

Bài báo khoa học

Đa dạng thực vật ngập mặn và ảnh hưởng của nước biển dâng đến thực vật ngập mặn ở huyện Thanh Phú và huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre

Trần Quốc Cường^{1*}, Dương Hồng Sơn², Lê Xuân Tuấn³

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội; tqcuong@hunre.edu.vn

² Viện Tài nguyên nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường; dhson.monre@gmail.com

³ Khoa Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội; tuan.mangrove@gmail.com

*Tác giả liên hệ: tqcuong@hunre.edu.vn; Tel.: +84–949018686

Ban Biên tập nhận bài: 5/8/2023; Ngày phản biện xong: 23/9/2023; Ngày đăng bài: 25/10/2023

Tóm tắt: Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định đa dạng sinh học loài và đánh giá một số chỉ số đa dạng sinh học thực vật ngập mặn huyện Thanh Phú và Bình Đại, tỉnh Bến Tre. Kết quả ghi nhận 43 loài cây ngập mặn thuộc 22 họ, trong đó 23 loài thực vật ngập mặn thực thụ ở Thanh Phú, 17 loài cây ngập mặn thực thụ ở Bình Đại và 20 loài cây ngập mặn tham gia. Khu vực nghiên cứu có 5 nhóm dạng sống được xác định là thân cỏ, cây bụi, dây leo, gỗ nhỏ, gỗ lớn. Định lượng chỉ số đa dạng sinh học chỉ ra tính đa dạng thực vật rừng ngập mặn khu vực nghiên cứu biến động với chỉ số H' từ 0,51 đến 1,26. Bên cạnh đó, ảnh hưởng của nước biển dâng đến thực vật ngập mặn cũng được thảo luận. Kết quả nghiên cứu là cơ sở dữ liệu khoa học quan trọng để xuất giải pháp quản lý, bảo tồn và phát triển hợp lý hệ sinh thái rừng ngập mặn ở khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Thực vật ngập mặn; Chỉ số đa dạng sinh học; Thanh Phú; Bình Đại.

1. Mở đầu

Rừng ngập mặn có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ môi trường, là “lá phổi xanh” hấp thụ khí CO₂ ứng phó với ảnh hưởng bất lợi của biến đổi khí hậu, nóng lên toàn cầu như hiện nay. Hệ sinh thái rừng ngập mặn còn là nơi bảo tồn đa dạng sinh học, có năng suất sinh học cao, nơi cung cấp thức ăn, nơi cư trú, sinh trưởng và phát triển của nhiều loài động thực vật [1–4]. Nghiên cứu, đánh giá vai trò đa dạng của thực vật ngập mặn, ảnh hưởng của nước biển dâng đến thực vật rừng ngập mặn cũng được các tác giả trong và ngoài nước thực hiện, kết quả cho thấy nước biển dâng ảnh hưởng đến phân bố của các loài cây ngập mặn [5–6]. Thảm thực vật ngập mặn có vai trò là “bức tường xanh”, hạn chế thiệt hại gió bão, phòng chống xói lở bờ biển, cố định đất bãi bồi, mở rộng sản xuất, giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

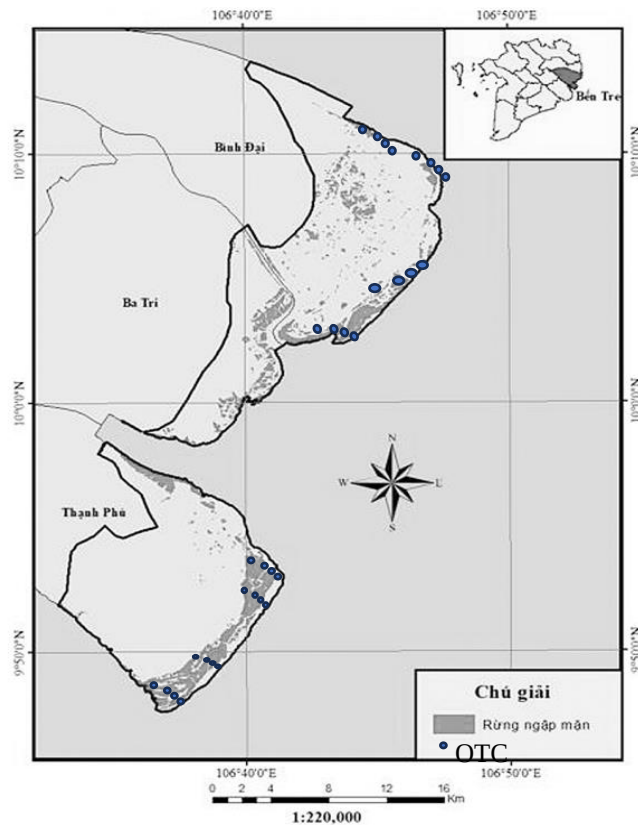
Rừng ngập mặn tỉnh Bến Tre có chiều rộng đai rừng trung bình từ 50 đến 2000 m và chủ yếu tập trung 3 huyện ven biển (Ba Tri, Bình Đại và Thanh Phú). Vùng rừng ngập mặn huyện Thanh Phú và Bình Đại, tỉnh Bến Tre có diện tích khoảng hơn 3 ngàn ha, trong đó huyện Thanh Phú có diện tích đất có rừng là 1.981 ha, huyện Bình Đại có 1.385ha [7]. Hệ sinh thái rừng ngập mặn nơi đây có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ môi trường, nơi ương nuôi nhiều loài hải sản có giá trị như nghêu, sò, ba khía, tôm... và gắn liền với sinh kế của người dân ven biển nhờ các dịch vụ hệ sinh thái rừng ngập mặn mang lại. Tuy nhiên, vùng rừng ngập mặn nơi đây có xu hướng suy giảm do tác động của tự nhiên và con người. Hiện nghiên cứu liên quan đến đa dạng thực vật ngập mặn khu vực huyện Bình Đại và Thanh Phú chưa

