

THỰC VẬT PHÙ DU VÙNG BIỂN VEN BỜ ĐÀ NẴNG

Trần Thị Lê Vân^{1*}, Đoàn Như Hải¹, Phan Tấn Lượm^{1,2}, Nguyễn Thị Mai Anh¹,
Trần Thị Minh Huệ¹, Huỳnh Thị Ngọc Duyên¹

¹Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam
²Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam
*E-mail: levan1981vhdh@gmail.com

Ngày nhận bài: 5-8-2018; Ngày chấp nhận đăng: 16-12-2018

Tóm tắt. Thực vật phù du là đối tượng ít được nghiên cứu ở vùng biển ven bờ Đà Nẵng, nhất là những đặc trưng về thành phần loài và cấu trúc quần xã. Trong bài báo này, chúng tôi phân tích số liệu về đa dạng loài và sự phong phú của thực vật phù du thu thập được trong các chuyến khảo sát từ năm 2002 đến năm 2016 ở 44 trạm trong vùng biển ven bờ Đà Nẵng. Kết quả phân tích đã xác định được 316 loài và dưới loài thuộc 9 lớp tảo khác nhau. Trong các loài thực vật phù du ghi nhận được, có 36 loài tảo có khả năng gây hại, trong đó mật độ của *Pseudo-nitzschia* spp. cao hơn tại một số khu vực trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Phân tích các chỉ số theo từng khu vực, có thể thấy chỉ số giàu có loài Margalef và chỉ số đa dạng Shannon khác nhau đáng kể giữa các khu vực, thấp ở cửa sông trong vịnh Đà Nẵng và cao ở nam bán đảo Sơn Trà. Trong khi các chỉ số cân bằng Pielou và đa dạng Simpson lại không khác biệt giữa các khu vực. Tuy nhiên, sự đa dạng và độ giàu có loài lại có sự khác biệt giữa các năm 2004, 2005 và 2016, chủ yếu ở nam bán đảo Sơn Trà, đông bắc bán đảo Sơn Trà và vịnh Đà Nẵng. Phân tích độ giàu có loài cho thấy hầu hết các khu vực đều chỉ ghi nhận được từ 56% đến 95% số loài mong đợi. Phân tích cấu trúc quần xã thực vật phù du thu thể hiện sự biến động giữa các năm nghiên cứu với mức độ tương đồng trong năm xấp xỉ 50%. So sánh trung bình mật độ thực vật phù du thu của từng khu vực cho thấy mật độ vào năm 2005 cao hơn hẳn so với các năm khác ở vịnh Đà Nẵng và đông bắc Sơn Trà. Các phân tích về độ giàu có loài, loài mong đợi và biến động mật độ thực vật phù du thu cho thấy dù vùng biển nghiên cứu được ghi nhận thành phần loài thực vật phù du thu cao, nhưng số lượng trạm và thời gian thu mẫu ở vùng biển Đà Nẵng nhất là khu vực cửa sông cần được thu thập nhiều hơn, vẫn cần thu thập thêm vật mẫu ở tất cả các khu vực, nhất là vùng cửa sông trong vịnh Đà Nẵng và đông bắc bán đảo Sơn Trà.

Từ khóa: Thực vật phù du, chỉ số đa dạng, bán đảo Sơn Trà, vịnh Đà Nẵng.

MỞ ĐẦU

Thực vật phù du (TVPD) là nhóm thực vật có kích thước hiển vi sống ở nước, chúng là nguồn thức ăn chủ yếu cho các động vật phù du, ấu trùng giáp xác, động vật thân mềm, và các loài ăn lọc khác. Chính vì vậy, thực vật phù du là một trong những yếu tố tác động mạnh đến biến động nguồn lợi thủy hải sản cho thủy vực. Trong quá trình sinh trưởng và phát triển, thực vật phù du chịu tác động bởi các yếu tố

như động lực, thủy văn, và môi trường như hàm lượng muối dinh dưỡng, cường độ ánh sáng, cũng như các yếu tố sinh học khác nên chúng còn được xem là những sinh vật chỉ thị của môi trường [1]. Ngoài ra, khu vực địa lý cùng với các hoạt động dân sinh cũng chi phối nhất định đến biến động cấu trúc của TVPD theo không gian và thời gian [2]. Vì vậy, việc nghiên cứu sự đa dạng, biến động thành phần loài và sinh vật lượng của TVPD sẽ làm tăng

thêm hiểu biết về các đặc trưng sinh thái của thủy vực.

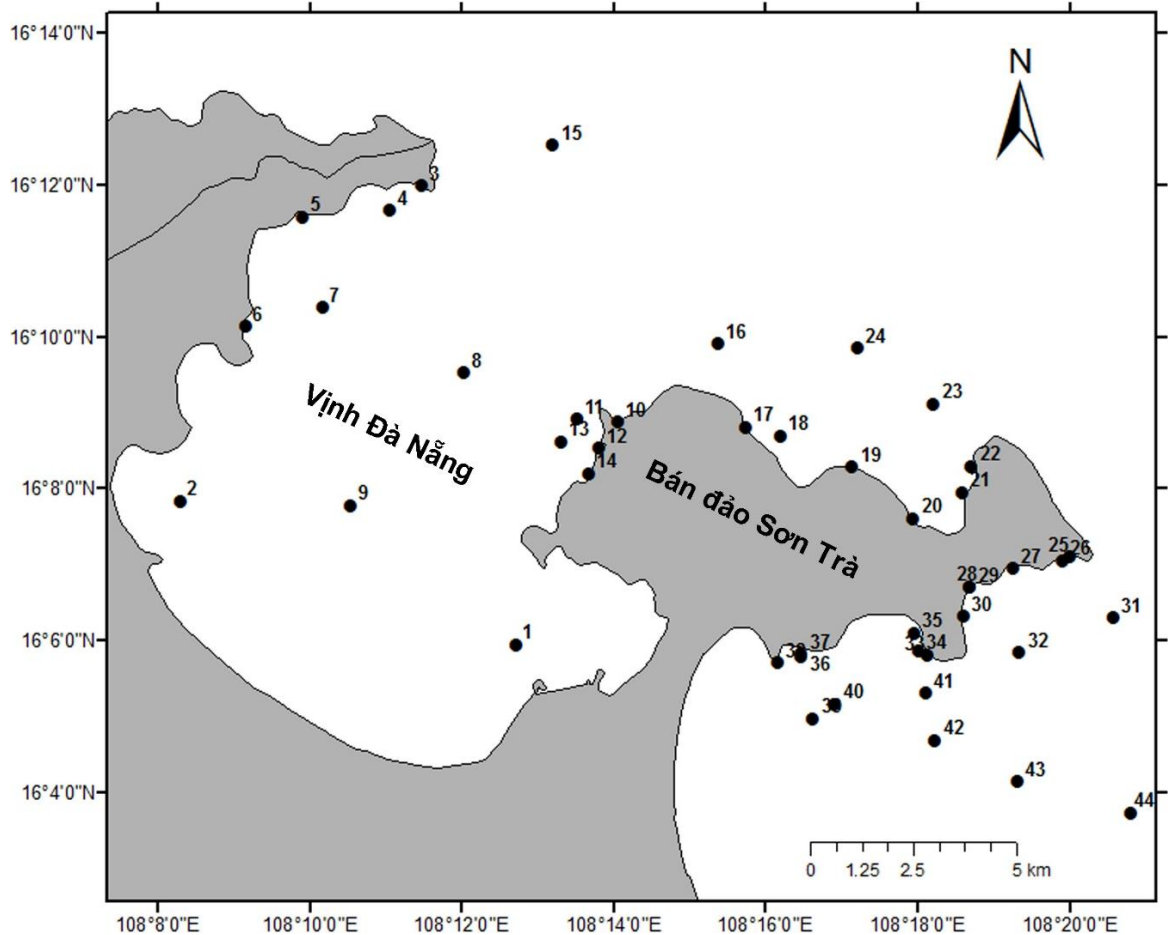
Nghiên cứu đa dạng sinh vật trong đó có TVPD tại vùng biển Đà Nẵng là một bước rất quan trọng trong việc cung cấp nhiều dữ liệu cần thiết cho các quy hoạch, bảo tồn, phát triển bền vững cho thủy vực. Tuy vậy, số liệu cũng như thông tin về quần xã TVPD ở vùng biển Đà Nẵng nói chung và vùng bán đảo Sơn Trà nói riêng khá hiếm. Giai đoạn 1924–1994, tần suất các nghiên cứu về TVPD tập trung cao ở khu vực vịnh Bắc Bộ và khu vực ven bờ từ Khánh Hòa đến Kiên Giang trong khi vùng biển từ Thừa Thiên Huế đến Phú Yên thì ít được nghiên

cứu hơn [3]. Shirota [4] đã thu mẫu TVPD ở vùng cửa sông (nước lợ) và vùng ngoài khơi (cách bờ 15–20 km) vào tháng 11/1964 ở vịnh Đà Nẵng nhưng không đề cập cụ thể loài được ghi nhận ở vùng biển Đà Nẵng.

