Đánh giá chức năng bảo vệ đất của một số trạng thái rừng trồng tại vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình, tỉnh Phú Thọ

Nguyễn Minh Thanh[1], Lê Hùng Chiến[2], Lê Ngọc Hoàn[2], Lê Văn Cường[3], Lê Thị Khiếu[2*]

[1]Hội Khoa học Kỹ thuật Lâm nghiệp Việt Nam

[2]Trường Đại học Lâm nghiệp

[3]Trường Đại học Đồng Nai

Assessment of soil protection functions of selected planted forest types in the Hoa Binh hydropower reservoir area, Phu Tho province

Nguyen Minh Thanh[1], Le Hung Chien[2], Le Ngoc Hoan[2], Le Van Cuong[3], Le Thi Khieu[2*]

[1]Vietnam Association of Forestry Science and Technology

[2]Vietnam National University of Forestry

[3]Dong Nai University

**Corresponding author: khieult@vnuf.edu.vn*

https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.8.2026.087-094

Thông tin chung:
Ngày nhận bài: 24/06/2026
Ngày phản biện: 04/09/2026
Ngày quyết định đăng: 29/09/2026

Từ khóa:
Bảo vệ đất, lòng hồ thủy điện Hòa Bình, rừng trồng, xói mòn đất.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá chức năng bảo vệ đất của một số trạng thái rừng trồng tại vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình thuộc tỉnh Phú Thọ, gồm rừng trồng cây bản địa 22 tuổi, keo tai tượng (Acacia mangium Willd.) 5 tuổi, bồ đề (Styrax tonkinensis (Pierre) Craib) 4 tuổi và luồng (Dendrocalamus membranaceus Munro) trên 20 tuổi. Trên mỗi trạng thái rừng, bố trí 03 ô tiêu chuẩn để điều tra cấu trúc lâm phần; lấy mẫu đất ở hai tầng sâu 0-20 cm và 20-40 cm; đồng thời thu thập vật rơi rụng và xác định lượng đất xói mòn. Kết quả cho thấy rừng trồng cây bản địa có kích thước cây và trữ lượng lớn nhất, hàm lượng chất hữu cơ và trữ lượng carbon hữu cơ trong đất cao nhất, lượng vật rơi rụng lớn nhất (20,93 ± 1,76 tấn/ha/năm), đồng thời có lượng đất xói mòn thấp nhất (1,74 ± 0,06 tấn/ha trong thời gian theo dõi). Ngược lại, rừng bồ đề có lượng vật rơi rụng thấp nhất (8,00 ± 0,80 tấn/ha/năm) và lượng đất xói mòn cao nhất (2,21 ± 0,12 tấn/ha trong thời gian theo dõi). Mặc dù có dung trọng đất cao và hàm lượng chất hữu cơ thấp hơn các trạng thái khác, rừng luồng vẫn duy trì lượng đất xói mòn tương đối thấp, có thể nhờ mật độ thân lớn, hệ rễ đan xen gần mặt đất và khả năng duy trì lớp phủ thực vật liên tục. Kết quả nghiên cứu cho thấy chức năng bảo vệ đất của các trạng thái rừng trồng chịu ảnh hưởng tổng hợp của đặc tính đất, điều kiện địa hình, cấu trúc lâm phần, lượng vật rơi rụng và đặc điểm sinh học của loài cây.

Keywords:
Hoa Binh hydropower reservoir, planted forest, soil erosion, soil protection.

ABSTRACT

This study assessed the soil protection functions of selected planted forest types in the Hoa Binh hydropower reservoir area, Phu Tho province, including a 22-year-old native tree plantation, a 5-year-old Acacia mangium Willd. plantation, a 4-year-old Styrax tonkinensis (Pierre) Craib plantation, and a Dendrocalamus membranaceus Munro plantation over 20 years old. Three sample plots were established in each forest type to characterize stand structure. Soil samples were collected at depths of 0-20 and 20-40 cm; litterfall and soil loss were also determined. The native tree plantation had the largest tree dimensions and stand volume, the highest soil organic matter content and soil organic carbon stock, and the greatest litterfall (20.93 ± 1.76 tonnes/ha/year). It also recorded the lowest soil loss (1.74 ± 0.06 tonnes/ha during the monitoring period). By contrast, the Styrax tonkinensis plantation had the lowest litterfall (8.00 ± 0.80 tonnes/ha/year) and the highest soil loss (2.21 ± 0.12 tonnes/ha during the monitoring period). Although the Dendrocalamus membranaceus plantation

