



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Thủy sản

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jvn.2021.073

ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THAY ĐỔI ĐỘ MẶN LÊN CẤU TRÚC THÀNH PHẦN LOÀI LUÂN TRÙNG (ROTIFERA) TẠI LƯU VỰC HẠ LƯU SÔNG HẬU

Nguyễn Công Tráng^{1*}, Âu Văn Hóa² và Vũ Ngọc Út²

¹Khoa Nông nghiệp và Công nghệ thực phẩm, Trường Đại học Tiền Giang

¹Nghiên cứu sinh, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Công Tráng (email: nguyencongtrang@tgu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 22/02/2021

Ngày nhận bài sửa: 26/05/2021

Ngày duyệt đăng: 01/06/2021

Title:

Effect of salinity fluctuation on the rotifer composition structure in downstream region of Hau river

Từ khóa:

Luân trùng, rotifera, sông Hậu, thành phần luân trùng, xâm nhập mặn

Keywords:

Composition of rotifers, Hau River, rotifers, saline intrusion

ABSTRACT

This study is performed to assess the fluctuation of rotifer composition and its density by the effect of the variation in salinity on the lower Hau River. These results will be the principle of the research on the water quality management to supply for the sustainable development of aquaculture under the increase of saline intrusion circumstances in the Mekong Delta. The water quality and rotifers samples were collected monthly from July 2017 to June 2018 for high tide and low tide at 3 sampling sites including Cai Con, Dai Ngai, and Tran De. In the result, 47 species of rotifer were recorded in downstream region of Hau river with the density ranged of 38,985-79,761 ind.m⁻³ (1,249-2,045 ind.L⁻¹ on average). The salinity had a significant effect on rotifer's structure; in which, the amount of appeared species (Y₁) and its density (Y₂) were negatively correlated with salinity by 2 regression equations: Y₁=-1.47*X+23.3 (where, X: salinity; R₁²=0.537; sig.=0.003); Y₂=-529.49*X+17,045.9 (R₂²=0.354; sig.=0,025). The salinity of 0-4‰ was suitable for improvement of rotifer in downstream region of Hau river. At the period of low saline (less than 4‰), the farmers could have supplied the organic matters to enhance the density of rotifers such as *B. plicatilis*, *F. terminalis*, and *K. cochlearis* for aquaculture.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá sự biến động của thành phần loài và số lượng luân trùng (Rotifera) dưới sự biến động của độ mặn ở hạ lưu sông Hậu. Kết quả sẽ làm cơ sở cho nghiên cứu về các biện pháp quản lý chất lượng nước phục vụ phát triển nuôi trồng thủy sản bền vững trong điều kiện xâm nhập mặn ngày càng tăng ở Đồng bằng sông Cửu Long. Mẫu môi trường và sinh vật được thu hàng tháng từ 7/2017-6/2018 vào lúc triều cao và triều thấp tại 3 địa điểm gồm Cái Côn, Đại Ngãi và Trần Đề. Kết quả cho thấy có 47 loài luân trùng ghi nhận được với tổng mật độ 38.985-79.761 ct/m³ (trung bình 1.249-2.045 ct/m³). Độ mặn tác động mạnh mẽ đến luân trùng; theo đó, số lượng loài hiện diện (Y₁), mật độ (Y₂) đều có mối tương quan nghịch với độ mặn và được biểu diễn bằng phương trình: Y₁=-1,47*X+23,3 (X: độ mặn; R₁²=0,537; sig.=0,003); Y₂=-529,49*X+17.045,9 (R₂²=0,354; sig.=0,025). Khoảng độ mặn 0-4‰ thích hợp cho các loài luân trùng trên sông Hậu phát triển. Tại các thời điểm độ mặn thấp trong năm (<4‰), người nuôi thủy sản có thể bổ sung hữu cơ để nâng cao mật độ các loài luân trùng như *B. plicatilis*, *F. terminalis* và *K. cochlearis* làm nguồn thức ăn tự nhiên cho việc nuôi thủy sản.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến đổi khí hậu đã gây nên sự nhiễm mặn các vùng nước ngọt nội địa trên toàn cầu (Woodward et al., 2010). Trong hệ sinh thái thủy vực, độ mặn là một trong những biến số môi trường có ảnh hưởng mạnh mẽ nhất đến sự biến động của thủy sinh vật (Akbulut, 2010). Theo đó, các tác động tiêu cực của độ mặn như làm giảm tăng trưởng, sinh sản và sự phong phú của động vật phù du (ĐVPD) nhóm giáp xác râu ngành (Cladocera) và luân trùng (Rotifera) (Aladin, 1991; Dodson and Frey 2001; Bezirci et al., 2012). Đặc biệt, luân trùng là nhóm rất nhạy cảm với sự gia tăng của độ mặn, độ mặn biến động sẽ gây ra những thay đổi về đa dạng và phân bố của chúng trong thủy vực (Wallace and Snell, 2001; Akopian et al., 2002; Sarma et al., 2006). Theo Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh (2013), độ mặn gia tăng sẽ làm giảm số loài luân trùng và chỉ còn 2-3 loài thuộc giống *Brachionus* và *Hexarthra*. Sự suy giảm về đa dạng và phong phú trong quần xã luân trùng dưới tác động của độ mặn sẽ tạo ra những thay đổi trong cấu trúc dinh dưỡng và giảm đáng kể năng suất sinh học trong các loại hình thủy vực (Hall and Burns 2002; Schallenberg et al., 2003; Jensen et al., 2010).

Tại Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), sông Hậu có vai trò quan trọng trong việc cung cấp nước cho sản xuất nông nghiệp. Khu vực hạ lưu sông Hậu thuộc tỉnh Sóc Trăng là nguồn cung cấp nước có ý nghĩa quyết định cho các hoạt động nuôi trồng thủy sản (NTTS) bao gồm nuôi cá nước ngọt và nuôi tôm nước lợ trong vùng. Tuy nhiên, vùng cửa sông Hậu luôn chịu tác động của dòng chảy, thủy triều và đặc biệt là xâm nhập mặn. Trong bối cảnh biến đổi khí

hậu, xâm nhập mặn có xu hướng ngày càng trầm trọng hơn do mực nước biển dâng (The Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC, 2007). Thêm vào đó, các quốc gia ở thượng nguồn sông Mekong đã tăng cường sử dụng nước cho nông nghiệp và thủy điện dẫn đến suy giảm lượng nước ngọt từ thượng nguồn đổ về và gây ra tình trạng thiếu nước ở vùng hạ lưu vào mùa khô (Hoanh et al., 2003; Sunada et al., 2009). Trong tương lai, khu vực ĐBSCL nói chung và vùng hạ lưu sông Hậu nói riêng tiếp tục đối mặt với xâm nhập mặn nghiêm trọng hơn vào mùa khô (Tuan et al., 2007; Nhan et al., 2007). Năng suất sinh học, nguồn lợi thủy sản cũng như hoạt động NTTS ven sông Hậu sẽ ít nhiều chịu tác động tiêu cực, khi thành phần luân trùng bị ảnh hưởng từ xâm nhập mặn. Do đó, nghiên cứu ảnh hưởng của biến động độ mặn đến sự thay đổi thành phần luân trùng trên sông Hậu sẽ cung cấp cơ sở dữ liệu quan trọng để đề xuất các giải pháp hỗ trợ NTTS phát triển bền vững hơn trong điều kiện xâm nhập mặn ngày càng gia tăng tại ĐBSCL.

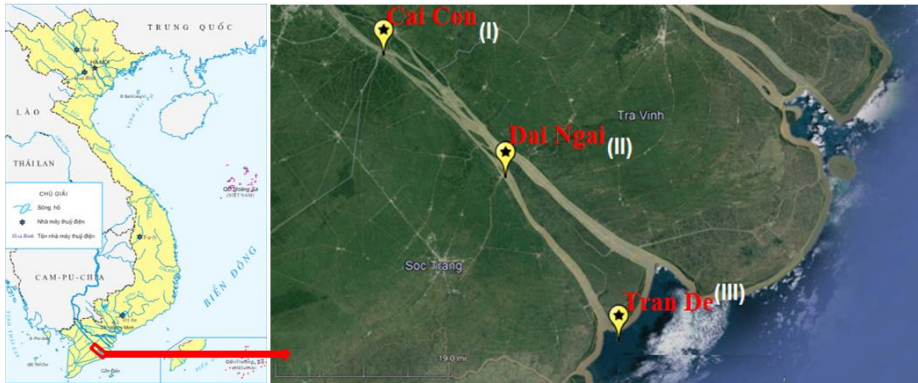
2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm

Nghiên cứu được thực hiện từ 7/2017-12/2018. Mẫu được thu định kỳ (vào cuối hàng tháng âm lịch) tháng từ 7/2017-6/2018 vào thời điểm triều cao (triều cường, nước đứng ròng) và triều cạn (triều thấp, nước đứng lớn) trong ngày ở 3 vị trí vùng hạ lưu sông Hậu (thuộc tỉnh Sóc Trăng) bao gồm: khu vực (I) Cái Côn-điểm xa nhất hướng về thượng nguồn của sông (cách cửa sông khoảng 60 km) có sự xâm nhập mặn xảy ra trong mùa khô; khu vực (II) Đại Ngãi và khu vực cửa biển (III) Trần Đề (Bảng 1 và Hình 1).

Bảng 1. Tọa độ và đặc điểm các khu vực thu mẫu trên sông Hậu

Địa điểm	Tọa độ	Đặc điểm
Cái Côn (i)	9°55'48.9'' - 105°54'02.6''	- Khu vực xa nhất trên sông Hậu (đoạn đầu) về phía thượng nguồn, ít bị xâm nhập mặn vào mùa khô - Ven bờ có nhiều nhà dân, nhận nước từ kênh Quản Lộ Phụng Hiệp
Đại Ngãi (ii)	9°43'47.2'' - 106°04'52.4''	- Vùng giữa cửa cửa sông, xâm nhập mặn theo mùa khô - Khu vực có sóng, gió mạnh; gần bờ có nhiều thuyền qua lại; một phía bờ sông là nhà dân, một phía bờ là bên phà Đại Ngãi
Trần Đề (iii)	9°28'0.90'' - 106°14'35.5''	- Đoạn cuối nguồn của sông, vùng ven biển, chịu ảnh hưởng lớn của nước biển - Thủy vực bị xáo trộn mạnh bởi sóng, gió mạnh; gần cảng cá, nhiều tàu khai thác thủy sản



Hình 1. Vị trí sông Hậu ở ĐBSCL và 3 địa điểm thu mẫu (I, II, III) trên sông Hậu

2.2. Phương pháp thu mẫu

Tại mỗi vị trí, mẫu được thu dọc theo mặt cắt ngang của sông, cách 500 m thu 1 điểm (tại Cái Côn và Đại Ngãi), cách 1.000 m thu 1 điểm (tại Trần Đề). Mẫu được thu với bán kính 1-3 km dọc theo mỗi địa điểm (1km đối với Cái Côn và Đại Ngãi; 3 km đối với Trần Đề).

