

**Đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ rừng kín thường xanh  
tại Mường Phăng, Điện Biên**

Lê Đức Thắng<sup>1\*</sup>, Trần Xuân Thắng<sup>2</sup>, Lê Trung Hiếu<sup>2</sup>, Lê Anh Thanh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Nghiên cứu và Phát triển Vùng (IRRD) - Bộ Khoa học và Công nghệ

<sup>2</sup>Ban quản lý rừng Di tích lịch sử và Cảnh quan Môi trường Mường Phăng

<sup>3</sup>Trung tâm Khoa học Lâm nghiệp Tây Bắc

**Structural characteristics and diversity of wooden trees species  
of the closed evergreen broadleaf forest in Muong Phang, Dien Bien**

Le Duc Thang<sup>1\*</sup>, Tran Xuan Thang<sup>2</sup>, Le Trung Hieu<sup>2</sup>, Le Anh Thanh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Regional Research and Development (IRRD), Ministry of Science and Technology

<sup>2</sup>Muong Phang Forest Management Unit

<sup>3</sup>Forest Science Centre of North Western Vietnam

\*Corresponding author: thangs.accr@gmail.com

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuif.12.5.2023.096-106>

**TÓM TẮT**

Cấu trúc rừng và đa dạng cây gỗ cung cấp các thông tin quan trọng trong đánh giá và quản lý rừng hiệu quả. Trong nghiên cứu này, đã thiết lập 15 ô tiêu chuẩn kích thước mỗi ô 1.000 m<sup>2</sup> theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên để thu thập dữ liệu những loài cây gỗ có đường kính ngang ngực từ 6 cm trở lên tại các trạng thái rừng giàu, trung bình, nghèo và nghèo kiệt thuộc kiểu rừng kín cây lá rộng thường xanh ẩm, á nhiệt đới núi thấp tại Ban quản lý rừng Di tích lịch sử và Cảnh quan Môi trường Mường Phăng. Kết quả cho thấy, mật độ cây gỗ từ 310 – 820 cây/ha, trữ lượng rừng giàu đạt 227,7 m<sup>3</sup>/ha, cao gấp 1,5 lần so với rừng trung bình (152,29 m<sup>3</sup>/ha), gấp 3,5 lần so với rừng nghèo (64,53 m<sup>3</sup>/ha), và cao gấp 5,4 lần so với rừng nghèo kiệt (42,51 m<sup>3</sup>/ha). Số loài ưu thế từ 4 – 8 loài trong tổng số 14 – 27 loài xuất hiện. Hệ số hỗn loài từ 1,5 – 3,0 loài. Chỉ số phong phú Margalef cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 6,562), thấp nhất ở rừng giàu (trung bình 4,659). Chỉ số đa dạng H' cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 2,996), cao hơn so với rừng nghèo, rừng trung bình và rừng giàu. Chỉ số đa dạng Simpson (D1) cao nhất ở rừng nghèo kiệt (0,929) và thấp nhất ở rừng giàu (0,887). Chỉ số đa dạng Berger-Parker (BP) cao nhất ở rừng giàu (0,258) và thấp nhất ở rừng nghèo kiệt (0,189). Về tổng thể, các trạng thái rừng vẫn đang trong quá trình phục hồi sinh thái, mức độ đa dạng cây gỗ ở rừng nghèo kiệt cao hơn rừng nghèo, rừng trung bình và rừng giàu.

**Thông tin chung:**

Ngày nhận bài: 28/06/2023

Ngày phản biện: 31/07/2023

Ngày quyết định đăng: 17/08/2023

**Từ khóa:**

cấu trúc rừng, đa dạng cây gỗ,  
rừng kín thường xanh ẩm á nhiệt  
đới, rừng thứ sinh nhân tác.

**Keywords:**

closed evergreen broadleaf  
forest, forest structure,  
secondary forest, trees diversity.

**ABSTRACT**

Forest structure and diversity of wooden tree species provide important information for efficient forest evaluation and management. In this study, 15 temporary plots with the size of 1000 m<sup>2</sup> each were established by random sampling method for four forest types (rich, medium, poor, and very poor) of the tropical evergreen broadleaf closed forest in Muong Phang Forest Management Unit. The results indicated that the density of timber trees ranged from 310 to 820 trees/ha, the reserve of rich forest was 227.7 m<sup>3</sup>/ha, higher than 1.5, 3.4, and 5.4 times the medium forest (152.29 m<sup>3</sup>/ha), poor forest (64.53 m<sup>3</sup>/ha), and very poor forest (42.51 m<sup>3</sup>/ha), respectively. There were 4 to 8 dominating species out of a total of 14 to 27 species that occurred. The mixed species coefficient was 1.5 to 3.0 species. Margalef abundance index ranged from 4.659 in rich forest to 6.562 in poor forest. In comparison to rich, medium, and poor forests, the diversity index H' was highest in very poor forests (average 2.996). Simpson's diversity index (D1) was highest in very poor forest (0.929), and it was lowest in rich forests (0.887). The rich forest had the highest Berger-Parker diversity index (0.258), while very poor forest had the lowest (0.189). In general, the ecological restoration of the forest states is still ongoing, and very poor forests have a higher level of tree diversity than poor, medium, and rich forests.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quản lý rừng tự nhiên, ngoài trữ lượng, cấu trúc tổ thành và một số chỉ số đa dạng cây gỗ là những thông tin quan trọng giúp người quản lý đánh giá tổng hợp tài nguyên rừng và đề xuất các biện pháp nuôi dưỡng, quản lý rừng hợp lý và hiệu quả [1]. Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ trong mỗi kiểu trạng thái rừng để tìm ra những mối quan hệ, tác động qua lại giữa các loài thực vật, sự sắp xếp về mặt không gian và thời gian, xem xét sự tác động của yếu tố con người đến cấu trúc và tính đa dạng thực vật; làm cơ sở đề xuất các biện pháp quản lý và kỹ thuật lâm sinh tác động tích cực, nhằm phát huy khả năng bảo tồn, đảo bảo tính bền vững của hệ sinh thái.

Khu vực rừng và đất lâm nghiệp thuộc Ban quản lý rừng Di tích lịch sử và Cảnh quan Môi trường Mường Phăng (sau đây gọi tắt là BQL rừng Mường Phăng) được giao quản lý là 2.316,05 ha, trong đó, rừng tự nhiên là 2.206,66 ha, chiếm 95,4% tổng diện tích và rừng trồng là 105,66 ha (chiếm 4,6%); phân bố trên địa phận 2 xã Mường Phăng và xã Pá Khoang, thuộc thành phố Điện Biên Phủ, tỉnh Điện Biên. Hiện nay, BQL rừng Mường Phăng đã giao khoán bảo vệ rừng cho 29 cộng đồng thôn/bản với diện tích 2.274,31 ha và 01 tổ chức (Nhà nghỉ Trúc An) với 41,74 ha. Kiểu rừng thuộc BQL rừng Mường Phăng là rừng kín thường xanh mưa ẩm, cây lá rộng á nhiệt đới núi thấp [2, 3], không còn rừng nguyên sinh, chỉ có rừng thứ sinh nhân tác, gồm các kiểu phụ rừng thứ sinh nhân tác: rừng thứ sinh nghèo sau khai thác kiệt (IIIa1), rừng trung bình bị khai thác kiệt nhưng đã có thời gian phục hồi lâu và ít bị tác động của con người (IIIa2), rừng giàu (IIIa3), rừng thứ sinh nghèo phục hồi sau nương rẫy, lửa rừng và khai thác (IIa, IIb) [4]. Hệ thực vật khu vực rừng của BQL rừng Mường Phăng tương đối phong phú, số loài thực vật được ghi nhận là 442 loài, thuộc 125 họ, trong 5 ngành thực vật và 320 chi; các loài đặc trưng như Tô hạp điện biên, Dẻ mũi mác, Dẻ gai bá bạc, Xoan mộc... trong đó, các loài thực vật nguy cấp, quý hiếm như Quyết thân gỗ, Tô hạp điện biên, Đinh, Dẻ gai đỏ, Sồi

đá lá mác, Sồi phẳng, Vù hương... Công tác quản lý bảo vệ rừng trên địa bàn trong những năm gần đây gặp nhiều khó khăn, tình trạng lâm rừng làm nương, cháy rừng, khai thác và vận chuyển gỗ trái phép vẫn xảy ra ở một số điểm với quy mô nhỏ, lẻ. Do đó, đã làm mất nhiều diện tích rừng, suy giảm về chất lượng, một số loài cây bị khai thác cạn kiệt rất hiếm gặp như Bình vôi, Du sam, Rau sắng, Thông tre, Kim giao, Lan kim tuyến...[4].

