

CÁC YẾU TỐ KIỂM SOÁT QUÁ TRÌNH HẤP THỤ LÂN TRONG ĐẤT CỦA HỆ SINH THÁI RỪNG TRỒNG KEO TAI TƯỢNG

Lê Văn Cường¹, Nguyễn Văn Quý^{1,2}, Phạm Văn Hùng¹,
Nguyễn Văn Quý¹, Phan Trọng Thế¹, Nguyễn Minh Thanh^{3*}, Nguyễn Trọng Phú¹

¹Trường Đại học Lâm nghiệp – Phân hiệu Đồng Nai

²Đại học Nông Lâm Tây Bắc Trung Quốc

³Trường Đại học Lâm nghiệp

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.2.026-034>

TÓM TẮT

Phốt pho tổng số trong đất (STP) đóng một vai trò quan trọng trong chức năng của các hệ sinh thái trên cạn. Tuy nhiên, thông tin về sự phân bố của STP và các yếu tố điều khiển của nó trong rừng trồng Keo tai tượng ở vùng Đông Nam Bộ Việt Nam vẫn chưa được biết đến. Nghiên cứu được thực hiện để đánh giá hàm lượng và trữ lượng STP cũng như một số đặc điểm đất của ba lâm phần rừng trồng Keo tai tượng ở các độ tuổi khác nhau (tuổi 4, 7 và 11). Hàm lượng STP được đánh giá trong mỗi lâm phần ở bốn độ sâu (0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 và 30 - 50 cm) theo phương pháp Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam (TCVN 8940:2011). Hàm lượng STP tăng đáng kể theo tuổi rừng, từ 2,38 g/kg ở tuổi 4 đến 3,57 g/kg ở tuổi 11. Hơn nữa, hàm lượng STP chủ yếu xảy ra ở tầng đất mặt và giảm đáng kể theo độ sâu. Trữ lượng phốt pho tổng số trong lớp đất khoáng (CP) tăng đáng kể theo tuổi lâm phần. Trữ lượng phốt pho tổng số cho thấy sự kết tụ bề mặt rõ ràng, với hơn 65% CP tập trung ở độ sâu 0-30 cm. Hàm lượng nước trong đất, dung trọng và pH của đất là những yếu tố chính kiểm soát STP. Nghiên cứu cung cấp một cái nhìn tổng quan về sự phân bố của STP cũng như ảnh hưởng của các thông số môi trường đối với STP.

Từ khóa: phốt pho trong đất, rừng trồng Keo tai tượng, tuổi lâm phần, yếu tố môi trường.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Keo tai tượng (*Acacia mangium* Willd.) là loài cây chủ lực cho trồng rừng ở vùng Đông Nam Bộ Việt Nam và đóng vai trò quan trọng trong chu trình C toàn cầu vì diện tích rừng trồng của nó lên tới hơn 800.000 ha, chiếm 19% tổng diện tích rừng trồng tại Việt Nam [1] và khoảng 0,27% tổng diện tích rừng trồng trên thế giới [2]. Ngoài việc sản xuất gỗ cho công nghiệp, rừng trồng Keo tai tượng còn có vai trò cung cấp dịch vụ môi trường như giảm tác động tiêu cực đến chu trình C, N, P thông qua việc hấp thụ và lưu trữ C, N và P. Do đó, hiểu biết về động lực tích lũy P trong đất cùng với các yếu tố thúc đẩy của nó có ý nghĩa rất quan trọng để cải thiện trữ lượng C tích lũy trong đất, xây dựng các biện pháp và chiến lược quản lý rừng bền vững cũng như hiểu được vai trò của chúng trong việc thích ứng và giảm thiểu biến đổi khí hậu. Mặc dù có rất nhiều nghiên cứu về rừng trồng Keo tai tượng; dự báo tăng trưởng và năng suất [3], tích lũy sinh khối và dự trữ C [4, 5], đặc tính của gỗ [6], chất dinh dưỡng của đất [7, 8], quá trình cố định đạm sinh học [9], cũng như

Corresponding author: thanhnm@vfu.edu.vn

các lợi ích và mối đe dọa đối với đa dạng sinh học [10]. Tuy nhiên, thông tin về quá trình hấp thụ P trong đất của hệ sinh thái rừng trồng Keo tai tượng ở khu vực Đông Nam Bộ - Việt Nam vẫn chưa được biết rõ. Do đó, nghiên cứu được thiết kế để đánh giá P trong đất theo trình tự tuổi của ba lâm phần rừng trồng Keo tai tượng (4, 7 và 11 năm tuổi) ở khu vực Đông Nam Bộ, Việt Nam. Cụ thể, trọng tâm của nghiên cứu này là: (i) Đánh giá hàm lượng và trữ lượng STP; và (ii) xác định các thông số điều khiển quá trình hấp thụ STP, bao gồm sinh khối thực vật (sinh khối trên mặt đất, sinh khối dưới mặt đất, sinh khối vật rơi rụng) và tính chất lý hóa học của đất, tức là dung trọng đất, pH và hàm lượng nước trong đất) của hệ sinh thái rừng trồng Keo tai tượng qua ba độ tuổi khác nhau ở khu vực Đông Nam Bộ.

