ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG TỚI HIỆU SUẤT QUANG HỢP CỦA THỰC VẬT PHÙ DU VỊNH NHA TRANG

Trần Thị Minh Huệ*, Đoàn Như Hải, Nguyễn Ngọc Lâm
Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KHCNVN
Số 01, Cầu Đá, Vĩnh Nguyên, Nha Trang
*HueTran@planktonviet.com

Tóm tắt. Các đặc trưng quang hợp của thực vật phù du ở vịnh Nha Trang bao gồm huỳnh quang cực tiểu và cực đại (F0, Fm), biến động huỳnh quang (Fv) và hiệu suất quang hợp (FV/Fm) được thí nghiệm trong mùa khô nhằm đánh giá đáp ứng của quần xã đến sự thay đổi của điều kiện môi trường. Các thí nghiệm khảo sát đáp ứng của thực vật phù du trong môi trường ánh sáng và dinh dưỡng khác nhau được thực hiện trên các quần xã thực vật phù du tự nhiên thu tại 4 trạm đặc trưng cho vùng ven bờ, cửa sông, rạn san hô và ngoài khơi. Đáp ứng khác nhau có ý nghĩa đạt được từ ngày thí nghiệm thứ 3 ở trạm ven bờ và cửa sông, ngày thứ 4 ở các trạm ngoài khơi và rạn san hô. Các kết quả Fv/Fm đo được trong điều kiện phòng thí nghiệm cùng với kết quả phân tích chlorophyll-a cho thấy yếu tố ánh sáng, dinh dưỡng ảnh hưởng tới trạng thái sinh lý của thực vật phù du gây nên hiệu suất quang hợp khác nhau.

Từ khóa: Hiệu suất quang hợp, sinh thái thực vật phù du, vịnh Nha Trang.

1. Giới thiệu

Quang hợp là quá trình sinh lý mang lại cho thực vật vai trò quan trọng trong sinh giới. Các sinh vật không có khả năng quang hợp phải dựa vào các sản phẩm quang hợp để tồn tại. Quá trình này đã tạo ra những vật chất hữu cơ nhờ các sinh vật ở bậc dinh dưỡng thấp nhất trong môi trường biển, thực vật phù du (TVPD). Đây là nhóm chiếm tỉ lệ lớn của sinh vật sản xuất sơ cấp trong đại dương. Chính vì vậy thực vật phù du có vai trò quan trọng trong lưới thức ăn ở đại dương (Lalli & Parson, 1997). Việc xác định sinh khối, khả năng quang hợp và tình trạng sinh lý, sinh thái của TVPD cần thiết cho tính toán năng suất sơ cấp của thuỷ vực cũng như đánh giá tác động môi trường lên sinh vật sản suất. Trong đó, quá trình quang hợp của TVPD phụ thuộc nhiều vào thành phần loài cũng như điều kiện môi trường như dinh dưỡng, ánh sáng và nhiệt độ (Kirk, 1994; Kolber & Falkowski, 1993).

Đã có nhiều nghiên cứu về thực vật phù du để đánh giá năng suất sơ cấp cũng như năng suất của vực nước. Trong những năm gần đây, đánh giá khả năng quang hợp từ phép đo biến thiên huỳnh quang (Fv = Fm - Fo) hay hiệu suất quang hợp (Fv/Fm) bằng kỹ thuật đo hoạt tính huỳnh quang sắc tố thực vật sử dụng máy đo PPF (Pump and Probe Fluorescence), PAM (Pulse Amplitude Modulation), FRRF (Fast Repetition Rate Fluormetry) hay các hệ máy đo huỳnh quang Turner Design AU được sử dụng rộng rãi. Phương pháp đo này cho kết quả nhanh, chính xác, đặc biệt thuận tiện đối với việc đo ngoài hiện trường. Về cơ bản, hiệu suất quang hợp được tính dựa trên 2 giá trị huỳnh quang ở 2 trạng thái của trung tâm phản ứng ánh sáng của phức hệ quang hợp II. Huỳnh quang tối thiểu (Fo) đo được khi trung tâm phản ứng sáng ở trạng thái bình thường, có khả

năng tiếp nhận điện tử. Huỳnh quang tối đa (Fm) đo được khi trung tâm phản ứng sáng không tiếp nhận điện tử. Hiện tại, các máy đo FRRF và PAM đang được sử dụng chủ yếu. Kỹ thuật FRRF (hay PAM) là công cụ quý giá khi muốn tiến gần tới đánh giá trạng thái sinh lý cũng như tác động bất lợi (stress) của một số yếu tố môi trường như nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng lên quá trình quang hợp của thực vật phù du.

