

MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC VÀ ĐA DẠNG LOÀI CÂY GỖ CỦA RỪNG LÁ RỘNG THƯỜNG XANH TẠI VƯỜN QUỐC GIA BA BÈ

Cao Thị Thu Hiền¹, Nguyễn Đăng Cường², Bùi Mạnh Hưng¹, Nguyễn Văn Bích³

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên

³Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá đặc điểm cấu trúc và sự đa dạng loài của tầng cây gỗ của rừng lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia (VQG) Ba Bè, Bắc Kạn. Tổng số 10 ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình tạm thời đã được thiết lập để đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng và xác định tên loài của tất cả cây gỗ ($D_{1,3} \geq 6$ cm). Kết quả cho thấy, một số nhân tố cấu trúc lâm phần như mật độ (N, dao động từ 360 - 580 cây/ha); đường kính bình quân ($\bar{D}_{1,3}$, dao động từ 14,1 - 26,3 cm); chiều cao bình quân (\bar{H}_{VN} , dao động từ 10,7 - 16,6 m); tổng tiết diện ngang (G) và tổng trữ lượng (M) dao động lần lượt từ 9,5 - 27,3 m²/ha và 72,5 - 251,4 m³/ha. Phân bố số cây theo cấp đường kính (N/ $D_{1,3}$) có sự khác nhau giữa các OTC, trong đó 4/10 OTC tuân theo dạng hàm khoảng cách, 2/10 OTC tuân theo dạng hàm phân bố giảm và 4 OTC còn lại không tuân theo các dạng hàm lý thuyết được khảo sát. Phân bố số cây theo cấp chiều cao (N/ H_{VN}) có dạng một đỉnh lệch trái, với 8/10 OTC được mô phỏng tốt bởi hàm Weibull. Giữa đường kính và chiều cao của tầng cây gỗ có mối quan hệ chặt, với hệ số tương quan (R^2 , dao động từ 0,76 - 0,82) theo đó hàm bậc 2 ở dạng logarithm được đánh giá là dạng hàm tốt nhất để biểu diễn mối quan hệ này. Đặc điểm phân bố không gian của cây rừng chủ yếu theo dạng phân bố đều (đối với trạng thái III_{A2} và III_{A3}) trong khi đó trạng thái III_{A1} lại có xu hướng phân bố ngẫu nhiên. Kết quả nghiên cứu về hồ sơ đa dạng loài cây gỗ cho thấy những OTC thuộc trạng thái III_{A2} có tính đa dạng loài cây gỗ nội tại đa dạng nhất, ngược lại không có sự khác nhau về tính đa dạng loài cây gỗ giữa các OTC thuộc trạng thái III_{A1} và III_{A3}. Những kết quả nghiên cứu này sẽ là cơ sở quan trọng cho việc lượng giá giá trị của rừng và xây dựng cơ chế chính sách, quản lý phù hợp nhằm bảo vệ và phát triển bền vững nguồn tài nguyên rừng.

Từ khóa: Đa dạng loài cây gỗ, đặc điểm cấu trúc, hồ sơ đa dạng, phân bố không gian, rừng lá rộng thường xanh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng tự nhiên có vai trò cực kỳ quan trọng trong việc phòng hộ nguồn nước, bảo vệ môi trường và bảo tồn tính đa dạng sinh học (Trần Ngũ Phương, 1970; Thái Văn Trường, 1978). Tuy nhiên, những giá trị này lại phụ thuộc rất lớn vào đặc điểm cấu trúc, trữ lượng cũng như mức độ đa dạng sinh học của rừng (Bohn và Huth, 2017). Đối với rừng thứ sinh đã bị tác động, là đối tượng rừng tự nhiên chủ yếu ở Việt Nam (Trần Ngũ Phương, 1970), đặc điểm cấu trúc và tính đa dạng của rừng đã bị xáo trộn do sự tác động của các yếu tố con người cũng như sự ảnh hưởng trong quá trình diễn thế phục hồi của rừng. Vì thế, việc nghiên cứu đặc điểm cấu trúc và tính đa dạng sinh học của rừng tự nhiên không những giúp hiểu biết về giá trị của rừng mà còn là cơ sở khoa học cho các nhà khoa học, nhà hoạch định chính sách cũng như chủ thể quản lý tham gia vào công tác

bảo vệ và quản lý rừng một cách bền vững (Hoàng Văn Tuấn và Bùi Mạnh Hưng, 2018).

Mức độ đa dạng sinh học loài cũng là một yếu tố quan trọng, phản ánh giá trị bảo tồn của một hệ sinh thái rừng (Sodhi và Brook, 2009). Để đánh giá mức độ đa dạng sinh học của loài, một số chỉ số đa dạng sinh học phổ biến thường được sử dụng như chỉ số Simpson, chỉ số phong phú loài Margalef (1958), chỉ số đa dạng sinh học loài H' (Shannon – Wiener's index, 1963)... Ngoài ra, phương pháp sử dụng hồ sơ đa dạng sinh học (diversity profile) để đánh giá mức độ đa dạng sinh học loài của hệ sinh thái rừng đang được sử dụng rộng rãi (Aimé và cộng sự 2017; Boyle và Boontawee 1995). Hồ sơ đa dạng là một đường cong biểu diễn một vài chỉ số đa dạng trên cùng một đồ thị đơn và nó bao gồm những chỉ số đa dạng thường được dùng nhiều như chỉ số Shannon-Wiener, chỉ số Simpson và số loài. Do đó, hồ

so đa dạng là một hàm phụ thuộc vào các tham số đơn liên tục mà nhạy cảm với cả loài cây hiếm và loài cây phổ biến. Hồ sơ đa dạng đóng vai trò quan trọng trong việc so sánh đa dạng loài giữa các lâm phần bởi vì nếu hồ sơ đa dạng của các lâm phần mà không cắt nhau thì lâm phần nào có đường cong nằm cao hơn thì sẽ đa dạng về loài cây hơn. Cao Thị Thu Hiền (2016) đã áp dụng phương pháp này để đánh giá sự thay đổi đa dạng loài cây theo thời gian của hệ sinh thái rừng mưa nhiệt đới ở khu vực miền Trung, Việt Nam. Tuy nhiên, việc áp dụng phương pháp hồ sơ đa dạng sinh học trong nghiên cứu đa dạng loài ở Việt Nam vẫn còn rất hạn chế.

