

BIẾN ĐỘNG THÀNH PHẦN LOÀI VÀ MẬT ĐỘ THỰC VẬT PHÙ DU CÓ KHẢ NĂNG GÂY HẠI Ở VỊNH NHA TRANG

Phan Tấn Lượm^{1,*}, Trần Thị Kim Ngọc², Huỳnh Thị Ngọc Duyên¹,
Trần Thị Minh Huệ¹, Trần Thị Lê Vân¹, Nguyễn Ngọc Lâm¹
¹Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KHCNVN
²Trường Trung cấp Kinh tế Khánh Hoà
*luomphan@planktonviet.com

Tóm tắt. Biến động thành phần loài và mật độ thực vật phù du có khả năng gây hại được phân tích cùng với các yếu tố môi trường dựa trên bộ mẫu được thu từ tháng 11/2016 đến 10/2017 tại 3 trạm ở phía Nam đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang. Kết quả đã ghi nhận được 286 taxa thuộc 09 lớp thực vật phù du ở khu vực nghiên cứu. Trong đó, 28 taxa có khả năng gây hại, bao gồm 15 loài sinh độc tố, 05 loài vừa sinh độc tố vừa nở hoa gây hại như *Dinophysis caudata*, *Gonyaulax spinifera*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Trichodesmium erythraeum*, *T. thiebautii*, và các taxa khác có thể nở hoa gây hại. Mật độ *Pseudo-nitzschia* spp. cao nhất với 118.833 tế bào.L⁻¹ được ghi nhận vào cuối mùa khô (tháng 7 năm 2017) và *Trichodesmium thiebautii* với 3.603 tế bào.L⁻¹ vào mùa mưa (tháng 11 năm 2016). Không có sự khác biệt về mật độ tế bào giữa hai mùa (kiểm tra hoán vị, $p = 0,66 > 0,05$). Ma trận tương quan cho thấy mối quan hệ thuận giữa mật độ của *Pseudo-nitzschia* spp. với mật độ của các loài có khả năng gây hại khác ($r = 0,96$) nhưng không tương quan đến các yếu tố môi trường như nhiệt độ, độ mặn và chất dinh dưỡng. Nhóm tảo này có tương quan với bức xạ quang hợp ($r = 0,28$). Sinh khối tảo gây hại có biến động tỷ lệ thuận với mật độ tế bào theo không gian và thời gian ($r = 0,27$).

Từ khoá: Thực vật phù du, *Pseudo-nitzschia*, đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang.

1. Giới thiệu

Thực vật phù du (TVPD) có vai trò quan trọng đối với các hệ sinh thái dưới nước và nhạy cảm với nhiều yếu tố gây ảnh hưởng đến môi trường (Paerl và cs., 2007). Nhiều loài thực vật phù du xuất hiện quanh năm, trong khi những loài khác chỉ xảy ra vào những mùa cụ thể (Hoppenrath và cs., 2009). Chúng là mắt xích đầu tiên trong chu trình vật chất của thủy vực, là thức ăn quan trọng của các loài: động vật phù du, động vật thân mềm, động vật đáy, ấu trùng giáp xác và cá con. Tuy nhiên, nhiều loài thuộc các ngành, nhóm khác nhau còn có khả năng sản sinh độc tố gây chết cá hàng loạt gây thiệt hại lớn về kinh tế, ảnh hưởng đến sức khỏe cộng đồng hoặc có thể gây tử vong cho người khi tiêu thụ các nguồn hải sản bị nhiễm độc tố (Shumway, 1990; Corrales & Maclean, 1995; Zingone & Enevoldsen, 2000). Một số TVPD khác khi gặp các điều kiện thuận lợi sẽ bùng phát về mật độ (có thể lên đến hàng triệu tế bào/L). Đây là hiện tượng tự nhiên được gọi là “tảo nở hoa” (algal blooms) hay “thủy triều đỏ” (red tides) sẽ tác động tiêu cực, gây thiệt hại nghiêm trọng đến nền kinh tế, nguồn lợi tự nhiên và hoạt động nuôi trồng thủy sản, du lịch, ảnh hưởng không nhỏ đến môi trường và sức khỏe con người, thậm chí có thể hủy hoại cả quần xã sinh vật trong vùng biển nơi chúng xuất hiện (Smayda, 1990; Hallegraeff, 1993).

Trong khoảng vài chục năm gần đây, trên toàn thế giới xuất hiện ngày càng nhiều các loài tảo độc cũng như sự nở hoa của các loài tảo trong các thủy vực nước biển, nước lợ và cả nước ngọt gây ảnh hưởng lớn đến hệ động thực vật, nghề nuôi trồng thủy sản và sức khỏe con người. Tác động của con người lên các quá trình tự nhiên đã góp phần làm tăng tần suất nở hoa và tần suất xuất hiện các loài tảo gây hại trên toàn cầu (Hallegraeff, 1995). Những tương tác này cũng đã mang lại sự gia tăng số lượng các loài trước đây được xem là lành tính đã trở nên độc hại do sự thay đổi môi trường hoặc di truyền, hoặc cả hai (Landsberg, 2002). Do đó việc nghiên cứu điều tra về tảo gây hại, các dạng độc tố được sản sinh, cũng như mùa vụ xuất hiện của chúng có tầm quan trọng cả về mặt khoa học lẫn trong thực tiễn như nuôi trồng thủy sản, nguồn lợi tự nhiên, an toàn thực phẩm, và cả công tác quản lý.

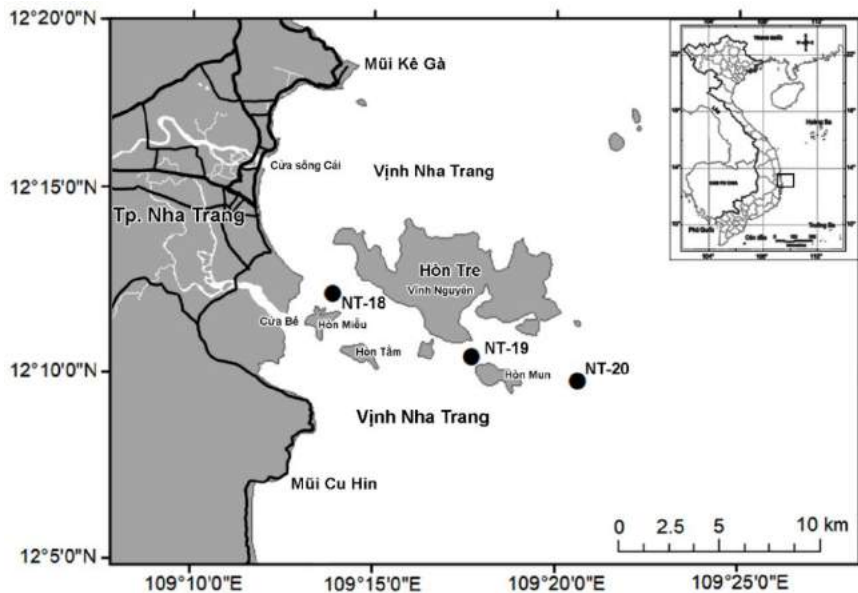
Các nghiên cứu tảo độc hại ở Việt Nam được bắt đầu từ khoảng những năm 1990. Nguyen-Ngoc & Doan-Nhu (1996) đã báo cáo về sự nở hoa của tảo hai roi (*Noctiluca scintillans*) và vi khuẩn lam (*Trichodesmium erythraeum*) và một loài tảo độc hại khác trong vịnh Vân Phong, Khánh Hòa. Những nghiên cứu về tảo độc hại tương đối đầy đủ hơn thông qua một số chương trình hợp tác từ năm 1996 như CANADA-ASIAN, Việt Nam - Nhật Bản, đặc biệt là dự án hợp tác giữa Việt Nam - Đan Mạch (HABViet) được triển khai từ năm 1998-2008. Nhiều công trình nghiên cứu về tảo độc hại đã được công bố ở vịnh Bắc Bộ (Nguyễn Thị Minh Huyền, 1996; Chu Văn Thuộc, 1997, 2002; Chu Văn Thuộc và cs., 1998), nghiên cứu về độc tố PSP trong một số loài hai mảnh vỏ vùng biển Nha Trang và Phan Thiết bởi Đỗ Tuyết Nga và cs. (2000). Larsen & Nguyen (2004) đã mô tả chi tiết 70 loài tảo độc hại ven bờ Việt Nam. Trong giai đoạn từ năm 2009-2011, các loài tảo silic có khả năng sản sinh độc tố thuộc chi *Pseudo-nitzschia* tại các thủy vực thuộc Nha Phu, Bình Cang và Nha Trang, Khánh Hòa đã được khảo sát (Đoàn Như Hải và cs., 2012).