Mẫu luân trùng: Mẫu định tính được thu bằng cách dùng lưới phiêu sinh động vật chuyên dụng với kích thước mắt lưới 60µm, diện tích bề mặt miệng lưới thu là 0,13 m²; lưới được đặt dưới mặt nước (sâu khoảng 30-50cm) và kéo rê theo hình zic-zắc theo mặt cắt ngang của sông. Mẫu định lượng được thu bằng phương pháp lọc, thu bằng cách dùng xô nhựa 20 L mức nước (tầng mặt, sâu khoảng 30-50cm) ở 20 điểm khác nhau, ở mỗi điểm thu với 400 L nước và lọc qua lưới phiêu sinh động vật có kích thước mắt lưới 60µm. Sau đó, các mẫu được cho vào chai nhựa 110mL và cố định bằng formol để đạt nồng độ 4-6%.

Mẫu nước: Mẫu nước được thu cùng lúc với thu mẫu luân trùng, nghiên cứu thu mẫu nước để phân tích độ mặn và các yếu tố cơ bản gồm nhiệt độ, DO, TN và TP. Nhiệt độ và độ mặn ghi nhận ngay tại hiện trường; các mẫu nước để phân tích DO, TN và TP được đựng trong các bình nhựa 1 L và được cố định bằng các hóa chất chuyên biệt tùy theo chỉ tiêu. Các mẫu luân trùng và mẫu nước sau thu được chuyển về phòng thí nghiệm của Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ để phân tích.

2.3. Phương pháp phân tích mẫu

2.3.1. Phân tích chất lượng nước

Độ mặn (‰) đo bằng khúc xạ kế (hiệu ATAGO, Nhật) và nhiệt độ nước được đo trực tiếp ở tầng nước mặt (sâu 30-50cm) tại hiện trường. Các chỉ tiêu chất lượng khác như DO, TN và TP được phân tích dựa

theo hệ thống các phương pháp của Hiệp hội American Public Health Association-APHA (2012).

2.3.2. Phân tích mẫu luân trùng

Phân tích mẫu định tính: Luân trùng được định danh theo phương pháp hình thái học, so sánh với các tài liệu phân loại đã công bố của Shirota (1966), Chen (1980) và Dang *et al.* (2015) bằng cách quan sát dưới kính hiển vi ở độ phóng đại 40 và 100 lần. Để đảm bảo phát hiện đầy đủ thành phần của luân trùng trong mẫu, việc phân tích được thực hiện đến khi không phát hiện loài mới.

Phân tích mẫu định lượng: Cô đặc mẫu trước khi định lượng và ghi thể tích mẫu sau khi cô đặc. Khuấy đều mẫu cô đặc cho vào buồng đếm Sedgewick-Rafter, quan sát bằng kính hiển vi và tính số lượng cá thể theo phương pháp đếm. Số ô đếm là 180 ô, chia làm 3 lần đếm, mỗi lần đếm 60 ô. Số lượng luân trùng được đếm theo loài và tính bằng công thức:

$$X = \frac{T * 1000 * V_{cd} * 10^6}{A * N * V_M}$$

Trong đó:

X: số cá thể luân trùng (cá thể/m³, viết tắt: ct/m³)

T: số cá thể đếm được theo từng loài

A: diện tích ô đếm (1mm²)

N: số ô đếm (180 ô)

V_{cd}: thể tích mẫu cô đặc (mL)

V_M: thể tích mẫu thu (mL)

Tính toán sự đa dạng và tương đồng phần luân trùng dựa vào chỉ số sinh học như: độ giàu loài Margalef (d), chỉ số đa dạng sinh học Shannon (H'),

chỉ số loài ở mức độ chiếm ưu thế Simpson (λ) và chỉ số đồng đều Pielou (J').

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được phân tích bằng các phần mềm khác nhau bao gồm Excel 2010, SPSS 16.0, R 3.6, R.studio và công cụ trực tuyến Venn (bioinformatics.psb.ugent.be/webtools/Venn).

Mật độ luân trùng: Trung bình mật độ hiện diện (ct/m^3) của luân trùng ở các điểm thu mẫu (Cái Côn, Đại Ngãi, Trần Đề) ứng với từng thủy triều (triều cạn, triều cao) là trung bình cộng của mật độ hiện diện của tất cả các loài ghi nhận được tại điểm đó ứng với một loại thủy triều qua 12 tháng thu mẫu và được tính toán bằng phần mềm SPSS 16.0. Tổng trung bình mật độ hiện diện (ct/m^3) của luân trùng là tổng của trung bình mật độ của tất cả các loài ghi nhận được tại địa điểm thu mẫu và được tính toán bằng phần mềm SPSS 16.0.

Số liệu được phân tích theo hai hướng (i và ii) để đánh giá đầy đủ tác động của độ mặn lên luân trùng. Thứ nhất (i), tác động của độ mặn lên thành phần luân trùng được đánh giá dựa trên số lượng loài hiện diện và mật độ của chúng. Thứ hai (ii), sự phân bố của luân trùng được đánh giá qua phân tích cụm Cluster (Legendre & Legendre, 1998), tương quan CCA (Legendre & Gallagher; 2001), tương quan PCA và hồi quy Linear. Phân tích CCA (bằng R.studio tích hợp trong R.3.6) được sử dụng để đánh giá mối tương quan trong phân bố của các loài luân trùng dưới tác động của độ mặn và các yếu tố chất lượng nước. Phân tích cụm Cluster (bằng SPSS 16.0) và PCA (bằng R.studio tích hợp trong R.3.6) được sử dụng để đánh giá sự tương đồng trong phân bố của các loài luân trùng dưới ảnh hưởng của độ

mặn và theo các vị trí thu mẫu khác nhau. Hồi quy Linear (phân tích bằng SPSS 16.0) dùng xác định mối quan hệ giữa độ mặn và sự phong phú của luân trùng trên sông. Ngoài ra, kết quả hồi quy Linear còn được sử dụng để dự đoán thành phần luân trùng trên sông Hậu và được biểu diễn qua phương trình: $Y=a*X+b$ (trong đó, Y là số lượng loài luân trùng hiện diện hoặc mật độ của chúng (ct/m^3); X là độ mặn (%); a và b là các hệ số được xuất ra từ kết quả phân tích hồi quy).

Các chỉ số sinh học của luân trùng được tính toán bằng phần mềm Primer 7.0.13.

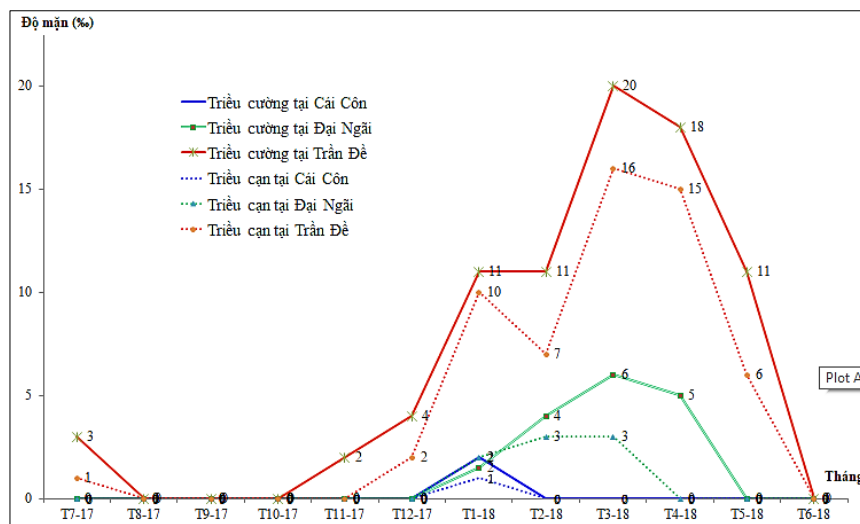
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Biến động độ mặn lưu vực hạ lưu sông Hậu

3.1.1. Biến động độ mặn theo thời gian

Biến động của độ mặn theo thời gian gắn với thủy triều tại các vị trí thu mẫu được thể hiện chi tiết qua Hình 2.

Kết quả cho thấy độ mặn thực tế được ghi nhận tại tất cả các vị trí lấy mẫu theo thời gian có sự dao động từ 0-20‰. Nhìn chung, độ mặn tại vùng Trần Đề cao hơn ở Đại Ngãi và độ mặn ở vùng Đại Ngãi cao hơn ở vùng Cái Côn. Độ mặn ở thời điểm triều cao luôn cao hơn ở thời điểm triều cạn. Từ tháng 8-10/2017 độ mặn ghi nhận được tại 3 điểm thu mẫu là 0‰, thời điểm này sông Hậu đặc trưng cho hệ sinh thái nước ngọt. Tuy nhiên, ở Trần Đề sự xâm nhập mặn đã xảy ra vào tháng 11/2017. Ngoài ra, quá trình xâm nhập mặn trên sông Hậu diễn ra mạnh mẽ và mạnh nhất vào mùa hạn (từ tháng 12/2017-4/2018).



Hình 2. Biến động độ mặn ở các vị trí khảo sát trên sông Hậu từ 7/2017-6/2018

3.1.2. Biến động độ mặn theo vị trí

Giá trị trung bình của độ mặn ghi nhận được trên tuyến sông Hậu theo các vị trí thu mẫu được thể hiện qua Bảng 2.

Bảng 2. Biến động độ mặn trên sông Hậu theo các vị trí thu mẫu

Vị trí thu mẫu	Độ mặn (%)
Cái Côn	0,1 ± 0,09 ^a
Đại Ngãi	1,0 ± 0,37 ^a
Trần Đề	5,7 ± 1,35 ^b

Ghi chú: Số liệu trong bảng là trung bình ± sai số chuẩn. Các giá trị trên cùng cột độ mặn có chứa các ký tự chữ giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05).

