

QUAN HỆ GIỮA MỘT SỐ ĐẶC TÍNH CỦA ĐẤT FERALIT VÀNG ĐỎ VỚI RỪNG TRỒNG THÔNG BA LÁ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) TẠI KHU VỰC BẢO LÂM THUỘC TỈNH LÂM ĐỒNG

Lê Văn Cường^{1,*}

¹Trường Đại học Lâm nghiệp, Phân hiệu Đồng Nai

*Email: cuongvf.90@gmail.com

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích quan hệ giữa một số đặc tính của đất feralit vàng đỏ trên đá phiến sét với rừng trồng Thông ba lá. Số liệu nghiên cứu bao gồm 20 ô tiêu chuẩn 500 m² và 100 phẫu diện đất. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng: (1) Sự phát triển của rừng trồng Thông ba lá dẫn đến giảm pH, dung trọng và hàm lượng cát, nhưng làm tăng độ ẩm đất, hàm lượng sét và thịt, hàm lượng các bon hữu cơ, chất hữu cơ, nitơ tổng số, photpho tổng số và lân dễ tiêu; (2) Hàm lượng chất hữu cơ trong đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá không chỉ phụ thuộc vào 4 yếu tố của đất như: Dung trọng, pH H₂O, nitơ tổng số và photpho dễ tiêu, mà còn cả sinh khối cây tầng thấp, khối lượng vật rơi rụng trên sàn rừng, chỉ số phức tạp về cấu trúc và trữ lượng gỗ của rừng trồng Thông ba lá.

Từ khóa: Rừng trồng Thông ba lá, đất feralit vàng đỏ, chỉ số phức tạp về cấu trúc, sinh khối cây tầng dưới, vật rơi rụng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đất là giá đỡ và nguồn cung cấp chất khoáng và nước cho thực vật. Trong quá trình sống, rừng trả lại đất những chất khoáng mà chúng lấy đi. Hai quá trình này tồn tại mối quan hệ chặt chẽ với nhau [1]. Động thái biến đổi của đất và chu trình chất khoáng dưới tán rừng thay đổi tùy theo loài cây gỗ và kiểu rừng [1, 2]. Vì thế, những kiến thức về mối quan hệ giữa rừng với đất là căn cứ khoa học để xây dựng lý thuyết về rừng và các phương thức lâm sinh.

Thông ba lá (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) thích nghi với khí hậu núi cao nhiệt đới [3]. Ở Việt Nam, loài cây gỗ này đã được trồng rừng tập trung ở khu vực Tây Nguyên nhằm cung cấp gỗ để sản xuất bột giấy, xây dựng và làm đồ mộc gia dụng. Tổng diện tích rừng trồng của tỉnh Lâm Đồng là 77.157,66 ha (100%) [4]; trong đó, rừng trồng Thông ba lá tại khu vực huyện Bảo Lâm là 2.009,8 ha (2,6%). Trước đây, đã có một số nghiên cứu về sinh trưởng và sinh khối của rừng trồng Thông ba lá [5 - 7]. Tuy nhiên, những nghiên cứu này vẫn chưa làm rõ quan hệ qua lại giữa đất với rừng

trồng Thông ba lá, gây ra những khó khăn cho việc xây dựng các kỹ thuật trồng, nuôi dưỡng và khai thác đối với rừng trồng Thông ba lá. Xuất phát từ những vấn đề trên, mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích quan hệ giữa một số đặc tính của đất vàng đỏ trên đá phiến sét với rừng trồng Thông ba lá. Giả thuyết của nghiên cứu là các đặc tính của đất feralit vàng đỏ không thay đổi theo tuổi của rừng trồng Thông ba lá. Giả thuyết này được làm rõ thông qua xây dựng ma trận tương quan giữa các đặc tính của đất feralit vàng đỏ với đặc tính của rừng trồng Thông ba lá trong giai đoạn từ 5 - 35 tuổi.

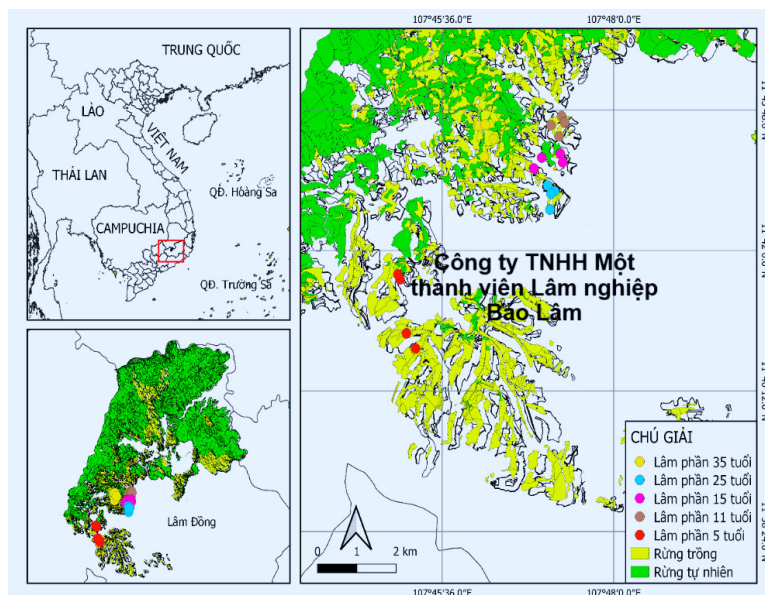
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và địa điểm nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là đặc tính của đất vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá trong giai đoạn từ 5 - 35 tuổi. Địa điểm nghiên cứu được đặt tại Công ty Trách nhiệm Hữu hạn (TNHH) Một thành viên Lâm nghiệp Bảo Lâm thuộc tỉnh Lâm Đồng (Hình 1). Tọa độ địa lý: 11°52'30"-11°38'02" vĩ Bắc và 107°50'08"-107°42'30" kinh Đông. Thời gian nghiên cứu từ tháng 4 đến tháng 5 năm 2024. Khu

