

THÀNH PHẦN LOÀI TẢO KHUÊ BÁM HỌ Eunotiaceae (KÜTZING, 1844) TRONG VƯỜN QUỐC GIA TRÀM CHIM, ĐỒNG THÁP

Huỳnh Trường Giang^{1*}, Nguyễn Thị Kim Liên¹, Huỳnh Phước Vinh¹ và Dương Văn Ni²

¹Bộ môn Thủy sinh học ứng dụng, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

²Bộ môn Quản lý môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Huỳnh Trường Giang (email: htgiang@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 27/04/2019

Ngày nhận bài sửa: 31/12/2019

Ngày duyệt đăng: 28/02/2020

Title:

Species composition of benthic diatoms in the family Eunotiaceae in Tram Chim National Park, Dong Thap

Từ khóa:

Tảo khuê bám, thành phần loài, Eunotiaceae, tương đồng, Vườn Quốc gia Tràm Chim

Keywords:

Benthic diatom, species composition, Eunotiaceae, similarity, Tram Chim National Park

A study on the species compositions of the benthic diatoms in the family Eunotiaceae in 5 habitats, including (1) main canals, (2) criss-crossing canals, (3) *Melaleuca* sp., (4) *Eleocharis* sp., and (5) lotus *Nelumbo* sp. habitats in Tram Chim National Park in the rainy and dry seasons showed that 20 species belonging to 3 genera, including *Actinella*, *Desmogomium*, and *Eunotia* were detected. In the rainy season, either genus *Actinella* or *Desmogomium* included 01 species, whereas *Eunotia* was 16 species. However, *Actinella* with 01 species, *Desmogomium* with 2 species and *Eunotia* with 16 species were recorded in the dry season. The genus *Eunotia* reached the highest density at the main canals habitat in both rainy and dry seasons. The lowest one was in *Eleocharis* sp. habitat in the rainy season or lotus *Nelumbo* sp. habitat in the dry season. For the similarity, distribution of Eunotiaceae in the park could be divided into three ecological zones in the rainy season: *Eleocharis* sp. habitat - criss-crossing canal/lotus *Nelumbo* sp. - *Melaleuca* sp./main canal habitats; and two zones in the dry season: main canals and criss-crossing canal/lotus *Nelumbo* sp./*Eleocharis* sp./*Melaleuca* sp. habitats.

TÓM TẮT

Nghiên cứu về thành phần loài tảo khuê bám thuộc họ Eunotiaceae trên 5 sinh cảnh ở Vườn quốc gia Tràm Chim là (1) kênh vùng đệm, (2) kênh lõi, (3) rừng tràm *Melaleuca* sp., (4) lung năn *Eleocharis* sp., và (5) lung sen *Nelumbo* sp. trong mùa mưa và mùa khô cho thấy đã định danh được 20 loài thuộc 3 giống là *Actinella*, *Desmogomium* và *Eunotia*. Trong đó, vào mùa mưa mỗi giống *Actinella* và *Desmogomium* có 1 loài và giống *Eunotia* có 16 loài; vào mùa khô giống *Actinella* có 1 loài, giống *Desmogomium* có 2 loài và giống *Eunotia* có 16 loài. Giống *Eunotia* có mật độ cao nhất ở kênh vùng đệm cả hai mùa mưa và khô, lung năn có mật độ thấp nhất vào mùa mưa, trong khi lung sen có mật độ thấp nhất vào mùa khô. Về mặt tương đồng, sự phân bố họ Eunotiaceae có thể chia thành 3 khu vực: lung năn - kênh vùng lõi/lung sen - rừng tràm/kênh vùng đệm vào mùa mưa và 2 khu vực: kênh vùng đệm - kênh vùng lõi/lung sen/lung năn/rừng tràm vào mùa khô.

Trích dẫn: Huỳnh Trường Giang, Nguyễn Thị Kim Liên, Huỳnh Phước Vinh và Dương Văn Ni, 2020. Thành phần loài tảo khuê bám họ Eunotiaceae (Kützing, 1844) trong vườn quốc gia Tràm Chim, Đồng Tháp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(1B): 153-165.

1 GIỚI THIỆU

Vườn quốc gia (VQG) Tràm Chim thuộc huyện Tam Nông, tỉnh Đồng Tháp là VQG đầu tiên ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long với các cảnh quan tiêu biểu bởi các hệ sinh thái đất ngập nước đặc thù, có tiềm năng rất lớn về nghiên cứu bảo tồn, khai thác và phát triển du lịch sinh thái theo hướng bền vững.

Nhiều nghiên cứu trước đây cho thấy hệ động vật trên cạn trong VQG rất phong phú và đa dạng, với nhiều loài chim quý hiếm có giá trị cho Việt Nam và thế giới (Đỗ Thị Như Uyên và Hoàng Thị Nghiệp, 2013; Tran and Barzen, 2016; Đỗ Thị Như Uyên, 2017). Đối với thủy sinh vật, có 133 loài cá thuộc 77 giống, 29 họ và 11 bộ; 107 loài động vật nổi bao gồm 12 loài động vật đơn bào (Protozoa) 46 loài luân trùng (Rotatoria) 30 loài giáp xác râu ngành (Cladocera), 15 loài giáp xác chân chèo (Copepoda), và 4 loài giáp xác có vỏ đã được ghi nhận. Ngoài ra, 174 loài thực vật nổi cũng đã được báo cáo trong VQG (Đỗ Thị Như Uyên và Hoàng Thị Nghiệp, 2013). Phần lớn các thông tin về đa dạng sinh học trong VQG Tràm Chim trong những năm gần đây tập trung nhiều vào lớp chim, thú, lưỡng cư, bò sát, cá, động vật phiêu sinh và thực vật phiêu sinh.

Tảo khuê bám có vai trò rất quan trọng trong hệ sinh thái, một số loài vừa là nguồn thức ăn cho các loài cá và giáp xác trong thủy vực (Gili *et al.*, 1996; Zima *et al.*, 2016) vừa là tác nhân lọc sinh học trong môi trường (Xing *et al.*, 2018). Trong bộ Eunotiales, họ Eunotiaceae có nhiều loài phân bố đại diện cho hệ sinh thái nước ngọt với 13 giống và 695

loài (Guiry and Guiry, 2019). Đặc biệt, giống *Eunotia* chiếm tới 610 loài, trong khi mỗi giống *Bicudoa*, *Burliganiella* và *Temachium* chỉ có 1 loài. Đa số các loài thuộc giống *Eunotia* chỉ phân bố trong các hệ sinh thái nước ngọt (Guiry and Guiry, 2019). Tuy nhiên, Ortiz-Lerin and Cambra (2007) cho rằng giống *Eunotia* có khoảng 200 loài và phân bố khắp thế giới, chủ yếu sống bám, rất hiếm khi bắt gặp sống trôi nổi (Kociolek, 2000; Kociolek and Spaulding 2000; Siver *et al.*, 2006). Các loài thuộc họ Eunotiaceae có thể được sử dụng như là chỉ thị sinh học và đã được sử dụng trong quan trắc môi trường nước (Tapia, 2008), trong đó một số loài xuất hiện ưu thế trong môi trường nghèo dinh dưỡng; ít ô nhiễm hữu cơ; pH, oxy hòa tan, và độ dẫn điện thấp (Liu *et al.*, 2011; Bere, 2014), một số loài chỉ thị cho môi trường ô nhiễm hữu cơ (Costa *et al.*, 2017). Do đó, nghiên cứu này tập trung đánh giá sâu sự phân bố của các giống thuộc họ Eunotiaceae ở các sinh cảnh khác nhau trong VQG Tràm Chim trong hai mùa mưa và mùa khô nhằm cung cấp dữ liệu khoa học trong việc quản lý bảo tồn đa dạng sinh học và chất lượng nước tại VQG Tràm Chim.

