

ĐA DẠNG VI TẢO BIỂN VÙNG QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA, VIỆT NAM

ĐẶNG DIỄM HỒNG^(1,4), HOÀNG THỊ MINH HIỀN⁽¹⁾, LÊ THỊ THƠM⁽¹⁾, NGUYỄN CẨM HÀ⁽¹⁾,
LƯU THỊ TÂM⁽¹⁾, NGÔ THỊ HOÀI THU⁽¹⁾, VŨ THỊ LOAN⁽²⁾, NGUYỄN TRỌNG DÂN⁽²⁾,
NGÔ TRUNG DŨNG⁽²⁾, THÂN VĂN HẬU⁽³⁾, NGUYỄN THU HOÀI⁽²⁾, ĐỖ THỊ THU HỒNG⁽²⁾

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vi tảo biển (VTB) là một nhóm sinh vật có vai trò quan trọng đối với hệ sinh thái biển vì chúng là mắt xích đầu tiên của chuỗi thức ăn, giàu dinh dưỡng, có vai trò điều chỉnh tác động của khí hậu và điều kiện hải dương, có khả năng cố định carbon thông qua quá trình quang hợp, cung cấp oxy duy trì sự sống của hầu hết các sinh vật thủy sinh khác. VTB rất phong phú và đa dạng. Dựa vào đặc điểm hình thái, đã có khoảng 5000 loài VTB được mô tả trên thế giới [1].

Ô nhiễm môi trường hoặc hiện tượng phú dưỡng đã ảnh hưởng đến các hệ sinh thái biển ven bờ, dẫn đến những thay đổi rõ rệt về thành phần sinh vật phù du, thay đổi các thuộc tính cấu trúc của quần thể như chỉ số đa dạng, loài ưu thế cũng như kích thước quần thể [2]. Do đó, mối quan hệ giữa sự thay đổi về đa dạng thực vật phù du (TVPD), VTB và điều kiện hệ sinh thái biển cần được quan tâm nghiên cứu với ba chỉ số là “mức độ phong phú của sinh vật phù du”, “sinh khối sinh vật phù du” và “thành phần loài sinh vật phù du” đang được xem là một biện pháp kiểm soát chất lượng nước biển hiện nay [3]. Thành phần loài sinh vật phù du thay đổi theo mùa trong năm [4] như sự thay đổi theo mùa của nhiệt độ, sự pha trộn/phân tầng cột nước, lượng dinh dưỡng và cường độ ánh sáng [5].

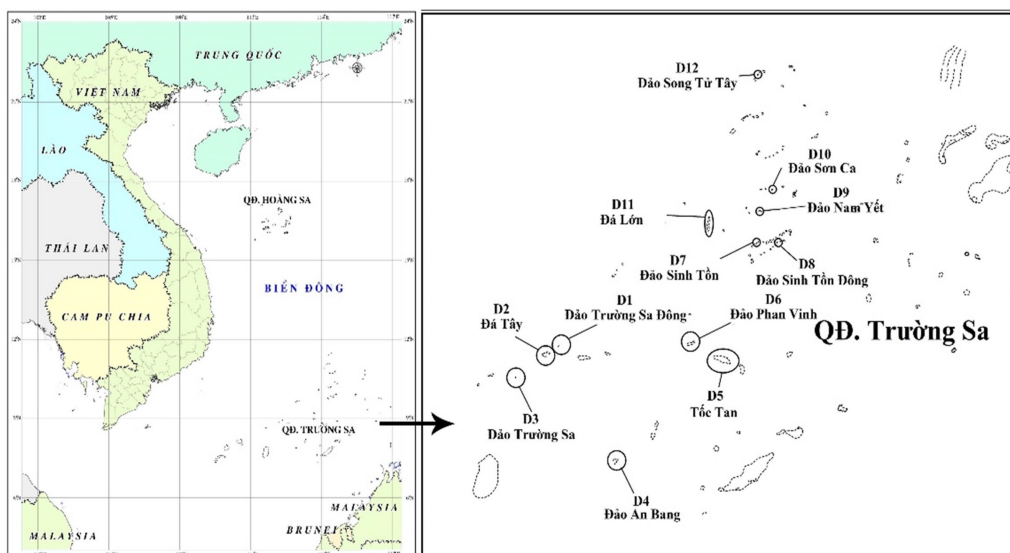
Quần đảo Trường Sa là một quần đảo san hô lớn ở giữa và Nam Biển Đông, từ vĩ tuyến 6°50' đến 12°00'N, kinh tuyến 111°20' đến 117°20' E, diện tích khoảng 180 000 km², gồm hàng trăm đảo nổi, đá, bãi nông, bãi ngầm, trong đó có hơn 130 đảo đã được đặt tên, thuộc huyện đảo Trường Sa, tỉnh Khánh Hoà, Việt Nam. Nghiên cứu TVPD ở vùng biển này đã được tiến hành từ lâu nhưng còn đơn lẻ và phạm vi hẹp. Tại vùng biển này, số lượng loài TVPD được công bố có sự dao động lớn theo thời gian, cụ thể: giai đoạn 1993-1997 có 312 loài, giai đoạn 2001-2003 có 375 loài [6, 7], năm 2008 có 467 loài [8]. Số lượng về ngành, lớp, bộ, họ, chi cũng có sự sai khác giữa các năm khảo sát.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về quần xã TVPD ở 12 đảo, đá thuộc vùng biển quần đảo Trường Sa được thu thập vào tháng 5 - 6 và 10 - 11 năm 2021. Thành phần loài được trình bày và bổ sung vào danh mục loài quần xã TVPD đã được ghi nhận trước đây cũng như đánh giá mối tương quan giữa quần xã TVPD với các thông số môi trường biển; cung cấp cơ sở khoa học cho việc hoạch định chiến lược, quy hoạch khai thác, bảo tồn nguồn lợi sinh vật biển tại khu vực quần đảo Trường Sa nói riêng và của các vùng biển của Việt Nam nói chung theo hướng cân bằng sinh thái và bền vững.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Khu vực nghiên cứu và địa điểm thu mẫu

