

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO **BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT**

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

—oO—

LÊ THANH QUANG

**NGHIÊN CỨU MỐI QUAN HỆ GIỮA SINH TRƯỞNG
CỦA RỪNG BÀN TRẮNG VỚI MÔI TRƯỜNG VEN BIỂN
THỪA THIÊN HUẾ**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Ngành: **Môi trường đất và nước**

Mã số : **9 44 03 03**

Tp. Hồ Chí Minh – Năm 2024

**CÔNG TRÌNH ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM**

Người hướng dẫn khoa học: **PGS.TS. Thái Thành Lượm**

Phản biện 1: GS.TS. Nguyễn Thị Kim Cúc

Phản biện 2: TS. Trương Văn Vinh

Phản biện 3: PGS.TS. Hoàng Công Tín

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện họp tại Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam - 658 Võ Văn Kiệt, Phường 1, Quận 5, Tp. Hồ Chí Minh.

Vào hồi giờ phút, ngày.... tháng.....năm 2024.

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam.
- Thư viện Viện khoa học thủy lợi Việt Nam.
- Thư viện Viện khoa học thủy lợi Miền Nam.

MỞ ĐẦU

Rừng và môi trường có mối liên hệ chặt chẽ với nhau (Kimmins, 1998; Nguyễn Văn Thêm, 2002). Ảnh hưởng của rừng ngập mặn (RNM) đến môi trường là mối quan tâm không chỉ của các nhà sinh thái học và các nhà quản lý và bảo vệ môi trường, mà còn cả các nhà khí tượng – thủy văn, các nhà thủy lợi và lâm học... Những thông tin về mối quan hệ giữa rừng và môi trường giúp cho các nhà lâm 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, chống sóng va đập vào các công trình thủy lợi, hạn chế xâm thực và xói lở đất ở ven sông và ven biển...

Trước đây một số tác giả (Thái Văn Trường, 1999; Phan Nguyên Hồng và ctv, 1999) đã nghiên cứu về sự phân bố của RNM ở vùng ven biển. Một số tác giả cũng đã nghiên cứu về đặc tính của đất dưới tán RNM (Đỗ Đình Sâm và ctv, 2005), lập địa RNM (Ngô Đình Quế, 2003), sinh khối RNM (Viên Ngọc Nam, 1998; Nguyễn Hoàng Trí, 1999), sinh trưởng và kỹ thuật trồng RNM (Đặng Công Bửu, 2006). Tuy vậy, những nghiên cứu này vẫn chưa làm rõ động thái và mối quan hệ giữa đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của RNM. Thiếu những thông tin này gây ra những khó khăn trong việc ra quyết định về trồng RNM, về các biện pháp bảo vệ và cải thiện môi trường ven sông và biển.

Xuất phát từ những vấn đề đặt ra trên đây, luận án này phân tích mối quan hệ giữa đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của RNM ở khu vực ven biển miền Trung. Rừng ngập mặn bao gồm rất nhiều kiểu khác nhau. Trong nghiên cứu này, luận án chỉ phân tích mối quan hệ giữa đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng (*Sonneratia alba*) ở khu vực ven biển tỉnh Thừa Thiên Huế. Luận án này tập trung trả lời 4 câu hỏi chính. Một là lập địa ảnh hưởng đến sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng như thế nào? Hai là đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng và đất không có rừng (sau đây gọi là đất trống) khác nhau như thế nào? Ba là đặc tính của đất và nước có mối quan hệ với rừng trồng Bần trắng như

thế nào? Bón là sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng phụ thuộc lớn nhất vào đặc tính nào của đất và nước?

2. Mục tiêu nghiên cứu

2.2. Mục tiêu tổng quát

Cung cấp những cơ sở khoa học để chọn lập địa trồng rừng Bần trắng và xây dựng biện pháp bảo vệ và cải thiện môi trường ven cửa sông và biển.

2.2. Mục tiêu cụ thể

(1) Phân tích sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trên những dạng lập địa khác nhau.

(2) Xác định đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng.

(3) Phân tích mối quan hệ giữa một số đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng.

(4) Xác định mối quan hệ giữa rừng trồng Bần trắng với một số đặc tính của đất và nước.

3. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu của luận án là mối quan hệ giữa đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng từ 1-4 tuổi. Lập địa bao gồm 3 dạng I – III theo hệ thống phân loại của Ngô Đình Quế (2003). Đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng bao gồm 10 chỉ tiêu: pH_{H_2O} , pH_{KCL} , mùn (%), đạm tổng số (N %), phốt pho (P_2O_5 %), kali (K_2O %), Al^{3+} , Fe^{2+} , SO_4^{2-} , thành phần cơ giới (%). Đặc tính của nước bao gồm 6 chỉ tiêu: pH; Oxy hòa tan (DO); Độ mặn; Fe^{2+} ; Al^{3+} tổng số; SO_4^{2-} . Địa điểm nghiên cứu tại khu vực Cồn Tè thuộc cửa biển Thuận An của tỉnh Thừa Thiên Huế. Thời gian nghiên cứu từ 2016 ÷ 2020.

4. Ý nghĩa của luận án

Về khoa học, luận án cung cấp những thông tin để phân tích mối quan hệ giữa rừng ngập mặn với đặc tính của đất và nước. Về thực tiễn, luận án không chỉ cung cấp thông tin để chọn lập địa trồng rừng Bần trắng, mà còn cả biện pháp bảo vệ và cải thiện môi trường như hạn chế tác hại của lũ, lụt, gió và sóng lớn, xâm thực và xói lở đất ven sông và ven biển...