hiều. hầu hết các nghiên cứu tập trung vào cấu trúc thảm thực vật ngập mặn ở Thanh Phú với các quần xã *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicenia allba* và *S. caseolaris* [8]. Hơn nữa, số liệu về đa dạng sinh học, đa dạng về thành phần loài cây ngập mặn thực thụ và loài cây tham gia còn chưa đầy đủ, do đó nghiên cứu này tập trung vào đa dạng thành phần loài cây ngập mặn, đa dạng cấu trúc. Kết quả nghiên cứu góp phần vào công tác quan trắc, quản lý, bảo vệ rừng ngập mặn vùng ven biển, bảo vệ môi trường và ứng phó với biến đổi khí hậu.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trong 3 đợt khảo sát vào tháng 8 năm 2018, tháng 7 năm 2020 và tháng 8 năm 2023. Tại vùng rừng ngập mặn Bình Đại và Thanh Phú thiết kế ngẫu nhiên mỗi khu vực 4 mặt cắt, mỗi mặt cắt có chiều rộng 20m qua quần xã thực vật ngập mặn đặc trưng, mỗi mặt cắt thiết lập từ 3-4 ô tiêu chuẩn (OTC) tùy theo điều kiện thực tế, mỗi OTC có kích thước 10mx10m tại các vị trí đại diện (Hình 1). Kết hợp điều tra theo tuyến và điều tra theo OTC để thu thập các số liệu về thành phần loài, mật độ các loài thực vật ngập mặn.

Tên loài thực vật ngập mặn và dạng sống được xác định trực tiếp ngoài thực địa và sử dụng tài liệu tham khảo [4, 9–15]. Trong nghiên cứu, thực vật rừng ngập mặn được phân thành thực vật ngập mặn thực thụ, cây ngập mặn chủ yếu và thực vật tham gia rừng ngập mặn.



Hình 1. Sơ đồ vị trí mặt cắt và OTC nghiên cứu điều tra.

Chỉ số Shannon-Wiener (H'), Simpson ($1-\lambda'$) [16], được xác định qua phân tích số liệu và sử dụng phần mềm PAST Diversity để tính các chỉ số đa dạng sinh học. Chỉ số đa dạng (H') là phép thống kê có sự tổ hợp của cả 2 yếu tố là thành phần số lượng loài và khả năng xuất hiện của các cá thể trong mỗi loài. Chỉ số H' không phải chỉ phụ thuộc vào thành phần số lượng loài mà cả số lượng cá thể và xác suất xuất hiện của các cá thể trong mỗi loài. Chỉ số H' được tính toán bằng công thức:

$$H' = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right) \quad (1)$$

Trong đó H' là chỉ số đa dạng loài hay chỉ số Shannon-Wiener; n_i là số lượng cá thể của loài thứ i và N là tổng số số lượng cá thể của tất cả các loài tại vị trí nghiên cứu và s là số lượng các loài.

Chỉ số đa dạng loài Simpson (D): là một chỉ số tính độ tập trung hay tính ưu thế của quần xã. Trong trường hợp này, một vài loài quý hiếm hoặc chỉ có một vài loài đại diện sẽ không ảnh hưởng đến sự đa dạng.

Trong chỉ số Simpson, p là tỷ lệ (n/N) của các cá thể trong một loài tìm thấy (n) chia cho tổng số cá thể tìm thấy (N), Σ vẫn là tổng tính toán, và s là số loài.