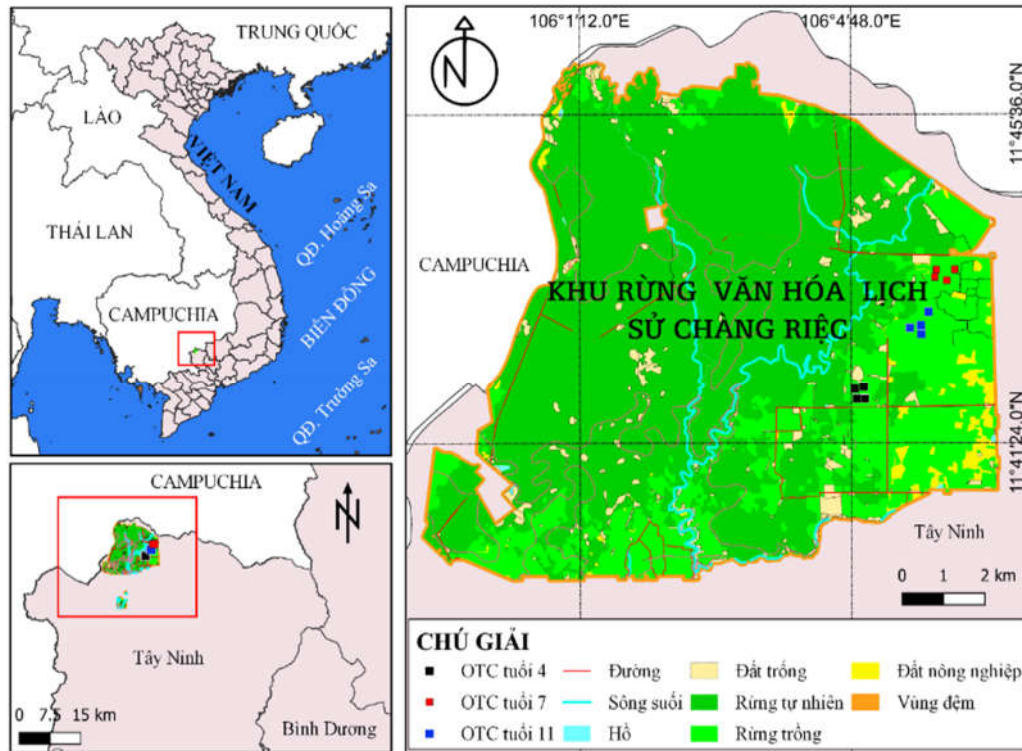
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại Khu Rừng Văn hóa - Lịch sử Chàng Riệp (11°00'30" đến 11°35'13" N và 106°00'00" đến 106°07'10" E), thuộc tỉnh Tây Ninh, Vùng Đông Nam Bộ, Việt Nam (Hình 1). Khu vực nghiên cứu có hai mùa

rõ rệt: mùa khô (tháng 12 đến tháng 4) và mùa mưa (tháng 5 đến tháng 11). Nhiệt độ trung bình hàng năm là 26,9°C với phạm vi dao động hàng năm từ 25,2°C đến 28,8°C. Lượng mưa trung bình hàng năm là 1967 mm với những ngày mưa trung bình là 155 ngày. Địa hình khu vực nghiên cứu này tương đối bằng phẳng, độ cao từ 29-67 m a.s.l. và độ dốc 3-5°. Loại đất ở vùng này chủ yếu có màu nâu xám, phát triển trên phù sa cổ,

độ dày tầng đất trên 100 cm. Thành phần cơ giới chủ yếu là đất thịt trung bình [5]. Các loài cây ưu thế của khu vực gồm có Keo tai tượng (*A. mangium* Willd.), Keo lai (*A. auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. × *A. mangium* Willd.), Dầu trà beng (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.), Téch (*Tectona grandis* L.f.), Sao (*Hopea* spp.), and Xà cừ (*Khaya senegalensis* (Desv.) A.Juss.).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu bản đồ Việt Nam (trái) và khu rừng văn hóa - lịch sử Chàng Riệp (phải)

Nghiên cứu này đã chọn ba rừng trồng Keo tai tượng có độ tuổi khác nhau (4, 7 và 11 năm tuổi), tất cả đều được bao phủ bởi Khoai mì (*Manihot esculenta* Crantz) trước khi trồng rừng. Ngoài ra, các lâm phần rừng trồng này cũng không sử dụng bất kỳ phân bón nào sau khi trồng rừng. Mật độ ban đầu của các lâm phần thí nghiệm là 1000 cây/ha (khoảng cách ban đầu là 4 m × 2,5 m), và các hoạt động tỉa thưa được thực hiện lần lượt một lần, hai lần và ba lần cho các lâm phần 4, 7 và 11 năm tuổi. Sự đa dạng, khỏe mạnh và phong phú của thảm thực vật dưới lớp tán trong rừng trồng Keo tai tượng đã được tìm thấy, đặc biệt là ở các lâm

phần 7 và 11 năm tuổi. Các loài cây bụi thảm tươi chiếm ưu thế trong các lâm phần rừng trồng Keo tai tượng bao gồm cây Ba bét trắng (*Mallotus apelta* (Lour.) Müll. Arg.), Chạc chịu (*Tetracera scandens* (L.) Merr.), Cây cộng sản (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob.), Cây lau (*Saccharum arundinaceum* (Retz.)), cây Trinh nữ (*Mimosa pudica* var. *tetrandra* (Willd.) DC.), Cỏ may (*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.), cây Đon nem (*Maesa perlaris* (Lour.) Merr.), Bòng bong lá nhỏ (*Lygodium microphyllum* (Cav.) R. Br.), Dương xỉ (*Dryopteris parasitica* (L.) Kuntze), Thâu kén (*Helicteres angustifolia* var. *obtusa* (Wall.

