

NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA MÔI TRƯỜNG ĐẤT VÀ NƯỚC ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ CHỈ SỐ CẤU TRÚC CỦA RỪNG BẮN TRẮNG (*Sonneratia alba* J. Smith) TRỒNG Ở TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Lê Thanh Quang^{1,*}, Thái Thành Lượm²

TÓM TẮT

Nghiên cứu tác động của môi trường đất và nước đến sinh trưởng của rừng Bắn trắng (*Sonneratia alba* J. Smith) trồng ở tỉnh Thừa Thiên Huế gồm các nghiên cứu sinh trưởng Bắn trắng trên những lập địa khác nhau; đất dưới tán rừng trồng, quan hệ sinh trưởng của đất và nước với rừng trồng, quan hệ giữa rừng trồng với đất và nước. Phương pháp nghiên cứu bố trí các thí nghiệm trên các dạng lập địa; phân tích sinh trưởng trên các lập địa; xác định tính chất đất và nước dưới tán rừng, phân tích mối liên hệ một số đặc tính đất và nước với sinh trưởng. Kết quả nghiên cứu xác định sinh trưởng của rừng trên những lập địa khác nhau của rừng trồng; các chỉ số phức hệ và chỉ số cạnh tranh của rừng, trữ lượng gỗ và sinh khối; ảnh hưởng của lập địa đến tính ổn định của rừng; đặc tính của đất dưới tán rừng; quan hệ giữa đặc tính của đất với sinh trưởng của rừng. Mối quan hệ giữa nước với rừng trồng. Quan hệ giữa rừng trồng với đặc tính của đất và nước. Đề xuất áp dụng các kết quả nghiên cứu về lập địa; kỹ thuật trồng; trồng rừng để bảo vệ môi trường cửa sông và ven biển. Kết quả nghiên cứu cho thấy, lập địa I và II là có hiệu quả, trồng rừng Bắn trắng có thể làm thay đổi Al^{3+} và sắt Fe^{2+} và SO_4^{2-} cải thiện được môi trường ở tầng đất từ 0 - 50 cm; đặc tính nước cũng có khả năng cải thiện môi trường là Al^{3+} , Fe^{2+} và SO_4^{2-} ; sinh trưởng rừng trồng Bắn trắng phụ thuộc vào hàm lượng N, P và Al^{3+} trong tầng đất từ 0 - 50 cm; sự sinh trưởng Bắn trắng phụ thuộc vào đặc tính của nước như độ mặn, Al^{3+} , Fe^{2+} và hàm lượng SO_4^{2-} . Các vấn đề trên góp phần định hướng chọn loại cây trồng phù hợp cho trồng rừng ở tỉnh Thừa Thiên Huế và các vùng trồng rừng miền Trung có điều kiện đất đai ngập mặn tương tự.

Từ khóa: Môi trường đất, môi trường nước, sinh trưởng rừng non, cây Bắn trắng, Thừa Thiên Huế, miền Trung.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình sống, thực vật lại trả lại đất các chất khoáng và nước, đồng thời thải ô xy và nước vào không khí. Vì thế, rừng và môi trường (khí hậu, địa hình, đất, hoạt động của con người...) có mối liên hệ chặt chẽ với nhau [1, 2].

Ảnh hưởng của rừng ngập mặn (RNM) đến môi trường là mối quan tâm của các nhà sinh thái học và lâm học, các nhà quản lý và bảo vệ môi trường, các nhà thủy lợi... Những thông tin về mối quan hệ giữa rừng và môi trường giúp cho các nhà khoa học xây dựng nguyên lý về rừng và các phương thức lâm sinh. Các nhà quản lý và bảo vệ môi trường sử dụng những thông tin này để quản lý môi trường và xây dựng các biện pháp xử lý môi trường. Các nhà thủy lợi sử dụng những thông tin này để xây dựng các biện pháp phòng chống lũ và lụt, hạn chế xâm thực và xói lở đất ven sông và ven biển...

Các kết quả nghiên cứu về RNM ở Việt Nam của Thái Văn Trùng (1999) [3], Phan Nguyên Hồng và cs (1999) [4], Ngô Đình Quế (2003) [5], Viên Ngọc Nam (1998) [6], Nguyễn Hoàng Trí (1999) [7], Đặng Công Bửu (2006) [8] đã tiến hành xác định vùng phân bố, thành phần loài, cấu trúc, sinh trưởng, lập địa, kỹ thuật gieo ươm, trồng, năng suất, chu trình vật chất ở RNM nhưng chưa làm rõ động thái, mối quan hệ giữa đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của RNM. Chính vì vậy, nghiên cứu tác động của môi trường đất, nước đến sinh trưởng và chỉ số cấu trúc của rừng Bắn trắng (*Sonneratia alba* J. Smith) trồng ở tỉnh Thừa Thiên Huế là rất cần thiết.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Xác định lập địa thích hợp để trồng rừng Bắn trắng

Phân chia 3 dạng lập địa chính theo tiêu chí (I) thời gian phơi bãi, mức ngập triều (giờ/ngày), (II) độ mặn trung bình (‰) và (III) thành phần cơ giới và độ thành thực của đất. Để xác định ảnh

¹ Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Bộ

² Trường Đại học Kiên Giang

*Email: quangfssiv@yahoo.com

hưởng của lập địa đến rừng Bần trắng thực hiện: Trồng rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa. Lập địa bao gồm ba dạng (I, II và III) theo phân loại của Ngô Đình Quế (2003) [5]. Bần trắng được trồng từ cây con 6 tháng tuổi. Gieo ươm trong túi bầu polyethylene kích thước 25 x 30 cm. Cây con đem trồng là những cây sinh trưởng tốt, thân thẳng và không bị sâu, bệnh; đường kính gốc (D_0) và chiều cao (H) lớn hơn 0,5 cm và 50 cm. Thời điểm trồng rừng Bần trắng trung tuần tháng 3. Thời điểm trồng rừng Bần trắng trong ngày là lúc nước thủy triều xuống thấp nhất. Cây con được trồng theo hàng. Các hàng cây được bố trí theo hướng vuông góc với bờ biển. Mật độ trồng rừng ban đầu là 3.300 cây/ha (1,5 x 2,0 m). Cây con được cố định bằng 3 cọc tre với đường kính từ 2 - 3 cm và chiều cao 100 - 150 cm. Các cọc được cắm sâu 40 - 60 cm; sau đó cây con được buộc vào cọc ở vị trí 2/3 thân. Ô thí nghiệm được bảo vệ bằng hàng rào tre để làm giảm sóng lớn và chắn rong rêu. Các thí nghiệm trên mỗi dạng lập địa được bố trí lặp lại 3 lần. Lô thí nghiệm có dạng hình chữ nhật với diện tích 300 m² (15 x 20 m). Thu thập số liệu sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng. Sự thay đổi của lập địa được đánh giá sau 6 tháng và 1 - 4 năm sau khi trồng. Sinh trưởng của rừng Bần trắng trên mỗi dạng lập địa được đo đếm 30 cây trong ô mẫu 100 m² (10 x 10 m); mỗi lần lặp của một dạng lập địa là 10 cây. Các ô mẫu phân bố ở trung tâm của lô thí nghiệm. Ảnh hưởng của dạng lập địa đến rừng được đánh giá thông qua tỷ lệ sống (TLS%), sinh trưởng, chất lượng và tính ổn định của rừng trồng sau 4 năm trồng. Chỉ tiêu nghiên cứu là mật độ hiện còn (N, cây), đường kính gốc (D_0 , cm), chiều cao toàn thân (H, cm), đường kính tán (D_T , cm), sinh khối (B, kg), phẩm chất hay chất lượng cây (tốt, trung bình, xấu).