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{n_i (n_i - 1)}{N_i (N_i - 1)} \quad (2)$$

Trong đó D là chỉ số đa dạng Simpson ($0 < D < 1$); n_i là số lượng cá thể của loài thứ i trong mỗi ô tiêu chuẩn; N_i là tổng số cá thể của ô tiêu chuẩn.

Khi D càng gần 0 thì mức độ đa dạng về loài và mức độ đồng đều về số lượng cá thể trong mỗi loài càng cao.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thành phần loài và mật độ cá thể thực vật ngập mặn

Tại khu vực nghiên cứu, xác định được 43 loài cây ngập mặn thuộc 22 họ, trong đó họ Đước chiếm nhiều nhất với 5 loài chủ yếu (Bảng 1). Trong số đó, có 23 loài cây ngập mặn thực thụ thuộc 11 họ và 20 loài cây tham gia ngập mặn. Tại vùng rừng ngập mặn huyện Bình Đại xác định được 17 loài cây thực vật ngập mặn, ít hơn so với khu vực rừng ngập mặn Thạnh Phú 5 loài. Số loài cây tham gia rừng ngập mặn ở khu vực Thạnh Phú là 20 loài, nhiều hơn số loài cây tham gia rừng ngập mặn ở huyện Bình Đại. Số loài cây ngập mặn ở Thạnh Phú trong nghiên cứu có khác về số lượng so với nghiên cứu công bố năm 2020 và 2022 của [17–18] công bố 14 loài cây ngập mặn thực thụ và 9 loài tham gia rừng ngập mặn và [19] công bố 21 loài ngập mặn và 27 loài tham gia.

Bảng 1. Danh lục thực vật rừng ngập mặn khu vực nghiên cứu.

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Thạnh Phú	Bình Đại	Dạng sống
Những loài ngập mặn thực thụ					
	(1) Họ Ô rô	Acanthaceae			
1	Ô rô trắng	<i>Acanthus ebracteatus</i> Vhal	x	x	B
2	Ô rô	<i>Acanthus ilicifolius</i> L.	x	x	B
	(2) Họ Rau dấp	Aizoaceae			
3	Sam biển	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	x	x	C
	(3) Họ Mắm	Avicenniaceae			
4	Mắm trắng	<i>Avicennia alba</i> Blume	x	x	GL
5	Mắm biển	<i>Avicennia marina</i>	x	x	
6	Mắm đen	<i>Avicennia officinalis</i> L.	x	x	GL
	(4) Họ Chùm ớt	Bignoniaceae			
7	Quao nước	<i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. Schum.	x	x	GN
	(5) Họ Bàng	Combretaceae			
8	Cóc trắng	<i>Lumnitzera racemosa</i> Willd.	x	x	GN
	(6) Họ Xoan	Meliaceae			
9	Xu (Xu đỏ; Xu nhỏ)	<i>Xylocarpus moluccensis</i> (Lam.)	x	x	GN
10	Xu ôi	<i>Xylocarpus granatum</i> J. Koenig	x	x	GN
	(7) Họ Dừa	Arecaceae			
11	Dừa nước	<i>Nypa fruticans</i> Wurmb	x	x	G
12	Chà là biển	<i>Phoenix paludosa</i> Roxb.	x	x	GN
	(8) Họ Thầu dầu	Euphorbiaceae			
13	Giá	<i>Excoecaria agallocha</i> L.	x	x	GL
	(9) Họ Ráng	Pteridaceae			
14	Ráng	<i>Acrostichum aureum</i> L.	x	x	C
	(10) Họ Đước	Rhizophoraceae			
15	Vẹt dù	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lam.	x		GN
16	Dà quánh	<i>Ceriops decandra</i> (Griff.)	x		GN
18	Dà vôi	<i>Ceriops tagal</i> (Perr.)	x		GN
19	Đước đôi	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	x	x	GL
20	Đưng	<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	x	x	GL
	(11) Họ Bần	Sonneratiaceae			
21	Bần trắng	<i>Sonneratia alba</i> Sm.	x		GL
22	Bần chua	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	x	x	GL
23	Bần ôi	<i>Sonneratia ovata</i> Backer	x		GL
Những loài tham gia rừng ngập mặn					
	(12) Họ Na	Annonaceae			
24	Bình bát nước	<i>Annona glabra</i> L.	x	x	GN
	(13) Họ Trúc đào	Apocynaceae			
25	Thiên lý đại	<i>Finlaysonia obovata</i> Wall.	x	x	DL
26	Dây càm	<i>Sarcolobus globosus</i> Wall.	x	x	DL

