

ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ CỦA LÂN VÀ KALI HỮU DỤNG TRONG ĐẤT RỪNG TRỒNG KEO LAI Ở CÁC TUỔI KHÁC NHAU TẠI BAN QUẢN LÝ RỪNG PHÒNG HỘ XUÂN LỘC, TỈNH ĐỒNG NAI

Lê Văn Cường¹, Nguyễn Văn Quý²

¹Trường Đại học Lâm nghiệp - Phân hiệu Đồng Nai

²Trung tâm nhiệt đới Việt - Nga, Chi nhánh phía Nam

TÓM TẮT

Lân (P) và Kali (K) hữu dụng trong đất là những thông số quan trọng để đánh giá độ phì của đất. Tuy nhiên, các công bố trước đây ở Việt Nam thường bỏ qua thông tin về đặc điểm phân bố của hai chất dinh dưỡng này trong đất rừng. Đặc điểm phân bố của P và K hữu dụng trong đất rừng keo lai theo các tuổi lâm phần khác nhau tại Ban quản lý rừng phòng hộ huyện Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai đã được mô tả dựa trên các phương pháp phân tích thống kê truyền thống. Các mẫu đất được thu thập ở các độ sâu khác nhau: 0 - 10, 10 - 30 và 30 - 60 cm bằng cách sử dụng khoan đất với đường kính mũi khoan 4,5 cm tại ba lâm phần ở ba độ tuổi khác nhau. Kết quả cho thấy: (1) Hàm lượng P hữu dụng có xu hướng giảm đáng kể theo độ sâu đất, trong khi hàm lượng K hữu dụng lại tăng lên; (2) Hàm lượng P hữu dụng trung bình tăng từ 10,14 - 36,99 mg/kg trong khi hàm lượng K hữu dụng tăng từ 18,27 - 24,72 mg/kg theo các lâm phần 3-, 5- và 7- năm tuổi; (3) Phân tích RDA chỉ ra rằng, mật độ lâm phần là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến hàm lượng hai chất dinh dưỡng P và K hữu dụng trong đất rừng keo lai trồng ở khu vực nghiên cứu. Kết quả thu được trong nghiên cứu này có thể trợ giúp các nhà quản lý cải thiện sự hiểu biết về các điều kiện phân bố hàm lượng P và K hữu dụng trong đất ở các giai đoạn phát triển và tầng đất khác nhau của rừng trồng keo lai tại khu vực nghiên cứu, điều này rất quan trọng đối với việc bón phân hợp lý và có thể cung cấp những ý tưởng mới cho việc nghiên cứu chu trình sinh địa hóa.

Từ khóa: Dinh dưỡng đất, lâm phần, tuổi cây, tầng đất.

DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF SOIL AVAILABLE PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENTS WITHIN ACACIA HYBRID PLANTATIONS AT DIFFERENT STAND AGES IN XUANLOC PROTECTIVE FOREST MANAGEMENT BOARD, DONGNAI PROVINCE

Le Van Cuong¹, Nguyen Van Quy²

¹Vietnam National University of Forestry - Dongnai Campus

²Southern Branch of Joint Vietnam - Russia Tropical Science and Technology Research Center

ABSTRACT

Soil available phosphorus (P) and potassium (K) are important indicators to assess soil fertility. Nonetheless, previous publications in Vietnam often omitted information about the distribution characteristics of these two nutrients in forest soil. Here, the distribution characteristics of available phosphorus and potassium in *Acacia* hybrid forest soil at different stand ages at the Xuan Loc Protective Forest Management Board, Dong Nai province have been described based on classical statistical analysis methods. Soil samples were collected from different depths of 0 - 10, 10 - 30, and 30 - 60 cm using a soil auger with a 4.5 cm internal diameter at the three stands of three different ages. The results showed that: (1) The available phosphorus content tends to decrease significantly with soil depth, while the available potassium content increases; (2) The average available phosphorus content increased from 10.14 - 36.99 mg/kg and the available potassium content increased from 18.27 - 24.72 mg/kg according to 3-, 5-, and 7-year-old stands; (3) Redundancy analysis (RDA) revealed that stand density was the factor that most affected the contents of two nutrients P and K in *A.* hybrid forest soil cultivated in the study area. The results obtained in this study can assist forest managers in better understanding the soil available phosphorus and potassium distribution conditions at different stages of stand development and soil layers of *Acacia* hybrid forests in the study area, which is critical for reasonable fertilizer application and can provide new ideas for studying biogeochemical cycles.

Keywords: Soil nutrient, stand, tree age, soil layer.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phốt pho (P) và Kali (K) là những nguyên tố đa lượng chính tham gia vào việc duy trì sự tăng trưởng, trao đổi chất và quyết định năng suất của cây trồng (Long *et al.*, 2015; Nguyễn Minh Thanh và Lê Văn Cường, 2015). Hai chất này có thể được cây trồng sử dụng trực tiếp (Anjum *et al.*, 2024; Chen *et al.*, 2014). Vì vậy, hàm lượng P và K hữu dụng trong đất là những chỉ số quan trọng để đánh giá độ phì của đất và khả năng sinh trưởng của cây (Cuong *et al.*, 2023). Xác định đặc điểm phân bố của hàm lượng P và K hữu dụng trong đất cũng như các yếu tố điều chỉnh chúng là rất quan trọng để thực hiện các biện pháp trồng và chăm sóc cây hiệu quả hơn.

