

**Động thái cấu trúc của rừng lá rộng thường xanh
ở Vườn quốc gia Phia Oắc - Phia Đén, tỉnh Cao Bằng, giai đoạn 2015-2020**

Quốc Minh Dũng¹, Nguyễn Thị Hương Ly², Lê Anh Thanh², Nguyễn Văn Quý³

¹Văn phòng tỉnh ủy, tỉnh Cao Bằng

²Trung tâm Khoa học Lâm nghiệp Tây Bắc – Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

³Trung tâm Nhiệt đới Việt – Nga, Chi nhánh phía Nam

**Structural dynamics of evergreen broadleaf forests
in Phia Oac - Phia Den National Park, Cao Bang province, in period 2015-2020**

Quoc Minh Dung¹, Nguyen Thi Huong Ly², Le Anh Thanh², Nguyen Van Quy³

¹Provincial Party Committee Office, Cao Bang province

²Northwest Forest Science Center – Vietnam Forest Science Institute

³Vietnam - Russian Tropical Center, Southern Branch

*Corresponding author: nguyenuongly0897@gmail.com

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.12.6.2023.027-035>

TÓM TẮT

Nghiên cứu này cung cấp thông tin về một số đặc điểm cấu trúc rừng tại Vườn quốc gia Phia Oắc - Phia Đén thông qua 06 ô nghiên cứu, mỗi ô có diện tích 10.000 m² thuộc hai ô định vị sinh thái quốc gia số 12 và 13 được thu thập số liệu trong giai đoạn 2015 – 2020. Trong mỗi ô nghiên cứu, xác định tên loài, đo chiều cao vút ngọn và đường kính ngang ngực từ 6 cm trở lên của các loài cây gỗ. Trong chu kỳ điều tra 5 năm, mật độ tăng trưởng ở mức âm -82 ± 63 cây/ha, đường kính ngang ngực tăng $1,23 \pm 1,05$ cm, chiều cao vút ngọn tăng $0,48 \pm 0,38$ m, tiết diện ngang giảm $-0,32 \pm 0,77$ m²/ha, trữ lượng và sinh khối trên mặt đất tăng lần lượt là $2,31 \pm 6,45$ m³/ha và $1,17 \pm 10,16$ tấn/ha. Tỷ lệ cây chết hàng năm là 17,3% và tỷ lệ cây bổ sung là 16,6%. Mức tăng trưởng hàng năm của sinh khối trên mặt đất là 0,23 tấn/ha. Trong đó, cây có cấp kính từ 6 – 30 cm chiếm 58% (2015) – 62% (2020) của tổng sinh khối trên mặt đất. Kết quả nghiên cứu của bài báo này mang ý nghĩa quan trọng trong việc mô phỏng sự thay đổi của cấu trúc rừng qua thời gian dài và đóng góp cơ sở khoa học cho quản lý rừng bền vững tại Vườn quốc gia Phia Oắc - Phia Đén.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 22/09/2023

Ngày phản biện: 27/10/2023

Ngày quyết định đăng: 17/11/2023

Từ khóa:

động thái cấu trúc rừng, tỷ lệ cây bổ sung, tỷ lệ cây chết, Vườn quốc gia Phia Oắc - Phia Đén.

ABSTRACT

This study provides information on some forest structure characteristics in Phia Oac - Phia Den National Park through 06 study plots with an area of 10,000 m²/plot in two national ecological permanent plots No. 12 and 13, data was collected in the period 2015 - 2020. In each study plot, all trees with a diameter at breast height (DBH) of 6 cm or more were identified with the species name, measured total height and DBH. During the 5-year survey, tree density was negative with -82 ± 63 trees/ha, diameter at breast height increased 1.23 ± 1.05 cm, total height increased 0.48 ± 0.38 m, basal area decreased -0.32 ± 0.77 m²/ha, volume and above-ground biomass increased about 2.31 ± 6.45 m³/ha and 1.17 ± 10.16 tons/ha, respectively. The annual tree mortality rate was 17.3% and the tree recruitment rate was 16.6%. The annual growth rate of aboveground biomass was 0.23 tons/ha. In which, tree trunks with diameters from 6 - 30 cm account for 58% (2015) - 62% (2020). The findings of this study are important in simulating changes of forest structure over a long period of time and contributing as a scientific basis for sustainable forest management in Phia Oac - Phia Den National Park.

Keywords:

forest structure dynamics, mortality rate, Phia Oac - Phia Den National Park, recruitment rate.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng nhiệt đới là nguồn dự trữ carbon và đóng vai trò quan trọng trong việc cô lập carbon dioxide (CO₂) từ khí quyển thông qua quá trình quang hợp và lưu trữ nó trong sinh khối rừng. Rừng nhiệt đới đóng góp khoảng 60% tổng lượng carbon rừng toàn cầu và lưu trữ khoảng 360 petagram (PG) carbon trong thảm thực vật rừng, gần tương đương với lượng carbon lưu trữ trong khí quyển [1]. Cấu trúc và sinh khối rừng có mối liên hệ chặt chẽ với nhau. Sự thay đổi trong cấu trúc và thành phần rừng ảnh hưởng đến mô hình tăng trưởng và sinh khối của lâm phần [2, 3]. Những thay đổi về sinh khối trên mặt đất (AGB) của rừng có thể phản ánh chất lượng và trạng thái của hệ sinh thái rừng, cũng như tác động của các xáo trộn tự nhiên, hoạt động của con người và biến đổi khí hậu [4].

