinh (Li et al., 2017). Trong khi đó, những loài khuê tảo bám như *Navicula* spp., *Nitzschia* spp. thường được nuôi với số lượng lớn làm thức ăn cho ấu trùng bào ngư (Brown, 2002). Kết quả sinh khối tảo silic của các loài tảo bám có khả năng làm thức ăn tại các vị trí nghiên cứu ở khu vực Cần Giờ trong hai đợt khảo sát được thể hiện ở Hình 5. Kết quả cho thấy tổng sinh khối của tảo silic dao động từ 0,38-26,29 (tế bào/cm²) trong đợt T10/2020 và T1/2021, chiếm $>80\%$ tổng sinh khối của cả khu hệ tảo bám. Trong đó, sinh khối các loài *Navicula*, *Nitzschia* chiếm ưu thế ở hầu hết các vị trí khảo sát. Đây là trong những loài tảo silic thường được sử dụng làm thức ăn bổ sung dinh dưỡng cho ấu trùng của những loài hai mảnh vỏ, giáp xác hay cá giúp đẩy nhanh tốc độ tăng trưởng, đem lại lợi ích về kinh tế.

Bên cạnh đó, sản lượng sinh vật bám đáy trong hệ sinh thái rừng ngập mặn ven biển rất quan trọng đối với nguồn lợi thủy hải sản và phát triển nghề cá (Saifullah et al., 2016). Cá con và các động vật không xương sống ăn trực tiếp các vi tảo đáy trong rừng ngập mặn (Newell et al., 1995). Động vật không xương sống cũng có thể ăn nhiều loại vi khuẩn lam và vi tảo sống bám trên các phần ngập nước của rừng ngập mặn và trên lớp lá mục (Loneragan et al., 1997). Blackford (2002) đã đưa ra mô hình mối tương quan giữa những

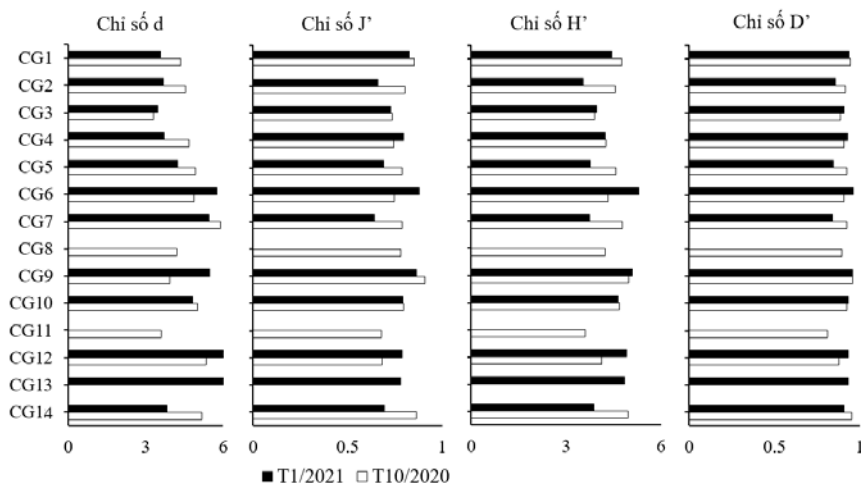
loài hai mảnh vỏ như ngao, hầu là một trong những yếu tố chính chi phối sự phân bố theo không gian của các loài tảo silic bám trên các cửa sông ven biển.



