

The structural characteristics and diversity of tree species in the poor evergreen broad-leaved natural forests situated on mountainous terrain within the Dau Tieng protection forest in Tay Ninh province

Canh M. Nguyen^{1*}, Duc A. Vu², Hung M. Bui³, Cham V. Mac¹, Hai T. M. Nguyen¹, Thu T. Nguyen⁴, Lien L.T. Dang⁴, & Tuyen T. Ho⁵

¹Faculty of Forestry, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Dau Tieng Protection Forest Management Board, Tay Ninh, Vietnam

³Faculty of Forest Sciences, Vietnam National University of Forestry, Ho Chi Minh City, Vietnam

⁴Department of Agriculture, Nong Lam University, Ho Chi Minh City - Gia Lai Campus, Gia Lai, Vietnam

⁵Ta Kou Nature Reserve, Lam Dong, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: August 24, 2025
Revised: October 14, 2025
Accepted: October 17, 2025

Keywords

Biodiversity
Forest structure
Natural regeneration
Poor evergreen broad-leaved forest
Threatened tree species

*Corresponding author

Nguyen Minh Canh
Email:
nmcanh@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

Evergreen broad-leaved natural forests represent a critical component of tropical ecosystems, providing both timber resources and essential ecological services while maintaining biodiversity. This study aimed to analyze forest stand structure, tree species diversity, and natural regeneration potential as a scientific basis for sustainable management and conservation. The results recorded 75 tree species belonging to 59 genera and 38 families, with Dipterocarpaceae, Fabaceae, Tiliaceae, Annonaceae, Myrtaceae, and Sapindaceae being the most dominant families. Importance Value Index (IVI) analysis identified seven dominant and co-dominant species, including *Dipterocarpus alatus*, *Grewia tomentosa*, *Dialium cochinchinensis*, *Syzygium cumini*, *Parinari annamensis*, *Vatica cinerea*, and *Nephelium hypoleucum*. The average stand density reached 776 trees/ha with a timber volume of 85.2 m³/ha, primarily concentrated in the small diameter class (D1.3 < 20 cm) and height class of 5 - 15 m. The Shannon–Wiener diversity index indicated a moderate to high diversity level, and Pielou’s evenness index confirmed the absence of any single dominant species. The regeneration layer exhibited a high density of 6,100 seedlings/ha, mostly originating from seeds, with strong participation of *Dipterocarpus alatus*, *Grewia tomentosa*, *Dialium cochinchinensis*, *Lagerstroemia calyculata*, *Syzygium cumini* and *Parinari annamensis*. Notably, 11 rare, threatened, and endangered tree species were recorded, listed in the IUCN Red List 2025, Vietnam Red Data Book 2024, and Decree No. 84/2021/NĐ-CP. These findings provide essential scientific evidence for biodiversity conservation, assisted natural regeneration, and sustainable forest management in the Dau Tieng Protection Forest, Tay Ninh Province.

Cited as: Nguyen, C. M., Vu, D. A., Bui, H. M., Mac, C. V., Nguyen, H. T. M., Nguyen, T. T., Dang, L. L. T., & Ho, T. T. (2026). The structural characteristics and diversity of tree species in the poor evergreen broad-leaved natural forests situated on mountainous terrain within the Dau Tieng protection forest in Tay Ninh province. *The Journal of Agriculture and Development* 25(4), 16-35.

**Đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ ở rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo
tại Khu rừng phòng hộ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh**

**Nguyễn Minh Cảnh¹, Vũ Anh Đức², Bùi Mạnh Hưng³, Mạc Văn Chăm¹, Nguyễn Thị Minh Hải¹,
Nguyễn Thị Thu⁴, Đặng Lê Thanh Liên⁴ & Hồ Thanh Tuyền⁵**

¹Khoa Lâm Nghiệp, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

²Ban Quản Lý Rừng Phòng Hộ Dầu Tiếng, Tây Ninh

³Khoa Lâm Học, Trường Đại Học Lâm Nghiệp, Xuân Mai, Hà Nội

⁴Bộ Môn Nông Nghiệp, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM - Phân Hiệu Gia Lai, Gia Lai

⁵Khu Bảo Tồn Thiên Nhiên Tà Kóu, Lâm Đồng

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 24/08/2025
Ngày chỉnh sửa: 14/10/2025
Ngày chấp nhận: 17/10/2025

Từ khóa

Cấu trúc rừng
Cây gỗ quý hiếm
Đa dạng sinh học
Rừng thường xanh nghèo
Tái sinh tự nhiên

***Tác giả liên hệ**

Nguyễn Minh Cảnh
Email:
nmcanh@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Rừng tự nhiên lá rộng thường xanh là một bộ phận quan trọng của hệ sinh thái nhiệt đới, vừa cung cấp lâm sản vừa duy trì chức năng sinh thái và đa dạng sinh học. Nghiên cứu này nhằm phân tích cấu trúc rừng, đa dạng loài cây gỗ và tiềm năng tái sinh, làm cơ sở cho quản lý rừng. Kết quả nghiên cứu đã ghi nhận 75 loài cây gỗ thuộc 59 chi, 38 họ, trong đó họ Dầu, Đậu, Đay, Na, Sim và Bồ hòn chiếm ưu thế. Phân tích chỉ số IV% xác định bảy loài ưu thế và đồng ưu thế gồm: Dầu rái, Cò ke, Xoay, Trâm mốc, Cám, Lầu tấu và Trường chua. Mật độ bình quân đạt 776 cây/ha, trữ lượng 85,2 m³/ha, phân bố chủ yếu ở nhóm đường kính $D_{1,3} < 20$ cm và lớp chiều cao 5 - 15 m. Chỉ số Shannon - Wiener phản ánh mức độ đa dạng trung bình đến cao, trong khi chỉ số đồng đều Pielou cho thấy không có loài nào chiếm ưu thế tuyệt đối. Tầng cây tái sinh có mật độ cao (6.100 cây/ha), chủ yếu từ hạt, với sự tham gia mạnh của Dầu rái, Cò ke, Xoay, Bằng lăng ổi, Trâm mốc và Cám. Đáng chú ý, tại khu vực đã phát hiện 11 loài gỗ quý, hiếm và nguy cấp thuộc Sách đỏ IUCN 2025, Sách đỏ Việt Nam 2024 và Nghị định 84/2021/NĐ-CP. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho định hướng bảo tồn, khoanh nuôi xúc tiến tái sinh và quản lý bền vững rừng phòng hộ Dầu Tiếng.

1. Đặt Vấn Đề

Đa dạng sinh học và đặc điểm cấu trúc rừng là hai yếu tố then chốt quyết định sự ổn định, chức năng sinh thái và khả năng phục hồi của hệ sinh thái rừng. Nếu như đa dạng loài phản ánh mức độ phong phú và cân bằng của quần xã thực

vật, thì cấu trúc rừng thể hiện mối quan hệ về số lượng, kích thước và sự phân bố không gian của cây gỗ, yếu tố trực tiếp chi phối khả năng tích lũy sinh khối, chu trình dinh dưỡng và cung cấp dịch vụ hệ sinh thái (Lamprecht, 1989; Richards, 1996). Nhận định này phù hợp với quan điểm lâm sinh - sinh thái học kinh điển, đồng thời

cũng đã được nhấn mạnh trong các công trình trong nước về thảm thực vật rừng và dịch vụ hệ sinh thái rừng ở Việt Nam (Thai, 1978).

Trong bối cảnh toàn cầu, cấu trúc rừng và đa dạng loài đang suy giảm nhanh do khai thác quá mức, chuyển đổi đất và biến đổi khí hậu (IPBES, 2019; FAO, 2020). Ở Việt Nam, diện tích rừng có xu hướng tăng trong hai thập kỷ qua nhờ trồng và phục hồi rừng, nhưng chất lượng rừng tự nhiên tiếp tục suy giảm; phần lớn diện tích bổ sung chủ yếu là rừng trồng đơn loài hoặc rừng tái sinh nghèo (MNRE, 2022).

Đặc biệt tại Đông Nam Bộ, rừng tự nhiên bị thu hẹp cả về số lượng và chất lượng (WB, 2019), trong khi nghiên cứu toàn diện kết hợp đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài còn hạn chế chủ yếu tập trung ở một số khu bảo tồn lớn như Đồng Nai hay Bình Châu - Phước Bửu (Nguyen & ctv., 2020; 2023).