ex Kurz) Pierre), and Cỏ gà (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) [5]. Từ tháng 2 đến tháng 4 năm 2019, bốn ô tiêu chuẩn (kích thước 40 m x 25 m) đã được chọn và thiết lập trong mỗi lâm phần. Tất cả các ô tiêu chuẩn lấy mẫu cách nhau dưới 1 km (Hình 1). Trong mỗi ô tiêu chuẩn, chiều cao (H_{vn}) và đường kính ngang ngực (DBH) được đo đếm cho mỗi cây theo các phương pháp điều

tra lâm học. Độ tàn che tầng cây cao được xác định bằng phần mềm chụp ảnh bán cầu phân tích độ tàn che (Gap Light Analysis Mobile App) cài đặt trong thiết bị di động, mỗi ô tiêu chuẩn xác định 10 điểm, lấy giá trị trung bình đại diện cho OTC. Các mô tả chi tiết khác về địa điểm nghiên cứu và ước tính sinh khối được đưa ra bởi [5] và được tái bản lại trong Bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm lâm phần và sinh khối của rừng trồng Keo tai tượng tại khu vực nghiên cứu

| Các thông số đo đếm | Tuổi lâm phần (năm) | | | |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 4 | 7 | 11 | |
| Diện tích lâm phần (ha) | 2,6 | 2,2 | 3,6 | |
| DBH trung bình (cm) | 13,78 ± 0,38 ^a | 17,94 ± 0,86 ^b | 21,78 ± 0,85 ^c | |
| H trung bình (m) | 14,72 ± 0,17 ^a | 17,29 ± 0,56 ^b | 18,60 ± 0,21 ^c | |
| Mật độ lâm phần (cây/ha) | 888 ± 30 ^a | 728 ± 22 ^b | 610 ± 29 ^c | |
| Độ tàn che | 0,83 ± 0,01 ^a | 0,81 ± 0,01 ^b | 0,79 ± 0,03 ^b | |
| Độ cao (m a.s.l.) | 38 | 40 | 40 | |
| Tầng đất (cm) | >100 | >100 | >100 | |
| Sinh khối trên mặt đất | Cây gỗ (tấn/ha) | 55,08 ± 3,98 ^a | 109,18 ± 4,44 ^b | 175,17 ± 5,11 ^c |
| | Cây bụi thảm tươi (tấn/ha) | 4,05 ± 0,05 ^a | 4,31 ± 0,05 ^b | 4,80 ± 0,11 ^c |
| | TAGB (tấn/ha) | 59,13 ± 3,98 ^a | 113,49 ± 4,46 ^b | 179,96 ± 5,07 ^c |
| Sinh khối dưới mặt đất | Cây gỗ (tấn/ha) | 17,64 ± 0,68 ^a | 34,38 ± 1,43 ^b | 35,40 ± 1,87 ^b |
| | Cây bụi thảm tươi (tấn/ha) | 0,82 ± 0,02 ^a | 0,92 ± 0,02 ^b | 1,19 ± 0,02 ^c |
| | TBGB (tấn/ha) | 18,46 ± 0,67 ^a | 35,30 ± 1,41 ^b | 36,59 ± 1,87 ^c |
| Sinh khối vật rơi rụng (tấn/ha) | 11,43 ± 0,91 ^a | 11,90 ± 0,55 ^{ab} | 13,29 ± 1,16 ^b | |

Ghi chú. Giá trị thể hiện giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (SD). DBH, đường kính ngang ngực (1,3 m); H, chiều cao cây; TAGB, tổng sinh khối trên mặt đất; TBGB, tổng sinh khối dưới mặt đất. Trong một hàng, các chữ cái viết thường khác nhau có ý nghĩa khác nhau ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

2.2 Phương pháp lấy mẫu đất và phân tích trong phòng thí nghiệm

- Điều tra về đất: Mỗi OTC đào một phẫu diện đất chính, 4 phẫu diện phụ. Các phẫu diện đất được đào đến độ sâu 50 cm từ bốn góc và tâm của mỗi OTC, và các mẫu được lấy từ bốn độ sâu (0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 và 30 - 50 cm) bằng cách sử dụng thiết bị lấy đất chuyên dụng. Các mẫu đất từ cùng một lớp trong cùng một OTC được trộn với tỷ lệ thể tích bằng nhau, làm khô trong không khí và bảo quản ở nhiệt độ phòng. Các mẫu đất được phân tích tại phòng thí nghiệm Trung tâm Thực nghiệm và Phát

triển Công nghệ thuộc Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp tại tỉnh Đồng Nai (VNUF2) và Trung tâm Nghiên cứu Lâm nghiệp và Biến đổi khí hậu thuộc Trường Đại học Lâm nghiệp (VNUF). Mẫu đất được xử lý và phân tích theo các phương pháp sau đây:

+ Hàm lượng nước trong đất (%) được xác định với 20g đất mỗi mẫu theo phương pháp sấy khô bằng tủ sấy ở 105°C trong 24 giờ.

+ pH_{H2O} xác định bằng máy đo chuyên dụng pH metter [11].

+ Dung trọng (BD) của đất được xác định bằng cách làm khô các mẫu lõi ở 105°C cho đến

khí trọng lượng không đổi (các mẫu đất BD được thu thập từ các lớp đất khác nhau bằng cách sử dụng một vòng cắt bằng thép không gỉ (thể tích 100 cm³) [12].

+ Hàm lượng Lân tổng số trong đất được phân tích theo phương pháp Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam (TCVN 8940:2011). Hàm lượng STP được xác định bằng phương pháp so màu sau khi phá mẫu bằng dung dịch HClO₄ và H₂SO₄.

2.3.1. Phương pháp tính toán trữ lượng lân tổng số trong đất

Trữ lượng lân trong mỗi tầng đất được tính toán theo hàm lượng STP, BD của đất và độ sâu lấy mẫu. Các phần thô (> 2 mm) rất hiếm trong các mẫu đất. Do đó, phương trình sau được sử dụng để tính trữ lượng lân trong đất (CP) [13], [14]:

$$CP_i = STP_i \times BD_i \times d_i \times 10^{-1} \quad (1)$$

Trong đó:

CP_i, trữ lượng lân của đất trong tầng đất thứ i (tấn/ha);

i đại diện cho các tầng đất 0 – 10 cm, 10 – 20 cm, 20 – 30 cm và 30 – 50 cm;

STP_i, hàm lượng lân tổng số trong đất của tầng đất thứ i (g/kg);

BD_i, khối lượng riêng của tầng đất thứ i (g/cm³);

và d_i, chiều dày đất của tầng đất i (cm).

