



Original Article

Species Composition Diversity of Bacillariophyta in Tributaries Dinh River, Quy Hop District, Nghe An Province

Nguyen Cong Hai¹, Phan Tan Luom², Le Thi Thuy Ha^{1,*}

¹Vinh University, 182 Le Duan, Vinh, Nghe An, Vietnam

²School of Education, Dong Thap University, 783 Pham Huu Lau, Cao Lanh, Dong Thap, Vietnam

Received 30th May 2024

Revised 17th April 2025; Accepted 04th June 2025

Abstract: In this study, diatom species composition of Dinh River tributaries, Quy Hop district, Nghe An province was investigated in three surveys (April 2021, February 2022, and April 2022). A total of 40 diatom species and subspecies were identified, classified into 16 genera, 13 families, 3 suborders, 10 orders, 2 subclasses, 2 classes, and 2 subphyla. The class Bacillariophyceae was dominant, accounting for 38 taxa (95%), whereas Coscinodiscophyceae was represented by only 2 taxa (5%). The most species-rich genera were *Iconella* (7 taxa), *Ulnaria* (6), *Cymbella* (5), *Pinnularia* (4), and *Navicula* (3); additionally, 4 genera contained 2 taxa, and 7 genera contained a single taxon. Among the four surveyed sites, site 2 (Tran Khanh Quang) exhibited the highest species richness (33 taxa), while site 1 (Lang Con Branch, Nam Ton) had the lowest (15 taxa). Species diversity analysis using Sorensen and Beta diversity indices confirmed this pattern, with site 1 showing the lowest diversity ($S = 0.50-0.56$; $\beta = 2.08$).

Keywords: Bacillariophyta, Diatom, Dinh River, Nghe An, Quy Hop.

* Corresponding author.

E-mail address: lethuyhabio@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5734>

Đa dạng thành phần loài tảo Silic (Bacillariophyta) ở phụ lưu sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An

Nguyễn Công Hải¹, Phan Tấn Lượm², Lê Thị Thúy Hà^{1,*}

¹Trường Đại học Vinh, 182 Lê Duẩn, Vinh, Nghệ An, Việt Nam

²Trường Sư phạm, Đại học Đồng Tháp, 783 Phạm Hữu Lầu, Cao Lãnh, Đồng Tháp, Việt Nam

Nhận ngày 30 tháng 5 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 17th tháng 4 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 04 tháng 6 năm 2025

Tóm tắt: Nghiên cứu này đã khảo sát thành phần loài tảo Silic tại các phụ lưu của sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An thông qua ba đợt điều tra thực địa được tiến hành vào tháng 4 năm 2021, tháng 2 năm 2022 và tháng 4 năm 2022. Tổng cộng có 40 loài và dưới loài tảo Silic đã được ghi nhận, bao gồm 16 chi, 13 họ, 3 phân bộ, 10 bộ, 2 phân lớp, 2 lớp và 2 phân ngành. Lớp Bacillariophyceae chiếm ưu thế tuyệt đối với 38 taxa (chiếm 95%), trong khi lớp Coscinodiscophyceae chỉ được đại diện bởi 2 taxa (5%). Các chi có số lượng loài phong phú gồm *Iconella* (7 taxa), *Ulnaria* (6), *Cymbella* (5), *Pinnularia* (4) và *Navicula* (3); ngoài ra có 4 chi có 2 taxa và 7 chi chỉ có 1 taxon. Trong bốn điểm khảo sát, điểm 2 (Trần Khánh Quang) ghi nhận độ phong phú loài cao nhất với 33 taxa, trong khi điểm 1 (Nhánh Làng Cồn, Nậm Tôn) có độ phong phú thấp nhất với 15 taxa. Phân tích đa dạng loài sử dụng cả chỉ số Sørensen và chỉ số đa dạng Beta đã xác nhận xu hướng này, với điểm 1 có mức độ đa dạng thấp nhất ($S = 0,50-0,56$; $\beta = 2,08$).

Từ khóa: Bacillariophyta, Nghệ An, Quỳnh Hợp, sông Dinh, tảo Silic.

1. Mở đầu

Tảo Silic (Bacillariophyta) hay Khuê tảo (Diatoms) là những sinh vật đơn bào quang tự dưỡng, là nguồn sản xuất sơ cấp chính trên Trái đất, ước tính tạo ra từ 25-50% tổng lượng oxy trên trái đất [1, 2] và cung cấp gần 25% nguồn năng suất sơ cấp trên toàn cầu, đóng vai trò quan trọng trong chuỗi thức ăn, góp phần vào quá trình oxy hoá khử trong thủy vực [3, 4]. Chúng được tìm thấy ở hầu hết các thủy vực trên thế giới, trong băng trên đỉnh núi ở Bắc Cực và Nam Cực, phát triển trong đất và các môi trường sống hiếu khí khác. Tảo Silic cũng là nguồn thức ăn chính trong hệ thống thủy sinh, thành phần chính của chu trình silica và là chất thu giữ carbon trong đại dương. Gần đây, tảo Silic đã được coi là nguồn nhiên liệu sinh học, thực phẩm và các lợi ích kinh tế khác [2].

