

Đánh giá khả năng tích lũy các-bon rừng trồng Mỡ (*Manglietia conifera*) khu vực đầu nguồn lưu vực sông Cầu, tỉnh Thái Nguyên

Trần Quốc Hưng¹, Nguyễn Công Hoan¹, Nguyễn Tuấn Hùng¹,
Nguyễn Văn Mạn¹, Lê Sỹ Hồng¹, Bùi Thị Vân^{2*}

¹Viện Lâm nghiệp & Phát triển bền vững, Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên

²Trường Đại học Lâm nghiệp

Assessment of carbon sequestration potential of *Manglietia conifera* plantation in the headwater catchment of the Cau river basin, Thai Nguyen province

Tran Quoc Hung¹, Nguyen Cong Hoan¹, Nguyen Tuan Hung¹,
Nguyen Van Man¹, Le Sy Hong¹, Bui Thi Van^{2*}

¹Institute of Forestry & Sustainable Development, Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry

²Vietnam National University of Forestry

*Corresponding author: vanbt@vnuf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.7.2026.123-131>

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 17/04/2026

Ngày phản biện: 15/05/2026

Ngày quyết định đăng: 29/06/2026

Từ khóa:

Hấp thụ CO₂, rừng trồng Mỡ, sinh khối rừng, sinh trưởng theo tuổi, tích lũy các-bon, tỉnh Thái Nguyên.

Keywords:

Age-related growth, carbon sequestration, CO₂ absorption, forest biomass, *Manglietia conifera*, Thai Nguyen province.

TÓM TẮT

Nghiên cứu đánh giá sinh trưởng, sinh khối và khả năng tích lũy các-bon của rừng trồng Mỡ (*Manglietia conifera*) tại khu vực đầu nguồn lưu vực sông Cầu, tỉnh Thái Nguyên thông qua phương pháp điều tra ô tiêu chuẩn kết hợp chặt hạ cây mẫu theo các tuổi 3, 5, 7 và 9. Kết quả cho thấy sinh khối và trữ lượng các-bon của rừng Mỡ tăng rõ rệt theo tuổi. Tổng sinh khối tươi của lâm phần tăng từ 10,83 tấn/ha ở tuổi 3 lên 175,08 tấn/ha ở tuổi 9, trong khi sinh khối khô đạt tương ứng 5,95 đến 118,19 tấn/ha. Trữ lượng các-bon tích lũy tăng từ 2,74 tấn C/ha (tuổi 3) lên 54,37 tấn C/ha (tuổi 9), tương ứng lượng CO₂ hấp thụ đạt 10,04 – 199,52 tấn CO₂/ha. Phân bố sinh khối không đồng đều giữa các bộ phận cây: thân chiếm tỷ lệ lớn nhất (44–55%), tiếp theo là cành (16–23%), rễ (~20%) và thấp nhất là lá (8–12%). So sánh với một số loài cây trồng rừng phổ biến cho thấy rừng Mỡ có tiềm năng tích lũy các-bon ở mức trung bình đến khá, sinh trưởng ổn định, rất phù hợp cho mục đích phòng hộ đầu nguồn và phát triển lâm nghiệp bền vững. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng phục vụ chi trả dịch vụ môi trường rừng và thẩm định tín chỉ các-bon rừng.

ABSTRACT

This study evaluates the growth, biomass, and carbon sequestration capacity of *Manglietia conifera* plantations in the headwater catchment of the Cau River, Thai Nguyen province, using standard plot inventory combined with destructive sample tree harvesting across stand ages of 3, 5, 7, and 9 years. The results show that growth, biomass, and carbon accumulation in *M. conifera* plantation increase significantly with age. Total fresh stand biomass increased from 10.83 tons/ha at age 3 to 175.08 tons/ha at age 9, while dry biomass ranged from 5.95 to 118.19 tons/ha. Accumulated Carbon stock expanded from 2.74 tons C/ha (age 3) to 54.37 tons C/ha (age 9), equivalent to and absorbed CO₂ volume of 10.04–199.52 tons CO₂/ha. Biomass allocation varied noticeably among tree components: stems accounted for the largest proportion (44–55%), followed by branches (16–23%), roots (~20%), and foliage (8–12%). Comparison other common plantation species indicate that *M. conifera* exhibits moderate-to-high and stable carbon sequestration potential, making it highly suitable for watershed protection and sustainable forestry development. The findings provide a solid scientific basis for Payment for forest environmental service (PFES) forest carbon credit markets.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến đổi khí hậu toàn cầu đang trở thành một trong những thách thức nghiêm trọng nhất đối với sự phát triển bền vững của nhân loại trong thế kỷ XXI. Nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng này là sự gia tăng nồng độ khí nhà kính, đặc biệt là CO₂, trong khí quyển do các hoạt động của con người như đốt nhiên liệu hóa thạch, phá rừng và suy thoái tài nguyên thiên nhiên [1, 2]. Trong bối cảnh đó, rừng được xem là một trong những giải pháp tự nhiên quan trọng nhằm hấp thụ và lưu trữ các-bon thông qua quá trình quang hợp, góp phần giảm thiểu phát thải khí nhà kính và điều hòa khí hậu toàn cầu [3].