had a higher soil bulk density and lower organic matter content than the other forest types, it maintained relatively low soil loss, possibly because of its high culm density, dense surface root network, and continuous vegetation cover. The findings indicate that soil protection in planted forests is jointly influenced by soil properties, topography, stand structure, litterfall, and species-specific biological characteristics.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng có vai trò quan trọng trong bảo vệ đất, điều tiết dòng chảy và hạn chế xói mòn. Tuy nhiên, tại các lưu vực có địa hình dốc và lượng mưa tập trung theo mùa, nguy cơ rửa trôi đất vẫn cao, đặc biệt khi lớp phủ thực vật bị suy giảm [1]. Vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình thuộc tỉnh Phú Thọ có nhiều diện tích sản xuất lâm nghiệp trên đất dốc; vì vậy, việc duy trì lớp phủ và độ phì đất có ý nghĩa đối với chức năng phòng hộ của lưu vực.

Rừng trồng góp phần giảm tác động trực tiếp của hạt mưa, tăng khả năng thấm nước và hạn chế dòng chảy mặt. Hiệu quả bảo vệ đất phụ thuộc vào cấu trúc lâm phần, tầng tán, lớp vật rơi rụng, hệ rễ và biện pháp quản lý. Lớp vật rơi rụng có thể hấp thu động năng hạt mưa, làm chậm dòng chảy và giảm lượng đất bị cuốn trôi [1, 2]. Tuy nhiên, thông tin định lượng về khả năng bảo vệ đất của các trạng thái rừng trồng tại vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình thuộc địa phận tỉnh Phú Thọ còn hạn chế.

Từ thực tế trên, nghiên cứu "*Đánh giá chức năng bảo vệ đất của một số trạng thái rừng trồng tại vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình, tỉnh Phú Thọ*" được thực hiện nhằm đánh giá một số đặc điểm lâm phần, tính chất đất, lượng vật rơi rụng và lượng đất xói mòn dưới các trạng thái rừng trồng. Kết quả nghiên cứu góp phần bổ sung thông tin tham khảo cho công tác quản lý và lựa chọn biện pháp bảo vệ đất tại khu vực nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành trên 4 trạng thái rừng trồng tại khu vực bao gồm: (i) Rừng trồng cây bản địa 22 tuổi; (ii) Rừng trồng keo tai tượng 5 tuổi; (iii) Rừng trồng bồ đề 4 tuổi; (iv) Rừng trồng luồng trên 20 tuổi.

Địa điểm nghiên cứu: Lưu vực lòng hồ thủy điện Hòa Bình, thuộc địa phận tỉnh Phú Thọ.

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

- Lập ô tiêu chuẩn (OTC): Tại mỗi trạng thái rừng, lập 03 OTC tại ba vị trí khác nhau, có độ dốc từ 15-25°. Diện tích mỗi OTC là 500 m² (25 × 20 m). Tổng số OTC của nghiên cứu là 12 ô.

- Điều tra trong OTC: Đo đường kính ngang ngực ($D_{1.3}$, cm), chiều cao vút ngọn (Hvn, m) và xác định mật độ cây (cây/ha).

+ Xác định độ tàn che tại 10 điểm/ô bằng phần mềm *Gap Light Analysis Mobile App* (GLAMA) trên điện thoại thông minh.

+ Thu thập vật rơi rụng tại 10 ô dạng bản (diện tích 1 m²/ô), sau đó tính giá trị trung bình cho mỗi OTC và quy đổi về tấn/ha/năm.

+ Độ cao tuyệt đối và độ dốc của các ô được xác định bằng máy GPS kết hợp địa bàn cầm tay.

- Lấy mẫu đất: Tại mỗi OTC, lấy 01 mẫu đất hỗn hợp từ 5 điểm theo đường chéo ô, trộn đều để lấy mẫu đại diện. Mẫu đất được thu thập ở hai tầng độ sâu: 0 - 20 cm và 20 - 40 cm. Tổng số mẫu đất thu thập là 24 mẫu.

- Phân tích các chỉ tiêu đất:

+ Dung trọng đất (BD, g/cm³): Xác định bằng phương pháp vòng thép theo tiêu chuẩn của FAO (2015) [3].

+ Hàm lượng chất hữu cơ (OM, %): Xác định theo TCVN 8726:2012.

+ Trữ lượng carbon hữu cơ trong đất (SOC, tấn C/ha): Được tính theo công thức:

$$SOC = h \times BD \times OM \times 0{,}58 \times 100$$

Trong đó:

h là chiều dày tầng đất (m);

BD là dung trọng đất (g/cm³);

OM là hàm lượng chất hữu cơ (%).

0,58 là hệ số quy đổi chất hữu cơ thành carbon hữu cơ [4].

