

ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG PHÚ DƯỠNG VÀ YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG CHI PHỐI QUẦN XÃ TẢO LỤC Ở HỒ TRỊ AN

Trần Thị Hoàng Yến^{1*}, Lê Thị Lượm², Phạm Thanh Lưu^{1,3}

¹*Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST), Viện Sinh học nhiệt đới*

²*Trung tâm kỹ thuật Tài nguyên và Môi trường Đồng Nai*

³*Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VAST)*

*Tác giả liên hệ: tthuyen95@gmail.com

Ngày nhận bài: 24.07.2019

Ngày chấp nhận đăng: 24.10.2019

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm khảo sát về trạng thái phú dưỡng và mối tương quan giữa quần xã tảo lục với các thông số môi trường ở hồ Trị An. Mẫu được thu tại 6 vị trí từ tháng 3 năm 2016 đến tháng 2 năm 2017. Trạng thái phú dưỡng được đánh giá thông qua chỉ số TSI (Trophic State Index). Mối tương quan giữa các chỉ số với thông số môi trường được xác định bằng phân tích tương quan chính tắc CCA (Canonical Correspondence Analysis). Kết quả cho thấy khu hệ tảo lục ở hồ Trị An khá phong phú với 98 loài thuộc 4 lớp, 6 bộ, 16 họ, 31 chi, trong đó hai chi *Staurastrum* và *Scenedesmus* chiếm ưu thế về số loài. Chỉ số phú dưỡng TSI chỉ ra hồ Trị An đang trong trạng thái bị phú dưỡng cao. Kết quả phân tích CCA cho thấy mối tương quan mạnh mẽ giữa cấu trúc quần xã tảo lục với các thông số môi trường và sự chi phối của các yếu tố dinh dưỡng (NO_3^- , PO_4^{3-} , TP, TN), độ đục và DO của nước đối với cấu trúc quần xã tảo lục ở hồ Trị An. Chỉ số TSI đã phản ánh tốt cho môi trường giàu dinh dưỡng vì thế có tiềm năng trong việc theo dõi, đánh giá chất lượng môi trường nước trong tương lai.

Từ khóa: Chỉ số phú dưỡng TSI, phân tích tương quan chính tắc CCA, hồ Trị An, tảo lục, trạng thái dinh dưỡng.

Assessing Eutrophic Status and Environmental Factor Regulating Green Algae Community in Tri An Reservoir

ABSTRACT

This study aimed to describe the eutrophication status and investigate the main environmental variables driving on the structure of the green algae communities in Tri An reservoir. Samples were monthly collected at 6 stations from March 2016 to February 2017. Eutrophication status was assessed by using the Trophic State Index (TSI). The correlation between green algae communities and environmental parameters was determined by Canonical Correspondence Analysis (CCA). A total of 98 species classified into 31 genera, 16 families, 6 orders, 4 phyla were recorded with a clear dominance of *Staurastrum* and *Scenedesmus*. Results of TSI index indicated that water quality in Tri An reservoir was classified as eutrophic to hypertrophic states. The CCA analysis showed that the green algae community was influenced by multivariate factors such as NO_3^- , PO_4^{3-} , total P, total N, DO and turbidity. The TSI index reflected well for eutrophic condition and could be used as a potential application for bio-monitoring of surface water.

Keywords: Canonical correspondence analysis (CCA), green algae, Tri An reservoir, the trophic state index (TSI), trophic status.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hồ Trị An là một hồ nước nhân tạo nằm trên sông Đồng Nai, thuộc huyện Vĩnh Cửu, tỉnh Đồng Nai. Nhận nguồn nước từ sông Đồng Nai và sông La Ngà, hồ Trị An có chức năng chính là

cung cấp nước cho nhà máy phát điện kiểm soát lũ lụt, cung cấp nước cho sinh hoạt và công nghiệp, thủy sản và khai thác. Tuy nhiên, ngày nay việc nuôi cá lồng bè cùng với nước thải từ nhà máy và các hoạt động sinh hoạt của người dân đã dẫn đến sự giàu dinh dưỡng trong dòng

chảy vào hồ gây ra hiện tượng phú dưỡng (Dao & cs., 2010). Môi trường nước bị phú dưỡng tạo điều kiện thuận lợi cho nhiều nhóm tảo (tảo lục) phát triển mạnh gây mất cân bằng sinh thái.

Tảo lục (Chlorophyta) là nhóm vi tảo quang tự dưỡng và ở các thủy vực nước ngọt tảo lục chiếm ưu thế cả về thành phần loài cũng như về số lượng cá thể. Với đặc điểm có độ phong phú cao, vòng đời ngắn, tỉ lệ sinh sản cao nên những biến đổi trong cấu trúc quần xã của chúng sẽ phản ánh được tính chất và những biến đổi trong môi trường mà chúng sinh sống. Do đó, sử dụng tảo lục để đánh giá tình trạng môi trường nước là cần thiết (thông qua các chỉ số sinh học), nhất là hiện tượng phú dưỡng ở các hồ nước ngọt. Việc đánh giá trạng thái dinh dưỡng của hồ đã được thực hiện từ lâu dựa trên các chỉ số hóa lý và sự kết hợp giữa chỉ số hóa lý với chỉ số sinh học cũng đã được ứng dụng. Nghiên cứu của Devi Prasad & Siddaraju (2012) đã sử dụng chỉ số CTSI (Carlson's trophic state index) để đánh giá tình trạng dinh dưỡng và chất lượng nước ở hai hồ Arakere và Thaggahalli (Ấn Độ). Zebaparveen & cs. (2013) cũng đã sử dụng chỉ số TSI (Trophic state index) để tiến hành đánh giá và quản lý chất lượng nước sau khi cải tạo ở hồ Sharanabasaveshwara (Ấn Độ). Ngoài ra, những biến động của các yếu tố lý hóa sẽ tác động đến đa dạng sinh thái ở các thủy vực. Tác động của các yếu tố lý hóa lên thủy sinh vật được thể hiện qua cấu trúc thành phần loài và

mật độ của chúng (Henglun & cs., 2014). Gần đây, công trình nghiên cứu về tương quan giữa các thông số môi trường với khu hệ thực vật phù du như nghiên cứu của Tinh & cs. (2015) ở hồ Tuyên Lâm (Đà Lạt) đã sử dụng phương pháp phân tích tương quan chính tắc CCA, cho thấy các yếu tố như vector cường độ ánh sáng và nồng độ chất dinh dưỡng ảnh hưởng đến cấu trúc thành phần loài thực vật phù du.