Phương pháp đo huỳnh quang *in vivo* (*in vivo* fluorescence) hiện chưa được sử dụng nhiều trong nghiên cứu về thực vật phù du (TVPD) ở Việt Nam. Trong khi đó, đo huỳnh quang *in vivo* cho kết quả nhanh, thuận lợi trong khảo sát, đánh giá tình trạng sinh lý sinh thái của TVPD mà không làm ảnh hưởng tới quá trình quang hợp và sinh khối của tảo (Consalvey và Paterson, 2005; Honeywill và cs., 2002). Tỷ số Fv/Fm – hiệu suất quang hợp là thông số tốt nhất để nhận ra ảnh hưởng của các tác động bất lợi (stress) dinh dưỡng, cường độ ánh sáng, nhiệt độ đến phức hệ quang hợp PSII, đánh giá trạng thái trao đổi chất trong quá trình quang hợp hay quan trắc, giám sát những yếu tố môi trường thay đổi tác động nhanh và trực tiếp tới hiệu suất quang hợp của TVPD nội tại (Antal và cs., 200; Falkowski và cs., 1993). Bài báo sử dụng máy đo huỳnh quang Turner Designs Model 10-AU Fluorometer đo các thông số huỳnh quang tối thiểu (Fo) và huỳnh quang cực đại (Fm), từ đó đánh giá hiệu suất quang hợp của TVPD vịnh Nha Trang (thông qua tỷ số Fv/Fm). Hơn nữa, để nâng cao hiệu quả sử dụng các đặc trưng sinh thái và kinh tế trong quá trình khai thác các nguồn lợi sinh vật rất cần thiết chúng ta phải có hiểu biết cơ bản về hiện trạng, cấu trúc, thành phần và sức sản xuất sơ cấp của vực nước. Căn cứ vào các kết quả đo huỳnh quang thực tế trong điều kiện phòng thí nghiệm, bài báo chủ yếu phân tích, xem xét và thảo luận một số đặc trưng về khả năng quang hợp của TVPD tại vịnh Nha Trang.

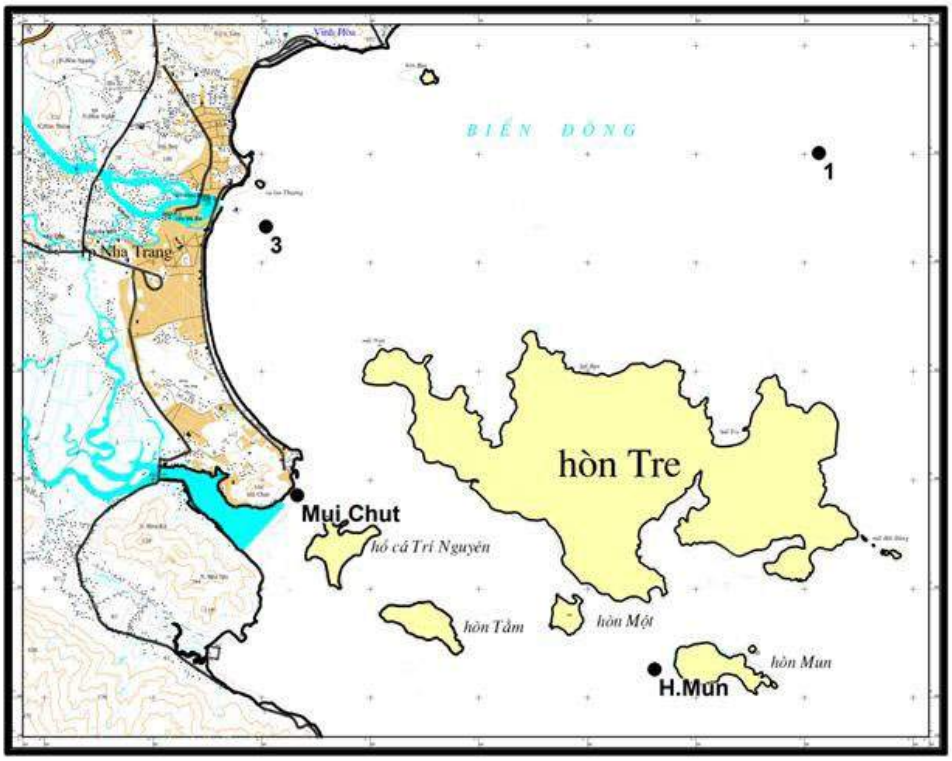
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thu mẫu

Mẫu nước biển được thu vào 2 đợt, tháng 5 và 6 năm 2012, tại 4 trạm khác nhau trong vịnh Nha Trang. Những trạm được thu mẫu đại diện cho khu vực ngoài khơi tại tầng mặt và tầng đáy (trạm 1M và 1Đ, 109.325E, 12.280N), cửa Sông Cái (trạm 3, 109.208E, 12.259N), ven bờ (trạm Mũi Chụt, 109.215E, 12.203N) và trong rạn san hô (trạm Hòn Mun, 109.291E, 12.168N). Các mẫu được bảo quản trong mát và tối bằng cách ngâm trong nước biển tại chính các trạm thu mẫu rồi đưa về phòng thí nghiệm.

2.2. Phương pháp phân tích và thiết kế thí nghiệm

Mẫu thu tại các trạm được đưa về phòng thí nghiệm đo các thông số huỳnh quang tối thiểu (Fo), huỳnh quang cực đại (Fm), biến thiên huỳnh quang (Fv = Fm - Fo) và hiệu suất quang hợp (Fv/Fm) bằng máy đo huỳnh quang Turner Designs 10-AU (Mỹ) tại ngày 0 và các ngày tiếp theo. Phương pháp đo huỳnh quang sử sụng chất ức chế huỳnh quang DCMU (3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea; TCI America, Nhật Bản) được mô tả bởi Samuelsson & Öquist (1977) và Parkill và cs. (2001).