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về sinh khối và tích lũy các-bon rừng đã được triển khai trong những năm gần đây, đặc biệt trong bối cảnh tham gia các cơ chế quốc tế như REDD+ và thị trường tín chỉ các-bon. Một số nghiên cứu cho thấy khả năng tích lũy các-bon của rừng trồng phụ thuộc chặt chẽ vào loài cây, tuổi rừng, điều kiện lập địa và biện pháp kỹ thuật lâm sinh [8, 9]. Tuy nhiên, số lượng nghiên cứu cụ thể cho từng loài cây trồng rừng vẫn còn hạn chế, đặc biệt đối với các loài cây bản địa có giá trị kinh tế và sinh thái cao.

Cây Mỡ (*Manglietia conifera* Blume), thuộc họ Ngọc Lan (*Magnoliaceae*), là một trong những loài cây gỗ bản địa quan trọng ở miền núi phía Bắc Việt Nam. Loài cây này có tốc độ sinh trưởng tương đối nhanh, dễ gây trồng và có khả năng thích nghi tốt với nhiều điều kiện sinh thái khác nhau. Ngoài giá trị cung cấp gỗ, cây Mỡ còn có tiềm năng lớn trong việc tích lũy các-bon và góp phần giảm nhẹ biến đổi khí hậu. Một số nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng rừng trồng Mỡ có khả năng hấp thụ CO₂ đáng kể, tuy nhiên kết quả còn phân tán và chưa có nhiều nghiên cứu cập nhật theo điều kiện sinh thái cụ thể [4].

Khu vực đầu nguồn lưu vực sông Cầu, thuộc xã Chợ Đồn, tỉnh Thái Nguyên, là vùng có diện tích rừng trồng lớn với tỷ lệ đất lâm nghiệp

chiếm khoảng 80% diện tích tự nhiên. Trong đó, rừng trồng Mỡ đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế lâm nghiệp, bảo vệ môi trường và phòng hộ đầu nguồn. Tuy nhiên, hiện nay chưa có nhiều nghiên cứu định lượng cụ thể về khả năng tích lũy các-bon của rừng trồng Mỡ tại khu vực này, đặc biệt theo các cấp tuổi khác nhau.

Xuất phát từ những vấn đề trên, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng tích lũy các-bon của rừng trồng Mỡ tại khu vực đầu nguồn lưu vực sông Cầu. Kết quả nghiên cứu không chỉ góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu khoa học về sinh khối và các-bon của loài Mỡ, mà còn là cơ sở quan trọng cho việc xây dựng cơ chế chi trả dịch vụ môi trường rừng, phát triển thị trường tín chỉ các-bon và định hướng quản lý rừng bền vững trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện nay.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và địa điểm nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là rừng trồng Mỡ tuổi 3, 5, 7 và 9. Cây Mỡ được trồng kiểu nanh sấu với mật độ ban đầu 1660 cây/ha, trồng từ tháng 2 đến tháng 6 hàng năm. Tỉa thưa lần 1 khi tuổi rừng khoảng 3–5 tuổi mật độ để lại khoảng 1.250 cây/ha, lần 2 từ 7–8 tuổi mật độ để lại khoảng 838 cây/ha.

Nghiên cứu được thực hiện năm 2024 tại rừng trồng Mỡ các tuổi khác nhau (3, 5, 7 và 9) trên địa hình núi thấp, độ dốc phổ biến 15–25° khu vực xã Phương Viên đầu nguồn sông Cầu huyện Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn (sau sáp nhập tháng 7 năm 2025, nay là xã Chợ Đồn, tỉnh Thái Nguyên).

2.2. Nội dung nghiên cứu

Sinh trưởng của rừng trồng Mỡ tại khu vực nghiên cứu; nghiên cứu sinh khối tươi của rừng trồng Mỡ; xác định sinh khối khô rừng trồng Mỡ; nghiên cứu khả năng tích lũy các-bon thông qua sinh khối khô.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Lập ô tiêu chuẩn (OTC) và lựa chọn cây mẫu
Số ô mẫu được xác định theo từng tuổi, mỗi

tuổi lựa chọn đo đếm 3 OTC (tổng 12 OTC). Các ô mẫu được lựa chọn đại diện cho toàn khu vực, sao cho các ô đo đếm phân bố đều trên toàn bộ diện tích rừng trồng Mỡ tại khu vực nghiên cứu và được phân bố ở các vị trí chân, sườn, đỉnh. OTC được lập với kích thước 500 m² (25 m x 20 m), tiến hành đo đếm $D_{1.3}$, H_{vn} .

+ Tính giá trị trung bình của $D_{1.3}$, H_{vn} .

+ Tính trữ lượng M/ha (m³/ha):

$$M = G \times H \times f$$

Trong đó:

G: tổng tiết diện ngang (m²/ha);

H: chiều cao trung bình (m);

f: hình số (lấy f = 0.5 cho rừng trồng).

