

ƯỚC TÍNH TĂNG TRƯỞNG VÀ DỰ ĐOÁN LƯỢNG CÁC BON TÍCH LŨY TRONG RỪNG GỖ TỰ NHIÊN LÁ RỘNG THƯỜNG XANH TẠI MỘC CHÂU, SƠN LA

Nguyễn Thế Dũng, Hoàng Thị Dung, Phạm Thế Anh

ThS. Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Việc nghiên cứu đưa ra phương pháp ước tính trữ lượng các bon của rừng tự nhiên là cần thiết, nhất là khi Việt Nam tham gia vào chương trình giảm phát thải từ suy thoái và mất rừng (REDD), làm cơ sở cho chi trả dịch vụ môi trường nói chung và hấp thụ CO₂ của rừng nói riêng. Phương pháp luận nghiên cứu dựa vào mối quan hệ hữu cơ giữa sinh khối rừng và lượng các bon tích lũy, đồng thời khả năng tích lũy các bon của thực vật, đất rừng có mối quan hệ với các nhân tố sinh trưởng của thực vật theo các dạng quan hệ toán học. Nhóm tác giả áp dụng rút mẫu thực nghiệm để ước lượng sinh khối kết hợp với phương pháp phân tích thống kê, từ đó xây dựng được các hàm ước lượng sinh khối, các bon tích lũy, CO₂ hấp thụ thông qua các biến số là các nhân tố sinh trưởng trong điều tra rừng theo từng năm hoặc chu kì. Các hàm ước lượng này sẽ là mô hình dự đoán CO₂ hấp thụ được cho các trạng thái, kiểu rừng ở thực tiễn sau này.

Từ khóa: Hấp thụ CO₂, phát thải, rừng lá rộng thường xanh, sinh khối rừng, trữ lượng.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ước tính sinh khối và trữ lượng các bon rừng tự nhiên ở nước ta hiện là một chủ đề mới mẻ và cấp thiết. Việt Nam đã tham gia chương trình *giảm phát thải từ mất rừng và suy thoái rừng* (REDD) của Liên hiệp quốc (UN-REDD Việt Nam, 2012). Một trong những vấn đề mấu chốt để thực thi REDD và REDD⁺ đó là việc xây dựng hệ thống *đo đạc, báo cáo và thẩm định* (MRV) và xác định được các đường phát thải tham chiếu (REL) và đường cơ sở (RL). Hiện nay có 2 phương pháp ước tính lượng phát thải: Phương pháp đánh giá thay đổi trữ lượng và phương pháp tăng – giảm (IPCC 2006).

Phương pháp đánh giá thay đổi trữ lượng thường áp dụng cho trường hợp mất rừng, còn phương pháp tăng giảm thích hợp cho trường hợp suy thoái rừng (IPCC 2006). Như vậy, để ước tính được lượng phát thải từ suy thoái rừng phải xác định được lượng tăng trưởng hàng năm cũng như lượng mất đi hàng năm về trữ lượng các bon trong bể chứa. Tại Việt Nam hiện nay, những nghiên cứu về sinh khối và trữ lượng các bon rừng còn rất hạn chế, chủ yếu

tập trung cho đối tượng rừng trồng. Những nghiên cứu về tăng trưởng rừng tự nhiên cũng mới chỉ tập trung cho một vài kiểu rừng và chủ yếu cho chỉ tiêu tăng trưởng trữ lượng, chưa có nhiều nghiên cứu đề cập đến tăng trưởng trữ lượng các bon của rừng. Nghiên cứu về tăng trưởng trữ lượng các bon rừng là vấn đề cần quan tâm và đầu tư. Xuất phát từ nhu cầu thực tế đó, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu “*Ước tính tăng trưởng và dự đoán sản lượng trữ lượng các bon cho đối tượng rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh tại Mộc Châu, Sơn La*”.

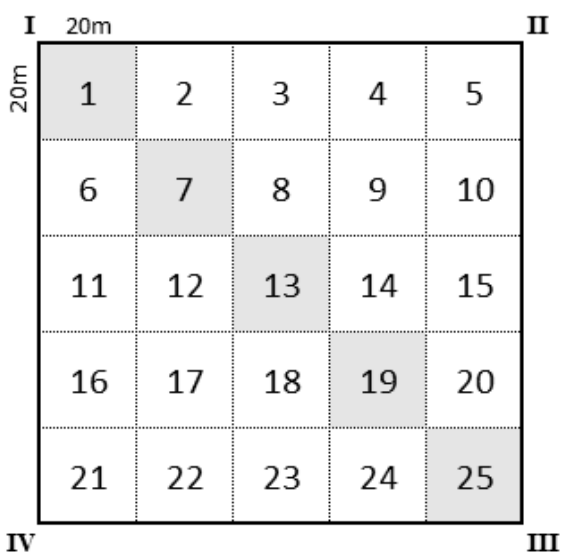
II. VẬT LIỆU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tài liệu, vật liệu nghiên cứu