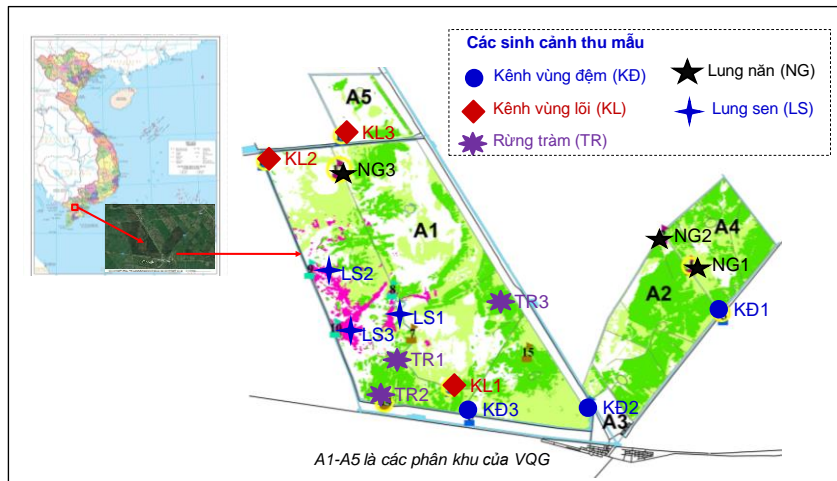
2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Bố trí thí nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 08/2018-04/2019. Mẫu được thu tại 5 sinh cảnh khác nhau, mỗi sinh cảnh thu 3 điểm lặp lại, trong VQG Tràm Chim vào mùa mưa và mùa khô (Hình 1). Tọa độ các điểm thu mẫu được trình bày qua Bảng 1. Mẫu tảo khuê bám họ Eunotiaceae được phân tích tại Phòng thí nghiệm Sinh thái Thủy sinh vật, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.

Bảng 1: Tọa độ các điểm thu mẫu

STT	Sinh cảnh (kí hiệu)	Tọa độ
1	Kênh vùng đệm (KĐ1)	10°42'38.6"N 105°35'33.7"E
2	Kênh vùng đệm (KĐ2)	10°40'52.3"N 105°33'22.3"E
3	Kênh vùng đệm (KĐ3)	10°40'56.1"N 105°31'19.8"E
4	Kênh vùng lõi (KL1)	10°41'21.7"N 105°31'09.2"E
5	Kênh vùng lõi (KL2)	10°45'16.1"N 105°27'51.2"E
6	Kênh vùng lõi (KL3)	10°45'27.1"N 105°29'15.4"E
7	Rừng tràm (TR1)	10°42'12.1"N 105°30'26.7"E
8	Rừng tràm (TR2)	10°41'06.5"N 105°29'57.3"E
9	Rừng tràm (TR3)	10°41'52.7"N 105°32'41.4"E
10	Lung năn (NG1)	10°43'14.1"N 105°35'03.4"E
11	Lung năn (NG2)	10°43'37.3"N 105°34'41.5"E
12	Lung năn (NG3)	10°44'59.4"N 105°29'08.7"E
13	Lung sen (LS1)	10°43'18.7"N 105°29'56.9"E
14	Lung sen (LS2)	10°43'30.4"N 105°28'36.8"E
15	Lung sen (LS3)	10°42'22.4"N 105°29'12.3"E



Hình 1: Sơ đồ vị trí thu mẫu



Hình 2: Đặc điểm của các sinh cảnh thu mẫu

2.2 Phương pháp tạo giá thể cho tảo bám phát triển

Để tạo giá thể cho tảo bám phát triển trong thủy vực nghiên cứu sử dụng đài vật nhân tạo được thiết kế dựa trên thiết bị Wildco Periphytometer mô tả bởi Danielson (2006). Mỗi đài vật gồm có 8 lam kính, hai mặt của lam kính có diện tích 0,00345 m². Các lam kính được kết nối với nhau thông qua một miếng nhựa trong suốt và được cố định bằng ống

nhựa PVC có đường kính 60 cm giúp cho đài vật được lơ lửng trong môi trường nước và có thể nhận ánh sáng ở tầng mặt (Hình 3). Đài vật được đặt lơ lửng trong nước 4 tuần để tảo khuê có thể sống bám trên đài vật trước khi thu mẫu phân tích định và định lượng. Như vậy có tổng cộng 15 đài vật được đặt ở 5 sinh cảnh và mẫu tảo bám được thu 2 lần vào mùa mưa (tháng 9-10/2018) và mùa khô (tháng 3-4/2019).



Hình 3: Đài vật nhân tạo được đặt lơ lửng trong môi trường nước (A) và đài vật sau 4 tuần với tảo bám (B)

2.3 Thu mẫu tảo bám

Phương pháp thu mẫu tảo bám dựa theo mô tả bởi Danielson (2006). Tảo bám được thu từ các đài vật nhân tạo tại 3 điểm trong mỗi sinh cảnh (Hình 3A). Sau 4 tuần bố trí đài vật nhân tạo tại điểm thu mẫu đã xác định, tất cả các đài vật được thu để thu thập mẫu tảo bám trên các lam thủy tinh. Tảo bám sẽ được thu bằng cách cạo nhẹ lớp tảo bám trên đài vật (lam kính) và rửa bằng 50 mL nước cất tại điểm thu mẫu. Toàn bộ mẫu được chứa trong ống falcon 50 mL, sau đó mẫu được cố định bằng 1 mL dung dịch M3 (Danielson, 2006). Trong quá trình thu mẫu, nghiên cứu chỉ chọn những đài vật có tảo bám đầy, số lam và diện tích thu được ghi nhận để tính kết quả về sau (Hình 3B). Bên cạnh thu mẫu tảo bám, một số chỉ tiêu môi trường nước ngay tại đài vật cũng được thu để phân tích nhiệt độ, pH, oxy hòa tan, tổng đạm amon (TAN) và lân hòa tan (PO_4^{3-}). Nhiệt độ và pH được đo và ghi nhận số liệu trực tiếp tại hiện trường bằng máy đo pH hiệu HANNA (HI98107, Romania). Oxy hòa tan, TAN và PO_4^{3-} được phân tích theo phương pháp của APHA (1999).

2.4 Xử lý mẫu và chuẩn bị mẫu tảo khuê bám

Mẫu tảo bám được xử lý theo phương pháp được mô tả bởi Schrader and Gersonde (1978). Mẫu tảo bám được làm sạch bằng cách acid hóa ($H_2O_2 + HCl$ đậm đặc). Bên cạnh đó, tetra-sodium pyrophosphate ($Na_4P_2O_7$) cũng được sử dụng để loại bỏ các tạp chất trong mẫu. Sau khi xử lý, trong mẫu lúc này chỉ còn lại các loài thuộc ngành tảo khuê bám được dùng trong phân tích định tính và định lượng về sau. Để quan sát dưới vật kính 100X, dung dịch Naphrax® (Brunel Microscopes Co. ltd., Anh) có chỉ số chiết quang 1,73 được sử dụng để cố định tảo khuê giữa lame và lamelle trong quá trình phân tích.

2.5 Phân tích định tính và định lượng tảo khuê bám

Các loài thuộc họ Eunotiaceae định tính đến loài và định lượng đến giống dựa theo một số tài liệu phân loại của Hasle *et al.* (1996), Sims *et al.* (1996), Round *et al.* (1990), Hirota *et al.* (2013), Glushchenko and Kulikovskiy (2017), Lange-

Bertalot *et al.* (2017), và Tudesque (2018) sử dụng kính hiển vi Olympus CX21 (Olympus Optical Co. Ltd., Nhật). Trong quá trình phân tích định tính, ưu thế loài được ghi nhận dựa theo sự hiện diện của loài trong mẫu theo phương pháp mô tả bởi Fernandes *et al.* (1999). Đối với phân tích định lượng, mẫu được đếm bằng buồng đếm Bükler (Silva, 2006), họ Eunotiaceae được đếm ở độ phóng đại 1.000 lần. Mật độ các giống thuộc họ Eunotiaceae được thể hiện với đơn vị cá thể/cm², được tính toán dựa theo diện tích lấy mẫu.

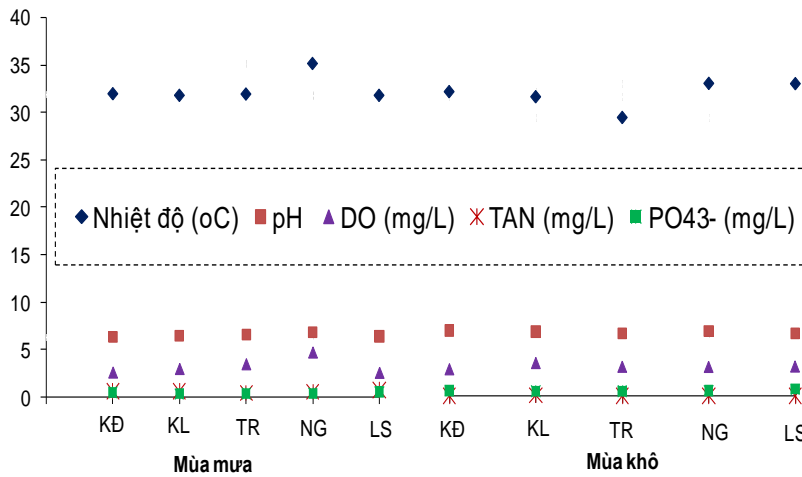
2.6 Xử lý số liệu

Độ tương đồng về thành phần loài thuộc họ Eunotiaceae giữa các sinh cảnh được phân tích bằng phần mềm Plymouth Routines in Multivariable Ecological Research, PRIMER ver. 6.1.5 (Clarke and Gorley, 2006). Để đánh giá sự chia sẻ thành phần loài giữa các sinh cảnh, sự hiện diện và sự vắng mặt của loài cũng được phân tích dựa theo Huynh *et al.* (2019). Trong đó, loài được xem là xuất hiện duy nhất khi chúng hiện diện chỉ trong một sinh cảnh và không thể tìm thấy trong sinh cảnh khác của hệ sinh thái (Cornejo-Granados *et al.*, 2017).

