

ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC KHÔNG GIAN CÂY RỪNG TỰ NHIÊN KHU BẢO TỒN THIÊN NHIÊN NÚI ÔNG, TỈNH BÌNH THUẬN

Nguyễn Văn Quý¹, Bùi Mạnh Hưng², Phạm Thanh Hà², Nguyễn Thanh Tuấn¹, Nguyễn Hữu Thế³

¹Trường Đại học Lâm nghiệp - Phân hiệu Đồng Nai

²Trường Đại học Lâm nghiệp

³Phân viện Điều tra, Quy hoạch rừng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên

TÓM TẮT

Cấu trúc không gian là một trong những chỉ tiêu quan trọng để mô tả cấu trúc rừng. Bài báo này đã sử dụng 4 chỉ số cấu trúc không gian, bao gồm độ hỗn loài, hệ số đồng góc, độ ưu thế và độ tập trung tán để mô tả và phân tích định lượng cấu trúc không gian của các loài cây trong kiểu rừng lá rộng thường xanh Khu bảo tồn thiên nhiên Núi Ông, tỉnh Bình Thuận. Dữ liệu được thu thập từ tất cả các cây thân gỗ có đường kính ngang ngực (dbh) ≥ 5 cm trong ô tiêu chuẩn tạm thời (OTC) 2 ha (100×200 m) thuộc trạng thái rừng tự nhiên giàu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, phân lớn cây rừng trong lâm phần có phân bố kiểu ngẫu nhiên ($W = 0,56$), số lượng cây tương đối đồng đều ở các tầng tán ($U \approx 0,2$), tính đa dạng loài rất cao ($M = 0,7$), mật độ phân bố thưa thưa thớt đến rất dày. Tính đa dạng loài và mật độ có mối quan hệ tương quan thuận, thành phần loài cây và mật độ chi phối kiểu hình phân bố của cây rừng. Trong các dạng phân bố tần suất của các chỉ số cấu trúc không gian, phân bố 4 biến mô tả một cách toàn diện và trực quan nhất cấu trúc không gian của lâm phần. Kết quả của nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho việc định lượng giá trị rừng, điều tiết quá trình sinh trưởng, tái sinh rừng và đa dạng sinh học, nhằm bảo vệ và phát triển, nâng cao chất lượng tài nguyên rừng theo hướng bền vững và lâu dài tại khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: cấu trúc rừng, chỉ số cấu trúc không gian, độ hỗn loài, rừng thường xanh.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Duy trì và phát triển các hệ sinh thái rừng theo hướng bền vững là mục tiêu chính của quản lý rừng hiện đại, mục tiêu này có thể đạt được hay không phụ thuộc phần lớn vào sự ổn định của cấu trúc không gian rừng (Yu, 2019). Các công bố trước đây đã chỉ ra rằng, cấu trúc không gian rừng là yếu tố có thể điều chỉnh trong quá trình quản lý rừng, do đó những thông tin được cung cấp bởi hướng nghiên cứu này là cực kỳ có giá trị, giúp nhà quản lý có cơ sở để xây dựng chiến lược và đề xuất các phương án quản lý rừng nhằm đạt hiệu quả cao hơn nữa (Tao và cộng sự, 2020).

Trong khoảng 50 năm trở lại đây, các nhà lâm học trên thế giới đã thực hiện rất nhiều nghiên cứu về cấu trúc rừng, một số tác giả đã đưa ra các chỉ số nhằm định lượng các đặc điểm cấu trúc không gian của lâm phần nhưng chúng lại có hạn chế nhất định khi ứng dụng như tốn nhiều thời gian và nhân lực trong quá trình điều tra, thu thập số liệu (Zhang và cộng sự, 2018). Từ thực tế đó, Hui và cộng sự (2007) đã đề xuất 4 chỉ số cấu trúc không gian dựa trên mối quan hệ giữa các cây lân cận để phân tích và đánh giá một cách chính xác về cấu trúc không gian của lâm phần; cụ thể, 4 chỉ số cấu trúc không gian này phản ánh 4 khía cạnh, bao gồm: hệ số đồng góc (W) mô tả mô hình phân bố không gian của cây rừng, độ ưu thế (U) phản ánh sự khác biệt về kích thước (đường

kính hoặc chiều cao) của cây trung tâm và các cây lân cận, độ hỗn loài (M) mô tả mức độ hỗn giao và độ tập trung tán (C) phản ánh mức độ giao tán và mật độ của cây rừng. Zhang và cộng sự (2018) cho rằng, 4 chỉ số M-U-W-C là một tổ hợp không thể tách rời trong nghiên cứu về cấu trúc không gian rừng.

Trong các nghiên cứu liên quan đến cấu trúc không gian rừng ở nước ta, có thể thấy rất nhiều tác giả đã sử dụng 4 chỉ số cấu trúc không gian M-U-W-C trong nghiên cứu cấu trúc không gian lâm phần (Lê Hồng Việt và cộng sự, 2020; Nguyễn Thanh Tuấn và Trần Thanh Cường, 2020; Nguyễn Văn Quý và cộng sự, 2021). Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu trong số này có điểm chung là các tác giả mô tả cấu trúc không gian rừng dựa trên phân bố tần suất đơn lẻ hay còn được gọi là phân bố đơn biến của các chỉ số cấu trúc không gian, thậm chí có nghiên cứu mới chỉ xem xét 3 trong 4 chỉ số cấu trúc không gian để mô tả và đánh giá cấu trúc không gian của lâm phần (Lê Hồng Việt và cộng sự, 2020). Việc mô tả và phân tích các chỉ số cấu trúc không gian rừng theo dạng phân bố đơn biến hoặc thiếu bất kỳ 1 trong 4 chỉ số cấu trúc không gian sẽ là không đầy đủ để phản ánh một cách toàn diện cấu trúc không gian của lâm phần vốn dĩ rất phức tạp. Mặt khác, tại Khu bảo tồn thiên nhiên (BTTN) Núi Ông, tính đến thời điểm hiện tại vẫn chưa có một công trình nghiên cứu nào

đánh giá về cấu trúc không gian rừng nên việc thực hiện nghiên cứu về đặc điểm cấu trúc không gian rừng tự nhiên ở nơi đây là thực sự cần thiết.

Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng 4 chỉ số cấu trúc không gian là độ hỗn loài, hệ số đồng góc, độ ưu thế và độ tập trung tán để phân tích định lượng toàn diện cấu trúc không gian của các loài cây rừng lá rộng thường xanh ở Khu BTTN Núi Ông, tỉnh Bình Thuận thông qua 4 dạng phân bố tần suất của 4 chỉ số cấu trúc không gian. Các câu hỏi nghiên cứu được đặt ra: (i) Đặc điểm cấu trúc không gian của các loài cây trong trạng thái rừng tự nhiên giàu tại khu vực nghiên cứu theo các dạng phân bố tần suất của các chỉ số cấu trúc không gian như thế nào? (ii) Có sự khác biệt khi mô tả cấu trúc không gian lâm phần bằng các dạng biểu đồ phân bố tần suất khác nhau hay không? (iii) Trong các dạng phân bố tần suất của các chỉ số cấu trúc không gian thì dạng nào phản ánh toàn diện và trực quan nhất cấu trúc không gian của lâm phần? Kết quả của nghiên cứu góp phần cung cấp các thông tin khoa học tin cậy, giúp nhà quản lý có cơ sở đề xuất các giải pháp quản lý, bảo vệ và phát triển rừng bền vững tại khu vực nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của bài báo là đặc