- *Đo đếm sinh khối tươi tầng cây gỗ*

+ Cây tiêu chuẩn chọn để giải tích, đo đếm sinh khối là cây có đường kính $D_{1.3}$ và H_{vn} bằng hoặc gần bằng cây có $D_{1.3}$, H_{vn} bình quân của lâm phần.

Sau khi xác định được cây tiêu chuẩn, sử dụng phương pháp chặt hạ để đo đếm sinh khối, tổng số cây tiêu chuẩn là 12 cây (1 cây/1 OTC x 3 OTC/1 tuổi x 4 cấp tuổi = 12 cây). Sinh khối tươi của cây sẽ được xác định theo từng bộ phận gồm thân, cành, lá và rễ.

Cách lấy mẫu như sau:

+ *Sinh khối thân*: Thân được chia thành các đoạn có L = 1 m, đoạn có đường kính ≤ 5 cm được tính vào sinh khối cành, sau đó đem cân để xác định sinh khối.

+ *Sinh khối cành*: Sau khi đã tách lá, tiến hành chia cành thành các đoạn nhỏ và đem toàn bộ cân để xác định sinh khối.

+ *Sinh khối lá*: Thu gom toàn bộ sinh khối lá và đem lên cân.

- Xác định sinh khối tươi:

+ Sinh khối tươi của cây cá lẻ phần trên mặt đất:

$$W \text{ (tươi/cây)} = W_{t(th)} + W_{t(c)} + W_{t(l)} \text{ (kg/cây)}$$

+ Sinh khối tươi cho 1 ha:

$$W \text{ (tươi/ha)} = W \text{ (tươi/cây)} \times N \text{ (kg/ha)}$$

Trong đó:

$W_{t(th)}$, $W_{t(c)}$, $W_{t(l)}$: sinh khối thân, cành, lá;

N: số cây trong 1 ha.

- *Xác định sinh khối khô*

+ *Sinh khối thân*: Sau khi chia thân thành các đoạn xác định sinh khối tươi, tiến hành lấy mẫu xác định sinh khối khô. Thân cây được lấy 3 mẫu tại các vị trí gốc, giữa thân và ngọn, mỗi vị trí lấy 01 thớt có độ dày 6 cm, thớt phải được cân ngay sau khi lấy để xác định sinh khối tươi của mẫu một cách chính xác.

+ *Sinh khối cành*: lấy 1 mẫu có khối lượng 1kg tại vị trí giữa cành.

+ *Sinh khối lá*: Lá trộn đều và lấy 1 mẫu 0,3 kg.

- *Phương pháp sấy mẫu*: Sử dụng phương pháp sấy bằng tủ sấy ở nhiệt độ 105°C trong khoảng thời gian 6 – 8 giờ. Trong quá trình sấy, kiểm tra khối lượng của mẫu sấy sau 2, 4, 6 và 8 giờ sấy. Nếu sau 3 lần kiểm tra thấy khối lượng của mẫu không thay đổi thì đó chính là khối lượng khô của mẫu. Dựa trên khối lượng khô kiệt, độ ẩm từng bộ phận thân, cành, lá sẽ được xác định theo công thức sau:

$$MC (\%) = [(W_t - W_k)/W_t] \times 100 (\%)$$

Trong đó:

MC: độ ẩm tính bằng %;

W_t và W_k : khối lượng tươi và khô của mẫu.

- Sinh khối khô của từng bộ phận được tính theo công thức sau:

$$W_{k(i)} = W_{t(i)} \times (1 - MC_i) \text{ (kg)}$$

Trong đó:

$W_{k(i)}$, $W_{t(i)}$: tổng sinh khối khô và tươi tính bằng kg của thân, cành, lá trong một cây cá lẻ;

MC_i : độ ẩm tính bằng % của lá, thân và cành.

- Tổng sinh khối khô của cây tiêu chuẩn được tính như sau:

$$W \text{ (khô/cây)} = W_{k(th)} + W_{k(c)} + W_{k(l)} + W_{k(r)} \text{ (kg/cây)}$$

Trong đó:

$W_{k(th)}$, $W_{k(c)}$, $W_{k(l)}$, $W_{k(r)}$: sinh khối thân, cành, lá khô và rễ;

$W_{k(r)} = \frac{1}{4}$ tổng sinh khối khô các bộ phận của cây trên mặt đất [5].

- *Tính toán lượng các-bon tích lũy trong sinh khối khô*

Hệ số chuyển đổi từ sinh khối sang lượng các-bon là 0,46 [2].

$$C_{(i)} \text{ (kg C/cây)} = 0,46 * P_{k(i)}$$

Trong đó:

$C_{(i)}$: trữ lượng các-bon của các bộ phận thân, cành, lá và rễ;

$P_{k(i)}$: sinh khối khô tính bằng kg của thân, cành, lá và rễ trong một cây cá lẻ;

$C = P_{(k)} \times 0,46$ (trong đó $P_{(k)}$ là tổng sinh khối khô của cây cá lẻ).