3 KẾT QUẢ

3.1 Chất lượng nước

Qua 2 thời điểm khảo sát, nhiệt độ ở các đài vật khá cao, dao động từ 27,2-35,5°C vào mùa mưa và từ 28,6-33,8°C vào mùa khô. pH ở các điểm thu mẫu phản ánh môi trường nước có tính acid yếu đặc trưng của vùng đất nhiễm phèn của VGQ. Vào mùa khô, pH tại các đài vật đạt trung bình $6,57 \pm 0,2$ trong khi vào mùa khô là $6,85 \pm 0,3$. Hàm lượng oxy hòa tan ở mức thấp, trung bình đạt $3,53 \pm 1,9$ mg/L vào đợt thu mẫu mùa mưa và $3,19 \pm 0,5$ mg/L vào mùa khô. Bên cạnh đó TAN và PO_4^{3-} trong nước tại các đài vật phản ánh môi trường dinh dưỡng trung bình vào mùa mưa và tương đối nghèo dinh dưỡng hòa tan vào mùa khô. Hàm lượng TAN trong mùa mưa tương đối cao hơn mùa khô, trung bình đạt giá trị $0,517 \pm 0,261$ mg/L, trong khi vào mùa khô dao động từ $0,032 \pm 0,027$ mg/L. So với các thủy vực ao hồ tự nhiên, hàm lượng lân hòa tan trong nước khá cao với trung bình $0,411 \pm 0,087$ mg/L (mùa mưa) và $0,540 \pm 0,121$ mg/L (mùa khô) (Hình 4).

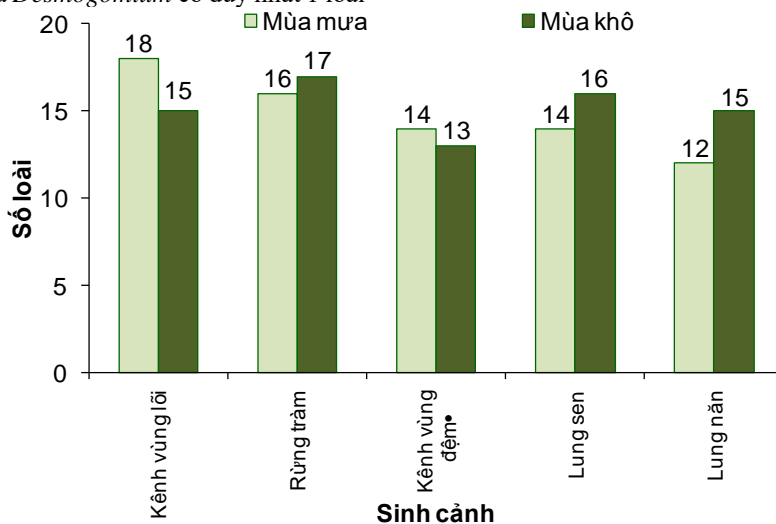


Hình 4: Biến động một số yếu tố chất lượng nước tại các đài vật thu mẫu

3.2 Thành phần loài tảo khuê bám họ Eunotiaceae phân bố tại các sinh cảnh

Kết quả phân tích định tính tảo khuê bám họ Eunotiaceae qua 2 mùa đã xác định được 20 loài thuộc 3 giống, bao gồm *Actinella*, *Desmogomium*, và *Eunotia* (Bảng 2). Trong đó, 18 loài được định danh vào mùa mưa và 19 loài vào mùa khô. Vào mùa mưa, kênh vùng lõi có số loài cao nhất với 18 loài, kế đến là sinh cảnh rừng tràm (16 loài) và thấp nhất là lung năn (12 loài) (Hình 5). Điều đặc biệt là giống *Eunotia* có số loài nhiều nhất với 16 loài, trong khi giống *Actinella* và *Desmogomium* có duy nhất 1 loài

được ghi nhận. Vào mùa khô số lượng loài ở các sinh cảnh tương đối thấp hơn mùa mưa. Cụ thể là sinh cảnh rừng tràm có số loài cao nhất (16 loài), kế đến là lung sen (16 loài) và thấp nhất là kênh vùng đệm (13 loài) (Hình 5). Tương tự mùa mưa, vào mùa khô giống *Eunotia* cũng có số loài nhiều nhất với 16 loài, *Desmogomium* có 2 loài và *Actinella* có duy nhất 1 loài. Khi so sánh về thành phần loài giữa 2 đợt thu mẫu, kết quả cho thấy rằng *Eunotia karveerensis* chỉ xuất hiện vào mùa mưa, trong khi 2 loài *Desmogomium ossiculum* và *E. zygodon* chỉ xuất hiện vào mùa khô (Bảng 2).



Hình 5: Số loài tảo khuê bám thuộc họ Eunotiaceae ở các sinh cảnh trong VQG Tràm Chim

Bảng 2: Sự phân bố thành phần loài qua 2 đợt thu mẫu mùa mưa và mùa khô

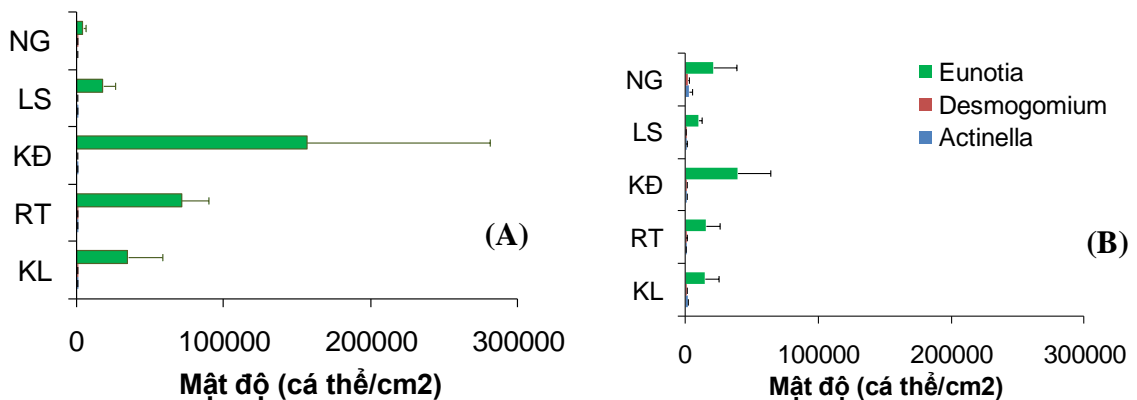
Thành phần loài	KĐ	KL	RT	NG	LS
<i>Actinella lange-bertalotii</i>	W, D	W, D	W, D	D	W, D
<i>Desmogonium ossiculum</i>	D	D	D	D	D
<i>D. transfugum</i>	D	W	W	W, D	
<i>Eunotia australominor</i>	W, D	W, D	W, D	D	W, D
<i>E.cf. vumbae</i>	W, D	W, D	W, D	D	W, D
<i>E. fogedii</i>	W, D	W, D	W, D	D	W, D
<i>E. indosinica</i>	W, D	W, D	W, D		W, D
<i>E. karveerensis</i>		W	W		
<i>E. meridian</i>	W, D	W, D	W, D	D	W, D
<i>E. mucophila</i>	W, D	W, D	W, D	D	W, D
<i>E. naegeli</i>	W, D	W, D	W, D	D	W, D
<i>E. novaecaledonica</i>	W	W, D	W, D	W, D	W, D
<i>E. paramuscicola</i>	W	W	W		D
<i>E. pectinalis</i>	D	W, D	D	W	W, D
<i>E.sioliopsis</i>	W, D	W, D	W, D	W, D	W, D
<i>E. skvortzowii</i>	W, D	W, D	W, D	W, D	W, D
<i>E. sulcata</i>	W	W, D	W, D	W, D	W, D
<i>E. tropica</i>	W	W	W	D	W, D
<i>E. yanomami</i>		W	D		
<i>E. zygodon</i>		D	D	D	

Ghi chú: KĐ: kênh vùng đệm; KL: kênh vùng lõi; TR: rừng tràm; NG: lung năn; LS: lung sen. D: xuất hiện trong mùa khô; W: xuất hiện trong mùa mưa.