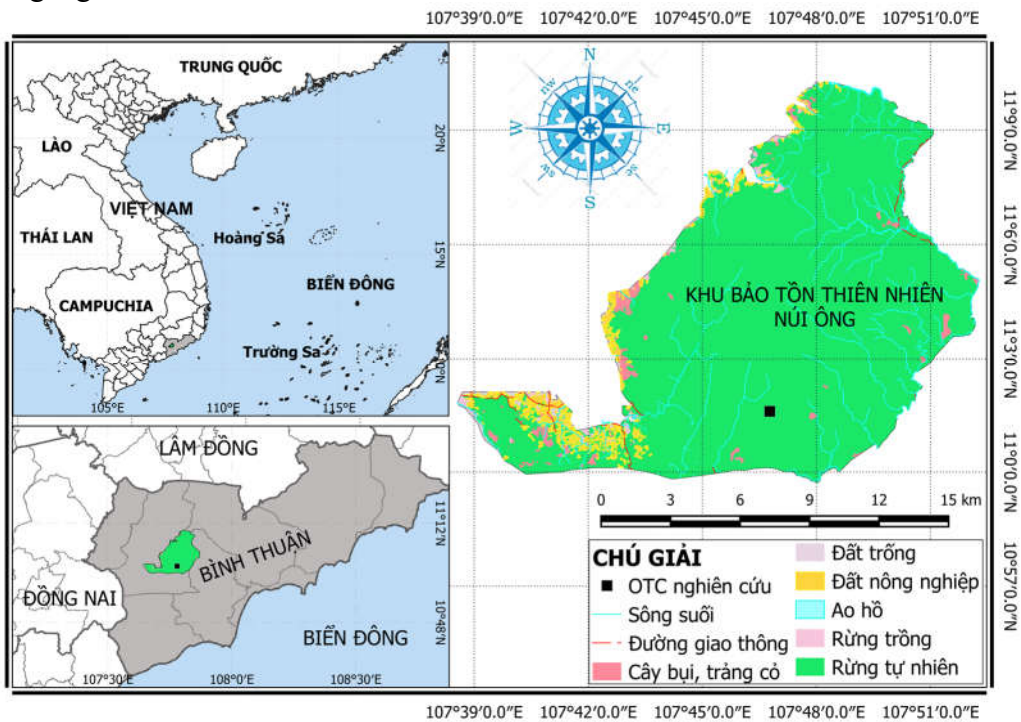
điểm cấu trúc không gian của các loài cây trong lâm phần thuộc trạng thái rừng tự nhiên giàu của kiểu rừng lá rộng thường xanh ở Khu BTTN Núi Ông, tỉnh Bình Thuận.

2.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Khu BTTN Núi Ông có tọa độ địa lý từ 10°59'27"-11°10'36" vĩ độ Bắc, 107°41'11"-107°53'16" kinh độ Đông. Tổng diện tích tự nhiên 25.327 ha. Chế độ khí hậu có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 5-10, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 của năm sau. Nhiệt độ trung bình 24,8°C, cao nhất 37,7°C vào tháng 4, 5 và thấp nhất 12°C vào tháng 12. Độ ẩm tương đối 80-82% và lượng mưa trung bình hàng năm 2.429,3 mm (Khu BTTN Núi Ông, 2020).

Ô tiêu chuẩn (OTC) được thiết lập tại vị trí có độ cao 600 m so với mực nước biển, tọa độ 11°1'35,74" vĩ độ Bắc, 107°46'46,48" kinh độ Đông. Quần xã thực vật khu vực nghiên cứu có các loài cây chiếm ưu thế như Dầu rái (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don), Dầu trà beng (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.), Chai (*Shorea guiso* (Blanco) Blume), Bình linh (*Vitex pierrei* Craib), Bời lời đấng (*Litsea umbellata* (Lour.) Merr.) và Bằng lăng ổi (*Lagerstroemia calyculata* Kurz) (Luu Hồng Trường và cộng sự, 2010).

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 1/2021 đến 3/2021 với 4 đợt điều tra thực địa.



Hình 1. Địa điểm nghiên cứu và vị trí ô tiêu chuẩn điều tra

2.3. Phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp điều tra và thu thập dữ liệu

Tại địa điểm nghiên cứu, thiết lập 1 OTC điển hình tạm thời có diện tích 2 ha (100×200 m). Sử dụng phương pháp lưới ô vuông chia OTC thành 50 ô thứ cấp, diện tích mỗi ô thứ cấp 400 m^2 (20×20 m). Trong ô thứ cấp thu thập thông tin của tất cả các cây gỗ có đường kính tại vị trí 1,3 m (dbh) ≥ 5 cm, bao gồm: Tên loài cây, dbh được xác định bằng thước kẹp kính, đường kính tán được xác định bằng thước dây theo 2 hướng Đông - Tây và Nam - Bắc, chiều cao vút ngọn (H_{vn}) được đo bằng thước Blume - Leiss; lấy điểm giao giữa 2 cạnh của OTC theo hướng Đông - Bắc và Đông - Nam làm gốc tọa độ theo hệ quy chiếu, xác định tọa độ tương đối của từng cây trong OTC bằng thước đo khoảng cách laser (Leica Disto D2) và la bàn.

b. Xác định tên loài cây

Tên loài cây gỗ được xác định bằng phương pháp hình thái so sánh. Các tài liệu được sử dụng bao gồm: Cây cỏ Việt Nam (Phạm Hoàng Hộ, 1999 - 2003), Cây gỗ Việt Nam (Trần Hợp, 2002), tên khoa học được hiệu chỉnh bởi Kew Science

(<http://www.plantsoftheworldonline.org>),

World flora online (<http://104.198.148.243>).

c. Xác định loài cây ưu thế

Độ ưu thế được tính bằng chỉ số giá trị quan trọng (IVI%) của loài thông qua số cây, tiết diện ngang và thể tích thân cây. Chỉ số IVI% được tính theo công thức sau (dẫn theo Nguyễn Văn Thêm, 2004):

$$IVI\% = (N_i\% + G_i\% + V_i\%) / 3.$$

Trong đó:

IVI% là chỉ số giá trị quan trọng của loài i ;

$N_i\%$ là mật độ tương đối;

$G_i\%$ là tiết diện ngang thân cây tương đối;

$V_i\%$ là thể tích thân cây tương đối của loài i so với tất cả cây trong OTC.

Theo Daniel Marmillod, những loài cây nào có $IVI\% > 5\%$ thì loài đó mới thực sự có ý nghĩa về mặt sinh thái trong lâm phần (dẫn theo Nguyễn Thị Thu Hiền, 2015). Mặt khác, theo Thái Văn Trùng (1978), trong một lâm

phần nhóm loài cây nào có trị số $IVI\% \geq 50\%$ tổng số cá thể của tầng cây cao thì nhóm loài đó được coi là nhóm loài ưu thế.

d. Tính toán các chỉ số cấu trúc không gian của lâm phần

Công thức tính toán các chỉ số cấu trúc không gian của lâm phần dựa theo công thức của Hui và cộng sự (2007).

Độ hỗn loài (M): phản ánh mức độ tương đồng về loài giữa cây mục tiêu và 4 cây láng giềng gần nhất. Công thức tính: $M_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_{ij}$

Trong đó:

j là cây láng giềng so với cây mục tiêu i ;

$v_{ij} = 1$ nếu cây láng giềng và cây mục tiêu không cùng loài, ngược lại $v_{ij} = 0$.

Giá trị của M_i nằm trong khoảng từ 0-1, M_i càng lớn chứng tỏ thành phần loài đa dạng. Các giá trị cụ thể của M_i và ý nghĩa sinh học được thể hiện trong hình 2.

Độ tập trung tán (C): phản ánh mối quan hệ về tán cây giữa cây mục tiêu và cây láng giềng.

Công thức tính: $C_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 y_{ij}$

Trong đó:

$y_{ij} = 1$, nghĩa là cây mục tiêu và cây láng giềng giao tán, ngược lại $y_{ij} = 0$.

Chỉ số C_i không những phản ánh mức độ cạnh tranh không gian dinh dưỡng giữa cây mục tiêu và các cây xung quanh mà còn nói lên độ tàn che của rừng. Giá trị của C_i nằm trong khoảng từ 0-1, C_i càng lớn đồng nghĩa với mật độ cây rừng cao và độ che phủ lớn (hình 2).

Độ ưu thế (U): phản ánh mối quan hệ kích thước giữa cây trung tâm và các cây láng giềng.

Công thức tính: $U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 k_{ij}$

Trong đó:

$k_{ij} = 1$, nghĩa là cây láng giềng kích thước nhỏ hơn cây trung tâm, ngược lại $k_{ij} = 0$.

Giá trị U_i nằm trong khoảng 0-1, U_i càng lớn chứng tỏ cây trung tâm vượt trội về kích thước so với các cây xung quanh (hình 2). Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng chỉ tiêu chiều cao vút ngọn để tính toán độ ưu thế nhằm phản ánh cấu trúc không gian của lâm phần theo chiều thẳng đứng.

