

## SINH KHỐI RỪNG TRỒNG KEO LAI THEO TUỔI VÀ CẤP ĐẤT TẠI YÊN BÁI

Nguyễn Văn Bích, Hà Thị Mai, Võ Đại Hải

*Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện tại hai huyện Lục Yên và Yên Bình tỉnh Yên Bái nhằm xác định đặc điểm sinh khối của rừng trồng keo lai (*Acacia auriculiformis* × *Acacia mangium*) theo tuổi và cấp đất. Tổng cộng 56 ô tiêu chuẩn điển hình 500 m<sup>2</sup> (20 × 25 m), 280 ô thứ cấp 16 m<sup>2</sup> (4 × 4 m) và 280 ô dạng bản 1 m<sup>2</sup> (1 × 1 m) đã được thiết lập để đo đếm sinh trưởng tầng cây cao, xác định sinh khối cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng của rừng trồng keo lai. Theo đó, 56 cây tiêu chuẩn đã được chặt hạ để xác định sinh khối từng bộ phận của cây cá thể, bao gồm thân, cành, lá, vỏ và rễ cây. Kết quả nghiên cứu cho thấy, giữa sinh khối khô cây cá thể keo lai và đường kính ngang ngực (D<sub>1,3</sub>) có sự tương quan rất chặt, theo đó, dạng hàm Power ( $Y = a \times X^b$ ) được chọn là dạng hàm mô phỏng tốt nhất để sử dụng tính toán ước lượng sinh khối khô của tầng cây cao trong lâm phần keo lai. Tổng sinh khối khô cây cá thể keo lai dao động từ 3 - 105 kg/cây tương ứng với tuổi 1 - 7 ở cấp đất I; 1,8 - 67 kg/cây ở cấp đất II; 1 - 56 kg/cây ở cấp đất III; và 0,7 - 35,2 kg/cây ở cấp đất IV. Tính trung bình cho cả 4 cấp đất thì sinh khối cây cá thể keo lai tập trung chủ yếu tại phần thân cây (chiếm 46,37%), tiếp đến là ở phần rễ cây (chiếm 18,6%), cành cây (chiếm 16,4%), lá cây (chiếm 13,1%) và thấp nhất là trong vỏ cây (chiếm 5,6%). Tổng sinh khối khô của lâm phần keo lai dao động từ 8,9 - 138,1 tấn/ha, tương đương với tuổi 1 - 7 ở cấp đất I; từ 9,6 - 93,3 tấn/ha ở cấp đất II; từ 4,1 - 76,5 tấn/ha ở cấp đất III; và từ 7,7 - 50,1 tấn/ha ở cấp đất IV. Trong đó, sinh khối tập trung chủ yếu ở tầng cây cao - cây keo lai (chiếm trung bình 76,5%), tiếp đến là vật rơi rụng + thân mục (chiếm 14,5%) và thấp nhất là trong cây bụi thảm tươi (chiếm 9%) tổng sinh khối của toàn lâm phần.

**Từ khóa:** Keo lai, sinh khối, cấp đất, năng suất rừng

### **Biomass accumulation of Acacia hybrid plantation across ages and site indexes in Yen Bai province, Vietnam**

The study was conducted in two districts of Luc Yen and Yen Binh, Yen Bai province to determine the biomass characteristics of Acacia hybrid (*Acacia auriculiformis* × *Acacia mangium*) plantations across ages and site indexes. A total of 56 representative plots of 500 m<sup>2</sup> (20 × 25 m), 280 sub-plots of 16 m<sup>2</sup> (4 × 4 m) and 280 basic plots of 1 m<sup>2</sup> (1 × 1 m) were established to measure growth of all trees, determination of biomass of understory vegetation and litter fall (including dead wood) of Acacia hybrid plantations. Accordingly, 56 sample trees were destructed to determine the biomass of each tree components of the individual tree, including stem, branches, leaves, bark, and roots. Research results show that there is a very close correlation between dry biomass of Acacia hybrid individual trees and its DBH (D<sub>1,3</sub>), in which, the Power function ( $Y = a \times X^b$ ) is the best

**Keywords:** *Acacia hybrid* (*Acacia auriculiformis* × *Acacia mangium*), biomass, site indexes, productivity

form of simulation function to use for estimating dry biomass of Acacia hybrid trees. Total dry biomass of individual Acacia hybrid trees ranges from 3 to 105 kg/tree, corresponding to the age of 1 - 7 in site index I; 1.8 - 67 kg/tree in soil index II; 1 - 56 kg/tree in soil index III; and 0.7 - 35.2 kg/tree in soil index IV. On average for all 4 soil indexes, the biomass of Acacia hybrid trees concentrated mainly in the stem (accounting for 46.37%), followed by the roots (accounting for 18.6%), branches (accounting for 16.4%), leaves (13.1%) and the lowest in bark (5.6%). Total dry biomass of Acacia hybrid entire stand ranged from 8.9 to 138.1 tons/ha, equivalent to age 1 - 7 in soil index I; from 9.6 to 93.3 tons/ha in soil index II; from 4.1 to 76.5 tons/ha in soil index III; and from 7.7 to 50.1 tons/ha in soil index IV. In which, biomass is concentrated mainly in the high tree layer - Acacia hybrid (average 76.5%), followed by litter fall + dead wood (14.5%) and the lowest is in understory vegetation (accounting for 9%) of the total biomass of the entire stand.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong năm nước xuất khẩu gỗ lớn nhất thế giới, đứng thứ 2 khu vực châu Á và đứng đầu về xuất khẩu gỗ trong khối các nước ASEAN. Theo số liệu công bố của Tạp chí Gỗ Việt (Gỗ Việt, 2022) thì trong vòng 6 tháng đầu năm 2022, sản lượng gỗ khai thác từ rừng trồng tập trung khoảng 8,5 triệu m<sup>3</sup>, đạt 46% kế hoạch, tăng 5,9% so với cùng kỳ năm 2021. Giá trị xuất khẩu gỗ và lâm sản 6 tháng đầu năm 2022 đạt 9,1 tỷ USD, tăng 3% so với cùng kỳ, đạt 56% kế hoạch. Xuất siêu ước đạt 7,508 tỷ USD, tăng 3% so với cùng kỳ 2021. Các thị trường xuất khẩu gỗ và lâm sản chính gồm: Hoa Kỳ, Nhật Bản, Trung Quốc, EU và Hàn Quốc - chiếm trên 90% tổng giá trị xuất khẩu gỗ và lâm sản. Tuy nhiên, hiện tại do mặt hàng dăm gỗ giá đang tăng cao, từ 130 USD/tấn thời điểm đầu năm lên 180 USD/tấn. Việc này dẫn đến hệ lụy người dân sẽ bán gỗ non và ảnh hưởng đến chiến lược phát triển gỗ lớn mà ngành lâm nghiệp đang hướng tới.

Keo lai (Acacia hybrid) là loài cây mọc nhanh nhiệt đới và hiện đang là loài cây trồng rừng chủ lực của Việt Nam. Diện tích trồng keo lai đến năm 2016 đạt gần 1 triệu ha (Nguyễn Huân, 2017). Keo lai là loài sinh trưởng

nhanh, phù hợp với tính chất đất đai, khí hậu rộng rãi từ Bắc đến Nam (Trần Thị Ngoan, Trần Quang Bảo, 2019). Hiện nay, keo lai được trồng ở chu kỳ phổ biến từ 4 - 6 năm (với mục tiêu gỗ dăm) và 7 - 10 năm (với mục đích gỗ xẻ) (Trần Lâm Đồng *et al.*, 2019). Để khuyến khích người trồng rừng, đặc biệt là hộ gia đình và cá nhân, phát triển và kinh doanh rừng theo hướng sản xuất gỗ lớn, thì việc xác định trữ lượng rừng cũng như các giá trị gia tăng khác như dịch vụ hệ sinh thái, hấp thụ carbon của rừng là rất quan trọng. Việc xác định đặc điểm tích lũy sinh khối của rừng trồng keo lai nhằm đánh giá năng suất rừng trồng cũng như tạo tiền đề cho việc xác định khả năng hấp thụ carbon và lượng hóa tín chỉ carbon của loài cây chủ lực này là điều rất quan trọng.

