

VAI TRÒ HẤP THỤ CO₂ CỦA RỪNG TỰ NHIÊN: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP TẠI LƯU VỰC HỒ NGÀN TRƯƠI, TỈNH HÀ TĨNH

Nguyễn Thu Thùy

Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

**Tác giả liên hệ: nguyenthuy@vnua.edu.vn*

Ngày nhận bài: 23.09.2025

Ngày chấp nhận đăng: 02.07.2026

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá vai trò hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại lưu vực hồ Ngàn Trươi - một khu vực có vai trò quan trọng trong cung cấp dịch vụ môi trường rừng. Nghiên cứu thiết lập 36 ô tiêu chuẩn điển hình (mỗi ô 1.000m²), phân bố ở ba trạng thái rừng (giàu, trung bình, nghèo). Sinh khối rừng được ước tính từ số liệu đo đạc thực địa (D_{1,3}, H_{vn}) thông qua phương trình hồi quy, sau đó được quy đổi sang trữ lượng carbon và lượng CO₂ hấp thụ. Kết quả phân tích cho thấy khả năng hấp thụ CO₂ giữa các trạng thái rừng có sự khác biệt rõ rệt và có ý nghĩa thống kê (kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis, P < 0,05). Trạng thái rừng giàu có khả năng hấp thụ CO₂ cao nhất, đạt 392,46 tấn/ha, tiếp đến rừng trung bình đạt 219,76 tấn/ha và rừng nghèo là 197,17 tấn/ha. Nghiên cứu khẳng định mỗi trạng thái rừng đều có vai trò nhất định trong việc hấp thụ và lưu giữ CO₂. Nghiên cứu bổ sung cơ sở dữ liệu về khả năng hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên, đồng thời cung cấp luận cứ khoa học phục vụ quản lý, bảo vệ và phục hồi rừng, góp phần giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu và phát triển lâm nghiệp bền vững.

Từ khóa: Giảm nhẹ biến đổi khí hậu, hệ sinh thái rừng, sinh khối trên mặt đất, trữ lượng cacbon.

The Role of Natural Forests in CO₂ Sequestration: A Case Study in the Ngan Truoi Reservoir Watershed, Ha Tinh Province

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the role of CO₂ sequestration in evergreen broadleaf natural forests within the Ngan Truoi Reservoir watershed, an area of critical importance for forest ecosystem services. Thirty-six standard plots (1,000m² each) were established across three forest conditions (rich, medium, and poor). Forest biomass was estimated from field measurements (DBH, tree height) using regression equations, and subsequently converted into carbon stock and CO₂ sequestration. Results showed statistically significant differences in CO₂ sequestration capacity among forest conditions (the Kruskal-Wallis test, P < 0.05). Rich forests sequestered the highest amount of CO₂ (392.46 t/ha), followed by medium forests (219.76 t/ha) and poor forests (197.17 t/ha). The findings confirm that each forest condition contributes to CO₂ uptake and storage. This study adds quantitative evidence on the CO₂ sequestration potential of natural forests and provides a scientific basis for forest management, conservation, and restoration, contributing to climate change mitigation and sustainable forestry development.

Keywords: Aboveground biomass, carbon stock, climate change mitigation, forest ecosystem.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo báo cáo đặc biệt của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC, 2019), rừng có khả năng hấp thụ từ 2,6 đến 3,3 tỷ tấn CO₂ mỗi năm, tương đương khoảng 30% tổng

lượng phát thải do con người tạo ra. Điều này khẳng định vai trò đặc biệt quan trọng của việc bảo vệ và duy trì diện tích tự nhiên trong ứng phó với biến đổi khí hậu.

Trong những năm gần đây, Việt Nam đã có bước tiến trong tiếp cận cơ chế tài chính khí hậu

quốc tế. Năm 2023, Việt Nam trở thành quốc gia đầu tiên ở khu vực Đông Á - Thái Bình Dương nhận được khoản chi trả 51,5 triệu USD từ Quỹ Đối tác carbon Lâm nghiệp của Ngân hàng Thế giới, dựa trên kết quả giảm phát thải được xác minh từ các hoạt động quản lý rừng bền vững. Thành công này cho thấy tiềm năng lớn trong việc huy động nguồn lực quốc tế nếu có dữ liệu khoa học đầy đủ và đáng tin cậy về khả năng hấp thụ CO₂ từ rừng.

Tỉnh Hà Tĩnh hiện có diện tích rừng tự nhiên tương đối lớn trong khu vực Bắc Trung Bộ, với tổng diện tích 217.351ha (Bộ Nông nghiệp và Môi trường, 2025). Vườn quốc gia Vũ Quang, nằm trên địa bàn tỉnh Hà Tĩnh và thuộc dãy Trường Sơn Bắc, có tổng diện tích 57.029,84ha (Vườn quốc gia Vũ Quang, 2025). Khu vực này có mức độ đa dạng sinh học cao, giữ vai trò quan trọng trong bảo vệ rừng đầu nguồn, điều tiết nguồn nước cho các công trình thủy lợi - thủy điện, trong đó có lưu vực hồ Ngàn Trươi, đồng thời góp phần đáng kể vào quá trình hấp thụ và lưu trữ carbon của hệ sinh thái rừng tự nhiên.

