

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG LƯU TRỮ CÁC BON CỦA RỪNG KHỘP TẠI TÂY NGUYÊN

Vũ Đức Quỳnh<sup>1</sup>, Võ Đại Hải<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hạt Kiểm lâm Vị Xuyên - Hà Giang

<sup>2</sup> Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

**Từ khóa:** Các bon,  
khả năng lưu trữ các bon,  
rừng Khộp, Tây Nguyên.

### TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng các bon trong cây cá lè loài ưu thế trong lâm phần rừng Khộp tập trung chủ yếu vào phần thân cây, chiếm từ 49,38% đến 64,95%; tiếp đến là bộ phận cành, chiếm từ 13,25 - 21,50%; các bon trong bộ phận rễ chiếm từ 11,51 - 15,88%; trong vỏ chiếm từ 7,2 đến 17,84%; trong khi lá chỉ chiếm từ 1,54 - 3,72%. Lượng các bon lưu trữ trong cây cá lè loài ưu thế có sự dao động lớn giữa các cấp kính cũng như loài cây. Tính trung bình chung cho tất cả các cấp kính, lượng các bon lưu trữ trong cây cá lè đạt cao nhất là 243,41 kg/cây (loài Dầu trà beng), 212,59 kg/cây (loài Dầu đồng). Trong khi đó, giá trị này dao động từ 149,26 - 166,58 kg/cây đối với các loài còn lại. Tỷ lệ các bon dưới mặt đất/trên mặt đất của cây cá lè loài ưu thế đạt trung bình là 0,19. Kết quả nghiên cứu về cấu trúc các bon của toàn lâm phần cho thấy 67,08% tổng lượng các bon được tích lũy trong đất; 28,39% tích lũy trong tầng cây gỗ, còn lại 4,53% tổng lượng các bon của lâm phần tích lũy trong cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng và cây gỗ chết. Tính trung bình cho các nhóm ưu hợp rừng, mỗi hecta rừng Khộp tại Tây Nguyên lưu trữ được 84,52 tấn các bon. Đã xây dựng được các phương trình tương quan giữa lượng các bon lưu trữ trong cây cá lè loài ưu thế, trên mặt đất, dưới mặt đất và tầng cây cao với  $D_{1.3}$  và  $H_{vn}$ .

### Study on carbon storage ability of dry dipterocarp forest in Central Highlands in Vietnam

**Keyword:** Carbon,  
Carbon storage,  
Central Highlands,  
Dry dipterocarps forest.

The results of this study show that carbon stocks in six major woody species in dipterocarp forest concentrate mainly in stems which account for from 49.38% to 94.95%, following by carbon stocks in branches which range from 13.25% to 21.50%; carbon stocks in roots range from 11.51% to 15.88% and carbon stocks in bark account for from 7.2% to 17.84%. Carbon stocks in leaves, on the other hand, account for from 1.54% to 3.72%. Carbon storages in major woody species vary widely between stem diameter groups as well as species. In average, the highest amount of carbon storages in individual trees is 243.41kg tree<sup>-1</sup>, which belongs to *Dipterocarpus obtusifolius*, following by carbon storage in individual trees of *Dipterocarpus tuberculatus* (212.59kg tree<sup>-1</sup>). By comparison, the figures for the other major species rage from 149.26kg tree<sup>-1</sup> to 166.58kg tree<sup>-1</sup>. The rate of carbon below ground and carbon aboveground of individual trees is 0.19. The results of study on carbon structure reveal that 67.08% and 28.39% of total carbon in dipterocarp forest are carbon in soil and woody species, respectively, while the others carbon pools account for only 4.53%. In average the carbon storage in dipterocarp forest in Central Highlands in Vietnam is 84.52 tons C ha<sup>-1</sup>. The study also establishes some allometric equations to estimate carbon sequestration of dipterocarp forest in Central Highlands in Vietnam.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ sinh thái rừng Khộp là một trong những hệ sinh thái đặc trưng và riêng biệt chỉ phân bố ở khu vực Đông Nam Á. Với khả năng thích nghi cao với điều kiện thời tiết khô hạn kéo dài (mùa khô) và mưa kéo dài (mùa mưa), hệ sinh thái rừng Khộp đã tạo ra một môi trường đặc biệt cho nhiều loài động vật quý hiếm như voi rừng, bò rừng, nai, hổ,... Vì vậy, rừng Khộp luôn được các nước chú ý đặc biệt để bảo vệ và phát triển. Ở Việt Nam, rừng Khộp chỉ phân bố ở một số tỉnh thuộc khu vực Tây Nguyên như Gia Lai, Kon Tum, Đắk Lắk, Lâm Đồng,... Kết quả theo dõi diễn biến tài nguyên rừng trong những năm gần đây cho thấy diện tích rừng Khộp đang bị thu hẹp một cách nhanh chóng do một số nguyên nhân như khai thác rừng trái phép cũng như chuyển đổi mục đích sử dụng đất rừng sang đất canh tác cây công nghiệp như cà phê, cao su,... Điều này góp phần gây ra sự thoái hóa rừng nghiêm trọng dẫn đến làm tăng sự phát thải khí nhà kính vào môi trường, gây nên hiện tượng nóng lên toàn cầu. Để tạo cơ sở khoa học và pháp lý cho việc thực hiện chương trình REDD và chính sách chi trả dịch vụ môi trường rừng thì việc nghiên cứu khả năng lưu trữ các bon của rừng là rất cần thiết.