Tỉnh Yên Bái có trên 479.000 ha đất quy hoạch cho lâm nghiệp, trong đó, có 152.794 ha rừng phòng hộ, 36.147 ha rừng đặc dụng và gần 300.000 ha rừng trồng sản xuất. Đến cuối năm 2018, tỷ lệ tàn che rừng toàn tỉnh đạt trên 63%. Yên Bái là một trong các tỉnh thực hiện xây dựng, phát triển rừng trồng theo hướng quản lý rừng bền vững và chứng chỉ rừng (VFCS/PEFC và FSC) để nâng cao giá trị gỗ khi xuất khẩu ra thị trường nước ngoài. Tập

trung đầu tư phát triển rừng trồng sản xuất, nhất là phát triển theo hướng kinh doanh gỗ lớn có giá trị kinh tế cao, đáp ứng nhu cầu sản xuất cho tiêu dùng trong và ngoài tỉnh, góp phần nâng cao giá trị sản xuất của ngành lâm nghiệp (Lê Sĩ Hồng, 2019).

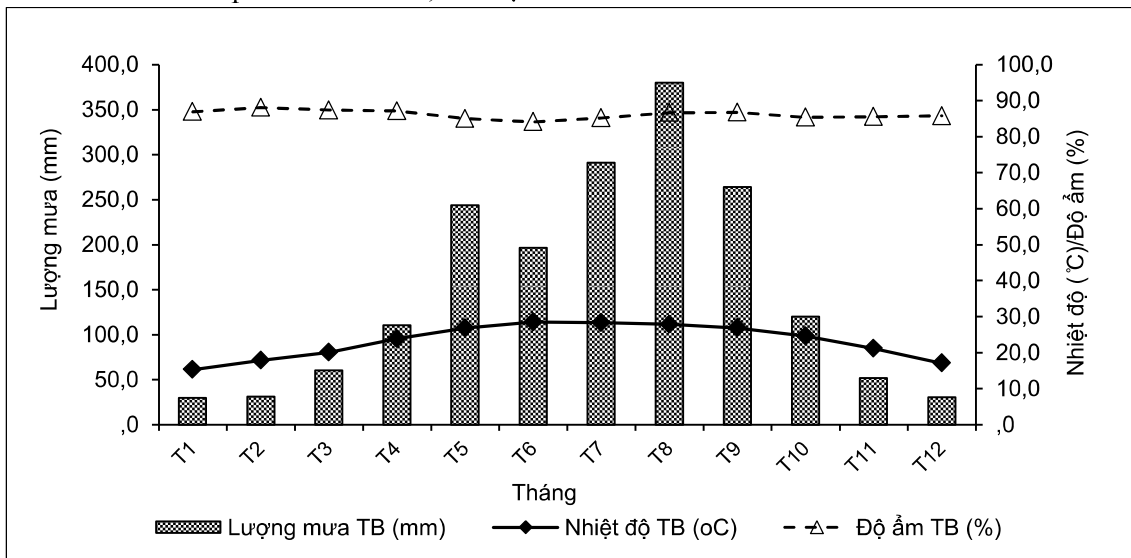
Mặc dù keo lai được trồng rất nhiều tại Yên Bái, nhưng những nghiên cứu cho loài cây này, đặc biệt về sinh khối rừng keo lai theo cấp tuổi cũng như cấp lập địa khác nhau vẫn còn rất hạn chế và ít được công bố. Xuất phát từ thực tiễn đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: (1) Xây dựng được phương trình tương quan giữa sinh khối cây cá lẻ với các chỉ số điều tra như đường kính, chiều cao và tuổi cây; (2) Xác định được đặc điểm sinh sinh khối của cây cá thể loài keo lai theo cấp tuổi và cấp đất khác nhau; (3) Xác định được đặc điểm sinh khối của lâm phần rừng trồng keo lai; và (4) Xây dựng phương trình tương quan giữa sinh khối của lâm phần rừng trồng keo lai với các nhân tố điều tra lâm phần để đo đếm, xác định.

Kết quả của nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học cho đề xuất biện pháp kỹ thuật trong kinh doanh rừng trồng keo lai tại tỉnh Yên Bái theo hướng phát triển bền vững, tạo tiền đề cho việc xác định giá trị hấp thụ carbon, tín chỉ carbon và hướng đến kinh doanh gỗ lớn có giá trị kinh tế cao của loài cây này.

**II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Đặc điểm khu vực nghiên cứu**

Nghiên cứu được thực hiện tại huyện Lục Yên và Yên Bình, tỉnh Yên Bái. Vị trí nghiên cứu có tọa độ là (21°56' N, 104°56' E); độ cao so với mực nước biển là 100 m. Khí hậu tại khu vực nghiên cứu là kiểu khí hậu đặc trưng của khu vực nhiệt đới với 4 mùa rõ rệt. Nhiệt độ trung bình hàng tháng dao động từ 15 - 28°C (trung bình là 22°C). Lượng mưa trung bình hàng tháng dao động từ 6,1 - 375 mm (trung bình là 144 mm); độ ẩm không khí trung bình là 85% (Biểu đồ 1).



**Biểu đồ 1.** Lượng mưa, nhiệt độ và độ ẩm trung bình tại Yên Bái

Địa hình tại khu vực nghiên cứu có độ dốc dao động từ 10°- 30°. Đất đai thuộc loại đất Ferralit (Ferralic Acrisol) theo phân loại của FAO (Fao/Unesco/Isric, 1988). Độ dày tầng đất trung bình dao động từ 50 - 100 cm.

Đối tượng nghiên cứu là rừng trồng keo lai, tuổi từ 1 - 7, ở 4 cấp đất khác nhau (cấp I-IV). Sinh khối được trình bày trong nghiên cứu này là sinh khối khô.

## 2.2. Phương pháp thu thập số liệu ngoại nghiệp

Công tác thu thập số liệu ngoại nghiệp được tiến hành từ tháng 9 năm 2019 - tháng 6 năm 2020. Tổng cộng 56 ô tiêu chuẩn điển hình đã được thiết lập rải đều trên toàn bộ cấp tuổi và cấp đất ( $2 \text{ ô} \times 7 \text{ cấp tuổi} \times 4 \text{ cấp đất}$ ) trên địa bàn huyện Yên Bình và Lục Yên.