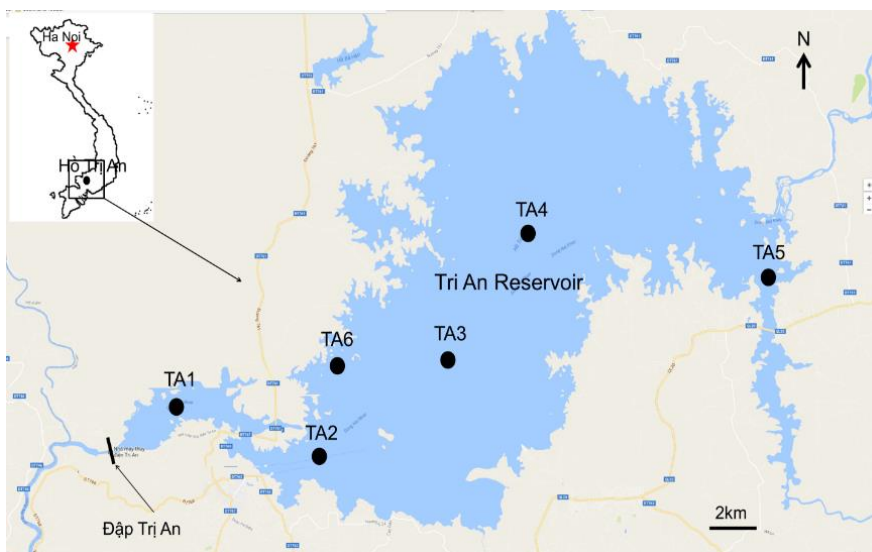
Nghiên cứu này đã sử dụng các phương pháp đánh giá mức độ dinh dưỡng và sự chi phối của các thông số môi trường với cấu trúc quần xã tảo lục nhằm có cái nhìn đầy đủ hơn về hiện tượng phú dưỡng của hồ Trị An để có thêm cơ sở đề xuất các biện pháp quản lý và kiểm soát phú dưỡng một cách hiệu quả.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vị trí và thời gian lấy mẫu

Mẫu được thu tại 6 vị trí ký hiệu TA1-TA6 ở hồ Trị An (Hình 1). Điểm TA1 đại diện cho khu vực hồ phụ, điểm TA2, TA3 và TA4 đại diện cho khu vực hồ chính. Điểm TA5 đại diện cho khu vực La Ngà nơi có sông La Ngà chảy vào hồ và khu vực có nhiều bè cá, điểm TA6 đại diện cho khu vực nuôi các bè tập trung ở Mã Đà.

Thời gian thu mẫu được thực hiện từ tháng 3 năm 2016 đến tháng 2 năm 2017 với tần suất 1 lần/tháng.



Hình 1. Bản đồ hồ Trị An và các điểm lấy mẫu

2.2. Thu mẫu ngoài thực địa

2.2.1. Thu mẫu hóa lý

Các chỉ số hóa lý như: pH, DO, nhiệt độ, Secchi disk ngoài thực địa bằng các máy đo chuyên dụng WTW 3320 và máy đo cầm tay Sension 156. Mẫu nước để phân tích các chỉ số TN, TP, NO_3^- , PO_4^{3-} trong phòng thí nghiệm được thu trong can 2 L và được giữ ngay trong thùng đá ở 4°C, bảo quản mẫu ở nhiệt độ này cho đến khi phân tích mẫu.

2.2.2. Thu mẫu tảo lục

Mẫu định tính được thu bằng lưới phiêu sinh hình nón có kích thước mắt lưới là 20 ìm bằng cách kéo lưới trên bề mặt nước, sau đó cho vào lọ 150 mL và cố định bằng dung dịch formaldehyde 4% tại hiện trường. Mẫu định lượng được thu trong can nhựa 2 L và cố định mẫu bằng formaldehyde 4% tại hiện trường.

2.3. Phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm

Các thông số TN, TP, NO_3^- , PO_4^{3-} , được phân tích theo phương pháp chuẩn của APHA (2005). Chlorophyll-a trong mẫu được tách chiết bằng acetone 90% ở nhiệt độ phòng trong tối khoảng 24 h, sau đó mẫu được ly tâm ở 4.000 rpm, 15 phút. Phần dịch nổi được thu hồi để phân tích chlorophyll-a. Chlorophyll-a được đo bằng phương pháp đo quang phổ (UV-VIS, Harch, 500) ở bước sóng 630-750 nm.

Các loài tảo lục được định danh bằng phương pháp so sánh hình thái để phân loại, xác định thành phần loài sử dụng kính hiển vi quang học Olympus BX51 ở độ phóng đại x 100-400 và được định danh dựa trên các tài liệu phân loại học đã công bố như nghiên cứu của Shirota (1968), Dương Đức Tiến & Võ Hành

(1997), Nguyễn Văn Tuyên (2003). Hệ thống phân loại tảo được sắp xếp theo hệ thống phân loại của AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2014). Mẫu định lượng được để lắng 48 h trong phòng thí nghiệm sau đó mẫu được làm đông đặc còn lại 10-15 mL. Mật độ tế bào trong 1-5 mL mẫu được xác định bằng buồng đếm Sedgewick Rafter. Ít nhất 500 tế bào tảo lục được đếm cho mỗi mẫu. Sinh khối tế bào tảo lục được tính dựa theo nghiên cứu của Sun & Liu (2003), bằng cách mô phỏng hình học hình dạng tế bào sau đó được quy đổi thành khối lượng tươi theo tỉ lệ 1 mg/mm³. Mật độ tảo lục được xác định theo công thức:

$$N = \frac{n}{v} \times 1.000 \times \frac{V_1}{V}$$

Trong đó: N là số lượng tế bào trong 1 lít (tế bào/L)

n là số tế bào đếm được

v là thể tích đếm (mL)

V_1 là thể tích cô đặc sau khi thu mẫu (mL)

V là thể tích mẫu đem xử lý (1L)

2.4. Xử lý số liệu

Trong nghiên cứu này đã sử dụng các phương pháp đánh giá từ mức độ dinh dưỡng thông qua so sánh với nồng độ TN, TP, Chlorophyll-a (Håkanson & cs., 2007) đến xem xét trạng thái dinh dưỡng của hồ qua Chỉ số phú dưỡng TSI (Trophic State Index) (Carlson, 1977), chỉ ra chất dinh dưỡng hạn chế với sự phát triển của tảo (WHO, 2002).