Nghiên cứu này sẽ góp phần đánh giá đa dạng loài, sinh vật lượng, các chỉ số sinh học của quần xã TVPD trong vùng biển ven bờ Đà Nẵng từ số liệu của các chuyên khảo sát được thực hiện trong khoảng thời gian từ năm 2002 đến 2016.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Khu vực nghiên cứu và địa điểm thu mẫu



Hình 1. Bản đồ vị trí các trạm khảo sát (●) trong vùng biển Đà Nẵng

Các mẫu định tính và định lượng thực vật phù du dùng trong nghiên cứu này gồm 88 mẫu được thu tại 44 trạm từ 5 khu vực khảo sát thuộc vùng biển ven bờ Đà Nẵng trong các thời

điểm: Tháng 9/2002, tháng 12/2004, tháng 6/2005, tháng 11/2015 và tháng 7/2016 (hình 1, bảng 1). Năm khu vực được khảo sát bao gồm: 1) Vùng cửa sông trong vịnh Đà Nẵng (CS) (4

mẫu); 2) Vịnh Đà Nẵng (VDN) (24 mẫu); 3) Cửa vịnh Đà Nẵng (CVĐN) (4 mẫu); 4) Đông bắc bán đảo Sơn Trà (ĐBST) (16 mẫu) và 5) Nam bán đảo Sơn Trà (NST) (40 mẫu).

Phương pháp thu và phân tích mẫu

Mẫu định tính. Mẫu định tính dùng trong phân tích thành phần loài TVPD được thu bằng lưới chóp có đường kính miệng lưới 30 cm và kích thước mắt lưới 25 μm , kéo nhiều lần theo hướng từ gần đáy lên mặt. Các mẫu thu được cho vào lọ nhựa màu tối và cố định ngay bằng dung dịch formaldehyde (nồng độ cuối là 5%), bảo quản mẫu ở điều kiện tối/mát cho đến khi được phân tích trong phòng thí nghiệm.

Các mẫu định tính TVPD được phân tích bằng phương pháp so sánh hình thái. Quan sát và ghi nhận thành phần loài trong khoảng từ 3–5 lame kính cho mỗi vật mẫu dưới kính hiển vi quang học LEICA-DMIL (Đức) ở các độ phóng đại khác nhau. Riêng đối với nhóm tảo hai roi có vỏ giáp, các vật mẫu sẽ được nhuộm bằng dung dịch Calcofluor-white và quan sát dưới kính hiển vi quang học LEICA-DMLB (Đức) kết hợp với thiết bị huỳnh quang, cùng với máy chụp ảnh kỹ thuật số Olympus-DP71 để ghi lại hình ảnh của loài.

Các loài TVPD được định danh theo các tài liệu của Graham & Bronikovsky (1944) [5], Hoàng Quốc Trương (1962 & 1963) [6, 7], Shirota (1966) [4], Taylor (1976) [8], Trương Ngọc An (1993) [9], Tomas (1996) [10], Larsen & Nguyen-Ngoc (2004) [11], Nguyen-Ngoc et al., (2012) [12], Doan-Nhu et al., (2014) [13], Phan Tấn Lượm và nnk., (2016) [14], Phan-Tan et al., (2017) [15]. Danh pháp và các bậc phân loại được cập nhật theo Guiry & Guiry (2018) [16].

Mẫu định lượng. Các mẫu định lượng dùng để xác định mật độ tế bào TVPD được thu bằng chai Niskin có thể tích 5 l tại các độ sâu khác nhau (tùy theo trạm). Khoảng hơn 1 l/mẫu nước sau khi thu được cho vào chai nhựa PET và cố định ngay bằng dung dịch lugol trung tính, bảo quản mẫu trong tối/mát cho tới khi phân tích ở trong phòng thí nghiệm.

Trong phòng thí nghiệm, 1.000 ml mẫu nước ban đầu được để lắng và loại dần nước qua nhiều giai đoạn, mỗi giai đoạn lắng kéo dài từ 24–48 giờ tương ứng các ống lắng hình trụ

có thể tích lần lượt là 1.000 ml \rightarrow 500 ml \rightarrow 250 ml \rightarrow 100 ml. Sau cùng loại bỏ phần nước phía trên ở ống 100 ml và giữ lại phần nước chứa mẫu bên dưới với thể tích khoảng 10 ml, và được lưu trữ trong ống nhựa ly tâm 15 ml có nắp đậy cho đến khi phân tích.

Số lượng tế bào TVPD được xác định theo phương pháp của UNESCO [17]. Cho mẫu vào buồng đếm Sedgewick-Rafter có thể tích 1.000 μl , để lắng trong 15 phút) và sau đó đếm số lượng tế bào có mặt trong khoảng từ 300–1.000 ô đếm (tương đương 300–1.000 μl).

Đề đếm số lượng các tảo Hai roi có vỏ giáp, nhuộm mẫu bằng thuốc nhuộm Calcofluor white theo Andersen & Kristensen (1995) [18] trước khi quan sát dưới kính hiển vi quang học có thiết bị huỳnh quang.

Xử lý số liệu. Số liệu định tính và định lượng mật độ tế bào TVPD được xử lý bằng phần mềm Excel Microsoft Office 2013. Sử dụng phần mềm R v3.4.2 trong các phân tích thống kê với các gói phân tích “ggplot2”, “plyr”, và “pgrimm” [19–21].

Các chỉ số sinh thái được tính bằng phần mềm Primer 6.0 (Primer-E Ltd, Plymouth UK) với các công thức như sau:

Độ giàu có loài (Margalef) [22]:

$$d = (S - 1) / \log(N)$$

Chỉ số cân bằng Pielou [23]:

$$J' = H' / \log(S)$$

Chỉ số đa dạng Shannon [24]:

$$H' = -\sum (P_i * \log_2(P_i))$$

So sánh sự giống nhau về thành phần loài giữa các năm bằng chỉ số giống nhau (similarity index) của Bray và Curtis (1957):

$$BC_{ij} = 1 - \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Chỉ số đa dạng Simpson [25]:

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s p_i^2}$$

Trong đó: N : Tổng số cá thể của trạm/mẫu; S : Tổng số loài trong 1 mẫu; P_i : Tần suất của loài i trong 1 mẫu = xác suất bắt gặp loài i trong 1 mẫu; C_{ij} : Tổng các loài giống nhau giữa 2 mẫu i và j ; S_i và S_j là số lượng loài của mỗi mẫu.

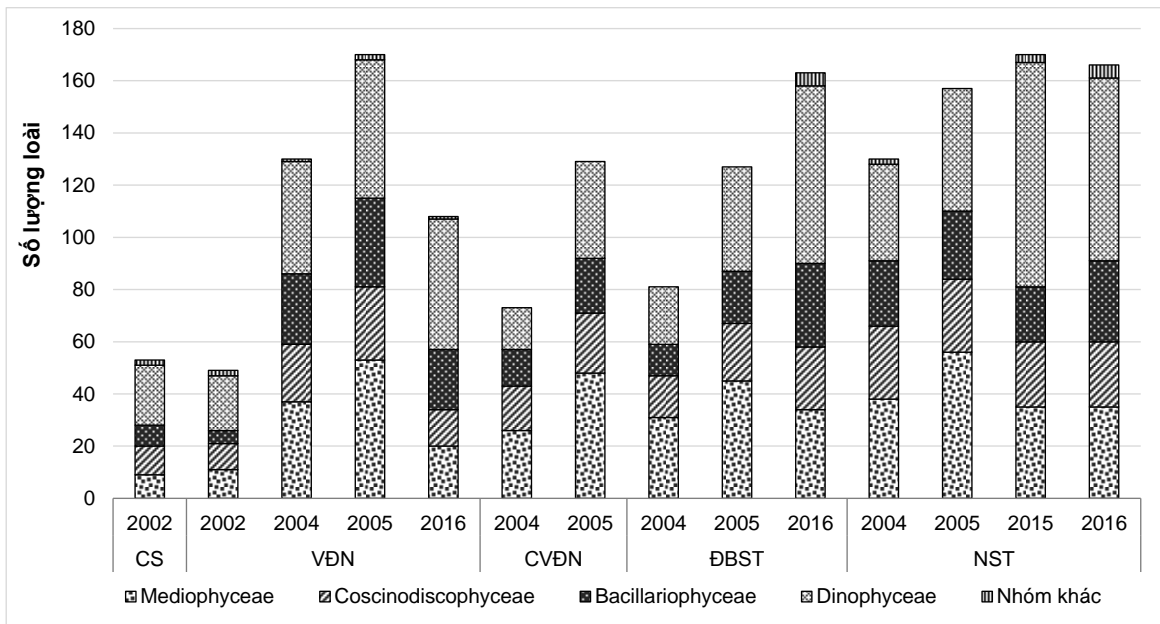
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc trưng thành phần loài thực vật phù du vùng biển ven bờ Đà Nẵng