Các mẫu định tính và định lượng TVPD dùng trong nghiên cứu này gồm 48 mẫu nước biển (thu thập tại 3 - 4 vị trí đông, tây, nam, bắc cho mỗi đảo khảo sát) của 12 đảo thuộc quần đảo Trường Sa (Hình 1) trong tháng 5 - 6 và tháng 10 - 11/2021.



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực thu mẫu tại quần đảo Trường Sa

2.2. Thu và bảo quản mẫu TVPD: Các mẫu nước định tính được thu bằng lưới vợt TVPD có kích thước lỗ 25 μm . Các mẫu định lượng được thu bằng bình Niskin (Van Dorn Sampler, thể tích 5 lít) tại các tầng (trùng với các tầng thu mẫu cho phân tích thông số hóa lý của nước biển, mẫu được cố định bằng formaldehyde có nồng độ 4% đựng trong các chai và giữ trong tối trước khi đưa về phòng thí nghiệm.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp phân tích TVPD: Sử dụng kính hiển vi Olympus CX21 (hãng OLYMPUS, Nhật Bản) để chụp ảnh hình thái tế bào của các loài TVPD có mặt trong mẫu nước biển thu được. Phân tích thành phần loài TVPD bằng phương pháp so sánh hình thái tế bào. Thành phần loài TVPD được xác định theo các tài liệu hệ thống của Hoàng Quốc Trương [9], Trương Ngọc An [10], Larsen và Nguyen [11]. Danh pháp và các bậc phân loại được cập nhật theo Guiry & Guiry [12]. Mật độ TVPD được xác định bằng buồng đếm Sedgewick-Rafter (Hãng PYSER-SGI, Anh) có thể tích 1000 μL .

2.3.2. Phương pháp tính các chỉ số đa dạng sinh học: Các chỉ số đa dạng sinh học loài (H'), lớn nhất (H'_{max}), chỉ số về giá trị tính đa dạng (D_v) được tính theo công bố của Otero và cộng sự [13], dựa trên phần mềm Primer 7.0.

2.3.3. Phương pháp phân tích các thông số môi trường: Các thông số như nhiệt độ, độ mặn, pH, oxy hòa tan (DO) của nước biển được đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy HandyLab 680 (hãng SI ANALYTICS, Đức). Hàm lượng NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , NH_4^+ , SiO_2 , chất rắn lơ lửng, dầu tổng số được phân tích theo các phương pháp chuẩn [14]. Hàm lượng kim loại nặng được xác định bằng máy hấp phụ nguyên tử AAS-6601 theo TCVN 6222:2008 (ISO 9174:1998); SMEWW 3125: 2017; TCVN 6193: 1996 (ISO 8288: 1986 (E); TCVN 7877:2008 (ISO 5666: 1999) [15 - 18].

2.3.4. Phương pháp phân tích mối tương quan giữa quần thể TVPD và mật độ của chúng với các thông số môi trường: Để phân tích mối tương quan giữa thành phần loài TVPD, mật độ tế bào (MĐTB) và các thông số môi trường, hệ số tương quan Pearson trong phần mềm SPSS ver.16 đã được áp dụng. Mối tương quan được xác định là chặt khi R^2 đạt giá trị càng gần 1 (tương quan dương) hoặc -1 (tương quan âm) và giá trị sig. $\leq 0,05$.

2.4. Xử lý số liệu: Số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel Microsoft Office 2013, SPSS version 16, NTSYSpc 2.02h, Primer 7.0. Các chỉ số đa dạng sinh học được tính bằng phần mềm Primer 7.0 (Primer-E Ltd, Plymouth UK). Mối tương quan giữa thành phần loài TVPD, MĐTB và các thông số môi trường thông qua hệ số tương quan Pearson được thực hiện trong phần mềm SPSS ver.16. Hệ số đồng dạng về thành phần loài và xây dựng cây phát sinh chủng loại giữa 12 quần xã TVPD được phân tích theo chương trình máy tính NTSYSpc 2.02h.

