

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC VÀ TÍNH CHẤT THỂ NỀN CỦA RỪNG NGẬP MẶN TRỒNG VEN BIỂN HUYỆN GIAO THỦY, TỈNH NAM ĐỊNH

Nguyễn Thị Hồng Hạnh^{1*}, Bùi Mạnh Cường²,
Trương Đức Cảnh¹, Lê Đức Trường¹, Nguyễn Quốc Hoàn³

TÓM TẮT

Nhằm góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho việc phục hồi và bảo tồn rừng ngập mặn tại khu vực ven biển tỉnh Nam Định, một số đặc điểm cấu trúc và tính chất thể nền của rừng trồng thuần loài trảng (*Kandelia obovata*), thuần loài bần chua (*Sonneratia caseolaris*) và rừng hỗn giao trồng ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định đã được đánh giá trên cơ sở xác định chiều cao, đường kính thân cây, mật độ cây và phân tích 54 mẫu đất. Kết quả nghiên cứu cho thấy, rừng trảng, rừng bần chua và rừng hỗn giao có mật độ lần lượt là 8.533 ± 1.300 cây/ha, 1.600 ± 346 cây/ha và 7.733 ± 550 cây/ha; đường kính thân lần lượt là $6,7 \pm 1,1$ cm, $23,5 \pm 1,7$ cm và $9,3 \pm 6,1$ cm; chiều cao cây lần lượt là $3,2 \pm 0,6$ m, $11,8 \pm 1,1$ m và $5,3 \pm 0,9$ m. Giữa các kiểu rừng trồng (thuần loài trảng, bần chua và rừng hỗn giao), không có sự khác nhau đáng kể giữa các đặc điểm vật lý như Eh, pH hay thành phần cơ giới của đất. Trong đó Eh của đất ở cả 3 kiểu rừng nghiên cứu dao động trong khoảng -108,2 đến -97,5 mV, pH trong khoảng 6,9 đến 7,1. Tỷ lệ các cấp hạt cát, limon và sét cũng ít thay đổi ở các kiểu rừng khác nhau. Hàm lượng mùn trong đất dao động trong khoảng 0,98 đến 1,13% và hàm lượng kali giao động trong khoảng 573,1 - 676,0 mg/kg. Hàm lượng nitơ dễ tiêu và photpho dễ tiêu ở rừng trảng lần lượt là $12,1 \pm 5,9$ mg/100 g và $91,2 \pm 38,7$ mg/kg cao hơn đáng kể so với rừng bần chua (hàm lượng nitơ và photpho dễ tiêu lần lượt là $5,4 \pm 2,0$ mg/100 g và $53,7 \pm 13,9$ mg/kg) và rừng hỗn giao (hàm lượng nitơ và photpho dễ tiêu lần lượt là $4,4 \pm 2,7$ mg/100 g và $45,7 \pm 13,4$ mg/kg). Trong khi đó hàm lượng Fe cao nhất ở rừng hỗn giao ($2.339,1 \pm 1.612,7$ mg/kg, sau đó là ở rừng bần chua ($1.670,8 \pm 1.089$ mg/kg) và thấp nhất ở rừng trảng ($936,1 \pm 443,1$ mg/kg).

Từ khóa: Mật độ cây, đường kính thân, chiều cao cây, tính chất thể nền.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng ngập mặn (RNM) là hệ sinh thái chuyển tiếp giữa môi trường biển và môi trường nước ngọt, có giá trị to lớn trong việc phòng chống bão, nước biển dâng và xâm nhập mặn. Việt Nam có 3.260 km đường bờ biển, nên việc trồng rừng, phục hồi và bảo tồn RNM có ý nghĩa vô cùng cấp thiết đối với các địa phương ven biển.

Huyện Giao Thủy là một trong ba huyện ven biển của tỉnh Nam Định, có 9 xã, trong đó có 5 xã ven biển là Giao Thiện, Giao An, Giao Lạc, Giao Xuân và Giao Hải. Kinh tế của các xã ven biển chủ yếu phát sinh từ hoạt động nông, lâm, ngư nghiệp. Từ năm 1994, chính quyền địa phương đã phát động nhân dân trồng rừng bảo vệ đê biển nhưng diện tích trồng không đáng kể. Từ năm 1997 đến nay, được sự tài trợ của Hội Chữ thập đỏ Đan Mạch và sự quan

tâm của chính quyền địa phương, diện tích rừng ngập mặn đã tăng lên đáng kể (Phan Nguyên Hồng và cộng sự, 1999).

Quá trình sinh trưởng và phát triển của các loài cây ngập mặn bị ảnh hưởng nhiều bởi các nhân tố sinh thái vô sinh như đặc tính thể nền của rừng, địa hình vùng đất, chế độ thủy triều, thủy văn, khí hậu (Saenger và Snedaker, 1993) và các nhân tố hữu sinh khác. Do đó, việc nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc của rừng như mật độ, đường kính thân, chiều cao cây và tính chất thể nền của RNM trồng tại khu vực ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định có ý nghĩa thực tiễn, góp phần cung cấp cơ sở khoa học cho các nhà quản lý để lựa chọn loài cây phù hợp trong việc trồng mới, phục hồi và bảo tồn rừng ngập mặn.

2. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 01 đến tháng 10 năm 2020, trên đối tượng là RNM trồng thuần loài trảng (*Kandelia obovata*), thuần loài bần

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

*Email: nthanh.mt@hunu.edu.vn

² Chi cục Bảo vệ Môi trường tỉnh Nam Định

³ Tổng cục Môi trường

chua (*Sonneratia caseolaris*) và rừng hỗn giao gồm trang (*Kandelia obovata*), bản chua (*Sonneratia caseolaris*) và đước vôi (*Rhizophora stylosa*) ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định. Rừng trang, rừng bản chua và rừng hỗn giao tại khu vực nghiên cứu đều trên 20 tuổi (trồng vào năm 1997), trong 3 năm đầu có trồng bổ sung để thay thế những cây chết. Sau đó không có bất kỳ biện pháp lâm sinh nào tác động nên cây ngập mặn phát triển và tái sinh tự nhiên.

Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc RNM như chiều cao, đường kính thân cây, mật độ cây và tính chất thể nền thông qua một số thông số như: thành phần cơ giới của đất, tỷ lệ mùn, nitơ dễ tiêu, photpho dễ tiêu, K, Fe, độ oxy hóa khử (Eh), pH của đất.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp bố trí thí nghiệm

+ Đối với rừng trồng thuần loài trang (*K. obovata*): Bố trí thí nghiệm tại xã Giao An 1 tuyến điều tra, trên tuyến đó bố trí 3 ô tiêu chuẩn (ÔTC). Tại xã Giao Xuân bố trí 2 tuyến điều tra, mỗi tuyến bố trí 3 ÔTC.

