

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN HẢI DƯƠNG HỌC

BÁO CÁO CHUYÊN ĐỀ

THỰC VẬT PHÙ DU Ở ĐÀM NHA PHU – KHÁNH HÒA

Thuộc đề tài KC 09-19:

“Điều tra, nghiên cứu tảo độc, tảo gây hại ở một số vùng nuôi trồng thủy sản tập trung ven biển, đề xuất một số giải pháp phòng ngừa, giảm thiểu những tác hại do chúng gây ra”

Thực hiện: **NGUYỄN NGỌC LÂM**

6132-7
02/10/2006

Nha Trang, 2006

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIỆN HẢI DƯƠNG HỌC

BÁO CÁO CHUYÊN ĐỀ

**THỰC VẬT PHÙ DU ĐÀM NHA PHU,
KHÁNH HÒA, VIỆT NAM, CHÚ Ý ĐẾN CÁC
LOÀI VI TẢO CÓ KHẢ NĂNG ĐỘC HẠI**

**TS. Nguyễn Ngọc Lâm
TS. Đoàn Như Hải,
ThS. Hồ Văn Thệ và ThS. Nguyễn Thị Mai Anh**

**Phòng Sinh vật Phù du Biển
Viện Hải Dương Học
Nha Trang**

Tel. (058) 590 476 Fax. (058) 590 591
e-mail: habviet@dng.vnn.vn

Nha Trang, 3/2006

Mục lục	Tr.
I. GIỚI THIỆU	1
II. LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU	3
1. Tình hình nghiên cứu tảo độc hại trên thế giới	3
2. Tình hình nghiên cứu trong nước	5
3. Vài kết quả về nghiên cứu tảo độc hại trong thủy vực Khánh Hòa	6
3.1. Điều kiện môi trường	6
3.2. Các sự kiện nở hoa của vi tảo	7
3.3. Phân bố Tảo độc hại trong thủy vực Khánh Hòa	8
III. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	10
1. Địa điểm thu mẫu	10
2. Phương pháp thu mẫu	11
3. Phương pháp đo đạc các yếu tố môi trường và phân tích vật mẫu TVPD	11
3.1. Đo đạc các yếu tố môi trường	11
3.2. Phân tích mẫu vật Thực vật phù du	11
4. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu	12
IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	12
1. So sánh sự biến đổi các điều kiện môi trường giữa các trạm	13
2. Biến đổi các điều kiện môi trường theo thời gian	13
3. Biến đổi các muối dinh dưỡng	19
4. Cấu trúc quần xã Thực vật phù du	22
4.1. Phân bố thành phần loài	22
4.2. Sự đa dạng loài Thực vật phù du theo thời gian và theo trạm khảo sát	23
4.3. Phân tích ưu thế k (k-dominance)	24
4.4. Sự biến đổi sinh vật lượng	26
5. Sự xuất hiện các loài tảo độc hại	28
5.1. Thành phần loài	28
5.2. Sinh thái phát triển của một số chi tảo độc hại	30
V. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	39
Lời cảm ơn	39
Tài liệu tham khảo	40
Phụ lục 1. Biến đổi hàm lượng trung bình của một số điều kiện môi trường	45
Phụ lục 2. Biến đổi hàm lượng trung bình của muối dinh dưỡng	46
Phụ lục 3. Phân bố thành phần loài Thực vật phù du	47
Phụ lục 4. Hình ảnh về tảo độc hại	52

THỰC VẬT PHÙ DU ĐÀM NHA PHU, KHÁNH HÒA, VIỆT NAM, CHÚ Ý ĐẾN CÁC LOÀI VI TẢO CÓ KHẢ NĂNG ĐỘC HẠI

Nguyễn Ngọc Lâm, Đoàn Như Hải, Hồ Văn Thệ và Nguyễn Thị Mai Anh
Viện Hải Dương Học, Nha Trang
Tel. (058) 590 476 Fax. (058) 590 591
e-mail: habviet@dng.vnn.vn

I. GIỚI THIỆU

Sự nở hoa của Thực vật Phù du (TVPD) biển hoặc ‘Thủy triều đỏ’ là một hiện tượng tự nhiên. Khoảng 300 loài TVPD hình thành sự nở hoa với mật độ lên đến hàng triệu tế bào /lít. Khoảng ¼ trong số các loài gây hiện tượng nở hoa có khả năng sản sinh độc tố đang là mối đe dọa, thậm chí có thể tàn phá khu hệ động vật và thực vật bao gồm cả sự thiệt hại về con người. Hiện nay, có 7 hội chứng ngộ độc thực phẩm biển được ghi nhận do sự tích tụ độc tố tảo trong cá hoặc các loài Động vật Thân mềm có vỏ (ĐVTMCV). Mặc dù cấu trúc hóa học của các độc tố tảo trong tự nhiên rất khác nhau, nhưng chúng không thể bị phá hủy hoặc tiêu giảm trong quá trình đun nấu và chúng cũng không ảnh hưởng đến mùi vị của thực phẩm. Rủi ro thay, sự phát hiện các sản phẩm thực phẩm biển nhiễm độc không phải là điều dễ dàng và các ngư dân cũng như người tiêu thụ không thể xác định đâu là các thực phẩm biển an toàn.

Sức khỏe con người có nguy cơ do tiêu thụ thực phẩm biển nhiễm độc đã được công bố trên thế giới, chính phủ của nhiều nước buộc phải hạn chế tiêu thụ các sản phẩm biển. Vì vậy, để bảo đảm an toàn thực phẩm biển nhiều quốc gia phải thực hiện những phân tích độc tố tảo cùng với một chương trình giám sát tảo độc hại (Andersen 1996).

Song song với những hiểm họa nghiêm trọng đến sức khỏe con người do tiêu thụ thực phẩm biển, vài độc tố tảo có thể ảnh hưởng to lớn đến nguồn lợi động vật biển bao gồm cả trong tự nhiên lẫn nuôi trồng. Nhiều loài TVPD thuộc các ngành /nhóm khác nhau có thể sản sinh độc tố gây chết cá hàng loạt đưa đến những thiệt hại lớn về kinh tế (Shumway 1990, Corrales và Maclean 1995, Zigone và Enevoldsen 2000). Hiện tại chưa có một phân tích toàn cầu các thiệt hại kinh tế về ảnh hưởng của sự nở hoa đối với công nghiệp nuôi trồng thủy sản, nhưng đối với từng sự kiện, những thiệt hại này đã được xác nhận lên đến 10 triệu đô la Mỹ ví dụ như các trường hợp của Bắc Mỹ và đặc biệt là Nhật Bản và Đông Nam Á.

‘Thủy triều đỏ’ là một khái niệm trước đây được nhiều nhà khoa học sử dụng để chỉ các sự kiện mà hiện nay được thuật ngữ hóa là ‘HAB’ chỉ định sự bùng nổ mật độ tế bào TVPD (bao gồm cả các TVPD có khả năng sản sinh độc tố) làm thay đổi màu của nước. Dĩ nhiên, cần lưu ý rằng những ảnh hưởng gây hại không luôn luôn đi kèm với các loài tảo sản sinh độc tố. Một số loài có thể gây chết cá hay gây nên các sự kiện có hại khác thông qua những hiệu ứng thứ cấp từ sự nở hoa, ví dụ như làm giảm thiếu oxy trong môi trường hay gây chết cơ học ở động vật biển ví dụ như phá hủy /làm ngẹt hệ thống mang cá bởi hình dạng các setae của loài tảo Silic - *Chaetoceros convolutus*, tảo Silic trung tâm trong khối nhày *Thalassiosira mala*, và hình dạng nhiều cạnh hay có sừng /gai đỉnh của tảo Hai roi – *Ceratium spp.*, *Prorocentrum micans*, v.v.... (Hallegraeff và cs. 2003). Mặt khác, ảnh hưởng gây hại có thể xảy ra thậm chí ở mật độ tế bào rất thấp, không thể nào coi là nở hoa theo quan niệm thông thường, ví dụ như các loài thuộc chi *Alexandrium* hoặc chi *Dinophysis*. Sự ‘nở hoa’ trong trường hợp này có thể được định nghĩa là mật độ tế bào đủ cao để gây độc hại. Do vậy, trong báo cáo này thuật ngữ tảo độc hại được sử dụng chỉ bao gồm CÁC LOÀI VI TẢO CÓ KHẢ NĂNG SẢN SINH ĐỘC TỐ của Việt Nam nói chung và Đầm Nha Phu, Khánh Hòa nói riêng. Những loài này đã được thế giới chứng minh chúng sản sinh độc tố, nhưng độc tố của chúng cũng biến đổi theo không gian và thời gian. Các loài vi tảo hay thực vật phù du đã từng gây hiện tượng Thủy triều đỏ ở Việt Nam hay trên thế giới, như các loài *Ceratium furca*, *C. trichoceros*, *Prorocentrum micans*, *Protoperidinium quinquecorne*, chúng không sản sinh độc tố, sự nở hoa của chúng làm nguyên nhân suy giảm ôxy trong nước ảnh hưởng đến đời sống động vật thủy sinh, không được bao gồm trong khái niệm “tảo độc hại”

Các độc tố tảo có thể được tích tụ trong các loài Động vật Thân mềm Có vỏ (ĐVTMCV), cá, ... do vậy, sức khỏe con người có nguy cơ bị ngộ độc trầm trọng do ăn các loại thực phẩm biển có nhiễm độc tố. Nếu không kiểm soát, những ảnh hưởng này có thể tác động mạnh mẽ đến ngành công nghiệp thực phẩm biển. Hiểu biết rõ ràng về sự xuất hiện và phân bố của các loài tảo độc hại, biến động quần thể (tốc độ sinh trưởng, nhu cầu dinh dưỡng, chu kỳ sống, ...), sinh thái – sinh lý (khi nào và tại sao tảo sản sinh độc tố?), phương pháp phát hiện và xét nghiệm độc tố tốt sẽ nâng cao khả năng dự báo các sự kiện và giảm thiểu những ảnh hưởng của chúng, trên cơ sở đó sẽ phát triển những phương thức quản lý tốt hơn. Đó là cách mà chúng ta có thể giảm thiểu những thiệt hại về kinh tế và sức khỏe con người do tảo độc hại gây ra.

II. LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU

Tảo độc hại (toxic /harmful algae) hay tảo hủy hại là một thành phần trong quần xã Thực vật phù du (phytoplankton). Do vậy, trong phần này, chúng tôi chú ý nhiều đến việc mô tả lại tình hình nghiên cứu TVPD trong nước. Tảo độc hại thực sự được chú ý và quan tâm của các nhà khoa học trong nước kể từ những năm cuối 1990.

1. Tình hình nghiên cứu tảo độc hại trên thế giới.

Sự xuất hiện của Tảo độc hại ở cả hai khía cạnh, tần số-cường độ xuất hiện và phân bố địa lý của sự nở hoa, đã đang gia tăng trong suốt vài thập kỷ qua (Smayda 1990, Hallegraeff 1993). Hầu hết các loài gây nở hoa làm cho môi trường xấu đi, hàm lượng oxy hòa tan tiêu giảm nhanh chóng gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến đời sống thủy sinh vật.

Mãi tới năm 1987 người ta cũng chỉ mới biết tảo Silic có hại là một số loài tảo Silic Trung Tâm (Hasle & Fryxell 1995). Một số loài *Coscinodiscus* như *C. concinnus* Wm. Smith và *C. centralis* Ehrenberg có thể tạo ra một vầng dầu dính trên bề mặt biển có khả năng gây hại tới chim.

Tuy vậy một số ít loài như Vi khuẩn lam (Cyanobacteria hay Cyanophytes) *Trichodesmium erythraeum* lại có vai trò quan trọng cố định nitơ làm giàu dinh dưỡng cho thủy vực (Karl et al. 1992; Jones 1992, Carpenter & Capone 1992). Suvapun (1992) ghi nhận sự nở hoa của *Trichodesmium* là nguyên nhân tử vong của tôm nuôi dọc theo bờ tây Vịnh Thái Lan, tác giả đã chứng minh rằng với mật độ khoảng 700.000 mao tản /lít đủ để giết chết ấu trùng cá Chêm (*Lates calcarifer*) trong vòng 24 giờ. Những nghiên cứu gần đây nhất của Long và Carmichael (2002) cho thấy các loài *Trichodesmium* sản sinh các độc tố PSP và microcystin. Sự nở hoa của *Trichodesmium* khá phổ biến trong vùng biển cận nhiệt đới và nhiệt đới, sự nở hoa này có lẽ góp phần đáng kể vào sự cố định đạm trong đại dương (Carpenter và Capone 1992).

Giữa các nhóm vi tảo, ngành tảo Hai roi (Dinoflagellates) có số lượng loài độc hại nhiều nhất. Bên cạnh những loài được phát hiện trong nghiên cứu này, cũng phải kể đến những loài có phân bố rộng như *Lingulodinium polyedrum* và *Protoceratium reticulatum* có thể là những loài sản sinh độc tố. Loài *Heterocapsa circularisquana* Horiguchi 1995 là loài gây chết hàng loạt các loài ĐVTMHSV được nuôi ở Nhật bản, nhưng rõ ràng là loài vi tảo này không phương hại đến cá và khu hệ động vật khác (Horiguchi 1995, Matsuyama 1999, Oda và cs. 2001). Cho đến nay, ảnh hưởng có hại chỉ mới được ghi nhận ở Nhật bản và đang là mối đe dọa tiềm tàng đến nghề nuôi ĐVTMHSV trong khu vực Đông Nam Á. Một loài cực kỳ nguy hại khác phổ biến trong các thủy vực Đông Nam Á là loài

Pyrodinium bahamense var. *compressum*, là nguyên nhân gây ngộ độc liệt cơ ở người ở Philippines, Indonesia và Malaysia.

Một số loài *Alexandrium* có thể sản sinh các độc tố gây liệt cơ. Cấu trúc độc tố của một dòng tảo dường như là một đặc trưng không đổi (Cembella và cs. 1987) trong khi đó việc sản sinh độc tố có thể bị ảnh hưởng bởi các điều kiện môi trường (While 1978, Anderson 1990, Anderson và cs. 1990, Béchemin và cs. 1999, và Hwang và Lu 2000). Các dòng khác nhau của cùng một loài có thể có những khác biệt khá lớn về độc tính hoặc thành phần độc tố. Điều này đã được chứng minh rõ ràng trong nhóm *A. tamarense*, nhóm này có cả dòng không độc, dòng ít độc và dòng rất độc cùng tồn tại (Cembella và cs. 1987, Kim và cs. 1993, Anderson và cs. 1994). Ngoài việc sản sinh các độc tố gây liệt cơ, một số loài *Alexandrium* dường như còn sản xuất ra các loại độc tố khác với các hoạt tính hoại huyết (Simonsen và cs. 1995) có thể gây chết cá (Mortensen 1985, Ogata và Kodama 1986). Những phát hiện gần đây cho thấy loài *A. ostenfeldii* có thể sản sinh một loại độc tố mới gọi là độc tố spiroloid.

Sự nở hoa của tảo Kim (Raphidophytes) có thể gây ra hậu quả trầm trọng cho cá nuôi và đó là nỗi kinh hoàng cho ngành công nghiệp và kinh tế nuôi trồng thủy sản, các vấn đề này đã được tổng quan bởi Honjo (1993), Imai và cs. (1998), và Smayda (1998). Hard và cs. (2000) đã báo cáo các thiệt hại về kinh tế ước tính đến 30 tỉ đô la Mỹ từ giữa thập niên 1980 do loài *Heterosigma akashiwo* nở hoa trong vùng Đông Bắc Thái Bình Dương.

Một số loài tảo Sợi Bám (Haptophytes) bao gồm các chi *Emiliania*, *Chrysochromulina*, *Prymnesium*, và *Phaeocystis* thuộc lớp Prymnesiophyceae thường gây nở hoa, sự nở hoa của 3 chi sau thường kèm theo những ảnh hưởng có hại. Nghiên cứu về động thái nở hoa, độc tố và các ảnh hưởng có hại được tổng quan trong những tài liệu của Edvardsen & Pasche (1998) và Lancelot và cs. (1998); thiệt hại về kinh tế do nở hoa được tổng quan bởi Moestrup (1994).

Các nhà khoa học đã tập trung nhiều hướng nghiên cứu khác nhau từ những phương pháp nghiên cứu phân loại học cổ điển dựa trên hình thái đến những phương pháp hiện đại như sử dụng kính hiển vi điện tử truyền (T.E.M.) và quét (S.E.M.) để xem xét vi cấu trúc tế bào hoặc sinh học phân tử phân tích DNA; từ những chương trình giám sát cho đến khả năng dự báo quá trình phát triển của vi tảo độc hại, v.v... Do tính chất nghiêm trọng của Tảo độc hại cũng như các loài Thực vật Phù du nở hoa gây hiện tượng Thủy triều đỏ, một chiến lược toàn cầu được đặt ra cho các nhà khoa học, các viện nghiên cứu trên thế giới, ví dụ như chương trình ECOHABS do các nhà khoa học Hoa Kỳ thiết lập, EUROHABS được thành lập bởi các nhà khoa học của châu Âu, GEOHABS là chương trình nghiên cứu tảo nở hoa trong các thủy vực nước trời của thế giới ...Và cứ mỗi 2 năm, một

hội nghị quốc tế về Tảo độc hại được tổ chức, qui tụ hàng trăm nhà khoa học khắp thế giới.

2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Những công trình đầu tiên nghiên cứu về Thực vật Phù du được thực hiện tại Nha Trang bởi Rose (1926 & 1955) và Dawydoff (1936). Tiếp theo là các chương trình khảo sát của NAGA, chương trình hợp tác Việt – Trung.

Từ sau năm 1975 đến nay, có nhiều chương trình khảo sát Biển Đông và Thực vật Phù du cũng là một trong các đối tượng nghiên cứu được quan tâm; phải kể đến một số chương trình chủ yếu:

- Chương trình Thuận Hải – Minh Hải (1977-1980):
- Chương trình khảo sát của Tàu NAUKA - hợp tác Việt – Xô (1992)
- Chương trình khảo sát của Tàu BOGOROV - hợp tác Việt – Xô (1981, 1995)
- Chương trình khảo sát của Tàu ‘Academic Nesmenyanov’ - hợp tác Việt – Xô (1982)
- Chương trình khảo sát của Tàu Sokanski’ - hợp tác Việt – Xô (1992-1994)
- Khảo sát vùng nước trôi Nam trung bộ bởi tàu ‘HQ. 653’ (1992-1993)
- Các chuyến khảo sát Vịnh Thái Lan vào các năm 1979, 1982, 1983 and 1994
- ...

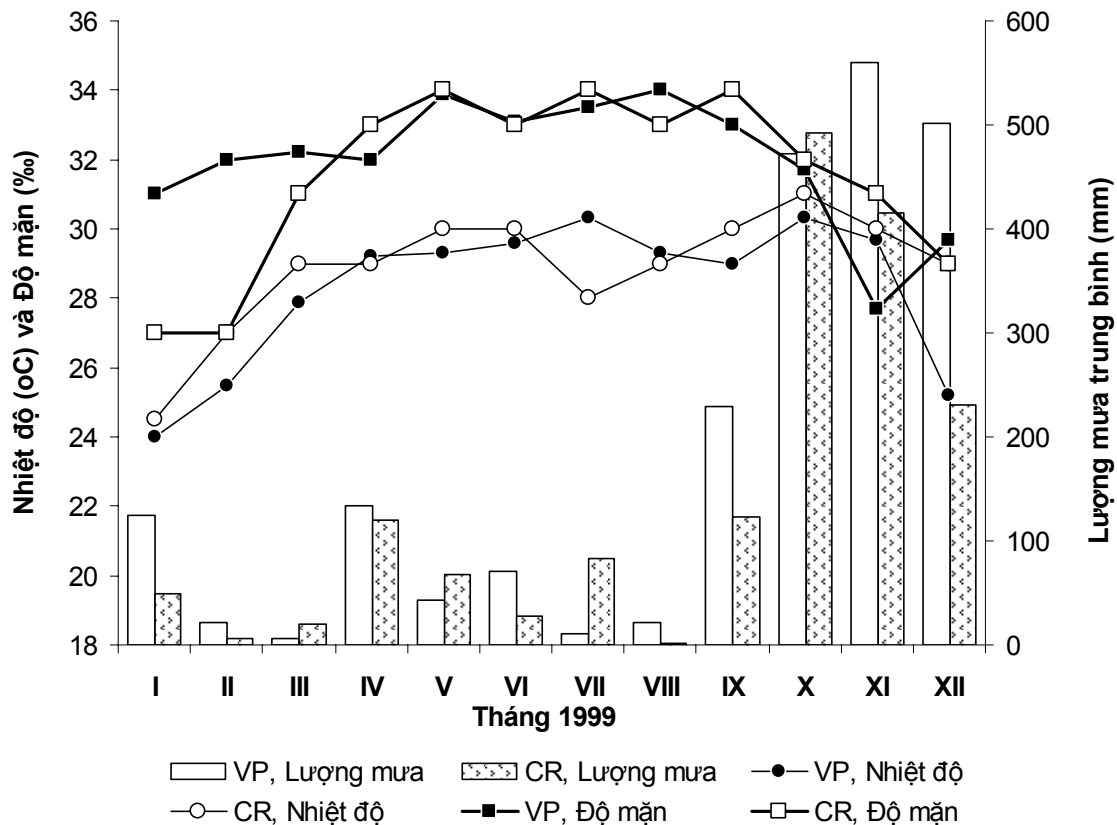
Những khảo sát về phương diện phân loại TVPD trong các thủy vực Việt Nam không nhiều, có thể kể đến các công trình của Hoàng Quốc Trương (1962 và 1963), Shirota (1966), Trương Ngọc An (1993). Danh mục thành phần loài và phân bố mật độ tế bào TVPD trong vùng biển miền Trung Việt Nam, chủ yếu là Tảo Hai Roi và tảo Silic đã được công bố (Nguyễn Ngọc Lâm và Đoàn Như Hải 1997). Sự nở hoa của loài Vi Khuẩn Lam-*Trichodesmium erythraeum* đã được ghi nhận lần đầu tiên vào năm 1981 trong suốt chuyến khảo sát của tàu nghiên cứu khoa học ‘Kalisto’, chương trình hợp tác khoa học Việt- Nga (Nguyễn Tác An, thông báo cá nhân). Việc nghiên cứu tảo độc hại ở Việt Nam, thực sự chỉ mới bắt đầu vài năm gần đây bởi các nhà khoa học của Viện Hải Dương Học - Nha Trang dưới sự chỉ đạo của Trung Tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia. Nguyễn Ngọc Lâm và Đoàn Như Hải (1996) đã báo cáo về sự nở hoa của các loài Tảo Hai Roi-*Noctiluca scintillans*, Vi Khuẩn Lam-*Trichodesmium erythraeum* và sự hiện diện của vài loài tảo có khả năng độc hại khác trong vịnh Vân Phong. Nguyễn Thị Minh Huyền và Chu Văn Thuộc (1997) đã đề cập đến các loài tảo độc hại trong Vịnh Bắc bộ, v.v... Những nghiên cứu về tảo gây hại tương đối đầy đủ hơn đã được khởi đầu từ năm 1996 qua các chương trình hợp tác quốc tế như chương trình CANADA-ASEAN, Nhật Bản-Việt Nam và đáng kể nhất là dự án

HABViet đang được triển khai từ 1998 đến nay. Qua các chương trình nghiên cứu này, Yoshida và cs. (2000) đã tìm thấy độc tố của loài *Alexandrium minutum* và Lundholm và Moestrup (2000) phát hiện một loài Tảo Silic mới cho khoa học *Nitzschia navis-varingica*. Loài này được phân lập trong một hồ nuôi tôm ở Đồ Sơn và độc tính của loài đã được nghiên cứu bởi Kotaki và cs. (2000).

3. Vài kết quả về nghiên cứu tảo độc hại trong thủy vực Khánh Hòa.

3.1. Điều kiện môi trường

Lượng mưa: Khánh Hòa có lượng mưa trung bình trong cả khu vực miền trung, lượng mưa cao nhất vào các tháng X-XII trùng vào thời kỳ mưa và gió mùa Đông bắc thịnh hành. Hình 1 giới thiệu lượng mưa trong 2 khu vực Vịnh Vân Phong và Cam Ranh.



Hình 1. Biến đổi nhiệt độ, độ mặn của nước và lượng mưa của 2 khu vực Vân Phong (VP) và Cam Ranh (CR) trong năm 1999.