Hình 5. Sinh khối tảo silic có khả năng làm thức ăn trong hai đợt khảo sát

3.5. Các chỉ số sinh học

Các chỉ số sinh học của quần xã tảo bám được thể hiện ở Hình 6. Chỉ số d dao động từ 3,30-5,88 vào T10/2020 và từ 3,47-6,87 vào T1/2021, cao nhất tại điểm CG12 vào T1/2021 và thấp nhất tại điểm CG3 vào T10/2020. Chỉ số J' dao động từ 0,68-0,91 vào đợt T10/2020 và từ 0,64-0,88 ở đợt T1/2021, cao nhất tại CG9 (T10/2021) và thấp nhất tại CG7 (T1/2021). Chỉ số H' dao động từ 3,60-4,99 trong đợt T10/2020 và từ 3,53-5,29 trong đợt T1/2021, cao nhất tại vị trí CG9 (T/2021) và thấp nhất tại CG2 (T/2021). Chỉ số D' dao động từ 0,81-0,96 trong đợt T10/2020 và từ 0,84-0,96 trong đợt T1/2021, cao nhất tại điểm CG9 (T/2021) và thấp nhất tại vị trí CG11 (T10/2020). Nhìn chung, chỉ số sinh học ở các điểm khảo sát trong cả hai mùa đều cao cho thấy quần xã tảo bám đa dạng, phong phú về thành phần loài, phát triển tương đối đồng đều, ổn định. Trong đó một số điểm ven biển như CG9, CG12, CG14 có độ đa dạng cao ở cả hai mùa.



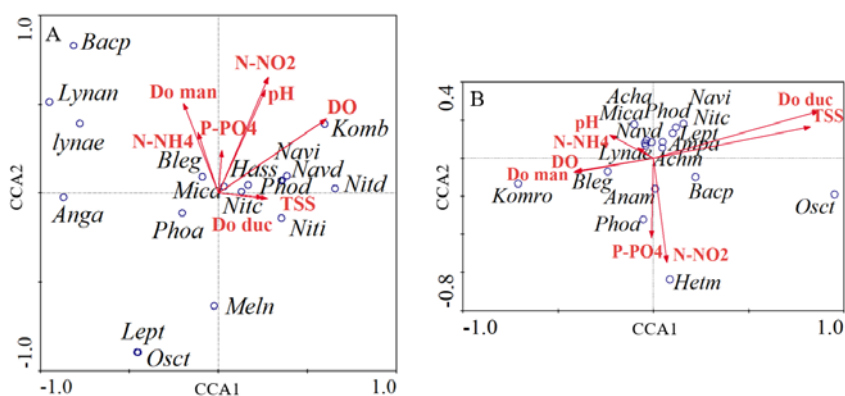
Hình 6. Các chỉ số sinh học của quần xã tảo bám

3.6. Tương quan với các chỉ số môi trường

Trong đợt khảo sát T10/2020, tổng số 18 loài tảo bám có mật độ trên 5% được sử dụng để phân tích CCA (Hình 7A). Kết quả cho thấy TSS, độ đục, DO, pH, NH₄⁺, Độ mặn, NO₂⁻ chi phối phần lớn cấu trúc quần xã tảo bám. Trong đó, trục CCA1 chi phối 36,4% độ biến động của quần xã tảo bám và tương quan thuận với độ đục, TSS nhưng tương quan nghịch với độ mặn, NH₄⁺. Trục CCA2 chi phối 22,7% độ biến động của quần xã tảo bám và tương quan thuận với DO, pH, NO₂⁻. Đồ thị CCA cũng cho thấy khu hệ tảo bám được phân làm các nhóm, trong đó độ mặn, NH₄⁺ chi phối phần lớn cấu trúc các loài vi khuẩn lam; trong khi đó TSS, độ mặn, DO chi phối phần lớn cấu trúc các loài tảo silic.

Trong đợt khảo sát T1/2021, tổng số 17 loài có mật độ trên 5% được sử dụng phân tích CCA (Hình 7B). Kết quả cho thấy TSS, độ đục, DO, pH, NH₄⁺, Độ mặn, NO₂⁻ chi phối phần lớn cấu trúc quần xã tảo bám. Trong đó, trục CCA1 chi phối 36,6% độ biến động và tương quan thuận với độ đục, TSS nhưng tương quan nghịch với DO, độ mặn. Trục CCA2 chi phối 24,8% độ biến động, tương quan thuận với pH, NH₄⁺ và tương quan nghịch với NO₂⁻. Tương tự như đợt khảo sát T10/2020, đồ thị CCA cũng chia khu hệ tảo bám thành các nhóm: nhóm chịu tác động của độ mặn, DO, NH₄⁺, NO₂⁻ chủ yếu gồm các loài vi khuẩn lam, trong khi đó các loài thuộc nhóm tảo silic chịu tác động mạnh bởi TSS, độ đục.

