



YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG CHI PHỐI QUẦN XÃ VI KHUẨN LAM Ở HỒ DẦU TIẾNG

*Phạm Thanh Lưu**

Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam – Viện Sinh học Nhiệt đới
Ngày nhận bài: 24-4-2017; ngày nhận bài sửa: 23-5-2017; ngày duyệt đăng: 20-12-2017

TÓM TẮT

Nghiên cứu này khảo sát khu hệ vi khuẩn lam (VKL) và các yếu tố môi trường chính chi phối quần xã VKL ở hồ Dầu Tiếng. Kết quả khảo sát đã thu thập được 29 loài VKL trong đó 3 chi có thành phần loài nhiều nhất là *Dolichospermum* (7 loài), *Microcystis* (5 loài), và *Oscillatoria* (4 loài), với nhóm *Microcystis* thường chiếm ưu thế. Kết quả phân tích tương quan chính tắc cho thấy khu hệ VKL ở hồ Dầu Tiếng chịu sự chi phối chính của một số yếu tố môi trường như độ đục, pH và hàm lượng các chất dinh dưỡng.

Từ khóa: chất lượng nước, hồ Dầu Tiếng, tương quan chính tắc, vi khuẩn lam.

ABSTRACT

Environmental factors regulating cyanobacterial population in the Dau Tieng reservoir

Cyanobacterial assemblages and main environmental factors regulating the cyanobacterial population were investigated in this study. In total, 29 species have been identified. They belong to three main genus of cyanobacterium including Dolichospermum (7 species), Microcystis (5 species), and Oscillatoria (4 species) in which Microcystis was the most dominant. Canonical correspondence analysis (CCA) showed that pH, turbidity and nutrients were mains environmental variables driving the cyanobacterial population in the Dau Tieng Reservoir.

Keywords: cyanobacteria, canonical correspondence analysis, Dau Tieng Reservoir, water quality.

1. Đặt vấn đề

Vi khuẩn lam (VKL) là một trong những sinh vật xuất hiện đầu tiên trên Trái Đất cách đây hàng tỉ năm và tồn tại cho đến ngày nay. Tuy nhiên, VKL chủ yếu hiện diện trong các thủy vực như ao hồ, sông suối có dòng chảy chậm [1]. Cùng với vi tảo, VKL đóng một vai trò quan trọng trong sinh thái thủy vực như cung cấp nguồn năng lượng sơ cấp cho các chuỗi thức ăn trong thủy vực, đồng thời giải phóng một lượng oxy vào không khí thông qua quá trình quang hợp [2]. Tuy nhiên, bên cạnh những đóng góp tích cực, hiện tượng tăng trưởng bùng phát hay còn gọi là nở hoa của VKL gây nhiều hệ lụy lên chất lượng môi trường nước, tài nguyên thủy sản và cân bằng hệ sinh thái. Trong đó, một số loài VKL có khả năng sản sinh độc tố. Ở nước ta, hiện tượng VKL nở hoa và độc tố của chúng thường

* Email: thanhluupham@gmail.com

xuyên hiện diện trong các thủy vực nước ngọt [3-5]. Chúng có khả năng sản sinh ra các loại độc tố như neurotoxin (độc tố thần kinh) và hepatotoxin (độc tố gan). Độc tố VKL tác động nguy hiểm tới sinh vật thủy sinh và sức khỏe con người. Sự cố làm chết 76 người ở thành phố Caruaru, Braxin do sử dụng nguồn nước uống có chứa độc tố VKL [6]. Tổ chức Y tế thế giới (WHO) quy định nồng độ giới hạn trong nước uống là 1 $\mu\text{g/L}$ [7].

Sự phát triển của VKL phụ thuộc nhiều vào các điều kiện môi trường như pH, nhiệt độ, ánh sáng, các chất vi lượng và hàm lượng các chất dinh dưỡng [8]. Ở các vùng ôn đới, nhiệt độ và ánh sáng là hai yếu tố chính chi phối sự phát triển của VKL. Tuy nhiên, ở vùng nhiệt đới nơi mà ánh sáng thường xuyên cao và nhiệt độ luôn thích hợp cho VKL thì các yếu tố dinh dưỡng như nitrate, phosphate thường đóng vai trò chính [9]. Nhiệt độ và hàm lượng phosphate đóng vai trò chủ đạo ảnh hưởng đến mật độ VKL và hàm lượng độc tố microcystins (MCs) ở hồ Núi Cốc [3]. Tuy nhiên, hàm lượng độc tố MCs lại có tương quan thuận với BOD₅, hàm lượng nitơ tổng và hàm lượng phospho ở hồ Trị An [5].