3.3 Mật độ tảo khuê bám thuộc họ Eunotiaceae tại các sinh cảnh

Vào mùa mưa, giống *Desmogonium* có số lượng rất thấp, chỉ ở mức chưa đến 100 cá thể/cm², đặc biệt trong sinh cảnh kênh vùng đệm và lung sen không tìm thấy sự phân bố của giống *Desmogonium*. Số lượng cá thể thuộc giống *Eunotia* chiếm tỉ lệ cao, trong đó kênh vùng đệm có số lượng cao nhất và khá biến động ở 3 điểm thu với mật độ trung bình 156.626±124.293 cá thể/cm², kể đến là ở rừng tràm với mật độ trung bình 71.139±18.573 cá thể/cm². Tại sinh cảnh lung năn, mật độ các loài thuộc giống

Eunotia có số lượng thấp nhất trong tất cả các sinh cảnh (3.951±1.731 cá thể/cm²) (Hình 6A). Vào mùa khô, số lượng họ Eunotiaceae khá thấp so với mùa mưa, trung bình ở các sinh cảnh dao động từ 10.157-40.733 tế bào/cm². Giống *Eunotia* luôn chiếm số lượng cá thể lớn nhất ở kênh vùng đệm, với số lượng 39.216±24.368 cá thể/cm², kể đến là lung năn (NG) với mật độ 21.296±16.790 cá thể/cm² và thấp nhất là ở lung sen với mật độ trung bình là 9.423±2.824 cá thể/cm². Ngoài ra, kết quả cũng chỉ ra rằng số lượng cá thể thuộc giống *Actinella* và *Desmogonium* vào mùa khô cao hơn so với mùa mưa (Hình 6B).



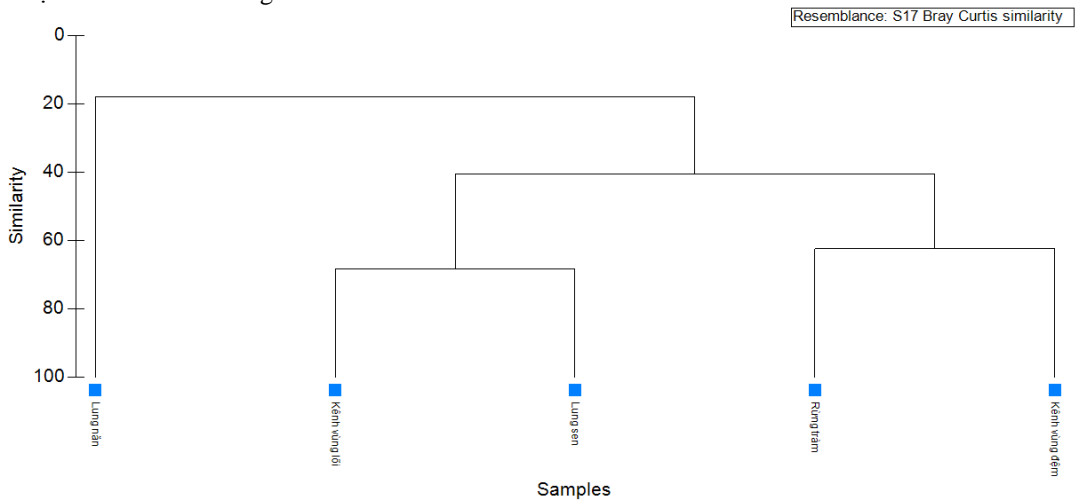
Hình 6: Số lượng cá thể các giống tảo thuộc họ Eunotiaceae ở các sinh cảnh trong VQG Tràm Chim qua 2 đợt thu mẫu mùa mưa (A) và mùa khô (B)

KĐ: kênh vùng đệm; KL: kênh vùng lõi; TR: rừng tràm; NG: lung năn; LS: lung sen

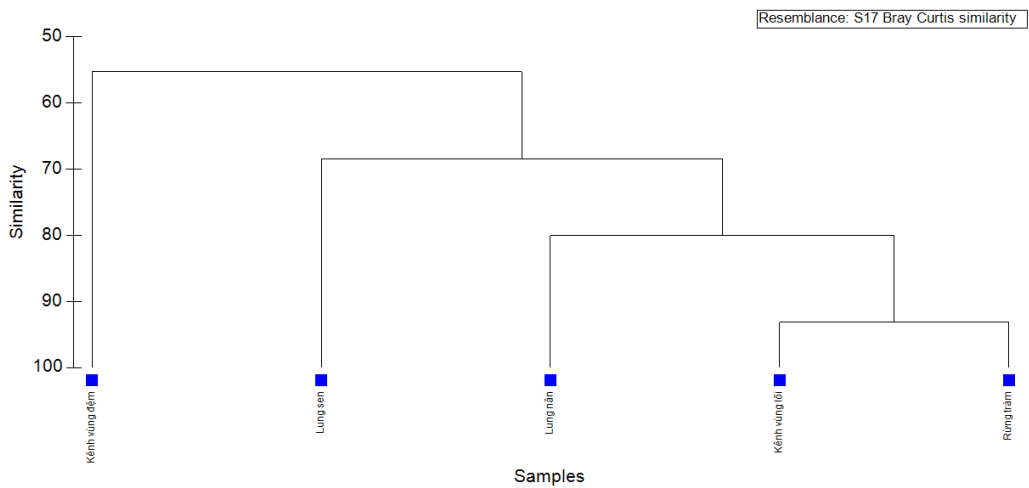
3.4 Sự tương đồng về thành phần giống loài họ Eunotiaceae giữa các sinh cảnh

Kết quả phân tích độ tương đồng vào mùa mưa cho thấy rằng sự phân bố của tảo khuê bám họ Eunotiaceae ở các kênh vùng lõi có độ tương đồng cao với sinh cảnh rừng tràm và lung sen với giá trị tương đồng tương ứng là 65,3% và 68,3%. Ngoài ra, độ tương đồng giữa sinh cảnh rừng tràm và kênh vùng đệm cũng khá cao (62,4%). Sinh cảnh lung nân có sự tương đồng thấp nhất với các sinh cảnh kênh vùng lõi (20,6%), rừng tràm (10,5%) và kênh vùng đệm (4,9%). Như vậy, sự phân bố về giống loài thuộc họ Eunotiaceae về tổng thể chia thành ba khu

vực bao gồm (1) lung nân, (2) kênh vùng lõi/lung sen và (3) rừng tràm/kênh vùng đệm (Hình 7). Trong khi đó, sự tương đồng về thành phần loài thuộc họ Eunotiaceae có khá cao vào mùa khô. Kênh vùng lõi có tương đồng với rừng tràm và lung sen lần lượt là 93,2% và 72,7%. Lung nân có độ tương đồng khá cao đối với kênh vùng lõi (82,6%), rừng tràm (77,6%) và kênh vùng đệm 69,1%. Rừng tràm tương đồng với kênh vùng đệm là 56,4% (Hình 8). Ở độ tương đồng 70%, sự phân bố về giống loài thuộc họ Eunotiaceae về tổng thể có thể chia thành 2 khu vực bao gồm (1) kênh vùng đệm, và (2) kênh vùng lõi/lung sen/lung nân/rừng tràm.