vực nghiên cứu thuộc vùng khí hậu ôn hòa núi cao. Nhiệt độ không khí trung bình năm là 22°C. Độ ẩm tương đối trung bình năm là 82%. Lượng

mưa trung bình năm là 3.300 mm. Độ ẩm không khí trung bình năm là 82%. Độ cao địa hình dao động từ 905 - 918 m so với mặt nước biển.



Hình 1. Bản đồ biểu diễn vị trí của các điểm thu mẫu tại Công ty TNHH Một thành viên Lâm nghiệp Bảo Lâm thuộc tỉnh Lâm Đồng

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

2.2.1. Xác định các đặc điểm của rừng trồng Thông ba lá

Nghiên cứu này xác định sản lượng ở mức cây bình quân (đường kính thân ngang ngực = D (cm) tại vị trí 1,3 m kể từ mặt đất; chiều cao toàn thân = H , m; thể tích thân = V , m^3) và quần thụ Thông ba lá (mật độ = N , cây/ha; tiết diện ngang thân = G , m^2 /ha; sản lượng gỗ = M , m^3 /ha). Đặc điểm của của rừng trồng Thông ba lá đã được thu thập theo 5 tuổi ($A = 5, 11, 15, 25$ và 35 năm). Tổng số 5 tuổi là 25 ô tiêu chuẩn (OTC). Diện tích OTC là $500 m^2$ ($25 \times 20 m$). Trong các OTC, chu vi thân ngang ngực (CV, cm) của từng cây được đo bằng thước dây với độ chính xác 0,1 cm; sau đó quy đổi ra D (cm). Chỉ tiêu H được đo bằng thước đo cao Blume leise. Trong mỗi OTC, lập 5 ô dạng bản (ODB) với kích thước $4 m^2$ ($2 \times 2 m$) tại 4 góc và giữa OTC để xác định sinh khối cây tầng thấp (cây bụi và thảm cỏ = B_{CB} , kg/ODB). Khối lượng vật rơi rụng (B_{VR} , kg/ODB) được xác định trong 5 ODB với kích thước $1 m^2$ ($1 \times 1 m$); sau đó tính bình quân chung. Hai chỉ tiêu B_{CB} và B_{VR} ở trạng thái

tươi được cân đo tại chỗ. Sau đó, thu thập mỗi loại khoảng 300 - 500 g để sấy khô ở nhiệt độ 75°C cho đến khi khối lượng không đổi.

2.2.2. Xác định các đặc tính của đất vàng đỏ dưới tán rừng trồng Thông ba lá

Các đặc điểm của đất vàng đỏ được thu thập trong 20 OTC thuộc rừng trồng Thông ba lá tại $A = 5, 11, 15, 25$ và 35 năm. Trước khi thu thập mẫu đất, lớp vật rơi rụng ở mỗi ô mẫu được dọn bỏ. Các mẫu đất ở các độ sâu khác nhau (0 - 20 cm, 20 - 40 cm, 40 - 60 cm) được thu thập bằng phương pháp lấy mẫu 5 điểm ngẫu nhiên (mỗi điểm tương ứng là một phần diện đất) tạo thành một đường cong hình chữ S trong mỗi ô bằng cách sử dụng thiết bị lấy đất chuyên dụng. Tổng cộng 300 mẫu đất (5 tuổi rừng $\times 4$ ô lặp lại $\times 5$ điểm $\times 3$ độ sâu đất) đã được thu thập trong nghiên cứu. Các mẫu đất được phơi khô trong không khí và bảo quản ở nhiệt độ phòng. Trong phân tích đặc tính của đất, dung lượng cation trao đổi (CEC, cmolc/kg) được ước tính bằng phương pháp amoni axetat (CH_3COONH_4 1 N, pH 7,0) [8]. Tỷ lệ (%) thành phần cơ giới (sét < 0,002 mm, thịt = 0,002 - 0,02 mm và cát