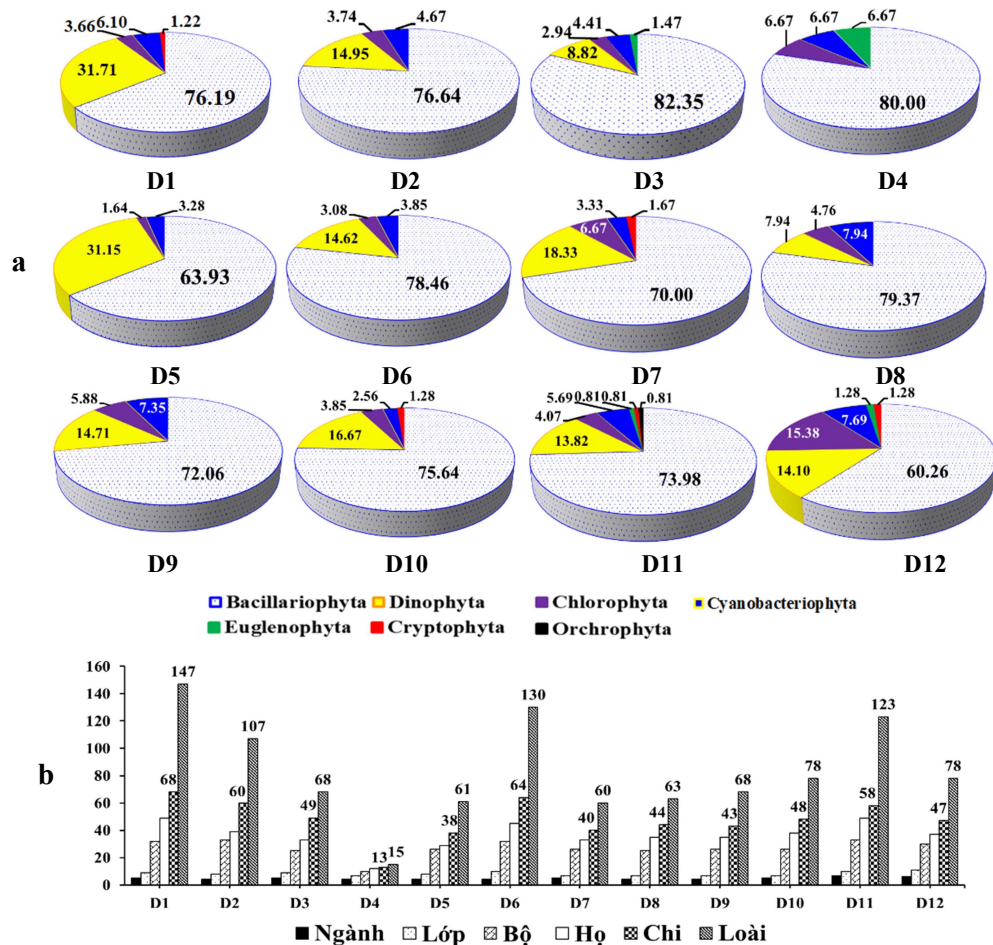
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích thành phần và mức độ đa dạng TVPD thu được từ vùng biển quần đảo Trường Sa của năm 2021

Qua phân tích các mẫu nước biển thu thập tại 12 đảo vào tháng 5 - 6 và 10 - 11 năm 2021 đã có 305 loài VTB thuộc 7 ngành: Bacillariophyta (tảo silic), Dinophyta (tảo hai roi), Chlorophyta (tảo lục), Cyanobacteriophyta (vi khuẩn lam), Euglenophyta (tảo mắt), Cryptophyta (tảo hai roi lông), Orchrophyta được ghi nhận (Hình 2a). Trong đó, ở các điểm thu mẫu D2, D4, D5, D6, D8 và D9 đã ghi nhận được 4 ngành Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanobacteriophyta và Dinophyta (ngoại trừ điểm D4, ngành thứ 4 là Euglenophyta). Các điểm thu mẫu D1, D3, D7 và D10 ghi nhận 5 ngành Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta, Cyanobacteriophyta và Cryptophyta (D1, D7 và D10) hoặc Euglenophyta (D3). D12 ghi nhận 6 ngành Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta, Cyanobacteriophyta, Euglenophyta, Cryptophyta. Duy nhất chỉ có đảo D11 ghi nhận được 7 ngành tảo gồm: Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta, Cyanobacteriophyta, Euglenophyta, Cryptophyta và Orchrophyta đã cho thấy điểm này có sự đa dạng về ngành nhất so với các điểm thu mẫu còn lại. Đa dạng về ngành thấp nhất gồm các đảo D2, D4, D5, D6, D8 và D9 (chỉ có 4 ngành) (Hình 2a).

Theo công bố của Nguyễn Tiến Cảnh và cộng sự [7], TVPD tại quần đảo Trường Sa trong các giai đoạn 1993 - 1997 và 2001 - 2003 chỉ có 4 ngành: Bacillariophyta, Dinophyta, Silicoflagellata (tảo kim) và Cyanobacteriophyta với 312 và 375 loài, tương ứng. Theo Đỗ Công Thung và cộng sự [8], TVPD tại quần đảo Trường Sa năm 2008

là 467 loài. Trong khi đó, tại thời điểm 2021 đã ghi nhận 7 ngành tảo với 305 loài, trong đó có 4 ngành ghi nhận mới là Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Orchrophyta nhưng lại không ghi nhận được ngành Silicoflagellata. Có 208 loài được ghi nhận ở năm 2021 (bao gồm 33 loài thuộc ngành Dinophyta, 9 loài thuộc ngành Cyanobacteriophyta, 21 loài thuộc ngành Chlorophyta; 1 loài thuộc ngành Cryptophyta, 1 loài thuộc ngành Ochrophyta, 3 loài thuộc ngành Euglenophyta và 140 loài thuộc Bacillariophyta). Ngoài ra, có 44 loài bắt gặp trong cả 3 đợt thu mẫu 1993 - 1999; 2001 - 2003 và 2021, tập trung chủ yếu là tảo silic (Bacillariophyta) và tảo hai roi (Dinophyta). Điều này cho thấy các ngành tảo đã có sự thay đổi giữa thời điểm 2021 so với các giai đoạn trước và môi trường nước biển tại thời điểm thu mẫu 2021 giàu dinh dưỡng hơn so với các thời điểm và giai đoạn trước đây.