Việc lượng hóa trữ lượng hấp thụ carbon của rừng đã được thực hiện tại nhiều quốc gia trên thế giới (Sohngen & Brown, 2006; Gibbs & cs., 2007; Yan & cs., 2023). Ở Việt Nam, các nghiên cứu về khả năng hấp thụ CO₂ của hệ sinh thái rừng chủ yếu tập trung vào rừng trồng (Lường Văn Tiến & cs., 2011; Lê Xuân Trường, 2015; Huỳnh Thị Kiều Trinh & cs., 2017) và rừng ngập mặn (Hoàng Văn Thới & cs., 2025). Trong khi đó, các nghiên cứu về khả năng hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên còn hạn chế, tiêu biểu như nghiên cứu của Trần Quang Bảo & Nguyễn Văn Thị (2013) tại Mường La, Sơn La; Trịnh Minh Hoàng (2016) tại tỉnh Ninh Thuận và Nguyễn Viết Lương & cs. (2018) tại một số vườn quốc gia và khu dự trữ sinh quyển ở Việt Nam. Các nghiên cứu này đều chỉ ra rằng khả năng hấp thụ CO₂ phụ thuộc vào kiểu rừng, trạng thái rừng và loài cây ưu thế. Do đó, việc tiếp tục nghiên cứu và lượng hóa khả năng hấp thụ CO₂ của từng kiểu thảm phủ và trạng thái rừng tự nhiên cụ thể là

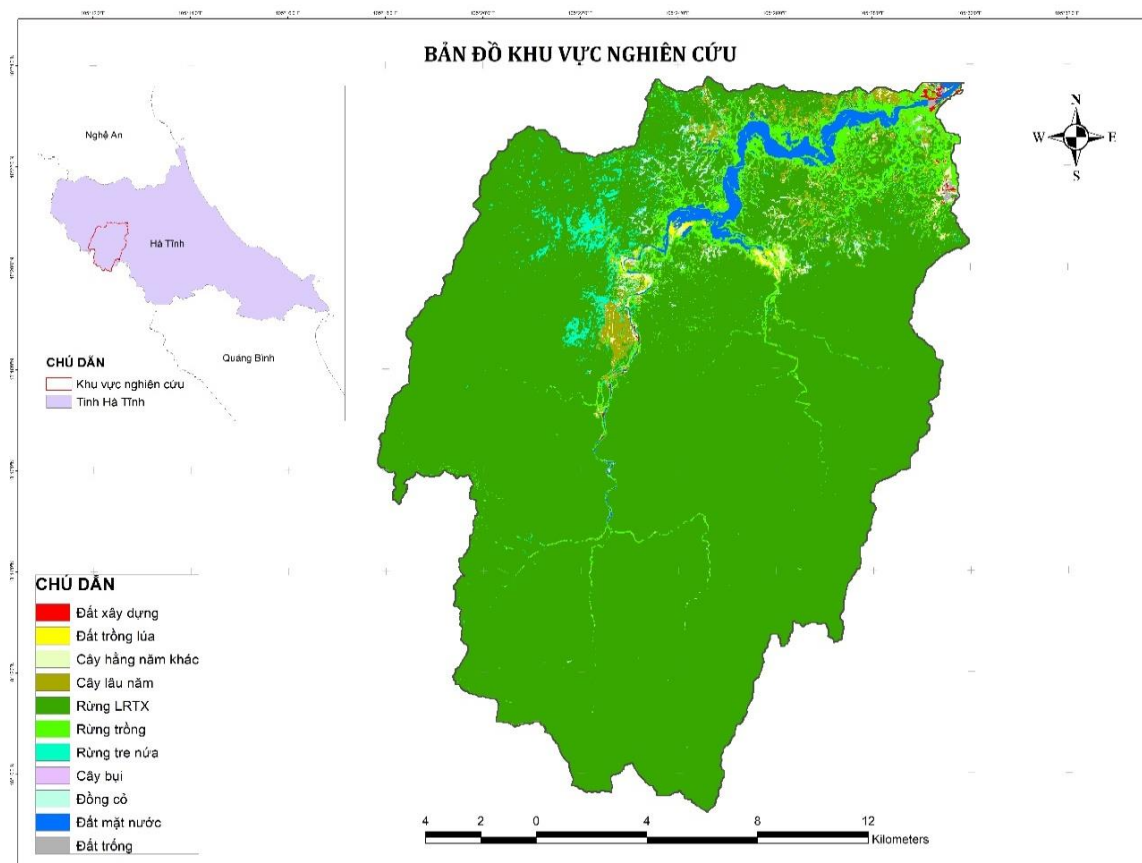
cần thiết, nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho công tác quản lý rừng bền vững và chi trả dịch vụ môi trường rừng.

Xuất phát từ thực tiễn trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng tự nhiên thuộc lưu vực hồ Ngàn Trươi. Kết quả nghiên cứu không chỉ bổ sung cơ sở dữ liệu về sinh khối và trữ lượng carbon rừng tự nhiên, mà còn cung cấp luận cứ khoa học cho việc triển khai cơ chế chi trả dịch vụ môi trường rừng. Đồng thời, nghiên cứu góp phần hỗ trợ địa phương trong xây dựng chiến lược quản lý rừng gắn với phát triển bền vững, giảm nhẹ biến đổi khí hậu, cũng như nâng cao khả năng tiếp cận các nguồn tài chính khí hậu trong giai đoạn tới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm

Lưu vực hồ chứa nước Ngàn Trươi nằm trọn trong Vườn quốc gia Vũ Quang, tỉnh Hà Tĩnh (Hình 1). Lưu vực hồ có tổng diện tích 408km². Thảm phủ thực vật phân bố trên lưu vực hồ Ngàn Trươi chủ yếu là rừng gỗ tự nhiên trên núi đất lá rộng thường xanh giàu; rừng gỗ tự nhiên trên núi đất lá rộng thường xanh trung bình; rừng gỗ tự nhiên trên núi đất lá rộng thường xanh nghèo. Tổng diện tích rừng tự nhiên lá rộng thường xanh thuộc lưu vực hồ là 32.618,8ha (Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình, 2022). Công tác quản lý rừng trên lưu vực hồ Ngàn Trươi đang được quản lý theo quy định của Luật Lâm nghiệp 2017, dưới sự giám sát của Ban quản lý Vườn quốc gia Vũ Quang. Năm 2012, Quỹ Bảo vệ và Phát triển rừng tỉnh Hà Tĩnh được thành lập theo Quyết định số 2956/QĐ-UBND ngày 10/10/2012, từ đó công tác chi trả dịch vụ môi trường rừng trên địa bàn tỉnh đã được triển khai có hiệu quả. Tại Vườn quốc gia Vũ Quang, hoạt động chi trả dịch vụ môi trường rừng cho các hộ nhận khoán bảo vệ và phát triển rừng đang được thực hiện theo quy định của Luật Lâm nghiệp 2017 và Nghị định 156/2018/NĐ-CP (Ủy ban nhân dân tỉnh Hà Tĩnh, 2025).