Nghiên cứu cấu trúc rừng và một số chỉ số đa dạng cây gỗ cũng đã được thực hiện trên kiểu rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Mã Đà, tỉnh Đồng Nai [5]; kiểu rừng kín cây lá rộng thường xanh ẩm á nhiệt đới tại Vườn quốc gia Tà Dúng [6], Vườn quốc gia Bidoup – Núi Bà [7]; rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới tại Khu Bảo tồn thiên nhiên – Văn hóa Đồng Nai [8], Khu Bảo tồn thiên nhiên Thần Sa – Phụng Hoàng [9]... Nghiên cứu này được thực hiện nhằm (i) đánh giá đặc điểm cấu trúc và (ii) đánh giá đặc điểm đa dạng cây gỗ của kiểu rừng kín thường xanh mưa ẩm, cây lá rộng á nhiệt đới núi thấp tại Ban quản lý rừng Di tích lịch sử và Cảnh quan Môi trường Mường Phăng. Kết quả ở nghiên cứu này không chỉ cung cấp những thông tin về đặc điểm cấu trúc và đa dạng cây gỗ của quần xã thực vật, mà còn là cơ sở khoa học về các biện pháp kỹ thuật lâm sinh tác động và quản lý rừng bền vững.

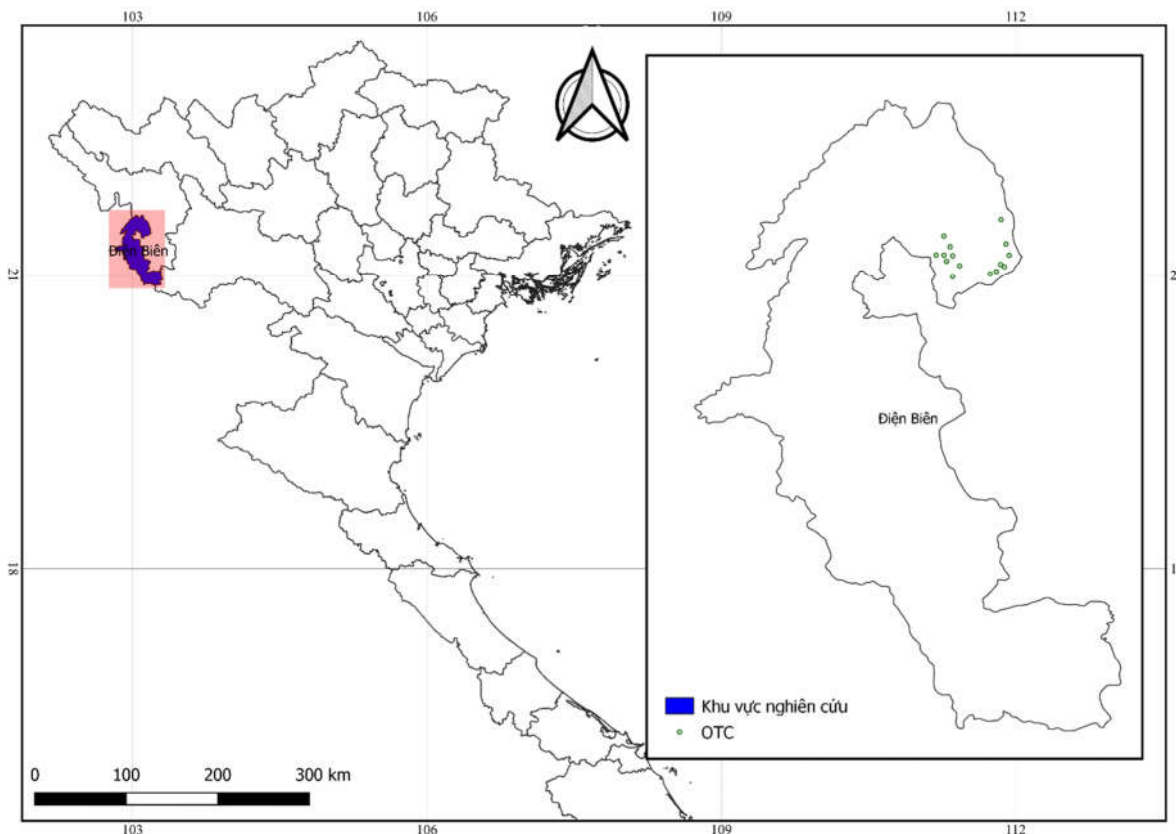
## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đặc điểm đối tượng và khu vực nghiên cứu

Khu vực rừng và đất lâm nghiệp thuộc Ban quản lý rừng Di tích lịch sử và Cảnh quan môi trường Mường Phăng nằm ở phía Đông Bắc huyện Điện Biên, có tọa độ địa lý từ 21<sup>0</sup>37'97" đến 21<sup>0</sup>49'43" vĩ độ Bắc và 103<sup>0</sup>5'47" đến 103<sup>0</sup>18'58" kinh độ Đông. Tổng diện tích là 2.316,05 ha, trong đó rừng tự nhiên là 2.206,66 ha và rừng trồng 105,66 ha. Kiểu rừng khu vực nghiên cứu là rừng kín thường xanh mưa ẩm á nhiệt đới núi thấp (không còn rừng nguyên sinh), gồm các kiểu phụ rừng thứ sinh nhân tác: rừng thứ sinh nghèo sau khai thác kiệt (IIIa1), rừng trung bình bị khai thác kiệt nhưng đã có

thời gian phục hồi lâu và ít bị tác động của con người (IIIa2), rừng giàu (IIIa3), rừng thứ sinh nghèo phục hồi sau nương rẫy, lửa rừng và khai thác (IIa, IIb), trong đó, rừng thứ sinh nghèo kiệt có diện tích lớn nhất (1.352,5 ha, chiếm 58,5% tổng diện tích) [4]. Khu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa, với 2 mùa rõ rệt, mùa mưa từ tháng 4 đến tháng 10, mùa khô từ tháng

11 đến tháng 3 năm sau. Nhiệt độ bình quân năm 22,3<sup>0</sup>C. Lượng mưa trung bình năm từ 1.600 – 2.000 mm. Đối tượng nghiên cứu là 5 kiểu trạng thái rừng thứ sinh nhân tác (gồm trạng thái rừng IIIa, IIIa1, IIIa2, IIIa3, IIIb, và IIb) [2], thuộc 4 trạng thái rừng phân theo trữ lượng: rừng giàu, rừng trung bình, rừng nghèo, và rừng nghèo kiệt [10].