Vườn quốc gia (VQG) Phia Oắc - Phia Đén huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng được Thủ tướng Chính phủ thành lập tại Quyết định số 57/QĐ-TTg ngày 11/01/2018 trên cơ sở chuyển hạng Khu bảo tồn thiên nhiên Phia Oắc - Phia Đén, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng. Với tổng diện tích tự nhiên 10.593,5 ha thuộc địa bàn 05 xã Thành Công, Quang Thành, Phan Thanh, Hưng Đạo và thị trấn Tĩnh Túc, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng, VQG này đang lưu giữ hệ sinh thái rừng á nhiệt đới, đặc biệt là rừng rêu hay còn gọi là rừng lùn. Rừng lùn đặc trưng cho hệ sinh thái tự nhiên trên núi cao vùng Đông Bắc, nơi chịu ảnh hưởng mạnh và sớm của gió mùa Đông Bắc. Trong những năm gần đây, có rất ít nghiên cứu về quần xã thực vật rừng ở VQG này. Những nghiên cứu thường tập trung vào nghiên cứu đa dạng nguồn tài nguyên thực vật hay điều tra một số đặc điểm cấu trúc của rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới núi đất tại VQG Phia Oắc - Phia Đén [5]. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu sâu về biến động cấu trúc rừng và sinh khối trên mặt đất ở quần xã thực vật rừng này. Nghiên cứu này tập trung vào đánh giá động thái cấu trúc rừng thông qua một số chỉ tiêu nhân tố cấu trúc, đánh giá mối quan hệ giữa AGB với đường kính ngang ngực, tỷ lệ cây bổ sung và cây chết. Kết quả nghiên cứu là

cơ sở khoa học đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp cơ sở khoa học cho kiến thức chung về cấu trúc rừng. Điều này có thể hỗ trợ trong việc quản lý bền vững và bảo tồn các hệ sinh thái rừng đang bị suy thoái, đặc biệt là tại khu vực nghiên cứu.

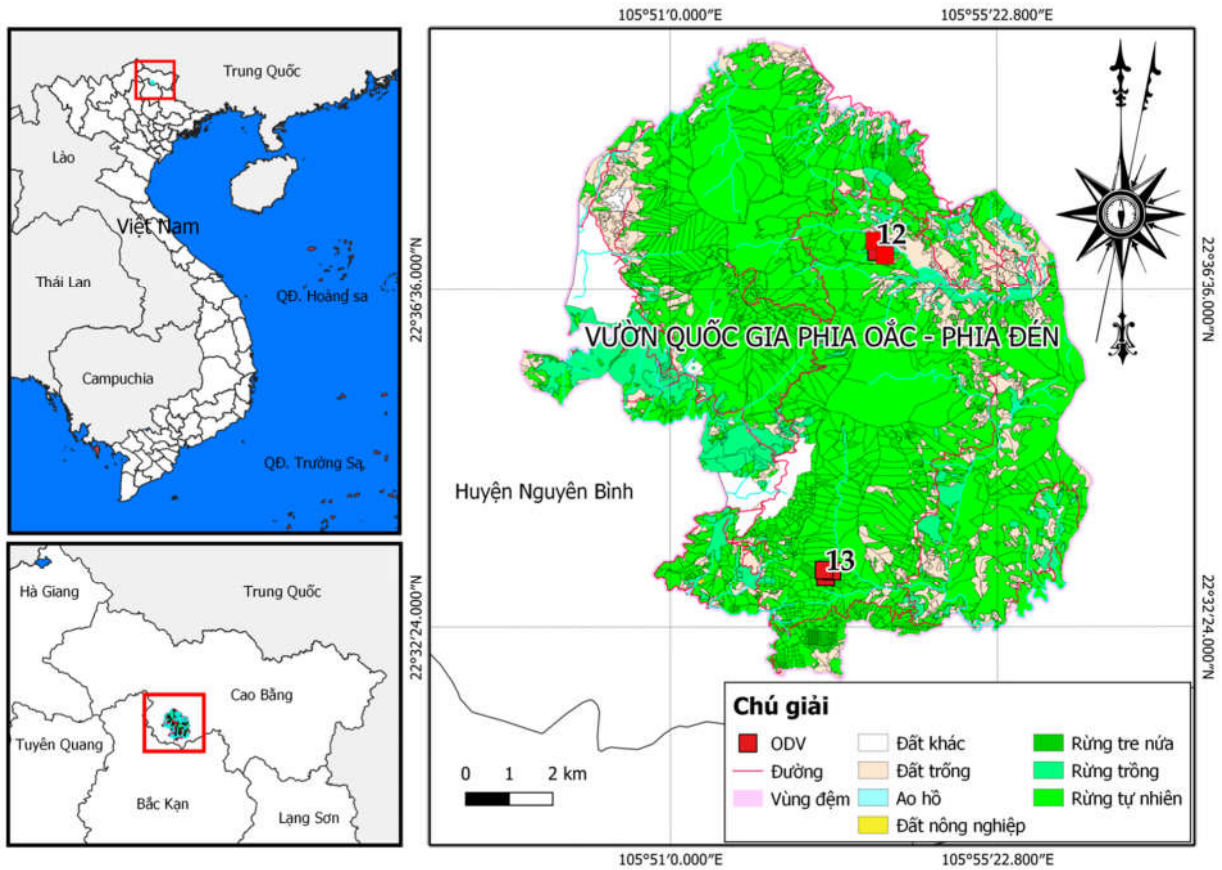
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là quần xã thực vật rừng lá rộng thường xanh trên 2 ô định vị theo dõi sinh thái quốc gia (ODV) số 12 và 13 trong giai đoạn 2015 - 2020 tại VQG Phia Oắc-Phia Đén, tỉnh Cao Bằng (Hình 1). ODV 12 có tọa độ 592.381 E; 2.501.434 N thuộc tiểu khu 333, thôn Lũng Mươi, xã Quang Thành và ODV 13 có tọa độ 592.381 E; 2.493.434 N tiểu khu 155, thôn Khau Càng, xã Thành Công. Nội dung bài báo này tập trung phân tích về động thái cấu trúc rừng và AGB tại 02 ODV 12 và 13 giai đoạn năm 2015 – 2020 ở VQG Phia Oắc-Phia Đén, tỉnh Cao Bằng.