TT	Tên Việt Nam	Tên khoa học	Thanh Phú	Bình Đại	Dạng sông
27	Dây mủ (14) Họ Cúc	<i>Zygostelma benthamii</i> Baill. Asteraceae	x	x	DL
28	Cúc tần	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	x	x	B
29	Sơn cúc 2 hoa (15) Họ Mù u	<i>Wollastonia biflora</i> (L.) DC. Calophyllaceae	x	x	B
30	Mù u	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	x	x	GN
31	Bàng (16) Họ Bìm bìm	<i>Terminalia catappa</i> L. Convolvulaceae	x	x	GL
32	Rau muống biển (17) Họ Đậu	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br. Fabaceae	x	x	DL
33	Đậu biển	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	x	x	DL
34	Cóc kền	<i>Derris trifoliata</i> Lour.	x	x	B
35	Vuốt hùm	<i>Guilandina bonduc</i> L.	x	x	DL
36	Gỗ nước (18) Họ Mây nước	<i>Intsia bijuga</i> (Colebr.) Kuntze Flagellariaceae	x	x	GL
37	Mây nước (19) Họ Bông	<i>Flagellaria indica</i> L. Malvaceae	x		DL
38	Tra lăm chiếu	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	x	x	GN
39	Tra lăm vô (20) Họ Cà phê	<i>Thespesia populnea</i> (L.) Sol. ex Corrêa Rubiaceae	x	x	GN
40	Chùm lé	<i>Azima sarmentosa</i> (Blume) Benth. & Hook.f.	x		B
41	Lìm kìm (21) Dừa	<i>Psychotria serpens</i> L. Pandanaaceae	x	x	DL
42	Dừa sợi (22) Họ Hòa thảo	<i>Pandanus odorifer</i> (Forssk.) Kuntze Poaceae	x	x	GN
43	Cỏ lông công	<i>Diplachne fusca</i> (L.) P. Beauv. ex Roem & Schult	x	x	C

Ở cả 2 khu vực nghiên cứu xác định được 5 dạng sống chính là cây bụi (B), thân gỗ (G), Thân gỗ lớn (GL), gỗ nhỏ (GN) cây thân leo/bò (DL) và cây dạng cỏ (C).

Cả hai vùng rừng ngập mặn huyện Thanh Phú và Bình Đại đều có xuất hiện các loài cây ưu thế như *Avicennia alba*, *Avicennia officinalis*, *Avicennia lanata*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia caseolaris*; 1 loài Dương xỉ (*Acrostichum aureum*); và 1 loài dạng cau dừa (*Nypa fruticans*). Trong số này, những loài thường gặp nhất là *S. caseolaris*, *A. alba*, *R. apiculata* và *N. fruticans*. *Acanthus ilicifolius* là loài có độ thường gặp cao và số lượng cá thể áp đảo các loài khác tại tất cả các khu vực khảo sát.

Các loài thân gỗ chiếm ưu thế hơn cả (53,4% tổng số loài hiện diện) với các loài *Avicennia alba*, *A. lanata*, *A. officinalis*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia caseolaris*, *Xylocarpus granata* và *X. moluccensis*. Còn lại là các loài thân leo và thân cỏ cùng sự hiện diện một số loài thân bụi như *Azima sarmentosa*, *Derris trifoliata*, *Pluchea indica* trong các hệ sinh thái rừng ngập mặn. Hiện số loài cây thực thụ ở vùng rừng ngập mặn Việt Nam có 36 loài [4, 10, 20–21], số loài cây tham gia và di nhập rừng ngập mặn hiện có sự biến động từ 70 đến 90 loài.

Nghiên cứu tập trung vào sự biến động mật độ cá thể của các loài thân gỗ là cây rừng ngập mặn chủ yếu trong khu vực nghiên cứu, là thành phần quan trọng trong cấu trúc rừng ngập mặn. Mật độ cá thể của các loài có sự biến động theo không gian. Loài có mật độ cá thể cao nhất trong khu vực nghiên cứu là *Avicennia officinalis* với mật độ cá thể biến thiên từ 1.632 đến 19.867 cây/ha. Những loài có mật độ cao tiếp theo lần lượt là *A. alba* (629-3.833 cây/ha), *N. fruticans* (422-1.417 cây/ha), *R. apiculata* (572-3.417 cây/ha) và *S. caseolaris* (178-946 cây/ha). Những loài có mật độ cá thể thấp bao gồm *X. granata* (133-300 cây/ha), *X. moluccensis* (450-768 cây/ha), *A. aureum* (89-357 cây/ha), *S. caseolaris* (70-326 cây/ha). Mật độ cá thể cao nhất của loài *R. apiculata* tại Bình Đại (435 cây/ha) thấp hơn Thanh Phú, (3.241 cây/ha). Đối với *S. caseolaris*, mật độ cá thể loài không quá khác biệt giữa Bình Đại và Thanh Phú (88-315 cây/ha).