Hình 2. Thành phần thực vật phù du (a) và số ngành, lớp, bộ, họ, chi, loài (b) ở các đảo thuộc vùng biển quần đảo Trường Sa

Ghi chú: D1: Trường Sa Đông, D2: Đá Tây A, D3: Trường Sa, D4: An Bang, D5: Tốc tan, D6: Phan Vinh, D7: Sinh Tồn Đông, D8: Sinh Tồn, D9: Sơn Ca, D10: Nam Yết, D11: Đá Lớn, D12: Song Tử Tây

Kết quả nghiên cứu thu được trên Hình 2b cho thấy, số lượng các lớp, bộ, họ, chi và loài cũng hoàn toàn khác nhau ở các điểm thu mẫu khác nhau. Trong đó, các điểm thu mẫu có số chi/loài nhiều nhất là D1 (68/147), D6 (64/130), D2 (60/107), D11 (58/123), D3 (49/68), D10 (48/78), D12 (47/78), D8 (44/63), D9 (43/68), D7 (40/60), D5 (38/61) và thấp nhất ở D4 (13/15) (Hình 2b). Các kết quả nêu trên hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích về chỉ số (H') và giá trị đa dạng TVPD (D_v) tại 12 đảo được khảo sát (Bảng 1). Trong đó, ngoại trừ đảo An Bang (D4) thì giá trị H' và D_v của 11 đảo còn lại đều lớn hơn 2,5 (Bảng 1).

Theo Nguyễn Tiến Cảnh và cộng sự [7] chỉ số H' và D_v lớn hơn 2,5 thể hiện mức độ đa dạng của quần thể TVPD tại thời điểm thu mẫu của vùng quần đảo Trường Sa năm 2021 là phong phú và chất lượng nước biển là tốt (thể hiện ở giá trị trung bình H' và D_v là $3,61 \pm 0,40$ và $3,43 \pm 0,39$, tương ứng). So sánh giá trị đa dạng của sinh vật phù du biển nhiệt đới trong các giai đoạn 1993 - 1997 và 2001 - 2003 và thời điểm năm 2021 đã cho thấy tại những thời điểm nghiên cứu của năm 2021, TVPD vùng quần đảo Trường Sa có mức đa dạng sinh học cao nhất.

Bảng 1. Chỉ số đa dạng của TVPD ở các đảo thuộc quần đảo Trường Sa năm 2021

Thông số	Chỉ số đa dạng (H')	Tổng số chi (S)	Chỉ số đa dạng lớn nhất (H'_{max})	Chỉ số điều hòa (J)	Chỉ số về giá trị tính đa dạng (D_v)
D1	3,95	68	4,22	0,94	3,7
D2	3,86	60	4,09	0,94	3,64
D3	3,79	49	3,89	0,97	3,69
D4	2,4	13	2,56	0,94	2,25
D5	3,5	38	3,64	0,96	3,37
D6	3,77	64	4,16	0,91	3,42
D7	3,57	40	3,68	0,97	3,45
D8	3,61	44	3,78	0,95	3,44
D9	3,61	43	3,76	0,96	3,46
D10	3,65	48	3,87	0,94	3,44
D11	3,76	58	4,06	0,93	3,48
D12	3,83	47	3,85	0,99	3,81
Giá trị trung bình	$3,61 \pm 0,40$	$47,67 \pm 14,56$	$3,80 \pm 0,43$	$0,95 \pm 0,02$	$3,43 \pm 0,39$

Ghi chú: D1: Trường Sa Đông, D2: Đá Tây A, D3: Trường Sa, D4: An Bang, D5: Tốc Tan, D6: Phan Vinh, D7: Sinh Tồn Đông, D8: Sinh Tồn, D9: Sơn Ca, D10: Nam Yết, D11: Đá Lớn, D12: Song Tử Tây

3.2. Phân tích ưu thế và đa dạng về loài của quần thể TVPD ở 12 đảo thu mẫu thuộc vùng quần đảo Trường Sa năm 2021

Tại 12 đảo thu mẫu thuộc vùng quần đảo Trường Sa có 29 chi chiếm ưu thế, trong đó có 9-14 loài chỉ được ghi nhận trong một chi (như chi *Synedra*, *Navicula*, *Coscinodiscus*) và 3 chi *Coscinodiscus*, *Navicula* và *Licmophora* có số loài khác nhau ở cả 12 đảo thu mẫu. Rất nhiều chi có số loài khác nhau ghi nhận liên tục ở 7 - 8 đảo thu mẫu như *Rhizosolenia*, *Synedra*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*, *Lyrella*, *Mastogloia*, *Thalassiosira*, *Prorocentrum*.