2.2. Xác định đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng

Làm rõ đặc tính của đất trống trước khi trồng rừng và đất dưới tán rừng trồng Bần trắng từ 1 - 4 tuổi trên mỗi dạng lập địa được xác định từ 3 phẫu diện đất; trong đó mỗi phẫu diện đại diện cho 1 lần lặp. Các phẫu diện được bố trí ở trung tâm của các lô thí nghiệm. Kích thước phẫu diện đất là 70 x 150

cm (rộng, dài). Các mẫu đất chỉ được thu thập ở hai lớp 0 - 20 cm và 20 - 50 cm. Mỗi lớp đất thu thập 0,5 - 1,0 kg. Đặc tính của đất trống và đất dưới tán rừng trồng đánh giá thông qua các chỉ tiêu: pH_{H₂O}, pH_{KCl}, mùn (%), đạm tổng số (N %), photpho (P₂O₅ %), kali (K₂O %), Al³⁺ (me/100 g), Fe²⁺ (me/100 g), SO₄²⁻ (me/100 g), thành phần cơ giới (% tỷ lệ sét, thịt và cát, %). Phương pháp phân tích pH-H₂O trích bằng nước, tỷ lệ đất và nước theo tỷ lệ 1: 5, đo bằng pH kế, pH-KCl 1N, tỷ lệ đất và dung dịch KCl theo tỷ lệ 1:5, đo bằng pH kế theo TCVN 5979:2007 [9]. Hàm lượng mùn xác định theo phương pháp Walkley-Black, oxy hóa bằng hỗn hợp H₂SO₄ đậm đặc - K₂Cr₂O₇, chuẩn độ bằng FeSO₄ 0,5 N theo TCVN 8726:2012 [10], đạm tổng số (%N) được xác định bằng phương pháp của Kjeldhall theo TCVN 6645:2000 [11], lân tổng số (%P₂O₅) vô cơ hóa mẫu đất bằng H₂SO₄ và HClO₄. Hiện màu với phosphomolybdate với chất khử là ascorbic axit. So màu bằng máy quang phổ ở bước sóng 880 nm theo TCVN 8940:2011 [12]. Kali tổng số (%K₂O) vô cơ hóa mẫu đất bằng H₂SO₄ và HClO₄ và được đo bằng máy quang kế ngọn lửa theo TCVN 8660:2011 [13]. Ba thành phần độc chất Al³⁺, Fe²⁺ và SO₄²⁻ được đo bằng máy so màu UV-Vis theo TCVN 4403:2011 [14], Fe²⁺: Theo TCVN 12202-8:2018 [15] và SO₄²⁻ theo TCVN 8727:2012 [16]. Thành phần cơ giới của đất được xác định bằng thành phần (% sét, % thịt, % cát) phương pháp ống hút Robinson theo TCVN 8567:2010 [17].

Phương pháp phân mẫu nước: pH: TCVN 5979:2007 [9], oxy hòa tan (DO): TCVN 7325:2016 [18], Độ mặn: TCVN 8727:2012 [16], Fe²⁺: TCVN 6177:1996 [19], Al³⁺ tổng số: TCVN 6657:2000 [20], SO₄²⁻: TCVN 6656:2000 [21].

Đặc tính của nước được phân tích đối với rừng trồng Bần trắng từ 1 - 4 tuổi trên dạng lập địa II. Đây là dạng lập địa đảm bảo cho rừng trồng Bần trắng sinh trưởng tốt nhất. Mỗi đối tượng thu thập 3 mẫu nước. Chỉ tiêu phân tích là pH_{H₂O}, hàm lượng oxy hòa tan (DO, mg/l), độ mặn (‰), hàm lượng Al³⁺ (me/100 g), hàm lượng Fe²⁺ (me/100 g) và hàm lượng SO₄²⁻ (me/100 g). Chỉ tiêu pH_{H₂O} được xác định bằng máy đo pH meter. Hàm lượng DO được xác định bằng phương pháp đo điện cực. Độ mặn nước biển được đo bằng máy đo độ mặn (khúc xạ

kẽ). Ba thành phần Al^{3+} , Fe^{2+} và SO_4^{2-} được xác định bằng phương pháp so màu.

Tất cả những chỉ tiêu này được đo vào ngày 15 hàng tháng; sau đó tính trung bình năm. Các mẫu nước được phân tích tại Phòng thí nghiệm môi trường đất và nước của Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Bộ.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Phân tích sinh trưởng của rừng Bần trắng: Tính tỷ lệ sống (TLS%) của rừng Bần trắng. Tổng hợp các số liệu đo đếm D_0 , H , D_T theo tuổi ($A = 6$ tháng và 1 - 4 tuổi) của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa. Phân tích trữ lượng gỗ của rừng Bần trắng tại tuổi A (M_A , m^3/ha) được tính theo công thức $M_A (m^3/ha) = N_A * V_{BqA}$; trong đó: V_{BqA} = thể tích cây bình quân tại tuổi A , N_A = mật độ của rừng Bần trắng tại tuổi A .

Phân tích sinh khối của rừng trồng Bần trắng B_i (tấn/ha) = $N_A * B_{iBqA}$ trong đó: N_A = mật độ của rừng trồng Bần trắng ở tuổi A , $B_{iBqA} = B_{To}, B_T, B_C, B_L$ ở mức cây bình quân. Sinh khối của các thành phần ở mức cây cá thể được ước lượng bằng công thức $B_i = a + b * D_0^2 + c * D_0^3 + d * (D_0^3/H)$, trong đó: $B_i = B_{To}, B_T, B_C, B_L, B_{CL}$, D_0 = đường kính gốc, H = chiều cao toàn thân, còn a, b, c và d là các tham số của mô hình.

Dự trữ các bon trên mặt đất (C , tấn) đối với 1 ha rừng trồng Bần trắng (M_C , tấn/ha) tại tuổi A trên ba dạng lập địa được xác định bằng tích sinh khối 1 ha (B_i , tấn) với tỷ lệ các bon trong những thành phần sinh khối ($P\%$). Đại lượng $P\%$ trong những thành phần sinh khối của cây Bần trắng được lấy bình quân bằng 0,47.

Khối lượng CO_2 (M_{CO_2} , tấn/ha) mà 1 ha rừng trồng Bần trắng đã hấp thu được xác định bằng cách nhân khối lượng C (tấn/ha) với hệ số chuyển đổi từ CO_2 thành C , nghĩa là $CO_2 = C * 3,67$ ($3,67 = 44/12$).

Tính chỉ số phức hợp (SCI) = $(N * D * H) / 10^5$, trong đó N = mật độ quần thụ trên 1 ha, D = đường kính bình quân của quần thụ, H = chiều cao bình quân của quần thụ của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa. Mức độ cạnh tranh giữa các cây trong rừng trồng Bần trắng được xác định theo công thức $CCI_i = S_{Ti} / Z$; trong đó: S_{Ti} (m^2) là tổng diện tích tán được xác định $S_T = \sum_{i=1}^n$

$(0,0000785 * D_{Ti}^2)$, còn $Z = 300 m^2$ (diện tích ô mẫu).

Phân tích tính ổn định của rừng trồng Bần trắng trên ba dạng lập địa. Xác định lập địa thích hợp để trồng rừng Bần trắng. Lập địa thích hợp được chọn theo tiêu chuẩn Max (TLS, D_0, H, M, B). (Max: Giá trị thích hợp lớn nhất cho tỷ lệ sống (TLS), đường kính gốc, chiều cao trữ lượng gỗ và sinh khối; M : Trữ lượng rừng).

Phân tích đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng: Thống kê mô tả đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng và đất trống. So sánh sự khác biệt giữa các đặc tính của đất và nước theo tuổi rừng trên ba dạng lập địa.