Nghiên cứu này, khảo sát phân bố, thành phần loài và mật độ của các nhóm thực vật phù du có khả năng gây hại được khảo sát trong 12 tháng liên tục (từ tháng 11 năm 2016 đến tháng 10 năm 2017) ở phía Nam của đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang. Nghiên cứu này góp phần cung cấp những thông tin khoa học có giá trị cho hiện tại và cho các nghiên cứu trong tương lai về thực vật phù du có khả năng gây hại, để có thể dự đoán và ngăn ngừa tác hại có thể xảy ra ở vịnh Nha Trang và vùng biển lân cận.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Cả 3 trạm tạo thành mặt cắt có độ sâu tăng dần từ trong ra phía ngoài vịnh. Trạm NT-18 có độ sâu trung bình khoảng 18,5 m nằm ở lạch giữa Hòn Miễu và Hòn Tre, đây là nơi chịu tác động chủ yếu của khối nước đổ ra từ các sông nhỏ chảy vào Cửa Bé và bên trong vịnh (ven thành phố); trạm NT-20 nằm phía ngoài vịnh, nơi có sự trao đổi mạnh với khối nước biển khơi (sâu khoảng 50 m); và trạm NT-19 (khoảng 20 m độ sâu) là trạm giữa mặt cắt (Hình 1).



Hình 1. Bản đồ vị trí các trạm khảo sát (●) ở phía Nam đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang

2.2. Phương pháp thu và phân tích mẫu

Các thông số ngoài thực địa như: nhiệt độ, độ mặn, fluorescence, đã được đo bằng CTD Sea-Bird SBE19 plus (USA), sau đó số liệu được chuẩn hoá bằng các ứng dụng kèm theo của nhà sản xuất.

Mẫu định tính TVPD được thu bằng lưới chóp có đường kính miệng lưới 30 cm và mắt lưới 25 μm , các mẫu sẽ được cố định ngay bằng dung dịch formaldehyde với nồng độ trong mẫu khoảng 5 %. Các loài được xác định bằng phương pháp so sánh hình thái dưới kính hiển vi quang học LEICA-DMLB (Đức) ở các độ phóng đại khác nhau. Riêng đối với nhóm tảo hai roi có vỏ giáp, các vật mẫu sẽ được nhuộm với Calcofluor White M2R (Fritz & Triemer, 1985) và quan sát dưới kính hiển vi quang học kết hợp với thiết bị huỳnh quang. Các loài TVPD có khả năng độc hại được định danh theo các tài liệu của Balech (1995), Graham & Bronikovsky (1944), Throndsen (1993), Skulberg và cs., (1993), Taylor và cs., (1995), Taylor (1976), Tomas (1996), Larsen & Nguyen-Ngoc (2004), Lussus và cs. (2016).

Các mẫu định lượng TVPD được thu bằng chai Niskin có thể tích 5 L ở tầng mặt (0,5-1 m) ở mỗi 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, giữ mẫu trong tối/mát cho tới khi phân tích. Số lượng tế bào TVPD được xử lý và phân tích theo phương pháp của UNESCO bằng buồng đếm Sedgewick-Rafter có thể tích 1.000 μL (Reguera và cs., 2016).

Các mẫu nước dùng để phân tích các muối dinh dưỡng (nitrat, phosphat, và silicat) cũng được thu từ chai Niskin, bảo quản lạnh và tới đến khi được lọc bằng màng lọc Whatman GF/F 0,7 μm tại Phòng Sinh vật phù du biển, Viện Hải dương học và bảo quản đông

lạnh cho đến khi được gửi đi và phân tích tại Viện Nghiên cứu biển Baltic, thành phố Rostock, Đức.

Các số liệu được tổng hợp và phân tích bằng phần mềm Excel Microsoft 365. Sử dụng phần mềm R v3.4.2 trong các phân tích thống kê với các gói phân tích “ggplot2” (Wickham, 2009), “coin” (Wickham và cs., 2018), và “pgirmess” (Giraudoux, 2017).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Biến động của các yếu tố môi trường

Các yếu tố môi trường có ảnh hưởng rất lớn đến cấu trúc và phân bố của quần xã TVPD. Biến động các yếu tố nhiệt độ, độ mặn, và fluorescence theo không gian và thời gian được trình bày trong Bảng 1. Trong thời gian khảo sát, nhiệt độ tầng mặt không khác biệt nhau đáng kể giữa các trạm và biến động tương tự nhau theo thời gian, nhiệt độ thấp trong các tháng cuối mùa mưa đầu mùa khô (12/2016-3/2017) và sau đó tăng cao từ giữa mùa khô đến đầu mùa mưa (5-9/2017) mà cao nhất ở tháng 5/2017 (30,04 °C) tại trạm NT-18.

