

CHỈ SỐ PHỨC TẠP VỀ CẤU TRÚC ĐỐI VỚI RỪNG KÍN THƯỜNG XANH ẨM NHIỆT ĐỚI Ở KHU VỰC MÃ ĐÀ TỈNH ĐỒNG NAI

Nguyễn Văn Thêm¹, Nguyễn Tuấn Bình²

¹ Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

² Trường Đại học Lâm nghiệp - Cơ sở II

TÓM TẮT

Từ khóa: Rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới, rừng thứ sinh, đa dạng loài cây gỗ

Số liệu thu thập về đa dạng loài cây gỗ và chỉ số phức tạp về cấu trúc bao gồm 115 ô mẫu điển hình với kích thước 0,2ha; trong đó 49 ô mẫu ở rừng thứ sinh, 51 ô mẫu ở rừng chưa ổn định và 15 ô mẫu ở rừng ổn định. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, số loài cây gỗ bắt gặp lớn nhất ở rừng chưa ổn định (27 loài), thấp nhất ở rừng ổn định (22 loài). Chỉ số giàu có về loài cây gỗ lớn nhất ở rừng chưa ổn định ($d = 5,28$), thấp nhất ở rừng ổn định (4,66). Chỉ số đồng đều gia tăng dần từ rừng thứ sinh (0,80) đến rừng chưa ổn định (0,83) và rừng ổn định (0,86). Chỉ số đa dạng H' nhận giá trị cao nhất ở rừng chưa ổn định (2,71), thấp nhất ở rừng thứ sinh (2,57). Chỉ số đa dạng β - Whittaker nhận giá trị cao nhất ở rừng chưa ổn định ($\beta = 3,82$), thấp nhất ở rừng thứ sinh ($\beta = 3,69$). Chỉ số phức tạp về cấu trúc (CI) gia tăng dần từ rừng thứ sinh ($136 \pm 13,9$) đến rừng chưa ổn định ($202 \pm 14,6$) và rừng ổn định ($244 \pm 59,2$). Bốn cấp phức tạp về cấu trúc quần thể đã được ước lượng bằng hàm lập nhóm tuyến tính Fisher dựa theo số loài, mật độ và tiết diện ngang quần thể.

Structural complexity index for tropical moist evergreen close forest in Ma Da zone of Dong Nai province

Keywords: Tropical moist evergreen close forest, secondary forest, unstable forest, tree species diversity

In this study, tree species diversity and the stand structure complexity was studied based on 115 sample plots with size 0.2ha; in that 49 in secondary forests, 51 in the unstable forest and 15 in the stable forest. Research results have shown that, species of trees in unstable forest are biggest (27 species), the lowest in a stable forest (22 species). Richness index of tree species in unstable forest is biggest ($d = 5.28$), lowest in the stable forest (4.66). The Evenness index increased evenly slowly from secondary forests (0.80) to the unstable forest (0.83) and stable forest (0.86). Diversity index H' received the highest value in the unstable forest (2.71), lowest in secondary forest (2.57). Whittaker's B diversity index in the unstable forest is biggest ($\beta = 3.82$), lowest in the secondary forest ($\beta = 3.69$). Stand structural complexity index (CI) increased gradually from a secondary forest (136 ± 13.9) to the unstable forest (202 ± 14.6) and stable forest (244 ± 59.2). Four levels of stand structural complexity can be estimated using the Fisher's linear group functions with three variables: number of species, stand density and base area.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới (Rkx) ở khu vực Mã Đà thuộc tỉnh Đồng Nai là nguồn tài nguyên thiên nhiên phong phú và giàu có về các loại gỗ và lâm sản ngoài gỗ. Nguồn tài nguyên đó có ý nghĩa to lớn về kinh tế, quốc phòng và bảo vệ môi trường. Trước đây một số tác giả (Lê Văn Minh, 1986; Nguyễn Văn Thèm, 1992) đã nghiên cứu về đặc tính của các quần xã thực vật (QXTV) với ưu thế họ Sao Dầu trong kiểu Rkx ở khu vực Mã Đà. Tuy vậy, quản lý rừng và những phương thức lâm sinh không chỉ cần đến những thông tin về thành phần loài cây gỗ và tình trạng tái sinh rừng, mà còn cả đa dạng loài cây gỗ và cấu trúc rừng (Baur, 1962; Thái Văn Trùng, 1999). Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu đa dạng loài cây gỗ và tính phức tạp về cấu trúc đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc kiểu Rkx ở khu vực Mã Đà của tỉnh Đồng Nai. Mục tiêu nghiên cứu là so sánh tính phức tạp về cấu trúc giữa rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc kiểu Rkx. Kết quả của nghiên cứu này không chỉ cung cấp những thông tin để phân tích so sánh cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ của kiểu Rkx ở những khu vực khác nhau, mà còn là cơ sở khoa học cho quản lý rừng và phương thức lâm sinh.

II. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vị trí nghiên cứu được đặt tại Khu bảo tồn thiên nhiên và văn hóa Đồng Nai. Tọa độ địa lý: 11°08'55" - 11°51'30" vĩ độ Bắc, 106°90'73" - 107°23'74" kinh độ Đông. Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo. Hàng năm khí hậu phân chia thành 2 mùa mưa và khô rõ rệt. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, còn mùa khô từ tháng từ 11 năm trước đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ không khí trung bình 22,0°C. Lượng mưa trung bình năm là 2.100mm. Độ ẩm không khí trung bình 80%. Địa hình đồi thấp với độ cao

từ 80 - 120m so với mặt biển. Đất có hai loại là đất feralit đỏ vàng phát triển trên đá phiến sét và đất đỏ nâu phát triển trên đá bazan. Đối tượng nghiên cứu là rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc Rkx.

Trong sinh thái học rừng, tính phức tạp về cấu trúc quần thụ có thể được biểu thị bằng các chỉ số đa dạng loài cây gỗ (Magurran, 2004) và chỉ số phức tạp về cấu trúc (Neumann và Starlinger, 2001). Đa dạng loài cây gỗ được đánh giá thông qua số loài cây gỗ, chỉ số giàu có về loài cây gỗ, chỉ số đồng đều về phân bố độ phong phú của các loài cây gỗ và chỉ số đa dạng loài cây gỗ. Các chỉ số phức tạp về cấu trúc (CI) biểu thị ảnh hưởng của hai hoặc nhiều đặc tính của rừng. Các đặc tính của rừng được chọn là những đặc tính có ý nghĩa và dễ đo đạc. Các chỉ số CI có thể được biểu diễn ở những dạng khác nhau như tổng số điểm của các đặc tính, tổng số điểm trung bình của các nhóm đặc tính và tích số giữa các đặc tính của rừng. Holdridge (1967; dẫn theo Cintrón *et al.*, 1984) đã xây dựng chỉ số phức tạp về cấu trúc ở dạng tích số giữa số loài (S), mật độ (N, cây), chiều cao (H, m) và tiết diện ngang (G, m²) của quần thụ trên ô mẫu. Để đánh giá sự khác biệt giữa các loại rừng, Spies và Franklin (1991) đã xây dựng chỉ số phức tạp về cấu trúc dựa theo 4 đặc tính (D bình quân của quần thụ, sai lệch chuẩn đối với D, N cây gỗ có D > 5cm và D > 100cm); trong đó mỗi đặc tính nhận trọng số 25%. Một số tác giả (Gove *et al.*, 1995; Buongiorno *et al.*, 1994) chỉ sử dụng 1 chỉ số đa dạng Shannon - Weiner (H') để biểu thị tính phức tạp về cấu trúc quần thụ. Pastorella và Paletto (2013) đã sử dụng ba đặc tính (sự khác biệt về D, đa dạng loài cây gỗ và phân bố cây trên mặt đất) để biểu thị sự phức tạp về cấu trúc quần thụ. Nói chung, tính phức tạp về cấu trúc quần thụ có thể được biểu diễn bằng nhiều chỉ số khác nhau. Trong nghiên cứu này, chỉ số phức tạp của Holdridge (1967) được áp dụng để so sánh tính phức tạp về cấu trúc của các QXTV thuộc rừng thứ sinh, rừng

chưa ổn định và rừng ổn định. Sở dĩ nghiên cứu này sử dụng chỉ số CI của Holdridge (1967) vì nó được tính toán dựa trên những đặc tính để đo đạc trong các QXTV.