+ Đối với rừng trồng thuần loài bản chua (*S. caseolaris*): Bố trí thí nghiệm tại xã Giao Thiện 1 tuyến điều tra, trên tuyến đó bố trí 3 ÔTC.

+ Đối với rừng hỗn giao: Bố trí thí nghiệm tại xã Giao Thiện 2 tuyến điều tra, trên mỗi tuyến bố trí 3 ÔTC.

Như vậy tổng số ÔTC bố trí thí nghiệm là 18. Mỗi ÔTC có kích thước là 100 m² (10 m × 10 m). Khoảng cách giữa các ÔTC trên tuyến điều tra trung bình là 100 m. Tọa độ địa lý của các ÔTC tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Tọa độ địa lý các ÔTC tại khu vực nghiên cứu

Kiểu rừng	Ô tiêu chuẩn	Tọa độ địa lý	
		Kinh tuyến (Đông)	Vĩ tuyến (Bắc)
Rừng trang	GA 1.1	106°31' 45,75"	20°14' 17,24"
	GA 1.2	106°31' 45,97"	20°14' 17,13"
	GA 1.3	106°31' 46,18"	20°14' 16,91"
	GX 1.1	106°29'58,66"	20°13'40,05"
	GX 1.2	106°29'59,51"	20°13'40,88"
	GX 1.3	106°30' 0,64"	20°13' 41,17"
	GX 2.1	106°30'8,58"	20°13'47,46"
	GX 2.2	106°30' 9,26"	20°13' 47,63"
	GX 2.3	106°30'9,95"	20°13'48,03"
Rừng bản	GT 1.1	106°34'16,72"	20°14'38,48"
	GT 1.2	106°34'16,71"	20°14'37,73"
	GT 1.3	106°34'16,81"	20°14'37,5"
Rừng hỗn giao	GT 2.1	106°34' 16,81"	20°14' 37,5"
	GT 2.2	106°34' 16,71"	20°14' 37,73"
	GT 2.3	106°34' 16,72"	20°14' 38,48"
	GT 3.1	106°34' 15,01"	20°14' 30,2"
	GT 3.2	106°34'15,48"	20°14'29,83"
	GT 3.3	106°34'15,89"	20°14'29,53"

Ghi chú: GA1.1, GA1.2, GA1.3: Tuyến điều tra 1 tại xã Giao An, ÔTC 1, 2, 3; GX1.1, GX1.2, GX1.3: Tuyến điều tra 1 tại xã Giao Xuân, ÔTC 1, 2, 3; GX2.1, GX2.2, GX2.3: Tuyến điều tra 2 tại xã Giao Xuân, ÔTC 1, 2, 3; GT1.1, GT1.2, GT1.3: Tuyến điều tra 1 tại xã Giao Thiện, ÔTC 1, 2, 3; GT2.1, GT2.2, GT2.3: Tuyến điều tra 2 tại xã Giao Thiện, ÔTC 1, 2, 3; GT3.1, GT3.2, GT3.3: Tuyến điều tra 3 tại xã Giao Thiện, ÔTC 1, 2, 3.

- *Phương pháp đo đạc, đánh giá một số đặc điểm cấu trúc của rừng ngập mặn:* Đo đường kính thân cây tại vị trí cách mặt đất 0,3 m ($D_{0,3}$) bằng thước dây đo đường kính (Forestry Suppliers Metric Fabric Diameter Tape Model 283d/5m). Chiều cao thân cây được đo bằng thước mét độ chính xác đến 5 cm, bắt đầu tính từ vị trí đo đường kính đến ngọn của cây (H_{vn}). Tổng số lượng cây được đo đếm trong mỗi ÔTC (10 m × 10 m) được sử dụng để tính mật độ cây. Sau đó tính mật độ trung bình của các ÔTC trong cùng 1 kiểu rừng (Kauffman, Donato, 2012).

- *Phương pháp lấy và xử lý mẫu đất:* Trong mỗi ÔTC, sử dụng khoan lấy mẫu đất của Mỹ với Modem HUNIWILDE, có chiều dài 120 cm, được sử dụng để lấy mẫu đất lần lượt ở các độ sâu 0 - 20 cm, 20 - 50 cm; 50 - 100 cm. Sau đó đem mẫu đất về phòng thí nghiệm để xử lý và phân tích các chỉ tiêu như thành phần cơ giới của đất, chất hữu cơ, nitơ dễ tiêu, photpho dễ tiêu, K, Fe, độ oxy hóa khử (Eh), pH của đất. Tổng số mẫu đất lấy để phân tích là 54 mẫu, trong đó đất lấy từ rừng trảng là 27 mẫu, đất lấy từ

rừng bần là 9 mẫu và đất lấy từ rừng hỗn giao là 18 mẫu.

- *Phương pháp phân tích các chỉ tiêu của đất:* Xác định thể oxy hóa khử (Eh) theo TCVN 7594: 2006; pH theo TCVN 4401: 1987; hàm lượng mùn trong đất theo phương pháp Chiurin; hàm lượng nitơ (N) dễ tiêu trong đất theo TCVN 5255: 2009; hàm lượng photpho (P) dễ tiêu trong đất theo TCVN 5626: 2009; hàm lượng kali (K) dễ tiêu trong đất theo TCVN 8662:2011 và thành phần cơ giới đất theo TCVN 4193: 2014.

- *Phương pháp phân tích, thống kê và xử lý số liệu:* Số liệu đo đếm tại thực địa và phân tích trong phòng thí nghiệm được tổng hợp, mô tả, so sánh bằng phần mềm Microsoft Excel 2018 và SPSS Statistics 22.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu trúc của các kiểu rừng

Kết quả nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc rừng như: đường kính thân, chiều cao và mật độ cây được thể hiện ở bảng 2.

Bảng 2. Đặc điểm về chiều cao (H), đường kính thân (D), mật độ cây ở các kiểu rừng ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định

Kiểu rừng	Mật độ (cây/ha)	$D_{0,3}$ (cm)	H_{vn} (m)
Thuần loài trảng	8.533 ± 1.300	$6,7 \pm 1,1$	$3,2 \pm 0,6$
Thuần loài bần chua	1.600 ± 346	$23,5 \pm 1,7$	$11,8 \pm 1,1$
Rừng hỗn giao	7.733 ± 550	$9,3 \pm 6,1$	$5,3 \pm 0,9$

- *Đặc điểm về chiều cao:* Bảng 2 cho thấy, rừng trồng thuần loài bần chua có chiều cao trung bình là $11,8 \pm 1,1$ m, vượt trội hơn hẳn so với chiều cao trung bình của rừng trảng ($3,2 \pm 0,6$) m và rừng hỗn giao ($5,3 \pm 0,9$) m. Tại khu vực nghiên cứu, rừng trồng thuần loài trảng, bần chua và rừng hỗn giao được trồng cùng thời điểm, do đó các cây cùng loài có chiều cao tương đối đồng đều. Đối với rừng bần chua, vì đặc điểm sinh trưởng nhanh nên kích thước cây lớn hơn hẳn. Ngoài ra, các yếu tố lập địa thuận lợi và điều kiện môi trường của rừng bần chua chủ yếu tập trung ở vùng cửa Ba Lạt với dinh dưỡng phù sa được cung cấp liên tục từ sông Hồng cũng có thể là nguyên nhân rừng bần chua có kích thước cây lớn hơn so với cây trảng sống chủ yếu ở khu vực có lập địa cao hơn.