*Các bước thu thập số liệu được thực hiện như sau:*

- Làm việc với chủ rừng để xác định thời điểm trồng rừng, từ đó tính toán tuổi rừng.
- Đo nhanh để xác định chiều cao của cây rừng tầng trội trong lâm phần keo lai để xác định cấp đất của rừng trồng keo lai.
- Tiến hành lập ô tiêu chuẩn đại diện có diện tích  $500 \text{ m}^2$  ( $20 \times 25 \text{ m}$ ) để điều tra sinh trưởng rừng trồng keo lai theo tuổi và cấp đất. Trong ô tiêu chuẩn, tiến hành đo đếm các chỉ tiêu về đường kính, chiều cao vút ngọn của tất cả các cây trong ô. Mỗi ô tiêu chuẩn lựa chọn một cây tiêu chuẩn có đường kính và chiều cao bằng hoặc gần nhất với đường kính và chiều cao bình quân của lâm phần.
- Điều tra sinh khối cây tiêu chuẩn: Phương pháp điều tra sinh khối cây tiêu chuẩn được tiến hành theo phương pháp chặt hạ. Cây tiêu chuẩn được kéo đổ bằng một hệ thống dây cáp buộc vào vị trí  $1/3$  thân cây và được kéo đổ bật gốc bằng một hệ thống tời bằng tay. Tiến hành đào gốc cây để thu hết những rễ cây có đường kính  $\geq 2 \text{ mm}$ . Sau khi chặt hạ cây tiêu chuẩn, tiến hành đo lại đường kính ( $D_{1,3}$ , cm), chiều cao vút ngọn ( $H_{vn}$ , m). Cây tiêu chuẩn sau đó được đánh dấu để chia thành 5 đoạn có độ dài bằng nhau. Tiến hành cắt toàn bộ cành và cắt khúc từng đoạn thân theo vị trí đã đánh dấu. Các bộ phận của cây tiêu chuẩn (thân, cành, lá, vỏ và rễ) được tách riêng và cân xác định sinh khối tươi từng bộ

phận ngay trên hiện trường. Riêng thân cây được cân trước lúc bóc vỏ và ghi chép riêng cho từng khúc. Sau đó mới bóc vỏ và cân riêng khối lượng tươi của vỏ. Nội dung công việc này được tiến hành tương tự cho từng cây tiêu chuẩn. Sau khi cân sinh khối xong, tiến hành thu thập khoảng  $200 \text{ g}$  mẫu cho mỗi bộ phận thân, cành, lá vỏ và rễ. Mẫu được đựng trong túi nilon buộc kín và ghi ký hiệu cho từng cây tiêu chuẩn, loại mẫu, khối lượng mẫu, ngày lấy, và người lấy mẫu. Mẫu sau đó được mang về phòng thí nghiệm để xác định sinh khối khô.

- Điều tra sinh khối cây bụi, thảm tươi và vật rơi rụng:

○ Điều tra sinh khối cây bụi thảm tươi: Trong mỗi ô tiêu chuẩn đại diện, tiến hành lập 5 ô thứ cấp có diện tích  $16 \text{ m}^2$  ( $4 \times 4 \text{ m}$ ) (4 ô ở 4 góc và 1 ô chính giữa). Tổng cộng có 280 ô thứ cấp được lập ( $56 \times 5 = 280$ ). Trong các ô dạng bản, tiến hành cắt toàn bộ cây bụi, thảm tươi và thu gom toàn bộ vật rơi rụng. Cây bụi thảm tươi được phân thành hai loại là cây bụi (cây thân gỗ) và thảm tươi (dạng cỏ). Tiến hành xác định, đo đếm toàn bộ cây bụi, thảm tươi (cả rễ) trong ô thứ cấp, phân tách cho từng bộ phận (thân + cành, lá và rễ cây bụi thảm tươi). Tiến hành thu mẫu cây bụi thảm tươi ( $200 \text{ g}$  cho mỗi bộ phận) để xác định sinh khối khô và phân tích hàm lượng carbon.

○ Điều tra sinh khối vật rơi rụng: Trong mỗi ô thứ cấp, tiến hành lập một ô dạng bản  $1 \text{ m}^2$  ( $1 \times 1 \text{ m}$ ). Tổng cộng có 280 ô dạng bản được lập, vật rơi rụng cũng được phân thành hai loại là cành nhánh, thân cây khô và lá, hoa, quả khô. Sinh khối của vật rơi rụng trong ô dạng bản sẽ được thu thập. Tiến hành thu mẫu ( $200 \text{ g}$  cho mỗi bộ phận) để xác định sinh khối khô và phân tích hàm lượng carbon). Ghi chép thông

tin chi tiết cho từng mẫu (tên mẫu, OTC, khối lượng tươi, ngày lấy, người lấy mẫu). Mẫu thu thập sau đó được chuyển về phòng thí nghiệm để xác định sinh khối khô.

### **2.3. Phương pháp tính toán xử lý số liệu nội nghiệp**

#### **2.3.1. Xác định sinh khối của lâm phần keo lai**

Toàn bộ mẫu thực vật bao gồm mẫu thân, cành, lá, vỏ (tầng cây cao), cây bụi, thảm tươi (tầng cây bụi thảm tươi) và mẫu cành, lá khô (vật rơi rụng) sau khi được chuyển về phòng thí nghiệm được sấy khô ở nhiệt độ 65°C đến khối lượng không đổi. Cân khối lượng khô của mẫu (bằng cân điện tử có độ chính xác đến 0,001 g). Sau đó tiến hành xác định tỷ lệ khô/tươi của từng mẫu để quy đổi ra khối lượng sinh khối khô của từng bộ phận.

- Xác định sinh khối khô tầng cây cao: Từ tỷ lệ khô tươi được xác định ở trên, tiến hành quy đổi để xác định sinh khối khô của từng bộ phận cho từng cây tiêu chuẩn. Từ 56 cây tiêu chuẩn đã được giải tích, sử dụng số liệu của 50/56 cây để xây dựng phương trình tương quan giữa sinh khối khô của từng bộ phận với đường kính ( $D_{1,3}$ ), chiều cao ( $H_{vn}$ ) và tuổi rừng ( $A$ ) của cây tiêu chuẩn theo từng cấp đất. 6/56 cây tiêu chuẩn còn lại không sử dụng trong quá trình xây dựng phương trình tương quan được sử dụng để kiểm tra độ chính xác của các phương trình tương quan đã được thiết lập. Phương trình tương quan phù hợp nhất được sử dụng để tính toán sinh khối từng bộ phận và tổng sinh khối của tầng cây cao cho từng ô tiêu chuẩn, sau đó quy đổi cho cả lâm phần (tấn/ha).

- Xác định sinh khối khô của cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng: Sử dụng tỷ lệ khô tươi được xác định cho từng bộ phận của cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng, tiến hành quy đổi để tính sinh khối khô của từng bộ phận cho

mỗi ô dạng bản, sau đó quy đổi ra cho cả lâm phần (tấn/ha).

- Xác định sinh khối của lâm phần keo lai: Sinh khối của lâm phần keo lai là tổng sinh khối của các bộ phận bao gồm tầng cây cao (cây keo lai), cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng (cành nhánh, lá, hoa quả và cây mục) trong lâm phần. Sinh khối lâm phần keo lai được tính quy đổi theo đơn vị tấn/ha.

- Xây dựng phương trình tương quan giữa tổng sinh khối của lâm phần với nhân tố điều tra như đường kính ( $D_{1,3}$ ), chiều cao ( $H_{vn}$ ), tuổi rừng ( $A$ ) và mật độ hiện tại ( $N$ ) của lâm phần được thực hiện nhằm lựa chọn phương trình phù hợp nhất cho việc ứng dụng vào thực tiễn để dự đoán sinh khối toàn lâm phần keo lai từ các số liệu điều tra lâm phần để xác định.

#### **2.3.2. Tính toán số liệu và phân tích thống kê**

Việc tính toán số liệu sinh trưởng được thực hiện bằng phần mềm Excel (Microsoft office 2013). Việc phân tích hồi quy để xác định phương trình tương quan giữa đường kính  $D_{1,3}$ , chiều cao ( $H_{vn}$ ), tuổi ( $A$ ) và mật độ ( $N$ ) và sinh khối các bộ phận của cây tiêu chuẩn được thực hiện bằng phần mềm SPSS (IBM Corp, Armonk, NY, USA, 2013). Phương trình tương quan có hệ số tương quan cao nhất, sai số phương trình nhỏ nhất và các tham số đầu vào đơn giản hơn sẽ được lựa chọn để dự đoán sinh khối của cây cá lẻ hoặc lâm phần.