Thành phần loài thực vật phù du. Kết quả phân tích mẫu TVPD trong vùng biển ven bờ Đà Nẵng từ năm 2002 đến 2016 đã xác định được 316 taxa (bậc loài và dưới loài) thuộc 9 lớp tảo: Dinophyceae (134 taxa), Mediophyceae (77 taxa), Coscinodiscophyceae (44 taxa), Bacillariophyceae (36 taxa), Cyanophyceae (3 taxa), Dictyochophyceae

(2 taxa), và nhóm khác bao gồm 3 lớp mỗi lớp 1 taxon (Lớp tảo silic chưa xác định, Conjugatophyceae và Thecofilosea). Như vậy, số lượng loài và dưới loài tảo hai roi là 134, tảo silic là 158, còn lại là tảo lục, vi khuẩn lam và tảo xương cát.

Số lượng loài cao nhất được ghi nhận tại khu vực phía nam bán đảo Sơn Trà (NST) với 286 taxa và thấp nhất tại khu vực cửa sông (CS) với 53 taxa. Số lượng loài trong khu vực vịnh Đà Nẵng (VDN) và đông bắc bán đảo Sơn Trà (ĐBST) gần bằng nhau, lần lượt là 228 và 212 taxa; tiếp theo là khu vực cửa vịnh Đà Nẵng (CVĐN) với 147 loài. Ngoài ra, biến động về số lượng loài giữa các năm trong từng khu vực (hình 2) cho thấy NST ít dao động về số lượng loài hơn các khu vực còn lại.



Hình 2. Thành phần TVPD theo các lớp ở từng khu vực trong vùng biển ven bờ Đà Nẵng theo từng năm từ 2002–2016

Thành phần loài giữa các khu vực có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê gồm vùng cửa sông (CS) thấp hơn vùng ĐBST và NST (kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).

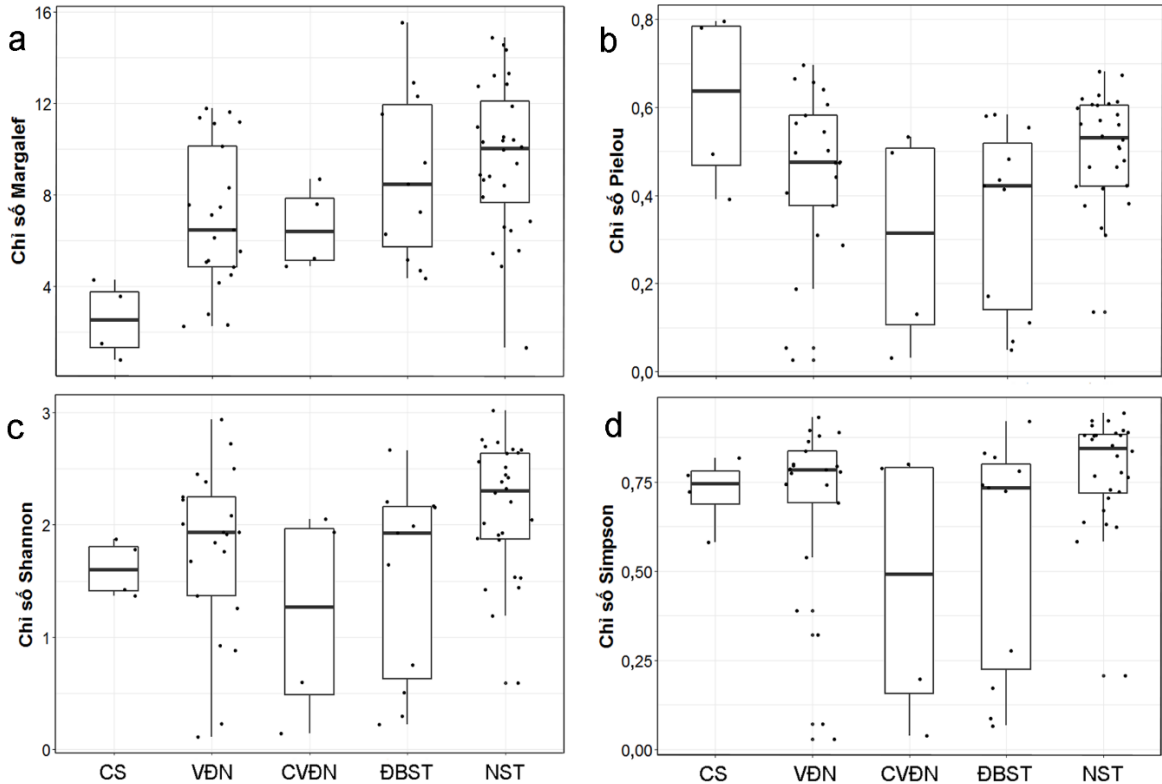
Các chỉ số đa dạng sinh học theo từng khu vực. Kết quả so sánh trung bình các chỉ số đa dạng sinh học theo từng khu vực từ năm 2002 đến năm 2016 cho thấy có sự khác biệt giữa các

vùng nghiên cứu về độ giàu có loài Margalef ($p < 0,001$, ANOVA một chiều) và chỉ số đa dạng Shannon ($p < 0,05$, kiểm định Kruskal-Wallis).

Khu vực cửa sông ở Vịnh Đà Nẵng có chỉ số giàu có loài thấp hơn so với các khu vực ĐBST và NST; đồng thời khu vực NST cao hơn so với vịnh Đà Nẵng (kiểm định Tukey, $p < 0,05$) (hình 3a).

Đối với chỉ số đa dạng Shannon, mặc dù có sự khác biệt giữa các khu vực ($p < 0,05$, kiểm định Kruskal-Wallis) nhưng không tìm thấy sự khác biệt cụ thể cho từng cặp khu vực (kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$), có thể do độ biến thiên khá lớn của chỉ số này

trong từng khu vực (hình 3c). Các chỉ số cân bằng Pielou và chỉ số ưu thế Simpson đều không khác biệt giữa các khu vực nghiên cứu ($p > 0,05$, kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis) (hình 3b, 3d).



Hình 3a–3d. Biểu đồ hộp thể hiện chỉ số đa dạng sinh học của 5 khu vực khảo sát: Cửa sông trong vịnh Đà Nẵng (CS), vịnh Đà Nẵng (VDN), cửa vịnh Đà Nẵng (CVĐN), đông bắc bán đảo Sơn Trà (ĐBST) và nam bán đảo Sơn Trà (NST)

Chỉ số đa dạng sinh học giữa ba khu vực theo thời gian. So sánh các chỉ số đa dạng sinh học giữa khu vực VĐN, ĐBST và NST qua các năm 2004, 2005 và 2016 (gọi tắt là khu vực-năm) cho thấy có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê ở một số khu vực theo năm đối với các chỉ số Margalef ($p < 10^{-9}$, ANOVA một chiều), Pielou và Simpson ($p < 0,05$, kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis), không tìm thấy sự khác biệt về ý nghĩa thống kê đối với chỉ số đa dạng Shannon ($p > 0,05$, kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis).