Hình 1. Bản đồ trạm vị thu mẫu

Thiết lập các thí nghiệm đánh giá đáp ứng huỳnh quang của quần xã TVPD tự nhiên ở các mức cường độ ánh sáng và các mức dinh dưỡng khác nhau được thực hiện vào tháng 5 và 6, tại 4 trạm khác nhau đại diện cho khu vực ngoài khơi (trạm 1), cửa Sông Cái (trạm 3), ven bờ (trạm Mũi Chụt) và trong rạn san hô (trạm Hòn Mun). Mẫu được nuôi trong bình 500 ml với mẫu lặp 3, bố trí ở hai mức ánh sáng khác nhau ký hiệu L1: ánh sáng 3600 Lux và L2: ánh sáng 360 Lux (mức ánh sáng giảm còn 10% so với mức áng sáng 1); hai mức bổ sung dinh dưỡng khác nhau ký hiệu N1: nhỏ hơn chỉ số Redfiel (tỷ lệ N:P = 8:1) và N2: cao hơn chỉ số Redfiel (tỷ lệ N:P = 32:1). Các lô thí nghiệm ở 2 mức ánh sáng và dinh dưỡng được nuôi trong hai tủ môi trường (Sanyo MLR - 351H, Nhật Bản) ở nhiệt độ 26 ^{o}C và 29 ^{o}C điều kiện chiếu sáng/tối 12/12 giờ. Mẫu được nuôi trong 5 ngày liên tục và thu mẫu hàng ngày tại một thời gian cố định rồi đo các thông số Fo, Fm trên máy huỳnh quang Turner Designs Model 10-AU và tính toán giá trị biến thiên huỳnh quang Fv và chỉ số Fv/Fm. Hàm lượng chlorophyll-a được đo ở ngày đầu và ngày cuối của thí nghiệm.

3. Kết quả

3.1. Điều kiện tự nhiên các trạm thu mẫu

Các thông số môi trường cơ bản của khu vực thu mẫu được trình bày trong Bảng 1. Nhiệt độ và độ muối không khác nhau nhiều giữa 2 tháng thí nghiệm nhưng hàm lượng Chl-a trong tháng 6 lớn hơn, nhất là ở các trạm cửa sông (trạm 3) và Mũi Chụt.

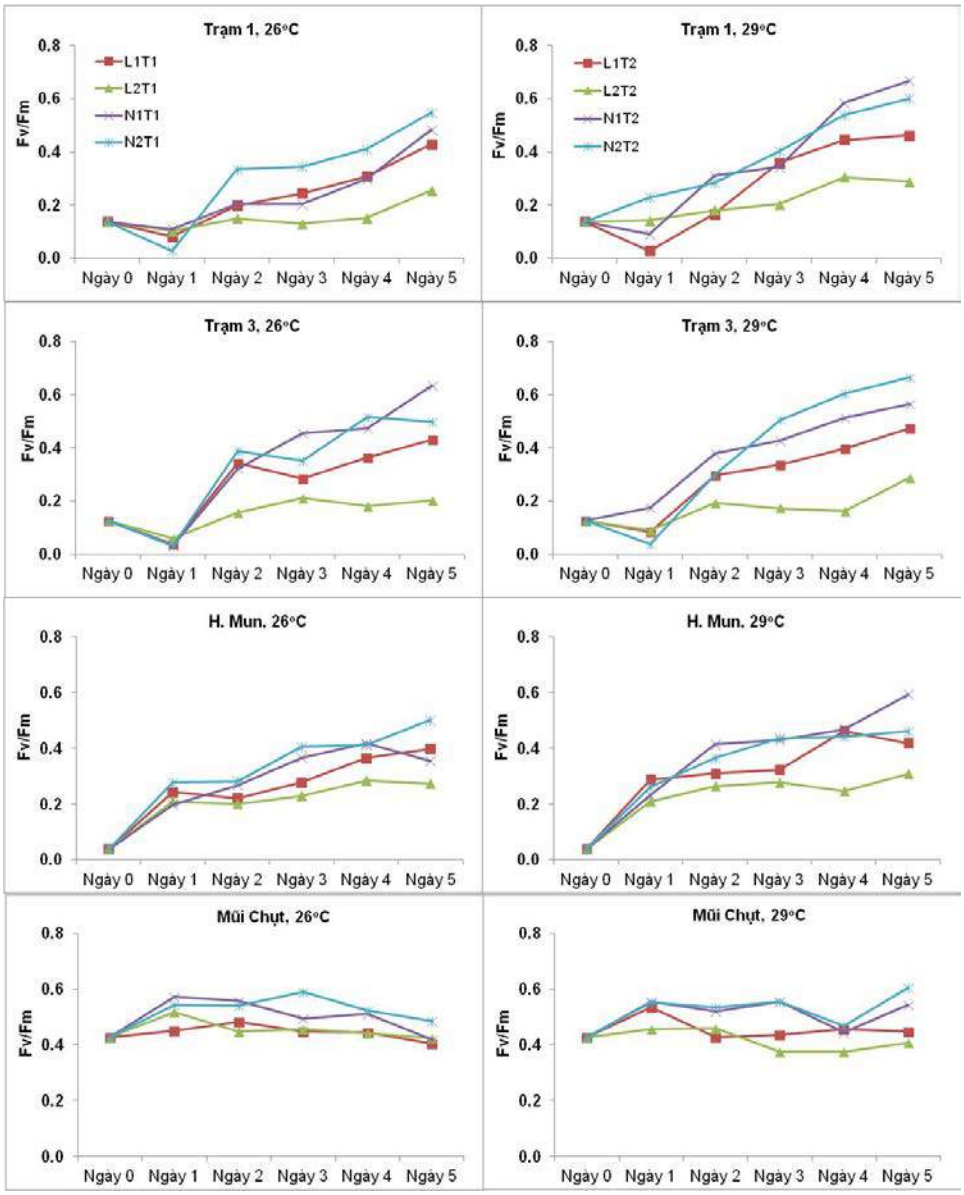
Bảng 1. Các thông số môi trường tại các trạm thu mẫu TVPD thí nghiệm. * ánh sáng được đo trong thời gian khoảng 7:30 (trạm 3) và 9:30 (trạm 1) trong cùng ngày thu mẫu ở độ sâu tương ứng.