2.2. Thu thập số liệu

Nghiên cứu này kế thừa số liệu điều tra trên 02 ODV 12 và 13 giai đoạn năm 2015 – 2020 của Phân viện điều tra - Quy hoạch Rừng Đông Bắc Bộ. Mỗi ODV có diện tích 100 ha, bao gồm 03 ô nghiên cứu (ONC), mỗi ô có diện tích 10.000 m² (kích thước 100 x 100 m). Trên mỗi ONC thiết kế 25 ô đo đếm (ODD) được đánh số liên tục với số hiệu từ 1 đến 25 (đánh số theo nguyên tắc từ trái sang phải, từ trên xuống dưới), mỗi ODD có diện tích 400 m² (kích thước 20 x 20 m). Đối tượng điều tra là các cây gỗ thuộc tầng cây cao, là cây gỗ có đường kính ngang ngực (DBH- đường kính thân cây được đo ở vị trí 1,3 m) từ 6 cm trở lên. Trong mỗi ODD, đánh dấu và đếm toàn bộ số cây trong ô bao gồm: xác định tên loài; đo chu vi tại vị trí 1,3 m hoặc DBH của tất cả các cây có đường kính lớn hơn hoặc bằng 6 cm bằng thước dây độ chính xác 0,1 cm; đo chiều cao vút ngọn (H_{vn}) của toàn bộ các cây có trong các phân ô có số thứ tự lẻ bằng thước Blumeleiss với độ chính xác 0,5 m. Số liệu năm 2020 ghi nhận thêm những cây bổ sung và cây chết so với thời điểm điều tra năm 2015.



Hình 1. Bản đồ Vườn quốc gia Phia Oắc - Phia Đén và vị trí các ô định vị 12 và 13

2.3. Xử lý số liệu

(a) Một số chỉ tiêu về nhân tố cấu trúc

Trong mỗi ONC, các nhân tố cấu trúc được tính toán bao gồm: mật độ (N , cây/ha), đường kính bình quân (\overline{DBH} , cm), chiều cao bình quân ($\overline{H_{vm}}$, m), tổng tiết diện ngang (ΣG , m²/ha), trữ lượng (ΣM , m³/ha) và sinh khối trên mặt đất (ΣAGB , kg/ha).

Sinh khối trên mặt đất được tính thông qua công thức 1 của Bảo Huy [6]:

$$AGB_{tươi} = 0,2626 \times DBH^{2,3955} \quad (1)$$

Mức tăng trưởng của giai đoạn 2015 – 2020 (Δ) giữa năm 2015 và năm 2020 của các nhân tố cấu trúc được tính bằng cách lấy giá trị điều tra của năm 2020 trừ đi giá trị điều tra của năm 2015.

(b) Tỷ lệ cây chết và tỷ lệ cây bổ sung

Tỷ lệ cây chết hàng năm (m) và tỷ lệ cây bổ sung hàng năm (r) được tính theo các công thức 2 và 3 [7] như sau:

$$m = 1 - [(N_0 - N_m)/N_0]^{1/t} \quad (2)$$

$$r = 1 - [(N_0 - N_r)/N_0]^{1/t} \quad (3)$$

Trong đó:

N_0 là số cây đo ở lần đầu tiên;

N_m là số cây chết, N_r là số cây bổ sung;

t là thời gian $t = 5$ năm.

Công thức 2 và 3 cũng được áp dụng để tính tỷ lệ giảm hàng năm và tỷ lệ tăng của G và AGB . Do đó, N_0 là G và AGB của tất cả các cây ở lần đo đầu tiên, N_m là G và AGB của cây chết, N_r là G và AGB của cây bổ sung.

m và r được tính cho từng ONC, sau đó giá trị trung bình được tính toán bởi tất cả các ONC.

Các chỉ tiêu về số cây, cây bổ sung, cây chết, G , AGB , N , G , AGB được tính toán trên các cấp DBH (6 – 30, 30 – 54, 54 – 78 cm) theo cách tiếp cận của Trần Văn Đô và cộng sự [8].

Sử dụng tiêu chuẩn Wilcoxon trên phần mềm SPSS 26 để so sánh cặp giữa các nhân tố cấu trúc trong giai đoạn điều tra 2015 – 2020 và giữa các chỉ tiêu cây chết và cây bổ sung.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số nhân tố cấu trúc rừng

Hai ô định vị nghiên cứu sinh thái 12 và 13 được lập trên diện tích thuộc Vườn quốc gia

Phía Oắc - Phía Đén nhằm nghiên cứu về bản chất và các quy luật phát triển, diễn biến chất lượng của quần thể cây rừng; từ đó, cung cấp cơ sở khoa học xác đáng phục vụ cho các hoạt động

sử dụng bền vững tài nguyên rừng. Kết quả điều tra 2 ô định vị gồm 6 ô nghiên cứu trong các năm 2015 và 2020 về một số chỉ tiêu về nhân tố cấu trúc được mô tả qua Bảng 1.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu cấu trúc lâm phần tại VQG Phía Oắc – Phía Đén giai đoạn 2015 - 2020 (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Năm	ONC	N (cây/ha)	$\overline{DBH} \pm SD$ (cm)	$\overline{H_{vn}} \pm SD$ (m)	$\Sigma G \pm SD$ (m ² /ha)	$\Sigma M \pm SD$ (m ³ /ha)	$\Sigma AGB \pm SD$ (tấn/ha)
2015	12_1	134	17,7 ± 9,5	10,13 ± 3,06	4,24 ± 0,03	26,49 ± 0,23	51,61 ± 0,39
	12_2	277	12,69 ± 6,37	8,57 ± 2,56	4,38 ± 0,02	22,73 ± 0,16	46,82 ± 0,27
	12_3	338	13,79 ± 7,77	9,3 ± 3,09	6,65 ± 0,03	39,9 ± 0,25	75,95 ± 0,42
	13_1	629	15,84 ± 8,66	12,93 ± 3,96	16,1 ± 0,03	122,2 ± 0,28	189,86 ± 0,43
	13_2	469	16,23 ± 8,56	11,8 ± 3,72	12,4 ± 0,03	82,86 ± 0,23	146,79 ± 0,49
	13_3	401	15,81 ± 8,43	10,1 ± 2,85	10,1 ± 0,03	58,91 ± 0,22	118,61 ± 0,48
	Trung bình	375	15,34 ± 8,37	10,47 ± 3,78	8,98 ± 0,03	58,85 ± 0,25	104,94 ± 447,64
2020	12_1	159	16,8 ± 10,17	10,05 ± 4,06	4,81 ± 0,04	32,01 ± 0,34	59,48 ± 0,56
	12_2	233	14,37 ± 7,44	9,41 ± 2,94	4,79 ± 0,03	27,57 ± 0,22	53,96 ± 0,36
	12_3	234	15,43 ± 8,19	9,93 ± 3,11	5,6 ± 0,03	34,42 ± 0,31	65,61 ± 0,51
	13_1	483	17,69 ± 10,65	13,61 ± 4,51	16,16 ± 0,04	132,87 ± 0,42	204,5 ± 0,66
	13_2	337	17,88 ± 10,03	11,88 ± 3,84	11,12 ± 0,04	77,51 ± 0,31	137,93 ± 0,57
	13_3	313	17,28 ± 9,39	10,83 ± 3,72	9,5 ± 0,03	62,58 ± 0,29	115,18 ± 0,49
	Trung bình	293	16,57 ± 9,64	10,95 ± 4,14	8,66 ± 0,04	61,16 ± 0,34	106,11 ± 559,13