Theo Bảng 2, độ mặn trung bình ghi nhận được trên tuyến sông Hậu từ Cái Côn đến Đại Ngãi và Trần Đề có sự biến động lớn từ 0,1-5,7‰. Trong đó, độ mặn thấp nhất tại Cái Côn và cao nhất tại Trần Đề. Độ mặn vùng Trần Đề là cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với 2 vị trí còn lại. Trong khi đó, độ mặn của vùng Cái Côn và Đại Ngãi

khác biệt không có ý nghĩa thống kê với nhau (p>0,05).

3.2. Thành phần loài luân trùng ở vùng cửa sông Hậu

3.2.1. Thành phần loài và sự phong phú của luân trùng

Thành phần loài luân trùng và mật độ của chúng ghi nhận được trong thời gian thu mẫu tại lưu vực hạ lưu sông Hậu được trình bày qua Bảng 3. Nghiên cứu ghi nhận được 47 loài luân trùng hiện diện trên sông Hậu. Số loài luân trùng hiện diện trên sông Hậu theo thủy triều hoặc theo vị trí thu mẫu có sự biến động và dao động từ 29-41 loài. Ngoài ra, kết quả còn cho thấy, thành phần luân trùng hiện diện trên sông chủ yếu là các loài thuộc các giống như *Asplana*, *Brachionus*, *Filinia*, *Keratella*, *Lecane*. Trong đó, các loài như *Brachionus bakeri*, *B. bidentata*, *B. falcatus*, *B. pala*, *B. plicatilis*, *Filinia brachiata*, *F. terminalis*, *Keratella cochlearis*, *K. serrulata*, *K. valga*, *Lecane hastata* và *L. luna* xuất hiện nhiều và diện diện trong tất cả các thủy triều và vị trí trên sông (Bảng 3).

Bảng 3. Thành phần loài và mật độ (ct/m³) luân trùng hiện diện trên sông Hậu

STT	Tên loài	Mật độ luân trùng (ct/m ³)					
		Cái Côn		Đại Ngãi		Trần Đề	
		Triều cao	Triều cạn	Triều cao	Triều cạn	Triều cao	Triều cạn
1	<i>Asplanchnopus myrmeleo</i>	1.160	-	737	-	736	-
2	<i>Asplanchna priodonta</i>	968	-	625	-	736	-
3	<i>Asplanchnopus multiceps</i>	1.322	-	1.781	-	67	-
4	<i>Brachionus angularis</i>	68	847	1.117	3.743	-	141
5	<i>Brachionus bakeri</i>	2.807	3.854	2.559	2.100	2.576	4.188
6	<i>Brachionus bidentata</i>	1.884	1.771	1.363	2.574	1.194	1.861
7	<i>Brachionus budapestinensis</i>	-	1.493	513	2.302	-	1.785
8	<i>Brachionus calyciflorus</i>	-	708	1.174	-	-	-
9	<i>Brachionus caudatus</i>	968	755	1.331	-	1.667	766
10	<i>Brachionus diversicornis</i>	1.269	583	1.729	1.042	-	-
11	<i>Brachionus falcatus</i>	1.028	2.589	1.643	2.014	1.499	756
12	<i>Brachionus forficula</i>	3.938	864	1.600	1.278	-	563
13	<i>Brachionus pala</i>	5.231	4.335	3.125	2.722	2.333	3.500
14	<i>Brachionus plicatilis</i>	3.800	6.655	3.487	5.724	5.235	5.255
15	<i>Brachionus quadridentata</i>	1.608	2.528	753	691	-	-
16	<i>Brachionus rubens</i>	2.177	1.083	1.011	1.670	785	-
17	<i>Elosa woralli</i>	396	1.431	1.641	681	-	778
18	<i>Filinia brachiata</i>	3.253	2.806	4.538	1.951	1.207	2.632
19	<i>Filinia longiseta</i>	-	2.319	1.278	2.771	-	1.000
20	<i>Filinia opoliensis</i>	-	861	-	750	-	-
21	<i>Filinia terminalis</i>	2.514	3.691	1.947	822	1.990	1.673
22	<i>Keratella cochlearis</i>	3.479	4.490	1.631	3.149	497	1.878
23	<i>Keratella hiemalis</i>	-	1.479	-	1.090	-	1.396
24	<i>Keratella quadrata</i>	1.389	-	1.602	-	299	-
25	<i>Keratella serrulata</i>	1.398	2.151	2.447	599	2.473	1.080
26	<i>Keratella stipitata</i>	3.669	2.477	253	2.481	2.974	240
27	<i>Keratella tropica</i>	318	467	543	368	411	457
28	<i>Keratella valga</i>	2.347	3.462	1.876	4.576	206	950

STT	Tên loài	Mật độ luân trùng (ct/m ³)					
		Cái Côn		Đại Ngãi		Trần Đề	
		Triều cao	Triều cạn	Triều cao	Triều cạn	Triều cao	Triều cạn
29	<i>Lecane bulla</i>	70	97	-	-	368	92
30	<i>Lecane crenata</i>	74	1.363	637	2.625	-	695
31	<i>Lecane elasma</i>	1.152	1.135	1.722	150	1.472	-
32	<i>Lecane hastata</i>	1.152	2.243	2.646	1.902	2.389	188
33	<i>Lecane leontina</i>	-	-	686	-	-	-
34	<i>Lecane luna</i>	1.865	1.856	1.980	453	1.395	396
35	<i>Monostyla lunaris</i>	1.731	-	1.375	1.365	1.194	1.556
36	<i>Philodinia roseola</i>	-	354	-	1.125	-	1.250
37	<i>Platyias patulus</i>	776	2.525	-	1.563	813	113
38	<i>Platyias quadricornis</i>	815	2.399	583	681	2.326	188
39	<i>Ploesoma lenticulare</i>	-	2.288	-	559	-	-
40	<i>Ploesoma</i> sp.	438	1.384	3.547	681	-	989
41	<i>Ploesoma truncatum</i>	1.024	-	-	-	-	-
42	<i>Polyarthra</i> sp.	2.944	3.474	3.432	3.167	224	2.031
43	<i>Polyarthra vulgaris</i>	3.669	3.551	1.866	2.418	-	-
44	<i>Testudinella patina</i>	1.222	-	1.114	-	-	-
45	<i>Trichocerca cylindrica</i>	1.574	1.972	1.979	-	-	660
46	<i>Trichocerca longiseta</i>	1.461	906	-	1.632	1.528	389
47	<i>Trichocerca</i> sp.	656	715	507	-	391	516
Tổng số loài hiện diện		41	38	39	35	29	30
Trung bình mật độ hiện diện±S.E		1.734±119 ^{ab}	2.045±220 ^b	1.651±157 ^{ab}	1.812±212 ^{ab}	1.392±213 ^a	1.249±214 ^a
Tổng trung bình mật độ hiện diện (ct/m ³)		67.614	79.761	64.378	63.419	38.985	39.962

Ghi chú: các giá trị tại hàng trung bình mật độ có chứa các ký tự chữ giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$); (-) ở các hàng biểu thị cho không hiện diện.

Theo kết quả trình bày ở Bảng 3, mật độ của các loài luân trùng hiện diện trên sông Hậu dao động từ 67-6.655 ct/m³. Theo đó, mật độ trung bình hiện diện của luân trùng lúc triều cạn tại Trần Đề là thấp nhất (1.249 ct/m³), ngược lại mật độ trung bình tại Cái Côn lúc triều cạn là cao nhất (2.045 ct/m³) và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) giữa 2 vị trí này với nhau. Tương tự, tổng mật độ của luân trùng tại Cái Côn lúc triều cạn cũng cao nhất với 79.761 ct/m³ và tổng mật độ thấp nhất (38.985 ct/m³) là tại Trần Đề lúc triều cao. Đặc biệt, các loài *B. bakeri*, *B. pala*, *B. plicatilis*, *F. brachiata*, *F. terminalis*, *K. cochlearis* xuất hiện với mật độ rất cao trong tất cả các vị trí thu mẫu trên sông (Bảng 3).

Xét theo đặc điểm thu mẫu, số loài luân trùng hiện diện trên sông và mật độ trung bình hiện diện của chúng cũng có sự biến động đáng kể. Theo vị trí thu mẫu, số lượng loài luân trùng giảm đều đặn từ vùng Cái Côn ra cửa biển Trần Đề với số loài từ 47 loài giảm xuống còn 39 loài (Bảng 4). Mật độ trung bình của luân trùng cũng giảm từ vùng Cái Côn đến Trần Đề tương ứng là 29.616 ct/m³ và 10.553 ct/m³ và sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Điều này cho thấy, độ mặn đã ảnh hưởng rõ nét đến thành phần loài và mật độ luân trùng trên sông Hậu. Theo đó, khi độ mặn tăng dần (Bảng 2) từ Cái Côn

(0,1‰) đến Trần Đề (5,7‰) thì số loài hiện diện và mật độ luân trùng trên sông cũng giảm từ Cái Côn đến Trần Đề. Theo thủy triều, mật độ trung bình luân trùng ở triều cao có thấp hơn triều cạn (19.500 ct/m³ so với 19.982 ct/m³), tuy nhiên khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) khi so sánh với nhau (Bảng 4). Điều này cho thấy, thủy triều ít ảnh hưởng đến sự phong phú của luân trùng trên sông.

Bảng 4. Số loài và mật độ của luân trùng theo các đặc điểm thu mẫu trên sông Hậu

Vị trí	Đặc điểm thu mẫu	Số loài hiện diện	Mật độ
			(trung bình±S.E)
trí	Cái Côn	47	29.616 ± 4.494 ^b
	Đại Ngãi	45	19.054 ± 2.899 ^a
	Trần Đề	39	10.553 ± 1.669 ^a
Thủy triều	Triều cao	43	19.500 ± 3.088 ^a
	Triều cạn	39	19.982 ± 2.773 ^a

Ghi chú: các giá trị trong cùng một đặc điểm thu mẫu ở cột mật độ có chứa các ký tự chữ giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$).