Đa dạng loài cây gỗ và tính phức tạp về cấu trúc đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc Rkx ở khu vực nghiên cứu đã được xác định từ 115 ô mẫu điển hình với kích thước 0,2ha; trong đó 49 ô mẫu ở rừng thứ sinh, 51 ô mẫu ở rừng chưa ổn định và 15 ô mẫu ở rừng ổn định. Trong những ô mẫu đại diện cho mỗi loại rừng, tất cả những cây gỗ với đường kính thân cây ngang ngực (D, cm) từ 8cm trở lên đã được thống kê theo loài, đo đếm D (cm) và chiều cao vút ngọn (H, m). Thành phần loài cây gỗ được nhận biết theo Phạm Hoàng Hộ (1999), Trần Hợp và Nguyễn Bội Quỳnh (2003). Trong phần tính toán, trước hết thống kê những đặc trưng quần thể trên những ô mẫu như thành phần loài cây gỗ (S, loài), giá trị trung bình về D và H, G và trữ lượng gỗ (M). Tiếp đó xác định ba thành phần đa dạng loài cây gỗ: số loài và chỉ số giàu có về loài, chỉ số đồng đều và chỉ số đa dạng loài. Mức độ giàu có về loài được xác định theo số loài (S) và chỉ số giàu có về loài của Margalef (d hay $d_{Margalef}$). Chỉ số đồng đều được xác định theo chỉ số Pielou (J'). Đa dạng loài cây gỗ được xác định theo chỉ số đa dạng Shannon - Weiner (H'). Ba chỉ số $d_{Margalef}$, J' và H' được xác định tương ứng theo công thức (1) - (3); trong đó S = số loài cây gỗ, $P_i = n_i/N$ (N là tổng số cây trong ô mẫu, còn n_i là số cây của loài thứ i), $Ln()$ = logarit cơ số Neper.

$$d_{Margalef} = (S - 1)/Ln(N) \quad (1)$$

$$J' = H'/H'_{max}, \text{ với } H'_{max} = Ln(S) \quad (2)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i * Ln(P_i) \quad (3)$$

Đa dạng loài cây gỗ đối với những quần thể ở rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định bao gồm đa dạng α và đa dạng β . Để tính đa dạng α , trước hết xác định những thành phần đa dạng loài cây gỗ (S, N, d, J' và H') đối với từng ô tiêu chuẩn. Kế đến xác định các giá trị

trung bình (S, N, d, J' và H') đối với những ô tiêu chuẩn đại diện cho những quần thể ở rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định. Chỉ số đa dạng α là chỉ số đa dạng H' trung bình đối với mỗi loại rừng. Chỉ số đa dạng β được xác định theo phương pháp của Whittaker (1972) (Công thức 4); trong đó S = tổng số loài cây gỗ bắt gặp trong toàn bộ n ô tiêu chuẩn; s = số loài cây gỗ bình quân bắt gặp trong 1 ô tiêu chuẩn. Chỉ số phức tạp về cấu trúc (CI) đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định được xác định bằng phương pháp của Holdridge (1967) (Công thức 5).

