

Đặc điểm cấu trúc và đa dạng thực vật thân gỗ các trạng thái rừng tự nhiên trên núi đá vôi tại Khu Bảo tồn Thiên nhiên Đất ngập nước Vân Long, tỉnh Ninh Bình
 Bùi Thị Vân¹, Cao Thị Thu Hiền^{1*}, Vũ Tiến Hưng¹, Phạm Thế Anh¹, Nguyễn Văn Linh²

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Khu Bảo tồn Thiên nhiên Đất ngập nước Vân Long

Structural characteristics of some states of natural forests on limestone mountains in Van Long Wetland Nature Reserve, Ninh Binh province

Bui Thi Van¹, Cao Thi Thu Hien^{1*}, Vu Tien Hung¹, Pham The Anh¹, Nguyen Van Linh²

¹Vietnam National University of Forestry

²Van Long Wetland Nature Reserve

*Corresponding author: hienctt@vnuf.edu.vn

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.1.2026.089-098>

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện tại Khu Bảo tồn Thiên nhiên Đất ngập nước Vân Long, nhằm đánh giá đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài của kiểu rừng kín thường xanh mưa mùa nhiệt đới trên núi đá vôi. Trên cơ sở dữ liệu từ 90 ô tiêu chuẩn điển hình rừng được phân chia thành 4 trạng thái theo trữ lượng (theo Thông tư số 33 năm 2018 và Thông tư 16 năm 2023 của Bộ Nông nghiệp và PTNT): rừng trung bình, rừng nghèo, rừng nghèo kiệt và rừng chưa có trữ lượng. Kết quả nghiên cứu cho thấy trữ lượng rừng biến thiên mạnh, dao động từ 3,6 đến 177,4 m³/ha. Số loài cây gỗ ghi nhận từ 26 đến 102 loài, trong đó Săng nhung và Re là những loài có chỉ số tổ thành IV% cao nhất. Phân bố N/D_{1.3} và N/H_{VN} không tuân theo quy luật Meyer hay Weibull, phản ánh trạng thái rừng suy thoái, mật độ cao nhưng kích thước cây nhỏ, đang trong giai đoạn phục hồi sau tác động. Chỉ số đa dạng Shannon – Wiener dao động từ 1,82 đến 3,88 và Simpson từ 0,5 đến 0,93. Mặc dù mật độ tái sinh tự nhiên tương đối cao, đặc biệt là các loài Ruối ô rô, Thị rừng và Mạy tèo, nhưng chất lượng cây tái sinh còn hạn chế với tỷ lệ cây triển vọng chỉ chiếm 10,5 - 17,0%. Nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học quan trọng cho công tác quản lý, bảo tồn và phục hồi hệ sinh thái rừng núi đá vôi tại khu vực.

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 27/08/2025

Ngày phản biện: 17/10/2025

Ngày quyết định đăng: 26/11/2025

Từ khóa:

Cấu trúc rừng, đa dạng loài, rừng núi đá vôi, tái sinh tự nhiên, Vân Long.

ABSTRACT

This study was conducted in Van Long Wetland Nature Reserve to evaluate the structural characteristics and species diversity of tropical seasonal evergreen closed forests on limestone mountains. Based on data from 90 typical sample plots, the forest was classified into four states according to timber volume (pursuant to Circulars No. 33/2018 and 16/2023/TT-BNNPTNT): the medium, poor, exhausted, and non-volume forests. The results showed a wide variation in forest volume, ranging from 3.6 to 177.4 m³/ha. The number of woody species recorded in the canopy layer ranged from 26 to 102, with *Sterculia pexa* and *Cinnamomum* spp. exhibiting the highest Importance Value Index (IVI%). The distribution of trees by diameter (N/D_{1.3}) and height (N/H) did not follow Meyer or Weibull distributions, reflecting a degraded forest state in the recovery phase, characterized by high density but small individual sizes. Plant diversity was represented by Shannon-Wiener indices from 1.82 to 3.88 and Simpson indices from 0.5 to 0.93. Regenerational regeneration density was relatively high, particularly for species such as *Streblus ilicifolius*, *Diospyros* spp., and *Streblus macrophyllus*, the quality of regeneration remained limited, with prospective trees accounting for only 10.5 - 17.0%. These findings provide a scientific basis for the management and conservation of limestone forest ecosystems in Van Long Wetland Nature Reserve.

