

KHẢ NĂNG SỬ DỤNG ĐỘNG VẬT NỔI TRONG QUAN TRẮC SINH HỌC TRÊN SÔNG HẬU

Nguyễn Thị Kim Liên^{1*}, Âu Văn Hóa¹, Nguyễn Vĩnh Trị¹, Huỳnh Trường Giang¹, Trương Quốc Phú¹, Glenn Satuito² và Vũ Ngọc Út¹

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ, Việt Nam

²Trường Đại học Nagasaki, Nhật Bản

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Thị Kim Liên (email: ntklien@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 21/10/2019

Ngày nhận bài sửa: 12/12/2019

Ngày duyệt đăng: 23/04/2020

Title:

Potential use of zooplankton in biomonitoring on Hau river

Từ khóa:

Chất lượng nước, chỉ số đa dạng, động vật nổi, mật độ, thành phần loài

Keywords:

Zooplankton, species composition, density, Shannon-Weiner index, water quality

ABSTRACT

The objective of this research was to assess the diversity of zooplankton composition and using them as indicators in water quality monitoring on the Hau river. Zooplankton samples were collected at 19 sites on the Hau river starting from An Giang province to Can Tho city in March, 2019. The results revealed that total of 106 zooplankton species were found on Hau river, in which, Rotifera was the most abundant group with 39 species (accounting for 43%), followed by Protozoa, 28 species (28%), and others from 10-14 species (9-13%). Species composition and density of zooplankton in tributaries were higher than that in the main river. Significant positive correlations ($P < 0.05$) were detected between density of Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copoepoda and Nauplius of Copepoda and TAN concentration. However, closed correlations were not recorded between these organisms and concentrations of COD and PO_4^{3-} on Hau river in the dry season. Zooplankton densities varied from 15,538 to 370,003 ind. m^{-3} indicating that water quality in the sampling sites was oligotrophic. Shannon-Weiner diversity index (H') fluctuated from 2.3-3.2 which showed that the pollution level of study locations was from light to β -moderate pollution.

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá tính đa dạng thành phần loài động vật nổi và sử dụng chúng làm sinh vật chỉ thị trong đánh giá chất lượng nước trên sông Hậu. Mẫu động vật nổi được thu tại 19 điểm trên sông Hậu thuộc tỉnh An Giang và thành phố Cần Thơ vào tháng 03/2019. Nghiên cứu đã xác định được tổng cộng 106 loài động vật nổi ở khu vực sông Hậu, trong đó Rotifera có thành phần loài cao nhất với 39 loài (43%), kế đến là Protozoa (28 loài, 28%), các nhóm còn lại từ 10-14 loài (9-13%). Thành phần loài và mật độ động vật nổi trên sông nhánh có xu hướng cao hơn ở các điểm thu trên sông chính. Mật độ của các nhóm Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copoepoda và Nauplius của Copepoda có mối tương quan có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) với hàm lượng TAN nhưng không có mối tương quan chặt chẽ với nhiệt độ, hàm lượng COD và PO_4^{3-} ở khu vực sông Hậu vào mùa khô. Mật độ động vật nổi biến động từ 15.538-370.003 ct/ m^3 cho thấy môi trường nước trên sông Hậu có mức độ dinh dưỡng thấp. Chỉ số H' biến động từ 2,3-3,2, mức độ ô nhiễm nước ở khu vực nghiên cứu biến động từ ô nhiễm nhẹ đến ô nhiễm trung bình- β .

Trích dẫn: Nguyễn Thị Kim Liên, Âu Văn Hóa, Nguyễn Vĩnh Trị, Huỳnh Trường Giang, Trương Quốc Phú, Glenn Satuito và Vũ Ngọc Út, 2020. Khả năng sử dụng động vật nổi trong quan trắc sinh học trên sông Hậu. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Thủy sản)(2): 149-160.

1 GIỚI THIỆU

Sông Hậu là một trong hai phân lưu của sông Mê Kông, có vai trò quan trọng trong việc cung cấp nước sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Nhằm quản lý tốt hơn nguồn tài nguyên nước sẵn có trên sông Hậu việc quan trắc chất lượng nước định kỳ là một trong những vấn đề cần được quan tâm. Hiện nay có nhiều phương pháp đánh giá chất lượng nước khác nhau, trong đó phương pháp sinh học gần đây đã được sử dụng khá rộng rãi ở nhiều quốc gia trên thế giới. Các nhóm sinh vật được sử dụng làm sinh vật chỉ thị trong quan trắc chất lượng nước như động vật không xương sống cỡ lớn, côn trùng thủy sinh, thực vật nổi, tảo bám và động vật nổi. Một số nghiên cứu cho thấy động vật nổi có tiềm năng làm sinh vật chỉ thị trong quan trắc sinh học, tuy nhiên các nghiên cứu về thành phần loài cũng như khả năng ứng dụng của chúng chưa được thực hiện nhiều, đặc biệt ở vùng Đồng bằng sông Cửu Long.

Động vật nổi gồm có các nhóm như động vật nguyên sinh (Protozoa), luân trùng (Rotifera), giáp xác râu ngành (Cladocera), giáp xác chân chèo (Copepoda) và một số nhóm ít gặp khác có giai đoạn sống nổi tạm thời trong vòng đời của chúng. Động vật nổi là thành phần chủ yếu trong chuỗi thức ăn và giữ vai trò quan trọng trong việc chuyển hóa năng lượng trong hệ sinh thái thủy sinh (Altaff, 2004). Động vật nổi có khả năng làm sinh vật chỉ thị do sự phát triển và phân bố của chúng phụ thuộc vào các yếu tố vô sinh (nhiệt độ nước, độ mặn, sự phân tầng, tổng đạm, tổng lân, mức độ ô nhiễm) và hữu sinh (giới hạn thức ăn, lối sống ăn thịt, sự cạnh tranh) (Beyst *et al.*, 2001), chúng cũng có kích thước lớn hơn và dễ dàng xác định hơn so với thực vật nổi. Ngoài ra, Whitman *et al.* (2004) cho rằng có mối tương quan chặt chẽ về mức độ dinh dưỡng và cấu trúc quần thể động vật nổi, trong đó luân trùng là sinh vật chỉ thị tốt nhất về mức độ dinh dưỡng khi so sánh với các nhóm sinh vật khác. Mặt khác, khi

môi trường nước bị ô nhiễm thành phần loài động vật nổi có xu hướng giảm. Một số loài không được tìm thấy trong các vực nước bị ô nhiễm nặng mặc dù chúng có khả năng chịu đựng được mức độ ô nhiễm cao (Ferdous and Mukhtadir, 2009). Ren *et al.* (2011) đã nghiên cứu cấu trúc quần thể động vật nổi và sử dụng chúng làm sinh vật chỉ thị trong đánh giá chất lượng nước của sông Jialing ở Nan Chong, Trung Quốc, kết quả cho thấy chất lượng nước có mức độ ô nhiễm trung bình. Với một số ý nghĩa quan trọng của động vật nổi nên nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá tính đa dạng thành phần loài động vật nổi và sử dụng chúng làm sinh vật chỉ thị, góp phần đa dạng hóa các hình thức quan trắc chất lượng nước trên sông Hậu.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện vào tháng 3/2019 tại 19 điểm trên sông Hậu thuộc tỉnh An Giang và thành phố Cần Thơ. Các điểm thu mẫu được nghiên cứu phần lớn nằm ở xung quanh khu vực bị ảnh hưởng bởi các hoạt động nuôi trồng thủy sản. Vị trí và tọa độ các điểm thu mẫu được thể hiện ở Bảng 1 và Hình 1.