Kế thừa số liệu điều tra tại các ô mẫu định vị nghiên cứu sinh thái ở chu kỳ 3 (năm 2003) và chu kỳ 4 (năm 2008) của Viện Điều tra Quy hoạch rừng (ĐTQHR) thực hiện tại khu vực nghiên cứu. Phương pháp bố trí hệ thống ô mẫu định vị nghiên cứu sinh thái mà Viện ĐTQHR đã thực hiện cơ bản như sau:

Ô mẫu định vị tại khu vực nghiên cứu có số hiệu 38-32B, nằm trong tiểu khu 1005 có tọa độ địa lý (UTM) 2289000 N, 0467000 E. Tọa độ mốc số I của các ô mẫu đo đếm như sau:

Ô mẫu đo đếm	Cột mốc	Tọa độ địa lý (UTM)	Trạng thái
1	I	2289861 N; 0466140 E	IIIA3
2	I	2289861 N; 0466340 E	IIIA3
3	I	2289751 N; 0466526 E	IIIA3



Hình 1. Sơ đồ bố trí các phân ô đo đếm (1->25) trong ô mẫu đo đếm. I, II, III và IV là số hiệu các cọc mốc của ô đo đếm

2.2. Thu thập số liệu ngoài hiện trường

2.2.1. Xác định vị trí và ranh giới ô mẫu ngoài hiện trường

Dựa vào cơ sở dữ liệu tọa độ các ô mẫu này, sử dụng GPS và bản đồ để xác định vị trí các ô mẫu (thực chất là các cọc mốc) ngoài thực địa. Sau khi xác định được vị trí của ô mẫu định vị và các ô mẫu đo đếm, tiến hành xác định ranh giới các ô đo đếm. Sau đó tiến hành dùng thước dây để xác định ranh giới các phân ô đo đếm.

2.2.2. Điều tra tử mĩ ô mẫu đo đếm

Sau khi xác định được ranh giới của các ô mẫu đo đếm và phân ô đo đếm tiến hành kiểm tra số hiệu của tất cả các cây dựa vào sơ đồ vị trí và trắc đồ bằng của từng phân ô đo đếm. Những cây bị mất biển cần xác định lại số hiệu qua sơ đồ vị trí. Bổ sung số hiệu, vị trí và giám định tên loài các cây mới tham gia tầng cây gỗ ($D_{1.3} \geq 6$ cm).

Để ước tính hàm lượng các bon tích lũy cho tầng cây gỗ qua phương trình sinh khối tiến hành đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng như sau:

- Đo đường kính $D_{1.3}$ ở tất cả các phân ô đo đếm bằng thước dây đo đường kính, đọc kết quả chính xác đến mm.
- Đo chiều cao vút ngọn tại các phân ô đo đếm có số hiệu lẻ (1, 3, 5,..., 25) bằng thước đo cao Vertex IV, đọc kết quả chính xác đến dm.

Kết quả đo đếm được ghi vào mẫu biểu sau:

Mẫu phiếu điều tra các ô mẫu đo đếm

PHIẾU ĐIỀU TRA Ô MẪU ĐO ĐẾM

Số hiệu ÔĐV: _____ Tọa độ ÔĐĐ X: _____ Ngày điều tra: _____
 Số hiệu ÔĐĐ: _____ Y: _____ Người điều tra: _____
 Trạng thái: _____ Độ cao (m): _____ Độ dốc: _____
 Địa chỉ: _____

Phân ÔĐĐ	Số hiệu cây	Tên loài	$D_{1.3}$ (cm)	H_{vn} (m)	Ghi chú	Phân ÔĐĐ	Số hiệu cây	Tên loài	$D_{1.3}$ (cm)	H_{vn} (m)	Ghi chú

2.3. Phương pháp xử lý, tính toán nội nghiệp

2.3.1. Tập hợp số liệu điều tra các thời kỳ

Số liệu điều tra ở 2 chu kỳ 3 và 4 được thực hiện bởi Viện ĐTQHR và số liệu điều tra hiện tại (chu kỳ 5) được tập hợp và tổng hợp thành bộ cơ sở dữ liệu qua phần mềm Excel, tạo điều kiện thuận lợi cho việc xử lý số liệu sau này.

2.3.2. Mô phỏng đặc điểm cấu trúc của lâm phần nghiên cứu qua các thời kỳ

Đặc điểm cấu trúc của lâm phần là một trong những cơ sở để ta dự đoán sản lượng cho lâm phần. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tiến hành mô phỏng đặc điểm cấu trúc lâm phần ở các thời điểm điều tra qua đặc điểm phân bố số cây theo đường kính và đường cong chiều cao.