Nhiệt độ và độ mặn: Nhiệt độ và độ mặn thấp vào các tháng mùa mưa và sau mưa vào các tháng I, II, trùng vào thời kỳ lượng bức xạ thấp nhất trong năm. Dù vậy, độ mặn của 2 vịnh này không bao giờ hạ thấp dưới 20 ‰ và nhiệt độ cũng trên 24 °C. Nhiệt độ cao nhất vào tháng IX, lên đến 31 °C (Hình 1).

3.2. Các sự kiện nở hoa của vi tảo

- Sự bùng nổ mật độ tế bào *Noctiluca scintillans* trong khu vực nuôi trồng thủy sản ven bờ Vạn Ninh thuộc vịnh Vân Phong-Bến Gỏi (theo Nguyễn Ngọc Lâm và Đoàn Như Hải 1996)

Các phân tích mẫu vật và các quan sát tại hiện trường vào các tháng 2, 5 và 6 tại các trạm điểm Vạn Giã, Xuân Tự, Xuân Mỹ (Vạn Ninh) và Mũi Dù (Hòn Khoai, Ninh Hòa), cho thấy có sự nở hoa của loài Tảo Hai Roi *Noctiluca scintillans*.

Loài tảo này có kích thước khá lớn từ 200 µm đến 1000 µm, tảo dễ dàng nổi trong nước do không bào lớn. Các quan sát tại hiện trường cho thấy loài này bùng nổ số lượng tế bào, màu sắc của nước thay đổi từ màu xanh lục sáng đến màu lục đậm, chúng có thể kết dính và tạo thành các sợi nhày nhỏ trôi nổi trong nước. Hiện tượng này lặp lại nhiều lần và cho đến nay chưa rõ tính chu kỳ (?) cũng như mối quan hệ của hiện tượng đối với các điều kiện ngoại cảnh.

Sự xuất hiện của *Noctiluca scintillans* trong vùng ven bờ phía tây của vịnh Vân Phong-Bến Gỏi (chủ yếu tại ven bờ Vạn Giã và khu vực nuôi tôm hùm lồng Xuân Tự) đã được theo dõi và ghi nhận, chúng bắt đầu phát triển vào đầu mùa khô, tháng 2-3/1995 với MĐTB bình quân giữa tầng mặt và đáy đạt 2,87 triệu TB/m³, hàm lượng NO₃-N và PO₄-P đạt giá trị 191,2 µg/ lít và 1,81 µg/ lít tương ứng. Vào nhiều thời điểm khác nhau trong giữa và cuối mùa khô *Noctiluca* bùng nổ số lượng và quyết định khối lượng TVPD, tháng 5/1995 đạt giá trị cực đại 30 triệu TB/m³ và bình quân là 13.2 triệu và 5.6 triệu TB/m³ cho tầng mặt và tầng đáy với hàm lượng khá cao của NO₃-N và PO₄-P là 317,3 µg/ lít và 2,7 µg/ lít. Các kết quả cũng cho thấy vào giữa mùa khô, các trạm nghiên cứu ven bờ có tổng MĐTB rất cao bình quân là 274,6 triệu TB/m³ ở tầng mặt và 557 triệu TB/m³ ở tầng đáy. Trạm Mũi Dù có tổng MĐTB thấp nhất. *Noctiluca* cũng có chung xu thế phân bố số lượng trong khu vực. Trong suốt thời gian nghiên cứu liên tục tháng 6/1995, tại trạm Xuân Tự, *Noctiluca* giảm dần số lượng, mặc dù chúng là thành phần quyết định MĐTB của ngành tảo Giáp. Vào mùa mưa *Noctiluca scintillans* xem như không đáng kể trong thành phần của quần xã thực vật phù du.

Theo ngư dân và theo Võ Thị Nè (thông báo cá nhân, 1995), mật độ cao của loài có liên quan đến sự tử vong và dịch bệnh của cá mú (grouper) và tôm hùm (lobster) nuôi trong vùng ven bờ Vạn Ninh thuộc vịnh Vân Phong-Bến Gỏi. Hallegraeff (1991) cho rằng loài này không có độc tố, tuy nhiên với mật độ cao, có

thể gây nên sự thiếu hụt Oxy và hàm lượng Amoniac trong thủy vực sẽ gia tăng đưa đến sự suy tàn của nghề cá (Devassy, 1989; Adnan, 1989).

- Các loài vi tảo khác gây nở hoa

Bên cạnh sự nở hoa của *Noctiluca*, các loài Tảo Hai Roi như *Ceratium furca*, *C. trichoceros* cũng xuất hiện với mật độ khá cao trong đầm Nha Phu (Nguyễn Ngọc Lâm và Đoàn Như Hải, 1996) đủ để làm thay đổi màu của nước, tuy nhiên những ảnh hưởng có hại chưa được ghi nhận. Loài Tảo Silic khác *Thalassiosira mala* làm thành tập đoàn trong khối nhày, phát triển mạnh vào mùa hè có khả năng gây chết hàng loạt Ngọc Trai nuôi trong Vịnh Vân Phong năm 1995. Trong khi đó các loài Tảo Hai Roi như *Peridinium quinquecorne*, *Gonyaulax* spp. Thường xuyên gây nở hoa trong vùng nước cạn ven bờ vịnh Nha Trang và khu vực nước lợ Sông Cửa Bé.

Sự nở hoa của loài Vi Khuẩn Lam *Trichodesmium erythraeum* được quan sát và ghi nhận khá phổ biến ngoài khơi Vịnh Nha Trang. Cho đến nay, các thông tin về ảnh hưởng có hại do sự kiện nở hoa của vi tảo trong thủy vực Khánh Hòa rất hạn chế và chưa được biết nhiều.

3.3. Phân bố Tảo độc hại trong thủy vực Khánh Hòa

44 loài vi tảo có khả năng độc hại được tìm thấy trong vùng biển Khánh Hòa (Nguyễn Ngọc Lâm và cs. 2004). Hai chi Tảo Silic-*Pseudo-nitzschia* và Tảo Hai Roi-*Alexandrium* có số lượng loài cao nhất với 11 loài (Bảng 1). Các loài Tảo Hai Roi sống đáy khác chưa được nghiên cứu đầy đủ, do vậy thành phần loài trong bảng này chỉ mang tính tham khảo.

Bảng 1. Phân bố thành phần loài Tảo độc hại trong vùng biển Khánh Hòa.

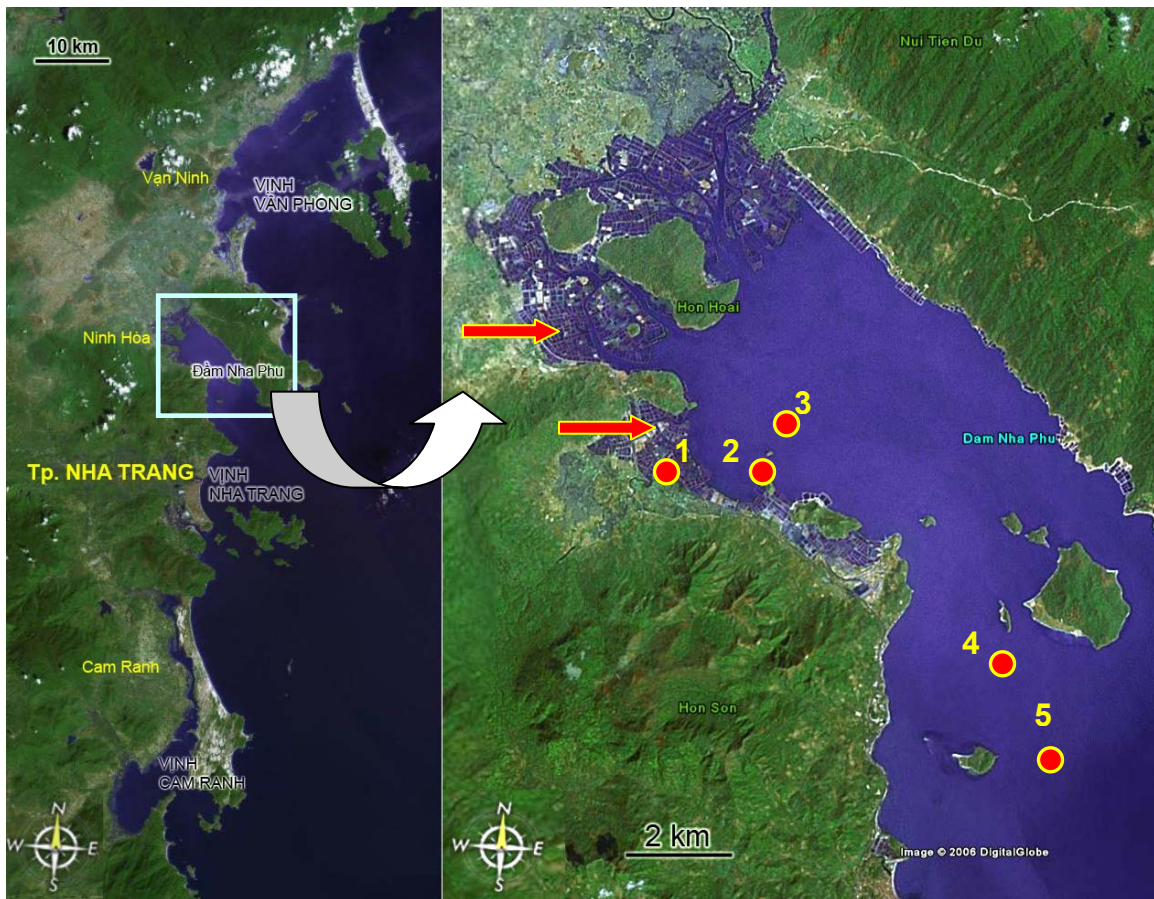
	Taxa	Vân Phong	Nha Trang	Cam Ranh
1	<i>Trichodesmium erythraeum</i>		III-V	
2	<i>Trichodesmium thiebautii</i>		IV-VI-IX	
3	<i>Pseudo-nitzschia</i> cf. <i>americana</i>	V & XI	Chưa rõ	V
4	<i>Ps. cuspidata</i>	IV-V	Chưa rõ	II-V, VIII-IX
5	<i>Ps. micropora</i>	VI	Chưa rõ	
6	<i>Ps. pseudodelicatissima</i>	III-IV & XII	Chưa rõ	II-V & VII
7	<i>Ps. pungens</i>	I-VI & XII	Chưa rõ	Quanh năm
8	<i>Ps. cf. sinica</i>	I, III-IV	Chưa rõ	II-V & VIII
9	<i>Alexandrium affine</i>	V		III
10	<i>A. compressum</i>		V, VI, & VII	
11	<i>A. fraterculus</i>		XI-XII	XII
12	<i>A. globosum</i> sp. nov.	IX		
13	<i>A. insuetum</i>			X

14	<i>A. leei</i>	I, V, VII-VIII	III-VI, VIII-IX	Quanh năm
15	<i>A. minutum</i>			V & IX
16	<i>A. ostenfeldii</i>	VII		III
17	<i>A. pseudogoniaulax</i>	III, V & VII	V-VIII	III, V & III
18	<i>A. tamarense</i>	VII & XII	Quanh năm	Quanh năm
19	<i>A. cohorticula</i> (= <i>A. tamiyavanichii</i>)	XII	Quanh năm	Quanh năm
20	<i>Amphidinium carterae</i>		IV-V, VIII-IX	
21	<i>A. klebsii</i>		VII-IX	
22	<i>Coolia monotis</i>		IV-V, VIII-IX	
23	<i>Dinophysis</i> cf. <i>acuminata</i> (sp2.)		III-VI	IV
24	<i>D. caudate</i>	II, VI-IX & XII	Quanh năm	Quanh năm
25	<i>D. cf. fortii</i> (sp1.)	XII		IV, XI-XII
26	<i>D. miles</i>	VI-VIII & XII	Quanh năm	Quanh năm
27	<i>D. mitra</i>		V-VIII	
28	<i>Gambierdiscus toxicus</i>		IV-10	
29	<i>Noctiluca scintillans</i>	II-VI		VI
30	<i>Ostreopsis lenticularis</i>		IV-VIII	
31	<i>O. marinus</i>		IV-VI	
32	<i>O. ovata</i>		IV-VIII	
33	<i>Prorocentrum balticum</i>	II	III, V-VII	II-VI
34	<i>P. concavum</i>		IV-VIII	IX
35	<i>P. emarginatum</i>		IV-VIII	IV
36	<i>P. lima</i>		IV-VIII	III & VIII
37	<i>P. rathymum</i>	III-V & XII	Quanh năm	Quanh năm
38	<i>P. minimum</i>		III-V	
39	<i>Chrysochromulina leadbeateri</i>		IV	
40	<i>P. scrobiculata</i>	I		
41	<i>Phaeocystis</i> sp.	Quanh năm	Quanh năm	Quanh năm
42	<i>P. patelliferum</i>	IX		
43	<i>P. zebrium</i>	IX		
44	<i>Chattonella</i> cf. <i>antiqua</i>		IV	

III. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Địa điểm thu mẫu

Đầm Nha Phu thuộc Huyện Ninh Hòa nằm về phía bắc thành phố Nha Trang, là một đầm có diện tích không lớn, khoảng 5000 hecta khi triều cao và 2000 hecta lúc triều thấp. Đổ vào đầm là các khe suối và các sông nhỏ có lưu lượng nước thấp, đáng kể là các sông Dinh, Rọ Tượng, Cà Lam,... Từ trước những năm 80, dọc ven bờ đất ngập nước được bao phủ bởi các thực vật ngập mặn như Đước (*Rhizophora*), Mắm (*Avicennia*), Bần (*Sonneratia*), v.v...; hiện nay rừng ngập mặn ven đầm bị thu hẹp thay thế bằng các ao nuôi trồng thủy sản (Hình 2) chủ yếu là các đối tượng tôm Sú, cua và trong những năm gần đây nghề nuôi Vẹm và Hàu phát triển mạnh.



Hình 2. Bản đồ cho thấy ven bờ tỉnh Khánh Hòa và vị trí Đầm Nha Phu với các mũi tên chỉ định các ô vuông nhỏ là khu vực nuôi trồng thủy sản (Vẹm- *Perna viridis* và tôm Sú – *Penaeus monodon*) và các trạm thu mẫu (vòng tròn màu đỏ): Trạm 1- ao nuôi tôm Sú ($12^{\circ}24'27''$ - $109^{\circ}09'35''$), Trạm 2 ($12^{\circ}23'30''$ - $109^{\circ}12'24''$), Trạm 3 ($12^{\circ}23'59''$ - $109^{\circ}12'30''$), Trạm 4 ($12^{\circ}22'28''$ - $109^{\circ}13'39''$), và Trạm 5 ($12^{\circ}20'55''$ - $109^{\circ}14'34''$). Bản đồ lấy từ Google Earth 2005 /2006 Digital Globe.

Mẫu vật Thực vật phù du được thu thập định kỳ từ khoảng ngày 15-20 của hàng tháng, tại 5 trạm (Hình 6): - Trạm 1 là khu vực ao nuôi tôm Sú thịt có diện tích khoảng 3.000 m², nguồn nước cung cấp chính cho ao nuôi được bơm từ đầm Nha Phu; - Trạm 2 có độ sâu khoảng 2 mét, là nơi tập trung nghề nuôi Vẹm và Hàu; - Trạm 3 và 4 có độ sâu lớn hơn, từ 4-6 mét, nghề nuôi Vẹm giảm dần trong khu vực này; - và trạm 5 có độ sâu khoảng 10-12 mét là nơi hầu như không có hoạt động của nghề nuôi trồng thủy sản, trạm có vị trí gần như ngay tại cửa đầm, chịu ảnh hưởng trực tiếp khối nước biển khơi.

2. Phương pháp thu mẫu

Mẫu định tính được thu thập bằng cách kéo lưới thẳng đứng từ gần đáy cho đến tầng mặt; lưới cũng được kéo bổ sung dọc theo mạn tàu khi tàu chạy tốc độ chậm. Đường kính mắt lưới của lưới thu mẫu là 25 μ m.

Mẫu định lượng được thu 1000 ml bằng chai thu mẫu Niskin, ở tầng giữa tại các trạm có độ sâu thấp <5 mét và 2 tầng 0,5 và gần đáy cho các trạm có độ sâu >5 mét như các trạm 4 và 5.

Mẫu vi tảo sống đáy cũng được thu thập, chủ yếu vào các tháng mùa khô, vào thời kỳ phát triển tốt của rong. Phương pháp thu theo Nguyen-Ngoc và Larsen (2004).

Sử dụng lugol và formol để cố định vật mẫu. Bảo quản mẫu vật trong tối và mát cho đến khi phân tích.

3. Phương pháp đo đạc các yếu tố môi trường và phân tích vật mẫu TVPD

3.1. Đo đạc các yếu tố môi trường

Các thông số môi trường như nhiệt độ, độ mặn và hàm lượng ôxy hòa tan được đo bằng máy đo đa thông số YSI. Độ trong của nước được đo bằng đĩa secchi. Mẫu nước thu về để trong điều kiện ổn định nhiệt độ phòng thử nghiệm, sau đó pH của nước được đo bằng máy đo pH Orion (benchtop).

3.2. Phân tích mẫu vật Thực vật phù du

Phân loại các loài theo phương pháp quan sát và so sánh hình thái. Sử dụng các tài liệu định loại chủ yếu như Thomas (1997), Taylor (1976), Larsen & Nguyen-Ngoc (2004). Quan trắc hình thái tế bào theo Edler (1979). Mẫu định lượng được làm lắng trong 24 giờ, sau đó loại dần nước cho đến khi còn từ 30 – 50 ml phụ thuộc vào độ phong phú của vật mẫu (quan sát bằng mắt thường). Đếm số lượng tế bào trong buồng đếm Sedge Wick Rafter Cell có thể tích 1.000 μ l tương ứng với 1.000

ô vuông nhỏ, mỗi ô vuông có thể tích $1\mu\text{l}$, từ đó tính toán được mật độ tế bào TVPD có trong 1 lít nước biển.

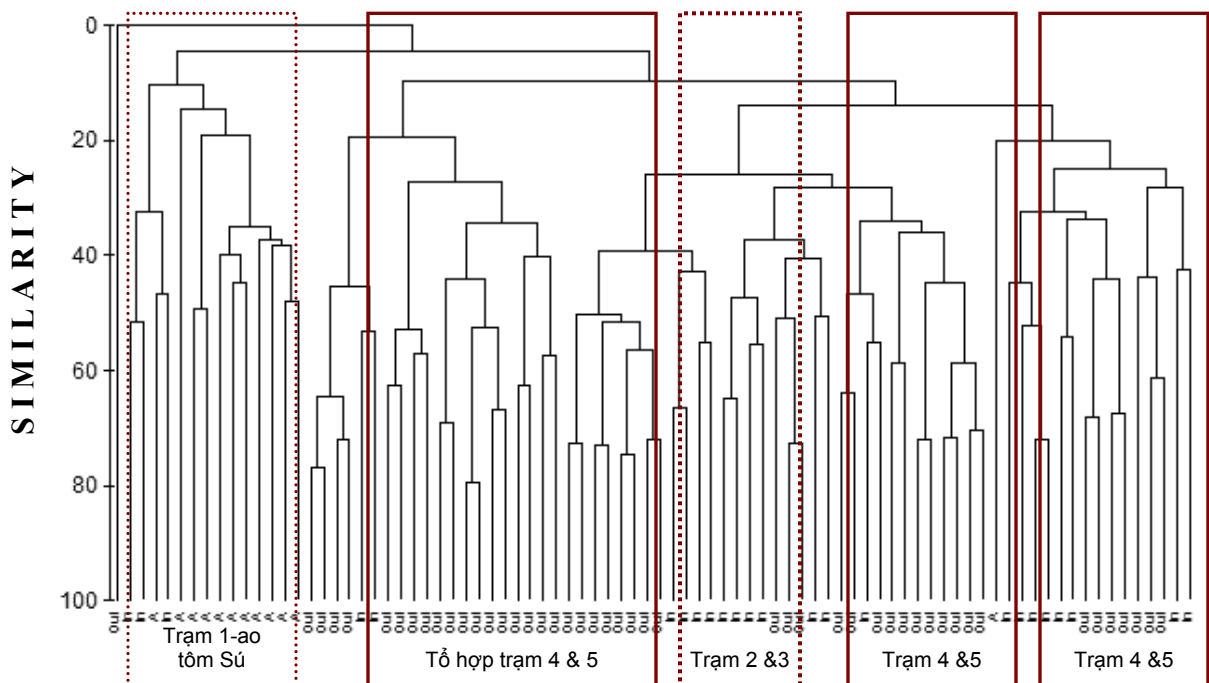
Kính hiển vi nghiên cứu DMLP và kính hiển vi đảo ngược DMIL (Leica, Germany) kèm thiết bị hình ảnh được sử dụng để quan sát hình thái cũng như đếm tế bào. Máy chụp ảnh kỹ thuật số DP 12 và máy ghi hình SONY đã hỗ trợ đến việc quan sát hình thái.

4. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Algesys để quản lý dữ liệu về TVPD. Thống kê và xử lý số liệu theo phần mềm Primer 5.0.

IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Do tính chất tương đồng hoặc khác nhau giữa các trạm nghiên cứu, chúng tôi nhóm các trạm thu mẫu thành 3 tổ hợp trạm khác nhau từ kết quả phân tích cluster (Hình 3): - Trạm 1-ao tôm Sú, có độ sâu rất thấp, ít lưu thông với nguồn nước của Đầm Nha Phu (trong thống kê trạm này được ký hiệu là **A**); - Tổ hợp trạm 2 và 3, có độ sâu thấp từ 1,5-4 mét, đây chính là khu vực nuôi trồng chủ yếu trong Đầm Nha Phu (trong thống kê, tổ hợp trạm này được ký hiệu là **In**); - Tổ hợp trạm 4 & 5, có độ sâu từ 4-10 mét, các trạm này chịu ảnh hưởng trực tiếp nguồn nước biển khơi khi triều cao (trong thống kê, tổ hợp trạm này được ký hiệu là **Out**).



Hình 3: Sự tổ hợp các trạm theo phân tích cluster trên cơ sở giống nhau về các điều kiện môi trường và các thành phần Thực vật phù du.

1. So sánh sự biến đổi các điều kiện môi trường giữa các trạm trong thời gian nghiên cứu

So sánh sự biến đổi của các điều kiện môi trường giữa các trạm nghiên cứu có thể thấy được một bức tranh chung về xu thế tương đồng hoặc khác biệt trong sự phân bố của các điều kiện môi trường. Từ kết quả trong các hình 4A-L, cho thấy rằng có sự khác biệt rõ rệt về độ trong của nước tại trạm 5 trong các tháng IV và V (≤ 10 mét) so sánh với các trạm khác thường < 1 mét. Vào các tháng khác độ trong không khác nhiều ở tại các cặp trạm 2/3 và 4/5. Trạm 1-ao tôm Sú tách biệt khỏi các cặp trạm này do các điều kiện khác quyết định ví dụ như nhiệt độ, độ pH và oxy hòa tan.