### **III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

#### **3.1. Đặc điểm sinh khối cây cá thể keo lai**

##### **3.1.1. Xây dựng phương trình tương quan giữa sinh khối cây cá thể keo lai và các nhân tố điều tra lâm phần**

Kết quả phân tích tương quan giữa sinh khối khô cây cá thể keo lai với các nhân tố điều tra lâm phần được tổng hợp ở bảng 1.

**Bảng 1.** Mối quan hệ giữa sinh khối khô cây cá thể keo lai với các nhân tố điều tra lâm phần trên các cấp đất khác nhau

Cấp đất	Phương trình tương quan	R	S	Sig.F	Sig.T
I	$SK_{cd} = 0,1647 * D_{1,3}^{2,3838}$	0,99	0,143	0,000	0,000
	$SK_{cd} = 0,16494 * H_{vn}^{2,19835}$	0,99	0,138	0,000	0,000
	$SK_{cd} = \exp(5,0358 - 4,1803/A)$	0,98	0,217	0,000	0,000
II	$SK_{cd} = 0,2669 * D_{1,3}^{2,1778}$	0,99	0,152	0,000	0,000
	$SK_{cd} = 0,1179 * H_{vn}^{2,3401}$	0,99	0,152	0,000	0,000
	$SK_{cd} = \exp(4,6659 - 4,1417/A)$	0,99	0,141	0,000	0,000
III	$SK_{cd} = 2,2264 * D_{1,3}^{2,2598}$	0,99	0,126	0,000	0,000
	$SK_{cd} = 0,0960 * H_{vn}^{2,4070}$	0,98	0,223	0,000	0,000
	$SK_{cd} = \exp(4,5804 - 4,6296/A)$	0,99	0,188	0,000	0,000
IV	$SK_{cd} = 0,2400 * D_{1,3}^{2,1661}$	0,98	0,214	0,000	0,000
	$SK_{cd} = 0,1145 * H_{vn}^{2,3765}$	0,99	0,185	0,000	0,000
	$SK_{cd} = \exp(4,0275 - 4,4256/A)$	0,99	0,163	0,000	0,000
Chung tất cả cấp đất	$SK_{cd} = 0,2255 * D_{1,3}^{2,1661}$	0,99	0,165	0,000	0,000
	$SK_{cd} = 0,1188 * H_{vn}^{2,3323}$	0,99	0,177	0,000	0,000
	$SK_{cd} = \exp(4,5770 - 4,4061/A)$	0,94	0,438	0,000	0,000

Ghi chú: R là hệ số xác định của phương trình tương quan; S là sai tiêu chuẩn hồi quy; Sig. F xác suất tồn tại của mỗi tương quan ; và Sig. T là xác suất tồn tại của tham số của phương trình tương quan.

Kết quả bảng 1 cho thấy thực sự tồn tại mối quan hệ giữa tổng sinh khối khô cây cá thể trong từng cấp đất với nhân tố điều tra lâm phần để xác định  $D_{1,3}$ . Các phương trình lập được có hệ số xác định cao (R từ 0,94 - 0,99) và sai tiêu chuẩn hồi quy thấp (S: 0,126 - 0,438). Kiểm tra sự tồn tại của hệ số xác định và hệ số của các phương trình cho kết quả Sig.F < 0,05 và Sig.T < 0,05 chứng tỏ các hệ số này đều tồn tại. Những phương trình trên đều là những phương trình đơn giản, dễ áp dụng và có thể sử dụng các phương trình này để dự đoán hoặc xác định nhanh sinh khối khô cây cá thể keo lai. Tuy nhiên, để thuận tiện cho việc áp dụng phương trình tương quan để dự đoán sản lượng cây cá thể trong thực tiễn, nghiên cứu này ưu tiên lựa chọn những phương trình đơn giản, dễ xác định

và có hệ số tương quan cao. Do đó, phương trình tương quan dạng hàm Power với biến đường kính ngang ngực ( $Y = a \times D_{1,3}^b$ ) được lựa chọn để tính toán sinh khối khô cho cây cá thể keo lai trong từng ô tiêu chuẩn điều tra. Từ đó, xác định cấu trúc sinh khối cây cá thể keo lai cũng như tính toán quy đổi sinh khối tầng cây cao (keo lai) trong lâm phần.

**3.1.2. Cấu trúc sinh khối cây cá thể keo lai**

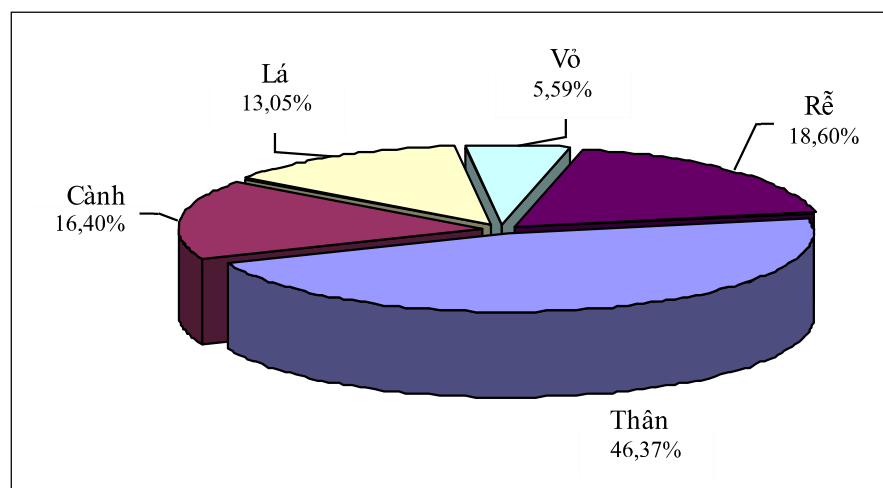
Sinh khối cây cá thể keo lai bao gồm sinh khối trên mặt đất (sinh khối thân, cành, lá, vỏ cây) và sinh khối dưới mặt đất (rễ cây). Kết quả nghiên cứu sinh khối khô cây cá thể keo lai trên các cấp đất và tuổi khác nhau được tổng hợp ở bảng 2.