Phân tích mối quan hệ giữa đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng: Quan hệ giữa các đặc tính của đất và nước [4]) với chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng được phân tích theo hệ số tương quan hạng của Spearman.

Phân tích mối quan hệ giữa SCI của rừng trồng Bần trắng với đất và nước

Quan hệ giữa SCI rừng Bần trắng với những đặc tính đất được mô tả bằng mô hình (1).

$$SCI = f(N, P, K, Al, Fe, SO_4) \quad (1)$$

Quan hệ giữa rừng SCI với những đặc tính nước được mô tả bằng mô hình (2).

$$SCI = f(M_{\text{đất}}, Al, Fe, SO_4) \quad (2)$$

Vai trò của mỗi đặc tính đất và nước đối với sinh trưởng của rừng Bần trắng được đánh giá theo hệ số hồi quy chuẩn hóa. Thứ tự từ lớn đến nhỏ được xác định thông qua giá trị tuyệt đối của hệ số hồi quy chuẩn hóa.

Những tính toán thống kê mô tả, kiểm định các giả thuyết và vẽ đồ thị được thực hiện bằng phần mềm Excel và STATGRAPHICS Centurion XV.I 15.1.02.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sinh trưởng của rừng Bần trắng trên những lập địa khác nhau

Sinh trưởng đường kính và chiều cao: Đặc trưng thống kê đường kính và chiều cao của rừng trồng Bần trắng trên ba dạng lập địa được tổng hợp ở bảng 1 - 3.

Bảng 1. Sinh trưởng đường kính của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa

A (năm)	$D_{0Bq}(cm)$	Min	Max	$\pm SEE$	CV%	N (cây/ha)	Tỷ lệ sống N (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Dạng lập địa I							
6 tháng	0,9	0,8	1,1	0,10	10,7	3.082	93,39
1	1,8	1,5	2,0	0,16	8,9	2.987	90,52
2	2,6	2,1	3,2	0,36	13,5	2.914	88,30
3	4,5	4,3	4,6	0,13	2,8	2.864	86,79
4	7,0	6,7	7,3	0,21	2,9	2.828	85,70
Dạng lập địa II							
6 tháng	1,0	0,8	1,1	0,10	10,5	3.145	95,30
1	2,0	1,7	2,2	0,16	8,0	3.059	92,70
2	2,9	2,3	3,4	0,31	10,9	2.987	90,52
3	7,2	6,7	7,6	0,36	5,0	2.914	88,30
4	10,7	10,2	11,1	0,32	3,0	2.871	87,00
Dạng lập địa III							
6 tháng	0,9	0,8	1,1	0,11	11,4	2.492	75,52
1	1,5	1,2	1,7	0,17	11,4	2.386	72,30
2	2,4	1,8	2,9	0,34	14,1	2.264	68,61
3	3,3	3,1	3,6	0,15	4,7	2.053	62,21
4	6,3	6,1	6,4	0,15	2,4	1.993	60,39

Ghi chú: $D_{0Bq}(cm)$: Đường kính gốc; N: số cây (cây/ha); tỷ lệ sống N (%): H (cm): Chiều cao cây; SEE = Sai lệch chuẩn; CV% = Hệ số biến động; Max: Giá trị thích hợp lớn nhất cho tỷ lệ sống; Min: Giá trị thích hợp nhỏ nhất cho tỷ lệ sống.

Bảng 2. Sinh trưởng chiều cao của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa

A (năm)	H (cm)	Min	Max	$\pm SEE$	CV%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Dạng lập địa I					
6 tháng	57,4	48,0	66	5,4	9,5
1	96,0	92	99	2,1	2,2
2	123,0	115	131	4,7	3,8
3	154,8	152	158	2,1	1,4
4	284,7	275	294	6,1	2,1
Dạng lập địa II					
6 tháng	59,3	56,0	63	2,1	3,5
1	102,1	62	106	5,2	5,1
2	136,8	129	145	4,7	3,5
3	179,7	177	183	2,0	1,1
4	326,8	317	336	5,9	1,8
Dạng lập địa III					
6 tháng	57,8	48	66	5,6	9,6
1	89,3	86	93	2,5	2,8
2	112,6	105	121	4,7	4,2
3	134,8	130	140	3,2	2,3
4	211,4	174	240	22,4	10,6

Ghi chú: H (cm): Chiều cao cây; SEE = Sai lệch chuẩn; CV% = Hệ số biến động; Max: Giá trị thích hợp lớn nhất cho tỷ lệ sống; Min: Giá trị thích hợp nhỏ nhất cho tỷ lệ sống.

Kết quả cho thấy, tăng trưởng của rừng Bần trắng trong giai đoạn 4 tuổi (Bảng 3) hai đại lượng ZD_0 và ΔD_0 trên ba dạng lập địa đều gia tăng dần theo số tuổi. So với ZD_0 và ΔD_0 trung bình trên dạng lập địa III (tương ứng 1,5 cm và 1,3 cm), hai đại lượng này trên dạng lập địa I (tương ứng 1,7 cm và 1,5 cm) lớn hơn tương ứng 15,4% và 19,5%. Tương tự, hai đại lượng này trên dạng lập địa II (tương ứng 2,7 cm và 2,0 cm) lớn hơn tương ứng 83,1% và 60,3%. Hai đại lượng ZH và ΔH trên ba

dạng lập địa cũng gia tăng dần theo tuổi. So với ZH và ΔH trung bình trên dạng lập địa III (tương ứng 47,8 cm và 60,2 cm), hai đại lượng này trên dạng lập địa I (tương ứng 63,5 cm và 67,9 cm) lớn hơn tương ứng 32,7% và 12,9%. Tương tự, hai đại lượng này trên dạng lập địa II (tương ứng 73,9 cm và 75,2 cm) lớn hơn tương ứng 54,5% và 25,0%. Nói chung, rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa II sinh trưởng nhanh hơn so với dạng lập địa I và III.

Bảng 3. Tăng trưởng đường kính và chiều cao của rừng trồng Bần trắng trên ba dạng lập địa

Tăng trưởng đường kính và chiều cao của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa I								
A (năm)	Lượng tăng trưởng đường kính				Lượng tăng trưởng chiều cao			
	D_0 (cm)	ZD_0	ΔD_0	Pd(%)	H (cm)	ZH	ΔH	Ph(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	1,3	1,3	1,3	100,0	74,0	74,0	74,0	100,0
2	3,0	1,7	1,5	55,5	137,1	63,1	68,5	46,0
3	4,8	1,8	1,6	37,8	196,6	59,5	65,5	30,3
4	6,7	1,9	1,7	28,6	253,9	57,3	63,5	22,6
Trung bình		1,7	1,5			63,5	67,9	
Tăng trưởng đường kính và chiều cao của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa II								
A (năm)	Lượng tăng trưởng đường kính				Lượng tăng trưởng chiều cao			
	D_0 (cm)	ZD_0	ΔD_0	Pd(%)	H (cm)	ZH	ΔH	Ph(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	1,3	1,3	1,3	100,0	77,0	77,0	77,0	100,0
2	3,8	2,4	1,9	64,7	150,9	73,9	75,4	49,0
3	6,9	3,2	2,3	45,6	223,6	72,7	74,5	32,5
4	10,7	3,7	2,7	35,1	295,6	72,0	73,9	24,4
Trung bình		2,7	2,0			73,9	75,2	
Tăng trưởng đường kính và chiều cao của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa III								
A (năm)	Lượng tăng trưởng đường kính				Lượng tăng trưởng chiều cao			
	D_0 (cm)	ZD_0	ΔD_0	Pd(%)	H (cm)	ZH	ΔH	Ph(%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	1,1	1,1	1,1	100,0	78,5	78,5	78,5	100,0
2	2,5	1,4	1,2	57,5	122,6	44,0	61,3	35,9
3	4,1	1,6	1,4	39,4	159,0	36,5	53,0	22,9
4	5,8	1,7	1,5	29,9	191,3	32,3	47,8	16,9
Trung bình		1,5	1,3			47,8	60,2	

Ghi chú: ZD và ZH = Tăng trưởng hàng năm về D và H ; ΔD và ΔH = Tăng trưởng trung bình năm về D và H ; Pd (%) và Ph (%) = Suất tăng trưởng về D và H .