3.2.2. Sự đa dạng và các chỉ số sinh học của luân trùng

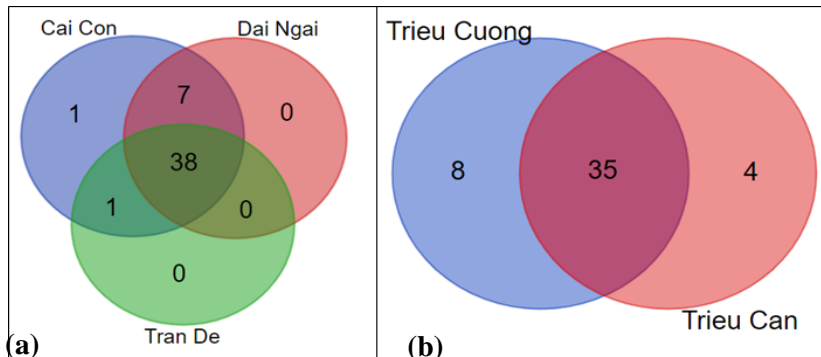
Sự đa dạng của quần xã luân trùng trên sông được trình bày trong Bảng 5, Bảng 6 và Hình 3, Hình 4.

Bảng 5. Các chỉ số sinh học của luân trùng trên sông Hậu

Đặc điểm thu mẫu		d	J'	H'	λ
Vị trí	Cái Côn	1,70	0,912	2,90	0,0637
	Đại Ngải	1,76	0,910	2,89	0,0638
	Trần Đề	1,84	0,920	2,92	0,0656
Thủy triều	Triều cao	2,59	0,913	3,27	0,0465
	Triều cạn	2,60	0,887	3,18	0,0521

Bảng 5 cho thấy theo vị trí thu mẫu, các chỉ số sinh học của luân trùng ở Cái Côn, Đại Ngải và Trần Đề khác biệt nhau không lớn. Độ giàu loài Margalef (d) của luân trùng tại 3 vị trí dao động 1,70-1,84 và chỉ số đa dạng Shannon (H') của nó cũng dao động 2,89-2,92. Bên cạnh đó, độ đồng đều hay chỉ số Pieloud (J') tại Trần Đề là cao nhất với 0,920 và chỉ số này thấp nhất với 0,910 tại Đại Ngải. Kết quả về các chỉ số sinh học cho thấy, thành phần luân trùng

trên sông Hậu có độ đa dạng khá. Theo thủy triều, các chỉ số sinh học (d, H', J', λ) của luân trùng giữa 2 thủy triều khác biệt cũng không đáng kể. Theo Bảng 5, sự đa dạng luân trùng (theo chỉ số d, H') ở thời điểm triều cạn sẽ phong phú hơn so với thời điểm triều cao. Tuy nhiên, ở thời điểm triều cao thì quần xã luân trùng có tính đồng đều và tính ổn định (chỉ số J', λ) cao hơn so với thời điểm triều cạn (Bảng 5).

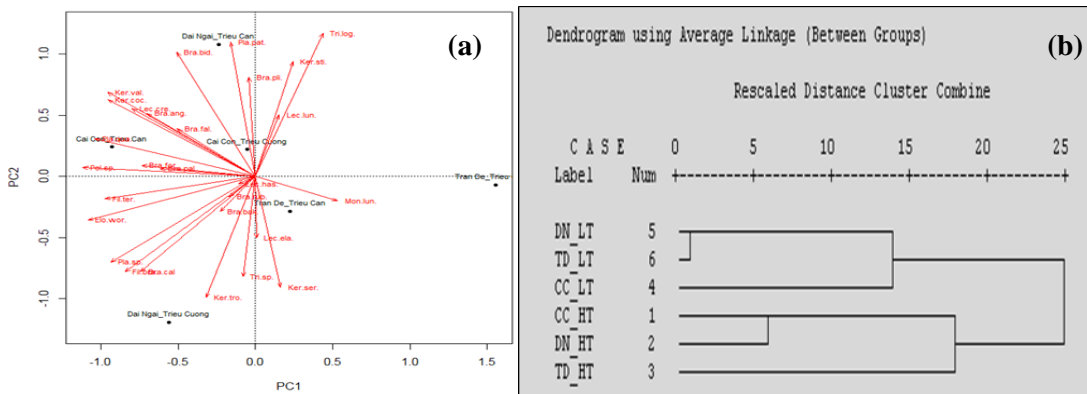


Hình 3. Số loài luân trùng hiện diện chung và riêng theo (a) vị trí và (b) theo thủy triều

(Ghi chú: Cai Con là vùng Cái Côn, Dai Ngai là vùng Đại Ngải, Tran De là vùng Trần Đề; Trieu Cuong là lúc triều cao, Trieu Can là lúc triều cạn)

Hình 3 cho thấy có 38 loài luân trùng xuất hiện chung tại 3 vị trí thu mẫu Cái Côn, Đại Ngải và Trần Đề. Đặc biệt, tại Cái Côn xuất hiện một loài riêng cho khu vực này, đó là loài Ploesoma truncatum; trong khi đó, tại Đại Ngải và Trần Đề không có hiện

diện của loài riêng. Xét theo thủy triều, có 35 loài luân trùng chung được ghi nhận ở triều cạn và triều cao. Tại thời điểm triều cao, có sự xuất hiện của 8 loài riêng và cũng có 4 loài riêng được ghi nhận tại thời điểm triều cạn (Hình 3).



Hình 4. Kết quả PCA (a) và phân tích cụm (b) về sự tương đồng trong phân bố của các loài luân trùng trên sông Hậu theo thủy triều kết hợp với vị trí thu mẫu

(Ghi chú: CC-cái Côn, DN-Đại Ngải, TD-Trần Đề, LT-triều cạn, HT-triều cao)

Hình 4 cho thấy đa số các loài luân trùng phân bố tập trung tại các vị trí xa cửa biển (nơi có độ mặn thấp) như Cái Cồn lúc triều cạn, Đại Ngãi lúc triều cạn và Cái Cồn lúc triều cao. Ngược lại, các vị trí tiếp giáp với cửa biển (nơi có độ mặn cao) như Trần Đề lúc triều cao và Trần Đề lúc triều cạn thì có rất ít các loài luân trùng phân bố (Hình 4a). Bên cạnh đó,

Hình 4 còn cho thấy phân bố của luân trùng ở Đại Ngãi lúc triều cạn có sự tương đồng gần nhất với phân bố của luân trùng ở Trần Đề lúc triều cạn. Tương tự, quần xã luân trùng ở Cái Cồn lúc triều cao cũng có sự phân bố tương đồng với quần xã luân trùng ở Đại Ngãi lúc triều cao (Hình 4b).

Bảng 6. Kết quả phân tích cụm về sự phân bố của luân trùng trên sông Hậu

Cụm (Cluster)	Khoảng cách (Euclidian)	Khoảng cách [1-25]	Mẫu thu (Vị trí - Thủy triều)
1	8,261	1,00	1,2,3,4,(5,6)
2	8,637	6,00	(1,2),3,4,(5,6)
3	9,221	14,00	(1,2),3,(4,5,6)
4	9,525	18,00	(1,2,3),(4,5,6)
5	10,057	25,00	(1,2,3,4,5,6)

Ghi chú: Mã hóa về mẫu thu, 1-Cái Cồn triều cao, 2-Đại Ngãi triều cao, 3-Trần Đề triều cao, 4-Cái Cồn triều cạn, 5-Đại Ngãi triều cạn, 6-Trần Đề triều cạn.

Theo Bảng 6, có 5 cụm đa dạng về sự phân bố của các loài luân trùng trên sông Hậu trong khoảng cách 1-25 (khoảng cách Euclidian 8,261-10,057). Khi khoảng cách nhỏ hơn 5,00 thì chỉ có duy nhất 1 cụm là 5-6. Điều đó cho thấy, sự đa dạng của các loài luân trùng ở Đại Ngãi khi triều cạn tương tự như ở Trần Đề lúc triều cạn. Xa hơn, khi khoảng cách dao động 5-15, có 2 cụm nhỏ bao gồm cụm 1-2, cụm 5-6 và 1 cụm lớn là cụm 4-5-6 (Bảng 6). Điều đó

chứng tỏ vị trí thu mẫu kết hợp với thủy triều lúc thu đã có tác động lớn đến thành phần và sự đa dạng của luân trùng trên sông.

3.3. Thành phần loài luân trùng ở các độ mặn khác nhau tại vùng cửa sông Hậu

3.3.1. Cấu trúc thành phần loài luân trùng

Thành phần loài luân trùng hiện diện ở các độ mặn khác nhau trên sông Hậu được trình bày qua Bảng 7.

Bảng 7. Thành phần loài luân trùng hiện diện ở các độ mặn khác nhau trên sông Hậu

STT	Tên loài	Độ mặn (%)														
		0	1	2	3	4	5	6	7	10	11	15	16	18	20	
1	<i>Asplanchnopus myrmeleo</i>	+				+										
2	<i>Asplanchna priodonta</i>	+														
3	<i>Asplanchnopus multiceps</i>	+		+	+											
4	<i>Brachionus angularis</i>	+	+					+								
5	<i>Brachionus bakeri</i>	+		+	+											
6	<i>Brachionus bidentata</i>	+		+		+										
7	<i>Brachionus budapestinensis</i>	+	+		+	+										
8	<i>Brachionus calyciflorus</i>	+								+						
9	<i>Brachionus caudatus</i>	+		+		+	+									
10	<i>Brachionus diversicornis</i>	+														
11	<i>Brachionus falcatus</i>	+	+	+	+											
12	<i>Brachionus forficula</i>	+		+		+		+								
13	<i>Brachionus pala</i>	+		+												
14	<i>Brachionus plicatilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
15	<i>Brachionus quadridentata</i>	+		+												
16	<i>Brachionus rubens</i>	+		+	+	+	+	+								
17	<i>Elosa woralli</i>	+		+		+										
18	<i>Filinia brachiata</i>	+		+	+										+	
19	<i>Filinia longiseta</i>	+		+		+		+								
20	<i>Filinia opoliensis</i>	+	+													