Vườn Quốc gia (VQG) Ba Bể - Bắc Kạn được thành lập năm 1992, với tổng diện tích 10.040 ha, nhằm mục đích bảo vệ hệ sinh thái rừng đặc dụng, phát triển khu du lịch sinh thái và bảo tồn nguồn gen. Hệ sinh thái rừng ở đây được đánh giá là rất phong phú với tính đa dạng sinh học cao, có nhiều loài động, thực vật có giá trị cho nghiên cứu và bảo tồn nguồn gen. Tuy nhiên, do sự hạn chế của các công trình nghiên cứu về cấu trúc rừng và đa dạng sinh học trong khu vực này mà giá trị của rừng vẫn chưa được đánh giá đúng với thực tế những gì hệ sinh thái rừng ở VQG Ba Bể đang có. Công tác quản lý, bảo vệ và phát triển rừng ở đây vẫn còn gặp nhiều khó khăn do thiếu những cơ sở khoa học cơ bản về cấu trúc cũng như thành phần loài. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm: (1) đánh giá một số đặc điểm cấu trúc quan trọng của rừng, bao gồm: các chỉ tiêu về nhân tố cấu trúc, phân bố số cây của tầng cây gỗ theo cấp kính và chiều cao, đặc điểm cấu trúc theo không gian của lâm phần; và (2) đánh giá mức độ đa dạng loài cây gỗ trong lâm phần rừng ở VQG Ba Bể. Kết quả của nghiên cứu này sẽ là cơ sở khoa học cho việc lượng giá giá trị của rừng, đồng thời tạo cơ sở cho việc đề xuất các giải pháp phù hợp nhằm bảo vệ và phát triển rừng bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa bàn nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện tại Vườn Quốc gia Ba Bể, thuộc tỉnh Bắc Kạn, với tổng diện tích vườn là 10,048 ha, trải dài từ vĩ độ $22^{\circ}06'12''N - 22^{\circ}08'14''N$ và kinh độ từ $105^{\circ}09'07''E - 105^{\circ}12'22''E$. Khu vực nghiên cứu có nhiệt độ trung bình năm $22^{\circ}C$. Lượng mưa trung bình năm khoảng 1,378 mm/năm. Mùa mưa kéo dài từ tháng 4 đến tháng 10, 91% lượng mưa tập trung vào các tháng mùa mưa, mùa khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau.

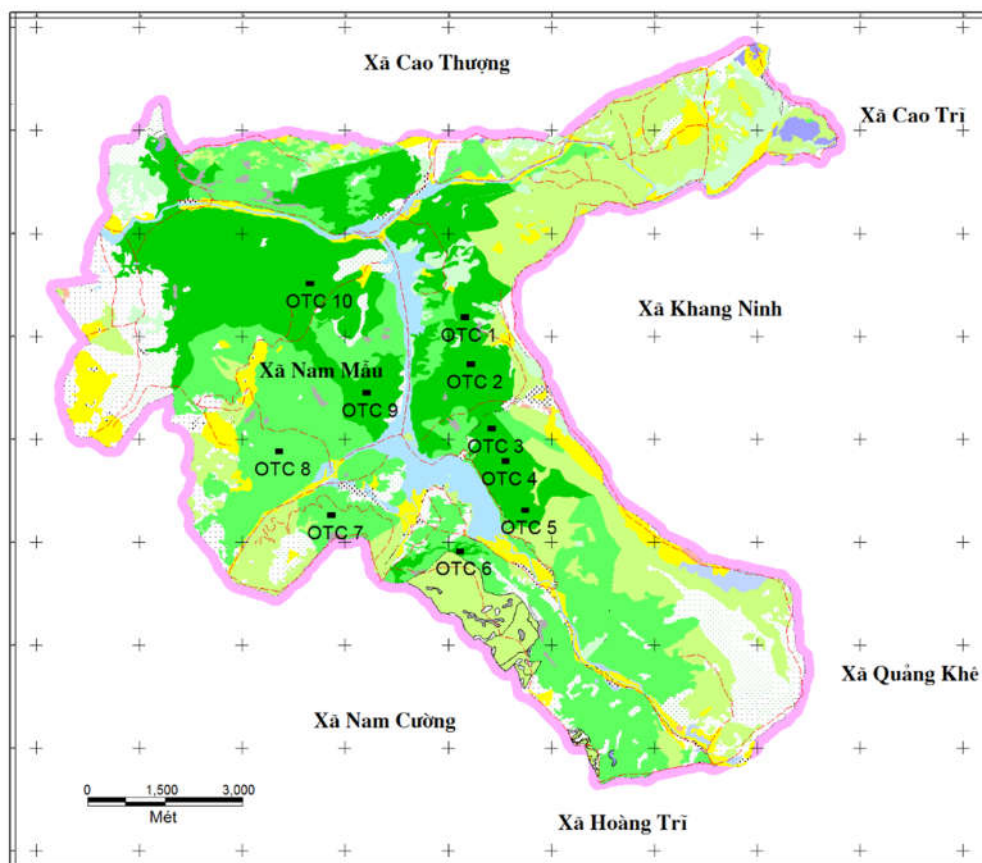
Ba Bể là một trong những Vườn quốc gia có tính đa dạng sinh học cao. Tại đây hệ thực vật phong phú bao gồm nhiều loại rừng và thảm thực vật. Vườn được che phủ bởi trên 90% diện tích rừng kín thường xanh.

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu nghiên cứu được thu thập trên 10 ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình tạm thời ở rừng lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia Ba Bể (Hình 1) năm 2018.

Mỗi OTC có diện tích $1000 m^2$ ($25 m \times 40 m$) và được phân bố trên ba trạng thái rừng là III_{A1} (04 OTC), III_{A2} (03 OTC) và III_{A3} (03 OTC). Các OTC phân bố đều trên toàn diện tích của mỗi trạng thái rừng được chọn (Hình 1).

Trong mỗi OTC, tiến hành điều tra thành phần loài cây gỗ lớn (đường kính ngang ngực $D_{1.3} \geq 6,0 cm$) được thống kê theo loài và sắp xếp theo chi và họ. Tên loài, chi và họ được xác định theo Phạm Hoàng Hộ (1999), Trần Hợp và Nguyễn Bội Quỳnh (2003). Chỉ tiêu đường kính ngang ngực $D_{1.3}$ (cm) của từng cây được xác định thông qua đo đường kính ngang ngực thân cây theo hai chiều Đông Tây và Nam Bắc bằng thước kẹp kính với độ chính xác 0,1 cm, chỉ tiêu chiều cao vút ngọn H_{VN} (m) của từng cây được đo đặc bằng thước Blume – Leiss với độ chính xác 0,5 m. Tọa độ tương đối của các cây trong mỗi OTC cũng được đo đếm. Tọa độ đó là khoảng cách vuông góc từ gốc mỗi cây đến 2 cạnh của OTC.



Hình 1. Sơ đồ vị trí các OTC trong khu vực nghiên cứu

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

2.3.1. Một số chỉ tiêu về nhân tố cấu trúc

Trong mỗi OTC, các nhân tố cấu trúc được tính toán bao gồm: mật độ (N), đường kính bình quân ($\bar{D}_{1.3}$), chiều cao bình quân (\bar{H}_{VN}), tổng tiết diện ngang (G), và trữ lượng (M).

2.3.2. Xác định một số quy luật kết cấu lâm phân

a) Phân bố số cây theo cấp đường kính và cấp chiều cao

Các phân bố thực nghiệm $N/D_{1.3}$ và N/H_{VN} của các trạng thái rừng được mô tả bằng các mô hình phân bố lý thuyết là phân bố giảm (dạng hàm Meyer), phân bố khoảng cách và phân bố Weibull.

b) Quy luật tương quan giữa chiều cao và đường kính $H_{VN} - D_{1.3}$

Ở mỗi trạng thái rừng do quy luật phân bố của các nhân tố cấu trúc là đồng nhất, tiến hành gộp 3 OTC thành 1 OTC lớn để tìm hiểu tương quan giữa chiều cao vút ngọn và đường kính ngang ngực.