Các phân tích hậu kiểm định trình bày cụ thể sự khác biệt có ý nghĩa thống kê của các chỉ

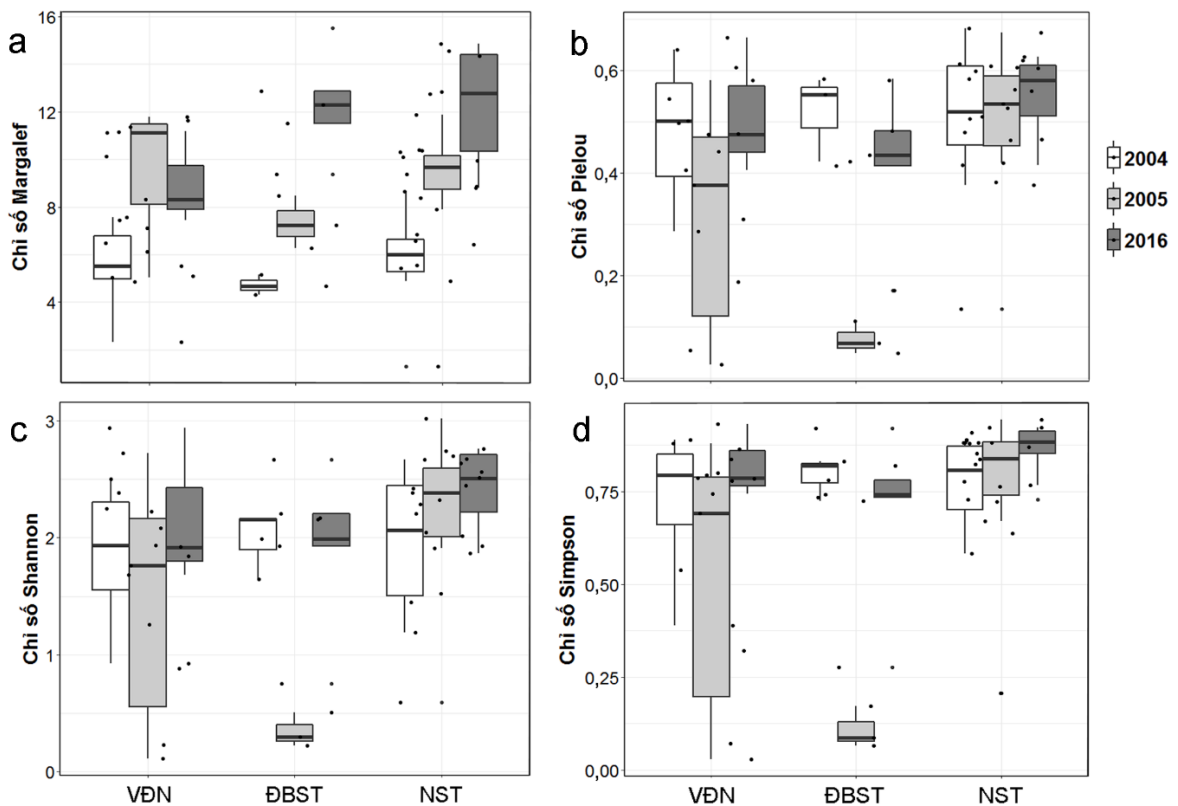
số giữa các khu vực theo từng năm được thể hiện ở bảng 1.

Từ các biểu đồ trong hình 4, có thể dễ dàng thấy được sự khác biệt đáng kể giữa các khu vực-năm đối với chỉ số giàu có loài Margalef (hình 4a). Cả ba chỉ số Pielou, Shannon và Simpson có cùng xu thế ở các khu vực nghiên cứu (hình 4b–4d). Giá trị trung bình của các chỉ số này ở khu vực ĐBST-2005 nhỏ hơn đáng kể so với các khu vực-năm còn lại (ngoại trừ VĐN-2005). Tuy nhiên, với các giá trị phân bố ngoài (outlier) chênh lệch khá lớn có thể làm cho ĐBST-2005 không có sự khác biệt về mặt thống kê so với các khu vực-năm còn lại.

Bảng 1. Các cặp khu vực theo năm có sự khác biệt của các chỉ số đa dạng sinh học về ý nghĩa thống kê. Kiểm định Tukey cho chỉ số Margalef (phân phối chuẩn) và phân tích hậu định phi tham số Kruskal - Wallis cho chỉ số Simpson (không theo phân phối chuẩn), $\alpha = 0,05$

Chỉ số	Cặp khu vực-năm	Giá trị p
Margalef	ĐBST.2016 - ĐBST.2004	***
	NST.2005 - ĐBST.2004	*
	NST.2016 - ĐBST.2004	***
	VĐN.2005 - ĐBST.2004	*
	ĐBST.2016 - ĐBST.2005	*
	NST.2016 - ĐBST.2005	*
	NST.2004 - ĐBST.2016	***
	VĐN.2004 - ĐBST.2016	***
	NST.2005 - NST.2004	**
	NST.2016 - NST.2004	***
	VĐN.2005 - NST.2004	*
	VĐN.2004 - NST.2005	**
	VĐN.2004 - NST.2016	***
	VĐN.2005 - VNĐ.2004	*
	Chỉ số Simpson	ĐBST.2005 - NST.2016

Ghi chú: ***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$.



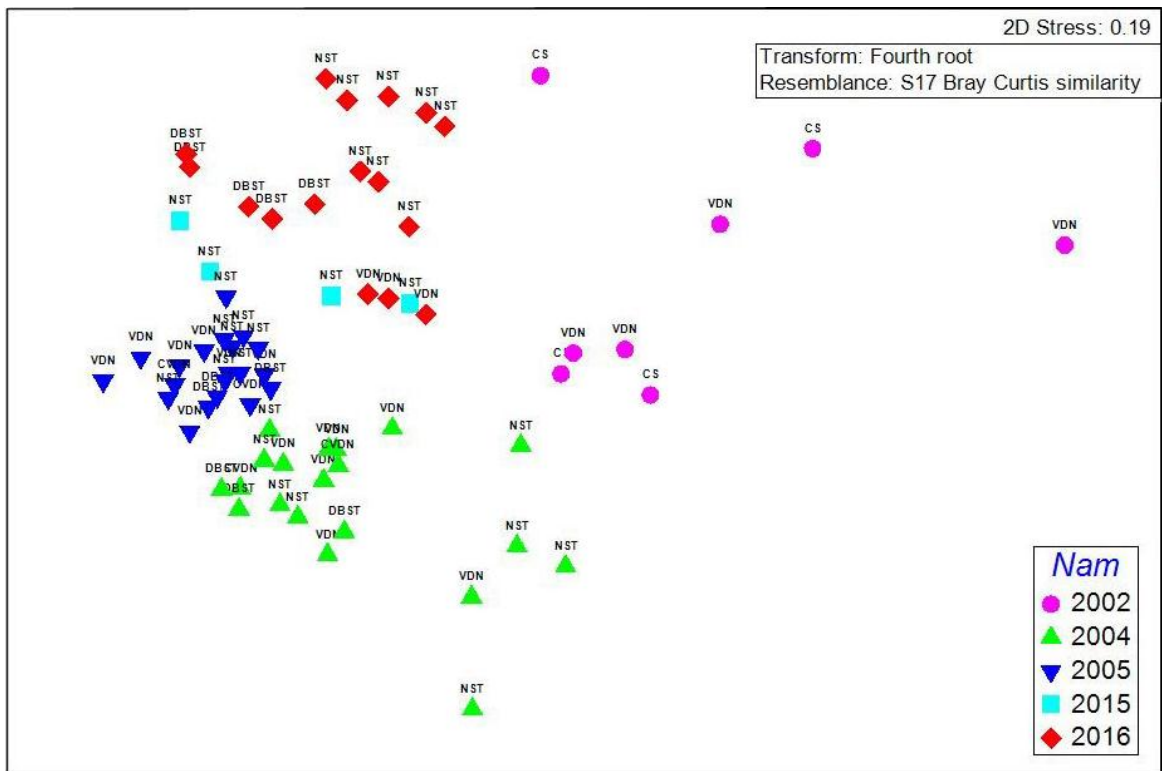
Hình 4a-4d. Biểu đồ hộp thể hiện các chỉ số đa dạng sinh học khu vực VNĐ, ĐBST và NST vào năm 2004, 2005 và 2016

Kết quả phân tích Simper (Similarity Percentage) dựa trên số liệu mật độ loài cho thấy có sự khác nhau về các loài chiếm ưu thế và chỉ số giống nhau trung bình của quần xã TVPD giữa các khu vực (bảng 1). Tuy vậy, một số taxa vẫn chiếm ưu thế ở hầu hết các khu vực biển ven bờ Đà Nẵng như tảo silic trung tâm *Chaetoceros* spp., *Leptocylindrus danicus*, silic lông chim *Pseudo-nitzschia* spp.,

Thalassionema frauenfeldii và các loài tảo hai roi kích thước nhỏ không xác định. Chỉ số giống nhau trung bình giữa các mẫu phân tích của quần xã TVPD trong cùng một khu vực đạt mức cao nhất tại ĐBST (28,2) với tảo silic *Chaetoceros* spp. chiếm ưu thế (69,0% về mật độ tế bào), tiếp đến là ở các khu vực NST và CVĐN lần lượt là 18,9 và 17,7 (bảng 2).