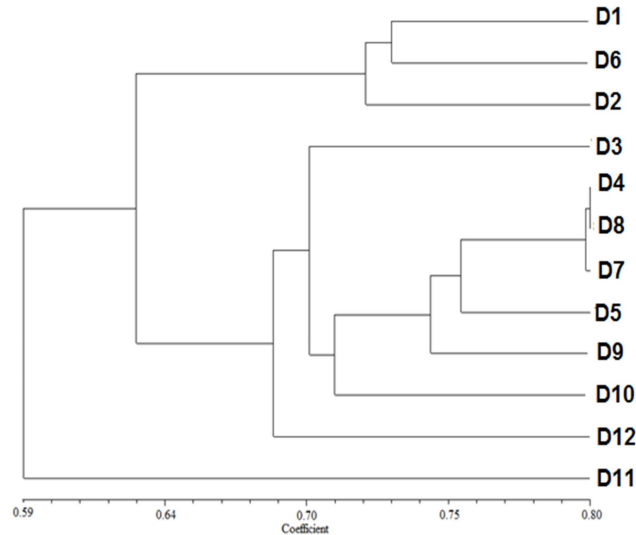
Trong số 305 loài được ghi nhận trong năm 2021, đã có 39 loài ưu thế ghi nhận ở 6-12 đảo thu mẫu. Các loài mới ghi nhận trong năm 2021 được xem như loài chỉ thị môi trường nước biển thuộc vùng biển quần đảo Trường Sa, bao gồm các loài thuộc ngành vi khuẩn lam như *Lyngbya aestuarii* Liebman 1892, *Oscillatoria contortum* Wille và *Oscillatoria sancta* Kütz. ex Gomont, 1892. Việc ghi nhận này cho thấy nước biển thuộc vùng biển quần đảo Trường Sa thu tại 2021 là giàu dinh dưỡng.

Theo công bố của Rohlf [19], sự khác nhau về thành phần loài giữa các điểm thu mẫu được biểu hiện bằng hệ số đồng dạng di truyền giữa các mẫu trong cùng loài hay giữa các loài khác nhau. Hệ số đồng dạng di truyền càng cao thì mối quan hệ di truyền giữa thành phần loài trong các quần xã TVPD được nghiên cứu càng gần nhau. Kết quả được trình bày ở Bảng 2 và Hình 3.

Kết quả trình bày ở Bảng 2 và Hình 3 cho thấy hệ số đồng dạng về thành phần loài của quần thể TVPD tại 12 đảo nghiên cứu dao động từ 0,52 đến 0,80. Trên cây biểu thị mối tương quan của quần xã TVPD ở 12 đảo thu mẫu được chia thành 2 nhánh. Nhánh thứ nhất là quần xã TVPD của đảo Đá Lớn (D11) có hệ số đồng dạng là 0,53-0,62, đã có sự khác xa về thành phần loài TVPD so với các đảo còn lại. Nhánh thứ 2 được chia thành 2 nhánh phụ, nhánh phụ thứ nhất là quần xã các loài TVPD ở đảo Trường Sa Đông (D1), Phan Vinh (D6) và Đá Tây A (D2) có hệ số đồng dạng dao động từ 0,71 - 0,72, có số lượng loài dao động từ 107 đến 147 loài và chúng có mối quan hệ gần gũi về mặt di truyền song vẫn có sự khác nhau đáng kể về thành phần loài.

Bảng 2. Hệ số đồng dạng về thành phần loài giữa 12 đảo thuộc vùng biển quần đảo Trường Sa năm 2021

Rows\Cols	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
D1	1.0000000											
D2	0.7175325	1.0000000										
D3	0.5487013	0.6103896	1.0000000									
D4	0.5259740	0.6396104	0.7435065	1.0000000								
D5	0.5909091	0.6655844	0.6850649	0.7792208	1.0000000							
D6	0.7110390	0.7272727	0.6136364	0.5974026	0.6785714	1.0000000						
D7	0.6363636	0.6850649	0.6785714	0.8051948	0.7402597	0.6428571	1.0000000					
D8	0.6266234	0.7077922	0.6883117	0.7954545	0.7305195	0.6980519	0.7954545	1.0000000				
D9	0.6266234	0.7012987	0.6883117	0.7629870	0.7045455	0.6883117	0.7240260	0.7467532	1.0000000			
D10	0.5876623	0.6428571	0.6493506	0.7370130	0.6980519	0.6071429	0.6850649	0.7077922	0.6883117	1.0000000		
D11	0.5681818	0.5779221	0.5324675	0.6006494	0.6071429	0.5714286	0.5876623	0.6038961	0.5974026	0.6233766	1.0000000	
D12	0.5584416	0.6201299	0.6590909	0.7337662	0.7207792	0.6038961	0.6883117	0.6720779	0.6396104	0.6720779	0.6071429	1.0000000



Hình 3. Mối tương quan của quần xã thực vật phù du ở 12 đảo thuộc quần đảo Trường Sa năm 2021 dựa trên phân tích về thành phần loài.