Khu rừng phòng hộ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh, giúp bảo vệ lòng hồ bằng cách ngăn chặn xói mòn đất và giảm lắng đọng phù sa, nhờ hệ rễ cây giữ đất và lớp thảm thực vật cản dòng chảy bề mặt và cũng là sinh cảnh phân bố cho nhiều loài động thực vật nguy cấp, quý, hiếm. Tuy nhiên, khu vực này đang đối mặt với nhiều rủi ro do hoạt động kinh tế - xã hội (đốt dọn thực bì, tác động ven rừng, xâm lấn sử dụng đất), khiến nguy cơ sự cố gia tăng tại những quần thụ rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo - vốn có tầng tán thưa, vật liệu cháy khô nhanh, và nhạy cảm trước xáo trộn cấu trúc (DARD, 2024). Do đó, việc nghiên cứu đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài cây gỗ tại đây là cần thiết nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho quản lý, phục hồi và bảo tồn rừng trong bối cảnh biến đổi khí hậu và suy thoái tài nguyên hiện nay.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu xác định đặc điểm cấu trúc rừng,

đánh giá tình hình tái sinh tự nhiên dưới tán rừng, mức độ đa dạng loài cây gỗ và đề xuất các giải pháp quản lý, bảo tồn và phát triển bền vững rừng phòng hộ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh.

2. Đối Tượng và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Đối tượng và khu vực nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các quần xã thực vật (QXTV) thuộc kiểu rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh, ở trạng thái rừng nghèo (TXN). Tại Ban Quản lý rừng phòng hộ Dầu Tiếng, trạng thái rừng TXN phân bố ở các tiểu khu 35, 36, 41 và 42 với tổng diện tích 2.946,96 ha. Nghiên cứu này tập trung tại tiểu khu 35, có diện tích lớn nhất là 873,74 ha. Đây là khu vực đại diện, có trạng thái rừng TXN đặc trưng, đảm bảo phản ánh đặc điểm cấu trúc, tình trạng tái sinh và đa dạng loài của hệ sinh thái rừng nghèo.

Khu vực nghiên cứu có diện tích quản lý 30.164,35 ha, trong đó 16.369,27 ha rừng tự nhiên (61,9% diện tích đất có rừng) và 9.609,71 ha rừng trồng. Rừng tự nhiên chủ yếu là rừng lá rộng thường xanh, phân bố trên địa bàn xã Tân Châu và xã Dương Minh Châu.

Địa hình tương đối bằng phẳng, cao trung bình 65 m (tối đa 95 m); đất chủ yếu là đất xám trên phù sa cổ và granite, có khả năng giữ ẩm trung bình. Khí hậu nhiệt đới gió mùa, hai mùa rõ rệt, nhiệt độ trung bình năm 26,6°C, lượng mưa 1.800 mm/năm, độ ẩm trung bình 82%. Mạng lưới suối dày, đổ về hồ Dầu Tiếng, đảm bảo nguồn nước quanh năm.

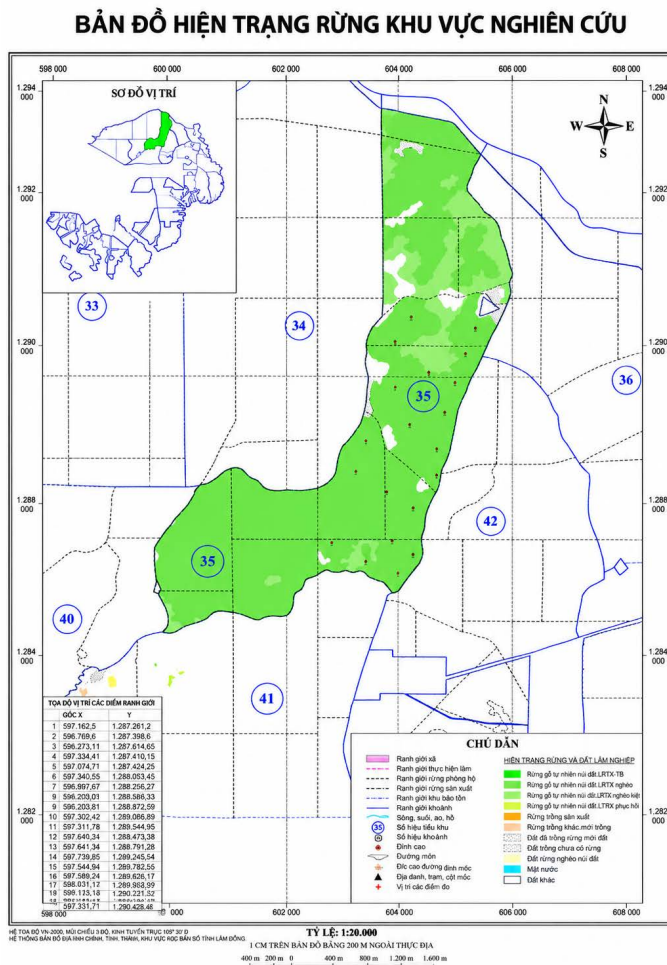
Những đặc điểm trên tạo điều kiện thuận lợi để nghiên cứu cấu trúc quần thụ, đa dạng loài cây gỗ và khả năng tái sinh tự nhiên của trạng thái rừng TXN tại khu vực.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lập ô tiêu chuẩn và thu thập số liệu

Dựa vào bản đồ hiện trạng rừng, tiến hành phân tích và khảo sát khu vực rừng tự nhiên có trạng thái TXN để đặt vị trí các OTC. Tiến hành bố trí 20 OTC tạm thời với kích thước 1.000 m²/OTC đối với trạng thái TXN (Hình 1). Phương pháp rút mẫu được áp dụng là phương pháp rút mẫu điển hình để lựa chọn vị trí các OTC. Trong mỗi OTC, tiến hành đo đường kính ngang ngực của toàn bộ cây có đường kính $D_{1,3} \geq 6$ cm bằng cách đo chu vi bằng thước dây với độ chính xác

là 0,1 cm sau đó suy ra đường kính; đo chiều cao vút ngọn (H) bằng thước đo cao Forestry Pro II, với độ chính xác là $0,1 \geq m$. Thành phần loài cây gỗ được xác định theo Tran (2002) và Vo (2003; 2004). Vị trí của các OTC và vị trí phân bố của các loài thực vật quý, hiếm và nguy cấp bắt gặp tại khu vực nghiên cứu được xác định bằng máy định vị toàn cầu (GPS). Trong mỗi OTC 1.000 m², bố trí 5 ô dạng bản (5×5 m), tại 4 góc và tâm ô. Thống kê toàn bộ cây tái sinh có $D_{1,3} < 6$ cm và $H > 10$ cm. Các chỉ tiêu gồm: loài, chiều cao, nguồn gốc tái sinh (từ hạt hay từ chồi), phẩm chất cây (tốt, trung bình, xấu). Cây tái sinh phân cấp chiều cao thành 7 lớp: $< 0,5$; $0,5 - 1,0$; $1,0 - 1,5$; $1,5 - 2,0$; $2,0 - 3,0$; $3,0 - 5,0$ và $> 5,0$ m.



Hình 1. Bản đồ vị trí ô tiêu chuẩn, trạng thái rừng nghèo tại khu vực nghiên cứu.

2.2.2. Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Sử dụng các phần mềm Microsoft Excel 2010, Statgraphics Centurion XVI, Primer 6.0 để xử lý số liệu từ 20 OTC 1.000 m² ở trạng thái TXN tại khu vực nghiên cứu, bao gồm:

- *Phân tích các chỉ tiêu lâm học:*

Tính toán các chỉ tiêu bình quân của lâm phần như: đường kính, chiều cao, tổng tiết diện ngang, mật độ rừng và trữ lượng rừng. Sử dụng phương pháp thống kê mô tả để nhận xét và đánh giá kết quả nghiên cứu.

+ Đường kính bình quân của lâm phần được xác định theo công thức:

$$\bar{D} = (\sum_{i=1}^n D_i) / n.$$

Trong đó: D_i là đường kính $D_{1,3}$ của cây thứ i (cm); n là số cây đo trong OTC.

+ Chiều cao bình quân của lâm phần được xác định theo công thức:

$$\bar{H} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n} \right)$$

Trong đó: H_i là chiều cao vút ngọn của cây thứ i (m); n là số cây đo trong OTC.

+ Tổng tiết diện ngang bình quân của lâm phần được xác định theo công thức:

$$G = (\sum_{i=1}^n g_i) \times \frac{10.000}{S_{OTC}}$$

Trong đó: g_i là tiết diện ngang của cây thứ i (m²) được xác định theo công thức:

$$g_i = \pi D_i^2 / 4 \times 10^4;$$

D_i là đường kính $D_{1,3}$ của cây thứ i (cm); S_{OTC} là diện tích ô tiêu chuẩn (m²).

+ Mật độ rừng bình quân được xác định theo công thức: $N = n \times 10.000 / S_{OTC}$. Trong đó: n là số cây đo trong OTC; S_{OTC} là diện tích ô tiêu chuẩn (m²).

+ Trữ lượng rừng bình quân được xác định theo công thức:

$$M = (\sum_{i=1}^n v_i) \times 10.000 / S_{OTC}.$$

Trong đó: v_i là thể tích thân cây thứ i (m³) và được tính theo công thức: $v_i = g_i \times H_i \times f_{1,3}$; với $f_{1,3}$ là hình số thân cây tại vị trí 1,3 m ($f_{1,3} = 0,45$, theo Thông tư Số 26/2022/TT-BNNPTNT ngày 30 tháng 12 năm 2022 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn quy định về quản lý, truy xuất nguồn gốc lâm sản).