Keywords:

Forest structure, limestone forest, natural regeneration, species diversity, Van Long Nature Resrve.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thảm thực vật trên núi đá vôi là hệ sinh thái đặc thù, có điều kiện sinh thái khắc nghiệt và rất nhạy cảm do nền đất mỏng, nghèo dinh dưỡng, địa hình dốc đứng, khả năng giữ nước kém và thường xuyên bị chia cắt [1]. Do đó, mọi tác động đến hệ sinh thái này đều gây ra những biến động và khi đã bị suy thoái thì rất khó phục hồi. Tuy nhiên, loại thảm thực vật này thường có tiềm năng đa dạng sinh học cao, là nơi phân bố của nhiều loài thực vật quý hiếm, trong đó có không ít loài đặc hữu, đóng vai trò quan trọng trong bảo tồn đa dạng sinh học. Bên cạnh đó, những vùng này thường có phong cảnh đẹp, tài nguyên phong phú, hệ sinh thái, môi trường cũng như các đặc điểm địa chất - địa mạo đa dạng... Hiện nay, các hoạt động hướng tới phát triển bền vững và bảo tồn các vùng đá vôi ở Việt Nam còn gặp nhiều khó khăn do những mâu thuẫn về lợi ích đến từ nhiều phía. Do áp lực khai thác gỗ, lấy chất đốt, chăn thả gia súc và mở rộng đất canh tác... Công cuộc phát triển kinh tế - xã hội ở đây mới chỉ chú trọng đến tăng trưởng kinh tế từ hoạt động du lịch mà chưa chú ý đến bảo vệ thảm thực vật tự nhiên... [2]. Ngày nay, khi bảo tồn thiên nhiên và bảo vệ môi trường đang ngày càng trở nên quan trọng thì các vùng đá vôi chính là một cơ hội, đồng thời cũng là một thách thức lớn, để có thể đạt đến một sự hài hòa cả về phát triển lẫn bảo tồn [3]. Vì vậy, nghiên cứu thảm thực vật trên núi đá vôi mang một ý nghĩa khoa học quan trọng.

Khu Bảo tồn Thiên nhiên (BTTN) Đất ngập nước Vân Long, tỉnh Ninh Bình là khu Ramsar của thế giới. Được thành lập năm 2001, không chỉ nổi tiếng là vùng đất ngập nước nội địa lớn nhất Đồng bằng Bắc Bộ mà còn có diện tích núi đá vôi rộng lớn, là nơi sinh sống của nhiều loài động thực vật quý hiếm [4]. Rừng trên núi đá vôi tại đây có vai trò quan trọng trong việc duy trì cân bằng sinh thái, bảo vệ nguồn nước và góp phần phát triển du lịch sinh thái, nghiên cứu khoa học. Đây là khu vực có nhiều sinh cảnh đa dạng, đặc biệt có các khối núi đá vôi xen lẫn các vùng đất ngập nước. Chính sự biệt lập địa lý đã tạo nên tính đặc hữu và đa dạng riêng biệt cho vùng núi đá vôi này. Tuy nhiên hiện nay, quá trình khoanh nuôi các diện tích rừng thứ sinh nghèo, rừng phục hồi tại đây chủ