Hình 7: Sự tương đồng về thành phần giống loài thuộc họ Eunotiaceae giữa các sinh cảnh trong VQG Tràm Chim vào mùa mưa



Hình 8: Sự tương đồng về thành phần giống loài thuộc họ Eunotiaceae giữa các sinh cảnh trong VQG Tràm Chim vào mùa khô

3.5 Phân tích sự phân bố về thành phần thuộc họ Eunotiaceae loài giữa các sinh cảnh

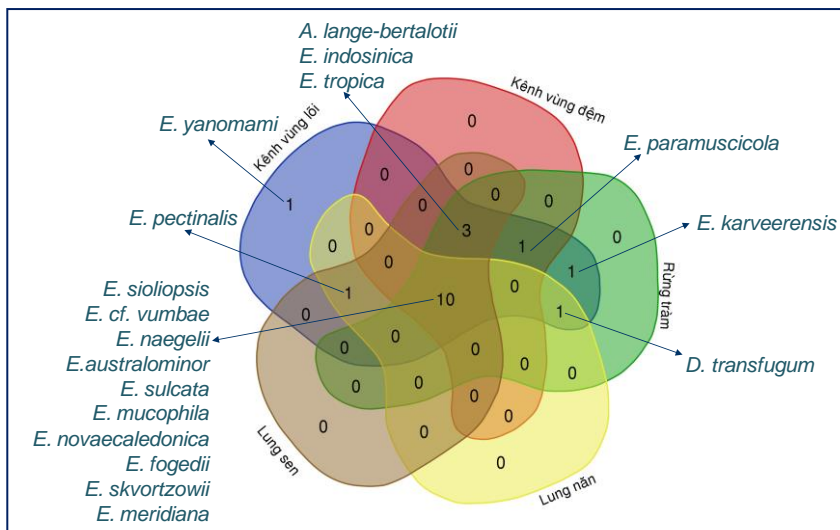
Vào mùa mưa, kết quả phân tích và thể hiện qua Hình 9 cho thấy có 10 loài phân bố trong tất cả các

sinh cảnh của VQG Tràm Chim, đó là *E. sioliopsis*, *E. cf. vumbae*, *E. naegeli*, *E. australminor*, *E. sulcata*, *E. mucophila*, *E. novaecaledonica*, *E. fogedii*, *E. skvortzowii*, và *E. meridiana*. Ba loài *A. lange-bertalotii*, *E. indosinica*, và *E. tropica* được

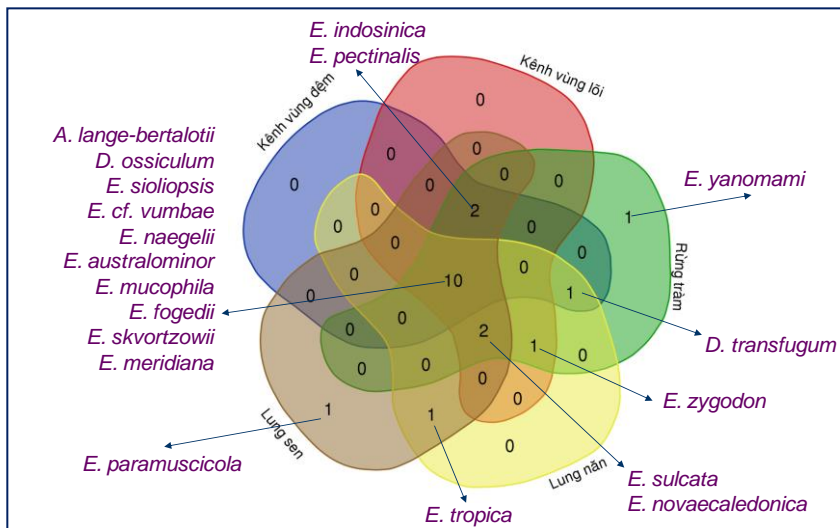
xác định là phân bố trong 4 sinh cảnh kênh vùng lõi, kênh vùng đệm, rừng tràm và lung sen. Tuy nhiên, một số loài chỉ xuất hiện ở sinh cảnh này mà không xuất hiện ở sinh cảnh khác. Chẳng hạn như, *E. paramuscicola* chỉ xuất hiện ở sinh cảnh kênh vùng lõi, kênh vùng đệm và rừng tràm, trong khi không tìm thấy sự hiện diện của chúng tại sinh cảnh lung năn và lung sen. Tương tự, *E. karveerensis* được tìm thấy sự hiện diện trong sinh cảnh kênh vùng lõi và rừng tràm, nhưng không tìm thấy sự phân bố ở các sinh cảnh khác.

Vào mùa khô, kết quả từ Hình 10 cho thấy có 10 loài xuất hiện trong tất cả các sinh cảnh bao gồm *A. lange-bertalotii*, *D. ossiculum*, *E. sioliopsis*, *E. cf. vumbae*, *E. naegeli*, *E. australominor*, *E. sulcata*, *E. mucophila*, *E. novaecaledonica*, *E. fogedii*, *E. skvortzowii*, *E. meridiana*.

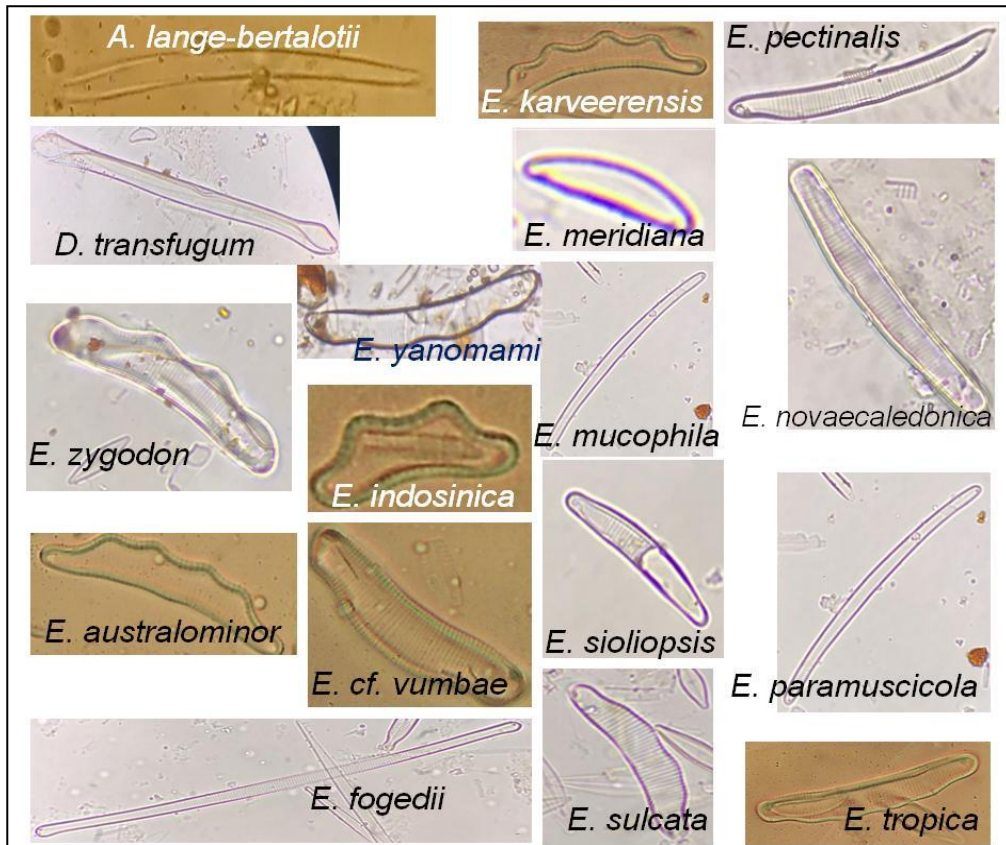
mucophila, *E. fogedii*, *E. skvortzowii*, *E. meridian*. Loài *E. tropica* chỉ xuất hiện trong sinh cảnh lung năn và lung sen. Đặc biệt, có 2 loài chỉ xuất hiện trong một sinh cảnh duy nhất, không tìm thấy sự phân bố tại các sinh cảnh còn lại, đó là *E. paramuscicola* (lung sen) và *E. yanomami* (rừng tràm) (Hình 10). *Eunotia yanomami* được cho là loài hiếm, ưu thế loài không cao (<1%) trong thủy vực, phân bố chủ yếu trong môi trường nước ngọt có pH thấp (pH 4,6), độ kiềm thấp, hàm lượng acid humic cao, có thể sống trôi nổi hay sống bám (Costa et al., 2015). Trong tổng số 10 loài xuất hiện tất cả các sinh cảnh giữa 2 mùa thì có 8 loài luôn hiện diện cả 2 đợt thu mẫu, như là *E. sioliopsis*, *E. cf. vumbae*, *E. naegeli*, *E. australominor*, *E. mucophila*, *E. fogedii*, *E. skvortzowii*, *E. meridian*.



Hình 9: Sự chia sẻ về thành loài (shared species) giữa các sinh cảnh trong VQG Tràm Chim vào mùa mưa



Hình 10: Sự chia sẻ về thành loài giữa các sinh cảnh trong VQG Tràm Chim vào mùa khô



Hình 11: Hình thái bên ngoài của một số loài tảo khuê bám thuộc họ Eunotiaceae trong VQG Tràm Chim

4 THẢO LUẬN

Chất lượng nước ảnh hưởng đến sự phân bố của các loài thuộc họ *Eunotiaceae*, đặc biệt là pH, hàm lượng oxy hòa tan và muối dinh dưỡng (Costa *et al.*, 2017). Với đặc trưng của hệ sinh thái đất ngập nước theo mùa, chất lượng nước trong VQG Tràm Chim thường có tính acid yếu và hàm lượng oxy hòa tan thấp. Nghiên cứu trước đây về chất lượng nước trong VQG Tràm Chim đã chỉ ra rằng pH khá ổn định tại các sinh cảnh lung năn, lung sen, rừng tràm và kênh vùng đệm với dao động từ 7,2-7,3 vào mùa mưa trong khi chỉ từ 5,5-6,9 vào mùa khô. Hàm lượng oxy hòa tan ở mức 3,9-5,9 mg/L vào mùa mưa và 1,45-4,33 mg/L vào mùa khô (Trần Triết và *ctv.*, 2002). Kết quả trên phản ánh môi trường nước ở các điểm thu mẫu có độ a-xít yếu và hàm lượng oxy hòa tan thấp.