Mẫu định tính động vật nổi được thu bằng lưới phiêu sinh động vật với kích thước mắt lưới 60 μm , mẫu định lượng được thu bằng phương pháp thu lọc với thể tích mẫu thu là 200 L, các mẫu động vật nổi sau khi thu được cố định bằng formaline (4-6%). Dựa vào các tài liệu phân loại đã được công bố để định danh tên các giống loài động vật nổi có trong mẫu thu như Shiota (1966), Đặng Ngọc Thanh và *ctv.* (1980), Nguyễn Văn Khôi (2011), MRC (2015). Mật độ của động vật nổi được xác định đến bậc loài bằng buồng đếm Sedgwick-Rafter theo phương pháp của Boyd and Tucker (1992). Ngoài ra, các thông số môi trường nước như nhiệt độ, pH, DO, BOD₅, COD, TAN, NO₃⁻, PO₄³⁻ và Chlorophyll-a cũng được thu mẫu và phân tích theo phương pháp hiện hành (APHA, 1995) tại phòng thí nghiệm của Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.



Hình 1: Các điểm thu mẫu trên sông Hậu thuộc tỉnh An Giang và TP Cần Thơ

Các chỉ số sinh học gồm chỉ số đa dạng Shannon-Weiner (H') để xác định tính đa dạng thành phần loài động vật nổi và đánh giá chất lượng nước, chỉ số tương đồng Sorencen để đánh giá sự tương đồng thành phần loài động vật nổi giữa sông chính và sông nhánh, chỉ số đồng đều Pielou cho thấy mức độ phân bố về mật độ của các loài động vật nổi trong quần xã. Việc xác định loài ưu thế sử dụng công thức

tính chỉ số ưu thế của Berger-Parker (d), khi một loài có $d > 0,02$ được xác định là loài ưu thế.

Xác định mối tương quan (tương quan Pearson) giữa mật độ động vật nổi và các thông số chất lượng nước và phân tích cụm sử dụng phương pháp khoảng cách trung bình (Average Linkage) theo thang khoảng cách 1-25 để phân chia các nhóm thủy vực bằng phần mềm SPSS 22.0.

Bảng 1: Tọa độ các điểm thu mẫu trên sông Hậu

STT	Điểm thu	Ký hiệu	Tọa độ		Thủy vực
Tỉnh An Giang					
1	Cồn Khánh Hòa	1	10°41.406'	105°11.704'	SC
2	Bến Phà Rạch Gộc	2	10°28.706'	105°20.358'	SC
3	Bến Phà Sơn Đốt	3	10°26.751'	105°23.408'	SC
4	Vĩnh Nguơn	4	10°44.103'	105°06.333'	SN
5	Cầu Vĩnh Tre	5	10°37.117'	105°12.574'	SN
6	Cầu chữ S	6	10°34.875'	105°13.768'	SN
7	Kinh Ông Cò	7	10°19.438'	105°19.811'	SN
8	Kinh Tây An	8	10°20.502'	105°26.956'	SN
9	Kinh Cái Sao 2	9	10°18.576'	105°26.122'	SN
10	Kinh Cái Sao 1	10	10°19.969'	105°27.644'	SN
TP Cần Thơ					
11	Bến phà Bò Ót	11	10°18'07.7"	105°30'40.9"	SC
12	Bến phà Trà Uối	12	10°17.201'	105°31.322'	SC
13	Thuận Hưng	13	10°13.290'	105°35.155'	SC
14	Thới An	14	10°08.964'	105°39.236'	SC
15	Côn Khương	15	10°04.044'	105°46.671'	SC
16	Cái Cui	16	09°59.564'	105°49.579'	SC
17	Cái Côn	17	09°55.653'	105°53.990'	SC
18	Thạnh Mỹ-Vĩnh Thạnh	18	10°14.276'	105°24.164'	SN
19	Sông Cái Sắn- Vĩnh Trinh	19	10°17.659'	105°27.483'	SN

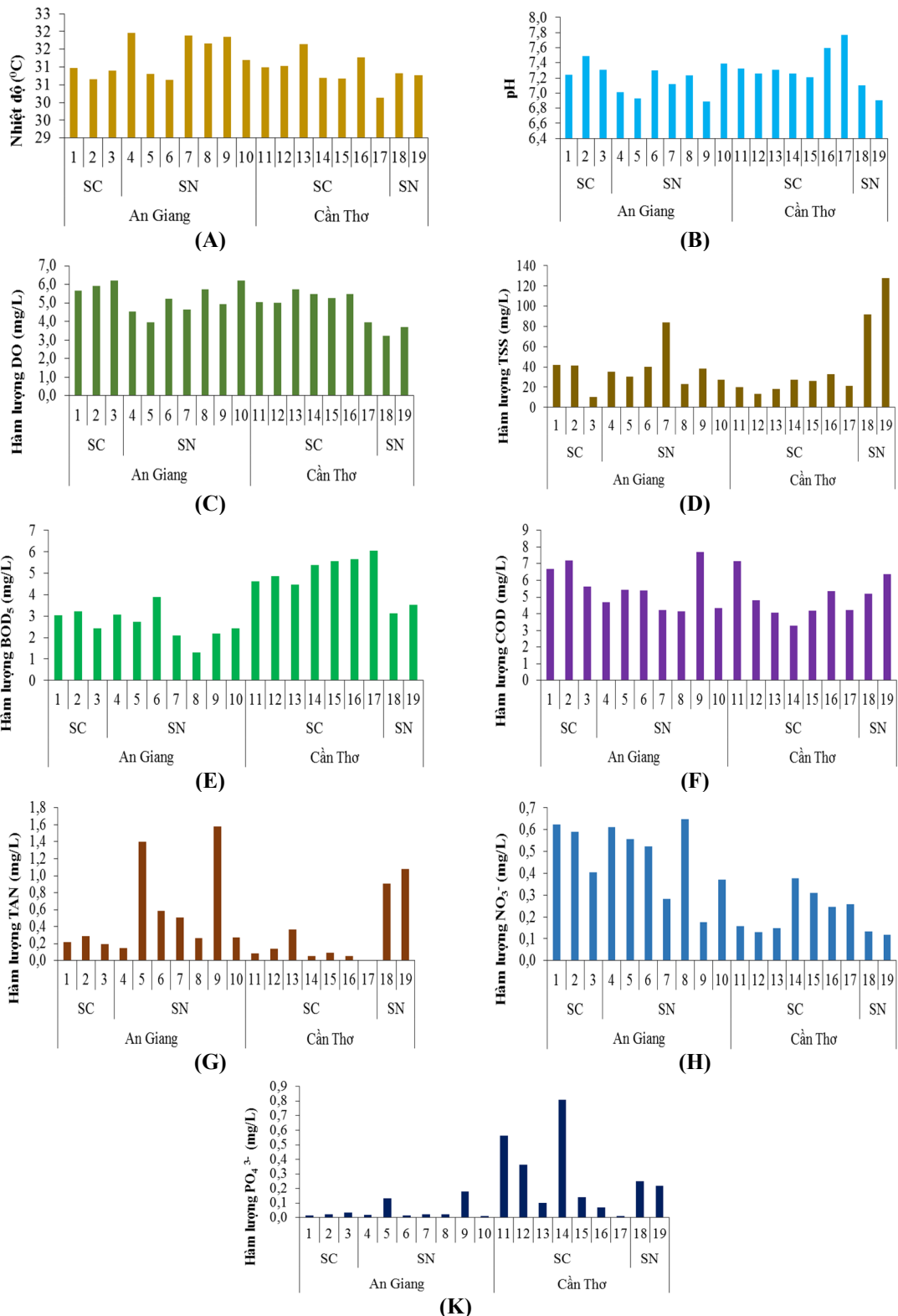
(Ghi chú: SC: Sông chính và SN: Sông nhánh)