Kết quả Bảng 1 cho thấy, năm 2015, mật độ cây gỗ ở 6 ô nghiên cứu trên diện tích 06 ha dao động từ 134 đến 629 cây/ha; đường kính trung bình dao động trong khoảng từ 12,69 ± 6,37 cm đến 17,7 ± 9,5 cm; chiều cao vút ngọn trung bình từ 8,57 ± 2,56 m đến 12,93 ± 3,96 m. Tổng tiết diện ngang của lâm phần biến động trong khoảng từ 4,24 ± 0,03 đến 16,1 ± 0,03 m²/ha; tổng trữ lượng nằm trong khoảng 22,73 ± 0,16 đến 122,2 ± 0,28 m³/ha; sinh khối trên mặt đất từ 46,82 ± 0,27 đến 189,86 ± 0,43 tấn/ha.

Đến năm 2020, mật độ cây gỗ ghi nhận từ 159 đến 483 cây/ha; đường kính trung bình từ 14,37 ± 7,44 đến 17,88 ± 10,03 cm; chiều cao trung bình dao động trong khoảng 9,41 ± 2,94 đến 13,61 ± 4,51 m. Trong khi đó, tiết diện ngang trung bình, trữ lượng trung bình và sinh khối trên mặt đất trung bình có khoảng dao động lần lượt từ 4,81 ± 0,04 đến 16,16 ± 0,04 m²/ha, 27,57 ± 0,22 đến 132,87 ± 0,42 m³/ha và từ 53,96 ± 0,36 đến 204,5 ± 0,66 tấn/ha.

So sánh cặp chỉ ra rằng có sự thay đổi về mật

độ và đường kính trung bình (p = 0.05), trong khi đó không có sự khác biệt đáng kể về tiết diện ngang trung bình, trữ lượng trung bình và sinh khối trên mặt đất trung bình (p > 0.05) giữa hai năm 2015 và 2020. So sánh cặp cũng cho thấy không có sự biến động đáng kể về đường kính trung bình giữa hai ODV (p > 0,05). Tuy nhiên, các chỉ tiêu nhân tố cấu trúc về mật độ, tiết diện ngang trung bình, trữ lượng trung bình và sinh khối trên mặt đất trung bình của 2 ODV có sự khác biệt (p < 0,05), cho thấy ODV 13 có giá trị lớn hơn ODV 12 về các chỉ tiêu cấu trúc.

Sự khác biệt trong biến động của các chỉ tiêu cấu trúc cây gỗ giữa ODV 12 và ODV 13 có nhiều nguyên nhân. Có 5/6 ONC là trạng thái rừng nghèo, chỉ có 1 ONC là 13_1 là rừng trung bình. Do ODV 13 có một trạng thái khác hẳn các trạng thái còn lại nên có thể dẫn tới có sự khác nhau này. Mặt khác, có thể được giải thích bởi vị trí và môi trường tự nhiên của hai khu vực nghiên cứu. ODV 12 được thiết lập trên diện tích vùng đệm, nơi chịu tác động trực tiếp từ các

hoạt động canh tác và phụ thuộc vào rừng của người dân địa phương. Ngược lại, ODV 13 được đặt trên diện tích vùng lõi của Vườn quốc gia Phia Oắc - Phia Đén, nơi có công tác bảo vệ nghiêm ngặt. Điều này có thể giải thích sự khác biệt trong biến động của các chỉ tiêu cấu trúc cây gỗ giữa hai khu vực.

Giá trị về các chỉ tiêu nhân tố cấu trúc của nghiên cứu này thấp hơn nghiên cứu về đặc điểm cấu trúc rừng lá rộng thường xanh tại VQG Ba Bể [9]. Khi nghiên cứu về cấu trúc rừng tại VQG Phia Oắc – Phia Đén của Cao Thị Thu Hiền và Nguyễn Thúy Hồng [5] cho thấy, mật độ cây trên các ODD dao động từ 744 cây/ha cây đến 1.346 cây/ha. Đường kính trung bình dao động từ 10,4 cm đến 19,7 cm, chiều cao trung bình nằm trong khoảng từ 7,3 m đến 12,8 m, tổng tiết diện ngang lâm phần từ 10,4

m²/ha đến 33,0 m²/ha và trữ lượng biến động từ 57,4 m³/ha đến 289,4 m³/ha. Kết quả nghiên cứu của Cao Thị Thu Hiền và Nguyễn Thúy Hồng [5] cho thấy các chỉ tiêu nhân tố cấu trúc cao hơn so với nghiên cứu hiện tại. Sự khác biệt này có thể được giải thích bởi số lượng ONC trong nghiên cứu của Cao Thị Thu Hiền và Nguyễn Thúy Hồng [5] nhiều hơn, gồm 09 ONC bao gồm ODV 11, 12, và 13. Tổng tiết diện ngang của các ONC trong bài báo này lớn hơn so với phạm vi từ 1,31 - 13,78 m²/ha trong nghiên cứu của [10].