Nghiên cứu tiến hành thử nghiệm với 5

dạng phương trình (phương trình (1) - (5)) để biểu diễn mối quan hệ giữa chiều cao vút ngọn và đường kính ngang ngực:

$$H = a + b \cdot \ln(D) \quad (1)$$

$$H = a \cdot D^b \quad (2)$$

$$H = a + b \cdot \ln(D) + c \cdot [\ln(D)]^2 \quad (3)$$

$$H = a \cdot [\ln(D)]^b \quad (4)$$

$$H = 1.3 + a \cdot e^{-b/D} \quad (5)$$

Phương trình nào có hệ số xác định lớn nhất, hệ số AIC nhỏ nhất và tất cả các tham số đều tồn tại sẽ được lựa chọn để mô tả mối quan hệ này.

2.3.3. Phân tích phân bố không gian của các loài trên mặt đất

a) Hàm khoảng cách gần nhất G

Hàm khoảng cách gần nhất được Baddeley (2008) viết ở dạng phương trình như sau (Baddeley, 2008):

$$G_{pois}(r) = 1 - \exp(-\lambda \pi r^2) \quad (6)$$

Trong đó: λ là tham số cường độ, r là khoảng cách.

Kiểm định G được tính toán, và so sánh với

G của phân bố poisson, nếu $G(r)$ tính toán lớn hơn $G_{pois}(r)$, thì phân bố có dạng phân bố cụm.

Ngược lại, nếu $G(r)$ tính toán nhỏ hơn $G_{pois}(r)$, thì phân bố là phân bố đều (Baddeley, 2008; Hung B.M và cộng sự 2017).

b) Hàm tương quan cặp

Hàm tương quan cặp sẽ tính toán các khoảng cách giữa hai điểm bất kỳ. Hàm này được sử dụng để phân tích đặc điểm phân bố không gian và mối quan hệ không gian giữa các loài ưu thế. Hàm tương quan cặp có dạng như sau:

$$g(r) = \frac{K'(r)}{2\pi r} \quad \text{for } r \geq 0 \quad (7)$$

Nếu giá trị $g(r)$ bằng 1 thì phân bố là ngẫu nhiên hoặc quan hệ loài là độc lập ở khoảng cách đó. Phân bố sẽ là phân bố cụm (hoặc quan hệ loài là hỗ trợ) nếu $g(r)$ lớn hơn 1. Ngược lại, phân bố sẽ là phân bố đều (hoặc quan hệ loài là đối kháng) nếu $g(r)$ nhỏ hơn 1 (Hung B.M và cộng sự, 2017; Illian và cộng sự, 2008).

c) Hàm tương quan có nhãn

Hàm tương quan có nhãn ($k_{mm}(r)$) là công cụ được sử dụng để kiểm tra phân bố không gian của các đối tượng trên mặt đất, có tính đến các thông tin các gắn với từng đối tượng điểm. Trong nghiên cứu này, dấu nhãn sẽ là đường kính cây. Nói cách khác, hàm tương quan với nhãn đường kính, sẽ cho chúng ta biết các các cây có cùng cỡ kính sẽ có loại hình phân bố như thế nào trên đất rừng (Illian và cộng sự, 2008). Nếu hàm tương quan có nhãn

lớn hơn 1 thì các cây có tương quan thuận (hỗ trợ nhau), bằng 1 là không có tương quan và nhỏ hơn 1 là các cây có tương quan nghịch (bài trừ nhau) (Hung B.M và cộng sự, 2017).

2.3.4. Đa dạng loài cây gỗ theo hồ sơ đa dạng

Đa dạng loài cây gỗ của các trạng thái rừng trong nghiên cứu này được phân tích theo hồ sơ đa dạng. Hồ sơ đa dạng được dùng để đánh giá mức độ đa dạng loài cây gỗ đối với 3 trạng thái rừng. Hai kiểu hồ sơ đa dạng được dùng là kiểu phân đôi (8) và kiểu xếp hạng (9) (theo Gove, Patil, Swilden và Taillie (1994).

- Kiểu phân đôi:

$$\Delta_\beta = \sum_{i=1}^s \frac{1 - \pi_i^\beta}{\beta} \pi_i = \frac{1 - \sum_{i=1}^s \pi_i^{\beta+1}}{\beta}, \beta \geq -1 \quad (8)$$

Trong đó, khi $\beta = -1$, Δ_{-1} là số loài, khi $\beta = 0$, Δ_0 là chỉ số Shannon-Wiener và khi $\beta = 1$, Δ_1 là chỉ số Simpson.

- Kiểu xếp hạng:

$$T_j = \sum_{i=j+1}^s \pi_i^\beta \quad \text{với } j = 1, \dots, s-1 \quad (9)$$

Trong đó: $T_s = 0$ and $T_0 = 1$. Nếu các hồ sơ đa dạng T_j không giao nhau thì trạng thái rừng nào có hồ sơ T_j nằm trên sẽ đa dạng hơn, nếu các hồ sơ đa dạng T_j mà giao nhau thì không có trạng thái rừng nào đa dạng hơn.

Toàn bộ số liệu được xử lý trên phần mềm SPSS 20.0 và R package.

Tất cả các giả thuyết được kiểm tra với mức ý nghĩa là 0,05.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số chỉ tiêu về nhân tố cấu trúc

Bảng 1. Đường kính, mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ của ba trạng rừng

OTC	N (cây/ha)	$\bar{D}_{1.3}$ (cm)	\bar{H}_{VN} (m)	G (m ² /ha)	M (m ³ /ha)	Trạng thái
1	370	25,4	16,6	24,9	251,4	III _{A3}
2	360	22,1	15,1	22,6	230,9	III _{A3}
3	440	26,3	14,5	27,3	221,8	III _{A3}
4	400	21,0	12,9	16,1	121,9	III _{A2}
5	470	20,4	12,8	17,7	132,8	III _{A2}
6	430	22,5	13,3	19,5	147,0	III _{A2}
7	360	17,2	12,8	9,5	72,5	III _{A1}
8	580	14,1	10,7	12,0	90,8	III _{A1}
9	480	17,5	12,0	12,9	91,5	III _{A1}
10	530	17,6	11,8	13,8	89,5	III _{A1}

Một số chỉ tiêu về nhân tố cấu trúc là đường kính ngang ngực trung bình ($\bar{D}_{1.3}$), chiều cao vút ngọn trung bình (\bar{H}_{VN}), mật độ, tổng tiết diện ngang (G) và trữ lượng gỗ (M) của quần thụ trên 10 OTC được tổng hợp trong bảng 1.