Hình 1. Lưu vực hồ Ngàn Trươi

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thu thập số liệu

Nghiên cứu tiến hành lập các ô tiêu chuẩn (OTC) đại diện cho 03 trạng thái rừng, gồm: rừng gỗ tự nhiên trên núi đất lá rộng thường xanh giàu (LRTXG); rừng gỗ tự nhiên trên núi đất lá rộng thường xanh trung bình (LRTXTB); rừng gỗ tự nhiên trên núi đất lá rộng thường xanh nghèo (LRTXN). Trên cơ sở khảo sát sơ bộ và tham vấn ý kiến từ các cán bộ quản lý rừng tại địa phương nhằm hỗ trợ xác định đúng trạng thái rừng, ranh giới và các khu vực có điều kiện tiếp cận phù hợp, nghiên cứu tiến hành lập 36 OTC (12 OTC cho mỗi trạng thái), với diện tích mỗi OTC là 1.000m^2 ($40\text{m} \times 25\text{m}$). Việc lựa chọn vị trí các ô tiêu chuẩn được thực hiện theo phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên phân tầng theo trạng thái rừng. Vị trí các ô tiêu chuẩn được xác định trên bản đồ hiện trạng rừng và

kiểm tra ngoài thực địa nhằm đảm bảo tính đại diện cho từng trạng thái rừng; tọa độ địa lý của mỗi OTC được ghi nhận trong quá trình điều tra thực địa (Phụ lục 1). Khảo sát thực địa được tiến hành từ tháng 4-6/2023. Nội dung điều tra tăng cây cao trong OTC như sau:

Xác định tên các loài cây có trong OTC và đo đường kính thân cây tại vị trí $1,3\text{m}$ ($D_{1,3}$) và đo chiều cao vút ngọn (H_{vn}). Đường kính $D_{1,3}$ được tính bằng cách đo chu vi của cây bằng thước dây có độ chính xác tới $0,5\text{cm}$. Đo các chiều cao vút ngọn (H_{vn}) bằng thước Blume-Leiss, lấy tròn đến $0,1\text{m}$.

2.2.2. Xử lý số liệu

Nghiên cứu sử dụng các công cụ đo tính sinh khối rừng và trữ lượng carbon theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 14287:2024 và Sổ tay hướng dẫn kỹ thuật điều tra rừng (Cục Kiểm lâm, 2024) để tính trữ lượng carbon cho mỗi

trạng thái rừng, sau đó quy ra lượng CO₂ hấp thụ của các trạng thái rừng.

a. Tính sinh khối trên mặt đất (AGB) của cây gỗ cho từng ô đo đếm

- Tính AGB cho từng cây gỗ cá thể bằng công thức sau:

$$AGB_{go} = 277,273 \times (D_{1,3}^2 \times Hmt / 10000)^{0,947} \times 10^{-3}$$

Trong đó:

AGB_{go}: Sinh khối cây gỗ trên mặt đất (tấn)

D_{1,3}: Đường kính ngang ngực tại vị trí cách mặt đất 1,3m (cm)

Hmt: Chiều cao men thân của cây (m),
Hmt = H_{vn} × 1,04

277,273 và 0,947: Các tham số hồi quy thực nghiệm trong phương trình sinh khối.

- Tính AGB bình quân/ha của cây gỗ trong ô đo đếm j thuộc trạng thái rừng thứ i theo công thức:

$$AGB_{go_ha_{i,j}} = \frac{10000}{Sôđđ} \times \sum_{k=1}^{N_{i,j}} AGB_{go_k}$$

Trong đó:

AGB_{go_ha_{i,j}}: Sinh khối cây gỗ trên mặt đất bình quân/ha trong ô đo đếm j, trạng thái rừng thứ i (tấn/ha)

Sôđđ: Diện tích của ô đo đếm (m²)

N_{i,j}: Số cây gỗ đo đếm trong ô j thuộc trạng thái rừng thứ i

AGB_{go_k}: Sinh khối cây gỗ thứ k trong ô đo đếm thuộc trạng thái rừng thứ i (tấn)

- Tính AGB bình quân/ha trong sinh khối tươi của từng trạng thái rừng:

$$AGB_{ha_i} = \frac{1}{N} \times \sum_{j=1}^{N_i} AGB_{ha_{i,j}}$$

Trong đó:

AGB_{ha_i} là AGB bình quân/ha trong sinh khối tươi của trạng thái rừng thứ i (tấn/ha)

N_i là tổng số ô đo đếm thuộc trạng thái rừng thứ i

AGB_{ha_{i,j}} là AGB bình quân/ha trong sinh khối tươi của ô đo đếm thứ j thuộc trạng thái rừng thứ i

b. Tính trữ lượng CO₂ hấp thụ của các trạng thái rừng

- Trữ lượng carbon bình quân/ha trong sinh khối tươi của trạng thái rừng

$$Cha_i = AGB_{ha_i} \times (1 + R_i) \times CF$$

Trong đó:

Cha_i trữ lượng carbon bình quân/ha trong sinh khối tươi của trạng thái rừng thứ i (tấn/ha)

AGB_{ha_i} là AGB bình quân/ha trong sinh khối tươi của trạng thái rừng thứ i

CF là tỷ lệ carbon trong sinh khối rừng trên mặt đất, lấy mặc định bằng 0,47

R_i là tỷ số sinh khối dưới mặt đất so với sinh khối trên mặt đất (không thứ nguyên) của trạng thái rừng thứ i. Sử dụng giá trị R mặc định theo IPCC (đối với trạng thái rừng mưa nhiệt đới hệ số R = 0,37).