2.3.2. Phân tích thống kê

Các phân tích thống kê được thực hiện bằng gói phần mềm R 4.2. [15]. Dữ liệu đã được kiểm tra tính phân bố chuẩn và tính đồng nhất của phương sai bằng cách sử dụng phép kiểm định Kolmogorov-Smirnov và Levene. Sự khác biệt giữa hàm lượng STP và trữ lượng cũng như các đặc tính lý hóa học của đất giữa ba lâm phần và bốn độ sâu của đất được kiểm tra bằng phân tích phương sai ANOVA một nhân tố, sau đó là kiểm định sự sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD) của Fisher ($p < 0,05$). Các hệ số tương quan của Pearson đã được tính toán để mô tả mối quan hệ giữa hàm lượng STP và các biến số

môi trường, bao gồm: sinh khối thực vật (sinh khối trên mặt đất, sinh khối dưới mặt đất, sinh khối vật rơi rụng) và tính chất lý hóa của đất (BD, pH và SWC). Hơn nữa, chúng tôi đã sử dụng mô hình phân tích hồi quy tuyến tính từng bước để khám phá mối quan hệ giữa hàm lượng STP và các yếu tố môi trường ảnh hưởng chính đến tiềm năng hấp thụ (SWC, BD và pH). QGIS phiên bản 3.26.3 được sử dụng để tạo bản đồ khu vực nghiên cứu [16].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

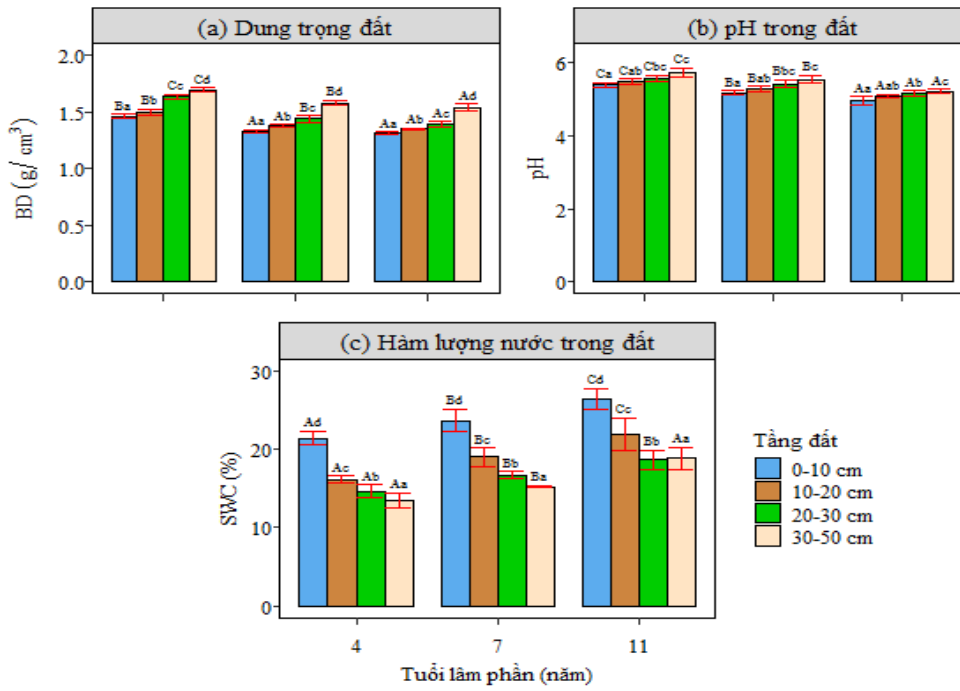
3.1. Kết quả

3.1.1. Một số đặc điểm lý hóa học đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

Như được mô tả trong Hình 2a, các giá trị BD của đất ở lâm phần tuổi 4 lớn hơn đáng kể so với giá trị ở các lâm phần tuổi 7 và tuổi 11 ở tất cả các độ sâu của đất ($p < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt đáng kể nào được ghi nhận trong BD của đất giữa lâm phần tuổi 7 và tuổi 11 ở các tầng đất 0 - 10 và 10 - 20 cm ($p > 0,05$). Giá trị BD của đất lớn hơn đáng kể ($p < 0,05$) ở độ sâu 30 - 50 cm so với ở độ sâu 0 - 10, 10 - 20 và 20 - 30 cm đối với tất cả các tuổi lâm phần.

Giá trị pH của đất giảm đáng kể qua các tuổi lâm phần đối với tất cả các tầng đất ($p < 0,05$, Hình 2b). Giá trị trung bình pH trên tất cả các độ sâu 0 - 50 cm giảm đáng kể từ lâm phần tuổi 4 (5,54) đến lâm phần tuổi 11 (5,1). Bất kể tuổi lâm phần, giá trị pH của đất giảm theo độ sâu tầng đất. Tuy nhiên, không có sự khác biệt đáng kể về giá trị pH đất giữa 4 độ sâu tầng đất ở cùng tuổi rừng ($p > 0,05$).

Hàm lượng nước trong đất đã chỉ ra xu hướng giảm đáng kể với độ sâu tầng đất trên cả ba tuổi lâm phần, với giá trị cao nhất đo được ở độ sâu 0 - 10 cm ($p < 0,05$), dao động từ 21,44% đến 26,49% dọc theo các tuổi lâm phần (Hình 2c). Trong khi đó, hàm lượng nước trong đất ở các độ sâu tầng đất khác nhau tăng đáng kể theo tuổi rừng ($p < 0,05$). Hàm lượng nước trung bình trong đất tăng đáng kể theo tuổi của lâm phần từ 16,43% lên 21,48%.