Keo lai (*Acacia hybrid*) là một trong những loài cây trồng chủ lực, được sử dụng trong trồng rừng lấy gỗ ở vùng Đông Nam Bộ của nước ta (Chau *et al.*, 2023). Loài này được đánh giá có tốc độ phát triển nhanh, thích ứng tốt trên điều kiện đất nghèo dinh dưỡng và có thể tự cố định đạm (Dong *et al.*, 2014). Với những đặc điểm ưu việt, hiệu suất tăng trưởng và năng suất của rừng trồng keo lai tốt hơn so với các loài khác khi được trồng trong cùng khu vực. Theo báo cáo mới nhất của Ban Quản lý Rừng phòng hộ (QLRPH) huyện Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai, trên 50% tổng số diện tích rừng ở đơn vị là rừng trồng thuần loài keo lai (Nguyễn Tuấn Vũ, 2019). Nghiên cứu này được thực hiện nhằm góp phần cung cấp cơ sở khoa học, hỗ trợ dữ liệu đáng tin cậy cho việc chăm sóc rừng trồng tại địa phương cũng như sử dụng hợp lý tài nguyên đất, đồng thời là tài liệu tham khảo cho những nghiên cứu về chu trình sinh địa hóa. Hai (02) câu hỏi nghiên cứu đã được đặt ra: (1) Hàm lượng P và K hữu dụng trong đất ở rừng trồng keo lai phân bố như thế nào? (2) Các nhân tố ảnh hưởng đến sự phân bố của hai chất dinh dưỡng P và K hữu dụng trong đất ở các giai đoạn phát triển khác nhau của rừng trồng keo lai tại khu vực Ban QLRPH huyện Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai là gì?

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu được đề cập trong bài báo này là rừng trồng keo lai ở các tuổi khác nhau (3 - 7 tuổi) tại Ban quản lý rừng phòng hộ Xuân lộc, tỉnh Đồng nai.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện tại Ban QLRPH Xuân Lộc (12°05'00" - 13°19'00" vĩ độ Bắc và 108°37'00"-109°10'00" kinh độ Đông) thuộc huyện Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai (Hình 1). Khu vực này có độ cao 107 - 112 m so với mực nước biển. Khí hậu của huyện Xuân Lộc nằm trong vùng gió mùa nhiệt đới điển hình với nhiệt độ và lượng mưa trung bình hàng năm dao động từ 24 - 26°C và 1.956 - 2.139 mm. Đặc điểm thổ nhưỡng tại khu vực nghiên cứu chủ yếu là đất màu xám nâu, phát triển trên đá mẹ Granit, độ dày tầng đất trên 40 cm. Loài cây trồng chủ yếu ở Ban QLRPH huyện Xuân Lộc là keo lai với sự đa dạng các độ tuổi và mật độ cây trồng khác nhau. Đáng chú ý, cây bụi và thảm tươi ở các lâm phần keo lai mọc thưa thớt.

2.2.2. Thiết kế thí nghiệm và thu thập dữ liệu

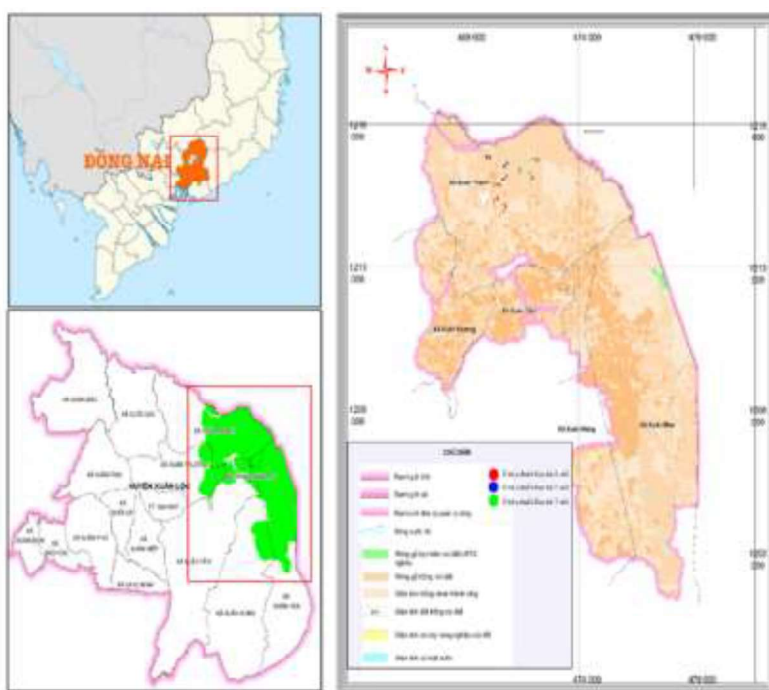
Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 2 - 6 năm 2023. Tại địa điểm nghiên cứu, các lâm phần keo lai ở các độ tuổi khác nhau (3, 5 và 7 tuổi) có điều kiện lập địa tương đồng đã được chọn đại diện (Hình 1). Với quan điểm thừa nhận rằng, phương pháp nghiên cứu theo trình tự thời gian khó có thể đầy đủ do không thể tránh khỏi sự khác biệt giữa các ô mẫu. Tuy nhiên, việc lựa chọn địa điểm cẩn thận và xem xét các mối liên kết phát triển ở nghiên cứu này sẽ nâng cao đáng kể độ tin cậy của các kết quả phân tích (Lawrence *et al.*, 2010).

Tất cả các lâm phần đều được trồng chu kỳ thứ hai và được bón phân NPK 16 - 16 - 8 năm đầu tiên với khối lượng 100 kg/ha. Mật độ ban đầu

của các lâm phần là 2.220 cây/ha (khoảng cách ban đầu $3 \times 1,5$ m). Không có hoạt động tỉa thưa nào được thực hiện trong suốt giai đoạn sinh trưởng và phát triển của các lâm phần. Bên cạnh đó, trong quá trình chăm sóc cây trồng đều tiến hành loại bỏ dây leo, cây bụi nhỏ dưới tán mỗi năm một lần.