Phương pháp đánh giá mức độ dinh dưỡng thông qua so sánh với nồng độ TN, TP, Chlorophyll-a theo Håkanson & cs. (2007) trong hệ thống nước ngọt theo bảng 1.

Bảng 1. Phân loại các mức độ phú dưỡng của nước hồ theo Håkanson & cs. (2007)

Mức độ dinh dưỡng	Tổng N (mg/L)	Tổng P (mg/L)	Chlorophyll-a ($\mu\text{g/L}$)
Nghèo dinh dưỡng	<0,06	<0,008	<2
Dinh dưỡng trung bình	0,06-0,08	0,008-0,025	2-6
Phú dưỡng	0,18-0,43	0,025-0,06	6-20
Siêu phú dưỡng	>0,43	>0,06	>20

Bảng 2. Trạng thái dinh dưỡng và phân loại nước theo chỉ số TSI (Carlson, 1977)

TSI	Trạng thái dinh dưỡng
<30	Rất nghèo dinh dưỡng
30-40	Nghèo dinh dưỡng
40-50	Dinh dưỡng trung bình
50-70	Giàu dinh dưỡng
70->80	Rất giàu dinh dưỡng

Chỉ số phú dưỡng TSI là chỉ số đánh giá trạng thái phú dưỡng của nước dựa vào 3 yếu tố tổng Photpho (TP), Secchi (SD) và Chlorophyll-a (Chl-a) theo Carlson (1977) sau đó dựa theo bảng 2 để đánh giá trạng thái dinh dưỡng.

Công thức:

$$TSI - TP = 14,42 \times \ln TP (\mu\text{g/L}) + 4,15$$

$$TSI - \text{Chl-a} = 30,6 + 9,81 \ln \text{Chl-a} (\mu\text{g/L})$$

$$TSI - \text{SD} = 60 - 14,41 \times \ln \text{Secchi (m)}$$

$$TSI = \frac{TSI - TP + TSI - C + TSI - SD}{3}$$

Cấu trúc thành phần loài, mật độ, sinh khối tế bào và các chỉ số sinh học của quần xã vi tảo lục được nhập bằng phần mềm Microsoft Excel 2010. Phương pháp phân tích phương sai một nhân tố ANOVA (one-way analysis of variance) được sử dụng để thể hiện sự khác biệt giữa các điểm và giữa các đợt khảo sát. Phương pháp phân tích tương quan đa biến CCA (Canonical Correspondence Analysis) được sử dụng để phân tích mối liên hệ giữa các thông số sinh học và các chỉ tiêu hoá lý bằng phần mềm PAST V3.11 (Hammer & Harper, 2001).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính chất hóa lý ở hồ Trị An

Qua kết quả phân tích phương sai một chiều ANOVA giá trị của các thông số pH, nhiệt độ, TN trong nước mặt hồ Trị An (Bảng 3) không thấy có sự khác biệt ý nghĩa. Kết quả phân tích các chỉ tiêu DO, độ trong, NO_3^- , PO_4^{3-} , TP và Chlorophyll-a khác biệt có ý nghĩa ($P < 0,05$). Nhìn chung độ pH có đặc điểm từ trung tính đến kiềm nhẹ. Giá trị pH tại 6 vị trí

khảo sát ở hồ Trị An giữa mùa mưa và mùa khô không có sự khác biệt rõ rệt, tất cả các điểm của hai mùa đều nằm trong giới hạn cho phép chất lượng nước mặt loại A (từ 6 đến 8,5) theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Nhiệt độ đo được ở hồ Trị An tương đối ổn định, không có sự dao động lớn giữa các điểm thu mẫu và giữa 2 đợt khảo sát. TN đo được tại các điểm khảo sát ở hồ Trị An vào hai mùa không có sự khác biệt rõ rệt, đo được từ 2,47-5,09 mg/L, cao nhất tại điểm TA3 và thấp nhất tại điểm TA6. Giá trị DO trung bình mùa khô cao hơn mùa mưa. Ngoài ra, giá trị DO tại các điểm TA5 và TA6 luôn thấp hơn so với các điểm khác ở cả 2 mùa. Đồng thời đây là những điểm tập trung nuôi cá lồng bè do đó có thể ảnh hưởng đến việc nuôi của người dân ở khu vực này. Theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt - QCVN 08-MT: 2015/BTNMT, tất cả các điểm đều nằm trong chất lượng nước loại A ngoại trừ điểm TA5 vào mùa mưa là có giá trị DO nằm trong giới hạn B1. Độ trong của nước cũng phần nào phản ánh chất lượng môi trường nước. Ở đây, độ trong được đánh giá thông qua chỉ số Secchi disk, giá trị của secchi disk mùa khô cao hơn mùa mưa (ANOVA, $P = 0,003$). Đặc biệt điểm TA5 là điểm có nhiều bè cá, độ trong ở cả hai mùa đều thấp hơn nhiều so với các điểm còn lại. Qua đó cho thấy nước thải sinh hoạt đã góp phần đáng kể làm giảm độ trong của nước. Giá trị NO_3^- có sự khác biệt rõ rệt giữa mùa mưa và mùa khô (ANOVA, $P < 0,05$). Điểm TA5 có giá trị cao nhất ở cả hai mùa. Tất cả các điểm đều được xếp vào loại A theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Kết quả giá trị PO_4^{3-} vào hai mùa có sự khác biệt (ANOVA, $P < 0,05$). Giá trị PO_4^{3-} mùa khô cao nhất tại điểm TA5 và thấp nhất tại điểm TA3

và tương đối ổn định giữa các điểm. Mùa mưa, điểm TA5 có giá trị PO_4^{3-} cao hơn các điểm còn lại. Ngoài ra, tất cả các giá trị khảo sát đều được xếp vào loại A theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT. Chỉ tiêu TP đo được tại đây cho thấy mùa mưa lượng TP cao hơn mùa khô, nếu mùa mưa dao động từ 0,18-0,38 mg/L thì mùa khô chỉ từ 0,15-0,21 mg/L (ANOVA, $P = 0,03$). Ngoài ra, so sánh với số liệu chất dinh dưỡng (TN, TP) quan trắc được ở hồ Dầu Tiếng (Tô Nguyệt Nga, 2007) cũng có quy luật mùa mưa cao hơn mùa khô. Nguyên nhân có thể do mùa mưa nước từ thượng nguồn đổ về cuốn theo các hợp chất hữu cơ cùng với nước thải từ các hoạt động sinh hoạt và việc nuôi cá lồng bè của những người dân sinh sống quanh hồ làm cho nồng độ các chất tăng cao.