3.2. Tỷ lệ bổ sung và tỷ lệ chết của một số nhân tố cấu trúc

Kết quả tính toán tỷ lệ cây bổ sung và tỷ lệ cây chết giai đoạn 2015 – 2020 được trình bày qua Bảng 2.

Bảng 2. Số cây bổ sung và số cây chết giai đoạn 2015 - 2020

ONC	Cây bổ sung			Cây chết		
	N (cây/ha)	G (m ² /ha)	AGB (tấn/ha)	N (cây/ha)	G (m ² /ha)	AGB (tấn/ha)
12_1	60	0,38	3,19	35	0,98	11,89
12_2	29	0,14	1,07	73	1,07	11,19
12_3	33	0,23	2,12	137	2,68	30,91
13_1	56	0,27	2,14	204	3,72	40,34
13_2	40	0,24	1,98	172	4,28	51,23
13_3	44	0,24	1,89	132	2,64	29,36
Trung bình ± Sd	44 ± 12	0,25 ± 0,08	2,07 ± 0,68	126 ± 62	2,56 ± 1,34	29,15 ± 15,73

Từ kết quả Bảng 2 cho thấy, giai đoạn 2015 – 2020, số lượng cây bổ sung từ 29 đến 60 cây/ha (44 ± 12), trong khi đó số lượng cây chết biến động từ 35 đến 204 cây/ha. Có 100% cây bổ sung thuộc cỡ kính 6 - 30 cm và 95% số cây chết thuộc cỡ kính 6 - 30 cm (Hình 2a). Tiết diện ngang cây bổ sung dao động từ 0,14 đến 0,38 m²/ha (0,25 ± 0,08), tiết diện ngang của cây chết nằm trong khoảng từ 0,98 đến 4,28 m²/ha (2,56 ± 1,34). Tất cả các cây bổ sung đều thuộc cấp kính 6 - 30 cm (Hình 2a) dẫn đến không có tiết diện ngang thân cây nào có cỡ kính > 30 cm (Hình 2b), trong khi đó có 75% tiết diện ngang của cây chết tập trung ở cỡ kính 6 - 30 cm (Hình 2b). AGB của cây bổ sung dao động từ 1,07 đến 3,19 tấn/ha (2,07 ± 0,68) và biến động trong

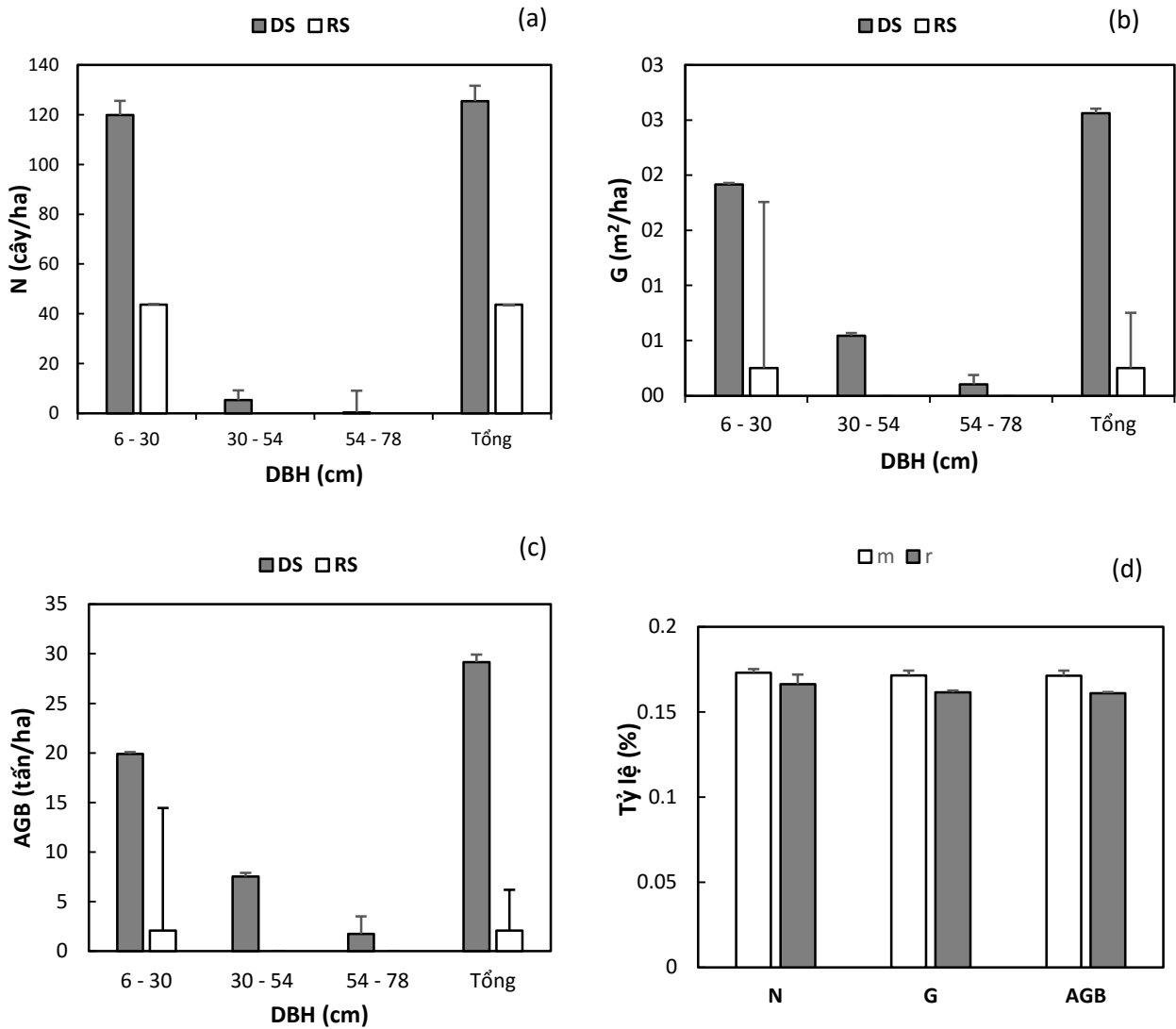
khoảng từ 11,19 đến 30,91 tấn/ha (29,15 ± 15,73). Có 68% AGB của cây chết thuộc cấp kính 6 - 30 cm và giảm xuống còn lần lượt 26% và 6% ở cấp kính từ 30 – 54 cm và từ 54 – 78 cm (Hình 2c).