- Xác định lượng đất xói mòn: Xói mòn đất được xác định thông qua việc thu gom và cân lượng đất bị rửa trôi trong các ô thí nghiệm ngoài thực địa. Phương pháp thiết lập ô đo được kế thừa và điều chỉnh dựa trên phương pháp của Bùi Xuân Dũng và cộng sự (2019) [5]. Thiết kế và số liệu xói mòn là một hợp phần đã được trình bày trong nghiên cứu trước [6];

trong nghiên cứu này, số liệu được sử dụng để phân tích tổng hợp cùng cấu trúc lâm phần, tính chất đất và vật rơi rụng.

+ Thiết kế ô xói mòn: Diện tích mỗi ô thí nghiệm là 15 m² (3 m x 5 m), chiều dài ô được bố trí vuông góc với đường đồng mức. Mỗi trạng thái rừng lập 03 ô đo đếm. Xung quanh mỗi ô được vây bằng tấm nhựa cứng cao 0,4 m (chôn sâu 0,1 m xuống đất) nhằm cách ly hoàn toàn với dòng chảy mặt bên ngoài. Phía cuối mỗi ô lắp đặt hệ thống ống dẫn và cút nhựa PVC (đường kính 110 - 200 mm) để dẫn dòng chảy mặt và vật liệu xói mòn vào một hố chứa dung tích 180 - 200 lít (hố được lót bạt chống thấm và che chắn kỹ).

+ Thu mẫu và xử lý: Toàn bộ lượng đất lắng đọng trong hố chứa và hệ thống ống dẫn được thu gom, lọc tách nước và cân để xác định khối lượng đất tươi (kg). Từ mỗi mẫu, rút ra 1 kg mẫu đại diện đem sấy khô tại phòng thí nghiệm ở nhiệt độ 105°C trong 24 giờ để xác định tỷ lệ khối lượng đất khô tuyệt đối.

+ Thời gian thu mẫu: Theo dõi từ ngày 01/01/2025 đến ngày 30/10/2025, gồm hai đợt: đợt 1 (01/01–30/4/2025) và đợt 2 (01/5–30/10/2025). Tổng lượng đất thu được được quy đổi về tấn/ha cho toàn bộ thời gian theo dõi.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Dữ liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS 26.0. Các chỉ tiêu được trình bày dưới dạng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (Mean ± SD).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu trúc lâm phần liên quan đến chức năng bảo vệ đất của các trạng thái rừng trồng

Các chỉ tiêu cấu trúc lâm phần như mật độ cây, đường kính ngang ngực (D1.3), chiều cao vút ngọn (Hvn), độ tàn che và trữ lượng có liên quan đến khả năng che phủ bề mặt đất, điều tiết nước mưa và hạn chế xói mòn. Kết quả điều tra cấu trúc các trạng thái rừng trồng tại khu vực nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm cấu trúc các trạng thái rừng trồng tại khu vực nghiên cứu

Trạng thái rừng	OTC	Mật độ lâm phần	$D_{1.3}$ (cm)	Hvn (m)	Độ tàn che (%)	Trữ lượng (m^3/ha)
Rừng trồng cây bản địa	1	680	17,2	19	65	178,74
	2	700	26,0	16,1	55	147,59
	3	700	23,1	19,2	65	176,36
Rừng trồng keo tai tượng 5 tuổi	1	1200	10,1	10,5	51	88,45
	2	1080	13,2	12,6	74	108,44
	3	1080	12,8	14,4	50	123,59
Rừng trồng bồ đề	1	1.200	7,3	7,3	58	60,40
	2	1.170	7,8	8,0	56	66,32
	3	1.280	7,0	7,5	55	61,83
Rừng trồng luồng	1	120 bụi/ha 4.440 thân/ha	5,9	8,5	50	–
	2	580 bụi/ha 7.940 thân/ha	8,3	14	53	–
	3	580 bụi/ha 6.360 thân/ha	5,6	10,5	58	–

Kết quả cho thấy các trạng thái rừng trồng có sự khác nhau rõ rệt về đặc điểm cấu trúc lâm phần, phù hợp với đặc tính sinh học, tuổi rừng và phương thức gây trồng của từng loài cây.

Rừng trồng cây bản địa có kích thước cây và trữ lượng lớn nhất, với đường kính trung bình đạt 22,10 ± 4,49 cm, chiều cao vút ngọn đạt 18,10 ± 1,74 m và trữ lượng trung bình đạt 167,56 ± 17,35 m^3/ha. Trạng thái này đồng thời duy trì độ tàn che tương đối cao, đạt 61,67 ± 5,77%. Những đặc điểm trên cho thấy rừng trồng cây bản địa có khả năng duy trì tầng tán tương đối ổn định và tích lũy sinh khối cao hơn so với các trạng thái còn lại, qua đó tạo điều kiện thuận lợi cho chức năng bảo vệ đất.