yếu chỉ mới dừng lại ở việc để cho rừng phục hồi tự nhiên mà chưa có các biện pháp kỹ thuật tác động tích cực để đẩy nhanh tốc độ phục hồi rừng [5]. Mặt khác, các nghiên cứu về cấu trúc rừng tự nhiên trên núi đá vôi ở Vân Long còn hạn chế, chưa phản ánh đầy đủ sự khác biệt giữa các trạng thái rừng, chưa có những đề tài nghiên cứu mang tính định lượng về đặc điểm cấu trúc rừng. Vì vậy, bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc tầng cây cao, một số chỉ số đa dạng sinh học và đặc điểm tầng cây tái sinh đối với các trạng thái rừng tại khu vực nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp luận cứ khoa học phục vụ công tác bảo tồn, quản lý và phát triển rừng, góp phần nâng cao giá trị sinh thái và kinh tế - xã hội của khu vực, đồng thời là cơ sở quan trọng đề xuất các giải pháp phục hồi rừng theo hướng bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Đối tượng nghiên cứu là quần xã thực vật rừng kín thường xanh mưa mùa nhiệt đới, thuộc Khu BTTN Đất ngập nước Vân Long. Trạng thái thảm thực vật của khu vực chủ yếu là rừng thứ sinh trên núi đá vôi đã qua tác động mạnh và rừng phục hồi sau khai thác kiệt. Trong đó khu vực bằng phẳng nhất tập trung nhiều ở phía Tây Bắc và 1 phần phía Đông Bắc [5].

Dựa vào bản đồ trạng thái rừng và các thông tin khảo sát sơ bộ của khu bảo tồn về trạng thái thảm thực vật và địa hình, nghiên cứu lựa chọn các vị trí để lập ô tiêu chuẩn (OTC) ngẫu nhiên điển hình, có tính đại diện cao cho các trạng thái rừng trên núi đá vôi ở khu vực Vân Long. Rừng tự nhiên ở Khu BTTN Vân Long được phân bố tập trung 03 khu vực: Phía Tây Bắc – phía Đông Bắc và 1 phần phía Nam. Ngoài ra, các thảm thực vật rời rạc tập trung ở khu vực 04 đỉnh núi Ba Chon (426 m), Đồng Quyển (328 m), Mèo Cào (206 m), Cô Tiên (116 m) của khu bảo tồn. Nghiên cứu tiến hành lập 90 ô tiêu chuẩn (OTC), diện tích mỗi OTC là 500 m² (25 m x 20 m). Trong đó: phía Tây Bắc (30 OTC); phía Đông Bắc (20 OTC); phía Nam (15 OTC) và núi Ba Chon (10 OTC), Đồng Quyển (6 OTC), Mèo Cào (3 OTC), Cô Tiên (6 OTC).

Trong mỗi OTC lập 05 ô dạng bản (ODB) ở các vị trí 4 góc và tâm OTC, mỗi ODB có diện

tích 25 m² (5 m x 5 m). Các số liệu điều tra tầng cây cao thu thập trong OTC bao gồm: Điều tra toàn bộ các cây có đường kính ngang ngực từ 6 cm trở lên; xác định tên loài (đối với những loài không biết tên, tiến hành thu mẫu vật theo đúng quy định. Việc giám định mẫu vật và phân loại thực vật được sự hỗ trợ của các chuyên gia về phân loại thực vật của Trường Đại học Lâm nghiệp). Đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng gồm đường kính tại vị trí 1,3 m (D_{1.3}); chiều cao vút ngọn (H_{VN}); đường kính tán (D_t). Các số liệu điều tra lớp cây tái sinh thu thập trong ODB bao gồm: Đánh dấu toàn bộ các cây có đường kính ngang ngực từ 6 cm trở xuống; xác định tên loài, nguồn gốc tái sinh, đo chiều cao vút ngọn (H_{VN}) và phân loại phẩm chất cây tái sinh theo ba cấp: tốt, trung bình, xấu.

Nghiên cứu kế thừa số liệu về diện tích và một số thông tin về trạng thái thảm thực vật, địa hình của khu vực trong phương án quản lý bền vững rừng Đặc dụng Vân Long, Sở NN&PTNT tỉnh Ninh Bình (2023) [5].