- Trữ lượng CO₂ hấp thụ của các trạng thái rừng

$$MCO_{2i} = Cha_i \times 3,67$$

Trong đó: MCO_{2i}: trữ lượng CO₂ bình quân/ha của trạng thái rừng thứ i (tấn/ha)

3,67 là hệ số chuyển đổi từ carbon (C) sang CO₂

Dữ liệu thực địa được thống kê và phân tích bằng phần mềm Excel và SPSS. Trong nghiên cứu này, kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis được sử dụng để so sánh sự khác biệt về đặc điểm cấu trúc rừng, khả năng tích lũy sinh khối, khả năng lưu trữ carbon và khả năng hấp thụ CO₂ giữa ba trạng thái rừng tại khu vực nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm cấu trúc các trạng thái rừng ở lưu vực hồ Ngàn Trươi

Khảo sát cho thấy thảm thực vật trên lưu vực hồ chứa nước Ngàn Trươi có mức độ đa dạng các loài ở tầng cây cao với số lượng loài cây biến động từ 8 đến 26 loài/OTC. Thành phần loài cây ưu thế ở 3 trạng thái rừng lá rộng thường xanh trên lưu vực hồ gồm Dẻ gai, Dẻ xanh, Trường hồi, Lim xanh, Re Hương, Chẹo tía, Trâm tía.

Những loài cây này đều là những cây có giá trị kinh tế và hiệu quả phòng hộ cao.

Số liệu điều tra được tổng hợp ở bảng 1 cho thấy, trạng thái rừng LRTXG có các chỉ tiêu cấu trúc rừng (mật độ, $D_{1,3}$, Hvn) lớn nhất, tiếp đến là trạng thái rừng LRTXTB và nhỏ nhất là trạng thái rừng LRTXN. Kết quả nghiên cứu cho thấy mật độ cây gỗ trung bình trong ba trạng thái rừng khá tương đồng, trong đó trạng thái rừng LRTXG đạt 1008 ± 62 cây/ha, trạng thái rừng LRTXTB đạt 1004 ± 33 cây/ha và trạng thái rừng LRTXN đạt 980 ± 28 cây/ha. Tuy nhiên, các chỉ tiêu cấu trúc khác như đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao Hvn lại có sự khác biệt rõ rệt (kết quả kiểm định sự khác biệt về đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao Hvn ở 3 trạng thái rừng trên lưu vực hồ Ngàn Trươi theo tiêu chuẩn Kruskal-Wallis đều cho giá trị Sig (P-value) = $0,000 < 0,05$). Điều này phản ánh đặc trưng về cấu trúc tầng cây gỗ của các trạng thái rừng tự nhiên trên lưu vực hồ, đó là rừng giàu (LRTXG) có mật độ cây gỗ cao hơn, kích thước đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao Hvn vượt trội so với các trạng thái khác. Cụ thể, ở trạng thái rừng LRTXG, đường kính $D_{1,3}$ trung bình đạt $16,1 \pm 2,69$ cm và chiều cao Hvn trung bình đạt $14,8 \pm 0,26$ m, cao hơn so với trạng thái rừng LRTXTB ($D_{1,3}$ đạt $12,7 \pm 0,63$ cm; Hvn đạt $14,4 \pm 0,06$ m) và trạng thái rừng LRTXN ($D_{1,3}$ đạt $12,0 \pm 0,17$ cm; Hvn đạt $13,6 \pm 1,40$ m).

3.2. Sinh khối của các trạng thái rừng ở lưu vực hồ Ngàn Trươi

Kết quả nghiên cứu cho thấy sinh khối trên mặt đất bình quân của các trạng thái rừng tự nhiên trên lưu vực hồ Ngàn Trươi có sự khác biệt rõ rệt (Bảng 2, Hình 2). Trong đó, trạng thái LRTXG đạt giá trị trung bình cao nhất ($166,08$ tấn/ha), cao gần gấp đôi so với trạng

thái rừng LRTXTB ($93,00$ tấn/ha) và trạng thái rừng LRTXN ($83,44$ tấn/ha). Kết quả kiểm định phi tham số Kruskal-Wallis cho thấy sinh khối trên mặt đất của trạng thái rừng LRTXG, rừng LRTXTB và rừng LRTXN trên lưu vực hồ Ngàn Trươi có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Điều này phản ánh khả năng tích lũy sinh khối giữa các trạng thái rừng tự nhiên khác nhau. Ở trạng thái rừng LRTXG, cây gỗ có đường kính và chiều cao bình quân lớn hơn so với rừng LRTXTB và rừng LRTXN, do đó tổng sinh khối tích lũy đạt giá trị cao hơn. Ngược lại, ở trạng thái rừng LRTXN, cây gỗ chủ yếu có kích thước đường kính nhỏ và chiều cao thấp hơn, dẫn đến khả năng tích lũy sinh khối thấp hơn mặc dù mật độ cây gỗ giữa các trạng thái rừng không có sự khác biệt đáng kể.