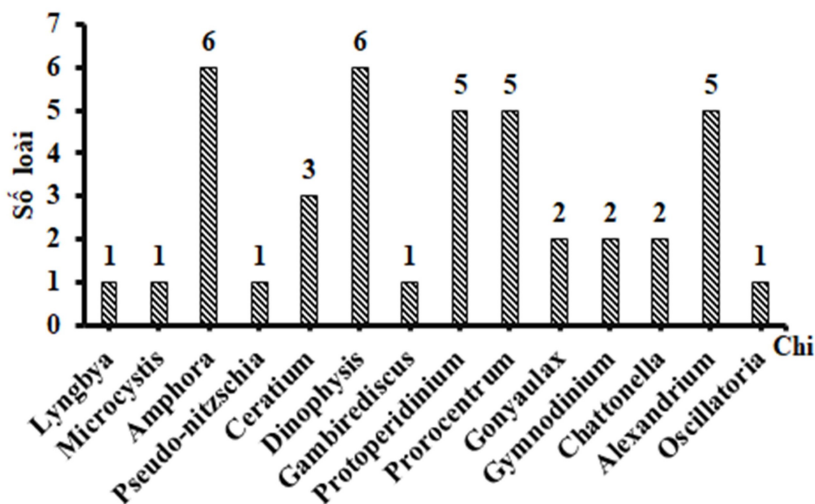
Ghi chú: D1: Trường Sa Đông, D2: Đá Tây A, D3: Trường Sa, D4: An Bang, D5: Tốc Tan, D6: Phan Vinh, D7: Sinh Tồn Đông, D8: Sinh Tồn, D9: Sơn Ca, D10: Nam Yết, D11: Đá Lớn, D12: Song Tử Tây

Nhánh phụ thứ 2 gồm 8 đảo còn lại, trong đó đảo An Bang (D4), Sinh Tồn (D8) và Sinh Tồn Đông (D7) có hệ số đa dạng cao nhất đạt 0,79 - 0,8 cho thấy thành phần loài TVPD giữa các đảo này khá giống nhau. Các đảo còn lại gồm Trường Sa (D3), Tốc Tan (D5), Sơn Ca (D9), Nam Yết (D10) và Song Tử Tây (D12) có hệ số đa dạng dao động từ 0,64 - 0,70 cho thấy thành phần loài TVPD ở các đảo này đã có sự khác biệt đáng kể. Song Tử Tây (D12) có hệ số đồng dạng về thành phần loài so với các đảo còn lại dao động từ 0,53 - 0,73, được tách thành một nhánh phụ riêng. Như vậy, phân tích tính đa dạng về thành phần loài TVPD ở 12 đảo được nghiên cứu năm 2021 cho thấy có sự đa dạng về thành phần loài tại các đảo nói trên; cụ thể các đảo An Bang (D4), Sinh Tồn (D8) và Sinh Tồn Đông (D7) có quan hệ về thành phần loài gần gũi hơn so với các đảo Trường Sa Đông (D1), Phan Vinh (D6) và Đá Tây A (D2), nhóm đảo tiếp theo là Trường Sa (D3), Tốc Tan (D5), Sơn Ca (D9) và Nam Yết (D10), tiếp theo là Song Tử Tây (D12) và cuối cùng là Đá Lớn (D11).

3.3. Phân tích số lượng các loài tảo độc, hại có trong mẫu nước biển thu tại vùng biển quần đảo Trường Sa tại 3 thời điểm khác nhau

Thành phần tảo độc, hại của các quần thể TVPD tại 12 đảo thuộc vùng quần đảo Trường Sa năm 2021 được chỉ ra trên Hình 4, đã cho thấy tại vùng biển này có 41 loài tảo độc, hại thuộc 14 chi bao gồm: *Lyngbya*, *Microcystis*, *Amphora*, *Pseudonitzschia*, *Ceratium*, *Dinophysis*, *Gambierdiscus*, *Protoperdinium*, *Prorocentrum*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Chattonella*, *Alexandrium* và *Oscillatoria* (chỉ có 1 loài). Số loài ghi nhận tại thời điểm 2021 giảm 2,85 lần so với giai đoạn 2001-2003 (120

loài) và giảm 2,19 lần so với giai đoạn 1993-1997 (92 loài) [7]. Trong đó, *Ceratium arcuatum* (Gourret) Pavillard, *Dinophysis caudata* Saville-kent là 2 loài loài tảo độc, hại đã được ghi nhận trong cả 3 đợt thu mẫu 1993-1997, 2001-2003 và 2021.



Hình 4. Thành phần tảo độc, hại của vùng biển thuộc quần đảo Trường Sa năm 2021

3.4. Phân tích mối tương quan giữa thành phần loài TVPD, mật độ tế bào và các thông số môi trường

Các thông số hóa lý, dinh dưỡng như ni tơ, photphat, hàm lượng kim loại nặng, hàm lượng dầu và tổng chất rắn lơ lửng (TSS) của nước biển vùng biển Trường Sa năm 2021 đều nằm trong giới hạn cho phép của Việt Nam (QCVN 10-MT: 2015/BTNMT) [20]. Mối tương quan giữa thành phần loài, mật độ tế bào của TVPD tại vùng biển quần đảo Trường Sa năm 2021 và các thông số môi trường được tính toán bằng hệ số tương quan Pearson sử dụng phần mềm SPSS version 16 (Bảng 3).

Kết quả tại Bảng 3 cho thấy, số lượng loài TVPD có tương quan với hàm lượng NH_4^+ ($r^2 = 0,809$, sig = 0,401), tiếp theo là hàm lượng PO_4^{3-} ($r^2 = -0,735$, sig = 0,474) và NO_2^- ($r^2 = -0,708$, sig = 0,499) có trong nước biển. Tuy nhiên, do giá trị Sig đều lớn hơn 0,05 nên có thể kết luận rằng giữa số lượng loài TVPD của vùng biển này năm 2021 và các thông số môi trường nêu trên lại không có mối tương quan.