2.2. Phương pháp xử lý số liệu

2.2.1. Đối với tầng cây gỗ lớn

a) Các chỉ tiêu điều tra lâm phần

Bao gồm: Mật độ (N), đường kính bình quân ($\bar{D}_{1.3}$), chiều cao bình quân ($\bar{H}_{VN}$), tổng tiết diện ngang (G) và trữ lượng (M).

b) Chỉ số quan trọng loài cây gỗ

Chỉ số quan trọng IV (Important Value Index) của Daniel Marmillod được sử dụng để xác định công thức tổ thành.

$$IV_i\% = \frac{N_i(\%) + G_i(\%)}{2} \quad (2.1)$$

Trong đó:

IV_i: chỉ số quan trọng (Important Value) của loài i;

N_i%: tỷ lệ phần trăm số cây của loài i trong QXTV rừng;

G_i%: tỷ lệ phần trăm tiết diện ngang của loài i trong QXTV rừng.

Theo Daniel Marmillod, loài cây nào có IV > 5% là loài có ý nghĩa về mặt sinh thái. Theo Thái Văn Trùng (1978), nhóm dưới 10 loài cây có tổng IV > 50% tổng cá thể tầng cây cao thì chúng được coi là nhóm loài ưu thế (còn gọi là ưu hợp thực vật).

c) Một số quy luật kết cấu lâm phần

Những quy luật kết cấu lâm phần là quy luật phân bố số cây theo cỡ đường kính (N/D) và

phân bố số cây theo cỡ chiều cao (N/H). Các mô hình lý thuyết là phân bố giảm dạng hàm Meyer, phân bố khoảng cách và phân bố Weibull được lựa chọn để mô tả các phân bố thực nghiệm. [6]

d) Các chỉ số đa dạng loài cây gỗ [7]

*Chỉ số phong phú loài Menhinick: chỉ số này được Menhinick đưa ra năm 1964 dưới dạng:

$$M = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2.2)$$

Trong đó:

S: số loài trong mẫu;

n: tổng số cá thể trong ô tiêu chuẩn.

*Mức độ đa dạng loài Shannon – Wiener (H): Hàm số này được Shannon - Wiener đưa ra năm 1949 dưới dạng:

$$H = -\sum[(p_i) \times \log(p_i)] \quad (2.3)$$

Trong đó:

p_i: tổ thành của loài i;

p_i = n_i/N;

n_i là số lượng cá thể của loài i;

N là tổng số cá thể trong quần xã.

*Chỉ số ưu thế Simpson (D)

Chỉ số Simpson được sử dụng sớm nhất vào năm 1949, khi n có số lượng không quá lớn so với ni thì sử dụng công thức:

$$D = 1 - \sum \frac{n_i}{n} \left(\frac{n_i - 1}{n - 1} \right) \quad (2.4)$$

Trong đó:

n: số cá thể trong quần xã;

n_i: số cá thể trong loài i;

s: số loài trong quần xã

*Độ đa dạng kích thước loài (Δ) theo Vũ Tiến Hình, được tính theo công thức:

$$\Delta = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{min}} \quad (2.5)$$

Trong đó: L_{max} là kích thước lớn nhất của loài trong mẫu nghiên cứu; L_{min} là kích thước nhỏ nhất của loài đó.

*Chỉ số Margalef (d): Chỉ số này được sử dụng để xác định tính đa dạng hay độ phong phú về loài. Công thức tính như sau:

$$d = \frac{S - 1}{\log N} \quad (2.6)$$

Trong đó:

d: chỉ số đa dạng Margalef;

S: tổng số loài trong mẫu;

N: tổng số lượng cá thể

2.2.2. Đối với lớp cây tái sinh

- Tổ thành cây tái sinh [8]

Xác định tỷ lệ tổ thành của từng loài được tính theo công thức:

$$Ki = \frac{ni}{\sum_{i=1}^m ni} \cdot 10 \quad (2.7)$$

Trong đó:

ni: số lượng cá thể loài thứ i;

Ki ≥ 0,5 thì loài đó được tham gia vào công thức tổ thành;

Ki < 0,5 thì loài đó không được tham gia vào công thức tổ thành.