Ở thủy vực dạng sông, suối chúng là sinh vật phù du, sống trôi nổi hoặc trôi gần bề mặt nước hoặc sống đáy, phát triển trên nhiều loại giá thể theo dòng chảy, trong đó tảo Silic sống bám được sử dụng là sinh vật chỉ thị để đánh giá chất lượng nước [5]. Những hiểu biết về tảo Silic rất cần thiết cho việc đánh giá tiềm năng của các hệ sinh thái nước, từ đó có thể cung cấp các thông tin hữu ích cho các nhà quản lý trong việc đưa ra những giải pháp hợp lý phục vụ phát triển và khai thác các nguồn lợi trong thủy vực. Ở Việt Nam, nghiên cứu về tảo Silic trong các thủy vực dạng sông có nhiều tác giả đề cập đến [6-10].

Sông Dinh là phụ lưu cấp I của sông Hiếu trong hệ thống sông Cả, chảy qua huyện Quỳnh Hợp và Nghĩa Đàn. Sông Dinh bắt nguồn từ các phụ lưu hợp thành ở huyện Quỳnh Hợp, trong đó, lớn nhất là dòng Nậm Huống bắt nguồn từ núi Pù Huống. Ngoài ra, còn có các phụ lưu khác như dòng Nậm Nhôn, dòng Nậm Tôn. Tuy nhiên, cho đến nay chưa có công trình nào nghiên cứu về vi tảo ở thủy vực này. Bài báo này giới thiệu các kết

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: lethuyhabio@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5734>

quả nghiên cứu của chúng tôi về tảo Silic ở phụ lưu sông Dinh huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An.

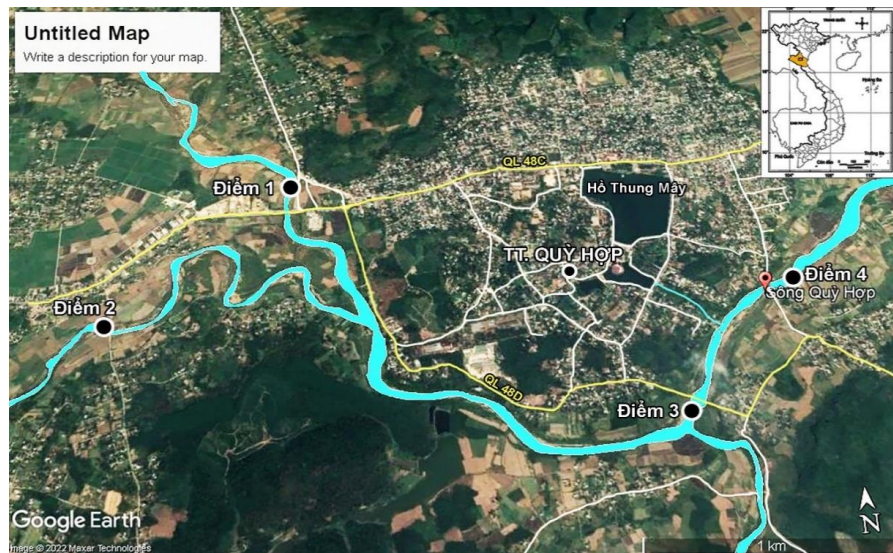
2. Thực nghiệm

2.1. Địa điểm và thời gian thu mẫu

Mẫu thực vật nổi được thu thập tại 4 điểm tại một số lưu vực phụ lưu sông Dinh (còn có tên là sông Quỳnh Hợp) thuộc 2 xã Châu Đình và Châu Quang nằm ở phía Nam và phía Tây Nam trung tâm huyện Quỳnh Hợp. Điểm 1: Nhánh Làng Cồn, Nậm Tôn; Điểm 2: Trần Khánh Quang; Điểm 3: Cầu Dinh sang Châu Đình và Điểm 4: Cầu Trần sang Châu Đình (Hình 1, Bảng 1). Tiến hành thu mẫu 3 đợt: đợt 1 (ngày 03/04/2021), đợt 2 (ngày 26/02/2022) và đợt 3 (ngày 24/04/2022).

2.2. Phương pháp thu mẫu ngoài hiện trường

Mẫu định tính được thu thập bằng lưới vớt phù du hình chóp đường kính miệng lưới 30 cm và kích thước mắt lưới 25 μm ở các điểm tại một số lưu vực phụ lưu sông Dinh (Hình 1), mẫu vật được cố định ngay bằng dung dịch formaldehyde với nồng độ trong mẫu khoảng 4 %, mẫu được bảo quản trong lọ nhựa nâu đen, dán nhãn và ghi đầy đủ thông tin. Tổng số mẫu thu được là 36 mẫu. Cùng thời điểm thu mẫu vi tảo, một số chỉ tiêu môi trường đã được đo đạc, như: nhiệt độ nước đo bằng nhiệt kế, pH của nước bằng máy đo pH cầm tay và đo độ trong của nước bằng đĩa Secchi.



Hình 1. Bản đồ các vị trí (●) thu mẫu ở phụ lưu sông Dinh thuộc 02 xã Châu Đình và Châu Quang, huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An (Sử dụng phần mềm Mapinfo 15.0 để đưa các vị trí (toạ độ) của điểm thu mẫu lên Google Earth. Nguồn: Ảnh Vệ tinh, Google Earth).

2.3. Phương pháp xử lý và phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm

Phương pháp xử lý làm sạch vỏ tế bào.

Các mẫu tảo Silic trước khi tẩy vỏ sẽ được loại bỏ các hạt cát, phù sa hay các vật chất lơ lửng khác bằng cách lọc qua các rây, sau đó rửa sạch bằng nước cất nhiều lần để tiến hành các bước tẩy vỏ tảo Silic theo 02 phương pháp:

- Phương pháp đốt trên bếp điện: nhỏ một giọt mẫu chứa tảo Silic đã làm sạch lên lam

kính (lammelle), sau đó đun trên bếp điện có nhiệt độ cao trong 4-6 giờ và cố định bằng baume Canada để làm tiêu bản.