+ Quy đổi lượng CO_2 tương đương

Theo IPCC (2007) [2] lượng CO_2 tương đương được tính thông qua lượng các-bon tích lũy được tính theo công thức:

$$CO_2 = 3,67 \times C \text{ (tấn/ha)}$$

Trong đó:

CO_2 : lượng carbon dioxide hấp thu tương ứng (tấn/ha);

C: lượng các-bon tích lũy trong cây cá lẻ hấp thụ được (tấn/ha);

3,67: hệ số quy đổi từ lượng C tích lũy sang lượng CO_2 tương đương.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sinh trưởng của rừng trồng Mỡ

Kết quả đo đếm cho thấy các chỉ tiêu sinh trưởng trung bình của rừng trồng Mỡ ở các tuổi 3, 5, 7 và 9 tại Bảng 1.

Bảng 1. Sinh trưởng của rừng trồng Mỡ ở các tuổi 3, 5, 7 và 9

OTC	Tuổi	N (Cây/ha)	D _{1.3} (cm)	H _{vn} (m)	G (m ² /ha)	M (m ³ /ha)
OTC 1	3	1160	5,5	4,8	2,75	6,61
OTC 2		1160	5,3	4,3	2,56	5,50
OTC 3		1160	5,2	4,2	2,46	5,17
TB		1160	5,3	4,4	2,6	5,8
OTC 1	5	1060	8,7	6,7	6,30	21,10
OTC 2		1060	7,3	6,2	4,43	13,75
OTC 3		1060	7,1	6,7	4,19	14,05
TB		1060	7,7	6,5	5,0	16,3
OTC 1	7	980	13,8	10,3	14,65	75,45
OTC 2		980	12,3	9,5	11,64	55,28
OTC 3		980	11,7	9,2	10,53	48,44
TB		980	12,6	9,7	12,3	59,7
OTC 1	9	980	16,7	13,5	21,46	144,82
OTC 2		980	14,3	12,3	15,73	96,75
OTC 3		980	13,5	10,9	14,02	76,41
TB		980	14,8	12,2	17,1	106,0

Ghi chú: OTC 1: Chân đồi; OTC 2: Sườn đồi; OTC 3: Đỉnh đồi.

Kết quả điều tra về sinh trưởng của rừng trồng Mỡ ở các tuổi khác nhau được thể hiện ở Bảng 1: Mỡ trong cùng một độ tuổi nhưng ở các vị trí khác nhau (chân, sườn, đỉnh) có sự biến động tương đối cao về chỉ tiêu sinh trưởng $D_{1.3}$ và H_{vn} cụ thể: ở tuổi 3 có $D_{1.3}$ biến động từ 5,2 đến 5,5 cm và H_{vn} biến động từ 4,2 - 4,8 m. Ở tuổi 5, Mỡ có $D_{1.3}$ biến động từ 7,1 - 8,7 cm và chiều cao H_{vn} biến động từ 6,2 - 6,7 m. Ở tuổi 7, Mỡ có $D_{1.3}$ biến động từ 11,7 cm đến 13,8 cm và H_{vn} biến động từ 9,2 - 10,3 m. Ở tuổi 9, Mỡ có $D_{1.3}$ biến động từ 13,5 - 16,7 cm và chiều cao

H_{vn} biến động từ 10,9 - 13,5 m. Điều này chứng tỏ ở các vị trí chân, sườn và đỉnh có sự sinh trưởng khác nhau rõ rệt.

3.2. Sinh khối tươi của rừng trồng Mỡ theo tuổi

3.2.1. Cấu trúc sinh khối tươi của cây cá lẻ rừng trồng Mỡ

Để xác định sinh khối rừng trồng Mỡ tại khu vực nghiên cứu, đề tài sử dụng cây tiêu chuẩn để làm cơ sở tính toán. Kết quả nghiên cứu sinh khối được tiến hành trên 12 OTC, đại diện cho 04 cấp tuổi được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Cấu trúc sinh khối tươi của cây cá lẻ rừng trồng Mỡ

Tuổi	Cây tiêu chuẩn	Thân (%)	Cành (%)	Lá (%)	Tổng (kg/cây)
3	1	52	22	26	10,96
	2	53	23	24	8,95
	3	55	24	21	8,10
	TB	53,3	23,0	23,7	9,34
5	1	61	20	19	32,63
	2	61	22	17	21,26
	3	60	22	18	22,09
	TB	60,7	21,3	18,0	25,33
7	1	61	22	17	126,21
	2	62	22	16	92,48
	3	62	22	16	83,78
	TB	61,7	22,0	16,3	100,82
9	1	62	23	15	246,29
	2	61	22	17	161,84
	3	61	22	17	127,82
	TB	61,3	22,3	16,3	178,65

Kết quả tổng hợp ở Bảng 2 cho thấy, nếu xét trong cùng một độ tuổi thì sinh khối cây cá lẻ có sự khác biệt nhỏ. Sự khác biệt này là do vị trí khác nhau của các cây, do đó có sự khác nhau về mặt không gian dinh dưỡng nên tốc độ sinh trưởng của các cây có sự khác nhau. Nhìn chung, những cây ở vị trí chân đồi có các chỉ tiêu sinh trưởng và sinh khối cao hơn những cây ở các vị trí khác.