- *Đặc điểm về đường kính thân:* Kết quả nghiên cứu về đường kính thân cây ở các kiểu rừng (Bảng 2) cho thấy, đường kính thân ở rừng trồng thuần loài trảng nhỏ hơn so với khi trảng được trồng hỗn giao

với bần chua và được vôi. Ngược lại, đường kính thân trung bình của loài bần chua trồng ở rừng hỗn giao lại nhỏ hơn khi được trồng ở rừng thuần loài. Điều này có thể là do mật độ của rừng trồng thuần loài trảng cao hơn so với rừng trồng hỗn giao. Trong quá trình sinh trưởng, phát triển của rừng, sự cạnh tranh ánh sáng đã tác động tới sự phát triển chiều cao và đường kính của cây.

Đường kính thân cây ở các kiểu rừng ảnh hưởng nhiều bởi yếu tố tuổi rừng và mật độ phân bố. Khi mới trồng, do cây còn non, khoảng cách giữa các cây còn nhiều nên sự khép tán rừng chưa diễn ra, các cá thể cây chưa có sự cạnh tranh về ánh sáng và nguồn sống nên đường kính thân cây có sự khác biệt lớn. Khi bước vào giai đoạn chuẩn bị của quá trình khép tán rừng, hiện tượng cây cạnh tranh về ánh sáng bắt đầu diễn ra, chủ yếu tăng về chiều cao và xuất hiện các hiện tượng tự tỉa thưa cạnh. Lúc này kích thước về đường kính thân gần như không thay đổi (Nguyễn Thị Hồng Hạnh, 2009).

- **Đặc điểm về mật độ cây:** Kết quả nghiên cứu cho thấy, rừng ngập mặn trồng ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định chủ yếu là thuần loài trang (*Kandelia obovata*), thuần loài bần chua (*Sonneratia caseolaris*) và rừng trồng hỗn giao. Đối với rừng trồng thuần loài trang, mật độ cây rừng cao hơn so với rừng trồng thuần loài bần chua và rừng hỗn giao. Theo Phan Nguyên Hồng và cộng sự (1999), trang trồng thuần loài khu vực này được trồng với mật độ $0,7 \text{ m} \times 0,7 \text{ m}$, bần chua trồng với mật độ $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$, còn rừng hỗn giao bần chua trồng với mật độ $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ trồng xen với loài trang và đước vôi. Tuy nhiên, trong quá trình sinh trưởng và phát triển của cây rừng, một số cây bị chết do tác động của sóng và thủy triều khi cây mới trồng, con Hà bám vào thân cây và sâu bệnh, do vậy mật độ của cây giảm so với khi mới trồng.

Kết quả nghiên cứu về mật độ cây của rừng trồng thuần loài trang, thuần loài bần chua, rừng trồng hỗn giao gồm trang, bần và đước vôi tại khu vực nghiên cứu được thể hiện tại bảng 2 cho thấy, rừng trồng thuần loài trang có mật độ lớn nhất, trung bình 8.533 ± 1.300 cây/ha. Rừng bần chua có mật độ thấp nhất, trung bình 1.600 ± 346 cây/ha. Rừng trồng hỗn giao trang, bần chua, đước vôi có mật độ trung bình 7.733 ± 550 cây/ha và cây trang chiếm khoảng 70 - 80% trên tổng số cây.

Mật độ phân bố có sự khác biệt lớn giữa các kiểu rừng do trang thường được trồng với mật độ $0,7 \text{ m} \times 0,7 \text{ m}$ và bần chua $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$. Trong quá trình sinh trưởng, rừng trang, rừng hỗn giao mật độ có xu hướng tăng lên do sự phát triển tái sinh tự nhiên từ các trụ mầm. Bần chua thường được trồng ở khu vực cửa sông, chịu tác động trực tiếp từ sóng biển, hơn nữa do quá trình tái sinh tự nhiên diễn ra rất kém nên mật độ thường giảm hoặc không thay đổi so với lúc mới trồng.

Kết quả quan sát tại thực địa cho thấy, ở một số khu vực rừng trang có hiện tượng gãy ngọn, khô

thân và chết. Ngoài ra việc trồng trang với mật độ ban đầu quá dày mà lại không có các biện pháp làm sinh như chặt cành, tỉa thưa dẫn tới sự cạnh tranh gay gắt giữa các cá thể trong quần thể làm hạn chế sinh trưởng phát triển của cây rừng.

So sánh kết quả nghiên cứu về chiều cao, đường kính thân và mật độ cây rừng tại khu vực nghiên cứu với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự (2017) tại RNM trồng thuần loài bần chua ven biển huyện Tiên Lãng, thành phố Hải Phòng và RNM trồng hỗn giao ven biển huyện Tiên Hải, tỉnh Thái Bình thấy có sự giống nhau, cây trang có chiều cao và đường kính thân nhỏ hơn cây bần chua. Nghiên cứu của Nguyễn Hoàng Trí (1996) cho thấy, cây bần chua có đặc điểm sinh trưởng và phát triển nhanh hơn cây trang ở cùng độ tuổi, vì vậy khi trồng cây trang thường với mật độ dày hơn, cây bần chua do có đặc điểm sinh trưởng nhanh, nên thường trồng với mật độ thưa hơn. Tuy nhiên, khi so sánh đặc điểm cấu trúc của các kiểu rừng trong nghiên cứu này với đặc điểm cấu trúc của các kiểu RNM miền Nam trong nghiên cứu của Nguyễn Hoàng Trí (1986) tại rừng đước đôi (*Rhizophora apiculata*) ở Cà Mau cho thấy, cây trang và cây bần chua trồng ở miền Bắc có chiều cao thấp hơn rất nhiều so với cây đước đôi (chiều cao trung bình 20 - 25 m). Sự khác biệt này là do có sự khác nhau về đặc điểm sinh học của các loài cây, cây đước đôi có đặc điểm sinh học cao lớn hơn cây trang và cây bần chua, nhưng không thích hợp với các điều kiện lập địa ven biển miền Bắc, do đó cây đước lựa chọn trồng chủ yếu ở ven biển miền Bắc là cây trang và bần chua.