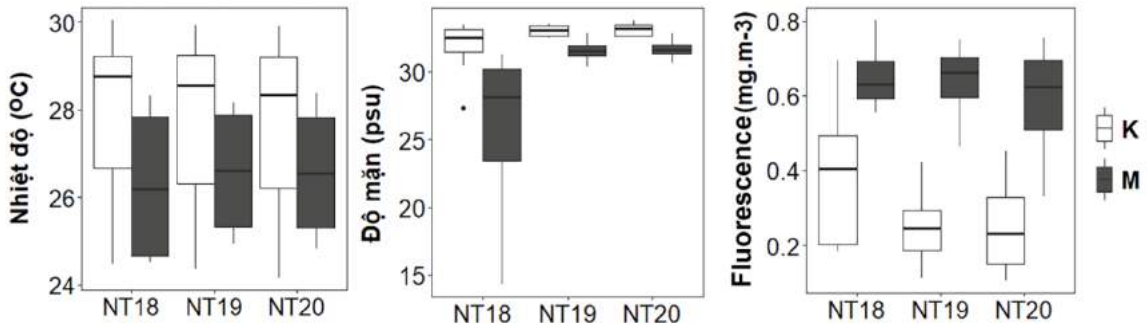
Độ mặn đóng vai trò quan trọng trong phân bố và hoạt động sống của sinh vật trong hệ sinh thái ven bờ. Theo thời gian, độ mặn trung bình giữa các trạm phía ngoài (NT-19 và NT-20) gần như bằng nhau, chỉ có trạm ở khu vực cửa sông (NT-18) giảm mạnh xuống còn 14,35 vào tháng 12/2016 (Bảng 1). Điều này phù hợp với lượng mưa trung bình cao nhất được đo tại trạm quan trắc Nha Trang vào tháng 12/2016 là 1.339,2 mm (Cục Thống kê tỉnh Khánh Hoà, 2019). Độ mặn trung bình trong mùa khô cao hơn mùa mưa (permutation test, $p < 0,001$), tăng dần từ khu vực cửa sông ra phía ngoài vịnh.

Bảng 1. Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn (Mean \pm SD), giá trị nhỏ nhất và lớn nhất (Min - Max) của các yếu tố vật lý và hoá học ở tầng mặt của 3 trạm ở phía Nam đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang

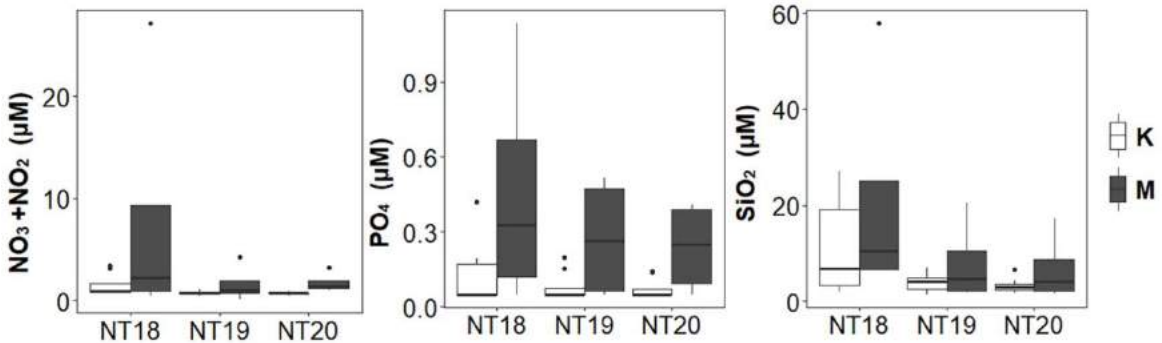
Trạm	NT-18		NT-19		NT-20	
	Mean \pm SD	Min - Max	Mean \pm SD	Min - Max	Mean \pm SD	Min - Max
Nhiệt độ (°C)	27,41 \pm 1,94	24,47-30,04	27,40 \pm 1,81	24,35-29,93	27,32 \pm 1,86	24,16-29,92
Độ mặn	29,69 \pm 5,11	14,35-33,42	32,54 \pm 0,91	30,41-33,54	32,63 \pm 0,88	30,66-33,75
HQTV (mg.m ⁻³)	0,48 \pm 0,20	0,18-0,80	0,38 \pm 0,21	0,11-0,75	0,36 \pm 0,21	0,11-0,75
PO ₄ (µM)	0,24 \pm 0,31	0,05-1,13	0,14 \pm 0,16	0,05-0,52	0,13 \pm 0,13	0,05-0,41
SiO ₂ (µM)	14,65 \pm 15,32	1,94-57,82	4,97 \pm 5,11	0,50-20,56	4,48 \pm 4,14	1,68-17,25
NO ₃ +NO ₂ (µM)	3,69 \pm 7,14	0,46-27,10	1,07 \pm 1,01	0,15-4,30	1,06 \pm 0,71	0,50-3,20

Huỳnh quang thực vật (HQTV, fluorescence) thường tăng cao trong các tháng cuối mùa mưa đầu mùa khô, giá trị thấp nhất (0,11 mg/m³, NT-19) ở đầu mùa mưa (9/2017) và cao nhất (0,80 mg/m³, NT-18) ở đầu mùa khô (01/2017). Trạm NT-18 thường cao hơn hai trạm phía ngoài (Bảng 1), sự khác biệt này có thể do hàm lượng dinh dưỡng ở trạm này luôn cao hơn các trạm còn lại, góp phần tăng cao sinh vật lượng TVPD. Phân tích thống

kê cho thấy sự khác biệt hàm lượng HQTV theo không gian và thời gian là có ý nghĩa (Kruskal-Wallis, $p = 0,0014 < 0,05$).



Hình 2. Biến động theo mùa một số yếu tố môi trường ở phía Nam đảo Hòn Tre



Hình 3. Biến động theo mùa hàm lượng các muối dinh dưỡng ở phía Nam đảo Hòn Tre

Biến động của hàm lượng các muối dinh dưỡng vô cơ (PO₄-P, NO₃ + NO₂-N, và SiO₂-Si) theo không gian và thời gian được trình bày trong Bảng 1. Muối dinh dưỡng tăng cao vào mùa mưa do được cung cấp từ đất liền từ sông và lượng nước mưa chảy trên mặt đất, nhưng giảm vào cuối mùa khô. Đồng thời các muối dinh dưỡng cũng giảm dần từ khu vực cửa sông ra phía ngoài vịnh, các giá trị muối dinh dưỡng đều cao nhất ở tháng 12/2016 (cuối mùa mưa) tại trạm NT-18 và thấp nhất ở trạm NT-19 (Hình 3). Điều này phù hợp với thời điểm vào tháng 12/2016 lượng mưa trung bình rất cao với 1.339,2 mm được đo tại trạm quan trắc Nha Trang (Cục Thống kê tỉnh Khánh Hoà, 2019).

3.2. Biến động thành phần loài vi tảo có khả năng gây hại

Tổng cộng 28 taxa vi tảo gây hại (VTGH) đã được ghi nhận trong thời khảo sát 12 tháng tại 3 trạm ở mặt cắt phía Nam đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang. Trong đó, có 15 taxa có khả năng sản sinh độc tố, 5 taxa vừa có khả năng sản sinh độc tố vừa gây nở hoa gây hại như: *Dinophysis caudata* (DSP), *Gonyaulax spinifera* (Yessotoxins), *Pseudo-nitzschia* spp. (ASP), *Trichodesmium erythraeum* (PSP) và *T. thiebautii* (Anatoxin-A). Các taxa còn lại tuy không sản sinh độc tố nhưng có thể nở hoa và gây hại thông qua các cơ chế như làm

cạn kiệt lượng oxy hoà tan hoặc tắc nghẽn mang cá gây hại cho thủy hải sản và hệ sinh thái trong thủy vực (Bảng 2).