Bên cạnh đó, độ biến động sinh khối trong trạng thái rừng LRTXG cũng cao hơn đáng kể ($SD = 49,14$) so với trạng thái rừng LRTXTB ($SD = 3,96$) và trạng thái rừng LRTXN ($SD = 2,26$). Khoảng dao động từ $98,46$ tấn/ha đến $215,57$ tấn/ha cho thấy sinh khối trong các OTC của trạng thái rừng LRTXG không đồng nhất. Trong khi đó, trạng thái rừng LRTXTB và rừng LRTXN có mức độ dao động thấp hơn nhiều (Bảng 2).

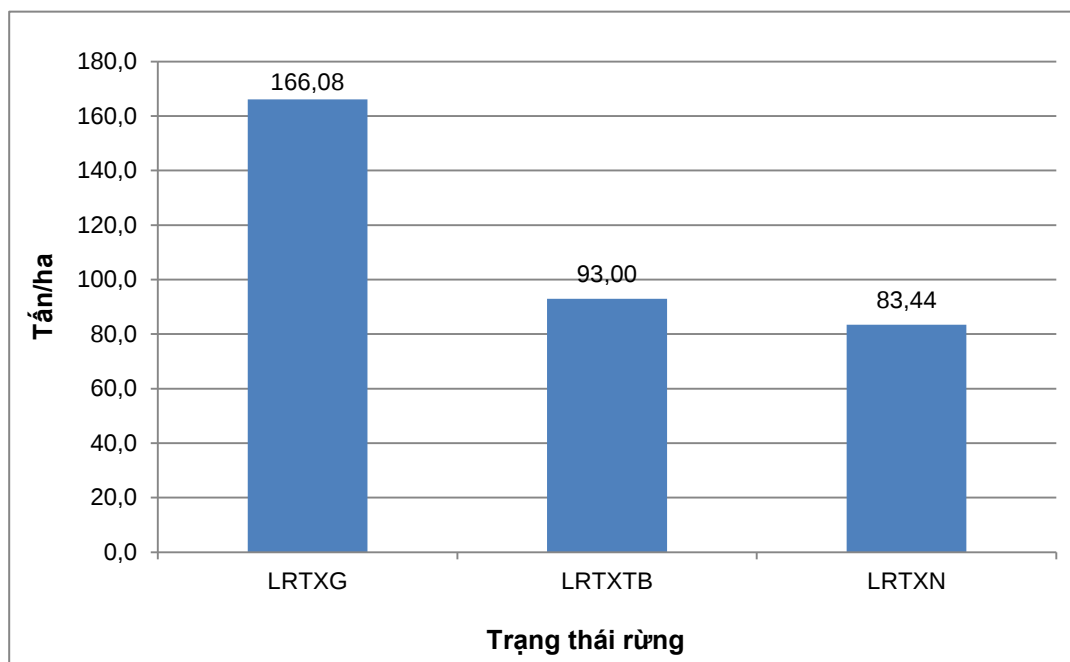
Từ kết quả nghiên cứu có thể nhận thấy sinh khối rừng có xu hướng tăng theo từng cấp trạng thái rừng. Điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của Trần Quang Bảo & Nguyễn Văn Thị (2013), khi tiến hành đo tính sinh khối của các trạng thái rừng tự nhiên ở tỉnh Sơn La đã chỉ ra rằng sinh khối ở các trạng thái rừng trung bình cao hơn so với các trạng thái rừng nghèo. Tương tự, Nguyễn Viết Lượng & cs. (2018) cũng ghi nhận sinh khối tích lũy ở rừng giàu tại Vườn quốc gia Cúc Phương và Yok Đôn vượt trội hơn so với rừng trung bình và nghèo.

Bảng 1. Đặc điểm các chỉ tiêu cấu trúc rừng

Trạng thái	Mật độ (cây/ha)		$D_{1,3}$ (cm)		Hvn (m)	
	Trung bình	SD	Trung bình	SD	Trung bình	SD
LRTXG	1.008	62	16,1	2,69	14,8	0,26
LRTXTB	1.004	33	12,7	0,63	14,4	0,06
LRTXN	980	28	12,0	0,17	13,6	1,40

Bảng 2. Sinh khối trên mặt đất của cây gỗ trong các trạng thái rừng

Trạng thái	Sinh khối trên mặt đất (tấn/ha)			
	Min	Max	SD	Trung bình
LRTXG	98,46	215,57	49,14	166,08
LRTXTB	87,13	98,35	3,96	93,00
LRTXN	79,71	86,64	2,26	83,44