Từ số liệu điều tra các thời kỳ, tiến hành lập phân bố đường kính cho các ô mẫu đo đếm bằng phần mềm Statistica. Phân bố đường kính được lập có các cỡ đường kính thống nhất với cự ly giữa các tổ là 4 cm, trị số giữa tổ là các giá trị 8, 12, 16,... Bên cạnh phân bố đường kính, đường cong chiều cao các ô đo đếm cũng được xác định thông qua các cặp số liệu đo D1.3 và H_{vn} ở các phân ô lẻ. Một vài dạng phương trình được sử dụng để mô phỏng cho quy luật tương quan này như:

$$H = b_0 + b_1 * \log(D_{1.3}) \quad (2.1)$$

$$H = b_0 + b_1 * D_{1.3} + b_2 * D_{1.3}^2 \quad (2.2)$$

$$H = b_0 * D_{1.3}^{b_2} \quad (2.3)$$

Phương trình tương quan tối ưu sẽ được chọn dựa vào một số tiêu chí sau:

- Sự tồn tại của các tham số phương trình
- Phương trình có hệ số xác định đã hiệu chỉnh cao nhất (Adjusted R-square, \bar{R}^2) (Cohen, J., et al. 2003):

$$\bar{R}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p-1} \right) * (1 - R^2) \quad (2.4)$$

- Phương trình có giá trị RMSE thấp nhất (Root Mean Square Error) (Cohen, J., et al. 2003):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.5)$$

- Phương trình có chỉ số AIC thấp nhất (Akaike Information Criterion) (Kuiper, R.M., et al. 2011):

$$AIC = n * \ln \left(\frac{SSE}{n} \right) + 2p \quad (2.6)$$

Trong đó:

- p : số tham số của phương trình;
- n : dung lượng mẫu;
- SSE : tổng sai số ngẫu nhiên (Sum of Square Error), $SSE = RMSE^2$.

2.3.3. Phương pháp ước tính sinh khối trên mặt đất

Để ước tính sinh khối trên mặt đất (AGB) cây cá lẻ trong các ô đo đếm đề tài ứng dụng kết quả nghiên cứu của Nguyễn Đình Hùng và cộng sự (2012) về xây dựng phương trình sinh khối cho rừng gỗ lá rộng thường xanh tại khu vực Đông Bắc:

$$AGB = 0,1142 * D^{2,4451} \quad R^2 = 0,9996 \quad (2.7)$$

2.3.4. Phương pháp ước tính hàm lượng các bon tích lũy

Theo Hướng dẫn kỹ thuật của IPCC (2006), hàm lượng các bon tích lũy trong cây có thể ước tính gần đúng thông qua AGB theo công thức sau:

$$\text{Các bon} = AGB * 0,47 \quad (2.8)$$

Từ hàm lượng các bon sẽ quy đổi ra trữ lượng khí CO₂ hấp thụ theo công thức:

$$CO_2 = \text{Các bon} * 44/12 \quad (2.9)$$

2.3.5. Xác định các đại lượng tăng trưởng

Một số đại lượng tăng trưởng của lâm phần được tính toán theo các công thức dưới đây:

- Tăng trưởng định kỳ (Z_{nt}):

$$Z_{nt} = t_a - t_{a-n} \quad (2.10)$$

- Tăng trưởng bình quân định kỳ (Δ_{nt}):

$$\Delta_{nt} = \frac{t_a - t_{a-n}}{n} \quad (2.11)$$

- Suất tăng trưởng (Dong, J., *et al.*):

$$P_t = \frac{Z_m}{t_a} \times 100 \quad (2.12)$$

Trong đó:

t_a và t_{a-n} : giá trị của nhân tố điều tra ($D_{1.3}$, AGB, Các bon, CO_2) tại thời điểm a và $a-n$.

2.3.6. Dự đoán tăng trưởng và sản lượng trữ lượng các bon

Trữ lượng các bon của rừng được ước tính từ hàm lượng sinh khối khô theo công thức (2.8), mà hàm lượng sinh khối khô lại được tính dựa vào phương trình tương quan (2.7), trong đó chỉ có 1 biến độc lập là đường kính $D_{1.3}$. Do vậy về cơ bản để dự đoán tăng trưởng và sản lượng trữ lượng các bon chính là việc đi dự đoán tăng trưởng đường kính $D_{1.3}$ của từng cỡ kính ở mỗi định kỳ đo đếm. Để làm được điều này tác giả dựa vào động thái phân bố số cây theo cỡ đường kính của lâm phần.