5. Những kết quả mới của luận án

(1) Rừng Bần trắng sinh trưởng tốt nhất trên đất ngập mặn với thời gian ngập triều 5-6h/ngày. Độ sâu ngập triều trung bình hàng ngày là 80cm. Cao trình địa hình dưới 20cm so với mặt biển. Đất cát pha sét ở dạng bùn hơi lỏng. Đây là dạng lập địa II theo hệ thống phân loại lập địa ven biển của Ngô Đình Quế (2003).

(2) Đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng thay đổi theo tính phức tạp của rừng trồng Bần trắng. Sự gia tăng tính phức tạp của rừng trồng Bần trắng dẫn đến sự nâng cao rõ rệt pH-H₂O, hàm lượng mùn, ni tơ, phot pho, kali và tỷ lệ sét trong lớp đất từ 0 – 50cm, nhưng làm giảm hàm lượng độc chất trong đất (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻).

(3) Sự gia tăng tính phức tạp của rừng trồng Bần trắng dẫn đến sự suy giảm rõ rệt độ mặn, hàm lượng Al³⁺, Fe²⁺ và SO₄²⁻ trong môi trường nước.

(4) Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng phụ thuộc chặt chẽ vào đặc tính của đất và nước. Sự gia tăng hàm lượng N, P và Al³⁺ trong lớp đất 0 - 50 cm dẫn đến sự gia tăng tính phức tạp của rừng Bần trắng. Trái lại, sự gia tăng hàm lượng Fe²⁺ dẫn đến sự suy giảm tính phức tạp của rừng Bần trắng. Sự gia tăng hàm lượng muối, Al³⁺ và Fe²⁺ trong nước dẫn đến sự suy giảm tính phức tạp của rừng Bần trắng. Trái lại, sự gia tăng hàm lượng SO₄²⁻ dẫn đến sự gia tăng tính phức tạp của rừng Bần trắng.

6. Bố cục của luận án

Bố cục của luận án bao gồm phần mở đầu, 3 chương và phần kết luận. Chương 1: Tổng quan. Chương 2: Đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu. Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận. Kết luận và kiến nghị. Luận án bao gồm 144 trang; 76 Bảng; 9 Hình; 18 Đồ thị và 13 Phụ lục. Luận án tham khảo 53 tài liệu trong nước và ngoài nước.

Chương 1

TỔNG QUAN

Từ 53 tài liệu tham khảo, luận án đã tổng quan đặc điểm phân bố, thành phần loài, cấu trúc và sinh trưởng của RNM, lập địa RNM, kỹ thuật gieo ươm và trồng RNM, năng suất và chu trình vật chất ở RNM. Dưới đây là một số vấn đề cần thảo luận.

(1) Phần lớn các nghiên cứu trước đây về RNM ở Việt Nam đều tập trung xác định vùng phân bố, thành phần loài, cấu trúc và sinh trưởng của RNM, lập địa RNM, kỹ thuật gieo ươm và trồng RNM, năng suất và chu

trình vật chất ở RNM. Trong nghiên cứu này, luận án kế thừa những kết quả nghiên cứu này để trồng rừng Bần trắng tại khu vực ven biển của tỉnh Thừa Thiên Huế.

(2) Những nghiên cứu trước đây về RNM ở Việt Nam vẫn chưa làm rõ động thái biến đổi của đặc tính đất và nước dưới tán RNM, cường độ và khuynh hướng của mối quan hệ qua lại giữa các yếu tố môi trường với sinh trưởng RNM. Trong nghiên cứu này, luận án này phân tích động thái biến đổi của một số đặc tính đất và nước dưới tán RNM, cường độ và khuynh hướng của mối quan hệ giữa các đặc tính đất và nước với sinh trưởng RNM.

Chương 2

ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là mối quan hệ giữa đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trong giai đoạn 4 tuổi.

2.2. Nội dung nghiên cứu

- (1) Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trên những lập địa khác nhau.
- (2) Đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng.
- (3) Quan hệ giữa đất với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng.
- (4) Quan hệ giữa nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng.
- (5) Quan hệ giữa rừng trồng Bần trắng với đất và nước.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp luận

Nghiên cứu này dựa trên 5 luận điểm cơ bản. Một là rừng là một hệ thống sinh thái; trong đó các thành phần có quan hệ chặt chẽ với nhau. Hai là rừng bao gồm rất nhiều đặc tính khác nhau và rất khó đo đạc chính xác. Để đơn giản trong phân tích mối quan hệ giữa rừng và môi trường, luận án phân tích ảnh hưởng của chỉ số cấu trúc rừng (SCI) đến môi trường đất và nước. Ba là môi trường sống của rừng bao gồm rất nhiều yếu tố khác nhau và chúng tương tác qua lại với nhau rất phức tạp. Để đơn giản, các nhà lâm học phân chia môi trường sống của rừng thành các lập địa khác nhau. Theo luận điểm 3, luận án phân tích ảnh hưởng của lập địa đến sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng. Bốn là sinh trưởng và phát triển của rừng thay đổi theo tuổi. Trong nghiên cứu này, luận án phân tích sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trong giai đoạn 4 năm. Năm là mối quan hệ giữa đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của rừng có thể được xác định bằng nhiều phương pháp khác nhau. Trong nghiên cứu này, vấn đề này được xác định bằng phương pháp phân tích tương quan và hồi quy.