- *Phân tích kết cấu họ và loài cây gỗ:*

Trong bài báo này, kết cấu họ và loài cây gỗ được xác định dựa vào chỉ số giá trị quan trọng IVi% theo công thức của Thái Văn Trường năm 1999: $IVi = (Ni\% + Gi\% + Vi\%) / 3$.

Trong đó: $N\%$ là mật độ tương đối của loài trong QXTV rừng; $G\%$ là tiết diện ngang thân cây của loài trong QXTV rừng; $V\%$ là thể tích thân cây của loài trong QXTV rừng. Khi một nhóm loài cây trong đó các cây có $IVi > 5\%$ và có tổng $IVi > 40\%$ thì được gọi nhóm loài cây ưu thế và đồng ưu thế.

Việc xác định kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng TXN được thực hiện tính toán kết cấu chung cho tất cả những loài cây gỗ của 20 OTC, từ đó cho phép thuyết minh chung kết cấu loài cây gỗ và biến động về kết cấu loài cây gỗ của trạng thái rừng nghiên cứu.

Sự tương đồng về họ và loài cây gỗ giữa những QXTV rừng (hay OTC) được xác định bằng hệ số tương đồng của Sørensen năm 1948 theo công thức: $SI = [(2 * c) / (a + b)] * 100$; trong đó a là số họ và loài cây gỗ bắt gặp ở OTC i ; b là số họ và loài cây gỗ bắt gặp ở OTC j ; c là số họ và số loài cây gỗ cùng bắt gặp ở cả hai nhóm đối tượng (OTC i và j).

- *Phân tích đặc điểm tái sinh tự nhiên dưới tán rừng:*

+ Tái sinh tự nhiên đối với trạng thái rừng TXN được xác định thông qua kết cấu loài cây tái sinh, phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây tái sinh.

+ Kết cấu loài cây tái sinh được xác định theo công thức: $IV = (n_i/N) * 100$. Trong đó, n_i (cây/ha) là số cây tái sinh của loài i , N (cây/ha) là mật độ của tất cả các loài cây tái sinh.

+ Mật độ cây tái sinh (N , cây/ha) được xác định theo công thức: N (cây/ha) = $(S/s) * n_i$. Trong đó, $S = 10.000 \text{ m}^2$, s = diện tích ô dạng bản (25 m^2), n_i = số cây tái sinh trong một ô dạng bản.

+ Sự tương đồng giữa thành phần cây tái sinh với thành phần cây trưởng thành được xác định theo hệ số tương đồng của Sørensen năm 1948 theo công thức: $SI = [(2 * c)/(a + b)] * 100$. Trong đó a và b tương ứng là số loài cây tái sinh và số loài cây gỗ trưởng thành bắt gặp trong trạng thái rừng TXN, c là số loài cây tái sinh và số loài cây gỗ trưởng thành giống nhau trong trạng thái TXN.

- *Phân tích các chỉ số đa dạng loài cây gỗ:*

+ Độ giàu có về loài cây gỗ được xác định theo số loài cây gỗ (S) và chỉ số giàu có về loài của Margalef (1968): $d = (S - 1)/\ln(N)$.

Trong đó: d là chỉ số Margalef; S là tổng số loài trong mẫu; N là tổng số cá thể trong mẫu.

+ Chỉ số đa dạng loài cây gỗ được xác định theo chỉ số ưu thế Simpson (1949): $\lambda' = (n_i * (n_i - 1))/(N * (N - 1))$ và chỉ số Shannon-Weiner (H') (1963):

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i * \ln(P_i).$$

Trong đó: N là tổng số cây trong ô mẫu; n_i là số cây của loài thứ i ; S là tổng số loài trong mẫu; $p_i = n_i/N$; $\ln()$ = logarit cơ số Neper.

Mức độ đa dạng được đánh giá theo thang phân loại của Fernando (1998): đa dạng thấp ($H' = 1 - 2,49$), đa dạng trung bình ($H' = 2,5 - 2,99$) và đa dạng cao ($H' = 3 - 4$).

+ Chỉ số đồng đều được xác định theo chỉ số Pielou (1975): $J' = H'/H'_{\max}$, với $H'_{\max} = \ln(S)$.

+ Những loài cây gỗ quý, hiếm được xác định theo Sách đỏ Việt Nam năm 2024, Nghị định 84/2021/NĐ-CP, và IUCN năm 2025. Chỉ số hiếm được xác định theo công thức: $RI = (1 - n_i/N) * 100$ (Guarino & Napolitanp, 2006). Mức độ hiếm của từng loài: không hiếm ($RI \leq 78,08\%$); hiếm ($RI = 78,08 - 95\%$); rất hiếm ($RI = 95 - 97\%$); cực kì hiếm ($RI > 97\%$).

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Kết cấu họ và loài cây gỗ đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

3.1.1. Kết cấu họ thực vật

Kết quả tính toán về kết cấu họ thực vật đối với trạng thái rừng lá rộng thường xanh nghèo (TXN) ở 20 OTC (1.000 m^2) tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 1. Kết quả điều tra tại 20 OTC cho thấy có 38 họ thực vật được ghi nhận. Trong đó, họ Dầu (Dipterocarpaceae) chiếm ưu thế rõ rệt ($IVi\% = 17,4\%$), tiếp đến là họ Đậu (Fabaceae), Đay (Tiliaceae), Na (Annonaceae), Sim (Myrtaceae) và Bồ hòn (Sapindaceae) với $IVi\%$ dao động từ 5,4 - 10,6%. Sáu họ ưu thế này chiếm 53,3% mật độ, 54,5% tiết diện ngang và 55,4% trữ lượng gỗ toàn lâm phần, phản ánh vai trò chi phối trong cấu trúc quần thụ, đặc biệt là Dipterocarpaceae, một họ đặc trưng của rừng vùng Đông Nam bộ.

Bảng 1. Tỷ lệ kết cấu họ thực vật tính theo IVi% ở trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

TT	Họ khoa học	Họ thực vật	N (cây)	G (m ²)	V (m ³)	Tỷ lệ, %			
						N	G	V	IVI
1	Dipterocarpaceae	Dầu	125	2,9	15,7	16,1	17,6	18,5	17,4
2	Fabaceae	Đậu	61	1,9	10,7	7,9	11,4	12,5	10,6
3	Tiliaceae	Đay	64	1,3	5,7	8,3	7,8	6,7	7,6
4	Annonaceae	Na	49	1,0	5,6	6,3	6,3	6,5	6,4
5	Myrtaceae	Sim	48	1,0	5,0	6,1	5,9	5,9	6,0
6	Sapindaceae	Bồ hòn	43	0,9	4,5	5,5	5,5	5,3	5,4
Cộng 6 họ			389	9,1	47,2	50,2	54,5	55,4	53,3
38	32 họ khác		387	7,6	38,0	49,8	45,5	44,6	46,7
Tổng số			776	16,7	85,2	100	100	100	100

Kết quả này tương đồng với nghiên cứu tại Khu BTTN Bình Châu - Phước Bửu (Nguyễn & ctv., 2023), nơi họ Dầu (Dipterocarpaceae) cũng giữ vai trò ưu thế trong trạng thái rừng nghèo. Thành phần họ thực vật phân bố khá đồng đều, hệ số tương đồng dao động 36,9 - 63,8% (trung bình 51,5%), cho thấy sự ổn định tương đối của quần xã, tương tự ghi nhận tại Côn Đảo (Nguyễn & ctv., 2025). Điều này nhấn mạnh vai trò của họ

Dầu (Dipterocarpaceae) cùng sự phân hóa sinh cảnh và tương tác loài trong duy trì đa dạng sinh học, đồng thời gợi mở cơ sở kho học cho công tác phục hồi rừng phòng hộ Dầu Tiếng.