Rừng trồng Keo tai tượng 5 tuổi và rừng trồng Bồ đề có mật độ cây cao, lần lượt đạt 1.120 ± 69 cây/ha và 1.216 ± 57 cây/ha. Tuy

nhiên, khả năng bảo vệ đất của hai trạng thái này không chỉ phụ thuộc vào mật độ cây mà còn liên quan đến mức độ phát triển của tầng tán và khả năng duy trì lớp phủ thực vật theo thời gian. Đối với rừng Keo tai tượng, chu kỳ kinh doanh ngắn và phương thức khai thác trắng phổ biến có thể làm suy giảm nhanh lớp phủ thực vật nếu rừng không được trồng lại kịp thời. Trong khi đó, Bồ đề có tán lá tương đối thưa và có thể bị sâu ăn lá ở một số giai đoạn sinh trưởng, làm giảm độ che phủ và khả năng bảo vệ bề mặt đất.

Rừng trồng luồng có đường kính thân nhỏ, trung bình đạt 6,60 ± 1,48 cm và độ tàn che đạt 53,50 ± 4,30%, nhưng mật độ thân rất lớn, trung bình đạt 6.247 ± 1.753 thân/ha. Mật độ thân cao kết hợp với hệ rễ chùm phát triển có thể góp phần làm giảm vận tốc dòng chảy mặt, tăng khả năng giữ lại vật liệu đất và hạn chế xói mòn trên đất dốc. Bên cạnh đó, luồng thường được khai thác chọn từng thân thay vì khai thác trắng toàn bộ lâm phần, nhờ đó lớp phủ thực vật có thể được duy trì tương đối liên tục.

Nhìn chung, mỗi trạng thái rừng trồng có những đặc điểm cấu trúc và cơ chế bảo vệ đất khác nhau. Rừng trồng cây bản địa nổi bật về kích thước cây, trữ lượng và mức độ ổn định của tầng tán; rừng Keo tai tượng và rừng Bồ đề có ưu thế về mật độ cây; trong khi rừng luồng đặc trưng bởi mật độ thân lớn, hệ rễ chùm phát triển và khả năng duy trì lớp phủ tương đối liên tục. Tuy nhiên, hiệu quả bảo vệ đất của từng trạng thái cần được đánh giá đồng thời với các chỉ tiêu về tính chất đất, vật rơi rụng và lượng đất xói mòn thực đo, được trình bày trong các phần tiếp theo.

3.2. Tính chất đất liên quan đến chức năng bảo vệ đất dưới các trạng thái rừng trồng

Kết quả nghiên cứu một số tính chất đất dưới các trạng thái rừng trồng được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Một số tính chất đất dưới các trạng thái rừng trồng

Trạng thái rừng	OTC	Độ sâu (cm)	Dung trọng (g/cm³)	OM (%)	Lượng carbon hữu cơ trong đất (tấn C/ha)	Tổng lượng carbon hữu cơ trong đất tầng 0–40 cm (tấn C/ha)
Rừng trồng cây bản địa	1	0-20	1,05	3,15	38,37	76,70
		20-40	1,12	2,95	38,33	
	2	0-20	0,96	3,45	38,42	78,26
		20-40	1,08	3,18	39,84	
	3	0-20	0,95	3,38	37,25	73,79
		20-40	1,00	3,15	36,54	
Rừng trồng Keo tai tượng 5 tuổi	1	0-20	1,15	2,54	33,88	65,36
		20-40	1,28	2,12	31,48	
	2	0-20	1,25	2,74	39,73	75,75
		20-40	1,31	2,37	36,02	
	3	0-20	1,35	2,46	38,52	73,03
		20-40	1,39	2,14	34,51	
Rừng trồng luồng	1	0-20	1,35	1,75	27,41	54,21
		20-40	1,52	1,52	26,80	
	2	0-20	1,43	1,63	27,02	52,63
		20-40	1,60	1,38	25,61	
	3	0-20	1,45	1,59	26,74	51,09
		20-40	1,64	1,28	24,35	
Rừng trồng Bồ đề	1	0-20	1,05	2,43	29,59	59,75
		20-40	1,25	2,08	30,16	
	2	0-20	1,18	1,98	27,10	53,44
		20-40	1,32	1,72	26,34	
	3	0-20	1,22	2,15	30,43	60,58
		20-40	1,39	1,87	30,15	

Dung trọng đất, hàm lượng chất hữu cơ và trữ lượng carbon hữu cơ trong đất là những chỉ tiêu phản ánh chất lượng đất và khả năng duy trì độ phì dưới tác động của thảm thực vật [7]. Các chỉ tiêu này có liên hệ với chức năng bảo vệ đất thông qua cấu trúc đất, khả năng giữ nước và mức độ chống chịu xói mòn.