Mật độ quần thụ dao động trong khoảng từ 360 cây/ha đến 580 cây/ha. Đường kính trung bình của trạng thái rừng III_{A3} lớn hơn so với hai trạng thái III_{A2} và III_{A1}, chỉ tiêu này dao động từ 14,1 cm đến 26,3 cm (Bảng 1). Tương tự, chiều cao, tổng tiết diện ngang và trữ lượng quần thụ cũng khác nhau rõ rệt giữa 3 trạng

thái rừng. Chiều cao trung bình, tổng tiết diện ngang và trữ lượng quần thụ của trạng thái rừng III_{A1} là nhỏ nhất, lớn nhất là trạng thái III_{A3} (Bảng 1).

3.2. Cấu trúc quần thụ của ba trạng thái rừng

3.2.1. Phân bố số cây theo cấp đường kính ($N/D_{1.3}$)

Phân bố $N/D_{1.3}$ được mô phỏng bằng phân bố giảm dạng hàm Meyer, phân bố khoảng cách và phân bố Weibull, kết quả được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả mô phỏng phân bố $N/D_{1.3}$ của 3 trạng thái rừng theo phân bố lý thuyết

Trạng thái	OTC	Các tham số				$\chi^2_{tính}$	$\chi^2_{05(k)}$	Kết luận
		α	β	γ	λ			
III _{A1}	1	31,63	0,08	0,506	0,28	2,27	3,84	H ₀ ⁺
	2	0,276				12,61	3,84	H ₀ ⁻
	3	68,93	0,19		3,81	3,84	H ₀ ⁺	
	4	0,49			1,51	3,84	H ₀ ⁺	
III _{A2}	1	0,61			0,15	0,60	3,84	H ₀ ⁺
	2	0,62			0,21	1,93	3,84	H ₀ ⁺
	3	0,66			0,07	4,32	3,84	H ₀ ⁻
III _{A3}	1	0,79			0,08	1,69	3,84	H ₀ ⁺
	2	0,77			0,17	3,65	3,84	H ₀ ⁻
	3	1,70			0,007	9,04	5,99	H ₀ ⁻

Bảng 2 cho thấy 6/10 OTC có giá trị $\chi^2_{tính}$ nhỏ hơn giá trị $\chi^2_{05(k)}$, và trong số 6 OTC có phân bố lý thuyết mô phỏng tốt cho thực nghiệm N/D thì phân bố khoảng cách mô phỏng tốt cho tới 4 OTC, phân bố giảm dạng hàm Meyer mô phỏng tốt cho 2 OTC còn lại. Riêng OTC 2 của trạng thái III_{A1}, OTC 3 của trạng thái III_{A2} và OTC 2, 3 của trạng thái III_{A3} thì cả 3 hàm lý thuyết trên đều không mô phỏng tốt cho quy luật phân bố N/D. Điều này có thể giải thích bởi số cây phân bố ở các cấp không liên tục trong các OTC này (ví dụ như từ cỡ đường kính 36 cm đến 52 cm ở OTC 2 của trạng thái III_{A1} không có cây nào hay ở OTC 2 của trạng thái III_{A3} thì ở các cỡ kính 36

cm, 48 cm, và từ 56 cm đến 72 cm cũng không có cây nào). Nói chung, ở các OTC thì phân bố N/D đều tuân theo quy luật số cây giảm theo cấp kính và có giá trị lớn nhất tại cỡ kính thứ nhất (8 cm) hoặc thứ hai (12 cm).

3.2.2. Phân bố số cây theo cấp chiều cao (N/H_{VN})

Kết quả mô phỏng phân bố N/H bằng phân bố Weibull được tổng hợp trong bảng 3.

Số liệu ở bảng 3 cho thấy phân bố N/H của 8/10 OTC phù hợp với phân bố Weibull ($\chi^2_{tính} < \chi^2_{05(k)}$). Phân bố N/H của 10/10 OTC là phân bố một đỉnh lệch trái ($\alpha < 3$). Số cây tập trung chủ yếu ở cấp chiều cao từ 11 m đến 13 m.

Bảng 3. Kết quả mô phỏng phân bố N/H_{VN} của 3 trạng thái rừng theo phân bố Weibull

Trạng thái	OTC	Các tham số		$\chi^2_{tính}$	$\chi^2_{05(k)}$	Kết luận
		α	λ			
III _{A1}	1	1,7	0,06	0,65	5,99	H_0^+
	2	1,2	0,16	2,67	7,81	H_0^+
	3	1,7	0,08	1,29	5,99	H_0^+
	4	2,8	0,007	5,00	5,99	H_0^+
III _{A2}	1	1,6	0,07	11,48	11,07	H_0^-
	2	2,0	0,04	3,16	5,99	H_0^+
	3	2,2	0,02	10,38	7,81	H_0^-
III _{A3}	1	1,8	0,02	4,07	7,81	H_0^+
	2	1,5	0,04	4,97	5,99	H_0^+
	3	1,8	0,03	0,80	7,81	H_0^+

3.2.3. Quy luật tương quan giữa chiều cao và đường kính $H_{VN} - D_{1.3}$

Kết quả thử nghiệm 5 dạng phương trình để

biểu diễn mối tương quan giữa chiều cao vút ngọn với đường kính thân cây được tổng hợp trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả thử nghiệm mối tương quan $H_{vn} - D_{1.3}$ cho 3 trạng thái rừng theo 5 dạng phương trình

Trạng thái	Phương trình	a	b	c	R ²	AIC
III _{A1}	1	-8.21	7.27		0.765	691.72
	2	2.35	0.58		0.775	683.35
	3	5.02	-2.22	1.68	0.777	683.73
	4	2.09	1.70		0.775	683.93
	5	1.22	0.27		0.760	696.54
III _{A2}	1	-8.57	7.20		0.773	450.47
	2	2.55	0.54		0.808	428.92
	3	30.67	-18.33	4.10	0.817	424.11
	4	2.04	1.68		0.788	441.62
	5	1.29	0.259		0.822	418.98
III _{A3}	1	-7.77	7.57		0.747	548.47
	2	3.21	0.49		0.776	534.30
	3	16.88	-8.96	2.68	0.780	534.08
	4	2.59	1.58		0.762	541.35
	5	1.63	0.24		0.773	535.72

Từ bảng 4 cho thấy hệ số xác định R² dao động từ 0,760 đến 0,822. Điều đó chứng tỏ cả 5 dạng phương trình đều mô tả tốt quan hệ $H_{VN} - D_{1.3}$. Với trạng thái III_{A1} và III_{A3}, phương trình (3) có hệ số xác định cao nhất, hệ số AIC nhỏ nhất. Với trạng thái III_{A2} thì phương trình (5) có hệ số xác định và hệ số AIC nhỏ nhất, tuy nhiên các giá trị này không chênh lệch nhiều với phương trình (3). Vì vậy, dạng phương trình (3)

được chọn để mô tả quan hệ $H_{VN} - D_{1.3}$. Phương trình cụ thể như sau:

Trạng thái III_{A1}: $H = 5,02 - 2,22 \cdot \ln(D) + 1,68 \cdot [\ln(D)]^2$

Trạng thái III_{A2}: $H = 30,67 - 18,33 \cdot \ln(D) + 4,10 \cdot [\ln(D)]^2$

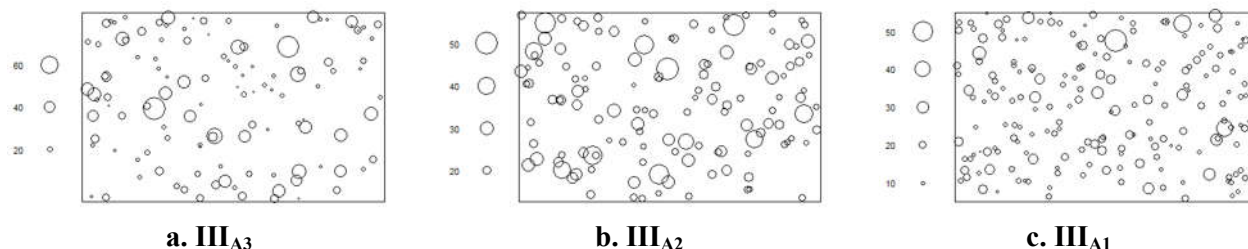
Trạng thái III_{A3}: $H = 16,88 - 8,96 \cdot \ln(D) + 2,68 \cdot [\ln(D)]^2$

3.3. Phân bố không gian của các loài trên mặt đất

3.3.1. Mật độ và phân bố cây rừng trên mặt đất

Tọa độ vị trí của các cây ở mỗi trạng thái

được sử dụng để phân tích theo phương pháp lặp cho 3 OTC ở trạng thái IIIA2 và IIIA3, riêng trạng thái IIIA1 được lặp 4 OTC. Vì vậy, kết quả phân bố cây theo đường kính ở mỗi trạng thái được thể hiện trong hình sau.



Hình 2. Phân bố cây rừng trên mặt đất

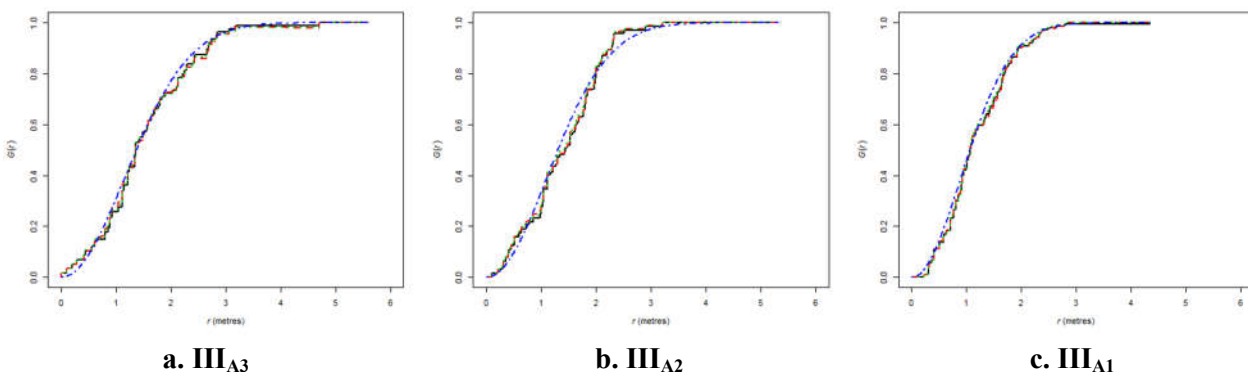
Một điểm dễ nhận thấy từ kết quả trên là mật độ cây rừng ở trạng thái IIIA3 là thấp hơn so với trạng thái IIIA2 và IIIA1. Điều này tương tự như các nghiên cứu trước và được lý giải bởi hiện tượng tưa thưa tự nhiên (Lê Sáu, 1996; Hung B.M và cộng sự, 2018). Khi rừng càng ổn định thì số lượng cây sẽ càng giảm. Kết quả kiểm tra loại hình phân bố cây rừng trên mặt đất được thể hiện được thể hiện trong

phần tiếp theo.

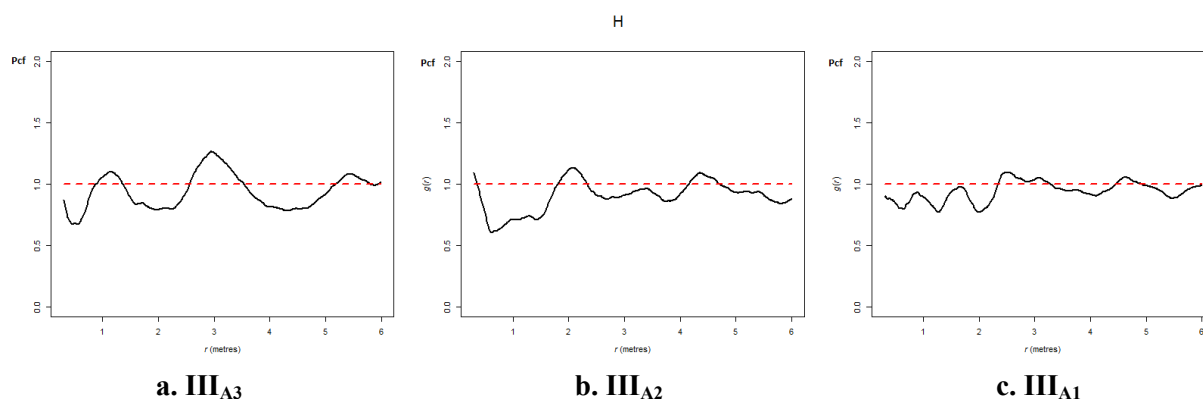
3.3.2. Đặc điểm phân bố không gian cây rừng

a) Kết quả kiểm định bằng hàm khoảng cách gần nhất và hàm hồi quy cặp

Kết quả kiểm định và phân tích loại hình phân bố không gian của cây rừng theo khoảng cách bằng hàm khoảng cách gần nhất (G) và hàm hồi quy cặp (pcf) được thể hiện trong hai hình tiếp theo.