3.1.2. Kết cấu loài cây gỗ

Kết quả tính toán về kết cấu loài cây gỗ đối với rừng TXN tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Tỷ lệ kết cấu loài cây gỗ tính theo IVi% ở trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

TT	Tên khoa học	Tên loài	N (cây)	G (m ²)	V (m ³)	Tỷ lệ, %			
						N	G	V	IVi
1	<i>Dipterocarpus alatus</i>	Dầu rái	43	1,3	7,2	5,5	7,8	8,4	7,3
2	<i>Grewia tomentosa</i>	Cò ke	56	1,1	4,6	7,2	6,3	5,4	6,3
3	<i>Dialium cochinchinensis</i>	Xoay	27	1,0	5,9	3,4	6,1	6,9	5,5
4	<i>Syzygium cumini</i>	Trâm mốc	44	0,9	4,6	5,6	5,4	5,4	5,5
5	<i>Parinari annamensis</i>	Cám	45	0,9	4,3	5,7	5,3	5,1	5,4
6	<i>Vatica cinerea</i>	Lầu tấu	51	0,8	3,4	6,6	4,7	4,0	5,1
7	<i>Nephelium hypoleucum</i>	Trường chua	39	0,9	4,3	5,0	5,2	5,1	5,1
Cộng 7 loài			303	6,8	34,4	39,0	40,8	40,3	40,1
75	68 loài khác		473	9,9	50,8	61,0	59,2	59,7	59,9
Tổng số			776	16,7	85,2	100	100	100	100

Kết quả điều tra tại 20 OTC ghi nhận 75 loài cây gỗ, trong đó Dầu rái (*Dipterocarpus alatus*) chiếm ưu thế (IVI% = 7,3%). Các loài đồng ưu thế gồm Cò ke, Xoay, Tràm mốc, Cẩm, Lầu tấu và Trường chua, mỗi loài đạt IVI% từ 5,1 - 6,3%. Nhóm 7 loài này chiếm 40,1% độ ưu thế toàn lâm phần, còn lại 68 loài khác đóng góp 59,9%.

Hệ số tương đồng loài trung bình đạt 56,6% (dao động 41,3 - 73,8%), cho thấy mặc dù cùng kiểu rừng, thành phần loài giữa các ô tiêu chuẩn không hoàn toàn giống nhau. Điều này có thể do các yếu tố môi trường vi mô hoặc lịch sử tổ thành khác biệt. Tương tự, tại vùng rừng khô nhiệt đới ở khu vực Tây Nguyên, Việt Nam, Nguyen & ctv. (2021) cũng ghi nhận chỉ số tương đồng loài giữa

các kiểu rừng khác nhau nằm trong khoảng tương ứng (hơn 49%). Việc tồn tại sự biến động rõ trong thành phần loài đòi hỏi cần xem xét thêm yếu tố môi trường địa hình, điều kiện đất, và lịch sử hình thành; đây là những yếu tố có thể quyết định tính đồng nhất của các quần xã thực vật.

3.2. Cấu trúc quần thụ đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

3.2.1. Một số chỉ tiêu lâm học ở trạng thái rừng nghèo

Từ kết quả điều tra và xử lý số liệu từ 20 OTC của trạng thái TXN với diện tích 1.000 m² tại khu vực nghiên cứu, kết quả các chỉ tiêu lâm học được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Các chỉ tiêu lâm học trạng thái rừng TXN tại khu vực nghiên cứu

STT	Chỉ tiêu	Giá trị
1	Đường kính bình quân, $\overline{D}_{1,3}$ (cm)	15,1
2	Chiều cao bình quân, $\overline{H}_{v,n}$ (m)	9,3
3	Tổng diện ngang, ΣG (m ² /ha)	16,7
4	Mật độ bình quân, N (số cây/ha)	776
5	Trữ lượng bình quân, M (m ³ /ha)	85,2

Bảng 3 cho thấy, mật độ bình quân đạt 776 cây/ha, đường kính trung bình 15,1 cm, chiều cao trung bình 9,3 m, tiết diện ngang 16,7 m²/ha và trữ lượng gỗ 85,2 m³/ha. Các chỉ số này phản ánh trạng thái rừng nghèo đang trong giai đoạn phục hồi, với cấu trúc bị chi phối chủ yếu bởi các cá thể nhỏ.

Khi so sánh với các hệ sinh thái tương đồng cho thấy sự khác biệt rõ rệt. Rừng nghèo tại Cúc Phương (Ninh Bình) và Yok Đôn (Đắk Lắk) có đường kính và chiều cao trung bình tương đương (15 - 16 cm; 8 - 10 m), nhưng mật độ thấp hơn (600 - 640 cây/ha) và trữ lượng cũng

thấp hơn (50 - 63 m³/ha) (Nguyen & ctv., 2018). Như vậy, quần xã tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng có mật độ cây cao hơn song trữ lượng gỗ không lớn, khẳng định đặc trưng của rừng phục hồi sau tác động mạnh, nơi các cá thể nhỏ giữ vai trò chủ đạo trong cấu trúc quần thụ.

3.2.2. Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo nhóm $D_{1,3}$

Mật độ (N, cây/ha), tiết diện ngang (G, m²/ha) và trữ lượng gỗ (M, m³/ha) theo các nhóm đường kính $D_{1,3}$ (< 20, 20 - 40 và > 40 cm) được trình bày ở Bảng 4.

Bảng 4. Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo nhóm đường kính $D_{1,3}$

Nhóm $D_{1,3}$ (cm)	N (cây/ha)	G (m^2/ha)	M (m^3/ha)	Tỷ lệ (%)			
				N	G	M	IV
< 20	627	8,3	34,8	80,8	49,6	40,9	57,1
	241	3,3	14,3	31,1	19,9	16,8	22,6
20 - 40	141	7,2	41,3	18,2	43,0	48,5	36,6
	58	2,9	16,4	7,4	17,5	19,2	14,7
> 40	8	1,2	9,0	1,0	7,4	10,6	6,4
	4	0,6	3,7	0,5	3,4	4,4	2,8
Tổng	776	16,7	85,2	100,0	100,0	100,0	100,0
	303*	6,8	34,4	39,0	40,8	40,3	40,1

(*) Những giá trị ở hàng dưới là của nhóm loài ưu thế và đồng ưu thế.

Kết quả phân tích (Bảng 4) cho thấy tổng mật độ rừng TXN đạt 776 cây/ha, trong đó nhóm $D_{1,3}$ < 20 cm chiếm ưu thế tuyệt đối (80,8% mật độ, đóng góp 40,9% trữ lượng). Nhóm 20 - 40 cm tuy chỉ chiếm 18,2% mật độ nhưng giữ vai trò chủ lực, đóng góp 48,5% trữ lượng gỗ. Ngược lại, nhóm > 40 cm rất hiếm gặp (1,0% mật độ) song vẫn đóng góp trên 10% trữ lượng. Điều này phản ánh cấu trúc “lệch phải” đặc trưng của rừng nghèo phục hồi, nơi cây nhỏ chiếm đa số nhưng trữ lượng chủ yếu tập trung ở lớp cây trung bình.

Khi so sánh với kết quả nghiên cứu của các tác giả khác cho thấy xu hướng này tương đồng với rừng nghèo tại Bình Châu - Phước Bửu (Phan, 2019) và Bình Thuận (Do, 2019), nơi nhóm cây nhỏ chiếm hơn 80% mật độ nhưng trữ lượng chủ yếu vẫn do nhóm trung bình đảm nhận. Đặc điểm chung là sự thiếu vắng cây lớn, trữ lượng bị phân tán và phụ thuộc nhiều vào cây cỡ trung bình.

Đáng chú ý, tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng nhóm loài ưu thế và đồng ưu thế (Dầu rái, Cò ke, Xoay, Trâm mốc, Cám, Lầu tấu, Trường chua) chiếm 39% mật độ song đóng góp hơn 40% trữ lượng, cho thấy vai trò quan trọng trong duy trì cấu trúc và năng lực sinh khối.

Về mặt lâm sinh, kết quả này gợi ý cần bảo vệ lớp cây trung bình và lớn hiện có, đồng thời nuôi dưỡng lớp cây nhỏ để bổ sung dần vào các nhóm đường kính lớn, đảm bảo phục hồi trữ lượng và ổn định cấu trúc rừng trong dài hạn.

3.2.3. Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo lớp H_{vn}

Mật độ (N, cây/ha), tiết diện ngang (G, m^2/ha) và trữ lượng gỗ (M, m^3/ha) theo 4 lớp chiều cao H_{vn} (< 5, 5 - 10, 10 - 15 và > 15 m) được trình bày ở Bảng 5.

Bảng 5. Kết cấu mật độ, tiết diện ngang và trữ lượng gỗ theo lớp chiều cao H_{vn}

Lớp H_{vn} (m)	N (cây/ ha)	G (m^2/ha)	M (m^3/ha)	Tỷ lệ (%)			
				N	G	M	IV
< 5	49	0,3	0,7	6,3	1,9	0,8	3,0
	16*	0,1	0,2	2,1	0,6	0,2	1,0
5 - 10	464	5,9	22,1	59,8	35,4	25,9	40,4
	171*	2,3	8,4	22,0	13,5	9,9	15,1
10 - 15	246	8,8	49,4	31,7	52,6	57,9	47,4
	110*	3,9	21,6	14,1	23,3	25,4	20,9
> 15	18	1,7	13,1	2,3	10,1	15,3	9,2
	7*	0,6	4,1	0,8	3,4	4,8	3,0
Tổng	776	16,7	85,2	100,0	100,0	100,0	100,0
	303	6,8	34,4	39,0	40,8	40,3	40,1

(*) Những giá trị ở hàng dưới là của nhóm loài ưu thế và đồng ưu thế.