Về cấu trúc sinh khối tươi của cây cá lẻ thì phần thân chiếm tỷ lệ lớn nhất, sau đó là cành và cuối cùng là lá. Theo sự thay đổi của tuổi thì tỷ lệ thân, cành, lá cũng có sự thay đổi, cụ thể là: Tuổi 3: Sinh khối phần thân chiếm 53,3%, cành 23%, lá 23,7%; Tuổi 5: Sinh khối phần thân chiếm 60,7%; cành 21,3%; lá 18%. Tuổi 7: Sinh khối phần thân chiếm 61,7%; cành 22%; lá

16,3%. Tuổi 9: Sinh khối phần thân chiếm 61,3%; cành 22,3%; lá 16,3%.

Sinh khối tươi của cây cá lẻ rừng trồng Mỡ tập trung chủ yếu ở thân sau đó đến cành và lá. Ở tuổi 3 sinh khối ở phần thân là thấp nhất đạt 53%; ở tuổi 5 và 7 sinh khối ở phần thân lần lượt là 60,7% và 61%, ở tuổi 9 sinh khối ở phần thân đạt 61,3%.

3.2.2. Cấu trúc sinh khối tươi tầng cây gỗ rừng trồng Mỡ

Sinh khối tươi của cây rừng là khối lượng tươi của cây rừng trên một đơn vị diện tích thường tính bằng tấn/ha. Sinh khối của lâm phần không những phụ thuộc vào điều kiện nơi mọc và tuổi rừng mà còn phụ thuộc vào mật độ lâm phần. Kết quả cụ thể về sinh khối tươi của lâm phần được tổng hợp ở Bảng 3.

Bảng 3. Sinh khối tươi tầng cây gỗ rừng trồng Mỡ

Tuổi	Mật độ (cây/ha)	Cấu trúc sinh khối						Tổng (tấn/ha)
		Thân		Cành		Lá		
		(tấn/ha)	%	(tấn/ha)	%	(tấn/ha)	%	
3	1.160	5,78	53,4	2,49	23,0	2,56	23,6	10,83
5	1.060	16,29	60,9	5,73	21,4	4,74	17,7	26,76
7	980	59,61	61,6	21,08	21,8	16,14	16,6	96,83
9	980	106,21	60,7	40,27	23,0	28,6	16,3	175,08

Dẫn liệu ở Bảng 3 cho thấy sinh khối tươi của rừng trồng có sự thay đổi theo tuổi. Ở tuổi 3 sinh khối của rừng ít nhất chỉ khoảng 10,83 tấn/ha. Tuổi 9 sinh khối lớn nhất đạt khoảng 175,08 tấn/ha, sinh khối của rừng Mỡ tuổi 5 đạt 26,76 tấn/ha, lên đến tuổi 7, sự khác biệt về tổng lượng sinh khối đã rõ rệt, lúc này tổng sinh khối tuổi 7 đạt 96,83 tấn/ha, sự khác biệt này do sinh trưởng từ tuổi 5 trở lên rất nhanh đến tuổi 7 và 9 nhờ tía thừa nên tốc độ sinh trưởng cũng như khả năng tạo sinh khối cao hơn so với rừng ở tuổi 5.

Như vậy ở tuổi 3, sinh khối còn thấp, thân chiếm tỷ lệ lớn nhất trong tổng lượng sinh khối, đạt 53%, cành và lá có tỷ lệ sinh khối thấp hơn lần lượt là 23% và 23,6%. Đến tuổi 5, sinh khối đã tăng rõ rệt, phần thân bắt đầu phát triển mạnh chiếm 60,9% tổng lượng sinh khối, trong khi cành và lá cũng tăng nhưng ít hơn. Ở tuổi 7 và 9, tổng sinh khối tươi tăng vượt bậc, phần thân vẫn chiếm ưu thế lớn nhất trong toàn bộ sinh khối, còn cành và lá tuy cũng tăng về khối lượng tuyệt đối nhưng tỷ lệ so với thân giảm dần. Điều này cho thấy khi cây Mỡ càng lớn, phần sinh khối tích lũy chủ yếu tập trung ở thân

gỗ, còn cành và lá chủ yếu đóng vai trò duy trì chức năng quang hợp để hỗ trợ cho sự phát triển của thân.

Xu hướng này phù hợp với quy luật sinh trưởng của rừng trồng nhiệt đới, khi cây bước vào giai đoạn sinh trưởng nhanh sau khi khép tán.