Từ 5 luận điểm trên đây, hướng nghiên cứu của luận án là sử dụng phương pháp sinh thái học thực nghiệm để phân tích mối quan hệ giữa đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng. Trình tự nghiên cứu bao

gồm 4 bước. Bước 1: Bố trí các thí nghiệm trồng rừng Bần trắng trên các dạng lập địa khác nhau. Bước 2: Phân tích sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng theo tuổi trên ba dạng lập địa khác nhau. Bước 3: Xác định đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng. Bước 4: Phân tích mối quan hệ giữa một số đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng. Kết quả của bước 1 là cơ sở cho những phân tích sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng và mối quan hệ giữa rừng và môi trường. Kết quả của bước 2 là những chứng cứ để trả lời câu hỏi 1 mà luận án đặt ra. Kết quả của bước 3 và 4 là những chứng cứ để trả lời câu hỏi 2 và 3 mà luận án đặt ra.

2.3.2. Những giả thuyết nghiên cứu

Giả thuyết 1: Sự thay đổi lập địa ảnh hưởng không rõ rệt đến sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng. Giả thuyết này được làm rõ thông qua phân tích so sánh sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trên ba dạng lập địa khác nhau. Giả thuyết 2: Đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng và đất trống không có rừng là không khác nhau. Giả thuyết này được làm rõ thông qua phân tích so sánh giữa đặc tính của đất và nước ở đất trống với đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng. Giả thuyết 3: Sự gia tăng tính phức tạp về cấu trúc của rừng trồng Bần trắng ảnh hưởng không rõ rệt đến đặc tính của đất và nước. Giả thuyết này được làm rõ thông qua phân tích mối quan hệ giữa một số đặc tính của đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng. Giả thuyết 4: Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng không phụ thuộc vào các đặc tính của đất và nước. Giả thuyết này được làm rõ thông qua phân tích mối quan hệ giữa rừng trồng Bần trắng với những đặc tính của đất và nước.

2.3.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm và thu thập số liệu

2.3.3.1. Xác định lập địa thích hợp để trồng rừng Bần trắng

Phần này xác định những chứng cứ để làm rõ giả thuyết 1. Để xác định ảnh hưởng của lập địa đến rừng Bần trắng, luận án thực hiện theo 2 bước.

Bước 1. 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). Rừng trồng Bần trắng được trồng từ cây con 6 tháng tuổi. Cây con được gieo ươm trong túi bầu Pôlyetylen với kích thước 25*30cm. Những cây con đem trồng là những cây sinh trưởng tốt, thân thẳng và không bị sâu bệnh; trong đó đường

kính gốc (D_0) và chiều cao (H) tương ứng lớn hơn 0,5cm và 50cm. Thời điểm trồng rừng Bần trắng vào 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 ($1,5*2,0m$). Để giúp cây con sau khi trồng không bị đổ ngã khi gặp sóng và gió lớn, mỗi cây được cố định bằng 3 cọc tre với đường kính từ 2 – 3cm và chiều cao 100 – 150cm. 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. Các thí nghiệm trên mỗi dạng lập địa được bố trí lặp lại 3 lần. Lô thí nghiệm có dạng hình vuông với diện tích 300 m² ($15*20m$).

Bước 2. Thu thập số liệu sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng. Phản ứng của rừng trồng Bần trắng với sự thay đổi của lập địa được đánh giá sau 6 tháng và 1 – 4 năm sau khi trồng. Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trên mỗi dạng lập địa được đo đếm 30 cây trong ô mẫu 100m² ($10*10 m$); trong đó 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 Bần trắng được đánh giá thông qua tỷ lệ sống (TLS%), sinh trưởng, chất lượng và tính ổn định của rừng trồng Bần trắng 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).

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

Phần này xác định những chứng cứ để làm rõ giả thuyết 2 và 3. Đặc tính của đất trồng 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*150 cm (rộng, dài). Bởi vì rừng trồng Bần trắng còn non và hệ rễ ăn nông, nên các mẫu đất chỉ được thu thập ở hai lớp 0 – 20cm và 20 – 50cm. Mỗi lớp đất thu thập 0,5 – 1,0kg. Đặc tính của đất trồng và đất dưới tán rừng trồng Bần trắng được đánh giá thông qua 10 chỉ tiêu: pH_{H_2O} , pH_{KCL} , mùn (%), đạm tổng số (N %), phốt pho (P_2O_5 %), kali (K_2O %), Al^{3+} (me/100g), Fe^{2+} (me/100g), SO_4^{2-}

(me/100g), thành phần cơ giới (% tỷ lệ sét, thịt và cát, %). 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. 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, Đạm tổng số (%N) được xác định bằng phương pháp của Kjeldhall theo TCVN 6645:2000, Lân tổng số (%P₂O₅) vô cơ hóa mẫu đất bằng H₂SO₄ và HClO₄. Hiện màu với phosphomolybdate với chất khử là ascorbic acid. So màu bằng máy quang phổ ở bước sóng 880 nm theo TCVN 8940:2011. 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. Ba thành phần độc chất Al³⁺, Fe²⁺ và SO₄²⁻ được đo bằng máy so màu UV-Vis theo TCVN 4403 : 2011, Fe²⁺: theo TCVN 12202-8:2018 và SO₄²⁻ theo TCVN 8727 : 2012. Thành phần cơ giới của đất được xác định bằng thành phần (% Sét, % thịt,% cát) phương pháp ống hút Robinson theo TCVN 8567:2010.