Trong nghiên cứu này, ba ô tiêu chuẩn có kích thước 25×20 m được bố trí cho từng cấp tuổi của cây keo lai. Do đó, tổng cộng 09 ô tiêu chuẩn đã được thiết lập tại địa điểm nghiên

cứu. Đường kính ngang ngực (DBH), chiều cao vút ngọn (H_{vn}) và chiều cao dưới cành (H_{dc}) của tất cả cây keo lai trong các ô được đo đạc. Độ tàn che tầng cây cao được xác định bằng phần mềm chụp ảnh bán cầu (Gap Light Analysis Mobile App) cài đặt trên thiết bị di động hệ điều hành Android, mỗi ô tiêu chuẩn xác định 20 điểm, sau đó lấy giá trị trung bình đại diện cho ô. Trên mỗi ô tiêu chuẩn, tiến hành lập 5 ô dạng bản 1 m^2 (1×1 m) tại vị trí 4 góc và tâm của ô tiêu chuẩn để điều tra vật rơi rụng.



Hình 1. Vị trí các ô thực nghiệm khu vực nghiên cứu tại Ban QLRPH Xuân Lộc, Đồng Nai

2.2.3. Phương pháp thu thập mẫu đất

Năm điểm lấy mẫu đất được sắp xếp ngẫu nhiên thành một đường cong hình chữ S để thu thập các mẫu ở các độ sâu khác nhau 0 - 10, 10 - 30 và 30 - 60 cm. Một mũi khoan đất có đường kính 4,5 cm đã được sử dụng để thu mẫu ở mỗi mặt cắt phẫu diện đất. Năm điểm lấy mẫu trong cùng một tầng được trộn đều với tỷ lệ thể tích bằng nhau, điều này giúp tạo thành một mẫu hỗn hợp cho từng độ sâu trên mỗi ô tiêu chuẩn. Tất cả tổng cộng 27 mẫu đất

(3 cấp tuổi \times 3 ô tiêu chuẩn lặp lại \times 3 độ sâu đất) đã được thu thập trong nghiên cứu này. Mẫu đất được bọc kín trong túi nhựa sạch và mang về phòng thí nghiệm để xử lý và phân tích nội nghiệp.

2.2.3. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

Các mẫu đất được sấy khô trong không khí, nghiền và đưa qua sàng 0,20 mm hoặc 0,15 mm để phân tích các thông số lý hóa học của đất.

Mẫu đất được xử lý và phân tích theo các quy trình tiêu chuẩn sau:

- (i) Hàm lượng Lân hữu dụng (LD, mg/kg) được xác định bằng TCVN 5256:2009.
- (ii) Hàm lượng Kali hữu dụng (KD, mg/kg) được xác định bằng TCVN 8662:2011.
- (iii) Thành phần cấp hạt đất, bao gồm hàm lượng sét vật lý (<0,002 mm), hàm lượng thịt vật lý (0,02 - 0,002 mm) và hàm lượng cát vật lý (0,02 - 2 mm) được xác định bằng phương pháp Pipet (Six *et al.*, 2002).

2.2.4. Phân tích thống kê

Phần mềm R phiên bản 4.3.3 đã được sử dụng để phân tích và xử lý thống kê (R Core Team, 2022). Tất cả dữ liệu đã được kiểm tra tính phân bố chuẩn (phép kiểm định Kolmogorov-Smirnov) và tính đồng nhất của phương sai (kiểm định Levene) trước khi tính toán thống kê. Phân tích ANOVA một nhân tố được tiến hành nhằm đánh giá sự khác biệt của hàm lượng P và K hữu dụng, đặc điểm lâm phần cũng như đặc điểm của đất liên quan giữa các rừng keo lai ở các tuổi khác nhau. Mỗi tương quan giữa hàm lượng Lân và Kali hữu dụng trong đất được phân tích bằng phương pháp phân tích hồi quy bình phương nhỏ nhất (OLS). Tính đa cộng tuyến giữa các yếu tố môi trường, bao gồm các yếu tố lâm phần (tuổi lâm phần,

mật độ lâm phần, DBH, H_{vn} , H_{dc} , độ tàn che và sinh khối vật rơi rụng) và các yếu tố đất (độ sâu tầng đất, hàm lượng sét vật lý, hàm lượng thịt vật lý và hàm lượng cát vật lý) được đánh giá bằng cách sử dụng hệ số phóng đại phương sai (VIF - Variance Inflation Factor) và các thông số có mức độ đa cộng tuyến cao (VIF >10) sẽ bị loại bỏ các biến có mức độ tương quan chặt trong các nhóm yếu tố. Phân tích RDA (Redundancy Analysis) được thực hiện để nghiên cứu tác động của các yếu tố môi trường đến động thái tích lũy P và K hữu dụng trong đất. Hoán vị Monte Carlo đã được thực hiện 499 lượt để ước tính tầm quan trọng của mỗi tương quan giữa các biến số phụ thuộc và các biến giải thích. Phương pháp đưa dần từng biến vào đã được áp dụng để đánh giá phản ứng của P và K hữu dụng trong đất đối với các yếu tố môi trường (Chi *et al.*, 2022; Su *et al.*, 2023). Phân tích RDA được thực hiện bằng phần mềm Canoco phiên bản 5.0 (Ter-Braak C. và Smilauer, 2002), trong khi dữ liệu được vẽ bằng ngôn ngữ R 4.3.3 (R Core Team, 2022).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm cơ bản của các lâm phần keo lai