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Các yếu tố môi trường nước trên sông Hậu

Môi trường nước có ảnh hưởng đáng kể đến sự phân bố của động vật nổi, trong nghiên cứu này các yếu tố môi trường nước trên sông Hậu như nhiệt độ nước ghi nhận được khá cao từ 30,1-31,9°C và pH biến động từ 6,9-7,8 (Hình 2). Pedrozo and Rocha (2005) cho rằng thành phần loài của động vật nổi có xu hướng giảm khi nhiệt độ nước giảm thấp. Ngoài ra, nhiệt độ nước ảnh hưởng đến kích cỡ của động vật nổi, kích thước của Calanoida, Cyclopoida và Cladocera sẽ giảm khi nhiệt độ nước tăng (Havens *et al.*, 2014). Hàm lượng oxy hòa tan dao động từ 3,2-6,2 mg/L, đạt cao nhất ở bến đò Sơn Đốt (điểm 8) và kênh Cái Sao 1 (điểm 10), hàm lượng oxy hòa tan có xu hướng cao ở các điểm thu trên sông chính và thấp ở các điểm trên sông nhánh. Điều này cho thấy mức độ ô nhiễm nước trên sông nhánh cao hơn sông chính. Hàm lượng oxy hòa tan thấp sẽ ảnh

hưởng đến vòng đời và các chức năng sinh học khác nhau như thức ăn, tăng trưởng và sinh sản của động vật nổi (Golmarvi *et al.*, 2017). Hàm lượng oxy hòa tan cao làm gia tăng sự ưu thế của động vật nổi vì sự ưu thế của động vật nổi có mối tương quan thuận với hàm lượng oxy hòa tan trong nước (Olson, 1987). Tổng chất rắn lơ lửng trong nước TSS có sự biến động rất lớn (10-128 mg/L), TSS cao có thể ngăn cản ánh sáng mặt trời vào trong nước, ảnh hưởng đến quá trình quang hợp và phát triển của tảo mà tảo là mắt xích đầu tiên trong chuỗi thức ăn từ đó làm ảnh hưởng đến thành phần loài và mật độ của động vật nổi. Hàm lượng BOD₅ và COD biến động lần lượt từ 1,3-6,1 mg/L và 3,3-7,7 mg/L. Hàm lượng COD ghi nhận được khá thấp và có xu hướng cao ở các điểm thu thuộc tỉnh An Giang hơn các điểm thu ở TP Cần Thơ, trong khi hàm lượng BOD₅ có xu hướng ngược lại. Tuy nhiên, kết quả này cho thấy hàm lượng vật chất hữu cơ ở khu vực khảo sát chỉ ở mức thấp đến trung bình.



Hình 2: Các thông số chất lượng nước trên sông Hậu gồm (A) nhiệt độ; (B) pH; (C) hàm lượng oxy hòa tan; (D) hàm lượng TSS; (E) hàm lượng BOD₅; (F) hàm lượng COD; (G) hàm lượng TAN; (H) hàm lượng NO₃⁻ và (K) hàm lượng PO₄³⁻

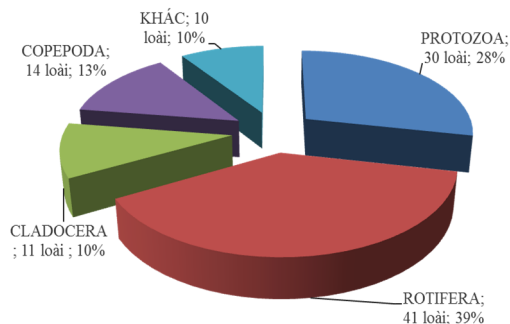
Hàm lượng các yếu tố dinh dưỡng trong nước là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự phân bố của động vật nổi, trong nghiên cứu này hàm lượng TAN biến động từ 0,01-1,58 mg/L, TAN trung bình ở các điểm thu trên sông nhánh (0,84 mg/L) cao hơn các điểm trên sông chính (0,17 mg/L) (Hình 2G). Ngoài ra, nghiên cứu cũng ghi nhận được hàm lượng NO_3^- tại các điểm thu ở An Giang cao hơn nhiều so với các điểm thu ở Cần Thơ. Tuy nhiên đối với hàm lượng PO_4^{3-} có xu hướng ngược lại, PO_4^{3-} đạt giá trị thấp tại các điểm thu ở An Giang và cao ở các điểm thu của TP Cần Thơ. Hàm lượng PO_4^{3-} biến động khá cao giữa các điểm thu mẫu (0,01-0,81 mg/L), một số điểm thu có hàm lượng PO_4^{3-} khá cao như điểm 11 và điểm 12 và rất cao (0,81 mg/L) như ở điểm 14. Hàm lượng dinh dưỡng trong nước cao như phosphate và nitrate sẽ làm gia tăng sự ưu thế của một số loài động vật nổi trong môi trường thủy sinh. Ngoài ra, một số nghiên cứu cũng cho thấy nhiệt độ nước, hàm lượng oxy hòa tan và hàm lượng dinh dưỡng trong nước giữ vai trò quan trọng trong việc kiểm soát tính đa dạng và mật độ của Cladoera (Golmarvi *et al.*, 2017).

3.2 Thành phần động vật nổi trên sông Hậu

3.2.1 Tổng số loài động vật nổi trên sông Hậu

Nghiên cứu đã ghi nhận được tổng cộng 106 loài động vật nổi ở khu vực sông Hậu, trong đó Rotifera có thành phần loài phong phú nhất với 39 loài (43%), kế đến là Protozoa (28 loài, 28%), các nhóm còn lại có số loài biến động từ 10-14 loài (9-13%) (Hình 3). Kết quả này tương đối cao hơn so với nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Liên và *ctv.* (2014) về thành phần động vật nổi trên sông Hậu thuộc tỉnh Hậu Giang và Sóc Trăng, kết quả đã xác định được 97 loài động vật nổi, trong đó Rotifera cũng có thành phần loài cao hơn (45 loài) các nhóm khác. Khu vực nghiên cứu có một số điểm thu mẫu thuộc tỉnh Sóc Trăng là thủy vực nước lợ, nên một số loài phân bố đặc trưng ở môi trường nước ngọt không được tìm thấy. Rotifera có đặc tính phân bố chủ yếu trong môi trường nước ngọt nên có thành phần loài cao hơn các nhóm khác và là sinh vật chỉ thị cho môi trường nước giàu dinh dưỡng (Berzins and Pejler, 1987). Các giống loài thường gặp như *Brachionus angularis*, *B. caudatus*, *B. calyciflorus*, *B. falcatus*, *Filinia terminalis*, *Polyarthra vulgaris* và *Philodina roseola*. Tương tự như Rotifera, Cladocera là thành phần quan trọng trong hệ sinh thái nước ngọt, chúng là nguồn thức ăn cho các loài cá sống nổi và động vật không xương sống, Cladocera ăn chủ yếu là tảo và các mảnh vụn hữu cơ và giữ vai trò quan trọng trong chu trình dinh dưỡng của hệ sinh thái thủy sinh và là sinh vật chỉ thị môi trường nước có mức độ

dinh dưỡng trung bình (Hall *et al.*, 1997). Các loài thường gặp là *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Moina macrocopa*. Copepoda thường có thành phần loài đa dạng hơn ở môi trường nước lợ mặn nên số loài ghi nhận được thấp hơn (9 loài, 10%) các nhóm khác (Hình 3). Nhìn chung, động vật nổi nước ngọt là thành phần sinh học quan trọng và được sử dụng làm sinh vật chỉ thị mức độ dinh dưỡng và đánh giá sức khỏe sinh thái do chúng có kích thước lớn hơn và dễ dàng xác định hơn so với thực vật nổi. Sự hiện diện của động vật nổi, khả năng tồn tại và phản ứng của chúng với những thay đổi của các điều kiện môi trường khác nhau và vì vậy chúng được sử dụng làm sinh vật chỉ thị cho các nghiên cứu về ô nhiễm nước (Boltovskoy, 1986; Deibel, 1994).