- Mật độ cây tái sinh là chỉ tiêu biểu thị số lượng cây tái sinh trên một đơn vị diện tích, được xác định theo công thức:

$$N/ha = \frac{10.000 \times n}{S} \quad (2.8)$$

Trong đó:

N: tổng số cây tái sinh điều tra được ở các ODB;

S: tổng diện tích ODB (m²).

- Phân bố cây tái sinh theo cấp chiều cao: Thống kê số lượng cây tái sinh theo 4 cấp chiều cao: cấp 1 : < 1 m; cấp 2: từ 1-2 m; cấp 3 : III từ 2-3 m ; cấp IV : > 3 m. Trên cơ sở đó những cây tái sinh nào có chiều cao lớn hơn chiều cao lớp cây bụi thảm tươi có sinh trưởng từ trung bình đến tốt được coi là cây tái sinh có triển vọng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân loại trạng thái hiện tại của rừng trên núi đá vôi ở khu vực Vân Long

3.1.1. Khái quát đặc điểm các trạng thái rừng

Kết quả thống kê diện tích các trạng thái rừng (theo quy định của Thông tư số 33/2018 và Thông tư số 16/2023/TT-BNNPTNT) tại Khu BTTN Đất ngập nước Vân Long thể hiện tại Bảng 1.

Bảng 1. Hiện trạng các trạng thái rừng khu vực nghiên cứu

TT	Kí hiệu	Tên trạng thái	Trữ lượng M (m ³ /ha)	Tổng diện tích (ha)	Tổng số OTC
1	TXB	Rừng gỗ tự nhiên núi đá LRTX TB	104,8 - 177,4	42,4	7
2	TXN	Rừng gỗ tự nhiên núi đá LRTX nghèo	51,9 - 98,0	317,4	18
3	TXK	Rừng gỗ tự nhiên núi đá LRTX nghèo kiệt	14,3 - 49,1	1.405,7	59
4	TXP	Rừng gỗ tự nhiên núi đá LRTX chưa có trữ lượng	3,6 - 5,8	158,7	6
Tổng				1.924,2	

Nguồn: Số liệu về diện tích được kế thừa từ phương án QLRBV của Khu BTTN Vân Long [5].

Kết quả Bảng 1 cho thấy, hệ sinh thái rừng tự nhiên núi đá vôi ở Khu BTTN Đất ngập nước Vân Long có tổng 1.924,2 ha và phân thành 4 cấp trữ lượng, trong đó:

(1) Trạng thái rừng trung bình (TXB): Có diện tích 42,4 ha diện tích phân bố tập trung ở phía Đông Bắc Vân Long và một phần rải rác phía Tây Nam. Trữ lượng trung bình dao động từ 104,8 - 177,4 m³/ha phân bố trên những dãy núi đá vôi rộng lớn. Tuy nhiên, đây là phần diện tích chiếm tỷ lệ thấp khoảng 2,2% tổng diện tích rừng tự nhiên của khu vực nghiên cứu. Trạng thái này có 07 OTC nghiên cứu

(2) Trạng thái rừng nghèo (TXN): Chiếm khoảng 16,5% tổng diện tích rừng tự nhiên của Khu BTTN Vân Long. Trạng thái này nằm chủ yếu trong vùng phục hồi sinh thái, tổng diện tích 317,4 ha, phân bố gần khu dân cư Vườn Thị và phía Tây Bắc của Vân Long với nhiều mảnh

rời rạc. Với trữ lượng bình quân từ 51,9 – 98,0 m³/ha và thảm thực vật đang trong giai đoạn phục hồi và phát triển mạnh. Trạng thái này có 18 OTC nghiên cứu.