3.2. Các chỉ số đa dạng sinh học

Các giá trị về độ giàu của loài (S), chỉ số Shannon - Wiener (H'), chỉ số Simpson (D) ở vùng rừng ngập mặn Bình Đại và Thạnh Phú được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Chỉ số Shannon-Wiener (H') tại các khu vực nghiên cứu.

Khu vực	Độ giàu loài (S)	H'	Simpson (D)
Bình Đại	2,48±0,73	0,94±0,32	0,77±0,18
Thạnh Phú	2,75±0,64	0,87±0,36	0,68±0,17

Giá trị chỉ số đa dạng sinh học (Bảng 2) là số liệu tính trung bình trong hai đợt khảo sát năm 2018 và 2020, chỉ số đa dạng sinh học thực vật rừng ngập mặn ở Bình Đại thấp hơn ở Thạnh Phú cả về độ giàu có loài, chỉ số H' và chỉ số Simpson (D). Độ đa dạng về thành phần loài cũng thể hiện rõ qua mức độ đa dạng thực vật giảm liên tục từ vùng ven biển vào sâu trong rừng và tăng liên tục theo thời gian khảo sát.

Rừng ngập mặn ở Bình Đại phát triển với chiều hướng gia tăng mức độ đa dạng các loài cây thân gỗ và gỗ nhỏ. Ở Thạnh Phú, mức độ đa dạng tăng dần từ vùng ven biển vào vùng phía trong đất liền. Sự gia tăng giá trị của các chỉ số đa dạng sinh học ở các hệ sinh thái rừng ngập mặn khảo sát chủ yếu do số lượng cá thể quá lớn của loài *A. ilicifolius*, trong khi số lượng cá thể các cây thân gỗ là thực vật rừng ngập mặn thực thụ lại giảm về mật độ cá thể. Chỉ số đa dạng sinh học ở hai khu vực nghiên cứu có sự sai khác chủ yếu so dự khác nhau về số lượng loài cây ngập mặn và số lượng thành phần cây gỗ chiếm ưu thế trong khu vực. So với thang đánh giá tính đa dạng theo [22]: rất thấp (H' = 0,01-0,99), thấp (H' = 1-2,49), trung bình (H' = 2,5-2,99), cao (H' = 3-4) thì khu vực nghiên cứu tính đa dạng biến động từ rất thấp đến thấp. Kết quả nghiên cứu này tương đồng với kết quả của các tác giả khi xác định giá trị H' ở vùng rừng ngập mặn có cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn tương tự [19, 23] và tương đồng với kết quả nghiên cứu, đánh giá chỉ số đa dạng sinh học và phân bố cấu trúc của một số loài cây thân gỗ ở vùng rừng ngập mặn ở Quảng Ninh, Huế, Cần Giờ, Côn Đảo, Cà Mau. Sự khác nhau về độ đa dạng cũng như chỉ số đa dạng sinh học thực vật ngập mặn cũng chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố khí hậu, thủy văn, địa hình và các nhân tố sinh học [24–27].

3.3. Ảnh hưởng của nước biển dâng đến rừng ngập mặn

Mực nước biển dâng lên cùng với giá tăng tần suất, cường độ bão sẽ làm thay đổi thành phần của trầm tích, độ mặn và mức độ ô nhiễm của nước, làm suy thoái và đe dọa đến sự sinh trưởng và phân bố của rừng ngập mặn và các loài sinh vật trong hệ sinh thái.

Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương đến rừng ngập mặn đã chỉ ra những biến đổi rõ rệt của hệ sinh thái RNM dưới tác động của nước biển dâng. Với nhiệt độ tăng hàng năm khoảng 0,013-0,23°C và mực nước biển dâng 1,9 mm/năm, là nguyên nhân tác động tới sự sinh trưởng và tồn tại của HST rừng [28]. Tuy nhiên, qua kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng RNM có khả năng thích ứng rất cao và tính dễ bị tổn thương là không lớn qua số liệu biến động diện tích RNM và bồi tụ trầm tích của vùng rừng ngập mặn [4, 28].