- Phương pháp tẩy chất hữu cơ bằng nước oxy già (hydrogen peroxide) theo phương pháp của Renberg (1990) [11].

Phương pháp phân tích đa dạng thành phần loài tảo Silic.

Các mẫu được quan sát dưới kính hiển vi quang học Olympus (Tokyo, Nhật bản), một số

hình ảnh tế bào được chụp và đo kích thước tế bào bằng máy ảnh kỹ thuật số Olympus- DP74 và phần mềm kèm theo (tại Viện Hải dương Nha Trang). Ngoài ra, các mẫu còn được quan sát trên kính hiển vi soi ngược có kết nối thiết bị ghi hình kỹ thuật số Carl Zeiss (tại Trường Đại học Vinh). Dùng phần mềm xử lý ảnh Adobe Photoshop 2021 để xử lý hình ảnh tế bào và thiết kế các bảng hình. Một số mẫu được chụp dưới kính hiển vi điện tử quét có độ phóng

đại cao Zeiss Evo 18 (Đức) tại Trung tâm Công nghệ Sinh học Thành phố Hồ Chí Minh.

Định danh các loài Tảo Silic dựa trên khóa định loại chính của Kulikovskiy và cộng sự (2016) [12], Genkal và cộng sự (2020) [13], Zabelina và cộng sự (1951) [14], tham khảo tài liệu của Shirota (1968) [15]. Danh mục tảo Silic được sắp xếp theo hệ thống trên cơ sở dữ liệu của AlgaeBase [16].

Bảng 1. Vị trí các điểm thu mẫu ở phụ lưu sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp

Điểm thu mẫu	Tọa độ		Khu vực
Điểm 1	19,326069°	105,169102°	Nhánh Làng Cồn, cầu Nậm Tôn
Điểm 2	19,320175°	105,161113°	Trần Khánh Quang
Điểm 3	19,313400°	105,184740°	Cầu Dinh sang Châu Đình
Điểm 4	19,318700°	105,190680°	Cầu Trần sang Châu Đình

Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu định tính tảo Silic được tổng hợp bằng phần mềm Microsoft Office. Sử dụng phần mềm Mapinfo 15.0 để đưa các vị trí (tọa độ) của điểm thu mẫu lên Google Earth.

Tính chỉ số giống nhau Sorensen (S): theo công thức:

$$S = \frac{2c}{(a + b)}$$

Trong đó: a là tổng số loài gặp ở điểm A; b là tổng số loài gặp ở điểm B; c là tổng số loài chung gặp ở cả 2 điểm A và B. Giá trị của S dao động từ 0 đến 1. Nếu giá trị S càng tiến gần đến 1 thì sẽ cho thấy mức độ giống nhau càng cao, nghĩa là giá trị S càng lớn thì thành phần loài giữa 2 vùng nghiên cứu càng giống nhau.

Chỉ số đa dạng Beta (β): để so sánh sự khác nhau thành phần loài giữa các điểm khảo sát, chỉ số β thấp khi thành phần loài của các điểm khảo sát có tính tương đồng cao và ngược lại [17].

Công thức: $\beta = S/m - 1$

Trong đó:

S: Tổng số loài trong khu vực nghiên cứu

m: Số loài trung bình trong từng khu vực

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thành phần loài tảo Silic ở phụ lưu sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An

Đa dạng thành phần loài tảo Silic.

Kết quả khảo sát thành phần tảo Silic tại 4 điểm thu mẫu thuộc phụ lưu sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An đã xác định được 40 loài và dưới loài (taxa) trong 3 đợt khảo sát, thuộc 16 chi, 13 họ, 3 phân bộ, 10 bộ, 2 phân lớp, 2 lớp và 2 phân ngành (Phụ lục 1). Trong tổng số 40 taxa tảo Silic, có 12 taxa được ghi nhận xuất hiện ở tất cả các điểm thu mẫu trong suốt thời gian khảo sát, đó là: *Diatoma elongata*, *Fragilaria capucina*, *F. intermedia*, *Ulnaria aequalis*, *U. oxyrhynchus*, *U. ulna*, *Cymbella stuxbergii*, *Iconella biseriata*, *I. capronii*, *I. splendida*, *I. tenera*, và *Surirella robusta*. Bên cạnh đó, một số loài chỉ xuất hiện một lần tại một điểm thu mẫu, như: *Cymbella tumidula*, *Frustulia rhomboides*, *Navicula veneta*, *N. rostellata*, và *Pinnularia interrupta* f. *minutissima* (Phụ lục 1). Một số loài đã được minh họa bằng các hình ảnh được chụp bằng kính hiển vi quang học (Hình 2) và kính hiển vi điện tử quét (SEM) (Hình 3).

Đánh giá đa dạng thành phần loài Tảo silic.

Khi đánh giá đa dạng thành phần Tảo silic ở bậc phân ngành (Subphylum) và lớp (Class), thì thấy rằng ngành Bacillariophyta ở phụ lưu sông Dinh có 2 phân ngành là Bacillariophytina và Coscinodiscophytina. Trong đó, phân ngành Bacillariophytina đa dạng nhất với 38 taxa (chiếm 95% tổng số taxa), thuộc 14 chi, 11 họ, 3 phân bộ, 8 bộ, 2 phân lớp và 1 lớp (Bacillariophyceae). Phân ngành Coscinodiscophytina mới chỉ gặp 2 taxa (chiếm 5% tổng số taxa) thuộc 2 chi, 2 họ, 2 bộ, 1 phân lớp và 1 lớp (Coscinodiscophyceae).