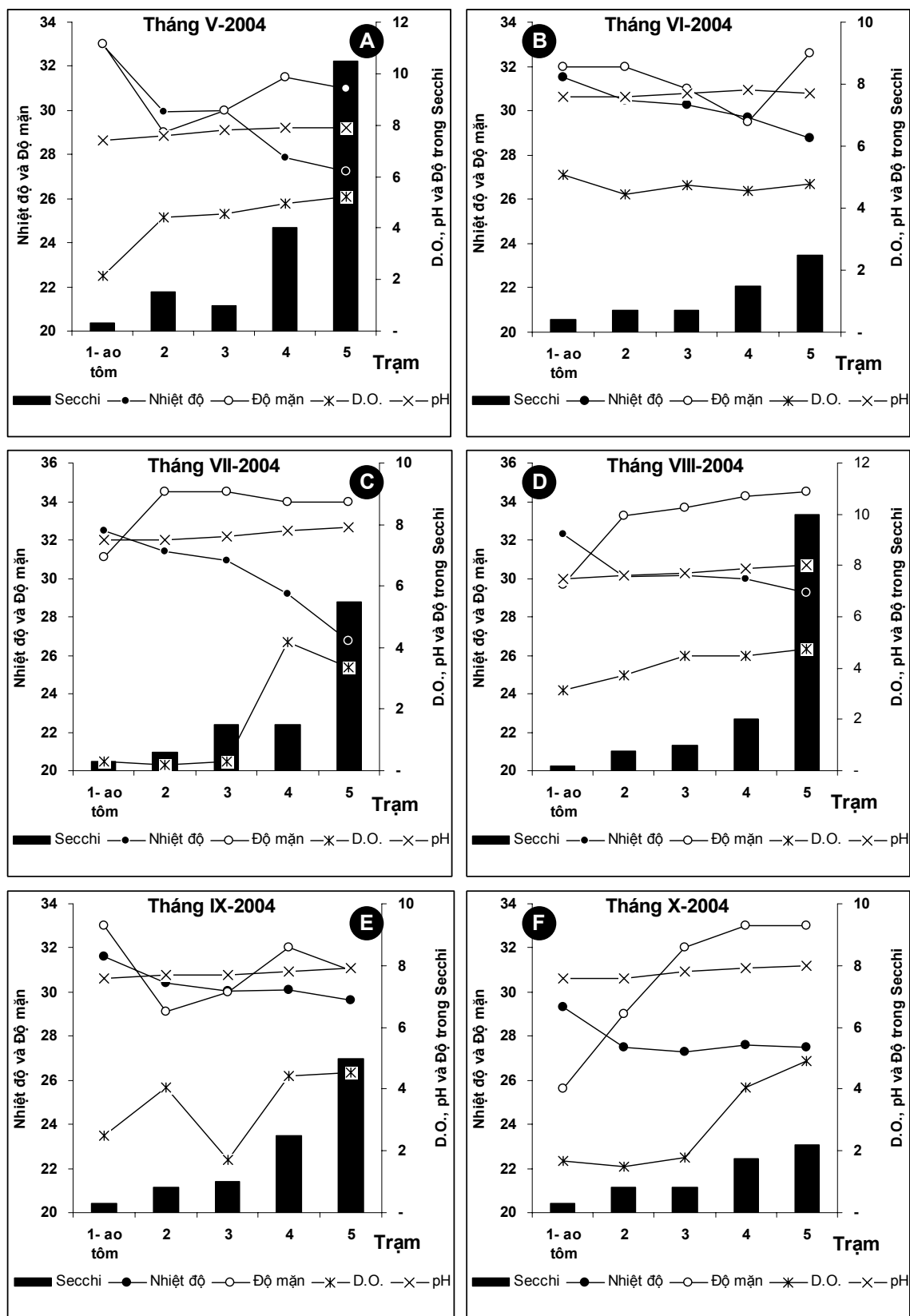
Trong tháng V-2004, độ mặn của trạm 1 – ao tôm Sú đạt giá trị cao nhất khoảng 33 ‰, các trạm khác đều dưới 32 ‰. Nhiệt độ có cùng chung xu thế với độ mặn, nhưng oxy hòa tan tại trạm 1 cho giá trị thấp nhất, khoảng $2,4 \text{ mg.L}^{-1}$. Độ pH trong thời gian này, tất cả các trạm hầu như đạt giá trị $> 7,5$ (Hình 4A). Phân bố nhiệt-muối và oxy hòa tan trong tháng VI tại các trạm có cùng xu thế với tháng V, mặc dù hàm lượng oxy hòa tan ở trạm 1-ao tôm Sú có tăng đáng kể, đạt giá trị $5,08 \text{ mg.L}^{-1}$ (Hình 4B). Cho đến tháng VII, lượng oxy hòa tan giảm đáng kể tại các trạm 1, 2 và 3, trong khi đó trạm 4 và 5 vẫn duy trì ở mức $> 4 \text{ mg.L}^{-1}$ (Hình 4C), cũng trong thời kỳ này, phân bố nhiệt độ lại theo một gradient giảm dần từ bờ ra khơi (từ trạm 1-ao tôm sú cho đến trạm 5 ngay vùng cửa Đàm Nha Phu). Sự giảm dần nhiệt độ này còn tiếp tục duy trì trong các tháng còn lại (xem Hình 4D-L).

Hàm lượng oxy hòa tan có xu thế ngược lại với nhiệt độ, theo một gradient tăng dần từ bờ ra khơi, thường thấp ở trạm 1 và cao dần ở trạm 5 (hình 4A-L). Sự nở hoa đầu kỳ (?) của tảo Hai roi *Alexandrium pseudogoniaulax* ở trạm 1-ao tôm Sú trong tháng VIII-2004 là nguyên nhân tăng hàm lượng oxy hòa tan, sau đó vào cuối kỳ nở hoa, oxy hòa tan giảm dần trong các tháng kế tiếp (Hình 4E-F). Nguyên nhân của sự giảm oxy có thể là do sự phân hủy của tảo nở hoa.

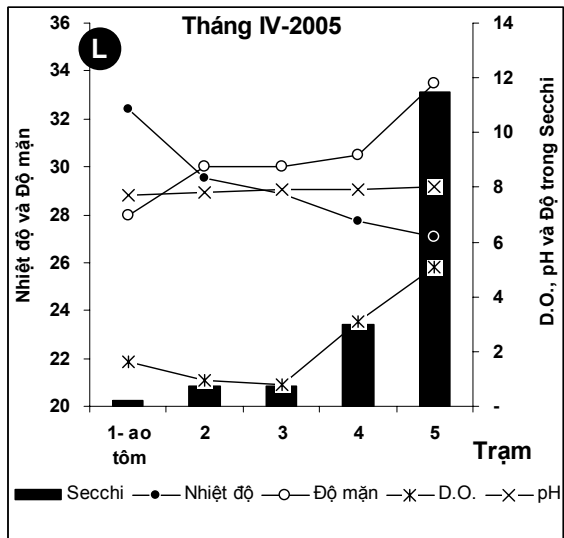
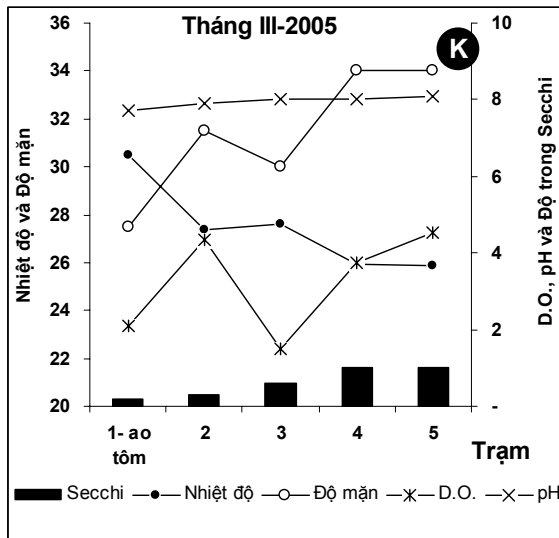
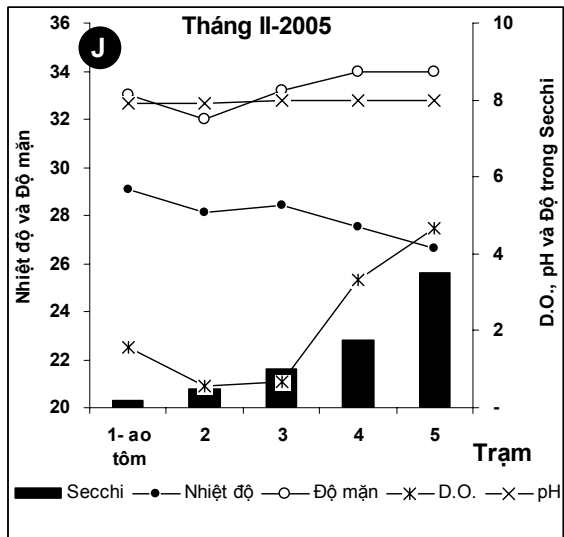
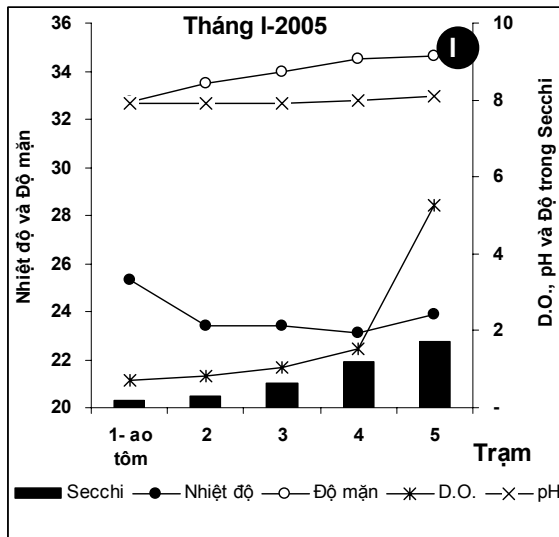
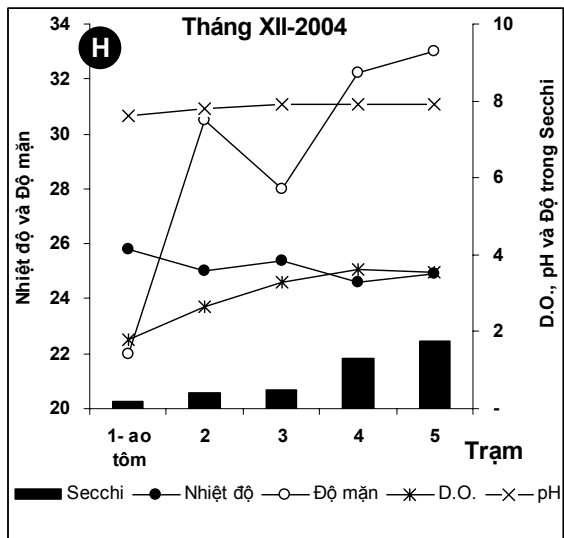
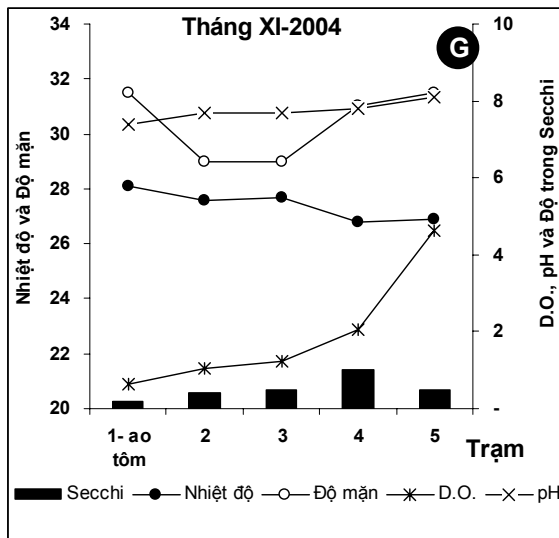
2. Biến đổi các điều kiện môi trường theo thời gian ở các tổ hợp trạm

Trạm 1 – ao tôm Sú

- Nhiệt độ: Nhiệt độ trung bình năm của trạm nghiên cứu này là $30,11 \pm 2,62^\circ\text{C}$. Độ sâu của trạm 1-ao nuôi tôm Sú thấp (thường từ 50-70 cm) là nguyên nhân để nền đáy dễ dàng hấp thụ bức xạ mặt trời làm tăng nhiệt độ của nước. Nhiệt độ cao nhất được ghi nhận vào các tháng mùa khô dao động từ $31,5$ đến 33°C (tháng IV - VIII) và giảm dần vào các tháng mùa mưa và thấp nhất (khoảng $25 - 26^\circ\text{C}$) vào thời kỳ gió mùa Đông bắc thịnh hành vào các tháng XII – I năm sau.



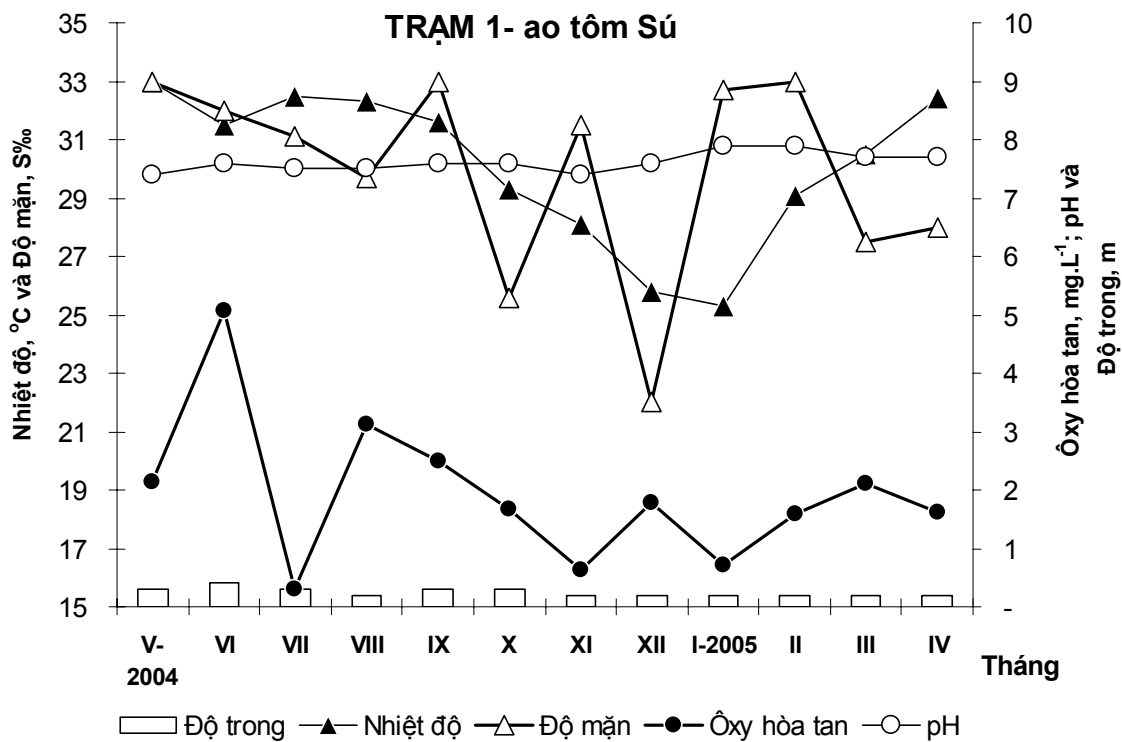
Hình 4A-F. Sự biến đổi nhiệt độ (°C), độ mặn (‰), oxy hòa tan (D.O., mg.L⁻¹), pH và độ trong của nước (m), từ tháng V đến X-2004.



Hình 4G-L (tiếp theo). So sánh sự biến đổi nhiệt độ (°C), độ mặn (‰), oxy hòa tan (D.O., mg.L⁻¹), pH và độ trong của nước (m) ở các trạm nghiên cứu từ tháng XI-2004 đến V-2005.

- **Độ mặn:** Độ mặn của ao nuôi được giữ ổn định phù hợp cho việc phát triển của đối tượng nuôi, vào khoảng 30 đến 32 ‰. Trung bình cả năm, độ mặn đạt giá trị xấp xỉ $30 \pm 3,5$ ‰. Độ mặn thấp nhất là 22 ‰ được quan sát trong tháng XII là thời kỳ mưa tương đối nhiều trong năm.
- **Độ trong:** Độ trong của nước trong ao nuôi tôm thường có màu xanh lục, xanh vàng hoặc nâu phụ thuộc vào sự phát triển và ưu thế của các nhóm tảo khác nhau, liên quan đến việc sử dụng phân bón cũng như nhiệt độ và độ mặn của nước. Do độ sâu thấp, mật độ tảo thường cao làm cho độ trong của nước thường ở mức 0,20 đến 0,30 mét.
- **Ôxy hòa tan:** Hệ thống quạt nước làm xáo trộn nước trong ao nuôi hoạt động có định kỳ ngày đêm và với cường độ cao vào các tháng mùa khô đã cung cấp một lượng ôxy hòa tan đáng kể cho trạm này, tuy vậy hàm lượng ôxy hòa tan có vẻ thấp và dao động khá lớn theo thời gian đo đạc trong năm, giá trị trung bình là $1,94 \pm 1,27$ mg.L⁻¹ (max. vào tháng VI, 5,08 mg.L⁻¹ và min vào tháng VII, 0,3 mg.L⁻¹).
- **Độ pH:** Sự phân hủy của nguồn thức ăn dư thừa cũng như chất thải từ đối tượng nuôi đã góp phần vào sự biến đổi của độ pH, trong suốt thời gian nghiên cứu độ pH của nước dao động từ 7,4 đến 7,9. Giá trị trung bình đạt $7,62 \pm 0,64$.

Hình 5A cho thấy sự biến đổi của các yếu tố môi trường nói trên ở trạm 1- ao tôm Sú.



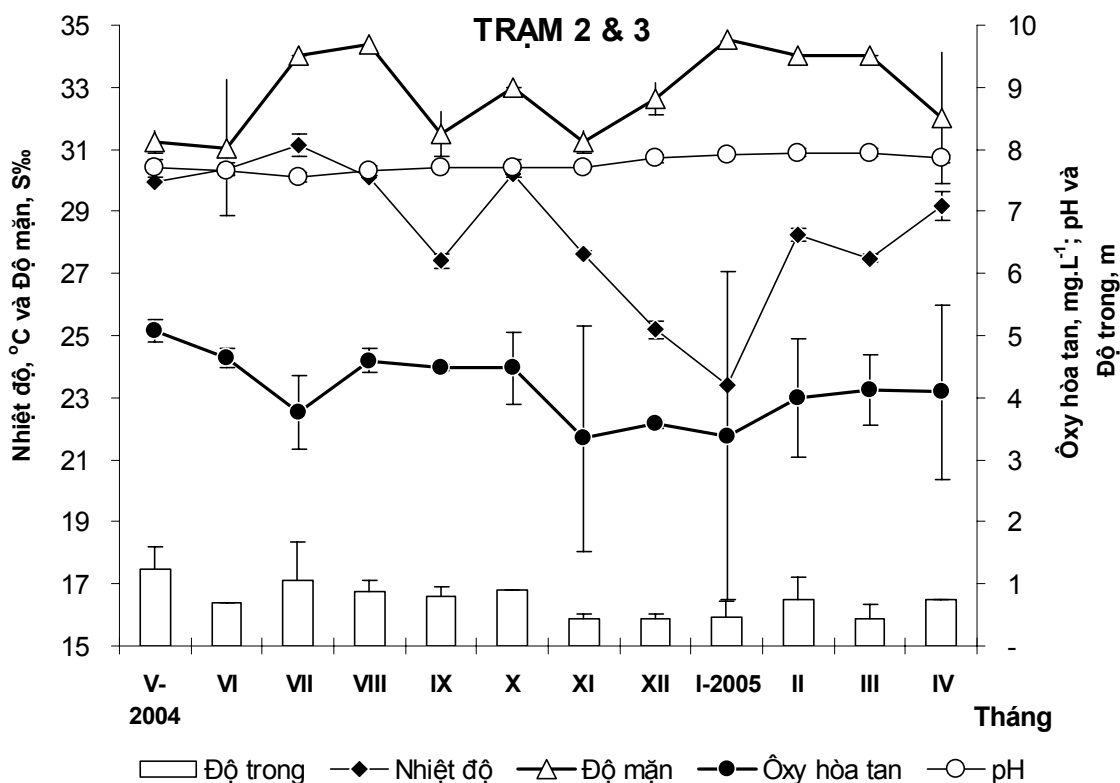
Hình 5A. Sự biến đổi của các điều kiện môi trường theo thời gian ở trạm 1 – ao tôm Sú, Đầm Nha Phu trong thời gian nghiên cứu.

Tổ hợp trạm 2 & 3

- **Nhiệt độ:** Nhiệt độ trung bình năm của trạm nghiên cứu này là $28,37 \pm 2,31$ °C. Nhiệt độ cao nhất của tổ hợp trạm này là 31,15 °C (tháng VII-2004) và thấp nhất là 23,40 °C (tháng I-2005)

- **Độ mặn:** Độ mặn của tổ hợp trạm 2 và 3 đạt giá trị trung bình $31,20 \pm 1,93$ ‰. Độ mặn thấp và tương đối ổn định có thể là do trạm có độ sâu không lớn và các sông suối nhỏ cung cấp một lượng nước ngọt đáng kể đến thủy vực nông này. Cận đó các đảo như Hòn Thi, Hòn Nưa, Hòn Sầm cũng có thể có vai trò như một lá chắn (barrier) cản trở sự xâm nhập nguồn nước biển khơi. Độ mặn thấp được ghi nhận trong cuối mùa khô và thời kỳ chuyển tiếp gió mùa Đông bắc, và độ mặn tăng dần vào thời kỳ mạnh dần lên của gió mùa Đông bắc; gió có thể là nguyên nhân gây xáo trộn mạnh và là tác nhân đẩy khối nước biển khơi vào sâu trong các trạm này đưa đến độ mặn cao trong mùa gió mùa Đông bắc.

- **Độ trong:** Độ trong trung bình của thủy vực vào khoảng $0,74 \pm 0,26$ mét, cao nhất vào tháng V-2004 đạt giá trị 1,25 mét và thấp nhất rơi vào thời kỳ xáo trộn mạnh của khối nước nông, tháng XII-2004 đạt giá trị 0,45 mét. Nghề nuôi thủy sản tập trung trong khu vực này, sự phân rã của vật chất hữu cơ từ nguồn thức ăn cũng như vật chất vô cơ từ sông suối đổ ra vào mùa mưa là một trong các nguyên nhân làm giảm độ trong của tổ hợp trạm này.



Hình 5B. Sự biến đổi của các điều kiện môi trường theo thời gian ở tổ hợp trạm 2 & 3, Đầm Nha phu trong thời gian nghiên cứu.

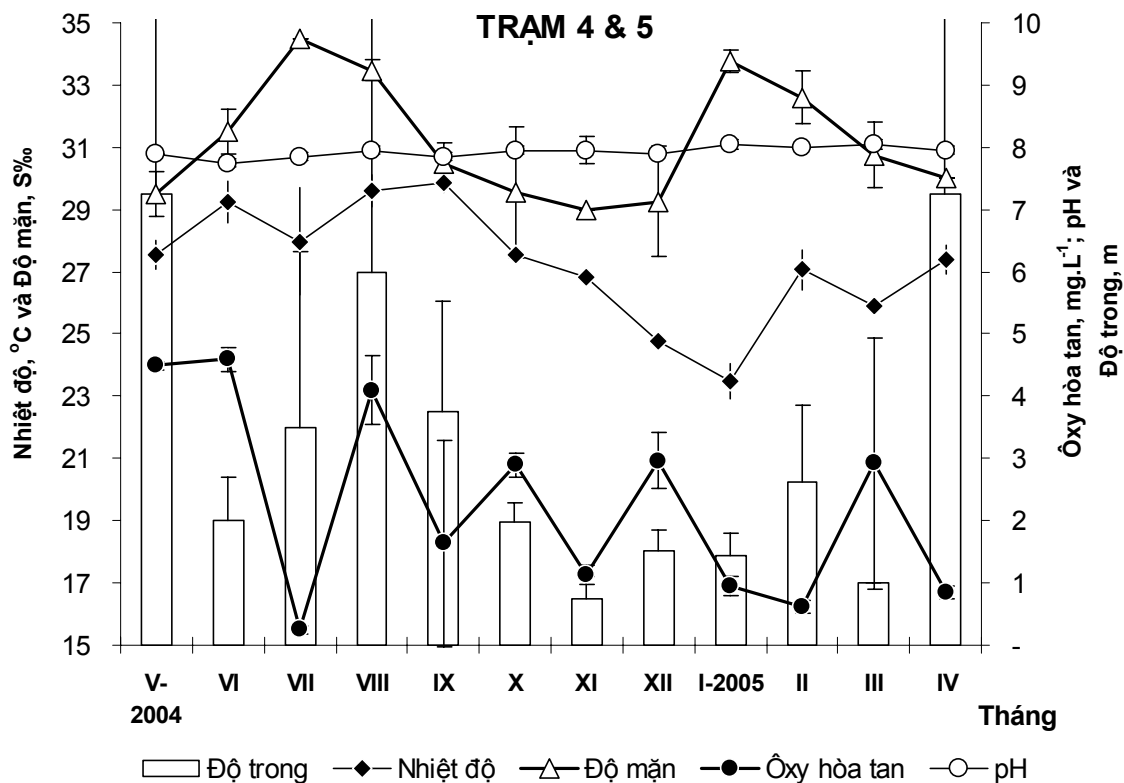
- Ôxy hòa tan. Hàm lượng ôxy hòa tan có vẻ thấp và dao động khá lớn theo thời gian đo đạc trong năm, giá trị trung bình là $2,28 \pm 1,57 \text{ mg.L}^{-1}$. Hàm lượng ôxy hòa tan cao vào các tháng V, VI, và VIII, đạt giá trị xấp xỉ $4,5 \text{ mg.L}^{-1}$; các tháng còn lại giá trị thấp $< 3 \text{ mg.L}^{-1}$ và thấp nhất vào tháng VII-2004, hàm lượng ôxy hòa tan chỉ khoảng $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$.