Kết quả điều tra đặc điểm cấu trúc tầng cây cao và vật rơi rụng trên các ô tiêu chuẩn được tổng hợp và trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Thông tin cơ bản của các ô tiêu chuẩn

Các nhân tố đo đếm	Tuổi lâm phần (năm)		
	3	5	7
Md (cây/ha)	2.067 ± 50 ^a	1.947 ± 70 ^b	1.713 ± 50 ^c
D _{bh} (cm)	8,17 ± 0,39 ^a	11,31 ± 0,22 ^b	17,61 ± 0,06 ^c
H _{vn} (m)	7,62 ± 0,12 ^a	13,63 ± 0,06 ^b	16,00 ± 0,30 ^c
D _t	0,65 ± 0,04 ^a	0,74 ± 0,04 ^b	0,87 ± 0,03 ^c
V _{rr} (Mg/ha)	7,21 ± 0,44 ^a	8,28 ± 0,67 ^b	10,89 ± 0,28 ^c
Độ dốc (°)	4	3	3
Độ cao (m)	110	107	112
Độ dày tầng đất (cm)	40 - 45	45 - 55	60 - 70

Ghi chú: Các giá trị biểu thị giá trị trung bình ± Độ lệch chuẩn (SD). Trong một hàng, các chữ cái viết thường khác nhau chỉ ra sự khác biệt đáng kể ở mức $p < 0,05$. Md là viết tắt của mật độ lâm phần, D_{bh} là đường kính ngang ngực (1,3 m), H_{vn} là chiều cao vút ngọn của cây, H_{dc} là chiều cao dưới cành của cây, D_t là độ tàn che, V_{rr} là sinh khối vật rơi rụng.

Phân tích dữ liệu cho thấy, các lâm phần rừng trồng keo lai tại khu vực có độ dày tầng đất từ trung bình đến mỏng, thuộc cấp độ cao nhỏ hơn 200 m, độ dốc dao động từ 3 - 4°. Mật độ cây dao động từ 1.713 - 2.067 cây/ha với độ tàn che trung bình từ 0,65 - 0,87.

Theo kết quả điều tra, mật độ hiện tại của các lâm phần đã giảm đi đáng kể so với mật độ ban đầu, một phần do cây bị gãy đổ, một phần do tác động của người dân sống gần khu vực vào rừng khai thác gỗ làm củi.

DBH trung bình lâm phần keo lai 7 tuổi lớn nhất là 17,61 cm, lâm phần keo lai 6 tuổi là 11,31 và 3 tuổi là 8,17 cm.

H_{vn} dao động từ 7,62 - 16 m, trong đó, nhỏ nhất ở lâm phần keo lai 3 tuổi là 7,62 m, tiếp đến là

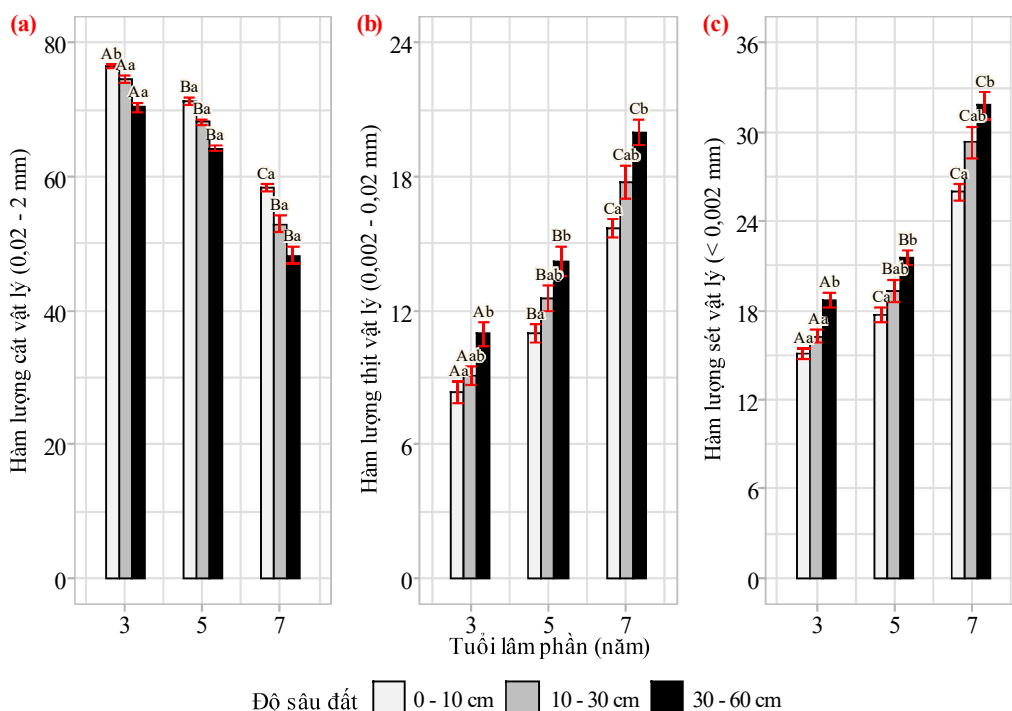
13,63 m ở lâm phần 6 tuổi và lớn nhất là 16 m ở lâm phần 7 tuổi.

Tương tự, lâm phần keo lai 7 tuổi có độ tàn che cao nhất là 0,87, tiếp đến là lâm phần 6 tuổi là 0,74 và thấp nhất là lâm phần 3 tuổi bằng 0,65.

Sinh phần rừng keo lai có sự khác nhau khá rõ và phụ thuộc vào tầng cây cao. Cao nhất là lâm phần keo lai 7 tuổi với sinh khối trung bình là 10,89 tấn/ha, tiếp đến lâm phần 5 tuổi là 8,28 tấn/ha, khối vật rơi rụng xác định tại các tuổi lâm và nhỏ nhất là lâm phần 3 tuổi là 7,21 tấn/ha.