**Bảng 2.** Cấu trúc sinh khối cây cá thể keo lai theo tuổi và cấp đất tại Yên Bái

Cấp đất	Tuổi	Cấu trúc sinh khối trong cây cá thể keo lai						
		Trên mặt đất (TMD)				Dưới mặt đất (DMĐ)	Tổng	DMĐ/TMD
		Thân	Cành	Lá	Vỏ	Rễ		
		%	%	%	%	%	kg/cây	%
I	1	32,5	13,9	23,7	4,2	25,7	3,0	34,6
	2	38,5	24,5	14,2	5,3	17,5	16,1	21,1
	3	45,8	19,0	14,0	4,8	16,4	30,4	19,6
	4	56,3	12,4	8,6	6,4	16,3	53,1	19,5
	5	55,8	14,0	5,9	5,4	18,9	70,5	23,4
	6	69,3	7,6	2,9	6,3	13,9	100,8	16,1
	7	70,6	7,5	5,2	6,4	10,4	105,0	11,6
	TB	52,7	14,1	10,6	5,5	17,0	54,1	20,8
II	1	25,1	15,8	27,0	5,7	26,4	1,8	35,9
	2	37,1	24,6	17,9	3,9	16,5	12,2	19,7
	3	40,6	22,8	13,6	4,3	18,8	22,2	23,1
	4	49,6	17,7	8,9	6,0	17,8	38,0	21,7
	5	51,6	18,0	8,0	6,0	16,5	55,6	19,8
	6	52,7	13,8	7,7	6,3	19,5	58,0	24,3
	7	55,9	14,1	4,7	7,0	18,3	67,4	22,4
	TB	44,7	18,1	12,5	5,6	19,1	36,5	23,8
III	1	20,8	16,1	31,2	5,0	26,9	1,0	36,9
	2	31,9	20,7	23,1	4,5	19,8	9,7	24,7
	3	48,2	19,6	13,3	4,0	14,9	20,6	17,5
	4	44,7	17,0	11,7	8,1	18,6	21,1	22,8
	5	56,6	14,2	7,1	5,7	16,4	45,2	19,6
	6	58,2	15,0	5,2	6,0	15,7	46,5	18,7
	7	63,8	10,3	5,1	5,8	15,2	56,0	17,9
	TB	46,3	16,1	13,8	5,6	18,2	28,6	22,6
IV	1	18,8	17,8	25,8	6,5	31,2	0,7	45,4
	2	37,3	14,1	27,4	5,7	15,6	5,6	18,5
	3	40,4	21,6	16,9	7,6	13,6	11,1	15,8
	4	42,8	18,2	9,4	5,4	24,2	20,3	32,0
	5	44,4	19,6	11,7	5,2	19,1	22,7	23,6
	6	57,1	11,5	7,2	4,1	20,1	25,5	25,2
	7	52,1	18,3	8,1	5,2	16,4	35,2	19,6
	TB	41,8	17,3	15,2	5,7	20,1	17,3	25,7
TB chung		46,4	16,4	13,1	5,6	18,6	34,1	23,2

Qua bảng 2 cho thấy ở tất cả các tuổi và cấp đất, sinh khối tập trung chủ yếu ở thân (trung bình 46,37%), sau đó đến rễ (18,60%), sinh

khối cành (16,40%), sinh khối lá (13,05%) và sinh khối vỏ chiếm nhỏ nhất chỉ 5,59% (Biểu đồ 2).



**Biểu đồ 2.** Cấu trúc sinh khối cây cá thể keo lai trồng thuần loài tại Yên Bái (số liệu trung bình của 56 cây cá thể)

Nhìn chung, tỷ lệ sinh khối của thân cây cá thể keo lai có xu hướng tăng lên khi tuổi rừng tăng ở cả 4 cấp đất; trong khi tỷ lệ này ở các bộ phận khác lại không tuân theo quy luật tăng giảm rõ ràng. Tỷ lệ sinh khối khô dưới mặt đất/trên mặt đất của cây cá thể keo lai dao động từ 11,56 - 45,41% và trung bình là 23,24%, xét chung cho tất cả các cấp tuổi và cấp đất, tỷ lệ này cũng dao động không tuân theo những quy luật rõ ràng và thường cao nhất ở tuổi 1. Kết quả này cũng tương tự kết quả nghiên cứu trước đây về loài keo lai của Võ Đại Hải và đồng tác giả (2009).

Xét trong cùng một cấp đất, tổng sinh khối cây cá thể keo lai tăng dần theo tuổi của rừng. Cụ thể ở cấp đất I, trung bình tổng sinh khối của cây cá thể keo lai dao động từ 2,97 - 105,02 kg/cây tương ứng từ tuổi 1 - 7.

Xét trong cùng một cấp tuổi, ở các cấp đất khác nhau tổng sinh khối cây cá thể keo lai giảm dần khi cấp đất tăng lên. Cụ thể, tại tuổi 5 tổng sinh khối của keo lai đạt 70,51 kg/cây ở cấp đất I, đạt 55,59 kg/cây ở cấp đất II và đạt 45,21 kg/cây ở cấp đất III, sang đến cấp đất IV giảm xuống chỉ còn 22,67 kg/cây. Trung bình cho tất cả các cấp đất, đến tuổi 5, sinh khối cây cá thể keo lai đạt 48,50 kg/cây. Sinh khối của keo lai có sự chênh lệch lớn giữa các cấp đất. Trong

giai đoạn tuổi từ 1 - 7, sinh khối cây cá thể keo lai ở cấp đất I dao động từ 2,97 - 105,02 kg/cây; ở cấp đất II từ 1,82 - 67,36 kg/cây; ở cấp đất III từ 0,98 - 56,04 kg/cây và ở cấp đất IV từ 0,73 - 35,24 kg/cây. Nhìn chung, kết quả này cũng tương tự như nghiên cứu trước đây đối với loài keo lai (Võ Đại Hải *et al.*, 2009), Keo tai tượng (Nguyễn Văn Bích *et al.*, 2018, Keo lá tràm (Vũ Đình Hưởng *et al.*, 2015).

### 3.2. Sinh khối cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng dưới tán rừng keo lai

Sinh khối cây bụi thảm tươi được chia thành sinh khối phần thân + cành, sinh khối lá (gồm cả hoa, quả), sinh khối rễ cây bụi và sinh khối cây thân thảo (hay cỏ); Sinh khối vật rơi rụng được chia thành sinh khối cành, sinh khối lá + hoa + quả và sinh khối tầng cây mục. Sinh khối cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng cũng đóng góp một phần đáng kể vào tổng sinh khối của lâm phần.

#### 3.2.1. Cấu trúc sinh khối của cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng

Kết quả tính toán cấu trúc sinh khối cây bụi, thảm tươi và vật rơi rụng dưới tán rừng theo các cấp đất và tuổi keo lai được tổng hợp ở bảng 3.



**Bảng 3.** Cấu trúc sinh khối cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng dưới tán rừng keo lai

Cấp đất	Tuổi	Cấu trúc sinh khối khô CBTT và VRR dưới tán rừng trồng keo lai							
		Cây bụi thảm tươi (CBTT)					Vật rơi rụng (VRR)		
		Thân + Cành CBTT	Lá cây bụi	Rễ cây bụi	Cỏ	Tổng	Cành + cây mục	Lá	Tổng
		%	%	%	%	tấn/ha	%	%	tấn/ha
I	1	3,0	5,3	44,2	47,5	2,3	45,3	54,8	2,6
	2	6,4	6,8	19,4	67,4	2,1	49,2	50,8	4,0
	3	7,8	5,7	23,8	62,8	1,8	24,0	76,1	4,2
	4	14,3	4,7	7,5	73,5	1,2	29,8	70,2	4,7
	5	31,3	17,2	45,8	5,7	1,9	28,9	71,1	6,5
	6	49,8	13,1	21,3	15,8	0,9	23,2	76,8	3,9
	7	41,3	8,4	42,1	8,3	4,6	40,8	59,2	3,3
	TB	22,0	8,7	29,2	40,2	2,1	34,5	65,6	4,2
II	1	1,3	2,7	51,1	44,9	3,3	49,8	50,2	3,8
	2	9,8	5,6	72,4	12,3	0,8	53,8	46,2	4,8
	3	3,6	4,4	15,8	76,2	3,4	41,1	58,9	1,0
	4	10,0	3,3	7,2	79,6	0,6	22,7	77,3	4,0
	5	10,1	6,5	28,8	54,6	0,4	42,2	57,8	6,4
	6	14,9	5,8	32,2	47,2	2,1	19,5	80,5	5,8
	7	17,0	11,1	71,9	-	2,9	13,9	86,1	9,6
	TB	9,5	5,6	39,9	45,0	1,9	34,7	65,3	5,0
III	1	7,8	12,3	25,5	54,4	1,3	33,2	66,9	1,4
	2	5,5	7,1	6,6	80,8	3,3	42,1	57,9	3,1
	3	7,6	6,6	5,6	80,2	1,0	31,8	68,2	2,7
	4	15,6	5,1	7,7	71,7	1,8	35,1	65,0	5,4
	5	37,4	21,1	38,0	3,5	2,0	18,3	81,7	4,5
	6	50,8	9,3	33,9	6,0	2,8	29,2	70,8	5,0
	7	39,2	22,3	35,3	3,1	2,1	18,5	81,5	4,8
	TB	23,4	12,0	21,8	42,8	2,0	29,7	70,3	3,9
IV	1	3,0	3,4	55,4	38,2	2,1	52,4	47,6	4,5
	2	5,0	4,8	27,4	62,9	2,1	50,7	49,3	3,0
	3	3,6	4,4	15,8	76,2	3,4	41,1	58,9	1,0
	4	5,3	4,3	17,7	72,7	1,8	40,9	59,1	4,1
	5	50,9	25,3	18,3	5,5	2,2	45,1	54,9	6,2
	6	49,8	13,1	21,3	15,8	0,9	23,2	76,8	3,9
	7	40,5	9,6	39,3	10,7	2,8	32,1	67,9	3,5
	TB	22,6	9,3	27,9	40,3	2,2	40,8	59,2	3,7
TB chung		19,4	8,9	29,7	42,0	2,1	34,9	65,1	4,2