**Hình 1. Vị trí lập ô tiêu chuẩn tại khu vực nghiên cứu**

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### \* Lập ô tiêu chuẩn và thu thập số liệu

Tại khu vực nghiên cứu, dựa trên bản đồ hiện trạng rừng của Ban quản lý rừng Di tích lịch sử và Cảnh quan Môi trường Mường Phăng (tỷ lệ 1/10.000) bố trí các OTC theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên phân tầng, cho 5 trạng thái rừng (IIIa, IIIa1, IIIa2, IIIa3, IIIb, và IIb); khoảng cách tối thiểu giữa mỗi 2 OTC là 1.000 m. Lập 15 ô tiêu chuẩn (OTC), hình chữ nhật với diện tích mỗi ô là 1.000 m<sup>2</sup>, kích thước 25 x 40 m. Các OTC được lập tại các vị trí ít bị tác động của con người. Trong mỗi OTC, tiến hành thống kê những cây gỗ có đường kính ngang

ngực từ 6 cm trở lên và xác định đường kính bằng thước dây với độ chính xác 0,1 cm; chiều cao thân cây được đo bằng thước đo cao Blume-Leise với độ chính xác 0,5 m.

### \* Xử lý số liệu

- Tính chỉ số quan trọng (IV%) [3]:

$$IV\% = \frac{N\% + G\%}{2} \quad (1)$$

Trong đó:

N% - tỷ lệ phần trăm số cây của mỗi loài trên tổng số cây của lâm phần;

G% - tỷ lệ phần trăm tiết diện ngang của mỗi loài trên tổng tiết diện ngang của lâm phần.

- Các chỉ số đa dạng cây gỗ:

**Bảng 1. Các chỉ số đa dạng cây gỗ được sử dụng trong các lâm phần điều tra**

Chỉ số đa dạng	Công thức tính	
Độ giàu loài (S)	Tổng số loài	(2)
Độ phong phú (R)	$R = \frac{S}{\sqrt{N}}$ [11, 12]	(3)
Hệ số hỗn loài (HL)	$HL = \frac{S}{N}$	(4)
Chỉ số Shannon-Weaver (H')	$H' = -\sum(p_i)(\ln p_i)$ [13]	(5)
Chỉ số phong phú Margalef (d)	$d = \frac{S-1}{\ln N}$ [14]	(6)
Chỉ số đa dạng Simpson (D <sub>1</sub> )	$D_1 = 1 / \sum(n_i / N)^2$ [15]	(7)
Chỉ số đa dạng Simpson (D <sub>2</sub> )	$D_2 = 1 / \sum(n_i / N)^2$ [16]	(8)
Chỉ số đồng đều Simpson's (E)	$E = \frac{D_2}{S}$ [13, 15, 17]	(9)
Chỉ số đồng đều Pielou (J')	$J' = \frac{H'}{\ln S}$ [18]	(10)
Chỉ số đa dạng Berger-Parker (BP)	$BP = \frac{n_{max}}{N} = P_{max}$ [16]	(11)
Chỉ số Rényi (H <sub>α</sub> )	$H_\alpha = \frac{\ln(\sum_{i=1}^S P_i^\alpha)}{1-\alpha}$ [19]	(12)

*Ghi chú: N - tổng số cây (cá thể) trong lâm phần; S - tổng số loài trong lâm phần; HL - hệ số hỗn loài được biểu thị dưới dạng 1/n, trong đó n là một số nguyên; P<sub>i</sub> - mức độ phong phú tương đối của mỗi loài trong lâm phần (nghĩa là số cá thể của loài thứ i trên tổng số cá thể của các loài trong lâm phần).*

Dữ liệu điều tra được tổng hợp, phân tích theo các mục đích nghiên cứu trên cơ sở các thuật toán của phần mềm R [20, 21].

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đặc điểm cấu trúc các trạng thái rừng

a) Một số đặc điểm các nhân tố điều tra lâm phần

Tính chung, các lâm phần điều tra có mật độ bình quân là 380 cây/ha, hệ số biến thiên (CV%) về mật độ giữa các lâm phần điều tra là 13,1%, dao động từ 310 cây/ha, KTC (khoảng tin cậy) 95%: 198 – 442 cây/ha (trạng thái rừng IIIb), đến 820 cây/ha, KTC 95%: 708 – 932 cây/ha (trạng thái rừng IIb); trong đó, có 75% số lâm phần điều tra có mật độ ≤ 385 cây/ha, 50% lâm phần có mật độ ≤ 380 cây/ha, và có 25% số lâm phần có mật độ ≤ 310 cây/ha, lâm phần có mật độ thấp nhất là 270 cây/ha. Đường kính (D<sub>1.3</sub>) và chiều cao (H<sub>VN</sub>) bình quân lâm phần có sự khác nhau rõ giữa các trạng thái rừng điều tra.

Đường kính bình quân lâm phần đạt 20,8 cm, đạt cao nhất ở trạng thái rừng IIIb (trung bình 32,2 cm, KTC 95%: 28,6 – 35,8 cm), tiếp đến trạng thái rừng IIIa3 (trung bình 24,4 cm, KTC 95%: 22,9 – 25,9 cm), và thấp nhất ở 2 trạng thái rừng IIIa và IIb, tương ứng đạt 14,2 cm (KTC 95%: 11,7 – 16,7 cm) và 11,1 cm (KTC 95%: 7,5 – 14,7 cm). Chiều cao bình quân lâm phần đạt cao nhất ở 2 trạng thái rừng IIIb (trung bình 17,3 m, KTC 95%: 14,9 – 19,7 m) và IIIa3 (trung bình 15,2 m, KTC 95%: 14,2 – 16,1 m), thấp nhất ở trạng thái rừng IIb, trung bình 9,5 m, KTC 95%: 7,1 – 11,9 m. Trữ lượng bình quân đạt thấp nhất ở 3 trạng thái rừng IIIa1, IIIa và IIb, lần lượt đạt 64,5 m<sup>3</sup>/ha : 44,1 m<sup>3</sup>/ha : 39,3 m<sup>3</sup>/ha; tiếp đến, 2 trạng thái rừng IIIa3 và IIIa2, lần lượt đạt 158,2 m<sup>3</sup>/ha : 116,9 m<sup>3</sup>/ha; cao nhất ở trạng thái rừng IIIb, trữ lượng bình quân đạt 227,7 m<sup>3</sup>/ha, KTC 95%: 183,8 – 271,6 m<sup>3</sup>/ha.

Bảng 2. Đặc trưng các lâm phần điều tra

OTC	Độ cao (m)	Khoảnh	Lô	Trạng thái	N (cây/ha)	D <sub>1.3</sub>		H <sub>VN</sub>		G (m <sup>2</sup> /ha)	M (m <sup>3</sup> /ha)
						TB (cm)	CV (%)	TB (m)	CV (%)		
14	1321	9	o	IIIa	380	14,6	36,0	11,9	18,1	7,18	42,67
3	1117	7	d	IIIa	430	13,8	37,6	11,6	25,9	7,36	45,57
6	1147	1	f	IIIa1	290	17,5	37,0	12,8	16,0	7,89	50,54
11	987	9	h	IIIa1	310	19,0	41,0	14,1	24,0	10,25	74,48
12	1185	4	m	IIIa1	390	17,4	27,2	12,8	25,4	9,99	62,23
13	1274	4	m	IIIa1	350	18,1	33,8	14,2	20,0	10,02	70,88
7	1024	10	-	IIIa2	380	21,2	41,2	14,4	22,3	15,61	116,93
4	950	9	q	IIIa3	370	22,6	43,1	13,5	26,3	17,46	123,14
5	966	7	d	IIIa3	340	26,7	32,8	16,2	23,9	20,99	166,29
8	1017	7	e	IIIa3	290	26,7	58,1	16,4	21,5	21,56	188,78
9	985	6	gl	IIIa3	360	24,1	51,1	14,1	26,1	20,62	160,24
10	1005	3	-	IIIa3	420	21,8	50,8	16,3	29,0	19,66	175,23
1	1108	2	l2	IIIa3	270	24,5	57,9	14,4	23,7	16,80	135,44
2	984	6	c	IIIb	310	32,2	31,6	17,3	17,7	27,64	227,69
15	1405	9	k	IIb	820	11,1	27,0	9,5	17,2	8,52	39,30