Bảng 2. Tỷ lệ (%) về mật độ tế bào trung bình của các loài ưu thế theo khu vực

Loài ưu thế	CS	VĐN	CVĐN	ĐBST	NST
<i>Alexandrium leei</i>	7,22				
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	11,15				
<i>Chaetoceros</i> spp.	11,15	26,99	14,58	69,00	19,70
<i>Akashiwo sanguinea</i>	11,15				
<i>Leptocylindrus danicus</i>		8,14	17,99	9,55	4,48
<i>Protoperdinium</i> spp.	7,47	2,94			4,36
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.		7,67	27,47	6,92	6,30
Tảo hai roi KXĐ (<20µm)	10,80	35,44	18,77	8,08	38,14
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	26,61	4,04	4,04		6,42
<i>Thalassionema nitzschioides</i>			8,92		
Chỉ số giống nhau trong từng khu vực (%)	6,79	14,84	17,56	28,23	18,93

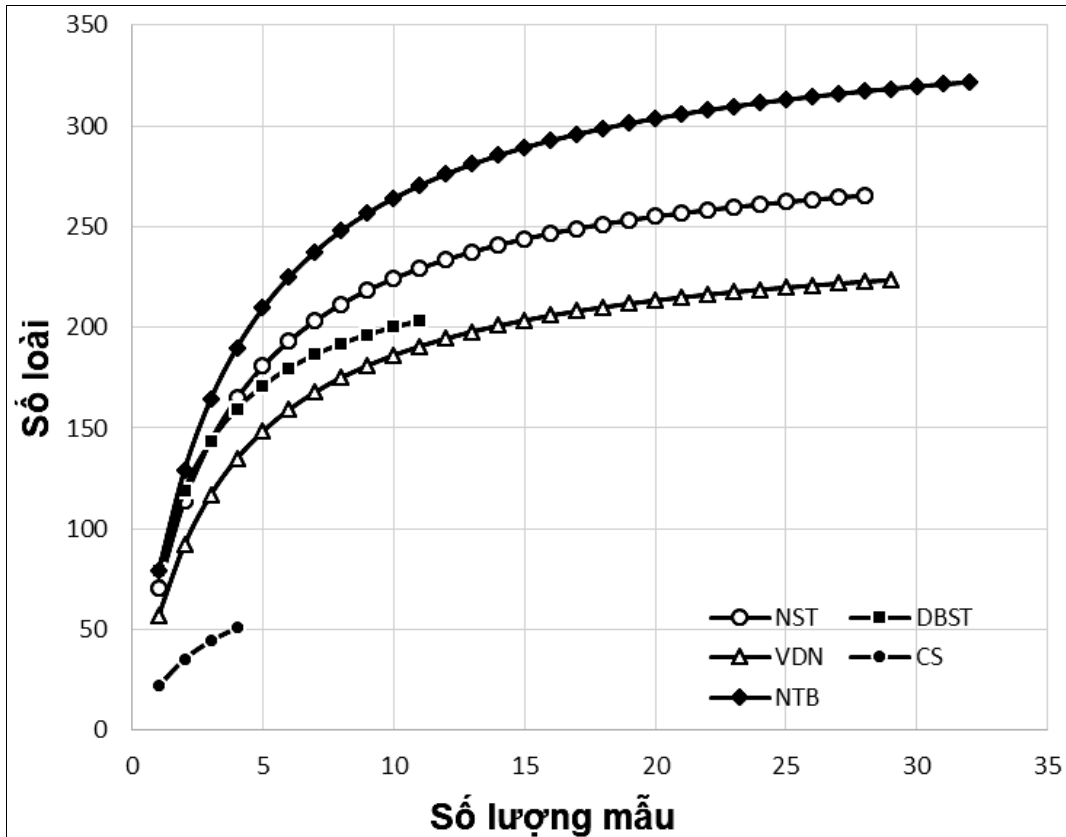


Hình 5. Đồ thị MDS-2D chỉ số giống nhau về thành phần loài TVPD (Bray-Curtis) giữa các mẫu trong các khu vực khác nhau

Khi phân tích đa chiều phi tham số MDS (Multi-Dimensional Scaling) trên mật độ tế bào cho thấy ít có sự khác biệt về thành phần loài giữa một số khu vực (hình 5), mặc dù vẫn dễ dàng nhận thấy giữa các khu vực có sự phân bố theo từng cụm, đặc biệt là các mẫu (năm 2016) thuộc khu vực NST, ĐBST, VDN và các khu vực năm 2005 (hình 4). Sự khác biệt giữa các năm là tương đối rõ ràng nhưng ở mỗi năm thì sự khác biệt lớn nhất là

giữa vùng NST với các khu vực của vịnh Đà Nẵng ở các năm 2004 và 2016. Trong năm 2005, sự tương đồng giữa các khu vực nghiên cứu là không lớn (hình 4). Sự khác biệt của quần xã TVPD giữa năm 2004 và 2005 là khoảng 70%. Đây là vào 2 thời điểm mùa khô (2005) và mùa mưa (2004) nên sự khác biệt lớn này bị chi phối bởi yếu tố mùa.

Ước tính độ giàu có loài mong đợi



Hình 6. Đường cong ước tính độ giàu có loài theo mô hình Michaelis-Menton của 4 khu vực nghiên cứu (CS, VDN, NST và ĐBST) ở vùng ven biển Đà Nẵng so sánh với vịnh Nha Trang (NTB)

Phân tích độ giàu có loài mong đợi theo mô hình Michaelis-Menton [26] cho 4 khu vực khác nhau bao gồm cửa sông trong vịnh Đà Nẵng (CS), Vịnh Đà Nẵng (VDN), vùng đông bắc bán đảo Sơn Trà (ĐBST) và nam bán đảo Sơn Trà (NST) cho thấy lượng mẫu phân tích ở cả 4 khu vực đều chưa đạt được số lượng loài tối đa. Số lượng loài hiện tại lần lượt phản ánh 56, 90, 96 và 95% số loài tối đa mong đợi ở

những khu vực này. So sánh với số loài tối đa mong đợi ở vịnh Nha Trang cũng cho thấy vịnh Đà Nẵng có độ giàu có loài thấp hơn (hình 6). Các nghiên cứu trước đây ở vịnh Nha Trang cũng cho thấy sự khác biệt về độ giàu có loài so với vịnh Đà Nẵng trong cùng thời điểm quan trắc. Vào mùa mưa năm 2004, số lượng loài ghi nhận ở vịnh Nha Trang (15 trạm/mẫu) là 250 loài [27] so với vịnh Đà Nẵng (8 mẫu) và nam

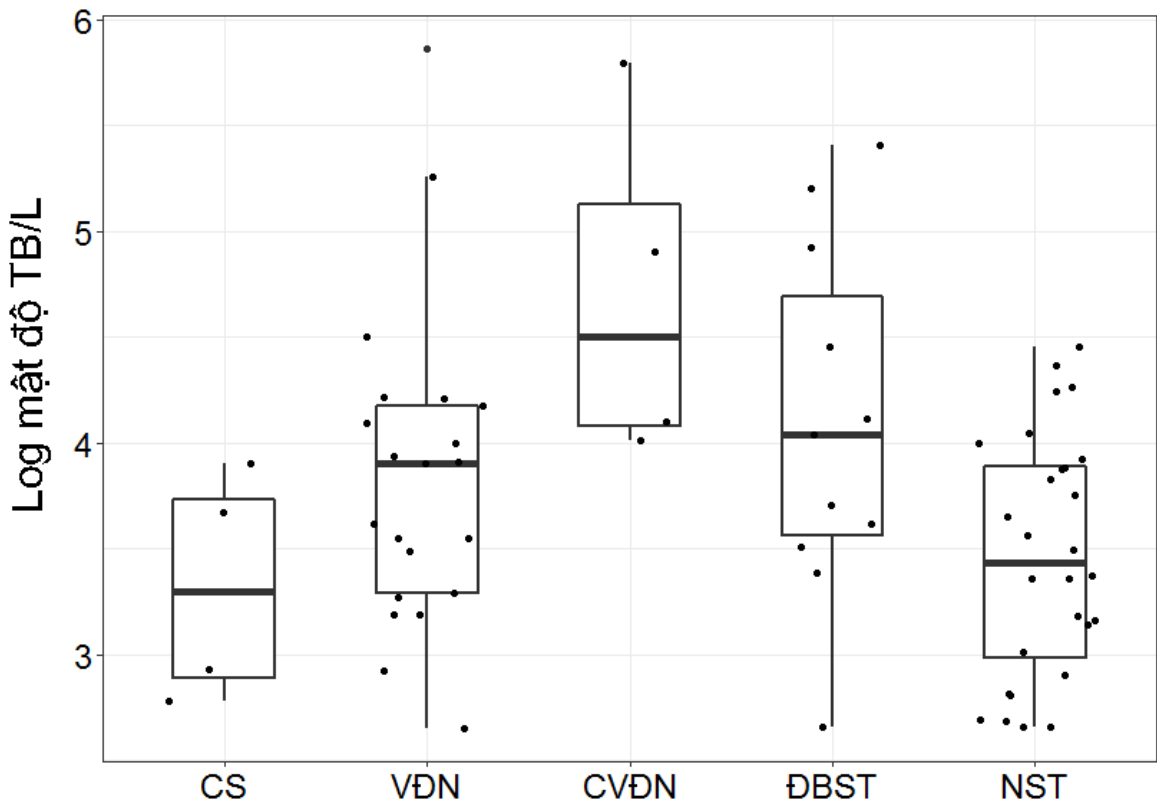
Sơn Trà (7 mẫu) đều là 133 loài. Ghi nhận khác về số loài của vịnh Nha Trang trong mùa mưa năm 2004 là 148 loài [28], tuy vẫn cao hơn so với vịnh Đà Nẵng nhưng lại thấp hơn so với kết quả của [27] có thể do tần suất mẫu thấp hơn (8 mẫu) và vùng thu mẫu nhỏ hơn (chỉ 1 trạm). Thuật toán phân tích ước tính độ giàu có loài (hay số loài tối đa mong đợi) được dựa trên cơ bản 2 phương pháp, phi tham số (ICE, Jackknife 1, Jackknife 2, Bootstrap, và Chao) và ngoại suy tiệm cận (Michaelis-Menton) [29]. Cả hai phương pháp được tính hoặc dựa trên số loài hiếm hoặc dựa trên tổng số loài của mẫu. Trong các mô hình/thuật toán sử dụng thì mô hình Michaelis-Menton được xem là có ước đoán tốt nhất [29, 30] mặc dù mô hình này không ước tính tốt nếu tính toán riêng lẻ cho hai mẫu phụ [29]. Bên cạnh việc tăng số mẫu phân tích cho tất cả các vùng khảo sát thì số lượng mẫu theo mùa trong năm cũng cần tăng thêm nếu các phân tích chi tiết về biến động mùa là cần thiết.