Kết quả tại bảng 3 cho thấy:

- Cấu trúc sinh khối cây bụi thảm tươi dưới tán rừng trồng keo lai tập trung nhiều nhất ở tầng

thảm tươi (cỏ) chiếm trung bình 42,04%, tiếp theo là rễ cây bụi, chiếm trung bình 29,68%, thân + cành cây bụi chiếm trung bình 19,37% và thấp nhất là ở lá cây bụi chỉ chiếm trung

bình 8,91%. Tổng sinh khối khô cây bụi thảm tươi dưới tán rừng keo lai dao động từ 0,43 - 4,63 tấn/ha và trung bình là 2,05 tấn/ha. Xét chung cho tất cả các cấp đất ta thấy, tổng sinh khối cây bụi thảm tươi thường lớn hơn ở tuổi 1 - 2, sau đó giảm dần ở tuổi 3 - 6 và có xu hướng tăng lên ở tuổi 7. Điều này có thể giải thích là do ở tuổi 1 - 2 rừng Keo lá tràm chưa khép tán nên cây bụi thảm tươi phát triển mạnh, sang đến tuổi 3 rừng khép tán làm cho cây bụi thảm tươi không phát triển. Đến tuổi 7, là tuổi rừng keo lai bắt đầu khai thác nên người ta không chăm sóc, phát thực bì dưới tán rừng nên sinh khối cây bụi thảm tươi mới tăng lên.

- Cấu trúc vật rơi rụng dưới tán rừng keo tập trung phần lớn ở lá + hoa + quả của vật rơi rụng, chiếm trung bình 65,08%, còn lại là ở cành vật rơi rụng. Tổng sinh khối vật rơi rụng dao động từ 0,95 - 9,59 tấn/ha và trung bình là 4,19 tấn/ha. Nhìn chung tổng sinh khối vật rơi

rụng dưới tán rừng keo lai dao động không theo quy luật rõ ràng giữa các cấp tuổi và cấp đất khác nhau và phụ thuộc nhiều vào biện pháp tác động của các nhân tố bên ngoài như: tác động của con người, súc vật, độ dốc, tốc độ phân giải vật rơi rụng dưới tán rừng,...

### 3.3. Tổng sinh khối toàn lâm phần keo lai

#### 3.3.1. Cấu trúc tổng sinh khối của lâm phần keo lai

Sinh khối lâm phần keo lai trồng thuần loài được cấu thành từ sinh khối tầng cây gỗ, sinh khối cây bụi thảm tươi và sinh khối vật rơi rụng (bao gồm cả cây gỗ mục) dưới tán rừng. Mỗi một bộ phận này chiếm một tỷ trọng khác nhau trong tổng sinh khối của toàn lâm phần và nó luôn có sự biến động giữa các cấp đất và tuổi khác nhau. Kết quả nghiên cứu về cấu trúc sinh khối lâm phần keo lai được tổng hợp trong bảng 4.

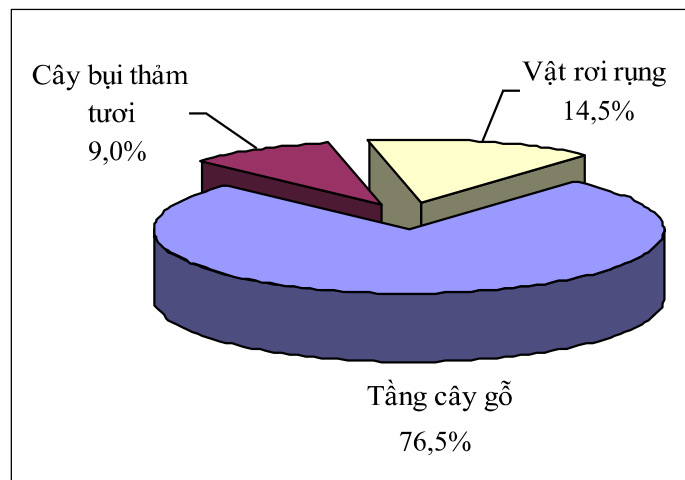
**Bảng 4.** Kết quả tính toán sinh khối khô lâm phần rừng keo lai trồng thuần loài theo các cấp đất và cấp tuổi khác nhau

Cấp đất	Tuổi	Mật độ hiện tại (cây/ha)	Cấu trúc sinh khối khô của lâm phần keo lai						
			Tầng cây gỗ		CBTT		VRR		Tổng
			Tấn/ha	%	Tấn/ha	%	Tấn/ha	%	Tấn/ha
I	1	1.333	4,0	44,8	2,3	25,8	2,6	29,4	8,9
	2	1.333	21,5	77,9	2,1	7,5	4,0	14,6	27,6
	3	1.300	39,5	85,8	1,8	3,9	4,7	10,3	46,0
	4	1.292	68,5	89,8	1,2	1,6	6,6	8,6	76,3
	5	1.275	89,9	93,8	1,8	1,9	4,1	4,3	95,8
	6	1.250	126,0	96,3	0,9	0,7	3,9	3,0	130,9
	7	1.240	130,2	94,3	4,6	3,3	3,3	2,4	138,1
	TB			68,5	83,2	2,1	6,4	4,2	10,4
II	1	1.333	2,4	25,2	3,4	34,8	3,9	40,0	9,6
	2	1.300	15,9	73,5	0,8	3,8	4,9	22,7	21,6
	3	1.280	28,4	86,7	3,3	10,2	1,0	3,1	32,8
	4	1.250	47,5	91,3	0,6	1,1	4,0	7,6	52,0
	5	1.250	69,5	91,0	0,4	0,6	6,4	8,4	76,3
	6	1.225	71,0	90,1	2,1	2,6	5,8	7,3	78,8
	7	1.200	80,8	86,6	2,9	3,1	9,6	10,3	93,3
	TB			45,1	77,8	1,9	8,0	5,1	14,2