3.3. Xác định sinh khối khô của rừng trồng Mỡ

3.3.1. Sinh khối khô cây cá lẻ rừng trồng Mỡ

Sinh khối khô của thực vật là khối lượng vật chất khô kiệt sau khi được sấy trong phòng thí nghiệm ở nhiệt độ 105°C và thời gian 6 - 8 giờ. Sinh khối khô của cây cá lẻ Mỡ bao gồm sinh khối khô của thân, cành, lá của cây. Như vậy, sinh khối khô của các bộ phận là sinh khối tươi trừ đi hàm lượng nước trong các bộ phận đó. Do điều kiện thời gian đề tài không tiến hành đào rễ để xác định trực tiếp sinh khối rễ, việc tính sinh khối rễ sẽ sử dụng công thức ước tính sinh khối rễ bằng khoảng 1/4 sinh khối phần trên mặt đất là phù hợp và được chấp nhận rộng rãi trong các nghiên cứu sinh thái và kiểm kê các-bon rừng [5]. Do vậy cấu trúc sinh khối khô cây cá lẻ rừng trồng Mỡ được tổng hợp ở Bảng 4.

Bảng 4. Cấu trúc sinh khối khô cây cá lẻ rừng trồng Mỡ

Tuổi	OTC	Cấu trúc sinh khối khô								Tổng (kg/cây)
		Thân (kg)		Cành (kg)		Lá (kg)		Rễ (kg)		
3	1	2,68		1,38		0,76		1,21		6,03
	2	2,19		1,13		0,62		0,99		4,93
	3	1,98		1,02		0,56		0,89		4,45
	TB	2,28	44,5%	1,17	22,8%	0,65	12,6%	1,03	20%	5,13
5	1	10,64		4,67		2,30		4,40		22,01
	2	6,93		3,05		1,50		2,87		14,35
	3	7,20		3,17		1,56		2,98		14,91
	TB	8,26	48,3%	3,63	21,2%	1,79	10,5%	3,42	20%	17,09
7	1	44,06		15,83		7,81		16,93		84,63
	2	32,28		11,60		5,72		12,40		62,00
	3	29,24		10,51		5,18		11,23		56,16
	TB	35,19	52,1%	12,65	18,7%	6,24	9,2%	13,52	20%	67,60
9	1	91,01		28,01		13,98		33,25		166,25
	2	59,80		18,41		9,19		21,85		109,25
	3	47,23		14,54		7,25		17,26		86,28
	TB	66,02	54,7%	20,32	16,9%	10,14	8,4%	24,12	20%	120,59

Dẫn liệu tại Bảng 4 cho thấy sinh khối khô của cây cá lẻ có sự khác biệt giữa các tuổi. Về cấu trúc sinh khối khô các bộ phận của cây cá lẻ

có sự khác biệt. Sinh khối khô tập trung chủ yếu ở phần thân cây, sau đó đến phần cành cây ở tuổi 3 và 5, từ tuổi 7 và 9, sinh khối khô ở rễ

theo quy đổi cao hơn ở cành, và thấp nhất là ở phần lá của cây. Như vậy, có thể thấy sinh khối khô của cây cá lè tăng lên theo tuổi, cùng với tuổi tăng lên thì tỷ lệ sinh khối của phần thân cây cũng tăng lên, tuy nhiên tỷ lệ sinh khối của các phần khác của cây giảm đi.

3.3.2. Cấu trúc sinh khối khô của tầng cây gỗ

Từ sinh khối khô của cây cá lè, ta có thể tính được tổng sinh khối khô của lâm phần. Đơn vị sinh khối khô của lâm phần được tính bằng đơn vị tấn/ha. Sinh khối khô của lâm phần được thể hiện qua Bảng 5.

Bảng 5. Cấu trúc sinh khối khô của tầng cây gỗ

Tuổi	Mật độ (cây/ha)	Cấu trúc sinh khối khô								Tổng (tấn/ha)
		Thân (tấn/ha)	%	Cành (tấn/ha)	%	Lá (tấn/ha)	%	Rễ (tấn/ha)	%	
3	1.160	2,65	44,5	1,36	22,9	0,75	12,6	1,19	20,0	5,95
5	1.060	8,76	48,3	3,85	21,2	1,90	10,5	3,62	20,0	18,12
7	980	34,49	52,1	12,40	18,7	6,12	9,2	13,25	20,0	66,25
9	980	64,70	54,7	19,91	16,8	9,94	8,4	23,64	20,0	118,19

Qua số liệu Bảng 5 cho thấy, sinh khối khô của các bộ phận có sự khác biệt, sinh khối khô của thân lớn nhất biến động từ 44-54%, thứ hai là cành từ 16-22,8%, sinh khối khô của rễ bình quân 20% và cuối cùng là lá. Do ở mỗi một tuổi có một mật độ có sự khác biệt dẫn tới sinh trưởng của Mỡ khác nhau nên tổng sinh khối khô của lâm phần cũng có sự khác biệt biến động từ 6-118 tấn/ha.

Sinh khối của rừng Mỡ tập trung chủ yếu ở thân cây, với tỷ lệ dao động từ 53-61% (sinh khối tươi) và 44-55% (sinh khối khô). Tỷ lệ này có xu hướng tăng theo tuổi, trong khi tỷ lệ sinh khối ở cành và lá giảm dần.