Bên cạnh đó, nồng độ Chlorophyll-a đo được ở hồ Trị An vào hai mùa có sự chênh lệch khá lớn tại các điểm: TA2, TA3, TA4, TA5, TA6 (ANOVA, $P = 0,03$). Mùa khô nồng độ chlorophyll-a cao nhất tại điểm TA2 (146,24 μ /L) và giảm dần đến điểm TA6 (35,16 μ /L). Mùa mưa điểm TA3 (602,78 μ /L) có nồng độ chlorophyll-a cao nhất và thấp nhất vẫn là điểm TA5 (12,84 μ /L). Điều này cho thấy tại điểm TA5 mật độ tảo lục tại đây rất thấp. Sự khác biệt điểm TA1 ở hai mùa không có ý nghĩa.

3.2. Cấu trúc thành phần loài tảo lục ở hồ Trị An

Kết quả phân tích thành phần loài tảo lục ở hồ Trị An tại 6 vị trí khảo sát đã phát hiện được 98 loài thuộc 4 lớp, 6 bộ, 16 họ, 32 chi. Trong số 32 chi phát hiện được ở hồ Trị An, hai chi *Scenedesmus* và *Staurastrum* chiếm ưu thế về số lượng loài, chi *Scenedesmus* phát hiện được 12 loài (11,9%) và chi *Staurastrum* có 21 loài (21,4%). Số loài giữa hai mùa không có sự khác biệt lớn. Trong đó, mùa khô phát hiện được 93 loài thuộc 3 lớp, 5 bộ, 15 họ, 31 chi. Mùa mưa phát hiện được 93 loài thuộc 4 lớp, 6 bộ, 16 họ, 30 chi (Hình 2). Những loài thuộc chi *Scenedesmus*, *Staurastrum* chiếm ưu thế trong mùa mưa, trong khi đó mùa khô các loài dạng tập đoàn thuộc các chi như *Dictyosphaerium*, *Oocysti*, *Sphaerocysti* xuất hiện với tần xuất nhiều hơn các chi còn lại.

So với các nghiên cứu của một số thủy vực khác trong nước, thành phần loài tảo lục ở hồ Trị An cao hơn hồ Xuân Dương (Nghệ An) với 53 loài thuộc 16 chi, 8 họ, 2 bộ, 2 lớp (Nguyễn Thị Xuân, 2013), trong đó các loài ưu thế thuộc chi *Staurastrum* (10 loài, chiếm 18,9%). Điều này cho thấy quần xã tảo lục phát hiện được ở hồ Trị An tương đối đa dạng về số loài và thành phần loài hơn so với hồ Xuân Dương.

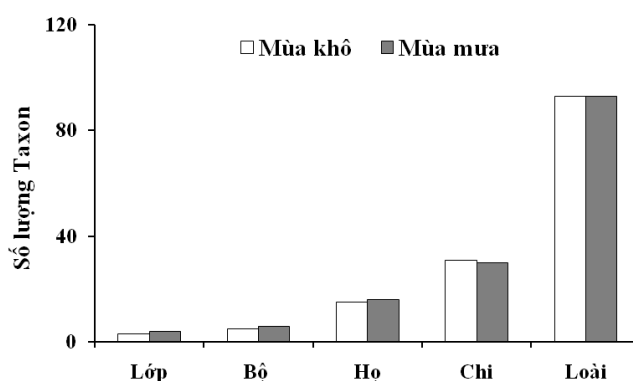
3.3. Mật độ và sinh khối tảo lục ở hồ Trị An

Mùa khô mật độ tảo lục dao động từ 3×10^5 - 17×10^5 tế bào/L nhưng mật độ tảo lục lại tăng cao dao động từ 17×10^5 - 13×10^6 tế bào/L trong mùa mưa (Hình 3). Mật độ thấp nhất tại TA5 và cao nhất tại TA1 ở cả hai mùa. Điểm TA5 nằm ở đầu nguồn, nơi có dòng chảy mạnh, tảo lục sẽ bị cuốn trôi theo dòng chảy, điểm TA1 là nơi hạ nguồn, diện tích và độ sâu khu vực này nhỏ nên lượng tảo lục từ các khu vực thượng nguồn sẽ tập trung vào đây. Các loài như *Cosmarium contractum*, *Pediastrum duplex*, *Staurastrum cf clevei*, *Sphaerocystis schroeteri* chiếm ưu thế góp phần làm gia tăng mật độ tế bào tảo lục. Các nhóm tảo này là nguồn protein của thủy vực, chúng ưa môi trường nước tĩnh và giàu dinh dưỡng (Tô Nguyệt Nga, 2007).