Hệ số góc (W): là tỉ lệ thành phần của những cây có hệ số góc $\alpha < \alpha_0$ (72°) trong 4 cây láng giềng nghiên cứu. Công thức tính:

$$W_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 Z_{ij}$$

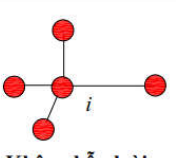
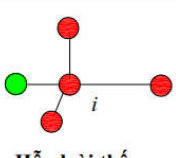
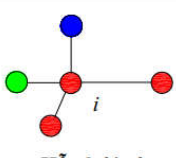
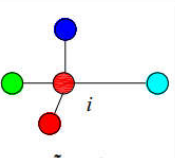
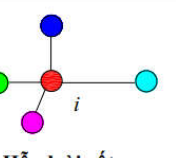
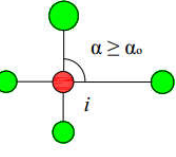
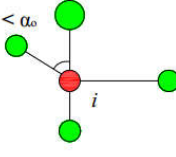
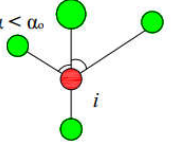
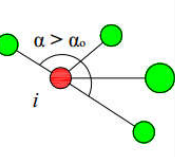
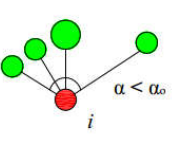
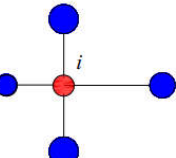
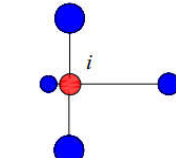
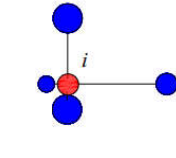
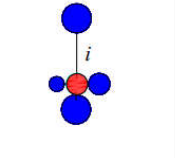
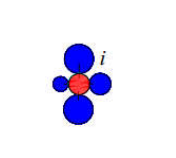
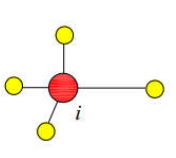
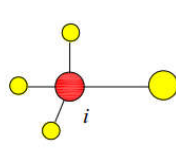
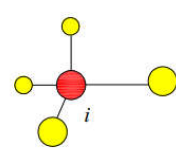
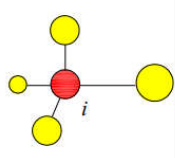
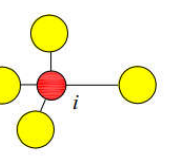
Trong đó:

$Z_{ij} = 1$, nếu $\alpha < \alpha_0$ và ngược lại $Z_{ij} = 0$.

Hệ số W_i biểu thị mức độ phân tán của 4 cây láng giềng so với cây trung tâm. Giá trị của W_i nằm trong khoảng từ 0-1, W_i tăng lên khi cây rừng chuyển từ phân bố đều sang ngẫu nhiên rồi phân bố cụm (hình 2). Hệ số đồng góc, độ hỗn

loài và độ tập trung tán phản ánh cấu trúc không gian rừng theo mặt phẳng nằm ngang.

Hiệu chỉnh cận biên: Hiệu chỉnh cận biên được thực hiện thông qua điều chỉnh giá trị vùng đệm (buffer) khi sử dụng phần mềm Winkelmass phiên bản 1.0 2018-2 để tính toán các chỉ số cấu trúc không gian. Trong nghiên cứu này, dựa trên các tài liệu tham khảo và các nghiên cứu về cấu trúc không gian rừng đã được công bố trước đây, chúng tôi chọn giá trị vùng đệm là 5 m.

Các chỉ số cấu trúc không gian	Giá trị	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
	Độ hỗn loài (M) Các loài khác nhau	 Không hỗn loài	 Hỗn loài thấp	 Hỗn loài vừa	 Hỗn loài cao	 Hỗn loài rất cao
	Hệ số đồng góc (W) α : Góc đo thực tế α_0 : Góc chuẩn	 Phân bố rất đều	 Đều	 Ngẫu nhiên	 Cụm	 Rất cụm
	Độ tập trung tán (C) Diện tích tán cây	 Mật độ rất thưa	 Thưa thớt	 Mật độ trung bình	 Mật độ dày	 Mật độ rất dày
	Độ ưu thế (U) Kích thước Hvn khác nhau	 Ưu thế	 Phụ ưu thế	 Tầng giữa	 Bị chèn ép	 Bị chèn ép hoàn toàn

Hình 2. Giá trị cụ thể và ý nghĩa sinh học của 4 chỉ số cấu trúc không gian

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số đặc trưng của nhóm các loài cây ưu thế trong lâm phần

Trong rừng nhiệt đới thành phần loài cây rất phức tạp, muốn phản ánh đúng thực trạng của lâm phần, việc xác định các loài cây ưu thế để phục vụ cho mục đích quản lý là rất cần thiết. Các loài cây ưu thế là lớp xây dựng cơ bản của cấu trúc rừng, chúng ảnh hưởng lớn đến sự ổn

định của cấu trúc không gian do khả năng thích ứng với môi trường là cao hơn (Nguyễn Văn Quý và cộng sự, 2021).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong OTC 2 ha có 96 loài thuộc 73 chi của 43 họ thực vật với 1.836 cá thể. Dựa trên chỉ số giá trị quan trọng (IVI%) của các loài cây trong OTC, bài báo đã xác định được nhóm loài ưu thế gồm 10 loài (IVI% chiếm 54,2%), thứ tự các loài theo

giá trị IVI% giảm dần là Dầu rái (*Dipterocarpus alatus*), Dầu trà beng (*Dipterocarpus obtusifolius*), Bình linh (*Vitex pierrei*), Bời lời đấng (*Litsea umbellata*), Trường (*Xerospermum noronhianum*), Chai (*Shorea guiso*), Vên vên (*Anisoptera costata*), Sao đen (*Hopea odorata*), Bằng lăng ổi (*Lagestroemia calyculata*) và Bằng lăng tía (*Lagestroemia sp.*). Trong nhóm 10 loài cây ưu

thể chỉ có 3 loài Dầu rái, Dầu trà beng và Bình linh thực sự có ý nghĩa về mặt sinh thái trong quần xã thực vật rừng (IVI% của mỗi loài > 5%). Đặc điểm sinh trưởng của quần thụ: Mật độ, dbh, H_{vn} trung bình, tổng tiết diện ngang thân cây và trữ lượng của lâm phần lần lượt là 918 cây/ha; 17,3 cm; 10,2 m; 34,71 m²/ha và 231,33 m³/ha (Bảng 1).

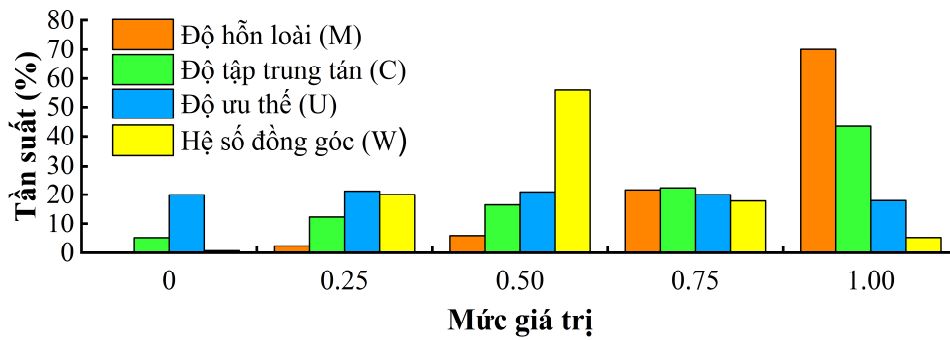
Bảng 1. Đặc trưng của nhóm các loài cây ưu thể trong lâm phần