Ảnh hưởng của rừng đến đặc tính của nước chỉ 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 ô xy hòa tan (DO, mg/l), độ mặn (‰), hàm lượng Al³⁺(me/100g), hàm lượng Fe²⁺(me/100g) và hàm lượng SO₄²⁻(me/100g). 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 kế). Ba thành phần Al³⁺, Fe²⁺ và SO₄²⁻ được xác định bằng phương pháp so màu. Tất cả những chỉ tiêu này được đo vào ngày 15 âm lịch hàng tháng; sau đó tính trung bình năm. Phương pháp phân tích mẫu nước: pH theo TCVN 5979:2007; Oxy hòa tan (DO) theo TCVN 7325:2016; Độ mặn theo TCVN 9167:2012; Fe²⁺ theo TCVN 6177: 1996; Al³⁺ tổng số theo TCVN 6657: 2000; SO₄²⁻ theo TCVN 6656:2000 và QCVN 10:2023/ BTNMT.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu

2.3.4.1. Phân tích sinh trưởng của rừng Bần trắng

Phương pháp xử lý số liệu đối với sinh trưởng của rừng Bần trắng được thực hiện theo 8 bước. Bước 1. Tính tỷ lệ sống (TLS%) của rừng Bần

trắng. Bước 2. 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. Bước 3. Tính chỉ số SCI của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa. Bước 4. Phân tích mức độ cạnh tranh giữa các cây trong rừng trồng Bần trắng. Bước 5. Phân tích trữ lượng gỗ của rừng trồng Bần trắng. Bước 6. Phân tích sinh khối của rừng trồng Bần trắng. Bước 7. Phân tích tính ổn định của rừng trồng Bần trắng trên ba dạng lập địa. Bước 8. 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).

2.3.4.2. Phân tích đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng

Trước hết xác định các thống kê mô tả đặc tính của đất và nước dưới tán rừng trồng Bần trắng và đất trồng. Sau đó so sánh sự khác biệt giữa các đặc tính của đất và nước theo tuổi rừng trồng Bần trắng trên ba dạng lập địa.

2.3.4.3. Phân tích mối quan hệ giữa đất và nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng

Mối quan hệ giữa các đặc tính của đất và nước với chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng được phân tích theo hệ số tương quan hạng của Spearman.

2.3.4.5. Xác định vai trò của một số tính chất đất và nước đối với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng

Mối quan hệ giữa rừng Bần trắng với những đặc tính đất được mô tả bằng mô hình (2.1).

$$SCI = f(N, P, K, Al, Fe, SO_4) \quad (2.1)$$

Mối quan hệ giữa rừng Bần trắng với những đặc tính nước được mô tả bằng mô hình (2.2).

$$SCI = f(Mặn, Al, Fe, SO_4) \quad (2.2)$$

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 đóng góp vai trò từ lớn đến nhỏ được xác định thông qua giá trị tuyệt đối của hệ số hồi quy chuẩn hóa.

Tất cả 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

Chương 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

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

3.1.1. 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 3.1 - 3.5.

Bảng 3. 1. Sinh trưởng đường kính của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa.

A (năm)	D _{0Bq} (cm)	Min	Max	±SEE	CV%	N (cây/ha)	Tỷ lệ sống N (%)
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

Bảng 3. 2. Sinh trưởng chiều cao của rừng Bần trắng trên ba dạng lập địa.

A (năm)	H (cm)	Min	Max	±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

Phân tích quá trình sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trong giai đoạn 4 tuổi (Bảng 3.3 – 3.5) cho thấy hai đại lượng ZD_0 và ΔD_0 trên ba dạng lập địa đều gia tăng dần theo tuổi. So với ZD_0 và ΔD_0 trung bình trên dạng lập địa III (tương ứng 1,5cm và 1,3cm), hai đại lượng này trên dạng lập địa I (tương ứng 1,7cm và 1,5cm) lớn hơn tương ứng 15,4% và 19,5%. Tương tự, hai đại lượng này trên dạng lập địa II (tương ứng 2,7cm và 2,0cm) 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 60,2cm), hai đại lượng này trên dạng lập địa I (tương ứng 63,5cm và 67,9cm) lớn hơn tương ứng 32,7% và 12,9%. Tương tự, hai đại lượng này trên dạng lập địa II (tương ứng 73,9cm và 75,2cm) 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. 3. 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	

3.1.2. 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 1,22m), cao nhất trên dạng lập địa II (tương ứng 0,70; 0,93; 1,13 và 2,23m). 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 1,43m), cao nhất trên dạng lập địa II (tương ứng 0,80; 1,07; 1,41 và 2,57m). Nói chung, D_T và L_T của những cây Bần 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 $P < 0,01$).

Bảng 3. 4. 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	

Bảng 3. 5. 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	

3.1.3. Chỉ số phức tạp và chỉ số cạnh tranh của rừng trồng Bần trắng

Chỉ số SCI và chỉ số CCI của rừng trồng Bần trắng không chỉ thay đổi theo tuổi, mà còn theo dạng lập địa. Trên dạng lập địa I, chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng gia tăng từ 5,2 ở tuổi 1 đến 56,4 ở tuổi 4. Trên dạng lập địa II, chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng gia tăng từ 6,2 ở tuổi 1 đến 100,4 ở tuổi 4. Trên dạng lập địa III, chỉ số SCI của rừng trồng Bần trắng gia tăng từ 3,2 ở tuổi 1 đến 26,5 ở tuổi 4. Tại tuổi 4, chỉ số SCI của rừng trồng Bần 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 Bần 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.