Hình 3: Tổng số loài động vật nổi trên sông Hậu

3.2.2 Thành phần động vật nổi trên sông chính, sông nhánh và tại các vị trí thu mẫu trên sông Hậu

Tổng số loài động vật nổi ghi nhận được ở sông chính và sông nhánh biến động từ 46-70 loài. Ở sông chính, thành phần loài động vật nổi xác định được không có sự biến động lớn giữa khu vực An Giang và TP Cần Thơ (51 và 55 loài), trong khi đó tổng số loài động vật nổi ở trên sông nhánh ở khu vực tỉnh An Giang cao hơn nhiều so với TP Cần Thơ (70 loài và 46 loài). Hàm lượng NO_3^- tại các điểm thu ở tỉnh An Giang có xu hướng cao hơn so với các điểm thu ở TP Cần Thơ, môi trường nước có hàm lượng dinh dưỡng cao là điều kiện tốt cho tảo phát triển, từ đó làm thức ăn cho động vật nổi (Hình 2.H). Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy hàm lượng Chlorophyll-a có mối tương quan thuận với mật độ của các nhóm động vật nổi, đặc biệt tương quan thuận có ý nghĩa với các nhóm Protozoa ($P < 0,05$), Nauplius và Copepoda ($P < 0,05$) (Bảng 2). Rotifera luôn có thành phần loài phong phú hơn các nhóm động vật nổi khác ở hầu hết các khu vực thu mẫu và biến động từ 20-33 loài, các nhóm còn lại như Protozoa dao động từ 11-16 loài, Cladocera từ 3-8 loài, và các nhóm

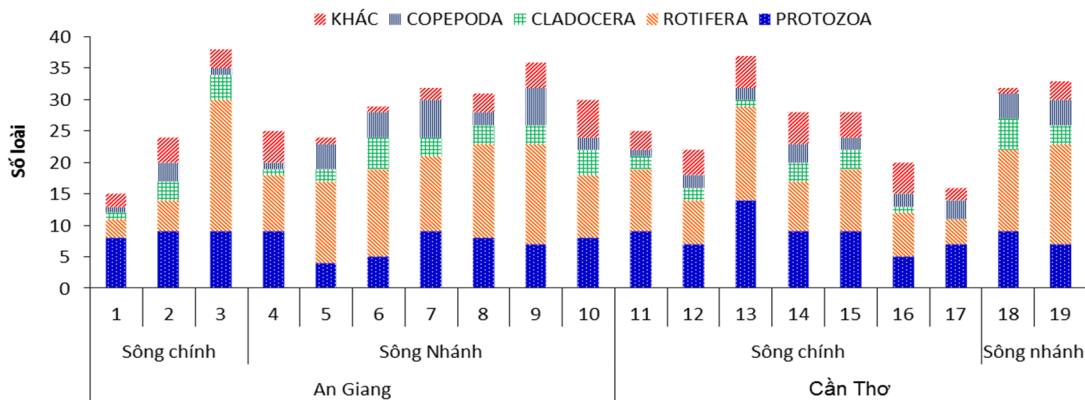
khác từ 3-8 loài. Tuy nhiên, nếu so sánh về tổng số loài động vật nổi phân bố trên sông chính và sông nhánh ở khu vực sông Hậu thành phần loài khác biệt không lớn với tổng cộng là 73 loài và 76 loài được tìm thấy lần lượt cho sông chính và sông nhánh.

Thành phần loài động vật nổi biến động lần lượt từ 15-38 loài và 16-37 loài tương ứng cho khu vực tỉnh An Giang và TP Cần Thơ, kết quả này cho thấy thành phần loài động vật nổi không có sự khác biệt lớn giữa hai khu vực lấy mẫu (Hình 4). Trên sông chính, thành phần loài động vật nổi biến động khá cao (15-38 loài), các điểm thu có số loài động vật nổi thấp nhất thuộc tuyến sông chính gồm các điểm 1 (cồn Khánh Hòa) và điểm 17 (Cái Côn) với số loài lần lượt là 15 loài và 16 loài (Hình 4). Đây cũng là các vị trí có mật độ động vật nổi đạt thấp nhất. Số loài động vật nổi cũng đạt cao nhất tại các điểm thu trên sông chính tại các điểm 3 (Bến đò Sơn Đốt) và điểm 13 (Thuận Hưng) từ 37-38 loài. Mặc dù các vị trí này có thành phần loài cao nhất tuy nhiên mật độ động vật đạt được cũng không cao hơn nhiều so với các điểm thu khác. Kết quả này cho thấy biến động thành phần loài và mật độ động vật nổi tuân theo qui luật ưu thế về sự phân bố của thủy sinh vật. Ngành Rotifera có thành phần loài cao hơn các nhóm khác (3-21 loài), là nhóm sinh vật phân bố đặc trưng cho môi trường nước ngọt, thích nghi với môi trường nước có mức độ dinh dưỡng cao và sự ưu thế của Rotifera phụ thuộc vào mức độ dinh dưỡng của thủy vực (Ismail and Adnan, 2016). Cladocera có số loài

khá thấp, ghi nhận được từ 1-4 loài, trong đó hai loài *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi* xuất hiện thường xuyên tại các điểm thu mẫu, chúng thích nghi với điều kiện nước chảy và chiếm ưu thế ở vùng cửa sông. Protozoa có thành phần loài khá đa dạng (5-14 loài), chủ yếu là các giống *Diffugia*, *Centropyxis*, *Tintinnidium*, *Tintinnopsis*, các giống loài thuộc Protozoa thường chỉ thị cho môi trường nước bị ô nhiễm bởi vật chất hữu cơ.

Trên sông nhánh, sự biến động số loài động vật nổi giữa các điểm thu tương đối thấp (24-36 loài) hơn so với sông chính (15-38 loài). Một số điểm thu có thành phần loài cao nhất như điểm 9, điểm 18 và điểm 19 (Hình 4) và thấp nhất tại các điểm 4 và điểm 5 nhưng nhìn chung cấu trúc thành phần loài không có sự khác biệt lớn so với các điểm thu trên sông chính. Một số giống loài thường gặp trên sông Hậu như *Centropyxis aculeata*, *Centropyxis ecornis*, *Diffugia lebes* (Protozoa), *Brachionus angularis*, *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus falcatus*, *Filinia terminalis*, *Polyarthra vulgaris*, *Philodina roseola* (Rotifera), *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi* (Cladocera), *Eucyclops serrulatus*, *Mesocyclops leuckarti* và *Thermocyclops hyalinus* (Copepoda).

Nhìn chung, có sự tương đồng khá cao về thành phần động vật nổi giữa sông chính và sông nhánh, chỉ số tương đồng Sorencen xác định được là 0,84. Chất lượng nước không có sự khác biệt lớn giữa sông chính và sông nhánh.