3.2. Đặc điểm thành phần cơ giới đất của các lâm phần keo lai

Dữ liệu phân tích đất trên 09 OTC tại khu vực được trình bày trong hình 2.



Hình 2. Thành phần cơ giới đất dưới tán rừng keo lai

Ghi chú: Các chữ cái viết hoa khác nhau chỉ ra sự khác biệt đáng kể giữa các tuổi lâm phần trong cùng một tầng đất ($p < 0,05$), các chữ cái viết thường khác nhau chỉ ra sự khác biệt đáng kể giữa các tầng đất trong cùng một tuổi lâm phần ($p < 0,05$)

Số liệu phân tích thống kê từ hình 2 cho thấy, có sự khác biệt đáng kể về hàm lượng sét, thịt và

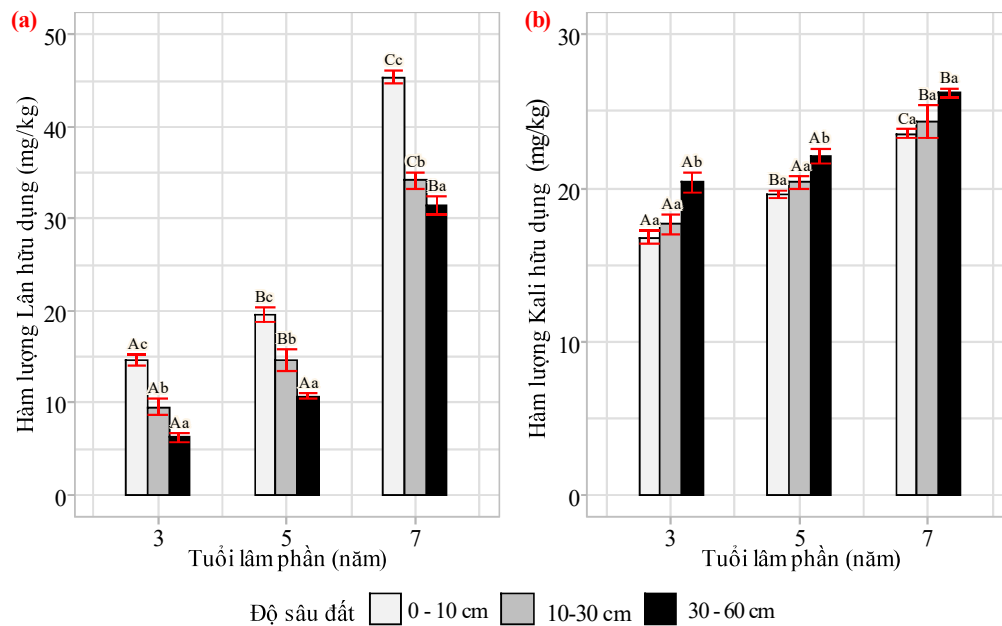
cát vật lý của đất giữa ba tuổi lâm phần ở cả ba độ sâu của đất ($p < 0,05$). Hàm lượng sét vật lý

trung bình dao động nằm trong khoảng từ 16,69% (lâm phần keo lai tuổi 3) - 29,02% (lâm phần keo lai tuổi 7), hàm lượng thịt vật lý trung bình dao động từ 9,45% (lâm phần tuổi 3) - 17,78% (lâm phần tuổi 7) và hàm lượng cát vật lý trung bình dao động từ 53,20% (rừng keo lai tuổi 7) - 73,86% (lâm phần tuổi 3). Xét theo chiều sâu phẫu diện, các thông số về thành phần cơ giới đất tại khu vực cho thấy, hàm lượng cát vật lý giảm trong khi hàm lượng sét và thịt vật lý tăng theo độ sâu của đất trên cả ba tuổi lâm phần. Dữ liệu phân tích phương sai từ ANOVA

chỉ ra rằng, có sự khác biệt rõ rệt về hàm lượng sét, thịt và cát vật lý giữa ba độ sâu của đất ở cùng tuổi rừng ($p < 0,05$). Theo hệ thống đánh giá phân loại về thành phần cơ giới đất của Mỹ thì đất ở khu vực nghiên cứu thuộc loại đất thịt pha sét và pha cát.

3.3. Đặc điểm Lân và Kali hữu dụng trong đất của rừng trồng keo lai

Hình 3 tổng hợp và trình bày hàm lượng P và K hữu dụng trong đất dưới tán rừng keo lai ở các tuổi khác nhau tại khu vực nghiên cứu.



Hình 3. Hàm lượng Lân và Kali hữu dụng trong đất dưới tán rừng trồng keo lai

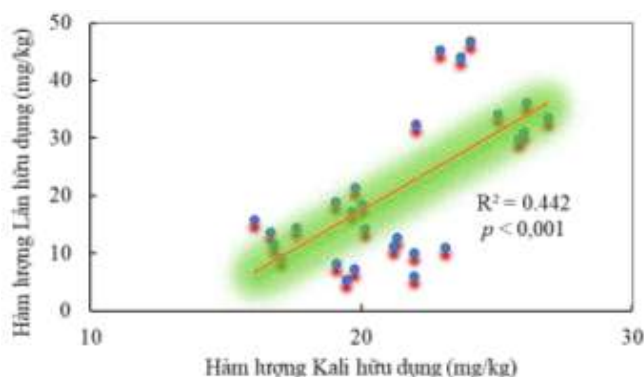
Ghi chú: Các chữ cái viết hoa khác nhau chỉ ra sự khác biệt đáng kể giữa các tuổi lâm phần trong cùng một tầng đất ($p < 0,05$), các chữ cái viết thường khác nhau chỉ ra sự khác biệt đáng kể giữa các tầng đất trong cùng một tuổi lâm phần ($p < 0,05$)

Theo sự gia tăng độ sâu của đất, xu hướng quan sát trong hàm lượng P hữu dụng giảm đáng kể giữa các tuổi rừng lấy mẫu khác nhau ($p < 0,05$), trong khi hàm lượng K hữu dụng trong đất tăng dần theo độ sâu ở tất cả các tuổi rừng lấy mẫu.