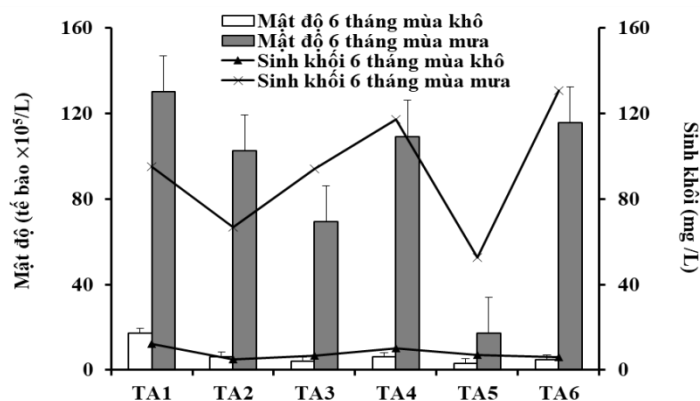
Sinh khối tảo lục ở hồ Trị An vào mùa khô thay đổi từ 5,06 mg/L tại điểm TA2 đến 12,07 mg/L tại điểm TA1 và mùa mưa dao động từ 52,61 đến 130,78 mg/L. Ở mùa này sinh khối cao nhất tại điểm TA6 và thấp nhất tại điểm TA5 (Hình 3). Thông thường mật độ sẽ tỉ lệ thuận với sinh khối nhưng tại một số điểm khảo sát ở cả hai mùa đều có sự ngược lại. Mùa mưa, tại các điểm TA4 và TA6 sinh khối lại cao hơn so với TA1 có thể do khối lượng của loài ưu thế quyết định, điểm TA1 loài ưu thế là *Staurastrum cf clevei* có kích thước nhỏ hơn so với các loài ưu thế ở điểm TA4 và TA6 là *Cosmarium contractum*, *Pediastrum duplex*. Tương tự như thế, mùa khô điểm TA5 có mật độ thấp nhưng sinh khối lại cao hơn so với các điểm TA2, TA3 và TA6. Loài ưu thế ở điểm TA5 là *Sphaerocystis schroeteri* nhưng lại xuất hiện của các loài có kích thước lớn như *Eudorina elegans*, *Pandorina morum*, *Volvox aureus*, do đó làm tăng sinh khối tại điểm này.

Bảng 3. Các thông số chất lượng nước ở hồ Trị An

Thông số môi trường	Số mẫu		Số trung vị		Giá trị nhỏ nhất		Giá trị lớn nhất		Trung bình ± SD	
	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô	Mùa mưa	Mùa khô
pH	6	6	7,31	7,80	6,76	7,28	7,81	8,07	7,29 ± 0,40	7,70 ± 0,30
DO (mg/L)	6	6	6,54	5,48	5,28	4,50	7,03	5,87	6,27 ± 0,67	5,37 ± 0,47
Nhiệt độ (°C)	6	6	29,56	30,11	29,38	29,39	30,12	31,04	29,65 ± 0,26	30,17 ± 0,54
Độ trong (cm)	6	6	152,82	60,71	60,98	20,28	164,90	76,83	139,01 ± 35,96	53,93 ± 19,14
NO ₃ ⁻ (mg/L)	6	6	0,36	0,49	0,25	0,40	0,44	0,75	0,35 ± 0,08	0,51 ± 0,11
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	6	6	0,07	0,09	0,06	0,08	0,08	0,12	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01
TN (mg/L)	6	6	4,13	4,36	2,52	2,47	5,04	5,09	4,07 ± 0,85	4,05 ± 0,87
TP (mg/L)	6	6	0,17	0,26	0,15	0,18	0,21	0,38	0,18 ± 0,02	0,26 ± 0,08
Chlorophyll-a (µg/L)	6	6	112,03	222,78	35,16	12,84	783,51	602,78	204,58 ± 263,00	272,19 ± 206,04



Hình 2. Cấu trúc quần xã tảo lục ở hồ Trị An



Hình 3. Mật độ và sinh khối tảo lục ở hồ Trị An

3.4. Đánh giá hiện tượng phú dưỡng trong hồ Trị An

3.4.1. Yếu tố giới hạn sự phú dưỡng

Nguyên nhân chính gây ra sự phú dưỡng là do hàm lượng các chất dinh dưỡng (chủ yếu là

nitơ và photpho) trong nước cao. Tùy thuộc vào nguồn nước mà N và/hoặc P là yếu tố quyết định sự phú dưỡng hay còn được gọi là “yếu tố giới hạn” (YTGH) sự phú dưỡng. Theo WHO (2002), YTGH sự phú dưỡng của một nguồn nước (nước ngọt, nước vùng cửa sông và nước biển ven bờ)

được xác định dựa vào tỉ số tổng nitơ/tổng phốt pho (TN/TP) trong nguồn nước đó. Phốt pho là chất dinh dưỡng giới hạn khi tỷ lệ TN/TP ≥ 6 , trong khi nitơ là giới hạn dinh dưỡng khi tỷ lệ này là $\leq 4,5$. Với tỷ lệ TN/TP từ 4,5 đến 6 nghĩa là một trong hai nguyên tố hoặc phốt pho hoặc nitơ có thể là chất dinh dưỡng giới hạn hoặc cả hai (WHO, 2002).

Tỉ số TN/TP trong nước ở hồ Trị An dao động trong từ 14,82 đến 30,44 trong mùa khô và từ 12,08 đến 22,65 trong mùa mưa (Hình 4). Giá trị TN/TP cao nhất tại điểm TA1 (30,44) vào mùa khô và thấp nhất tại điểm TA4 (12,08) vào mùa mưa. Tỷ lệ TN/TP luôn ≥ 6 ở cả hai mùa khảo sát. Điều đó chứng tỏ phốt pho là chất dinh dưỡng giới hạn sự phát triển của tảo. Khảo sát đánh giá phú dưỡng ở các hồ nông tại Nhật Bản của Tạ Đăng Thuần & cs. (2017) cũng chỉ ra rằng phốt pho là chất dinh dưỡng giới hạn với giá trị TN/TP cao nhất là 27,7 và thấp nhất là 15,7.

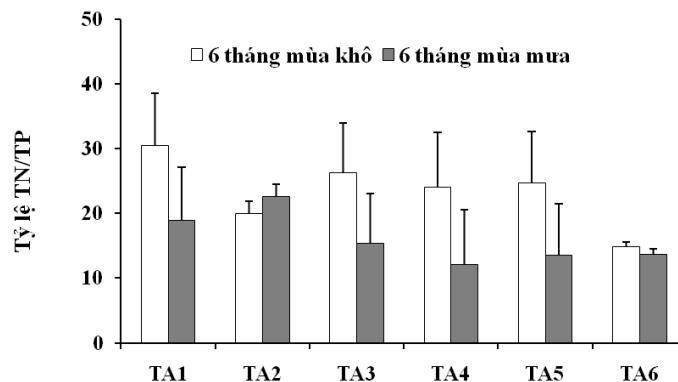
3.4.2. Tính toán phú dưỡng nước hồ theo hàm lượng tổng P, tổng N và Chlorophyll-a

Theo bậc phân loại mức độ phú dưỡng của nước của Håkanson & cs. (2007), với kết quả phân tích TN (2,47-5,09 mg/L), TP (0,148-0,378 mg/L) và hàm lượng chlorophyll-a (12,84-783,51 $\mu\text{g/L}$), nước ở hồ Trị An xếp vào loại phú dưỡng đến siêu phú dưỡng.