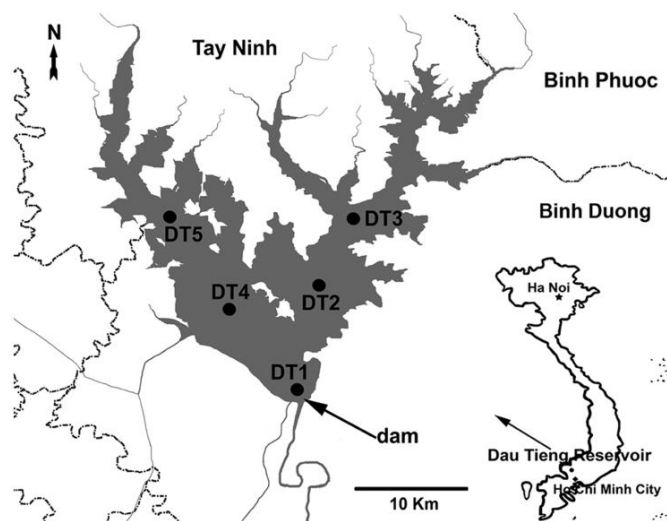
Hồ Dầu Tiếng là hồ chứa nước nhân tạo có chức năng: Ngăn lũ, cấp nước sinh hoạt, tưới tiêu, rửa mặn, cải thiện chất lượng nước và nuôi trồng thủy sản. Là nguồn cung cấp trực tiếp hoặc gián tiếp nước sinh hoạt và tưới tiêu cho hàng triệu dân ở Tây Ninh, Bình Dương và TP Hồ Chí Minh. Một vài nghiên cứu gần đây cho thấy thành phần VKL ở hồ Dầu Tiếng khá đa dạng và thường xuyên nở hoa kèm theo độc tố gây ô nhiễm môi trường và nhiều hệ lụy cho hệ sinh thái [4]. Phần lớn các nghiên cứu ở nước ta hiện nay chỉ tập trung vào đánh giá sự đa dạng của VKL tại các thủy vực, đặc điểm hình thái cũng như chỉ nghiên cứu độc tính trên thực vật hoặc động vật thủy sinh. Chưa có nhiều nghiên cứu tập trung phân tích các yếu tố môi trường chính chi phối sự phát triển của VKL và hiện tượng nở hoa của VKL.

Bài viết này nhằm cung cấp và bổ sung thêm cho độc giả và các nhà quản lý một số thông tin cơ bản về các yếu tố môi trường chi phối sự phát triển của VKL cũng như hiện tượng nở hoa của VKL ở hồ Dầu Tiếng, làm cơ sở khoa học cho việc đề xuất những giải pháp thực tiễn, khả thi nhằm mục tiêu hạn chế và ngăn ngừa các rủi ro do VKL và độc tố VKL gây ra.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa điểm nghiên cứu

Các mẫu nghiên cứu được thu 2 lần vào mùa khô (tháng 4/2016) và mùa mưa (tháng 9/2016) năm 2016 tại 5 vị trí ở hồ Dầu Tiếng (Hình 1). Hai điểm DT3 và DT5 đại diện cho khu vực thượng nguồn và nơi có nhiều hoạt động nuôi trồng thủy sản, hai điểm DT2 và DT4 đại diện cho khu vực giữa hồ, và điểm DT1 đại diện cho chất lượng nước trước khi xả xuống sông Sài Gòn.



Hình 1. Bản đồ và vị trí thu mẫu ở hồ Dầu Tiếng

2.2. Phương pháp thu mẫu và đo đạc

Các thông số môi trường như pH, nhiệt độ, DO, TDS, đĩa Secchi và độ đục được đo đạc tại hiện trường bằng các thiết bị và máy đo chuyên dụng. Mẫu phân tích các thông số dinh dưỡng nitrate, phosphate, tổng nitơ (TN) và tổng phospho (TP) được thu bằng can nhựa 2-L ở tầng mặt và bảo quản lạnh cho đến khi phân tích.