Hình 3. Kết quả phân tích bằng hàm G



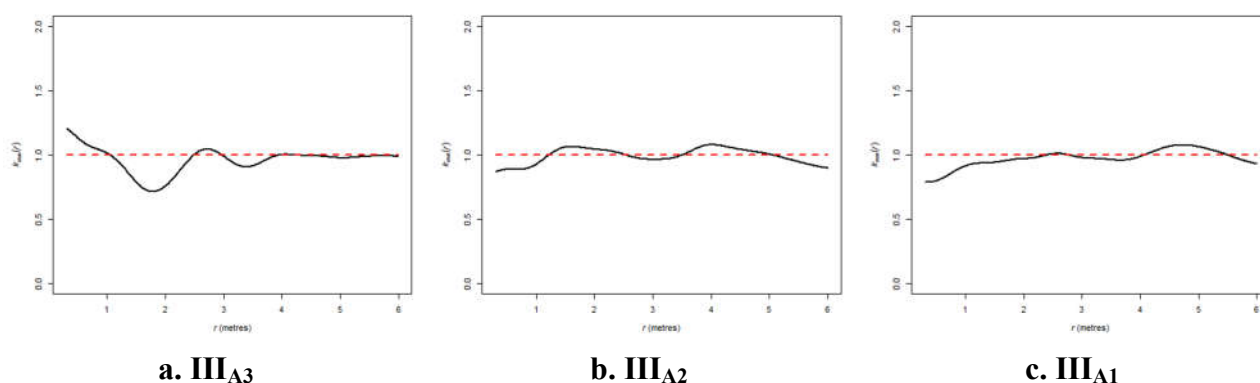
Hình 4. Kết quả phân tích bằng hàm hồi qui cặp (pcf)

Từ kết quả trên cho thấy rằng trong ba trạng thái rừng thì trạng thái III_{A3} và III_{A2} có xu hướng phân bố đều hơn, ngược lại trạng thái III_{A1} có xu hướng ngẫu nhiên cao hơn. Với trạng thái rừng III_{A3} có đặc điểm phân bố tương đối phức tạp, nhưng thiên về phân bố đều, đặc biệt ở các khoảng cách nhỏ hơn 2,5 m và từ 3,5 m đến 5 m. Với trạng thái III_{A2}, đặc điểm phân bố đỡ phức tạp hơn, các loài có phân bố cụm trong khoảng cách từ 0 đến 2 m. Ở các khoảng cách lớn hơn, các loài có xu hướng phân bố ngẫu nhiên. Với trạng thái III_{A1}, các loài có phân bố ngẫu nhiên rõ nét với mọi khoảng cách từ 0 đến 6 m, trừ một số khoảng nhỏ xung quanh 1,3 m và 2 m. Điều này có thể chứng minh rằng rừng III_{A1} có quá trình tái sinh chưa hoàn toàn bước vào giai đoạn thành thục (Hung B.M và cộng sự, 2018). Ngược lại, với trạng thái rừng tự nhiên trung bình và giàu,

rừng đi vào ổn định, mật độ lớn hơn, số lượng cây gỗ lớn cũng gia tăng, do vậy sự cạnh tranh giữa các loài diễn ra khốc liệt hơn. Điều này đã đẩy các cá thể có cùng nhu cầu dinh dưỡng ra xa nhau hơn. Và hệ quả là mạng hình phân bố các loài có xu hướng dịch chuyển thành dạng phân bố đều (Akindele và cộng sự, 2011; Lê Sáu, 1996; Hung B.M và cộng sự, 2018).

b) Kết quả kiểm tra phân bố không gian cấp kính trên mặt đất

Đường kính cây rừng có ảnh hưởng mật thiết tới trữ lượng gỗ và độ dày của lâm phần. Đồng thời các cây gỗ lớn, cây mẹ có phân bố ngẫu nhiên hoặc rải đều trên tổng thể sẽ là một điều kiện tốt để quá trình phục hồi rừng được diễn ra thuận lợi hơn. Kết quả phân tích phân bố các cấp kính trên mặt đất cho 3 trạng thái được thể hiện trong hình sau.



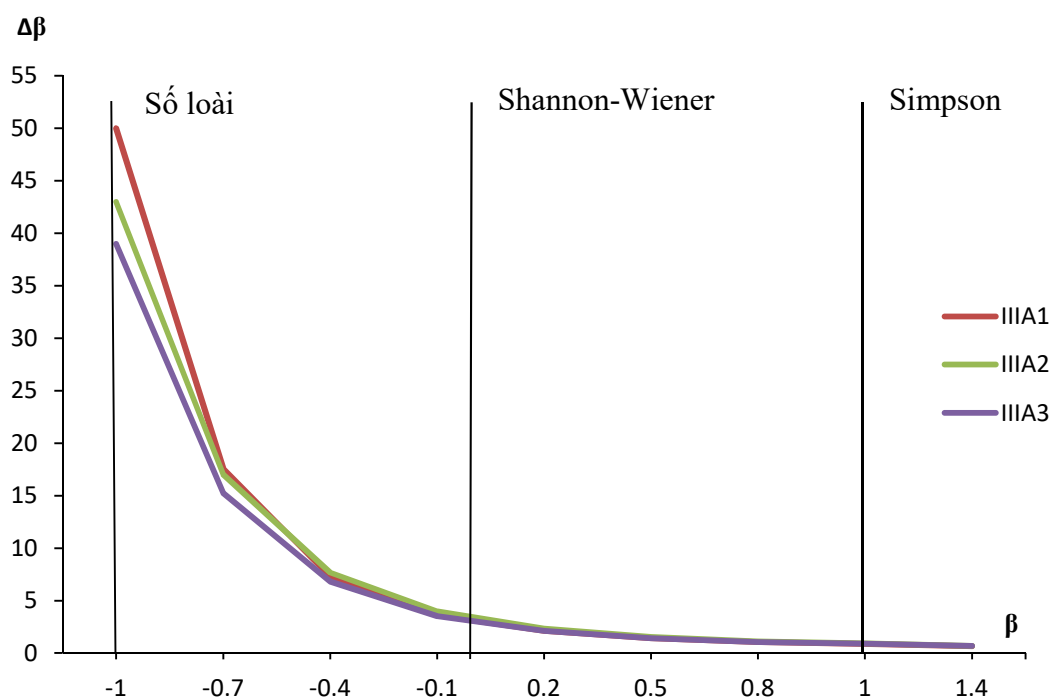
Hình 5. Kết quả phân bố các cấp kính trên mặt đất

Từ các biểu đồ trên cho thấy rằng, đối với trạng thái rừng III_{A1} và III_{A2} thì các cây có cùng cấp kính sẽ phân bố ngẫu nhiên hơn và đỡ phức tạp hơn trạng thái III_{A3}. Với hai trạng thái này, các cấp kính đều có phân bố ngẫu nhiên ở mọi khoảng cách, trừ một khoảng nhỏ hơn 1 m, các cấp kính có xu thế phân bố đều hơn. Đây là kết quả của quá trình cạnh tranh dinh dưỡng giữa các cây rừng và quá trình phát tán hạt giống của cây mẹ, sau một khoảng thời gian ổn định, các cây con và cùng cấp kính sẽ phân bố ngẫu nhiên hơn trên bề mặt đất rừng. Ngược lại, phân bố các cấp kính trên mặt đất ở trạng thái III_{A3} phức tạp hơn, nó có xu thế phân bố cụm trong khoảng nhỏ hơn 1 m, sau đó phân bố đều tới khoảng 2,5 m

sau đó là phân bố ngẫu nhiên. Bởi lẽ đây là trạng thái rừng già nhất, từ đó quá trình cạnh tranh và diễn thế giữa các loài diễn ra phức tạp hơn và khó dự đoán hơn (Akindele và cộng sự, 2011; Wagner, 2016).