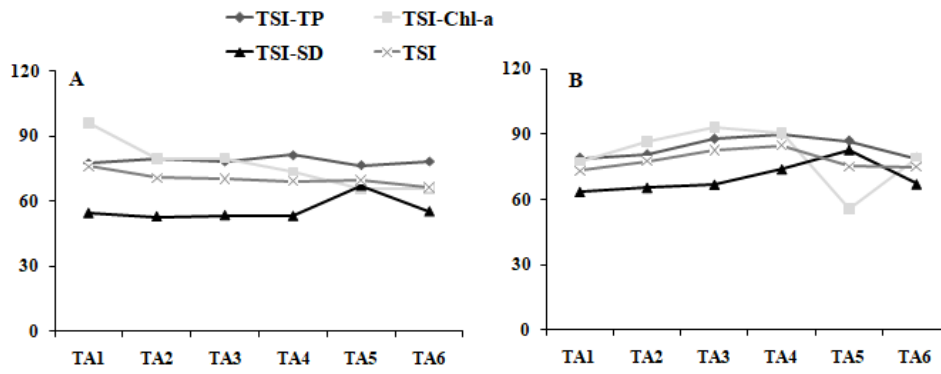
3.4.3. Chỉ số phú dưỡng Carlson (TSI)

Chỉ số phú dưỡng TSI được tính toán tại các điểm khảo sát ở hồ Trị An là trị số trung bình của TSI(TP), TSI(SD), TSI(Chl.a) (Hình 5).

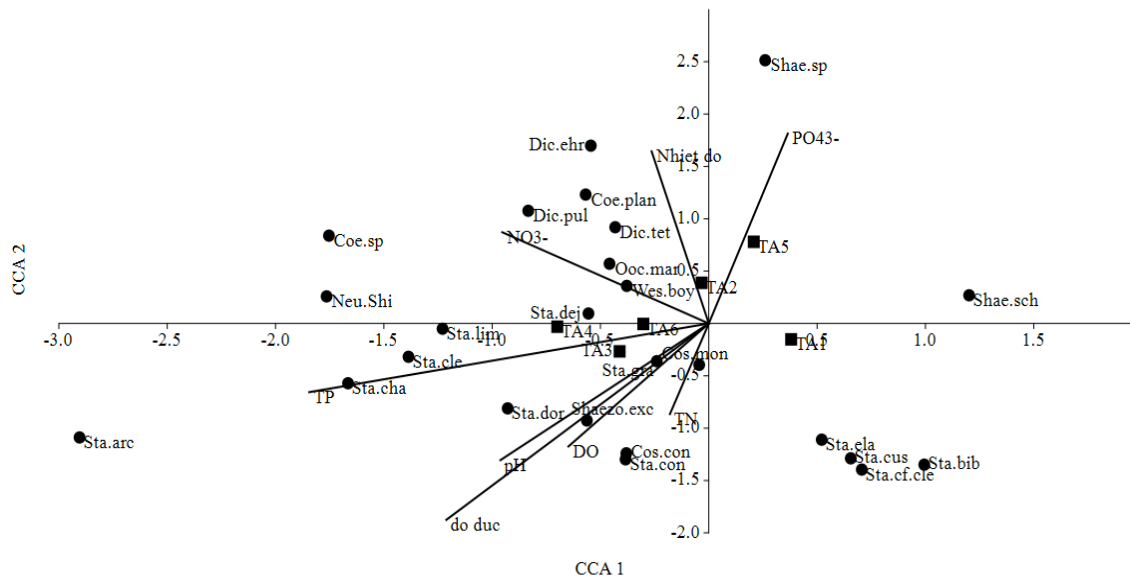
Trong khi ở mùa khô, giá trị TSI chỉ dao động trong khoảng 66,32-75,90; điểm có giá trị TSI cao nhất là điểm TA1, thấp nhất là TA6 thì ở mùa mưa các giá trị TSI lại lên đến 73,33-84,86 và điểm có giá trị cao nhất lúc này là TA4, thấp nhất là TA1. Tất cả các điểm khảo sát mùa mưa đều nằm ở mức rất giàu dinh dưỡng, đối với mùa khô các điểm TA1, TA2, TA3 nằm ở mức rất giàu dinh dưỡng trong khi các điểm còn lại đều nằm ở mức giàu dinh dưỡng. Ngoài ra, giá trị TSI(TP) cho thấy hồ đang ở trạng thái rất giàu dinh dưỡng và các giá trị TSI(SD), TSI(Chl.a) cho thấy hồ ở trạng thái từ giàu dinh dưỡng đến rất giàu dinh dưỡng. Điều này chứng tỏ rằng hồ Trị An đang trong tình trạng phú dưỡng cao. Ở hầu hết các điểm khảo sát trạng thái dinh dưỡng của hồ luôn ở mức phú dưỡng đến siêu phú dưỡng, trong đó luôn tăng mạnh vào mùa mưa tạo điều kiện thúc đẩy sự phát triển mạnh của tảo. Nhiều nghiên cứu cũng đã chỉ ra được tình trạng phú dưỡng của thủy vực khi sử dụng chỉ số TSI. Nghiên cứu của Devi Prasad & Siddaraju (2012) sử dụng chỉ số CTSI (Carlson's trophic state index) để đánh giá tình trạng dinh dưỡng và chất lượng nước ở hai hồ Arakere và Thaggahalli (Ấn Độ) đã chỉ ra chất lượng nước ở hồ Arakere đạt mức dinh dưỡng từ nghèo đến trung bình trong suốt khoảng thời gian tháng 10 năm 2009 đến 11 năm 2010, còn đối với hồ Thaggahalli chất lượng nước ở mức dinh dưỡng trung bình trong suốt cả năm. Nghiên cứu ở hồ Surha (Ấn Độ) của Saurabh Mishra & cs. (2016) đã cho thấy tình trạng giàu dinh dưỡng ở cả mùa mưa và mùa khô.