Các kết quả nghiên cứu trước đây cũng đã cho thấy các hợp chất dinh dưỡng của nitơ ảnh hưởng đến sự phân bố thành phần các loài vi khuẩn lam đặc biệt là hàm lượng NH₄⁺ (Domingues et al., 2011). Trong môi trường có độ đục, TSS cao, ánh sáng tự nhiên dường như đóng một vai trò quan trọng trong việc kiểm soát mật độ khuê tảo bám. Kết quả nghiên cứu trên sông Đồng Nai cũng cho thấy chất dinh dưỡng và độ đục là những yếu tố quan trọng trong việc hình thành nên cấu trúc quần xã khuê tảo bám (Pham, 2017).



Hình 7. Sự chi phối giữa môi trường hoá lí và quần xã thực vật phù du ở đợt khảo sát T10/2020 (A) và T1/2021 (B)

4. Kết luận

Khu hệ tảo bám ở khu DTSQCG khá phong phú, đa dạng, trong đó nhóm tảo silic chiếm ưu thế cả về thành phần loài, mật độ cũng như sinh khối trong cả hai đợt khảo sát. Độ đa dạng có xu hướng cao hơn ở các khu vực cửa sông ven biển. Chất lượng nước ven biển Cần Giờ có pH dao động từ 6,4-7,7; DO dao động từ 3,2-5,8 (mg/l); Độ mặn dao động từ 6,8–26,5‰; N-NO₂⁻ dao động từ 0,03–0,24 (mg/l); N-NH₄⁺ dao động từ 0,15-0,44 (mg/l); TSS dao động từ 16-452 (mg/l); Độ đục dao động từ 10,9-385 (NTU). Sự phân bố khu hệ tảo bám bị ảnh hưởng chủ yếu bởi các yếu tố dinh dưỡng, độ mặn và độ đục, TSS. Trong đó, các loài vi khuẩn lam chủ yếu bị tác động mạnh bởi hàm lượng các chất dinh dưỡng của nitơ, trong khi đó độ mặn, độ đục và TSS chỉ phối chính đến sự phân bố của khu hệ tảo bám.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Kết quả nghiên cứu này được thực hiện từ nguồn kinh phí của Sở Khoa học và Công nghệ TP Hồ Chí Minh (HCM-FOSTED/2020-2022/68/2020/HĐ-QPTKHCVSHNĐ). Chúng tôi xin chân thành cảm ơn quý Sở KH&CN TPHCM, Quỹ Phát triển KH&CN (HCM-FOSTED), Chi Cục thủy sản TPHCM, UBND huyện Cần Giờ, Bộ chỉ huy Bộ đội biên phòng TPHCM và bà con ngư dân ở vùng nghiên cứu đã giúp đỡ chúng tôi trong suốt thời gian thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- APHA (American Public Health Association). (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, DC, USA, 2567 pages.
- Blackford, J. C. (2002). The influence of microphytobenthos on the Northern Adriatic ecosystem: a modelling study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(1), 109-123.
- Brown, M. R. (2002). Nutritional value and use of microalgae in aquaculture. *Avances en Nutrición Acuicola*.
- Desikachary, T. V. (1959). *Cyanophyta*. Indian Council of Agricultural Research New Delhi.
- Desikachary, T. V. (1988). Atlas of Diatoms, Vol. II, III, IV, V. Madras. *Madras Sciences Foundation Publication*.
- Dickman, M. D., Peart, M. R., & Wai-Shu, Yim. W. (2005). Benthic diatoms as indicators of stream sediment concentration in Hong Kong. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 90(4), 412-21.
- Domingues, R. B., Barbosa, A. B., Sommer, U., & Galvao, H. M. (2011). Ammonium, nitrate and phytoplankton interactions in a freshwater tidal estuarine zone: potential effects of cultural eutrophication. *Aquatic sciences*, 73(3), 331-43.
- Edward, G. B., & David, C. S. (2010). *Freshwater algae, identification and use as bioindicators*. Wiley–Blackwell, 272 pages.