Mô hình tăng trưởng:

Mô hình tăng trưởng đường kính được dự đoán như sau: Giả sử cỡ kính j tại thời điểm A có N_j cây, sau định kỳ n năm (ở đây $n = 5$ năm hoặc $n = 10$ năm) có tăng trưởng đường kính là Z_{D_j} (được tính theo công thức (2.10), với K là cự ly cỡ kính ($K = 4$ cm), hệ số chuyển cấp f_j được xác định theo công thức (Vũ Tiến Hình, 2012):

$$f_j = \frac{Z_{D_j}}{K} \quad (2.13)$$

Trong công thức (2.13), f_j là hệ số chuyển cấp và gồm 2 phần: Phần nguyên (f_{j1}) và phần thập phân (f_{j2}).

Với định kỳ tăng trưởng $n=10$ năm thì có thể xảy ra 2 trường hợp:

- Phần nguyên $f_{j1} = 0$. Khi đó

$$N_{i+1} = N_j \cdot f_{j2} \quad (2.14)$$

$$N_i = N_j - N_j \cdot f_{j2} \quad (2.15)$$

- Phần nguyên $f_{j1} = 1$, ta có:

$$N_{i+2} = N_j \cdot f_{j2} \quad (2.16)$$

$$N_{i+1} = N_j - N_j \cdot f_{j2} \quad (2.17)$$

Với $i = j + f_{j1}$

Quá trình chết

Để đơn giản cho việc tính toán, giả thiết rằng quá trình chết tự nhiên không xảy ra trong định kỳ 5 năm hoặc 10 năm. Rừng được bảo vệ nghiêm ngặt.

Xác lập mô hình dự đoán số lượng cây tái sinh chuyển lên tầng cây cao:

Để xác định số lượng cây tái sinh chuyển lên tầng cây cao tác giả ứng dụng kết quả nghiên cứu từ đề tài “Hoàn thiện phương pháp xác định tăng trưởng và dự đoán sản lượng rừng tự nhiên ở Việt Nam” của Vũ Tiến Hình và cộng sự (2010).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm sinh trưởng và tăng trưởng của lâm phần tự nhiên lá rộng thường xanh qua các thời kỳ

Qua số liệu đo đếm ở chu kỳ 3 và 4 được thực hiện bởi Viện Điều tra quy hoạch rừng vào các năm 2003 và 2008 cùng với số liệu điều tra hiện tại (chu kỳ 5) được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu (năm 2013), nhóm tác giả xác định đặc điểm của lâm phần khu vực nghiên cứu được thể hiện trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Đặc điểm sinh trưởng lâm phần nghiên cứu qua các thời kỳ

Ô đo đếm 1ha	Mật độ N (cây/ha)			D _{1.3} (cm)			Số loài			Số họ		
	CK-3 (2003)	CK-4 (2008)	CK-5 (2013)	CK-3 (2003)	CK-4 (2008)	CK-5 (2013)	CK-3 (2003)	CK-4 (2008)	CK-5 (2013)	CK-3 (2003)	CK-4 (2008)	CK-5 (2013)
1	449	483	539	20,4	16,9	17,0	41	41	43	31	31	31
2	427	476	528	19,9	16,1	16,4	29	30	30	24	26	26
3	471	593	751	21,0	18,4	18,2	38	48	49	30	37	38
TB	449	517	606	20,4	17,2	17,3	53	59	62	40	44	45

Kết quả ở bảng 3.1 trên cho thấy, lâm phần rừng tại các ô đo đếm có mật độ, số loài và số họ tăng dần theo thời gian nhưng sinh trưởng đường kính lại giảm dần.

3.2. Xác định lượng tăng trưởng về đường kính

Tăng trưởng đường kính của lâm phần là nhân tố điều tra rất quan trọng làm cơ sở xác

định và ước tính trữ lượng các bon của rừng. Tăng trưởng đường kính của lâm phần điều tra được xác định cho bộ phận cây sống ở từng ô đo đếm giữa các chu kỳ. Tăng trưởng định kỳ (ZnD), tăng trưởng bình quân định kỳ (ΔnD) và suất tăng trưởng (Pd) được tính theo công thức (2.10), (2.11) và (2.12). Kết quả được tổng hợp trong bảng 3.2.

Bảng 3.2. Tăng trưởng định kỳ, tăng trưởng bình quân định kỳ và suất tăng trưởng đường kính của lâm phần điều tra

Ô đo đếm	N	ZnD (cm)			ΔnD (cm/năm)			PD (%)			
		TB	Min	Max	TB	Min	Max	TB	Min	Max	
1	384	CK4-3	1,31	0,10	4,00	0,26	0,02	0,80	1,76	0,10	5,45
CK5-4		1,33	0,10	3,76	0,26	0,02	0,75	1,88	0,07	5,19	
CK5-3		2,64	0,38	7,76	0,37	0,04	1,02	3,30	0,10	10,0	
2	362	CK4-3	1,29	0,20	3,00	0,26	0,04	0,60	1,77	0,16	5,45
CK5-4		1,28	0,20	3,36	0,24	0,02	0,67	1,78	0,10	4,75	
CK5-3		2,57	0,70	6,36	0,40	0,07	1,76	3,58	0,18	10,0	
3	417	CK4-3	2,22	0,10	5,41	0,44	0,02	1,08	2,61	0,10	9,14
CK5-4		2,19	0,10	5,80	0,38	0,02	1,16	2,27	0,10	6,87	
CK5-3		4,41	0,30	10,26	0,62	0,03	4,84	4,51	0,11	10,0	
Chung	1163	CK4-3	1,63	0,10	5,41	0,33	0,02	1,08	2,07	0,10	9,14
		CK5-4	1,62	0,10	5,80	0,30	0,02	1,16	2,00	0,07	6,87
		CK5-3	3,25	0,30	10,26	0,47	0,03	4,84	3,85	0,10	10,0