STT	Tên loài	Độ mặn (%)													
		0	1	2	3	4	5	6	7	10	11	15	16	18	20
21	<i>Filinia terminalis</i>	+	+	+	+	+									
22	<i>Keratella cochlearis</i>	+	+	+	+										
23	<i>Keratella hiemalis</i>	+													
24	<i>Keratella quadrata</i>	+		+			+								
25	<i>Keratella serrulata</i>	+		+			+			+					
26	<i>Keratella stipitata</i>	+		+							+				
27	<i>Keratella tropica</i>	+	+		+										
28	<i>Keratella valga</i>	+	+	+			+								
29	<i>Lecane bulla</i>	+	+												
30	<i>Lecane crenata</i>	+	+	+			+								
31	<i>Lecane elasma</i>	+								+					
32	<i>Lecane hastata</i>	+	+	+											
33	<i>Lecane leontina</i>	+								+	+				
34	<i>Lecane luna</i>	+	+	+	+	+	+			+					
35	<i>Monostyla lunaris</i>	+		+			+								
36	<i>Philodinia roseola</i>	+		+											
37	<i>Platyias patulus</i>	+	+									+			
38	<i>Platyias quadricornis</i>	+	+				+								
39	<i>Ploesoma lenticulare</i>	+													
40	<i>Ploesoma sp.</i>	+	+	+											
41	<i>Ploesoma truncatum</i>	+													
42	<i>Polyarthra sp.</i>	+	+	+	+						+				
43	<i>Polyarthra vulgaris</i>	+	+	+							+				
44	<i>Testudinella patina</i>	+		+					+	+					
45	<i>Trichocerca cylindrica</i>	+		+											
46	<i>Trichocerca longiseta</i>	+													
47	<i>Trichocerca sp.</i>	+				+									+

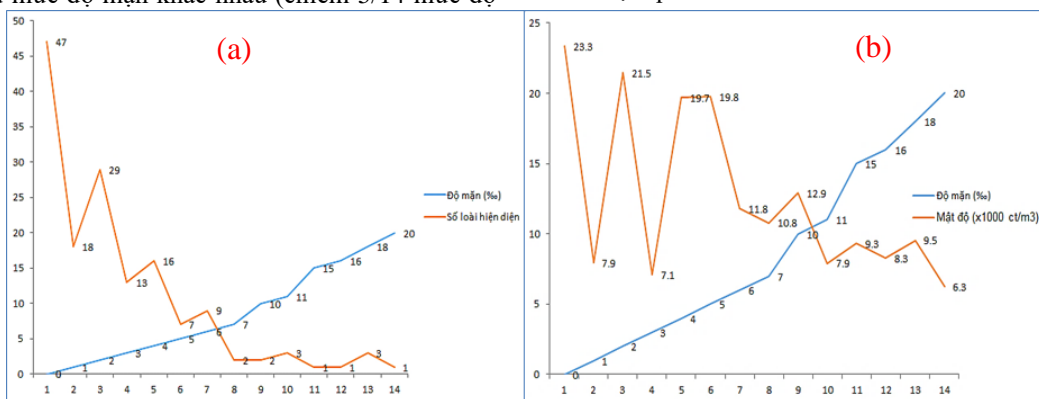
Ghi chú: (+) chỉ sự hiện diện

Bảng 7 cho thấy độ mặn càng tăng thì số loài luân trùng hiện diện trên sông càng giảm. Theo đó, số loài luân trùng phân bố nhiều ở độ mặn thấp dưới 5‰ và 0-4‰ là khoảng độ mặn thích hợp cho các loài luân trùng phát triển. Độ mặn từ 10‰ trở lên, số loài luân trùng hiện diện rất ít. Bên cạnh đó, các loài như *B. plicatilis*, *B. rubens*, *L. luna*, *F. terminalis* và *Polyarthra sp.* có sự phân bố rộng ở nhiều mức độ mặn khác nhau (chiếm 5/14 mức độ

mặn trở lên). Đặc biệt, loài *B. plicatilis* có sự phân bố rất rộng, nó xuất hiện trong tất cả 14 mức độ mặn ghi nhận được trên sông.

3.3.2. Số loài hiện diện và mật độ luân trùng thay đổi theo độ mặn

Số lượng loài luân trùng hiện diện trên sông và mật độ của luân trùng ở các độ mặn khác nhau được thể hiện qua Hình 5.



Hình 5. Số loài hiện diện (a) và mật độ luân trùng (b) ở các độ mặn khác nhau trên sông Hậu

Hình 5 cho thấy số loài luân trùng hiện diện cao nhất (47 loài) ở độ mặn 0‰ và duy trì trong khoảng 13-29 loài ở độ mặn từ 0-4‰, tuy nhiên khi độ mặn >5‰ thì số loài giảm mạnh. Khi độ mặn tăng từ 7‰ lên 20‰ thì số loài luân trùng hiện diện còn rất ít (1-3 loài) và biến động theo hướng giảm liên tục số loài (Hình 5a). Xét về mật độ, nhìn chung, sự phong phú của luân trùng cũng có xu hướng biến động theo hướng giảm mật độ với sự tăng dần của độ mặn trên sông (Hình 5b). Mật độ luân trùng ở độ mặn 0‰ (23.333 ct/m³) cao hơn rất nhiều so với mật độ của chúng ở độ mặn 20‰ (6.264 ct/m³).

3.4. Tương quan giữa độ mặn với thành phần loài luân trùng và phân bố của chúng trên sông Hậu

3.4.1. Tương quan giữa chất lượng nước với sự phân bố của luân trùng

Có 28 loài luân trùng có tỷ lệ xuất hiện cao (83,3% trở lên) tại các thủy triều và vị trí thu mẫu được chọn để phân tích về tương quan trong phân bố của chúng đối với các yếu tố chất lượng nước và với độ mặn trên sông. Số loài này được thể hiện chi tiết qua Bảng 8.

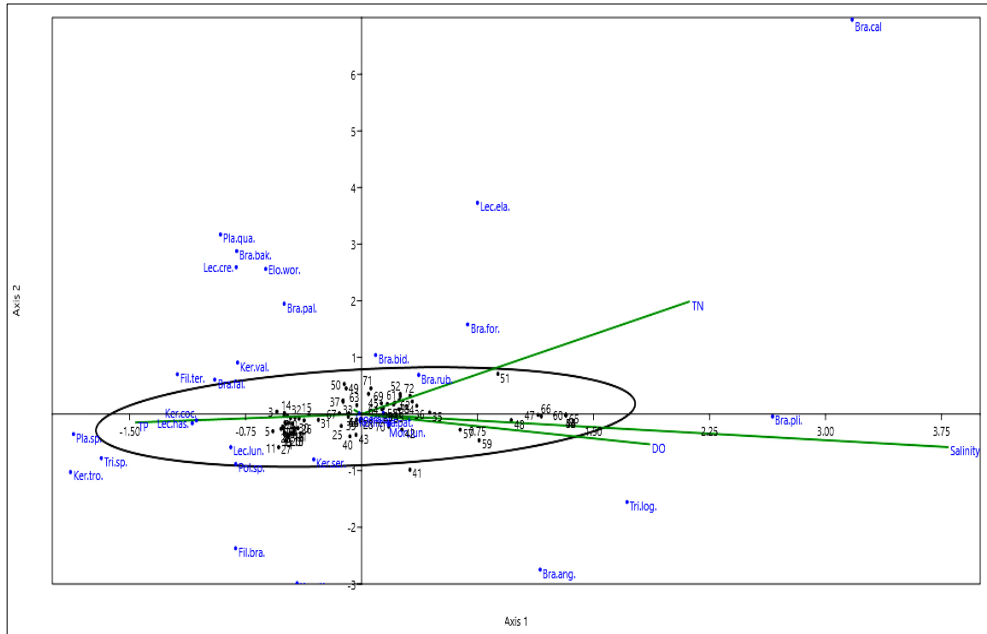
Bảng 8. Danh sách 28 loài luân trùng có tỷ lệ hiện diện cao trên sông Hậu

STT	Tên loài	Tên loài mã hóa	Tỷ lệ xuất hiện (%)
1	<i>Brachionus angularis</i>	Bra.ang.	83,3
2	<i>Brachionus bakeri</i>	Bra.bak.	100,0
3	<i>Brachionus bidentata</i>	Bra.bid.	100,0
4	<i>Brachionus calyciflorus</i>	Bra.cal	100,0
5	<i>Brachionus falcatus</i>	Bra.fal.	83,3
6	<i>Brachionus forficula</i>	Bra.for.	83,3
7	<i>Brachionus pala</i>	Bra.pal.	83,3
8	<i>Brachionus plicatilis</i>	Bra.pli.	100,0
9	<i>Brachionus rubens</i>	Bra.rub.	83,3
10	<i>Elosa woralli</i>	Elo.wor.	83,3
11	<i>Filinia brachiata</i>	Fil.bra.	100,0
12	<i>Filinia terminalis</i>	Fil.ter.	100,0
13	<i>Keratella cochlearis</i>	Ker.coc.	100,0
14	<i>Keratella serrulata</i>	Ker.ser.	100,0
15	<i>Keratella stipitata</i>	Ker.sti.	100,0
16	<i>Keratella tropica</i>	Ker.tro.	100,0
17	<i>Keratella valga</i>	Ker.val.	100,0
18	<i>Lecane crenata</i>	Lec.cre.	83,3
19	<i>Lecane elasma</i>	Lec.ela.	83,3
20	<i>Lecane hastata</i>	Lec.has.	100,0
21	<i>Lecane luna</i>	Lec.lun.	100,0
22	<i>Monostyla lunaris</i>	Mon.lun.	83,3
23	<i>Platyias patulus</i>	Pla.pat.	83,3
24	<i>Platyias quadricornis</i>	Pla.qua.	100,0
25	<i>Ploesoma sp.</i>	Pla.sp.	83,3
26	<i>Polyarthra sp.</i>	Pol.sp.	100,0
27	<i>Trichocerca longiseta</i>	Tri.log.	83,3
28	<i>Trichocerca sp.</i>	Tri.sp.	83,3

Ghi chú: Tỷ lệ xuất hiện (%) của từng loài là tỷ lệ của số lần hiện diện của loài đó trên tổng số lần thu mẫu trên sông

Sự tương quan trong phân bố của 28 loài luân trùng đối với các yếu tố chất lượng nước cơ bản và với độ mặn trên sông Hậu được thể hiện ở Hình 6. Kết quả cho thấy, các yếu tố chất lượng nước như nhiệt độ, DO, TN, TP và độ mặn đều có mối tương quan đáng kể với sự phân bố của 28 loài luân trùng trên sông Hậu. Giá trị Eig. cho thấy mô hình này giải thích được 73,4% sự biến động của dữ liệu. Theo đó, các loài như *B. plicatilis*, *T. longiseta* có mối

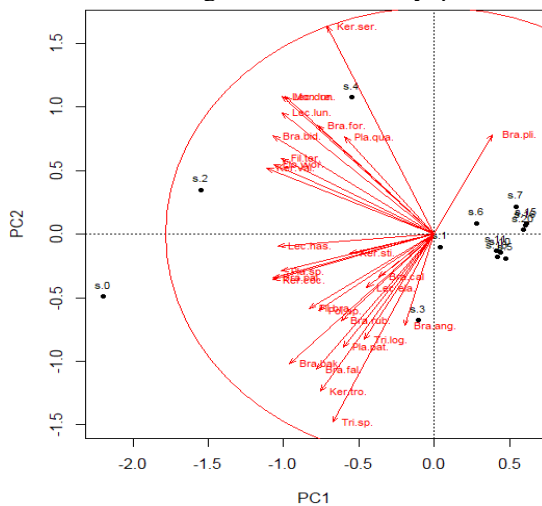
tương quan chặt chẽ với DO và độ mặn hơn các yếu tố khác. Trong khi đó, các loài như *B. forficula*, *B. ruben* lại tương quan chặt chẽ với yếu tố TN hơn. Tuy nhiên, các loài khác như *K. cochlearis*, *L. hastata*, *Ploesoma sp.* và *K. tropica* lại tương quan chặt chẽ với yếu tố TP. Ngược lại, các loài *M. lunaris*, *P. patulus* tương quan chặt chẽ với yếu tố nhiệt độ hơn các yếu tố chất lượng nước khác (Hình 6).