Hình 4. Tỷ lệ TN/TP trong nước ở các vị trí khảo sát hồ Trị An



Hình 5. Chỉ số phú dưỡng TSI ở hồ Trị An vào mùa khô (A) và mùa mưa (B)

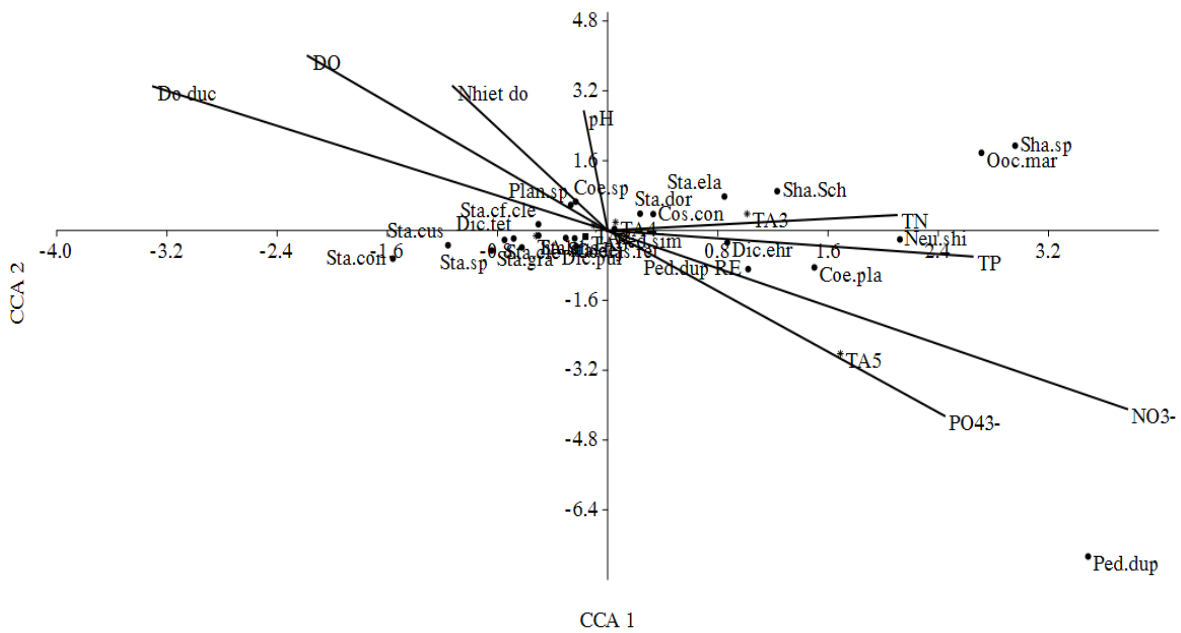


Hình 6. Mối tương quan giữa quần xã tảo lục với các thông số môi trường mùa khô ở hồ Trị An

3.5. Đánh giá sự tương quan giữa quần xã tảo lục với các thông số môi trường ở hồ Trị An

Kết quả phân tích tương quan chính tắc CCA (Canonical correlation analysis) giữa quần xã tảo lục với các thông số môi trường mùa khô được thể hiện trong hình 6. Trong số 93 loài phát hiện được ở mùa khô, chọn ra 25 loài có mật độ cao nhất để phân tích CCA. Kết quả biểu đồ CCA cho thấy trục CCA1 tương quan thuận với PO_4^{3-} và tương quan nghịch với nhiệt độ, NO_3^- với chi phối 52,13% biểu đồ. Trong khi đó trục CCA2 tương quan nghịch với TN, TP, pH, DO, độ đục và ở trục CCA2 chi phối 23,03% biểu đồ. Từ biểu đồ hình 5 cho thấy sự chi phối của

các thông số môi trường đối với cấu trúc quần xã tảo lục là khá rõ ràng, các thông số môi trường như TP, TN, pH, độ đục, DO ảnh hưởng mạnh mẽ và có tương quan thuận với các loài thuộc họ Desmidiaceae như: *Staurastrum limneticum*, *Staurastrum chaetoceras*, *Staurastrum dorsidentiferum*, *Cosmarium contractum*, *Staurastrum dejectum*, *Cosmarium moniliforme*, *Staurastrum cuspidatum*, *Staurastrum clevei*. Trong khi đó các loài thuộc họ Chlorellaceae, Protococcaceae, Oocystaceae có tương quan thuận với các yếu tố môi trường NO_3^- , nhiệt độ như loài: *Dictyosphaerium ehrenbergianum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Coenococcus planctonica*, *Oocystis marssonii*.



Hình 7. Mối tương quan giữa quần xã tảo lục với các thông số môi trường mùa mưa ở hồ Trị An

Vào mùa mưa cũng chọn 25 loài có mật độ cao nhất trong tổng số 93 loài hiện diện để phân tích CCA, kết quả cho thấy trục CCA1 chi phối đến 33,25% khu hệ quần xã tảo lục và tương quan thuận với NO_3^- , PO_4^{3-} tương quan nghịch với nhiệt độ, pH, độ đục, DO; trục CCA2 thể hiện các thông số môi trường TN, TP và chi phối 22,05% (Hình 7). Đến mùa mưa có sự thay đổi trong sự chi phối cấu trúc quần xã tảo lục của các thông số môi trường so với mùa khô. Các loài thuộc họ Desmidiaceae, Chlorellaceae chịu chi phối mạnh của các nhân tố NO_3^- , PO_4^{3-} , độ đục, DO và nhiệt độ và các thông số như pH, TN, TP sẽ chi phối đa số các loài thuộc họ Protococcaceae, Oocystaceae. Cụ thể như NO_3^- , PO_4^{3-} tương quan thuận với loài *Staurastrum chaetoceras*, *Staurastrum gracile*, *Staurastrum clevei*, *Cosmarium contractum*, *Pediastrum duplex* var. *reticulatum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Dictyosphaerium ehrenbergianum* nhưng lại tương quan nghịch với *Staurastrum cuspidatum*, *Staurastrum cf clevei*, *Dictyosphaerium tetrachotomum* và các thông số độ đục, nhiệt độ, DO, pH thì ngược lại. Còn đối với TP, TN thì có tương quan thuận với đa số các loài thuộc họ Protococcaceae, Oocystaceae

như: *Coenococcus planctonica*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Neurocytium shilleri*.