Các yếu tố môi trường chính ảnh hưởng lên MĐTB của TVPD ở vùng biển quần đảo Trường Sa năm 2021 là hàm lượng NO_3^- ($r^2 = -1$, sig = 0,002) và hàm lượng dầu ($r^2 = 1$, sig = 0,01). Tiếp theo là các yếu tố như DO ($r^2 = 0,998$, sig = 0,044), độ mặn ($r^2 = -0,996$, sig = 0,046), nhiệt độ ($r^2 = -0,993$, sig = 0,049), và hàm lượng Hg ($r^2 = -0,993$, sig = 0,049) có trong nước biển. Mối tương quan giữa MĐTB và nhiệt độ, độ mặn, hàm lượng NO_3^- , Hg trong nước biển là tương quan âm. Trong khi đó, mối tương quan giữa MĐTB của TVPD và thông số DO là tương quan dương.

Bảng 3. Môi tương quan giữa thành phần loài và mật độ tế bào TVPD trong nước biển tại quần đảo Trường Sa năm 2021 với các thông số môi trường

Thông số môi trường	Số lượng loài	Sig.	Mật độ tế bào (tb/L)	Sig.
Nhiệt độ (°C)	0,471	0,688	-0,993	0,049
Độ mặn (‰)	0,643	0,556	-0,996	0,046
pH	-0,277	0,821	0,946	0,210
DO (mg/L)	-0,516	0,655	0,998	0,044
NH ₄ ⁺ (µg/L)	0,809	0,401	0,019	0,988
NO ₂ ⁻ (µg/L)	-0,708	0,499	0,984	0,113
PO ₄ ³⁻ (µg/L)	-0,735	0,474	0,977	0,138
NO ₃ ⁻ (µg/L)	0,570	0,614	-1,000	0,002
Pb (µg/L)	0,337	0,781	-0,965	0,170
Cd (µg/L)	-0,443	0,708	-0,481	0,680
Hg (µg/L)	0,666	0,536	-0,993	0,049
As (µg/L)	-0,225	0,855	-0,669	0,533
Cu (µg/L)	-0,519	0,653	-0,403	0,736
Zn (µg/L)	-0,514	0,656	-0,408	0,732
Cr (µg/L)	0,661	0,530	0,236	0,848
Hàm lượng dầu (µg/L)	-0,586	0,603	1,000	0,01
Chất rắn lơ lửng tổng số (TSS) (mg/L)	0,585	0,602	0,329	0,787

4. KẾT LUẬN

- Tại 12 đảo thuộc vùng biển quần đảo Trường Sa năm 2021 đã ghi nhận được 305 loài TVPD thuộc 7 ngành Bacillariophyta, Dinophyta, Chlorophyta, Cyanobacteriophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Orchrophyta với 39 loài ưu thế. Trong đó, đảo Trường Sa Đông (D1) có số loài cao nhất là 147 loài và thấp nhất ở đảo An Bang (D4) với 15 loài. Có 14 chi tảo độc, hại tại vùng biển này được ghi nhận trong năm 2021. Chỉ số đa dạng sinh học H' và chỉ số Dv của 12 điểm đảo thu mẫu năm 2021 đạt giá trị trung bình lần lượt là $3,61 \pm 0,40$ và $3,43 \pm 0,39$, chứng tỏ quần xã TVPD của vùng biển này năm 2021 là phong phú và nước biển có chất lượng tốt.

- Hệ số đồng dạng về thành phần loài của các quần thể TVPD tại 12 đảo được nghiên cứu dao động từ 0,52 - 0,80. Trong đó, các đảo An Bang (D4), Sinh Tồn (D8) và Sinh Tồn Đông (D7) có quan hệ về thành phần loài gần gũi hơn so với các đảo Trường Sa Đông (D1), Phan Vinh (D6) và Đá Tây A (D2), nhóm đảo tiếp theo là Trường Sa (D3), Tốc Tan (D5), Sơn Ca (D9) và Nam Yết (D10), tiếp theo là Song Tử Tây (D12) và cuối cùng là Đá Lớn (D11).

- Các yếu tố ảnh hưởng chính lên mật độ tế bào TVPD của vùng biển quần đảo Trường Sa năm 2021 là hàm lượng NO_3^- và hàm lượng DO, độ mặn, nhiệt độ, và hàm lượng Hg có trong nước biển. Mối tương quan giữa MĐTB và nhiệt độ, độ mặn, hàm lượng NO_3^- , Hg trong nước biển là tương quan âm. Trong khi đó, mối tương quan giữa MĐTB của TVPD và thông số DO là tương quan dương.