3.4. Hồ sơ đa dạng loài cây gỗ

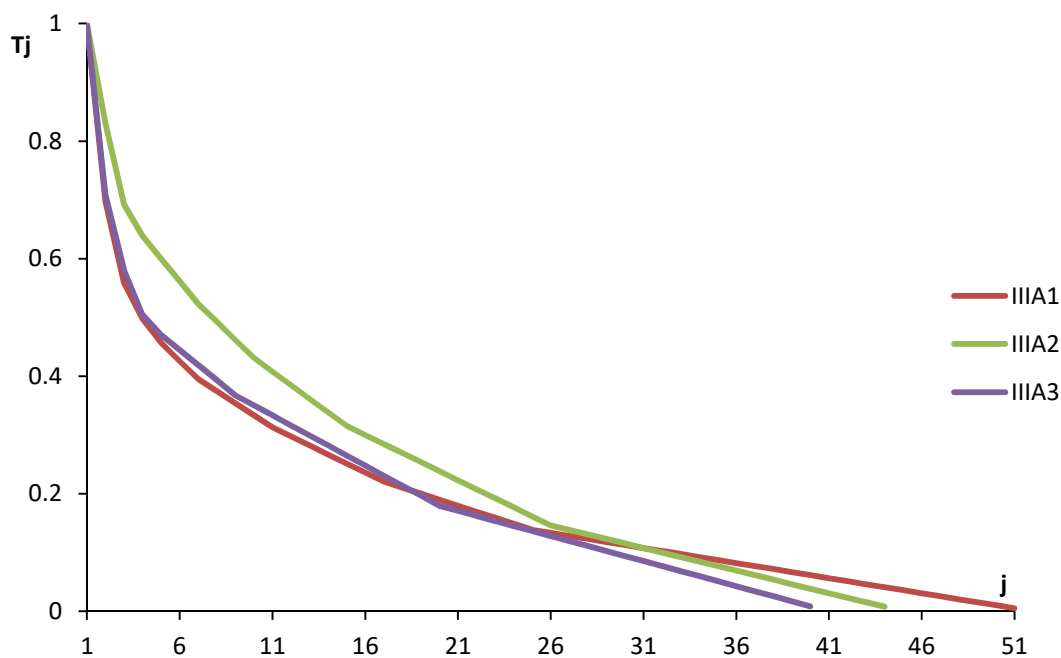
Hồ sơ đa dạng $\Delta\beta$ của trạng thái rừng III_{A1} và trạng thái rừng III_{A3} giao nhau tại giá trị $\beta = 1,4$ (Hình 6). Điều này giải thích tại sao chỉ số đa dạng Simpson của trạng thái rừng III_{A3} lớn hơn trạng thái rừng III_{A1}, còn hai chỉ số đa dạng là Shannon-Wiener và số loài lại nhỏ hơn. Trạng thái III_{A1} có số loài cao nhất, trong khi đó trạng thái III_{A2} có hai chỉ số Shannon-Wiener và Simpson cao nhất trong ba trạng thái rừng.



Hình 6. Hồ sơ đa dạng $\Delta\beta$ của ba trạng thái rừng

Hồ sơ đa dạng T_j của trạng thái rừng III_{A2} nằm trên hồ sơ đa dạng T_j của trạng thái rừng III_{A1} từ giá trị j bằng 1 tới 31 (Hình 7), từ giá trị j từ 32 trở đi, hồ sơ đa dạng T_j của trạng thái rừng III_{A2} nằm dưới hồ sơ đa dạng của trạng thái rừng III_{A1}. Tuy nhiên, hồ sơ đa dạng T_j của trạng thái rừng III_{A1} lại không cắt hồ sơ đa dạng của trạng thái rừng III_{A3}. Hồ sơ đa dạng

của trạng thái rừng III_{A1} cắt hồ sơ đa dạng của trạng thái rừng III_{A3} tại giá trị j bằng 2, sau đó dao động bên trên hoặc bên dưới hồ sơ đa dạng của trạng thái rừng III_{A3}. Do đó, về đa dạng loài cây gỗ nội tại, trạng thái rừng III_{A2} là đa dạng nhất, giữa hai trạng thái rừng III_{A1} và III_{A3} thì không có trạng thái nào đa dạng hơn.



Hình 7. Hồ sơ đa dạng T_j của ba trạng thái rừng

Kết quả nghiên cứu này giống với kết quả nghiên cứu của Cao Thị Thu Hiền và cộng sự (2018) cho rừng tự nhiên trạng thái III_A tại huyện An Lão, tỉnh Bình Định. Trạng thái rừng III_{A1} bị tác động, cấu trúc rừng phá vỡ, nhờ có khoanh nuôi rừng đang bắt đầu được phục hồi nên những loài cây tiên phong ưa sáng chiếm tỷ lệ tương đối lớn. Trạng thái III_{A2} với những loài cây tiên phong ưa sáng có giá trị kinh tế đang chiếm tỷ lệ lớn, bên cạnh đó các loài chịu bóng cũng bắt đầu phát triển tham gia vào nhóm cây gỗ nhưng thường tầng dưới so với những cây tiên phong (ở trạng thái này ít nhất có 2 tầng tán trở lên). Trạng thái III_{A3} đã có thời gian phục hồi, quần thụ tương đối khép kín, các loài cây tiên phong ưa sáng ít có giá trị kinh tế và ý nghĩa sinh thái giảm nhiều so với trạng thái III_{A2}. Ở trạng thái III_{A2}, III_{A3} sau quá trình chọn lọc tự nhiên diễn ra, các loài cây ưa sáng dần bị thay thế bằng các loài cây chịu bóng vì thế mà sự đa dạng loài giảm đi. Do đó, kết quả trong nghiên cứu này cho thấy trạng thái III_{A2} đa dạng về loài cây nhất, giữa hai trạng thái là III_{A1} và III_{A3} lại không có sự khác nhau về đa dạng loài cây gỗ.

4. KẾT LUẬN

Ba trạng thái rừng được nghiên cứu trong bài báo này bao gồm III_{A1}, III_{A2} và III_{A3}. Mật độ quần thụ dao động trong khoảng từ 360 cây/ha đến 580 cây/ha. Đường kính trung bình dao động từ 14,1 cm đến 26,3 cm. Chiều cao bình quân dao động từ 10,7 đến 16,6 m, tổng tiết diện ngang (G) và tổng trữ lượng (M) dao động lần lượt là 9,5 - 27,3 m²/ha và 72,5 - 251,4 m³/ha.

Về phân bố số cây theo cỡ đường kính, phân bố khoảng cách mô phỏng tốt cho 4/10 OTC, phân bố giảm dạng hàm Meyer mô phỏng tốt cho 2/10 OTC, các phân bố lý thuyết được lựa chọn chưa mô phỏng tốt cho 4 OTC còn lại, điều này có thể giải thích bởi số cây phân bố ở các cấp không liên tục trong các OTC này.

Phân bố số cây theo cỡ chiều cao N/H của 8/10 OTC phù hợp với phân bố Weibull.