Kết quả bên trên cho thấy, tăng trưởng của lâm phần điều tra vào loại thấp. Trung bình, tăng trưởng bình quân chỉ đạt 0,30-0,47 cm/năm, suất tăng trưởng đường kính trung bình chỉ đạt khoảng 2%.

Để làm cơ sở dự đoán tăng trưởng trữ lượng các bon rừng, tác giả tiến hành tính toán tăng trưởng định kỳ (ZnD) cho từng cỡ kính của phân bố N-D. Kết quả được tổng hợp trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Đặc điểm tăng trưởng định kỳ (ZnD) theo phân bố đường kính

Ô đo đếm	Cỡ $D_{1.3}$	ZnD ₄₋₃	N ₄₋₃	SD ₄₋₃	ZnD ₅₋₄	N ₅₋₄	SD ₅₋₄	ZnD ₅₋₃	N ₅₋₃	SD ₅₋₃
1	8	1,37	59	0,47	1,20	40	0,43	2,43	40	0,79
	12	1,37	56	0,52	1,47	59	0,66	2,88	59	1,12
	16	1,33	87	0,51	1,36	87	0,60	2,72	87	1,10
	20	1,40	55	0,64	1,36	65	0,62	2,71	65	1,12
	24	1,26	42	0,50	1,30	36	0,61	2,56	36	1,19
	28	1,25	30	0,53	1,28	31	0,66	2,55	31	1,24

Ô đo đếm	Cỡ D _{1.3}	ZnD ₄₋₃	N ₄₋₃	SD ₄₋₃	ZnD ₅₋₄	N ₅₋₄	SD ₅₋₄	ZnD ₅₋₃	N ₅₋₃	SD ₅₋₃
	32	1,35	18	0,81	1,51	26	0,66	2,98	26	1,35
	36	1,23	8	0,43	1,26	9	0,49	2,56	9	0,94
	40	1,02	13	0,53	1,00	12	0,58	1,87	12	0,83
	44	1,03	6	0,51	1,18	8	0,72	2,32	8	1,29
	48	0,83	4	0,34	0,91	5	0,71	1,96	5	1,26
	52	1,00	2	-	1,39	2	0,09	2,39	2	0,09
	56	0,90	2	0,14	0,66	2	0,08	1,56	2	0,22
	60	1,00	1	-	0,76	1	-	1,76	1	-
	64	1,00	1	-	1,18	1	-	2,18	1	-
Σ/TB		1,31	384	0,54	1,33	384	0,61	2,64	384	1,12

Kết quả trên cho thấy không có sự khác biệt lớn về tăng trưởng định kỳ (ZnD) tính trung bình cho các cỡ kính.

3.3. Ước tính sinh khối và trữ lượng các bon tích lũy ở các thời điểm điều tra

Sinh khối cây rừng được ước tính qua phương trình sinh khối của Nguyễn Đình Hùng và cộng

sự (2012) (phương trình (2.7)). Trữ lượng các bon được xác định theo công thức hướng dẫn của IPCC (2006) qua hệ số các bon (phương trình (2.8)). Từ trữ lượng các bon tác giả quy đổi ra trữ lượng CO₂ bằng công thức:

$$CO_2 \text{ (tấn } CO_2 \text{ ha}^{-1}\text{)} = \text{Các bon} * 44/12$$

Kết quả được tổng hợp trong bảng 3.4.

Bảng 3.4. Biến đổi sinh khối, trữ lượng các bon và CO₂ của lâm phần điều tra qua 3 chu kỳ

Chu kỳ	ODD	N	Sinh khối		Trữ lượng Các bon		Trữ lượng CO ₂	
			Kg/cây	Tấn/ha	Kg/cây	Tấn/ha	Kg/cây	Tấn/ha
3	1	449	311,3	139,8	146,6	65,8	537,5	241,4
	2	427	262,9	112,3	123,6	52,8	453,0	193,4
	3	471	425,9	200,6	200,2	94,3	734,0	345,7
	Σ	1347	336,2	151,0	158,0	71,0	579,5	260,2
4	1	483	199,2	96,2	93,6	45,2	343,3	165,8
	2	476	162,8	77,5	76,5	36,4	280,6	133,6
	3	593	317,6	188,3	149,3	88,5	547,3	324,6
	Σ	1552	233,3	120,7	109,6	56,7	402,0	208,0
5	1	540	201,6	108,9	94,8	51,2	347,4	187,6
	2	528	167,8	88,6	78,9	41,6	289,2	152,7
	3	751	295,6	222,0	138,9	104,4	509,5	382,6
	Σ	1819	230,6	139,8	108,4	65,7	397,4	241,0