Hình 4: Thành phần động vật nổi tại các vị trí thu mẫu trên sông Hậu

3.3 Mật độ động vật nổi trên sông Hậu

Mật độ động vật nổi trên sông Hậu có sự biến động khá cao giữa các điểm thu mẫu, trong đó các điểm thu trên sông nhánh có xu hướng đạt mật độ cao hơn sông chính. Mật độ động vật nổi tại các

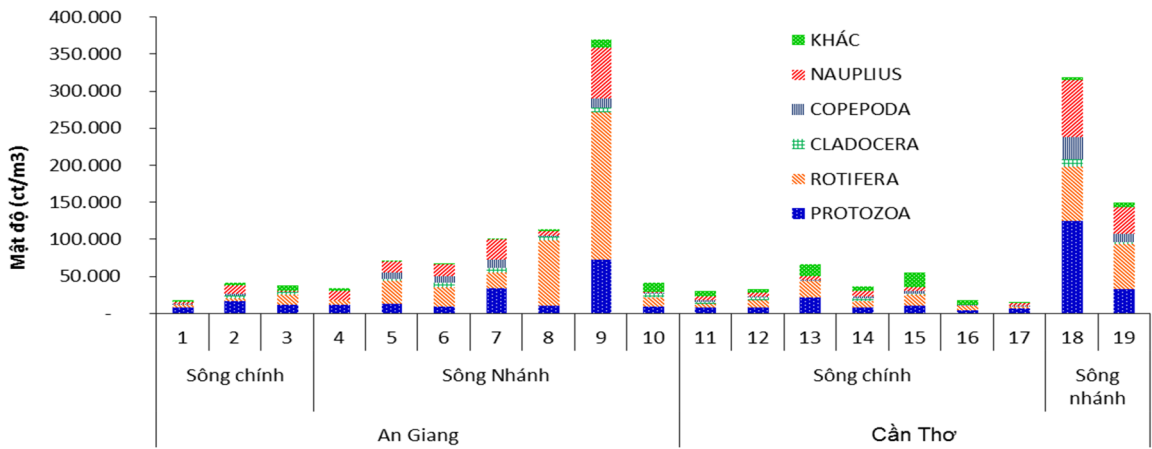
điểm thu mẫu biến động từ 15.538-370.003 ct/m³. Ở sông chính mật độ động vật nổi ghi nhận được khá thấp và biến động từ 15.358-66.618 ct/m³, trung bình 35.446±16.572 ct/m³. Điểm thu ở Thuận Hưng có mật độ động vật nổi cao hơn các điểm thu khác,

trong đó Protozoa và Rotifera có mật độ lần lượt là 21.529 ct/m³ và 22.412 ct/m³. Do đây là thủy vực bị ảnh hưởng bởi hoạt động nuôi trồng thủy sản trên sông như nuôi cá điêu hồng trong lồng-bè, nuôi cá Tra trong ao đất và nước thải sinh hoạt của các hộ dân sinh sống ven sông, hàm lượng TAN (0,368 mg/L) cao hơn so với các điểm thu khác trên sông chính, nên thuận lợi cho Protozoa và Rotifera phát triển. Kết quả phân tích tương quan về thành phần động vật nổi cũng cho thấy TAN có mối tương quan thuận có ý nghĩa (P<0,5) với Protozoa và Rotifera (Bảng 2). Một số loài chiếm ưu thế *Tintinnopsis* sp. (3.529 ct/m³), *Paramecium* sp. (2.647 ct/m³), *Brachionus* sp. (6.176 ct/m³), *Polyarthra vulgaris* (5.294 ct/m³). Các điểm thu còn lại có mật độ động vật nổi thấp hơn và biến động từ 15.538-56.070 ct/m³, một số giống loài chiếm ưu thế nhìn chung cũng tương tự như ở Thuận Hưng. Một số điểm thu trên sông chính có mật độ của nhóm khác có đời sống sống nổi tạm thời đạt khá cao như ấu trùng của *Bivalvia* (cao nhất là 15.750 ct/m³) cho thấy đây mùa sinh sản của động vật thân mềm hai mảnh vỏ.

Trên sông nhánh, mật độ động vật nổi có xu hướng cao hơn các điểm thu trên sông chính và biến động từ 41.950-370.003 ct/m³, trung bình 141.413±121.176 ct/m³. Mật độ động vật nổi đạt cao nhất ở kênh Cái Sao 2 thuộc tỉnh An Giang và Thạnh Kỳ thuộc TP Cần Thơ (Hình 5). Các điểm thu có mật

độ cao hơn 100.000 ct/m³ như Thạnh Mỹ, sông Cái Sắn, kênh Cái Sao 2, kênh Tây An và kênh Ông Cò thuộc sông nhánh. Trong đó, ngành Rotifera có mật độ trung bình cao hơn các nhóm khác ở phần lớn các điểm thu mẫu với các loài ưu thế như *Brachionus angularis*, *Filinia terminalis*, *Polyarthra vulgaris* (Rotifera). Đối với Protozoa và Copepoda loài *Diffugia lebes* và nhóm ấu trùng Nauplius của Copepoda cũng chiếm ưu thế ở hầu hết các thủy vực này. Riêng một số loài Cladocera như *Bosmina longirostris* chiếm ưu thế ở kênh Ông Cò (điểm 7), trong khi đó *Bosminopsis deitersi* chiếm ưu thế ở kênh Tây An. Mật độ động vật nổi đạt cao nhất ở kênh Cái Sao 2 (370.003 ct/m³), trong đó Rotifera chiếm ưu thế với mật độ 198.059 ct/m³ cho thấy môi trường nước có mức độ dinh dưỡng cao hơn (TAN=1,5 mg/L, COD=7,7 mg/L) so với các điểm thu khác (TAN từ 0,005-1,4 mg/L, COD từ 4,1-7,2 mg/L). Các điểm thu còn lại có mật độ động vật nổi thấp hơn (từ 34.672-318.686 ct/m³) nhưng nhìn chung về cấu trúc thành phần loài không có sự khác biệt lớn giữa các điểm thu mẫu.

Nhìn chung, mật độ động vật nổi ở khu vực sông Hậu có sự chênh lệch khá cao giữa các điểm thu mẫu và ở sông chính mật độ khá thấp hơn so với các điểm thu trên sông nhánh cho thấy mức độ ô nhiễm nước ở sông nhánh cao hơn sông chính.



Hình 5: Biến động mật độ động vật nổi trên sông Hậu

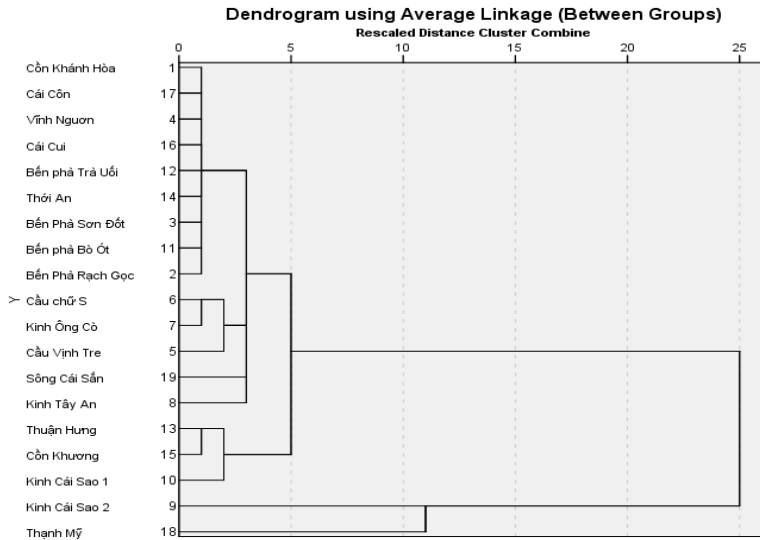
3.4 Đánh giá sự tương đồng về thành phần động vật nổi giữa điểm khảo sát trên sông Hậu

Kết quả phân tích cụm sử dụng liên kết trung bình dựa vào mật độ động vật nổi có thể chia các điểm thu mẫu thành 4 nhóm thủy vực (Hình 6) như sau: Nhóm 1 gồm 9 điểm như cồn Khánh Hòa, Cái

Côn, Vĩnh Nguơn, Cái Cui, bến Phà Trà Uối, Thới An, bến phà Sơn Đốt, bến phà Bò Ót, bến phà Rạch Gọc. Mật độ động vật nổi biến động từ 15.538-41.678 ct/m³. Đây là các điểm thu có mật độ động vật nổi đạt thấp nhất và có sự tương đồng về thành phần động vật nổi.