vật lý < 0,02 - 2 mm) được phân tích bằng phương pháp pipet [9]. Để xác định dung trọng (d , cm^3) của đất, các mẫu đất được thu thập từ các lớp đất khác nhau bằng cách sử dụng một vòng cắt bằng thép không gỉ với thể tích 100 cm^3 . Sau đó, các mẫu đất được sấy khô ở nhiệt độ 105°C cho đến khi khối lượng không đổi [10]. Hàm lượng nước trong đất (W , %) được xác định với 20 g đất mỗi mẫu theo phương pháp sấy khô bằng tủ sấy ở nhiệt độ 105°C trong 24 giờ [9]. Thành phần $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ của dung dịch đất được xác định bằng pH meter [9]. Tổng khối lượng các bon hữu cơ trong đất (C , g/kg) được phân tích bằng phương pháp oxy hóa potassium dichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) [11]. Khối lượng chất hữu cơ trong đất: $\text{OM (g/kg)} = C \times 1,724$. Hàm lượng nitơ tổng số (N_{TS} , g/kg) được xác định theo TCVN 6498:1999 [12]. Hàm lượng photpho tổng số (P_{TS} , g/kg) được xác định theo TCVN 8940:2011 [13]. Hàm lượng photpho dễ tiêu (P_{DT} , mg/kg) được xác định theo TCVN 5626:2009 [14].

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

2.3.1. Phân tích quan hệ giữa các đặc tính của đất với rừng trồng Thông ba lá

Quan hệ giữa các đặc tính của đất ở độ sâu từ 0 – 60 cm ($Y_i = d, W, \text{sét, thịt, cát, pH, CEC, C, OM, } N_{\text{TS}}, P_{\text{TS}}, P_{\text{DT}}$) và giữa chúng với các thành phần sản lượng của rừng trồng Thông ba lá ($X_i = A, N, G, M, B$) được xác định theo hệ số tương quan đơn của Pearson. Giả thuyết H_0 : (1) Các đặc tính của đất không tồn tại quan hệ với nhau; (2) Các đặc tính của đất không tồn tại quan hệ với các đặc tính của rừng Thông ba lá. Quy tắc quyết định: Khi mức ý nghĩa $P < 0,05$, thì giả thuyết H_0 bị bác bỏ. Khối lượng OM trong đất là yếu tố ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng của rừng trồng Thông ba lá. Vì vậy, nghiên cứu này phân tích ảnh hưởng của một số đặc tính vật lý và hóa học của đất, chỉ số phức tạp về cấu trúc ($\text{SCI} = N \times G \times H$) và M của rừng trồng Thông ba lá, B_{CB} và B_{VR} đến khối lượng OM trong đất feralit vàng đỏ. Những yếu tố ảnh hưởng lớn đến khối lượng OM trong đất được xác định

bằng phương pháp hồi quy và tương quan đa biến chuẩn hóa.

2.3.2. Xây dựng hàm ước lượng các đặc tính của đất dưới tán rừng Thông ba lá

Tuổi (A , năm) của rừng trồng Thông ba lá là một biến dễ xác định tại thực địa. Vì vậy, các hàm ước lượng các đặc tính của đất $Y_i = f(d, W, \text{sét, thịt, cát, pH, CEC, C, OM, } N_{\text{TS}}, P_{\text{TS}}, P_{\text{DT}})$ được xây dựng dựa theo biến dự đoán A (năm) của rừng trồng Thông ba lá. Các hàm thích hợp được xác định theo phương pháp so sánh các hàm hồi quy. Mức độ tin cậy của các hàm hồi quy được đánh giá theo hệ số xác định (R^2 ; công thức 1), sai số ước lượng (SEE; công thức 2), sai số tuyệt đối trung bình (MAE; công thức 3), sai số tuyệt đối trung bình theo phần trăm (MAPE; công thức 4). Ở công thức 1 - 4, Y_i và Y_j tương ứng là biến phụ thuộc thực tế và ước lượng; Y_{Bq} là biến phụ thuộc thực tế bình quân; n = dung lượng mẫu; p = số tham số của hàm hồi quy. Các bước phân tích hồi quy và tương quan được thực hiện bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XV.I 15.1.02.

$$R^2 = [1 - \frac{\sum(Y_i - Y_j)^2}{\sum(Y_i - Y_{Bq})^2}] \times 100 \quad (1)$$

$$\text{SEE} = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y_j)^2}{(n - p)}} \quad (2)$$

$$\text{MAE} = |((Y_i - Y_j)/n)| \quad (3)$$

$$\text{MAPE} = \frac{\text{MAE} \times 100}{n} \quad (4)$$

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Quan hệ giữa các đặc tính của đất với tuổi và chỉ số SCI của rừng trồng Thông ba lá

Các đặc tính của đất thay đổi rõ rệt ($P < 0,01$) theo tuổi (A) và chỉ số SCI của rừng trồng Thông ba lá (Bảng 1 và 2). Sự gia tăng A của rừng trồng Thông ba lá dẫn đến giảm pH, d và hàm lượng cát, nhưng làm tăng W , CEC, hàm lượng sét và thịt, C , OM , N_{TS} , P_{TS} , P_{DT} . Sự gia tăng chỉ số SCI của rừng trồng Thông ba lá dẫn đến giảm pH, d , C , OM và hàm lượng cát, nhưng làm tăng W , CEC, hàm lượng sét và thịt, N_{TS} , P_{TS} , P_{DT} .