## II. NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu lượng các bon lưu trữ trong cây cá lè các loài ưu thế trong rừng Khộp.
- Lượng các bon lưu trữ toàn lâm phần rừng Khộp ở Tây Nguyên.
- Xây dựng mô hình dự đoán lượng các bon lưu trữ trong lâm phần rừng Khộp tại Tây Nguyên dựa vào các nhân tố điều tra.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp lập và thu thập số liệu trong các ô tiêu chuẩn

Việc thiết lập các ô tiêu chuẩn phục vụ nghiên cứu sinh khối được thực hiện tại các lâm phần rừng với các dạng ưu hợp rừng và cấp trữ lượng khác nhau. Áp dụng phương pháp phân chia ưu hợp của Walter (1962), rừng Khộp Việt Nam được phân chia thành các nhóm ưu hợp sau: i) Ưu hợp Dầu đồng + Cà chít; ii) Ưu hợp Dầu đồng + Cẩm liên; iii) Ưu hợp Dầu đồng + Chiêu liêu đen; iv) Các ưu hợp khác (Cà chít + Chiêu liêu đen, Cà chít + Thầu tấu, Dầu đồng + Thầu tấu, Dầu đồng + Kơ nia,...).

Do biến động trữ lượng rừng trong mỗi dạng ưu hợp rừng rất lớn, vì vậy đã chia mỗi dạng ưu hợp rừng thành các cấp trữ lượng để làm cơ sở cho việc lập ÔTC, đảm bảo số liệu đại diện và giảm các sai số, cụ thể như sau: (1) Cấp 1:  $0 < M \leq 50$  ( $m^3/ha$ ); (2) Cấp 2:  $50 < M \leq 100$  ( $m^3/ha$ ); (3) Cấp 3:  $100 < M \leq 150$  ( $m^3/ha$ ); (4) Cấp 4:  $150 < M \leq 200$  ( $m^3/ha$ ); (5) Cấp 5:  $200 < M \leq 250$  ( $m^3/ha$ ); (6) Cấp 6:  $250 < M \leq 300$  ( $m^3/ha$ ).

Trong các cấp trữ lượng của các ưu hợp đã phân chia ở trên, tiến hành lập các ÔTC sơ cấp diện tích  $2.500m^2$ , trong các ÔTC này tiến hành điều tra loài cây,  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$  các cây gỗ sống và chết có  $D_{1,3} \geq 30cm$ . Trong các ÔTC sơ cấp tiến hành lập 5 ÔTC thứ cấp diện tích  $100m^2$  ( $10 \times 10m$ ) (4 ô ở 4 góc và 1 ô ở giữa ÔTC sơ cấp. Trong ÔTC thứ cấp điều tra loài cây,  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$  cây gỗ sống + chết có  $5cm \leq D_{1,3} < 30cm$ . Trong mỗi ÔTC thứ cấp lập 1 ô dạng bản  $25m^2$  ( $5 \times 5m$ ) để điều tra cây bụi thảm tươi (CBTT), cây tái sinh  $D_{1,3} < 5cm$ , cây chết  $2 \leq D < 5cm$ . Điều tra vật rơi rụng (VRR) được tiến hành trong các ô  $1 \times 1m$  lập ở giữa ô dạng bản. Tổng số ÔTC sơ cấp đã lập là 40, số ÔTC thứ cấp là 200.

**2.2.2. Phương pháp xác định sinh khối và lượng các bon lưu trữ**

✓ *Xác định sinh khối tầng cây gỗ:*

Sau khi điều tra tầng cây gỗ, tiến hành lựa chọn cây tiêu chuẩn để chặt hạ xác định sinh khối tươi. Cây tiêu chuẩn được lựa chọn rải đều ở các cấp kính và các loài cây khác nhau, trong đó có tính đến ưu tiên cho 6 loài cây ưu thế. Tổng số cây tiêu chuẩn chặt hạ là 270 cây. Chặt hạ cây tiêu chuẩn, phân chia thành các bộ phận: thân, cành, lá, rễ. Cân các bộ phận tại hiện trường được sinh khối tươi của các bộ phận, tổng cộng sinh khối các bộ phận sẽ được sinh khối cây tiêu chuẩn. Lấy mẫu các bộ phận về sấy khô trong phòng thí nghiệm thu được sinh khối khô.

✓ *Xác định sinh khối tầng cây bụi, thảm tươi:*

Tiến hành chặt thu gom toàn bộ cây bụi thảm tươi trên mặt đất trong ô dạng bản 25m<sup>2</sup>. Đào toàn bộ phần rễ của cây bụi thảm tươi dưới mặt. Cân sinh khối tươi của cây bụi, thảm tươi trong ô dạng bản riêng cho từng bộ phận trên và dưới mặt đất. Lấy mẫu sinh khối mang về phòng thí nghiệm sấy để xác định sinh khối khô.

✓ *Xác định sinh khối vật rơi rụng:*

Đối với các ô mẫu nhỏ diện tích 1m<sup>2</sup> trong từng ÔTC dạng bản, thu gom toàn bộ vật rơi rụng (cành khô có đường kính < 2cm, cây gỗ chết có đường kính D<sub>1,3</sub> < 2cm, lá, hoa, quả,...) và cân ngay tại hiện trường thu được kết quả sinh khối tươi vật rơi rụng. Sau đó, trộn đều vật rơi rụng và lấy mỗi ÔTC 1 mẫu 500gam mang về phòng thí nghiệm sấy để xác định sinh khối khô.