$$\beta - \text{Whittaker} = S/s \quad (4)$$

$$CI = (0,001 * S * N * G * H) \quad (5)$$

Căn cứ vào biên độ biến đổi của chỉ số CI đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định, các chỉ số CI đã được phân chia thành 4 cấp: thấp, trung bình, cao và rất cao. Bốn cấp chỉ số CI đã được dự đoán bằng hàm lập nhóm tuyến tính Fisher với bốn biến dự đoán S, N, G, H (Hàm 6). Ở hàm (6), $F^{(k)}$ là khoảng cách của hàm lập nhóm thứ k ($k = I - IV =$ số cấp dự đoán chỉ số phức tạp về cấu trúc quần thể); a_k, b_k, c_k, d_k và e_k ($k = 4$) tương ứng là những hệ số của 4 hàm lập nhóm; $S^{(k)}, N^{(k)}, G^{(k)}$ và $H^{(k)}$ tương ứng là S, N, G và H của hàm lập nhóm thứ k.

$$F^{(k)} = a_k + b_k * S^{(k)} + c_k * N^{(k)} + d * D^{(k)} + e * H^{(k)} \quad (6)$$

Các hệ số của hàm lập nhóm được xác định theo phương pháp khoảng cách của Mahalanobis. Các biến dự đoán tối ưu được xác định theo phương pháp lập nhóm từng bước.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Những đặc trưng cơ bản đối với những quần thể thuộc Rkx

Đặc trưng kết cấu quần thể và đa dạng loài cây gỗ đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc Rkx ở khu vực nghiên cứu được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Đặc trưng kết cấu quần thụ và đa dạng loài cây gỗ đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc Rkx (Diện tích ô mẫu 0,2ha)

TT	Những đặc trưng quần thụ ^(*)	Loại rừng:		
		Thứ sinh	Chưa ổn định	Ổn định
1	Số ô mẫu (n)	49	51	15
2	Số loài bắt gặp (S, loài)	25	27	22
3	Mật độ (N, cây)	147	132	92
4	D (cm)	13,9	17,7	26,4
5	H (m)	11,3	12,7	15,0
6	G (m ²)	3,0	4,3	6,8
7	M (m ³)	21,3	32,4	72,3
8	Chỉ số Margalef (d-Margalef)	4,80	5,28	4,66
9	Chỉ số đồng đều Pielou (J')	0,80	0,83	0,86
10	Chỉ số đa dạng Shannon (H')	2,57	2,71	2,62
11	Chỉ số đa dạng Shannon H' _{max}	3,22	3,30	3,09
12	Chỉ số đa dạng β - Whittaker	3,69	3,82	3,72

(*) Nguồn: Nguyễn Tuấn Bình, 2015.

Phân tích số liệu ở bảng 1 cho thấy, số loài cây gỗ bắt gặp trung bình trong một ô mẫu 0,2ha ở rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định (tương ứng 25, 27 và 22 loài) khác nhau rõ rệt ($P < 0,01$). Mật độ cây gỗ cũng có sự khác biệt rõ rệt giữa ba loại rừng này ($P < 0,01$), trong đó cao nhất ở rừng thứ sinh ($N = 147$ cây/0,2 ha hay 735 cây/ha), kế đến ở rừng chưa ổn định ($N = 132$ cây/0,2 ha hay 660 cây/ha) và thấp nhất ở rừng ổn định ($N = 92$ cây/ha hay 460 cây/ha). Bốn đại lượng D, H, G và M trong ô mẫu 0,2ha gia tăng dần từ rừng thứ sinh (tương ứng 13,9cm; 11,3m; 3,0m²; 21,3m³) đến rừng chưa ổn định (tương ứng 17,7cm; 12,7m; 4,3m²; 32,4m³) và rừng ổn định (tương ứng 26,4cm; 15,0m; 6,8m²; 72,3m³). Chỉ số giàu có về loài cây gỗ (d - Margalef) cũng có sự khác biệt rõ rệt giữa ba loại rừng ($P < 0,01$); trong đó cao nhất ở rừng chưa ổn định ($d = 5,28$), thấp nhất ở rừng ổn định (4,66). Chỉ số đồng đều gia tăng dần từ rừng thứ sinh (0,80) đến rừng chưa ổn định (0,83) và rừng ổn định (0,86). Chỉ số đa dạng

H' nhận giá trị cao nhất ở rừng chưa ổn định (2,71), thấp nhất ở rừng thứ sinh (2,57). Chỉ số đa dạng β - Whittaker cao nhất ở rừng chưa ổn định ($\beta = 3,82$), thấp nhất ở rừng thứ sinh ($\beta = 3,69$).