Bảng 2. Danh sách các loài tảo có khả năng độc hại ở phía nam đảo Hòn Tre

STT	Tên taxa	Trạm/ tháng			Tác hại/ gây hội chứng	Mật độ cao nhất (tế bào/L)
		NT-18	NT-19	NT-20		
Lớp tảo silic (Bacillariophyceae)						
1	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	1-12	1-12	1-12	ASP, nở hoa gây hại	118,833
Lớp vi khuẩn lam (Cyanophyceae)						
2	<i>Oscillatoria</i> sp.	2, 9	6, 9	2	PSP	+
3	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	1, 4-7, 9- 10	1, 2, 4-7, 9- 10, 12	1, 2, 4-7, 9-10, 12	PSP	+
4	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	1, 5, 7-10	4-7, 9-11	3-5, 7, 9-11	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	3,604
Lớp tảo xương cát (Dictyochophyceae)						
5	<i>Dictyocha fibula</i>	1-8, 11, 12	1-7, 11, 12	1-6, 8, 12	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	400
6	<i>Octactis speculum</i>	1-5, 12	1, 2, 4, 9, 12	1-6, 11, 12	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	300
Lớp tảo hai roi (Dinophyceae)						
7	<i>Akashiwo sanguinea</i>	1, 6	5-7, 9, 10	6, 11	Nở hoa, làm cạn kiệt oxy	50
8	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	5	1, 3, 11, 12	2, 4	Goniomin A, gây chết cá	+
9	<i>Alexandrium tamarensis</i>	1, 2, 12	12	2	PSP	+
10	<i>Alexandrium tamiyavanichii</i>	2	3, 7	1, 3, 7	PSP	+
11	<i>Dinophysis acuminata</i>	2, 4, 5, 12	1, 11	2-5, 12	DSP	+
12	<i>Dinophysis caudata</i>	1-4, 8-12	1-5, 7, 9-12	1-12	DSP, nở hoa gây hại	30
13	<i>Dinophysis fortii</i>		11		DSP	+
14	<i>Dinophysis miles</i>	1-3, 6, 8- 12	1-3, 8-12	1-3, 6-12	DSP	30
15	<i>Gonyaulax polygramma</i>	2-7, 9-11	2, 3, 5-9, 11, 12	1-7, 9, 11, 12	Nở hoa, làm cạn kiệt oxy	50
16	<i>Gonyaulax</i> sp.	1-3, 10	1, 4-6, 10	2, 3, 6, 8, 9	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	50
17	<i>Gonyaulax spinifera</i>	2, 5-7	4, 6, 7, 11		Yessotoxins, gây nở hoa	+
18	<i>Lingulodinium polyedra</i>	2, 4, 6, 8	2, 12	2, 4, 11	PSP	+
19	<i>Noctiluca scintillans</i>		8, 10	8	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	+
20	<i>Peridinium</i>	2, 6	6	3	Nở hoa, làm cạn kiệt	+

STT	Tên taxa	Trạm/ tháng			Tác hại/ gây hội chứng	Mật độ cao nhất (tế bào/L)
		NT-18	NT-19	NT-20		
	<i>quinquecorne</i>				oxy	
21	<i>Phalacroma mitra</i>	3, 6-8	5-7	2, 3, 8, 12	DSP	15
22	<i>Prorocentrum mexicanum</i>		7	11	DSP	+
23	<i>Prorocentrum micans</i>	1-5, 9-12	1-3, 7, 8, 11, 12	1-4, 6, 10-12	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	165
24	<i>Prorocentrum triestinum</i>			12	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	+
25	<i>Sourniaea diacantha</i>	6	6	7	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	+
26	<i>Tripos furca</i>	1-12	1-12	1-12	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	180
27	<i>Tripos fusus</i>	1-12	1-7, 9-12	1-5, 7, 8, 10-12	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	30
28	<i>Tripos trichoceros</i>	1-12	1-12	1, 2, 4-12	Nở hoa, gây tắc nghẽn mang cá	40
	Tổng cộng: 28	24	27	26		

Ghi chú: (+) ghi nhận trong mẫu định tính.

Phần lớn các loài VTGH thuộc lớp tảo hai roi (Dinophyceae) chiếm số lượng lớn nhất với 22 taxa, còn lại là vi khuẩn lam (Cyanophyceae, 03), tảo xương cát (Dictyochophyceae, 02) và tảo silic (Bacillariophyceae, 01).

Theo không gian, số lượng loài VTGH phân bố tương đối đồng đều giữa các trạm. Trạm gần cửa sông (NT-18) thấp nhất với 24 taxa và cao nhất (27 taxa) ở trạm NT-19 (Bảng 2). Theo thời gian, số lượng loài ghi nhận cao vào tháng 2 và tháng 6 năm 2017 (tương ứng 21 và 20 loài) trong mùa khô, trong khi các tháng đầu và trong mùa mưa từ 8-10/2017 có số lượng loài rất thấp, thấp nhất vào tháng 10/2017 (12 loài) (Hình 4, Bảng 2).

Khi xem xét sự phân bố số lượng loài VTGH giữa các trạm, số lượng loài thấp nhất ở trạm NT-19 vào tháng 8/2017 với 07 taxa, cao nhất ở trạm NT-20 vào tháng 02/2017 (23 taxa) (Hình 4). Nhưng khi phân tích thống kê thì sự khác biệt này không có ý nghĩa (Kruskal-Wallis, $p = 0,77 > 0,05$).

Ngoài ra, biến động số lượng VTGH giữa mùa mưa và mùa khô cũng không thấy có sự khác biệt (permutation test, $p = 0,73 > 0,05$). Vào mùa khô, số lượng loài ở trạm NT-18 và NT-19 ít biến động so với NT-20, nhưng vào mùa mưa số lượng ở trạm NT-18 rất thấp và thấp hơn mùa khô, trong khi hai trạm phía ngoài thì ngược lại. Điều này cho thấy sự phân bố thành phần loài VTGH bị chi phối bởi các điều kiện thủy lý thủy hoá ở từng trạm và thời điểm thu mẫu (nhiệt độ, độ mặn, độ đục, dinh dưỡng) và đặc điểm sinh thái của mỗi loài. Khi xem xét mối tương quan thì thấy rằng số lượng loài VTGH có tương quan nghịch

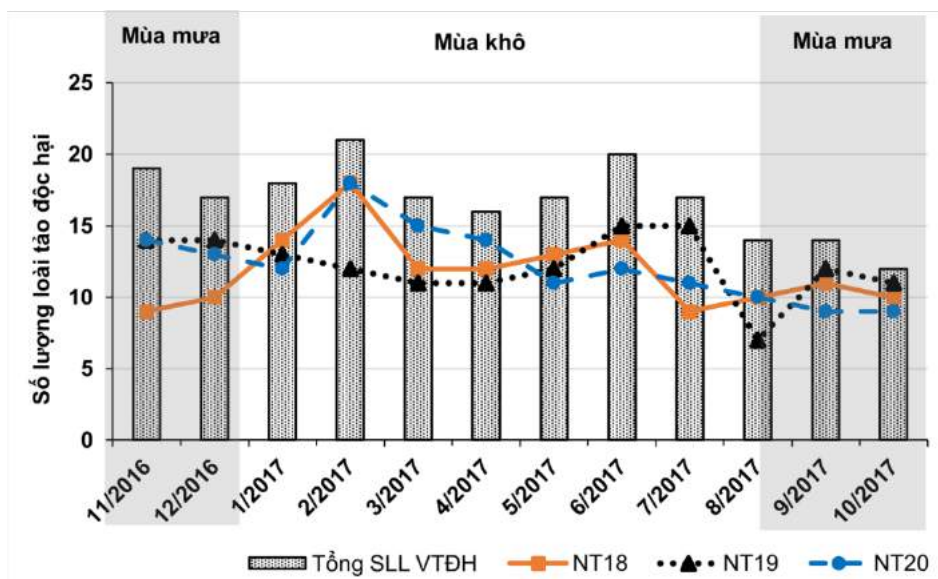
với nhiệt độ ($r = -0,4$) và tương quan thuận với hàm lượng HQTV và PO_4 (tương ứng $r = 0,3$ và $0,25$) (Hình 6).