Mẫu phân tích VKL được thu theo phương pháp của Chorus và Bartram (1999) [7]. Theo đó, mẫu định tính VKL được thu bằng lưới vớt thực vật phiêu sinh kiểu Juday hình nón với kích thước mắt lưới là 25 μm . Mẫu định lượng được thu trong can nhựa 1-L. Mẫu được cố định ngay tại hiện trường bằng dung dịch formaline, nồng độ formaline cuối cùng trong mẫu vào khoảng 4%.

2.3. Phương pháp phân tích

Nitrate, phosphate, TN và TP được phân tích bằng máy quang phổ kế (Hach DR/2500) theo phương pháp chuẩn của APHA (2005) [10].

Phương pháp định danh các loài tảo lam dựa trên cơ sở hình thái học sử dụng kính hiển vi quang học Olympus BX51 ở độ phóng đại 100–400 \times theo khóa phân loại VKL của các tác giả trong và ngoài nước như Desikachary (1959) [11], Dương Đức Tiến (1996) [12], Komárek và Anagnostidis (1989, 1999, 2005) [13-15], Cronberg và Annadotter (2006) [16].

Mẫu định lượng (1-L) được để lắng trong ống đong 48h, sau đó làm đông đặc còn lại khoảng 5 mL. Mật độ tế bào trong 1–5 mL mẫu được xác định bằng buồng đếm Sedgewick Rafter theo phương pháp của Sournia (1978) [17]. Sinh khối VKL được xác định theo phương pháp mô phỏng hình học theo Hillebrand và cs. (1999) [18], Sun và Liu (2003)

[19], Vadrucci và cs. (2007) [20]. Khối lượng tươi của TPVD được quy đổi theo tỉ lệ $1\text{mg}/\text{mm}^3$ dựa vào phương pháp của Wetzel và Likens (2000) [21].

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các thông số được kiểm tra phân phối chuẩn bằng phương pháp Levene's test. Trong trường hợp không đạt phân phối chuẩn số liệu được chuyển hóa nhờ hàm $\log(X+1)$ để đạt phân phối chuẩn. Phương pháp phân tích phương sai một và hai yếu tố (one- and two-way ANOVA) và phân tích hậu kiểm (Tukey's HSD test) nhờ phần mềm SPSS (IBM Corp., Armonk, NY, Mỹ) được sử dụng để kiểm tra sự khác biệt của các thông số môi trường giữa các điểm thu mẫu và giữa hai mùa khô và mưa.

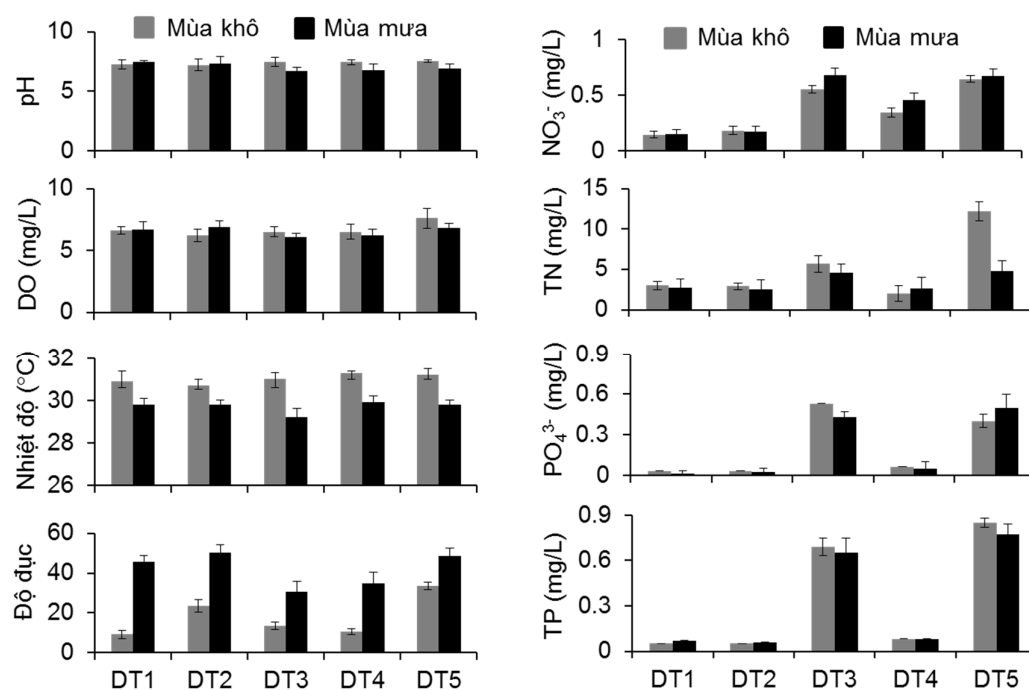
Phân tích tương quan chính tắc (CCA) được sử dụng để xem xét các yếu tố môi trường chính chi phối quần xã TPVD. Các yếu tố môi trường ít tác động lên cấu trúc quần xã TPVD được loại bỏ nhờ phép phân tích hoán vị Monte Carlo. Chỉ những loài có mật độ cao hơn 10% trong mỗi mẫu được dùng trong phép phân tích này. Phân tích tương quan chính tắc được thực hiện nhờ sự trợ giúp của phần mềm CANOCO phiên bản 4.5 cho Windows [22].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả các chỉ tiêu hóa lí