Kết quả phân tích (Bảng 5) cho thấy quần thụ có 776 cây/ha, trong đó lớp 5 - 10 m chiếm ưu thế tuyệt đối (59,8% mật độ), tiếp đến là lớp 10 - 15 m (31,7%). Lớp thấp (< 5 m) và lớp cao (> 15 m) chiếm tỷ lệ rất nhỏ (6,3 và 2,3%), phản ánh rừng đang ở giai đoạn sinh trưởng trung gian, cấu trúc phân tầng chưa hoàn chỉnh.

Xét về trữ lượng, lớp 10 - 15 m giữ vai trò chủ đạo (chiếm 52,6% tổng tiết diện ngang, 57,9% trữ lượng), trong khi lớp 5 - 10 m tuy chiếm nhiều cây nhưng chỉ đóng góp khoảng 26% trữ lượng. Lớp vượt tán (> 15 m) đóng góp hạn chế (15%), cho thấy cây gỗ lớn rất ít. Đáng chú ý, nhóm loài ưu thế tập trung chủ yếu trong khoảng 5 - 15 m, đóng góp tới 87% tổng trữ lượng nhóm này, khẳng định vai trò chính trong cấu trúc tầng trung gian.

Kết quả này tương đồng với nghiên cứu rừng nghèo ở Bình Châu - Phước Bửu (Phan, 2019) và rừng ở Núi Ông (Tran & ctv., 2024), nơi phần lớn cây gỗ tập trung ở lớp dưới 15 m. So với rừng nghèo trên lập địa cát Bình Thuận (Do, 2019),

rừng Dầu Tiếng có tỷ lệ trữ lượng ở tầng trung bình cao hơn, phản ánh điều kiện sinh thái thuận lợi hơn cho phục hồi.

Như vậy, cấu trúc chiều cao tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng thể hiện mô hình lệch phải, điển hình của rừng thứ sinh nghèo đang phục hồi, với trữ lượng gỗ tập trung ở tầng trung gian. Về mặt lâm sinh, điều này gợi ý cần nuôi dưỡng nhóm cây trung bình để phát triển thành tầng ưu thế, đồng thời đẩy mạnh tái sinh tự nhiên và trồng bổ sung loài bản địa nhằm hình thành tầng vượt tán, ổn định cấu trúc rừng và tăng cường khả năng phòng hộ của rừng.

3.3. Đặc điểm tái sinh tự nhiên đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

Kết quả nghiên cứu về kết cấu loài cây tái sinh, phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây đối với trạng thái rừng TXN tại khu vực nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 6 và Bảng 7.

Bảng 6. Kết cấu loài cây tái sinh của trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

STT	Tên khoa học	Tên loài	Ni (cây/ha)	N%
1	<i>Dipterocarpus alatus</i>	Dầu rái	1.360	22,30
2	<i>Grewia tomentosa</i>	Cò ke	640	10,49
3	<i>Dialium cochinchinensis</i>	Xoay	560	9,18
4	<i>Lagerstroemia calyculata</i>	Bằng lăng ổi	540	8,85
5	<i>Syzygium cumini</i>	Trâm mốc	520	8,52
6	<i>Parinari annamensis</i>	Cám	420	6,89
Tổng 6 loài		4.040	66,23	
32	26 loài khác	2.060	33,77	
Tổng cộng		6.100	100,0	

Bảng 7. Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao, nguồn gốc và chất lượng cây của trạng thái rừng TXN (Đơn vị tính: 1 ha)

TT	Cấp H (m)	Tổng số (N, cây/ha)		Phân chia theo nguồn gốc				Phân theo chất lượng					
				Hạt		Chồi		Tốt		Trung bình		Xấu	
		N	N%	N	N%	N	N%	N	%	N	%	N	%
1	< 0,5	1.540	25,2	1.260	20,7	280	4,6	1.340	22,0	200	3,3	0	0,0
2	0,5 - 1,0	1.440	23,6	1.260	20,7	180	3,0	1.260	20,7	180	3,0	0	0,0
3	1,0 - 1,5	1.280	21,0	1.140	18,7	140	2,3	1.100	18,0	140	2,3	40	0,7
4	1,5 - 2,0	1.480	24,3	1.140	18,7	340	5,6	1.260	20,7	220	3,6	0	0,0
5	2,0 - 3,0	240	3,9	220	3,6	20	0,3	120	2,0	80	1,3	40	0,7
6	3,0 - 5,0	80	1,3	80	1,3	0	0,0	40	0,7	40	0,7	0	0,0
7	> 5,0	40	0,7	40	0,7	0	0,0	20	0,3	20	0,3	0	0,0
Tổng cộng		6.100	100	5.140	84,3	960	15,7	5.140	84,3	880	14,4	80	1,3

Kết quả điều tra cho thấy rừng TXN tại khu vực nghiên cứu có khả năng tái sinh mạnh với mật độ trung bình 6.100 cây/ha, ghi nhận 32 loài cây tái sinh. Trong đó, các loài giữ vai trò ưu thế gồm Dầu rái (22,30%), Cò ke (10,49%), Xoay (9,18%), Bằng lăng ổi (8,85%), Trâm mốc (8,52%) và Cám (6,89%), chiếm 66,23% tổng số cá thể. Thành phần loài tái sinh phản ánh sự tiếp diễn sinh thái rõ nét, khi các loài ưu thế ở tầng cây mẹ cũng xuất hiện phổ biến trong tầng tái sinh.

So sánh với các nghiên cứu khác, tại VQG Cát Tiên, họ Dầu cũng được ghi nhận giữ vai trò chi phối trong tái sinh (Vu, 2018), tương đồng với kết quả ở Dầu Tiếng. Trong khi đó, ở Tây Nguyên, quá trình tái sinh sau nương rẫy biến động mạnh về thành phần loài tùy điều kiện lập địa, cho thấy cần định hướng nuôi dưỡng chọn lọc nhóm loài đích để ổn định cấu trúc phục hồi (Vo & Tran, 2009).

Như vậy, tái sinh tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng có mật độ cao, tập trung vào các loài bản địa ưu thế, tạo nền tảng thuận lợi cho quá trình phục hồi và phát triển rừng trong tương lai.

Phân bố theo chiều cao cho thấy số cây tập trung chủ yếu ở cấp < 2 m (94,1%), giảm dần ở các cấp cao hơn. Tuy nhiên, sự hiện diện của 5,9% cây tái sinh ở cấp > 2 m cho thấy quá trình tái sinh không chỉ dừng lại ở giai đoạn cây mẹ, mà đã có một bộ phận đủ khả năng phát triển thành tầng dưới tán. Về nguồn gốc, cây tái sinh từ hạt chiếm ưu thế tuyệt đối (84,3%), trong khi cây từ chồi chỉ chiếm 15,7% và hầu như không xuất hiện ở cấp chiều cao > 3 m. Điều này khẳng định vai trò chủ đạo của tái sinh hữu tính trong việc hình thành thế hệ kế cận.

Xét về chất lượng, cây tái sinh tốt chiếm 84,3%, trung bình 14,4% và xấu chỉ 1,3%. Đặc biệt, nhóm cây triển vọng thay thế ($H > 1$ m, phẩm chất tốt và trung bình) đạt 3.040 cây/ha

(49,8%), đảm bảo lực lượng kế cận cho tầng cây gỗ chính trong tương lai. So sánh giữa tầng cây tái sinh và tầng cây mẹ, hệ số tương đồng Sorensen (SI) đạt trung bình 66,6%, phản ánh sự kế thừa tương đối tốt về thành phần loài, dù vẫn có sự khác biệt giữa các ô tiêu chuẩn do điều kiện vi mô và lịch sử tác động khác nhau.

Nhìn chung, quá trình tái sinh tự nhiên ở Dầu Tiếng diễn ra khá thuận lợi, với ưu thế thuộc về loài bản địa chủ lực, nguồn gốc từ hạt và chất lượng cây tốt. Đây là cơ sở quan trọng để định hướng các biện pháp quản lý rừng theo hướng khoanh nuôi xúc tiến tái sinh tự nhiên, bảo vệ cây non có triển vọng, đồng thời bổ sung trồng dặm các loài quý hiếm nhằm phục hồi và nâng cao chất lượng rừng.

3.4. Đa dạng họ thực vật tại khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích từ 20 OTC của trạng thái rừng nghèo được trình bày ở Bảng 8.

Bảng 8. Đặc trưng thống kê về đa dạng họ thực vật (Đơn vị tính: 0,1 ha)

TT	Thống kê	FH	N	d	J'	H'	λ'
1	Số ô mẫu	20	20	20	20	20	20
2	Trung bình	20	78	4,43	0,88	2,63	0,09
3	Độ lệch tiêu chuẩn	2,77	7,77	0,60	0,04	0,19	0,03
4	Biên độ dao động	9	30	2,12	0,16	0,73	0,13
5	Giá trị nhỏ nhất	16	64	3,51	0,76	2,10	0,06
6	Giá trị lớn nhất	25	94	5,63	0,92	2,83	0,19
7	Hệ số biến động CV %	13,7	10,0	13,5	4,5	7,2	35,0

Kết quả phân tích tại 20 OTC cho thấy rừng TXN khu vực nghiên cứu ghi nhận 38 họ thực vật, trung bình 20 họ/0,1 ha (dao động 16 - 25

họ, CV = 13,7%). Trong đó, họ Dipterocarpaceae chiếm ưu thế với 9 loài và 250 cá thể, tiếp đến là Anacardiaceae (6 loài), Euphorbiaceae (5 loài)

và Annonaceae (4 loài). Các họ Lauraceae và Combretaceae có 3 loài, còn lại chủ yếu chỉ có 1 - 2 loài.