(3) Trạng thái rừng nghèo kiệt (TXK): Có diện tích lớn nhất 1.144,17 ha (chiếm 73,1% tổng diện tích rừng tự nhiên của khu vực) đây là các trạng thái rừng thứ sinh trên núi đá vôi đã qua tác động mạnh, chủ yếu nằm ở phía Tây Bắc và một phần nhỏ phía Nam khu bảo tồn, trữ lượng trung bình thấp và dao động trong khoảng 14,3 - 49,1 m³/ha, tổng số có 59 OTC thực hiện nghiên cứu cho trạng thái rừng này.

(4) Trạng thái rừng chưa có trữ lượng (TXP): Thực vật phân bố ở trạng thái này là quần lạc cây bụi, cây gỗ rải rác trên núi đá vôi. Với số lượng cây gỗ ít nên trữ lượng trung bình rất thấp và dao động trong khoảng 3,6 - 5,8 m³/ha, với tổng diện tích 158,7ha (chiếm 8,2%). Trạng

thái này có 06 OTC nghiên cứu

Nhận xét chung: Có thể thấy rằng phân chia trạng thái rừng theo trữ lượng có sự khác biệt nhau rất lớn về diện tích. Hầu hết rừng trong khu vực nghiên cứu là rừng nghèo, đã có thời gian dài chịu sự tác động của con người và các yếu tố môi trường, nên trữ lượng thấp và rất thấp. Kết quả điều tra, đánh giá cho thấy 100% hiện trạng rừng tự nhiên núi đá của khu vực này là rừng cây gỗ và trữ lượng rừng hiện tại ở mức thấp. Do hầu hết trạng thái rừng tự nhiên trong khu bảo tồn là rừng nghèo kiệt trên núi đá vôi

và đã trải qua thời kỳ khai thác mạnh. Diện tích rừng mới được đưa vào bảo vệ từ năm 2001 (sau khi có Quyết định thành lập Khu BTTN cho đến nay). Mặt khác, điều kiện địa hình khó khăn nên công tác phục hồi rừng dựa vào tự nhiên, chưa phát huy nhiều tác dụng và trữ lượng rừng chưa được cải thiện nâng cao.

3.1.2. Các đặc trưng của một số nhân tố điều tra lâm phần

Kết quả tính toán các chỉ tiêu của một số nhân tố điều tra lâm phần được tổng hợp trong Bảng 2.

Bảng 2. Thống kê các đặc trưng của một số nhân tố điều tra lâm phần

Kí hiệu trạng thái	Tổng số OTC	N (cây/ha)	Số loài	$\bar{D}_{1.3}$ (cm)	$\bar{H}_{vn}$ (m)	$\bar{G}$ (m ² /ha)	$\bar{M}$ (m ³ /ha)
TXB	7	540 - 1160	54	15,7	8,9	23,5	130,3
TXN	18	400 - 1460	75	12,6	8,3	15,1	73,2
TXK	59	160 - 1340	102	11,2	7,6	6,5	30,0
TXP	6	80 - 360	26	6,2	5,1	2,8	4,2

Mật độ cây (N) trên các OTC biến động rất lớn qua các trạng thái rừng, từ 80 cây/ha (trạng thái TXP) đến 1460 cây/ha (TXN), mật độ cây trung bình cao nhất ở trạng thái rừng TXB là 900 cây/ha và dao động giữa các OTC từ 540-1160 cây/ha, trạng thái rừng chưa có trữ lượng mật độ cây rất thấp dao động từ 80-360 cây/ha. Đường kính trung bình giữa các trạng thái dao động từ 6,2 cm đến 15,7 cm, chiều cao vút ngọn trung bình có sự biến động lớn giữa các trạng thái rừng và nằm trong khoảng từ 5,1 m đến 8,9 m, tổng tiết diện ngang trung bình lâm phần từ 2,8 m²/ha đến 23,5 m²/ha và trữ lượng bình quân biến động từ 4,2 m³/ha đến 130,3 m³/ha. Trong đó, trạng thái rừng TXP trữ lượng rất thấp chỉ đạt trung bình 4,2 m³/ha. Số loài cây trung bình ở các trạng thái rừng có sự thay đổi