Kết quả phân tích các thông số hóa lí trong nước mặt ở hồ Dầu Tiếng được trình bày ở Hình 2. pH dao động từ 7,1–7,3 vào mùa khô và 7,0–7,5 vào mùa mưa; DO dao động từ 6,1–6,7 mg/L vào mùa khô và 6,5–6,9 mg/L vào mùa mưa; nhiệt độ dao động từ 30–31,2°C vào mùa mưa và 29,2–29,9°C vào mùa khô; độ đục dao động từ 9,1–33,5 NTU vào mùa khô và 30,8–50,4 NTU vào mùa mưa; hàm lượng nitrate dao động từ 0,14–0,64 mg/L vào mùa khô và 0,15–0,68 vào mùa mưa; hàm lượng phosphate dao động từ 0,03–0,53 mg/L vào mùa khô và 0,1–0,5 mg/L vào mùa mưa; hàm lượng nitơ tổng dao động từ 2–12,2 mg/L vào mùa khô và 2,5–4,8 mg/L vào mùa mưa; TP dao động từ 0,05–0,85 mg/L vào mùa khô và 0,06–0,77 mg/L vào mùa mưa. Hàm lượng các chất dinh dưỡng nitơ và phospho khá cao ở một số điểm trong hồ Dầu Tiếng, đặc biệt là ở khu vực thượng nguồn DT3 và DT5, nơi có nhiều hoạt động nuôi trồng thủy sản. Điều này phần nào cho thấy hoạt động nuôi trồng thủy sản trong lòng hồ đã gây nhiều ảnh hưởng xấu đến chất lượng nước hồ. Nước hồ Dầu Tiếng ở mức phú dưỡng hóa dựa theo hệ thống phân loại phú dưỡng của Ye và cs. (2009) [23] với TP dao động từ 25–100 $\mu\text{g}/\text{L}$ và TN dao động từ 600–1500 $\mu\text{g}/\text{L}$.

Kết quả phân tích ANOVA cho thấy nhiệt độ và độ đục khác biệt giữa 2 mùa ($p < 0,05$). Trong đó, nhiệt độ vào mùa khô cao hơn mùa mưa, ngược lại độ đục vào mùa mưa cao hơn mùa khô ($p < 0,05$).



Hình 2. Các thông số hóa lí ở hồ Dầu Tiếng

3.2. Thành phần loài vi khuẩn lam

Kết quả khảo sát ghi nhận được 29 loài VKL thuộc 5 bộ gồm Synechococcales (8 loài), Nostocales (8 loài), Chroococcales (6 loài), Oscillatoriales (6 loài), và Spirulinales (1 loài). Số loài hiện diện vào mùa khô là 24 loài và mùa mưa là 22 loài. Trong đó 3 nhóm có thành phần loài nhiều nhất là *Dolichospermum* (7 loài), *Microcystis* (5 loài), và *Oscillatoria* (4 loài) (Bảng 1).