3.2. Đặc điểm tính chất thể nền của các kiểu rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu

3.2.1. Đặc điểm lý học

Kết quả đo đạc, phân tích về Eh, pH của đất trong các kiểu rừng được thể hiện ở bảng 3 và hình 1.

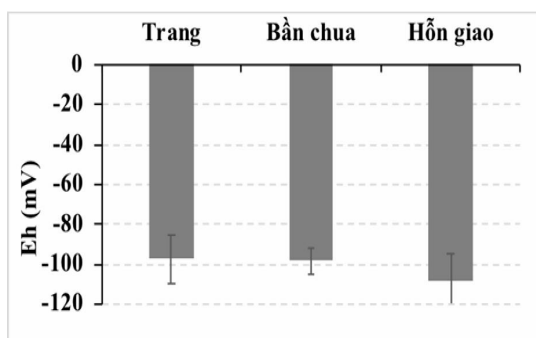
Bảng 3. Đặc điểm Eh, pH của đất ở các kiểu rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu

Kiểu rừng	Độ sâu tầng đất (cm)	Eh (mV)	pH
Thuần loài trang	0 - 20	$-85,6 \pm 5,8$	$6,7 \pm 0,1$
	20 - 50	$-96,9 \pm 5,4$	$6,9 \pm 0,2$
	50 - 100	$-109,8 \pm 5,3$	$7,2 \pm 0,2$
	Trung bình	$-97,5 \pm 12,1$	$6,9 \pm 0,3$
Thuần loài bần chua	0 - 20	$-91,8 \pm 6,2$	$6,8 \pm 0,1$
	20 - 50	$-98,0 \pm 9,2$	$7,3 \pm 0,5$

Rừng hỗn giao	50 - 100	- 104,8 ± 5,7	7,1 ± 0,2
	Trung bình	- 98,2 ± 6,5	7,1 ± 0,3
	0 - 20	- 95,6 ± 2,0	6,7 ± 0,2
	20 - 50	-107,0 ± 5,7	6,9 ± 0,3
	50 - 100	-122,1 ± 13,2	7,1 ± 0,2
	Trung bình	- 108,2 ± 13,3	6,9 ± 0,2

- *Eh của đất*: Kết quả nghiên cứu tại bảng 3 cho thấy, Eh của đất không có sự khác nhau nhiều giữa các kiểu rừng, nguyên nhân có thể là do các kiểu rừng phân bố ở khu vực ven biển huyện Giao Thủy tương đồng về chế độ thủy triều dẫn đến, đất bị yếm khí lớn. Eh của đất có xu hướng giảm dần theo độ sâu tầng đất. Ở rừng thuần loài trang, Eh của đất dao động từ - 85,6 đến - 109,8 mV; ở rừng thuần loài bần chua, giá trị Eh dao động từ - 91,8 đến - 104,8 mV; ở rừng hỗn giao, giá trị Eh dao động từ - 95,6 đến - 122,1 mV. Kết quả nghiên cứu và sự giảm dần Eh từ tầng trên xuống các lớp đất sâu hơn cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Hạnh (2009); Phạm Hồng Tĩnh và các cộng sự (2019).

So sánh giá trị Eh của đất ở các kiểu rừng cho thấy, nền đất ở khu vực nghiên cứu có độ yếm khí lớn, tại rừng trang và rừng bần chua độ oxy hoá khử trung bình lần lượt là (- 97,5 ± 12,1) mV; (- 98,2 ± 6,5) mV. Rừng hỗn giao có độ yếm khí lớn nhất với (- 108,2 ± 13,3) mV (Hình 1).

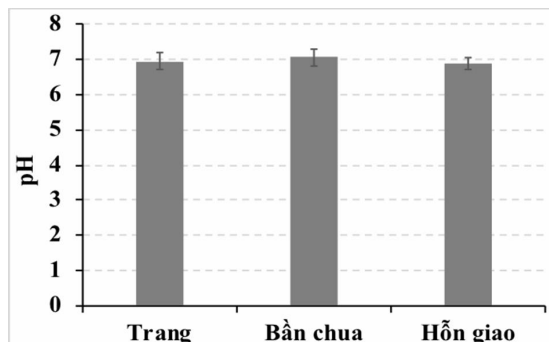


Hình 1. So sánh Eh của đất ở các kiểu rừng khu vực nghiên cứu

- *pH của đất*: Kết quả đo pH (Bảng 3) cho thấy, ở rừng thuần loài trang pH dao động từ 6,7 - 7,2; ở khu vực rừng thuần loài bần chua, pH có mức dao động lớn hơn từ 6,8 - 7,3; ở khu vực rừng hỗn giao, pH lại có mức dao động từ 6,7 - 7,1.

So sánh pH của đất ở các kiểu rừng khu vực nghiên cứu cho thấy, giá trị pH của đất ở các kiểu rừng không có sự khác biệt và đều nằm trong khoảng trung tính và kiềm nhẹ (pH = 6,9 - 7,1). Cụ

thể: Ở rừng trang pH đất trung bình là 6,9 ± 0,3; rừng bần chua có giá trị 7,1 ± 0,3 và rừng hỗn giao 6,9 ± 0,2 (Hình 2).



Hình 2. So sánh pH của đất ở các kiểu rừng khu vực nghiên cứu

Nhìn chung, đất RNM ở khu vực ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định ở mức trung tính và kiềm nhẹ, thích hợp cho sự sinh trưởng và phát triển của cây ngập mặn. Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Hạnh (2009) khi nghiên cứu pH trong đất rừng trang (*K. obovata*) trồng tại xã Giao Lạc, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định.

- *Thành phần cơ giới của đất*: Kết quả nghiên cứu thành phần các cấp hạt của đất (Bảng 4) cho thấy, có sự khác nhau giữa thành phần cấp hạt. Ở rừng thuần loài trang, thuần loài bần chua và rừng hỗn giao, loại đất chiếm đa số là đất cát pha và đất thịt pha cát. Rừng trang, từ độ sâu 0 - 100 cm, tỷ lệ cát chiếm 42,6 - 49,4%, tỷ lệ limon 30,5 - 39,9% và tỷ lệ sét là 17,5 - 23,7%. Rừng bần chua, độ sâu từ 0 - 100 cm, tỷ lệ cát 36,3 - 55,4%, tỷ lệ limon 29,3 - 46,6% và tỷ lệ sét 15,3 - 21,3%. Tương tự, rừng trồng hỗn giao, tỷ lệ cát 41,4 - 46,8%, tỷ lệ limon 36,7 - 43,7% và tỷ lệ sét chỉ chiếm 12,8 - 21,9%.