Nghiên cứu về thành phần loài thuộc họ *Eunotiaceae* trong VQG Tràm Chim hiện chưa nhiều. Phần lớn các nghiên cứu tập trung vào sự phân bố của lớp chim và thú trong vườn quốc gia. Một vài nghiên cứu về sự phân bố của nhóm lưỡng cư bò sát (Krohn, 2009). Một nghiên cứu được cho là khá đầy đủ về thành phần loài tảo khuê bám trong hệ sinh thái VQG Tràm Chim từ năm 2002 được thực hiện bởi Trần Triết và *ctv.* (2002). Nhóm

nghiên cứu đã phát hiện được 150 loài tảo khuê bám thuộc 28 giống. Theo đó, họ *Eunotiaceae* chỉ phát hiện được 16 loài thuộc giống *Eunotia*, trong khi giống *Actinella* và *Desmogonium* không phát hiện. Trong tổng số 16 loài phát hiện, *E. pectinalis* là loài được ghi nhận xuất hiện nhiều nhất ở các sinh cảnh với số lượng phong phú, trong khi một số loài như *E. lunaris*, *E. monodon*, *E. didyma* được cho là ít gặp trong hệ sinh thái. Trong nghiên cứu này, các loài thuộc họ *Eunotiaceae* phân bố chủ yếu ở sinh cảnh kênh vùng đệm, trong khi số ít phân bố ở sinh cảnh lung năn và lung sen. Điều này có thể do những yếu tố về môi trường, vị trí và thời gian thu mẫu khác nhau có thể là những nguyên nhân khác nhau về thành phần giống, loài so với nghiên cứu của Trần Triết và *ctv.* (2002).

Theo nhiều nghiên cứu trước đây, họ *Eunotiaceae* phân bố chủ yếu ở nước ngọt và hầu hết các loài thuộc giống *Eunotia* sống bám, rất hiếm gặp sống trôi nổi (Siver *et al.*, 2006). Hơn nữa, hầu hết các loài thuộc giống *Eunotia* phân bố chủ yếu trong môi trường có pH thấp, thiếu oxy và giàu mùn bã hữu cơ (Liu *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2017). Rõ ràng, theo quan trắc nhanh một số chỉ tiêu môi trường nước tại các đài vật lúc thu mẫu cũng thể hiện được điều này khi mà giá trị pH ở hầu hết các điểm thu

mẫu đều thấp hơn 7,0 và oxy ít khi vượt quá 4 mg/L. Đây cũng là yếu tố làm cho các loài thuộc giống *Eunotia* đa dạng và phong phú hơn các giống khác trong họ Eunotiaceae. Khi nghiên cứu về các loài thuộc giống *Eunotia* phân bố tại các sông và suối tại vùng phía Bắc Tây Ban Nha, Ortiz-Lerin and Cambra (2007) cho rằng *Eunotia* được tìm thấy trong 117/397 điểm thu mẫu. 17 loài đã được định danh, trong đó *E. minor* và *E. implicata* là 2 loài thường gặp. Nhóm tác giả cũng ghi chú rằng độ dẫn điện và độ acid của nước là những nhân tố quan trọng để xác định sự phân bố của *Eunotia* trong khu vực hệ sinh thái. Tuy nhiên, nghiên cứu hiện tại không phát hiện 2 loài trên tại Tràm Chim, điều này có thể do điều kiện môi trường sống, nhiệt độ đã ảnh hưởng đến sự phân bố của loài khác nhau. Nhiệt độ trong vùng nghiên cứu của Ortiz-Lerin and Cambra (2007) dao động từ 11-18°C, trong khi VQG Tràm Chim chịu ảnh hưởng khí hậu vùng nhiệt đới với nhiệt độ trong thời gian nghiên cứu dao động ở mức cao hơn.

Về mặt sinh thái phân bố, trong tổng số 20 loài đã được định danh trong nghiên cứu này, nhìn chung hầu hết các loài xuất hiện rất đặc trưng cho hệ sinh thái đất ngập nước, dòng chảy thấp và mang tính acid yếu. Rõ ràng, Faustino *et al.* (2016) báo cáo rằng *A. lange-bertalotii* là loài chỉ hiện diện trong môi trường acid yếu, tốc độ dòng chảy thấp, nhiều xác bã thực vật phân hủy, hàm lượng tannin cao, độ trong cao, nước có màu trà, dinh dưỡng trung bình. Điều này hoàn toàn thống nhất với sự ghi nhận trong quá trình thu mẫu với mật độ khá thấp, dao động từ 8-346 cá thể/cm² ở các điểm thu mẫu. Điều đặc biệt trong nghiên cứu này một số loài thuộc giống *Eunotia* chỉ thị cho môi trường có pH thấp (5,1-6,8), độ dẫn điện thấp, chỉ thị cho môi trường nghèo dinh dưỡng hoặc dinh dưỡng trung bình và ưu thế loài trong hệ sinh thái dao động từ 1-5% số lượng cá thể cũng được phát hiện như là *E. fagedii*, *E. meridian*, *E. mucophila*, *E. naegeli*, *E. sulcata* và *E. yanomami* (Costa *et al.*, 2015; Glushchenko and Kulikovskiy, 2017). Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu cũng phát hiện loài *E. pectinalis* được cho là chỉ thị cho môi trường có hàm lượng oxy cao (Kociolek *et al.*, 2015). Điều thú vị là trong quá trình thu mẫu và phân tích, nghiên cứu đã phát hiện thêm hai loài chỉ xuất hiện mùa khô bao gồm *E. zygodon* và *D. ossiculum*. Theo nhận định của Costa *et al.* (2015), *E. zygodon* là loài chiếm khoảng 10% số lượng cá thể trong hệ sinh thái có dinh dưỡng trung bình, môi trường nước có tính acid yếu đến kiềm (6,6-7,3) và đặc biệt độ dẫn điện thấp (42-50 μ S/cm). Trong khi đó, *D. ossiculum* được đánh giá là loài có số lượng cá thể rất thấp trong hệ sinh thái (khoảng 0,5%). Đây là loài sống bám và phân bố ở môi trường nghèo

dinh dưỡng và pH khoảng 6,3. Điều này cũng hoàn toàn thống nhất với kết quả trong nghiên cứu này.

Khi nghiên cứu về đa dạng sinh học tảo khuê bám giống *Eunotia* trong hồ Da'erbin nằm trong khu vực đầm lầy thuộc dãy núi Đại Hưng An Lĩnh, Trung Quốc, Liu *et al.* (2011) báo cáo rằng do đặc điểm của vùng này là môi trường đất và nước có tính acid và độ ẩm cao, nghèo dinh dưỡng nên *Eunotia* chiếm ưu thế với 28 loài. Thành phần loài khác nhau giữa các sinh cảnh và giữa các mùa, cao nhất vào mùa hè thấp nhất vào mùa xuân. Một số loài mới cũng được ghi nhận như là *E. botuliformis*, *E. crassula*, *E. lunaris* var. *sicula*, *E. muscicola* var. *perminuta*, *E. nymanniana*, và *E. ursamaioris*. Loài thường xuất hiện nhất là *E. muscicola* var. *perminuta*, *E. lunaris*, *E. incisa*, và *E. flexuosa*. Tuy nhiên, tất cả những loài này cũng không xuất hiện trong các sinh cảnh nghiên cứu tại VQG Tràm Chim trong nghiên cứu hiện tại. Rõ ràng, bên cạnh yếu tố môi trường thổ nhưỡng, dinh dưỡng, nhiệt độ của vùng cũng rất ảnh hưởng đến thành phần loài của tảo khuê bám. Ở đây, khi so sánh các hồ thuộc dãy núi Đại Hưng An Lĩnh có độ cao 1100-1400 m so với mực nước biển, nhiệt độ của vùng dao động từ 11-22°C, đây là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến sự khác biệt về thành phần loài của *Eunotia*.