Cấp đất	Tuổi	Mật độ hiện tại (cây/ha)	Cấu trúc sinh khối khô của lâm phần keo lai							
			Tầng cây gỗ		CBTT		VRR		Tổng	
			Tán/ha	%	Tán/ha	%	Tán/ha	%	Tán/ha	
III	1	1.333	1,3	32,1	1,3	30,5	1,5	37,3	4,1	
	2	1.333	12,9	66,9	3,4	17,4	3,0	15,7	19,3	
	3	1.300	26,7	87,5	1,0	3,2	2,8	9,3	30,6	
	4	1.290	27,2	78,7	1,9	5,5	5,4	15,8	34,5	
	5	1.250	56,5	89,8	1,9	2,9	4,6	7,2	62,9	
	6	1.250	58,2	88,1	2,9	4,4	5,0	7,6	66,0	
	7	1.240	69,5	90,8	2,1	2,8	4,9	6,4	76,5	
	<i>TB</i>			36,0	76,3	2,1	9,5	3,9	14,2	42,0
IV	1	1.333	1,0	12,8	2,1	27,9	4,6	59,3	7,7	
	2	1.333	7,4	58,6	2,2	17,4	3,0	24,0	12,6	
	3	1.250	13,9	75,7	3,4	18,5	1,1	5,8	18,3	
	4	1.250	25,4	80,7	1,9	6,0	4,2	13,3	31,4	
	5	1.275	28,9	78,5	2,1	5,7	5,8	15,8	36,9	
	6	1.250	31,9	86,7	0,9	2,6	3,9	10,7	36,7	
	7	1.240	43,7	87,2	2,9	5,7	3,5	7,1	50,1	
	<i>TB</i>			21,7	68,6	2,2	12,0	3,7	19,4	27,7
	<i>TB chung</i>			42,8	76,5	2,1	9,0	4,2	14,5	49,1

Kết quả ở bảng 4 cho thấy, về cấu trúc sinh khối khô toàn lâm phần, tổng sinh khối khô toàn lâm phần rừng trồng keo lai bao gồm sinh khối khô tầng cây gỗ, sinh khối khô cây bụi thảm tươi và sinh khối khô vật rơi rụng. Trong đó, sinh khối chủ yếu tập trung vào tầng cây gỗ

chiếm trung bình 76,5%, sinh khối vật rơi rụng chiếm trung bình 14,5% và thấp nhất là sinh khối cây bụi thảm tươi chiếm trung bình 9,0%. Hình ảnh trực quan về cấu trúc sinh khối các bộ phận trong tổng sinh khối lâm phần được thể hiện qua biểu đồ 3.



**Biểu đồ 3.** Cấu trúc sinh khối khô lâm phần keo lai trồng thuần loài (giá trị trung bình cho tất cả 4 cấp đất)

Qua bảng 3 cũng cho thấy rằng sự biến động về cấu trúc của các bộ phận cấu thành sinh khối khô của lâm phần là tương đối lớn. Trong đó, biến động lớn nhất là sinh khối của tầng cây gỗ (từ 12,8 - 96,3%) và trung bình là 76,5%. Nhìn chung tỷ trọng sinh khối của các bộ phận trong lâm phần keo lai biến đổi không theo quy luật tăng giảm rõ ràng khi tuổi rừng tăng lên.

Về tổng sinh khối khô toàn lâm phần: Xét trong cùng một cấp đất, khi tuổi lâm phần tăng lên thì tổng sinh khối khô lâm phần cũng tăng theo. Xét trong cùng một cấp tuổi, tổng sinh khối toàn lâm phần có xu hướng giảm dần theo cấp đất, từ cấp đất tốt đến cấp đất xấu (I>II>III>IV), điều này chứng tỏ sinh khối được tích lũy nhiều hơn ở các cấp đất tốt hơn. Tổng sinh khối khô lâm phần cụ thể trên từng cấp đất như sau: Cấp đất I, tổng sinh khối lâm phần dao động từ 8,85 - 138,13 tấn/ha ứng với cấp tuổi từ 1 đến 7 tuổi; cấp đất II, tổng sinh khối lâm phần dao động từ 9,64 - 93,29 tấn/ha ứng với các cấp tuổi từ 1 đến 7; cấp đất III,

tổng sinh khối lâm phần dao động từ 4,09 - 76,52 tấn/ha ứng với cấp tuổi từ 1 đến 7 và ở cấp đất IV, tổng sinh khối khô lâm phần dao động từ 7,67 - 50,09 tấn/ha ứng với cấp tuổi 1 đến 7. Như vậy, nếu ở độ tuổi khai thác phổ biến hiện nay tại Yên Bái là 7 tuổi, thì tổng sinh khối của lâm phần keo lai ở cấp đất I, II, III và IV lần lượt là 138, 93, 76 và 50 kg/ha. Trong đó, sinh khối khô của tầng cây cao (keo lai) đạt lần lượt là 130, 80, 69 và 43 tấn/ha. Kết quả này là cơ sở quan trọng để lượng hóa sinh khối và lượng carbon/tín chỉ carbon tích lũy được trong rừng trồng keo lai tại Yên Bái nói riêng và ở các khu vực khác có điều kiện tương tự nói chung.

**3.3.2. Mối quan hệ giữa tổng sinh khối toàn lâm phần keo lai với các nhân tố điều tra**

Kết quả nghiên cứu mối quan hệ giữa tổng sinh khối khô toàn lâm phần với các nhân tố điều tra như tuổi (A), mật độ (N),  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$  được thể hiện ở bảng 5.

**Bảng 5.** Mối quan hệ tổng sinh khối khô toàn lâm phần với các nhân tố điều tra

Cấp đất	Phương trình tương quan	R	S	Sig.F	Sig.Ta <sub>1</sub>	Sig. Ta <sub>2</sub>
I	$\ln SK_{tp} = 77,430 - 9,710 \ln N + 1,357 \ln D_{1,3}$	0,99	0,077	0,000	0,000	0,000
	$\ln SK_{tp} = 7,411 + 0,152 * A + 1,297 \ln D_{1,3}$	0,99	0,102	0,000	0,002	0,000
	$\ln SK_{tp} = 7,495 + 0,072 * H_{vn} + 1,119 \ln D_{1,3}$	0,99	0,094	0,000	0,001	0,000
II	$\ln SK_{tp} = 115,646 - 14,848 \ln N + 0,478 \ln D_{1,3}$	0,98	0,140	0,000	0,002	0,043
	$\ln SK_{tp} = 79,238 - 9,875 \ln N + 0,828 \ln H_{vn}$	0,99	0,114	0,000	0,020	0,004
	$\ln SK_{tp} = 8,333 + 0,200 * A + 0,732 \ln D_{1,3}$	0,99	0,123	0,000	0,000	0,000
	$\ln SK_{tp} = 7,833 + 0,138 * A + 0,99 \ln H_{vn}$	0,99	0,098	0,000	0,004	0,000
III	$\ln SK_{tp} = 8,370 + 0,130 * H_{vn} + 0,414 \ln D_{1,3}$	0,99	0,111	0,000	0,000	0,028
	$\ln SK_{tp} = 55,023 - 6,601 \ln N + 1,335 \ln D_{1,3}$	0,99	0,067	0,000	0,000	0,000
	$\ln SK_{tp} = 6,840 + 0,807 \ln D_{1,3} + 0,901 \ln H_{vn}$	0,99	0,103	0,000	0,006	0,005
IV	$\ln SK_{tp} = 7,375 + 0,101 * A + 1,334 \ln D_{1,3}$	0,99	0,091	0,000	0,001	0,000
	$\ln SK_{tp} = 8,513 + 0,214 * A + 0,401 \ln D_{1,3}$	0,98	0,143	0,000	0,000	0,008
Chung	$\ln SK_{tp} = 8,334 + 0,196 * A + 0,498 \ln H_{vn}$	0,98	0,139	0,000	0,000	0,006
	$\ln SK_{tp} = 7,767 + 0,106 * A + 1,150 \ln D_{1,3}$	0,96	0,237	0,000	0,001	0,000
	$\ln SK_{tp} = 8,815 + 0,147 * H_{vn} + 0,187 \ln A$	0,97	0,154	0,000	0,000	0,037
	$\ln SK_{tp} = 8,011 + 0,110 * H_{vn} + 0,680 \ln D_{1,3}$	0,98	0,169	0,000	0,000	0,000

Ghi chú:  $SK_{tp}$  là sinh khối toàn lâm phần; R là hệ số xác định của phương trình tương quan; S là sai tiêu chuẩn hồi quy; Sig. F xác suất tồn tại của mỗi tương quan; và Sig.T là xác suất tồn tại của tham số phương trình tương quan.