Trong suốt thời gian khảo sát, một số loài xuất hiện gần như quanh năm ở cả 3 trạm, đáng quan tâm nhất tảo silic lông chim *Pseudo-nitzschia* spp.. Đây là chi tảo silic gồm các loài có khả năng sản sinh độc tố ASP gây ngộ độc mắt trí nhớ tạm thời thông qua tiêu thụ trong động vật thân mềm hai mảnh vỏ có tích lũy độc tố. Những loài này thường có mật độ cao trong các vùng biển ven bờ.

Các loài tảo hai roi có vỏ giáp như *Gonyaulax polygramma*, *Prorocentrum micans*, *Tripos furca*, *P. fusus*, *P. trichoceros* thường hay nở hoa có thể gây tắc nghẽn mang động vật biển cũng thấy xuất hiện gần như quanh năm ở khu vực nghiên cứu (Bảng 2).

Ngoài ra, các loài thuộc chi *Alexanrium* (3 loài) thường sản sinh độc tố PSP gây liệt cơ, *Dinophysis* (4 loài) sản sinh độc tố DSP gây tiêu chảy và một số loài sản sinh độc tố khác đã được ghi nhận nhưng mật độ rất thấp chỉ vài chục tế bào trong 1 L, đôi khi chỉ ghi nhận trong mẫu định tính (Bảng 2).

Một số loài hiếm khi xuất hiện trong nghiên cứu này như: *Oscillatoria* sp., *Dinophysis fortii*, *Noctiluca scintillans*, *Peridinium quinquecorne*, *Prorocentrum rathymum*, *P. triestinum* và *Sourniaea diacantha* (Bảng 2), nhưng có thể phổ biến ở một số vùng khác ví dụ như loài *Noctiluca scintillans* thường xuất hiện với mật độ cao ở ven bờ Bình Thuận, vịnh Phan Thiết, Vũng Tàu, hay Rạch Giá đến Hà Tiên (số liệu chưa công bố của Phòng Sinh vật phù du biển). Các loài *Noctiluca scintillans*, *Peridinium quinquecorne* và *Gonyaulax* spp. cũng đã từng nở hoa gây hại ở vịnh Vân Phong (Larsen & Nguyen, 2004).



Hình 4. Biến động số lượng loài vi tảo độc hại theo không gian và thời gian ở phía Nam đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang

Nhìn chung, số lượng loài VTGH trong nghiên cứu này nhiều hơn đáng kể so với 5 loài đã được ghi nhận tại đầm Cù Mông và vịnh Xuân Đài vào tháng 10/1999 và tháng 5/2000 (Nguyễn Thị Mai Anh & Hồ Văn Thệ, 2001) và một số khu vực khác cũng chỉ ghi nhận từ 5-13 taxa, có thể kể đến như: Phan Thiết, Rạch Giá, Hà Tiên (Đào Việt Hà và cs., 2020); Quy Nhơn, đầm Ô Loan, Ninh Chữ, Tuy Phong, Cần Giờ, Rành Rái (Larsen & Nguyen, 2004); Bến Tre, Kiên Giang và Cà Mau (Đỗ Thị Bích Lộc và cs., 2006); và một số khu vực đã ghi nhận số lượng loài VTGH cũng tương đối cao như Hạ Long - Đồ Sơn, Cam Ranh, vịnh Nha Trang, đầm Nha Phu và vịnh Cam Ranh (Larsen & Nguyen, 2004), (Nguyễn Ngọc Lâm và cs., 2006). Ngoài ra, tại 5 trạm ở đầm Nha Phu (Khánh Hòa) cũng được khảo sát liên tục trong 12 tháng (5/2004-4/2005) và đã ghi nhận 26 taxa VTGH, cũng phổ biến với 2 loài *Pseudo-nitzschia* sp. và *Tripos furca* ở tất cả các trạm (Nguyễn Ngọc Lâm và cs., 2006).

Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu này có số lượng loài VTGH lại ít hơn so với 32 loài được ghi nhận ở một số khu vực của tỉnh Thừa Thiên-Huế, 33 loài ở vịnh Vân Phong và tổng cộng 53 loài trong một số thủy vực ven bờ từ Bắc vào Nam Việt Nam được thu mẫu hàng tháng từ tháng 12/1998-12/1999 (Larsen & Nguyen, 2004). Như vậy, có thể cho rằng tần suất thu mẫu, số lượng trạm, số lượng mẫu vật được phân tích và đặc điểm các yếu tố môi trường ở từng vùng sẽ quyết định đến số lượng thành phần loài VTGH khi so sánh với các vùng ven bờ khác.

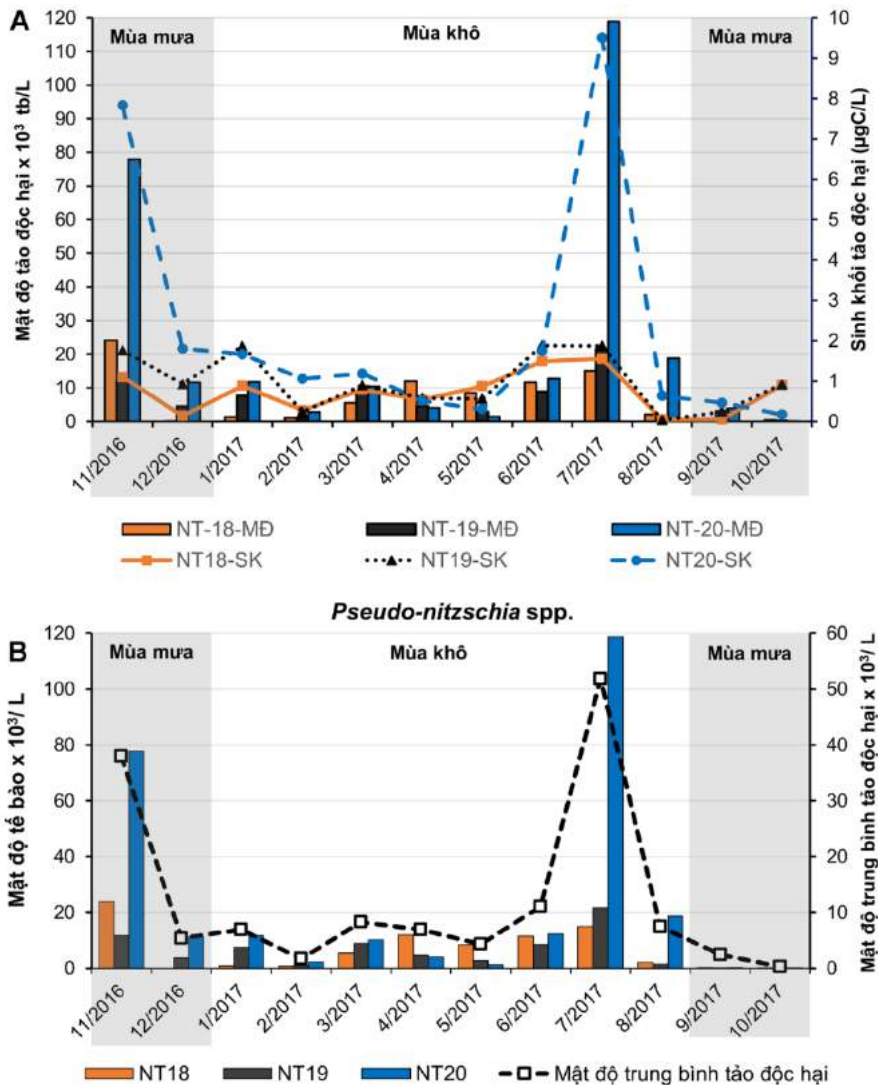
3.3. Biến động mật độ và sinh khối TVPD có khả năng độc hại