Những phân tích trên đây chứng tỏ rằng đa dạng loài cây gỗ của rừng chưa ổn định cao hơn so với rừng thứ sinh và rừng ổn định. Hiện tượng này xảy ra có liên quan đến tính ổn định của rừng nhiệt đới dưới ảnh hưởng của những yếu tố môi trường thay đổi. Sở dĩ chỉ số d và H' ở rừng chưa ổn định cao hơn rừng thứ sinh và rừng ổn định là do môi trường dưới tán rừng chưa ổn định thuận lợi hơn đối với sự hình thành và tồn tại của những loài cây gỗ. Sự hình thành những lỗ trống trong tán rừng chưa ổn định do ảnh hưởng của khai thác là điều kiện thuận lợi cho sự phát sinh của nhiều loài cây gỗ. Nhiều nghiên cứu (Richards, 1952; Baur, 1962; Whittaker, 1972; Thái Văn Trùng, 1999) đã chỉ ra rằng, phần lớn những loài cây gỗ ở rừng mưa nhiệt đới tái sinh theo kiểu lỗ trống.

Trái lại, tái sinh của nhiều loài cây gỗ dưới tán rừng ổn định thường không liên tục và kém hiệu quả. Nguyên nhân chính là do sự thiếu hụt ánh sáng dưới tán rừng đã kìm hãm sự phát sinh của nhiều loài cây gỗ ưa sáng. Đối với rừng thứ sinh, chỉ số phong phú về loài và đa dạng loài thấp hơn so với rừng chưa ổn định và rừng ổn định là do thiếu hụt cây giống và những biến đổi lớn của môi trường đất dưới tán rừng. Mặt khác, phân bố độ phong phú của các loài cây gỗ ở rừng thứ sinh không đồng đều cũng là nguyên nhân dẫn đến đa dạng loài thấp.

3.2. Chỉ số phức tạp về cấu trúc đối với những quần thể thuộc Rkx

Phân tích những đặc trưng thống kê đối với chỉ số phức tạp về cấu trúc (CI) ở rừng thứ

sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định (Bảng 2) cho thấy, giá trị CI gia tăng dần từ rừng thứ sinh ($136 \pm 13,9$) đến rừng chưa ổn định ($202 \pm 14,6$) và rừng ổn định ($244 \pm 59,2$); trung bình $194 \pm 12,1$. Phạm vi biến động của chỉ số CI ($CI_{min} - CI_{max}$) thấp nhất ở rừng chưa ổn định (48 - 496), lớn nhất ở rừng ổn định (71 - 704). Hệ số biến động của chỉ số CI thấp nhất ở rừng chưa ổn định (51,5%), lớn nhất ở rừng ổn định (94,0%). Phân bố số ô mẫu theo chỉ số CI (N/CI) đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định có dạng phân bố 1 đỉnh lệch trái ($Sk > 0$) và nhọn ($Ku > 0$). Những kiểm định thống kê cho thấy, hàm phân bố N/CI tồn tại ở dạng phân bố Lognormal (Bảng 3; Hình 1).

Bảng 2. Chỉ số phức tạp về cấu trúc quần thể đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc Rkx (Diện tích ô mẫu: 0,2ha)

TT	Đặc trưng của chỉ số CI	Loại rừng			
		Thứ sinh	Chưa ổn định	Ổn định	Bình quân
1	Số ô mẫu (n)	49	51	15	38
2	Chỉ số CI trung bình	136	202	244	194
3	$\pm S$	97	104	229	143
4	$\pm Se$	13,9	14,6	59,2	12,1
5	CI_{min}	22	48	71	47,0
6	CI_{max}	531	496	704	577
7	$CI_{max} - CI_{min}$	509	449	633	530
8	CV%	71,7	51,5	94,0	72,4
9	Độ lệch (Sk)	1,703	0,655	1,308	1,222
10	Độ nhọn (Ku)	4,330	-0,254	0,047	1,374