Hình 2. Sinh khối trung bình của các trạng thái rừng trên lưu vực

3.3. Khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng ở lưu vực hồ Ngàn Trươi

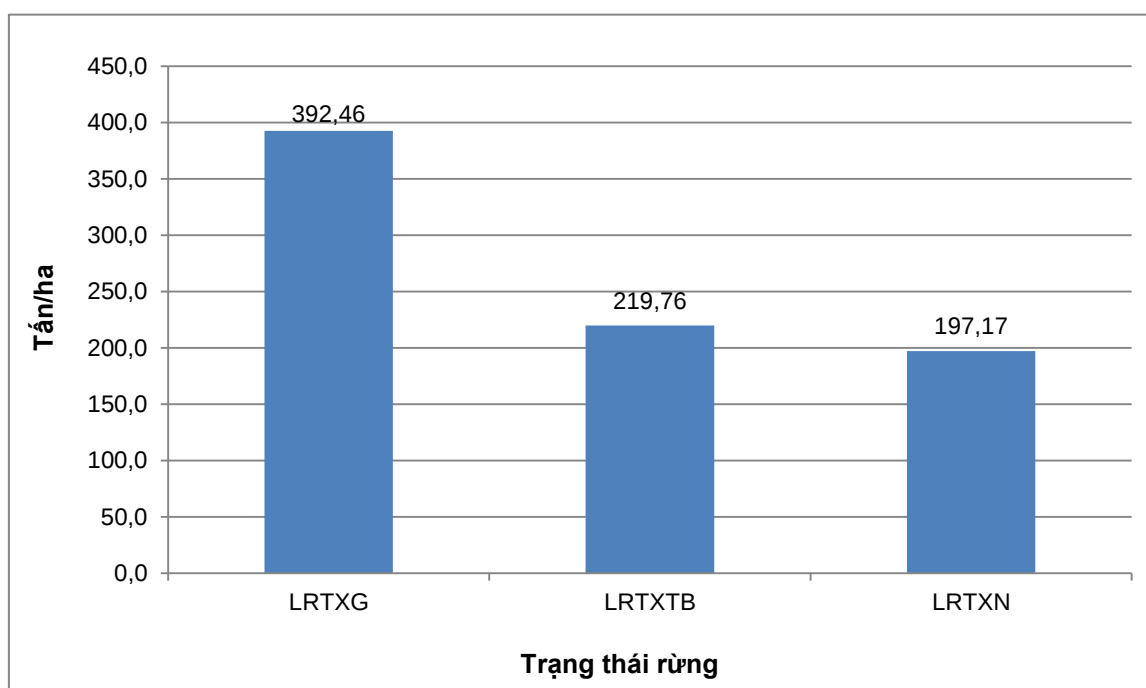
Kết quả nghiên cứu ở bảng 3 cho thấy trữ lượng carbon của các trạng thái rừng trong lưu vực hồ Ngàn Trươi có sự khác biệt rõ rệt. Trạng thái rừng LRTXG đạt giá trị trung bình cao nhất (106,94 tấn/ha), cao hơn đáng kể so với trạng thái rừng LRTXTB (59,88 tấn/ha) và gần gấp đôi so với trạng thái rừng LRTXTN (53,72 tấn/ha). Giá trị cực đại cũng được ghi nhận ở rừng giàu (138,81 tấn/ha), trong khi rừng trung bình (63,33 tấn/ha) và rừng nghèo (55,79 tấn/ha) thấp hơn nhiều. Ngược lại, giá trị nhỏ nhất ở rừng giàu (63,40 tấn/ha) vẫn cao hơn so với rừng trung bình (56,10 tấn/ha) và rừng nghèo (51,32 tấn/ha). Kết quả kiểm định Kruskal-Wallis ($P = 0,000 < 0,05$) khẳng định sự khác biệt về trữ lượng carbon giữa các trạng thái rừng trên lưu vực hồ Ngàn Trươi có ý nghĩa thống kê.

Độ biến động về trữ lượng carbon giữa các trạng thái rừng cũng có khác nhau rõ rệt: rừng giàu có SD = 31,64, phản ánh sự phân tán lớn giữa các ô tiêu chuẩn, trong khi rừng trung bình (SD = 2,55) và rừng nghèo (SD = 1,45) có mức dao động nhỏ.

Thảm thực vật rừng giữ vai trò then chốt trong quá trình sản xuất sinh khối - yếu tố quyết định khả năng lưu trữ carbon. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các hệ sinh thái rừng có sinh khối lớn sẽ tích lũy được nhiều carbon hơn. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Viết Lương & cs. (2018) và Nguyễn Văn Thịnh & cs. (2023), khi đều khẳng định rằng các trạng thái rừng khác nhau có khả năng tích lũy carbon khác nhau, trong đó những lâm phần có trữ lượng rừng lớn thường tích lũy được lượng carbon cao hơn.

Bảng 3. Trữ lượng carbon và lượng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng

Trạng thái	Trữ lượng carbon (tấn/ha)				Lượng hấp thụ CO ₂ (tấn/ha)
	Min	Max	SD	Trung bình	
LRTXG	63,40	138,81	31,64	106,94	392,46
LRTXTB	56,10	63,33	2,55	59,88	219,76
LRTXN	51,32	55,79	1,45	53,72	197,17

**Hình 3. Khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng trên lưu vực hồ Ngàn Trươi**

Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng hấp thụ CO₂ có sự khác biệt rõ rệt giữa các trạng thái rừng ($P < 0,05$). Rừng tự nhiên giàu đạt giá trị hấp thụ CO₂ cao nhất với 392,46 tấn/ha, trong khi rừng trung bình và rừng nghèo lần lượt chỉ đạt 219,76 tấn/ha và 197,17 tấn/ha (Bảng 3, Hình 3). Sự chênh lệch này phản ánh vai trò nổi bật của rừng giàu trong việc duy trì chức năng bể chứa carbon, nhờ sở hữu cấu trúc rừng ổn định, kích thước cây vượt trội. Ngược lại, rừng trung bình và rừng nghèo có tiềm năng hấp thụ hạn chế hơn do sinh khối và cấu trúc rừng kém phát triển hơn.

Kết quả nghiên cứu tại lưu vực hồ Ngàn Trươi cho thấy khả năng hấp thụ CO₂ của rừng trung bình và rừng nghèo (219,76 và 197,17 tấn/ha) cao hơn đáng kể so với số liệu của Trần Quang Bảo & Nguyễn Văn Thị (2013) khi

tiến hành nghiên cứu khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng tự nhiên tại Sơn La, nơi các trạng thái rừng này chỉ đạt từ 21-105 tấn/ha. Tuy nhiên, so với nghiên cứu của Nguyễn Viết Lượng & cs. (2018), khả năng hấp thụ CO₂ của rừng giàu tại Ngàn Trươi (392,46 tấn/ha) lại thấp hơn nhiều so với rừng giàu ở Vườn quốc gia Cúc Phương (1.013,1 tấn/ha) và Yok Đôn (776,16 tấn/ha). Sự khác biệt này có thể xuất phát từ điều kiện lập địa, cấu trúc rừng cũng như mức độ tác động của con người đến tài nguyên rừng ở từng khu vực. Tuy nhiên, khi đối chiếu với các nghiên cứu khác, cần lưu ý rằng kết quả ước tính khả năng hấp thụ CO₂ còn có thể chịu ảnh hưởng bởi phương pháp xác định sinh khối, carbon và đặc điểm sinh thái riêng của từng khu vực nghiên cứu. Khả năng hấp thụ CO₂ khác nhau của các trạng thái rừng do ảnh hưởng của

thành phần loài và cấu trúc rừng đã được chỉ ra trong các nghiên cứu của Võ Đại Hải & Đặng Thịnh Triều (2012) và Bảo Huy (2012).