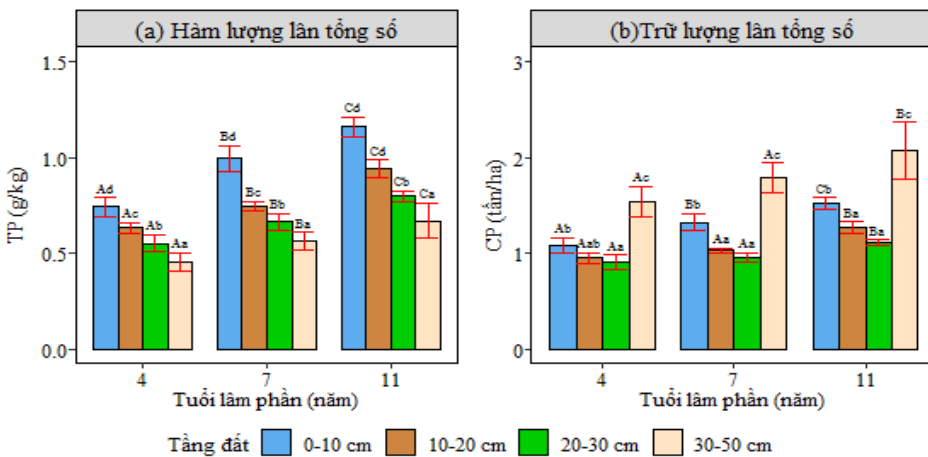
Hình 2. Một số tính chất lý hóa học đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

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

3.1.2. Hàm lượng lân tổng số trong đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

Hình 3a mô tả hàm lượng STP của các tầng đất 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 và 30 - 50 cm ở các lâm phần tuổi 4, 7 và 11. Hàm lượng STP của tầng đất 0 - 10 cm phía trên cùng là cao nhất trong cả ba lâm phần và các giá trị cho mỗi lâm phần, lần lượt là 0,74, 1,00 và 1,16 g/kg. Kết quả cũng cho

thấy xu hướng giảm đáng kể hàm lượng STP khi độ sâu của tầng đất tăng lên ở cả ba lâm phần ($p < 0,05$). Đối với các lâm phần tuổi 4, 7 và 11, hàm lượng STP của các tầng đất 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30 và 30 - 50 cm tăng lên rõ rệt theo sự gia tăng của tuổi lâm phần ($p < 0,05$), kết quả này cho thấy một quá trình tích lũy rõ ràng của lân tổng số trong các tầng đất sau khi trồng rừng.



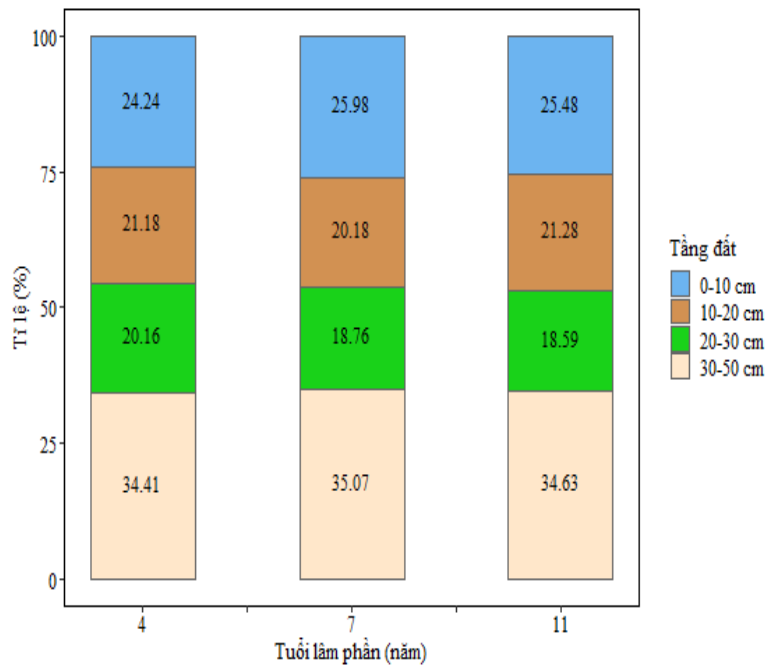
Hình 3. Hàm lượng lân tổng số và trữ lượng lân tổng số trong đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

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

3.1.3. Trữ lượng lân tổng số trong đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

Hình 3b tổng hợp tóm tắt trữ lượng lân tổng số trong các tầng đất theo trình tự tuổi của ba lâm phần Keo tai tượng. CP trong bốn tầng đất (0 - 10 cm, 10 - 20, 10 - 30 và 30 - 50 cm) chỉ ra xu hướng tăng đáng kể theo tuổi lâm phần ($p < 0,05$). CP ở độ sâu tầng đất 0 - 0,1 m của các lâm phần tuổi 4, 7 và 11 tương ứng lần lượt là 1,61, 1,77 và 2,01 tấn/ha; CP ở độ sâu tầng đất 0 - 0,1 m của các lâm phần tuổi 4, 7 và 11 tương ứng lần lượt là 1,09, 1,32 và 1,52 tấn/ha; CP ở độ sâu tầng đất 0,1 - 0,2 m của các lâm phần tuổi 4, 7 và 11 tương ứng lần lượt là 0,95, 1,03 và

1,27 tấn/ha; CP ở độ sâu tầng đất 0,2 - 0,3 m của các lâm phần tuổi 4, 7 và 11 tương ứng lần lượt là 0,90, 0,96 và 1,11 tấn/ha và CP ở độ sâu tầng đất 0,3 - 0,5 m của các lâm phần tuổi 4, 7 và 11 tương ứng lần lượt là 1,54, 1,79 và 2,06 tấn/ha. CP quan sát được trong tầng đất 0 - 50 cm ở các tuổi lâm phần khác nhau là 4,48 tấn/ha (lâm phần tuổi 4), 5,09 tấn/ha (lâm phần tuổi 7) và 5,96 tấn/ha (lâm phần tuổi 11). Hơn nữa, kết quả tính toán cho thấy, 30 cm đất trên cùng tích lũy một tỷ lệ lớn lân và CP trong tầng đất 0 - 30 cm (0 - 10; 10 - 20 và 20 - 30) chiếm 65,59%, 64,93% và 65,37% tổng lượng trữ lượng lân của đất trong tầng đất 0 - 50 cm cho cả ba lâm phần.