Phân chia các trạng thái rừng tự nhiên theo trữ lượng [10] có 1 trạng thái rừng IIIb có trữ lượng giàu, trung bình đạt 227,7 m<sup>3</sup>/ha; tiếp đến, có 2 trạng thái rừng IIIa2 (1 lâm phần) và IIIa3 (6 lâm phần) có trữ lượng trung bình, bình quân đạt 152,29 m<sup>3</sup>/ha, KTC 95%: 134,81 – 169,78 m<sup>3</sup>/ha; trạng thái rừng IIIa1 (có 4 lâm phần) đều có trữ lượng nghèo, bình quân 64,53 m<sup>3</sup>/ha, KTC 95: 41,40 – 87,67 m<sup>3</sup>/ha; và có 2 trạng thái rừng IIIa (2 lâm phần) và IIb (1 lâm phần) có trữ lượng nghèo kiệt, bình quân 42,51 m<sup>3</sup>/ha, KTC 95%: 15,80 – 69,23 m<sup>3</sup>/ha.

*b) Tổ thành loài tầng cây cao các lâm phần điều tra*

Tính chung, có 20 loài được ghi nhận trong mỗi OTC điều tra, dao động từ 14 - 27 loài, hệ số biến thiên (CV%) về số loài giữa các lâm phần điều tra là 14,7 %, trong đó, có 75% số lâm phần điều tra có số loài được ghi nhận ≤ 24 loài và có 25% số lâm phần điều tra có số loài được ghi nhận ≤ 17 loài. Tổng số loài có sự khác nhau rõ giữa các trạng thái rừng điều tra, cao nhất ở 2 trạng thái rừng IIb (27 loài) và IIIa (27 loài); tiếp đến 2 trạng thái rừng IIIa2 (21 loài), IIIa1 (20 loài); và thấp nhất, ở 2 trạng thái rừng IIIa3 (18 loài) và IIIb (17 loài). Phân chia theo trữ lượng

rừng [10] cũng ghi nhận có sự khác nhau về số loài giữa các trạng thái rừng, nhưng chỉ có trạng thái rừng nghèo kiệt là có số loài cao nhất (trung bình có 27 loài, KTC 95%: 23 – 30 loài) và cao hơn có ý nghĩa lần lượt 7 loài so với trạng thái rừng nghèo (trung bình 20 loài, KTC 95%: 16 – 23 loài); cao hơn 8 loài so với trạng thái rừng trung bình (bình quân 18 loài, KTC 95%: 16 – 21 loài); cao hơn 10 loài so với trạng thái rừng giàu (trung bình 17 loài; KTC 95%: 11 – 23 loài); 3 trạng thái rừng giàu, trung bình và nghèo là chưa ghi nhận có sự khác nhau rõ về số loài trong các lâm phần điều tra. Tuy số loài ghi nhận có sự khác nhau rõ giữa các trạng thái rừng, nhưng số loài ưu thế tham gia công thức tổ thành tầng cây cao là không khác nhau (loài cây có chỉ số IV% > 5% thì loài đó mới thực sự có ý nghĩa về mặt sinh thái trong lâm phần và được tham gia vào công thức tổ thành [3]). Trung bình có 6 loài (CV%: 22,9 %), dao động từ 4 - 8 loài có ý nghĩa về mặt sinh thái trong lâm phần, trong đó, có 75% số lâm phần điều tra có số loài tham gia công thức tổ thành ≤ 6 loài và có 25% số lâm phần điều tra có số loài tham gia công thức tổ thành ≤ 5 loài.

**Bảng 3. Cấu trúc tổ thành các lâm phần điều tra**

OTC	Trạng thái	CTTT	Loài ưu thế	Tổng số loài
14	IIIa	21,2 Vối thuốc + 9,3 Màng tang + 7,4 Dung + 6,2 Hông + 55,9 Các loài khác (CLK)	4	26
3	IIIa	16,0 Vối thuốc + 11,3 Dẻ gai + 9,5 Kháo + 7,0 Thành ngành + 5,6 Dẻ gai lá bạc + 50,6 CLK	5	27
6	IIIa1	22,8 Vối thuốc + 9,4 Kháo + 9,0 Dẻ gai lá bạc + 8,4 Hu đay + 5,3 Chè đuôi lươn + 5,0 Thừng mực + 40,0 CLK	6	19
11	IIIa1	20,6 Tô hạp điện biên + 15,6 Dẻ gai lá bạc + 12,9 Ngát + 9,8 Vối thuốc + 9,1 Chẹo tía + 32,0 CLK	5	18
12	IIIa1	18,0 Vối thuốc + 12,1 Tông dù + 7,2 Thành ngành + 5,6 Sp + 5,2 Thừng mực + 51,9 CLK	5	23
13	IIIa1	18,0 Vối thuốc + 12,7 Dẻ gai ấn độ + 12,7 Dẻ gai lá bạc + 8,2 Thành ngành + 5,8 Dẻ gai + 5,5 Hu đay + 37,1 CLK	6	18
7	IIIa2	21,5 Dẻ gai lá bạc + 13,7 Vối thuốc + 9,6 Long não + 9,0 Chẹo + 8,1 Dẻ mũi mác + 38,1 CLK	5	21
4	IIIa3	24,2 Vối thuốc + 10,6 Thanh mai + 10,5 Dẻ lá bạc + 9,8 Dẻ gai lá bạc + 9,8 Xoan nhừ + 5,2 Màng tang + 29,9 CLK	6	17
5	IIIa3	12,9 Sụ quả to + 11,3 Dẻ lá đa + 11,1 Thôi ba + 8,7 Sung rừng + 8,3 Côm trâu + 7,5 Kháo vàng + 6,2 Xoan nhừ + 5,7 Đỉnh + 28,3 CLK	8	16
8	IIIa3	25,8 Dẻ gai lá bạc + 13,8 Chẹo + 5,9 Sụ vòng + 5,3 Dung + 49,3 CLK	4	20
9	IIIa3	23,3 Chẹo tía + 12,2 Dẻ gai ấn độ + 10,8 Dẻ gai lá bạc + 7,6 Thôi ba + 7,2 Dẻ mũi mác + 6,3 Sảng + 5,0 Thành ngành + 27,6 CLK	7	17
10	IIIa3	21,4 Dẻ gai lá bạc + 12,3 Chẹo tía + 5,9 Sảng nhung + 5,6 Dẻ gai ấn độ + 5,6 Xoan nhừ + 49,2 CLK	5	24
1	IIIa3	29,6 Dẻ gai lá bạc + 13,7 Chẹo tía + 11,6 Dẻ lá đa + 7,0 Dung + 6,1 Bông bạc + 5,5 Dẻ gai + 5,1 Kháo + 5,0 Vối thuốc + 16,3 CLK	8	14
2	IIIb	30,6 Ngát + 9,9 Tô hạp điện biên + 8,6 Hà nu + 5,9 Máu chó + 44,9 Các loài khác (CLK)	4	17
15	IIb	16,6 Vối thuốc + 9,1 Thành ngành + 7,6 Bã đậu + 6,9 Tông dù + 6,2 Dẻ gai lá bạc + 5,3 Gội núi + 48,2 CLK	6	27