✓ *Xác định sinh khối cây gỗ chết:*

Đối với cây gỗ chết có kích thước nhỏ, tiến hành cân sinh khối ngay tại hiện trường.

Riêng cây gỗ chết có kích thước lớn không thuận tiện cho việc cân thì xác định thể tích, sau đó lấy mẫu xác định khối lượng thể tích và quy đổi từ thể tích sang sinh khối.

✓ *Xác định lượng các bon lưu trữ:*

Lấy mẫu sinh khối các bộ phận cây cá lẻ, cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng và cây gỗ chết, tiến hành phân tích hàm lượng các bon tương ứng với từng bộ phận theo phương pháp của Walkey - Black. Đây là phương pháp phân tích thông dụng đã được quy định thành tiêu chuẩn. Nguyên lý của phương pháp xác định hàm lượng các bon trong thực vật là sử dụng ôxy hóa chất hữu cơ bằng dung dịch K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> trong axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

- Lượng các bon lưu trữ trong từng bộ phận của cây cá thể ưu thế, cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng và cây gỗ chết được xác định bằng cách lấy sinh khối khô từng bộ phận nhân với hệ số tỷ lệ hàm lượng các bon lưu trữ/sinh khối khô của các mẫu tương ứng.

- Lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao được tính bằng tổng lượng các bon lưu trữ trong các cây cá thể trong lâm phần.

- Lượng các bon lưu trữ trong đất rừng: Sau khi xác định được hàm lượng các bon trong mẫu đất phân tích, lượng các bon tích lũy trong đất (tấn/ha) được tính theo công thức sau:

$$M_{\text{đất/ha}} = h * d_{\text{đất}} * \%C_{\text{đất}} * S \text{ (tấn/ha)}$$

Trong đó: %C<sub>đất</sub> là hàm lượng các bon tích lũy trong đất (%); h là độ sâu lấy đất (m); d<sub>đất</sub> là dung trọng đất (tấn/m<sup>3</sup>); S là diện tích cần xác định (m<sup>2</sup>).

✓ *Xây dựng mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ với các nhân tố điều tra:*

Phương trình tương quan thể hiện mối quan hệ giữa các đại lượng được xác lập bằng trình

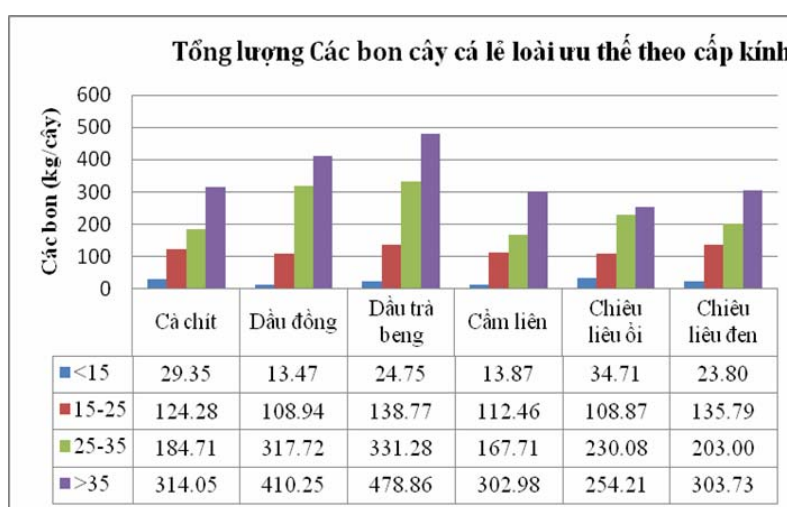
lệnh Analyze\Regression\Curve Estimation trong phần mềm SPSS. Đã thử nghiệm nhiều dạng hàm tương quan tuyến tính 1 lớp, tuyến tính nhiều lớp và các hàm phi tuyến khác nhau (Linear, Logarithmic, Inverse, Quadratic, Cubic, Power, Compound, S, Logistic, Growth, Exponential,...). Phương trình được lựa chọn là phương trình có hệ số tương quan ( $R_{squad}$ ) lớn nhất và xác suất của Sig. F, Sig. Ta, Sig. Tb đều nhỏ hơn 0,05.

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

#### 3.1. Lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ các loài ưu thế trong rừng Khộp

##### 3.1.1. Lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ các loài ưu thế theo cấp kính

Kết quả nghiên cứu cho thấy có 6 loài cây ưu thế ở tầng cây cao của rừng Khộp ở Tây Nguyên. Tổng lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ của các loài này theo cấp kính được thể hiện ở hình 1.