Bảng 1. Quan hệ giữa các đặc tính của đất feralit vàng đỏ với tuổi của rừng Thông ba lá

TT	Chỉ tiêu	r	P_α	N
1	d (g/cm^3)	-0,82	0,01	300
2	W (%)	0,94	0,01	300
3	Sét (%)	0,89	0,01	300

4	Thịt (%)	0,87	0,01	300
5	Cát (%)	-0,90	0,01	300
6	pH _{H2O}	-0,76	0,01	300
7	CEC (cmolc/kg)	0,72	0,01	300
8	C hữu cơ (g/kg)	0,79	0,01	300
9	OM (g/kg)	0,79	0,01	300
10	N _{TS} (g/kg)	0,84	0,01	300
11	P _{TS} (g/kg)	0,98	0,01	300
12	P _{DT} (mg/kg)	0,84	0,01	300

Ghi chú: d: Dung trọng đất (g/cm³); W: Hàm lượng nước trong đất (%); CEC: Dung lượng cation trao đổi (cmolc/kg); C: Hàm lượng các bon hữu cơ trong đất (g/kg); OM: Hàm lượng chất hữu cơ trong đất (g/kg); N_{TS}: Hàm lượng đạm tổng số trong đất (g/kg); P_{TS}: Hàm lượng lân tổng số trong đất (g/kg); P_{DT}: Hàm lượng lân dễ tiêu trong đất (mg/kg).

Bảng 2. Quan hệ giữa đặc tính của đất feralit vàng đỏ với chỉ số SCI của rừng Thông ba lá

TT	Chỉ tiêu	r	P _α	N
1	d (g/cm ³)	-0,67	0,01	300
2	W (%)	0,79	0,01	300
3	Sét (%)	0,83	0,01	300
4	Thịt (%)	0,82	0,01	300
5	Cát (%)	-0,84	0,01	300
6	pH _{H2O}	-0,65	0,01	300
7	CEC (cmolc/kg)	0,70	0,01	300
8	C (g/kg)	-0,41	0,01	300
9	OM (g/kg)	-0,41	0,01	300
10	N _{TS} (g/kg)	0,69	0,01	300
11	P _{TS} (g/kg)	0,85	0,01	300
12	P _{DT} (mg/kg)	0,76	0,01	300

Ghi chú: d: Dung trọng đất (g/cm³); W: Hàm lượng nước trong đất (%); CEC: Dung lượng cation trao đổi (cmolc/kg); C: Hàm lượng các bon hữu cơ trong đất (g/kg); OM: Hàm lượng chất hữu cơ trong đất (g/kg); N_{TS}: Hàm lượng đạm tổng số trong đất (g/kg); P_{TS}: Hàm lượng lân tổng số trong đất (g/kg); P_{DT}: Hàm lượng lân dễ tiêu trong đất (mg/kg).

3.2. Quan hệ giữa các đặc tính của đất dưới tán của rừng trồng Thông ba lá

Các tính chất vật lý và hóa học của đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá tồn tại quan hệ rất chặt chẽ với nhau (P < 0,01) (Bảng 3). Chỉ tiêu d quan hệ dương với pH_{H2O} và hàm lượng cát trong đất, còn quan hệ nghịch với các thành phần khác. Chỉ tiêu W quan hệ nghịch với pH và hàm lượng cát, còn quan hệ dương với các thành phần khác. Chỉ tiêu pH_{H2O} chỉ quan hệ dương với hàm lượng cát, còn quan hệ nghịch với

các thành phần khác. Hàm lượng sét và thịt tăng lên dẫn đến các thành phần khác trong đất cũng tăng lên. Sự gia tăng hàm lượng cát dẫn đến tăng d và pH_{H2O}, nhưng làm giảm các thành phần khác trong đất. Thành phần pH_{H2O} quan hệ nghịch rất chặt chẽ (P < 0,01) với khối lượng C hữu cơ, OM, CEC, N_{TS}, P_{TS} và P_{DT}, còn các tính chất hóa học khác tồn tại quan hệ dương rất chặt chẽ với nhau (P < 0,01) (Bảng 4). Nói chung, sự gia tăng thành phần hóa học này dẫn đến sự gia tăng thành phần hóa học khác trong đất.

Bảng 3. Quan hệ giữa các đặc tính vật lý với các đặc tính khác của đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng Thông ba lá tại khu vực huyện Bảo Lâm

Chỉ tiêu	d	W	Sét	Thịt	Cát
W	-0,91	1			
Sét	-0,60	0,78	1		
Thịt	-0,72	0,83	0,85	1	
Cát	0,71	-0,84	-0,91	-0,99	1
pH _{H2O}	0,85	-0,88	-0,54	-0,65	0,64
CEC	-0,85	0,88	0,53	0,65	-0,64
C	-0,91	0,93	0,54	0,66	-0,65
OM	-0,91	0,93	0,54	0,66	-0,65
N _{TS}	-0,92	0,94	0,59	0,71	-0,71
P _{TS}	-0,84	0,96	0,87	0,87	-0,90
P _{DT}	-0,90	0,94	0,67	0,84	-0,82

Ghi chú: d: Dung trọng đất (g/cm³); W: Hàm lượng nước trong đất (%); CEC: Dung lượng cation trao đổi (cmolc/kg); C: Hàm lượng các bon hữu cơ trong đất (g/kg); OM: Hàm lượng chất hữu cơ trong đất (g/kg); N_{TS}: Hàm lượng đạm tổng số trong đất (g/kg); P_{TS}: Hàm lượng lân tổng số trong đất (g/kg); P_{DT}: Hàm lượng lân dễ tiêu trong đất (mg/kg).