Các kết quả của nghiên cứu này cung cấp thông tin khoa học cần thiết cho định hướng phát triển và khai thác nguồn tài nguyên vi tảo biển tại vùng biển quần đảo Trường Sa, tỉnh Khánh Hòa, Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yang X., Tan Y., Li K., Zhang H., Liu J., Xiang C., *Long-term changes in summer phytoplankton communities and their influencing factors in Daya Bay, China (1991-2017)*, Marine Pollution Bulletin, 2020, **161**:111694.
2. Rombouts I., et al., *Changes in marine phytoplankton diversity: Assessment under the Marine Strategy Framework Directive*, Ecological Indicators, 2019, **102**:265-277.
3. Lyche-Solheim A., et al., *Ecological status assessment of European lakes: a comparison of metrics for phytoplankton, macrophytes, benthic invertebrates and fish*, Hydrobiologia, 2013, **704**(1):57-74.
4. Margalef R., *Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment*, Oceanologica acta, 1978, **1**(4):493-509.
5. Chalar G., *The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management*, Limnologia, 2009, **39**(3):200-208.
6. Nguyễn Tiến Cảnh, Nguyễn Văn Khôi, Vũ Minh Hào, *Sinh vật phù du vùng biển quần đảo Trường Sa*, Tuyển tập các công trình nghiên cứu nghề cá biển, Agriculture Publishing House, 1999, **2**:15-54.
7. Nguyễn Tiến Cảnh, Vũ Minh Hào, Nguyễn Hoàng Minh, *Sinh vật phù du vùng biển quần đảo Trường Sa*, Tuyển tập các công trình nghiên cứu nghề cá biển, Agriculture Publishing House, 2004, **3**:13- 68.
8. Đỗ Công Thung, Lê Thị Thúy, *Cơ sở khoa học để thiết lập các khu bảo tồn biển quần đảo Trường Sa*, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 2009, **9**:18-32.
9. Hoàng Quốc Trương, *Phiêu sinh vật vịnh Nha Trang, 2 - Tảo giáp*, Viện Hải Dương học Nha Trang, Ann. De la Faculté des Saigon, 1963, **2**:129-176.
10. Trương Ngọc An, *Phân loại tảo Silic phù du biển Việt Nam*, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1993, 315 tr.
11. Larsen L., Nguyen-Ngoc Lam, *Potentially toxic microalgae of Vietnamese waters*, Copenhagen Opera Botanica, 2004, p. 1-18.
12. Guiry M. D., Guiry G. M., *Algae Base World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway*, 2020. Available at: <http://www.algaebase.org>; searched on 01 October 2020.

13. Otero J., Álvarez-Salgado X. A., Bode A., *Phytoplankton diversity effect on ecosystem functioning in a coastal upwelling system*, *Frontiers in Marine Science*, 2020, 7:592255.
14. APHA, *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, 2005.
15. TCVN 6222:2008 (ISO 9174:1998), *Chất lượng nước - Xác định crom - Phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử*, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2008.
16. SMEWW 3125: 2017, *Xác định asen bằng phương pháp phổ cảm ứng khối phổ plasma (ICP/MS)*.
17. TCVN 6193:1996 (ISO 8288: 1986 (E)), *Chất lượng nước - xác định coban, niken, đồng kẽm, cadimi và chì - phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử ngọn lửa*, Bộ Khoa học và Công nghệ, 1996.
18. TCVN 7877:2008 (ISO 5666: 1999), *Chất lượng nước - Xác định thủy ngân*, Bộ Khoa học và Công nghệ, 2008.
19. Rohlf F. J., *NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*, Applied Biostatistics, Inc., New York, 2002.
20. QCVN 10-MT: 2015/BTNMT, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển*, 2015.

SUMMARY

DIVERSITY OF MARINE MICROALGAE IN TRUONG SA ISLANDS, VIETNAM

In this study, marine microalgal communities in 12 islands belonging to the sea water region of Truong Sa Islands (Spratly Islands), Vietnam in May-June and October-November 2021 was studied. There were 305 species of marine microalgae belonging to 7 phyla were identified in 12 islands in this sea water region of Truong Sa Islands (Spratly Islands) in 2021 in which with 39 dominant species, highest species number of 147 in Central (London) Reef (D1) and the lowest species number of 15 in Ambonya Cay (D4) were detected. Up to 2021, in the sea water region of the Truong Sa Islands (Spratly Islands), 14 genera of toxic harmful algae have appeared. The average value of biodiversity index (H') and the diversity value index (Dv) in all 12 studied islands in the Truong Sa Islands (Spratly Islands) in 2021 is 3.61 ± 0.40 and 3.43 ± 0.39 , respectively, showing that the diversity of marine microalgae of this sea water region is rich and the quality of its sea water is generally good. It has been determined that two main factors NO_3^- and oil content, followed by DO, salinity, temperature and Hg content in seawater were affected the density of marine microalgal cells in the sea water of Truong Sa Islands (Spratly Islands) in 2021. In which, the marine microalgal cell density has a negative correlation with temperature, salinity, NO_3^- and Hg content of seawater and has a positive correlation with DO parameter was discovered.

Keywords: *Diversity, phytoplankton, seawater quality, sea water region of the Truong Sa Islands (Spratly Islands), Vietnam, đa dạng, thực vật phù du, chất lượng nước biển, vùng biển quần đảo Trường Sa, Việt Nam.*

Nhận bài ngày 10 tháng 8 năm 2022

Phản biện xong ngày 06 tháng 10 năm 2022

Hoàn thiện ngày 08 tháng 10 năm 2022

⁽¹⁾ *Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm KH và CN Việt Nam*

⁽²⁾ *Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*

⁽³⁾ *Trung tâm Phân tích và Kiểm soát Môi trường Biển, Hải Phòng, Việt Nam*

⁽⁴⁾ *Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm KH và CN Việt Nam*

Liên hệ: GS. TS. Đặng Diễm Hồng

Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

18 Hoàng Quốc Việt, Nghĩa Đô, Cầu Giấy, Hà Nội

Điện thoại: 091 534 3660; Email: ddhong@ibt.ac.vn