**3.2. Đa dạng loài cây gỗ các lâm phần điều tra**

Tính chung, có 38 cá thể trong mỗi OTC điều tra (CV%: 13,1%), dao động từ 31 cá thể (trạng thái IIIb) đến 82 cá thể (trạng thái IIb). Số cá thể trong mỗi lâm phần điều tra tăng dần đến số loài tăng, bình quân số loài được ghi nhận bình quân là 20 loài, dao động từ 17 loài (IIIb) đến 27 loài (IIb), trong đó, có 75% lâm phần được ghi nhận có số cá thể và số loài ≤ 39 cá thể

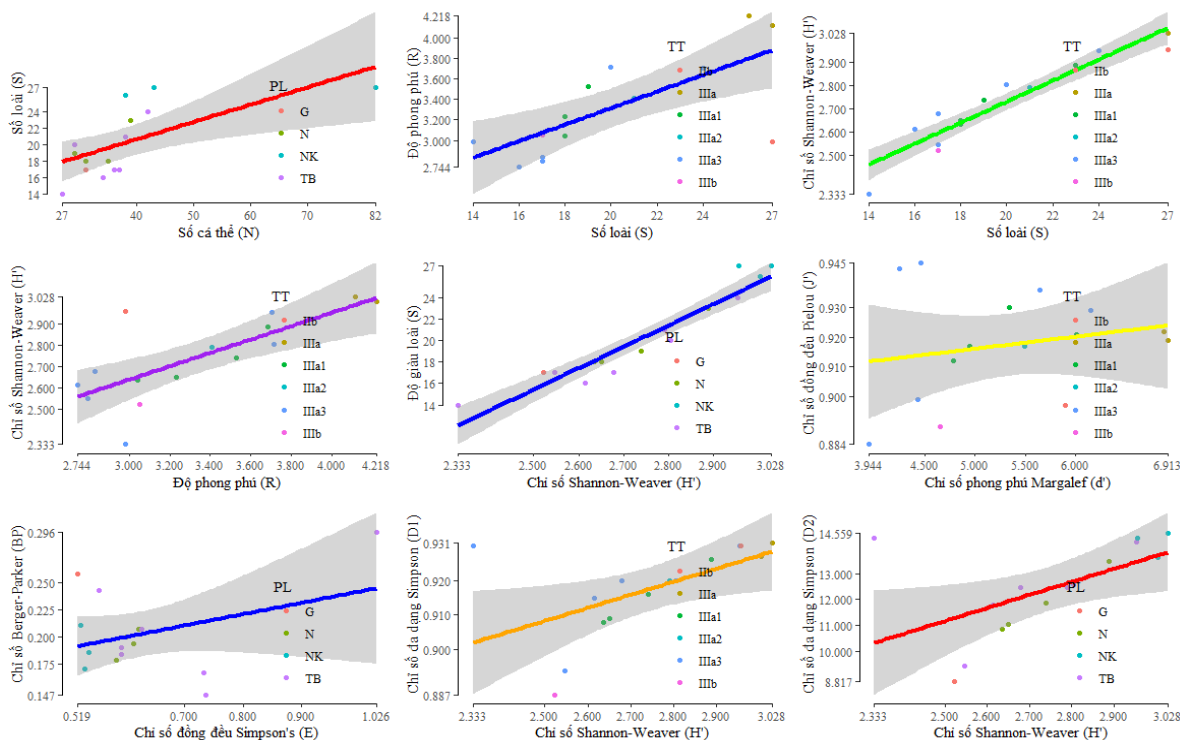
và 24 loài; và có 25% lâm phần được ghi nhận có số cá thể và số loài ≤ 31 cá thể và 17 loài. Tỷ lệ hỗn loài từ 1/1,53 (trạng thái rừng IIIa) đến 1/3,04 (trạng thái rừng IIa); hay từ 1/1,72 (trạng thái rừng nghèo) đến 1/2,03 (trạng thái rừng nghèo kiệt), có nghĩa là cứ từ 1,53 – 3,04 cá thể thì có một loài. Điều đó dẫn đến sự khác nhau về các chỉ số đa dạng loài cây gỗ trong các lâm phần điều tra.

**Bảng 4. Chỉ số đa dạng loài cây gỗ các lâm phần điều tra**

OTC	TT	N	S	R	H'	d	J'	D1	D2	BP	E	HL
14	IIIa	38	26	4,218	3,004	6,873	0,922	0,927	13,623	0,21	0,52	1/1,5
3	IIIa	43	27	4,117	3,028	6,913	0,919	0,931	14,559	0,19	0,54	1/1,6
6	IIIa1	29	19	3,528	2,740	5,346	0,930	0,916	11,845	0,21	0,62	1/1,5
11	IIIa1	31	18	3,233	2,651	4,951	0,917	0,909	11,046	0,19	0,61	1/1,7
12	IIIa1	39	23	3,683	2,888	6,005	0,921	0,926	13,460	0,18	0,59	1/1,7
13	IIIa1	35	18	3,043	2,636	4,782	0,912	0,908	10,841	0,20	0,60	1/1,9
7	IIIa2	38	21	3,407	2,791	5,498	0,917	0,920	12,448	0,18	0,59	1/1,8
4	IIIa3	37	17	2,795	2,547	4,431	0,899	0,894	9,441	0,24	0,56	1/2,2
5	IIIa3	34	16	2,744	2,614	4,254	0,943	0,915	11,796	0,15	0,74	1/2,1
8	IIIa3	29	20	3,714	2,805	5,643	0,936	0,920	12,552	0,21	0,63	1/1,5
9	IIIa3	36	17	2,833	2,678	4,465	0,945	0,920	12,462	0,17	0,73	1/2,1
10	IIIa3	42	24	3,703	2,954	6,154	0,929	0,930	14,226	0,19	0,59	1/1,7
1	IIIa3	27	14	2,982	2,333	3,944	0,884	0,930	14,368	0,30	1,03	1/1,9
2	IIIb	31	17	3,053	2,523	4,659	0,890	0,887	8,817	0,26	0,52	1/1,8
15	IIB	82	27	2,982	2,957	5,900	0,897	0,930	14,368	0,17	0,53	1/3,0

Độ phong phú (R) bình quân đạt 3,336 (CV%: 11,4%), cao nhất ở trạng thái IIIa (trung bình 4,168, KTC 95%: 3,561 – 4,771) và thấp nhất ở trạng thái IIB (trung bình 2,982, KTC 95%: 2,124 – 3,840), nhưng chưa khác nhau giữa các trạng thái rừng phân theo trữ lượng, lần lượt là 3,053 (rừng giàu): 3,168 (rừng trung bình) : 3,372 (rừng nghèo): 3,772 (rừng nghèo kiệt). Chỉ số phong phú Margalef (d) của các lâm phần điều tra đạt bình quân 5,321 (CV%:

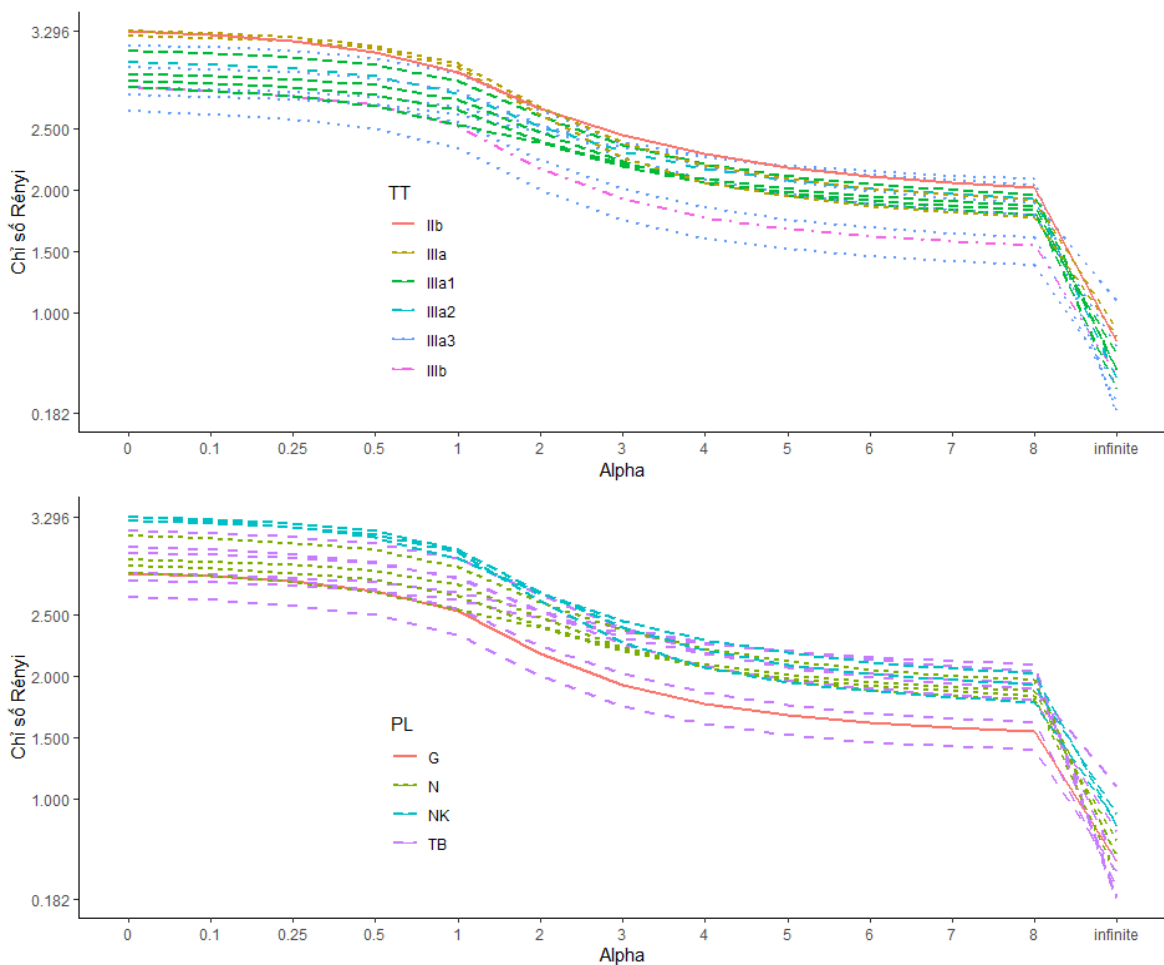
13,6%), đạt cao nhất ở trạng thái IIIa (trung bình 6,893, KTC 95%: 5,736 – 8,050), thấp nhất ở trạng thái IIB (trung bình 4,659, KTC 95%: 3,023 – 6,295). Phân theo trữ lượng rừng, chỉ số phong phú Margalef cao nhất ở trạng thái rừng nghèo kiệt (trung bình 6,562, KTC 95%: 5,642 – 7,482) và cao hơn ý nghĩa so các trạng thái rừng còn lại; thấp nhất ở trạng thái rừng giàu (trung bình 4,659).



**Hình 2. Mối tương quan giữa các chỉ số đa dạng loài cây gỗ tại các lâm phần điều tra**

Tính trung bình, chỉ số đa dạng Shannon-Weaver ( $H'$ ) ở trạng thái IIIa đạt cao nhất (trung bình 3,016, KTC 95%: 2,739 – 3,293), chỉ số  $H'$  cao hơn có ý nghĩa từ 0,059 – 0,287, tương ứng cao hơn 1,0 – 1,1 lần so với các trạng thái IIIa, IIIa2 và IIIa1; và thấp nhất ở trạng thái IIIa3 và IIIb, chỉ số  $H'$  trung bình đạt tương ứng là 2,655 và 2,523, thấp hơn tương ứng 1,1 – 1,2 lần so với chỉ số  $H'$  của trạng thái IIIa. Phân theo trữ lượng rừng [10], trạng thái rừng nghèo kiệt có chỉ số  $H'$  đạt cao nhất, trung bình 2,996, KTC 95%: 2,791 – 3,202; tiếp đến, trạng thái rừng nghèo, trung bình 2,729, KTC 95%: 2,551 –

2,907; và thấp nhất, 2 trạng thái rừng trung bình và giàu, chỉ số  $H'$  lần lượt là 2,675, KTC 95%: 2,540 – 2,809 và 2,523, KTC 95%: 2,167 – 2,879. Tính chung, chỉ số đồng đều Pielou ( $J'$ ) của các lâm phần điều tra đạt 0,917 (CV%: 2,1%), dao động từ 0,890 (trạng thái IIIb) đến 0,923 (trạng thái IIIa3) và chưa có sự khác nhau rõ giữa các trạng thái rừng điều tra. Quan hệ giữa một số chỉ số đa dạng cây gỗ (Hình 2) đều có tương quan tuyến tính thuận và mật thiết với nhau, với mỗi tương quan tương đối chặt ( $0,5 < r < 0,7$ ).



Hình 3. Dãy chỉ số Rényi các lâm phần điều tra theo trạng thái rừng và theo trữ lượng

Tính chung, 2 trạng thái rừng IIb và IIIa có chỉ số đa dạng Simpson ( $D1$ ) cao nhất, tương ứng đạt 0,930 (KTC 95%: 0,905 – 0,955) và 0,929 (KTC 95%: 0,911 – 0,947); tiếp đến là 3 trạng thái rừng IIIa2, IIIa3 và IIIa1, chỉ số  $D1$  lần lượt đạt là 0,920 : 0,918 : 0,915; và thấp nhất ở trạng thái IIIb (trung bình đạt 0,887, KTC

95%: 0,862 – 0,912). Theo trữ lượng rừng [10], 3 trạng thái rừng nghèo kiệt, trung bình và nghèo có chỉ số đa dạng Simpson lần lượt là 0,929 : 0,918 : 0,915 và chưa có sự khác nhau rõ về chỉ số  $D1$  giữa 3 trạng thái này; thấp nhất ở trạng thái rừng giàu (trung bình 0,887). Sự đa dạng của dãy chỉ số Rényi (Hình 3) cho thấy



mức độ đồng đều của loài giữa các trạng thái rừng đều thấp nhưng tương tự nhau. Trạng thái rừng nghèo kiệt có mức độ đa dạng loài cao nhất (các đường cong Rényi nằm trên cùng), tiếp đến các trạng thái rừng trung bình, rừng nghèo và thấp nhất là rừng giàu. Các đường cong Rényi của các trạng thái rừng không dốc (ngang) cho thấy độ đồng đẳng giữa các loài càng cao, các loài có vai trò sinh thái tương đồng nhau trong lâm phần.