Hình 6. Tương quan CCA giữa chất lượng nước (nhiệt độ, DO, TN, TP và độ mặn) với sự phân bố của 28 loài luân trùng trên sông Hậu (Eig.=73,4%)

3.4.2. Tương quan giữa độ mặn với sự phân bố của luân trùng

Sự phân bố của 28 loài luân trùng ở các độ mặn khác nhau trên sông Hậu được trình bày qua Hình 7.



Hình 7. Kết quả PCA giữa độ mặn với sự phân bố của 28 loài luân trùng trên sông Hậu (Eig.=86,3%)

Theo Hình 7, độ mặn là yếu tố chính ảnh hưởng đến sự phân bố của các loài luân trùng trên sông Hậu. Giá trị Eig. cho thấy mô hình này giải thích được 86,3% sự biến động của dữ liệu. Đa số các loài

luân trùng bố mạnh ở vị trí có độ mặn thấp như 0‰, 2‰, 3‰ và 4‰. Theo đó, các loài như *K. valga*, *F. terminalis* và *E. woralli* có sự phân bố tương đồng nhau và phân bố mạnh tại các vị trí có độ mặn 2‰. Phân bố của các loài gồm *B. angularis*, *K. tropica*, *T. longisera* và *Trichocerca* sp. có sự tương đồng nhau và phát triển mạnh ở các vị trí có độ mặn 3‰. Bên cạnh đó, các loài *B. forficula*, *K. serrulata* và *P. quadricornis* cũng có sự tương đồng về phân bố và phát triển mạnh ở ở mức độ mặn cao hơn như là 4‰. Đặc biệt, *B. plicatilis* là loài có mối tương quan thuận với độ mặn trong phân bố, nó phát triển mạnh ở các mức độ mặn cao như 6‰, 7‰, 11‰, 15‰ và 20‰ (Hình 7). Ngoài ra kết phân bố còn cho thấy, các loài *B. plicatilis*, *F. terminalis* và *K. cochlearis* phân bố rộng và chiếm mật độ cao ở nhiều độ mặn khác nhau trên sông Hậu. Sự xuất hiện của 3 loài *B. plicatilis*, *F. terminalis* và *K. cochlearis* được ghi nhận với tỷ lệ xuất hiện lần lượt là 74%, 53% và 53% trong tổng số 72 mẫu phân tích (cả 3 loài xuất hiện 100% ở 3 vị trí và 2 thủy triều thu mẫu) với mật độ cực đại lần lượt là 13.875 ct/m³, 7.028 ct/m³ và 8.847 ct/m³.

3.4.3. Mô hình hồi quy về sự đa dạng của luân trùng theo độ mặn

Sự tương quan và mô hình hồi quy giữa độ mặn và thành phần luân trùng trên sông Hậu được trình bày trong Bảng 9.

Bảng 9. Mô hình hồi quy dự đoán thành phần luân trùng theo độ mặn trên sông Hậu

Chỉ tiêu	Đầu ra của mô hình	Giá trị	Giá trị Sig.
Số loài luân trùng hiện diện (Y ₁)	Hằng số (b ₁)	23,264	0,000
	Hệ số beta (a ₁)	-1,472	0,003
	Phương trình hồi quy: Y₁ = -1,47*X+23,3		0,003
Mật độ luân trùng (Y ₂)	Hằng số (b ₂)	17.045,882	0,000
	Hệ số beta (a ₂)	-529,486	0,025
	Phương trình hồi quy: Y₂ = -529,49*X+17.045,9		0,025

Ghi chú: X là độ mặn (‰) trên sông

Theo Bảng 9, giá trị “a” của số lượng loài hiện diện và mật độ của luân trùng là -1,47 và -529,49 với các giá trị “sig.” tương ứng lần lượt là 0,003 và 0,025. Điều này chứng tỏ thành phần luân trùng trên sông Hậu có mối tương quan nghịch và chặt chẽ với sự biến động độ mặn. Ví thể, ở những vùng bị xâm nhập mặn, thành phần luân trùng sẽ bị tác động theo hướng bất lợi, giảm tính đa dạng và độ phong phú. Bên cạnh đó, 2 phương trình Y₁ và Y₂ đều có giá trị dự đoán cao, bởi vì giá trị “sig.” của chúng đều <0,05 (Bảng 9). Theo đó, khi biết được độ mặn X (‰), ta có thể dự đoán được số lượng loài luân trùng hiện diện và mật độ (ct/m³) của chúng trên sông Hậu. Ví dụ, nếu độ mặn là 8‰ thì luân trùng hiện diện trên sông Hậu sẽ có 11,5 loài với mật độ tương ứng là 12.810 ct/m³.

4. THẢO LUẬN

4.1. Sự biến động độ mặn trên sông Hậu

Độ mặn trên sông Hậu có biến động theo thời gian và theo thủy triều. Từ 8-10/2017, độ mặn ghi nhận được tại 3 điểm thu mẫu là 0‰, thời điểm này sông Hậu đặc trưng cho hệ sinh thái nước ngọt. Tuy nhiên, xâm nhập mặn đã xảy ra sau đó và quá trình xâm nhập mặn diễn ra mạnh mẽ nhất từ 12/2017 đến 4/2018. Do điều kiện thời tiết ở ĐBSCL vào các tháng này ít mưa, nước từ thượng nguồn đổ về kém, kèm theo triều cao là nguyên nhân làm độ mặn ở vùng cửa sông Hậu có xu hướng tăng. ĐBSCL có chế độ bán nhật triều, vì vậy độ mặn ghi nhận được ở triều cao luôn cao hơn triều cạn, nguyên nhân là do vào triều cao dòng chảy mạnh từ biển vào mang theo nước biển có độ mặn cao nên làm độ mặn trong sông tăng. Hiện tượng này cũng được báo cáo trước đó bởi Doan Van Binh et al. (2018), trên sông Hậu, các nơi xâm nhập mặn được ghi nhận nhiều hơn khi thủy triều lên. Vào mùa mưa, sông Hậu thường nhận được lượng mưa lớn và nguồn nước ngọt từ thượng nguồn đổ về, làm cho độ mặn nơi đây giảm thấp, đôi khi vào các tháng mùa lũ độ mặn giảm đến 0‰ ở cửa Trần Đề. Ngược lại, ở mùa khô lượng mưa giảm

và lưu lượng nước ngọt ở thượng nguồn đổ về ít, tạo điều kiện cho nước mặn từ cửa biển đi sâu vào nội địa. Độ mặn thực tế cao nhất ghi nhận được trong mùa khô là 20‰ và mùa mưa là 11‰ tại Trần Đề chủ yếu vào thời điểm triều cao. Trong khi đó, 2 địa điểm Cái Côn và Đại Ngãi nằm sâu trong nội đồng nên sự xâm nhập mặn diễn ra chậm hơn. Tại Đại Ngãi, độ mặn duy trì mức 5‰ từ tháng 2-4/2018, riêng Cái Côn do nằm sâu trong nội đồng nên có độ mặn rất thấp và xâm nhập mặn chỉ diễn ra vào tháng 01/2018. Theo nghiên cứu của Nguyễn Đức Hưng và ctv. (2018) trên sông Tiền (một phân lưu khác của sông Mekong ở ĐBSCL), độ mặn tầng nước mặt có xu hướng giảm dần từ vùng cửa sông giáp biển về phía thượng nguồn và giảm rõ rệt nhất vào các tháng 7-10 hàng năm. Kết quả nghiên cứu hiện tại về độ mặn trên sông Hậu cũng tương ứng với kết quả nghiên cứu trước đó về độ mặn trên sông Tiền. Điều này cho thấy sự xâm nhập mặn diễn ra rất rõ ràng, vùng càng gần biển thì nguồn nước càng dễ bị nhiễm mặn. Xu hướng này cũng được tìm thấy trong báo cáo của Doan Van Binh et al. (2018), độ mặn thường xuyên bị giảm ở vùng thượng nguồn và độ mặn vùng thượng nguồn luôn thấp hơn vùng gần biển do sự pha loãng của nước ngọt chảy xuống. Xâm nhập mặn được dự báo ngày càng gia tăng ở ĐBSCL và có tác động đáng kể đến hệ sinh thái nước ngọt (Trần Quốc Đạt, 2012; CCAFS-SEA, 2016; Tran Anh et al., 2018). Trong thủy vực, độ mặn là yếu tố quan trọng quyết định đến thành phần loài và mật độ ĐVPD, đặc biệt là luân trùng. Dưới biến động của độ mặn, có thể xuất hiện loài mới hoặc mất đi một số loài do chúng không có khả năng hoặc thích nghi được với sự thay đổi này (Zorina-Sakharova et al., 2014; Paturej & Gutkowska, 2015; Tavsanoglu et al., 2015).