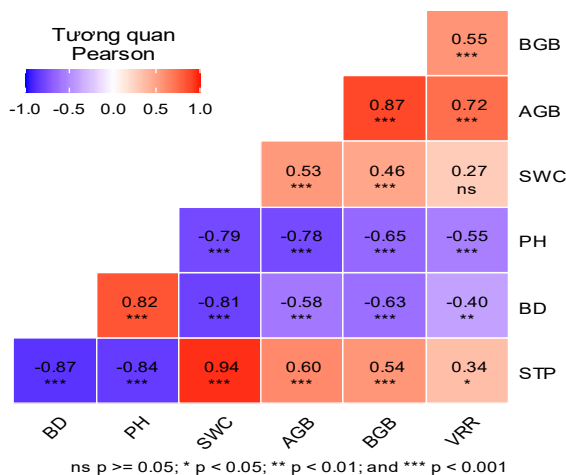
Hình 4. Tỷ lệ phân bố lân (%) trong các tầng đất khác nhau dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

3.1.4. Các yếu tố chính ảnh hưởng tiềm năng hấp thụ lân trong đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

Bảng 2 trình bày phân tích tương quan giữa STP và các yếu tố môi trường có ảnh hưởng khác nhau. Có thể thấy rằng STP có tương quan thuận và mạnh với SWC ($r = 0,94, p < 0,001$) nhưng có quan hệ nghịch đáng kể với BD ($r = -0,87, p < 0,001$) và pH ($r = -0,84, p < 0,001$). Các biến sinh khối thực vật bao gồm AGB ($r =$

$0,6, p < 0,001$), BGB ($r = 0,54, p < 0,001$) và VRR ($r = 0,34, p < 0,05$) cũng có tương quan thuận đáng kể với STP.

Để tìm ra các biến dự đoán tốt nhất ảnh hưởng đến STP, phương trình hồi quy tuyến tính từng bước đã được thiết lập (Bảng 3). Kết quả chỉ ra rằng đối với rừng trồng Keo tai tượng, các yếu tố chính ảnh hưởng đến tiềm năng hấp thụ của STP là SWC, BD và pH.



Hình 5. Giá trị hệ số tương quan Pearson (r) giữa hàm lượng lân của đất và các biến môi trường ở các độ tuổi khác nhau của hệ sinh thái rừng trồng Keo tai tượng
(Ghi chú: STP, hàm lượng lân tổng số trong đất; SWC, hàm lượng nước trong đất; BD, dung trọng đất; AGB, sinh khối trên mặt đất; BGB, sinh khối dưới mặt đất; VRR, sinh khối vật rơi rụng)

Bảng 2. Kết quả phân tích hồi quy tuyến tính từng bước thể hiện sự phụ thuộc của hàm lượng lân trong đất vào các biến số môi trường

| Biến phụ thuộc | Biến giải thích | Hệ số hồi quy | Sai số chuẩn của hệ số | Giá trị t | Giá trị p | R ² | VIF |
|----------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------|-----------|----------------|------|
| STP | Hằng số | 1,48 | 0,37 | 3,96 | <0,001 | 0,96 | 3,36 |
| | SWC | 0,03 | 0,01 | 7,95 | <0,001 | | |
| | BD | -0,38 | 0,14 | -2,76 | 0,008 | | |
| | pH | -0,15 | 0,07 | -2,11 | 0,041 | | |

Ghi chú: STP, hàm lượng lân tổng số trong đất; SWC, hàm lượng nước trong đất; BD, dung trọng đất.

3.2. Thảo luận

3.2.1. Hàm lượng và trữ lượng lân tổng số trong đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng STP ở tầng đất 0 - 50 cm của tất cả các rừng trồng là cao nhất ở tầng đất mặt (0 - 10 cm) và thể hiện xu hướng giảm theo độ sâu của tầng đất (Hình 3a), phù hợp với hầu hết kết quả của các nghiên cứu trước đây [17], [18]. Phân hủy vật rơi rụng của thực vật là nguồn dinh dưỡng chính của lân trong đất rừng và quá trình này xảy ra chủ yếu ở lớp đất bề mặt [19], do đó nó sẽ làm tăng hàm lượng lân trong lớp đất mặt. Với sự gia tăng độ sâu của tầng đất, đầu vào của chất hữu cơ giảm do giảm tính thấm của đất, hoạt động của động vật đất và sự phân hủy của vi sinh vật [20], từ đó làm giảm hàm lượng lân của các tầng đất ở dưới bề mặt (10 - 50 cm).

Trong nghiên cứu này, trữ lượng lân tổng số trong lớp đất khoáng tăng đáng kể cùng với sự phát triển của Keo tai tượng (Hình 3b). Phát

hiện này phù hợp với kết quả từ các báo cáo trước đây [21, 22]. Những biến động này có thể là do sự tích lũy chất hữu cơ lớn hơn ở những lâm phần già hơn (Bảng 1). Mặc dù những thay đổi trong CP sau khi trồng rừng đã được báo cáo rộng rãi trong các nghiên cứu trước đây, nhưng vẫn tồn tại một số tranh cãi về ảnh hưởng của tuổi rừng đối với CP (ví dụ: giảm [23]; tương đối ổn định [24] hoặc không có ảnh hưởng đáng kể [25]). Các cuộc thảo luận này về phản ứng của CP đối với tuổi rừng có thể một phần là do sự khác biệt trong các yếu tố ảnh hưởng khác, chẳng hạn như khí hậu, tính chất đất, loại rừng và quá khứ sử dụng đất, tất cả những yếu tố này cũng có thể làm lu mờ ảnh hưởng của tuổi rừng [14].