TT	Loài cây	N (cây/ha)	dbh (cm)	H_{vn} (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	IVI (%)
1	Dầu rái	112	17,8 ± 16,0	10,2 ± 8,3	5,00	31,04	13,3
2	Dầu trà beng	100	18,0 ± 15,4	11,9 ± 5,5	4,37	37,82	13,3
3	Bình linh	35	19,9 ± 9,3	12,3 ± 4,7	2,07	18,42	5,9
4	Bời lời đấng	28	19,6 ± 17,2	12,8 ± 4,4	1,46	12,10	4,1
5	Trường	21	22,9 ± 22,1	9,6 ± 6,4	1,61	8,40	3,5
6	Chai	32	17,8 ± 13,2	9,2 ± 5,3	1,23	7,25	3,4
7	Vên vên	26	18,7 ± 12,1	11,1 ± 5,1	1,01	7,58	3,0
8	Sao đen	31	16,3 ± 11,6	9,3 ± 5,8	0,97	5,71	2,9
9	Bằng lăng ổi	33	15,2 ± 7,9	9,2 ± 4,8	0,75	3,77	2,4
10	Bằng lăng tía	11	19,3 ± 12,6	12,3 ± 5,5	0,74	8,10	2,3
11	Cộng 10 loài	429	18,2 ± 15,6	10,8 ± 6,3	19,19	140,17	54,2
12	86 loài khác	489	16,6 ± 11,4	9,7 ± 5,7	15,52	91,16	45,8
13	Tổng cộng	918	17,3 ± 13,6	10,2 ± 6,0	34,71	231,33	100

3.2. Đặc điểm cấu trúc không gian của lâm phần theo phân bố đơn biến

Phân bố đơn biến được mô tả dựa trên biểu đồ phân bố tần suất của các chỉ số cấu trúc không gian (Độ hỗn loài, độ tập trung tán, độ ưu thế và hệ số đồng góc) theo 5 mức giá trị là 0; 0,25; 0,5; 0,75 và 1,00 (Hình 3). Kết quả phân tích cho thấy, tần suất phân bố của các chỉ số cấu trúc không gian ở các mức giá trị khác nhau là không giống nhau. Hệ số đồng góc (W) có tần suất phân bố tập trung chủ yếu ở mức giá trị 0,5 chiếm tỉ lệ $W = 56,2\%$, đồng nghĩa với 56,2% số cây trong lâm phần có kiểu phân bố ngẫu nhiên; số lượng cây rừng có phân bố cụm (mức giá trị 0,75) và phân bố đều (mức giá trị 0,25) chênh lệch không đáng kể, đều chiếm tỉ lệ xấp xỉ $W = 20\%$. Độ ưu thế (U) có sự thay đổi tần suất phân bố ở các mức giá trị là nhỏ nhất trong 4 chỉ số cấu trúc không gian, tần suất phân bố ở tất cả các

mức giá trị từ 0→1 đều chiếm tỉ lệ $U \approx 20\%$, nghĩa là sự khác biệt về chiều cao của cây trung tâm và 4 cây tham chiếu không quá lớn, điều này cho thấy số lượng cây rừng phân bố ở các tầng tán rừng có tỉ lệ tương đối đồng đều. Tần suất phân bố của độ hỗn loài (M) ở các mức giá trị từ 0→1 có sự khác biệt rất rõ ràng, phân bố tập trung chủ yếu ở mức giá trị 0,75→1 ($M = 70\%$). Tần suất phân bố của độ tập trung tán (C) có xu hướng tăng dần theo mức giá trị từ 0→1 (cây rừng phân bố với mật độ từ rất thưa thớt đến rất dày), trong đó tần suất phân bố của độ tập trung tán có trị số cao nhất ở mức giá trị 0,75→1 ($C = 43,47\%$), điều này chỉ ra rằng phần lớn cây rừng trong lâm phần liên kết với các cây lân cận với mật độ từ mức dày đến rất dày, do đó sự cạnh tranh giữa các cá thể cây rừng về không gian dinh dưỡng có xu hướng tăng theo các mức giá trị từ 0→1 và cạnh tranh gay gắt.



Hình 3. Phân bố đơn biến của các chỉ số cấu trúc không gian

Kết quả phân tích cấu trúc không gian lâm phần theo phân bố đơn biến có nhiều điểm tương đồng so với một số nghiên cứu đã được công bố trước đây. Nguyễn Thanh Tuấn và Trần Thanh Cường (2020) khi thực hiện nghiên cứu biến đổi cấu trúc không gian của rừng tự nhiên trung bình và giàu tại Khu bảo tồn Thiên nhiên - Văn hóa Đồng Nai đã chỉ ra rằng, mức độ hỗn loài đối với kiểu rừng lá rộng thường xanh là rất cao, hầu hết cây rừng thường có phân bố kiểu ngẫu nhiên. Lý giải cho hiện tượng này các tác giả cho rằng, ở giai đoạn đầu của quá trình phục hồi rừng, cây con thường có kiểu phân bố cụm do sự tương đồng về nhu cầu sinh thái hoặc tái sinh dưới tán cây mẹ, các loài cây giống nhau thường phân bố cụm gần nhau, nhưng trong quá trình sinh trưởng và phát triển của cây rừng thì nhu cầu dinh dưỡng ngày càng tăng lên, sự cạnh tranh với các cây xung quanh ngày càng khốc liệt, đặc biệt là những cây cùng loài do nhu cầu sinh thái tương đồng dẫn đến sự đào thải và tía thưa tự nhiên, vì vậy phân bố không gian của cây rừng sẽ chuyển thành phân bố ngẫu nhiên hoặc đều. Tương tự, Lê Hồng Việt và cộng sự (2020) cũng cho rằng mức độ hỗn loài đối với kiểu rừng lá rộng thường xanh ở mức cao đến rất cao và kiểu phân bố không gian của cây rừng có mức độ từ đều đến rất cụm, trong đó phân bố kiểu ngẫu nhiên vẫn là chủ yếu. Theo Wan và cộng sự (2019), mức độ hỗn loài tỉ lệ thuận với mức độ đa dạng sinh học của quần xã, do đó lâm phần trong khu vực nghiên cứu thể hiện tính đa dạng cao về thành phần loài cây gỗ. Kết quả phân tích độ hỗn loài của nghiên cứu này cung cấp thông tin quan trọng

để đánh giá mức độ đa dạng loài cây gỗ giữa các lâm phần, các trạng thái rừng ở các nghiên cứu tiếp theo trong thời gian tới, phục vụ cho mục đích bảo tồn đa dạng sinh học và đề xuất các biện pháp quản lý tại Khu BTTN Núi Ông. Ngoài ra, sự khác biệt về chiều cao của cây lân cận so với cây trung tâm (phản ánh qua độ ưu thế), mật độ cây rừng (độ tập trung tán) và kiểu hình phân bố không gian của các loài trên mặt đất rừng (hệ số đồng góc) chỉ ra rằng mức độ cạnh tranh giữa các loài cây trong khu vực nghiên cứu là gay gắt. Các thông tin được cung cấp bởi phân tích đặc điểm cấu trúc không gian lâm phần theo phân bố đơn biến sẽ rất có ích trong quá trình lựa chọn các loài cây thuộc nhóm loài ưu thế (10 loài) để trồng rừng hỗn giao ở các khu vực có điều kiện lập địa và khí hậu tương đồng so với khu vực nghiên cứu.