Bảng 3. Kiểm định hàm phân bố chỉ số phức tạp về cấu trúc đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định thuộc Rkx (Diện tích ô mẫu: 0,2ha)

TT	Thống kê	Hàm phân bố			
		Gamma	Lognormal	Chuẩn	Weibull
1	Kiểm định χ^2	23,59	19,07	67,45	33,54
2	Độ tự do (n)	23	23	23	23
3	Mức ý nghĩa (P)	0,43	0,70	0,00	0,07

Hàm mật độ xác suất đối với phân bố N/CI có dạng như mô hình 7. Bằng cách thay thế các cấp CI vào hàm 7, có thể xác định được số lượng quần thụ phân bố vào các cấp CI từ 80 - 800 (Bảng 4). Từ số liệu ở bảng 4 cho thấy, số lượng quần thụ gia tăng dần từ cấp CI = 80 (20,3%) và đạt cao nhất ở cấp CI = 160 (36,4%); sau đó giảm dần đến cấp CI = 800 (1,0%).

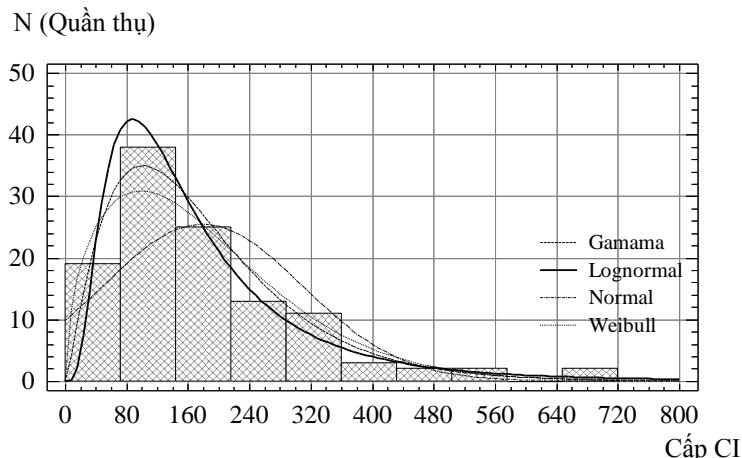
$$f(CI) = \frac{1}{CI \cdot 143 \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln CI - 181)^2}{2 \cdot 143^2}\right] \quad (7)$$

Căn cứ vào phạm vi biến động của các chỉ số CI, các quần thụ ở ba loại rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định đã được phân chia thành 4 nhóm theo mức độ phức tạp về cấu trúc từ thấp đến trung bình, cao và rất cao. Phạm vi biến động của chỉ số CI tương ứng với bốn nhóm quần thụ này được ghi lại ở bảng 5. Tỷ lệ quần thụ phân bố vào 4 nhóm từ thấp đến trung bình, cao và rất cao tương ứng là 56,7%, 36,5%, 4,4% và 2,4%. Những phân

tích thống kê (Bảng 6) cho thấy, chiều cao thân cây khác nhau không rõ rệt giữa các quần thụ ($P = 0,342$). Trái lại, ba biến S, N và G khác nhau rõ rệt giữa các quần thụ ($P < 0,001$). Chỉ số CI tồn tại mối tương quan chặt chẽ với S ($r = 0,581$; $P < 0,001$), N ($r = 0,583$; $P < 0,001$) và G ($r = 0,709$; $P < 0,001$). Vì thế, ba biến S, N và G đã được sử dụng để xây dựng 4 hàm phân cấp chỉ số phức tạp về cấu trúc đối với các quần thụ thuộc rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định. Bốn hàm phân chia 4 cấp phức tạp về cấu trúc quần thụ đã được xây dựng dựa theo hàm lập nhóm tuyến tính Fisher với ba biến S, N và G. Các hệ số của 4 hàm này được ghi lại ở bảng 7. Bằng cách thay thế ba biến S, N và G vào 4 hàm (8) - (11) (Bảng 7), có thể xác định được cấp phức tạp về cấu trúc đối với quần thụ trên ô mẫu. Kết cấu quần thụ đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định ở khu vực nghiên cứu tương ứng với 4 cấp phức tạp về cấu trúc được dẫn ra ở bảng 8.