3.2.2. Các yếu tố chính điều khiển tiềm năng hấp thụ lân trong đất dưới tán rừng trồng Keo tai tượng

Các thông số đặc điểm sinh khối thực vật và tính chất lý hóa của đất là các thông số chính

điều khiển tiềm năng hấp thụ các chất dinh dưỡng trong đất [26]. Kết quả thiết lập được trong nghiên cứu này cho thấy rằng, các đặc điểm sinh khối thực vật, tính chất vật lý và hóa học của đất ảnh hưởng đáng kể đến STP trong hệ sinh thái rừng trồng Keo tai tượng (Bảng 2), với SWC, BD và pH của đất là các yếu tố quan trọng nhất điều khiển sự hấp thụ STP trong số 6 yếu tố được đánh giá (Bảng 3). Một số học giả đã chứng minh rằng hàm lượng nước trong đất là một chỉ số vật lý quan trọng của đất có tác động đáng kể đến hàm lượng chất dinh dưỡng của đất trong các nghiên cứu trước đây, bởi vì nó có thể ảnh hưởng mạnh đến tốc độ phân hủy chất hữu cơ thông qua sự khuếch tán khí cho đất và hoạt động của vi sinh vật [27] và từ đó tác động đến sự tích lũy hàm lượng dinh dưỡng của đất, BD và pH của đất cũng là các thông số môi trường quan trọng có thể giải thích sự biến động của STP ở một số mức độ nhất định, BD và pH trong đất ảnh hưởng đến chức năng của đất như hoạt động của vi sinh vật đất, quần xã vi sinh vật và sự đa dạng của chúng [28], điều này có liên quan chặt chẽ với hàm lượng các chất dinh dưỡng của đất. Một nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng độ pH của đất thấp có thể làm suy giảm hoạt động của vi sinh vật trong đất [26] và sẽ dẫn đến sự tích tụ hàm lượng các chất dinh dưỡng trong đất cao hơn. Bên cạnh đó, các thông số sinh khối của thực vật (AGB, BGB, VRR) (Bảng 2) và các thông số đặc trưng khác của lâm phần như mật độ lâm phần, độ tàn che, DBH và H_{vn} cũng có thể góp phần giải thích sự biến đổi của STP trong rừng trồng Keo tai tượng ở các độ tuổi khác nhau (Bảng 1).

4. KẾT LUẬN

Sự phân bố của P trong đất cũng như ảnh hưởng của các yếu tố môi trường đến quá trình hấp thụ P trong đất theo trình tự tuổi của hệ sinh thái rừng trồng Keo tai tượng (từ rừng trồng tuổi 4 đến tuổi 11). Hàm lượng STP tăng rõ rệt theo tuổi rừng, từ 2,38 g/kg (tuổi 4) đến 3,57 g/kg (tuổi 11). Hơn nữa, hàm lượng STP chủ yếu tập trung ở tầng đất mặt và giảm đáng kể theo độ sâu. Trữ lượng lân tổng số trong lớp đất khoáng tăng đáng kể theo tuổi rừng, sự kết tụ bề mặt với hơn 65% CP tập trung ở độ sâu 0 - 30 cm và có mối tương quan đáng kể giữa lân tổng số trong

đất và các biến số môi trường được lựa chọn, đặc biệt là đối với SWC, BD và pH.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Trưởng bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2021). Quyết định số 1558/QĐ-BNN-TCLN ngày 13 tháng 4 năm 2021 của Bộ Trưởng bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn về việc công bố quyết định hiện trạng rừng toàn quốc năm 2020
- [2]. FAO (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings, Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>.
- [3]. Shah Newaz. M. & Millat-e-Mustafa. M. (2004). Growth and yield prediction models for *Acacia mangium* grown in the plantations of the central region of Bangladesh. *New Forests*. 27(1): 81-88.
- [4]. Võ Đại Hải, Đặng Thịnh Triều, Nguyễn Văn Tiệp, Nguyễn Văn Bích & Đỗ Thị Dương (2009). Nghiên cứu tiềm năng hấp thụ các bon và giá trị thương mại của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. Báo cáo dự án số VAFS2009. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
- [5]. Cuong. L., Hung. B., Bolanle-Ojo. O., Xu. X., Thanh. N. & Chai. L. (2020). Biomass and carbon storage in an age-sequence of *Acacia mangium* plantation forests in Southeastern region, Vietnam. *Forest Systems*. 29(2): e009.
- [6]. Jusoh. I., Abu Zaharin. F. & Adam. N.S. (2014). Wood quality of *Acacia hybrid* and second-generation *Acacia mangium*. *BioResources*. 9(1).
- [7]. Lee. K., Ong. K., King. P., Chubo. J. & Su. D. (2015). Stand productivity, carbon content, and soil nutrients in different standages of *Acacia mangium* in Sarawak, Malaysia. *Turkish Journal of Agriculture And Forestry*. 39: 154-161.
- [8]. Matali. S. & Metali. F. (2015). Selected soil physicochemical properties in the *Acacia mangium* plantation and the adjacent heath forest at Andulau Forest Reserve. *Malaysian Journal of Soil Science*. 19: 45-58.
- [9]. Koutika. L.S., Tchichelle. S.V., Mareschal. L. & Epron. D. (2017). Nitrogen dynamics in a nutrient-poor soil under mixed-species plantations of eucalypts and acacias. *Soil Biology and Biochemistry*. 108: 84-90.
- [10]. Koutika L.S. & Richardson. D. (2019). *Acacia mangium* Willd: benefits and threats associated with its increasing use around the world. *Forest Ecosystems*. 6.
- [11]. Van Reeuwijk. L.P. (2002). Procedures for Soil Analysis. 6th Edition, ISRIC, FAO, Wageningen.
- [12]. Blake. G.R. & Hartge. K.H. (1986). Bulk density. In: Klute A (ed) *Methods of soil analysis part 1: physical and mineralogical methods*. 2nd edn. Am Soc Agron, Madison. 363-375.
- [13]. Wu. X., Niu. Y., Xun. M., Jin. J., Tang. Y. & Chen. Y. (2021). Soil carbon, nitrogen, and phosphorus storages and their stoichiometry due to mixed afforestation with *Hippophae rhamnoides* in the Loess Hilly Region, China. *Forests*. 12(12): 1718.
- [14]. Li. X., Li. Y., Peng. S., Chen. Y. & Cao. Y. (2019). Changes in soil phosphorus and its influencing

factors following afforestation in Northern China. 30914). 1655-1666.