3.1.5. Trữ lượng gỗ và sinh khối của rừng trồng Bần trắng

Trữ lượng gỗ của rừng trồng Bần trắng thay đổi rõ rệt theo tuổi và dạng lập địa (Bảng 3. 6 – 3. 11). So với trữ lượng gỗ của rừng trồng Bần trắng 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 Bần trắng đạt cao nhất trên dạng lập địa II, thấp nhất trên dạng lập địa III.

Bảng 3. 6. Sinh trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng Bần 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

Bảng 3. 7. Sinh trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng Bần 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

Bảng 3. 8. Sinh trưởng trữ lượng gỗ đối với rừng Bần 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

Bảng 3. 9. 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

Bảng 3. 10. 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

Bảng 3. 11. 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

Trên dạng lập địa I, tổng sinh khối gia tăng từ 0,42 tấn/ha ở tuổi 1 đến 13,89 tấn/ha ở tuổi 4. Trên dạng lập địa II, tổng sinh khối gia tăng từ 0,57

tấn/ha ở tuổi 1 đến 50,58 tấn/ha ở tuổi 4. Trên dạng lập địa III, tổng sinh khối gia tăng từ 0,18 tấn/ha ở tuổi 1 đến 9,89 tấn/ha ở tuổi 4.

Dự trữ carbon trong sinh khối của rừng trồng Bần trắng nhận giá trị cao nhất ở dạng lập địa II, thấp nhất ở dạng lập địa III. So sánh với rừng trồng Bần trắng 4 tuổi trên dạng lập địa III, dự trữ carbon trong sinh khối và khả năng hấp thụ CO₂ của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa I và II lớn hơn tương ứng 1,4 lần và 5,1 lần.

3.1.6. Ảnh hưởng của lập địa đến tính ổn định của rừng Bần trắng

Tính ổn định của rừng trồng Bần trắng được đánh giá thông qua tỷ lệ H/D và chất lượng cây. Hình dạng thân cây Bần trắng 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 Bần trắng 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 3.12 – 3.14. Số liệu ở Bảng 3.12 cho thấy 6 đặc tính 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, ni tơ, photpho, kali và tỷ lệ sét. Trái lại, 5 đặc tính 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 trồng, 6 đặc tính (pH_{H2O}, hàm lượng mùn, ni tơ, photpho, 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 đặc tính (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ cát) thấp hơn tương ứng 39,3%, 54,6%, 32,3% và 6,7%.

Bảng 3. 12. Biến động đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng từ 1 – 4 tuổi trên dạng lập địa I.

Đặc tính đất	Tuổi rừng (năm):				
	Đất trồng	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

Ni tơ (%)	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/100g)	1,68	1,27	1,17	0,97	1,02
Fe ²⁺ (me/100g)	113,7	92,0	79,6	66,6	51,6
SO ₄ ²⁻ (me/100g)	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

Bảng 3. 13. Biến động đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng 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
Ni tơ (%)	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/100g)	1,681	0,539	0,749	0,775	0,562
Fe ²⁺ (me/100g)	113,7	65,3	65,5	60,6	45,5
SO ₄ ²⁻ (me/100g)	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

Số liệu ở Bảng 3.13 cho thấy 4 đặc tính (pH_{H2O}, hàm lượng ni tơ, 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 đặc tính (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 đặc tính (pH_{H2O}, ni tơ, 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%.

Bảng 3. 14. Biến động đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng 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
Ni tơ (%)	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/100g)	1,681	0,787	0,852	0,677	0,835
Fe ²⁺ (me/100g)	113,7	112,0	79,9	86,9	73,6
SO ₄ ²⁻ (me/100g)	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

Số liệu ở Bảng 3.14 cho thấy 6 đặc tính (pH_{H₂O}, mùn, ni tơ, 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 đặc tính (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 đặc tính (pH_{H₂O}, mùn, ni tơ, 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 đặc tính (Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻, tỷ lệ thịt) thấp hơn tương ứng 50,3%, 35,3%, 37,4% và 14,1%.

Những phân tích thống kê cho thấy 9 đặc tính 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 (ni tơ, 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 Bần trắng ảnh hưởng rõ rệt đến đặc tính của đất trên ba dạng lập địa (Bảng 3.15 – 3.17).

Bảng 3. 15. Quan hệ giữa đất với sinh trưởng 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
Ni tơ (%)	0,676	0,000	30
Phốt pho (%)	0,546	0,002	30
Kali (%)	0,808	0,000	30
Al ³⁺ (me/100g)	-0,204	0,279	30
Fe ²⁺ (me/100g)	-0,855	0,000	30
SO ₄ ²⁻ (me/100g)	-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

Trên dạng lập địa I, bảy đặc tính (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 đặc tính (hàm lượng 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 đặc tính (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 đặc tính (pH-H₂O, pH-KCL, mùn, N, P, K, tỷ lệ sét trong đất) có quan hệ dương ($P < 0,01$), còn 5 đặc tính (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.