Đa dạng bậc phân lớp (Subclass), kết quả cho thấy phân lớp Bacillariophycidae đa dạng vượt trội so với hai phân lớp còn lại với 28 taxa (chiếm 70% tổng số loài), gồm 10 chi (62,5%), 8 họ (61,5%), 3 phân bộ và 5 bộ (50%). Thứ đến là phân lớp Fragilariophycidae với 10 taxa (25%), 4 chi (25%), 3 họ (23,1%); thấp nhất là phân lớp Melosirophycidae chỉ có 2 taxa (5%), 2 chi và 2 họ.

Đa dạng bậc bộ (Order) thì trong 10 bộ đã được ghi nhận ở phụ lưu sông Dinh, bộ Naviculales có 3 phân bộ Neidiineae; Naviculineae và Sellaphorineae, đây cũng là bộ đa dạng nhất với 10 taxa (chiếm 25% tổng số loài), kể đến là bộ Surirellales (9 taxa, 22,5%), bộ Cymbellales (7 taxa, 17,5%), bộ Licmophorales 6 taxa, (15%), bộ Fragilariales gồm 2 chi với 3 taxa (7,5%), có 5 bộ chỉ có 1 chi và 1 taxon (2, %).

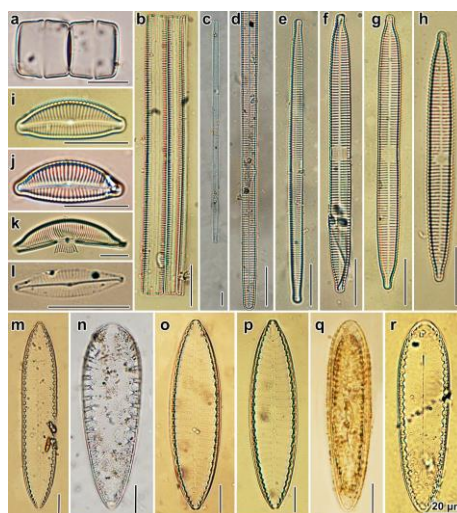
Đa dạng bậc họ (Family) kết quả cho thấy trong tổng số 13 họ đã được xác định, họ Surirellaceae đa dạng nhất với 9 taxa (chiếm 22,5% tổng số loài), kể đến là họ Ulnariaceae (6 taxa, 15%), họ Cymbellaceae và Naviculaceae mỗi họ có 5 taxa (12,5%). Có 6 họ chỉ có 1 taxa (2,5%), bao gồm: Aulacoseiraceae; Melosiraceae; Tabellariaceae; Catenulaceae; Amphipleuraceae và Bacillariaceae.

Đánh giá tính đa dạng các taxon bậc chi (Genus) có 5 chi đa dạng hơn các chi còn lại gồm *Iconella* với 7 taxa (chiếm 17,5%), kể đến là chi *Ulnaria* (6 taxa, 15%), *Cymbella* (5 taxa, 12,5%), *Pinnularia* (4 taxa, 10%), *Navicula* (3 taxa, 7,25%), có 4 chi chỉ có 2 taxa (5%) bao gồm: *Fragilaria*; *Gomphonema*; *Gyrosigma* và

Surirella. Có 7 chi kém đa dạng nhất với chỉ 1 taxon ở mỗi chi (2,5%), bao gồm các chi: *Aulacoseira*; *Melosira*; *Diatoma*; *Synedra*; *Amphora*; *Frustulia* và *Nitzschia*.

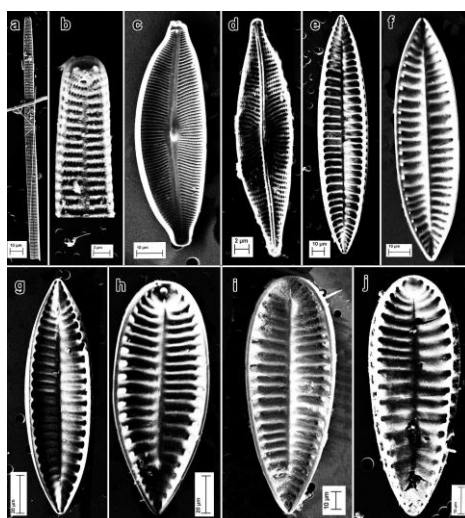
Trong nghiên cứu này, chi *Iconella* Jurilj, 1949 trở nên đa dạng nhất vì để khắc phục một số mâu thuẫn giữa phát sinh loài và phân loại, Ruck và cộng sự (2016) đã đề xuất sửa đổi phân loại học của bộ Surirellales dựa trên các phân tích phát sinh loài của năm gen và kết hợp với các nghiên cứu về hình thái học trước đây [18]. Đến 2017, để xác định lại sự phát sinh loài mới trong bộ Surirellales được hỗ trợ bởi dữ liệu phân tử và hình thái học, Jahn và cộng sự (2017) đã đánh giá và tổ hợp lại các đơn vị phân loại từ các chi *Surirella*, *Cymatopleura*, *Stenopterobia* và với chi *Iconella* đã được tái lập là cần thiết [18]. Nghiên cứu các đơn vị phân loại này ở khu hệ tảo Silic ở châu Phi, các tác giả đã mô tả các đơn vị phân loại mới, một danh sách sơ bộ của chi *Iconella* và *Surirella* châu Phi được trình bày. Trong đó, danh sách gồm 94 taxa, 57 taxa đã được chuyển đến chi *Iconella* bao gồm taxa trước đây thuộc chi *Surirella* và 2 taxa trong *Stenopterobia*. Còn 10 taxa đã được giữ lại trong *Surirella* và 6 taxa đã được chuyển từ *Cymatopleura* đến *Surirella* [18].