**Hình 1.** Tổng lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ loài ưu thế theo cấp kính của rừng Khộp tại Tây Nguyên

Hình 1 cho thấy: Tổng lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ loài ưu thế có sự biến động lớn giữa các cấp kính và các loài. Theo đó, Dầu trà beng và Dầu đồng là hai loài có lượng các bon lưu trữ lớn nhất ở hầu hết các cấp kính, đặc biệt là ở cấp kính > 35cm nơi mà lượng các bon lưu trữ trong loài Dầu trà beng đạt 478,8g kg/cây, gấp hơn 1,5 lần giá trị tương ứng của loài Cẩm liên cũng như loài Chiêu liêu đen. Sự dao động về lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ loài ưu thế theo cấp kính thể hiện rõ nhất là giữa cấp kính < 15cm và từ 15 - 25cm (với mức độ chênh lệch giữa cấp kính sau lớn hơn cấp kính trước từ khoảng 7,3 lần (ở loài Chiêu

liêu ổi) đến lớn hơn 30 lần (loài Dầu đồng)). Tính trung bình chung cho tất cả các cấp kính, lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ đạt cao nhất là 243,42 kg/cây (loài Dầu trà beng), 212,60 kg/cây (loài Dầu đồng). Trong khi đó, giá trị này dao động từ 149,26 - 166,58 kg/cây đối với các loài còn lại.

##### 3.1.2. Cấu trúc lượng các bon cây cá lẻ các loài ưu thế theo các bộ phận

Cấu trúc lượng các bon lưu trữ trung bình của tất cả các cấp kính của cây cá lẻ loài ưu thế trong rừng Khộp tại khu vực nghiên cứu được thể hiện trong bảng 1.

**Bảng 1.** Cấu trúc lượng các bon lưu trữ cây cá lẻ loài ưu thế trong rừng Khộp

Loài ưu thế	Cấu trúc các bon cây cá thể ưu thế (%)					DMĐ/TMĐ
	Trên mặt đất (TMĐ)				Dưới mặt đất (DMĐ)	
	Thân	Vỏ	Lá	Cành	Rễ	
Cà chít ( <i>Shorea obtuse</i> )	56,52	14,85	2,33	14,79	11,52	0,13
Dầu đồng ( <i>Dipterocarpus tuberculatus</i> )	56,40	12,27	2,83	16,09	12,41	0,14
Dầu trà beng ( <i>Dipterocarpus obtusifolius</i> )	54,47	13,19	2,33	18,50	11,51	0,13
Cầm liên ( <i>Shorea siamensis</i> )	49,38	13,18	3,72	21,50	12,21	0,14
Chiêu liêu ồi ( <i>Terminalia corticosa</i> )	64,95	7,20	2,50	13,25	12,10	0,14
Chiêu liêu đen ( <i>Terminalia alata</i> )	49,79	17,84	1,54	14,94	15,88	0,19

Số liệu bảng 1 cho thấy: lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ của 6 loài cây ưu thế trong rừng Khộp tại khu vực nghiên cứu tập trung chủ yếu ở phần thân cây (dao động từ 49,38 - 64,95%) tương ứng với loài Cầm liên và Chiêu liêu ồi. Tiếp đến là lượng các bon được lưu trữ trong bộ phận cành, chiếm từ 13,25 - 21,50%; các bon trong bộ phận rễ chiếm từ 11,51 - 15,88%; các bon trong vỏ chiếm từ 7,2 đến 17,84%; và thấp nhất là lượng các bon được lưu trữ trong bộ phận lá cây (chỉ chiếm từ 1,54 - 3,72%).

Kết quả trong bảng 1 cũng cho biết tỷ lệ lượng các bon lưu trữ dưới mặt đất/lượng các bon lưu trữ trên mặt đất của cây cá thể loài ưu thế trong lâm phần rừng Khộp. Tỷ lệ này trung bình dao động từ 0,13 đến 0,19 tùy thuộc vào loài cây. Tỷ lệ các bon dưới mặt đất và trên mặt đất tính trung bình cho tất cả 6 loài cây chủ yếu đạt

0,15. Hay nói cách khác, đối với các bon cây cá lẻ loài ưu thế của rừng Khộp ở Tây Nguyên thì tỷ lệ các bon dưới mặt đất chiếm khoảng 15% các bon trên mặt đất. So sánh với một số kết quả nghiên cứu khác cho thấy lượng các bon dưới mặt đất chiếm 18,3% lượng các bon trên mặt đất đối với rừng tự nhiên lá rộng thường xanh (Bảo Huy, 2013), trong khi đó, tỷ lệ này theo IPCC (2006) là 20%.

### 3.2. Lượng các bon lưu trữ toàn lâm phần rừng Khộp ở Tây Nguyên

Lượng các bon lưu trữ toàn lâm phần rừng Khộp được tính bằng lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao, cây gỗ chết, cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng và trong đất rừng. Kết quả tính toán lượng các bon lưu trữ trong toàn lâm phần rừng Khộp ở Tây Nguyên được tổng hợp ở bảng 2.

**Bảng 2.** Cấu trúc lượng các bon lưu trữ trong toàn lâm phần rừng Khộp ở Tây Nguyên

Ưu hợp	Cấp trữ lượng (m <sup>3</sup> /ha)	Lượng các bon lưu trữ toàn lâm phần rừng Khộp										ΣC <sub>lp</sub> (T/ha)
		Tầng cây gỗ		CBTT		VRR		Cây gỗ chết		Đất rừng		
		T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	
Dầu đồng + Cà chít	0 < M ≤ 50	12,08	13,47	0,89	0,99	0,60	0,67	2,26	2,52	73,87	82,35	89,70
	50 < M ≤ 100	21,15	30,98	0,51	0,75	0,75	1,10	4,42	6,47	41,44	60,70	68,27
	100 < M ≤ 150	33,17	33,13	1,15	1,15	0,82	0,82	2,46	2,46	62,52	62,44	100,11
	150 < M ≤ 200	35,78	51,93	0,49	0,71	0,45	0,65	3,05	4,42	29,14	42,29	68,90
	200 < M ≤ 250	36,00	34,56	0,97	0,93	0,74	0,71	3,24	3,11	63,21	60,69	104,16
	250 < M ≤ 300	43,41	40,26	1,14	1,05	1,37	1,27	2,45	2,27	59,46	55,14	107,83
	<i>Trung bình</i>	<i>30,26</i>	<i>34,06</i>	<i>0,86</i>	<i>0,93</i>	<i>0,79</i>	<i>0,87</i>	<i>2,98</i>	<i>3,54</i>	<i>54,94</i>	<i>60,60</i>	<i>89,83</i>