Trong 12 tháng khảo sát, trung bình mật độ tế bào VTGH tại các trạm tương đối thấp. Chỉ có hai thời điểm mật độ tế bào tăng mạnh đều ở trạm phía ngoài vịnh (NT-20) vào mùa mưa (11/2016) và cuối mùa khô (7/2017) do ưu thế của loài tảo silic *Pseudo-nitzschia* spp. với mật độ tương ứng là 77.778 tb/L và 118.833 tb/L (Bảng 2, Hình 5). Chính sự ưu thế gần như tuyệt đối của *Pseudo-nitzschia* spp. nên đã chi phối sự biến động của tổng mật độ VTGH trong thời gian khảo sát (Hình 5B). Và khi phân tích mối tương quan cũng thấy rằng mật độ tế bào của *Pseudo-nitzschia* spp. có tương quan thuận với tổng mật độ VTGH ($r = 0,96$) và bức xạ quang hợp ($r = 0,28$) (Hình 6), nhưng không tương quan với các yếu tố môi trường như: nhiệt độ, độ mặn, các muối dinh dưỡng. Như vậy, mật độ và sinh khối của VTGH có sự phân bố theo không gian rất rõ, giá trị luôn rất cao ở trạm phía ngoài vịnh (NT-20), nơi trao đổi nước mạnh với vùng biên khơi.

Khi so sánh mật độ tế bào và sinh khối của VTGH thì thấy rằng hai thành phần này biến động tỷ lệ thuận với nhau theo không gian và thời gian, nhưng không bị chi phối nhiều bởi số lượng loài VTGH. Ngoài ra, giữa số lượng loài và mật độ VTGH có mối tương quan thuận thấp ($r = 0,27$) (Hình 6).

Tảo hai roi có vỏ giáp *Tripos furca* thường gây nở hoa ở nhiều nơi và gây tắc nghẽn mang cá cũng được ghi nhận xuất hiện quanh năm trong khu vực nghiên cứu, nhưng mật độ không cao (cao nhất chỉ với 180,18 tb/L) (Bảng 2). Mật độ của *Tripos furca* tăng cao trong mùa mưa (tháng 11-12/2016) và mùa khô (6/2017), cao nhất ở trạm NT-19 và ở vài thời điểm biến động tỷ lệ thuận với mật độ trung bình của VTGH nhưng tương quan với nhau

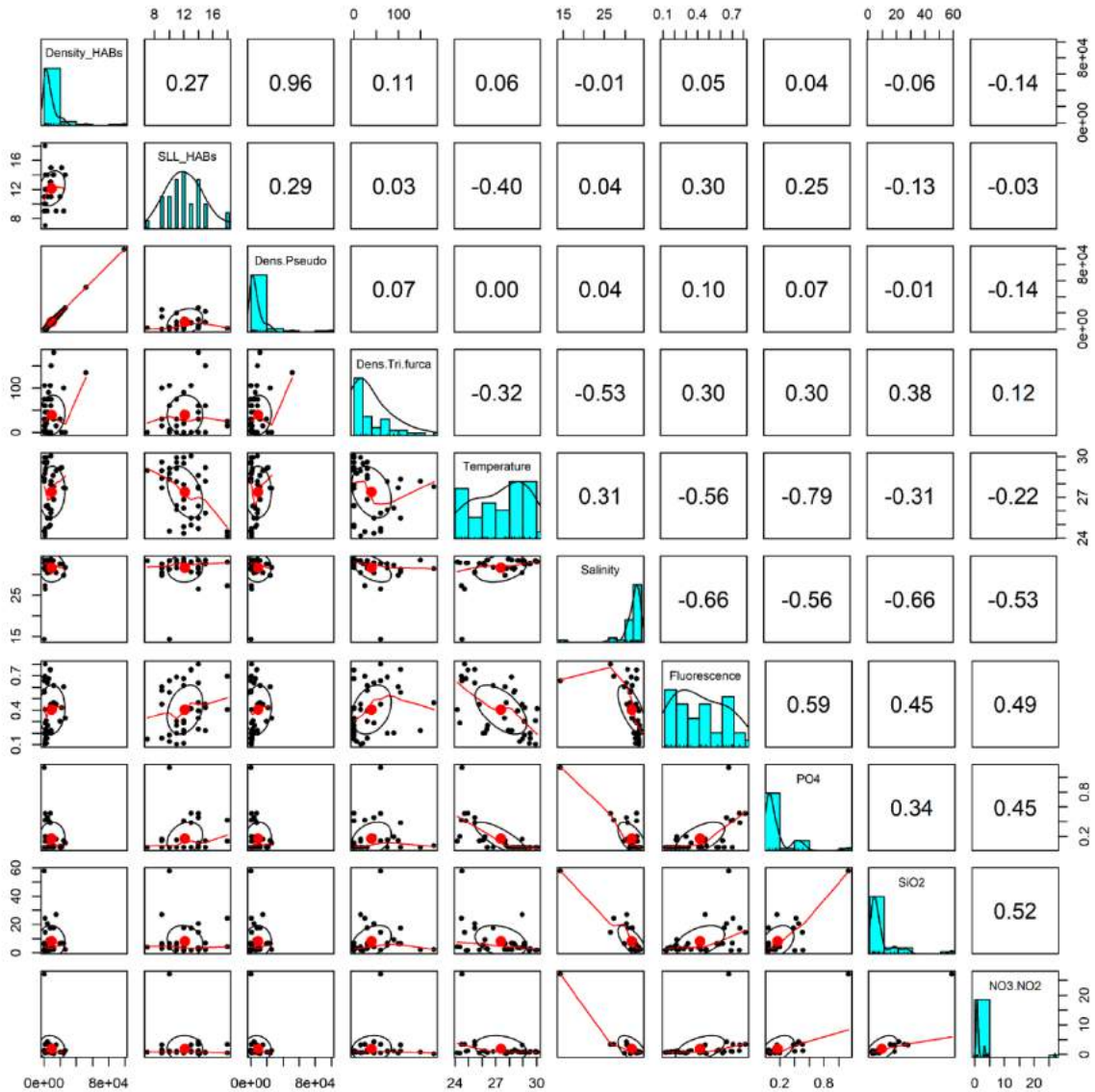
thấp ($r = 0,11$) (Hình 6). Khi xem xét mối tương quan với các yếu tố khác thì thấy rằng mật độ *Tripes furca* tương quan nghịch nhiệt độ và độ mặn (tương ứng $r = -0,32$ và $r = -0,53$) nhưng tương quan thuận với các muối dinh dưỡng như PO_4 ($r = 0,3$), SiO_2 ($r = 0,38$), và rất thấp với NO_2-NO_3 ($r = 0,12$) (Hình 6). Như vậy, mật độ loài *Tripes furca* chịu sự chi phối bởi yếu tố nhiệt - muối và muối dinh dưỡng.