Nhóm 2 gồm có 5 điểm như cầu Chữ S, kênh Ông Cò, cầu Vĩnh Tre, kênh Cái Sắn, kênh Tây An có mật độ động vật nổi dao động từ 78.290-150.525 ct/m³. Nhóm 3 có 3 điểm gồm Thuận Hưng, Cồn Khương và kênh Cái Sao 1 có mật độ động vật nổi thấp hơn so với nhóm 2 và biến động từ 41.950-56.070 ct/m³. Nhóm 4 gồm có 2 điểm đó là kênh Cái

Sao 2 và Thạnh Mỹ có mật độ đạt cao nhất trong tất cả các điểm thu mẫu (318.686-370.003 ct/m³). Sự chênh lệch về mật độ động vật nổi giữa các nhóm thủy vực ở khu vực sông Hậu cho thấy sự phân bố của chúng phụ thuộc vào nhiều yếu tố chất lượng nước và mức độ dinh dưỡng của thủy vực.



Hình 6: Sự tương đồng về thành phần động vật nổi của các điểm thu trên sông Hậu

3.5 Tương quan giữa các yếu tố môi trường nước, hàm lượng Chlorophyll-a và mật độ động vật nổi trên sông Hậu

Sự biến động thành phần loài và mật độ động vật nổi bị ảnh hưởng bởi các yếu tố chất lượng nước và sự tương tác của các yếu tố hữu sinh (Wetzel, 2001). Kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ nước không có mối tương quan chặt chẽ với sự phân bố về thành phần loài và mật độ của động vật nổi. Tuy nhiên, một số nghiên cứu cho thấy số lượng của Copepoda đạt cao nhất được ghi nhận vào các tháng mùa hè trong khi mật độ của chúng đạt thấp nhất vào mùa đông, điều này thể hiện có mối tương quan chặt chẽ giữa quần thể Copepoda và nhiệt độ cao hơn (Golmarvi *et al.*, 2017). Ngoài ra, thành phần động vật nổi bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ (Edmonson, 1965), độ mặn và hàm lượng oxy hòa tan (Saksena, 1987). Nghiên cứu này chỉ thực hiện trong giai đoạn mùa khô nên các thông số chất lượng nước không có sự biến động lớn và không bị ảnh hưởng bởi tính chất mùa vụ.

Protozoa có mối tương quan nghịch ($P < 0,5$) với hàm lượng oxy hòa tan và tương quan thuận ($P < 0,01$) với TSS và TAN. Các điểm thu trên sông nhánh thuộc TP Cần Thơ như Thạnh Mỹ và sông Cái Sắn có mật độ Protozoa cao cùng với thời điểm

TSS cao và TAN cũng tăng cao và hàm lượng DO thấp (Hình 2) cho thấy Protozoa phân bố trong điều kiện môi trường nước có hàm lượng dinh dưỡng cao. Protozoa chỉ thị cho môi trường nước ô nhiễm hữu cơ, trong đó tiêm mao trùng (Ciliate) thuộc Protozoa nhạy cảm với những thay đổi của các yếu tố môi trường nước, sự biến động cấu trúc quần thể của chúng có thể ảnh hưởng đến chuỗi thức ăn và sự chuyển hóa năng lượng (Chen *et al.*, 2009). Rotifera và Cladocera đều có mối tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) với BOD₅ và tương quan thuận ($P < 0,01$) với hàm lượng TAN. Ngoài ra, Rotifera, Cladocera, Nauplius và Copepoda đều có mối tương quan thuận có ý nghĩa ($P < 0,01$) với Protozoa cho thấy đặc tính môi trường sống tương đối giống nhau của Protozoa, Rotifera, Cladocera, Nauplius của Copepoda và Copepoda trong môi trường nước ngọt. Tuy nhiên, Anas (2012) cho rằng số lượng của Cladocera thấp được ghi nhận vào mùa hè bởi vì mật độ của chúng giảm khi nhiệt độ tăng cho thấy chúng có mối tương quan nghịch với nhiệt độ. Cùng với sự suy giảm mật độ của Cladocera mật độ của Copepoda tăng lên có nghĩa thống kê thể hiện mối tương quan nghịch giữa Cladocera và Copepoda, Cladocera cũng được xem là nguồn thức ăn tốt cho Copepoda.

Thành phần động vật nổi không có mối tương quan chặt chẽ với hàm lượng COD, TAN và PO₄³⁻, tuy nhiên Bin Saidin (2012) cho rằng nhiều yếu tố môi trường nước ảnh hưởng và điều tiết sự phát triển của động vật nổi theo không gian và theo mùa, các biến môi trường như DO và hàm lượng dinh dưỡng quan trọng cho sự hiện diện và phân bố của động vật nổi, giá trị DO sẽ giới hạn sự phát triển của động vật nổi. Hàm lượng dinh dưỡng như NH₄⁺ and PO₄³⁻ quan trọng cho sự phát triển của động vật nổi, pH và TSS cũng cần thiết cho sự phân bố của chúng. Vì vậy, động vật nổi có thể sử dụng làm sinh vật chỉ thị vì chúng phản ứng với hàm lượng oxy thấp, hàm

lượng dinh dưỡng cao và các chất độc hại (Casé *et al.*, 2008).

Tảo là mắt xích đầu tiên trong chuỗi thức ăn, khi môi trường nước có mật độ tảo cao sẽ làm thức ăn cho động vật nổi, từ đó làm gia tăng mật độ của động vật nổi. Trong nghiên cứu này, hầu hết mật độ của các nhóm động vật nổi có mối tương quan thuận với hàm lượng Chlorophyll-a, đặc biệt Protozoa và Copepoda có mối tương quan thuận có ý nghĩa (P<0,05) khi môi trường nước có hàm lượng TSS và mật độ tảo cao (thể hiện thông qua hàm lượng Chlorophyll-a) (Bảng 2).