Bảng 3. 16. Quan hệ giữa đất với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa II.

Đặc tính đất	r	P_{α}	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
Ni tơ (%)	0,688	0,000	30

Phốt pho (%)	0,649	0,000	30
Kali (%)	0,796	0,000	30
Al ³⁺ (me/100g)	-0,406	0,026	30
Fe ²⁺ (me/100g)	-0,752	0,000	30
SO ₄ ²⁻ (me/100g)	-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

Bảng 3. 17. Quan hệ giữa đất với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa III.

Đặc tính đất	r	P _α	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
Ni tơ (%)	0,515	0,004	30
Phốt pho (%)	0,620	0,000	30
Kali (%)	0,767	0,000	30
Al ³⁺ (me/100g)	-0,240	0,202	30
Fe ²⁺ (me/100g)	-0,754	0,000	30
SO ₄ ²⁻ (me/100g)	-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

Những phân tích hồi quy cho thấy những đặc tính của đất có thể được ước lượng gần đúng dựa theo tuổi rừng trồng Bần trắng. 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 đặc tính của đất (hàm lượng mùn, N, P, K, Fe²⁺,

SO₄²⁻) dưới tán rừng trồng Bần trắng có thể được ước lượng theo hàm 3.1 – 3.6 (Bảng 3.18). Trên dạng lập địa II, 6 đặc tính của đất (N, P, K, Al³⁺, Fe²⁺, SO₄²⁻) dưới tán rừng trồng Bần trắng có thể được ước lượng theo hàm 3.7 – 3.12 (Bảng 3.19). Trên dạng lập địa III, 6 đặc tính của đất (hàm lượng mùn, N, P, K, Fe²⁺, SO₄²⁻) dưới tán rừng trồng Bần trắng có thể được ước lượng theo hàm 3.13 – 3.18 (Bảng 3.20).

Bảng 3. 18. Các hàm ước lượng những đặc tính của đất theo tuổi của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa I.

TT	Hàm	
1	Mùn = (1,10024 + 0,228186*√A) ²	3.1
2	N = √(0.00359117 + 0.00565127*√A)	3.2
3	P = 1/(18,7432 - 3,98414*√A)	3.3
4	K = exp(-2,04343 + 0,337414*√A)	3.4
5	Fe ²⁺ = (10,5822 - 0,839019*A) ²	3.5
6	SO ₄ ²⁻ = √(0.00957254 - 0.00299218*√A)	3.6

Bảng 3. 19. Các hàm ước lượng những đặc tính của đất theo tuổi của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa II.

TT	Hàm	
1	N = √(0.00306812 + 0.00075658*A ²)	3.7
2	P = 1/(19,6885 - 3,31256*√A)	3.8
3	K = exp(-2,0598 + 0,150819*A)	3.9
4	Al ³⁺ = √(2.37241 - 1.18256*√A)	3.10
5	Fe ²⁺ = (10,4608 - 1,77942*√A) ²	3.11
6	SO ₄ ²⁻ = exp(-2,37032 - 0,416317*√A)	3.12

3.4. Môi quan hệ giữa nước với rừng trồng Bần trắng

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

Kết quả nghiên cứu cho thấy 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 DO cũng thay đổi rất nhỏ theo tuổi của rừng Bần trắng, dao động từ 5,4 trên đất trồng đến 5,5 dưới tán rừng Bần trắng; trung bình 5,4 với CV = 2,6%. So với đất trồng (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 Al³⁺ thấp hơn tương ứng 5,9%, 16,1%, 28,2% và 29,5%; hàm lượng Fe²⁺ 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%. Nói chung, đặc tính của nước thay đổi rõ rệt theo tuổi của rừng trồng Bần trắng.

Bảng 3. 20. Các hàm ước lượng những đặc tính của đất theo tuổi của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa III.

TT	Hàm	
1	$\text{Mùn} = (1,0936 + 0,102606 \cdot A)^2$	3.13
2	$N = \sqrt{0,00358122 + 0,00288369 \cdot \sqrt{A}}$)	3.14
3	$P = \sqrt{0,00286209 + 0,00264951 \cdot \sqrt{A}}$)	3.15
4	$K = (0,358129 + 0,0736772 \cdot \sqrt{A})^2$	3.16
5	$\text{Fe}^{2+} = (10,7029 - 0,542894 \cdot A)^2$	3.17
6	$\text{SO}_4^{2-} = \sqrt{0,00975687 - 0,002881 \cdot \sqrt{A}}$)	3.18

3.4.2. Quan hệ giữa nước với sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng

Kết quả nghiên cứu cho thấy sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng ảnh hưởng rõ rệt đến đặc tính của nước (Bảng 3.21). Sự gia tăng tuổi của rừng trồng Bần trắng dẫn đến sự gia tăng $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, hàm lượng DO, độ mặn, hàm lượng Al^{3+} , Fe^{2+} và SO_4^{2-} . Tuy vậy, sự thay đổi chỉ số SCI của rừng trồng 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 3.22). 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 3. 21. Quan hệ giữa nước với rừng trồng Bần trắng.

Đặc tính đất	r	P_α	K (mẫu)
(1)	(2)	(3)	(4)
$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	-0,061	0,828	15
DO (mg/l)	-0,141	0,617	15
Độ mặn (‰)	-0,982	0,000	15
Al^{3+} (me/100g)	-0,977	0,000	15
Fe^{2+} (me/100g)	-0,951	0,000	15
SO_4^{2-} (me/100g)	-0,935	0,000	15

Bảng 3. 22. Mô hình ước lượng những đặc tính của nước theo tuổi của rừng trồng Bần trắng trên dạng lập địa II.