3.3. Đặc điểm cấu trúc không gian của lâm phần theo phân bố hai biến

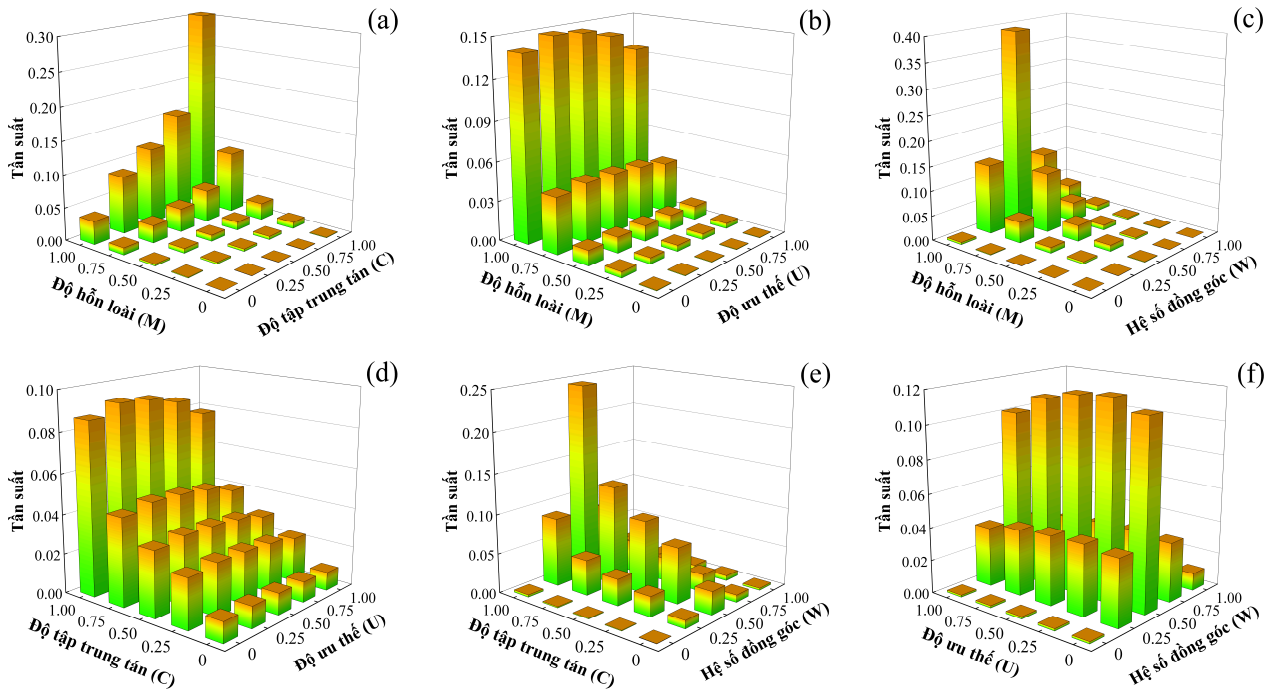
Phân tích phân bố hai biến của các chỉ số cấu trúc không gian rừng tự nhiên Khu BTTN Núi Ông dựa trên biểu đồ 3D phân bố tần suất của 2 biến (2 chỉ số cấu trúc không gian), trong đó giá trị của cặp chỉ số cấu trúc không gian từ 0→1 được phân loại và kết hợp chéo để thu được phân bố tần suất tương đối của 25 tổ hợp giá trị chỉ số cấu trúc không gian. Phân bố hai biến theo từng cặp, bao gồm: phân bố M-C, M-U, M-W, C-U, C-W và U-W.

Kết quả phân tích cho thấy, trong rừng tự nhiên Khu BTTN Núi Ông với sự tăng lên của độ hỗn loài ($M = 0 \rightarrow 1$) thì mật độ cây rừng cũng có xu hướng tăng dần theo các mức giá trị tương ứng ($C = 0 \rightarrow 1$), điều này cho thấy tính đa dạng loài và mật độ có mối quan hệ

tương quan thuận, mật độ cây rừng cao thì mức độ hỗn loài của rừng trong khu vực nghiên cứu cao và ngược lại, mật độ thấp thì mức độ hỗn loài cũng thấp, số lượng cây rừng nhiều nhất mức $C = 1$ và $M = 1$ (chiếm 30% tổng số cây trong OTC), thấp nhất ở mức $C = 0$ và $M = 0$ (chiếm tỉ lệ $\leq 1\%$) (Hình 4a). Đặc điểm phân bố M-U chỉ ra rằng, ở cùng một mức giá trị của độ hỗn loài (M) thì sự khác biệt về chiều cao của cây rừng là nhỏ, nhưng ở cùng một mức giá trị của độ ưu thế (U) thì sự khác biệt của độ hỗn loài lại rất rõ ràng, điều này cho biết ở các tầng tán rừng khác nhau tính đa dạng loài có sự khác biệt (Hình 4b). Phân bố M-W cho thấy, số lượng cây ở cùng mức độ hỗn loài cũng có xu hướng gia tăng theo sự tăng lên của hệ số đồng góc, đạt cực đại tại $M = 1$ và $W = 0,5$ (chiếm tỷ lệ 39,3% tổng số cây của OTC), sau đó giảm dần khi hệ số đồng góc vẫn tiếp tục tăng lên ($W = 0,5 \rightarrow 1$), điều này có nghĩa thành phần loài có ảnh hưởng đến kiểu hình phân bố của cây rừng, mức độ hỗn loài cao thì cây rừng có dạng phân bố kiểu cụm, mức độ hỗn loài trung bình thì cây rừng phân bố ngẫu nhiên và mức độ hỗn loài thấp thì cây rừng phân bố đều (Hình 4c). Phân bố C-U cho thấy, ở cùng một mức giá trị của độ tập trung tán, sự khác biệt về chiều cao của cây trung tâm và cây xung quanh không quá chênh lệch, nhưng ở cùng một mức giá trị của độ ưu thế thì mật độ có sự chênh lệch rất rõ ràng, như vậy có thể thấy trong cùng một tầng cây rừng mật độ các vị trí có sự khác biệt (Hình 4d). Đối với phân bố C-W, ở cùng một mức giá trị của độ tập trung tán sự khác biệt về kiểu hình phân bố của cây rừng thể hiện rất rõ ràng, điều này chỉ ra rằng mật độ và kiểu hình phân bố cũng có quan hệ rất chặt chẽ với nhau; cây rừng phân bố ngẫu nhiên khi mật độ trung bình, phân bố rất đều hoặc đều khi mật độ cây rừng rất thưa thớt hoặc thưa thớt và phân bố cụm hoặc rất cụm khi mật độ dày hoặc rất dày; số lượng cây rừng có phân bố ngẫu nhiên ($W = 0,5$) và mật độ phân bố rất dày ($C = 1$) chiếm tỉ lệ lớn nhất trong lâm phần với tỉ lệ 24,4% (Hình 4e). Phân

bố U-W cho thấy, ở mỗi mức độ ưu thế, cây rừng phân bố chủ yếu dạng ngẫu nhiên, tiếp đến là kiểu phân bố đều và phân bố cụm, kiểu phân bố rất cụm và rất đều chiếm tỉ lệ nhỏ nhất, điều này chứng tỏ kiểu hình phân bố trên mặt đất của cây rừng có ảnh hưởng lớn đến chiều cao cây rừng (Hình 4f).

Phân bố đơn biến chỉ phản ánh cấu trúc không gian của lâm phần ở một khía cạnh theo từng chỉ số cấu trúc không gian như độ hỗn loài, mật độ cây rừng, kiểu hình phân bố, sự khác biệt về kích thước cây rừng. Điểm khác biệt của phân bố hai biến so với phân bố đơn biến là ngoài việc mô tả đặc điểm cấu trúc không gian của lâm phần theo 2 khía cạnh, nó còn chỉ ra mối quan hệ của cặp chỉ số được xem xét. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mối quan hệ giữa M-C, M-W, C-W là rõ ràng nhất, biểu hiện là sự khác biệt lớn về tần suất phân bố của từng chỉ số khi thể hiện trên biểu đồ phân bố tần suất ở cùng một giá trị trong 5 giá trị (0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00). Kết quả phân tích cấu trúc không gian của lâm phần theo phân bố 2 biến là cơ sở để điều chỉnh chỉ số cấu trúc không gian lâm phần từ chỉ số này theo một chỉ số khác. Ngoài việc cung cấp các thông tin về mối quan hệ giữa các nhân tố điều tra rừng, phân bố hai biến cũng chỉ ra đâu là nhân tố chính có ảnh hưởng đến cấu trúc không gian của lâm phần. Trong nghiên cứu của chúng tôi có thể thấy, độ tập trung tán, độ hỗn loài và hệ số đồng góc là nhân tố chính có ảnh hưởng nhiều đến các chỉ số cấu trúc không gian khác. Độ ưu thế ở cùng một mức giá trị của hệ số đồng góc, độ hỗn loài và độ tập trung tán ít biến động về tần suất phân bố (Hình 4b, 4d, 4f). Như vậy có thể thấy, độ ưu thế ít ảnh hưởng đến cấu trúc không gian rừng hơn so với 3 chỉ số còn lại. Việc điều chỉnh cấu trúc rừng theo hướng có lợi cho mục tiêu quản lý chỉ nên tập trung vào điều chỉnh cấu trúc không gian theo mặt phẳng nằm ngang, bao gồm 3 chỉ số cấu trúc không gian là hệ số đồng góc (W), độ hỗn loài (M) và độ tập trung tán (C).