4.2. Thành phần loài luân trùng trên sông Hậu

Nhìn chung, trên sông Hậu, ngành luân trùng có số lượng loài hiện diện và mật độ khá cao. Điều này

cho thấy cấu trúc của quần xã ĐVPD ở sông Hậu là cấu trúc của ĐVPD điển hình cho hệ sinh thái nước ngọt. Theo các nghiên cứu của Hezig (1987), Zakaria et al. (2007), Bielanska-Grajne and Cudak (2014) và Zorina-Sakharova et al. (2014), ở môi trường nước ngọt hoặc các vùng nước có độ mặn thấp, thành phần loài của luân trùng sẽ chiếm ưu thế trong cấu trúc của quần xã ĐVPD. Nghiên cứu trước đó trên sông Hậu cũng có kết quả tương tự, luân trùng là nhóm có số loài phong phú nhất (45 loài, 47%) ở đoạn sông Hậu đoạn chảy qua tỉnh Hậu Giang và Sóc Trăng (Nguyễn Thị Kim Liên và ctv., 2014). Mekong River Commission-MRC (2012) cũng cho rằng luân trùng là nhóm ĐVPD chiếm ưu thế trên sông Mekong. Bên cạnh đó, kết quả này cũng tương đồng với kết quả của một số nghiên cứu khác tại Việt Nam, luân trùng là nhóm chiếm ưu thế trong các thủy vực nước ngọt hoặc nhiễm mặn nhẹ (Duong Trí Dũng & Nguyễn Hoàng Oanh, 2012; Trần Văn Phước và ctv., 2018).

4.3. Ảnh hưởng của độ mặn lên thành phần luân trùng ở lưu vực hạ lưu sông Hậu

Độ mặn đã tác động đáng kể đến thành phần loài và mật độ luân trùng trên sông Hậu. Theo đó, số lượng loài luân trùng hiện diện có sự biến động giảm khi độ mặn gia tăng, đặc biệt là độ mặn tăng từ 0‰ đến 7‰. Khi độ mặn tăng từ 7‰ lên 20‰ thì số loài luân trùng hiện diện chỉ còn rất ít và cũng biến động theo hướng giảm số loài. Luân trùng có số loài hiện diện cao nhất (47 loài) ở độ mặn 0‰ và duy trì trong khoảng 13-29 loài ở độ mặn từ 0-4‰, tuy nhiên khi độ mặn >5‰ thì số loài giảm rất mạnh. Số loài hiện diện ít nhất (1 loài) ở các vị trí thu mẫu có độ mặn 15‰, 16‰ và 20‰. Bên cạnh đó, mật độ luân trùng cũng có xu hướng giảm dần với sự tăng dần của độ mặn trên sông. Mật độ luân trùng được tìm thấy ở độ mặn 0‰ là 23.333 ct/m³ và cao hơn rất nhiều so với mật độ của chúng ở độ mặn 20‰ (6.264 ct/m³). Nhìn chung, khi độ mặn tăng thì sự phong phú của luân trùng trên sông Hậu sẽ giảm. Điều này tương đồng với kết quả của nhiều nghiên cứu trước đó, luân trùng là nhóm thích hợp phát triển trong môi trường nước ngọt hoặc có độ mặn thấp. Sự phong phú của luân trùng có mối tương quan nghịch với độ mặn (Herzig, 1987; Zakaria et al., 2007; Nguyễn Thị Kim Liên và ctv., 2013; Zorina-Sakharova et al., 2014; Bielanska-Grajner and Cudak, 2014). Silva et al. (2009) cũng báo cáo một kết quả mang tính tương tự khi nghiên cứu về ảnh hưởng của độ mặn lên luân trùng tại một vùng cửa sông ở Braxin. Tại Trung Quốc, luân trùng chiếm ưu thế ở các hồ có độ mặn thấp 0,5-12‰, nhưng ở các hồ có độ mặn cao hơn thì sự phong phú của chúng giảm đáng kể và chúng

có tương quan nghịch với độ mặn (Spoljar et al., 2018). Nghiên cứu của Mai Việt Văn và ctv. (2012) về ĐVPD ở vùng ven biển Sóc Trăng đến Bạc Liêu cũng cho thấy, ngành luân trùng giảm đáng kể về tỷ lệ hiện diện từ mùa mưa (14,9%) sang mùa khô (0,57%) do độ mặn ở mùa khô tăng cao. Khi nghiên cứu sự biến động của luân trùng trên sông Mỹ Thanh (Sóc Trăng), Huỳnh Phước Vinh và ctv. (2019) cũng khẳng định độ mặn có tác động ý nghĩa đến luân trùng, theo đó thành phần loài và sự phong phú của chúng giảm dần khi độ mặn tăng. Kết quả biến động giảm thành phần luân trùng trên sông Hậu khi độ mặn tăng có thể dự báo nguồn thức ăn tự nhiên có lợi cho NTTS ven sông Hậu sẽ bị ảnh hưởng tiêu cực ở các vùng xâm nhập mặn. Bởi vì, theo nhiều nghiên cứu, luân trùng là ngành có nhiều loài có lợi cho NTTS, nó là nguồn thức ăn tươi sống có giá trị dinh dưỡng cao trong nuôi dưỡng vật thủy sản, nhất là giai đoạn con giống (Ludwig, 1999; Gogoi et al., 2016; Amian, 2018). Vì thế, người nuôi thủy sản, nhất là nuôi cá ven sông Hậu từ Đại Ngãi đến Trần Đề cần có giải pháp bảo vệ các loài luân trùng có lợi cho hoạt động sản xuất của mình.

Đặc biệt, các loài *B. plicatilis*, *F. terminalis* và *K. cochlearis* có sự phân bố rộng và chiếm mật độ cao ở nhiều độ mặn khác nhau trên sông Hậu. Sự xuất hiện của 3 loài *B. plicatilis*, *F. terminalis* và *K. cochlearis* được ghi nhận với tỷ lệ xuất hiện lần lượt là 74%, 53% và 53% trong tổng số mẫu phân tích với mật độ cực đại lần lượt là 13.875 ct/m³, 7.028 ct/m³ và 8.847 ct/m³. Sự phân bố rộng của các loài luân trùng này có tính chất tương tự với kết quả của một số nghiên cứu trước đây. Những loài luân trùng thuộc các giống *Brachionus* và *Keratella* thường chiếm ưu thế ở các thủy vực nước chảy (Beklegen, 2001). Sông Hậu là một thủy vực nước chảy nên các luân trùng *B. plicatilis*, *K. cochlearis* phân bố rộng và chiếm ưu thế cũng là điều hợp lý. Huỳnh Phước Vinh và ctv. (2019) khi nghiên cứu về sự phân bố của luân trùng trên lưu vực sông Mỹ Thanh (Sóc Trăng) cũng báo cáo một kết quả tương tự, *B. plicatilis* có mối tương quan thuận với độ mặn, loài này có độ rộng muối cao nên xuất hiện hầu hết ở tất cả các điểm thu mẫu ở nhiều độ mặn khác nhau (0-30‰) trên sông. Trong nhóm luân trùng thì các loài *Brachionus* spp. và *Filinia* spp. chiếm ưu thế tại vịnh El-Mex (Zakaria et al., 2007). Tại vùng cửa sông Danube (thuộc Châu Âu), trong nước có độ mặn từ 5-9‰ thì các loài *Brachionus* sp., *Filinia* sp. và *Keratella* sp. cũng chiếm ưu thế (Zorina-Sakharova et al., 2014). Khi nghiên cứu về biến động cấu trúc quần xã ĐVPD tại đầm phá Vistula ở vùng biển Baltic, Paturej and Gutkowska (2015)

cũng nhận định, *K. cochlearis* và *F. longiseta* là những loài hoàn toàn không thay đổi khi có sự biến động của độ mặn. Tại các hồ chứa của lưu vực sông Konya (Thổ Nhĩ Kỳ), các loài *Brachionus* spp. và *Keratella* spp. xuất hiện nhiều và *B. plicatilis* cũng được tìm thấy trong các hồ nước lợ có độ mặn cao (Tavsanoglu et al., 2015). Ngoài ra, Lê Hoàng Vũ và ctv. (2019) khi nghiên cứu về thành phần và sự phân bố của luân trùng trong các ao ương nuôi thủy sản dọc theo tuyến sông Hậu cũng nhấn mạnh rằng, các loài luân trùng thuộc giống *Brachionus*, *Keratella* và *Filinia* vẫn chiếm ưu thế với tỷ lệ hiện diện lần lượt là 22%, 16% và 9%. Vì vậy, sự phân bố rộng và phát triển mạnh của các loài luân trùng này, đặc biệt là *B. plicatilis* ở các độ mặn khác nhau có thể là tín hiệu có lợi cho NTTS ven sông Hậu.

5. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

5.1. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được 47 loài luân trùng tại vùng cửa sông Hậu với độ phong phú khá và mang tính đặc trưng của hệ sinh thái nước ngọt hoặc nhiễm mặn nhẹ. Tổng mật độ luân trùng hiện diện dao động 38.985-79.761 ct/m³, trung bình 1.249-2.045 ct/m³.

Độ mặn 0-4‰ là khoảng độ mặn thích hợp cho luân trùng trên sông Hậu phát triển. Các loài *B. plicatilis*, *F. terminalis* và *K. cochlearis* có sự phân bố rộng và chiếm mật độ cao ở nhiều độ mặn khác nhau trên sông.

Thành phần của luân trùng có sự thay đổi theo sự xâm nhập mặn tại các địa điểm lấy mẫu và theo hướng tương quan nghịch giữa sự phong phú của chúng với độ mặn. Theo đó, chỉ cần một sự gia tăng nhỏ của độ mặn cũng có thể gây ra những biến động tiêu cực đến nguồn thức ăn tự nhiên, quần thể cá trên sông và NTTS nước ngọt ven sông Hậu.

5.2. Đề xuất

Người nuôi thủy sản ven sông Hậu từ Cái Cồn đến Trần Đề cần chú ý đến sự biến động giảm của nguồn thức ăn tự nhiên (luân trùng) trong ao nuôi vào các thời điểm xâm nhập mặn tăng cao (từ tháng 12 đến tháng 4 hàng năm) để có giải pháp bổ sung dinh dưỡng cho ao nuôi tạo nguồn thức ăn tự nhiên cho cá, tôm.