TT	Hàm	
1	$\text{Độ mặn} = \sqrt{515.384 - 84.321 \cdot \sqrt{A}}$	3.19
2	$\text{Al}^{3+} = 0,2962 - 0,024 \cdot A$	3.20
3	$\text{Fe}^{2+} = 0,2054 - 0,0136 \cdot A$	3.21
4	$\text{SO}_4^{2-} = (0,225664 - 0,0334785 \cdot \sqrt{A})^2$	3.22

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

3.5.1. Vai trò của đất đối với rừng Bần trắng

Kết quả nghiên cứu ở Mục 3.3.2 cho thấy 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, SO₄). Những phân tích hồi quy cho thấy chỉ số SCI chỉ tồn tại mối quan hệ chặt chẽ (R² = 56,8%) với 5 yếu tố (N, P, K, Al, Fe) (Hàm 3.23).

$$\text{SCI} = 1,49875 + 35,2979 \cdot \text{N} + 30,9501 \cdot \text{P} + 150,295 \cdot \text{K} + 3,62515 \cdot \text{Al} - 0,266977 \cdot \text{Fe} - 7,7071 \cdot (\text{N} \cdot \text{P} \cdot \text{K} \cdot \text{Al} \cdot \text{Fe}) \quad (3.23)$$

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

Chỉ số SCI của rừng Bần trắng phụ thuộc nhiều nhất vào hàm lượng Fe (Hệ số hồi quy chuẩn hóa |-0,843|); kế đến là hàm lượng nhôm (Hệ số hồi quy chuẩn hóa |0,341|); thấp nhất là hàm lượng P (Hệ số hồi quy chuẩn hóa |-0,008|).

3.5.2. Vai trò của nước đối với rừng Bần trắng

Kết quả nghiên cứu ở Mục 3.4.2 cho thấy chỉ số SCI của rừng Bần trắng có quan hệ chặt chẽ với 4 đặc tính của nước (Độ mặn, Al, Fe, SO₄). Những phân tích hồi quy cho thấy sự thay đổi chỉ số SCI của rừng Bần trắng theo 4 yếu tố (N, P, K, Al, Fe) có dạng như Hàm 3.24.

$$\text{SCI} = 417,239 - 8,8789 \cdot \text{Mặn} - 372,895 \cdot \text{Al} - 839,412 \cdot \text{Fe} + 646,916 \cdot \text{SO}_4 + 387,745 \cdot (\text{Mặn} \cdot \text{Al} \cdot \text{Fe} \cdot \text{SO}_4) \quad (3.24)$$

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

Sự thay đổi chỉ số SCI của rừng Bần trắng phụ thuộc nhiều nhất vào hàm lượng Fe (Hệ số hồi quy chuẩn hóa |-1,416|); kế đến là độ mặn (Hệ số hồi quy chuẩn hóa |-1,276|); thấp nhất là hàm lượng Al (Hệ số hồi quy chuẩn hóa |0,704|).

3.6. Đề xuất áp dụng kết quả nghiên cứu

3.6.1. Chọn lập địa trồng rừng Bàn trắng

Rừng trồng Bàn trắng sinh trưởng kém nhất ở dạng lập địa III, cao nhất ở dạng lập địa II. Vì thế, dạng lập địa II là môi trường thích hợp để trồng rừng Bàn trắng. Để giúp cho rừng trồng Bàn trắng sống tốt trên dạng lập địa III, biện pháp nuôi rừng bằng cách tạo ra các rạch để đưa nước thủy triều lấn sâu vào các hàng cây là biện pháp cần thiết.

3.6.2. Kỹ thuật trồng rừng Bàn trắng

Rừng trồng Bàn trắng có thể trồng từ cây con 6 tháng tuổi. Cây con cần được ươm trong bầu với kích thước 25*30cm. Những cây con đem trồng là những cây sinh trưởng tốt, thân thẳng và không bị sâu bệnh; trong đó đường kính gốc (D_0) và chiều cao (H) tương ứng lớn hơn 0,5cm và 50cm. Cây con được trồng theo hàng. Các hàng Bàn trắng được trồng theo hướng vòng góc với bờ sông và biển. Mật độ trồng rừng ban đầu là 3.300 cây/ha (1,5*2,0m). Để giúp cây con sau khi trồng không bị đổ ngã khi gặp sóng và gió lớn, mỗi cây được cố định bằng 3 cọc tre với đường kính từ 2 – 3cm và chiều cao 100 – 150cm. 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.

3.6.3. Trồng rừng Bàn 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 RNM. Để cải thiện và bảo vệ môi trường ven cửa sông và ven bờ biển của tỉnh Thừa Thiên Huế, luận án đề xuất trồng rừng Bàn trắng. Kiểu rừng này chỉ thích nghi tốt với dạng lập địa I và II. Kỹ thuật trồng và bảo vệ rừng được thực hiện giống như Mục 3.6.2. Sau khi rừng trồng Bàn trắng khép tán, không tia thưa và không tia cành. Sự phát triển mạnh của thân và cành đối với rừng Bàn trắng có tác dụng ngăn cản sóng lớn va đập vào các công trình ven sông và biển. Ngoài ra, rừng trồng Bàn trắng còn có tác dụng cải thiện tính chất đất và nước, làm gia tăng bồi tụ đất.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

(1) Rừng Bần trắng sinh trưởng tốt nhất trên đất ngập mặn với thời gian ngập triều 5-6h/ngày. Độ sâu ngập triều trung bình hàng ngày là 80cm. Độ cao địa hình dưới 20cm so với mặt biển. Đất cát pha sét ở dạng bùn hơi lỏng. Đây là dạng lập địa II theo hệ thống phân loại lập địa ven biển của Ngô Đình Quế.