Hình 4. Đặc điểm phân bố 2 biến của các chỉ số cấu trúc không gian theo cặp

3.4. Đặc điểm phân bố 3 biến của các chỉ số cấu trúc không gian lâm phần

Phân bố ba biến sử dụng 5 giá trị của một chỉ số cấu trúc không gian bất kỳ X ($X_i = 0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00$) và 5 giá trị của một chỉ số cấu trúc không gian Y ($Y_i = 0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00$), phân loại chéo với 5 giá trị của một chỉ số cấu trúc không gian thứ 3 là Z ($Z_i = 0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00$), kết quả thu được phân bố tần suất tương đối của 125 tổ hợp cấu trúc không gian khác nhau, đây được gọi là phân bố 3 biến của các chỉ số cấu trúc không gian (Zhang và cộng sự, 2019).

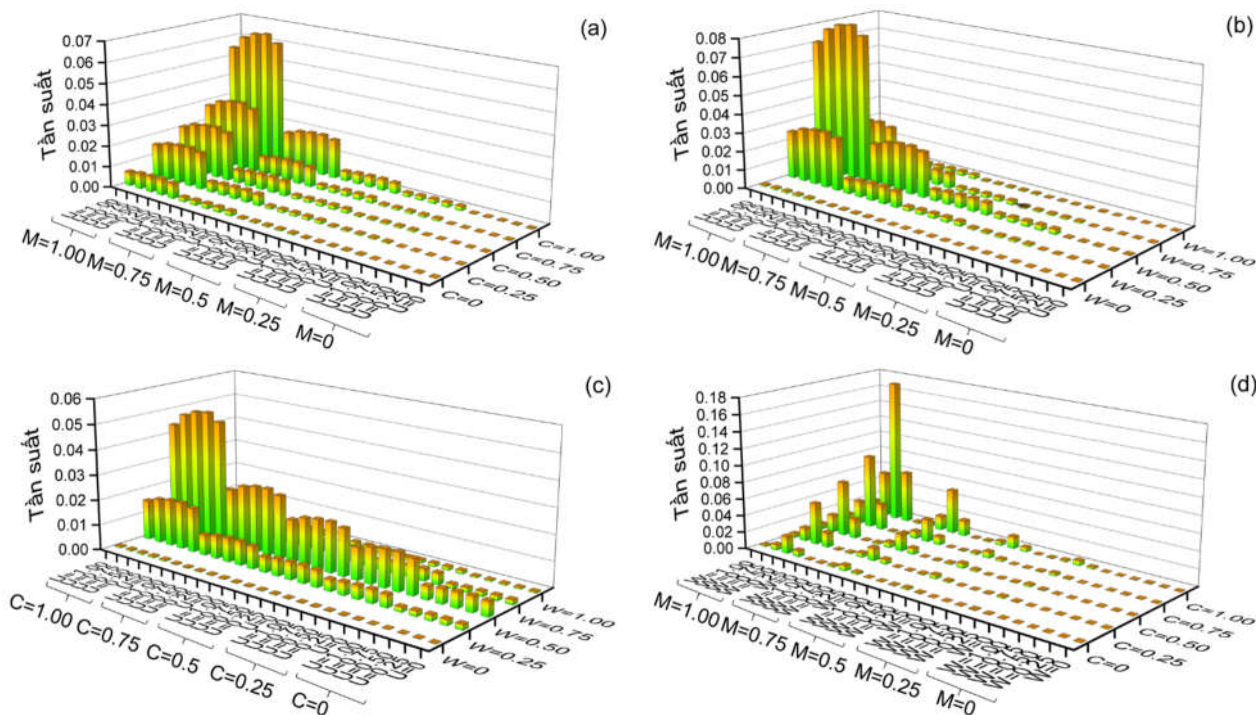
Kết quả phân tích cho thấy, số lượng cây rừng nhiều nhất thuộc nhóm cây có mật độ phân bố rất dày ($C = 1$), mức hỗn loài rất cao ($M = 1$) và sự khác biệt về chiều cao giữa chúng là không quá lớn ($U = 0 \rightarrow 1$), số lượng cây của nhóm này chiếm tới 62,9% tổng số cây trong lâm phần (Hình 5a). Phân bố 3 biến M-U-W chỉ ra rằng, nhóm cây trong lâm phần có dạng phân bố ngẫu nhiên ($W = 0,5$), sự khác biệt về chiều cao giữa chúng không quá chênh lệch và có mức độ hỗn loài rất cao là nhóm có số lượng nhiều nhất, chiếm 64,2% tổng số cây trong lâm phần (Hình 5b). Các cây thuộc nhóm có phân bố kiểu ngẫu nhiên, cùng 1 tần tán

rừng ở cùng mức mật độ, số lượng cây trong nhóm này ở mật độ phân bố dày đặc có số lượng nhiều nhất, chiếm 39,8% tổng số cây trong lâm phần (Hình 5c). Phân bố 3 biến M-W-C cho thấy, nhóm cây cùng mức mật độ phân bố rất dày và mức độ hỗn loài rất cao, có dạng phân bố phân bố từ rất cụm đến rất đều là nhóm có số lượng cây nhiều nhất, chiếm 58,9% tổng số cây trong lâm phần (Hình 5d).

Phân bố 3 biến của các chỉ số cấu trúc không gian rừng phản ánh đồng thời đặc điểm cấu trúc không gian của lâm phần theo 3 khía cạnh (theo ý nghĩa của 3 chỉ số cấu trúc không gian). Ý nghĩa lớn nhất phân bố 3 biến là mô tả mối quan hệ của một chỉ số cấu trúc không gian với 1 nhóm gồm 2 chỉ số cấu trúc không gian khác. Trên thế giới, trong nghiên cứu về cấu trúc không gian rừng mới chỉ có một số ít tác giả sử dụng phân bố 3 biến và 4 biến để mô tả đặc điểm cấu trúc không gian lâm phần, đa số các tác giả đều sử dụng phân bố 2 biến theo từng cặp chỉ số. Mặc dù phân bố 3 biến phản ánh cấu trúc không gian rừng tốt hơn so với phân bố đơn biến và hai biến, nhưng nó vẫn cần có kết quả từ phân tích phân bố hai biến để biết chỉ số cấu trúc không gian nào là nhân tố chính có ảnh hưởng đến cấu trúc không gian

của lâm phần, giúp trong quá trình xây dựng mô hình phân bố không mất quá nhiều công lắp lại sự kết hợp của 3 chỉ số cấu trúc không gian. Từ kết quả phân tích phân bố 2 biến và đặc điểm của các chỉ số cấu trúc không gian, hệ số đồng góc và mật độ tập trung tán là 2 chỉ số dễ điều chỉnh hơn so với độ hỗn loài, vì vậy chúng tôi xây dựng các mô hình phân bố 3 biến chủ yếu xoay quanh mối quan hệ của 2

chỉ số này đến nhóm của 2 chỉ số cấu trúc không gian khác. Trên cơ sở phân tích phân bố 3 biến, để điều chỉnh cấu trúc không gian của lâm phần có thể lựa chọn 1 trong 4 nhóm cây mà đặc điểm chính của chúng là độ hỗn loài rất cao ($M=1$), mật độ phân bố rất dày ($C=1$) và kiểu phân bố không gian là ngẫu nhiên ($W=0,5$).



Hình 5. Phân bố 3 biến của các chỉ số cấu trúc không gian lâm phần

3.5. Đặc điểm phân bố 4 biến của các chỉ số cấu trúc không gian lâm phần

Các giá trị của hai chỉ số cấu trúc không gian là độ hỗn loài và độ tập trung tán được phân loại chéo và kết hợp trên trục X của biểu đồ 3D phân bố tần suất, tương tự các giá trị của hai chỉ số cấu trúc không gian còn lại (độ ưu thế và hệ số đồng góc) cũng được phân loại chéo và kết hợp trên trục Y. Tần suất tương đối của tổ hợp các chỉ số cấu trúc không gian được thể hiện trên trục Z (Zhang và cộng sự, 2019). Sau khi tính toán tần suất tương đối của 625 tổ hợp 4 chỉ số cấu trúc không gian thu được phân bố 4 biến của cấu trúc không gian lâm phần rừng tự nhiên Khu BTTN Núi Ông (Hình 6).