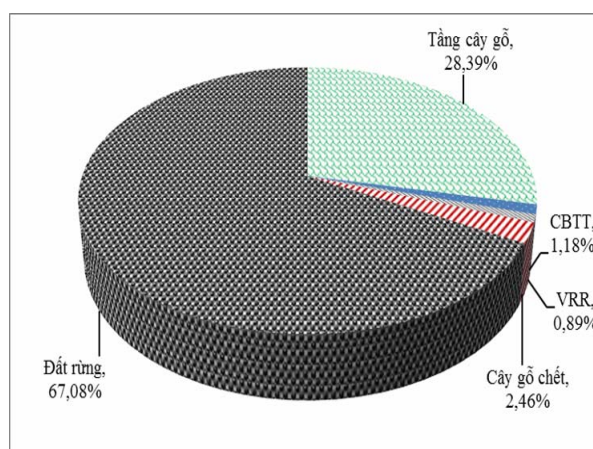
Ưu hợp	Cấp trữ lượng (m <sup>3</sup> /ha)	Lượng các bon lưu trữ toàn lâm phần rừng Khộp										$\Sigma C_{lp}$ (T/ha)
		Tầng cây gỗ		CBTT		VRR		Cây gỗ chết		Đất rừng		
		T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	
Dầu đồng + Cẩm liên	0 < M ≤ 50	4,64	5,78	1,30	1,62	0,81	1,01	0,47	0,59	73,02	91,00	80,24
	50 < M ≤ 100	31,81	33,92	1,22	1,30	0,90	0,96	1,86	1,98	58,00	61,84	93,79
	100 < M ≤ 150	56,25	46,55	0,65	0,53	0,44	0,37	3,85	3,19	59,66	49,36	120,85
	<i>Trung bình</i>	<i>30,90</i>	<i>28,75</i>	<i>1,05</i>	<i>1,15</i>	<i>0,72</i>	<i>0,78</i>	<i>2,06</i>	<i>1,92</i>	<i>63,56</i>	<i>67,40</i>	<i>98,29</i>
Dầu đồng + Chiêu liêu đen	0 < M ≤ 50	3,72	6,85	1,31	2,41	0,69	1,27	0,81	1,48	47,80	87,99	54,33
	50 < M ≤ 100	13,62	18,41	0,98	1,33	0,59	0,79	2,35	3,18	56,43	76,28	73,97
	150 < M ≤ 200	27,82	29,84	0,80	0,86	0,49	0,53	1,74	1,86	62,38	66,91	93,22
	<i>Trung bình</i>	<i>15,05</i>	<i>18,37</i>	<i>1,03</i>	<i>1,53</i>	<i>0,59</i>	<i>0,86</i>	<i>1,63</i>	<i>2,18</i>	<i>55,53</i>	<i>77,06</i>	<i>73,84</i>
Ưu hợp khác	0 < M ≤ 50	5,03	7,38	1,44	2,12	0,94	1,38	0,56	0,83	60,15	88,29	68,13
	50 < M ≤ 100	23,85	31,05	0,64	0,83	1,12	1,45	2,99	3,89	48,23	62,78	76,82
	100 < M ≤ 150	23,52	36,66	0,60	0,93	0,29	0,45	1,50	2,34	38,25	59,62	64,15
	150 < M ≤ 200	31,33	39,51	0,64	0,81	0,78	0,99	0,87	1,10	45,67	57,59	79,30
	200 < M ≤ 250	43,62	47,35	0,83	0,90	0,73	0,79	2,69	2,92	44,25	48,04	92,12
	<i>Trung bình</i>	<i>25,47</i>	<i>32,39</i>	<i>0,83</i>	<i>1,12</i>	<i>0,77</i>	<i>1,01</i>	<i>1,72</i>	<i>2,22</i>	<i>47,31</i>	<i>63,27</i>	<i>76,10</i>
Trung bình chung		25,42	28,39	0,94	1,18	0,72	0,89	2,10	2,46	55,34	67,08	84,52

Chú thích: CBTT: Cây bụi thảm tươi; VRR: Vật rơi rụng.

Kết quả bảng 2 cho thấy: Tổng lượng các bon lưu trữ trong toàn lâm phần có xu hướng tăng lên cùng với sự tăng lên của chất lượng rừng và thay đổi theo các ưu hợp, cụ thể: Lượng các bon lưu trữ trong lâm phần rừng Khộp đạt cao nhất ở dạng ưu hợp của Dầu đồng + Cẩm liên (98,29 tấn/ha), tiếp đến là các ưu hợp của Dầu đồng + Cà chít và các dạng ưu hợp khác với lần lượt lượng các bon lưu trữ trong lâm phần đạt 89,83 tấn/ha và 76,10 tấn/ha; thấp nhất là ưu hợp của Dầu đồng + Chiêu liêu đen chỉ đạt 73,84 tấn/ha; trung bình chung cho tất cả các dạng ưu hợp rừng, mỗi hecta rừng Khộp ở Tây Nguyên hiện nay lưu trữ được 84,52 tấn các bon.