Về thành phần loài phân bố trong VQG Tràm Chim, các sinh cảnh đều có chung 10 loài trong tổng số 20 loài định danh được qua hai mùa thu mẫu. Xét về độ tương đồng giữa các sinh cảnh, nhìn chung dựa trên số lượng của giống có thể thấy rằng độ tương đồng giữa các sinh cảnh khá cao, hầu hết >60%. Điều này có thể do lượng nước ở các sinh cảnh có sự trao đổi với nhau và sự phân chia sinh cảnh chưa thật sự rõ ràng. Riêng chỉ có lung năn vào mùa mưa, độ tương đồng đối với các sinh cảnh khác chưa đến 20%. Điều này cho thấy có sự khác biệt về số lượng cá thể của *Eunotia* giữa sinh cảnh lung năn và các sinh cảnh khác. Rõ ràng, số lượng cá thể loài thuộc giống *Eunotia* của sinh cảnh lung năn đạt giá trị thấp nhất, đạt giá trị 3.951 ± 1.731 cá thể/cm² vào mùa mưa. Đặc điểm sinh thái của sinh cảnh là ít có sự trao đổi nước với các kênh vùng đệm, thủy vực nước tĩnh, độ sâu thủy vực thấp cũng là nguyên nhân làm cho mật độ tảo khuê bám thấp nhất so với các sinh cảnh. Điều này cũng được thể hiện rõ ở sinh cảnh lung sen (mật độ trung bình 9.423 ± 2.824 cá thể/cm²) vào mùa khô. Các nghiên cứu trước đây về đa dạng sinh học trong VQG Tràm Chim chỉ dừng lại mô tả thành phần loài và mức độ phong phú mà chưa phân tích được sự tương đồng về thành phần loài giữa các sinh cảnh trong VQG. Nghiên cứu tiếp theo đi sâu về đặc điểm sinh học, sinh thái của các loài tảo khuê bám thuộc họ Eunotiaceae có thể sử

dụng như là chỉ thị sinh học và sử dụng trong quan trắc chất lượng nước.

Khi nghiên cứu về sự phân bố của *Eunotia* trong các hệ sinh thái ao nuôi thủy sản ở Việt Nam, Glushchenko and Kulikovskiy (2017) báo cáo rằng 14 loài thuộc giống *Eunotia* được tìm thấy trong các hệ sinh thái ao nuôi thủy sản từ miền Trung và Đông Nam Bộ, Việt Nam, bao gồm *E. indosinica*, *E. karveerensis*, *E. sulcata*, *E. cf. vumbae*, *E. novaecaledonica*, *E. naegeli*, *E. paramuscicola*, *E. rabenhorstii*, *E. tropica*, *E. sioliopsis*, *E. australominor*, và *E. mucophila*. Hai loài mới bao gồm *E. skvortzowii* sp. nov. và *E. fogedii* sp. nov. cũng được mô tả và xác nhận. Kết quả này cũng khá đồng nhất với kết quả định danh các loài thuộc giống *Eunotia* trong nghiên cứu hiện tại. Hai loài mới *E. skvortzowii* sp. nov. và *E. fogedii* sp. nov. cũng được tìm thấy ở các sinh cảnh ở VQG Tràm Chim trong nghiên cứu này. Tuy nhiên, do những giới hạn về thiết bị kính hiển vi quang học ở độ phóng đại 1000 lần quá trình định danh các loài thuộc giống *Eunotia* cũng gặp nhiều khó khăn. Do đó, việc sử dụng kính hiển vi điện tử (scanning electron microscopy, SEM) là rất cần thiết trong nghiên cứu tiếp theo.

Khi nghiên cứu về đa dạng sinh học tảo khuê bám trong khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, Thành Phố Hồ Chí Minh, Nguyễn Thị Gia Hằng và ctv. (2009) tìm thấy thành phần tảo khuê bám rất phong phú bao gồm 348 loài, thuộc 71 giống. Tuy nhiên, giống *Eunotia* không tìm thấy trong các sinh cảnh. Ngoài ra, trên hệ sinh thái Sông Sài Gòn, Luu and Duc (2018) báo cáo rằng 79 loài thuộc 19 giống tảo khuê bám đã được phát hiện. *Eunotia* là một trong những giống ưu thế trong hệ sinh thái sông với 15% số lượng cá thể trên mỗi điểm thu trong đó loài *E. robusta* được ghi nhận là loài ưu thế. Khi đánh giá tương quan với chất lượng nước, các loài thuộc họ *Eunotia* có tương quan thuận hàm lượng oxy hòa tan cao, độ dẫn điện và hàm lượng vật chất lơ lửng thấp. Nhận định về kết quả này cũng khá phù hợp với Liu et al. (2011) và Costa et al. (2017). Tuy nhiên nghiên cứu của Luu and Duc (2018) có thể là hệ sinh thái sông nên hàm lượng oxy hòa tan có thể cao hơn hệ sinh thái đất ngập nước như VQG Tràm Chim.

Trong hệ sinh thái rừng ngập mặn, Nguyễn Thị Gia Hằng và Nguyễn Thanh Tùng (2013) đã định danh được 274 loài tảo khuê bám trong hệ sinh thái rừng ngập mặn Cù Lao Dung. Một số loài ưu thế bao gồm *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella striata*, *C. stylorum*, *Cymatotheca weissflogii*, *Ditylum brightwellii*, *Paralia sulcata*, *Thalassionema nitzschoides*, *Thalassiosira oestrupii* var. *oestrupii*, và *Tryblionella levidensis*. Nghiên cứu này cũng không cho thấy sự xuất hiện loài ưu thế thuộc họ Eunotiaceae. Điều này có thể là do sự khác biệt về

hệ sinh thái giữa nước ngọt và nước lợ. Ở đây, hệ sinh thái VQG Tràm Chim mang tính chất đất nhiễm phèn, chịu ảnh hưởng của lũ, thành phần động thực vật đặc trưng của hệ sinh thái nước ngọt (Minh et al., 2014).

5 KẾT LUẬN

Đã định danh được 20 loài thuộc 3 giống bao gồm *Actinella*, *Desmogonium*, và *Eunotia* của họ Eunotiaceae phân bố tại 5 sinh cảnh của VQG Tràm Chim qua 2 đợt thu mẫu, trong đó đã xác định được 18 loài vào mùa mưa và 19 loài vào mùa khô. Về thành phần loài giữa 2 mùa khá giống nhau, trong đó 2 loài *D. ossiculum* và *E. zygodon* chỉ xuất hiện vào mùa khô. Giống có số lượng lớn nhất là *Eunotia* và loài phổ biến nhất xuất hiện ở tất cả các điểm thu bao gồm *E. meridiana*, *E. mucophila* và *E. sulcata*. Một số loài hiếm gặp bao gồm *A. lange-bertalotii*, *D. transfugum* và *E. karveerensis*. Loài duy nhất chỉ bắt gặp ở sinh cảnh kênh vùng lõi hoặc rừng tràm là *E. yanomami*. Đặc biệt, trong số các loài tảo khuê bám thuộc họ Eunotiaceae phát hiện, một số loài chỉ thị cho môi trường nhiễm phèn của hệ sinh thái VQG Tràm Chim là *A. lange-bertalotii*, *D. ossiculum*, *E. fogedii*, *E. meridian*, *E. mucophila*, *E. naegeli*, *E. pectinalis*, *E. yanomami* và *E. zygodon*. Loài chỉ thị cho môi trường rất nghèo dinh dưỡng là *D. ossiculum*.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của tập thể cán bộ Vườn quốc gia Tràm Chim trong quá trình thu mẫu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- APHA, 1999. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th edition, American Public Health Association Inc., New York.
- Bere, T., 2014. Ecological preferences of benthic diatoms in a tropical river system in São Carlos-SP, Brazil. *Tropical Ecology*. 55(1): 47-61.
- Clarke, K.R. and Gorley, R.N., 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRIMER-E, Plymouth. 189 pages.
- Cornejo-Granados, F., Lopez-Zavala, A.A., Gallardo-Becerra, L. et al., 2017. Microbiome of Pacific whiteleg shrimp reveals differential bacterial community composition between wild, aquacultured and AHPND/EMS outbreak conditions. *Nature*. 7: e11783.
- Costa, L.F., Wetzel, C.E., Lange-Bertalot, H., Ector, L., and Bicudo, D.C., 2017. Taxonomy and ecology of Eunotia species (Bacillariophyta) in Southeastern Brazilian reservoirs. *Borntraeger Science Publishers, Stuttgart*. 302 pages.