Nếu lượng lắng đọng bùn cát tại khu vực rừng ngập mặn không vượt quá mức nước biển dâng, thời gian ngập rễ của cây gia tăng sẽ khiến một số loại cây không chịu ngập được dài ngày bị chết (Bảng 3). Bên cạnh đó, sự gia tăng trường sóng sát rừng ngập mặn do mực nước biển dâng tạo ra sóng lớn đánh thẳng vào rừng gây xói lở bãi, làm suy thoái hoặc biến mất rừng khiến cho “vành đai xanh chắn sóng” này suy giảm hoặc có thể mất đi chức năng bảo vệ bờ biển. Khi độ che phủ của rừng ngập mặn giảm dần sẽ dẫn tới sự phân tán thành nhiều thảm nhỏ, môi trường đất bị ô nhiễm, giảm bồi tụ phù sa, đa dạng sinh học bị suy giảm vì không còn điều kiện thích hợp để các loài sinh vật sinh sống và cư trú.

Vùng rừng ngập mặn huyện Bình Đại và Thạnh Phú được xác định với các loài cây gỗ chủ yếu họ Rhizophoraceae, Sonneratiaceae, Aviceniaceae. Loài cây ngập mặn phân bố chủ yếu

từ vùng ven bờ và cửa sông là các loài tiên phong *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia alba*, nếu nước biển dâng cao sẽ ngăn cản sự tái sinh của các loài cây này. Ngược lại, phía sau các loài cây tiên phong ở khu vực có các loài *Avicennia marina*, *R. apiculata*, *Bruguiera* sp., các loài cây ngập mặn này có hệ thống rễ dày đặc trên mặt đất, có trụ mầm, quả và hạt có khả năng sống dài ngày trôi nổi trong nước, vì vậy có khả năng thích ứng với nước biển dâng và có khả năng phát tán rộng vào ven bờ và đất liền khi nước triều làm ngập các vùng đất đó.

Bảng 3. Ngưỡng chống chịu của một số loài cây ngập mặn khi bị ngập [4, 20, 29].

TT	Loài cây ngập mặn	Phản ứng/ngưỡng chống chịu
1	Dừa nước - <i>Nypa fruticans</i>	- Giảm sinh trưởng - Chết sau 30 ngày ngập
2	Bần chua - <i>Sonneratia caseolaris</i>	- Giảm sinh trưởng - Chết sau 35 ngày ngập
3	Mắm trắng - <i>Avicennia alba</i>	- Giảm sinh trưởng - Chết khi ngập liên tục sau 30 ngày
4	Đước, sú, vẹt - <i>Rhizophora apiculata</i> , <i>Aegiceras</i> sp., <i>Bruguiera</i> sp.,	- Giảm sinh trưởng - Chết khi ngập liên tục sau 40 ngày
5	Bần chua, dừa nước, cói, lác - <i>Sonneratia caseolaris</i> , <i>Nypa fruticans</i> , <i>Cyperus malaccensis</i>	- Giảm sinh trưởng - Chết khi ngập liên tục sau 40 ngày
6	Giá, xu ôi, chà là - <i>Excoecaria agallocha</i> , <i>Xylocarpus granatum</i> , <i>Phoenix paludosa</i>	- Giảm sinh trưởng - Chết khi ngập liên tục sau 45 ngày

Nước biển dâng có thể dẫn đến sự thay đổi một số quần xã cây ngập mặn ở huyện Thanh Phú và Bình Đại, Bến Tre:

- Các quần xã rừng ngập mặn ven bờ và cửa sông huyện Thanh Phú và Bình Đại, với các loài *Sonneratia caseolaris*, *Nypa fruticans* có khả năng bị suy giảm, thay thế vào đó là các quần xã chịu mặn cao hơn như Mắm biển *Avicennia marina* khi nước biển dâng cao. Nghiên cứu địa chất chỉ ra rằng, môi trường sống tại rừng ngập mặn thay đổi hay không tùy vào tốc độ biến đổi của mực nước biển. Khi tốc độ của nước biển dâng lớn hơn giới hạn của tốc độ tích tụ than bùn, rừng ngập mặn sẽ bị nhấn chìm trong nước biển và sẽ chết [30].

- Các quần xã *Avicennia marina* trước đây phân bố ngoài cùng, nơi có độ mặn cao và nước ngập sâu sẽ bị mất môi trường sống, bị chết hoặc bị đẩy lùi vào vùng bờ do đặc điểm sinh lý và sự thích ứng của *Avicennia marina* [4]. Hơn nữa, nước biển dâng cao tạo áp lực môi trường tác động đến hệ sinh thái RNM, làm yếu cấu trúc bộ rễ cây và dần dần lật đổ cây, hoặc tăng độ mặn hoặc thay đổi thời gian và cường độ ngập.

- Quần xã ruộng biển *Ipomoea pes-caprae* chiếm ưu thế bị ngập khi nước biển dâng sẽ bị di chuyển lùi vào khu vực bờ cát cao thay thế cho các quần xã Na biển *Annona glabra*, Tra làm chiếu *Hibiscus tiliaceus*, Giá *Excoeria agallocha*.