3.4. Xác định lượng tăng trưởng và dự đoán sản lượng trữ lượng các bon cho đối tượng nghiên cứu

3.4.1. Đặc điểm tăng trưởng trữ lượng các bon lâm phần điều tra

Tăng trưởng bình quân định kỳ và suất tăng trưởng về sinh khối, trữ lượng các bon và hàm lượng khí CO₂ của lâm phần nghiên cứu được xác định dựa vào các công thức (2.11) và (2.12). Kết quả được mô tả trong bảng và hình dưới đây:

Bảng 3.5. Đặc điểm tăng trưởng bình quân định kỳ (Δ_{nt}) và suất tăng trưởng (Pt) của sinh khối, trữ lượng các bon và trữ lượng khí CO₂ lâm phần điều tra

Ô đo đếm	N	Tăng trưởng bình quân định kỳ (Δ_{nt})						Suất tăng trưởng (Pt) (%)	
		Sinh khối		Các bon		CO ₂			
		kg/năm	tấn/ha/năm	kg/năm	tấn/ha/năm	kg/năm	tấn/ha/năm		
Chung	CK4-3	1163	7,12	2,76	3,35	1,30	12,27	4,76	4,49
	CK5-4	1552	6,41	3,32	3,01	1,56	11,04	5,71	4,40
	CK5-3	1163	7,59	2,94	3,57	1,38	13,08	5,07	3,60

Kết quả tính suất tăng trưởng (Pt) cho thấy, nếu thời gian giữa 2 chu kỳ càng dài (10 năm CK5-3 so với 5 năm CK4-3 hoặc CK5-4) thì giá trị Pt càng giảm và ổn định hơn.

3.4.2. Dự đoán trữ lượng các bon cho lâm phần điều tra

Để dự đoán trữ lượng các bon cho lâm phần nghiên cứu tác giả sử dụng tăng trưởng đường kính (ZnD) và hệ số chuyển cấp *f* để dự đoán phân bố N/D cho chu kỳ 5 năm và 10 năm tới. Ở mỗi cỡ kính, tăng trưởng đường kính (ZnD_{*j*}) sau định kỳ *n* năm (*n* = 5 hoặc 10 năm) được xác định theo công thức:

$$ZnD_{j(t+n)} = n.D_{j(t)} \cdot \left(\frac{1}{1-P_d} - 1 \right) \quad (3.1)$$

Trong đó:

P_d: được xác định thông qua quan hệ với đường kính,

D_{j(t)}: giá trị giữa cỡ của cỡ kính *j* ở thời điểm hiện tại.

Nhóm tác giả thử nghiệm 2 dạng quan hệ giữa *P_d* và *D_j* đã được Vũ Tiến Hinh (2010) và Ngô Út (2010) áp dụng như sau:

$$P_d = b_1 + b_2 \cdot D_{(t-n)}^{(-0.5)} \quad (\text{Ngô Út, 2010}) \quad (3.2)$$

$$P_d = b_1 \cdot b_2 \cdot D_{(t-n)}^{(b_3)} \quad (\text{Vũ Tiến Hinh, 2010}) \quad (3.3)$$

Trong đó:

D_(t-n): đường kính *n* năm trước.

Kết quả được tổng hợp ở bảng 3.6.

Bảng 3.6. Kết quả xác định phương trình quan hệ *P_d/D* của lâm phần điều tra - chu kỳ 5 năm

ODD	Phương trình	N	b ₁	b ₂	b ₃	\bar{R}^2	SSE
1	$P_d = b_1 + b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(-0.5)}$	436	-1,3867***	11,7628***		0,688	0,615
	$P_d = b_1 \cdot b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(b_3)}$	436	3,0033***	5,6762***	-0,8796***	0,685	0,384
2	$P_d = b_1 + b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(-0.5)}$	439	-1,4399***	11,6840***		0,632	0,672
	$P_d = b_1 \cdot b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(b_3)}$	439	3,9708***	4,2699***	-0,8926***	0,627	0,460
3	$P_d = b_1 + b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(-0.5)}$	483	-0,6076***	9,7729***		0,502	0,737
	$P_d = b_1 \cdot b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(b_3)}$	483	1,5628***	7,2195***	-0,6611***	0,503	0,546
Chung	$P_d = b_1 + b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(-0.5)}$	1358	-1,0909***	10,9128***		0,589	0,696
	$P_d = b_1 \cdot b_2 \cdot D_{(t-5)}^{(b_3)}$	1358	2,6883***	5,4024***	-0,7994***	0,589	0,486