rõ rệt, ở trạng thái rừng nghèo kiệt có số loài cây nhiều nhất với 102 loài, và ít loài nhất ở trạng thái rừng chưa có trữ lượng với 26 loài cây. Điều này phần nào cho thấy rừng tự nhiên trên núi đá vôi ở khu vực nghiên cứu mang những đặc điểm chung về trữ lượng đối với các trạng thái rừng tự nhiên trên núi đá vôi của Việt Nam. Hầu hết là các trạng thái rừng đã qua quá trình khai thác cạn kiệt và khả năng phục hồi kém do địa hình địa thế và tính chất sinh thái. Rừng nghèo và nghèo kiệt chiếm tỷ lệ cao và không có rừng giàu về trữ lượng trong khu vực nghiên cứu.

3.2. Đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài của tầng cây gỗ lớn

3.2.1. Tổ thành thực vật

Bảng 3. Công thức tổ thành của tầng cây gỗ lớn

Trạng thái	Tổng OTC	Mật độ (cây/ha)	Số loài	Số loài tham gia CTTT	Công thức tổ thành chung
TXB	7	540 - 1160	54	5	1,44 SN + 1,27 R + 0,96 Tr + 0,64 M + 0,53 LM + 5,16 LK
TXN	18	400 - 1460	75	6	1,85 SN + 1,14 MT + 0,93 R + 0,68 S + 0,57 Tr + 0,53 RD + 4,30 LK
TXK	59	160 - 1340	102	8	1,54 SN + 1,21 R + 0,83 MT + 0,67 LM + 0,65 TR + 0,55 XR + 0,51 ROR + 0,51 D + 3,00 LK
TXP	6	80 - 360	26	-	-

Ghi chú: SN: Săng nhung R: Re Tr: Trâm M: Muồng LM: Lòng mang MT: Mạy tèo
S: Sung TR: Thị rừng RD: Rà đẹt XR: Xoài rừng ROR: Ruối ô rô D: Dướng
LK: Loài khác

***Về số loài tham gia công thức tổ thành (CTTT)**

Tổng số các loài ở tầng cây gỗ lớn dao động từ 26-102 loài giữa các trạng thái rừng (tính trung bình cho các trạng thái rừng), trong đó: Trạng thái TXK có số loài cao nhất (102 loài) và mật độ dao động rộng (160–1340 cây/ha), phản ánh tính đa dạng và phức tạp cao của cấu trúc rừng. Trạng thái TXB có 5 loài tham gia vào công thức tổ thành gồm: Sảng nhung, Re, Trâm, Muồng và Lòng mang. Tổng chỉ số IV% của 5 loài chính là 48,2%, riêng 2 loài đứng đầu công thức tổ thành là Sảng nhung và Re có tổng chỉ số IV% chiếm 27,1%. TXK có 8 loài tham gia CTTT, cao nhất trong bốn trạng thái, phản ánh sự phân bố ưu thế tương đối đồng đều giữa các loài chính. Sảng nhung là loài cây có mặt ở tất cả các trạng thái rừng với hệ số CTTT là lớn nhất.

TXN có tổng số 75 loài và có 06 loài ưu thế và tham gia vào CTTT đó là các loài: Sảng nhung, Mạy tèo, Re, Sung, Trâm, Rà đẹt với tổng số IV% của loài chính chiếm 56,97%. TXB có 54 loài với mật độ trung bình (540–1160 cây/ha). TXP có số loài và mật độ trung bình thấp nhất (26 loài; 80–360 cây/ha), cho thấy mức độ suy giảm đa dạng và thưa tán rõ rệt. TXP không có số liệu về CTTT, có thể do cấu trúc tầng cây gỗ chưa rõ rệt hoặc ít loài đạt tiêu chuẩn tham gia.