Bảng 4. Phân bố số lượng quần thụ theo cấp chỉ số phức tạp về cấu trúc

TT	Cấp CI	$P_{(CI)}$ Tích lũy	$P_{(CI)}$	N (quần thụ)	N%	N(Tích lũy)	N%(Tích lũy)
1	80	0,2035	0,2035	23	20,3	23	20,3
2	160	0,5670	0,3635	42	36,4	65	56,7
3	240	0,7741	0,2071	24	20,7	89	77,4
4	320	0,8783	0,1042	12	10,4	101	87,8
5	400	0,9316	0,0533	6	5,3	107	93,1
6	480	0,9600	0,0284	3	2,8	110	96,0
7	560	0,9757	0,0157	2	1,6	112	97,6
8	640	0,9848	0,0091	1	1,0	113	98,4
9	720	0,9902	0,0054	1	1,0	114	99,1
10	800	1,0000	0,0098	1	1,0	115	100,0
	Tổng số		1,0000	115	100		



Hình 1. Đồ thị biểu diễn phân bố số lượng quần thụ theo cấp chỉ số phức tạp về cấu trúc đối với R_{kx} ở khu vực nghiên cứu

Bảng 5. Phân chia 4 cấp chỉ số phức tạp về cấu trúc đối với những quần thụ thuộc rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định ở khu vực nghiên cứu.

Cấp phức tạp	Tên cấp chỉ số CI	Phạm vi của chỉ số CI
I	Thấp	< 200
II	Trung bình	200 - 400
III	Cao	400 - 600
IV	Rất cao	> 600

Bảng 6. Kiểm định sự khác biệt về S, N, H và G giữa 4 cấp phức tạp về cấu trúc đối với những quần thụ thuộc rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định ở khu vực nghiên cứu

Biến phân loại	Wilks' Lambda	F	df ₁	df ₂	P
S	0,640	20,8	3	111	0,000
N	0,655	19,5	3	111	0,000
H	0,970	1,1	3	111	0,342
G	0,617	22,9	3	111	0,000

Bảng 7. Các hệ số của 4 hàm phân loại 4 cấp phức tạp về cấu trúc đối với những quần thụ thuộc rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định ở khu vực nghiên cứu

Biến số	Các hệ số của 4 hàm phân loại mức độ phức tạp về cấu trúc quần thụ			
S	1,552	2,054	2,341	2,579
N	0,238	0,331	0,404	0,415
G	6,115	8,172	10,841	11,707
Hằng số	-42,893	-76,941	-114,134	-130,483
	(8)	(9)	(10)	(11)

Bảng 8. Kết cấu quần thụ thuộc Rkx tương ứng với 4 cấp phức tạp về cấu trúc

Cấp CI	S (loài)	N (cây)	D (cm)	H (m)	G (m ²)	M (m ³)	H'
Thấp	22	110	17,7	12,5	3,5	29,8	2,56
Trung bình	29	164	16,1	12,1	4,5	33,5	2,74
Cao	30	186	19,1	13,0	7,4	63,9	2,80
Rất cao	34	180	21,2	13,9	8,2	65,9	2,93

Phân tích số liệu ở **bảng 8** cho thấy, các đại lượng S, N, D, H, G, M và chỉ số đa dạng Shannon - Weiner (H') ở bốn cấp phức tạp về cấu trúc khác nhau rất rõ rệt. Về cơ bản, các đại lượng S, N, D, H, G, M và chỉ số đa dạng H' đều gia tăng dần theo mức độ phức tạp về cấu trúc quần thụ. Vì thế, khi Rkx đã đạt đến giai đoạn thành thục, thì những biện pháp khai thác - tái sinh rừng có ý làm giảm tính phức tạp về cấu trúc.