Khu vực nghiên cứu, thuộc bãi bồi gần cửa sông Hồng, nên hàm lượng phù sa được bồi đắp liên tục kết hợp có sự biến động tương đối lớn về dòng chảy và thủy triều nên hàm lượng cát ở đây khá cao khoảng 40 - 50%, thành phần limon chiếm từ 30 - 45% và sét chỉ chiếm khoảng 15 - 20%.

Bảng 4. Tỷ lệ các cấp hạt của đất theo độ sâu ở rừng trang, bản chua và rừng hỗn giao

Kiểu rừng	Độ sâu tầng đất (cm)	Tỷ lệ cấp hạt (%)		
		Cát (> 0,05 mm)	Limon (0,05 - 0,002 mm)	Sét (< 0,002 mm)
Thuần loài trang	0 - 20	44,2 ± 10,8	32,1 ± 11,3	23,7 ± 10,9
	20 - 50	49,4 ± 11,3	30,5 ± 11,6	20,1 ± 8,5
	50 - 100	42,6 ± 12,8	39,9 ± 16,0	17,5 ± 10,8
	Trung bình	45,4 ± 3,6	34,2 ± 5,0	20,4 ± 3,1
Thuần loài bản chua	0 - 20	36,3 ± 15,5	46,6 ± 27,0	17,0 ± 11,9
	20 - 50	45,3 ± 18,9	33,4 ± 29,7	21,3 ± 11,7
	50 - 100	55,4 ± 21,2	29,3 ± 23,4	15,3 ± 7,8
	Trung bình	45,7 ± 9,5	36,5 ± 9,0	17,9 ± 3,1
Rừng hỗn giao	0 - 20	43,6 ± 8,3	43,7 ± 8,6	12,8 ± 2,4
	20 - 50	41,4 ± 11,2	36,7 ± 13,0	21,9 ± 6,0
	50 - 100	46,8 ± 15,7	37,1 ± 18,6	16,1 ± 7,3
	Trung bình	43,9 ± 2,7	39,2 ± 3,9	16,9 ± 4,6

3.2.2. Đặc điểm hoá học của đất

Kết quả phân tích xác định tỷ lệ mùn, hàm lượng nitơ dễ tiêu, photpho dễ tiêu, kali dễ tiêu và sắt trong đất ở các kiểu rừng được thể hiện tại bảng 5.

Tỷ lệ mùn (%) trong đất: Tỷ lệ mùn trong đất ở các kiểu rừng có xu hướng giảm dần theo độ sâu tầng đất. Sự biến thiên lượng mùn trong đất ở các khoảng độ sâu 0 - 20 cm và 50 - 100 cm là rất rõ rệt.

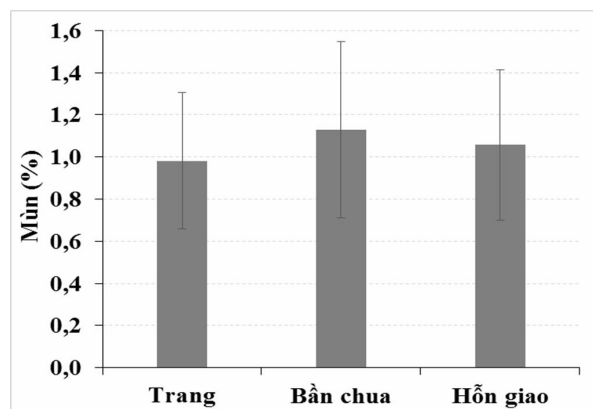
Sự khác biệt này cho thấy độ sâu của đất ảnh hưởng lớn đến sự phân bố hàm lượng mùn trong đất RNM. Càng xuống tầng đất phía dưới thì lượng mùn càng giảm rõ so với tầng đất mặt. Ở rừng trồng thuần loài trang lượng mùn dao động từ 0,7 - 1,3%, giá trị trung bình là 0,98 ± 0,3%; rừng bản chua dao động từ 0,7 - 1,6%, giá trị trung bình là 1,13 ± 0,4%; rừng hỗn giao từ 0,8 - 1,5%, giá trị trung bình là 1,06 ± 0,4%.

Bảng 5. Tỷ lệ mùn và hàm lượng nitơ (N) dễ tiêu, photpho (P) dễ tiêu, kali (K) dễ tiêu và sắt (Fe) trong đất ở các kiểu rừng

Kiểu rừng	Độ sâu tầng đất (cm)	Mùn (%)	N (mg/100 g)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Fe (mg/kg)
Thuần loài trang	0 - 20	1,3 ± 0,1	17,8 ± 2,2	124,8 ± 15,1	729,3 ± 118,3	1440,5 ± 65,8
	20 - 50	1,0 ± 0,1	12,6 ± 2,7	99,8 ± 19,6	563,0 ± 133,4	758,5 ± 49,8
	50 - 100	0,7 ± 0,1	6,1 ± 1,6	48,9 ± 10,4	427,1 ± 98,7	609,4 ± 56,1
	Trung bình	0,98 ± 0,3	12,1 ± 5,9	91,2 ± 38,7	537,1 ± 151,4	936,1 ± 443,1
Thuần loài bản chua	0 - 20	1,6 ± 0,2	7,4 ± 2,4	68,8 ± 5,6	789,0 ± 37,3	2913,3 ± 559,1
	20 - 50	1,1 ± 0,1	5,5 ± 1,3	51,0 ± 14,1	719,7 ± 49,3	1222,3 ± 496,9
	50 - 100	0,7 ± 0,1	3,4 ± 0,8	41,4 ± 4,1	519,2 ± 28,8	876,7 ± 112,4
	Trung bình	1,13 ± 0,4	5,4 ± 2,0	53,7 ± 13,9	676,0 ± 140,1	1670,8 ± 1089,8
Rừng hỗn giao	0 - 20	1,5 ± 0,1	7,4 ± 1,0	60,5 ± 6,6	741,7 ± 58,0	4122,0 ± 203,5
	20 - 50	1,0 ± 0,1	3,8 ± 1,5	42,1 ± 2,7	633,0 ± 59,8	1913,1 ± 488,2
	50 - 100	0,8 ± 0,1	2,1 ± 0,6	34,5 ± 2,1	503,4 ± 15,8	982,3 ± 46,2
	Trung bình	1,06 ± 0,4	4,4 ± 2,7	45,7 ± 13,4	626,0 ± 119,3	2339,1 ± 1612,7

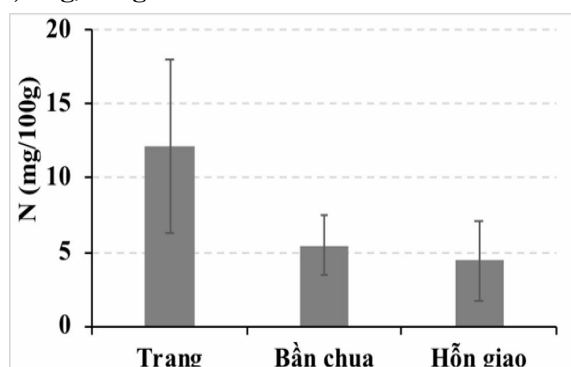
So sánh tỷ lệ mùn trong đất ở các kiểu rừng với thang đánh giá hàm lượng mùn trong đất cho thấy, tỷ lệ mùn trong đất khu vực nghiên cứu ở mức trung bình, dao động từ 0,98% đến 1,13% (Hình 3).