	Trạm	pH	Ánh sáng* (µE/cm2/s)	Nhiệt độ (oC)	Độ muối	Độ sâu trạm (m)	Độ sâu thu mẫu (m)	Hàm lượng Chl-a (µg/L)
Tháng 5	Hòn Mun	8,09		28,90	33,60	10	1	0,21
	Mũi Chụt	8,08		29,60	33,40	1,5	1	0,48
	Trạm 3	8,07	830,55	27,64	29,98	12	1	0,30
	Trạm 1	8,01	1539,60	27,70	33,01	30	1	0,37
Tháng 6	Hòn Mun	8,11		27,20	33,50	10	1	0,45
	Mũi Chụt	8,20		27,70	33,40	1,5	1	0,65
	Trạm 3	8,09	628,12	28,90	32,90	12	1	1,29
	Trạm 1M	8,03	1734,40	28,00	33,50	30	1	0,11
	Trạm 1Đ	8,03	31,45	22,55	33,99	30	30	1,10

3.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng đến hiệu suất quang hợp của TVPD trong điều kiện thí nghiệm, đợt tháng 5

Các thí nghiệm trong tháng 5 sử dụng các quần xã TVPD tự nhiên thu tại trạm 3, trạm Mũi Chụt, trạm Hòn Mun và tầng mặt trạm 1 trong điều kiện kiểm soát nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng. Hiệu suất quang hợp đều có xu hướng tăng dần trong 5 ngày nuôi ở hầu hết các lô thí nghiệm (Hình 2). Hiệu suất quang hợp của TVPD nuôi ở nhiệt độ 29 ^{o}C có bổ sung dinh dưỡng hầu hết đều cao hơn nhiệt độ 26 ^{o}C, đặc biệt ở ngày thứ 4 và 5. Hiệu suất quang hợp của TVPD cao hơn ở trạm ven bờ.

Trong điều kiện phòng thí nghiệm, hiệu suất quang hợp của các lô thí nghiệm tại các trạm khác nhau cho thấy đáp ứng của các quần xã TVPD biến thiên khác nhau theo thời gian thí nghiệm cũng như theo vị trí thu mẫu rất rõ (Hình 2). Ở 26 ^{o}C với 2 mức ánh sáng và dinh dưỡng khác nhau, đáp ứng khác nhau của TVPD xuất hiện bắt đầu từ ngày thí nghiệm thứ 2 ở trạm 1, trạm 3, trạm Hòn Mun và ngay ngày đầu ở trạm Mũi Chụt. Ở nhiệt độ 29^{o}C thì hiện tượng này xuất hiện sớm hơn, thường vào ngày đầu của thí nghiệm tại các trạm ngoại trừ trạm Hòn Mun xảy ra vào ngày thứ 2 (Hình 2).



Hình 2. Đáp ứng của TVPD theo thời gian và điều kiện thí nghiệm, tháng 5.

Ghi chú: L1, L2: mức ánh sáng 3600lux và 360lux; N1, N2: mức dinh dưỡng bổ sung với tỷ lệ N:P = 8:1 và 32:1; T1, T2: nhiệt độ nuôi 26 ^{o}C và 29 ^{o}C.

Trong điều kiện cùng nhiệt độ và dinh dưỡng các lô thí nghiệm ở mức ánh sáng bị giảm 90 % (các lô thí nghiệm L2) cho kết quả hiệu suất quang hợp giảm rõ rệt, giảm khoảng 50 % ở khu vực ngoài khơi (trạm 1) và cửa sông (trạm 3), và khoảng 30% ở trạm rạn san hô. Riêng ở trạm Mũi Chụt, quần xã TVPD gần như không đáp ứng với các thay đổi về nhiệt độ (26 và 29 ^{o}C) và ánh sáng (3600 và 360 Lux). So sánh các lô thí nghiệm không bổ sung

dinh dưỡng (L1T1, L2T1, L1T2, và L2T2) cho thấy ở nhiệt độ cao hơn (T2 = 29 ^{o}C) thì đáp ứng của TVPD với ánh sáng rõ hơn ở lô nhiệt độ thấp (T1 = 26 ^{o}C), thể hiện ở hiệu suất quang hợp của TVPD mạnh hơn ở mức ánh sáng cao (L1 = 3600 Lux) so với mức ánh sáng thấp (L2 = 360 Lux) (Hình 2).