Bảng 1. Thành phần loài vi khuẩn lam ở hồ Dầu Tiếng

Stt	Tên khoa học	Mùa khô	Mùa mưa	Kí hiệu
Chroococcales				
1	<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	+		Clim
2	<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	+	+	Maer
3	<i>Microcystis botrys</i> Teiling	+	+	Mbot
4	<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	+	+	Mflo
5	<i>Microcystis panniformis</i> Komarek <i>et al.</i>	+	+	Mpan
6	<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	+	+	Mwes
Oscillatoriales				
7	<i>Geitlerinema splendidum</i> Anagnostidis		+	Gspl
8	<i>Lyngbya wollei</i>		+	Lwol

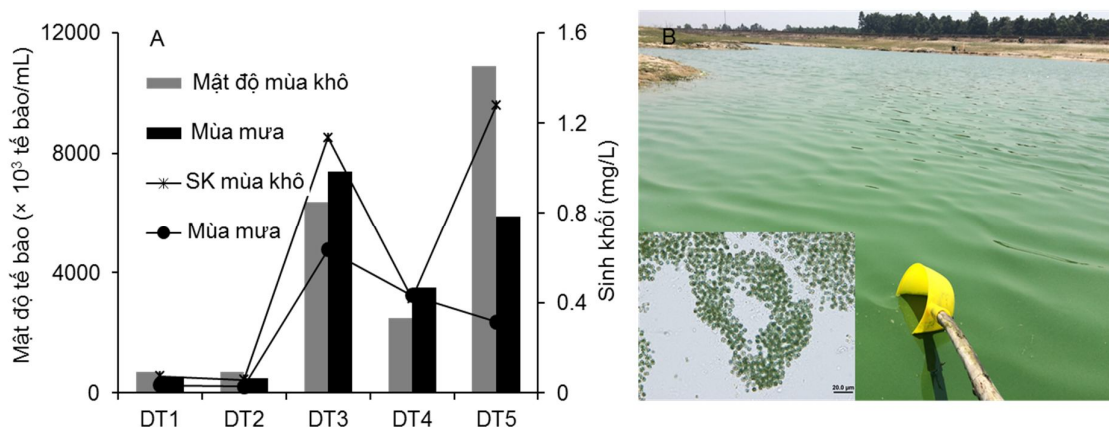
9	<i>Oscillatoria kawamurae</i> Negoro	+	+	Okwa
10	<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gomont	+	+	Olim
11	<i>Oscillatoria princeps</i> Vauch. Ex Gomont	+	+	Opri
12	<i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh ex Gomont	+		Oten
Synechococcales				
13	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> (W. et G.S. West)		+	Adel
14	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenb.) Kützing	+		Mgla
15	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.	+	+	Plim
16	<i>Planktothrix agardhii</i> Anagnostidis et Komárek	+	+	Paga
17	<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Komárek	+		Psli
18	<i>Pseudanabaena mucicola</i> Schwabe		+	Pmuc
19	<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Kom. & Hin.	+		Slac
20	<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenk		+	Wnae
Spirulinales				
21	<i>Spirulina princeps</i> (W. et West) Smith	+	+	Spri
Nostocales				
22	<i>Dolichospermum affinis</i> Lemm.	+	+	Daff
23	<i>Dolichospermum bothai</i> Welsh	+		Dbot
24	<i>Dolichospermum circinalis</i> Rabenh	+	+	Dcir
25	<i>Dolichospermum flos-aquae</i> Brebison	+	+	Dflo
26	<i>Dolichospermum mucosa</i> Komarkova	+	+	Dmuc
27	<i>Dolichospermum smithii</i> (Komárek) Watanabe	+		Dsmi
28	<i>Dolichospermum viguieri</i> Denis et Fremy	+	+	Dvig
29	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> Seenayya	+	+	Crac
Tổng số		24	22	

3.3. Mật độ tế bào và sinh khối vi khuẩn lam

Mật độ tế bào và sinh khối của VKL ở hồ Dầu Tiếng được trình bày ở Hình 3A. Mật độ tế bào dao động từ $431-9583 \times 10^3$ tế bào/mL vào mùa khô và $197-4768 \times 10^3$ tế bào/mL vào mùa mưa. Sinh khối VKL dao động từ 0,09–1.45 mg/L vào mùa khô và 0,065–0,98 mg/L vào mùa mưa. Mật độ tế bào và sinh khối VKL ở DT3 và DT5 thường cao hơn các điểm còn lại. Điều này cũng cho thấy hoạt động nuôi trồng thủy sản ở hai khu vực này đã góp phần làm gia tăng mật độ tế bào và sinh khối VKL. Ngược lại khu vực

DT1 và DT2 có hàm lượng các chất dinh dưỡng thấp giúp hạn chế các nhóm VKL phát triển.