- Độ pH: Trong suốt thời gian nghiên cứu độ pH của nước dao động từ 7,55 đến 7,95. Giá trị trung bình đạt $7,76 \pm 0,13$. Độ pH ít dao động, tuy vậy trong suốt 12 tháng đo đạc, độ pH không vượt quá 8.

Hình 5B cho thấy sự biến đổi của các yếu tố môi trường nói trên ở tổ hợp trạm 2 và 3.

Tổ hợp trạm 4 & 5

- Nhiệt độ: Nhiệt độ trung bình năm của trạm nghiên cứu này là $27,27 \pm 1,89 \text{ }^\circ\text{C}$, tương đối thấp nếu so sánh với trạm 1 – ao tôm Sú và tổ hợp trạm 2 và 3. Nhiệt độ cao nhất được ghi nhận vào tháng IX-2004 với giá trị $29,87 \text{ }^\circ\text{C}$ và thấp nhất vào tháng I-2005 với giá trị là $23,50 \text{ }^\circ\text{C}$. Nhìn chung nhiệt độ cao phụ thuộc vào cường độ bức xạ cao và số lượng ngày nắng trong mùa khô và các giá trị thấp của nhiệt độ rơi vào mùa mưa và thời kỳ gió mùa Đông bắc.



Hình 5C. Sự biến đổi của các điều kiện môi trường theo thời gian ở tổ hợp trạm 4 & 5, Đầm Nha Phu trong thời gian nghiên cứu.

- **Độ mặn:** Sự biến đổi độ mặn của tổ hợp trạm 4 & 5 không nhiều, giá trị trung bình là $32,80 \pm 1,35$ ‰. Độ mặn thường xuyên ở mức 32 đến 34 ‰ và thường cao cũng vào thời kỳ gió mùa Đông bắc (tháng I-2005, độ mặn lên đến 34,5 ‰).
- **Độ trong:** Độ trong trung bình của thủy vực vào khoảng $0,74 \pm 0,26$ mét, cao nhất vào tháng V-2004 đạt giá trị 1,25 mét và thấp nhất rơi vào thời kỳ xáo trộn mạnh của khối nước nông, tháng XII-2004 đạt giá trị 0,45 mét. Nghề nuôi thủy sản tập trung trong khu vực này, sự phân rã của vật chất hữu cơ từ nguồn thức ăn cũng như vật chất vô cơ từ sông suối đổ ra vào mùa mưa là một trong các nguyên nhân làm giảm độ trong của tổ hợp trạm này.
- **Ôxy hòa tan.** Hàm lượng ôxy hòa tan của tổ hợp trạm này khá cao, dao động từ trên 3 cho đến 5 mg.L^{-1} . Ôxy hòa tan cao trong các tháng mùa khô và giảm trong mùa mưa liên quan đến các quá trình sinh thái – sinh lý phát triển của sinh vật nói chung và Thực vật phù du nói riêng trong thủy vực. Vào mùa khô, bức xạ mặt trời cao, sự quang hợp của Thực vật sẽ gia tăng đưa đến hàm lượng ôxy hòa tan cao.
- **Độ pH:** Trong suốt thời gian nghiên cứu độ pH của nước dao động từ 7,75 đến 8,05. Giá trị trung bình đạt $7,93 \pm 0,09$, điều này chứng tỏ sự ổn định cao của độ pH. Hầu hết các đo đạc về pH trong suốt 12 tháng đều cho giá trị xấp xỉ 8.

Hình 5C cho thấy sự biến đổi của các yếu tố môi trường nói trên ở tổ hợp trạm 4 và 5.

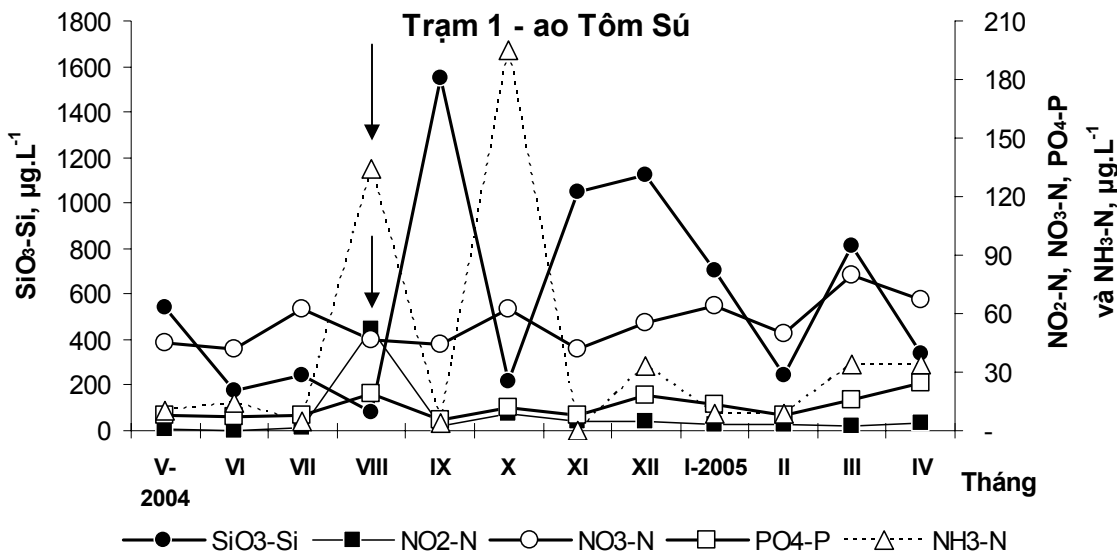
3. Sự biến đổi các muối dinh dưỡng

Giá trị trung bình và khoảng dao động của hàm lượng các muối dinh dưỡng tại trạm 1 – ao tôm Sú và các tổ hợp trạm 2&3 và trạm 4 & 5 được trình bày trong bảng 2 và các hình 6A, 7 và 8. Hàm lượng các muối dinh dưỡng đều cao ở trạm 1 – ao tôm Sú, đặc biệt là phosphat có giá trị trung bình cao gấp 2 lần hơn, nitric cao gấp 5 lần hơn, và ammoni cao gấp 10-17 lần hơn các tổ hợp trạm 2&3 và 4&5 (Bảng 2). Trong khi đó hàm lượng muối silic tại tổ hợp trạm 2&3 cao 1,5 cho đến 2 lần hơn trạm 1 và tổ hợp trạm 4&5 (Bảng 2)

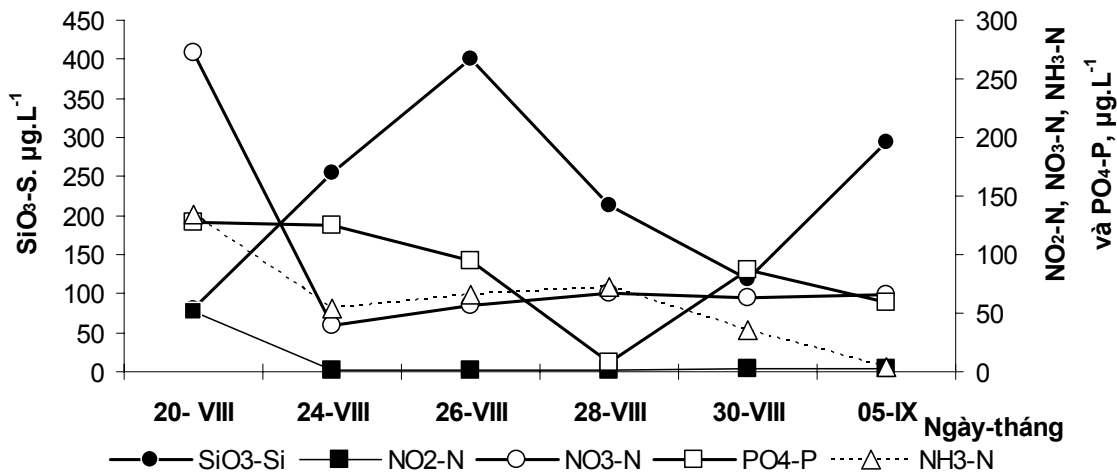
Bảng 2. Giá trị trung bình năm (\pm S.D.) của các muối dinh dưỡng tại các trạm /tổ hợp trạm trong đầm Nha Phu.

Trạm Tổ hợp trạm	$\text{NO}_2\text{-N}$ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	$\text{NO}_3\text{-N}$ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	$\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	$\text{SiO}_3\text{-Si}$ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	$\text{NH}_3\text{-N}$ ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
Trạm 1 – ao tôm Sú	$7,24 \pm 14,21$ (min. = vết max.=51,80)	$77,42 \pm 63,27$ (min. = 40 max.=272)	$26,83 \pm 32,44$ (min. = 10 max.=128)	$589,2 \pm 462,8$ (min. = 80 max.=1.550)	$39,97 \pm 60,81$ (min. = vết max.=195)
Tổ hợp trạm 2 & 3	$1,94 \pm 1,39$ (min. = vết, max.=4,0)	$54,88 \pm 12,06$ (min. = 41,5, max.=79,5)	$12,28 \pm 5,97$ (min. = 5,9, max.=24,4)	$851,7 \pm 778,7$ (min. = 220,0, max.=2852,5)	$2,34 \pm 5,47$ (min. = vết max.=14,10)
Tổ hợp trạm 4 & 5	$1,39 \pm 0,74$ (min. = 0,4 max.=3,0)	$52,21 \pm 9,11$ (min. = 40,8 max.= 67,8)	$10,59 \pm 63,27$ (min. = 3,15 max.=17,3)	$359,4 \pm 215,6$ (min. = 182,8 max.=942,8)	$4,73 \pm 9,58$ (min. = vếtmax.=32)

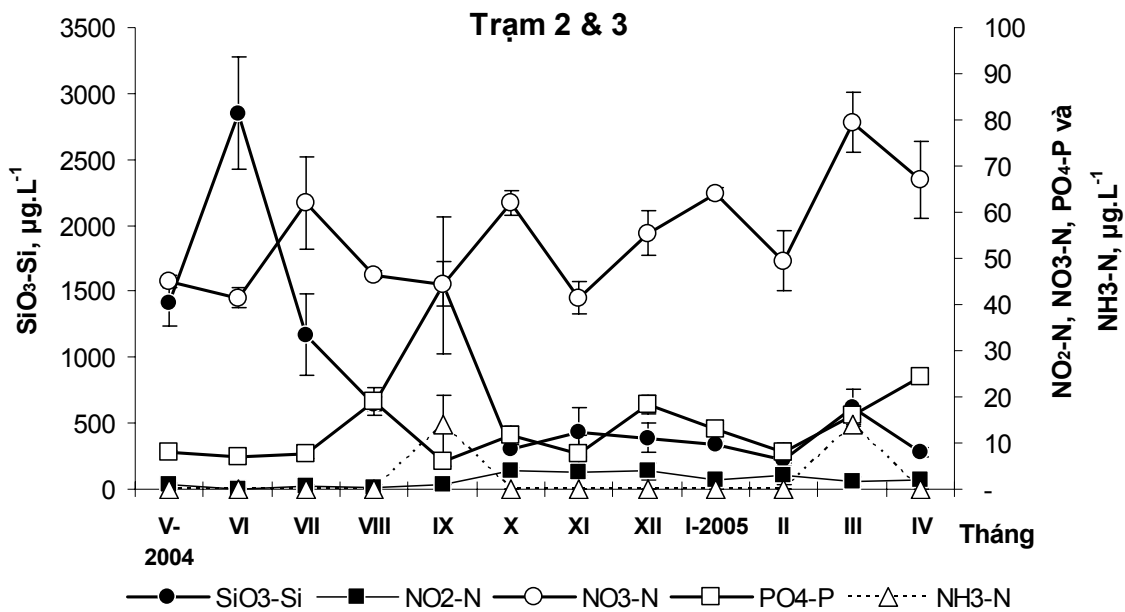
Tại trạm 1 – ao tôm Sú, đỉnh cao của muối silicat rơi vào tháng IX-2004, đạt giá trị trên $1.500 \mu\text{g.L}^{-1}$, muối này cũng cao vào các tháng mùa mưa, tháng XI và XII đạt giá trị $>1.000 \mu\text{g.L}^{-1}$. Trong khi đó hàm lượng ammoni có 2 đỉnh cao vào tháng VIII và tháng X với giá trị $>1.000 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Hình 6A), đỉnh cao này phù hợp với thời kỳ bùng nổ số lượng của tảo Hai roi – *A. pseudogoniaulax*, sau đó giảm dần $<300 \mu\text{g.L}^{-1}$ vào các ngày khảo sát tiếp theo. Cùng với sự giảm dần của ammoni là sự tăng lên của hàm lượng phosphat sau kỳ nở hoa (Hình 6B), với giá trị cực đại $>120 \mu\text{g.L}^{-1}$ ở ngày 24-VIII (4 ngày sau khi mật độ tảo Hai roi - *A. pseudogoniaulax* bùng nổ số lượng). Trong thời kỳ nở hoa tháng VIII-2004, hàm lượng nitric cũng khá cao và muối này giảm dần với hầu hết các tháng còn lại có giá trị $< 5 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Hình 6A, Phụ lục 2).



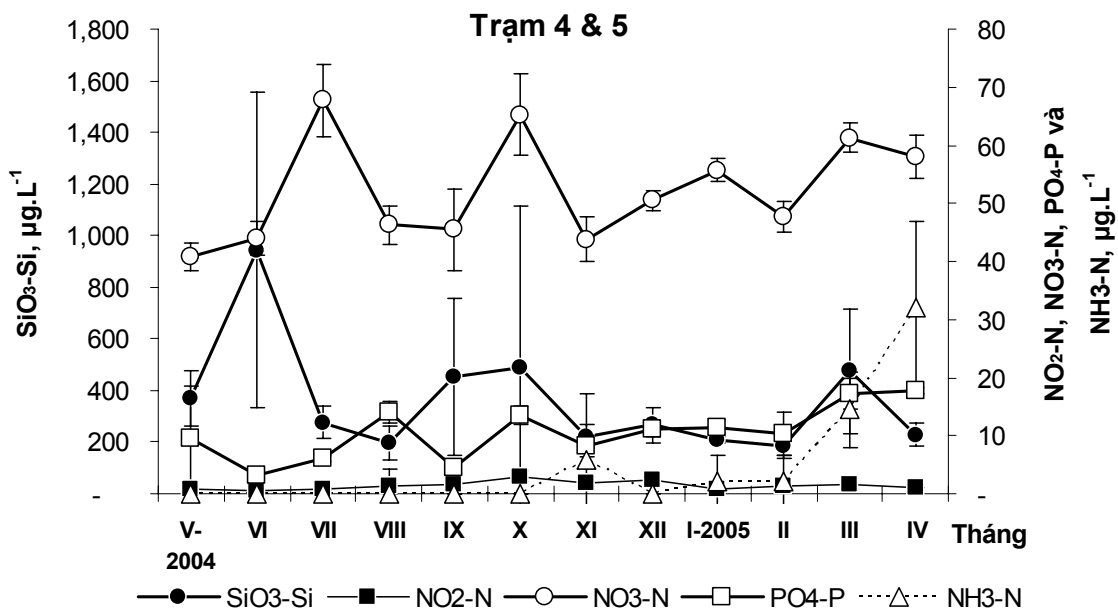
Hình 6A. Sự biến đổi các muối dinh dưỡng ở Trạm 1 -ao nuôi tôm Sú, chú ý đến đỉnh cao của NH₃-N và NO₂-N (các mũi tên) trong tháng VIII-2004 (xem thêm Hình 7).



Hình 6B: Sự biến đổi của các muối dinh dưỡng trong thời kỳ nở hoa của tảo Hai roi – *Alexandrium pseudogoniaulax* ở trạm 1 – ao tôm Sú, ngày thu mẫu đầu tiên là 20-VIII.



Hình 7. Sự biến đổi hàm lượng trung bình (± 1 S.D.) các muối dinh dưỡng ở tổ hợp trạm 2 và trạm 3, Đầm Nha phụ trong thời gian nghiên cứu.



Hình 8. Sự biến đổi hàm lượng trung bình (± 1 S.D.) các muối dinh dưỡng ở tổ hợp trạm 2 và trạm 3, Đầm Nha phụ trong thời gian nghiên cứu.

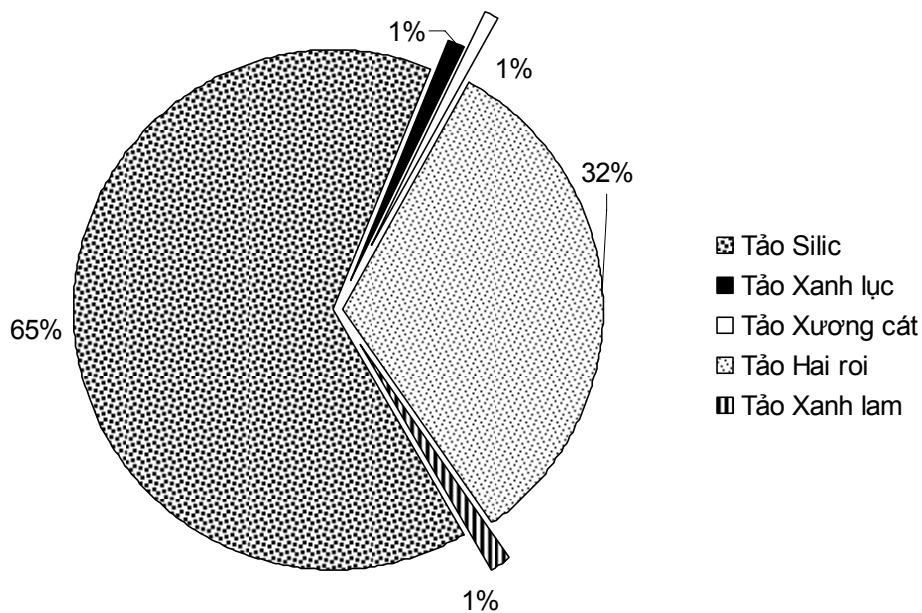
Tại các tổ hợp trạm 2&3 và 4&5, hàm lượng muối nitrat có biến đổi nhiều theo hình răng cưa không thể hiện qui luật nào rõ rệt và silic có hàm lượng trung bình cao vào tháng VI-2004 và sau đó giảm có ý nghĩa vào các tháng còn lại (Hình 7 và Hình 8).

Hàm lượng ammoni ở tổ hợp trạm 2&3 có 2 đỉnh cao vào tháng IX-2004 và tháng III-2005 với giá trị khoảng $14 \mu\text{g.L}^{-1}$, giá trị vết được ghi nhận tại các trạm còn lại. Tại trạm 4&5 hàm lượng ammoni không được phát hiện vào thời kỳ mùa khô của năm 2004, nhưng lại có giá trị cao vào tháng XI-2004 (mùa mưa) và tháng IV-2005 (thời kỳ chuyển tiếp gió mùa) tương ứng với 11,5 và $14,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Hình 7 và Hình 8).

4. Cấu trúc quần xã Thực vật phù du

4.1. Phân bố thành phần loài

Với 233 loài Thực vật phù du được ghi nhận tại 5 trạm nghiên cứu. Lớp tảo Silic (*Bacillariophyceae*) có số loài nhiều nhất, 150 loài chiếm 65%; kế đến là lớp tảo Hai roi (*Dinophyceae*) có 75 loài chiếm 32%, các lớp tảo khác như tảo Xanh lục (*Chlorophyceae*) có 2 loài, tảo Xanh lam hay Vi khuẩn lam (*Cyanophyceae* hoặc *Cyanobacteria*) có 3 loài, và tảo Xương cát (*Dictyochophyceae*) có 2 loài với tỉ lệ khoảng 1% cho mỗi lớp tảo.

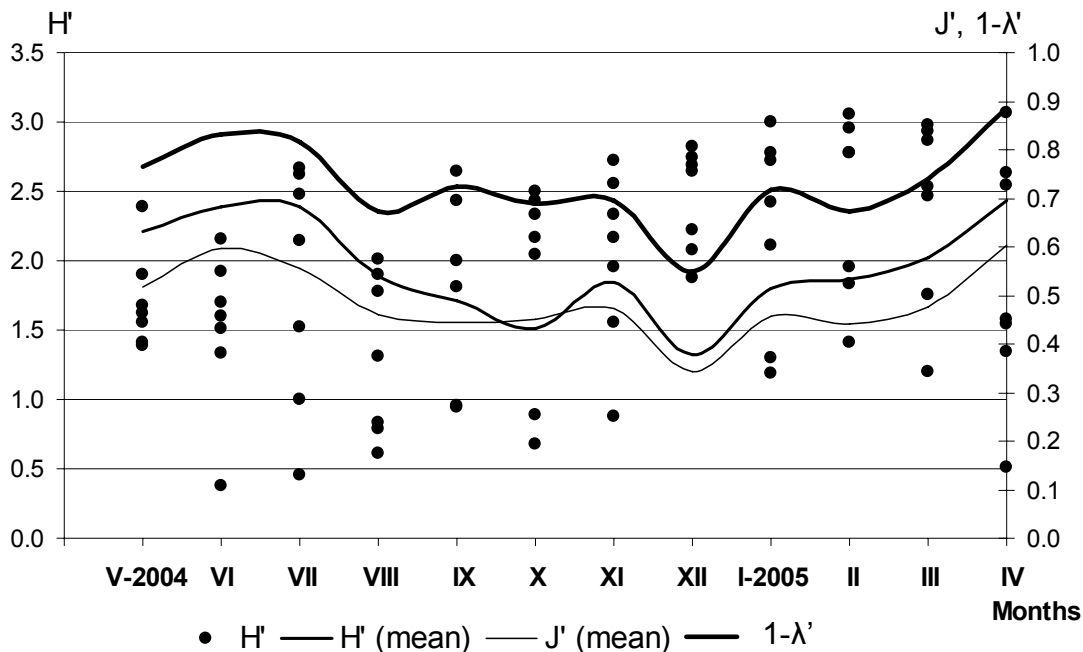


Hình 9. Phân bố tỉ lệ giữa các nhóm tảo phù du ghi nhận trong thời gian khảo sát.

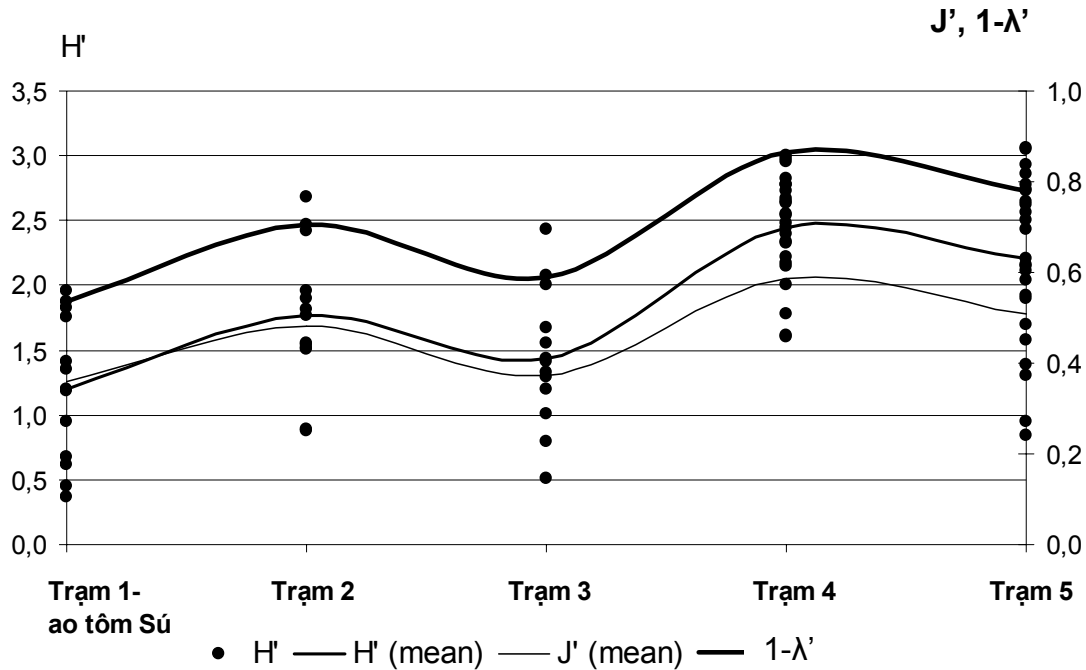
Không tìm thấy sự khác biệt lớn về số lượng loài giữa các tháng khảo sát. Số lượng loài dường như cao vào mùa mưa trong thời kỳ thịnh hành của gió mùa Đông bắc (Phụ lục 3). Chi có số lượng loài cao nhất là các chi tảo Silic - *Chaetoceros* với 31 loài, tiếp theo là các chi *Bacteriastrum*, *Rhizosolenia* (bao gồm cả chi *Proboscia* và chi *Pseudosolenia*), riêng chi *Pseudo-nitzschia* có thể có từ 4-6 loài. Các chi tảo Hai roi như *Alexandrium*, *Prorocentrum*, và *Protoperidinium*, mỗi chi có 8 loài.