IV. KẾT LUẬN

Đa dạng loài cây gỗ và chỉ số phức tạp về cấu trúc đối với rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới

ở khu vực Mã Đà của tỉnh Đồng Nai thay đổi tùy theo mức độ ổn định của rừng. Số loài cây giảm dần từ rừng thứ sinh đến rừng chưa ổn định và rừng ổn định. 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 gia tăng dần từ rừng thứ sinh đến rừng chưa ổn định và rừng ổn định. Bốn cấp phức tạp về cấu trúc quần thụ đối với rừng thứ sinh, rừng chưa ổn định và rừng ổn định có thể được ước lượng bằng hàm lập nhóm tuyến tính Fisher với ba biến dự đoán số loài, mật độ và tiết diện ngang quần thụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Baur, G.N., 1962. Cơ sở sinh thái học của kinh doanh rừng mưa. Vương Tấn Nhị dịch, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1976, 599 trang.
2. Buongiorno, J., Dahir, S., Lu, H. & Lin, C., 1994. Tree size diversity and economic returns in uneven-aged forest stands'. *Forest Science*, vol. 40, No. 1, pp. 83-103.
3. Cintrón, G.; Schaeffer-Novelli, Y., 1984. Methods for studying mangrove structure, In: Snedaker, S.C. (Ed.). *The mangrove ecosystem: research methods. Monographs on Oceanographic Methodology*, 8. UNESCO: Paris. ISBN 978-9231021817. xv, 251 pp
4. Gove, J.H., Patil, G.P. & Taillie, C., 1995. A mathematical programming model for maintaining structural diversity in uneven-aged forest stands with implications to other formulations', *Ecological Modelling*, vol. 79, pp. 11-19.
5. Lê Văn Minh, 1986. Báo cáo tóm tắt các đặc tính sinh thái của họ Sao - Dầu ở Đông Nam Bộ. *Tạp san khoa học kỹ thuật lâm nghiệp phía Nam*, số 25/1986.
6. Magurran, A.E., 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science Ltd., USA, 260 pages.
7. Nguyễn Văn Thèm, 1992. Nghiên cứu tái sinh tự nhiên của Dầu song nòng (*Dipterocarpus dyerii*) trong kiểu rừng kín thường xanh và nửa rụng lá ẩm nhiệt đới ở Đồng Nai. *Luận án phó tiến sỹ khoa học nông nghiệp*, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 125 trang.
8. Neumann, M., Starlinger, F., 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests', *Forest ecology and management*, vol. 145, pp. 91-106.

9. Nguyễn Tuấn Bình, 2015. Đa dạng loài cây gỗ của một số ưu hợp thực vật thuộc rừng kín thường xanh ẩm nhiệt đới ở khu vực Mã Đà thuộc tỉnh Đồng Nai. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn - kỳ 2 - tháng 8/2015. Trang 117 - 122.
10. Pastorella, F., Paletto, A., 2013. Stand structure indices as tools to support forest management: an application in Trentino forests (Italy). *Journal of Forest Science*, 59, 2013 (4): 159-168.
11. Richard P. V., 1952. Rừng mưa nhiệt đới. Vương Tấn Nhị dịch, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1965, 205 trang.
12. Spies, T.A. & Franklin, J.F., 1991. The structure of natural young, mature, and old-growth Douglas-Fir forests in Oregon and Washington. In *Wildlife and Vegetation of Unmanaged Douglas-Fir Forests*, eds. K. B. Aubry, et al., USDA Forest Service, Portland, Oregon, pp. 91-109.
13. Thái Văn Trường, 1999. Thảm thực vật rừng Việt Nam trên quan điểm hệ sinh thái. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 297 trang.
14. Whitaker, R.H., 1972. Evolution and measurements of species diversity. *Taxon*, 21: 213 - 251.

Người thẩm định: GS.TS. Võ Đại Hải