Mật độ trung bình đạt 78 cây/0,1 ha (64 - 94 cây, CV = 10%), trong đó các họ Dipterocarpaceae, Tiliaceae và Fabaceae có số lượng cá thể lớn nhất, trong khi một số họ chỉ xuất hiện lẻ tẻ (ví dụ Rutaceae chỉ ghi nhận 1 cá thể). Điều này phản ánh sự mất cân đối về mật độ cá thể, song vẫn duy trì tính phong phú về họ.

Về chỉ số đa dạng: Độ phong phú loài (d) trung bình 4,43, chỉ số đồng đều J' 0,88, và chỉ số Shannon H' 2,63, phản ánh mức đa dạng trung bình và sự phân bố cá thể tương đối cân bằng. Ngược lại, chỉ số ưu thế Simpson (λ') trung bình

thấp (0,09), cho thấy hiện tượng ưu thế tuyệt đối không quá mạnh, dù họ Dipterocarpaceae vẫn nổi bật.

Như vậy, thành phần họ tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng phong phú nhưng không đồng đều; một số họ lớn giữ vai trò chi phối cấu trúc quần xã, trong khi nhiều họ khác ít loài và cá thể. Điều này đặt ra cho công tác quản lý là cần kết hợp bảo vệ các họ ưu thế có vai trò sinh thái quan trọng với việc duy trì và phục hồi các họ ít loài nhằm đảm bảo sự ổn định lâu dài của rừng TXN.

3.5. Đa dạng loài cây gỗ tại khu vực nghiên cứu

Kết quả phân tích từ 20 OTC của trạng thái rừng nghèo được trình bày ở Bảng 9.

Bảng 9. Đặc trưng thống kê về đa dạng loài cây gỗ (Đơn vị tính: 0,1 ha)

TT	Thống kê	S	N	d	J'	H'	λ'
1	Số ô mẫu	20	20	20	20	20	20
2	Trung bình	28	78	6,12	0,90	2,97	0,06
3	Độ lệch tiêu chuẩn	5,31	7,77	1,14	0,05	0,26	0,03
4	Biên độ dao động	19	30	3,92	0,20	1,13	0,15
5	Giá trị nhỏ nhất	20	64	4,44	0,76	2,26	0,03
6	Giá trị lớn nhất	39	94	8,36	0,95	3,40	0,18
7	Hệ số biến động CV %	19,2	10,0	18,6	5,1	8,9	53,1

Trong 20 OTC, số loài cây gỗ dao động 20 - 39 loài, trung bình 28 loài/0,1 ha (CV = 19,2%), cho thấy mức phong phú tương đối cao đối với trạng thái rừng nghèo. Mật độ cá thể đạt trung bình 78 cây/0,1 ha (64 - 94 cây, CV = 10%), phản ánh sự khác biệt nhất định về thành phần loài giữa các ô tiêu chuẩn do điều kiện vi sinh thái khác nhau.

Chỉ số phong phú loài (d) đạt trung bình 6,12, dao động 4,44 - 8,36; chỉ số đồng đều (J') cao

(0,90), cho thấy sự phân bố cá thể khá cân bằng, ít có loài chiếm ưu thế tuyệt đối. Chỉ số Shannon (H') đạt trung bình 2,97 (2,26 - 3,40), thể hiện mức đa dạng trung bình đến cao. Ngược lại, chỉ số ưu thế Simpson (λ') thấp (0,06), phản ánh vai trò chi phối của loài ưu thế không rõ rệt, thay vào đó là sự đồng đều của nhiều loài bản địa.

Tổng hợp kết quả cho thấy rừng TXN tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng, dù có cấu trúc nghèo và

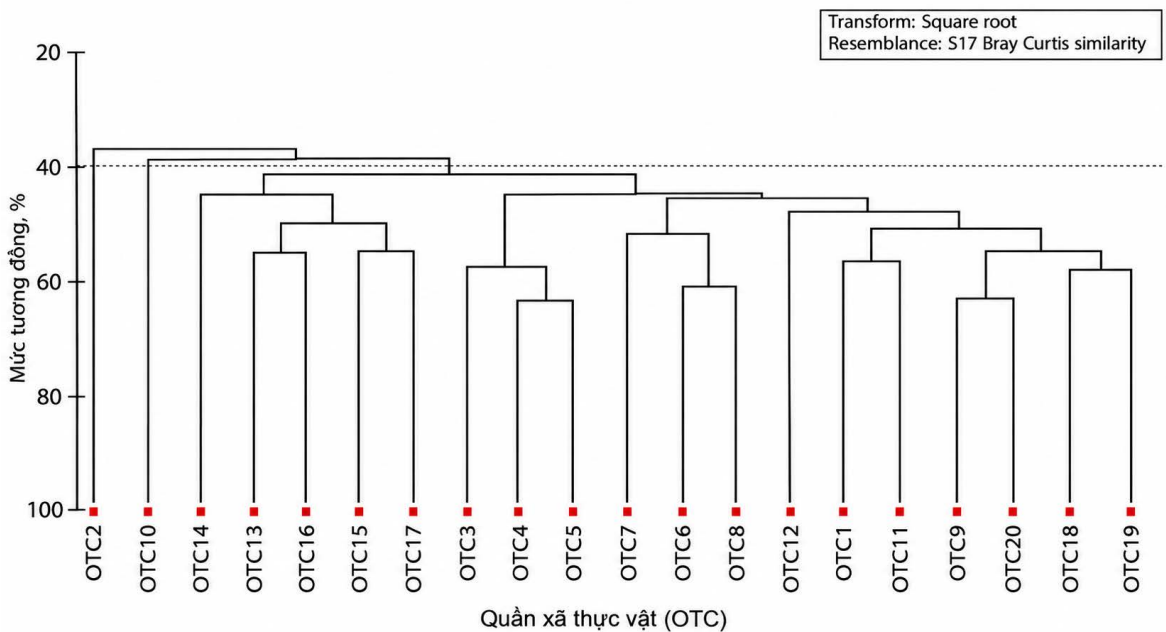
phần lớn gồm cây nhỏ và trung bình, vẫn duy trì được tính đa dạng loài đáng kể và cân bằng sinh thái, phù hợp với đặc trưng rừng thứ sinh phục hồi. Điều này khẳng định tiềm năng phục hồi và phát triển bền vững nếu được bảo vệ và quản lý thích hợp. Kết quả cũng tương đồng với các nghiên cứu về rừng nghèo tại Đông Nam Bộ và Tây Nguyên, nơi H' thường 2,5 - 3,2 và $\lambda' < 0,20$ (Nguyen & ctv., 2021; Ngo & ctv., 2023).

3.6. Mối quan hệ giữa các quần xã thực vật đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

Phân tích nhóm (Cluster) quần xã thực vật (OTC) theo độ phong phú của các loài thực vật của trạng thái rừng nghèo (TXN) thuộc kiểu rừng lá rộng thường xanh tại khu vực nghiên cứu

với hệ số tương đồng Bray-Curtis cho thấy cấu trúc quần xã có sự phân hóa rõ theo mức tương đồng được thể hiện ở Hình 2.

Kết quả phân tích phân cụm bằng phương pháp Cluster theo chỉ số Bray-Curtis (Hình 2) cho thấy sự phân hóa rõ trong cấu trúc quần xã rừng TXN tại khu vực nghiên cứu. Ở mức tương đồng 40%, 20 OTC được chia thành 3 nhóm: (i) Nhóm 1 gồm 18 OTC, có cấu trúc đa loài với sự tham gia nổi bật của Dầu rái, Xoay, Gõ mật và Kơ nia, phản ánh quần xã phục hồi đa dạng; (ii) Nhóm 2 (OTC10) bị chi phối gần như đơn loài bởi Dầu rái, thể hiện trạng thái phục hồi sau tác động mạnh; (iii) Nhóm 3 (OTC2) đặc trưng bởi sự ưu thế của Kơ nia, phản ánh sự khác biệt về điều kiện sinh thái hoặc lịch sử phục hồi.



Hình 2. Sơ đồ nhánh các quần xã thực vật (OTC) của trạng thái rừng TXN ở mức tương đồng 40 và 50%.