Kết quả phân tích cho thấy dung trọng đất có xu hướng tăng theo chiều sâu ở tất cả các trạng thái rừng trồng. Trong tầng đất 0 -20 cm, dung trọng dao động từ 0,95-1,45 g/cm³, trong khi ở tầng đất 20-40 cm đạt từ 1,00-1,64 g/cm³. Xu hướng này phản ánh tầng đất mặt chịu ảnh hưởng mạnh của quá trình tích lũy vật rơi rụng và hoạt động sinh học, làm cho đất tơi xốp hơn so với tầng đất phía dưới.

Trong các trạng thái nghiên cứu, rừng trồng cây bản địa có dung trọng thấp nhất, trung bình đạt 0,99 ± 0,06 g/cm³ ở tầng đất 0-20 cm và 1,07 ± 0,06 g/cm³ ở tầng đất 20-40 cm. Ngược lại, rừng Luồng có dung trọng lớn nhất với giá trị trung bình tương ứng là 1,41 ± 0,05 g/cm³ và 1,59 ± 0,06 g/cm³. Dung trọng thấp ở rừng cây bản địa cho thấy điều kiện đất tơi xốp hơn, thuận lợi cho quá trình thấm nước, phát triển hệ rễ và hạn chế dòng chảy mặt trên sườn dốc.

Hàm lượng chất hữu cơ tổng số có sự khác nhau giữa các trạng thái rừng trồng. Rừng cây bản địa đạt giá trị cao nhất với trung bình 3,33 ± 0,16% ở tầng đất mặt và 3,09 ± 0,13% ở tầng đất dưới. Tiếp theo là rừng keo tai tượng, rừng bồ đề và thấp nhất là rừng luồng. Hàm lượng chất hữu cơ cao phản ánh khả năng tích lũy vật rơi rụng và quá trình tuần hoàn dinh dưỡng diễn ra hiệu quả hơn, góp phần cải thiện cấu trúc đất và tăng tính ổn định của các hạt đất trước tác động của nước mưa [7].

Lượng carbon hữu cơ trong đất cũng thể hiện xu hướng tương tự hàm lượng chất hữu cơ. Tổng lượng carbon hữu cơ tích lũy trong tầng đất 0–40 cm ở rừng trồng cây bản địa đạt trung bình 76,25 ± 2,25 tấn C/ha, cao nhất trong bốn trạng thái rừng trồng. Tiếp đến là rừng trồng Keo tai tượng 5 tuổi, đạt 71,38 ± 5,40 tấn C/ha; rừng trồng Bồ đề đạt 57,93 ± 3,90 tấn C/ha và thấp nhất là rừng trồng luồng, đạt 52,65 ± 1,56 tấn C/ha. Kết quả cho thấy đất dưới rừng trồng cây bản địa có khả năng duy trì và tích lũy carbon hữu cơ tốt hơn so với các trạng thái rừng còn lại. Điều này có thể liên quan đến lượng vật rơi rụng lớn, nguồn vật liệu hữu cơ đa dạng và quá trình phân giải tương đối ổn định dưới tán rừng cây bản địa. Rừng Keo tai tượng cũng có lượng carbon hữu cơ trong đất khá cao, nhưng mức biến động giữa các ô tiêu chuẩn lớn hơn. Trong khi đó, lượng carbon thấp hơn dưới rừng bồ đề và rừng luồng phản ánh sự khác biệt về lượng vật rơi rụng, đặc điểm phân giải vật liệu hữu cơ và điều kiện tích lũy carbon trong đất giữa các trạng thái rừng trồng.

Nhìn chung, dung trọng, hàm lượng chất hữu cơ và lượng carbon hữu cơ cho thấy đất dưới rừng trồng cây bản địa có điều kiện thuận lợi hơn các trạng thái còn lại. Dung trọng thấp cùng hàm lượng chất hữu cơ và carbon hữu cơ cao phản ánh khả năng duy trì độ phì, cải thiện tính chất vật lý và nâng cao độ ổn định của đất. Tuy nhiên, hiệu quả bảo vệ đất cần được đánh giá kết hợp với khả năng duy trì lớp phủ và lượng đất xói mòn thực tế được trình bày ở phần tiếp theo.