Khi tuổi rừng tăng lên, hàm lượng P và K hữu dụng ở các độ sâu đất khác nhau tăng lên đáng kể ($p < 0,05$). Cụ thể trong các rừng keo lai từ

tuổi 3 đến tuổi 7: (i) Hàm lượng P và K hữu dụng ở lớp đất 0 - 10 cm tăng từ 14,61 - 45,37 mg/kg và 16,78 - 23,53 mg/kg; (ii) Lớp đất sâu 10-30 cm tăng từ 9,57 - 34,17 mg/kg và 17,65 - 24,39 mg/kg; (iii) Lớp đất sâu 30 - 60 cm tăng từ 6,24 - 31,45 mg/kg và 20,38 - 26,23 mg/kg.

Hơn nữa, kết quả trình bày từ hình 4 cho thấy, một mối tương quan dương đáng kể giữa hàm lượng Lân và Kali hữu dụng trong đất ($p < 0,001$).

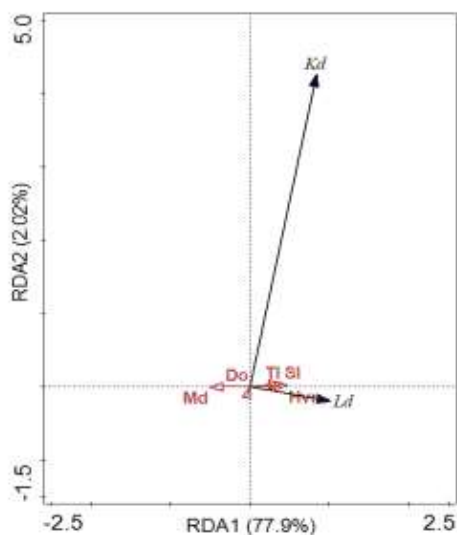


Hình 4. Mối tương quan tuyến tính giữa hàm lượng P và K hữu dụng trong đất

3.4. Mối quan hệ giữa hàm lượng Lân và Kali hữu dụng trong đất và các yếu tố môi trường

Phân tích RDA được tiến hành trước bằng phương pháp phân tích DCA (Detrended Correspondence Analysis). Khi độ dốc tối đa của trục phân loại là $1,3 < 3,0$ thì phân tích RDA đã được thực hiện để trực quan hóa mối quan hệ giữa các yếu tố lâm phần và các yếu tố đất với hàm lượng P và K hữu dụng trong đất của rừng trồng keo lai tại khu vực nghiên cứu. Kết quả cho thấy, hai trục đầu tiên giải thích

tổng cộng 79,92% sự biến đổi trong các đặc tính P và K hữu dụng trong đất dưới tán rừng trồng keo lai (Hình 5). P và K hữu dụng trong đất có mối tương quan dương đáng kể với H_{vn} và mối tương quan nghịch đáng kể với mật độ lâm phần. Thành phần cơ giới đất, bao gồm hàm lượng sét vật lý và hàm lượng thịt vật lý có mối tương quan thuận đáng kể với P và K hữu dụng trong đất. Tuy nhiên, độ sâu đất có mối tương quan dương không đáng kể với P và K hữu dụng.



Hình 5. Kết quả phân tích RDA thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng Lân và Kali hữu dụng trong đất với các yếu tố lâm phần và các yếu tố đất của rừng trồng keo lai

Ghi chú: Md là viết tắt của mật độ lâm phần, Do là độ sâu tầng đất, H_{vn} là chiều cao vút ngọn của cây, Tl là hàm lượng thịt vật lý, Sl là hàm lượng sét vật lý, Ld là hàm lượng lân hữu dụng và Kd là hàm lượng Kali hữu dụng trong đất

Tầm quan trọng của các yếu tố môi trường đối với hàm lượng dinh dưỡng hữu dụng trong đất của chúng như sau: Mật độ lâm phần > hàm lượng thịt vật lý > chiều cao vút ngọn cây >

hàm lượng sét vật lý > độ sâu tầng đất. Mật độ lâm phần là yếu tố chính ảnh hưởng đến hàm lượng dinh dưỡng hữu dụng trong đất, chiếm tới 93,2% sự biến động của chúng (bảng 2).

Bảng 2. Tầm quan trọng và kiểm tra ý nghĩa của việc giải thích theo các biến môi trường

Các yếu tố ảnh hưởng	Giải thích (%)	Đóng góp (%)	Thứ hạng	F	P
Md	74,5	93,2	1	8,3	0,002
Tl	2,1	2,7	2	3,7	0,154
H _{vn}	2,4	2,9	3	0,7	0,134
Sl	0,7	0,8	4	0,5	0,432
Do	0,3	0,3	5	1,0	0,620

Ghi chú: Md là viết tắt của mật độ lâm phần, Do là độ sâu tầng đất, H_{vn} là chiều cao vút ngọn của cây, Tl là hàm lượng thịt vật lý, Sl là hàm lượng sét vật lý.