Tại lưu vực hồ Ngàn Trươi, sự khác biệt về khả năng hấp thụ CO₂ giữa các trạng thái rừng tự nhiên có thể liên quan đến đặc điểm cấu trúc và giai đoạn phát triển của rừng. Kết quả nghiên cứu cho thấy rừng LRTXG có mật độ cây gỗ lớn hơn, đường kính và chiều cao trung bình lớn hơn, do đó tích lũy sinh khối và carbon cao hơn so với rừng LRTXTB và LRTXN. Trong khi đó, các trạng thái rừng LRTXTB và LRTXN có thể bao gồm một số khu vực rừng đang trong giai đoạn phục hồi sau tác động, dẫn đến trữ lượng sinh khối và khả năng hấp thụ CO₂ thấp hơn.

Nghiên cứu này sử dụng các công cụ và phương pháp xác định trữ lượng carbon theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 14287:2024, trong đó trữ lượng carbon của mỗi trạng thái rừng trong bể sinh khối tươi cây gỗ. Do đó, các bể carbon khác như trữ lượng carbon trong đất, trong cây bụi, thảm tươi chưa được xem xét. Trong những nghiên cứu tiếp theo, việc áp dụng và so sánh các cách tiếp cận khác nhau trong ước tính lượng CO₂ hấp thụ sẽ góp phần hoàn thiện hơn bức tranh tổng thể về vai trò hấp thụ và lưu trữ CO₂ của hệ sinh thái rừng. Bên cạnh đó, các nghiên cứu theo dõi lặp lại theo thời gian, thông qua đo đạc định kỳ sinh khối và trữ lượng carbon tại cùng các ô tiêu chuẩn, sẽ giúp làm rõ hơn động thái tích lũy sinh khối và hấp thụ carbon của các trạng thái rừng.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các trạng thái rừng tự nhiên tại lưu vực hồ Ngàn Trươi đều có vai trò nhất định trong việc hấp thụ và lưu trữ CO₂, song khả năng hấp thụ CO₂ giữa các trạng thái có sự khác biệt rõ rệt và có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Khả năng hấp thụ CO₂ tỷ lệ thuận với sinh khối, trong đó trạng thái rừng LRTXG đạt giá trị cao nhất, tiếp đến là trạng thái rừng LRTXTB và trạng thái rừng LRTXN. Điều này cho thấy cấu trúc rừng (thể hiện qua các chỉ tiêu như mật độ, đường kính $D_{1,3}$, chiều cao) là yếu tố then chốt quyết định

năng lực tích lũy sinh khối và carbon của các hệ sinh thái rừng tự nhiên, đồng thời nhấn mạnh tầm quan trọng của việc quản lý, bảo vệ và phục hồi rừng nhằm tăng cường vai trò của rừng trong ứng phó với biến đổi khí hậu.

Nghiên cứu góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu định lượng về sinh khối, trữ lượng carbon và khả năng hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên, đồng thời củng cố thêm bằng chứng khoa học cho mối quan hệ chặt chẽ giữa cấu trúc rừng, sinh khối và khả năng lưu trữ carbon. Kết quả nghiên cứu cũng cung cấp luận cứ cho công tác quản lý, bảo vệ và phục hồi rừng, đặc biệt trong việc xây dựng cơ chế chi trả dịch vụ môi trường rừng gắn với hấp thụ và lưu trữ CO₂. Đối với công tác quản lý lâm nghiệp tại địa phương, cần ưu tiên bảo vệ nghiêm ngặt các diện tích rừng tự nhiên giàu nhằm duy trì và phát huy tối đa vai trò hấp thụ và lưu trữ CO₂ đồng thời tăng cường các biện pháp khoanh nuôi, phục hồi và làm giàu rừng đối với các trạng thái rừng trung bình và nghèo để nâng cao sinh khối và trữ lượng carbon theo thời gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bảo Huy (2012). Xác định lượng CO₂ hấp thụ của rừng hỗn giao vùng Tây Nguyên làm cơ sở tham gia chương trình giảm thiểu khí phát thải từ suy thoái và mất rừng. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp bộ (Mã số: B2010-15-33TD), Đắk Lắk.
- Bộ Nông nghiệp và Môi trường (2025). Quyết định số 561/QĐ-BNNMT ngày 31/3/2025 công bố hiện trạng rừng toàn quốc năm 2024, Hà Nội.
- Cục Kiểm lâm (2024). Sổ tay hướng dẫn kỹ thuật điều tra rừng. Truy cập từ <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Tai-nguyen-Moi-truong/Quyết-dinh-145-QĐ-KL-CDS-2024-So-tay-huong-dan-ky-thuat-Dieu-tra-rung-616346.aspx> ngày 10/5/2025.
- Gibbs H.K., Brown S., Niles J.O., Jonathan A. & Foley J.A. (2007). Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality, *Environmental Research Letters*. 2: 1-13. DOI:10.1088/17489326/2/4/045023.
- Hoàng Văn Thoi, Bùi Nguyễn Thế Kiệt, Lê Thanh Quang, Nguyễn Minh Hoàn & Đinh Thị Phương Vy (2025). Nghiên cứu đặc điểm sinh trưởng, sinh khối và carbon rừng ngập mặn tự nhiên tại Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*. 4: 67-78.