Kết quả ở bảng 3.6 cho thấy, tất cả các tham số của 2 dạng phương trình đều tồn tại, hệ số xác định vào loại trung bình ($\bar{R}^2 = 0,502 \rightarrow 0,766$). So sánh giữa 2 dạng phương trình cho thấy phương trình (3.3) có hệ số xác định lớn hơn phương trình (3.2) trong tất cả các trường hợp. Giá trị ước lượng sai tiêu chuẩn (SSE) của phương trình (3.3) luôn nhỏ hơn phương trình (3.2). Do vậy, dạng phương trình (3.3) được lựa chọn để mô phỏng quy luật tương quan P_d/D . Phương trình cụ thể như sau:

- Chu kỳ dự đoán $n = 5$ năm:

Ô đo đếm 1:

$$P_d = 3,0033 * 5,6762 * D^{(-0,8796)} \quad (3.4)$$

Ô đo đếm 2:

$$P_d = 3,9708 * 4,2699 * D^{(-0,8926)} \quad (3.5)$$

Ô đo đếm 3:

$$P_d = 1,5628 * 7,2195 * D^{(-0,6611)} \quad (3.6)$$

$$\text{Chung: } P_d = 2,6883 * 5,4024 * D^{(-0,7994)} \quad (3.7)$$

- Chu kỳ dự đoán $n = 10$ năm:

Ô đo đếm 1:

$$P_d = 4,3453 * 3,8230 * D^{(-0,9033)} \quad (3.8)$$

Ô đo đếm 2:

$$P_d = 7,5698 * 2,7387 * D^{(-0,9960)} \quad (3.9)$$

Ô đo đếm 3:

$$P_d = 5,1896 * 4,9769 * D^{(-0,9286)} \quad (3.10)$$

$$\text{Chung: } P_d = 5,3274 * 3,7368 * D^{(-0,9177)} \quad (3.11)$$

Trên cơ sở kết quả phương trình tương quan P_d/D ở trên tác giả ước lượng tăng trưởng định kỳ lý thuyết các cỡ kính (ZnD_j) sau chu kỳ $n = 5$ năm và $n = 10$ năm bằng công thức (3.1). Dựa vào phân bố đường kính N/D hiện tại và ZnD_j lý thuyết xác định phân bố đường kính N/D sau $n = 5$ năm và $n = 10$ năm dựa vào hệ số chuyển cỡ f_j . Số cây chuyển cỡ được xác định bằng các công thức (2.14), (2.15), (2.16) và (2.17). Quá trình chết được giả định không xảy ra ở cả 2 chu kỳ 5 năm và 10 năm. Rừng

được bảo vệ và không có hoạt động khai thác trái phép xảy ra. Quá trình tái sinh bổ sung được giả định chỉ bổ sung cho cỡ kính đầu tiên ($D_j = D_8 = 8$ cm), vì vậy tác giả xác định số cây cỡ kính D_8 sau mỗi chu kỳ $n = 5$ năm và $n = 10$ năm như sau:

- Chu kỳ dự đoán $n = 5$ năm:

$$N_{8(t+5)} = \Sigma N_{j(t)} * N_{bs}\% + (N_{8(t)} - N_{8(t)} * f_{2(5)})$$

- Chu kỳ dự đoán $n = 10$ năm:

$$N_{8(t+10)} = \Sigma N_{j(t)} * N_{bs}\% * 2 + (N_{8(t)} - N_{8(t)} * f_{2(10)})$$

Trong đó:

$N_{8(t+5)}$: số cây của cỡ kính D_8 sau chu kỳ 5 năm

$N_{8(t+10)}$: số cây của cỡ kính D_8 sau chu kỳ 10 năm

$\Sigma N_{j(t)}$: tổng số cây của lâm phần hiện tại (t)

$N_{bs}\%$: tỷ lệ % số cây bổ sung sau mỗi 5 năm (Vũ Tiến Hình và cộng sự, 2010) $N_{bs}\% = 6,5\%$

$f_{2(5)}$: phân thập phân của hệ số chuyển cấp f tính cho chu kỳ 5 năm (t+5) của cỡ kính D_8

$f_{2(10)}$: phân thập phân của hệ số chuyển cấp f tính cho chu kỳ 10 năm (t+10) của cỡ kính D_8

Kết quả ở trên cho thấy, trong cả 2 chu kỳ dự đoán (5 năm và 10 năm) tăng trưởng định kỳ ZnD_j lý thuyết luôn nhỏ hơn 4 do vậy hệ số f luôn nhỏ hơn 1. Điều này có nghĩa chỉ có sự tăng trưởng từ cỡ kính j lên cỡ kính liền kề mà không có sự chuyển quá 1 cỡ kính.