Sinh trưởng đường kính tán và chiều dài tán của rừng trồng Bần trắng: Đường kính tán trung bình của những cây Bần trắng ở tuổi 1 - 4 đạt thấp nhất trên dạng lập địa III (tương ứng 0,51; 0,65;

0,78 và 1,22 m), cao nhất trên dạng lập địa II (tương ứng 0,70; 0,93; 1,13 và 2,23 m). Chiều dài tán trung bình ở tuổi 1 - 4 đạt thấp nhất trên dạng lập địa III (tương ứng 0,60; 0,76; 0,91 và 1,43 m),

cao nhất trên dạng lập địa II (tương ứng 0,80; 1,07; 1,41 và 2,57 m). Nói chung, D_T và L_T của những cây Bản trắng ở tuổi 4 trên 3 dạng lập địa khác nhau rõ rệt (tương ứng $F = 41,9$ với $P < 0,01$; $F = 38,1$ với $P < 0,01$).

Chỉ số phức hợp về cấu trúc (SCI) của rừng trồng Bản trắng (Bảng 4): Chỉ số SCI của rừng trồng Bản trắng không chỉ thay đổi theo tuổi, mà còn theo dạng lập địa. Trên dạng lập địa I, chỉ số SCI của rừng trồng bản trắng gia tăng từ 5,2 ở tuổi

1 - 56,4 ở tuổi 4. Trên dạng lập địa II, chỉ số SCI của rừng trồng bản trắng gia tăng từ 6,2 ở tuổi 1 - 100,4 ở tuổi 4. Trên dạng lập địa III, chỉ số SCI của rừng trồng bản trắng gia tăng từ 3,2 ở tuổi 1 - 26,5 ở tuổi 4. Tại tuổi 4, chỉ số SCI của rừng trồng bản trắng trên dạng lập địa II (100,4) lớn hơn dạng lập địa I và III tương ứng là 1,8 lần và 3,9 lần. Tại tuổi 4, diện tích tán của rừng trồng bản trắng trên dạng lập địa I, II và III tương ứng che phủ 0,68 lần, 1,12 lần và 0,23 lần so với diện tích mặt đất.

Bảng 4. Chỉ số SCI của rừng trồng Bản trắng trên ba dạng lập địa

A (năm)	N (cây/ha)	D_0 (m ²)	H (cm)	Chỉ số SCI
Dạng lập địa I				
1	2.987	1,8	96,0	5,2
2	2.914	2,6	123,0	9,3
3	2.864	4,5	154,8	20,0
4	2.828	7,0	284,7	56,4
Dạng lập địa II				
1	3.059	2,0	102,1	6,2
2	2.987	2,9	136,8	11,9
3	2.914	7,2	179,7	37,7
4	2.871	10,7	326,8	100,4
Dạng lập địa III				
1	2.386	1,5	89,3	3,2
2	2.264	2,4	112,6	6,1
3	2.053	3,3	134,8	9,1
4	1.993	6,3	211,4	26,5

Ghi chú: N: Mật độ cây/ha; D_0 : Đường kính gốc; H (cm): Chiều cao cây; SCI: Chỉ số phức hợp về cấu trúc.

Bảng 5. Sinh trưởng và tăng trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng Bản trắng trên ba dạng lập địa

Sinh trưởng và tăng trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng Bản trắng trên dạng lập địa I				
A (năm)	M (m ³ /ha)	ZM (m ³ /ha/năm)	ΔM (m ³ /ha/năm)	PM%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0,01	0,01	0,01	100,0
2	0,61	0,60	0,31	98,6
3	4,09	3,48	1,36	85,0
4	12,72	8,63	3,18	67,8
Sinh trưởng và tăng trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng Bản trắng trên dạng lập địa II				
A (năm)	M (m ³ /ha)	ZM (m ³ /ha/năm)	ΔM (m ³ /ha/năm)	PM%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0,01	0,01	0,01	100,0
2	1,94	1,92	0,97	99,4
3	13,93	11,99	4,64	86,1
4	40,56	26,63	10,14	65,7
Sinh trưởng và tăng trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng Bản trắng trên dạng lập địa III				
A (năm)	M (m ³ /ha)	ZM (m ³ /ha/năm)	ΔM (m ³ /ha/năm)	PM%

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0,01	0,01	0,01	100,0
2	0,10	0,09	0,05	89,5
3	1,79	1,70	0,60	94,7
4	9,48	7,69	2,37	81,1

Ghi chú: M = Trữ lượng gỗ bình quân; ZM = Tăng trưởng hàng năm về trữ lượng gỗ; ΔM = Tăng trưởng trung bình năm về trữ lượng gỗ; PM (%): Suất tăng trưởng về trữ lượng gỗ.

Bảng 6. Sinh khối của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa

Sinh khối của rừng Bần trắng trên dạng lập địa I					
A (năm)	Các thành phần sinh khối (tấn/ha)				
	B_{T0}	B_T	B_C	B_L	B_{CL}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	0,42	0,38	0,02	0,01	0,04
2	1,06	0,91	0,10	0,05	0,16
3	4,13	3,31	0,52	0,30	0,82
4	13,89	10,65	1,91	1,34	3,25
Sinh khối của rừng Bần trắng trên dạng lập địa II					
A (năm)	Các thành phần sinh khối (tấn/ha)				
	B_{T0}	B_T	B_C	B_L	B_{CL}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	0,57	0,51	0,04	0,02	0,06
2	1,41	1,19	0,15	0,08	0,22
3	15,44	11,80	2,13	1,51	3,64
4	50,58	37,43	7,22	5,94	13,15
Sinh khối của rừng Bần trắng trên dạng lập địa III					
A (năm)	Các thành phần sinh khối (tấn/ha)				
	B_{T0}	B_T	B_C	B_L	B_{CL}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	0,18	0,17	0,00	0,00	0,01
2	0,71	0,59	0,08	0,04	0,12
3	1,67	1,36	0,21	0,11	0,32
4	9,89	7,60	1,38	0,92	2,30

Ghi chú: B_{T0} = Tổng sinh khối; B_T = Sinh khối thân; B_C = Sinh khối cành; B_L = Sinh khối lá; B_{CL} = Tổng sinh khối cành và lá.

Trữ lượng gỗ và sinh khối của rừng trồng Bần trắng: Trữ lượng gỗ và sinh khối của rừng trồng trên 3 dạng lập địa được trình bày ở bảng 5 và 6.

Kết quả ở bảng 5 và 6 cho thấy, trữ lượng gỗ của rừng trồng thay đổi rõ rệt theo tuổi và dạng lập địa. So với trữ lượng gỗ của rừng trồng trên dạng lập địa III (100%), trị số này trên dạng lập địa I và II tại tuổi 4 tương ứng lớn hơn 1,34 lần và 4,28 lần. Nói chung, trữ lượng gỗ của rừng trồng đạt cao nhất trên dạng lập địa II, thấp nhất trên dạng lập địa III. Lập địa I, tổng sinh khối từ 0,42 tấn/ha ở tuổi 1 đến 13,89 tấn/ha ở tuổi 4. Lập địa II, tổng

sinh khối từ 0,57 tấn/ha ở tuổi 1 đến 50,58 tấn/ha ở tuổi 4. Lập địa III, tổng sinh khối từ 0,18 tấn/ha ở tuổi 1 đến 9,89 tấn/ha ở tuổi 4.