So sánh với các nghiên cứu: Brown (1997) [1] cho rằng trong rừng nhiệt đới, sinh khối

thân thường chiếm 50-70% tổng sinh khối, Ngô Đình Quế và cộng sự (2005) [6] cũng ghi nhận thân là bộ phận tích lũy sinh khối lớn nhất trong rừng trồng Việt Nam. Như vậy, cấu trúc phân bố sinh khối của rừng Mỡ trong nghiên cứu là phù hợp với đặc điểm chung của rừng trồng nhiệt đới.

3.4. Xác định khả năng tích lũy các-bon và hấp thụ CO₂ của lâm phần rừng trồng Mỡ theo tuổi

3.4.1. Khả năng tích lũy các-bon rừng trồng Mỡ theo tuổi

Khả năng tích lũy các-bon của rừng trồng Mỡ được tính bằng tổng lượng các-bon tích lũy được trong tầng cây gỗ. Kết quả về khả năng tích lũy các-bon của tầng cây gỗ Mỡ được tổng hợp tại Bảng 6.

Bảng 6. Trữ lượng tích lũy các-bon của tầng cây gỗ Mỡ

Tuổi	Mật độ (cây/ha)	Trữ lượng Các-bon								Tổng (tấn/ha)
		Thân (tấn/ha)	%	Cành (tấn/ha)	%	Lá (tấn/ha)	%	Rễ (tấn/ha)	%	
3	1.160	1,22	44,5	0,62	22,6	0,35	12,8	0,55	20,1	2,74
5	1.060	4,03	48,3	1,77	21,2	0,87	10,4	1,67	20,0	8,34
7	980	15,86	52,1	5,70	18,7	2,81	9,2	6,09	20,0	30,47
9	980	29,76	54,7	9,16	16,8	4,57	8,4	10,87	20,0	54,37

Qua Bảng 6 cho thấy, khả năng tích lũy các-bon của rừng trồng Mỡ các tuổi có sự khác nhau. Cụ thể, ở tuổi 3 khả năng tích lũy các-bon thấp nhất đạt 2,74 tấn/ha, ở tuổi 5 có lượng

tích lũy các-bon đạt 8,34 tấn/ha, ở tuổi 7 khả năng tích lũy các-bon đạt 30,47 tấn/ha, ở tuổi 9 khả năng tích lũy các-bon cao nhất đạt 54,37 tấn/ha.

Tương tự tỷ lệ trong cấu trúc sinh khối khô, khả năng tích lũy các-bon của các bộ phận trong lâm phần là khác nhau. Trong lâm phần thì tích lũy các-bon trong thành phần thân gỗ chiếm tỷ lệ lớn nhất, tiếp theo là tỷ lệ trong cành, rễ và lá chiếm tỷ lệ nhỏ nhất. Điều này phản ánh xu hướng chuyển dịch tích lũy vật chất hữu cơ vào bộ phận gỗ khi rừng bước vào giai đoạn thành thực sinh trưởng.

Theo nghiên cứu của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (2014) [7] tổng lượng các-bon hấp thụ của rừng trồng Keo lai dao động từ 43,85–108,82 tấn/ha, Bạch đàn *Urophylla* từ 35,50–95,64 tấn/ha, còn rừng Mỡ dao động từ 55,93–112,40 tấn/ha tùy tuổi và cấp đất; Nguyễn Văn Tuyên và cộng sự (2025) [8] cho

biết lượng CO₂ hấp thụ của rừng Keo lá tràm tuổi 1–7 đạt khoảng 41,52–180,22 tấn CO₂/ha, tương đương khoảng 11,3–49,1 tấn C/ha. Như vậy, giá trị 54,37 tấn C/ha ở tuổi 9 rừng trồng Mỡ trong nghiên cứu này tương đương với mức trung bình của rừng Keo và Bạch đàn trung niên, đồng thời phù hợp với xu thế tích lũy các-bon của rừng Mỡ đã được công bố.

3.4.2. Tính tổng lượng CO₂ hấp thụ và từng năm

Từ các số liệu trên tính lượng CO₂ theo hệ số quy đổi nêu trong phần phương pháp, nghiên cứu đã tính được trữ lượng CO₂ của rừng trồng Mỡ các tuổi 3, 5, 7 và 9 được tổng hợp tại Bảng 7.

Bảng 7. Khả năng hấp thụ CO₂ của rừng trồng Mỡ theo tuổi

TT	Tuổi	Mật độ (cây/ha)	Sinh khối khô (tấn/ha)	Lượng các-bon tích lũy (tấn/ha)	Lượng CO ₂ tương đương (tấn/ha)
1	3	1.160	5,95	2,74	10,04
2	5	1.060	18,12	8,34	30,60
3	7	980	66,25	30,47	111,84
4	9	980	118,19	54,37	199,52

Tương ứng với tỷ lệ tích lũy các-bon, lượng quy đổi tích lũy CO₂ cũng thể hiện sự khác biệt giữa các tuổi cây rừng Mỡ. Sinh trưởng tăng đồng nghĩa việc tích lũy CO₂ cũng tăng theo hằng năm.