Biến động mật độ TVPD vùng biển ven bờ Đà Nẵng. Giữa các khu vực khảo sát ở ven

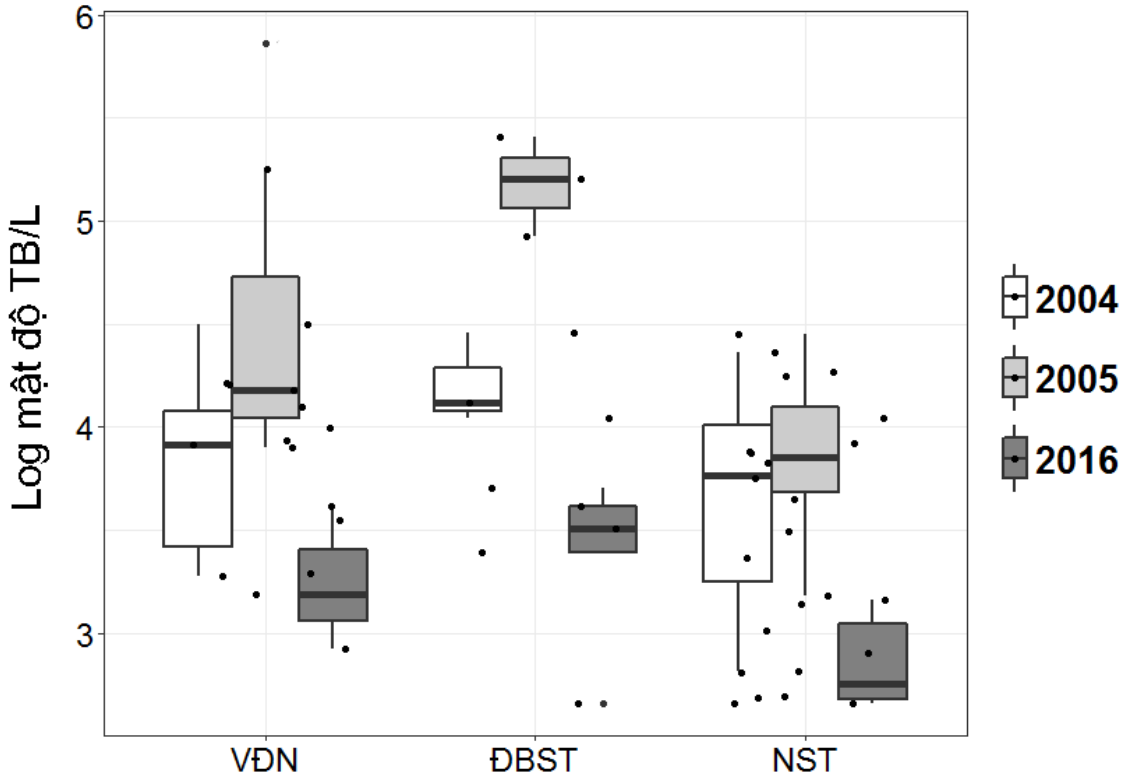
biển Đà Nẵng có sự khác biệt về mật độ trung bình tế bào TVPD có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$, kiểm định Kruskal-Wallis) (hình 7). Tuy vậy, không tìm thấy sự khác biệt giữa các khu vực cụ thể sau khi phân tích hậu kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. Mức độ phân tán của mẫu do khác biệt năm hay mùa có ảnh hưởng đến sự so sánh này. Ví dụ, ở cửa vịnh Đà Nẵng, sai khác mật độ giữa năm 2005 và 2004 là từ 6–60 lần.

Biến động mật độ TVPD qua các năm 2004, 2005 và 2016 ở từng khu vực có xu thế gần giống nhau (hình 8). Mật độ tế bào TVPD khu vực NST luôn thấp (< 40.000 tế bào/l) hơn so với các vùng khác. Năm 2005 lại có sự tăng đột biến về sinh vật lượng TVPD tại khu vực VDN và ĐBST với mật độ cực đại lần lượt là 722.204 tế bào/l và 255.642 tế bào/l.

Giữa các khu vực và giữa các năm, có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê giữa khu vực ĐBST-2004 và NST-2016; ĐBST-2005 và NST-2016 (phân tích hậu kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis, $\alpha = 0,05$).



Hình 7. Mật độ tế bào TVPD ở từng khu vực trong vùng biển ven bờ Đà Nẵng



Hình 8. Mật độ tế bào TVPD ở khu vực VĐN, ĐBST và NST trong các đợt khảo sát năm 2004, 2005 và 2016

Một số loài TVPD có khả năng gây hại.

Trong tổng số 316 taxa được xác định trong vùng biển ven bờ Đà Nẵng từ năm 2002 đến 2016, đã ghi nhận được 36 loài có khả năng gây hại (CKNGH) thuộc 4 lớp (phụ lục 1). Trong đó nhóm tảo hai roi có 31 loài, nhóm tảo silic có 1 loài, và mỗi nhóm tảo lam và xương cát có 2 loài. Số loài CKNGH hiện diện nhiều nhất tại khu vực NST vào năm 2016 (27 loài), thấp nhất tại khu vực cửa sông năm 2002 (8 loài). So sánh tổng số loài CKNGH từng khu vực theo từng năm có thể thấy vào năm 2004 và 2005 khu vực VĐN xuất hiện nhiều loài tảo gây hại hơn các khu vực khác (lần lượt là 19 và 22 loài). Đến năm 2016, số lượng tảo CKNGH tăng đáng kể ở khu vực ĐBST và NST, trong khi xu hướng này lại giảm tại khu vực VĐN (14 loài). Gần đây, số lượng các vụ nở hoa của TVPD ở Đà Nẵng có dấu hiệu tăng đáng kể. Trong năm 2017 hiện tượng nở hoa của tảo hai roi *Noctiluca scintillans* đã được ghi nhận ở trong vịnh Đà Nẵng. Trong đầu năm 2018 có liên tiếp 2 lần nở hoa ở vùng phía nam bán đảo