### **3.3. Thảo luận**

Tổ thành và một số chỉ đa dạng cây gỗ trong nghiên cứu này là có sự khác nhau giữa các kiểu trạng thái rừng [2] cũng như các trạng thái rừng phân chia theo trữ lượng [10]. Tính chung, mật độ lâm phần từ 310 – 820 cây/ha, có từ 14 – 27 loài được ghi nhận trong các lâm phần điều tra, nhưng số loài ưu thế tham gia tổ thành rừng có từ 4 – 8 loài là không khác nhau. Một số chỉ số đa dạng cây gỗ (S, R, H', d, J', D1, D2, BP, E, HL) được ghi nhận có sự khác nhau giữa các trạng thái rừng điều tra, nhưng mức độ đa dạng loài cây gỗ trong trạng thái rừng nghèo kiệt được ghi nhận cao hơn so với các trạng thái rừng nghèo, rừng trung bình và rừng giàu. Điều này có thể là do trạng thái rừng nghèo và rừng trung bình xuất hiện nhiều loài có độ ưu thế cao. Thật vậy, số loài ưu thế ở trạng thái rừng nghèo kiệt chỉ có 5 loài, KTC 95%: 3 – 7 loài, thấp hơn so với trạng thái rừng nghèo (trung bình 6 loài, KTC 95%: 4 – 7 loài) và rừng trung bình (bình quân 6 loài, KTC 95%: 5 – 7 loài). Trong khi đó, tổng số loài ghi nhận cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 27 loài, KTC 95%: 23 – 30 loài), cao hơn ý nghĩa lần lượt 7 loài so với rừng nghèo (trung bình 20 loài, KTC 95%: 16 – 23 loài), 8 loài so với rừng trung bình (bình quân 18 loài, KTC 95%: 16 – 21 loài) và 10 loài so với rừng giàu (trung bình 17 loài, KTC 95%: 11 – 23 loài). Điều này cũng được thể hiện qua chỉ số đa dạng Berger-Parker (BP) đạt cao nhất ở trạng thái rừng giàu (trung bình 0,258, KTC 95%: 0,255 – 0,783), tiếp đến, rừng trung bình (bình quân 0,205, KTC 95%: 0,173 – 0,237), rừng nghèo (trung bình 0,195, KTC 95%: 0,152 – 0,238), và thấp nhất, rừng nghèo kiệt (trung bình 0,189, KTC 95%: 0,140 – 0,238). Nghĩa là chỉ số ưu thế Berger-Parker (BP) càng cao thì

tính đa dạng thành phần loài càng giảm. Chỉ số ưu thế BP của loài ưu thế trong lâm phần giảm dần từ trạng thái rừng giàu > rừng trung bình > rừng nghèo > rừng nghèo kiệt.

Một nghiên cứu gần đây tại Vườn quốc gia Tà Đùng [6] cho thấy, chỉ số phong phú Margalef cũng được ghi nhận cao nhất ở rừng nghèo (trung bình 4,53), cao hơn rừng giàu và rừng trung bình thuộc kiểu rừng kín cây lá rộng thường xanh ẩm á nhiệt đới. Trong một nghiên cứu đối với rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Mã Đà (Đồng Nai) cũng cho kết quả chỉ số phong phú Margalef lớn nhất ở rừng chưa ổn định (d = 5,28), thấp nhất ở rừng ổn định (d = 4,66) [5]. Kết quả ở nghiên cứu này, đặt trong bối cảnh với các kết quả của các nghiên cứu vừa kể [5, 6], nhất quán với quan điểm cho rằng chỉ số phong phú Margalef ghi nhận cao ở các trạng thái rừng nghèo, giảm dần ở rừng trung bình và thấp nhất ở rừng giàu. Ở nghiên cứu này, chỉ số phong phú Margalef cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 6,562, KTC 95%: 5,642 đến 7,482), thấp nhất ở rừng giàu (trung bình 4,659, KTC 95%: 3,066 đến 6,252).

Trong nghiên cứu này, một số chỉ số đa dạng cây gỗ ở rừng nghèo kiệt đều ghi nhận cao hơn so với rừng nghèo, rừng trung bình và thấp nhất rừng giàu. Độ phong phú (R) cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 3,772, KTC 95%: 3,192 đến 4,353), thấp nhất ở rừng giàu (trung bình 3,053, KTC 95%: 2,047 đến 4,059); chỉ số đa dạng Simpson (D2) cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 14,183, KTC 95%: 12,425 đến 15,942) và thấp nhất ở rừng giàu (trung bình 8,817, KTC 95%: 5,772 đến 11,862). Chỉ số đa dạng Shannon-Weaver (H') của các trạng thái rừng dao động từ 2,333 đến 3,028, được đánh giá ở mức thấp đến trung bình theo thang phân loại của Fernando [22]; giá trị này đạt cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 2,996, KTC 95%: 2,791 đến 3,202), thấp nhất ở rừng giàu (trung bình 2,523, KTC 95%: 2,167 đến 2,879). Điều này cho thấy số lượng cá thể của mỗi loài trong mỗi trạng thái rừng phân bố không đồng đều. Một số nghiên cứu gần đây tại Vườn quốc gia Bidoup-Núi Bà có chỉ số H' = 3,58 [7]; tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Thần Sa – Phượng Hoàng

và Khu Bảo tồn thiên nhiên Sơn Trà (Đà Nẵng) có chỉ số  $H'$  lần lượt là 3,25 và 3,22 [9]; được đánh giá ở mức cao theo phân loại của Fernando đề xuất [22]; các giá trị này đều cao hơn so với các giá trị  $H'$  (trung bình 2,743, CV%: 6,0%) được ghi nhận ở nghiên cứu này. Mức độ đa dạng này tương đồng với mức độ đa dạng các trạng thái rừng tại Vườn quốc gia Tà Đùng, có chỉ số  $H' = 2,605 - 2,745$  [6]; nhưng cao hơn nhiều so với mức đa dạng cây gỗ được ghi nhận tại Vườn quốc gia Phou Khao Khouay (Lào) có chỉ số  $H' = 1,43 - 1,62$  [23]. Nhìn chung, mức độ đa dạng loài cây gỗ trong trạng thái rừng nghèo kiệt ở nghiên cứu này được ghi nhận cao hơn so với các trạng thái rừng nghèo, rừng trung bình và thấp nhất là trạng thái rừng giàu. Trong một nghiên cứu gần đây ở kiểu rừng kín cây lá rộng thường xanh ẩm nhiệt đới tại Vườn quốc gia Tà Đùng cũng ghi nhận mức độ đa dạng loài cây gỗ trong trạng thái rừng nghèo cao hơn so với rừng trung bình và rừng giàu [6]. Đa dạng loài cây gỗ ở rừng chưa ổn định cao hơn so với rừng thứ sinh và rừng ổn định; chỉ số phức tạp về cấu trúc rừng gia tăng dần từ rừng thứ sinh đến rừng chưa ổn định và rừng ổn định đối với kiểu rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Mã Đà tỉnh Đồng Nai [5].

Tuy nhiên, một số hạn chế của nghiên cứu này cũng cần được ghi nhận ở đây. Trước hết, nghiên cứu lựa chọn và bố trí các OTC nghiên cứu chưa đồng nhất về dung lượng mẫu cho mỗi kiểu trạng thái rừng [2] hay cho mỗi trạng thái rừng phân theo trữ lượng [10]. Ban đầu dựa trên bản đồ hiện trạng rừng, bố trí các OTC theo phương pháp chọn mẫu ngẫu nhiên nhưng bản đồ hiện trạng rừng chưa thể hiện chi tiết tới từng kiểu trạng thái rừng và yêu cầu lựa chọn các lâm phần ít bị tác động của con người trong quá trình phục hồi rừng. Ngoài ra, mặc dù chọn mẫu ngẫu nhiên, nhưng sau khi tính toán nội nghiệp trữ lượng trạng thái rừng giàu lại không đáp ứng theo yêu cầu (chỉ có kiểu trạng thái rừng IIIb là đạt yêu cầu về trữ lượng rừng giàu). Một điều cần chỉ ra ở đây là các lâm phần lựa chọn nghiên cứu thuộc khu vực rừng đặc dụng quanh hồ Pá Khoang, Sở chỉ huy chiến dịch Điện Biên Phủ, cho nên kết quả này có thể không khái quát hóa

cho cả diện tích thuộc Ban quản lý rừng Di tích lịch sử và Cảnh quan môi trường Mường Phăng được giao quản lý.