Kết quả bảng 5 cho thấy, giữa tổng sinh khối khô lâm phần với các nhân tố điều tra  $D_{1,3}$ ;  $H_{vn}$ ;  $N$ ;  $A$  có mối liên hệ chặt chẽ với nhau. Kết quả đã xây dựng được các phương trình tương quan giữa tổng sinh khối khô lâm phần với các nhân tố điều tra chủ yếu. Các phương trình tương quan lập được đều có hệ số tương quan ở mức chặt đến rất chặt, sai tiêu chuẩn của các phương trình thấp. Kết quả kiểm tra sự tồn tại của hệ số xác định và các hệ số hồi quy đều cho Sig.F và Sig.T nhỏ hơn 0,05 chứng tỏ hệ số tương quan  $R$  và các tham số của phương trình đều tồn tại. Như vậy, thông qua các phương trình trên, khi biết cấp đất, tuổi ( $A$ ), mật độ ( $N$ ),  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$  ta có thể xác định được tổng sinh khối khô của lâm phần đó.

Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng có thể xác định ngay được cấp đất của các lâm phần, vì vậy việc xây dựng mối tương quan giữa sinh khối khô với nhân tố điều tra lâm phần chung cho tất cả các cấp đất. Đây là những kết quả quan trọng phục vụ cho việc xác định nhanh sinh khối khô lâm phần cũng như xây dựng các bảng tra, dự báo và hướng dẫn phương pháp xác định nhanh sinh khối rừng trồng keo lai.

Việc xây dựng các phương trình tương quan giữa sinh khối khô của lâm phần keo lai với các đại lượng điều tra lâm phần như đường kính, chiều cao, tuổi và mật độ hiện tại của cây rừng là cơ sở quan trọng để tính toán, dự đoán sinh khối của toàn lâm phần keo lai. Kết quả này có tính ứng dụng cao cho sản xuất cũng như nghiên cứu tương tự liên quan đến xác định giá trị hoặc định giá rừng và đặc biệt là cơ sở để tính toán khả năng tích lũy carbon

của rừng tại Yên Bái nói chung và Việt Nam nói riêng.

#### IV. KẾT LUẬN

Keo lai là loài cây trồng rừng chủ lực của Việt Nam nói chung và tỉnh Yên Bái nói riêng. Nghiên cứu về đặc điểm sinh khối của rừng trồng keo lai tại Yên Bái cho thấy:

- Dạng hàm Power ( $Y = a \times D_{1,3}^b$ ) là hàm mô phỏng tốt nhất mối quan hệ giữa sinh khối kho và đường kính ngang ngực ( $D_{1,3}$ ) của cây cá thể keo lai.

- Sinh khối cây cá thể keo lai tập trung chủ yếu tại phần thân cây (trung bình chiếm 46,37%), tiếp đến là ở phần rễ cây (chiếm 18,6%), cành cây (chiếm 16,4%), lá cây (chiếm 13,1%) và thấp nhất là trong vỏ cây (chiếm 5,6%). Tổng sinh khối khô cây cá thể keo lai dao động từ 0,7 - 105 kg/cây tương ứng từ tuổi 1 đến tuổi 7, theo đó, sinh khối tăng dần theo tuổi và giảm dần từ cấp đất I - IV.

- Tổng sinh khối khô của lâm phần keo lai dao động từ 4,1 - 138,1 tấn/ha, tương đương với tuổi 1 - 7, theo đó, sinh khối tăng dần theo tuổi và giảm dần từ cấp đất I - IV. Trong đó, sinh khối tập trung chủ yếu ở tầng cây cao - cây keo lai (chiếm trung bình 76,5%), tiếp đến là vật rơi rụng + thân mục (chiếm 14,5%) và thấp nhất là trong cây bụi thảm tươi (chiếm 9%) tổng sinh khối của toàn lâm phần.

- Các hàm đa biến giữa đường kính, chiều cao và tuổi rừng được xây dựng trong nghiên cứu này là phù hợp để dự đoán sinh khối của lâm phần keo lai tại Yên Bái nói chung và các khu vực khác có điều kiện tương tự.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Gỗ Việt, 2022. Xuất khẩu gỗ và lâm sản dự kiến năm 2022 đạt khoảng 16,3 tỷ USD [truy cập ngày 09/08/2022 tại website: <https://goviet.org.vn/bai-viet/xuat-khau-go-va-lam-san-du-kien-nam-2022-dat-khoang-16-3-ty-usd-9798>].
2. Nguyen Van Bich, Alieta Eyles, Daniel Mendham, Tran Lam Dong, David Ratkowsky, Katherine Evans, Vo Dai Hai, Hoang Van Thanh, Nguyen Van Thinh và Caroline Mohammed, 2018. Contribution of harvest residues to nutrient cycling in a tropical Acacia hybrid Willd. plantation. *Forests* 9 (9): 577.
3. Trần Lâm Đồng, Đặng Văn Thuyết, Phan Minh Quang, Hoàng Thị Nhung, Hoàng Văn Thành, Trần Hồng Vân, Phạm Văn Vinh, Dương Quang Trung, Trần Anh Hải, Đào Trung Đức, Lê Văn Nhen, Nguyễn Ngọc Ánh, Nguyễn Văn Minh và Nguyễn Hoài Nam, 2019. Chuyển hóa rừng cung cấp gỗ nhỏ thành rừng gỗ lớn các loài Keo tai tượng và keo lai. Viện Nghiên cứu Lâm sinh, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Báo cáo tổng kết Dự án sản xuất thử nghiệm, Hà Nội. pp. 137.
4. FAO/UNESCO/ISRIC, 1988. FAO-UNESCO soil map of the world. Revised legend. World Soil Resources Report 60. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: FAO. pp. 140.
5. Võ Đại Hải, Đặng Thịnh Triều, Nguyễn Hoàng Tiệp, Nguyễn Văn Bích và Đặng Thái Dương, 2009. Năng suất sinh khối và khả năng hấp thụ carbon của một số dạng rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, pp. 236.
6. Lê Sĩ Hồng, 2019. Trồng rừng gỗ lớn nâng cao giá trị rừng trồng [Online]. Hà Nội: Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Truy cập tại: <https://nongnghiep.vn/trong-rung-go-lon-nang-cao-gia-tri-rung-trong-d245506.html> [Ngày truy cập 20 January 2020].
7. Trần Thị Ngoan, Trần Quang Bảo, 2019. Sinh trưởng của rừng trồng keo lai (*Acacia auriculiformis* × *Acacia mangium*) trên những cấp đất khác nhau tại tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, số 6.
8. Vu Dinh Huong, E. S. Nambiar, L. T. Quang, D. S. Mendham và P. T. Dung, 2015. Improving productivity and sustainability of successive rotations of *Acacia auriculiformis* plantations in South Vietnam. *Southern For.* 77 (1): 51 - 58.

**Email tác giả liên hệ:** bichnv.fsiv@gmail.com

**Ngày nhận bài:** 10/08/2022

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 22/08/2022

**Ngày duyệt đăng:** 19/09/2022