IV. THẢO LUẬN

Kết quả nghiên cứu về hàm lượng P hữu dụng đều cho thấy, xu hướng giảm theo độ sâu tầng đất tại cả ba tuổi lâm phần lấy mẫu. Các báo cáo trước đây đã chỉ ra rằng, hàm lượng P hữu dụng trong đất bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, bao gồm đá mẹ và mẫu chất của đất, hàm lượng vật rơi rụng, sự phân bố của hệ rễ và các tính chất vật lý và hóa học của đất (Cuong *et al.*, 2023; Qiu *et al.*, 2018). Do đó, hàm lượng P hữu dụng cho thấy, xu hướng giảm theo độ sâu. Kết quả của nghiên cứu này cũng nhận thấy rằng, hàm lượng K hữu dụng có xu hướng tăng ở tất cả các tuổi lâm phần lấy mẫu cùng với chiều sâu phẫu diện (Hình 2). Ngoài ra, hàm lượng K hữu dụng trong đất bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, trong đó, hàm lượng sét và thịt vật lý là những yếu tố chính ảnh hưởng đến sự biến đổi vì hàm lượng sét và thịt vật lý có khả năng hấp phụ cao đối với K hữu dụng. Hơn nữa, hàm lượng sét tăng theo độ sâu tại tất cả các tuổi lấy mẫu (Hình 2). Wang và đồng tác giả (2013) phát hiện ra rằng, hàm lượng sét và thịt vật lý cho thấy, xu hướng ngày càng tăng bằng cách đo đếm thành phần cấp hạt đối với mặt cắt phẫu diện, do đó, dẫn đến xu hướng hàm lượng K hữu dụng ngày càng tăng theo chiều sâu phẫu diện.

Hàm lượng P và K hữu dụng trung bình có xu hướng tăng đáng kể theo sự gia tăng của tuổi rừng trồng keo lai, tức là từ lâm phần keo lai tuổi 3, đến lâm phần tuổi 5 và lâm phần tuổi 7 (Hình 3). Hai lý do chính có thể giải thích sự thay đổi hàm lượng dinh dưỡng các chất hữu dụng như sau: Thứ nhất, hàm lượng chất hữu cơ tăng lên ở các giai đoạn phát triển của rừng là do sự tích tụ vật rơi rụng trên mặt đất tăng lên và hệ thống rễ dưới mặt đất liên tục mở rộng (bảng 1). Ngoài ra, có mối tương quan dương đáng kể giữa hàm lượng P và K hữu dụng trong đất (Hình 4); Thứ hai, khi các lâm phần phát triển, các quần xã vi sinh vật đất dần trở nên ổn định thì kích thước quần xã, khả năng hoạt động và các chất trung gian có liên quan của vi sinh vật đất tăng lên (Cuong *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2022). Do đó, hàm lượng P và K hữu dụng trong đất có xu hướng tăng từ rừng trồng keo lai tuổi 3 tới rừng trồng keo lai tuổi 7.

Kết quả phân tích RDA chỉ ra rằng, mật độ lâm phần là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến hàm lượng P và K hữu dụng trong đất rừng keo lai tại khu vực nghiên cứu. Mặt khác, kết quả của nghiên cứu cho thấy, mật độ lâm phần có mối tương quan nghịch đáng kể với hàm lượng P và K hữu dụng trong đất (Hình 4). Điều này đã

chứng minh, mật độ lâm phần là nhân tố thúc đẩy sự tích lũy P và K hữu dụng trong đất dưới tán rừng trồng keo lai. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng, mật độ lâm phần là một chỉ số quan trọng của cấu trúc rừng (Burkhart, 2013), thiết lập cấu trúc không gian của lâm phần (Ji và Shu, 2017). Do đó, mật độ lâm phần không chỉ ảnh hưởng đến sự tích tụ vật rơi rụng (Lei *et al.*, 2019) mà còn ảnh hưởng đến nhiệt độ và độ ẩm của đất cũng như hoạt động của vi sinh vật trong đất, ảnh hưởng đến tình trạng dinh dưỡng trong đất (Lê Văn Cường *et al.*, 2023). Rất nhiều nghiên cứu đều thừa nhận, hàm lượng dinh dưỡng trong đất sẽ đạt giá trị tối đa ở mật độ cây tối ưu thay vì tuân theo mối tương quan đơn giản với sự gia tăng mật độ (He *et al.*, 2017).

V. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đặc điểm phân bố của hàm lượng P và K hữu dụng trong đất ở các giai đoạn phát triển khác nhau của rừng trồng