Bảng 4. Quan hệ giữa các đặc tính hóa học của đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng Thông ba lá tại khu vực huyện Bảo Lâm

Chỉ tiêu	pH _{H2O}	C hữu cơ	OM	CEC	N _{TS}	P _{TS}
C	-0,89	1				
OM	-0,89	1,00	1			
CEC	-0,83	0,93	0,93	1		
N _{TS}	-0,88	0,97	0,97	0,89	1	
P _{TS}	-0,80	0,83	0,83	0,78	0,86	1
P _{DT}	-0,87	0,94	0,94	0,91	0,93	0,89

Ghi chú: CEC: Dung lượng cation trao đổi (cmolc/kg); C: Hàm lượng các bon hữu cơ trong đất (g/kg); OM: Hàm lượng chất hữu cơ trong đất (g/kg); N_{TS}: Hàm lượng đạm tổng số trong đất (g/kg); P_{TS}: Hàm lượng lân tổng số trong đất (g/kg); P_{DT}: Hàm lượng lân dễ tiêu trong đất (mg/kg).

3.3. Những yếu tố ảnh hưởng đến khối lượng chất hữu cơ trong đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá

3.3.1. Ảnh hưởng của một số tính chất vật lý của đất

Phân tích hồi quy và tương quan đa biến cho thấy, hàm ước lượng OM = f(d, W, sét, cát) có

dạng như hàm 5. Phân tích hàm 5 cho thấy, sự nâng cao d dẫn đến giảm khối lượng OM, sự nâng cao W và tỷ lệ sét và cát trong đất dẫn đến nâng cao khối lượng OM. Tuy nhiên, số liệu ở bảng 3 cho thấy, khối lượng OM chỉ quan hệ nghịch với d và tỷ lệ cát trong đất, quan hệ dương với W và tỷ lệ sét trong đất. Hiện tượng này xảy ra là do 4 thành phần vật lý này có hiện tượng cộng tuyến tính (VIF

(Variance Inflation Factor) $\geq 1,0$) (Bảng 3). Để loại bỏ cộng tuyến tính, ảnh hưởng của 4 thành phần vật lý này đến khối lượng OM trong đất đã được xác định bằng hồi quy đa biến chuẩn hóa (hàm 6). Hàm 6 cho thấy, khối lượng OM phụ thuộc lớn nhất vào d (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 99,1138); tiếp đến là tỷ lệ sét (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 2,68397) và W (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 1,30812); thấp nhất là tỷ lệ cát (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 0,343664).

$$OM = 231,054 - 204,528 \times d + 0,816926 \times W + 2,53462 \times \text{Sét} + 0,412678 \times \text{Cát} \quad (5)$$

$$R^2 = 99,99\%; \text{SEE} = \pm 0,01; \text{MAE} = 0,001; \text{MAPE} = 0,1\%.$$

$$OM = 104,855 - 99,1138 \times d + 1,30812 \times W + 2,68397 \times \text{Sét} - 0,343664 \times \text{Cát} \quad (6)$$

$$R^2 = 96,4\%; \text{SEE} = \pm 0,01; \text{MAE} = 2,13; \text{MAPE} = 3,2\%.$$

3.3.2. Ảnh hưởng của pH, CEC, N_{TS} và P_{DT}

Phân tích hồi quy và tương quan đa biến cho thấy, hàm ước lượng OM = f(pH, CEC, N_{TS} , P_{DT}) có dạng như hàm 7. Hàm 7 cho thấy, sự nâng cao pH và P_{DT} dẫn đến giảm khối lượng OM, sự nâng cao CEC và P_{DT} dẫn đến tăng khối lượng OM. Tuy nhiên, số liệu ở bảng 4 cho thấy, khối lượng OM chỉ tồn tại quan hệ nghịch với pH, quan hệ dương với CEC, N_{TS} và P_{DT} . Sự trái ngược này là do 4 thành phần (pH, CEC, N_{TS} , P_{DT}) có hiện tượng cộng tuyến tính (VIF $\gg 1,0$). Để loại bỏ cộng tuyến tính, ảnh hưởng của 4 thành phần này đến khối lượng OM đã được xác định bằng hồi quy đa biến chuẩn hóa (Hàm 8). Phân tích hàm 8 cho thấy, khối lượng OM phụ thuộc lớn nhất vào pH (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 56,676); tiếp đến là N_{TS} (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 42,429) và P_{DT} (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 3,636); thấp nhất là CEC (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 1,332).