So sánh với kết quả nghiên cứu của Lê Thị Thúy Hà (2004) [6] và Võ Hành và cộng sự (2022) [8], kết quả cho thấy thành phần loài tảo Siic ở phụ lưu sông Dinh (huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An) có những điểm tương đồng so với các thủy vực đã nghiên cứu. Trong thành phần loài đã phát hiện được thì tảo Silic lông chim luôn chiếm ưu thế hoàn toàn so với tảo Silic trung tâm. Các chi chủ đạo ở phụ lưu sông Dinh cũng là các chi chủ đạo ở các sông ở Bắc Trung bộ như *Ulnaria*, *Iconella*, *Cymbella*, *Navicula*,... Đây cũng là các chi thường gặp trong các thủy vực nước ngọt. Tuy nhiên thành phần loài tảo Silic ở đây cũng có những đặc trưng riêng, đó là mật độ của các loài ở các chi *Ulnaria*, *Iconella* và *Surirella* rất lớn, đặc biệt là vào đợt 1 (tháng 4/2021), mật khác số loài gặp ở phụ lưu sông Dinh ít hơn so với kết quả nghiên cứu ở hệ thống sông Lam và các sông khác ở Bắc Trung bộ [6, 8].



Hình 2. Ảnh chụp hiển vi quang học một số loài tảo silic

– a: *Aulacoseira* sp. – b: *Fragilaria intermedia*, – c-d: *Ulnaria aequalis*, – e: *Ulnaria danica* – f-g: *Ulnaria oxyrhynchus* – h: *Ulnaria ulna*, – i-j: *Cymbella lanceolata* f. *baicalensis*, – k: *Cymbella stuxbergii*, – l: *Navicula rostellata*, – m: *Iconella biseriata*, – n: *Iconella capronii*, – o-p: *Iconella linearis*, – q: *Iconella tenera*, – r: *Surirella robusta*. Tất cả thước từ a-r là 20 μm.



Hình 3. Ảnh chụp hiển vi điện tử quét (SEM) của một số loài tảo Silic. – a-b: *Ulnaria aequalis*, – c: *Cymbella* sp., – d: *Navicula rostellata*, – e-g: *Iconella linearis*, – h-j: *Iconella capronii*.

3.2. Phân bố thành phần loài tảo Silic ở phụ lưu sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An

Phân bố thành phần loài tảo Silic theo không gian và thời gian.

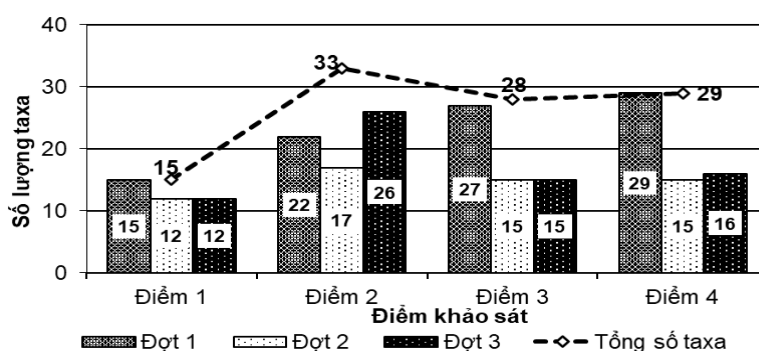
Kết quả phân tích thành phần loài tảo Silic ở phụ lưu sông Dinh chảy qua huyện Quỳnh Hợp

qua 3 đợt khảo sát tại 4 điểm đã xác định được 40 taxa. Thành phần loài phân bố ở các điểm thu mẫu trong thời gian khảo sát được thể hiện ở Hình 4.

Khi so sánh sự phân bố số lượng loài theo không gian thì thấy rằng ở điểm 2 (Trần Khánh

Quang) đa dạng nhất với tổng số taxa ghi nhận được 33 taxa và thấp nhất là ở điểm 1 (Nhánh Làng Cồn) chỉ với 15 taxa. Kết quả này cũng cho thấy có sự liên quan chặt chẽ với hai yếu tố là độ trong và độ pH đã được đo tại thời điểm thu mẫu, cả hai giá trị này ở điểm 1 đều rất thấp, giá trị trung bình của độ trong = 16,7 cm và pH= 6,75, trong khi độ trong và pH trung bình ở điểm 2 khá cao cũng tỷ lệ thuận với độ đa dạng của thành phần loài tảo Silic ở khu vực này. Khi xem xét số lượng taxa tảo Silic ở điểm 1 trong 3 đợt khảo sát cũng cho thấy đều rất nghèo về đa dạng loài ở đây (Hình 4). Khi so

sánh sự phân bố thành phần loài tảo Silic giữa các đợt khảo sát ở khu vực nghiên cứu, kết quả cho thấy trong chuyến khảo sát đợt 1 (tháng 4/2021) đa dạng nhất với 35 taxa (chiếm 87,5% tổng số loài) và cao hơn cùng thời của đợt 3 (tháng 4/2022) 11 taxa (đợt 3 gặp 24 taxa) và thấp nhất là đợt 2 (tháng 2/2022) gặp 22 taxa (Phụ lục 1). Nguyên nhân tại thời điểm thu mẫu đợt 2 (tháng 02/2022) dòng chảy bị tác động do sự khai thác quặng từ đầu nguồn trong đó điểm 1 trên dòng Nậm Tôn bị ảnh hưởng nhiều nhất (nước sông chuyển màu đỏ nâu, ô nhiễm) đã ảnh hưởng đến thành phần loài tảo Silic tại khu vực này.