4.2. Sự đa dạng loài Thực vật phù du theo thời gian và theo trạm

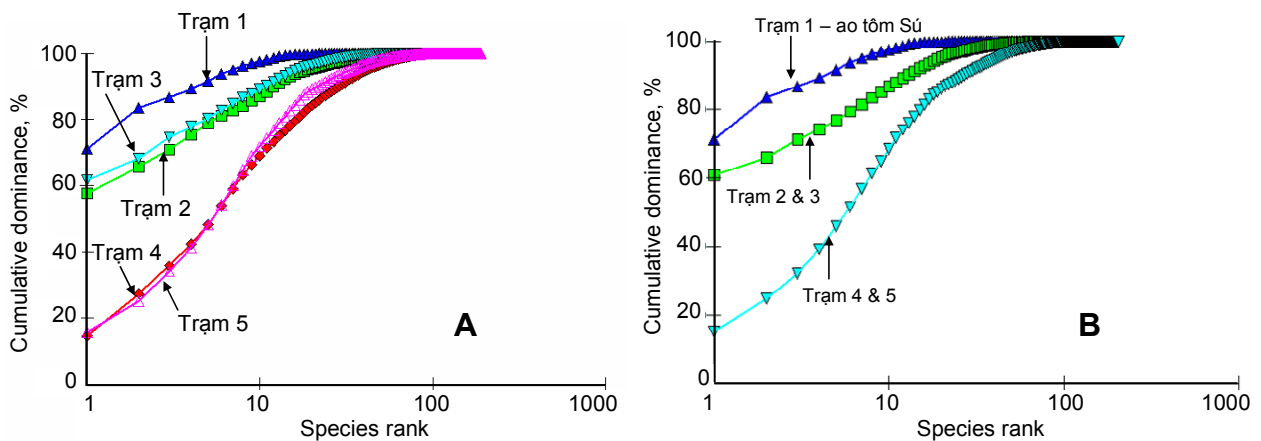
Đa dạng loài TVPD đầm Nha Phu biến động khá rõ theo thời gian. Chỉ số đa dạng cao hơn ghi nhận được vào khoảng giữa cuối mùa khô (tháng 4 – tháng 7) và thấp trong khoảng thời gian mùa mưa (Hình 10A). Hình 1 cho thấy biến động các chỉ số đa dạng H' (chỉ số Shannon) và cân bằng J' (chỉ số Pielou) theo tháng. Ngoài ra một chỉ số đa dạng khác được tính là chỉ số Simpson ($1-\lambda'$). Chỉ số đa dạng Simpson cho thấy biến động đa dạng loài khá tương đồng với chỉ số H' , tuy nhiên các tháng IX – XI có mức độ dao động thấp hơn so với chỉ số H' . Hình 10B biểu diễn biến động chỉ số đa dạng theo trạm. Xu hướng biến động của các chỉ số đều tương tự nhau, thấp ở các trạm trong đầm (2, 3) và ao tôm (1) và cao ở ngoài cửa đầm (trạm 4, 5). Đa dạng loài ở trạm 1 - ao tôm Sứ thấp nhất, có lẽ do ảnh hưởng của việc bón phân khi nuôi tôm tạo nên sự bùng phát mật độ và ưu thế của một hay vài loài. Chất thải và sự phân hủy vật chất hữu cơ từ hoạt động nuôi trồng cũng là một trong các nguyên nhân đưa đến sự gia tăng mật độ tế bào tảo làm giảm mất sự đa dạng loài ở tổ hợp trạm 2 & 3.



Hình 10A. Biến động chỉ số đa dạng Shannon (H') cân bằng Pielou (J') và đa dạng Simpson ($1-\lambda'$) theo thời gian (kí hiệu • biểu diễn chỉ số H' cho từng mẫu).



Hình 10B. Biến động chỉ số đa dạng Shannon (H') cân bằng Pielou (J') và đa dạng Simpson ($1-\lambda'$) giữa các trạm nghiên cứu (kí hiệu ● biểu diễn chỉ số H' cho từng mẫu)



Hình 11 A và B. Biểu đồ ưu thế k của 5 trạm thu mẫu (A) và sau khi tổ hợp trạm (B).

4.3. Phân tích ưu thế k (k-dominance)

Phân tích ưu thế k theo khu vực giữa các trạm cũng cho thấy có sự khác nhau cũng như sự tương đồng cao tại 5 trạm nghiên cứu và cũng từ kết quả phân tích sự ổn định của quần xã TVPD cho thấy sự tổ hợp của 3 nhóm trạm như đã phân tích trên đây. Trạm 1- ao tôm Sú và tổ hợp trạm 2 & 3 có mức độ ổn định quần xã thấp nhất và sự phát triển ổn định cao nhất ở tổ hợp trạm 4 và 5 (Hình 11A và B). Yếu tố

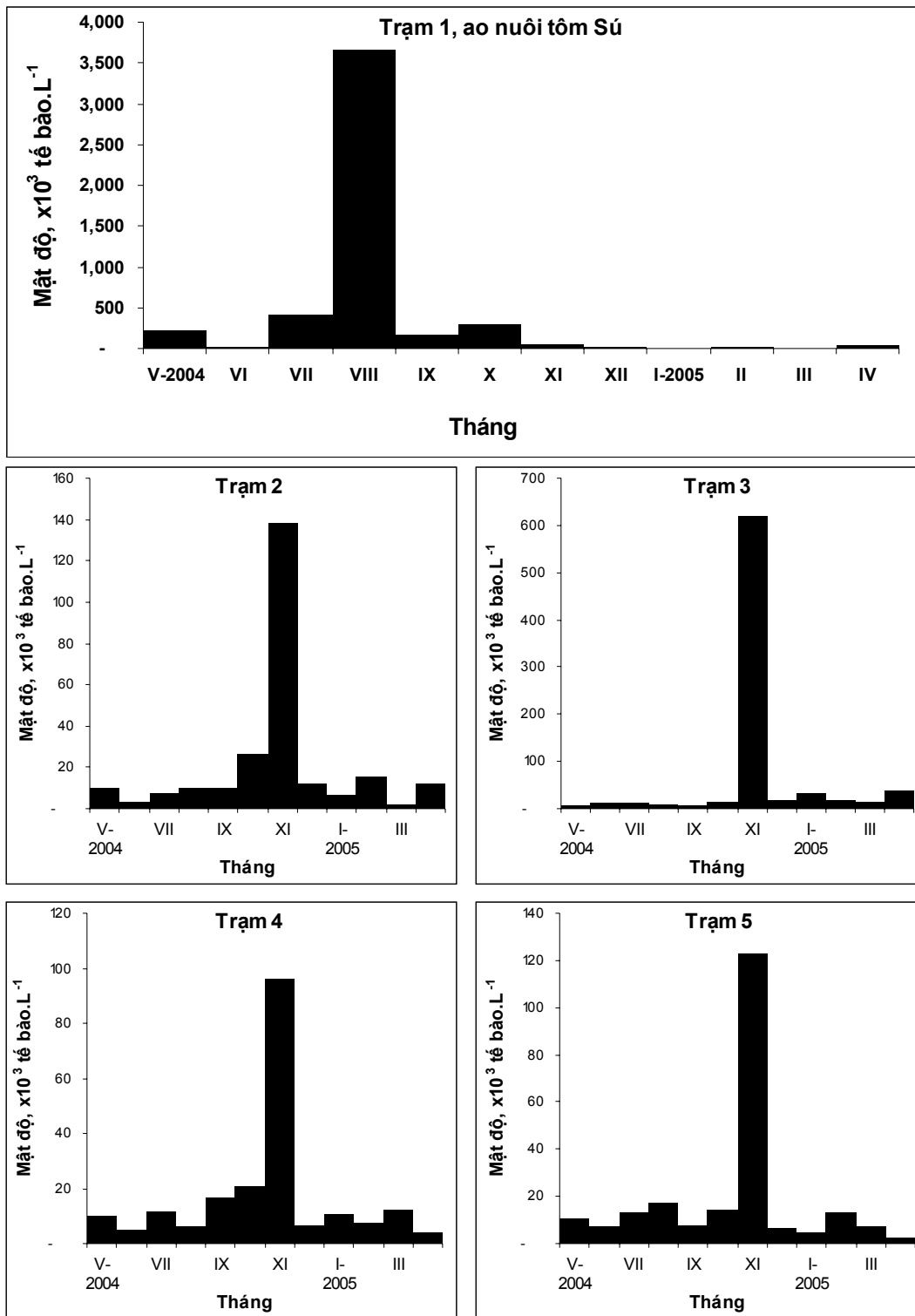
ảnh hưởng khá rõ ở đây là dinh dưỡng (Nitrate và Phosphate). Khi phân tích riêng biệt các trạm với nhau cũng cho thấy chiều hướng tương tự như khi phân tích khu vực và biến động giữa các trạm trong khu vực là tương tự và không cách biệt (Hình 10A) do đó việc phân chia khu vực là có thể tin cậy được đồng thời gradient ảnh hưởng xáo trộn (có thể do dinh dưỡng) giảm dần từ trong ra cửa đầm cũng được khẳng định.

Dựa vào kết quả phân tích Simper, các loài ưu thế xuất hiện trong các tháng khác nhau được trình bày trong bảng 3. *Pleurosigma* sp. là loài rất thường gặp và chiếm ưu thế cao trong các tháng XII-2004, I và II-2005, các tháng mùa khô, nhiệt độ thấp. Chúng cũng có tần số xuất hiện cao trong các tháng V và VI-2004.

Bảng 3. Phân tích SIMPER cho thấy sự phân bố của các loài theo thời gian khác nhau trong suốt thời gian nghiên cứu từ tháng V-2004 đến tháng IV-2005.

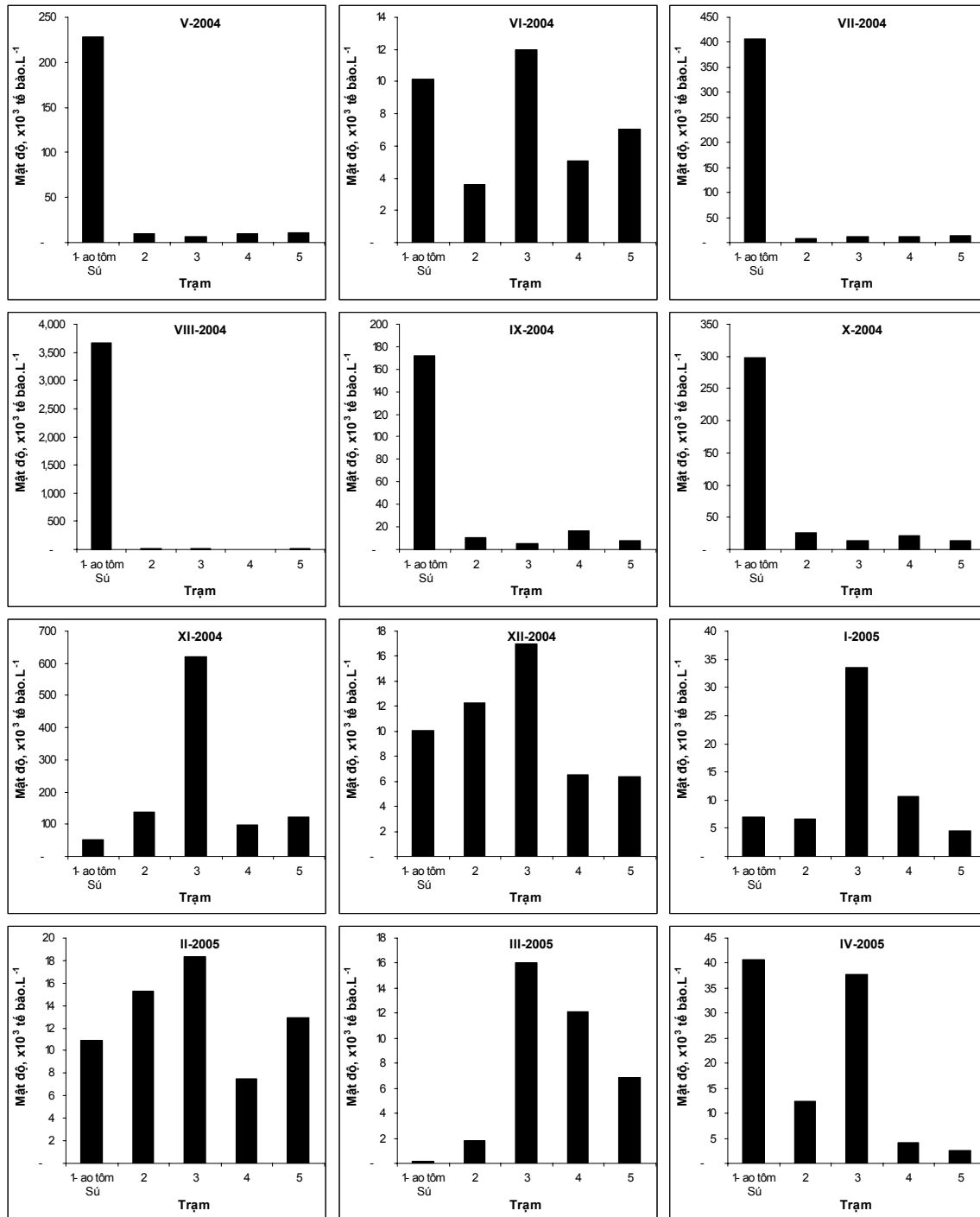
Thời gian	Loài ưu thế	Phân bố %	% Tích Lũy
Tháng V-2004	<i>Proboscia alata</i> <i>Protoperidinium</i> spp. <i>Pleurosigma</i> sp. <i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	31.93 28.56 18.71 7.38	31.93 60.50 79.20 86.58
Tháng VI-2004	<i>Protoperidinium</i> spp. <i>Thalassionema frauenfeldii</i> <i>Pleurosigma</i> sp.	40.69 26.36 16.24	40.69 67.05 83.29
Tháng VII-2004	<i>Protoperidinium</i> spp. <i>Procentrum micans</i>	31.79 20.05	31.79 51.84
Tháng VIII-2004	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> <i>Nitzschia</i> sp. <i>Chaetoceros</i> spp.	31.09 27.06 12.71	31.09 58.15 70.86
Tháng IX-2004	<i>Protoperidinium</i> spp. <i>Nitzschia</i> sp.	34.75 10.42	34.75 45.17
Tháng X-2004	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> <i>Pleurosigma</i> sp. <i>Protoperidinium</i> spp. <i>Thalassionema nitzschioides</i>	35.87 15.42 10.64 9.17	35.87 51.29 61.92 71.10
Tháng XI-2004	<i>Cylindrotheca closterum</i> <i>Guinardia striata</i>	24.42 24.40	24.42 8.82
Tháng XII-2004	<i>Pleurosigma</i> sp. <i>Nitzschia</i> sp. <i>Protoperidinium</i> spp.	20.48 18.24 14.07	20.48 38.72 52.79
Tháng I-2005	<i>Pleurosigma</i> sp. <i>Cylindrotheca closterum</i> <i>Nitzschia</i> sp.	22.03 16.60 10.08	22.03 38.64 48.72
Tháng II-2005	<i>Cylindrotheca closterum</i> <i>Pleurosigma</i> sp.	35.08 11.92	35.08 47.00
Tháng III-2005	<i>Protoperidinium</i> spp. <i>Chaetoceros</i> spp. <i>Pleurosigma</i> sp.	24.25 22.37 6.09	24.25 46.62 52.72
Tháng IV-2005	<i>Cylindrotheca closterum</i> <i>Protoperidinium</i> spp.	29.74 25.14	29.74 54.89

4.4. Sự biến đổi sinh vật lượng



Hình 12. So sánh sự biến đổi tổng mật độ tế bào trung bình giữa các trạm, chú ý sự khác nhau của trục Y, mật độ tế bào..

Nhìn chung, mật độ tế bào TVPD có xu thế cao tập trung vào tháng XI, vào thời kỳ có lượng mưa tương đối cao trong năm, cũng rơi vào thời điểm mạnh dần lên của gió mùa Đông bắc. Tuy nhiên cũng có thể nhìn thấy rằng mật độ cao nhất thuộc về trạm 3 với giá trị $>600 \times 10^3 \cdot L^{-1}$ (Hình 12 và 13).



Hình 13. So sánh sự biến đổi tổng mật độ tế bào trung bình giữa các tháng.

5. Sự xuất hiện các loài tảo độc hại

5.1. Thành phần loài

Bảng 4. Thành phần loài tảo độc hại ở đầm Nha Phu

Thứ tự	Tên khoa học Chi /loài	2004								2005			
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
I. Lớp tảo Silic - Bacillariophyceae													
1	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
II. Lớp Vi khuẩn lam - Cyanophyceae													
2	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	+								+	+	+	+
3	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	+	+										
III. Lớp tảo Hai roi - Dinophyceae													
4	<i>Alexandrium affine</i>												+
5	<i>Alexandrium insuetum</i>	+											+
6	<i>Alexandrium leei</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
7	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	+	+	+	+				+		+		+
8	<i>Alexandrium fraterculus</i>		+					+		+		+	
9	<i>Alexandrium tamarense</i>		+		+	+	+						+
10	<i>Alexandrium tamiyavanichi</i>	+	+					+	+	+	+		
11	<i>Alexandrium tamutum</i>		+	+						+			
12	<i>Coolia monotis</i>	+	+	+	+	+							+
13	<i>Dinophysis cf. acuminata</i>	+			+					+	+	+	+
14	<i>Dinophysis caudata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	<i>Dinophysis hastata</i>												+
16	<i>Dinophysis miles</i>	+	+		+			+			+		+
17	<i>Dinophysis mitra</i>	+	+	+							+	+	
18	<i>Dinophysis sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	<i>Gambierdiscus toxicus</i>	+	+	+									+
20	<i>Gonyaulax verior</i>			+	+						+		+
21	<i>Noctiluca scintillans</i>								+				+
22	<i>Ostreopsis ovata</i>		+	+	+						+		+
23	<i>Prorocentrum cf. baltricum</i>	+		+				+	+		+	+	
24	<i>Prorocentrum emarginatum</i>	+			+					+			+
25	<i>Prorocentrum rathymum</i>	+	+	+	+	+				+	+		+
26	<i>Prorocentrum minimum</i>	+	+	+									
	Tổng số	18	17	13	13	7	8	8	11	12	7	17	11

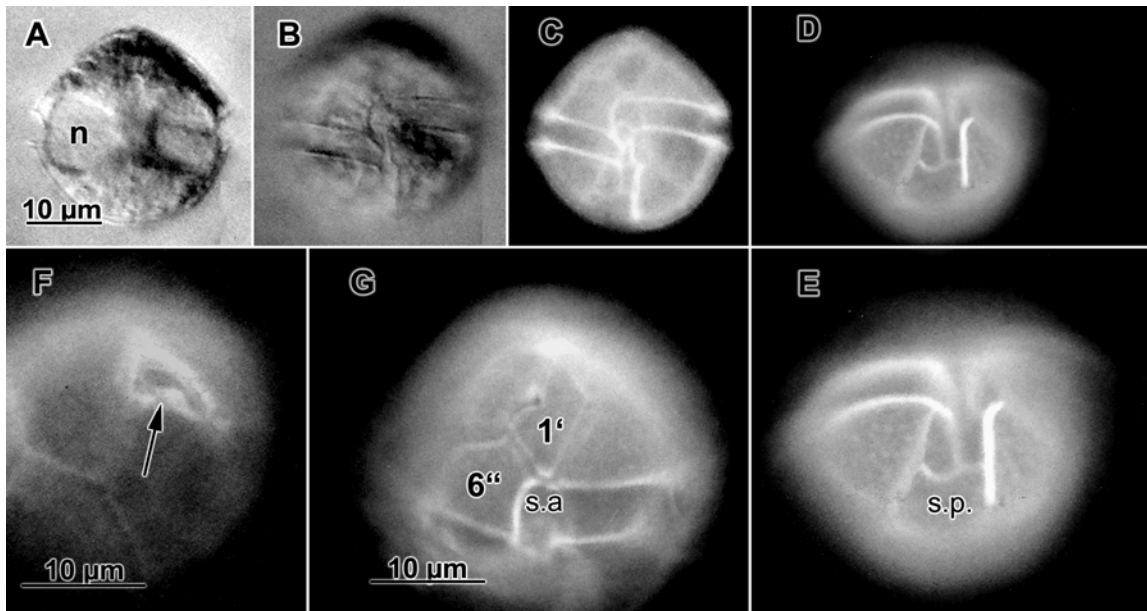
26 loài tảo có khả năng độc hại được tìm thấy trong suốt thời gian nghiên cứu từ tháng V/2004 cho đến tháng IV/2005 (Bảng 4). Trong đó chỉ có số lượng loài nhiều nhất là chi *Alexandrium* với 8 loài, *A. tamutum* là ghi nhận mới cho khu hệ tảo Hai roi biển Việt Nam (Nguyễn Ngọc Lâm 2005, đang in).

Mô tả loài *A. tamutum*, ghi nhận mới cho khu hệ tảo Hai roi Phù du ở Việt Nam.

Alexandrium tamutum Montresor, Beran, and John 2004, Các hình 14A-G

Tài liệu dẫn. Montresor và cs. 2004: 398-411, Figs 1-5

Mô tả. Tế bào có kích thước trung bình, chiều cao gần bằng chiều rộng khoảng 25-30 μm . Tế bào sống đơn độc không liên kết thành chuỗi. Nhân ở vị trí trung tâm ngay phần rãnh ngang (Hình 14F. Tấm 1' liên kết với hệ thống lỗ đỉnh (A.P.C.). Tấm lỗ đỉnh lõm vào ở mặt dưới (Hình 14F). Lỗ bụng ở ngay vị trí trung tâm trên mép phải của tấm 1' (Hình 14G). Tấm trên rãnh dọc không có phần phụ trước rãnh ngang. Tấm dưới rãnh dọc hình chữ nhật, chiều ngang lớn hơn chiều cao (Hình 9a-b) và theo kiểu của *minutum*. Rãnh ngang rộng và chạy ngược chiều kim đồng hồ, khoảng cách hoán vị của 2 đầu rãnh ngang bằng 1 chiều rộng rãnh (Hình 14B-C). Rãnh dọc rộng (Hình 14C).



Hình 14A-G. *Alexandrium tamutum*: - Hình 14A. Hình thái tế bào nhìn từ mặt bụng cho thấy vị trí của nhân (n); - Hình 14B & C. Mặt trước tế bào cho thấy rãnh ngang; - Hình 14D & E. Cùng một tế bào cho thấy tấm hình thái dưới rãnh dọc (s.p.); - Hình 14F. Tấm lỗ đỉnh với lỗ dầu phẩy và chỗ lõm vào ở mặt dưới. - Hình 14G. Mặt trước tế bào cho thấy tấm 1' với lỗ bụng (mũi tên) và hình thái tấm 6''. Hình 14A - Ảnh chụp dưới thấu kính tương phản pha vi phân. Hình 14C - G. Tế bào nhuộm calco fluor white và chụp dưới thấu kính huỳnh quang. Các hình 14A-14D có cùng thước tỉ lệ. Hình 14E có cùng thước tỉ lệ với Hình 14F.