Dự trữ các bon trong sinh khối của rừng trồng Bần trắng cho giá trị cao nhất ở dạng lập địa II, thấp nhất ở dạng lập địa III. So sánh với rừng trồng 4 tuổi trên trên dạng lập địa III, dự trữ các bon trong sinh khối và khả năng hấp thụ CO_2 của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa I và II lớn hơn, tương ứng 1,4 lần và 5,1 lần.

Ảnh hưởng của lập địa đến tính ổn định của rừng Bần trắng: Tính ổn định của rừng được đánh

giá thông qua tỷ lệ H/D và chất lượng cây. Hình dạng thân cây trên ba dạng lập địa đều có khuynh hướng giảm dần theo tuổi. Tỷ lệ H/D ở các tuổi đều nhỏ hơn 0,80 chứng tỏ rừng Bần trắng phát triển ổn định. Những cây hình thành rừng trồng từ 1 - 4 tuổi phân hóa rõ rệt về cấp chất lượng.

Nói chung, tỷ lệ số cây Bần trắng 4 tuổi thuộc cấp chất lượng tốt và trung bình đạt cao nhất trên

dạng lập địa II (90,1%), thấp nhất ở dạng lập địa III (70,9%).

3.2. Đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng

Đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng từ 1 - 4 tuổi trên ba dạng lập địa được tổng hợp ở bảng 7.

Bảng 7. Biến động các yếu tố của đất dưới tán rừng trồng từ 1 - 4 tuổi trên ba dạng lập địa

Biến động các yếu tố của đất dưới tán rừng trồng từ 1 - 4 tuổi trên dạng lập địa I					
Đặc tính đất	Tuổi rừng (năm)				
	Đất trống	1	2	3	4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
pH _{H₂O}	5,9	6,1	6,3	6,5	6,5
pH _{KCL}	5,8	5,9	5,7	5,9	6,0
Mùn (%)	1,20	1,79	2,05	2,18	2,44
Nitơ (%)	0,056	0,099	0,113	0,110	0,122
Phốt pho (%)	0,050	0,082	0,081	0,073	0,091
Kali (%)	0,129	0,181	0,221	0,215	0,262
Al ³⁺ (me/100 g)	1,68	1,27	1,17	0,97	1,02
Fe ²⁺ (me/100 g)	113,7	92,0	79,6	66,6	51,6
SO ₄ ²⁻ (me/100 g)	0,099	0,081	0,070	0,061	0,067
Tỷ lệ sét (%)	12,8	14,3	15,5	14,3	18,0
Tỷ lệ thịt (%)	8,0	9,7	10,0	7,0	8,1
Tỷ lệ cát (%)	79,2	76,0	74,5	78,7	73,9
Biến động các yếu tố của đất dưới tán rừng trồng từ 1 - 4 tuổi trên dạng lập địa II					
Đặc tính đất	Tuổi rừng (năm)				
	Đất trống	1	2	3	4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
pH _{H₂O}	6,1	6,6	6,8	6,8	6,5
pH _{KCL}	5,9	6,0	5,9	6,0	5,9
Mùn (%)	1,20	0,72	0,96	1,04	1,09
Nitơ (%)	0,056	0,064	0,074	0,101	0,123
Phốt pho (%)	0,050	0,065	0,065	0,069	0,078
Kali (%)	0,129	0,142	0,182	0,195	0,234
Al ³⁺ (me/100 g)	1,681	0,539	0,749	0,775	0,562
Fe ²⁺ (me/100 g)	113,7	65,3	65,5	60,6	45,5
SO ₄ ²⁻ (me/100 g)	0,097	0,059	0,051	0,042	0,045
Tỷ lệ sét (%)	12,8	12,7	12,0	12,5	12,5
Tỷ lệ thịt (%)	8,0	7,4	7,7	5,8	5,5
Tỷ lệ cát (%)	79,3	79,9	80,4	81,7	82,0
Biến động các yếu tố của đất dưới tán rừng trồng từ 1 - 4 tuổi trên dạng lập địa III					
Đặc tính đất	Tuổi rừng (năm)				
	Đất trống	1	2	3	4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

pH _{H2O}	6,1	6,3	6,5	6,5	6,8
pH _{KCL}	5,9	6,0	5,9	6,0	6,0
Mùn (%)	1,20	1,43	1,69	1,94	2,28
Nitơ (%)	0,056	0,083	0,094	0,088	0,178
Phốt pho (%)	0,051	0,080	0,079	0,083	0,092
Kali (%)	0,129	0,182	0,220	0,233	0,256
Al ³⁺ (me/100 g)	1,681	0,787	0,852	0,677	0,835
Fe ²⁺ (me/100 g)	113,7	112,0	79,9	86,9	73,6
SO ₄ ²⁻ (me/100 g)	0,099	0,084	0,070	0,074	0,062
Tỷ lệ sét (%)	14,3	15,4	16,6	17,2	18,0
Tỷ lệ thịt (%)	6,4	6,9	7,1	5,3	5,5
Tỷ lệ cát (%)	79,3	77,8	76,4	77,5	75,9

Ghi chú: Đất trống trước khi trồng; tuổi 1: Sau 1 năm trồng; tuổi 2: Sau 2 năm trồng; tuổi 3: Sau 3 năm trồng và tuổi 4: Sau 4 năm trồng

Bảng 7 cho thấy, với 6 yếu tố của đất trên dạng lập địa I gia tăng theo sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng là pH_{H2O}, hàm lượng mùn, nitơ, phốt pho, kali và tỷ lệ sét. Trái lại, 5 yếu tố suy giảm dần theo sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng là hàm lượng Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ thịt và cát. Giá trị pH_{KCL} có khuynh hướng ổn định, chỉ dao động trong khoảng 5,8 - 6,0. Tại tuổi 4, so với đất trống, 6 đặc tính (pH_{H2O}, hàm lượng mùn, nitơ, phốt pho, kali và tỷ lệ sét) của đất dưới tán rừng Bần trắng gia tăng tương ứng 10,2%, 103,3%, 117,9%, 82,0%, 103,1% và 40,6%. Trái lại, 4 yếu tố (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ cát) thấp hơn tương ứng 39,3%, 54,6%, 32,3% và 6,7%.

Trên dạng lập địa II gồm 4 yếu tố (pH_{H2O}, hàm lượng nitơ, phốt pho, kali) của đất trên dạng lập địa II gia tăng rõ rệt theo sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng. Trái lại, 5 yếu tố (hàm lượng mùn, Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ thịt) suy giảm rõ rệt theo sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng. Giá trị pH_{KCL} có khuynh hướng ổn định, dao động trong khoảng 5,9 - 6,0. Tại tuổi 4, so với đất trống, 4 yếu tố (pH_{H2O}, nitơ, phốt pho, kali) của đất dưới tán rừng Bần trắng gia tăng tương ứng 6,6%, 119,6%, 56,0% và 81,4%. Trái lại, 4 đặc tính (Al³⁺,

Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ thịt) thấp hơn tương ứng 66,6%, 60,0%, 53,6% và 31,3%.