- Cấu trúc lượng các bon lưu trữ trong lâm phần rừng Khộp tập trung chủ yếu trong đất rừng (67,08% tính tới độ sâu 50cm) và tầng cây gỗ (28,39%); còn lượng các bon lưu trữ

trong cây gỗ chết chiếm 2,46%, cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng chỉ chiếm một phần rất nhỏ tương ứng với 1,18% và 0,89%. Hình ảnh trực quan về cấu trúc lượng các bon lưu trữ trong lâm phần rừng Khộp ở Tây Nguyên được thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Cấu trúc lượng các bon lưu trữ trong lâm phần rừng Khộp ở Tây Nguyên

Đổi chiều một số kết quả nghiên cứu về lượng các bon lưu trữ trong lâm phần của một số loại rừng trên thế giới (dẫn theo công bố của FFPRI) cho thấy: lượng các bon trong đất của rừng Khộp ở Thái Lan đạt 53% (Takahashi *et al.*, 2011); giá trị này ở rừng Khộp núi thấp và rừng Khộp núi cao ở Malaysia đạt lần lượt là 19% (Yoda, 1978; Yamashita *et al.*, 2003) và 24% (Tange *et al.*, 1998); trong khi đó lượng các bon trong đất ở rừng Khộp núi thấp tại Indonesia chiếm 25%. Cũng theo công bố của FFPRI, lượng các bon trong vật rơi rụng của rừng Khộp tại 3 quốc gia nêu trên chỉ chiếm 1%; còn lượng các bon trong tầng cây gỗ chết chiếm 2% (rừng Khộp Thái Lan), 7% (rừng Khộp núi thấp ở Malaysia), 8% (rừng Khộp núi cao ở Malaysia), và 17% (rừng Khộp núi

thấp tại Indonesia). Như vậy, có thể nói kết quả nghiên cứu ở mỗi nước về rừng Khộp là có sự khác nhau, điều này theo FFPRI thì loại rừng cũng như những yếu tố tác động như lửa rừng, tác động của con người,... cũng có thể dẫn tới sự thay đổi về cấu trúc các bon giữa các bể chứa.

**3.3. Xây dựng mô hình dự đoán lượng các bon lưu trữ trong lâm phần rừng Khộp tại Tây Nguyên dựa vào các nhân tố điều tra**

**3.3.1. Mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trong cây cá thể của loài ưu thế với  $D_{1,3}$ ,  $H_{vn}$**

Kết quả xây dựng mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trong cây cá thể loài ưu thế với  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$  được tổng hợp ở bảng 3.

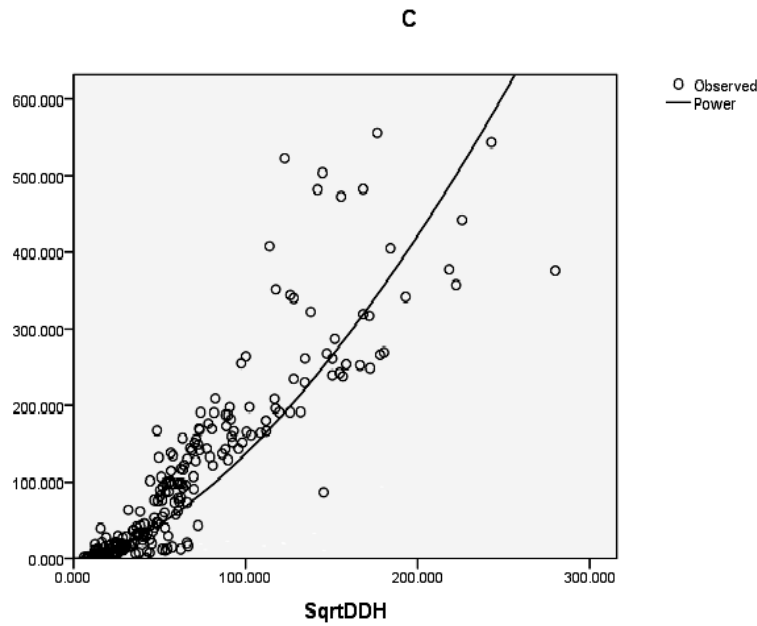
**Bảng 3.** Mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ cây cá thể của 6 loài chủ yếu với  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$

Loài	Phương trình quan hệ	$R^2$	Sig.F	Sig.Ta	Sig.Tb
Cà chít	$C_{ct} = 0,782 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,176}$	0,82	0,00	0,01	0,00
Cắm liên	$C_{ct} = 0,067 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,663}$	0,93	0,00	0,03	0,00
Chiêu liêu đen	$C_{ct} = 0,154 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,537}$	0,97	0,00	0,00	0,00
Chiêu liêu ổi	$C_{ct} = 0,225 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,404}$	0,91	0,00	0,04	0,00
Dầu đồng	$C_{ct} = 0,033 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,856}$	0,89	0,00	0,00	0,00
Dầu trà beng	$C_{ct} = 0,032 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,933}$	0,97	0,00	0,03	0,00
<i>Chung các loài cây</i>	$C_{ct} = 0,077 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,624}$	0,77	0,00	0,00	0,00

Trong đó:  $C_{ct}$ : Lượng các bon lưu trữ của cây cá thể (kg);  $D_{1,3}$  là đường kính tại vị trí 1,3m của thân cây;  $H_{vn}$  là chiều cao vút ngọn.