#### 4. KẾT LUẬN

Mật độ cây gỗ bình quân 380 cây/ha, dao động từ 310 – 820 cây/ha; trữ lượng rừng giàu đạt 227,7 m<sup>3</sup>/ha, cao gấp 1,5 lần so với rừng trung bình (152,29 m<sup>3</sup>/ha), gấp 3,5 lần so với rừng nghèo (64,53 m<sup>3</sup>/ha), và cao gấp 5,4 lần so với rừng nghèo kiệt (42,51 m<sup>3</sup>/ha). Có từ 14 – 27 loài xuất hiện trong các lâm phần điều tra, rừng nghèo kiệt có số loài cao nhất (27 loài), cao hơn lần lượt 7 loài (rừng nghèo), 8 loài (rừng trung bình) và cao hơn 10 loài (rừng giàu). Số loài có ý nghĩa về mặt sinh thái trong lâm phần dao động từ 4 – 8 loài. Tỷ lệ hỗn loài từ 1,5 – 3,0, có nghĩa là cứ từ 1,5 – 3,0 cá thể thì có một loài.

Độ phong phú loài từ 3,053 (rừng giàu) đến 3,772 (rừng nghèo kiệt). Chỉ số phong phú Margalef cao nhất ở trạng thái rừng nghèo kiệt (trung bình 6,562), cao hơn ý nghĩa so với các trạng thái rừng còn lại, và thấp nhất ở trạng thái rừng giàu (trung bình 4,659). Chỉ số đa dạng  $H'$  cao nhất ở rừng nghèo kiệt (trung bình 2,996), cao hơn so với rừng nghèo, rừng trung bình và rừng giàu. Chỉ số đa dạng Simpson (D1) cao nhất ở rừng nghèo kiệt (0,929) và thấp nhất ở rừng giàu (0,887). Chỉ số đa dạng Simpson (D2) cao nhất ở rừng nghèo kiệt (14,183) và cao hơn ý nghĩa so với các trạng thái rừng còn lại, thấp nhất ở rừng giàu (8,817). Chỉ số đa dạng Berger-Parker (BP) cao nhất ở trạng thái rừng giàu (0,258) và thấp nhất ở trạng thái rừng nghèo kiệt (0,189). Nhìn chung, các chỉ số đa dạng cây gỗ trong trạng thái rừng nghèo kiệt cao hơn so với rừng nghèo, rừng trung bình và rừng giàu. Kết quả ở nghiên cứu này đặt ra yêu cầu cho việc đánh giá tổng thể đa dạng sinh học cây gỗ trong khu vực và những lâm phần có nguy cơ suy giảm tính đa dạng cao, làm cơ sở nâng cao hiệu quả và bền vững công tác quản lý bảo vệ rừng và bảo tồn đa dạng sinh học.

#### Lời cảm ơn

Bài báo này là một phần kết quả nghiên cứu của Đề tài: “Nghiên cứu khai thác và phát triển nguồn gen cây Thanh mai (*Myrica esculenta* Buch.-Ham.ex D.Don) tại một số tỉnh miền

Bắc”, mã số NVQG-2019.07, thuộc Chương trình “Bảo tồn và sử dụng bền vững nguồn gen đến năm 2025, định hướng đến năm 2030”. Chúng tôi chân thành cảm ơn Bộ Khoa học & Công nghệ, Ban Lãnh đạo Viện Nghiên cứu & Phát triển Vùng và Đề tài mã số NVQG-2019.07 đã hỗ trợ kinh phí để nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu này.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Vũ Tiến Hình (2012). Điều tra rừng (Giáo trình dùng cho sau đại học). Nxb Nông nghiệp Hà Nội.

[2]. Bộ NN&PTNT (2001). Quy phạm thiết kế kinh doanh rừng (QPN 6-84). Văn bản tiêu chuẩn kỹ thuật lâm sinh. Nxb Nông nghiệp Hà Nội.

[3]. Thái Văn Trùng (1999). Các hệ sinh thái rừng nhiệt đới ở Việt Nam. Nxb Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.

[4]. Sở NN&PTNT tỉnh Điện Biên (2020). Phương án quản lý rừng bền vững giai đoạn 2021 - 2023: Ban quản lý rừng di tích lịch sử và cảnh quan môi trường Mường Phăng. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Điện Biên.

[5]. Nguyễn Văn Thèm & Nguyễn Tuấn Bình (2016). Chỉ số phức tạp về cấu trúc đối với rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Mã Đà tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp. (4): 4646-4654.

[6]. Phạm Văn Hường, Trần Thị Bích Nguyệt, Kiều Phương Anh & Phạm Thị Luận (2021). Đặc điểm cấu trúc và đa dạng tầng cây gỗ của kiểu rừng kín cây lá rộng thường xanh ẩm á nhiệt đới tại vườn Quốc gia Tà Đùng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (1): 36-43.

[7]. Nguyễn Văn Hợp (2017). Một số đặc điểm hệ thực vật thân gỗ của kiểu phụ rừng lùn tại Vườn quốc gia Bidoup - Núi Bà tỉnh Lâm Đồng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (3): 27-35.

[8]. Nguyễn Văn Quý, Nguyễn Văn Hợp, Nguyễn Thanh Tuấn & Trần Thanh Cường (2021). Ảnh hưởng của cấu trúc không gian đến đa dạng loài cây gỗ trong rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới tại khu bảo tồn thiên nhiên-văn hóa Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (3): 95-105.

[9]. Phạm Thị Kim Thoa (2012). Phân tích chỉ số đa dạng sinh học của thực vật thân gỗ trong khu bảo tồn thiên nhiên Sơn Trà - thành phố Đà Nẵng. Tạp chí Khoa học

Lâm nghiệp. (3): 2301-2309.

[10]. Bộ NN&PTNT (2018). Quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng (Thông tư số 33/2018/TT-BNNPTNT ngày 16/11/2018). Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

[11]. K. J. Gaston, & J. I. Spicer (2013). Biodiversity: an introduction. John Wiley & Sons.

[12]. K. Jayaraman (2000). A statistical manual for forestry research. FORSPA.

[13]. C. E. Shannon, & W. Weaver (1949). A mathematical model of communication,” Urbana, IL: University of Illinois Press. (11). 11-20.

[14]. R. Margalef (1958). Information theory in ecology. General Systems: Yearbook of the International Society for the Systems Sciences. 1-36.

[15]. E. H. Simpson (1949). Measurement of diversity. 163 (4148): 688-688.

[16]. M. O. Hill (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences, Ecology. 54 (2): 427-432.

[17]. B. McCune, J. Grace, & D. Urban (2002). Analysis of ecological communities: Glenden Beach, Oregon, MJM Software Design.

[18]. E. C. Pielou (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections, Journal of theoretical biology. 13: 131-144.

[19]. A. Rényi (1961). On measures of entropy and information. 547-562.

[20]. R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>, [Truy cập ngày 27/06/2023].

[21]. Nguyễn Văn Tuấn (2014). Phân tích số liệu với R. Nxb. Tổng hợp Thành phố Hồ Chí Minh.

[22]. E. Fernando (1998). Forest formations and flora of the Philippines: Handout in FBS 21, College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines at Los Baños.

[23]. Keovilay Chanthaphone, Bùi Thế Đồi, Lê Xuân Trường & Nguyễn Văn Tứ (2020). Đa dạng thực vật và đặc trưng cấu trúc một số trạng thái rừng tự nhiên vườn quốc gia Phou Khao Khouay, Cộng hòa dân chủ Nhân dân Lào. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. (9): 54-63.