Phương trình bậc 2 ở dạng logarithm được

chọn để mô tả mối quan hệ giữa chiều cao và đường kính ngang ngực cho cả ba trạng thái rừng. Phương trình cụ thể như sau:

$$\text{Trạng thái III}_{A1}: H = 5,02 - 2,22 \cdot \ln(D) + 1,68 \cdot [\ln(D)]^2$$

$$\text{Trạng thái III}_{A2}: H = 30,67 - 18,33 \cdot \ln(D) + 4,10 \cdot [\ln(D)]^2$$

$$\text{Trạng thái III}_{A3}: H = 16,88 - 8,96 \cdot \ln(D) + 2,68 \cdot [\ln(D)]^2$$

Về phân bố không gian của cây rừng, trạng thái III_{A3} và III_{A2} có xu hướng phân bố đều hơn, ngược lại trạng thái III_{A1} có xu hướng ngẫu nhiên cao hơn. Với trạng thái rừng III_{A1} và III_{A2} thì các cây có cùng cấp kính sẽ phân bố ngẫu nhiên hơn và đỡ phức tạp hơn trạng thái III_{A3}.

Về đa dạng loài cây gỗ nội tại, trạng thái rừng III_{A2} là đa dạng nhất, giữa hai trạng thái rừng III_{A1} và III_{A3} thì không có trạng thái nào đa dạng hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Adrian Baddeley (2008). *Analysing spatial point patterns in R*, School of Mathematics and Statistics, University of Western Australia, Crawley, 6009 WA, Australia. Available from: <http://umaine.edu/computingcoursesonline/files/2011/07/SpatstatmodelingWorkshop.pdf> (Accessed 16 August, 2016).
2. Aimé VBT, Edouard NgK, Yves AYC. (2017). Trees species diversity in perennial crops around Yapo protected forest, Côte d'Ivoire. *Journal of Horticulture and Forestry*, 9: 98-108.
3. Bui Manh Hung and Vo Dai Hai (2017). Spatial distribution of overstorey trees analyzed by replicated point pattern method in R. *Vietnam Journal of Forest Science*, số Vol 3/2017, tr. 105-115.
4. Bùi Mạnh Hưng và Nguyễn Tiên Phong (2018). Phân bố không gian và quan hệ loài rừng tự nhiên tại Na Hang, Tuyên Quang. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, số Số 8/2018, tr. 135-142.
5. Boyle TJB, Boontawee B (eds). (1995). *Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forests*. Bogor, Indonesia: CIFOR, pp. 395.
6. Cao Thị Thu Hiền (2016). Changes in tree species diversity over time in tropical rainforests of central region, Vietnam, *Journal of Forest Science and technology*, 2016: 69-78.
7. Friedrich J. Bohn, Andreas Huth (2017). The importance of forest structure to biodiversity-productivity relationships. *Royal Society Open Science*, 4 (1), 160521.
8. Hoàng Văn Tuấn, Bùi Mạnh Hưng (2018). Cấu trúc chất lượng và đa dạng sinh học rừng tự nhiên tại

Vườn Quốc gia Ba Bè - Bắc Kạn. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Bộ NNPTNT*, 15, 108–115.

9. Janine Illian, Antti Penttinen, Helga Stoyan, và Dietrich Stoyan (2008). *Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns*. John Wiley & sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.

10. Le Sau (1996). *Research on forest structure characteristics and propose some economic technical criteria for selective harvest and sustainable forest use in Kon Ha Nung - Central Highlands*. Doctoral thesis, Vietnam National University of Forestry.

11. Margalef, R., (1958). Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In: *Perspectives in Marine biology*, Buzzati-Traverso (ed.), Univ. Calif. Press, Berkeley, pp. 323-347.

12. Patil, G.P., Rao, C.R., (1994). *Handbook of Statistics*. Volume 12, Elsevier Science B.V., 927 pp.

13. Phạm Quý Vân, Cao Thị Thu Hiền (2016). Một số đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài tầng cây cao của rừng tự nhiên trạng thái III_A tại huyện An Lão, tỉnh Bình

Định. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, 2016: 69 – 78.

14. Shadrach Olufemi Akindele và Jonathan C. Onyekwelu (2011). *Review Silviculture in Secondary Forests*, in *Silviculture in the Tropics*, Sven Günter, Michael Weber, Bernd Stimm, & Reinhard Mosandl, Editors. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.

15. Shannon C.E. and Wiener W., (1963). *The Mathematical theory of communication*. University of Juionis Press, Urbana. 117.

16. Sven Wagner (2016). *Introduction to point pattern analysis*, Institute of Silviculture and Forest protection, Faculty of Environmental science, Dresden University of Technology, Tharandt, Germany.

17. Sodhi NS, Brook B., (2009). *Biodiversity crisis in Southeast Asia*. Charles Darwin University Press. p. 84-90.

18. Thái Văn Trưng (1978). *Thảm thực vật rừng Việt Nam*. Nxb Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.

19. Trần Ngũ Phương (1970). *Bước đầu nghiên cứu rừng miền Bắc Việt Nam*. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

FOREST STRUCTURE CHARACTERISTICS AND DIVERSITY OF WOODY SPECIES OF EVERGREEN BROADLEAF FOREST IN BA BE NATIONAL PARK

Cao Thi Thu Hien¹, Nguyen Dang Cuong², Bui Manh Hung¹, Nguyen Van Bich³

¹Vietnam National University of Forestry

²Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry

³Vietnamese Academy of Forest Sciences

SUMMARY

The research was conducted to evaluate the structural characteristics and tree species diversity of evergreen broadleaf forest in Ba Be National Park, Bac Kan, Vietnam. A total of 10 representative temporary plots was established to measure growth parameters and identify species names of all trees with a diameter at breast height - $D_{1.3} \geq 6$ cm. The results showed that average density across plots ranged from 360 - 580 trees/ha; average $D_{1.3}$, tree height (H_{vn}), total basal area (G) and total volume (V) ranged from 14.1 - 26.3 cm, 10.7 - 16.6 m, 9.5 - 27.3 m²/ha and 72.5 - 251.4 m³/ha, respectively. N/D_{1.3} distribution patterns were not similar across the plots with 4 out of 10 plots following an inverted J shape pattern, 2 out of 10 plots following Meyer distribution. N/H_{vn} distribution was all skewed to the left of the graph with 8 out of 10 plots follow the Weibull distribution. There was a close relationship between height and diameter with a correlation coefficient R^2 ranged from 0.76 - 0.82 of which the quadratic function in the form of the logarithm was identified as the best function to describe this relationship. Spatial distribution patterns of woody plants were mainly in the form of regular distribution (for plots of the forest states III_{A2} and III_{A3}) and random (for plots of the forest state III_{A1}). Regarding the diversity profile of woody species, the most intrinsic diversity was found in forest state III_{A2}, while no difference was found between the forest state III_{A1} and III_{A3}. The outcomes of this study not only will enhance evaluating the value of the natural forest ecosystem, but also will be useful for developing management strategies for the sustainability of the forest resources.

Keywords: Diversity of overstory trees, diversity profile, evergreen broadleaf forest, forest structure characteristics, spatial distribution.

Ngày nhận bài : 14/3/2019

Ngày phản biện : 20/5/2019

Ngày quyết định đăng : 28/5/2019