Bảng 3 cho thấy: Giữa lượng các bon lưu trữ của cây cá thể với đường kính ( $D_{1,3}$ ), chiều cao ( $H_{vn}$ ) thực sự tồn tại mối quan hệ dưới dạng hàm số mũ với hệ số xác định  $R^2$  rất cao, dao động từ 0,77 đến 0,97. Kết quả kiểm tra sự tồn tại của hệ số xác định bằng tiêu chuẩn F và các hệ số của phương trình bằng tiêu chuẩn T cho thấy xác suất Sig.F, Sig.Ta, Sig.Tb đều nhỏ hơn 0,05, chứng tỏ các hệ số của các phương

trình này luôn tồn tại trong tổng thể. Nhìn chung, dạng hàm Power  $Y = a * X^b$  được dùng để mô phỏng tốt cho mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trong cây cá thể loài ưu thế với các nhân tố điều tra ( $D_{1,3}$ ,  $H_{vn}$ ), vì vậy khi xác định được các nhân tố điều tra cơ bản ( $D_{1,3}$ ,  $H_{vn}$ ) có thể xác định được lượng các bon lưu trữ trong các loài cây cá thể. Hình ảnh trực quan về mối quan hệ này được thể hiện qua hình 3.



**Hình 3.** Mô phỏng mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ loài ưu thế với  $D^2H$

**3.3.2. Mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trên mặt đất cây cá lẻ của loài cây ưu thế với  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$**

thế với các nhân tố điều tra được tổng hợp ở bảng 4.

Kết quả xây dựng mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trên mặt đất trong cây cá lẻ loài ưu

**Bảng 4.** Phương trình tương quan giữa lượng các bon trên mặt đất của cây cá thể loài ưu thế trong lâm phần rừng Khộp với  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$

Loài	Phương trình quan hệ	R <sup>2</sup>	Sig.F	Sig.Ta	Sig.Tb
Cà chít	$C_{tmd} = 0,710 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,170}$	0,82	0,00	0,01	0,00
Cắm liên	$C_{tmd} = 0,051 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,695}$	0,93	0,00	0,03	0,00
Chiêu liêu đen	$C_{tmd} = 0,068 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,681}$	0,96	0,00	0,00	0,00
Chiêu liêu ổi	$C_{tmd} = 0,229 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,400}$	0,91	0,00	0,04	0,00
Dầu đồng	$C_{tmd} = 0,025 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,891}$	0,89	0,00	0,00	0,00
Dầu trà beng	$C_{tmd} = 0,024 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,996}$	0,97	0,00	0,04	0,00
Chung các loài cây	$C_{tmd} = 0,055 * (\text{Sqrt}(D_{1,3}^2 H_{vn}))^{1,669}$	0,78	0,00	0,00	0,00

Kết quả bảng 4 cho thấy, thực sự tồn tại mối quan hệ chặt chẽ giữa lượng các bon lưu trữ trên mặt đất cây cá thể các loài ưu thế của rừng Khộp với  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$  với hệ số xác định cao ( $R^2$  dao động từ 0,78 đến 0,97) và các hệ số xác định này đều tồn tại (kết quả Sig.F, Sig.Ta, Sig.Tb đều nhỏ hơn 0,05). Vì vậy, có thể sử dụng các phương trình trên để tính nhanh lượng các bon lưu trữ trên mặt đất của cây cá thể loài ưu thế trong lâm phần rừng

Khộp hoặc dùng phương trình chung cho tất cả các loài cây khi biết  $D_{1,3}$  và  $H_{vn}$ .

**3.3.3. Mối quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao với tổng tiết diện ngang (G) và trữ lượng lâm phần (M)**

Kết quả xây dựng tương quan giữa lượng các bon lưu trữ với tổng tiết diện ngang và trữ lượng lâm phần thể hiện ở bảng 5.



**Bảng 5.** Phương trình tương quan giữa lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao và toàn lâm phần với tổng tiết diện ngang và trữ lượng lâm phần

Phương trình quan hệ	R <sup>2</sup>	Sig.F	Sig.Ta	Sig.Tb
$M_{Cc} = 0,453 * G^{1,268}$	0,75	0,00	0,00	0,00
$M_{Cip} = 17,467 * M / G^{1,013}$	0,92	0,00	0,00	0,00
$M_{Cc} = 0,166 * M^{1,045}$	0,83	0,00	0,00	0,00
$M_{Cip} = 33846 / M^{1,604}$	0,93	0,00	0,00	0,00
$M_{Cc} = 0,256 * \text{Sqrt}(G * M)^{1,153}$	0,80	0,00	0,00	0,00
$M_{Cip} = 25,693 * M / \text{Sqrt}(G * M)^{0,900}$	0,93	0,00	0,00	0,00
$M_{Cc} = 0,449 * B_{Cc}^{1,015}$	0,99	0,00	0,00	0,00

*Ghi chú:* C<sub>c</sub> là lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao; C<sub>ip</sub> là lượng các bon lưu trữ toàn lâm phần.