Trên dạng lập địa III có 6 yếu tố (pH_{H2O}, mùn, nitơ, phốt pho, kali và hàm lượng sét) của đất trên dạng lập địa III gia tăng rõ rệt theo sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng. Trái lại, 4 yếu tố (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ thịt) suy giảm rõ rệt theo sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng. Giá trị pH_{KCL} có khuynh hướng ổn định, chỉ dao động trong khoảng 5,9 - 6,0. Tại tuổi 4, so với đất trống, 6 yếu tố (pH_{H2O}, mùn, nitơ, phốt pho, kali và tỷ lệ sét) của đất dưới tán rừng Bần trắng gia tăng tương ứng 11,5%, 90,0%, 217,9%, 80,4%, 98,4% và 25,9%. Trái lại, 4 yếu tố (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ thịt) thấp hơn tương ứng 50,3%, 35,3%, 37,4% và 14,1%.

Phân tích thống kê cho thấy, 9 yếu tố của đất (pH_{H2O}, pH_{KCL}, mùn, phốt pho, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ sét, thịt và cát) dưới tán rừng trồng Bần trắng từ 1 - 4 tuổi trên ba dạng lập địa khác nhau rõ rệt (P < 0,05). Trái lại, ba thành phần (nitơ, kali, Al³⁺) khác nhau không rõ rệt (P > 0,05).

3.3. Quan hệ giữa đặc tính của đất với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng

Sinh trưởng của rừng trồng ảnh hưởng đến các chỉ số đất trên ba dạng lập địa được trình bày ở bảng 8.

Bảng 8. Quan hệ giữa các yếu tố môi trường đất của rừng trồng Bần trắng trên ba dạng lập địa

Quan hệ giữa các yếu tố môi trường đất của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa I			
Đặc tính đất	r	P _α	K (mẫu)
(1)	(2)	(3)	(4)
pH _{H2O}	0,483	0,007	30

pH _{KCL}	0,560	0,001	30
Mùn (%)	0,829	0,000	30
Nitơ (%)	0,676	0,000	30
Phốt pho (%)	0,546	0,002	30
Kali (%)	0,808	0,000	30
Al ³⁺ (me/100 g)	-0,204	0,279	30
Fe ²⁺ (me/100 g)	-0,855	0,000	30
SO ₄ ²⁻ (me/100 g)	-0,638	0,000	30
Tỷ lệ sét (%)	0,661	0,000	30
Tỷ lệ thịt (%)	-0,552	0,002	30
Tỷ lệ cát (%)	-0,355	0,054	30
Quan hệ giữa các yếu tố môi trường đất của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa II			
Đặc tính đất	r	P _a	K (mẫu)
(1)	(2)	(3)	(4)
pH _{H2O}	0,277	0,138	30
pH _{KCL}	-0,006	0,976	30
Mùn (%)	0,046	0,808	30
Nitơ (%)	0,688	0,000	30
Phốt pho (%)	0,649	0,000	30
Kali (%)	0,796	0,000	30
Al ³⁺ (me/100 g)	-0,406	0,026	30
Fe ²⁺ (me/100 g)	-0,752	0,000	30
SO ₄ ²⁻ (me/100 g)	-0,686	0,000	30
Tỷ lệ sét (%)	-0,042	0,825	30
Tỷ lệ thịt (%)	-0,665	0,000	30
Tỷ lệ cát (%)	0,418	0,021	30
Quan hệ giữa các yếu tố môi trường đất của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa III			
Đặc tính đất	r	P _a	K (mẫu)
(1)	(2)	(3)	(4)
pH _{H2O}	0,501	0,005	30
pH _{KCL}	0,145	0,444	30
Mùn (%)	0,760	0,000	30
Nitơ (%)	0,515	0,004	30
Phốt pho (%)	0,620	0,000	30
Kali (%)	0,767	0,000	30
Al ³⁺ (me/100 g)	-0,240	0,202	30
Fe ²⁺ (me/100 g)	-0,754	0,000	30
SO ₄ ²⁻ (me/100 g)	-0,676	0,000	30
Tỷ lệ sét (%)	0,714	0,000	30
Tỷ lệ thịt (%)	-0,370	0,044	30
Tỷ lệ cát (%)	-0,266	0,156	30

Ghi chú: r = Hệ số tương quan; P_a = Mức ý nghĩa thống kê; n = Số lượng mẫu

Trên dạng lập địa I, bảy yếu tố (pH_{H2O}, pH_{KCL}, hàm lượng mùn, N, P, K và tỷ lệ sét) tồn tại mối quan hệ dương rõ rệt (P < 0,01) với chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng. Trái lại, bốn yếu tố (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻ và tỷ lệ thịt) có quan hệ âm với (P < 0,01) với chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng.

Trên dạng lập địa II, bốn yếu tố (N, P, K và tỷ lệ sét) có quan hệ dương (P < 0,01), còn bốn đặc tính (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻ và tỷ lệ thịt) có quan hệ âm với (P < 0,01) với chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng. Trên dạng lập địa III, 7 yếu tố (pH_{H2O}, pH_{KCL}, mùn, N, P, K, tỷ lệ sét trong đất) có quan hệ dương (P < 0,01), còn 5 yếu tố (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ thịt và cát)

có quan hệ âm với ($P < 0,01$) với chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng.

Phân tích hồi quy những yếu tố của đất có thể được ước lượng gần đúng dựa theo tuổi rừng trồng. Các hàm ước lượng tồn tại ở mức ý nghĩa rất cao ($P < 0,01$) và hệ số xác định (r^2) dao động từ 74 - 99%. Trên dạng lập địa I, 6 yếu tố của đất (hàm lượng mùn, N, P, K, Fe^{2+} , SO_4^{2-}) dưới tán rừng

trồng Bần trắng có thể được ước lượng theo hàm 1 - 6 (trên dạng lập địa I). Trên dạng lập địa II, 6 đặc tính của đất (N, P, K, Al^{3+} , Fe^{2+} , SO_4^{2-}) dưới tán rừng trồng Bần trắng có thể được ước lượng theo hàm 7 - 12 (trên dạng lập địa II). Trên dạng lập địa III, 6 đặc tính của đất (hàm lượng mùn, N, P, K, Fe^{2+} , SO_4^{2-}) dưới tán rừng trồng Bần trắng có thể được ước lượng theo hàm 13 - 18 (trên dạng lập địa III).

Bảng 9. Các hàm ước lượng yếu tố của đất theo tuổi của rừng trồng trên ba dạng lập địa

Các hàm ước lượng yếu tố của đất theo tuổi của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa I			
TT	Hàm	R ² (%)	
1	Mùn = $(1,10024 + 0,228186 \cdot \sqrt{A})^2$	99,54	1
2	N = $\sqrt{0,00359117 + 0,00565127 \cdot \sqrt{A}}$	95,63	2
3	P = $1/(18,7432 - 3,98414 \cdot \sqrt{A})$	76,04	3
4	K = $\exp(-2,04343 + 0,337414 \cdot \sqrt{A})$	96,46	4
5	$Fe^{2+} = (10,5822 - 0,839019 \cdot A)^2$	99,42	5
6	$SO_4^{2-} = \sqrt{0,00957254 - 0,00299218 \cdot \sqrt{A}}$	93,56	6
Các hàm ước lượng yếu tố của đất theo tuổi của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa II			
TT	Hàm	R ² (%)	
1	N = $\sqrt{0,00306812 + 0,00075658 \cdot A^2}$	99,43	7
2	P = $1/(19,6885 - 3,31256 \cdot \sqrt{A})$	94,44	8
3	K = $\exp(-2,0598 + 0,150819 \cdot A)$	97,55	9
4	$Al^{3+} = \sqrt{2,37241 - 1,18256 \cdot \sqrt{A}}$	73,93	10
5	$Fe^{2+} = (10,4608 - 1,77942 \cdot \sqrt{A})^2$	92,66	11
6	$SO_4^{2-} = \exp(-2,37032 - 0,416317 \cdot \sqrt{A})$	95,46	12
Các hàm ước lượng yếu tố của đất theo tuổi của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa III			
TT	Hàm	R ² (%)	
1	Mùn = $(1,0936 + 0,102606 \cdot A)^2$	99,89	13
2	N = $\sqrt{0,00358122 + 0,00288369 \cdot \sqrt{A}}$	88,81	14
3	P = $\sqrt{0,00286209 + 0,00264951 \cdot \sqrt{A}}$	92,45	15
4	K = $(0,358129 + 0,0736772 \cdot \sqrt{A})^2$	99,38	16
5	$Fe^{2+} = (10,7029 - 0,542894 \cdot A)^2$	80,71	17
6	$SO_4^{2-} = \sqrt{0,0097568 - 0,002881 \cdot \sqrt{A}}$	94,54	18