$$OM = 147,585 - 43,38 \times \text{pH} + 0,2579 \times \text{CEC} + 75,831 \times N_{TS} - 0,6825 \times P_{DT} \quad (7)$$

$$R^2 = 99,99\%; \text{SEE} = \pm 0,001; \text{MAE} = 0,01; \text{MAPE} = 0,01\%.$$

$$OM = 200,365 - 56,676 \times \text{pH} + 1,332 \times \text{CEC} + 42,429 \times N_{TS} + 3,636 \times P_{DT} \quad (8)$$

$$R^2 = 96,31\%; \text{SEE} = \pm 0,01; \text{MAE} = 2,2; \text{MAPE} = 3,4\%.$$

3.3.3. Ảnh hưởng tổng hợp giữa một số tính chất vật lý và hóa học của đất

Kết quả nghiên cứu ở mục 3.3.1 và 3.3.2 cho thấy, 4 đặc tính (d, pH_{H_2O} , N_{TS} , P_{DT}) ảnh hưởng rất lớn đến khối lượng OM trong đất. Ảnh hưởng của 4 đặc tính này đến khối lượng OM trong đất đã được xác định bằng hàm hồi quy đa biến chuẩn hóa (Hàm 9). Hàm 9 cho thấy, d ảnh hưởng lớn nhất đến khối lượng OM (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 151,5); tiếp đến là pH_{H_2O} (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 77,81) và P_{TS} (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 32,5); thấp nhất là P_{DT} (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 4,3).

$$OM = 490,33 - 151,5 \times d - 77,81 \times \text{pH} + 32,5 \times N_{TS} + 4,3 \times P_{DT} \quad (9)$$

$$R^2 = 97,5\%; \text{SEE} = \pm 4,6; \text{MAE} = 2,1; \text{MAPE} = 1,3\%.$$

3.3.4. Ảnh hưởng của rừng trồng Thông ba lá

Phân tích hồi quy đa biến chuẩn hóa cho thấy, hàm ước lượng OM = (M, SCI, B_{CB} , B_{VR}) có dạng như hàm 10. Từ đó cho thấy, khối lượng OM phụ thuộc lớn nhất vào B_{CB} (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 5,625); tiếp đến là B_{VR} (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 4,3473) và SCI (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 0,5889); thấp nhất là M (hệ số hồi quy chuẩn hóa = 0,0537).

$$OM = 7,734 - 0,0537 \times M - 0,5889 \times \text{SCI} + 5,625 \times B_{CB} + 4,3473 \times B_{VR} \quad (10)$$

$$R^2 = 98,41\%; \text{SEE} = \pm 0,01; \text{MAE} = 1,56; \text{MAPE} = 2,4\%.$$

3.4. Các hàm ước lượng đặc tính của đất dưới tán của rừng trồng Thông ba lá

Những phân tích hồi quy và tương quan cho thấy, các hàm ước lượng một số đặc tính của đất feralit vàng đỏ dựa theo A (năm) của rừng trồng Thông ba lá có dạng như các hàm 11 - 22 (Bảng 5). Các hàm này đều tồn tại với hệ số xác định rất cao (r^2 dao động từ 86,7% đối với pH_{H_2O} đến 99,8% đối với CEC và hàm lượng C hữu cơ) và sai lệch nhỏ (MAPE từ 0,2 - 10%). Vì thế, chúng được sử dụng để ước lượng đặc tính vật lý và hóa học của đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá.

Bảng 5. Các hàm ước lượng các đặc tính của đất feralit vàng đỏ dựa theo tuổi (A, năm) của rừng Thông ba lá tại khu vực huyện Bảo Lâm thuộc tỉnh Lâm Đồng

Các hàm	r^2 (%)	$\pm$ SEE	MAPE	Hàm
$pH_{H_2O} = 1,24567 \times \exp(-0,0136982 \times A) + 2,5591$	86,7	0,06	1,4	(11)
$d = 0,688808 \times \exp(-0,0186565 \times A) + 0,6541$	97,6	0,02	1,1	(12)
$W = (2,69054 + 0,503035 \times \sqrt{A})^2$	99,3	0,65	2,3	(13)
$Sét = 15,0535 + 1,4764 \times \sqrt{A}$	97,4	0,40	1,3	(14)
$Thịt = -28,7237 \exp(-0,086791 \times A) + 74,3876$	91,2	2,99	2,4	(15)
$Cát = 36,7698 \times \exp(-0,0771685 \times A) + 0,9604$	94,8	2,45	10,0	(16)
$CEC = 17,3702 \times \exp(-3,11522 \times A^{-0,623566})$	99,8	0,15	0,7	(17)
$C \text{ (tấn/ha)} = (5,35639 + 1,04614 \times \sqrt{A})^2$	99,8	0,41	0,4	(18)
$N \text{ (tấn/ha)} = (1,11229 + 0,104059 \times \sqrt{A})^2$	98,4	0,07	1,8	(19)
$OM \text{ (tấn/ha)} = (7,01308 + 1,37783 \times \sqrt{A})^2$	99,8	0,70	0,4	(20)
$P_{TS} \text{ (tấn/ha)} = \exp(-0,707172 + 0,4320 \times \ln(A))$	97,6	0,09	2,8	(21)
$P_{DT} \text{ (tấn/ha)} = 1 / (0,0793038 + 0,251683/A)$	89,4	0,60	3,4	(22)