Trong cùng nhiệt độ nhưng ở mức dinh dưỡng bổ sung khác nhau với tỷ lệ N:P là 8:1 (N1) và 32:1 (N2), Fv/Fm dao động từ 0.46 - 0.67 (Hình 2). Không có sự khác biệt giữa các mức dinh dưỡng khác nhau (N1 và N2) so với lô đối chứng không bổ sung dinh dưỡng (L1). Tuy nhiên có thể thấy rõ xu thế chung là có sự khác biệt có ý nghĩa giữa lô không bổ sung dinh dưỡng ở mức ánh sáng thấp (L2T1 và L2T2) so với các lô có bổ sung dinh dưỡng (N1T1, N2T1, N1T2, N2T2) (Hình 2).

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng đến hiệu suất quang hợp của TVPD trong điều kiện thí nghiệm, đợt tháng 6

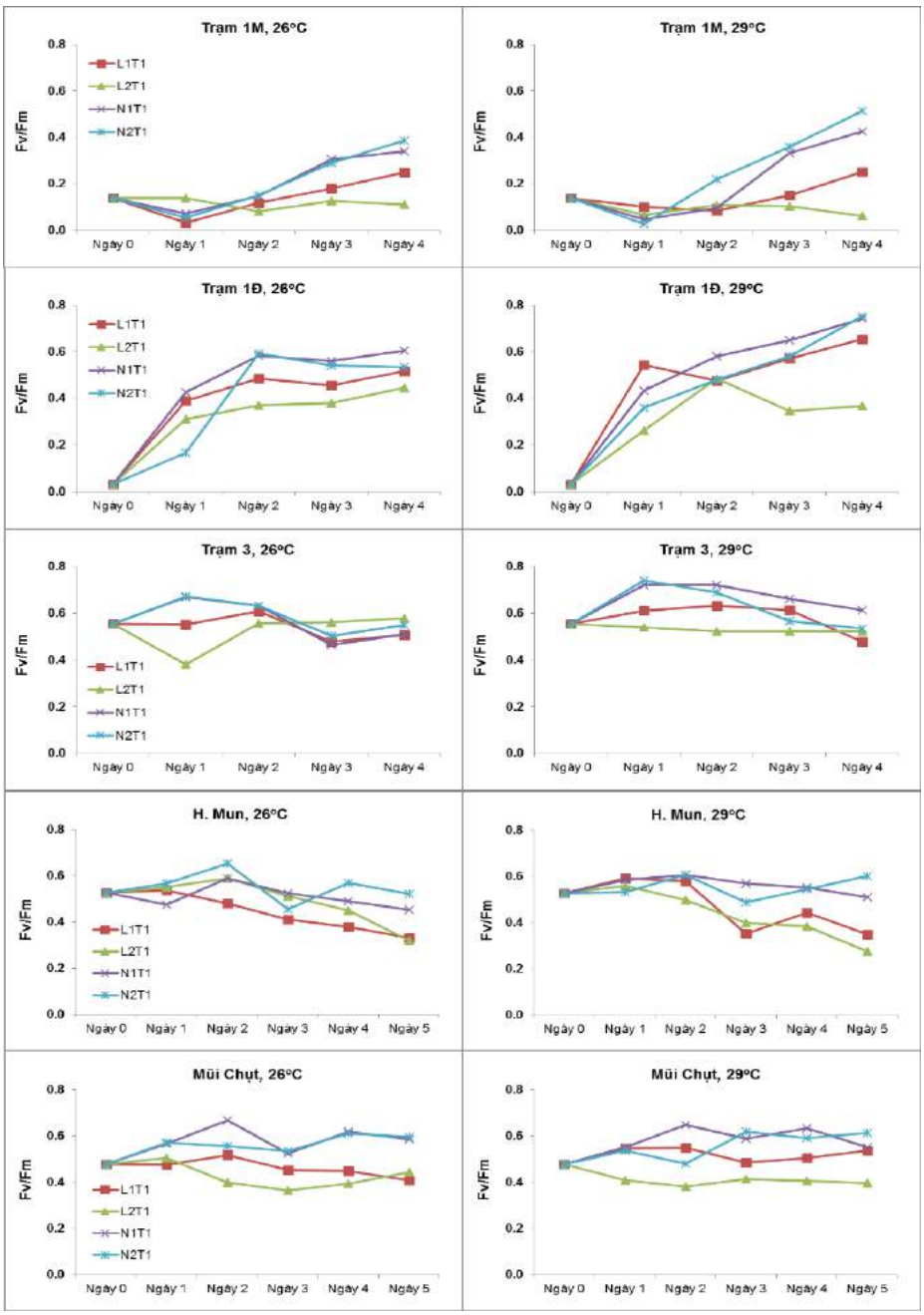
Các thí nghiệm được lặp lại trong tháng 6 ở quần xã TVPD từ các trạm như trong tháng 5 cho thấy đáp ứng của TVPD có xu hướng giống nhau nhưng độ biến thiên nhỏ hơn. Hiệu suất quang hợp đều giảm ở các lô thí nghiệm có ánh sáng giảm 90 %. Ở trạm 1, tầng mặt (1M) chỉ số Fv/Fm giảm 50 %, ở tầng đáy giảm xuống còn khoảng 50 - 80 %, nhưng không thay đổi ở Mũi Chụt và Hòn Mun. Riêng trạm cửa sông, lô thí nghiệm với ánh sáng giảm có hiệu suất quang hợp giảm ngay ngày đầu tiên của thí nghiệm nhưng lại tăng cao ở ngày thí nghiệm thứ 3 và 4 so với mức ánh sáng 100 %. Nhìn chung đối với những mẫu có hiệu suất quang hợp ngoài tự nhiên thấp như trạm 1M, 1Đ (Hình 3) thì đáp ứng của TVPD với chỉ số Fv/Fm biến thiên lớn khi điều kiện nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng khác nhau. Đối với các trạm có hiệu suất quang hợp ngoài tự nhiên tương đối cao (trạm 3, Hòn Mun và Mũi Chụt) thì chỉ số Fv/Fm ít biến động hơn ở các lô thí nghiệm.