Hình 5. Biến động theo không gian và thời gian giữa mật độ tế bào và sinh khối của VTGH. (A); và giữa mật độ trung bình tảo độc hại với mật độ *Pseudo-nitzschia* spp. (B) ở phía Nam đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang

Điều này cũng phù hợp với hiện tượng nở hoa của loài *Tripes furca* ở vịnh Vân Phong từ tháng 11-12/2016, thời điểm có lượng mưa cao nhất ghi nhận năm 2016 (Doan và cs., 2017). Mật độ tối đa ghi được vào ngày 26/11 là $1,3 \times 10^6$ tb/L, từ 28/11 đến 01/12 mật độ

đạt $3,9 \times 10^6$ tb/L. Cùng thời gian này, mật độ tế bào của *T. furca* phía ngoài vịnh Vân Phong, gần bãi biển Đại Lãnh (vịnh Vân Phong), chỉ có 280 tb/L (Doan và cs., 2017). *Triplos furca* tuy không phải là loài sản sinh độc tố nhưng khi nở hoa nó sẽ gây thiệt hại thông qua việc làm cạn kiệt oxy trong nước (Doan và cs., 2017).



Hình 6. Ma trận tương quan giữa các yếu tố môi trường, số lượng và mật độ của các loài VTGH ở phía Nam đảo Hòn Tre, vịnh Nha Trang

Kết luận

Các yếu tố nhiệt độ và HQTV đều cao ở khu vực cửa sông (NT-18) và giảm dần ra phía ngoài vịnh. Các yếu tố này đã có tác động đến phân bố mật độ và sinh khối của VTGH.

Hàm lượng các muối dinh dưỡng vô cơ ($\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3 + \text{NO}_2\text{-N}$ và $\text{SiO}_2\text{-Si}$) giảm dần từ khu vực cửa sông ra phía ngoài vịnh, các muối dinh dưỡng đều cao nhất ở tháng 12/2016 (cuối mùa mưa) tại trạm NT-18 và thấp nhất ở trạm NT-19. Nhưng chưa thấy có tương quan đến sự phân bố của VTGH.

Số lượng loài VTGH ghi nhận là 28 taxa, phân bố tương đối đồng đều giữa các trạm, có xu hướng tăng dần từ trong ra ngoài vịnh. Số lượng VTGH giữa hai mùa không có sự khác biệt (permutation test, $p = 0,73 > 0,05$), đáng chú ý ở trạm NT-18 luôn thấp hơn so với các trạm phía ngoài ở cả hai mùa. Mật độ của tảo silic (*Pseudo-nitzschia* spp.) chi phối chính và có tương quan thuận rất chặt chẽ với tổng mật độ VTGH ($r = 0,96$) nhưng không tương quan với các yếu tố nhiệt độ, độ mặn, các muối dinh dưỡng.

Lời cảm ơn: Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ (NAFOSTED) đã tài trợ cho nghiên cứu này qua đề tài 106.06-2017.305. Công trình này thực hiện để chào mừng kỷ niệm 100 năm thành lập Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- Balech E., 1995. The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata), Sherkin Island Marine Station, Sherkin Island, Co. Cork, Ireland.
- Chu Văn Thuộc, 1997. Thực vật phù du vùng biển quanh đảo Bạch Long Vĩ. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển, tập 4. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 223-237.
- Chu Văn Thuộc, 2002. Nghiên cứu thành phần loài, phân bố và thăm dò khả năng gây hại của một số loài tảo độc hại (Harmful Algae) thuộc ngành tảo giáp (Dinophyta) ở vùng ven biển miền Bắc Việt Nam, Luận án Tiến sĩ Sinh học, Viện Nghiên cứu Hải sản Hải Phòng.
- Chu Văn Thuộc, Nguyễn Thị Minh Huyền, Yoshida M., Fukuyo Y., Kotaki Y., Sato S., Ogata T. and Koike K., 1998. Bước đầu nghiên cứu về tảo biển độc hại ở vùng cửa sông, ven biển miền Bắc Việt Nam. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển, tập 5. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 155-166.
- Corrales R.A., Maclean J.L., 1995. Impacts of harmful algae on sea-farming in the Asia-Pacific areas. Phycol., 7, 151-162.
- Cục Thống kê tỉnh Khánh Hoà, 2019. Niên giám thống kê Khánh Hoà 2018. Nhà xuất bản Tổng hợp TP. Hồ Chí Minh, 470 trang.
- Đào Việt Hà, Vũ Tuấn Anh, Lê Hùng Phú, Phan Tấn Lượm, Trương Sĩ Hải Trình, Đào Tấn Học, Phan Hồng Ngọc, Phan Kim Hồng, Nguyễn An Khang, Lê Trọng Dũng, Hoàng Trung Du, Võ Hải Thi, Trần Thị Lê Vân, Trần Thị Minh Huệ, Nguyễn Hồng Thu, Nguyễn Minh Hiếu, Huỳnh Thị Ngọc Duyên, Nguyễn Tâm Vinh, Hứa Thái Tuyên, Nguyễn Thị Thùy Dung, 2020. Kết quả quan trắc môi trường biển ven bờ miền Nam Việt Nam năm 2019. Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
- Đỗ Thị Bích Lộc, Phạm Thanh Lưu, Hồ Thị Thu Hoài, Ngô Xuân Quảng, Phan Doãn Đăng, Dương Văn Trực, 2006. Điều tra nghiên cứu tảo độc hại vùng nuôi trồng