Sự tích lũy hàm lượng mùn trong đất RNM được hình thành từ bốn nguồn chính: Lượng rơi rụng của thực vật ngập mặn, lượng phù sa bồi đắp từ các con sông, trầm tích biển đưa vào và lượng mùn có trong rễ cây.



Hình 3. So sánh tỷ lệ mùn trong đất ở các kiểu rừng tại khu vực nghiên cứu

Hàm lượng nitơ dễ tiêu trong đất: Tương tự lượng mùn trong đất rừng, hàm lượng nitơ một phần được cung cấp từ sự phân huỷ lượng rơi của cây rừng, phù sa từ các con sông, trầm tích từ biển và đặc biệt là lượng thức ăn dư thừa từ hoạt động nuôi trồng thủy sản. Hàm lượng nitơ giảm dần rõ rệt theo độ sâu tầng đất, cụ thể: Ở rừng trảng hàm lượng nitơ dao động từ 6,1 - 17,8 mg/100 g; rừng bần chua có khoảng dao động thấp hơn từ 3,4 - 7,4 mg/100 g; rừng hồn giao hàm lượng nitơ giảm dao động từ 2,1 - 7,4 mg/100 g.



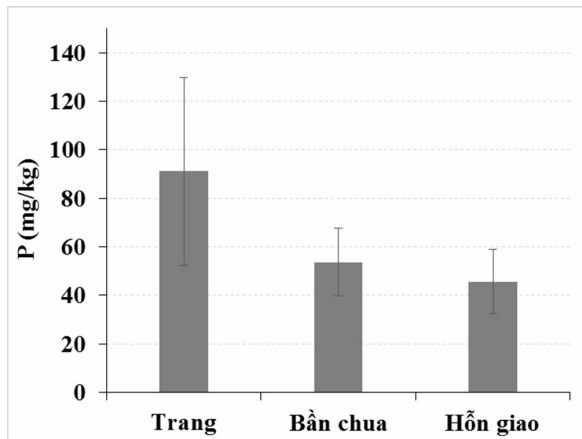
Hình 4. So sánh hàm lượng nitơ trong đất ở các kiểu rừng tại khu vực nghiên cứu

So sánh hàm lượng nitơ trong đất ở các kiểu rừng khu vực nghiên cứu cho thấy, hàm lượng nitơ có sự khác biệt lớn giữa rừng trảng (giá trị trung bình với $12,1 \pm 5,9$ mg/100 g), so với rừng bần chua (giá trị trung bình với $5,4 \pm 2,0$ mg/100 g), rừng hồn giao (giá trị trung bình với $4,4 \pm 2,7$ mg/100 g) (Hình 4).

Rừng bần chua và rừng hồn giao có hàm lượng nitơ trong đất thấp hơn so với rừng trảng. Điều này có thể lý giải rằng: Qua quá trình phân hủy lượng rơi (cành, lá,... rụng) của rừng sẽ cung cấp một lượng nitơ đáng kể cho đất rừng, do sự khác biệt về mật độ, rừng trảng có mật độ cao hơn rừng bần chua và rừng hồn giao (Bảng 2), đồng thời theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự (2017) về sinh khối của rừng trồng thuần loài trảng, bần chua và rừng trồng hỗn giao cho thấy, sinh khối trên mặt đất (thân, cành, lá) và sinh khối dưới mặt đất (rễ) của rừng trảng cao hơn so với rừng thuần loài bần chua và rừng hồn giao, điều này có thể là một trong lý do dẫn đến hàm lượng nitơ trong đất có sự khác biệt giữa các kiểu rừng.

Hàm lượng photpho dễ tiêu: Rừng trảng có hàm lượng photpho trong tầng đất 0 - 20 cm là 124,8 mg/kg, giảm xuống còn 48,9 mg/kg ở tầng đất 50 - 100 cm. Rừng bần chua có hàm lượng photpho trong đất cũng có xu hướng giảm dần theo độ sâu của đất, từ 68,8 mg/kg ở tầng đất 0 - 20 cm, giảm xuống còn 41,4 mg/kg ở tầng đất 50 - 100 cm. Rừng hồn giao hàm lượng photpho trong đất giảm từ 60,5 mg/kg ở độ sâu 0 - 100 cm, xuống còn 34,5 mg/kg ở tầng đất 50 - 100 cm. Photpho trong đất RNM được cung cấp chủ yếu từ phù sa các cửa sông đưa ra, mùn bã hữu cơ của RNM và hệ động vật đáy vùng triều (Nguyễn Đức Cự, 1991). Mùn bã hữu cơ ở đây chính là thành phần vật rụng, thay đổi theo mùa và có mối tương quan với độ mặn nước ở trầm tích các tầng.

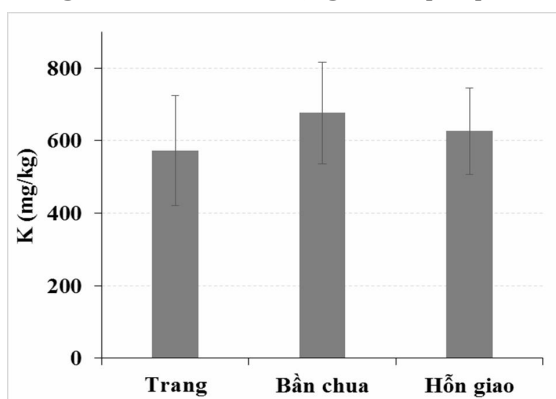
So sánh hàm lượng photpho trung bình trong đất ở các kiểu rừng cho thấy, rừng trảng có hàm lượng photpho trung bình trong đất đạt giá trị cao nhất là $91,2 \pm 38,7$ mg/kg; tiếp theo là rừng bần chua với giá trị trung bình là $53,7 \pm 13,9$ mg/kg và thấp nhất là rừng hồn giao với $45,7 \pm 13,4$ mg/kg (Bảng 5, Hình 5). Khác với hàm lượng mùn và nitơ trong đất, hàm lượng photpho trong đất nằm trong khoảng 50 - 100 mg/kg, đã được đánh giá ở mức nghèo đến trung bình (Lê Văn Khoa và cộng sự, 2005).