Qua bảng 5 cho thấy, giữa lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao và toàn lâm phần với tổng tiết diện ngang và trữ lượng lâm phần có mối quan hệ khá chặt chẽ với nhau với hệ số xác định R<sup>2</sup> từ 0,75 - 0,99. Kết quả kiểm tra sự tồn tại của hệ số xác định và các hệ số của phương trình đều cho thấy Sig.F, Sig.Ta, Sig.Tb < 0,05 chứng tỏ các hệ số này đều tồn tại. Có thể sử dụng các phương trình này để xác định lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao hoặc toàn lâm phần ở Tây Nguyên khi biết tổng tiết diện ngang và trữ lượng của lâm phần.

**IV. KẾT LUẬN**

Lượng các bon lưu trữ trong cây cá thể của 6 loài ưu thế đều tuân theo quy luật tăng dần theo cấp đường kính của cây: Lượng các bon lưu trữ trung bình trong cây cá thể của loài Dầu trà beng và Dầu đồng đạt cao nhất tương ứng với 243,41 kg/cây và 212,59 kg/cây, lượng các bon trung bình lưu trữ được của loài Cẩm liên trong lâm phần rừng Khộp đạt thấp nhất (149,26 kg/cây).

Lượng các bon lưu trữ trong cây cá thể loài ưu thế tập trung chủ yếu ở phần thân cây (chiếm trung bình khoảng 52,25%), tiếp đến là phần cành, vỏ và rễ cây chiếm lần lượt là 16,51%, 13,09% và 12,61%. Lượng các bon lưu trữ trong phần lá cây chiếm tỷ lệ thấp nhất, chỉ đạt trung bình 3,08%.

Tổng lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao của lâm phần rừng Khộp biến động khá lớn theo các ưu hợp và trữ lượng rừng, đạt bình quân 25,42 tấn/ha, trong đó cao nhất ở ưu hợp Dầu đồng + Cẩm liên (trung bình đạt 30,90 tấn/ha) và thấp nhất ở dạng ưu hợp Dầu đồng + Chiêu liêu đen (trung bình chỉ đạt 15,05 tấn/ha); Còn lượng các bon lưu trữ trong dạng ưu hợp Dầu đồng + Cà chít và các dạng ưu hợp khác (Dầu đồng + Sô, Cà chít + Chiêu liêu đen, Dầu trà beng + Trâm trắng, Dầu đồng + Vừng,...) đạt lần lượt là 30,26 tấn/ha và 25,47 tấn/ha. Tính trung bình chung cho cả lâm phần, lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao là 25,42 tấn/ha, chiếm 28,39% tổng lượng các bon của cả lâm phần.

Lượng các bon lưu trữ trong đất rừng đạt 55,34 tấn/ha, chiếm 67,08% tổng lượng các bon lưu trữ toàn lâm phần; trong CBTT đạt 0,94 tấn/ha, chiếm 1,18%; lượng các bon lưu trữ trung bình trong cây gỗ chết là 2,10 tấn/ha, chiếm 2,46% và trong VRR là 0,72 tấn/ha, chiếm 0,89%.

Tổng lượng các bon lưu trữ trong lâm phần rừng Khộp đạt cao nhất ở dạng ưu hợp của Dầu đồng + Cẩm liên (98,29 tấn/ha), tiếp đến là các ưu hợp của Dầu đồng + Cà chít và các dạng ưu hợp khác với lần lượt lượng các bon lưu trữ trong lâm phần đạt 89,83 tấn/ha và 76,10 tấn/ha; thấp nhất ở ưu hợp của Dầu đồng + Chiêu liêu đen chỉ đạt 73,84 tấn/ha; trung bình chung cho

tất cả các dạng ưu hợp rừng, mỗi hécta rừng Khộp ở Tây Nguyên hiện nay lưu trữ được 84,52 tấn các bon.

Nghiên cứu đã xây dựng được các phương trình tương quan giữa lượng các bon lưu trữ trong cây cá lẻ các loài ưu thế với  $D_{1.3}$ ,  $H_{vn}$ ;

quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trong cây cá thể loài ưu thế loài ưu thế dưới mặt đất và trên mặt đất và quan hệ giữa lượng các bon lưu trữ trong tầng cây cao, tổng lượng các bon lưu trữ trong lâm phần với tổng tiết diện ngang (G), trữ lượng (M).

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bảo Huy, 2013. Mô hình sinh trắc và Viễn thám - GIS để xác định lượng CO<sub>2</sub> hấp thụ của rừng lá rộng thường xanh vùng Tây Nguyên. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.
2. FFPRI (Forestry and Forest Products Research Institute). [http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/EA - FDPN/datasets/summary/4sitecomparison.html](http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/EA-FDPN/datasets/summary/4sitecomparison.html).
3. IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe Ka., (eds). Published: IGES, Japan.
4. Võ Đại Hải và Đặng Thịnh Triều, 2012. Nghiên cứu khả năng hấp thụ các bon của rừng tự nhiên lá rộng thường xanh, bán thường xanh và rụng lá ở Tây Nguyên. Báo cáo tổng kết đề tài. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.
5. Vũ Tấn Phương, 2012. Xác định trữ lượng các bon và phân tích hiệu quả kinh tế rừng trồng Thông ba lá (*Pinus kesiya* Royle Ex Gordon) theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam. Luận án tiến sĩ lâm nghiệp, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

**Người thẩm định:** TS. Đặng Thịnh Triều