Tỷ lệ chết hàng năm của số cây, tiết diện ngang thân cây và sinh khối trên mặt đất lần lượt là 17,3%, 17,1% và 17,1% cao hơn tỷ lệ bổ sung hàng năm của số cây (16,6%), tiết diện ngang thân cây (16,1%) và sinh khối trên mặt đất (16,1%).

Số cây tái sinh bổ sung của các ONC thấp hơn so với nghiên cứu về động thái cấu trúc rừng tại Khu bảo tồn thiên nhiên Hang Kia – Pà Cò trong chu kỳ điều tra 5 năm và ngược lại, số cây chết ở nghiên cứu của Nguyễn Thị Thoa

[11]. Tỷ lệ cây chết hàng năm (17,3%) của nghiên cứu này cao hơn mức tỷ lệ số cây chết hàng năm các nghiên cứu của Nguyễn Thị Thu Hiền [12] là (0 – 12%), Trần Văn Đô và cộng sự [8] là 0,9% và Nguyễn Thị Thu Hiền và cộng sự [13] là 14,15%. Tương tự như các nghiên cứu

vừa đề cập trên, số cây chết tập trung ở cỡ kính nhỏ nhất. Tỷ lệ cây bổ sung hàng năm là 16,6%, cao hơn nghiên cứu của Trần Văn Đô và cộng sự [8] và thấp hơn so với nghiên cứu của Nguyễn Thị Thoa [11] là 18%.



Hình 2. Phân bố cây/N (a), tiết diện ngang thân cây/G (b) và sinh khối trên mặt đất/AGB (c) của cây chết (DS) và cây bổ sung (RS) tương ứng với các cấp kính trong giai đoạn 2015 – 2020.

Tỷ lệ cây chết hàng năm (m) và tỷ lệ cây bổ sung hàng năm (r) của N, G, AGB (d). Thanh chỉ định ± SD

3.3. Động thái một số chỉ tiêu nhân tố cấu trúc tầng cây cao

Tổng cộng có 2.248 cây được ghi nhận vào năm 2015 và 1.759 cây được ghi nhận vào năm 2020 trên diện tích 06 ha. Năm 2015, số loài cây gỗ trong tầng cây cao biến động từ 28 đến 44 loài, trong đó có từ 5 đến 9 loài ưu thế tham gia công thức tổ thành với tổng giá trị IV% dao động từ 48,81% đến 79,7%. Năm 2020, số loài

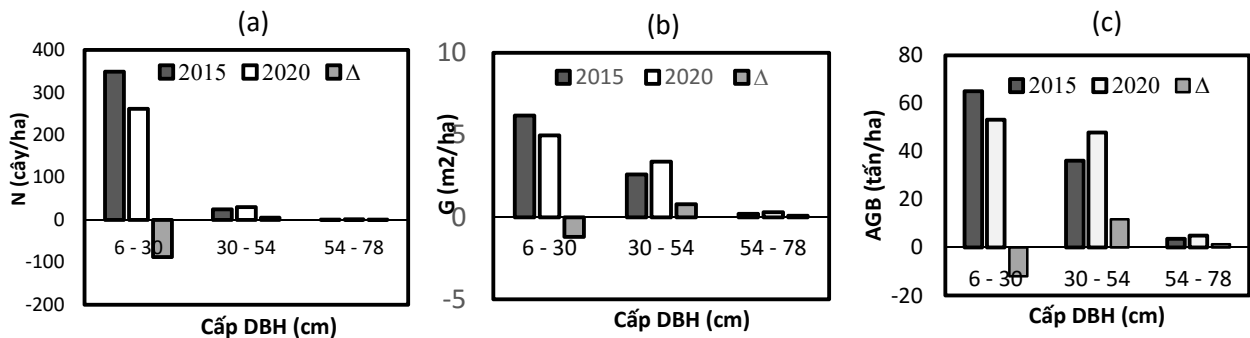
cây gỗ trong tầng cây cao giảm nhẹ từ 27 đến 43 loài, tổng số loài tham gia công thức tổ thành từ 4 đến 9 loài, với tổng giá trị IV% dao động từ 43,79% đến 79,95%. Kết quả nghiên cứu về động thái một số nhân tố cấu trúc gồm mật độ (N), đường kính bình quân (DBH) chiều cao bình quân (H_{vn}), tổng tiết diện ngang (G), trữ lượng (M) và sinh khối trên mặt đất (AGB) được trình bày qua Bảng 3.