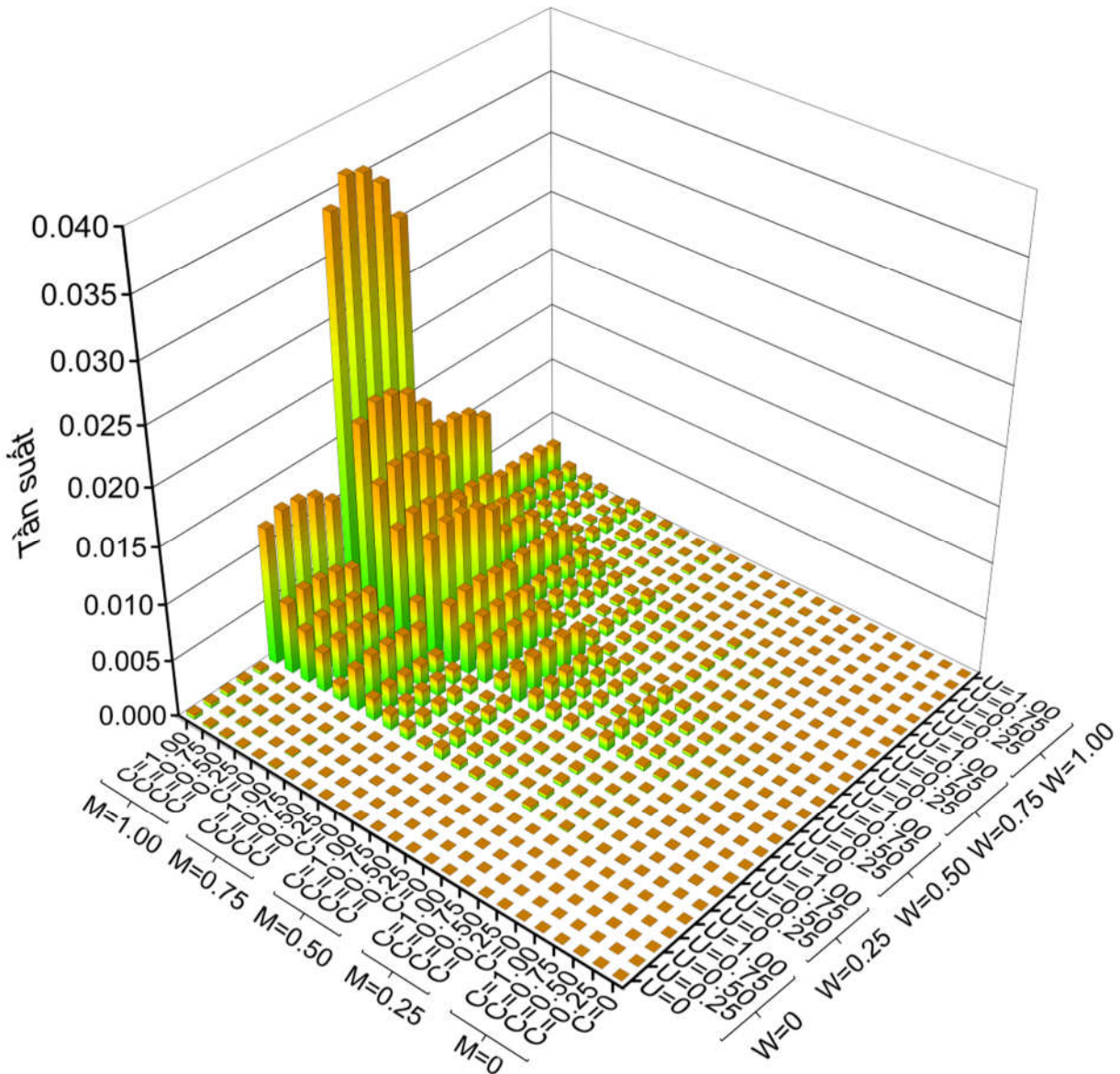
Kết quả phân tích phân bố 4 biến M-C-U-W

cho thấy, trong rừng tự nhiên khu vực nghiên cứu, nhóm cây có $M = 1, C = 1, W = 0,5$ và $U = 0 \rightarrow 1$ có số lượng nhiều nhất, chiếm 17,1% tổng số cây trong lâm phần. Trong đó, nhóm cây rừng có kiểu phân bố ngẫu nhiên ($W = 0,5$), kết hợp với các loài khác nhau với độ hỗn loài rất cao ($M = 1$), mật độ rất dày ($C = 1$) và phân bố ở tầng phụ ưu thế ($U = 0,25$) có số lượng nhiều nhất, chiếm 3,62% tổng số cây trong lâm phần; tiếp đến là nhóm cây rừng phân bố ngẫu nhiên, kết hợp với các loài khác nhau với độ hỗn loài rất cao, mật độ rất dày, phân bố ở tầng giữa và tầng ưu thế ($U = 0,5$ và $U = 0$), chiếm tỉ lệ lần lượt là 3,57% và 3,42% tổng số cây trong lâm phần.

Mô tả định lượng cấu trúc không gian tổng thể của lâm phần có nhiều phương pháp nhưng

chúng có điểm chung đều dựa trên nguyên tắc là sự kết hợp đồng thời của các chỉ số cấu trúc không gian. Dong và cộng sự (2013) đã sử dụng hàm sản xuất Cobb-Douglas để đánh giá toàn diện cấu trúc không gian lâm phần. Tương tự, Hui và cộng sự (1999) đã xây dựng hàm cấu trúc không gian tối ưu với 4 biến số là 4 chỉ số cấu trúc không gian M, U, C và W. Theo Hui và cộng sự (1999), việc sử dụng phân bố 4 biến không chỉ làm phong phú thêm phương pháp mô tả cấu trúc không gian rừng, ngoài việc cung cấp thông tin về cấu trúc không gian của lâm phần một cách đầy đủ, nó có ưu điểm hơn so với phân bố đơn biến, hai biến và ba biến là cấu trúc không gian được mô tả một cách trực quan và cụ thể hơn. Có cùng quan

điểm trên, Zhang và cộng sự (2019) cũng nhận định rằng, phân bố 4 biến có thể mô tả chính xác cấu trúc không gian của lâm phần một cách toàn diện nhất, điều này có ý nghĩa rất lớn trong việc định hướng xây dựng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh tác động đến cấu trúc không gian rừng. Trong hoạt động quản lý rừng, căn cứ vào hiện trạng của lâm phần và mục tiêu quản lý, phương án tối ưu hóa cấu trúc không gian lâm phần có thể được xây dựng dựa trên hệ thống tổng hợp của 4 chỉ số cấu trúc không gian, giúp nâng cao chất lượng rừng, đẩy nhanh việc chuyển đổi cấu trúc không gian rừng từ thực tế sang cấu trúc không gian lý tưởng, tối ưu hóa và thúc đẩy việc thực hiện mục tiêu quản lý rừng (Xu và cộng sự, 2018).



Hình 6. Đặc điểm phân bố 4 biến của các chỉ số cấu trúc không gian M-C-U-W

4. KẾT LUẬN

Mô tả cấu trúc không gian rừng dựa trên mối quan hệ của cây trung tâm và 4 cây lân cận có nhiều phương pháp, hầu hết các phương pháp đều dựa vào phân bố đơn biến hoặc 2 biến của các chỉ số cấu trúc không gian rừng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã sử dụng 4 dạng phân bố của 4 chỉ số cấu trúc không gian là phân bố đơn biến, 2 biến, 3 biến và 4 biến để phân tích và đánh giá cấu trúc không gian của lâm phần. Kết quả phân tích cấu trúc không gian của lâm phần ở cả 4 dạng phân bố tần suất của các chỉ số cấu trúc không gian đều cho thấy, dù cho kết hợp các chỉ số như thế nào thì cây rừng tự nhiên khu vực nghiên cứu vẫn chủ yếu có phân bố kiểu ngẫu nhiên, mật độ trung bình, mức độ hỗn giao rất cao, mức độ ưu thế trung bình và cây phân bố đều ở các tầng thứ khác nhau, tầng tán đa dạng.