Bảng 2: Tương quan giữa các yếu tố môi trường nước và hàm lượng Chlorophyll-a với mật độ động vật nổi trên sông Hậu

	NĐ	pH	DO	TSS	BOD ₅	COD	TAN	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Chloro- phyll-a
NĐ	1									
pH	-0,42	1								
DO	0,18	0,39	1							
TSS	0,01	-0,46*	-0,61**	1						
BOD ₅	-0,52*	0,53*	-0,10	-0,24	1					
COD	-0,03	-0,21	-0,04	0,20	-0,25	1				
TAN	0,15	-0,72**	-0,50*	,483*	-,475*	0,42	1			
NO ₃ ⁻	0,03	0,01	0,35	-0,26	-0,41	-0,03	-0,15	1		
PO ₄ ³⁻	-0,20	-0,14	-0,12	-0,04	0,40	-0,06	-0,07	-0,39	1	
Chlorophyll-a	-0,07	-0,05	-0,43	0,61**	0,01	0,23	0,34	-0,55*	-0,13	1
Protozoa	0,14	-0,44	-0,54*	0,56*	-0,30	0,22	0,60**	-0,41	0,06	0,51*
Rotifrea	0,38	-0,55*	-0,21	0,25	-0,47*	0,36	0,74**	-0,21	-0,01	0,21
Cladocera	0,07	-0,35	-0,22	0,41	-0,48*	0,07	0,49*	-0,15	0,09	0,39
Copepoda	-0,01	-0,48*	-0,68**	0,68**	-0,27	0,17	0,68**	-0,36	0,06	0,56*
Nau	0,17	-0,57*	-,60**	0,63**	-0,34	0,33	0,75**	-0,37	0,08	0,55*
Khác	0,11	-0,07	0,35	-0,21	0,22	-0,12	-0,07	-0,36	0,08	0,02
Tổng	0,27	-0,57*	-0,44	0,48*	-0,41	0,32	0,76**	-0,36	0,04	0,43
H'	0,12	-0,19	0,30	-0,08	-0,05	-0,09	0,12	-0,21	0,17	-0,24

*. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,05 (2-tailed).

**.. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,01 (2-tailed).

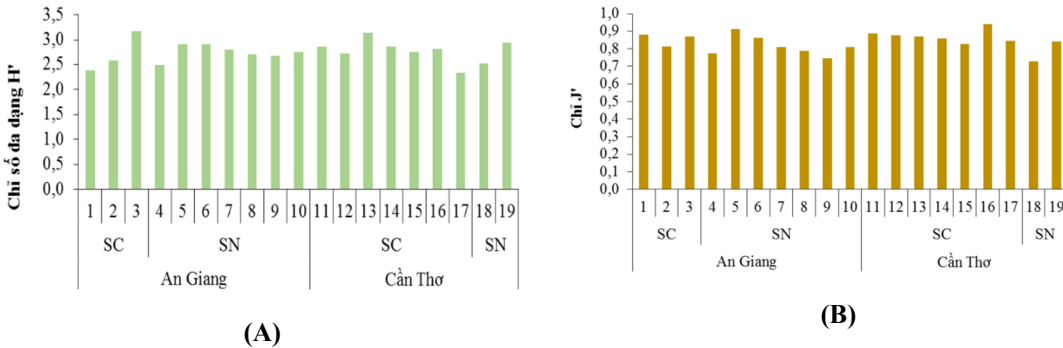
3.6 Đa dạng thành phần loài động vật nổi và đánh giá chất lượng nước trên sông Hậu

Chỉ số đa dạng về thành phần động vật nổi trên sông Hậu biến động từ 2,3-3,2 cho thấy thành phần động vật nổi có tính đa dạng khá cao (Hình 7). Chỉ số H' không chỉ đánh giá được tính đa dạng thành phần loài động vật nổi mà còn có thể đánh giá được mức độ dinh dưỡng hay mức độ ô nhiễm của thủy vực. Chỉ số H' càng cao cho thấy tính đa dạng loài càng cao và mức độ ô nhiễm nước càng thấp. Theo Abbas and Talib (2018), các chỉ số đa dạng được sử dụng để mô tả và nghiên cứu thành phần của bất kỳ quần thể sinh vật nào trong môi trường thủy sinh, trong đó chỉ số đa dạng Shannon-Weiner được sử

dụng phổ biến nhất thông qua việc xác định số loài và mật độ của các loài có trong mẫu thu. Trong nghiên cứu này, chỉ số H' trung bình trên sông chính và sông nhánh không có sự khác biệt đáng kể và biến động lần lượt từ 2,8±0,3 và 2,7±2 thể hiện chất lượng nước trên sông chính và sông nhánh là tương tự nhau. Ren *et al.* (2011) đã đánh giá phân mức chất lượng nước sử dụng động vật nổi làm sinh vật chỉ thị dựa vào chỉ số H' như sau: H' từ 0-1: ô nhiễm nặng; H' từ 1-2: ô nhiễm trung bình mức α; H' từ 2-3 ô nhiễm trung bình mức β và H' >3: ô nhiễm nhẹ hoặc không ô nhiễm. Dựa vào chỉ số đa dạng H' có thể đánh giá chất lượng nước ở vùng nghiên cứu từ ô nhiễm nhẹ đến ô nhiễm trung bình mức β, phân mức chất lượng nước tại các điểm thu mẫu được

trình bày ở Bảng 3. Chỉ số đồng đều J' ở khu vực nghiên cứu không có sự chênh lệch lớn giữa các vị trí thu mẫu và biến động từ 0,73-0,91 (Hình 8). Chỉ số đồng đều cho thấy mức độ phân bố của các cá thể

giữa các loài trong quần xã sinh vật, chỉ số J càng cao các sinh vật phân bố càng đồng đều, mức độ ô nhiễm nước càng thấp và tính đa dạng thành phần loài càng cao.



Hình 7: (A) Chỉ số đa dạng Shannon-Weiner (H') và (B) chỉ số đồng đều Pielou (J)

Để đánh giá mức độ dinh dưỡng của thủy vực, ngoài đánh giá chất lượng nước bằng các yếu tố lý hóa học có thể dựa vào mật độ động vật nổi. Theo Zheng et al. (2007), có thể đánh giá mức độ dinh dưỡng của nước dựa vào tiêu chuẩn quốc tế, tác giả đã chia mức độ dinh dưỡng nước dựa vào mật độ

động vật nổi như sau: khi mật độ <math>< 1000.000 \text{ ct/m}^3</math>: dinh dưỡng thấp; từ $1.000.000-3.000.000 \text{ ct/m}^3$: dinh dưỡng trung bình và mật độ > $3.000.000 \text{ ct/m}^3$: giàu dinh dưỡng. Trong nghiên cứu này mật độ động vật nổi biến động từ $15.538-370.003 \text{ ct/m}^3$ cho thấy môi trường nước trên sông Hậu có mức độ dinh dưỡng thấp.

Bảng 3: Phân mức chất lượng nước tại các điểm thu mẫu trên sông Hậu

STT	Điểm thu	Sử dụng chỉ số H'	Dựa vào mật độ Zooplankton
1	Cồn Khánh Hòa	ONTB-β	DD thấp
2	Bến Phà Rạch Gộc	ONTB-β	DD thấp
3	Bến Phà Sơn Đốt	ON nhẹ	DD thấp
4	Vĩnh Ngươn	ONTB-β	DD thấp
5	Cầu Vĩnh Tre	ONTB-β	DD thấp
6	Cầu chữ S	ONTB-β	DD thấp
7	Kinh Ông Cò	ONTB-β	DD thấp
8	Kinh Tây An	ONTB-β	DD thấp
9	Kinh Cái Sao 2	ONTB-β	DD thấp
10	Kinh Cái Sao 1	ONTB-β	DD thấp
11	Bến phà Bò Ót	ONTB-β	DD thấp
12	Bến phà Trà Uối	ONTB-β	DD thấp
13	Thuận Hưng	ON nhẹ	DD thấp
14	Thới An	ONTB-β	DD thấp
15	Cồn Khương	ONTB-β	DD thấp
16	Cái Cui	ONTB-β	DD thấp
17	Cái Côn	ONTB-β	DD thấp
18	Thạnh Mỹ	ONTB-β	DD thấp
19	Sông Cái Sắn	ONTB-β	DD thấp

(Ghi chú: ONTB-β: ô nhiễm ở mức trung bình mức β; ON nhẹ: ô nhiễm nhẹ; DD thấp: dinh dưỡng thấp)

4 KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xác định được tổng cộng 106 loài động vật nổi ở khu vực sông Hậu, trong đó Rotifera

có thành phần loài phong phú nhất với 39 loài (43%), kế đến là Protozoa (28 loài, 28%), các nhóm còn lại từ 10-14 loài (9-13%).