Ở mức tương đồng 50%, các OTC phân hóa thành 5 nhóm nhỏ: (i) nhóm 1 (OTC3, OTC4, OTC5) gần với sinh cảnh ẩm, loài ưu thế là Săng đá và Trâm bầu; (ii) nhóm 2 (OTC9, OTC20) ưu thế họ Dầu và Trâm; (iii) nhóm 3 (OTC6 - OTC8) nổi bật với Gõ mật, Dầu

rái và Cò ke; (iv) nhóm 4 (OTC18, OTC19) nghèo thành phần, chịu ảnh hưởng mạnh từ loài tiên phong như Hu đay; và (v) nhóm 5 (OTC1, OTC11 - OTC17) giàu loài bản địa và gỗ quý như Kơ nia, Giáng hương, Sao đen, thể hiện trạng thái phục hồi ổn định hơn.

Kết quả trên cho thấy quần xã rừng TXN ở Dầu Tiếng vừa mang đặc trưng của rừng thứ sinh phục hồi, vừa tồn tại các quần xã đặc thù chịu chi phối bởi một số loài bản địa. Sự phân hóa này phản ánh động thái phục hồi đa dạng và nhấn mạnh yêu cầu quản lý vi mô, phù hợp cho từng nhóm quần xã nhằm duy trì và phục hồi bền vững.

3.7. Mối quan hệ giữa các loài đối với rừng lá rộng thường xanh nghèo

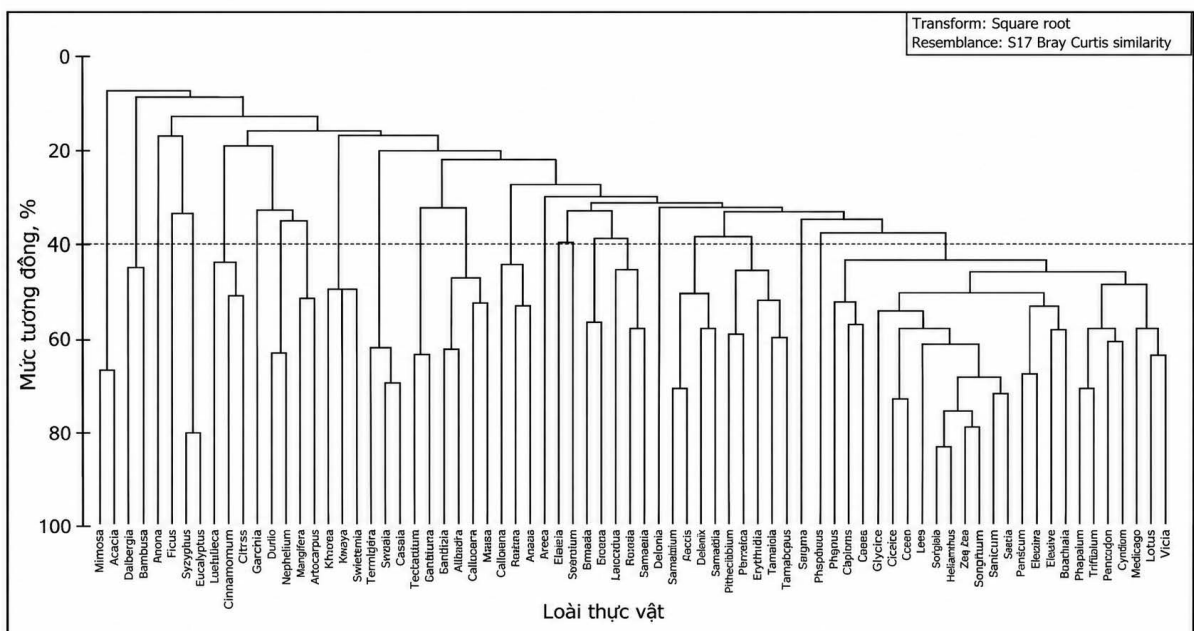
Kết quả phân tích phân nhóm loài cây gỗ bằng phương pháp Cluster (Hình 3) cho thấy cấu trúc quần xã có sự phân hóa rõ rệt theo mức độ tương đồng thành phần loài.

Ở mức tương đồng 40% (Hình 3), các loài được chia thành nhiều cụm khác nhau, trong đó nổi bật một số nhóm loài phân bố riêng biệt như Chò chai, Gõ đỏ, Lầu tấu, phản ánh đặc điểm thích nghi sinh thái riêng biệt của những loài cây gỗ ưu thế trong điều

kiện lập địa đặc thù. Các loài còn lại chủ yếu tạo thành những cụm hỗn hợp, thể hiện sự cộng sinh và phân bố đan xen trong quần xã.

Ở mức tương đồng 50% (Hình 3), sơ đồ phân nhóm chi tiết hơn, hình thành nhiều nhóm nhỏ, trong đó một số loài tiếp tục duy trì vị trí tách biệt (ví dụ Gõ mật, Kơ nia, Sao đen). Điều này cho thấy ngoài nhóm loài phổ biến có phân bố rộng, đồng thời tồn tại một tập hợp loài với đặc điểm thích nghi sinh thái riêng biệt, góp phần tạo nên sự đa dạng trong cấu trúc rừng.

Nhìn chung, kết quả phân tích mức tương đồng giữa các loài củng cố nhận định rằng quần xã rừng lá rộng thường xanh nghèo tại khu vực nghiên cứu duy trì được tính đa dạng đáng kể, song không bị chi phối bởi bất kỳ loài đơn lẻ nào. Thành phần loài được phân bố khá cân bằng, thể hiện đặc trưng của một quần xã rừng thứ sinh đang phục hồi, có tiềm năng duy trì và phát triển ổn định nếu được quản lý, bảo vệ hợp lý.



Hình 3. Mối liên hệ giữa các loài ở mức tương đồng 40 và 50%.

3.8. Danh lục những loài cây gỗ quý, hiếm và nguy cấp tại khu vực nghiên cứu

Kết quả tính toán chỉ số hiếm (IR) của 75 loài cây gỗ bắt gặp trong 20 ô tiêu chuẩn cho thấy có 26 loài (34,7%) được xếp vào nhóm hiếm và rất hiếm theo chỉ số IR, trong đó nhiều loài đồng

thời được liệt kê trong các hệ thống bảo tồn quốc tế và quốc gia.

Đối chiếu với hệ thống phân hạng bảo tồn quốc tế và trong nước (IUCN, 2025; Sách đỏ Việt Nam, 2024; Nghị định 84/2021/NĐ-CP) cho các loài ghi nhận tại hiện trường (Bảng 10).

Bảng 10. Danh lục những loài cây gỗ quý, hiếm và nguy cấp tại khu vực nghiên cứu

TT	Tên cây	Tên khoa học	Sách đỏ VN 2024	IUCN 2025	NĐ 84/2021
1	Giáng hương	<i>Pterocarpus pedatus</i>	CR	EN	IIA
2	Trắc	<i>Dalbergia cochinchinensis</i>	CR	EN	IIA
3	Gỗ đỏ	<i>Azelia xylocarpa</i>	EN	EN	IIA
4	Lim xanh	<i>Erythrophleum fordii</i>	EN		
5	Dầu lông	<i>Dipterocarpus intricatus</i>	EN		
6	Vên Vên	<i>Anisoptera costata</i>	EN		
7	Sao đen	<i>Hopea odorata</i>	VU		
8	Sến mù	<i>Shorea roxburghii</i>	VU		
9	Dầu rái	<i>Dipterocarpus alatus</i>	VU		
10	Dầu trà beng	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	NT		
11	Lầu tấu	<i>Vatica cinerea</i>	DD		

Ghi chú: Sách đỏ Việt Nam (2024). Cấp CR = Rất nguy cấp; EN = Nguy cấp; VU = Sẽ nguy cấp; LR = ít nguy cấp. Danh lục đỏ IUCN (2025). Cấp CR = Rất nguy cấp; EN = Nguy cấp; VU = Sẽ nguy cấp; LR = ít nguy cấp; NT = sắp bị đe dọa, LC = ít quan tâm.

+ Theo Sách đỏ IUCN (2025): Có 01 loài ở mức Cực kỳ nguy cấp (CR): Trắc, xuất hiện lẻ tẻ tại các OTC2, OTC5 và OTC14; Có 03 loài ở mức Nguy cấp (EN): gồm Giáng hương, Gỗ đỏ, Lim xanh, phân bố rải rác trong nhiều OTC; Có 05 loài ở mức Sắp nguy cấp (VU): như Sao đen, Vên vên, Dầu rái, Dầu lông, Dầu trà beng; Có 01 loài ở mức Sắp bị đe dọa (NT): Sến mù, chỉ gặp ở OTC15; Các loài còn lại chủ yếu thuộc hạng Ít quan tâm (LC).

+ Theo Sách đỏ Việt Nam (2024): ghi nhận 03 loài nguy cấp (EN): gồm Giáng hương, Trắc,

và Gỗ đỏ, đều là các loài có giá trị kinh tế và sinh thái đặc biệt.