Hình 5. So sánh hàm lượng photpho trong đất ở các kiểu rừng

Hàm lượng photpho trong đất rừng trang có giá trị cao hơn rừng bần chua và rừng hồn giao, điều này là do mật độ của rừng trang cao hơn, lượng rơi rụng của rừng và lượng rễ chết của cây đã cung cấp cho đất rừng hàm lượng các chất nhiều hơn các kiểu rừng khác.

Hàm lượng kali để tiêu: Đối với rừng trang hàm lượng kali dao động từ 427,1 đến 729,3 mg/kg, với hàm lượng trung bình là $537,1 \pm 151,4$ mg/kg. Ở rừng bần chua cũng có xu hướng tương tự với mức dao động từ 519,2 - 789,0 mg/kg, giá trị trung bình với $676,0 \pm 140,1$ mg/kg. Ở rừng hồn giao hàm lượng kali dao động từ 503,4 - 741,7 mg/kg, giá trị trung bình với $626,0 \pm 119,3$ mg/kg. Hàm lượng kali cũng thay đổi theo độ sâu. Kết quả nghiên cứu này cũng hoàn toàn phù hợp với kết luận của Phạm Hồng Tĩnh và cộng sự (2019) về sự thay đổi hàm lượng kali trong đất và hàm lượng kali trong đất cao hơn khoảng 10 lần so với hàm lượng nitơ và photpho.

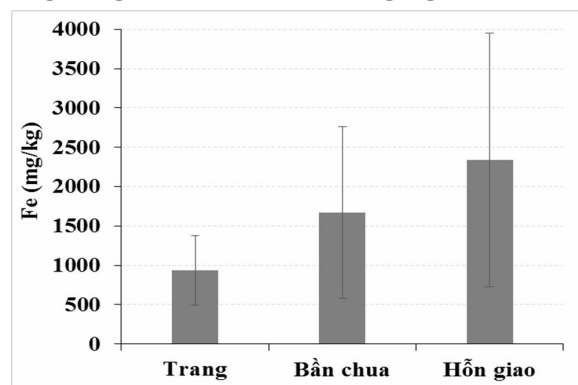


Hình 6. So sánh hàm lượng kali trong đất ở các kiểu rừng tại khu vực nghiên cứu

So sánh hàm lượng kali trong đất ở các kiểu rừng tại khu vực nghiên cứu cho thấy, ở rừng trang, bần chua và rừng hồn giao hàm lượng kali không có sự chênh lệch nhiều, dao động từ 573,1 – 676,0 mg/kg (Bảng 5, Hình 6). So sánh với kết quả nghiên cứu tại RNM của Ba Lạt của Phạm Hồng Tĩnh và cộng sự (2019) cho thấy, kết quả nghiên cứu này là tương tự nhau, hàm lượng kali trong đất RNM ở các kiểu rừng đều ở mức giàu.

Hàm lượng sắt trong đất: Bảng 5 cho thấy, hàm lượng Fe trong đất ở các kiểu rừng cũng có xu hướng giảm theo độ sâu của đất. Ở rừng trang, hàm lượng Fe trong đất giảm từ $1.440,5 \pm 65,8$ mg/kg ở tầng đất 0 - 20 cm, xuống còn $609,4 \pm 56,1$ mg/kg ở tầng đất 50 - 100 cm. Ở rừng bần chua, hàm lượng Fe trong đất giảm từ $2.913,3 \pm 559,1$ mg/kg xuống còn $876,7 \pm 112,4$ mg/kg. Ở rừng hồn giao, hàm lượng Fe trong đất cao hơn so với rừng trang và rừng bần chua, hàm lượng Fe ở độ sâu 0 - 20 cm là $4.122,0 \pm 203,5$ mg/kg xuống còn $982,3 \pm 46,2$ mg/kg.

So sánh hàm lượng Fe trong đất giữa các kiểu rừng cho thấy, rừng trang có hàm lượng Fe trung bình trong đất khoảng $936,1 \pm 443,1$ mg/kg thấp hơn so với rừng bần chua ($1.670,8 \pm 1.089,8$ mg/kg) và rừng hồn giao ($2.339,1 \pm 1.612,7$ mg/kg) (Hình 7).



Hình 7. So sánh hàm lượng Fe trong đất ở các kiểu rừng tại khu vực nghiên cứu

Cũng giống tỷ lệ mùn, hàm lượng nitơ, photpho trong đất rừng, hàm lượng Fe một phần được cung cấp từ sự phân huỷ lượng rơi (cành, lá,... rụng của cây rừng), lượng phù sa từ các con sông, trầm tích từ biển và đặc biệt là lượng thức ăn dư thừa từ hoạt động nuôi trồng thủy sản.

4. KẾT LUẬN

Rừng trồng thuần loài trang (*Kandelia obovata*), thuần loài bần chua (*Sonneratia caseolaris*) và rừng

hỗn giao trồng ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định có mật độ lần lượt là 8.533 ± 1.300 cây/ha, 1.600 ± 346 cây/ha và 7.733 ± 550 cây/ha; đường kính thân cây lần lượt là $6,7 \pm 1,1$ cm, $23,5 \pm 1,7$ cm và $9,3 \pm 6,1$ cm; chiều cao cây lần lượt là $3,2 \pm 0,6$ m, $11,8 \pm 1,1$ m và $5,3 \pm 0,9$ m.

Các đặc điểm vật lý (Eh, pH, thành phần cơ giới của đất), hoá học (hàm lượng mùn, N dễ tiêu, P dễ tiêu, K dễ tiêu và Fe) của đất ở rừng thuần loài trang, bần chua và rừng hỗn giao tại khu vực nghiên cứu có xu hướng giảm dần theo độ sâu tầng đất.

Giữa các kiểu rừng trồng, không có sự khác nhau đáng kể giữa các đặc điểm vật lý như Eh, pH hay thành phần cơ giới của đất. Trong đó Eh của đất ở cả 3 kiểu rừng nghiên cứu dao động trong khoảng -108,2 đến -97,5 mV, pH trong khoảng 6,9 đến 7,1. Tỷ lệ các cấp hạt cát, limon và sét cũng ít thay đổi ở các kiểu rừng khác nhau.