3.3. Vật rơi rụng và lượng đất xói mòn dưới các trạng thái rừng trồng

Kết quả về lượng vật rơi rụng và xói mòn đất:

Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng vật rơi rụng có sự khác nhau giữa các trạng thái rừng trồng. Rừng trồng cây bản địa có lượng vật rơi rụng lớn nhất, dao động từ 19,8 đến 23,0 tấn/ha/năm, trung bình đạt 20,93 ± 1,76 tấn/ha/năm. Tiếp theo là rừng trồng Keo tai tượng 5 tuổi, đạt 12,47 ± 1,70 tấn/ha/năm và rừng trồng luồng, đạt 11,57 ± 0,87 tấn/ha/năm. Rừng trồng Bồ đề có lượng vật rơi rụng thấp nhất, trung bình đạt 8,00 ± 0,80 tấn/ha/năm (Bảng 3).

Bảng 3. Vật rơi rụng và lượng đất xói mòn dưới các trạng thái rừng trồng

Trạng thái rừng	OTC	Độ dốc (độ)	Độ cao tuyệt đối (m)	Vật rơi rụng (tấn/ha/năm)	Đất xói mòn (tấn/ha trong thời gian theo dõi)
Rừng trồng cây bản địa	1	20	154	23,0	1,68
	2	19	168	20,0	1,74
	3	22	180	19,8	1,80
Rừng trồng Keo tai tượng 5 tuổi	1	19	123	10,8	1,80
	2	18	135	12,4	1,68
	3	16	152	14,2	1,78
Rừng trồng Bồ đề	1	15	310	8,8	2,34
	2	17	300	8,0	2,19
	3	16	275	7,2	2,10
Rừng trồng luồng	1	24	158	10,6	1,80
	2	22	172	11,8	1,76
	3	21	158	12,3	1,72

Sự khác nhau về lượng vật rơi rụng bước đầu cho thấy mối liên hệ với cấu trúc lâm phần và khả năng duy trì lớp phủ hữu cơ trên bề mặt đất. Rừng trồng cây bản địa có kích thước cây, trữ lượng và độ tàn che tương đối cao nên tạo ra lượng vật rơi rụng lớn hơn. Ngược lại, rừng Bồ đề có lượng vật rơi rụng thấp, cho thấy khả năng bổ sung và duy trì lớp phủ hữu cơ trên bề mặt đất còn hạn chế.

Trong thời gian theo dõi, lượng đất xói mòn tại khu vực nghiên cứu dao động 1,68 - 2,34 tấn/ha. Rừng trồng cây bản địa có lượng đất xói mòn thấp nhất, trung bình đạt 1,74 ± 0,06 tấn/ha. Rừng trồng Keo tai tượng 5 tuổi và rừng trồng luồng có lượng đất xói mòn tương đương nhau, lần lượt đạt 1,75 ± 0,07 và 1,76 ± 0,04 tấn/ha. Rừng trồng Bồ đề ghi nhận lượng đất xói mòn cao nhất, trung bình đạt 2,21 ± 0,12 tấn/ha.

Kết quả trên cho thấy lượng đất xói mòn có xu hướng giảm khi lượng vật rơi rụng tăng. Rừng trồng cây bản địa có lượng vật rơi rụng lớn nhất và lượng đất xói mòn thấp nhất; trong khi rừng Bồ đề có lượng vật rơi rụng thấp nhất và lượng đất xói mòn cao nhất. Tuy nhiên, do chưa thực hiện kiểm định mối tương quan giữa hai chỉ tiêu, kết quả này chỉ phản ánh xu hướng quan sát được, chưa đủ cơ sở để khẳng định quan hệ tương quan có ý nghĩa thống kê.

Thảo luận về khả năng bảo vệ đất:

Vật rơi rụng là một trong những thành phần quan trọng của lớp phủ bề mặt trong hệ sinh thái rừng. Lớp vật liệu này có tác dụng hấp thu và phân tán động năng của hạt mưa, hạn chế sự phá vỡ kết cấu đất, làm giảm vận tốc dòng chảy mặt và tăng khả năng thấm nước. Đồng thời, quá trình phân giải vật rơi rụng bổ sung chất hữu cơ và chất dinh dưỡng, góp phần cải thiện cấu trúc, độ xốp và khả năng giữ nước của đất. Vì vậy, trạng thái rừng có lượng vật rơi rụng lớn và duy trì lớp thảm mục tương đối liên tục thường có điều kiện thuận lợi hơn để hạn chế xói mòn [1, 2].

Rừng trồng cây bản địa thể hiện ưu thế tương đối toàn diện về khả năng bảo vệ đất. Trạng thái này có độ tàn che cao, lượng vật rơi rụng lớn, dung trọng đất thấp, hàm lượng chất hữu cơ và lượng carbon hữu cơ trong đất cao; đồng thời ghi nhận lượng đất xói mòn thấp nhất. Sự kết hợp giữa tầng tán ổn định, lớp vật rơi rụng phát triển và điều kiện đất tương đối tơi xốp có thể làm giảm tác động trực tiếp của nước mưa, tăng khả năng thấm nước và hạn chế dòng chảy mặt trên sườn dốc.