Ghi chú: d: Dung trọng đất (g/cm³); W: Hàm lượng nước trong đất (%); CEC: Dung lượng cation trao đổi (cmolc/kg); C: Hàm lượng các bon hữu cơ trong đất (tấn/ha); OM: Hàm lượng chất hữu cơ trong đất (tấn/ha); N_{TS}: Hàm lượng đạm tổng số trong đất (tấn/ha); P_{TS}: Hàm lượng lân tổng số trong đất (tấn/ha); P_{DT}: Hàm lượng lân dễ tiêu trong đất (tấn/ha).

3.5. Thảo luận và áp dụng kết quả nghiên cứu

3.5.1. Thảo luận

Các tính chất vật lý và hóa học của đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá tồn tại quan hệ rất chặt chẽ với nhau. Sự nâng cao dung trọng (d) kéo theo sự nâng cao pH_{H₂O} và hàm lượng cát trong đất. Sự nâng cao độ ẩm đất (W) dẫn đến giảm pH_{H₂O} và hàm lượng cát, nhưng làm tăng các tính chất khác của đất. Giảm tỷ lệ cát trong đất dẫn đến sự nâng cao pH_{H₂O}, nhưng làm giảm các tính chất khác của đất. Sự nâng cao hàm lượng sét và thịt dẫn đến sự nâng cao các tính chất khác của đất. Những hiện tượng xảy ra là cơ sở để phân tích sự tương tác giữa các yếu tố trong môi trường đất.

Khối lượng OM trong đất feralit vàng đỏ phụ thuộc vào các đặc tính vật lý và hóa học của đất; trong đó 4 yếu tố ảnh hưởng lớn là d, pH_{H₂O}, hàm lượng N_{TS} và N_{DT}. Khi đất có d cao thì chất hữu cơ khó bị phân giải thành các chất khoáng. Khi thiếu chất khoáng thì rừng trồng Thông ba lá sinh trưởng kém. Vì thế, cải thiện dung trọng đất bằng

cách bảo vệ lớp vật rơi rụng trên sàn rừng là biện pháp lâm sinh cần thiết. Hai thành phần N_{TS} và N_{DT} quan hệ chặt chẽ với khối lượng OM trong đất. Khi OM bị khoáng hóa, thì N_{DT} được giải phóng. Thành phần N_{DT} là vật liệu cần thiết cho cây. Vì thế, các biện pháp lâm sinh làm gia tăng sự phân hủy OM là biện pháp cần thiết.

Khối lượng OM trong đất cũng phụ thuộc rất lớn vào đặc tính của rừng trồng Thông ba lá; trong đó ảnh hưởng từ lớn đến nhỏ là B_{CB}, B_{VR}, chỉ số SCI và M của quần thụ Thông ba lá. Cây bụi và thảm cỏ có đời sống ngắn, nên xác chết của chúng tham gia vào chu trình sinh địa hóa giữa đất và thực vật. Những vật rơi rụng và xác chết của Thông ba lá chứa nhiều lignin và cellulose, nên chúng bị phân hủy chậm. Đất dưới tán rừng trồng Thông ba lá từ 5 - 35 tuổi đều có tỷ lệ C/N > 30, chứng tỏ OM bị phân hủy rất chậm. Cường độ tia thưa mạnh đối với rừng trồng Thông ba lá dẫn đến phần lớn gỗ từ tia thưa được chuyển ra khỏi rừng. Vì vậy, nếu tia thưa mạnh và các vật liệu sau tia thưa được chuyển ra khỏi rừng thì khối lượng OM trong đất sẽ giảm. Điều đó ảnh hưởng xấu đến

rừng trồng Thông ba lá sau tĩa thưa. Nói chung, trồng rừng Thông ba lá có tác dụng bảo vệ và cải thiện các đặc tính của đất feralit vàng đỏ phát triển trên đá phiến thạch sét.

3.5.2. Áp dụng kết quả nghiên cứu

Xác định một số đặc tính của đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá. Các đặc tính pH_{H_2O} , d, W, CEC, hàm lượng (sét, thịt, cát, các bon hữu cơ, OM, N_{TS} , P_{TS} , P_{DT}) và tỷ lệ C/N được xác định theo 2 bước. Bước 1: Xác định tuổi (A, năm) của rừng trồng Thông ba lá. Chỉ tiêu này được xác định theo lý lịch rừng hoặc bằng khoan tầng trưởng. Bước 2: Xác định các đặc tính của đất. Nội dung này được xác định bằng cách thay thế A vào các hàm 11 - 22 ở bảng 5.