(2) Đặc tính của đất dưới tán rừng trồng Bần trắng khác nhau rõ rệt so với đất trống và phụ thuộc vào tính phức tạp của rừng trồng Bần trắng. Sự gia tăng tính phức tạp của rừng trồng Bần trắng dẫn đến sự nâng cao pH_{H_2O} , hàm lượng mùn, hàm lượng ni tơ, hàm lượng phot pho, hàm lượng kali và tỷ lệ sét trong lớp đất từ 0 – 50cm. Trái lại, sự gia tăng tính phức tạp về cấu trúc của rừng trồng Bần trắng dẫn đến sự suy giảm rất rõ rệt hàm lượng Al^{3+} , Fe^{2+} , SO_4^{2-} , tỷ lệ thịt và cát trong lớp đất từ 0 – 50cm.

(3) Đặc tính của nước thay đổi rất rõ rệt theo sự phát triển của rừng trồng Bần trắng. Sự gia tăng tính phức tạp của rừng trồng Bần trắng dẫn đến sự suy giảm rất rõ rệt độ mặn, hàm lượng Al^{3+} , Fe^{2+} và SO_4^{2-} .

(4) Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng phụ thuộc chặt chẽ vào đặc tính của đất. Sự gia tăng hàm lượng N, P và Al^{3+} trong lớp đất 0 - 50 cm dẫn đến sự gia tăng sinh trưởng của rừng Bần trắng. Trái lại, sự gia tăng hàm lượng Fe^{2+} dẫn đến sự suy giảm sinh trưởng của rừng Bần trắng.

(5) Sinh trưởng của rừng trồng Bần trắng phụ thuộc chặt chẽ vào đặc tính của nước. Sự gia tăng hàm lượng muối, Al^{3+} và Fe^{2+} trong nước dẫn đến sự suy giảm sinh trưởng của rừng Bần trắng. Trái lại, sự gia tăng hàm lượng SO_4^{2-} dẫn đến sự gia tăng sinh trưởng của rừng Bần trắng.

2. Kiến nghị

Rừng trồng Bần trắng có tác dụng cải thiện tính chất của đất và nước. Tác giả kiến nghị các nhà lãnh đạo và cơ quan quản lý môi trường ở tỉnh Thừa Thiên Huế có thể sử dụng kết quả của luận án này để trồng rừng Bần trắng trên những đất ngập nước mặn ở khu vực cửa sông và bãi bồi ven biển nhằm hạn chế những ảnh hưởng xấu của gió và sóng biển, cung cấp nơi ở và nguồn thức ăn cho sinh vật biển, tham quan du lịch...

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. **Lê Thanh Quang**, Thái Thành Lượm, Akihiro Itai, Hoàng Văn Thơi, Kiều Tuấn Đạt, Nguyễn Khắc Diệu và Kiều Mạnh Hà, 2022. Ảnh hưởng của lập địa đến sinh trưởng của rừng Bần trắng (*Sonneratia alba*) ở khu vực ven biển tỉnh Thừa Thiên Huế. Tạp chí Khoa học lâm nghiệp. ISSN 1859 – 0373. Số 1/2022, Trang 177 – 184.
2. **Lê Thanh Quang**, Thái Thành Lượm, Akihiro Itai, Hoàng Văn Thơi, Kiều Tuấn Đạt, Nguyễn Khắc Diệu và Hoàng Anh Tuấn, 2022. Đặc tính của đất dưới tán rừng Bần trắng (*Sonneratia alba*) ở khu vực ven biển thuộc tỉnh Thừa Thiên Huế. Tạp chí Rừng và Môi trường. ISSN 1859 -1247. Số 110 +111 năm 2022, Trang 17 – 22.
3. Hoàng Văn Thơi, Nguyễn Thị Hải Hồng, **Lê Thanh Quang**, Nguyễn Khắc Diệu, Võ Hoàng Anh Tuấn, 2020. Khảo nghiệm loài và xuất xứ một số loài cây ngập mặn tại Côn Đảo và Bình Sơn miền Trung Việt Nam. Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn. ISSN 1859-4581 số 19/2020, Trang 86-92.
4. Hoàng Văn Thơi, **Lê Thanh Quang**, Nguyễn Khắc Diệu. Nghiên cứu trồng rừng ngập mặn ven biển miền trung bằng kỹ thuật cải tạo thể nền và hàng rào bảo vệ cây trồng. Kỷ yếu hội nghị khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo lĩnh vực lâm nghiệp. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 2023, SBN 978-604-60-3831-3. Trang 376-387
5. **Lê Thanh Quang**, Thái Thành Lượm. Impact of Water and Soil Compositions on the Growth of *Sonneratia alba* in ThuaThien Hue, Vietnam; International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS). Volume 10, Issue 3, 2024, PP 15-26. ISSN No. (Online) 2454–6224. DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2454-6224.1003002>.
www.arcjournals.org