Tác động đồng thời của dinh dưỡng và nhiệt độ, cùng mức chiếu sáng, hiệu suất quang hợp của TVPD ở trạm 1, tầng đáy ở lô thí nghiệm bổ sung dinh dưỡng (N2) nuôi nhiệt độ 26 ^{o}C khác nhau có ý nghĩa $p < 0.01$ ở ngày thí nghiệm đầu tiên với lô thí nghiệm không bổ sung dinh dưỡng nuôi nhiệt độ 29 ^{o}C (L1). Cùng điều kiện này, khác nhau có ý nghĩa xảy ra vào ngày thí nghiệm thứ 2 và thứ 5 tương ứng tại trạm Mũi Chụt và Hòn Mun.

Với cùng nhiệt độ, khác nhau về ánh sáng và dinh dưỡng, đáp ứng của TVPD khác nhau có ý nghĩa xảy ra ở tất cả các trạm cụ thể sự khác nhau xảy ra vào ngày thứ 4 đối với trạm 1, tầng mặt (1M) với mức ý nghĩa $p < 0,05$ ở lô thí nghiệm L2T1 và N2T1, $p < 0,01$ ở lô thí nghiệm L2T2 và N2T2 và $p < 0,001$ ở lô thí nghiệm L2T2 và N2T2. Trạm 1Đ, Hòn Mun và Mũi Chụt đáp ứng khác nhau có ý nghĩa tương ứng vào ngày thứ 3, 5 và ngày thứ 2. Đặc biệt tại trạm cửa sông, đáp ứng khác nhau của TVPD xuất hiện ngay ngày đầu tiên của thí nghiệm với mức ý nghĩa $p < 0,01$.

Đáp ứng có ý nghĩa của TVPD tại trạm 1M và 1Đ ở các lô thí nghiệm khác nhau về ánh sáng, nhiệt độ, dinh dưỡng xuất hiện vào ngày thứ 3, thứ 4 và ngày thứ 4, thứ 5 ở trạm Hòn Mun và Mũi Chụt. Hiệu suất quang hợp ở các lô thí nghiệm thêm dinh dưỡng ở nhiệt độ nuôi 26 và 29 ^{o}C đều tăng gần gấp 2 lần so với các lô thí nghiệm khác, kết quả này

cũng tỷ lệ thuận với biến thiên tăng của hàm lượng Chl-a đo vào ngày cuối của các lô thí nghiệm (Bảng 3, Hình 3). Hiệu suất quang hợp ở từng lô thí nghiệm cũng biến thiên khác nhau phụ thuộc nhiều vào vị trí thu mẫu.



Hình 3. Đáp ứng của TVPD theo thời gian và điều kiện thí nghiệm, tháng 6. Ghi chú như Hình 2.

Bảng 2. Hàm lượng Chl-a của các lô thí nghiệm sau 5 ngày nuôi.
Ghi chú: L1, L2: Mức ánh sáng 3600 Lux và 360 Lux; N1, N2: Mức dinh dưỡng bổ sung với tỷ lệ N:P = 8:1 và 32:1; T1, T2: Nhiệt độ nuôi 26 ^{o}C và 29 ^{o}C.

	Tháng 5				Tháng 6				
	1	Hòn Mun	3	Mũi Chụt	1M	1D	Hòn Mun	3	Mũi Chụt
Hàm lượng ban đầu	0,37	0,21	0,30	0,48	0,11	1,10	0,45	1,29	0,65
Nhiệt độ: 26 ^{o}C									
L1T1	2,13	0,36	0,59	0,47	0,18	2,48	0,57	0,67	0,98
L2T1	0,08	0,13	0,08	0,76	0,10	1,48	0,56	3,05	0,80
N1T1	3,53	2,44	7,85	1,38	0,68	7,62	3,24	1,96	1,78
N2T1	5,23	7,16	7,77	4,66	0,65	10,08	5,80	5,58	3,73
Nhiệt độ: 29 ^{o}C									
L1T2	1,37	0,23	0,59	0,53	0,29	2,07	0,69	1,20	2,16
L2T2	0,25	0,25	0,43	0,55	0,10	1,00	0,38	2,31	0,96
N1T2	6,69	3,19	6,11	1,43	1,27	8,01	3,61	1,82	1,93
N2T2	7,31	11,55	11,50	5,13	2,66	12,32	6,74	6,06	4,93