4. Kết luận

- Khu vực nghiên cứu đã xác định được 43 loài cây ngập mặn, trong đó có 23 loài cây ngập mặn thực thụ và 20 loài cây tham gia rừng ngập mặn. Rừng ngập mặn huyện Thanh Phú có 23 loài cây ngập mặn, vùng rừng ngập mặn huyện Bình Đại có 17 loài. Thành phần thực vật cây ngập mặn các trạng thái rừng khá đơn giản, các loài ngập mặn chiếm ưu thế ở Bình Đại và Thanh Phú là Đước, Mắm, Bần, Dừa nước.

- Tính đa dạng thực vật trong cả hai khu vực nghiên cứu chưa cao ($H' = 0.87-0.94$), hiện tại ở cả hai khu vực có xu hướng loài *Rhizophora apiculata* đang dần thay thế *Avicennia alba* ở các đai rừng phía ngoài biển. Cấu trúc thành phần loài cây ngập mặn thực thụ thân gỗ ảnh hưởng đến độ đa dạng loài ở khu vực nghiên cứu.

- Nước biển dâng ảnh hưởng đến thực vật ngập mặn, trong đó có sự phân bố của *Avicennia marina* và *Sonneratia caseolaris* ở Bình Đại và Thanh Phú.

Bài báo còn hạn chế về số liệu nghiên cứu lượng lắng đọng bùn cát tại khu vực rừng ngập mặn nghiên cứu so với mực nước biển dâng để có thể đánh giá chính xác hơn ảnh hưởng của nước biển dâng đến thực vật rừng ngập mặn. Nghiên cứu khả năng thích ứng của rừng

ngập mặn và ảnh hưởng của nước biển dâng cũng cần xây dựng mô hình tính toán với những số liệu hiện trạng và hồi cứu về từng yếu tố tác động của vùng nghiên cứu.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.Q.C., D.H.S., L.X.T.; Xử lý số liệu: T.Q.C., L.X.T.; Viết bản thảo bài báo: T.Q.C., L.X.T.; Chính sửa bài báo: T.Q.C., D.H.S., L.X.T.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ một phần hỗ trợ của đề tài Mã số: KC09.21/16-20.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Aksornkoae, S. Ecology and management of Mangrove. The IUCN Wetlands Programme. Bangkok. Thailand, 1993.
2. Chapman, V.J. Mangrove biogeography. In: Proceedings of the international symposium on biology and management of mangroves. *Honolulu* **1975**, 3–52.
3. Blasco, F. Climatic factors and the biology of mangrove plants. In the M.E. Research methods. Eds. by Snedaker, S.C., Snedaker, J.G. UNESCO Paris, 1984, pp. 18-35.
4. Hồng, P.N.; Ba, T.V.; Nam, V.N.; Sãn, H.T.; Tạng, V.T.; Trễ, L.T.; Trí, N.H.; Tuấn, M.S.; Tuấn, L.X. Rừng ngập mặn Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 1999, tr. 225.
5. Ong, J.E.; Gong, W.K. Structure, function and management of mangrove ecosystems. ISME Mangrove Educational Book Series No. 2. International Society for Mangrove Ecosystems (ISME), Okinawa, Japan, and International Tropical Timber Organization (ITTO), Yokohama, Japan, 2013.
6. Magi, M.Y.; Kogo, M.M.; Hong P.N. Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong King delta, Viet Nam. *Mangroves Salt Marshes* **1997**, 1, 127–135.
7. UBND tỉnh Bến Tre. Công bố hiện trạng rừng tỉnh Bến Tre năm 2020. 2020.
8. Cuc, N.T.K.; Suzuki, T.; de Ruyter van Steveninck, E.D.; Hai, H. Modelling the impacts of mangrove vegetation structure on wave dissipation in Ben Tre Province, Vietnam, under different climate change scenarios. *J. Coastal Res.* **2015**, 31(2), 340–347.
9. Hồng, P.N. Vai trò của Rừng ngập mặn Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 1997, tr. 205.
10. Trí, N.H. Sinh thái học rừng ngập mặn. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 1999, tr. 271.
11. Nam, V.N.; Thụy, N.S. Nhận biết cây rừng ngập mặn qua hình ảnh. NXB Nông nghiệp, 1999, tr.102.
12. Sổ tay hướng dẫn giám sát và điều tra đa dạng sinh học. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, 2003, tr. 315–331.
13. Spalding, M.; Kainuma, M.; Collins, L. World Atlas of Mangroves. *Hum. Ecol.* **2011**, 39, 107–109.
14. Tomlinson P.B. The botany of mangroves. Second edition. New York: Cambridge University Press, 2016.
15. Lugo, A.E.; Snedaker, S.C. The ecology of mangroves. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **1974**, 5, 39–64.
16. Shannon, C.E.; Wiener, W. The mathematical theory of communities. Illinois: Urbana University, Illinois Press, 1963.
17. Vương, T.H. Nghiên cứu khả năng ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến đa dạng sinh học rừng ngập mặn tỉnh Bến Tre, Trà Vinh và đề xuất một số giải pháp bảo tồn, Mã số: TNMT. 2017.05.15, 2020.
18. Thắng, H.V. Đánh giá dịch vụ hệ sinh thái rừng ngập mặn tỉnh Bến Tre và Nam Định, đề xuất các giải pháp quản lý và sử dụng bền vững. Mã số đề tài: QG.19.71, 2022.