IV. KẾT LUẬN

Qua quá trình điều tra, xử lý và phân tích số liệu đã thu được những kết quả chính sau:

- Về đặc điểm cấu trúc lâm phần rừng nghiên cứu: Phân bố đường kính đều có dạng phân bố giảm, mật độ cây rừng tăng theo thời gian nhưng chủ yếu tập trung vào cỡ kính nhỏ. Kết quả thử nghiệm 3 dạng hàm này đều biểu thị tốt cho đường cong chiều cao lâm phần với hệ số xác định đều trên 0,8. Tuy nhiên so sánh sai số ước lượng (SSE) cho thấy dạng hàm logarith có sai số thấp nhất nên dạng hàm này

được chọn để mô phỏng cho đường cong chiều cao lâm phần.

- Về đặc điểm tăng trưởng đường kính lâm phần: Tăng trưởng đường kính lâm phần nghiên cứu vào loại thấp, trung bình chỉ đạt 0,30-0,47 cm/năm, suất tăng trưởng đường kính trung bình chỉ đạt khoảng 2%.

- Đặc điểm trữ lượng các bon qua các chu kỳ đo đếm: Kết quả cho thấy, có sự giảm trữ lượng các bon từ năm 2003 (71,0 tC/ha) đến 2008 (56,7 tC/ha) nhưng có sự tăng trưởng khá nhanh từ năm 2008 đến nay (65,7 tC/ha).

- Dự đoán trữ lượng các bon cho lâm phần điều tra:

Hai dạng phương trình phổ biến đã được thử nghiệm cho cả chu kỳ dự đoán 5 năm và 10 năm. Kết quả cho thấy dạng phương trình:

$P_d = b_1 * b_2 * D_{(t-n)}^{(b_3)}$ là mô hình tối ưu nhất.

- Chu kỳ dự đoán n = 5 năm:

$$P_d = 2,6883 * 5,4024 * D^{(-0,7994)}$$

- Chu kỳ dự đoán n = 10 năm:

$$P_d = 5,3274 * 3,7368 * D^{(-0,9177)}$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jacob Cohen, Cohen Patricia, West Stephen G. và Aiken Leona S (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*. 3rd edition edn. L. Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.

2. Vũ Tiến Hình (2010). *Hoàn thiện phương pháp xác định tăng trưởng và dự đoán sản lượng rừng tự nhiên ở Việt Nam*. Đề tài NCKHCN cấp Bộ, Bộ NN&PTNT.

3. Vũ Tiến Hình (2012). *Giáo trình Điều tra rừng*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội

4. Phạm Xuân Hoàn (2005). “*Cơ chế phát triển sạch và cơ hội thương mại các bon trong Lâm nghiệp*”.

5. Bảo Huy (2009). *Phương pháp nghiên cứu ước tính trữ lượng các bon của rừng tự nhiên làm cơ sở tính toán lượng CO₂ phát thải từ suy thoái và mất rừng ở Việt Nam*. Tạp chí NN & PTNT, Số 1/2009, Hà Nội.

6. IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use.

7. R. M. Kuiper, Hoijtink H. và Silvapulle M. J (2011). *An Akaike-type information criterion for model selection under inequality constraints*. *Biometrika*, 98, 495-501.

8. Ngô Út (2010). *Nghiên cứu cấu trúc và sinh trưởng rừng non phục hồi làm cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp chuyển hóa thành rừng có giá trị kinh tế, vùng Đông Nam Bộ*. Luận án Tiến sỹ nông nghiệp, Trường Đại học Lâm nghiệp.

THE ESTIMATION OF NATURAL EVERGREEN BROAD-LEAVED FORESTS' INCREMENT AND YIELD OF CAC BON STOCKS IN MOC CHAU DISTRICT, SON LA PROVINCE

Nguyen The Dung, Hoang Thi Dung, Pham The Anh

SUMMARY

The research on methods of estimating natural forests' carbon stocks is necessary especially when Vietnam has participated the program on reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD), as a basis for payment for environmental services in general and CO₂ absorption by forest in particular. The methodology is based on the organic relationship between forest biomass and carbon accumulation, as well as the mathematical relationships among carbon accumulation capacity of plants, forest land and growth factors of plants. Biomass was estimated by using random sampling and statistical analysis, the function for estimation of biomass and carbon accumulation was then developed based on growth factor variables from yearly or periodical forest inventory. These functions can be used later for modeling and predicting the CO₂ absorption by the other forests.

Keywords: CO₂ absorption, emissions, evergreen broad-leaved forest, forest biomass, stock.

Người phản biện: TS. Phạm Minh Toại

Ngày nhận bài : 11/02/2014

Ngày nhận phản biện : 26/05/2014

Ngày quyết định đăng : 10/06/2014