Các nhóm VKL chính cấu thành nên mật độ và sinh khối VKL ở hồ Dầu Tiếng là *Dolichospermum (Anabaena)*, *Microcystis* và *Oscillatoria*. Ngoài ra một số nhóm khác như *Aphanizomenon*, *Arthrospira*, *Cylindrospermopsis*, *Pseudanabaena* và *Phormidium* cũng xuất hiện với mật độ và sinh khối thấp. Mặc dù, bên cạnh sự hiện diện của nhiều nhóm VKL khác nhau, nhóm *Microcystis* luôn luôn chiếm ưu thế ở tất cả các tháng từ tháng 7 đến tháng 10, đặc biệt là loài *M. aeruginosa*. Đây là loài tảo phát triển mạnh nhất và gây hiện tượng nở hoa trong tháng 7 và tháng 8 ở hồ Dầu Tiếng (Hình 3B). Chúng cũng xuất hiện phổ biến và gây ra hiện tượng nở hoa ở nhiều quốc gia khác trên thế giới. Nhiều nghiên cứu cho thấy 75% trường hợp nở hoa của tảo lam có khả năng sản sinh ra độc tố [23].

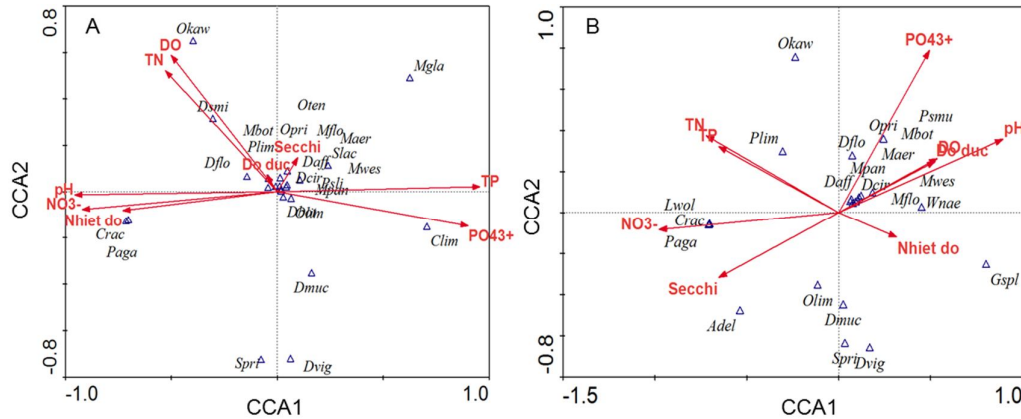


Hình 3. Mật độ tế bào và sinh khối vi khuẩn lam (A). Vi khuẩn lam nở hoa (B)

3.4. Tương quan giữa điều kiện môi trường và vi khuẩn lam

Kết quả phân tích tương quan chính tắc CCA giữa quần xã VKL (bao gồm sinh khối và mật độ) và các thông số hóa lý trong mùa khô và mùa mưa được trình bày ở Hình 4. Kết quả phân tích cho thấy sinh khối và mật độ VKL chịu sự chi phối của một số các yếu tố môi trường bao gồm độ đục, đĩa secchi, DO, PO_4^{3-} , TN và TP... Kết quả từ biểu đồ CCA ở mùa khô cho thấy độ đục, đĩa secchi, DO, PO_4^{3-} , TN và TP chi phối phần lớn sinh khối và mật độ VKL (Hình 4A). Trong đó trục CCA1 tương quan thuận PO_4^{3-} và TP chi phối 38,5% độ biến động của khu hệ. Trục CCA1 chi phối phần lớn sinh khối và mật độ VKL bao gồm các loài *Microcystis aeruginosa* (Maer), *M. wesenbergii* (Mwes), *M. panniformis* (Mpan), *Dolichospermum circinalis* (Dcir), *D. affinis*. Trong khi đó trục CCA2 tương quan thuận với độ đục và đĩa secchi chi phối 30,6% độ biến động. Trục CCA2 chi phối mật độ các loài như *Microcystis botrys* (M.bot), *Dolichospermum viguieri* (Dvig), *D. mucosa* (Dmuc), *D. bothai* (Dbot), *Spirulina princeps* (Spri) (Hình 4A).