Tại các thời điểm xâm nhập mặn nhẹ trong năm (độ mặn <4‰), người nuôi thủy sản vùng hạ lưu sông Hậu cần có giải pháp bổ sung cám gạo hoặc thức ăn công nghiệp đậm cao (ù với vi sinh có lợi) vào các ao nuôi nhằm nâng cao mật độ các loài luân trùng *B. plicatilis*, *F. terminalis* và *K. cochlearis* để

tận dụng làm nguồn thức ăn tự nhiên cho nuôi cá, tôm.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 với nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản đã tài trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Akbulut, A. (2010). The diatom composition of the Salt Lake Basin and its relationship with salinity. *Ekoloji*, 19(74), 150-159.
- Akopian, M., Garnier, J., & Pourriot, R. (2002). Kinetics of zooplankton in an aquatic continuum: from the Marne River and reservoir to the Seine estuary. *Comptes Rendus Biologies*, 325(7), 807-818.
- Aladin, N. V. (1991). Salinity tolerance and morphology of the osmoregulation organs in Cladocera with special reference to Cladocera from the Aral Sea. *Hydrobiologia*, 225, 291-299.
- Amina, A. F., Etile, A., Aka, R. N., Wanda, E.N. & Ble, C. M. (2018). Zooplankton diversity and abundance in extensive fish ponds during the rearing of tilapia *Oreochromis niloticus* juveniles fed with rice bran (West Africa, Cote d'Ivoire). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(4), 131-136.
- APHA. (2012). *Standard Methods Examination Water Wastewater*, 22th Edition. American Water Works Assn. (pp. 1496).
- Beklegen, A. (2001). Ataxonomical study on the Rotifera fauna of Devegeçidi dam lake (Diyarbakir, Turkey). *Turkish journal of zoology*, 25, 251-255.
- Bezirci, G., Akkas, S. B., Rinke, K., Yildirimli, F., Kalaylioglu, Z., Severcan, F. & Beklioglu, M. (2012). Impacts of salinity and fish-exuded kairomone on the survival and macromolecular profile of *Daphnia pulex*. *Ecotoxicology*, 21, 601-614.
- Bielanska-Grajner, I. & Cudak, A. (2014). Effects of salinity on species diversity of Rotifers in anthropogenic water bodies. *Pol. J. Environ. Stud.*, 23(1), 27-34.
- CCAFS SEA (Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security- Southeast Asia)(2016). *Assessment Report: The drought and salinity intrusion in the Mekong River Delta of Vietnam*, Hanoi.
- Chen, Q. C. (1980). The marine zooplankton of Hong Kong. *The marine flora and fauna of Hong Kong and Southern China*. Hong Kong University Press, Hong Kong.
- Dang, P. D., Khoi, N. V., Nguyet, L. T., Thanh, N. D. N. & Hai, T. H. (2015). Identification

- handbook of freshwater zooplankton of the Mekong River and its tributaries. *MRC Technical Paper 45*.
- Doan Van Binh, Kantoush, S., Sumi, T., Nguyen, P. M. & La, V. T. (2018). Field Investigations on River Bed Changes and Salinity Intrusion along Tien and Hau Rivers in Vietnamese Mekong Delta Considering Upstream Dams' Impacts. *Disaster Prevention Research Institute Annuals*, 61(B), 770-783.
- Dodson, S. I. & Frey, D. G. (2001). *Cladocera and other Branchiopoda*. In: Thorp JH, Covich AP(eds), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* Academic Press, Amsterdam, 849-913.
- Dương Trí Dũng & Nguyễn Hoàng Oanh (2012). Sự phân bố của động vật phù du sinh trên rạch Cái Khế, TP Cần Thơ vào mùa khô. *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 21b, 38-46.
- Gogoi, B., Safi, V. & Das, N. D. (2016). The Cladoceran as live Feed in Fish Culture: A Brief Review. *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences*, 4(3), 7-1.
- Hall, C. & Burns, C. W. (2002). Mortality and growth response of *Daphnia carinata* to increase in temperature and salinity. *Freshwater Biology*, 47, 451-458.
- Herzig, A. (1987). The analysis of planktonic Rotifres population. *Hydrobiologia*, 147, 163-180.
- Hoanh, C. T., Guttuman, H., Droogers, P. & Aerts, J. (2003). *Water, Climate, Food, and Environment in the Mekong basin in South Asia*. Final report, contribution to the adaption strategies to changing environment ADAPT project. International Water Management Institute.
- Huỳnh Phước Vinh, Nguyễn Thị Kim Liên, Nguyễn Trường Sinh, Nguyễn Thanh Phương & Vũ Ngọc Út (2019). Tương quan giữa chất lượng nước và sự phân bố của trung bánh xe (Rotifera) dọc theo tuyến sông Mỹ Thanh, Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học-Công nghệ Thủy sản, Đại học Nha Trang*, 4/2019, 156-163.
- IPCC (2007). *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Working Group I Report "The Physical Science Basis".
- Jensen, E., Brucet, S., Meerhoff, M., Nathansen, L., & Jeppesen, E. (2010). Community structure and diel migration of zooplankton in shallow brackish lakes: role of salinity and predators. *Hydrobiologia*, 646, 215-229.
- Lê Hoàng Vũ, Hứa Ngọc Anh & Vũ Ngọc Út. (2019). Thành phần luân trùng trong các ao nuôi thủy sản dọc theo tuyến sông Hậu. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học trẻ toàn quốc ngành thủy sản lần thứ 10*. Viện Nuôi trồng thủy sản, ngày 30-31/7/201. Trường Đại học Nha Trang.
- Ludwig, G. M. (1999). *Zooplankton succession and larval fish culture in freshwater ponds*. SRAC Publication No.700.
- Mai Việt Văn, Trần Đắc Định & Nguyễn Anh Tuấn. (2012). Thành phần loài và mật độ sinh vật phù du phân bố ở vùng ven biển Sóc Trăng - Bạc Liêu. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 23a, 89-99.
- Margalef, R. (1958). *Information theory in ecology*. General Systems: Year book of the International Society for the Systems Sciences, 3, 1-36.
- MRC (Mekong River Commission) (2012). *Biomonitoring of the lower Mekong River and selected tributaries*.
- Nguyễn Đức Hưng, Phạm Văn Ngọt, Quách Văn Toàn Em & Võ Thị Bích Thủy. (2018). Khảo sát độ mặn của nước mặt và nước lỗ rỗng trong một số thảm thực vật ngập mặn ven sông Tiền, tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học sư phạm TP.HCM, Khoa học tự nhiên và Công nghệ*, 15(6), 156-169.
- Nguyễn Thị Kim Liên, Huỳnh Trường Giang & Vũ Ngọc Út. (2013). Đa dạng động vật phù du sinh trong hệ sinh thái rừng ngập mặn Cù Lao Dung, tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học*, 25, 149-157.
- Nguyễn Thị Kim Liên, Diệp Ngọc Gái, Huỳnh Trường Giang & 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, số chuyên đề Thủy sản 2*, 284-291.
- Nhan, D. K., Be, N. V. & Trung, N. H. (2007). *Water Use and Competition in the Mekong Delta, Vietnam. Challenges to Sustainable Development in the Mekong Delta: Regional and National Policy Issues and research Needs*. The Sustainable Mekong Research Network, 143-188.
- Paturej, E. & Gutkowska A. (2015). The effect of salinity levels on the structure of zooplankton communities. *Arch Biology Science*, 67(2), 483-492.
- Pielou, E. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, 13, 131-144.
- Sarma, S. S. S. & Nandini, S. (2006). Review of recent ecotoxicological studies on cladocerans. *Journal of Environmental Science and Health*, 41, 1417-1430.
- Schallenberg, M., Hall, J. C. & Burns, C. W. (2003). Consequences of climate induced salinity increases on zooplankton abundance and diversity in coastal lakes. *Marine Ecology Progress Series, Mar Ecol Prog Ser*, 251, 181-189.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1948). *A mathematical theory of communication*, 5-83.

- Shirota, A. (1966). *The plankton of South Vietnam-Freshwater and marine plankton*. Overseas Technical Cooperation Agency, Japan.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688.
- Silva, A. M. A., Barbosa, J. E. L., Medeiros, P. R., Rocha, R. M., Luca-Filho, M. A. & Silva, D. F. (2009). Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(2), 226-238.
- Spoljar, M., Drazina, T., Kuczynska-Kippen, N., Zhang, C., Ternjej, I., Kovacevic, G., Lajtner, J. & Fressl, J. (2018). *Zooplankton traits in the water quality assessment and restoration of shallow lakes*. 1st International Conference “The Holistic Approach to Environment” Sisak, September 13-14th, 2018.
- Sunada, K. (2009). *Study on Asian River Basin*. CREST Asian River Basins: Water Policy Study Team.
- Tavsanoglu, U. N., Maleki, R. & Akbulut, N. (2015). Effects of salinity on the zooplankton community structure in two Maar lakes and one freshwater lake in the Konya closed basin, Turkey. *Ekoloji*, 24(94), 25-32.
- Trần Quốc Đạt, Nguyễn Hiếu Trung & Kanchit Likitdecharote. (2012). Mô phỏng xâm nhập mặn đồng bằng sông Cửu Long dưới tác động mực nước biển dâng và sự suy giảm lưu lượng từ thượng nguồn. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 21b, 141-150.
- Tran Anh, D., Hoang, L. P., Bui, M. D., & Rutschmann, P. (2018). Simulating future flows and salinity intrusion using combined one- and two-dimensional hydrodynamic modelling-the case of Hau River, Vietnamese Mekong Delta. *Water*, 10(7), 897.
- Trần Văn Phước, Trương Thị Bích Hồng & Lương Thị Mỹ Lụa (2018). Thành phần động vật phù du ở sông cái lớn huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 54(số chuyên đề: Thủy sản 2), 1-6.
- Tuan, L. A., Hoanh, C. T., Miller, F. & Sinh, B. T. (2007). *Flood and salinity management in the Mekong delta, Vietnam. Challenges to sustainable development in the Mekong delta: Regional and national policy issues and research needs: Literature analysis*. Bangkok, Thailand: The Sustainable Mekong Research Network (Sumernet), 15-68.
- Vũ Ngọc Út & Dương Thị Hoàng Oanh. (2013). *Giáo trình Thực vật và động vật thủy sinh*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.
- Wallace, R. L. & Snell, T. W. (2001). *Phylum Rotifera*. In: Thorp J. H., Covich A. P. (Ed.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic Press, 2nd edn. New York pp. 195-254.
- Woodward, G., Perkins, D. M. & Brown, L. E. (2010). *Climate change and freshwater ecosystems: impacts across multiple levels of organization*. *Philosophical Transaction of Royal Society B*, 365, 2093-2106.
- Zakaria, H. Y., Radwan, A. A. & Said, A. A. (2007). Influence of salinity variations on zooplankton community in El-Mex Bay, Alexandria, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 33(3), 52-67.
- Zorina-Sakharova, K., Liashenko, A. & Marchenko, I. (2014). Effects of salinity on the zooplankton communities in the Fore-Delta of Kyliya Branch of the Danube River. *Acta zool. Bulg.*, 7, 129-133.