- Gaiser, E. (2009). Periphyton as an indicator of restoration in the Florida Everglades. *Ecological Indicators*, 9(6), S37-45.
- Guiry, M. D., & Guiry, G. M. (2017). *AlgaeBase. World-wide electronic publication*. National University of Ireland, Galway.
- Hendrarto, I. B., & Nitisuparjo, M. (2011). Biodiversity of benthic diatom and primary productivity of benthic micro-flora in mangrove forests on central Java. *Journal of Coastal Development*, 14(2), 131-40.
- Hillebrand, H., Dürselen, C. D., Kirschtel, D., Pollinger, U., & Zohary, T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of phycology*, 35(2), 403-24.
- Kim, H. K., Cho, I. H., Hwang, E. A., Kim, Y. J., & Kim, B. H. (2019). Benthic diatom communities in Korean estuaries: species appearances in relation to environmental variables. *International journal of environmental research and public health*, 16(15), 2681.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot, H. (2007a) In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1: Bacillariophyceae 1. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Ettl H., Gerloff J., Heying H., Mollenhauer D., editors. Elsevier Book Co.; Berlin, Germany.
- Krammer, K., & Lange-Bertalot H. (2007b). In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1: Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae*. Ettl H., Gerloff J., Heying H., Mollenhauer D., editors. Elsevier Book Co., Berlin, Germany.
- Kuenzer, C., & Vo, Q. T. (2013). Assessing the ecosystem services value of Can Gio Mangrove Biosphere Reserve: Combining earth-observation-and household-survey-based analyses. *Applied Geography*, 1(45), 167-84.
- Larsen, J., & Nguyen, N. L. (2004). *Potentially toxic microalgae of Vietnamese waters*. Copenhagen, Denmark: Council for Nordic Publications in Botany.
- Lavoie, I., & Hamilton, P. B. (2008). *Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada*. PUQ.
- Lepš, J., Šmilauer, P. (2003). *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge university press.
- Li, X. L., Marella, T. K., Tao, L., Peng, L., Song, C. F., ... Li, G. (2017). A novel growth method for diatom algae in aquaculture waste water for natural food development and nutrient removal. *Water Science and Technology*, 75(12), 2777-2783.
- Loneragan, N. R., Bunn, S. E., & Kellaway, D. M. (1997). Are mangroves and seagrasses sources of organic carbon for penaeid prawns in a tropical Australian estuary? A multiple stable-isotope study. *Marine Biology*, 130(2), 289-300.
- Newell, R. I., Marshall, N., Sasekumar, A., & Chong, V. C. (1995). Relative importance of benthic microalgae, phytoplankton, and mangroves as sources of nutrition for penaeid prawns and other coastal invertebrates from Malaysia. *Marine Biology*, 123(3), 595-606.
- Nguyen, T. G. H., Tran T., & Nguyen T. T. (2009). Quan xa khue tao bam trong he sinh thai rung ngap man tai khu du tru sinh quyen Can Gio, Thanh pho Ho Chi Minh [Benthic diatom