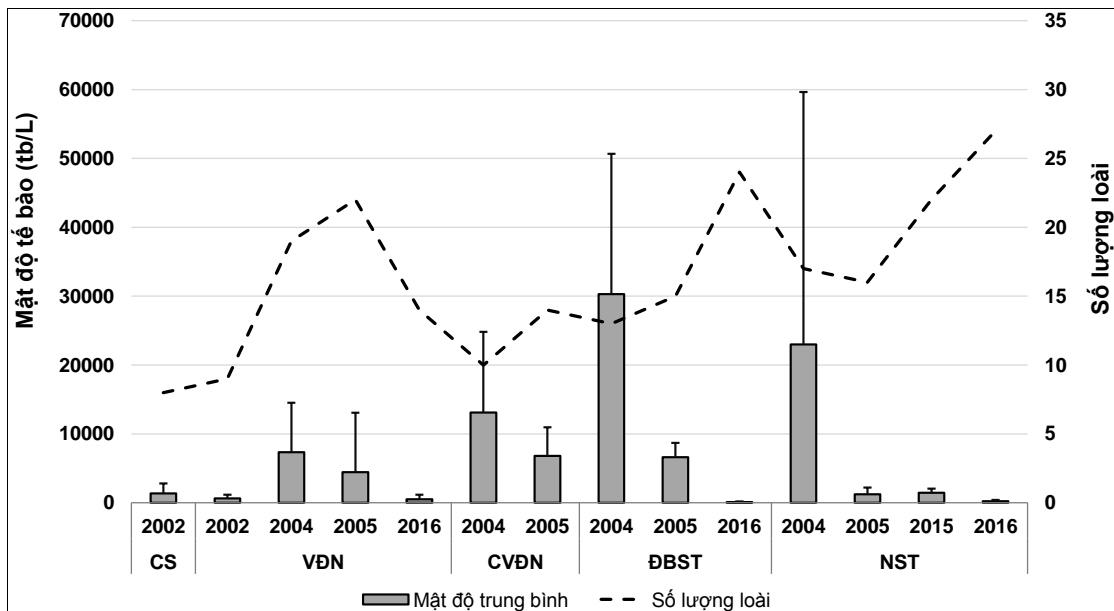
Sơn Trà (Phòng Sinh vật Phù du, số liệu chưa công bố).

Kết quả phân tích cũng cho thấy tất cả các khu vực được khảo sát vào năm 2004 có mật độ tảo CKNGH cao hơn các năm khác (hình 9), cụ thể khu vực ĐBST lên tới 30.292 ± 20.365 tế bào/l, NST đạt được 23.001 ± 36.634 tế bào/l, VĐN đạt 13.125 ± 11.703 tế bào/l và VĐN đạt 7.346 ± 7.169 tế bào/l. Trong khi năm 2016, mật độ tảo CKNGH lại rất thấp, chỉ 113 ± 76 tế bào/l (ĐBST), 231 ± 185 tế bào/l (NST) và 503 ± 681 tế bào/l (VĐN).

Các loài tảo có khả năng sản sinh độc tố ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) là *Pseudo-nitzschia* spp. đạt mật độ cao tại một số trạm thuộc khu vực VĐN (trạm 3, 4, 5, 7), VĐN (trạm 15, 16), ĐBST (trạm 20, 23, 24) và NST (trạm 25, 28, 31, 32) trong đợt khảo sát năm 2004. Thời điểm khảo sát vào tháng 12/2004 là vào mùa mưa và thời kỳ gió mùa Đông Bắc và đây có thể là một trong các điều kiện làm tăng mật độ loài này. Tuy nhiên, với tần suất thu mẫu trên diện rộng mới chỉ 1 lần trong thời kỳ

gió mùa Đông Bắc thịnh hành nên chưa thể có nhận định chính xác về hiện tượng này. Vì vậy cần có thêm nhiều chương trình khảo sát hơn

để đưa ra kết luận cũng như biện pháp quản lý phù hợp cho khu vực.



Hình 9. Thành phần và mật độ các loài tảo có khả năng gây hại tại các khu vực khảo sát

KẾT LUẬN

Đã xác định được 316 taxa thuộc 9 lớp tảo trong vùng biển ven bờ Đà Nẵng từ năm 2002 đến 2016. Trong đó, khu vực NST có số loài cao nhất (286 taxa) và khu vực cửa sông có số loài thấp nhất (53 taxa). Một số taxa như *Chaetoceros* spp., *Pseudo-nitzschia* spp., *Thalassionema frauenfeldii*, và tảo hai roi kích thước nhỏ không xác định luôn chiếm ưu thế ở hầu hết các khu vực ven bờ Đà Nẵng.

Phân tích các chỉ số đa dạng sinh học theo từng khu vực cho thấy chỉ số độ giàu có loài Margalef (d), chỉ số đa dạng Shannon (H') có sự khác biệt về ý nghĩa thống kê giữa một số khu vực, trong khi chỉ số ưu thế Simpson (D) và chỉ số cân bằng Pielou (J') lại không cho thấy sự khác biệt giữa các khu vực. Tuy nhiên phân tích các chỉ số của từng khu vực theo từng năm cho thấy có sự khác biệt ở một số khu vực đối với chỉ số Margalef, Simpson và Pielou nhưng không thấy sự khác biệt giữa các khu vực đối với chỉ số Shannon.

Phân tích cũng cho thấy lượng mẫu thu được trong thời gian qua là chưa đủ để xác định được số lượng loài cũng như để đánh giá các

biến động mùa và năm của quần xã TVPD vùng ven biển Đà Nẵng.

Nghiên cứu này ghi nhận 36 loài có khả năng gây hại vùng biển ven bờ Đà Nẵng từ năm 2002 đến 2016. Số loài CKNGH hiện diện nhiều nhất tại NST vào năm 2016 (27 loài), thấp nhất tại khu vực cửa sông năm 2002 (8 loài).

Lời cảm ơn: Bài báo được thực hiện trên nguồn số liệu của các đề tài mà phòng Sinh vật Phù du, Viện Hải Dương Học thực hiện trong các năm 2002–2016. Nghiên cứu này thực hiện trong khuôn khổ đề tài cơ sở của phòng Sinh vật Phù du năm 2018.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] William, K. T., and Munger, S. P., 2009. Marine Phytoplankton. New York: Nova Science Publishers, 382 p.
- [2] Bužančić, M., Gladan, Ž. N., Marasović, I., Kušpilić, G., and Grbec, B., 2016. Eutrophication influence on phytoplankton community composition in

- three bays on the eastern Adriatic coast. *Oceanologia*, **58**(4), 302–316.
- [3] Nguyễn Văn Khôi, Nguyễn Cho và Nguyễn Ngọc Lâm, 1995. Tổng quan tình hình nghiên cứu sinh vật phù du vùng biển Việt Nam trong 70 năm (1924–1994). *Tuyển tập Nghiên cứu biển*, **6**, 81–90.
- [4] Shirota, A., 1966. The plankton of South Vietnam: Fresh water and marine plankton. *Overseas Technical Cooperation Agency*. 462 p.
- [5] Graham, H. W., and Bronikovsky, N., 1944. The Genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic Oceans (Vol. 565). (Scientific Results of Cruise VII of the Carnegie, During 1928-1929 Under Command of Captain JP Ault. Biology-v.). *Carnegie Institution of Washington*. 209 p.
- [6] Hoàng Quốc Trương, 1962. Phiêu sinh vật vịnh Nha Trang: 1. Khuê tảo: Bacillariale. *Universite de Sai Gon - Ann. de la Faculté des Saigon*. Contribution No. 59, 121–214.
- [7] Hoàng Quốc Trương, 1963. Phiêu sinh vật vịnh Nha Trang. 2. Tảo giáp. *Institut Océanographique de Nha Trang - Ann. de la Faculté des Saigon* 2, 129–176.
- [8] Taylor, F. J. R., 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. *A report on material collected by the R. V. "Anton Bruun" 1963–1964*.
- [9] Trương Ngọc An, 1993. Tảo silic phù du biển Việt Nam. *Nxb. Khoa học và Kỹ thuật*, 315 tr.
- [10] Tomas, C. R. (Ed.), 1997. Identifying marine phytoplankton. *Elsevier*.
- [11] Larsen, J., and Nguyen, N. L., 2004. Potentially toxic microalgae of Vietnamese waters. *Opera Botanica*, **140**, 5–216.
- [12] Nguyen-Ngoc, L., Ho-Van, T., and Larsen J., 2012. A taxonomic Account of *Ceratium* (Dinoflagellates) in Vietnamese Waters. *The Thailand Natural History Museum Journal*, **6**(1), 25–59.
- [13] Doan-Nhu, H., Nguyen-Ngoc, L., Anh, N. T. M., Larsen, J., and Thoi, N. C., 2014. Diatom genus *Chaetoceros* Ehrenberg 1844 in Vietnamese waters. *Nova Hedwigia*, (143), 159–222.
- [14] Phan Tấn Lượm, Nguyễn Ngọc Lâm, Đoàn Như Hải, 2016. Phân loại học Phân chi *Archaeoperidinium* thuộc chi *Protoperidinium* (Dinophyceae) ở vùng biển Việt Nam. *Tạp chí Sinh học*, **38**(1), 39–52.
- [15] Phan- Tan, L., Nguyen- Ngoc, L., Doan- Nhu, H., Raine, R., and Larsen, J., 2017. Species diversity of *Protoperidinium* sect. *Oceanica* (Dinophyceae, Peridinales) in Vietnamese waters, with description of the new species *P. larsenii* sp. nov. *Nordic Journal of Botany*, **35**(2), 129–146.
- [16] Guiry, M. D., and Guiry, G. M., 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 07 May 2018.
- [17] Sournia, A., 1978. *Phytoplankton manual*. UNESCO, Printed in France.
- [18] Andersen, P., and Kristensen, H. S., 1995. Rapid and precise identification and counting of thecate dinoflagellates using epifluorescence microscopy. *Harmful Marine Algal Blooms*. *Lavoisier Publishing, Paris*, 713–718.
- [19] Wickham, H., 2009. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. *Springer Science & Business Media*.
- [20] Giraudoux, P., 2017. *Data Analysis in Ecology*, Package ‘pgirmess’. Version 1.6.7.
- [21] Wickham, H., Francois, R., Henry, L., and Müller, K., 2018. *A Grammar of Data Manipulation*. Package “dplyr”, Version 0.7.6.
- [22] Margalef, D. R., 1958. Information theory in ecology, General systems. *Transl, from Mem. Real Acad. Cienc. Arts. Barcelona*, **32**, 373–449.
- [23] Pielou, E. C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, **13**, 131–144.
- [24] Shannon, C. E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell system technical journal*, **27**(3), 379–423.