Hình 4. Phân bố số lượng taxa tảo Silic ở phụ lưu sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp, tỉnh Nghệ An qua 3 đợt thu mẫu.

Phân tích các chỉ số đa dạng thành phần loài tảo Silic ở phụ lưu sông Dinh.

Kết quả phân tích chỉ số Sorensen (S) giữa các điểm khảo sát được trình bày trong Bảng 2. Giá trị các chỉ số S dao động từ 0,32 đến 0,56, điều này cho thấy thành phần loài tảo Silic ở khu vực khảo sát có sự khác nhau đáng kể (Bảng 2).

Chỉ số đa dạng Beta (β) cũng được dùng để so sánh và đánh giá mức độ đa dạng của quần xã tảo Silic ở mỗi điểm khảo sát ở phụ lưu sông Dinh. Giá trị β có giá trị càng cao thì có độ đa dạng sinh học càng thấp và ngược lại.

Kết quả cho thấy rằng chỉ số đa dạng β ở điểm 2 là thấp nhất ($\beta = 0,85$), kế đến là điểm 4 và điểm 3 (tương ứng với $\beta = 1,00$ và $1,11$), điểm 1 có chỉ số đa dạng cao nhất ($\beta = 2,08$). Điều này có nghĩa là độ đa dạng của quần xã tảo Silic ở điểm 1 là thấp nhất do có mức tương

đồng về thành phần loài với các điểm còn lại rất cao và các điểm còn lại có độ đa dạng sinh học cao hơn, mà đa dạng nhất là ở điểm 2 ($\beta = 0,85$) do có có thành phần loài ít tương đồng nhất với các điểm còn lại.

Bảng 2. So sánh phân bố thành phần loài tảo Silic qua chỉ số tương đồng Sorensen giữa các điểm khảo sát ở phụ lưu sông Dinh, huyện Quỳnh Hợp

Số loài chung Chi số Sorensen	Các vùng điểm khảo sát			
	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4
Điểm 1		12	12	11
Điểm 2	0,50		12	10
Điểm 3	0,56	0,39		11
Điểm 4	0,50	0,32	0,32	

Như vậy, khi phân tích mức độ đa dạng thành phần loài của quần xã tảo Silic ở lưu vực sông Dinh bằng cả hai chỉ số là Sorensen và Beta đều cho thấy thành phần loài ở điểm 1 là kém đa dạng nhất so với các điểm còn lại. Vì thông qua chỉ số Sorensen cho thấy điểm 1 có chỉ số tương đồng về thành phần loài cao hơn (S từ 0,5 - 0,56) so với các điểm còn lại (Bảng 2). Tuy nhiên, giữa ba điểm này (điểm 2, 3 và 4) lại rất khác nhau (S từ 0,3 – 0,39). Điều này có nghĩa là nhiều loài có ở điểm 1 đều có xuất hiện ở ba điểm còn lại nhưng thành phần loài giữa ba điểm 2, 3, và 4 lại rất khác nhau, ít loài chung với nhau. Trong khi chỉ số đa dạng β đã cho thấy rõ ràng rằng ở điểm 1 có thành phần loài cũng kém đa dạng hơn nhiều so với các điểm còn lại do có chỉ số β lớn nhất ($\beta = 2,08$).

4. Kết luận

Thành phần tảo Silic ghi nhận tại phụ lưu sông Dinh (Quỳ Hợp, Nghệ An) gồm 40 taxa, phân bố trong 16 chi, 13 họ, 3 phân bộ, 10 bộ, 2 phân lớp, 2 lớp và 2 phân ngành, phản ánh sự đa dạng tương đối cao trong cấu trúc phân loại học.

Lớp Bacillariophyceae (tảo Silic lông chim) chiếm ưu thế tuyệt đối với 38/40 taxa (95%), trong khi Coscinodiscophyceae chỉ ghi nhận 2 taxa (5%). Các chi *Iconella*, *Ulnaria*, *Cymbella*, *Pinnularia* và *Navicula* là những nhóm chiếm ưu thế hơn, cho thấy sự tập trung thành phần loài vào một số chi đặc trưng của môi trường nước ngọt.

Trong các điểm thu mẫu thì tại điểm 2 (Trần Khánh Quang) có thành phần loài tảo Silic đa dạng nhất với 33 taxa và thấp nhất là ở điểm 1 (Nhánh Làng Cồn, Nậm Tôn) chỉ với 15 taxa. Điều này đã được kiểm chứng thông qua phân tích mức độ đa dạng của quần xã tảo Silic bằng cả hai chỉ số là Sorensen và Beta đều cho thấy điểm 1 là kém đa dạng nhất ($S = 0,5-0,56$, $\beta = 2,08$) so với các điểm còn lại.