[15]. R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

[16]. QGIS (2022). Geographic Information System, version 3,26,3, QGIS Association. URL <http://www.qgis.org>.

[17]. Yang. Z. & Luo. Z. (2021). Nitrogen and Phosphorus Distribution and Relationship in Soils and Plants under Different Aged Chinese Fir Plantation. *Forests*. 12(9): 1271.

[18]. Selvalakshmi. S., Vasu. D., Zhijun. H., Guo. F. & Ma. X.Q. (2018). Soil nutrients dynamics in broadleaved forest and chinese fir plantations in subtropical forests. *Journal of Tropical Forest Science*. 30(2): 242-251.

[19]. Yin. X., Zhao. L., Fang. Q. & Ding G. (2021). Differences in soil physicochemical properties in different-aged *Pinus massoniana* plantations in Southwest China. *Forests*. 12(8): 987.

[20]. Deng. H., Chen. A., Yan. S., Lin. Y., Zhang. G. & Du. K. (2015). Nutrient resorption efficiency and C:N:P stoichiometry in different ages of *Leucaena leucocephala*. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*. 21: 522-527.

[21]. Zhang. W., Liu. W., Xu. M., Deng. J., Han. X. & Yang. G. (2019). Response of forest growth to C:N:P stoichiometry in plants and soils during *Robinia pseudoacacia* afforestation on the Loess Plateau, China. *Geoderma*. 337: 280-289.

[22]. Smal. H., Ligeza. S., Pranagal. J., Urban. D. & Pietruczyk-Popławska. D. (2019). Changes in the stocks of soil organic carbon, total nitrogen and phosphorus following afforestation of post-arable soils: A chronosequence study. *Forest Ecology and Management*. 451: 117-536.

[23]. Hu. Y.F., Shu. X.Y., He. J., Zhang. Y.L., Xiao. H.H. & Tang. X.Y. (2018). Storage of C, N, and P affected by afforestation with *Salix cupularis* in an alpine semiarid desert ecosystem. *Land Degradation & Development*. 29(1): 188-198.

[24]. Ma. R., Hu. F., Liu. J., Wang. C., Wang. Z. & Liu. G. (2020). Shifts in soil nutrient concentrations and C:N:P stoichiometry during long-term natural vegetation restoration. *PeerJ*. 8: e8382.

[25]. Shi. S., Peng. C., Wang. M., Zhu. Q., Yang. G. & Yang. Y. (2016). A global meta-analysis of changes in soil carbon, nitrogen, phosphorus and sulfur, and stoichiometric shifts after forestation. *Plant and Soil*. 407(1): 323-340.

[26]. Nie. X., Wang. D., Zhou. G., Xiong. F., Ren. L. & Chen. Y. (2022). Drivers of soil total nitrogen and phosphorus storage in Alpine wetland across the three rivers source region on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Frontiers in Environmental Science*. 10: 771-806. Doi: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.806771>

[27]. Craine. J.M. & Gelderman. T.M. (2011). Soil moisture controls on temperature sensitivity of soil organic carbon decomposition for a mesic grassland. *Soil Biology and Biochemistry*. 43(2): 455-457.

[28]. Thomas. G.W. (1996). Soil pH and Soil Acidity. In *Methods of Soil Analysis*. 475-490.

FACTORS CONTROLLING SOIL PHOSPHORUS SEQUESTRATION OF *ACACIA MANGIUM* WILLD. PLANTATION ECOSYSTEMS

**Le Van Cuong¹, Nguyen Van Quy^{1,2}, Pham Van Huong¹,
Nguyen Van Quy, Phan Trong The, Nguyen Minh Thanh^{3*}, Nguyen Trong Phu¹**

¹*Vietnam National University of Forestry - Dong Nai Campus*

²*Northwest A & F University*

³*Vietnam National University of Forestry*

ABSTRACT

Soil total phosphorus (STP) plays a significant role in terrestrial ecosystem function. However, information about the distribution of STP and its driving factors in *Acacia mangium* Willd, plantation forests of the Southeastern region of Vietnam is still unknown. The study was performed to evaluate STP content and storage, and soil characteristics of three different-aged *A. mangium* stands (4, 7 and 11 years old). STP content was estimated in each stand at four depths (0-10, 10-20, 20-30 and 30-50 cm) according to the Vietnam National Standard method (TCVN 8940:2011). STP content increased significantly with forest age, from 2.38 g/kg in a 4-year-old stand to 3.57 g/kg in an 11-year-old stand. Furthermore, STP concentration principally occurred in the topsoil and declined significantly with depth. Phosphorus storage in the mineral soil layer (CP) increased significantly with stand age. Soil phosphorus storage revealed obvious surface aggregation, with more than 65% of CP being in 0 - 30 cm depth. Soil water content, soil bulk density and soil pH were the principal factors controlling the STP. The current study provides an overview of the distribution of STP as well as the effects of environmental parameters on STP.

Keywords: *Acacia mangium* plantations, environmental factors, soil total phosphorus, stand age.

Ngày nhận bài : 18/11/2022

Ngày phản biện : 21/12/2022

Ngày quyết định đăng : 05/01/2023