Bảng 3. Động thái một số chỉ tiêu cấu trúc tầng cây cao tại VQG Phia Oắc – Phia Đén giai đoạn năm 2015 - 2020

ONC	ΔN (cây/ha)	ΔDBH (cm)	ΔH_{vn} (m)	ΔG (m ² /ha)	ΔM (m ³ /ha)	ΔAGB (tấn/ha)
12_1	25	-0,9	-0,08	0,57	5,52	7,87
12_2	-44	1,68	0,84	0,41	4,84	7,14
12_3	-104	1,64	0,63	-1,05	-5,48	-10,34
13_1	-146	1,85	0,68	0,06	10,67	14,64
13_2	-132	1,65	0,08	-1,28	-5,35	-8,86
13_3	-88	1,47	0,73	-0,6	3,67	-3,43
Trung bình \pm SD	-82 \pm 63	1,23 \pm 1,05	0,48 \pm 0,38	-0,32 \pm 0,77	2,31 \pm 6,45	1,17 \pm 10,16

Qua Bảng 3 cho thấy, giai đoạn 2015 – 2020 tại VQG Phia Oắc – Phia Đén đã ghi nhận sự khác biệt về mật độ và đường kính. Mật độ cây gỗ trung bình có xu hướng giảm, với 5/6 ONC có mật độ giảm từ 44 cây/ha đến 146 cây/ha. Chỉ có ONC 12_1 tăng 25 cây/ha so với năm 2015 do một số cây tái sinh từ chu kỳ trước chuyển cấp. Trong khi đó, biến động về đường kính có

xu hướng tăng 1,23 \pm 1,05 cm ở tổng thể, trong 6 ONC có 1 ONC giảm 0,9 cm do có sự gia tăng của nhiều cấp kính nhỏ. Các chỉ tiêu nhân tố cấu trúc khác như chiều cao, tiết diện ngang, trữ lượng và sinh khối trên mặt đất có xu hướng biến động phức tạp trong các ONC, tuy nhiên không có sự khác biệt đáng kể giữa 2 năm nghiên cứu.



Hình 3. Phân bố cây/N (a), tiết diện ngang thân cây/G (b) và sinh khối trên mặt đất/AGB (c) giữa năm (2015) và năm (2020) và mức tăng trưởng của các nhân tố (Δ)

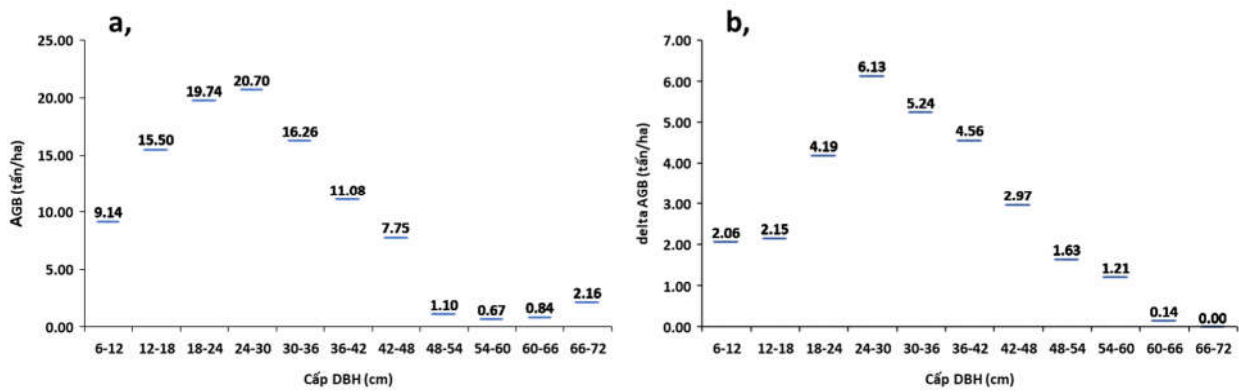
Trong chu kỳ điều tra 5 năm, hầu hết các cây đều có đường kính nhỏ, 89,3% (2015) - 93,1% (2020) cây thuộc cỡ kính từ 6 – 30 cm, giảm xuống còn 6,7 (2015) – 10,3% (2020) ở cấp kính từ 30 – 54 cm và chỉ còn rất thấp 0,2% (2015) - 0,4% (2020) tại cấp kính từ 54 – 78 cm (Hình 3a). Do có hơn 89% số cây thuộc cấp kính từ 6 – 30 cm dẫn đến tỷ lệ tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất cũng tập trung nhiều nhất tại cấp kính này (> 58%), sau đó giảm dần ở các cấp kính lớn hơn (Hình 3a, b, c). Tiết diện ngang giảm còn 29% (2015) và 39% (2020) ở cấp kính từ 30 – 54 cm và chỉ có 3% tại cấp kính lớn nhất (Hình 3b). Sinh khối trên mặt đất chiếm 34%

(2015) và 45% (2020) ở cấp kính từ 30 – 54 cm và chỉ có 3% (2015) và 5% (2020) sinh khối có mặt tại cấp kính 54 – 78 cm (Hình 3c). Sự chênh lệch giữa 2 năm điều tra ở cấp kính đầu tiên (6 – 30 cm) có tăng trưởng âm ở cả 3 nhân tố cấu trúc về mật độ, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất. Mức tăng trưởng về mật độ, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất tại VQG Phia Oắc – Phia Đén thấp hơn nghiên cứu về mức tăng trưởng tại khu dự trữ sinh quyển Kon Hà Nừng [8].

Tương quan giữa các cấp đường kính với sinh khối trên mặt đất và với biến động sinh khối trên mặt đất ($\Delta AGB/\Delta$ AGB) có dạng đỉnh

lệch trái (Hình 4a, 4b). Sinh khối trên mặt đất tăng từ 9,14 đến 20,70 tấn/ha ở cỡ kính từ 6 – 30 cm sau đó giảm dần còn 16,26 xuống 0,67 tấn/ha tại cỡ kính từ 30 – 60 cm, sau đó lại có xu hướng tăng từ 0,84 tấn/ha đến 2,16 tấn/ha tại cỡ kính từ 60 – 72 cm (Hình 4a). Trong đó, sinh khối trên mặt đất đạt đỉnh ở cỡ kính 24 – 30 cm (20,70 tấn/ha) và thấp nhất ở cỡ kính từ 54 – 60 cm (0,67 tấn/ha). Δ AGB của các ONC là hàm số của cả cây sống và cây chết, điều này dẫn tới các cấp đường kính khác nhau sẽ có mức đóng góp khác nhau vào Δ AGB của các ONC. Δ AGB tăng từ 2,06 đến 6,13 tấn/ha tại cỡ kính từ 6 –