3.4. Quan hệ giữa nước với các yếu tố của rừng trồng Bần trắng

3.4.1. Đặc tính của nước dưới tán rừng trồng Bần trắng

Thành phần pH_{H₂O} của nước thay đổi rất nhỏ theo tuổi của rừng Bần trắng trên dạng lập địa II, dao động từ 6,3 - 6,4 với CV < 2,5%. Tương tự,

thành phần D₀ cũng thay đổi rất nhỏ theo tuổi của rừng Bần trắng, dao động từ 5,4 trên đất trống đến 5,5 dưới tán rừng Bần trắng; trung bình 5,4 với CV = 2,6%. So với đất trống (100%), độ mặn của nước dưới tán rừng trồng Bần trắng từ 1 - 4 tuổi thấp hơn tương ứng 6,6%, 12,6%, 14,9% và 17,7%; hàm lượng Al^{3+} thấp hơn tương ứng 5,9%, 16,1%, 28,2%

và 29,5%; hàm lượng Fe^{2+} thấp hơn tương ứng 4,1%, 12,6%, 22,4% và 24,2%; hàm lượng SO_4^{2-} thấp hơn tương ứng 25,3%, 42,2%, 46,1% và 50,0%.

3.4.2. Quan hệ giữa chỉ số SCI với nước của rừng trồng Bần trắng

Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng ảnh hưởng rõ rệt đến đặc tính của nước (Bảng 10). Sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng dẫn đến sự gia tăng pH_{H_2O} , hàm lượng D_0 , độ mặn, hàm lượng Al^{3+} , Fe^{2+} và SO_4^{2-} . Tuy vậy, sự thay đổi chỉ số SCI của Bần trắng chỉ dẫn đến sự suy giảm rõ rệt độ mặn ($r = -0,982$; $P < 0,01$), hàm lượng Al^{3+} ($r = -0,977$; $P < 0,01$), hàm lượng Fe^{2+} ($r = -0,951$; $P < 0,01$) và hàm lượng SO_4^{2-} ($r = -0,932$; $P < 0,01$). Phân tích hồi quy cho thấy, hàm lượng muối, Al^{3+} , Fe^{2+} và SO_4^{2-} có thể được ước lượng theo tuổi của rừng trồng Bần trắng (Bảng 11). Các hàm ước lượng 4 thành phần này tồn tại ở mức ý nghĩa rất cao ($P < 0,01$) và hệ số xác định (r^2) dao động từ 96 - 98%.

Bảng 10. Quan hệ giữa các yếu tố nước của rừng trồng Bần trắng

Đặc tính đất	r	P_a	K (mẫu)
(1)	(2)	(3)	(4)
pH_{H_2O}	-0,061	0,828	15
DO (mg/l)	-0,141	0,617	15
Độ mặn (‰)	-0,982	0,000	15
Al^{3+} (me/100 g)	-0,977	0,000	15
Fe^{2+} (me/100 g)	-0,951	0,000	15
SO_4^{2-} (me/100 g)	-0,935	0,000	15

Bảng 11. Mô hình ước lượng những yếu tố của nước theo tuổi của rừng trên dạng lập địa II

TT	Hàm	R^2 (%)	
1	Độ mặn = $\sqrt{515,384 - 84,321 \cdot \sqrt{A}}$	98,37	19
2	$Al^{3+} = 0,2962 - 0,024 \cdot A$	95,92	20
3	$Fe^{2+} = 0,2054 - 0,0136 \cdot A$	95,89	21
4	$SO_4^{2-} = (0,225664 - 0,0334785 \cdot \sqrt{A})^2$	98,55	22

3.5. Quan hệ giữa chỉ số SCI rừng Bần trắng với đặc tính của đất và nước

3.5.1. Quan hệ giữa chỉ số SCI rừng Bần trắng với đặc tính của đất

Kết quả chỉ số SCI của rừng Bần trắng trên dạng lập địa II tồn tại mối quan hệ với 6 đặc tính của đất (N, P, K, Al, Fe, SO_4). Những phân tích hồi quy cho thấy, chỉ số SCI chỉ tồn tại mối quan hệ

chặt chẽ ($R^2 = 56,8\%$) với 5 yếu tố (N, P, K, Al, Fe) có dạng như sau:

$$SCI = 1,49875 + 35,2979 \cdot N + 30,9501 \cdot P + 150,295 \cdot K + 3,62515 \cdot Al - 0,266977 \cdot Fe - 7,7071 \cdot (N \cdot P \cdot K \cdot Al \cdot Fe)$$

$$R^2 = 56,8\%; SEE = \pm 13,1.$$

Chỉ số SCI của rừng Bần trắng phụ thuộc nhiều nhất vào hàm lượng Fe (Hệ số hồi quy chuẩn hóa $-0,8431$); tiếp đến là hàm lượng nhôm (Hệ số hồi quy chuẩn hóa $0,3411$); thấp nhất là hàm lượng P (Hệ số hồi quy chuẩn hóa $-0,0081$).

3.5.2. Quan hệ giữa chỉ số SCI rừng Bần trắng với đặc tính của nước

Chỉ số SCI của rừng Bần trắng có quan hệ chặt chẽ với 4 đặc tính của nước (Độ mặn, Al, Fe, SO_4). Những phân tích hồi quy cho thấy, sự thay đổi chỉ số SCI của rừng Bần trắng theo 5 yếu tố (N, P, K, Al, Fe) có dạng như sau: $SCI = 417,239 - 8,8789 \cdot \text{Mặn} - 372,895 \cdot Al - 839,412 \cdot Fe + 646,916 \cdot SO_4 + 387,745 \cdot (\text{Mặn} \cdot Al \cdot Fe \cdot SO_4)$

$$R^2 = 66,3\%; SEE = \pm 25,3.$$

Sự thay đổi chỉ số SCI của rừng Bần trắng phụ thuộc nhiều nhất vào hàm lượng Fe (Hệ số hồi quy chuẩn hóa $-1,4161$); tiếp đến là độ mặn (Hệ số hồi quy chuẩn hóa $-1,2761$); thấp nhất là hàm lượng Al (Hệ số hồi quy chuẩn hóa $0,7041$).

3.6. Đề xuất áp dụng kết quả nghiên cứu

- *Chọn lập địa trồng rừng Bần trắng:* Bần trắng sinh trưởng cao nhất ở dạng lập địa II.

- *Kỹ thuật trồng rừng Bần trắng:* Bần trắng trồng từ cây con 6 tháng tuổi kích thước bầu 25 x 30 cm. Cây con sinh trưởng tốt, thân thẳng và không bị sâu, bệnh; đường kính gốc (D_0) và chiều cao (H) lớn hơn 0,5 cm và 50 cm. Được trồng theo hàng. Hàng Bần trắng được trồng theo hướng vuông góc với bờ sông và biển. Mật độ ban đầu là 3.300 cây/ha (1,5 x 2,0 m). Mỗi cây được cố định bằng 3 cọc tre với đường kính từ 2 - 3 cm và chiều cao 100 - 150 cm. Các cọc được cắm sâu 40 - 60 cm; sau đó cây con được buộc vào cọc ở vị trí 2/3 thân. Xung quanh lô thí nghiệm được bảo vệ bằng hàng rào tre để làm giảm sóng lớn và chắn rong rêu.