Thảo luận. Nhìn từ mặt bụng, tế bào rất gần với loài *A. tamarense* bởi đặc trưng của A.P.C. và các tấm 1', 6'' cũng như vị trí lỗ bụng trên mép phải của tấm 1'. Nhìn từ đỉnh của phần vỏ dưới, tấm sau rãnh dọc hoàn toàn có đặc trưng của nhóm *minutum*. Đó là các lý do để Montrosor và cs. (2004) tạo ra loài mới này. Mẫu vật mô tả trong nghiên cứu này hoàn toàn phù hợp với mô tả của Montrosor và cs. (2004); loài của Hansen và cs. (2001) đã mô tả có thể là loài *A. tamutum*. Song, loài *A. tamutum* của Montrosor và cs. (2004) lại rất giống loài được mô tả bởi MacKenzie và Todd (2004), điểm khác biệt giữa 2 mô tả là vị trí của tấm 1'. Ở chi phụ Gessnerium, tấm 1' thường có hình dạng 5 cạnh. Vài loài trong chi phụ *Alexandrium* cũng có thể tấm 1' không liên kết với tấm đỉnh bởi sự dính nhau một đoạn ngắn của tấm 2' và 4' như trong trường hợp của *A. minutum*, *A. kutnerae*, và *A. tropicales* (Balech 1995). Điều này có thể được xem như 'không liên kết giả'. Trong trường hợp này loài *A. tamutum* có thể là loài đồng vật của *A. camurasculatum*.

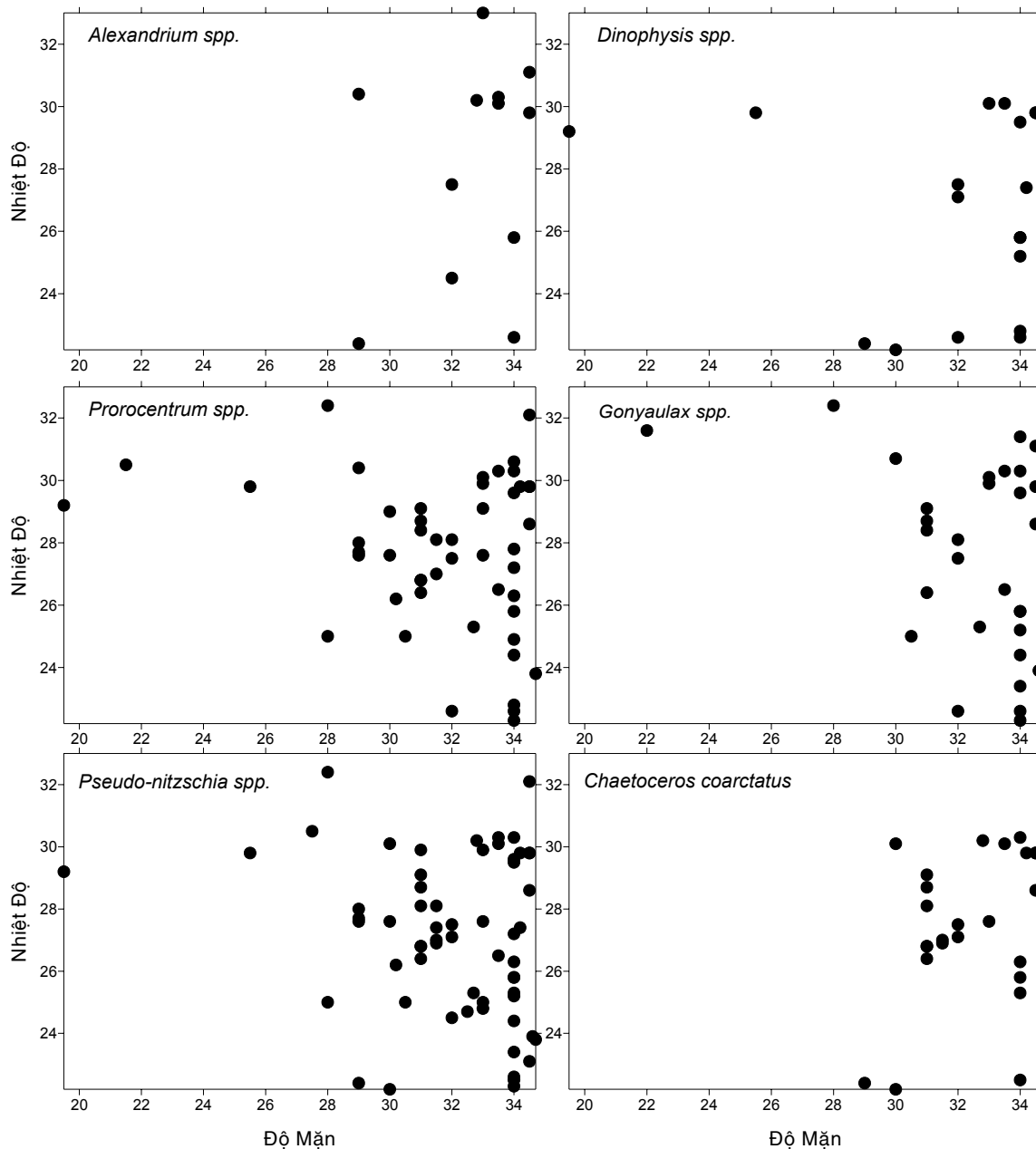
Phân bố. Montrosor và cs. (2004) đã tìm thấy loài mới này ở Italy. *A. tamutum* được phát hiện có trong các ao nuôi tôm ven bờ Khánh Hòa.

Số lượng loài tảo độc hại được tìm thấy cao nhất vào các tháng mùa khô của thời kỳ gió mùa Tây nam và số lượng loài giảm vào thời kỳ chuyển tiếp gió mùa (intermoonson); tuy vậy cũng có thể quan sát thấy được sự phong phú của thành phần loài tảo độc hại trong thời kỳ mạnh của gió mùa Đông bắc (tháng I/2005). So sánh với thành phần loài tảo có khả năng độc hại trong vùng biển Khánh Hòa (Bảng 1), số lượng loài ở đầm Nha Phu chiếm gần 58% và tất cả các loài tìm thấy trong đầm đều hiện diện trong các vùng lân cận như các vịnh Vân Phong, Nha Trang và Cam Ranh. Cho đến nay, *A. tamutum* chỉ mới được ghi nhận trong ao nuôi tôm Sú (trạm 1), điều kiện nhiệt độ cao và pH thấp có thể là các giới hạn sự phát triển của các loài *Alexandrium* khác tại trạm 1 - ao tôm Sú.

5.2. Sinh thái phát triển của một số chi tảo độc hại

Chi *Alexandrium*

8 loài thuộc chi *Alexandrium* được xác định, trong đó loài *A. tamutum* có phân bố hẹp và chỉ được tìm thấy khá phổ biến trong các tháng VI và VII trong ao nuôi tôm Sú. *A. leei* xuất hiện hầu như quanh năm, điều này cũng khá phù hợp với nghiên cứu trước đây của Nguyễn Ngọc Lâm và Larsen (2004a). Dù vậy, biên độ độ mặn phù hợp cho sinh thái phát triển của các loài trong chi này vào khoảng 30-32 ‰ và loài có khả năng thích ứng với biên độ rộng của nhiệt độ từ 24 đến 30°C (Hình 15).



Hình 15. Phân bố của vài chi tảo có khả năng độc hại trong điều kiện nhiệt - muối.

Mật độ cao nhất (khoảng 600 TB.L^{-1}) của loài này được tìm thấy ở các trạm 3 vào đầu mùa mưa trong các tháng IX và X. Các trạm và tháng còn lại loài có mật độ không đáng kể (Hình 15).

Sự bùng phát mật độ tế bào của loài *A. pseudogoniaulax* ở trạm 1 - ao nuôi tôm Sú đã được quan sát đồng thời cùng với sự đo đạc các muối dinh dưỡng (Hình 6B). Vào đầu thời kỳ nở hoa (?), ngày 20 tháng VIII-2004, mật độ tế bào đạt $236 \times 10^3 \text{ TB.L}^{-1}$ (Hình 17), ngay vào thời kỳ mật độ cao nhất cũng là thời kỳ hàm lượng amonni đạt cực đại và giá trị này giảm dần theo thời gian, trong khi đó sự

giảm có ý nghĩa của hàm lượng phosphat, nitric và nitrat được ghi nhận ở thời điểm 4 ngày sau lần đo đạc đầu tiên (Hình 6B). Sự gia tăng hàm lượng ammoni và nitric có liên quan nhiều đến sự phân hủy của các tế bào sau khi đạt giá trị cực đại về sinh trưởng và có thể quần thể tảo nở hoa trong giai đoạn cân bằng và đang trong tình trạng già, thoái hóa.

Chúng tôi chưa tìm thấy một ảnh hưởng có hại nào của sự bùng phát *A. pseudogoniaulax* trên sự phát triển của tôm Sú nuôi trong suốt thời gian nở hoa, mặc dù có sự gia tăng của hàm lượng ammoni và nitric.

Hầu hết các loài *Alexandrium* đều có mật độ thấp, riêng loài *A. fraterculus* xuất hiện ở trạm 3 và trạm 4, mật độ cao nhất cũng chỉ đạt xấp xỉ 200 tế bào.L⁻¹ vào các tháng VI, IX, XI và XII năm 2004 (Hình 16)

Chi *Dinophysis*

Loài *D. caudata* hầu như xuất hiện quanh năm tại các trạm nghiên cứu, loài có thể thích nghi với biên độ độ mặn và nhiệt độ rộng, tuy nhiên chúng có tần số xuất hiện cao trong độ mặn từ 32 – 34 ‰ và nhiệt độ > 26°C. Loài *Dinophysis* sp. (nhóm *fortii*) cũng thường xuyên được tìm thấy trong năm, mặc dù có mật độ không quá 300 TB.L⁻¹, nhưng chúng hầu như được tìm thấy trong hầu hết các trạm nghiên cứu, ngoại trừ trạm 1 – ao tôm Sú (Hình 17).

Chi *Gonyaulax*

Mới đây, Rhodes và cs. (2006) đã phát hiện *Gonyaulax spinifera* là loài tảo độc hại, sản sinh độc tố yessotoxin. *G. spinifera* phân bố rộng trong các thủy vực nhiệt đới, rộng muối và thường xuất hiện với mật độ cao trong các vùng nước nông ven bờ, độ mặn thấp cùng với các loài tảo Hai roi khác như *Protoperdinium* spp., *Gonyaulax verior*, *G. polygramma*, ... Trong nghiên cứu này, các loài *Gonyaulax* xuất hiện ở độ mặn từ 28 (20)‰ cho đến >32‰ và nhiệt độ dao động từ <24 – 30°C (Hình 15). *G. spinifera* được ghi nhận ở tầng mặt hơn là tầng đáy, mật độ của chúng cao nhất không quá 300 TB.L⁻¹ và dường như loài này chỉ xuất hiện trong mùa khô ở các trạm 2 và 3 (Hình 18).

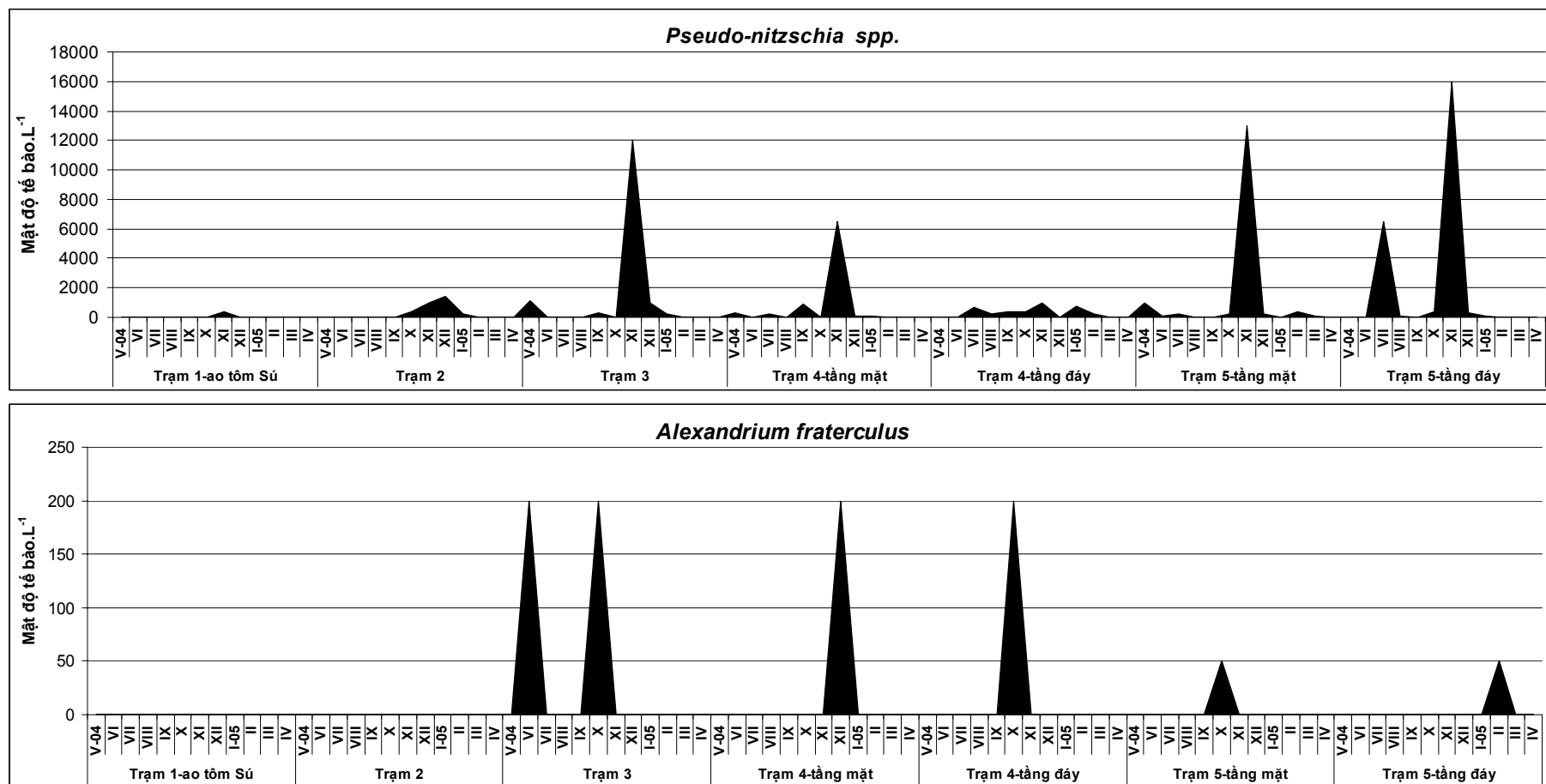
Chi *Prorocentrum*

8 loài *Prorocentrum* được ghi nhận, nhưng chỉ có 4 loài được xem như có khả năng độc hại (Bảng 4). Tần số xuất hiện các loài trong chi này không cao, ngoại trừ loài *P. micans* là loài phổ biến nhất được tìm thấy từ quanh năm bắc đến nam Việt Nam (Nguyễn Ngọc Lâm và cs. 2004). Các loài *Prorocentrum* thích nghi tốt nhất trong điều kiện độ mặn từ 32 – 34‰ và nhiệt độ >28 °C (Hình 15). Trong nghiên cứu này 2 loài *Prorocentrum* được chú ý là *P. rhathymum* và *P. micans*,

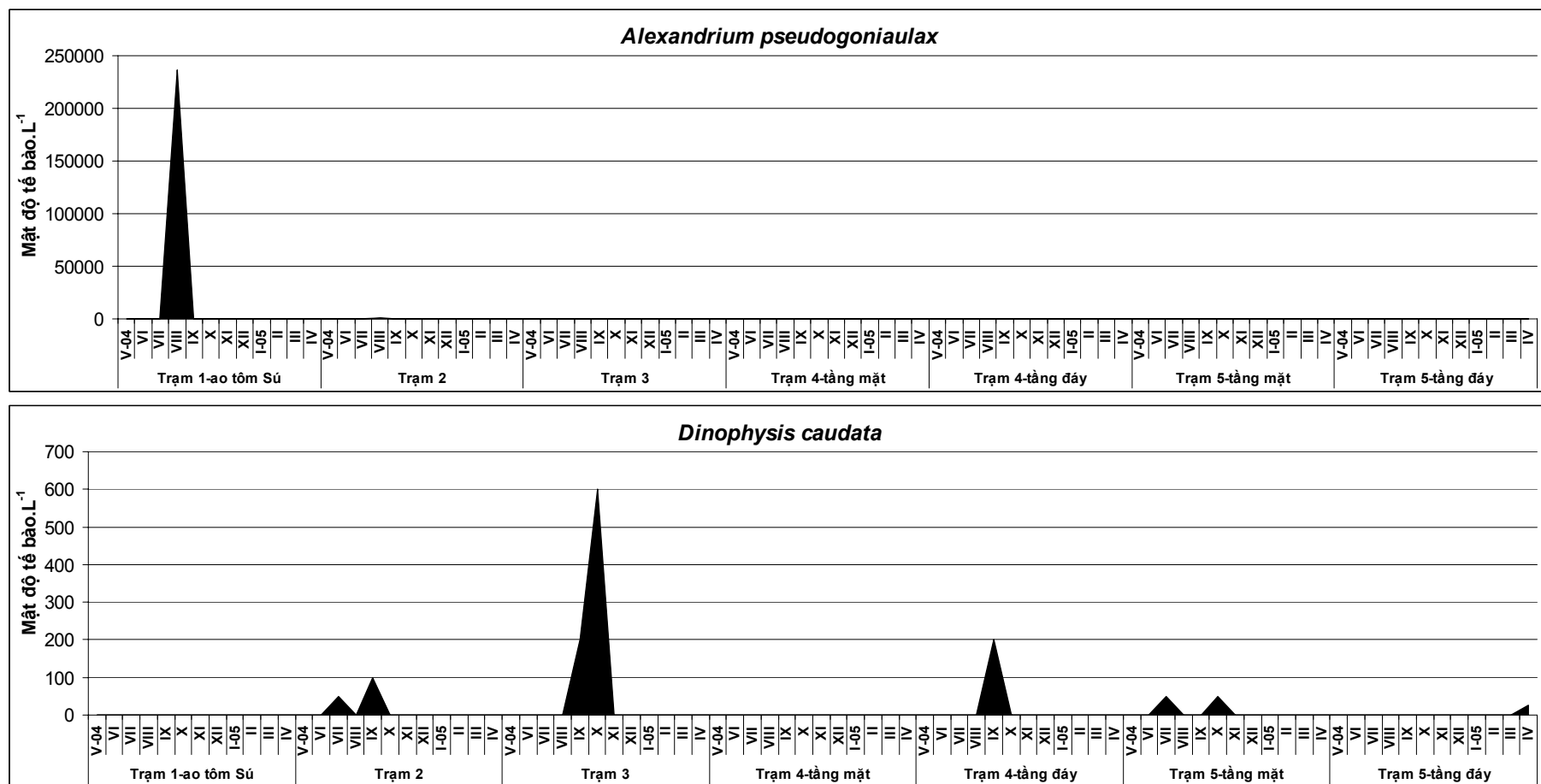
mật độ cao nhất của loài *P. rathymum* vào khoảng 100 TB.L⁻¹ phân bố rải rác trong năm, trong khi đó *P. micans* có đỉnh cao về mật độ (>1000 TB. L⁻¹, Hình 19) trong các tháng mùa khô (VI-VIII) và thời kỳ chuyển tiếp gió mùa (tháng IX),.

Chi *Pseudo-nitzschia*

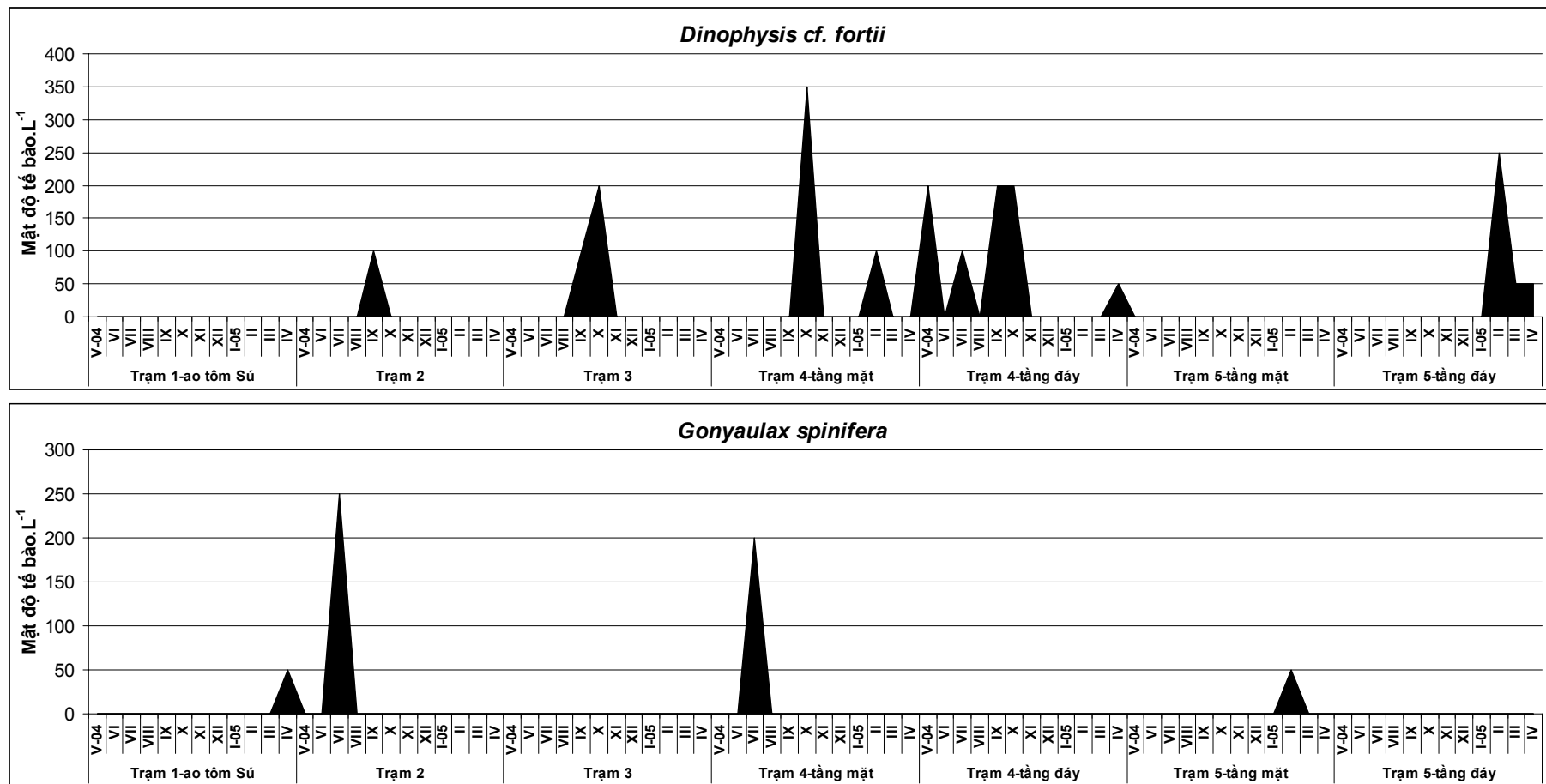
Trong toàn vùng biển Khánh Hòa có 6 loài *Pseudo-nitzschia* (Bảng 1, Skov và cs. 2004), loài *P. pungens* xuất hiện quanh năm trong vịnh Cam Ranh. Trong nghiên cứu của chúng tôi các mẫu vật *Pseudo-nitzschia* chưa được định loại đến loài, song có thể có từ 4-5 loài được tìm thấy trong vùng nghiên cứu, chúng xuất hiện quanh năm, sinh thái phân bố của các loài trong chi này đã được đề cập bởi Nguyễn Ngọc Lâm và cs. (2004). Từ hình 14, cũng có thể thấy rằng các loài *Pseudo-nitzschia* có phân bố trong khoảng độ mặn từ 32-34 ‰ và nhiệt độ >24 °C. Mật độ tế bào của loài cao nhất ở các trạm xa bờ (trạm 3, 4 và 5), đạt đến >15 x 10³ TB.L⁻¹ ở trạm 5 tầng đáy vào tháng XI (Hình 16). Các loài *Pseudo-nitzschia* hiếm gặp và có mật độ không đáng kể ở trạm 1 – ao tôm Sứ.