Tài liệu tham khảo

- [1] J. Grønning, T. Kjørboe, Diatom Defence: Grazer Induction and Cost of Shell-thickening, *Functional Ecology*, Vol. 34, No. 9, 2020, pp. 1790-1801, <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13635>.
- [2] A. Danz, C. A. Quandt, A Review of the Taxonomic Diversity, Host-parasite Interactions, and Experimental Research on Chytrids that Parasitize Diatoms, *Frontiers in Microbiology*, Vol. 14, 2023, pp. 1-26, <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1281648>.
- [3] L. E. Graham, L. W. Wilcox, *Algae*, Prentice-Hall, London, UK, 2000.
- [4] P. Falkowski, R. J. Scholes, E. Boyle, J. Canadell, D. Canfield, J. Elser, N. Gruber, K. Hibbard, P. Höglberg, S. Linder, F. T. Mackenzie, B. Moore III, T. Pedersen, Y. Rosenthal, S. Seitzinger, V. Smetacek, W. Steffen, *The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System*, Science, New Series, Vol. 290, No. 5490, 2000, pp. 291-296, <https://doi.org/10.1126/science.290.5490.291>.
- [5] E. G. Bellinger, D. C. Sigeo, *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*, Antony Rowe, Ltd., Chippenham, 2010, pp. 285.
- [6] L. T. T. Ha, *Phytoplankton in the Southwest of the Lam River System (Nghe An - Ha Tinh)*, Doctoral Thesis in Biology, Vinh University, 2004 (in Vietnamese).
- [7] T. T. Duong, A. F. Mazel, M. Coste, D. K. Dang, A. Boudou, Dynamics of Diatom Colonization Process in some Rivers Influenced by Urban Pollution (Hanoi, Vietnam), *Ecological Indicators*, Vol. 7, No. 4, 2007, pp. 839-851, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.10.003>.
- [8] V. Hanh (Ed.), N. D. San, L. T. T. Ha, M. V. Chung, H. S. Hanh, N. D. Dien, *Phytoplankton in Water Bodies in the North Central Region*, Science Publishing House and Engineering, 2022 (in Vietnamese).
- [9] T. L. Pham, Comparison between Water Quality Index (WQI) and Biological Indices, Based on Planktonic Diatom for Water Quality Assessment in the Dong Nai River, Vietnam, *Pollution*, Vol. 3, No. 2, 2016, pp. 311-323, <https://doi.org/10.7508/pj.2017.02.012>.
- [10] T. L. Pham, Use of Benthic Diatom Indices for Assessing Ecological Status of the Sai Gon River, Vietnam, *Life Sciences Biology*, Vol. 60, No. 1, 2018, [https://doi.org/10.31276/VJSTE.60\(1\).50](https://doi.org/10.31276/VJSTE.60(1).50).
- [11] I. Renberg, A Procedure for Preparing Large Sets of Diatom Slides from Sediment Cores, *Journal of Paleolimnology*, Vol. 4, 1990, pp. 87-90, <https://doi.org/10.1007/BF00208301>.

[1] J. Grønning, T. Kjørboe, Diatom Defence: Grazer Induction and Cost of Shell-thickening,

- [12] M. S. Kulikovskiy, A. M. Glushchenko, S. I. Kuznetsova, Identification Book of Diatoms from Russia, Filigran, Yaroslavl, 2016 (in Russian).
- [13] S. I. Genkal, M. S. Kulikovskiy, I. V. Kuznetsova, Modern Freshwater Centric Diatom Algae in Russia, Filigran, Yaroslavl, 2020 (in Russian).
- [14] M. M. Zabelina, I. A. Kiselev, A. N. Proshkina, V. S. Sheshukova, Diatoms, Key to Identifying Freshwater Algae (Former Soviet Union), Publishing House "Soviet Science", Moscow, Vol. 4, 1951 (in Russian).
- [15] A. Shiota, The Plankton of South Vietnam: Fresh Water and Marine Plankton, Overseas Technical Cooperation Agency, Japan, 1968, pp. 226-232.
- [16] M. D. Guiry, M. D. Guiry, G. M. Guiry, AlgaeBase, World-wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway, <https://www.algaebase.org>, 2024 (accessed on: April 17th, 2024).
- [17] A. E. Magurran, Measuring Biological Diversity, Blackwell Science Ltd, USA, 2004.
- [18] R. Jahn, W-H Kusber, C. Cocquyt, Differentiating Iconella from Surirella (Bacillariophyceae): Typifying Four Ehrenberg Names and a Preliminary Checklist of the African Taxa, PhytoKeys, Vol. 82, 2017, pp. 73-112.

Phụ lục 1

Danh lục thành phần loài tảo Silic ở phụ lưu sông Dinh, Quỳnh Hợp, Nghệ An

TT	Tên Taxon	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
	Ngành BACILLARIOPHYTA Karsten, 1928			
	Lớp Coscinodiscophyceae Round & Crawford, 1990			
	Bộ Aulacoseirales Crawford, 1990			
	Họ Aulacoseiraceae Crawford, 1990			
	Chi <i>Aulacoseira</i> Thwaites, 1848			
1	<i>Aulacoseira</i> sp.	+		+
	Phân lớp Melosirophyceae E.J. Cox, 2015			
	Bộ Melosirales Crawford, 1990			
	Họ Melosiraceae Kützing, 1844			
	Chi <i>Melosira</i> C. Agardh 1824			
2	<i>Melosira varians</i> Agardh, 1827	++	+	+
	Phân ngành Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska, 2004			
	Lớp Bacillariophyceae Haeckel 1878			
	Phân lớp Fragilariophycidae Round, 1990			
	Bộ Rhabdonematales Round & Crawford, 1990			
	Họ Tabellariaceae Kützing, 1844			
	Chi <i>Diatoma</i> Bory, 1824			
3	<i>Diatoma elongata</i> (Lyngbye) C. Agardh 1824	+++	++	+++
	Bộ Fragilariales P.C. Silva, 1962			
	Họ Fragilariaceae Kützing, 1844			
	Chi <i>Fragilaria</i> Lyngbye 1819			