Từ kết quả phân tích CCA có thể đưa ra kết luận các yếu tố dinh dưỡng (NO_3^- , PO_4^{3-} , TP, TN), độ đục và DO của nước chi phối quần xã tảo lục ở hồ Trị An. Ngoài ra, các yếu tố dinh dưỡng (NO_3^- , PO_4^{3-} , TP, TN) chi phối mạnh mẽ sự phân bố của họ Desmidiaceae. Mùa khô các yếu tố dinh dưỡng có nồng độ thấp thì họ Desmidiaceae có tương quan thuận với các yếu tố dinh dưỡng, nhưng đến mùa mưa khi hàm lượng chất dinh dưỡng tăng cao thì yếu tố dinh dưỡng trở nên tương quan nghịch và trở thành yếu tố kìm hãm sự phát triển của họ Desmidiaceae, trong khi các họ Protococcaceae, Chlorellaceae lại thích hợp với môi trường có hàm lượng dinh dưỡng cao.

4. KẾT LUẬN

Thông qua chỉ số dinh dưỡng Carlson TSI, các giá trị TN, TP, Chlorophyll-a cho thấy mức độ phú dưỡng trong hồ luôn duy trì ở trạng thái dinh dưỡng rất cao, có xu thế thay đổi theo chiều hướng xấu và kết quả trị số TN/TP đã xác định được phốt pho là chất dinh dưỡng giới hạn sự

phát triển của tảo. Trong khi đó các chỉ số lý hóa chỉ thể hiện chất lượng nước ở đây dùng cho mục đích cung cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp hoặc sử dụng để tưới tiêu và thủy lợi (loại A theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT). Trên cơ sở đó cho thấy quần xã tảo lục đã phản ánh khá chính xác hiện trạng chất lượng môi trường nước ở hồ Trị An và trên cơ sở đó có thể đưa ra một số biện pháp kiểm soát nồng độ chất dinh dưỡng cho phù hợp. Ngoài ra, kết quả phân tích thành phần loài tảo lục ở hồ Trị An tại 6 vị trí khảo sát cho thấy thành phần loài khá đa dạng và mối tương quan giữa chất lượng môi trường và quần xã tảo lục cho thấy yếu tố dinh dưỡng (NO_3^- , PO_4^{3-} , TP, TN), độ đục và DO của nước chi phối mạnh đến cấu trúc quần xã tảo lục ở hồ Trị An. Các yếu tố dinh dưỡng (NO_3^- , PO_4^{3-} , TP, TN) chi phối mạnh mẽ sự phân bố theo mùa của các loài thuộc họ Desmidiaceae và họ Protococcaceae, Chlorellaceae.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam trong đề tài mã số “KHCBSS.02/19-21”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

APHA (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington DC., USA, p.1496 .

Carlson R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and oceanography*. 22(2): 361-369.

Dao T.S., Cronberg G., Nimptsch J., Do-Hong L.C. & Wiegand C. (2010). Toxic cyanobacteria from Tri An Reservoir, Vietnam. *Nova Hedwigia*. 90(3-4): 433-448.

Devi Prasad A.G. & Siddaraju P. (2012). Carlson's Trophic State Index for the assessment of trophic status of two Lakes in Mandya district. *Advances in Applied Science Research*. 5: 2992-2996.

Dương Đức Tiến & Võ Hành (1997). Tảo nước ngọt Việt Nam, phân loại bộ tảo lục (chlorococcales). Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.

Guiry D.M. & Guiry M.G. (2014). AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. Available: <http://www.algaebase.org>.

Håkanson L., Bryhn A.C. & Hytteborn J.K. (2007). On the issue of limiting nutrient and predictions of

cyanobacteria in aquatic systems. *Science of the total environment*. 379(1): 89-108.

Hammer O., Harper D.A.T. & Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 9.

Mishra S., Sharma M.P. & Kumar A. (2016). Ecological health assessment of Surha Lake, India. *Journal of Material and Environmental Science*. 7(5): 1708-1715.

Nguyễn Thị Xuân (2013). Chất lượng nước và đa dạng thành phần tảo lục (Chlorophyta) ở hồ Xuân Dương, xã Diên Phú, huyện Diên Châu, tỉnh Nghệ An. Luận văn thạc sĩ chuyên ngành Thực vật học. Trường Đại học Vinh.

Nguyễn Văn Tuyên (2003). Đa dạng sinh học tảo trong thủy vực nội địa Việt Nam triển vọng và thách thức. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08:2015/BTNMT.

Shen H., Li B., Cai Q., Han Q., Gu Y. & Qu Y. (2014). Phytoplankton functional groups in a high spatial heterogeneity subtropical reservoir in China. *Journal of Great Lakes Research*. 40(4): 859-869.

Shirota A. (1966). The plankton of South Vietnam-Fresh water and marine plankton. Overseas Technical Cooperation Agency Japan.

Sun J. & Liu D. (2003). Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of plankton research*. 25(11): 1331-1346.

Tinh T.T., Hai D.N. & Dung L.B. (2015). Seasonal variation of phytoplankton in Tuyen Lam reservoir in Da Lat, Vietnam. *Journal of Biology*: 37(3): 300-311.

Thuan T.Đ., Lap B.Q., Harada M. & Hiramatsu K. (2017). Nghiên cứu đánh giá phú dưỡng hóa ở một hồ nông của Nhật Bản. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*. 57: 78.

Tô Nguyệt Nga (2007). Đánh giá chất lượng sinh học của nước vùng cửa xả hồ Dầu Tiếng qua thực vật phù du. Luận văn thạc sĩ sinh học, chuyên ngành Sinh thái học. Trường Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh.

World Health Organization (WHO) (2002). Eutrophication and health. Office for Official Publications of the European.

Zebaparveen M.R. & Vijaykumar K. (2015). Changes in trophic status: a study on restored freshwater lake, Kalaburagi (Gulbarga), Karnataka state. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 4(2): 326-330.