4. Thảo luận

Các quần xã TVPD tự nhiên đặc trưng cho các vùng có điều kiện môi trường khác nhau (vùng cửa sông, ven bờ, trong rạn san hô và ngoài khơi) được nuôi trong điều kiện phòng thí nghiệm kiểm soát được nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng cho thấy đều có hiệu suất quang hợp tăng dần theo thời gian nuôi. Điều này cũng được ghi nhận trong các nghiên cứu trước đây ở vùng cửa sông (Bergmann và cs., 2002). Đặc biệt hiệu suất quang hợp tăng thấy rõ ở lô thí nghiệm nuôi bổ sung dinh dưỡng ở nhiệt độ 29 ^{o}C vào ngày thứ 4 và 5 chứng tỏ TVPD đáp ứng tốt với sự thay đổi của nhiệt độ tương tự như xu hướng ngoài tự nhiên: hiệu suất quang hợp của tầng mặt cao hơn tầng đáy và cao ở trạm ven bờ.

Trong điều kiện phòng thí nghiệm, yếu tố ánh sáng tác động mạnh tới quá trình quang hợp của thực vật phù du, hiệu suất quang hợp giảm 50% khi cường độ chiếu sáng còn 10 %. Ngoài tự nhiên, với cường độ ánh sáng giảm theo độ sâu thì hiệu xuất quang hợp cũng giảm theo tương ứng (Moore và cs.. 2006). Đối với nhiệt độ, tuy mức thay đổi nhiệt độ là 3 ^{o}C nhưng biên độ vẫn nằm trong khoảng thay đổi ở ngoài tự nhiên trong vịnh Nha Trang nên chưa có hiệu ứng có ý nghĩa. Đối với nhiệt độ, quần xã TVPD chịu ảnh hưởng khá lớn từ điều kiện bảo quản mẫu trước khi thí nghiệm. Trong điều kiện bảo quản nhiệt độ phòng (25 ^{o}C) thì phải tiến hành thí nghiệm ngay trong khoảng thời gian ngắn. Trong điều kiện bảo quản lạnh hơn (15 ^{o}C) thì không có tác động nhiều đến kết quả thí nghiệm (Garrido và cs., 2013). Trong đợt thí nghiệm này, các mẫu đều được bảo quản trong điều kiện mát hơn nhiện độ hiện trường từ 2-4 ^{o}C, trong thùng tối, và thời gian bắt đầu thí nghiệm ngắn (< 4 giờ) nên không chịu tác động phụ từ việc bảo quản mẫu. Đối với các thí nghiệm có sự thay

đổi tỷ lệ muối dinh dưỡng nitrat và phốt phát, tỷ lệ thấp hơn và cao hơn chỉ số Redfiel cho kết quả biến thiên nhỏ, rõ hơn trong ngày thứ 4, và không theo quy luật cụ thể nào. Phản ứng của TVPD chỉ thực sự có ý nghĩa trong các lô có bổ sung dinh dưỡng so với các lô không bổ sung dinh dưỡng. Tuy nhiên, ở trạm ven bờ Mũi Chụt hiệu suất huỳnh quang không có sự khác biệt ở cả hai mức ánh sáng phản ảnh tính thích nghi cao của quần xã TVPD ven bờ đối với sự thay đổi ánh sáng. Bên cạnh đó, trạm này có nguồn dinh dưỡng cao hơn so với các trạm khác nên có thể hiệu suất quang hợp không bị giảm nhiều khi cường độ ánh sáng thấp (Hình 2, Hình 3). Giá trị Fv/Fm cao và không biến động cùng với hàm lượng Chl-a cao đã đưa đến giả thiết rằng, quần xã TVPD tại khu vực nước cạn ven bờ này đã thích nghi được trong giới hạn ánh sáng và nhiệt độ thí nghiệm (Bảng 2, Hình 2).

Nhìn chung, hiệu suất quang hợp cũng khác nhau giữa các quần xã TVPD của các vùng khác nhau. Quần xã TVPD có hiệu suất quang hợp thấp ngoài tự nhiên (trạm 1M, 1Đ) thì chỉ số Fv/Fm biến thiên lớn khi nuôi ở điều kiện nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng khác nhau. Ngược lại, với những mẫu có hiệu suất quang hợp tương đối cao ngoài tự nhiên (trạm 3, Hòn Mun và Mũi Chụt) thì giá trị Fv/Fm ít biến thiên hơn trong điều kiện nuôi, chứng tỏ quá trình quang hợp chịu sự chi phối bởi nhiều yếu tố nội tại (thành phần loài, mật độ TVPD, các muối dinh dưỡng) dẫn tới đáp ứng của TVPD trong điều kiện thí nghiệm khác nhau (Hình 2, Hình 3).