TT	Tên Taxon	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
4	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres, 1830	+++	+	++
5	<i>Fragilaria intermedia</i> (Grunow) Grunow, 1881	+++	+	++
	Chi <i>Synedra</i> Ehrenberg 1830			
6	<i>Synedra goulardii</i> Brébisson ex Cleve & Grunow, 1880	+		+
	Bộ Licmophorales Round, 1990			
	Họ Ulnariaceae E.J. Cox, 2015			
	Chi <i>Ulnaria</i> (Kützing) Compère, 2001			
7	<i>Ulnaria aequalis</i> (Kützing) Williams & Van de Vijver, 2021	++	+	+++
8	<i>Ulnaria amphirhynchus</i> (Ehrenberg) Compère & Bukhtiyarova, 2006	+	+	
9	<i>Ulnaria contracta</i> (Østrup) Morales & Vis, 2007	+		
10	<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compère & Bukhtiyarova, 2006	+	+	+
11	<i>Ulnaria oxyrhynchus</i> (Kützing) Aboal, 2003	++	+	+
12	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère, 2001	+++	+	++
	Phân lớp Bacillariophycidae D.G. Mann, 1990			
	Bộ Thalassiosiphysales D.G. Mann, 1990			
	Họ Catenulaceae Mereschkowsky, 1902			
	Chi <i>Amphora</i> Ehrenberg ex Kützing, 1844			
13	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow, 1875	+		+
	Bộ Cymbellales D.G. Mann, 1990			
	Họ Cymbellaceae Kützing, 1844			
	Chi <i>Cymbella</i> C. Agardh, 1830			
14	<i>Cymbella</i> sp.		+	
15	<i>Cymbella lanceolata</i> f. <i>baicalensis</i> Skvortzov & Meyer, 1928	++	+	+
16	<i>Cymbella stuxbergii</i> (Cleve) Cleve, 1894	++	++	++
17	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck, 1880	+		
18	<i>Cymbella tumidula</i> Grunow, 1875	+		
	Họ Gomphonemataceae Kützing, 1844			
	Chi <i>Gomphonema</i> Ehrenberg, 1832			
19	<i>Gomphonema vibrio</i> var. <i>bohemicum</i> (Reichelt & Fricke) Ross, 1986	+		
20	<i>Gomphonema sphaerophorum</i> Ehrenberg, 1845	+	+	+
	Bộ Naviculales Bessey, 1907			
	Phân bộ Neidiineae D.G. Mann, 1990			
	Họ Amphipleuraceae Grunow, 1862			

TT	Tên Taxon	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
	Chi <i>Frustulia</i> Rabenhorst, 1853			
21	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni, 1891	+		
	Phân bộ Naviculineae Hendey ex Round, R.M. Crawford & D.G. Mann, 1996			
	Họ Naviculaceae Kützing, 1844			
	Chi <i>Gyrosigma</i> Hassall, 1845			
22	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst, 1853	+	+	+
23	<i>Gyrosigma acuminatum</i> var. <i>lacustre</i> (W. Smith) Meister, 1912		+	
	Chi <i>Navicula</i> Bory, 1822			
24	<i>Navicula veneta</i> Kützing, 1844	+		
25	<i>Navicula rostellata</i> Kützing, 1844	+		
26	<i>Navicula</i> sp.	+		
	Phân bộ Sellaphorineae D.G. Mann, 1990			
	Họ Pinnulariaceae D.G. Mann, 1990			
	Chi <i>Pinnularia</i> Ehrenberg, 1843			
27	<i>Pinnularia interrupta</i> f. <i>minutissima</i> (Hustedt) Hustedt, 1930		+	
28	<i>Pinnularia lacus- baikali</i> Skvortzov, 1937		+	
29	<i>Pinnularia pectinalis</i> var. <i>rostrata</i> Skvortzov, 1937	+		+
30	<i>Pinnularia viridis</i> var. <i>diminuta</i> Ant.Mayer, 1913	+		+
	Bộ Bacillariales Hendey, 1937			
	Họ Bacillariaceae Ehrenberg, 1831			
	Chi <i>Nitzschia</i> Hassall, 1845			
31	<i>Nitzschia</i> sp.	+		+
	Bộ Surirellales D.G. Mann, 1990			
	Họ Surirellaceae Kützing, 1844			
	Chi <i>Iconella</i> Jurilj, 1949			
32	<i>Iconella biseriata</i> (Brébisson) Ruck & Nakov, 2016	+++	+	+
33	<i>Iconella capronii</i> (Brébisson & Kitton) Ruck & Nakov, 2016	+++	++	+++
34	<i>Iconella helvetica</i> (Brun) Ruck & Nakov, 2016	+		
35	<i>Iconella linearis</i> (W. Smith) Ruck & Nakov, 2016	++	+	+
36	<i>Iconella spiralis</i> (Kützing) Ruck & Nakov, 2016			+
37	<i>Iconella splendida</i> (Ehrenberg) Ruck & Nakov, 2016	+		
38	<i>Iconella tenera</i> (W. Gregory) Ruck & Nakov, 2016	+++	+	++

TT	Tên Taxon	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
	Chi <i>Surirella</i> Turpin, 1828			
39	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson, 1838	+		
40	<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg, 1841	+++	+	+++
	Tổng cộng:	35	22	24

Ghi chú: +: gặp ít; ++: gặp trung bình; +++: gặp nhiều.