- Huỳnh Thị Kiều Trinh, Bùi Hiến Đức & Nguyễn Hải Hòa (2017). Xác định carbon lưu giữ của rừng lồ ô (*Bambusa procure* A chev et A.cam) ở khu vực Tây Nguyên. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. 1: 71-83.
- Lê Xuân Trường, Nguyễn Đức Hải & Nguyễn Thị Diệp (2015). Xác định hàm lượng các bon trong các bộ phận cây luồng (*Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D.Z.L). Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 4: 50-56.
- Lương Văn Tiến, Vũ Tấn Phương & Lương Xuân Hải (2011). Hiệu quả hấp thụ các bon của một số dạng rừng trồng cung cấp gỗ lớn ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. 4: 1-7.
- Nguyễn Văn Thịnh, Phạm Tiến Dũng, Phạm Văn Duẩn, Trần Việt Hà, Lê Tuấn Anh, Nguyễn Huy Hoàng, Nguyễn Văn Tuấn, Nguyễn Văn Bích, Nguyễn Việt Cường, Nguyễn Thị Thu Phương, Trần Thị Mai Sen & Phạm Thị Quỳnh (2023). Ảnh hưởng của các yếu tố lập địa đến khả năng lưu trữ các bon ở các kiểu rừng khác nhau tại khu dự trữ sinh quyển Đồng Nai. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. 10: 111-121.
- Nguyễn Viết Lương, Tô Trọng Tú, Trình Xuân Hồng, Lê Trần Chấn, Tống Phúc Tuấn & Nguyễn Hữu Tứ (2018). Tiềm năng hấp thụ CO₂ của một số loại rừng tại các vườn quốc gia và khu dự trữ sinh quyển ở Việt Nam. Tạp chí Môi trường. 2.
- Sohngen B. & Brown S. (2006). The influence of conversion of forest types on carbon sequestration and other ecosystem services in the South Central United States. Ecological Economics. 57(4): 698-708. DOI:10.1016/j.ecolecon.2005.06.001.
- Trần Quang Bảo & Nguyễn Văn Thị (2013). Khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng tự nhiên tại huyện Mường La, Sơn La. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 2: 60-69.
- Trịnh Minh Hoàng (2016). Nghiên cứu khả năng tích tụ carbon của rừng tự nhiên ở tỉnh Ninh Thuận. Luận án Tiến sĩ khoa học lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.
- Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia (2024). TCVN 14287:2024 - Phương pháp xác định sinh khối và trữ lượng carbon rừng.
- Ủy ban nhân dân tỉnh Hà Tĩnh (2025). Quyết định 38/2025/QĐ-UBND - Quy định mức chi trả tiền dịch vụ môi trường rừng của các tổ chức, cá nhân kinh doanh dịch vụ du lịch sinh thái, nghỉ dưỡng, giải trí và tổ chức nuôi trồng thủy sản hoặc liên kết với các hộ gia đình, cá nhân nuôi trồng thủy sản trên địa bàn tỉnh Hà Tĩnh ủy thác thông qua Quỹ Bảo vệ và Phát triển rừng tỉnh, Hà Tĩnh.
- Viện Sinh thái và Bảo vệ công trình (2022). Báo cáo tổng kết dự án “Điều tra, đánh giá thảm thực vật lưu vực một số hồ chứa lớn ảnh hưởng đến an toàn công trình”, Hà Nội.
- Võ Đại Hải & Đặng Thịnh Triều (2012). Nghiên cứu khả năng hấp thụ các bon của rừng tự nhiên hỗn giao, bán thường xanh và rụng lá ở Tây Nguyên. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ, Hà Nội.
- Vườn quốc gia Vũ Quang (2025). Đề án du lịch sinh thái, nghỉ dưỡng, giải trí tại Vườn quốc gia Vũ Quang, tỉnh Hà Tĩnh giai đoạn 2025-2030. Hà Tĩnh.
- Yan L., Meng S., Yang F., Dai X., Wang H. (2023). Changes in Forest Vegetation carbon Storage and Its Driving Forces in Subtropical Red Soil Hilly Region over the Past 34 Years: A Case Study of Taihe County, China. Forest. 14(3): 602.

Phụ lục 1. Tọa độ địa lý các OTC của khu vực nghiên cứu

STT	Trạng thái rừng	Số thứ tự OTC	Tọa độ	
			X	Y
1	LRTXG	NT1	492690	2020547
		NT2	492404	2016070
		NT3	492119	2014556
		NT4	491606	2013529
		NT5	491178	2011988
		NT6	486242	2009670
		NT7	489694	2010811
		NT8	483560	2012238
		NT9	482076	2014460
		NT10	481962	2020570
		NT11	482305	2016346
		NT12	481663	2026467
2	LRTXTB	NT13	496969	2024898
		NT14	495286	2022416
		NT15	492034	2024071
		NT16	489380	2025554
		NT17	489380	2022758
		NT18	485800	2020711
		NT19	483788	2021603
		NT20	482661	2023571
		NT21	484459	2025026
		NT22	482347	2028279
		NT23	483546	2031303
		NT24	486484	2017045
3	LRTXN	NT25	496384	2029560
		NT26	497269	2026760
		NT27	495785	2025861
		NT28	492190	2034249
		NT29	494131	2033992
		NT30	493588	2030968
		NT31	497711	2027715
		NT32	499081	2028842
		NT33	486513	2027031
		NT34	486784	2029748
		NT35	491848	2027480
		NT36	488510	2033735