19. Hạnh, N.T.; Thống, B.Q.; Minh, N.T.B.; Hoàn, V.M.; Hưởng, K.M.; Quý, N.V.; Hợp, N.V. Đa dạng thực vật rừng ngập mặn tại ban quản lý rừng phòng hộ và đặc dụng tỉnh Bến Tre. *Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp* số 2023, 2, 65–75.
20. Tuấn, L.X. Ảnh hưởng của tuyến đê biển Vũng Tàu-Gò Công đến các hệ sinh thái ven biển. ĐTDL.G77, 2016.
21. Tuấn, L.X.; Hồng, P. N.; Học, T.Q. Những vấn đề về môi trường ven biển và phục hồi rừng ngập mặn ở Việt Nam. Kỷ yếu hội thảo quốc tế Việt Nam học lần thứ 3, 2006, tr. 678–692.
22. Fernando, E. Forest Formations and Flora of the Philippines. College of Forestry and Natural Resources. University of the Philippines Los Banos, 1998.
23. Tính, P.H.; Tuấn, M.S. Phân tích định lượng các chỉ số đa dạng sinh học và phân bố của thảm thực vật thân gỗ rừng ngập mặn ven biển miền Bắc Việt Nam. *Tạp chí Sinh học* 2016, 38(1), 53–60.
24. Magurran, A. Ecological diversity and its measurement. *Life Sci. Plant Sci.* 1998, pp. 179.
25. Odum, P.E. Fundamentals of ecology. Saunders Philadelphia, Pennsylvania, 1971.
26. Blasco, F. Climatic factors and the biology of mangrove plants. In: Snedaker S.C, Mangrove ecosystem research methods. UNESCO, Paris, 1975, pp. 18–35.
27. Saenger, P. Mangrove Ecology, silviculture and conservation. Kluwer Academic publishers, Dordrecht, Netherlands, 2002, pp. 11–18.
28. Tuấn, L.X.; Hồng, P.N.; Đào, P.T.A.; Hiền, V.T.; Dao, Q.T.Q.; Anh, P.H.; Thái, V.Đ.; Phương, T.M.; Nguyệt, P.T.M. Hệ sinh thái rừng ngập mặn huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định và một số vấn đề quản lý, Phục hồi rừng ngập mặn ứng phó với BĐKH hướng tới phát triển bền vững. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2008, tr. 151–168.
29. Lai, B. Cơ sở khoa học để đồng bằng sông Cửu Long thích ứng với biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2012.
30. Miyagi, T.E. Mangrove habitat dynamics and sea-level change. Tohoku University, 1998.

Diversity of mangrove vegetation and effects of sea level rise in on mangroves in Thanh Phu district and Binh Dai district, Ben Tre Province

Tran Quoc Cuong¹, Duong Hong Son², Le Xuan Tuan³

¹ Hanoi University of Natural Resources and Environment; tqcuong@hunre.edu.vn

² Water Resource Institution, MONRE; dhson.monre@gmail.com

³ Faculty of Biology, University of Science (VNU University of Science);
tuan.mangrove@gmail.com

Abstract: The study was conducted to determine species biodiversity and evaluate some biodiversity indicators of mangrove vegetation in Thanh Phu and Binh Dai districts, Ben Tre province. The results recorded 43 species of mangroves belonging to 22 families, of which 23 species of true mangroves in Thanh Phu, 17 species of true mangroves in Binh Dai and 20 species of associate mangroves. The study area has 5 groups of life forms identified as grasses, shrubs, vines, small trees, and large trees. Quantifying the biodiversity index shows that mangrove vegetation diversity fluctuates with the H' index from 0.51 to 1.26. In addition, the relationship between biodiversity of mangroves ecosystem and the impact of sea level rise is also discussed. The research results are an important scientific finding to propose solutions for management, conservation, and sustainable development of the mangrove ecosystem in the study area.

Keywords: Mangrove vegetation; Biodiversity index; Thanh Phu; Binh Dai.