Rừng trồng Keo tai tượng 5 tuổi có lượng đất xói mòn tương đối thấp, mặc dù lượng vật rơi rụng thấp hơn đáng kể so với rừng trồng cây bản địa. Kết quả này có thể liên quan đến mật độ cây cao và khả năng khép tán nhanh của Keo tai tượng, giúp duy trì độ che phủ trong giai

đoạn rừng đang sinh trưởng. Tuy nhiên, chu kỳ kinh doanh ngắn và phương thức khai thác trắng phổ biến có thể làm gián đoạn lớp phủ, gia tăng dòng chảy mặt và nguy cơ xói mòn trong khoảng thời gian sau khai thác. Vì vậy, khả năng bảo vệ đất của rừng Keo tai tượng phụ thuộc nhiều vào việc duy trì thảm thực vật dưới tán, hạn chế xử lý thực bì toàn diện và tổ chức trồng lại rừng kịp thời.

Đối với rừng luồng, mặc dù dung trọng đất cao, hàm lượng chất hữu cơ và lượng carbon hữu cơ thấp hơn các trạng thái khác, lượng đất xói mòn vẫn duy trì ở mức tương đối thấp. Kết quả này cho thấy khả năng bảo vệ đất không chỉ phụ thuộc vào một số tính chất riêng lẻ của đất. Mật độ thân lớn, hệ rễ chùm phân bố trong lớp đất mặt và phương thức khai thác chọn từng thân có thể góp phần duy trì lớp phủ thực vật, tăng khả năng liên kết đất và làm giảm dòng chảy mặt. Đây có thể là những yếu tố giúp rừng luồng hạn chế mất đất ngay cả khi phân bố trên địa hình có độ dốc tương đối lớn.

Một kết quả đáng chú ý là rừng Bồ đề 4 tuổi được bố trí trên địa hình có độ dốc 15-17°, thấp hơn rừng trồng cây bản địa (19-22°) và rừng luồng (21-24°), nhưng lại có lượng đất xói mòn lớn nhất. Lượng vật rơi rụng thấp, tán lá tương đối thưa và khả năng che phủ bề mặt đất hạn chế có thể là những nguyên nhân làm tăng tác động trực tiếp của nước mưa và sự hình thành dòng chảy mặt. Kết quả này cho thấy độ dốc không phải là yếu tố duy nhất quyết định mức độ xói mòn; cấu trúc tầng tán, lớp vật rơi rụng, thảm thực vật dưới tán và đặc điểm hệ rễ cũng có vai trò quan trọng.

Nhận định trên phù hợp với Morgan (2005), theo đó xói mòn đất là kết quả tương tác giữa đặc điểm đất, địa hình, lượng mưa và lớp phủ thực vật [1]. Zhu và Cheng (2022) cũng cho rằng lớp vật rơi rụng có khả năng làm giảm lượng đất bị cuốn trôi thông qua việc hấp thu động năng của hạt mưa, làm chậm dòng chảy mặt và tăng khả năng thấm nước của đất [2]. Trong điều kiện địa hình và đất đai có sự khác nhau không lớn, mức độ phát triển và tính liên tục của lớp phủ bề mặt có thể trở thành yếu tố quan trọng chi phối khả năng hạn chế xói mòn.

Nhìn chung, các trạng thái rừng trồng thực hiện chức năng bảo vệ đất thông qua những cơ chế khác nhau. Rừng trồng cây bản địa phát huy hiệu quả nhờ độ tàn che cao, lượng vật rơi rụng lớn và điều kiện đất thuận lợi. Rừng Keo tai tượng hạn chế xói mòn nhờ mật độ cây cao và khả năng khép tán nhanh; trong khi rừng luồng có ưu thế về mật độ thân, hệ rễ chùm và khả năng duy trì lớp phủ tương đối liên tục. Rừng Bồ đề có lượng vật rơi rụng thấp và khả năng che phủ bề mặt hạn chế hơn nên ghi nhận lượng đất xói mòn cao nhất.

Kết quả nghiên cứu cho thấy rừng trồng cây bản địa có tiềm năng cao đối với mục tiêu bảo vệ đất tại khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, xét đến yêu cầu phát triển sinh kế, Keo tai tượng và luồng vẫn là những lựa chọn phù hợp nếu được quản lý theo hướng duy trì lớp phủ, hạn chế khai thác trắng trên diện rộng và giảm tác động bất lợi sau khai thác. Vì vậy, phát triển rừng phòng hộ theo hướng kết hợp cây bản địa với các loài cây có giá trị kinh tế là giải pháp có tiềm năng nhằm hài hòa chức năng bảo vệ đất với mục tiêu phát triển sinh kế bền vững tại vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình.