Trong các dạng phân bố, phân bố 3 biến và 4 biến của các chỉ số cấu trúc không gian rừng không chỉ mô tả đồng thời các khía cạnh và mối quan hệ của các chỉ số cấu trúc không gian mà còn có nhiều ưu điểm hơn so với 2 dạng phân bố đơn biến và 2 biến. Trong 2 dạng phân bố 3 biến và 4 biến của các chỉ số cấu trúc không gian, có thể thấy phân bố 4 biến mô tả một cách toàn diện và trực quan nhất về cấu trúc không gian của lâm phần, tránh được việc lặp lại quá nhiều khi kết hợp các chỉ số cấu trúc không gian khi xây dựng các mô hình để mô tả cấu trúc không gian của lâm phần. Ngoài ra, phân bố 4 biến cũng giúp cho việc định hướng xây dựng các biện pháp kỹ thuật lâm sinh nhằm điều chỉnh cấu trúc không gian rừng được đơn giản hóa rất nhiều, vì vậy ở các nghiên cứu về cấu trúc không gian rừng trong tương lai chúng tôi đề xuất nên sử dụng phân bố 4 biến để mô tả và phân tích đặc điểm cấu trúc không gian của lâm phần và có thể bỏ qua phân bố đơn biến, 2 và 3 biến.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dong L B, Liu Z G, Ma Y (2013). A new composite index of standspatial structure for natural forest. *Journal of Beijing Forestry University*, 35(1): 16-22.
2. Nguyễn Thị Thu Hiền (2015). *Nghiên cứu cấu trúc và xây dựng mô hình tăng trưởng đường kính rừng tự nhiên*

lá rộng thường xanh một số khu rừng đặc dụng miền Bắc Việt Nam. Luận án tiến sỹ, Đại học Thái Nguyên.

3. Phạm Hoàng Hộ (1999-2003). *Cây cỏ Việt Nam (tập 1-3), tái bản lần thứ 2*. Nhà xuất bản Trẻ, Hà Nội.
4. Trần Hợp (2002). *Cây gỗ Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
5. Hui G Y, Gadow K V, Hu Y B (2007). *Structure-based forest management*. Beijing, China Forestry Press.
6. Hui G Y (1999). The neighborhood pattern: a new structure parameter for description of forest tree position. *Scientia Silvae Sinicae*, 35(1): 39-44.
7. Hui G Y, Gadow K V, Albert M (1999). A new parameter for stand spatial structure: neighborhood comparison[J]. *Forest Research*, 12(1): 4-9.
8. Kew science (2021). <<http://www.plantsoftheworldonline.org>>. Accessed July 2021.
9. Khu bảo tồn thiên nhiên Núi Ông (2020). *Báo cáo công tác Quản lý, bảo vệ rừng tại Khu bảo tồn thiên nhiên Núi Ông, tỉnh Bình Thuận năm 2020*.
10. Nguyễn Văn Quý, Nguyễn Thanh Tuấn, Nguyễn Văn Hợp, Nguyễn Văn Thành (2021). Đặc điểm cấu trúc không gian của các loài cây ưu thế trong rừng tự nhiên trung bình Khu bảo tồn thiên nhiên Bình Châu – Phước Bửu. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 3/2021: 92-105.
11. Tao G H, Bu Y K, Xue W P, Zuo M M, Lu R, Li W Z (2020). Relationship between understory diversity and stand spatial structure in air-drilled *Pinus tabulaeformis* forests of different densities. *Journal of Forest and Environment*, 40(2): 171-177.
12. Nguyễn Văn Thêm (2004). *Hướng dẫn sử dụng Statgraphics Plus Version 3.0&5.1 để xử lý thông tin trong lâm học*. Nxb. Nông nghiệp, Chi nhánh Tp. Hồ Chí Minh.
13. Thái Văn Trùng (1978). *Thảm thực vật rừng Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
14. Lưu Hồng Trường, Nguyễn Quốc Đạt, Nguyễn Hữu Tuấn, Vũ Long, Nguyễn Hào Quang và Lê Thị Thủy Dương (2010). *Cập nhật giá trị Đa dạng sinh học, sự phân bố của các loài và các mối đe dọa đối với Khu Bảo tồn Thiên nhiên Núi Ông*. Báo cáo kỹ thuật, dự án Nâng cao năng lực quản lý và quy hoạch bảo tồn tài nguyên của cán bộ và Ban quản lý KBTTN Núi Ông. Trung tâm Đa dạng sinh học và Phát triển, Viện Sinh học Nhiệt đới và KBTTN Núi Ông.
15. Nguyễn Thanh Tuấn, Trần Thanh Cường (2020). Biến đổi cấu trúc không gian của rừng tự nhiên trung bình và giàu tại Khu Bảo tồn thiên nhiên Văn hóa Đồng Nai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 1/2020: trang 62-70.
16. Lê Hồng Việt, Nguyễn Hồng Hải, Trần Quang Bảo, Nguyễn Văn Tín, Lê Ngọc Hoàn (2020). Đặc điểm cấu trúc không gian của các loài cây ưu thế rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới tại khu vực Tân Phú, Đồng Nai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp*, số 1 – 2020: 72-83.

17. Wan, P., Zhang, G., Wang, H., Zhao, Z., Hu, Y., Zhang, G., & Liu, W. (2019). Impacts of different forest management methods on the stand spatial structure of a natural *Quercus aliena* var. *acuteserrata* forest in Xiaolongshan, China. *Ecological informatics*, 50: 86-94.
18. World flora online (2021). <<http://104.198.148.243>>. Accessed July 2021.
19. Xu W X, Wu J Z, Lin W S (2018). Study on the stand spatial structure of Korean pine and broad-leaved mixed forests at different age groups and interactive mechanism among the influencing factors. *Journal of Central South University of Forestry & Technology*, 38(10): 106-111.
20. Yu S F (2019). *Correlation analysis of stand structure and site environmental characteristics of three typical coniferous-broadleaved mixed secondary forests in Nan Pan Jiang River Basin*. Ph.D. thesis of Nanjing Forestry University.
21. Zhang G G, Liu R H, Hui G Y (2019). N-variate distribution and its annotation on forest spatial structural parameters: a case study of *Quercus aliena* var. *acuteserrata* natural mixed forest in Xiaolong mountains, Gansu province of north western China. *Journal of Beijing Forestry University*, 41(4): 21-31.
22. Zhang L J , Sun C Z, Lai G H (2018). Analysis and evaluation of stand spatial structure of *Platycladus orientalis* ecological forest in Jiu Long Shan of Beijing. *Forest Research*, 31(4): 75-82.
23. Zhang T, Dong X B, Guan H W, Meng Y, Ruan J F and Wang Z Y (2018). Effect of Thinning on the Spatial Structure of a *Larix gmelinii* Rupr. Secondary Forest in the Greater Khingan Mountains. *Forests*, 9(11): 720.

SPATIAL STRUCTURE CHARACTERISTICS OF TREE SPECIES IN NATURAL FOREST AT NUI ONG NATURE RESERVE, BINH THUAN PROVINCE

Nguyen Van Quy¹, Bui Manh Hung², Pham Thanh Ha², Nguyen Thanh Tuan¹, Nguyen Huu The³

¹Vietnam National University of Forestry - Dong Nai Campus

²Vietnam National University of Forestry

³South Central and Central Highlands Sub-Institute of Forest Inventory and Planning

SUMMARY

Spatial structure is an important characteristic of forest structure. This article used four spatial structure indexes, including Species mingling (M), Tree dominance (U), Tree crowding degree (C), and Tree uniform angle index (W) to describe and quantitatively analyze the spatial structure of tree species in the evergreen broad-leaved forest of Nui Ong Nature Reserve, Binh Thuan province. Data were collected from all trees with a diameter at breast height (dbh) ≥ 5 cm in a 2ha-study plot (100 \times 200 m) belonging to the rich natural forest type. Research results showed that most of the trees in the stand have a random distribution on forest ground (W = 0.56), and regular distribution in the different forest stratum (U \approx 0.2), the mingling was very high (M = 0.7), the density of forest trees ranged from sparse to very dense. Species diversity and density have a positive correlation, tree species composition and density ruled the spatial distribution patterns of forest trees. Among the distributions of spatial structure indexes, the quadrivariate distribution can most comprehensively and intuitively describe the spatial structure of the stand. The results of this study provided an important scientific basis for quantifying forest value, regulating growth, regeneration, and biodiversity, in order to protect, develop, and improve the quality of forest resources in a sustainable and long-term direction in the study area.

Keywords: evergreen forest, forest structure, spatial structure index, species mingling.

Ngày nhận bài : 25/8/2021

Ngày phản biện : 27/9/2021

Ngày quyết định đăng : 15/10/2021