+ Theo Nghị định 84/2021/NĐ-CP: Ghi nhận 02 loài thuộc nhóm IIA (hạn chế khai thác, sử dụng vì mục đích thương mại): Gỗ đỏ và Trắc.

Đáng chú ý, trong 10 loài được xếp hạng từ mức NT trở lên theo IUCN, có 06 loài cũng được đánh giá ở mức hiếm theo chỉ số IR (ví dụ: Dầu rái, Dầu lông, Sao đen, Trắc, Lim xanh). Điều này phản ánh nguy cơ suy giảm cục bộ với một số loài, đồng thời gợi ý về các đối tượng cần ưu

tiên bảo tồn tại khu vực nghiên cứu. Ngược lại, các loài còn lại như Sến mủ hay Dầu trà beng tuy có phân hạng nguy cấp theo quốc tế nhưng vẫn phân bố khá rộng, được xếp nhóm “không hiếm” theo chỉ số IR.

Tổng hợp các kết quả cho thấy: rừng lá rộng thường xanh nghèo tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng duy trì được mức đa dạng họ và loài tương đối cao, với cấu trúc quần xã cân bằng, tuy nhiên vẫn tồn tại nhiều loài quý, hiếm và nguy cấp. Đây là bằng chứng khẳng định giá trị bảo tồn của khu vực, đồng thời là cơ sở khoa học cho việc đề xuất giải pháp quản lý, bảo vệ và khoanh nuôi xúc tiến tái sinh rừng theo hướng bền vững.

4. Kết Luận

Nghiên cứu tại trạng thái rừng tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo ở Khu rừng phòng hộ Dầu Tiếng đã ghi nhận 75 loài cây gỗ thuộc 59 chi, 38 họ, trong đó Dipterocarpaceae, Fabaceae và Myrtaceae giữ vai trò ưu thế. Cấu trúc quần thụ đặc trưng cho rừng thứ sinh nghèo, mật độ cao nhưng trữ lượng thấp, chủ yếu tập trung ở nhóm cây đường kính nhỏ và tầng chiều cao trung bình.

Đa dạng loài ở mức trung bình đến cao, phân bố đồng đều, không có loài chiếm ưu thế tuyệt đối. Tầng cây tái sinh phong phú (6.100 cây/ha), phần lớn từ hạt, với sự tham gia mạnh của các loài bản địa như Dầu rái, Cò ke, Xoay, Bằng lăng ổi, Trâm mốc và Cám. Đáng chú ý, khu vực có 11 loài gỗ quý, hiếm và nguy cấp theo IUCN, Sách đỏ Việt Nam và Nghị định 84/2021/NĐ-CP, khẳng định giá trị bảo tồn cao.

Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho công tác khoanh nuôi xúc tiến tái sinh, bảo tồn loài ưu thế và phục hồi rừng TXN tại rừng phòng hộ Dầu Tiếng theo hướng bền vững.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và không có bất kỳ mâu thuẫn giữa các tác giả.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

- DARD (Department of Agriculture and Rural Development of Tay Ninh). (2024). Warning of extremely dangerous forest fire risk in the dry season of 2024. Retrieved April 12, 2025, from <https://vtv.vn/xa-hoi/tay-ninh-can-h-bao-chay-rung-o-cap-cuc-ky-nguy-hiem-2025021217203844.htm>.
- Do, V. T. (2019). *Silvicultural characteristics of poor natural forests on the different sites in Binh Thuan province* (Unpublished doctoral dissertation). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). *Global forest resources assessment 2020: Main report*. Rome, Italy: FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>.
- Fernando, E. (1998). *Forest formations and flora of the Philippines, handout in FBS 21*. College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines at Los Baños, Laguna, Philippines.
- Guarino, C., & Napolitano, F. (2006). Community habitats and biodiversity in the Taburno-Camposauro regional park. Woodland, rare species, endangered species and their conservation. *Journal of Silviculture and Forest Ecology* 3, 527-541. <https://doi.org/10.3832/efor0419-0030527>.
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services*. Bonn, Germany: IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>.

- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). (2025). The IUCN red list of threatened species. Retrieved September 12, 2025, from <https://www.iucnredlist.org/>.
- Lamprecht, H. (1989). *Silviculture in the tropics: Tropical forest ecosystems and their tree species - Possibilities and methods for their long-term utilization*. Eschborn, Germany: GTZ.
- Margalef, R. (1968). *Perspectives in ecological theory*. Chicago, USA: University of Chicago Press.
- MNRE (Ministry of Natural Resources and Environment). (2022). National biodiversity report 2022. Retrieved September 26, 2025, from <https://nbca.gov.vn/wp-content/uploads/2023/10/Bao-cao-da-dang-sinh-hoc-2022-Final.pdf>.
- Ngo, T. P., Phan, M. X., & Nguyen, M. C. (2023). Structural characteristics and tree species diversity of evergreen broad-leaved forests in Phuoc Binh national park, Ninh Thuan province. *Journal of Agriculture and Rural Development* 1, 71-81.
- Nguyen, T. T., Tran, Q. B., Rodríguez-Hernández, D. I., & Gliottone, I. (2021). Tree diversity and species composition of tropical dry forests in Vietnam's central highlands region. *Forestry Studies* 75(1), 80-103. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2021-0013>.
- Nguyen, V. H., Bui, H. Q., & Nguyen, V. Q. (2021). Tree species diversity and aboveground carbon stock in evergreen broad-leaved forests in Tuy Duc district, Dak Nong province. *Journal of Forestry Science and Technology* 1, 92-101.
- Nguyen, V. H., Le, H. V., Tran, Q. B., & Nguyen, T. L. (2020). Woody plant diversity and aboveground carbon stocks of (*Shorea roxburghii* G. Don) dominant forests in Tan Phu, Dong Nai province. *Journal of Forestry Science and Technology* 10, 66-76.
- Nguyen, V. H., Nguyen, V. Q., Nguyen, V. L., Phan, T. T., & Pham, C. T. (2023). Woody plant diversity and aboveground carbon stock of Dipterocarpus chartaceus-dominant forests in Binh Chau - Phuoc Buu nature reserve, South Vietnam. *Asian Journal of Forestry* 7(2), 115-125. <https://doi.org/10.13057/asianjfor/r070206>.
- Nguyen, V. L., To, T. T., Trinh, X. H., Le, T. C., Tong, P. T., & Nguyen, H. T. (2018). CO₂ sequestration potential of some forest types in national parks and biosphere reserves in Vietnam. *Journal of Forest Science* 2, 97-106.
- Nguyen, V. Q., Pham, V. D., Vu, M., Le, V. C., Nguyen, V. H., & Nguyen, H. H. (2025). Mechanisms for maintaining the diversity of woody plants in an Evergreen Broadleaved Forest on Con Dao Archipelago, Southern Vietnam. *Biology Bulletin of The Russian Academy of Sciences* 52, 58. <https://doi.org/10.1134/S1062359024611479>.
- Phan, M. X. (2019). *Tree species diversity in tropical evergreen moist closed forest of Binh Chau - Phuoc Buu natural reserve in Ba Ria - Vung Tau province* (Unpublished doctoral dissertation). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity*. London, UK: Wiley-Interscience.
- Richards, P. W. (1996). *The tropical rain forest: An ecological study* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shannon, C. E., & Wiener, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Illinois, USA: University of Illinois Press.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163, 688.
- Thai, V. T. (1978). *Forest vegetation of Vietnam (from an ecosystem perspective)*. Ha Noi, Vietnam: Science and Technology Publishing House.
- Tran, H. (2002). *Timber resources of Vietnam*. Ha Noi, Vietnam: Agricultural Publishing House.
- Tran, V. C., Nguyen, M. C., & Nguyen, T. M. H. (2024). Tree species diversity and aboveground carbon stock in the average natural broad-

- leaved evergreen forest (TXB) at the Nui Ong nature reserve, Binh Thuan province. *Forest and Environment* 120, 76-84.
- Vo, D. H., & Tran, V. C. (2009). *Initial research results on the restoration potential of evergreen broad-leaved natural forests after shifting cultivation in the Central Highlands*. Retrieved August 12, 2025, from <https://vafs.gov.vn/vn/ket-qua-nghien-cuu-buoc-dau-ve-kha-nang-phuc-hoi-rung-tu-nhien-la-rong-thuong-xanh-sau-nuong-ray-o-tay-nguyen/?utm>.
- Vo, V. C. (2004). *Common plant dictionary - Volume 2*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Science and Technology Publishing House.
- Vo, V. C. (2003). *Common plant dictionary - Volume 1*. Ho Chi Minh City, Vietnam: Science and Technology Publishing House.
- Vu, M. (2018). Study on the natural regeneration characteristics of woody species in Dipterocarpaceae-dominated communities in Cat Tien national park, Dong Nai province. *Journal of Tropical Science and Technology* 15(6), 25-33.
- WB (World Bank). (2019). *Vietnam - Country forest note*. Washington DC, USA: World Bank. Retrieved August 20, 2025, from <http://hdl.handle.net/10986/32550>.