4. KẾT LUẬN

Các trạng thái rừng trồng có sự khác nhau về cấu trúc lâm phần, tính chất đất, lượng vật rơi rụng và khả năng hạn chế xói mòn. Rừng trồng cây bản địa có kích thước cây, trữ lượng và độ tàn che cao; đồng thời có dung trọng đất thấp, hàm lượng chất hữu cơ và lượng carbon hữu cơ cao nhất. Tổng lượng carbon hữu cơ trong tầng đất 0–40 cm đạt 76,25 ± 2,25 tấn C/ha.

Rừng trồng cây bản địa có lượng vật rơi rụng lớn nhất (20,93 ± 1,76 tấn/ha/năm) và lượng đất xói mòn thấp nhất (1,74 ± 0,06 tấn/ha trong thời gian theo dõi). Rừng Bồ đề có lượng vật rơi rụng thấp nhất và lượng đất xói mòn cao nhất. Rừng Keo tai tượng và rừng luồng vẫn duy trì khả năng hạn chế xói mòn tương đối tốt nhờ đặc điểm cấu trúc lâm phần, độ che phủ và hệ rễ.

Trong phạm vi nghiên cứu, rừng trồng cây bản địa thể hiện ưu thế về cải thiện điều kiện đất và hạn chế xói mòn. Kết quả cung cấp cơ sở

khoa học cho việc lựa chọn loài cây và quản lý rừng phòng hộ tại vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình. Tuy nhiên, nghiên cứu mới được thực hiện trong một năm nên chưa phản ánh đầy đủ biến động giữa các năm; cần tiếp tục theo dõi dài hạn để kiểm chứng và nâng cao khả năng khái quát của kết quả.

Kiến nghị

- Ưu tiên phát triển các trạng thái rừng trồng cây bản địa tại khu vực phòng hộ vùng lòng hồ thủy điện Hòa Bình nhằm nâng cao hiệu quả bảo vệ đất và hạn chế xói mòn.

- Đối với rừng keo tai tượng và luồng, cần áp dụng các biện pháp quản lý theo hướng duy trì độ che phủ đất, hạn chế tác động bất lợi sau khai thác để bảo đảm chức năng phòng hộ.

- Khuyến khích phát triển các trạng thái rừng hỗn giao giữa cây bản địa và các loài cây có giá trị kinh tế nhằm kết hợp hiệu quả bảo vệ đất với phát triển sinh kế bền vững cho người dân địa phương.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ cấp tỉnh theo quyết định số 1560/QĐ-UBND của UBND tỉnh Hòa Bình ngày 13/7/2023 về việc phê duyệt danh mục các nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp tỉnh đặt hàng bắt đầu thực hiện từ năm 2024.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Morgan R. P. C. (2005). Soil Erosion and Conservation (3rd edition). Blackwell Publishing, Oxford, UK.

[2]. Zhu F. & Cheng J. (2022). Comparison of the effects of litter decomposition process on soil erosion under simulated rainfall. Scientific Reports. 12: 20929. DOI: 10.1038/s41598-022-25035-2.

[3]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). Soil bulk density determination: Core method. Soil Laboratory Manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

[4]. Intergovernmental Panel on Climate Change (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Institute for Global Environmental Strategies, Japan.

[5]. Bùi Xuân Dũng, Đặng Thị Thanh Hoa, Đỗ Thị Kim Thanh, Nguyễn Thị Mỹ Linh & Đào Xuân Dương (2019). Dòng chảy mặt, xói mòn và lượng dinh dưỡng mất đi từ trạng thái rừng trồng keo thuần loài tại vùng đầu nguồn Lương Sơn, Hòa Bình. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 5: 49-58.

[6]. Nguyễn Minh Thanh, Lê Văn Cường, Phùng Minh Tám, Lê Ngọc Hoàn, Lê Thị Khiếu, Trần Minh Phong & Lê Hùng Chiến (2026). Đặc điểm xói mòn đất dưới một số trạng thái thảm thực vật tại khu vực lòng hồ thủy điện Hòa Bình, tỉnh Phú Thọ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 15(4): 86-94.

DOI: 10.55250/jo.vnuf.15.4.2026.086-094.

[7]. Cuong L. V., Chien L. H., Karam D. S., Bao T. Q., Quy N. V., Thanh N. M., Hoan L. N. & Tam P. M. (2026). Characteristics of yellow-brown ferralitic soil beneath the canopy of tropical semi-moist evergreen closed forests in the Hoa Binh hydropower reservoir area, Hoa Binh province, Vietnam. Malaysian Journal of Soil Science. 30: 1-15.