30 cm, sau đó giảm từ 5,24 xuống 0 tấn/ha ở cỡ kính từ 30 – 72 cm (Hình 4b). Trong giai đoạn 2015 – 2020, Δ AGB đạt sinh khối lớn nhất tại cỡ kính 24 – 30 cm (6,13 tấn/ha) và thấp nhất tại cỡ kính 66 – 72 (0 tấn/ha) (Hình 4b). Mặc dù 93,1% số cây thuộc cỡ kính từ 6 – 30 cm (Hình 3a) nhưng chúng chỉ đóng góp 48% vào Δ AGB (Hình 4b). Trong khi đó, chỉ có 10,3% số cây ở cấp kính từ 30 – 54 cm (Hình 3a) cũng đóng góp 48 % khối lượng vào Δ AGB (Hình 4b) của lâm phần. Kết quả này cho thấy tầm quan trọng của cây có cỡ đường kính trung bình trong việc cô lập carbon trên mặt đất của rừng nghiên cứu.



Hình 4. Phân bố sinh khối (AGB) và biến động sinh khối (delta AGB) trên mặt đất theo cấp đường kính của các ONC

4. KẾT LUẬN

Một số nhân tố cấu trúc rừng: Mật độ trung bình của các ONC là 375 cây/ha (2015) giảm còn 293 cây/ha (2020). Đường kính trung bình từ $15,34 \pm 8,37$ cm (2015) và tăng lên $16,57 \pm 9,64$ cm (2020), tiết diện ngang từ $8,98 \pm 0,03$ (2015) giảm còn $8,66 \pm 0,04$ m²/ha (2020), trữ lượng lâm phần tăng từ $58,85 \pm 0,25$ (2015) đến $61,16 \pm 0,34$ m³/ha (2020). Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng có sự khác biệt về các chỉ tiêu nhân tố cấu trúc cây gỗ giữa ODV 12 và ODV 13.

Tỷ lệ cây bổ sung và tỷ lệ cây chết: Tỷ lệ bổ sung hàng năm của lâm phần thấp hơn tỷ lệ chết hàng năm. Tỷ lệ tái sinh bổ sung hàng năm và tỷ lệ chết hàng năm của số cây, tiết diện ngang và sinh khối trên mặt đất hầu hết tập trung ở cỡ kính nhỏ (6 – 30 cm).

Động thái một số chỉ tiêu nhân tố cấu trúc tầng cây cao: Trong chu kỳ điều tra 5 năm (2015 – 2020) có sự khác biệt về mật độ và đường kính. Trong khi mật độ giảm -82 ± 63

cây/ha thì đường kính có sự tăng nhẹ $1,23 \pm 1,05$ cm. Các chỉ tiêu cấu trúc khác như tiết diện ngang, trữ lượng và sinh khối trên mặt đất không có sự khác biệt đáng kể trong chu kỳ điều tra 5 năm.

Tương quan giữa các cấp đường kính với sinh khối trên mặt đất và với biến động sinh khối trên mặt đất có dạng đỉnh lệch trái. Kết quả nghiên cứu cho thấy tầm quan trọng của cây có cỡ trung bình trong việc cô lập carbon trên mặt đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Roebroek C. T., G. Duveiller, S. I. Seneviratne, E. L. Davin & A. Cescatti (2023). Releasing global forests from human management: How much more carbon could be stored? Science. 380(6646): 749-753.
- [2]. Pennisi E. (2020). Tropical forests store carbon despite warming. American Association for the Advancement of Science. 368(6493): 813.
- [3]. Gonçalves A. C. (2022). Influence of stand structure on forest biomass sustainability. Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability. Elsevier: 327-352.

[4]. Bonan G. B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*. 320(5882): 1444-1449.

[5]. Cao Thị Thu Hiền & Nguyễn Thúy Hồng (2019), Một số đặc điểm cấu trúc của rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới núi đất tại vườn Quốc gia Phia Oắc-Phia Đén, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*. 5:17-26.

[6]. Bao Huy (2009). Methodology for research on CO2 sequestration In natural forests to join the program of reducing emissions from deforestation and degradation. *Science Technology Journal of Agriculture and Rural Development*. 130: 85-91.

[7]. Nascimento M. T., R. I. Barbosa, D. M. Villela & J. Proctor (2007). Above-ground biomass changes over an 11-year period in an Amazon monodominant forest and two other lowland forests. *Plant Ecology* 192: 181-191.

[8]. Tran Van Do, Phung Dinh Trung, Mamoru Yamamoto, Osamu Kozan, Nguyen Toan Thang, Dang Van Thuyet, Hoang Van Thang, Nguyen Thi Thu Phuong, Ninh Viet Khuong & Ngo Van Cam (2018), Aboveground biomass increment and stand dynamics in tropical evergreen broadleaved forest. *Journal of Sustainable Forestry*. 37(1): 1-14.

[9]. Cao Thị Thu Hiền, Nguyễn Đăng Cường & Bùi Mạnh Hưng (2019). Một số đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ của rừng lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia Ba Bể. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*. 3: 35-45.

[10]. Sagar, R. & J. Singh (2006). Tree density, basal area and species diversity in a disturbed dry tropical forest of Northern India: implications for conservation. *Environmental Conservation*. 33(3): 256-262.

[11]. Nguyễn Thị Thoa (2013). Phân tích một số chỉ số đa dạng sinh học loài cây gỗ của thảm thực vật rừng trên núi đá vôi tại Khu bảo tồn thiên nhiên Thần Sa-Phượng Hoàng, tỉnh Thái Nguyên. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*. 4: 2961 -2967.

[12]. Nguyễn Thị Thu Hiền (2015). Nghiên cứu động thái cấu trúc rừng tự nhiên ở Vườn quốc gia Vũ Quang, tỉnh Hà Tĩnh. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*. 3: 3904 - 3910.

[13]. Nguyễn Thị Thu Hiền, Trần Văn Con & Trần Thị Thu Hà (2014). Động thái cấu trúc rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia Ba Bể. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*. 3: 3417-3423.