- thủy sản ven biển Bình Đại - Bến Tre. Trong: Báo cáo Khoa học và phát triển Công nghệ, đề tài: Điều tra, nghiên cứu tảo độc, tảo gây hại ở một số vùng nuôi trồng thủy sản tập trung ven biển. Đề xuất giải pháp phòng ngừa, giảm thiểu những tác hại do chúng gây ra. Mã số: KC.09.19 - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Viện Tài nguyên Môi trường biển, Viện Sinh học Nhiệt đới.
- Đỗ Tuyết Nga, Lâm Ngọc Trâm, Cao Phương Dung, Lưu Thị Hà, Đào Việt Hà, Phạm Xuân Kỳ, 2000. Nghiên cứu bước đầu về độc tố PSP trong một số loài hai mảnh vỏ vùng biển Nha Trang và Phan Thiết. Tạp chí Sinh học, 22 (2), 40-45.
- Doan N.H, Lam N. Nguyen, Son M. Bui, 2017. Usual fish killing blooms of *Tripos furca* in Van Phong Bay, South Vietnam, Harmful Algae News, No.57.
- Fritz L., Triemer R.E., 1985. A rapid simple technique utilizing Calcofluor White M2R for the visualization of dinoflagellate thecal plates. Journal of Phycology. 21, 662-664.
- Giraudoux P., 2017. Data Analysis in Ecology, Package “pgrimess”, Version 1.6.7.
- Graham H.W., Bronikovsky N., 1944. The genus *Ceratium* in the Pacific and North Atlantic Oceans, Scientific results of cruise VII of the CARNEGIE during 1928-1929 under command of Captain J. P. Ault. Biology-V. Carnegie Institution of Washington Publication 565. Washington D. C., 209p.
- Hải Đoàn Như Hải, Nguyễn Trung Tín, Nguyễn Thị Mai Anh, Nguyễn Ngọc Lâm, 2012. Thành phần loài và biến động mật độ tảo silic (*Pseudonitzschia*) ven biển Khánh Hòa, Việt Nam. Kỷ yếu hội nghị Quốc tế “Biển Đông 2012”, 159-168.
- Hallegraeff G.M., 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase, Phycologia, 32, 79-99.
- Hallegraeff G.M., 1995. Harmful algal blooms: a global overview, In: Manual on Harmful Marine Microalgae (Hallegraeff G.M., Anderson D.M., and Cembella A., Eds.), Paris, UNESCO, 1-22.
- Hoppenrath M., Elbrächter M., Drebes G., 2009. Marine Phytoplankton. Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany, 264 pp.
- Huyền Nguyễn Thị Minh Huyền, 1996. Sự nở hoa của các loài tảo gây hại, một vấn đề cần được nghiên cứu trong lĩnh vực môi trường biển Việt Nam. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển, tập 3. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 323-336.
- Landsberg J.H., 2002. The Effects of Harmful Algal Blooms on Aquatic Organisms, Reviews in Fisheries Science, 10(2), 113-390.
- Larsen J., Nguyen N.L., 2004. Potentially toxic microalgae of Vietnamese waters. Opera Botanica, vol. 140. Council for Nordic. Publications in Botany, Copenhagen.
- Lassus P., Chomérat N., Hess P., Nézan E. 2016. Toxic and Harmful Microalgae of the World Ocean. Denmark. International Society for the Study of Harmful Algae/Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. IOC Manuals and Guides 68, 523 pp.

- Nguyễn Ngọc Lâm, Nguyễn Thị Mai Anh, Đoàn Như Hải, Hồ Văn Thệ, 2006. Thực vật phù du ở đầm Nha Phu, Khánh Hòa, Việt Nam. Tuyển tập Nghiên cứu Biển, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, tập XV, 117-135.
- Nguyễn Thị Mai Anh, Hồ Văn Thệ, 2001. Thực vật phù du ở đầm Cù Mông và vịnh Xuân Đài. Tuyển tập Nghiên cứu Biển. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, tập XI, 135-144.
- Nguyen Ngoc L. and Doan Nhu H., 1996. Harmful phytoplankton in Vietnam waters. In: Yasumoto T., Oshima Y., Fukuyo Y. (eds). Harmful and toxic algal blooms, 45-48.
- Paerl H.W., Valdes-Weaver L.M., Joyner A.R., Winkelmann V., 2007. Phytoplankton indicators of ecological change in the eutrophying Pamlico Sound system, North Carolina, Ecological Applications, 17, 88-101.
- Reguera B., Alonso R., Moreira A., Méndez S., and Dechraoui Bottein M.Y., 2016. Guide for designing and implementing a plan to monitor toxin-producing microalgae. 2nd Edition. Paris, France & Vienna, Austria, UNESCO & IAEA, 66 pp (IOC Manuals and Guides, 77).
- Shumway S.E., 1990. A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture. Journal of the World Aquaculture Society, 21, 65-104.
- Skulberg O.M., Carmichael W.W., Codd G.A. and Skulberg R., 1993. Taxonomy of toxic cyanophyceae (Cyanophyta). In: Falconer I.R. (Ed.), Algal Toxins in seafood and drinking water, Academic press, London, 145-164.
- Smayda T.J., 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: evidence for a global epidemic. In: Toxic Marine Phytoplankton (Ed. by Graneli E., Sundstrom B., Edler L., Anderson D.M.), 29-40. Elsevier Science Publishing Co., New York.
- 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, 234 pp.
- Taylor F.J.R., Fukuyo Y. and Larsen J., 1995. Taxonomy of harmful dinoflagellates. In: Manual on Harmful Marine Microalgae, eds Hallegraeff G.M., Anderson D.M. and Cembella A., 283-317. UNESCO, Paris.
- Thronsen J., 1993. The planktonic marine flagellates, 591-729. In: Marine phytoplankton, a guide to naked flagellates and coccolithophorids, ed. by C.R. Tomas, Academic Press.
- Tomas C.R., 1996. Identifying Marine Phytoplankton, New York: Academic Press. Harcourt Brace & Company, 584 pp.
- Wickham Hadley, Romain François, Lionel Henry, Kirill Müller, 2018. A Grammar of Data Manipulation, Package "dplyr", Version 0.7.6.
- Wickham H., 2009. GGplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer, Verlag New York.
- Zingone A., Oksfeldt Enevoldsen H., 2000. The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management. Ocean Coast. Manag, 43(8), 725-748.

VARIATIONS IN SPECIES COMPOSITION AND ABUNDANCE OF POTENTIALLY HARMFUL PHYTOPLANKTON IN NHA TRANG BAY

Phan Tan Luom^{1,*}, Tran Thi Kim Ngoc², Huynh Thi Ngoc Duyen¹,
Tran Thi Minh Hue¹, Tran Thi Le Van¹, Nguyen Ngoc Lam¹
¹Institute of Oceanography, VAST
²College of Economics Khanh Hoa, Vietnam.
*luomphan@planktonviet.com

Abstract. Abundance and composition of potentially harmful phytoplankton species concerning environmental factors were investigated on samples collected from November 2016 to October 2017 at three stations in southern Hon Tre Island, Nha Trang Bay. A total of nine algal classes consisting of 286 phytoplankton taxa were identified. Among these, 28 taxa were potentially harmful, including 15 toxin-producing species, 05 toxin-producing and bloom-forming species such as *Dinophysis caudata*, *Gonyaulax spinifera*, *Pseudo-nitzschia* spp., *Trichodesmium erythraeum*, *T. thiebautii*, and 8 other taxa may cause harmful blooms. The most abundant species were *Pseudo-nitzschia* spp. with a maximum density (118,833 cells. L⁻¹) recorded at the end of the dry season (July 2017) and *Trichodesmium thiebautii* with 3,603 cells. L⁻¹ in the rainy season (November 2016). There was no difference in cell density between the two seasons (permutation test, $p = 0.66 > 0.05$). The correlation matrix showed strong positive relationships between density of *Pseudo-nitzschia* spp. and total density of potentially harmful species ($r = 0.96$) but found uncorrelated with other factors such as temperature, salinity, and nutrients, which is only weakly positively correlated with photosynthetically active radiation ($r = 0.28$). In addition, total cell density of harmful algae varied proportionally to their biomass on both Spatial-temporal scale, but with a weak positive correlation between them ($r = 0.27$).

Keywords: Phytoplankton, *Pseudo-nitzschia*, Hon Tre island, Nha Trang bay.