Cải thiện tính chất của đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá. Biện pháp cơ bản là tĩa thưa rừng trồng Thông ba lá với cường độ từ thấp đến trung bình và bảo vệ lớp cây tầng thấp và vật rơi rụng dưới tán rừng.

4. KẾT LUẬN

Sự phát triển của rừng trồng Thông ba lá dẫn đến giảm pH, dung trọng và hàm lượng cát, nhưng làm tăng độ ẩm đất, hàm lượng sét, thịt, carbon hữu cơ, chất hữu cơ, N tổng số, P tổng số và dễ tiêu. Khối lượng chất hữu cơ trong đất feralit vàng đỏ dưới tán của rừng trồng Thông ba lá không chỉ phụ thuộc rất lớn vào 4 yếu tố của đất như dung trọng, pH_{H_2O} , ni tơ tổng số và photpho dễ tiêu, mà còn cả sinh khối cây tầng thấp, khối lượng vật rơi rụng trên sàn rừng, chỉ số phức tạp về cấu trúc và trữ lượng gỗ của quần thụ Thông ba lá. Để hạn chế đất feralit vàng đỏ phát triển trên đá phiến sét biến đổi theo chiều hướng xấu, kiến nghị các cơ sở lâm nghiệp ở khu vực huyện Bảo Lâm không nên tĩa thưa rừng trồng Thông ba lá với cường độ cao, đồng thời không xử lý sạch cây tầng thấp và lớp vật rơi rụng trên sàn rừng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. J. P. Kimmins (1998). *Forest ecology*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 750 pp.
2. Nguyễn Văn Thèm, Phạm Minh Toại (2024). *Sinh thái rừng*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, 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. Ủy ban Nhân dân tỉnh Lâm Đồng (2023). *Quyết định số 337-QĐ-UBND ngày 29/2/2024 về việc công bố hiện trạng rừng tỉnh Lâm Đồng năm 2023*.

5. Nguyễn Ngọc Lung, Đào Công Khanh (1988). Nghiên cứu tăng trưởng và sản lượng của rừng trồng (áp dụng cho rừng Thông ba lá (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) ở Việt Nam. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

6. Lê Hồng Phúc (1996). Đánh giá sinh trưởng, tăng trưởng, sinh khối năng suất rừng trồng Thông ba lá (*Pinus kesiya royle ex Gordon*) vùng Đà Lạt, Lâm Đồng. Luận án Tiến sĩ Khoa học Nông nghiệp. Trường Đại học Lâm nghiệp.

7. Vũ Tấn Phương (2011). Sinh khối và trữ lượng các bon của rừng trồng Thông ba lá ở huyện Hoàng Su Phì, tỉnh Hà Giang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 2(1): 89 - 93.

8. M. E. Sumner & W. P. Miller (1996). Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods, Cation exchange capacity and exchange coefficients. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, 65 - 94.

9. L. P. Van Reeuwijk (2002). Procedures for soil analysis. 6th edition, ISRIC, FAO, Wageningen.

10. G. R. Blake & K. H. Hartge (1986). Bulk density. In: Klute, A., Ed., Methods of soil analysis, Part 1 - Physical and mineralogical methods, 2nd edition, agronomy monograph 9, American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, 363 - 382.

11. D. W. Nelson & L. E. Sommers (1982). Methods of soil analysis. Part 2 chemical and microbiological properties. Madison: Soil Science Society of America, Inc. 539 - 579.

12. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6498:1999. Chất lượng đất - Xác định ni tơ tổng - Phương pháp Kenden (Kjeldahl) cải biên, Hà Nội.

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

14. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5626:2009.
Chất lượng đất - Phương pháp xác định hàm lượng
phospho dễ tiêu.

**RELATIONSHIP BETWEEN SOME PROPERTIES OF RED-YELLOW FERALITE SOIL
AND *Pinus kesiya* Royle ex Gordon PLANTATIONS IN BAO LAM AREA OF LAM DONG PROVINCE**

Le Van Cuong¹

¹*Vietnam National University of Forestry - Dongnai Campus*

Abstract

The objective of the study was to analyze the relationship between some properties of red-yellow feralite soil on shale parent rock and *Pinus kesiya* plantations. Twenty sample plots of 500 m² and one hundred soil profiles were collected in this study. The study results revealed that: (1) The development of the *P. kesiya* plantations led to a decrease in pH, bulk density and sand content, but increased soil moisture, clay and silt content, organic carbon, organic matter, total nitrogen, total phosphorus and available phosphorus contents. (2) The concentration of organic matter in the red-yellow feralit soil under the canopy of the *P. kesiya* plantation depended not only on four soil factors such as bulk density, pH_{H₂O}, total nitrogen, and available phosphorus but also on the biomass of low-storey trees, the amount of litter on the forest floor, the stand complexity index and wood production of the *P. kesiya* plantations.

Keywords: *Pinus kesiya* plantations, red-yellow feralit soil, stand structural complexity index, understory biomass, litter mass on the forest floor.

Ngày nhận bài: 10/02/2025

Ngày chuyển phản biện: 17/02/2025

Ngày thông qua phản biện: 25/3/2025

Ngày duyệt đăng: 22/4/2025