Trong mùa mưa sinh khối và mật độ VKL bị chi phối nhiều bởi độ đục, Secchi, pH, NO_3^- và PO_4^{3-} . Trục CCA1 tương quan thuận với độ đục, pH, PO_4^{3-} , tương quan nghịch với Secchi và NO_3^- . Trục CCA2 chi phối 39,5% độ biến động và chi phối phần lớn sinh khối và mật độ VKL bao gồm các loài thuộc chi *Microcystis* và *Dolichospermum*. Ngược lại, trục CCA2 tương quan thuận với PO_4^{3-} , TN, TP. Trục CCA2 chi phối 30,1% độ biến động và chi phối sinh khối và mật độ các loài *Oscillatoria kawamurae* (Okaw), *O. limosa* (Olim), *Dolichospermum mucicola* (Dmuc), *D. flosaquae* (Dflos), *D. affinis* (Daff), *D. viguieri* (Dvig) (Hình 4B).



Hình 4. Sự chi phối của các thông số hóa lý và quần xã vi khuẩn lam trong mùa khô (A) và mùa mưa (B). Kí hiệu tên loài được trình bày ở Bảng 1.

Ở một số ao hồ nhiệt đới như hồ Kranji ở Singapore, mật độ *Microcystis* thường tỉ lệ thuận với hàm lượng tổng nitơ và tổng phospho [24]. Trong đó, phospho đóng vai trò chính chi phối sự phát triển của VKL. Hàm lượng PO_4^{3-} cũng được báo cáo có liên quan mật thiết với hàm lượng độc tố MCs sinh ra trong nội bào [25]. Kết quả nghiên cứu này cũng cho thấy ngoài các yếu tố dinh dưỡng chính như NO_3^- và PO_4^{3-} , sự phát triển của VKL ở hồ Dầu Tiếng còn phụ thuộc vào độ đục. Kết luận này có nhiều điểm tương đồng với ghi nhận của Phạm và cs. [26]; trong đó, phosphate là một trong những yếu tố quan trọng nhất chi phối sinh khối vi khuẩn lam và hàm lượng độc tố MCs ở hồ Dầu Tiếng. Môi trường nước hồ Dầu Tiếng ngoài chịu sự tác động của các hoạt động công nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản trong khu vực, còn chịu sự tác động trực tiếp bởi các hoạt động khai thác cát và đặc biệt là hình thức nuôi vịt quảng canh đã góp phần không nhỏ vào việc gia tăng phú dưỡng trong lòng hồ. Các hoạt động này có trực tiếp hay gián tiếp gây ra hiện tượng bùng phát VKL là câu hỏi và trở nên cần phải giải quyết ở những nghiên cứu tiếp theo.

4. Kết luận

Quần xã VKL ở hồ Dầu Tiếng đặc trưng cho hệ sinh thái hồ bị phú dưỡng với sự ưu thế của hai nhóm VKL là *Microcystis* và *Dolichospermum*. Mật độ tế bào và sinh khối VKL ở hồ Dầu Tiếng vào mùa khô thường cao hơn ở mùa mưa và bị chi phối chính bởi một số các yếu tố môi trường như độ đục, pH và hàm lượng các chất dinh dưỡng nitơ và phospho. Chất lượng nước hồ Dầu Tiếng có dấu hiệu bị phú dưỡng hóa bởi các hoạt động công, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Do đó, cần sớm có những giải pháp quản lý nhằm bảo vệ nguồn nước hồ Dầu Tiếng.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