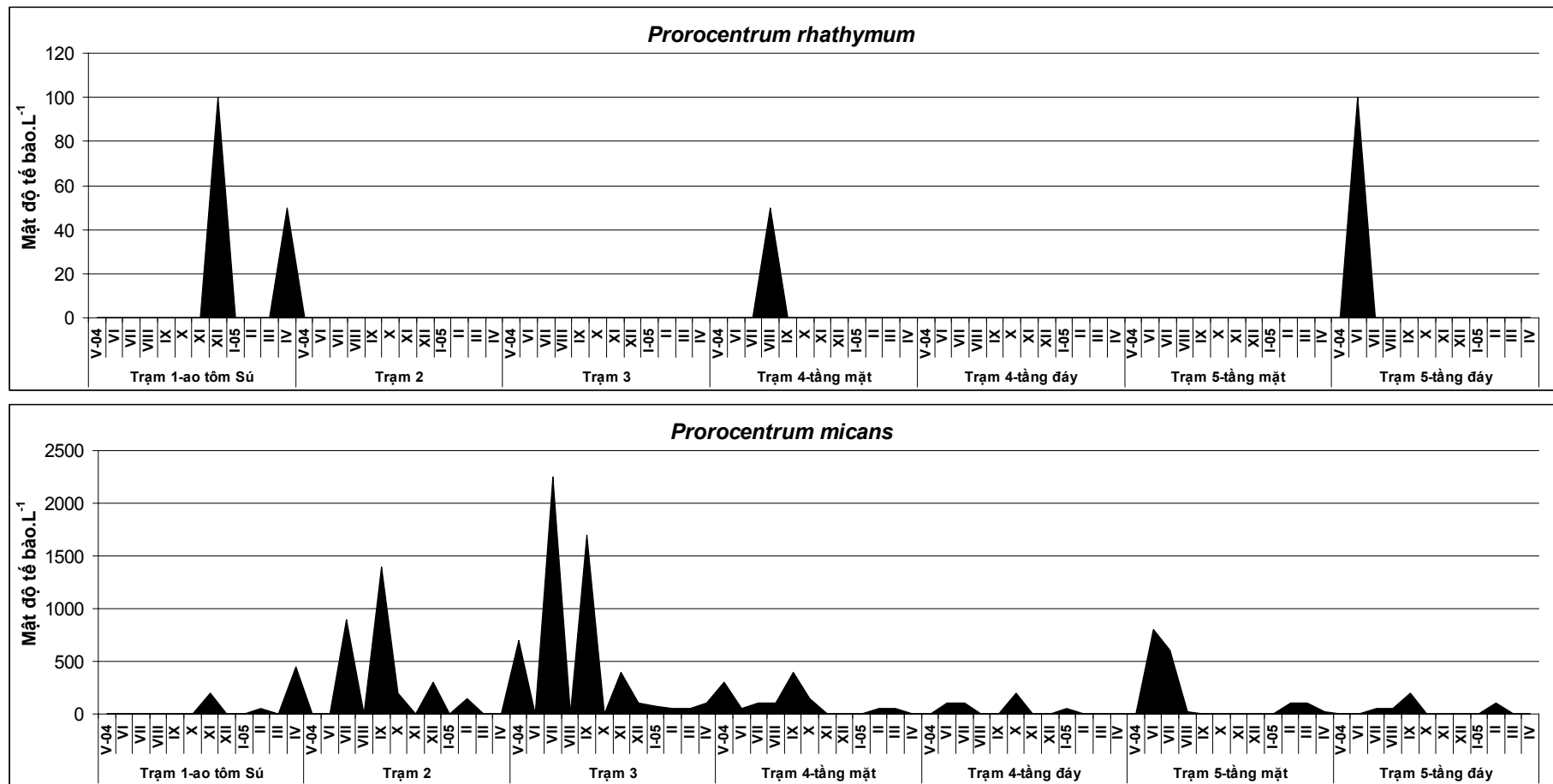
Hình 16. Sự biến đổi mật độ tế bào của vài loài tảo có khả năng độc hại: - Các loài *Pseudonitzschia* và *Alexandrium fraterculus*



Hình 17. Sự biến đổi mật độ tế bào của vài loài tảo có khả năng độc hại: - Các loài *Alexandrium pseudogoniaulax* và *Dinophysis caudata*



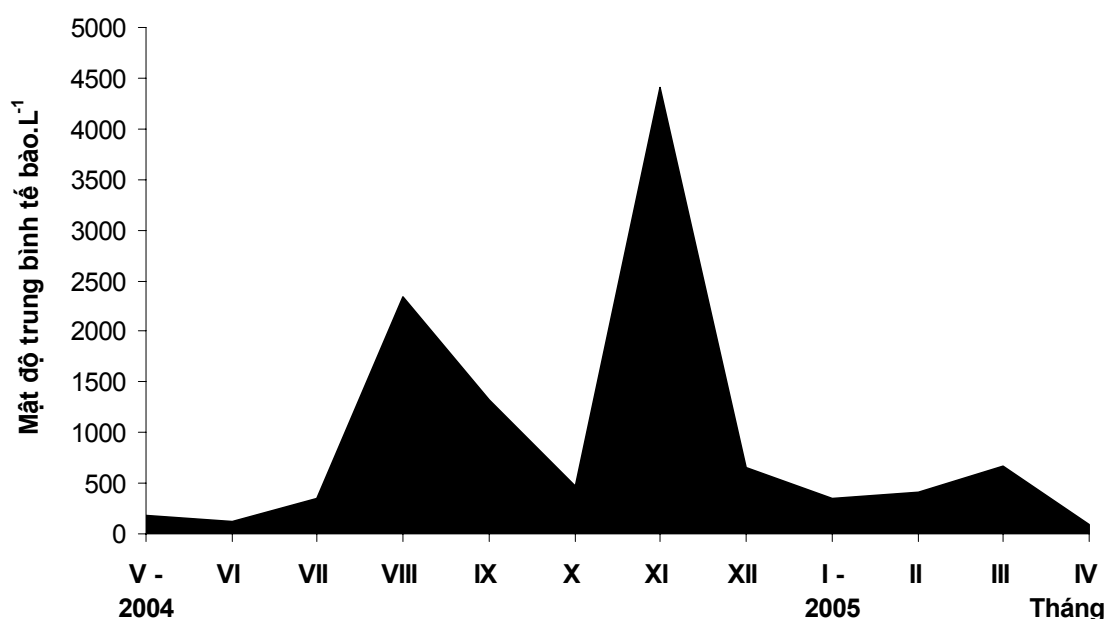
Hình 18. Sự biến đổi mật độ tế bào của vài loài tảo có khả năng độc hại: - Các loài *Dinophysis cf. fortii* và *Gonyaulax spinifera*



Hình 19. Sự biến đổi mật độ tế bào của vài loài tảo có khả năng độc hại: - Các loài *Prorocentrum rathymum* và *P. micans*.

Chi *Chaetoceros*

Là thành phần chủ yếu trong quần xã TVPD trong các thủy vực ven bờ nhiệt đới, chi này có đa dạng loài cao với hơn 30 loài trong vùng biển nghiên cứu, các loài có phân bố quanh năm như *C. affine*, *C. dydymus*, và *C. lorenzianus*. *Chaetoceros* thường phong phú trong điều kiện độ mặn từ 31-34 ‰ và nhiệt độ khoảng 27-29 °C (Hình 15). Mật độ cao nhất của các loài cũng trùng vào thời kỳ mưa nhiều trong năm, $> 40 \times 10^3$ TB.L⁻¹ ở trạm 3 vào tháng XI, trung bình < 5000 TB.L⁻¹ (Hình 20). Các loài có khả năng gây chết cơ học cho cá và động vật ăn lọc phải kể đến các loài có kích thước lớn với các lông gai phát triển như *C. coartatus*, *C. eibenii*, *C. seychellarum*, v.v....



Hình 20. Biến đổi mật độ tế bào trung bình của *Chaetoceros* spp. ở đầm Nha Phu.

V. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

- 26 loài tảo có khả năng độc hại đã được xác định trong suốt thời gian nghiên cứu,
- Sự nở hoa của loài tảo Hai roi – *Alexandrium pseudogoniaulax* được ghi nhận với mật độ $> 200 \times 10^3$ TB.L⁻¹, đồng thời với sự gia tăng hàm lượng của nitrat, nitric và ammoni,
- Không tìm thấy ảnh hưởng trực tiếp của *A. pseudogoniaulax* trên đối tượng nuôi – tôm Sú *Penaeus monodon*, chất lượng môi trường xấu (pH thấp, nitric và ammoni cao) có thể có tác động không nhỏ đến quá trình sinh thái – sinh lý trao đổi chất của vật nuôi.
- Cần có một chương trình giám sát và quản lý thủy vực nuôi trồng để có những cảnh báo kịp thời làm giảm thiểu tác hại của tảo nở hoa,
- Cần có những nghiên cứu sâu hơn về sinh lý phát triển và độc tố học của các loài có khả năng độc hại đã được phát hiện,
- Một chương trình giám sát tảo độc hại và thân mềm 2 mảnh vỏ có khả năng bị nhiễm độc để an toàn thực phẩm cho cộng đồng dân cư ven biển nói riêng và người tiêu thụ thực phẩm biển nói chung.

Lời cảm ơn

Công trình này là một phần của đề tài KC 09-19 được tài trợ bởi Nhà nước Việt Nam, do TS. Chu Văn Thuộc làm chủ nhiệm đề tài.

Tài liệu tham khảo

- Adnan, Q. 1989. Red tides due to *Noctiluca scintillans* (Macartney) Ehrenb. and mass mortality of fish in Jakarta Bay. – In: Okaichi, T., Anderson, D. M. & Nemoto, T. (eds), Red tides. Biology, environmental science, and toxicology, Elsevier, New York, pp. 53-55.
- Anderson, D. M. 1990. Toxin variability in *Alexandrium* species. – In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D. M. (eds), Toxic marine phytoplankton, Elsevier, New York, pp. 41-51.
- Anderson, D. M., Kulis, D. M., Doucette, G. J., Gallagher, I. C. & Balech, E. 1994. Biogeography of toxic dinoflagellates in the genus *Alexandrium* from the northeastern United States and Canada. – Mar. Biol. 120: 467-478.
- Anderson, D. M., Kulis, D. M., Sullivan, J. J., Hall, S. & Lee, C. 1990. Dynamics and physiology of saxitoxin production by the dinoflagellates *Alexandrium* spp. – Mar. Biol. 104: 511-524.
- Balech, E., 1995. The genus *Alexandrium* Halim (Dinoflagellata). - Sherkin Island Marine Station, 151 pp.
- Béchemin, C., Grzebyk, D., Hachame, F., Hummert, C. & Maestrini, S. 1999. Effect of different nitrogen/phosphorus nutrient ratios on the toxin content in *Alexandrium minutum*. – Aq. Mic. Ecol. 20: 157-165.
- Carpenter, E. J. & Capone, D. G. 1992. Nitrogen fixation in *Trichodesmium* blooms. - In: Carpenter, E. J., Capone, D. G. & Rueter, J. G. (eds), Marine pelagic Cyanobacteria: *Trichodesmium* and other Diazotrophs, NATO ASI Series, series C: mathematical and physical series, vol. 362, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 211-217.
- Cembella, A. D., Sullivan, J. J., Boyer, G. L., Taylor, F. J. R. & Anderson, R. I. 1987. Variation in paralytic shellfish toxin composition within the *Protogonyaulax tamarensis/catenella* complex: red tide dinoflagellates. – Biochem. Syst. Ecol. 15: 171-186.
- Charpy, L. & Larkum, A. W. D. (eds) 1999. Marine Cyanobacteria. – Bull. Inst. Oceanographique, Monaco, n. special 19: 1-624.
- Corrales, R. A. & Maclean, J. L. 1995. Impacts of harmful algae on seafarming in the Asia-Pacific areas. – J. App. Phycol. 7: 151-162.
- Drouet, F. 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae. – Academy of Natural Science of Philadelphia, Monograph 15: 1-370.
- Edler, L. (ed.) 1979. Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. – The Baltic Marine Biologists Publ. No. 5: 1-38.
- Edvardsen, B. & Paasche, E. 1998. Bloom dynamics and physiology of *Prymnesium* and *Chrysochromulina*. – In: Anderson, D. M., Cembella, A. D. & Hallegraeff, G. M. (eds), Physiological ecology of harmful algal blooms, NATO ASI series, Series G, Ecological sciences, vol. 41, Springer-Verlag, Berlin, pp. 193-208.

- Hallegraeff, G. M. 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. – *Phycologia* 32: 79-99.
- Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., Cembella, A. D. (eds). 2003. Manual on harmful marine microalgae, Monographs on oceanographic methodology 11, Unesco, Paris, 794 pp.
- Hansen, G., Turquet, J., Quod, J.P., Ten-Hage, L., Lugomela, C., Ogongo, B., Tunje, S., and Rakotoarinjahary, H., 2001. Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean – *a guide based on a preliminary survey*. IOC Manuals and Guides No. 41. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. 105 pp.
- Hard, J. J., Connell, L., Hershberger, W. K. & Harrell, L. W. 2000. Genetic variation in mortality of chinook salmon during a bloom of the marine alga *Heterosigma*
- Hasle, G. R. & Fryxell, G. A. 1995. Taxonomy of diatoms. – In: Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M. & Cembella, A. D. (eds). Manual on harmful marine microalgae. IOC Manuals and Guides no. 33. UNESCO, pp 339-364.
- Hiroishi, S., Uchida, A., Nagasaki, K. & Ishida, Y. 1988. A new method for identification of inter- and intra-species of the red tide algae *Chattonella antiqua* and *Chattonella marina* (Raphidophyceae) by means of monoclonal antibodies. – *J. Phycol.* 24: 442-444.
- Hoang, Q. T. 1963. Plankton in Nha trang Bay. 2. Dinoflagellates. - Institut Océanographique de Nha Trang. - *Annal de la Faculté des Saïgon* 2: 129-176 (in Vietnamese).
- Hoang, Q.T. 1962. Plankton in Nha trang Bay. 1. Diatoms: Bacillariales. - Institut, Océanographique de Nha Trang. - *Annal de la Faculté des Saïgon*. Contribution No. 59: 121 – 214, (in Vietnamese).
- Honjo T. 1993. Overview on the bloom dynamics and physiological ecology of *Heterosigma akashiwo*. - In: Smayda T. J., & Shizimu, Y. (eds), Toxic phytoplankton blooms in the sea, Elsevier, Amsterdam, pp. 33-41.
- Horiguchi T. 1995. *Heterocapsa circularisquama* sp. nov. (Peridinales, Dinophyceae); a new marine dinoflagellate causing mass mortality of bivalves in Japan. – *Phycol. Res.* 43: 129-136.
- Hwang, D. -F. & Lu, Y. H. 2000. Influence of environmental and nutritional factors on growth, toxicity, and toxin profile of the dinoflagellate *Alexandrium minutum*. – *Toxicon* 38: 1491-1503
- Imai I., Yamaguchi, M. & Watanabe, M. 1998. Ecophysiology, life cycle, and blooms of *Chattonella* in Seto Inland Sea. – In: Anderson, D. M., Cembella, A. D. & Hallegraeff, G. M. (eds), *Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms*, NATO ASI series, Series G, Ecological sciences, vol. 41, Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 95-112.
- Inouye, I., Hara, Y. & Chihara, M. 1992. Further observations on *Olisthodiscus luteus* (Raphidophyceae, Chromophyta); the flagellar apparatus ultrastructure. – *Jap. J. Phycol.* 40: 333-346.
- Janson, S., Siddiqui, P. J. A., Walsby, A. E., Romans, K., Carpenter, E. J. & Bergman, B. 1995. Cytomorphological characterization of the planktonic

- diazotrophic cyanobacteria *Trichodesmium* spp. from the Indian Ocean and Caribbean and Sargasso Seas. – J. Phycol. 31: 463-477.
- Kawachi, M. & Inouye, I. 1995. Functional roles of the haptonema and the spine scales in the feeding process of *Chrysochromulina spinifera* (Fournier) Pienaar et Norris (Haptophyta equals Prymnesiophyta). - Phycologia 34: 193-200.
- Kawachi, M., Inouye, I., Maeda, O. & Chihara, M. 1991. The haptonema as a food-capturing device: Observations on *Chrysochromulina hirta* (Prymnesiophyceae). - Phycologia 30: 563-573.
- Kim, M., Yoshinaga, I., Imai, I., Nagasaki, K., Itakura, S. & Ishida, Y. 1998. A close relationship between algicidal bacteria and termination of *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae) blooms in Hiroshima Bay, Japan. – Mar. Ecol. Prog. Ser. 170: 25-32.
- Kotaki, Y., Koike, K., Yoshida, M., Thuoc, C. V., Minh Huyen, N.T., Hoi, N. C., Fukuyo, Y. & Kodama, M. 2000. Domoic acid production in *Nitzschia* sp. (Bacillariophyceae) isolated from a shrimp-culture pond in Do Son, Vietnam. – J. Phycol. 36: 1057-1060.
- Lancelot, C., Keller, M. D., Rousseau, V., Smith, W. O. & Mathot, S. 1998. Autecology of the marine haptophyte *Phaeocystis* sp. – In: Anderson, D.M., Cembella, A. D. & Hallegraeff, G. M. (eds), Physiological ecology of harmful algal blooms, NATO ASI Series, vol G 41, Springer Verlag, Berlin, pp. 209-224.
- Larsen, J. & L. Nguyen-Ngoc (eds), 2004. Potentially toxic microalgae of Vietnamese waters. Opera Botanica, Copenhagen, 140: 216 pp.
- Long, B. M., Carmichael, W. W. 2003. Marine cyanobacterial toxins. – In: Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., Cembella, A. D. (eds), Manual on harmful marine microalgae, Monographs on oceanographic methodology 11, Unesco, Paris, 794 pp.
- Lundholm, N. & Moestrup, Ø. 2000. Morphology of the marine diatom *Nitzschia navis-varingica*, sp. nov. (Bacillariophyceae), another producer of the neurotoxin domoic acid. – J. Phycol. 36: 1162-1174.
- Mackenzie, L., De Salas, M., Adamson, J., and Beuzenberg, V., 2004. The dinoflagellate genus *Alexandrium* (Halim) in New Zealand coastal waters: Comparative morphology, toxicity and molecular genetics. Harmful Algae, Elsevier, 3: 71-92.
- Moestrup, Ø. 1994. Economic aspects: ‘blooms’, nuisance species and toxins. – In: The Haptophyte Algae, Green, J. C., & Leadbeater B. S. C. (eds.), Oxford University Press, Oxford, pp. 265-285.
- Montesor, M., John, U., Beran, A. and Medlin, L.K., 2004. *Alexandrium tamutum* sp. nov (Dinophyceae): A new nontoxic species in the genus *Alexandrium*. J. Phycol. 40: 398-411.
- Mortensen, A. M. 1985. Massive fish mortalities in the Faroe Islands caused by a *Gonyaulax excavata* red tide. – In: Anderson, D.M, White, A. & Baden, D.G. (eds), Toxic dinoflagellates, Elsevier, New York, pp 165-170.
- Nagasaki, K., Uchida, A. & Hiroishi, S. 1991. An epitope recognized by the monoclonal antibody MR-21 which is reactive with the cell surface of *Chattonella marina* Type II. - Nippon Suisan Gakkaishi 57: 885-890.

- Nguyễn Ngọc Lâm, 2005. Bổ sung hai loài tảo Hai roi (Dinophyta) : *Alexandrium satoanum* Yuki & Fukuyo và *A. tamutum* Montresor, Beran, and John cho khu hệ thực vật phù du biển Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 6, (đang in)
- Nguyen, N. L. & Doan, N. H. 1996. Harmful marine phytoplankton in Vietnam waters. – In: Yasumoto, T., Oshima, Y. & Fukuyo, Y. (eds), Harmful and toxic algal blooms, Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO, Paris, pp. 45-48.
- Nguyen, N. L. & Doan, N. H. 1997. The distribution of species composition and cell density of phytoplankton in the central Vietnam. - In: Dang, N.T., Nguyen, T.A., Nguyen, H.P., Le, P.T. & Vo, S.T. (eds), Proceedings of the national conference on marine biology, Nha Trang, Vietnam, Science and Technique Publishing House, Hanoi, pp. 195-208 (in Vietnamese).
- Nguyễn Ngọc Lâm, Đoàn Như Hải, P. Andersen, Hồ Văn Thệ, J. Skov, Chu Văn Thuộc và Đỗ Thị Bích Lộc, 2004. Sự xuất hiện các loài Tảo độc hại ven bờ Việt Nam. In. Potentially toxic microalgae of Vietnamese waters. J. Larsen & L. Nguyen-NGOC (eds). Opera Botanica, Copenhagen, 140: 159-180 pp.
- Nguyen, T. M. H. & Chu, V. T. 1997. The first records of toxic phytoplankton species in Bach Long Vi coastal waters. - In: Vigers, G., Ong, K.-S., McPherson, C., Millson, N., Watson, I. & Tang A. (eds), ASEAN marine environmental management quality criteria monitoring for aquatic life and human health protection, Proceedings of the Asean-Canada technical conference on marine science, Penang, Malaysia, June 24-28, 1996, subject VI, pp.53-57.
- Oda, T., Sato, Y., Kim, D., Muramatsu, T., Matsuyama, Y. & Honjo, T. 2001. Hemolytic activity of *Heterocapsa circularisquama* (Dinophyceae) and its possible involvement in shellfish toxicity. – J. Phycol. 37: 50.
- Ogata, T. & Kodama, M. 1986. Ichthyotoxicity found in cultured media of *Protogonyaulax* spp. – Mar. Biol. 92: 31-34.
- Rhodes, L., McNabb, P., de Salas, M., Briggs, L., Beuzenberg, V., and Gladdstone, M. 2006. Yessotoxin production by *Gonyaulax spinifera*. Harmful Algae, 5(2): 148-155
- Rose, M. 1926. Quelques Remarques sur le plankton des Cotes d'annam et du Golfe de Siam. Agrege de l'Universite. Gouvernement Genral De L'Indochine, Saigon, 7 pp.
- Shirota A. 1966. The Plankton of South Vietnam. Fresh water and marine plankton. – Colombo Plan Expert on Planktology: Faculty of Science, Saigon Univesity and the Oceanographic Institute of Nha Trang, Viet Nam. Overseas Technical Cooperation Agency, 462 pp.
- Shumway, S. 1990. A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture. – J. World Aquacult. Soc. 21: 65-104.
- Simonsen, S., Møller, B. L., Larsen, J. & Ravn, H. 1995. Haemolytic activity of *Alexandrium tamarense* cells. – In: Lassus, P., Arzul, G., Erard-Le Denn, E., Gentien, P. & Marcaillou-Le Baut, C. (eds), Harmful marine algal blooms, Lavoisier, Paris, pp. 513-517.

- Smayda, T. 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea: evidence for a global epidemic. - In: Granéli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D. M. (eds), Toxic marine phytoplankton, Elsevier, New York, pp. 29-40.
- Smayda, T. J. 1998. Ecophysiology and bloom dynamics of *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae). - In: Anderson, D.M., Cembella, A.D. & Hallegraeff, G.M. (eds), Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms, NATO ASI series, Series G, Ecological sciences, vol. 41, Springer-Verlag, Berlin, Springer, Germany, pp. 113-131.
- Sournia, A. 1968. La Cyanophyceae *Oscillatoria* (= *Trichodesmium*) dans la plancton marine. - Nova Hedw. 15: 1-2.
- Taylor, F. J. R. 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report of material collected by the R.V. "Anton Bruun" 1963-64. - Bibliotheca Botanica, Stuttgart, 234 pp + 46 plates.
- Truong, N. A. 1993. Taxonomy of Bacillariophyta plankton in marine waters of Vietnam. - Science and Technique Publishing House, Hanoi, 1-315 pp. (in Vietnamese).
- Uchida, A., Nagasaki, K., Hiroishi, S. & Ishida, Y. 1989. The application of monoclonal antibodies to an identification of *Chattonella marina* and *Chattonella antiqua*. - Nippon Suisan Gakkaishi 55: 721-725.
- Vesk, M. & Moestrup, Ø. 1987. The flagellar root system in *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae). - Protoplasma 137: 15-28.
- White, A. W. 1978. Salinity effects on growth and toxin content of *Gonyaulax excavata*, a marine dinoflagellate causing paralytic shellfish poisoning. - J. Phycol. 14: 475-479.
- Yoshida, M., Ogata, T., Thuoc C. V., Masuoka K., Fukuyo, Y., Hoi, N. C. & Kodama, M. 2000. The first finding of the toxic dinoflagellate *Alexandrium minutum* in Vietnam. - Fisheries Science 66: 177-179.
- Zingone, A. & Enevoldsen, H. O. 2000. The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management. - Ocean and Coastal Management 43: 725-748.

Phụ lục 1. BIẾN ĐỔI HÀM LƯỢNG TRUNG BÌNH CỦA MỘT SỐ ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG TẠI CÁC TỔ HỢP TRẠM, ĐÀM NHA PHU, TỪ THÁNG V-2004 ĐẾN THÁNG IV-2005, ĐỀ TÀI NHÁNH KC 09-19, NHA TRANG.