- communities of mangrove forests of Can Gio Biosphere Reserve, Ho Chi Minh City]. *Journal of Science and Development*, 12(7), 72-78.
- Nguyen, T. G. H., Nguyen, T. T., & Le X. T. (2013). Su dung chi so TDI danh gia tinh trang dinh duong trong nen tram tich rung ngap man bi xao tron do bao Durian tai khu du tru sinh quyen rung ngap man Can Gio, Thanh pho Ho Chi Minh [Using TDI to Assess Sedimentary Nutrient Status of the Mangrove forest Disturbed by Durian Typhoon at Can Gio Biosphere Reserver, Ho Chi Minh City]. *Journal of Science and Development*, 11, 663-671.
- Pham, T. L. (2017). Environmental gradients regulate the spatio-temporal variability of phytoplankton assemblages in the Can Gio Mangrove Biosphere Reserve, Vietnam. *Ocean Science Journal*, 52(4), 537-547.
- Saifullah, A. S., Kamal, A. H., Idris, M. H., Rajae, A. H., & Bhuiyan, M. K. (2016). Phytoplankton in tropical mangrove estuaries: role and interdependency. *Forest Science and Technology*, 12(2), 104-13.
- Soumia, A. (1978). Phytoplankton manual. United Nations Educational, *Scientific and Cultural Organization*. Unesco, 337 pages.
- Sun, J., & Liu, D. (2003). Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of plankton research*, 25(11), 1331-46.
- Sylvestre, F., Guiral, D., & Debenay, J. P. (2004). Modern diatom distribution in mangrove swamps from the Kaw Estuary (French Guiana). *Marine Geology*, 208(2-4), 281-93.
- Ton, T. P. (2009). Đa dạng sinh học ở pha Tam Giang-Cau Hai tỉnh Thừa thiên Huế [Biodiversity of the Tam Giang – Cau Hai lagoon, Thừa Thiên Huế province, Central Vietnam]. Hue University Publishing House, 214 pages.
- UNESCO, MAB Project (2000). Valuation of the mangrove ecosystem in Can Gio Biosphere Reserve, Vietnam. Final report. Implemented by: The Vietnam MAB National Committee.
- Vadrucci, M. R., Cabrini, M., & Basset, A. (2007). Biovolume determination of phytoplankton guilds in transitional water ecosystems of Mediterranean Ecoregion. *Transitional waters bulletin*, 1(2), 83-102.
- Vo, Q. T., & Kuenzer, C. (2012). *Can Gio Mangrove Biosphere Reserve evaluation 2012: Current Status, Dynamics and Ecosystem Services*. IUCN, Hanoi Vietnam, 102 pages..
- Wehr, J. D., Sheath, R. G., & Kociolek, J. P. (2015). *Freshwater algae of North America: ecology and classification*. Elsevier.
- Wetzel, R. G., & Likens, G. (2000). *Limnological analyses*. Springer Science & Business Media.
- Wu, N., Tang, T., Qu, X., & Cai, Q. (2009). Spatial distribution of benthic algae in the Gangqu River, Shangri-la, China. *Aquatic Ecology*, 43(1), 37-49.

**SEASONAL VARIATIONS OF BENTHIC ALGAE ASSEMBLAGES
IN RELATION TO ENVIRONMENTAL VARIABLES
IN THE CAN GIO MANGROVE BIOSPHERE RESERVE, VIETNAM**

**Tran Thi Hoang Yen¹, Tran Trung Kien¹, Vu Thi Tuyet Nhung¹,
Tran Thanh Thai¹, Nguyen Thi My Yen¹, Pham Thanh Luu^{1,2*}**

¹Institute of Tropical Biology, Vietnam Academy of Science and Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam

*Corresponding author: Pham Thanh Luu – Email: thanhluupham@gmail.com

Received: December 15, 2022; Revised: March 31, 2023; Accepted: April 22, 2023

ABSTRACT

The seasonal variations of benthic algae assemblages in relation to environmental variables in the Can Gio Mangrove Biosphere Reserve (CGMBR), Vietnam, were investigated from 14 sites in two surveys (October 2020 and January 2021). A total of 151 species were recorded, with a clear dominance of Bacillariophyceae, which formed above 86% of the total benthic algae abundance. The benthic algae abundance ranged from 7.38×10^4 to 9.79×10^4 (cells/cm²) in October 2020 and January 2021, respectively. Among the ten environmental parameters tested in this study, salinity, turbidity, TSS, and nitrite were found to be significantly different between the two seasons. On the other hand, no significant difference was found between stations for the studied physico-chemical parameters. Results of canonical correspondence analysis (CCA) indicated that the benthic algae assemblage in CGMBR was influenced by TSS, salinity, turbidity, ammonium, and nitrite concentration. This study provided baseline information for further studies on the benthic algae communities in relation to ecological, environmental factors and food chains in CGMBR.

Keywords: abundance and biomass; Can Gio mangrove; canonical correspondence analysis (CCA)