- *Trồng rừng Bần trắng để bảo vệ môi trường ven cửa sông và biển*: Đất ven cửa sông và ven bờ biển có thể được cải thiện bằng cách trồng Bần trắng này thích nghi tốt với dạng lập địa I và II. Kỹ thuật trồng và bảo vệ rừng Bần trắng khép tán, không tỉa thưa và không tỉa cành. Sự phát triển mạnh của thân và cành đối với rừng Bần trắng có tác dụng ngăn cản sóng lớn và đập vào các công trình ven sông và biển. Ngoài ra, rừng trồng Bần trắng còn có tác dụng cải thiện tính chất đất và nước, làm gia tăng bồi tụ đất.

4. KẾT LUẬN

Bần trắng thích nghi tốt với lập địa ở vùng ven biển của tỉnh Thừa Thiên Huế. Rừng trồng Bần trắng sinh trưởng tốt nhất trên dạng lập địa II, sau đó là dạng lập địa I và kém nhất trên dạng lập địa III.

Đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng khác nhau rõ rệt so với đất không có trồng rừng. Có sự gia tăng pH-H₂O, hàm lượng mùn, nitơ, photpho, kali và tỷ lệ sét trong lớp đất từ 0 - 50 cm khi trồng rừng. Đồng thời có sự suy giảm rất rõ rệt hàm lượng Al³⁺, Fe²⁺ và SO₄²⁻, tỷ lệ thịt và cát trong tầng đất từ 0 - 50 cm.

Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng phụ thuộc chặt chẽ vào đặc tính của nước. Các yếu tố của nước cải thiện theo tuổi rừng trồng Bần trắng giảm rõ rệt độ mặn, hàm lượng Al³⁺, Fe²⁺ và SO₄²⁻. Sự sinh trưởng gia tăng sẽ làm giảm hàm lượng muối, Al³⁺ và Fe²⁺ trong nước dẫn đến sự suy giảm yếu tố của kim loại nặng trong nước. Trái lại, sự sinh trưởng gia tăng theo tuổi thì hàm lượng SO₄²⁻ cũng gia tăng trong môi trường nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Thềm (2002). *Sinh thái rừng*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Nguyễn Văn Thềm, Đào Thị Thùy Dương, Trần Thị Ngoan, Nguyễn Xuân Hùng, (2021). *Những cách thức và phương pháp xử lý số liệu trong lâm học*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Thái Văn Trùng (1999). *Những hệ sinh thái rừng nhiệt đới ở Việt Nam*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

4. Phan Nguyên Hồng (chủ biên), Trần Văn Ba, Viên Ngọc Nam, Hoàng Thị Sần, Vũ Trung Tạng, Lê Thị Trê, Nguyễn Hoàng Trí, Mai Sỹ Tuấn, Lê Xuân Tuấn (1999). *Rừng ngập mặn Việt Nam*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội, 205 tr.

5. Ngô Đình Quế (2003). *Khôi phục và phát triển rừng ngập mặn, rừng Tràm ở Việt Nam*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

6. Viên Ngọc Nam (1998). *Nghiên cứu sinh khối và năng suất sơ cấp rừng Đước (Rhizophora apiculata) trồng tại Cần Giờ, thành phố Hồ Chí Minh*. Luận văn Thạc sỹ khoa học lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh.

7. Nguyễn Hoàng Trí (1999). *Sinh thái học rừng ngập mặn Việt Nam*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

8. Đặng Công Bửu (2006). *Đặc điểm sinh trưởng và các biện pháp kỹ thuật gây trồng các loài vẹt tách, dà vôi, xu mekong và mắm trắng*. Nxb Phương Đông, thành phố Hồ Chí Minh.

9. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5979:2007 (ISO 10390:2005). Chất lượng đất - xác định PH.

10. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8726:2012. Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định hàm lượng chất hữu cơ của đất trong phòng thí nghiệm.

11. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6645:2000: (ISO 13878:1998). Chất lượng đất - Xác định hàm lượng nitơ tổng số bằng đốt khô ("Phân tích nguyên tố").

12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8940:2011. Chất lượng đất - Xác định phospho tổng số - Phương pháp so màu.

13. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8660:2011. Chất lượng đất - Phương pháp xác định kali tổng số.

14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4403:2011. Chất lượng đất - Phương pháp xác định độ chua trao đổi và nhôm trao đổi.

15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12202-8:2018. Đất, đá quặng apatit và photphorit - Phần 8: Xác định hàm lượng sắt tổng số và sắt (II) bằng phương pháp chuẩn độ Bicromat.

16. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8727:2012: Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định tổng hàm lượng và hàm lượng các ion thành phần muối hòa tan của đất trong phòng thí nghiệm.

17. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8567:2010: Chất lượng đất - Phương pháp xác định thành phần cấp hạt.

18. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7325:2016: (ISO 5814:2012). Chất lượng nước - Xác định oxy hòa tan – Phương pháp đầu đo điện hoá

19. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6177:1996: (ISO 6332:1988). Chất lượng nước - Xác định sắt bằng phương pháp trắc phổ..

20. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6657:2000: (12020:1007). Chất lượng nước - Xác định nhôm phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử.

21. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6656:2000: (ISO 11048:1995). Chất lượng đất – Xác định hàm lượng sunfat tan trong nước và tan trong axit.

STUDY ON THE IMPACT OF SOIL AND WATER ENVIRONMENT ON GROWTH AND STRUCTURAL INDEX OF *Sonneratia alba* J. Smith PLANTED IN THUA THIEN HUE PROVINCE

Le Thanh Quang¹, Thai Thanh Luom²

¹ Forest Science Institute of South Vietnam

² Kien Giang University

Summary

Research on the impact of soil and the water environment on growth of *S. alba* forests in newly planted forests in Thua Thien Hue province, including studies on the growth of *S. alba* on different three sites; soil under the canopy of planted forests, relationship between planted forests with soil and water. Research methods arrange experiments on different sites; Determine soil and water properties under the forest canopy, analyzed the relationship of some soil and water properties with growth. Research results determine forest growth on different sites of planted forest; Comlexility and competiveness indexes of forest, wood reserves and biomass; the influence of site location on forest stability; element of the soil under the forest canopy; Relationship between water and planted forests. Relationship between planted forests and soil and water characteristics. Propose application of site research results; cultivation techniques; afforestation to protect river and coastal environments. The conclusion of the project is that site one (I) and site two (II) are effective, planting forest can change Al^{3+} and SO_4^{2-} improving the environment at the soil layer from 0 – 50 centimeters; water properties that also have the ability to improve the environment are Al^{3+} , Fe^{2+} and SO_4^{2-} ; plantation forest growth depends on the content of N, P and Al^{3+} in the soil layer from 0 - 50 centimeters; plantation growth depends on water element such as salinity %, Al^{3+} , Fe^{2+} , SO_4^{2-} content. The above issues contribute to orienting the selection of sustainable plants for afforestation in Thua Thien Hue province and other regions in Central Vietnam with similar mangrove soil conditions.

Keywords: *Soil environmental, water environmental, young forest growth, Sonneratia alba, Thua Thien Hue, Central Vietnam.*

Người phản biện: PGS.TS. Viên Ngọc Nam

Ngày nhận bài: 30/11/2023

Ngày thông qua phản biện: 17/3/2024

Ngày duyệt đăng: 28/3/2024