Kết luận

Trong điều kiện phòng thí nghiệm dưới sự kiểm soát nhiệt độ, ánh sáng và dinh dưỡng, hiệu suất quang hợp giảm khoảng 50% khi cường độ chiếu sáng giảm khoảng 90 % ở 2 mức nhiệt độ 26 và 29 ^{o}C. Thực vật phù du thích nghi và phát triển được khi nhiệt độ thay đổi. Đáp ứng của thực vật phù du rõ ràng giữa các lô bổ sung với các lô không bổ sung dinh dưỡng, nhưng không rõ giữa các lô có mức dinh dưỡng ở tỷ lệ N:P = 8:1 và 32:1. Ảnh hưởng đồng thời của yếu tố dinh dưỡng và ánh sáng lên hiệu suất quang hợp biến thiên mạnh giữa các trạm với mức khác nhau có ý nghĩa: với các trạm cửa sông và ven bờ xảy ra sự đáp ứng khác nhau của TVPD sớm hơn so với các trạm ngoài khơi và rạn san hô (cụ thể đáp ứng khác nhau có ý nghĩa của TVPD xảy ra ngày thứ 3 đối với trạm 3, Mũi Chụt và ngày thứ 4 với trạm 1, Hòn Mun trong tháng 5).

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi nhiệm vụ nghiên cứu thuộc Chương trình hỗ trợ hoạt động nghiên cứu khoa học cho các NCVCC - Năm 2022-2023, Mã số NVCC17.02/22-23. Nghiên cứu sử dụng nguồn số liệu từ các đề tài cơ bản mã số 106.13-2011.16 và đề tài cơ sở Phòng Sinh vật Phù du năm 2012.

Tài liệu tham khảo

Antal T.K., P.S. Venediktov, D.N. Matorin, M. Ostrowska, B. Wozniak, and A.B. Rubin, 2001. Measurement of phytoplankton photosynthesis rate using a pump and probe fluorometer. *Oceanologia* 43(3):291-313.

Consalvey M, P.R., Paterson D. M, 2005. PAM fluorescence: A beginners guide for benthic diatoms. *Diatom Research* 20:1-22.

Cullen J.J. and E.H. Renger (1979), "Continuous Measurement of the DCMU-lnduced Fluorescence Response of Natural Phytoplankton Populations", *Marine Biology 53*, pp. 13-20.

Bergmann, T., Richardson, T.L., Paerl, H.W., Pinckney, J.L. and Schofield, O., 2002. Synergy of light and nutrients on the photosynthetic efficiency of phytoplankton populations from the Neuse River Estuary, North Carolina. *Journal of plankton research*, 24(9): 923-933.

Garrido, M., Cecchi, P., Vaquer, A. and Pasqualini, V., 2013. Effects of sample conservation on assessments of the photosynthetic efficiency of phytoplankton using PAM fluorometry. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, *71*, pp.38-48.

Falkowski P.G. and Kolber Z., 1993. Use of active fluorescence to estimate phytoplankton photosynthesis in situ. *Limnology and Oceanography.* 38(8):1646-1665.

Honeywill C, Patterson D. M, Hagerthey S. E, 2002. Determination of microphytobenthic biomass using pulse-amplitude modulated minimum fluorescence. *European Journal of Phycology* 37:485-492.

Kirk, J.T.O. (1994), *Light & Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*, Cambridge University Press, New York, 509 pp.

Kolber Z.S, and P.G. Falkowski (1993), "Use of active fluorescence to estimate phytoplankton photosynthesis in situ", *Limnol. Oceanogr 38*, pp. 1646-1665.

Lalli C.M., T.R. Parsons (1997), *Biological Oceanography*, Second Edition.

Moore, C.M., Suggett, D.J., Hickman, A.E., Kim, Y.N., Tweddle, J.F., Sharples, J., Geider, R.J. and Holligan, P.M., 2006. Phytoplankton photoacclimation and photoadaptation in response to environmental gradients in a shelf sea. *Limnology and Oceanography*, *51*(2), pp.936-949.

Parkhill, J.P., G. Maillet and J. J. Cullen, 2001. Fluorescence-based maximal quantum yield for PSII as a diagnostic of nutrient stress. *J. Phycol* 37:517-529.

Samuelsson G., Öquist G. (1977), "A method for studying photosynthetic capacities of unicellular algae based on in vivo chlorophyll fluorescence", *Plant Physiology* 40: 315-319.

IMPACTS OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON PHOTOSYNTHETIC EFFICIENCY OF PHYTOPLANKTON IN NHA TRANG BAY IN EXPERIMENTAL CONDITION

Tran Thi Minh Hue*, Doan Nhu Hai, Nguyen Ngoc Lam
Institute of Oceanography, VAST
01 Cau Da, Vinh Nguyen, Nha Trang
*HueTran@planktonviet.com

Abstract. Phytoplankton photosynthetic properties including minimum and maximal fluorescence (Fo, Fm), variable fluorescence (Fv) and photosynthetic efficiency (Fv/Fm) were measured in the dry season 2012 in Nha Trang bay in laboratory condition to estimate community responses in different environmental condition. Experiments on responses of phytoplankton in different light and nutrient regimes were setting up for natural phytoplankton communities collected from 4 locations in Nha Trang bay, near coast, at river mouths, at coral reefs and at the open waters. Different responses of phytoplankton from different location, light and nutrient regimes were observed in day 3 of experiment for communities from coastal and riverine location and day 4 for those from open water and coral reefs. Preliminary results indicated complex environmental conditions (e.g. light intensity and nutrient) impact on physiological status of phytoplankton and hence to photosynthetic efficiency.

Keywords: Photosynthetic efficiency, phytoplankton ecology, Nha Trang bay.