- Costa, L.F., Wetzel, C.E., Lange-Bertalot, H., Ector, L., and Bicudo, D.C., 2015. Taxonomy and ecology of Eunotia species (Bacillariophyta) in 32 southeastern Brazilian reservoirs. In: Costa, L.F. and Bicudo, D.C. (Eds). *Taxonomia e ecologia de Eunotia (Bacillariophyceae) em represas das regiões Sul e Sudeste do Estado de São Paulo*. Master thesis in Vegetable Biodiversity and Environment. Institute of Botanica Secretariat of the Environment. São Paulo. pp. 33-341.
- Danielson, T., 2006. Protocols for sampling algae in wadeable rivers, streams, and freshwater wetlands. Bureau of Land and Water Quality Division of Environmental Assessment Biomonitoring Program. Maine Department of Environmental Protection 17 State House Station, Augusta, ME, 04333. 17 pages.
- Đỗ Thị Như Uyên và Hoàng Thị Nghiệp, 2013. Dẫn liệu bước đầu về thống kê đánh giá đa dạng sinh học ở Vườn Quốc gia Tràm Chim, huyện Tam Nông, tỉnh Đồng Tháp. Hội nghị Khoa học toàn quốc về sinh thái sinh vật lần thứ 5 năm 2013. Hà Nội, 885-889.
- Đỗ Thị Như Uyên, 2017. Đánh giá tầm quan trọng của khu hệ chim Vườn Quốc gia Tràm Chim, huyện Tam Nông tỉnh Đồng Tháp. Hội nghị Khoa học toàn quốc về sinh thái sinh vật lần thứ 7 năm 2017. Hà Nội, 519-525.
- Faustino, S.B., Fontana, L., Bartozek, E.C.R., Bicudo, C.E.M., and Bicudo, D.C., 2016. Composition and distribution of diatom assemblages from core and surface sediments of a water supply reservoir in Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 16: e20150129.
- Fernandes, L.F., Brandini, F.P., Gutseit, K.S., Fonseca, A.L., and Pellizari, F.M., 1999. Benthic diatoms growing on glass slides in the Paranagua Bay, Southern Brazil: taxonomic structure and seasonal variation. *Florianopolis*. 28: 53-100.
- Gili, J.M., Alva, V., Phages, F. Kloser, H. and Arntz, W.E., 1996. Benthic diatoms as the major food source in the sub-Antarctic marine hydroid *Silicularia rosea*. *Polar Biology*. 16: 507-512.
- Glushchenko, A.M. and Kulikovskiy, M.S., 2017. Taxonomy and distribution of the genus Eunotia Ehrenberg in aquatic ecosystems of Vietnam. *Inland Water Biology*. 10: 130-139.
- Guiry, M.D. and Guiry G.M., 2019. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available from <http://www.algaebase.org>; assessed on March 13, 2019.
- Hasle, G.R., Syvertsen E.E, Steidinger, K.A., Tangen, K., and Tomas, C.R., 1996. Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press, Inc. United States of America, 598 pages.
- Hirota, M., Kihara, Y., Arita, S., and Ohtsuka, T., 2013. Periphytic diatom flora of Koyama-ike pond, Tottori Prefecture, Japan. *Diatom*. 29: 24-41.
- Huynh, T.G., Hu, S.Y., Chiu, C.S., Truong, Q.P., and Liu, C.H., 2019. Bacterial population in intestines of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* fed a synbiotic containing *Lactobacillus plantarum* and galactooligosaccharide. *Aquaculture Research*. 50: 807-817.
- Kociolek, J.P. and Spaulding, S.A., 2000. Freshwater diatom biogeography. *Nova Hedwigia*. 71: 223-241.
- Kociolek, J.P., 2000. Valve ultrastructure of some Eunotiaceae (Bacillariophyceae), with comments on the evolution of the raphe system. *Proceedings of the California Academy of Sciences Occasional Proceed 4th Series*. 52: 11-21.
- Kociolek, J.P., Spaulding, S.A., and R.L. Lowe, 2015. Bacillariophyceae: The raphid diatoms. In: Wehr, J.D., Sheath, Robert, G., and Kociolek, J.P. (Eds.). *Freshwater Algae of North America*. Elsevier Publisher. pp. 709-772.
- Krohn, A., 2009. The Amphibian and Reptile Diversity of Tràm Chim National Park, Đồng Tháp Province, Việt Nam. Independent Study Project (ISP) Collection. 689. Accessed on March 13, 2009. Available from https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection/689
- Lange-Bertalot, H., Hofmann, G., Cantonati, M., Werum, M., and Kell, M., 2017. Freshwater benthic diatoms of Central Europe: Over 800 common species used in ecological assessment. Koeltz Botanical Books Publisher. 942 pages.
- Liu, Y., Wang, Q., and Fu, C., 2011. Taxonomy and distribution of diatoms in the genus Eunotia from the Da'erbin Lake and Surrounding Bogs in the Great Xing'an Mountains, China. *Nova Hedwigia*. 92: 205-232.
- Luu, P.T. and Duc, N.T., 2018. Using benthic diatoms as bio-indicators of water quality of the Saigon River, Vietnam. *Can Tho University Journal of Science*. 54: 106-111.
- Minh, T.D., Bouttavong, P., Doerr, K.S., Phuong, L.Q., Tumpeesuan, S., 2014. The water management at Tràm Chim National Park, Vietnam. *Asian Journal of Agricultural Biology*. 2: 86-95.
- Nguyễn Thị Gia Hằng và Nguyễn Thanh Tùng, 2013. So sánh tảo khuê bám trong nền trầm tích của các sinh cảnh rừng khác nhau trong hai mùa ở rừng ngập mặn Cù lao Dung, tỉnh Sóc Trăng, Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Phát triển Công nghệ*. 7: 1015-1022.
- Nguyễn Thị Gia Hằng, Trần Triết và Nguyễn Thanh Tùng, 2009. Quần xã tảo khuê bám trong hệ sinh thái rừng ngập mặn tại khu dự trữ sinh quyển Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khoa học và Phát triển Công nghệ*. 12: 72-78.
- Ortiz-Lerin, R. and Cambra, J., 2007. Distribution and taxonomic notes of Eunotia Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae) in rivers and streams of Northern Spain. *Limnetica*. 26: 415-434.

- Round, F.E., Crawford, R.M., and Mann, D.G., 1990. The diatoms: Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, 747 pages.
- Schrader, H.J., and Gersonde, R., 1978. Diatoms and silicoflagellates. In: Zachariasse, W.J., Riedel, W.R., Sanfilippo, A. et al.(Eds.). Micropaleontological Counting Methods and Techniques: An Exercise of an Eight Metres Section of the Lower Pliocene of Cap Rossello, Sicily. Utrecht Micropaleontology Bulletin. pp. 129-176.
- Silva, S., 2006. Effects of diesel-fuel and copper contaminants on benthic microalgae. A Dissertation of Doctoral of Philosophy. The Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, 167 pages.
- Sims, P.A., Hartley, B., Barber, H.G., and Carter, J.R., 1996. An atlas of British Diatoms. Biopress Limited, England, 598 pages.
- Siver, P.A., Morales, E.A., van-de-Vijver, B., Smits, M. et al., 2006. Observations on *Fragilaria longifusiformis* comb. nov. et nom. nov. (Bacillariophyceae), a widespread planktic diatom documented from North America and Europe. Phycological Research. 54: 183-192.
- Tapia, P.M., 2008. Diatoms as bioindicators of pollution in the Mantaro River, Central Andes, Peru. International Journal of Environment and Health. 2: 81-92.
- Trần Triết, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Phi Ngà, Dương Ngọc Dũng, Trần Phi Hùng và Mark Dubois, 2002. Khảo sát mối tương quan giữa thành phần thủy sinh vật và điều kiện lý hóa tính của môi trường nước tại Vườn quốc gia Tràm Chim, tỉnh Đồng Tháp. Báo cáo Tổng kết đề tài. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đồng Tháp. 363 trang.
- Tran, T. and Barzen, J., 2016. Tràm Chim: Mekong River Basin (Vietnam). In: Finlayson C.M., Milton, G.R., Prentice, C.R., Davidson, N.C. (eds.). The Wetland Book – II: Distribution, Description and Conservation. Springer Science+Business Media Dordrech, pp. 1-7.
- Tudesque, L., 2018. Initiation to diatoms-Taxonomy. Laboratory Evolution and Biological Diversity, Université Toulouse III. CONSEA project 4/2018.
- Xing, R.L., Ma, W.W., Shao, Y.W. et al., 2018. Growth and potential purification ability of *Nitzschia* sp. benthic diatoms in sea cucumber aquaculture wastewater. Aquaculture Research. 49: 2644-2652.
- Zimba, P.V., Hill, E.M., and Withers, K., 2016. Benthic microalgae serve as the major food resource for porcelain crabs (*Petrolisthes* spp.) in oyster reefs: gut content and pigment evidence. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 483: 53-58.