Trạm 1 /THÁNG	V-2004	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-2005	II	III	IV	Average	±1S.D.	max	min
Nhiệt độ	32,95	31,50	32,50	32,30	31,60	29,30	28,10	25,80	25,30	29,10	30,50	32,40	30,11	2,620732	32,95	25,30
Độ mặn	33,00	32,00	31,10	29,70	33,00	25,60	31,50	22,00	32,70	33,00	27,50	28,00	29,93	3,508205	33,00	22,00
D.O.	2,14	5,08	0,30	3,13	2,50	1,66	0,62	1,78	0,70	1,58	2,10	1,63	1,94	1,277565	5,08	0,30
pH	7,40	7,60	7,50	7,50	7,60	7,60	7,40	7,60	7,88	7,90	7,70	7,70	7,62	0,161161	7,90	7,40
Secchi	0,30	0,40	0,30	0,20	0,30	0,30	0,20	0,20	0,2	0,20	0,20	0,20	0,25	0,06742	0,40	0,20
Trạm 2 & 3 /THÁNG	V-2004	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-2005	II	III	IV	Average	±1S.D.	max	min
<i>Trung bình</i> Nhiệt độ	29,97	30,38	31,15	30,12	27,40	30,23	27,65	25,20	23,40	28,25	27,50	29,18	28,37	2,31	31,15	23,40
<i>Trung bình</i> Độ mặn	29,50	31,50	34,50	33,48	30,50	29,55	29,00	29,25	33,75	32,60	30,75	30,00	31,20	1,93	34,50	29,00
<i>Trung bình</i> D.O.	4,49	4,59	0,25	4,10	1,64	2,89	1,14	2,96	0,94	0,62	2,92	0,85	2,28	1,57	4,59	0,25
<i>Trung bình</i> pH	7,70	7,65	7,55	7,65	7,70	7,70	7,70	7,85	7,90	7,95	7,95	7,85	7,76	0,13	7,95	7,55
<i>Trung bình</i> Secchi	1,25	0,70	1,05	0,88	0,80	0,90	0,45	0,45	0,48	0,75	0,45	0,75	0,74	0,26	1,25	0,45
<i>± 1S.D.</i> Nhiệt độ	0,05	0,16	0,35	0,02	0,25	0,14	0,07	0,28	-	0,21	0,14	0,45				
<i>± 1S.D.</i> Độ mặn	0,71	0,71	-	0,32	0,64	2,12	-	1,77	0,35	0,85	1,06	-				
<i>± 1S.D.</i> D.O.	0,07	0,19	0,07	0,54	1,66	0,20	0,16	0,45	0,15	0,10	2,01	0,11				
<i>± 1S.D.</i> pH	0,14	0,07	0,07	0,07	-	0,14	-	0,07	-	0,07	0,07	0,07				
<i>± 1S.D.</i> Secchi	0,35	-	0,64	0,18	0,14	-	0,07	0,07	0,25	0,35	0,21	-				
Trạm 4 & 5 /THÁNG	V-2004	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-2005	II	III	IV	Average	±1S.D.	max	min
<i>Trung bình</i> Nhiệt độ	27,54	29,24	27,98	29,60	29,87	27,55	26,85	24,75	23,50	27,06	25,90	27,40	27,27	1,89	29,87	23,50
<i>Trung bình</i> Độ mặn	31,25	31,05	34,00	34,38	31,50	33,00	31,25	32,63	34,55	34,00	34,00	32,00	32,80	1,35	34,55	31,05
<i>Trung bình</i> D.O.	5,07	4,65	3,77	4,60	4,49	4,48	3,34	3,58	3,38	3,99	4,14	4,09	4,13	0,54	5,07	3,34
<i>Trung bình</i> pH	7,90	7,75	7,85	7,95	7,85	7,95	7,95	7,90	8,05	8,00	8,05	7,95	7,93	0,09	8,05	7,75
<i>Trung bình</i> Secchi	7,25	2,00	3,50	6,00	3,75	1,98	0,75	1,53	1,45	2,63	1,00	7,25	3,26	2,35	7,25	0,75
<i>± 1S.D.</i> Nhiệt độ	0,47	0,66	1,72	0,51	0,33	0,07	0,07	0,21	0,57	0,62	0,07	0,45				
<i>± 1S.D.</i> Độ mặn	0,35	2,19	-	0,18	0,71	-	0,35	0,53	0,07	-	-	2,12				
<i>± 1S.D.</i> D.O.	0,19	0,16	0,59	0,19	0,06	0,58	1,82	0,06	2,64	0,96	0,57	1,40				
<i>± 1S.D.</i> pH	-	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,21	-	0,07	-	0,07	0,07				
<i>± 1S.D.</i> Secchi	4,60	0,71	2,83	5,66	1,77	0,32	0,35	0,32	0,35	1,24	-	6,01				

Phụ lục 2. BIẾN ĐỔI HÀM LƯỢNG TRUNG BÌNH CỦA MUỐI DINH DƯỠNG TẠI CÁC TỔ HỢP TRẠM, ĐÀM NHA PHU, TỪ THÁNG V-2004 ĐẾN THÁNG IV-2005, ĐỀ TÀI NHÁNH KC 09-19, NHA TRANG.

Trạm 1 /THÁNG		V-2004	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-2005	II	III	IV	Average ±1S.D.	max	min	
	NO₂-N	0,9	-	1,6	51,8	2,5	8,8	4,4	4,8	2,9	3,2	2,4	3,6	7,2	14,2	51,8	-
	NO₃-N	41,0	40,0	60,0	272,0	50,0	69,0	44,0	56,0	68,0	59,0	95,0	75,0	77,4	63,3	272,0	40
	PO₄-P	25,0	11,3	18,7	128,0	12,3	29,5	10,0	14,0	18,0	12,2	23,8	19,1	26,8	32,4	128,0	10
	SiO₃-Si	543,0	173,0	241,0	80,0	1.550,0	219,0	1.050,0	1.122,0	701,0	241,0	809,0	341,0	589,2	462,8	1.550,0	80
	NH₃-N	10	14	5	134	4	195	-	33	8	8	34	34	40	61	195	-

Trạm 2 & 3 /THÁNG		V-2004	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-2005	II	III	IV	Average ±1S.D.	max	min	
<i>Trung bình</i>	NO₂-N	0,9	-	0,8	0,4	1,1	4,0	3,6	3,9	2,1	2,9	1,8	2,1	1,9	1,4	4,0	-
	NO₃-N	45,0	41,5	62,0	46,5	44,5	62,0	41,5	55,5	64,0	49,5	79,5	67,0	54,9	12,1	79,5	41,5
	PO₄-P	8,2	6,9	7,8	19,1	5,9	11,6	7,8	18,4	13,2	8,2	16,1	24,4	12,3	6,0	24,4	5,9
	SiO₃-Si	1.410,0	2.852,5	1.172,0	647,5	1.547,5	308,0	436,0	389,5	338,0	220,0	620,0	279,5	851,7	778,7	2.852,5	220,0
	NH₃-N	-	-	-	-	14,10	-	-	-	-	-	-	14,00	-	2,34	5,47	14,10
<i>± 1S.D.</i>	NO₂-N	0,5	-	0,4	0,6	0,07	0,71	0,57	1,91	1,27	1,98	1,06	1,06				
	NO₃-N	1,4	2,1	9,9	0,7	4,95	2,83	3,54	4,95	1,41	6,36	6,36	8,49				
	PO₄-P	0,2	0,1	1,1	3,0	0,85	1,98	3,89	1,98	0,92	1,77	1,98	0,85				
	SiO₃-Si	169,7	427,8	311,1	48,8	519,72	7,07	188,09	106,77	21,21	24,04	137,18	40,31				
	NH₃-N	-	-	-	-	6,36	-	-	-	-	-	-	1,41	-			

Trạm 4 & 5 /THÁNG		V-2004	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-2005	II	III	IV	Average ±1S.D.	max	min	
<i>Trung bình</i>	NO₂-N	0,9	0,4	0,8	1,4	1,5	3,0	1,8	2,3	0,7	1,2	1,7	1,1	1,4	0,7	3,0	0,4
	NO₃-N	40,8	44,0	67,8	46,3	45,5	65,3	43,8	50,5	55,8	47,8	61,3	58,0	52,2	9,1	67,8	40,8
	PO₄-P	9,6	3,2	6,0	14,1	4,5	13,5	8,3	11,1	11,5	10,4	17,3	17,7	10,6	4,6	17,7	3,2
	SiO₃-Si	370,0	942,8	276,8	196,8	453,8	489,3	223,5	265,8	208,5	182,8	475,0	228,5	359,4	215,6	942,8	182,8
	NH₃-N	-	-	-	-	-	-	5,8	-	2,3	2,3	14,5	32,0	4,7	9,6	32,0	-
<i>± 1S.D.</i>	NO₂-N	0,51	0,46	0,29	2,80	0,42	0,93	0,44	0,18	0,05	0,36	0,98	0,10				
	NO₃-N	2,36	2,94	6,24	3,30	7,00	7,04	3,86	1,73	2,06	2,63	2,50	3,74				
	PO₄-P	8,84	0,66	0,57	1,87	1,12	1,58	1,79	1,25	1,16	3,76	2,58	0,62				
	SiO₃-Si	106,47	610,15	63,51	67,54	302,73	627,56	44,84	68,08	10,54	43,15	239,61	46,45				
	NH₃-N	-	-	-	-	-	-	11,50	-	4,50	4,50	6,56	14,83				

Phụ lục 3. PHÂN BỐ THÀNH PHẦN LOÀI THỰC VẬT PHÙ DU THEO THỜI GIAN TRONG ĐÀM NHA PHU, TỪ THÁNG V-2004 ĐẾN IV-2005, ĐỀ TÀI NHÁNH KC 09-19.

TT	TÊN KHOA HỌC	V-04	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-05	II	III	IV
I. Lớp tảo Silic - Bacillariophyceae													
Bộ Tảo Silic trung tâm - Centrales													
1	<i>Actinoptychus undulatus</i>										+		
2	<i>Asteromphalus cleveanus</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	<i>Asteromphalus flabellatus</i>						+	+	+		+		+
4	<i>Asteromphalus heptactis</i>			+						+			+
5	<i>Asteromphalus marylandica</i>				+	+				+			+
6	<i>Bacteriastrum comosum</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	+			+	+	+	+	+	+	+		
8	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	+		+	+			+	+	+		+	+
9	<i>Bacteriastrum minus</i>					+		+				+	
10	<i>Bacteriastrum sp.</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
11	<i>Bacteriastrum varians</i>	+		+	+			+	+	+		+	
12	<i>Bellerocha malleus</i>			+									
13	<i>Cerataulina bergoni</i>	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+
14	<i>Cerataulina compacta</i>	+				+	+	+	+	+	+	+	+
15	<i>Chaetoceros affinis</i>	+		+	+	+	+	+	+			+	+
16	<i>Chaetoceros atlanticus</i>											+	+
17	<i>Chaetoceros brevis</i>					+	+	+	+	+	+	+	
18	<i>Chaetoceros coarctatus</i>			+	+	+	+	+				+	+
19	<i>Chaetoceros compressus</i>	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+
20	<i>Chaetoceros costatus</i>							+					+
21	<i>Chaetoceros curvisetus</i>					+		+		+		+	
22	<i>Chaetoceros danicus</i>					+		+	+	+		+	
23	<i>Chaetoceros decipiens</i>						+	+	+	+		+	
24	<i>Chaetoceros denticulatus</i>							+		+		+	
25	<i>Chaetoceros didymus</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
26	<i>Chaetoceros distans</i>					+		+		+		+	+
27	<i>Chaetoceros diversus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	<i>Chaetoceros eibenii</i>			+	+			+				+	+
29	<i>Chaetoceros laccinosus</i>	+	+	+	+			+		+			+
30	<i>Chaetoceros lauderi</i>							+		+		+	
31	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32	<i>Chaetoceros messanensis</i>			+					+			+	+
33	<i>Chaetoceros nipponica</i>					+		+		+			
34	<i>Chaetoceros paradoxus</i>							+		+			
35	<i>Chaetoceros pendulus</i>							+	+	+	+	+	+
36	<i>Chaetoceros peruvianus</i>	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+
37	<i>Chaetoceros psedobrevis</i>							+					
38	<i>Chaetoceros psedocurvisetus</i>					+		+		+		+	+
39	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>									+			
40	<i>Chaetoceros seychellarum</i>							+					
41	<i>Chaetoceros simplex</i>								+				
42	<i>Chaetoceros socialis</i>							+					+
43	<i>Chaetoceros sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
44	<i>Chaetoceros subtilis</i>								+				
45	<i>Chaetoceros tortissimus</i>							+				+	
46	<i>Climacodium biconcavum</i>											+	
47	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>	+		+			+	+	+	+	+	+	+
48	<i>Corethron hystrix</i>					+		+		+	+	+	+
49	<i>Corethron hystrix</i>									+			
50	<i>Coscinodiscus bipartitus</i>				+		+		+	+	+	+	+
51	<i>Coscinodiscus centralis</i>				+	+	+	+	+	+			+
52	<i>Coscinodiscus excentricus</i>		+			+	+	+					
53	<i>Coscinodiscus gigas</i>	+			+	+	+		+	+	+	+	

.....tiếp theo

TT	TÊN KHOA HỌC	V-04	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-05	II	III	IV
54	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	+					+		+	+			+
55	<i>Coscinodiscus lineatus</i>						+						
56	<i>Coscinodiscus radiatus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
57	<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
58	<i>Cyclotella</i> sp.	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
59	<i>Dactyliosolen</i> sp.	+						+					
60	<i>Ditylum brightwellii</i>	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+
61	<i>Ditylum sol</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
62	<i>Eucampia cornuta</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
63	<i>Eucampia zoodiascus</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
64	<i>Guinardia flaccida</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
65	<i>Guinardia striata</i>							+					
66	<i>Guinardia striata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
67	<i>Hemiaulus hauckii</i>	+			+	+		+	+		+	+	+
68	<i>Hemiaulus indicus</i>											+	+
69	<i>Hemiaulus membranaceus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
70	<i>Hemiaulus membranaceus</i>							+					
71	<i>Hemiaulus sinensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
72	<i>Hemidiscus hardmanianus</i>	+				+	+	+	+	+			
73	<i>Hyalodiscus stelliger</i>								+				
74	<i>Lauderia borealis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
75	<i>Leptocylindrus danicus</i>	+		+	+	+		+		+	+	+	+
76	<i>Melosira</i> sp.			+	+						+	+	+
77	<i>Odontella heteroceros</i>						+						
78	<i>Odontella mobiliensis</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	
79	<i>Odontella reticulum</i>						+						
80	<i>Odontella sinensis</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+
81	<i>Paralia sulcata</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	
82	<i>Planktoniella sol</i>			+						+			
83	<i>Proboscia alata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
84	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
85	<i>Pseudosolenia castracanei</i>	+	+	+	+	+						+	+
86	<i>Pseudosolenia crassispina</i>	+		+			+	+	+	+	+	+	
87	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
88	<i>Rhizosolenia crassispina</i>						+			+	+	+	
89	<i>Rhizosolenia cylindrus</i>	+		+	+			+			+	+	+
90	<i>Rhizosolenia delicatula</i>				+					+			
91	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
92	<i>Rhizosolenia hebetata</i>		+	+	+	+	+				+		+
93	<i>Rhizosolenia imbricata</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
94	<i>Rhizosolenia robusta</i>			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
95	<i>Rhizosolenia setigera</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
96	<i>Rhizosolenia</i> sp.											+	+
97	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
98	<i>Schroederella delicatula</i>								+	+	+	+	
99	<i>Skeletonema costatum</i>	+							+	+	+	+	+
100	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>			+						+			+
101	<i>Stephanopyxis turrix</i>			+				+					
102	<i>Streptothecca thamesis</i>						+			+			
103	<i>Thalassiosira</i> sp.									+			
104	<i>Triceratium favus</i>	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
105	<i>Triceratium scitulum</i>	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+
Bộ tảo Silic lông chim - Pennales													
1	<i>Achnanthes</i> sp.				+		+		+				
2	<i>Amphipora alata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	<i>Amphora alata</i>											+	
4	<i>Amphora hyalina</i>	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+
5	<i>Amphora lineata</i>								+				
6	<i>Amphora</i> sp.		48			+			+	+	+	+	+

.....tiếp theo

TT	TÊN KHOA HỌC	V-04	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-05	II	III	IV
7	<i>Asterionella japonica</i>											+	+
8	<i>Asterionella notata</i>									+			+
9	<i>Bacillaria paradoxa</i>	+				+		+	+	+		+	+
10	<i>Campylodiscus echeneis</i>		+						+	+			
11	<i>Climacosphenia moniligera</i>	+											
12	<i>Diatoma hyalina</i>	+	+	+	+	+			+	+		+	
13	<i>Diploneis bombus</i>								+	+			
14	<i>Diploneis</i> sp.			+		+					+		+
15	<i>Epithenia argus</i>						+						
16	<i>Fragilaria</i> sp.							+	+				
17	<i>Gyrosigma</i> sp.	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	<i>Licmophora abbreviata</i>					+	+	+	+	+		+	+
19	<i>Lyrella lyra</i>				+					+	+		
20	<i>Navicula cancellata</i>						+						
21	<i>Navicula distans</i>				+	+		+	+	+		+	
22	<i>Navicula membranacea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
23	<i>Navicula peregrina</i>						+	+					
24	<i>Navicula</i> sp.	+		+			+	+		+	+	+	
25	<i>Nitzschia closterium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	<i>Nitzschia longissima</i>	+	+	+			+		+	+	+		
27	<i>Nitzschia lorenziana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28	<i>Nitzschia sigma</i>						+						
29	<i>Nitzschia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	<i>Nitzschiz closterium</i>											+	
31	<i>Pinnularia</i> sp.			+			+		+	+	+	+	+
32	<i>Pleurosigma angulatum</i>				+		+	+	+		+		
33	<i>Pleurosigma naviculaceum</i>									+			
34	<i>Pleurosigma</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
35	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
36	<i>Suirella gemma</i>						+	+		+			
37	<i>Suirella ovalis</i>				+		+			+	+		
38	<i>Suirella</i> sp.	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+
39	<i>Synedra</i> sp.				+								
40	<i>Synedra tabulata</i>					+							
41	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
42	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
43	<i>Thalassiothrix longissima</i>	+										+	
44	<i>Trachyneis aspera</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45	<i>Tripodoneis</i> sp.									+	+	+	+
II. Lớp Tảo Xanh lục - Chlorophyceae													
1	<i>Merismopedia elegans</i>										+	+	
2	<i>Micrasterias</i> sp.		+						+	+		+	+
III. Lớp tảo Xanh lam (Vi khuẩn lam) - Cyanophyceae													
1	<i>Oscillatoria</i> sp.			+	+	+	+				+	+	+
2	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	+											+
3	<i>Trichodesmium thiebautii</i>	+	+										
IV. Lớp tảo Xương cát - Dictyochophyceae													
1	<i>Dictyocha fibula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	<i>Dictyocha speculum</i>								+	+	+	+	
V. Lớp tảo Hai roi - Dinophyceae													
1	<i>Alexandrium affine</i>											+	+
2	<i>Alexandrium insuetum</i>	+										+	
3	<i>Alexandrium leei</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	+		+	+			+		+		+	
5	<i>Alexandrium fraterculus</i>		+				+		+		+		
6	<i>Alexandrium tamarense</i>		+		+	+	+					+	
7	<i>Alexandrium tamiyavanichi</i>		+				+	+	+	+			
8	<i>Alexandrium tamutum</i>			+					+				
9	<i>Amphisolenia bidentata</i>		+	+	+	+	+		+				+

.....tiếp theo

TT	TÊN KHOA HỌC	V-04	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-05	II	III	IV
10	<i>Blepharocysta splendor-maris</i>	+	+		+	+	+			+	+	+	+
11	<i>Ceratium boehmii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	<i>Ceratium furca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	<i>Ceratium fusus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	<i>Ceratium gibberum</i>						+						
15	<i>Ceratium macroceros</i>		+	+					+			+	+
16	<i>Ceratium pentagonum</i>	+							+				+
17	<i>Ceratium teres</i>				+	+							+
18	<i>Ceratium trichoceros</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
19	<i>Ceratium tripos</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	<i>Ceratium vultur</i>	+	+	+	+	+	+	+	+				+
21	<i>Ceratocorys horrida</i>		+		+	+	+						+
22	<i>Coolia monotis</i>		+	+	+	+						+	+
23	<i>Dinophysis cf. acuminata</i>	+			+				+	+	+	+	
24	<i>Dinophysis caudata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	<i>Dinophysis cuneus</i>				+								
26	<i>Dinophysis doryphorum</i>				+							+	
27	<i>Dinophysis hastata</i>												+
28	<i>Dinophysis miles</i>	+	+		+		+			+		+	+
29	<i>Dinophysis mitra</i>	+	+							+	+		
30	<i>Dinophysis sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
31	<i>Diplopsalis sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
32	<i>Fragilidium mexicanum</i>	+			+	+							
33	<i>Gambierdiscus toxicus</i>	+	+	+									+
34	<i>Goniodoma polyedricum</i>	+	+			+				+	+	+	+
35	<i>Gonyaulax fusiformis</i>				+			+					+
36	<i>Gonyaulax polygramma</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
37	<i>Gonyaulax sp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
38	<i>Gonyaulax spinifera</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
39	<i>Gonyaulax turbynei</i>	+		+	+	+	+		+	+	+	+	+
40	<i>Gonyaulax verior</i>			+						+		+	
41	<i>Gonyaulax sp.</i>										+		
42	<i>Gymnodinium sanguineum</i>	+	+	+		+	+						
43	<i>Gyrodinium sp.</i>					+	+			+			
44	<i>Histoneis sp.</i>		+						+				+
45	<i>Metadinophysis sp.</i>								+				+
46	<i>Noctiluca scintillans</i>							+				+	
47	<i>Ornithocercus magnificus</i>				+		+						
48	<i>Ornithocercus thumii</i>		+			+	+			+		+	+
49	<i>Ostreopsis ovata</i>		+	+	+							+	+
50	<i>Oxytoxum scolopas</i>		+	+	+		+						+
51	<i>Oxytoxum sp.</i>										+	+	+
52	<i>Oxytoxum tessellatum</i>	+		+	+		+			+		+	+
53	<i>Peridinium quinquecorne</i>	+	+		+	+	+		+		+		+
54	<i>Podolampas antarctica</i>	+	+		+								
55	<i>Podolampas bipes</i>				+	+					+		
56	<i>Podolampas palmipes</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
57	<i>Prorocentrum cf. balticum</i>	+		+			+	+		+	+		
58	<i>Prorocentrum compressum</i>			+	+	+		+		+	+	+	
59	<i>Prorocentrum emarginatum</i>	+			+				+			+	
60	<i>Prorocentrum micans</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
61	<i>Prorocentrum minimum</i>	+	+										
62	<i>Prorocentrum rhathymum</i>	+	+		+	+			+	+		+	+
63	<i>Prorocentrum sigmoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
64	<i>Prorocentrum triestinum</i>	+											
65	<i>Protoperdinium angustum</i>		+										
66	<i>Protoperdinium diabolus</i>						+				+		+
67	<i>Protoperdinium elegans</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	
68	<i>Protoperdinium excentricum</i>		50	+	+	+	+		+		+	+	

.....tiếp theo

TT	TÊN KHOA HỌC	V-04	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-05	II	III	IV
69	<i>Protoperidinium oceanicum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
70	<i>Protoperidinium pentagonum</i>			+	+		+	+	+		+	+	+
71	<i>Protoperidinium spp.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
72	<i>Protoperidinium steinii</i>	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+
73	<i>Pyrocystis fusiformis</i>						+						+
74	<i>Pyrophacus horologicum</i>	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
75	<i>Scropsirella sp.</i>			+	+								
Tổng số loài của các tháng		112	84	107	119	109	124	123	121	138	113	140	129

Phụ lục 4. Hình ảnh về Tảo độc hại: -1. *Trichodesmium erythraeum*; - 2. *T. thiebautii*, - 3a & b. *Prorocentrum rathymum*; - 4a & b. *Dinophysis caudata*; - 5. *D. mitra*; - 6a, b, & c. *Alexandrium fraterculus*; - 7a & b. *A. tamiyavanichi*; - 8a & b. *A. affine*; - 9. *A. pseudogoniaulax*.