keo lai tại khu vực Ban QLRPH huyện Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai cho thấy, hàm lượng P hữu dụng có xu hướng giảm, trong khi đó, hàm lượng K hữu dụng chỉ ra xu hướng tăng theo chiều sâu phẫu diện trên tất cả các tuổi lâm phần lấy mẫu. Hàm lượng P và K hữu dụng trung bình có xu hướng tăng đáng kể từ rừng trồng keo lai tuổi 3 tới rừng trồng keo lai tuổi 7. Phân tích RDA chỉ ra mật độ lâm phần là yếu tố chính ảnh hưởng nhiều nhất đến hàm lượng P và K hữu dụng trong đất rừng trồng keo lai tại khu vực nghiên cứu. Các phát hiện trong nghiên cứu này nhằm giúp nhà quản lý có thêm thông tin về các điều kiện phân bố P hoặc K hữu dụng trong đất, ở các giai đoạn phát triển khác nhau của rừng trồng keo lai, từ đó có cơ sở xây dựng các giải pháp đối với việc chăm sóc rừng trồng hợp lý. Kết quả của nghiên cứu cũng có thể được xem là tài liệu tham khảo hữu ích cho việc nghiên cứu chu trình sinh địa hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Anjum N., Masood A., Umar S., and Nafees K., 2024. Introductory Chapter: Phosphorus in Soils and Plants. In: Phosphorus in Soils and Plants. Anjum Naser, Masood Asim, Umar Shahid & Nafees Khan (eds.). IntechOpen Rijeka.
2. Burkhart H., 2013. Comparison of maximum size-density relationships based on alternate stand attributes for predicting tree numbers and stand growth. *Forest Ecology and Management* 289: 404-408.
3. Chau M.H., Quy N.V., Hung B.M, Niu X., Cuong L.V., Ngoan N.T., and Dai Y., 2023. Soil nitrogen storage and associated regulation factors in an acacia hybrid plantation chronosequence in Southern Vietnam. *Applied Ecology and Environmental Research* 22(1): 145-162.
4. Chen Y., Luo Y., Li Y., Han J., and Zhao X., 2014. Characteristics of soil available P and K of farmland in Lanzhou area, *Bulletin of Soil and Water Conservation* 34(4): 46-52.
5. Chi G., Zeng F., Wang Y., and Chen X., 2022. Phosphorus dynamics in litter-soil systems during litter decomposition in Larch plantations across the chronosequence. *Frontiers in Plant Science* 13: 1010458.
6. Cuong L.V., Ngoan T.T., Quy N.V., Chau M.H., Thanh N.M., Bao T.Q, Bolanle-Ojo O.T., Niu X., and Sang T., 2023. Soil physicochemical properties of *Acacia mangium* plantations at different stand ages in the Southeastern region of Vietnam. *The Malaysian Forester* 86(2): 353 - 369.
7. Lê Văn Cường, Nguyễn Văn Quý, Phạm Văn Hoàng, Nguyễn Văn Quý, Phan Trọng Thế, Nguyễn Minh Thanh và Nguyễn Trọng Phú, 2023. Các yếu tố kiểm soát quá trình hấp thụ lân trong đất của hệ sinh thái rừng trồng Keo tai tượng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp* số 2 (2023): 26-34.
8. Dong T., Doyle R., Beadle C., Corkrey R., and Quat N., 2014. Impact of short-rotation acacia hybrid plantations on soil properties of degraded lands in Central Vietnam. *Soil Research* 52(3): 271-281.

9. He Z., Zhang Y., Guo Y., Yang S., Ren D., Ding J., and Guo J., 2017. Soil nutrient characteristics of natural *Larix principis-rupprechtii* in different stand density. *Ecology and Environmental Sciences* 26(1): 43-48.
10. Ji L. and Shu D., 2017. Influence of stand density of *Cunninghamia lanceolata* on stand growth. *Forestry Inventory Planning* 42(05): 135-137.
11. Lawrence R., Walker D., Wardle A., Bardgett D., Bruce L., and Clarkson D., 2010. The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. *Journal of Ecology* 98(4): 725-736.
12. Lei J., Du H., Duan A., and Zhang J., 2019. Effect of stand density and soil layer on soil nutrients of a 37-year-old *Cunninghamia lanceolata* plantation in Naxi, Sichuan Province, China. *Sustainability* 11(19): 5410.
13. Li, J., Sun, X., Li, M., Zou, J., Bian, H. (2022). Effects of stand age and soil organic matter quality on soil bacterial and fungal community composition in *Larix gmelinii* plantations, Northeast China. *Land Degradation & Development*, 33(8), pp. 1249-1259.
14. Long L., Feng Y.Y., and Cang Q.F., 2015. Spatial variability of soil total nitrogen, available phosphorus and available potassium in Huanghuadianzi watershed. *Chinese Journal of Ecology* 34(2): 373-383.
15. R Core Team, 2022. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
16. Qiu X., Peng D., Li W., and Jiang H., 2018. Soil physicochemical properties of *Pinus tabulaeformis* plantations of different ages in Yanqing, Beijing. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology* 24(2): 0221-0229.
17. Six J., Callewaert P., Lenders S., de Gryze S.J., Morris E.G., Gregorich E., Paul A., and Paustian K., 2002. Measuring and understanding carbon storage in afforested soils by physical fractionation. *Soil Science Society of America Journal* 66(6): 1981-1987.
18. Su B., Zhang H., Zhang Y., Shao S., Mouazen A., Jiao H., Yi S., and Gao C., 2023. Soil C: N: P Stoichiometry Succession and Land Use Effect after Intensive Reclamation: A Case Study on the Yangtze River Floodplain. *Agronomy* 13(4): 1133.
19. Ter-Braak C. and Smilauer P., 2002. CANOCO Reference Manual and User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 5.0); Biometris: Wageningen, The Netherlands; České Budějovice, Czech Republic. <http://www.canoco.com>.
20. Nguyễn Minh Thanh và Lê Văn Cường, 2015. Một số tính chất cơ bản của đất dưới các trạng thái thảm thực vật rừng ở huyện Tân Lạc, tỉnh Hòa Bình. *Tạp chí NN&PTNT số 257* (2015): 116-122.
21. Nguyễn Tuấn Vũ, 2019. Nghiên cứu sinh khối và khả năng hấp thụ carbon của rừng trồng keo lai (*Acacia auriculiformis* × *Acacia mangium*) tại Ban Quản lý rừng phòng hộ Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai. Luận văn Thạc sỹ Nông nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam.
22. Wang Y., Chen C., and Shi Y., 2013. Phosphorus availability in cropland soils of China and related affecting factors. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao* 24(1): 260-268.

Email tác giả liên hệ: cuongvfu.90@gmail.com.

Ngày nhận bài: 02/05/2024

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 10/05/2024

Ngày duyệt đăng: 14/05/2024