Thành phần loài và mật độ động vật nổi trên sông nhánh có xu hướng cao hơn ở các điểm thu trên sông chính.

Mật độ động vật nổi của các nhóm Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copepoda và Nauplius của Copepoda có mối tương quan có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) với hàm lượng TAN nhưng không có mối tương quan chặt chẽ với hàm lượng COD và PO_4^{3-} ở khu vực sông Hậu. Mật độ động vật nổi biến động từ 15.538-370.003 ct/m³ cho thấy môi trường nước có mức độ dinh dưỡng thấp.

Chỉ số H' biến động từ 2,3-3,2 thể hiện chất lượng nước ở khu vực nghiên cứu biến động từ ô nhiễm nhẹ đến ô nhiễm trung bình mức β .

5 ĐỀ XUẤT

Tiếp tục nghiên cứu về sự biến động cấu trúc thành phần loài và mật độ của động vật nổi ở các thời điểm khác nhau trong năm và sử dụng chúng làm sinh vật chỉ thị trong quan trắc sinh học để đánh giá toàn diện hơn về chất lượng nước ở khu vực nghiên cứu, góp phần đa dạng hóa các phương pháp đánh giá chất lượng nước ở khu vực sông Hậu.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abbas M. I. and A. H. Talib, 2018. Community Structure of Zooplankton and Water Quality Assessment of Tigris River within Baghdad/Iraq. Applied Ecology and Environmental Sciences, 2018, Vol. 6, No. 2, pp.63-69.

Altaff, K., 2004. A Manual of Zooplankton, Compiled for the National, workshop on | Zooplankton, The New College, Chennai: 1-154.

Anas, M.U.M., 2012. Zooplankton as Indicator to detect and track the degree of acidic-stress lake ecosystem. M.Sc thesis, in biology, University of Regina, Canada, 70 pages.

APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition, American Public Health Association Inc., New York.

Berzins B. and B. Pejler, 1987. Rotifer occurrence in relation to pH. Hydrobiologia, 182: 171-182.

Beyst, B., D. Buysse, A. Dewicke and J. Mees, 2001. Surf zone hyperbenthos of Belgian sandy beaches: Seasonal patterns. Estuarine Coastal Shelf Sci. 53: 877-895.

Bin Saidin A.N., 2012. Water Quality and Zooplankton community structure of Tembat

River, Hulu teerengganu, M.Sc. thesis, University of Malaysia.

Boltovskoy, 1986. Zooplankton as bio indicator of environmental quality in the Tamandane Reef system (Pernambuco-Brazil): Anthropogenic influences and interaction with mangroves. Ph.D. thesis , University of Bremen , Brazil.

Boyd, C. E and Craig, S. T., 1992. Water quality and Pond soil analyses for Aquaculture. Auburn University, Alabama 36849, pp.139-148.

Casé M., E. E. Leca, S.N. Leitão, Sant'Anna E. E., Schwamborn R. and Moraes Junior A. T., 2008. Plankton community as an indicator of water quality in tropical shrimp culture ponds. Mar. Pollut. Bull., 56 (7):1343-1352.

Chen Q. H., Tam N. F. Y., Shin P. K. S., Cheung S. G., Xu R. L., 2009. Ciliate communities in a constructed mangrove wetland for wastewater treatment. Mar. Pollut. Bull., 58 (5): 711-719.

Đặng Ngọc Thanh, Thái Trần Bái và Phạm Văn Miên, 1980. Định loại động vật không xương sống nước ngọt miền Bắc Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 572 trang.

Deibel, D., 1994. Marine biodiversity monitoring: Monitoring protocol for zooplankton. Ocean Science Center, Canada.

Edmonson, W. T., 1965. Reproductive rate of planktonic rotifers as related to food and temperature in nature. Ecol Monogr. 35: 61-111.

Ferdous, Z. and A.K.M. Mukhtadir, 2009. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. American Journal of Applied Sciences. 6 (10): 1815-1819.

Golmarvi, D., M. F. Kapourchali, A. M. Moradi, M. Fatemi and R. M. Nadoshan, 2017. Influence of Physico-Chemical Factors, Zooplankton Species Biodiversity and Seasonal Abundance in Anzali International Wetland, Iran. Open Journal of Marine Science, 7: 91-99.

Hall, B. D., R. A. Bodaly, R. J. P. Fudge, J. W. M. Rudd & D. M. Rosenberg, 1997. Food as the dominant pathway of methylmercury uptake by fish. Water Air and Soil Pollution. 100: 13-24.

Havens, K. E., R. M. Pinto-Coelho, M. Bekliog'lu, K. S. Christoffersen, E. Jeppesen, T. L. Lauridsen, A. Mazumder, G. Me'thot, B. P. Alloul, U. N. Tavs, anog'lu, S, eyda Erdog'an, J.s Vijverberg, 2014. Temperature effects on body size of freshwater crustacean zooplankton from Greenland to the tropics. Hydrobiologia DOI 10.1007/s10750-014-2000-8.

Ismail A. H. and A. A. M. Adnan, 2016. Zooplankton Composition and Abundance as Indicators of Eutrophication in Two Small Man-made Lakes. Tropical Life Sciences Research, 27(1): 31-38.

- Mekong River Commission (MRC), 2015. Identification handbook of freshwater zooplankton of the mekong River and its tributaries., No.45. 197 pages.
- Nguyễn Thị Kim Liên, Diệp Ngọc Gái, Huỳnh Trường Giang và Vũ Ngọc Út, 2014. Thành phần động vật nổi (Zooplankton) trên sông Hậu đoạn thuộc tỉnh Hậu Giang và Sóc Trăng vào mùa khô. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Thủy sản (2): 284-291.
- Nguyễn Văn Khôi, 2011. Phân lớp chân mái chèo-Copepoda, biển, Động vật chí Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 385 trang.
- Olson M. M., 1987. Zooplankton. In: Heck, K. L. Jr (ed.) Ecological studies .in the middle reach of Chesapeake Bay 23 Lecture notes on coastal and estuarine studies. Springer-Verlag, New York, p. 38-81.
- Pedrozo C. S. and O. Rocha, 2005. Zooplankton and water quality of lakes of the Northern Coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. Acta Limnol. Brasiliensia, 17, 445– 464.
- Ren L., Z. Zhang, X. Zeng, Y. Ma, Y. Zeng and C. Zhou, 2011. Community Structure of Zooplankton and Water Quality Assessment of Jialing River in Nan Chong. Procedia Environmental Sciences, Volume 10, Part B, pp. 1321-1326.
- Saksena DN. 1987. Rotifers as Indicators of Water Quality. Acta Hydrochim Hydrobiol 15(5): 481–485.
- Shirota A., 1966. The plankton of South Vietnam: Freshwater and marine planktons, Oversea Technical Cooperation Agency, Japan. 446pages.
- Wetzel R. G., 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3rd Edition. San Diego, CA, USA: Academic Press. 1006pages.
- Whitman, R., B.M. Nevers, L.M. Goodrich, C.P. Murphy and M.B. Davis, 2004. Characterization of lake Michigan coastal lakes using zooplankton assemblages. Ecol. Indic., 4: 277-286.
- Zheng, B.H., Tian, Z.Q., Zhang, L. and Zheng, F.D., 2007. The characteristics of the hydrobios' distribution and the analysis of water quality along the west shore of Taihu Lake. Acta Ecologica Sinica, 27: 4214-4223.