Hàm lượng mùn trong đất ở các kiểu rừng dao động trong khoảng 0,98 - 1,13% và hàm lượng kali dễ tiêu dao động trong khoảng 573,1 - 676,0 mg/kg. Hàm lượng nitơ và photpho dễ tiêu ở rừng trang lần lượt là $12,1 \pm 5,9$ mg/100 g và $91,2 \pm 38,7$ mg/kg cao hơn đáng kể so với rừng bần chua (hàm lượng nitơ và photpho dễ tiêu lần lượt là $5,4 \pm 2,0$ mg/100 g và $53,7 \pm 13,9$ mg/kg) và rừng hỗn giao (hàm lượng nitơ và photpho dễ tiêu lần lượt là $4,4 \pm 2,7$ mg/100 g và $45,7 \pm 13,4$ mg/kg). Trong khi đó hàm lượng Fe cao nhất ở rừng hỗn giao ($2.339,1 \pm 1.612,7$ mg/kg), sau đó là ở rừng bần chua ($1.670,8 \pm 1.089$ mg/kg) và thấp nhất ở rừng trang ($936,1 \pm 443,1$ mg/kg).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Cự, 1991. Một số đặc điểm địa hóa trầm tích rừng ngập mặn ven biển miền Bắc Việt Nam. Tuyển tập Tài nguyên và Môi trường biển T.I, tr. 54 - 59.
2. Nguyễn Thị Hồng Hạnh, 2009. Nghiên cứu khả năng tích lũy cacbon của rừng trang (*Kandelia obovata* Sheue, Liu & Yong) trồng ven biển huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định. Luận án tiến sĩ sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
3. Nguyễn Thị Hồng Hạnh (Chủ biên), Phạm Hồng Tính, 2017. Sách chuyên khảo: "Định lượng carbon trong rừng ngập mặn trồng vùng ven biển miền Bắc Việt Nam". NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
4. Phan Nguyên Hồng (chủ biên), Trần Văn Ba, Viên Ngọc Nam, Hoàng Thị Sản, Vũ Trung Tạng, Lê Thị Trê, Nguyễn Hoàng Trí, Mai Sỹ Tuấn, Lê Xuân Tuấn, 1999. *Rừng ngập mặn Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 205 tr.
5. Kauffman J. B. and Donato D. C., 2012. Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia.
6. Lê Văn Khoa, Nguyễn Cự, Trần Thiện Cường và Nguyễn Xuân Huân, 2005. Đất ngập nước. *Nhà xuất bản Giáo dục*. Hà Nội, 206 trang.
7. Saenger P & Snedaker S. C., 1993. Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. *Oecologia*, 96 (3): 293-299.
8. Phạm Hồng Tính, Võ Văn Thành, Lê Đắc Trường, Bùi Thị Thư, Nguyễn Thị Hồng Hạnh, 2019. Một số đặc điểm lý, hóa học của đất rừng ngập mặn tại khu vực bãi bồi cửa Ba Lạt, tỉnh Nam Định và Thái Bình. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT. Số 5/2019: 216 - 222.
9. Nguyễn Hoàng Trí, 1986. Góp phần nghiên cứu sinh khối và năng suất quần xã rừng được đổi (*Rhizophora apiculata*) ở Cà Mau, tỉnh Minh Hải. Luận án tiến sĩ sinh học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.
10. Nguyễn Hoàng Trí, 1996. Thực vật rừng ngập mặn Việt Nam. Trường Trung học Kỹ thuật in Hà Nội, 79 trang.
11. TCVN 4401: 1987 Chất lượng đất - Xác định pH trong đất.
12. TCVN 4193: 2014: Tiêu chuẩn Quốc gia về chất lượng đất - Xác định thành phần cấp hạt trong đất.
13. TCVN 5255: 2009: Tiêu chuẩn Quốc gia về chất lượng đất - Phương pháp xác định hàm lượng nitơ dễ tiêu trong đất.
14. TCVN 5626: 2009: Tiêu chuẩn Quốc gia về chất lượng đất - Xác định photpho dễ tiêu trong đất.
15. TCVN 7594 : 2006 Chất lượng đất - Xác định thể oxy hóa khử trong đất.
16. TCVN 8662: 2011: Tiêu chuẩn Quốc gia về chất lượng đất - Xác định kali dễ tiêu trong đất.

SOME STRUCTURAL CHARACTERISTICS AND SOIL PROPERTIES OF COASTAL MANGROVE FOREST
PLANTED IN GIAO THUY DISTRICT, NAM DINH PROVINCE

Nguyen Thi Hong Hanh^{1*}, Bui Manh Cuong², Truong Duc Canh¹,
Le Duc Truong¹, Nguyen Quoc Hoan³

¹Hanoi University of Natural Resources and Environment

²Nam Dinh province Environmental Protection Agency

³Vietnam Environment Administration

*Email: nthhanh.mt@hunre.edu.vn

Summary

In order to provide a scientific basis for mangrove reforestation, restoration and conservation in the coastal area of Nam Dinh province, some structural characteristics and physicochemical properties of mangrove *Kandelia obovata*, *Sonneratia caseolaris* and mixed species planted in Giao Thuy district, Nam Dinh province were evaluated on the basis of field measurements of tree height, stem diameter, density and laboratory analysis of 54 soil samples. Research results show that mangrove *Kandelia obovata*, *Sonneratia caseolaris* and mixed species have density $8,533 \pm 1,300$ trees/ha, $1,600 \pm 346$ trees/ha and $7,733 \pm 550$ trees/ha, respectively; stem diameters were 6.7 ± 1.1 cm, 23.5 ± 1.7 cm and 9.3 ± 6.1 cm, respectively; and tree heights were 3.2 ± 0.6 m, 11.8 ± 1.1 m and 5.3 ± 0.9 m, respectively. Among the species (*Kandelia obovata*, *Sonneratia caseolaris* and mixed species), there is no significant differences in physical properties such as Eh, pH or soil texture. In which, Eh of all 3 studied forest types ranged from -108.2 to -97.5 mV, pH ranged from 6.9 to 7.1. The proportions of sand, limon and clay grain also have little change in different forest types. The humus contents were in the range of 0.98 - 1.13% and the potassium content ranged from 573.1 to 676.0 mg/kg. The nitrogen and phosphorus contents in mangrove *K. obovata* were 12.1 ± 5.9 mg/100 g and 91.2 ± 38.7 mg/kg, respectively, which was significantly higher than that of the mangrove *S. caseolaris* (nitrogen and phosphorus were 5.4 ± 2.0 mg/100 g and 53.7 ± 13.9 mg/kg, respectively) and mixed species (nitrogen and phosphorus were 4.4 ± 2.7 mg/100 g and 45.7 ± 13.4 mg/kg, respectively). Meanwhile, Fe content was highest in mixed species ($2,339.1 \pm 1,612.7$ mg/kg), followed by *K. obovata* ($1,670.8 \pm 1,089$ mg/kg) and lowest in *S. caseolaris* (936.1 ± 443.1 mg/kg).

Keywords: Tree density, stem diameter, tree height, soil properties.

Người phản biện: PGS.TS. Phùng Văn Khoa

Ngày nhận bài: 13/10/2020

Ngày thông qua phản biện: 13/11/2020

Ngày duyệt đăng: 20/11/2020