❖ **Lời cảm ơn:**

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED), trong đề tài mã số 106-NN.04-2015.72.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Reynolds C.S., *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, UK, 2006.
- [2] Duy T., Lam P.S., Shaw G., Connell D., “Toxicology and risk assessment of freshwater cyanobacterial (blue-green algal) toxins in water,” *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 163, pp. 113–185, 2000.
- [3] Duong T.T., Jähnichen S., Le T., Ho C., Hoang T., Nguyen T., Vu T., Dang D., “The occurrence of cyanobacteria and microcystins in the Hoan Kiem Lake and the Nui Coc reservoir (North Vietnam),” *Environmental Earth Sciences*, vol.71(5), pp. 2419-2427, 2014.
- [4] Pham T.L., Dao T.S., Shimizu K., Do H.L.C., Utsumi M., “Isolation and characterization of microcystin-producing cyanobacteria from Dau Tieng Reservoir, Vietnam,” *Nova Hedwigia*, vol. 101 (1-2), pp. 3-20, 2015.
- [5] Dao T.-S., Nimptsch J. and Wiegand C., “Dynamics of cyanobacteria and cyanobacterial toxins and their correlation with environmental parameters in Tri An Reservoir, Vietnam,” *Journal of Water and Health*, vol. 14 (4), pp. 699-712, 2016.
- [6] Jochimsen E.M., Carmichael W.W., An J., Cardo D., Cookson S.T., Holmes C.E.M., Antunes M.B.C., Melo-Filho D.A., Lyra T.M., Barreto V., Azevedo S.M.F.O., Jarvis W.R., “Liver failure and death following exposure to microcystin toxins at a hemodialysis center in Brazil,” *New England Journal of Medicine*, 36, pp. 373–378, 1998.
- [7] Chorus I., Bartram J., *Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*, Published on behalf of WHO, Spon Press, London, 416 pp, 1999.
- [8] Monchamp M.-E., Pick F.R., Beisner B.E. and Maranger R., “Nitrogen forms influence Microcystin concentration and composition via changes in cyanobacterial community structure,” *PLOS ONE*, vol. 9, e85573, 2014.

- [9] Mowe M.A.D., Mitrovic S.M., Lim R.P., Furey A. and Yeo D.C.J., "Tropical cyanobacterial blooms: a review of prevalence, problem taxa, toxins and influencing environmental factors," *Journal of Limnology*, vol. 74, pp. 205–224, 2015.
- [10] APHA (American Public Health Association), *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21st Edition, Washington DC, 2567 pp, 2005.
- [11] Desikachary T.V., *Cyanophyta*. New Delhi, Indian Council of Agricultural, 1959.
- [12] Dương Đức Tiên, *Phân loại vi khuẩn lam Việt Nam*. Hà Nội: NXB Nông nghiệp, 220 tr., 1996.
- [13] Komárek J. and Anagnostidis K., "Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4–Nostocales," *International Association of Theoretical and Applied Limnology*, vol. 82, pp. 247–345, 1989.
- [14] Komárek J. and Anagnostidis K., *Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. 548 pp, 1999.
- [15] Komárek J. and Anagnostidis K., *Cyanoprokaryota 1. Teil: Oscillatoriales*. 759 pp, 2005.
- [16] Cronberg G. and Annadotter H., *Manual on aquatic cyanobacteria: A photo guide and a synopsis of their toxicology*. Kerteminde Tryk A/S, 106 pp, 2006.
- [17] Sournia A., *Phytoplankton manual*, published by UNESCO, 1978.
- [18] Hillebrand H., Dürselen C.D., Kirschtel D., Pollingher U., Zohary T., "Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae," *Journal of Phycology*, Vol. 35, pp. 403-424, 1999.
- [19] Sun J. and Liu D., "Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton," *Journal of Plankton Research*, vol. 25, pp. 1331-1346, 2003.
- [20] Vadrucci M.R., Cabrini M., Basset A., "Biovolume determination of phytoplankton guilds in transitional water ecosystems of Mediterranean Ecoregion," *Transitional Waters Bulletin*, vol. 1, pp. 83-102, 2007.
- [21] Wetzel R.G. and Likens G.E., *Limnological analyses*. Springer. New York, 2000.
- [22] Leps J. and Smilauer P., *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU, UK, 283 pp, 2003.
- [23] Ye W., Liu X., Tan J. Li D., Yang H., "Diversity and dynamics of microcystin-producing cyanobacteria in China's third largest lake, Lake Taihu," *Harmful Algae*, vol. 8, pp. 637–644, 2009:
- [24] Te S.H. and Gin K.Y.H., "The dynamics of cyanobacteria and microcystin production in a tropical reservoir of Singapore," *Harmful Algae*, vol. 10, 319–329, 2011.
- [25] Rinta-Kanto J.M., Konopko E.A., DeBruyn J.M., Bourbonniere R.A., Boyer G.L. and Wilhelm S.W., "Lake Erie *Microcystis*: relationship between microcystin production, dynamics of genotypes and environmental parameters in a large lake," *Harmful Algae*, vol. 8, pp. 665–673, 2009.
- [26] Pham T.-L., Dao T.-S., Tran N.-D., Nimptsch J., Wiegand C. and Motoo U., "Influence of environmental factors on cyanobacterial biomass and microcystin concentration in the Dau Tieng Reservoir, a tropical eutrophic water body in Vietnam," *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, vol. 53, pp. 89-100, 2017.