Lasco (2002) [3] cũng khẳng định tích lũy các-bon phụ thuộc mạnh vào tuổi rừng và điều kiện sinh thái. Kết quả tổng hợp của Vũ Tấn Phương và cộng sự (2010) [9] cho thấy các lâm phần Keo lai trưởng thành ở Việt Nam có trữ lượng khoảng 262–299 tấn CO₂/ha (tương đương khoảng 71–81 tấn C/ha). Keo tai tượng đạt 223–278 tấn CO₂/ha (61–76 tấn C/ha), còn Bạch đàn *Urophylla* khoảng 231 tấn CO₂/ha (63 tấn C/ha). So với các số liệu này, trữ lượng các-bon của rừng Mỡ trong nghiên cứu ở mức trung bình do lâm phần mới ở tuổi 9, chưa đạt giai đoạn trưởng thành sinh trưởng mạnh nhất.

Điều này cho thấy rừng Mỡ có tiềm năng tích lũy các-bon đáng kể, đặc biệt ở giai đoạn

trung niên.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã làm rõ quy luật sinh trưởng, tích lũy sinh khối và các-bon của rừng trồng Mỡ tại khu vực nghiên cứu, kết quả cho thấy sinh trưởng và sinh khối rừng trồng Mỡ tăng nhanh theo tuổi, đặc biệt từ sau 5 năm tuổi, trong đó sinh khối tập trung chủ yếu ở thân cây, chiếm khoảng 44–55% tổng sinh khối và giữ vai trò quan trọng trong quá trình tích lũy các-bon. Sinh khối khô rừng trồng Mỡ đạt tối đa 118,19 tấn/ha và lượng các-bon tích lũy đạt 54,37 tấn/ha ở tuổi 9, khả năng hấp thụ CO₂ đạt gần 200 tấn/ha ở tuổi 9. Điều này cho thấy tiềm năng đáng kể của rừng trồng Mỡ trong hấp thụ và lưu giữ các-bon, góp phần giảm phát thải khí nhà kính.

Kết quả nghiên cứu tương đồng với các nghiên cứu trong và ngoài nước về quy luật sinh trưởng và tích lũy sinh khối của rừng trồng

nhật đới, đồng thời khẳng định rừng trồng Mỡ có tiềm năng tích lũy các-bon ở mức trung bình đến khá. Qua đó cho thấy đây là đối tượng phù hợp để phát triển lâm nghiệp bền vững, nâng cao hiệu quả dịch vụ hệ sinh thái rừng và có triển vọng tham gia các cơ chế chi trả dịch vụ môi trường rừng cũng như thị trường tín chỉ các-bon trong tương lai.

Lời cảm ơn

Bài báo này là một phần kết quả của dự án CN030 “*Tăng cường khả năng phục hồi của cộng đồng trong các cảnh quan sản xuất kinh tế - sinh thái thông qua nông lâm kết hợp ở Đông Nam Á (RISE-SEA)*” tài trợ bởi Chương trình EXPLORE của RECOFTC, Bangkok, Thái Lan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Brown S. (1992). Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer, FAO Forestry Paper 134.
- [2]. IPCC (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report, Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [3]. Lasco R.D. (2002). Forest carbon budgets in Southeast Asia following harvesting and land cover change. Science in China Series C: Life Sciences

45(Suppl.): 55-64.

- [4]. Phan Minh Sáng & Lưu Cảnh Trung (2006). Hấp thu các-bon. Cẩm nang lâm nghiệp. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

- [5]. Cairns, M. A., Brown S., Helmer E. H. & Baumgardner G. A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia. 111(1): 1-11.

- [6]. Ngô Đình Quế, Nguyễn Đức Minh, Vũ Tấn Phương, Lê Quốc Huy, Đinh Thanh Giang, Nguyễn Thanh Tùng & Nguyễn Văn Thắng (2005). Nghiên cứu xây dựng các tiêu chí và chỉ tiêu trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học cấp Bộ, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.

- [7]. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (VAFS) (2014). Báo cáo tóm tắt đề tài: Nghiên cứu khả năng hấp thụ và giá trị thương mại carbon của một số dạng rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam.

- [8]. Lê Viết Hùng Anh, Nguyễn Văn Tuyên, Đặng Thị Lệ & Võ Hữu Công (2025). Đánh giá trữ lượng và khả năng tích lũy carbon của rừng trồng Keo lá tràm tại huyện Thạch Thành, tỉnh Thanh Hóa. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Thái Nguyên. 01(230): 18-23.

- [9]. Vũ Tấn Phương & Trần Thị Thu Hà (2010). Kết quả nghiên cứu lượng giá kinh tế môi trường và dịch vụ môi trường một số loại rừng chủ yếu ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam. 4: 79-90.