- [25] Simpson, E. H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, **163**(4148), 688.
- [26] Colwell, R. K., Mao, C. X., and Chang, J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, **85**(10), 2717–2727.
- [27] Ilyash, L. V., and Matorin, D. N., 2007. Features of the spatial distribution of phytoplankton in Nhatrang Bay of the South China Sea during the rainy season. *Oceanology*, **47**(6), 788–796.
- [28] H. Doan-Nhu, L. Nguyen-Ngoc, Nguyen C.T., 2016. ENSO and anthropogenic impacts on phytoplankton diversity in tropical coastal waters. *Journal Progress in Oceanography*, **140**: 1-13. Publisher ScienceDirect.
- [29] Williams, V. L., Witkowski, E. T., and Balkwill, K., 2007. The use of incidence-based species richness estimators, species accumulation curves and similarity measures to appraise ethnobotanical inventories from South Africa. *Biodiversity and Conservation*, **16**(9), 2495–2513.
- [30] Canning-Clode, J., Valdivia, N., Molis, M., Thomason, J. C., and Wahl, M., 2008. Estimation of regional richness in marine benthic communities: quantifying the error. *Limnology and Oceanography: Methods*, **6**(11), 580–590.

PHYTOPLANKTON IN COASTAL WATERS OF DA NANG PROVINCE

**Tran Thi Le Van¹, Doan Nhu Hai¹, Phan Tan Luom^{1,2}, Nguyen Thi Mai Anh¹,
Tran Thi Minh Hue¹, Huynh Thi Ngoc Duyen¹**

¹*Institute of Oceanography, VAST, Vietnam*

²*Graduate University of Science and Technology, VAST, Vietnam*

Abstract. Phytoplankton, especially community characteristics, in coastal waters of Da Nang have not been well studied. This present study analyzed data of phytoplankton for diversity and abundance from surveys from 2002 to 2016 at 44 stations in the coastal Da Nang waters. A total of 316 taxa from 9 classes were identified: Dinophyceae (134 taxa), Mediophyceae (77 taxa), Coscinodiscophyceae (44 taxa), Bacillariophyceae (36 taxa), Cyanophyceae (3 taxa), Dictyochophyceae (2 taxa), Bacillariophyta classis incertae sedis (1 taxon), Conjugatophyceae (1 taxon) and Thecofilosea (1 taxon). A list of 36 species of potentially harmful microalgae was recorded in coastal waters of Da Nang. In which, *Pseudo-nitzschia* spp. often had higher cell densities in some locations during the northeast monsoon. Analyzing diversity indices in different locations showed that there were significance differences of Margalef and Shannon indices, low in estuarine area (CS) and higher in the south of Son Tra peninsula (NST). Meanwhile no strong differences of Pielou and Simpson indices were found among the locations. However, there were strong differences of Margalef, Simpson and Pielou indices, which were found over the three studied years (2004, 2005, and 2006), mainly in NST, the northeast of Son Tra peninsula (DBST) and Da Nang bay (VDN). Analysis of species accumulation curves indicated that only 56–95% of species was found compared to maximal expected species richness in all studied locations. DMS analysis showed that there was year-based similarity among the years (ca. 50% of similarity) of phytoplankton communities. Among the studied years, average phytoplankton cell densities in Da Nang bay and the northeast of Son Tra were higher than those in other years and locations. This present study on species richness, expected species richness and variation in phytoplankton abundance suggested that there is a need of increasing sampling efforts, especially in riverine area

Trần Thị Lê Vân, Đoàn Như Hải, ...

and DBST for better understanding of characteristics of phytoplankton communities in coastal Da Nang waters.

Keywords: Diversity index, phytoplankton, Son Tra peninsula, Da Nang bay.

Phụ lục 1. Danh sách các loài tảo có khả năng gây hại ở vùng biển ven bờ Đà Nẵng

STT	Class (Lớp)	Loài	CS	CVĐN	ĐBST	NST	VĐN	Khả năng gây hại
	Bacillariophyceae							
1		<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.		+	+	+	+	ASP (độc tố gây mất trí nhớ)
	Dinophyceae							
2		<i>Akashiwo sanguinea</i>		+	+	+	+	Ichthyotoxins
3		<i>Alexandrium affine</i>			+	+	+	PSP (Độc tố liệt cơ)
4		<i>Alexandrium fraterculus</i>		+	+		+	Thường nở hoa, Chưa biết có sản sinh độc tố
5		<i>Alexandrium leei</i>	+		+	+	+	Saxitoxin và neosaxitoxin; GTX1-4
6		<i>Alexandrium minutum</i>			+			PSP (Độc tố liệt cơ)
7		<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>		+	+	+	+	Goniomin A có độc tính chết cá
8		<i>Alexandrium tamarense</i>		+	+	+	+	PSP và hoạt chất phá hủy tế bào
9		<i>Alexandrium tamiyavanichii</i>		+	+	+	+	PSP (Độc tố liệt cơ)
10		<i>Alexandrium taylorii</i>				+		PSP (Độc tố liệt cơ)
11		<i>Dinophysis acuminata</i>			+	+	+	DSP (Độc tố gây tiêu chảy)
12		<i>Dinophysis caudata</i>	+	+	+	+	+	DSP (Độc tố gây tiêu chảy)
13		<i>Dinophysis fortii</i>		+	+	+	+	DSP (Độc tố gây tiêu chảy)
14		<i>Dinophysis miles</i>	+	+	+	+	+	DSP (Độc tố gây tiêu chảy)
15		<i>Gonyaulax polygramma</i>		+	+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
16		<i>Gonyaulax spinifera</i>		+	+	+	+	Yessotoxins
17		<i>Gonyaulax verior</i>		+	+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
18		<i>Lingulodinium polyedra</i>			+	+	+	PSP (Độc tố liệt cơ)
19		<i>Noctiluca scintillans</i>					+	Thủy sản và hệ sinh thái
20		<i>Peridinium quinquecorne</i>		+		+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
21		<i>Phalacroma mitra</i>		+	+	+	+	DSP (Độc tố gây tiêu chảy)
23		<i>Prorocentrum concavum</i>			+	+		FAT, DSP, OA
24		<i>Prorocentrum cordatum</i>	+		+	+	+	Độc tố thần kinh (neurotoxins, NSP)
25		<i>Prorocentrum emarginatum</i>				+	+	Chưa biết có sản sinh độc tố
26		<i>Prorocentrum lima</i>					+	DSP (Độc tố gây tiêu chảy)
27		<i>Prorocentrum mexicanum</i>			+	+	+	DSP (Độc tố gây tiêu chảy)
28		<i>Prorocentrum micans</i>	+	+	+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
29		<i>Prorocentrum triestinum</i>			+	+		Thủy sản và hệ sinh thái
30		<i>Tripos furca</i>	+	+	+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái

Trần Thị Lê Vân, Đoàn Như Hải,...

31		<i>Tripos fusus</i>	+	+	+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
32		<i>Tripos trichoceros</i>	+	+	+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
	Cyanophyceae							
33		<i>Trichodesmium erythraeum</i>			+	+		Hepatotoxins, microcystins
34		<i>Trichodesmium thiebautii</i>			+	+		Hepatotoxins, microcystins
	Dictyochophyceae							
35		<i>Dictyocha fibula</i>			+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
36		<i>Octactis speculum</i>			+	+	+	Thủy sản và hệ sinh thái
	Tổng		8	18	30	31	29	

Ghi chú: “+”: Sự xuất hiện của các loài tảo có khả năng gây hại.