***Về loài ưu thế trong CTTT**

Sảng nhung (*Sterculia lanceolata* Cavan) và Re (*Neocinnamomum delavayi* (Lecomte) H.Liu) xuất hiện ở cả ba trạng thái có số liệu CTTT,

chiếm tỷ lệ cao (11,42–18,5%). Một số loài khác thường gặp: Mạy tèo, Lòng mang, Trâm, Sung. Tỷ lệ “Loài khác” khá lớn (29,99–51,6%), cho thấy sự đa dạng và không tập trung tuyệt đối vào vài loài. Thành phần loài và tỷ lệ tổ thành của mỗi loài trong hai trạng thái rừng có sự khác nhau và ít loài cây có giá trị về mặt kinh tế và các loài này có số lượng không đủ tham gia công thức tổ thành.

Kết quả tại Bảng 3 cho thấy, tổng số loài cây gỗ trong tầng cây cao xuất hiện trong các trạng thái biến động nhiều, trong đó có từ 5 đến 8 loài cây tham gia vào công thức tổ thành. Mặt khác, trong cả 3 trạng thái nghiên cứu thì Sảng nhung và Re là các loài có chỉ số quan trọng IV% cao nhất, các loài này có tổng chỉ số quan trọng IV% từ 27,1% (TXP) đến 27,5% (TXK) và 29,92% (TXN). Như vậy có thể nhận thấy xu hướng hình thành lên ưu hợp thực vật tại khu vực nghiên cứu với các loài ưu thế là Sảng nhung và Re. Trạng thái TXK và TXN có cấu trúc ổn định hơn, nhiều loài ưu thế và tỷ lệ loài khác cao cho tiềm năng bảo tồn và phục hồi tốt. TXB ở mức trung gian về đa dạng loài và mật độ. TXP có cấu trúc nghèo, cần ưu tiên phục hồi và khoanh nuôi để tăng số loài và mật độ.

3.2.2. So sánh mức độ đa dạng loài cây gỗ của các trạng thái rừng

Các chỉ số đa dạng loài cây gỗ tính trung bình cho các OTC cho từng chỉ số đa dạng của từng trạng thái rừng được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Chỉ số đa dạng sinh học loài cây gỗ trong các trạng thái rừng

Chỉ số	Trạng thái			
	TXB	TXN	TXK	TXP
Số loài	54	75	102	26
Chỉ số phong phú loài Menhinick	1,87	2,95	3,66	1,03
Mức độ đa dạng loài (Shannon – Wiener) (H)	2,35	2,74	3,88	1,82
Chỉ số ưu thế Simpson (D)	0,72	0,88	0,93	0,5
Vũ Tiến Hình (kích thước loài) (Δ)	2,12	1,04	0,96	0,34
Chỉ số Margalef (d)	6,12	6,38	7,88	4,74

Về số loài và chỉ số phong phú loài: Trạng thái rừng TXK trung bình có 102 loài và chỉ số phong phú loài Menhinick lớn nhất (3,66), cho thấy đây là trạng thái rừng có tính đa dạng và phong phú loài cao nhất. Trạng thái TXN đứng

thứ hai (75 loài; Menhinick 2,75), TXB đứng thứ ba (54 loài; 1,87). Trạng thái TXP có số loài và giá trị Menhinick thấp nhất (26 loài; 1,03), phản ánh sự nghèo nàn về thành phần loài ở trạng thái này.

Về mức độ đa dạng loài (H – Shannon-Wiener): Giá trị H cao nhất ở TXK (3,88), tiếp theo là TXN (2,74), TXB (2,35) và thấp nhất ở TXP (1,82). Chỉ số $H \geq 3$ cho thấy TXK có đa dạng loài cao; trong khi đó trạng thái TXB và TXN chỉ đạt mức đa dạng thấp – trung bình. Trạng thái TXP có giá trị $H < 2$ thể hiện mức độ đa dạng thấp (ít loài, hoặc một số loài chiếm ưu thế lớn).

Về chỉ số ưu thế Simpson (D): TXK có $D = 0,93$, nghĩa là tính đồng đều loài cao và không có loài nào chiếm ưu thế tuyệt đối. TXP có D thấp nhất (0,5), phản ánh sự áp đảo của một số loài chịu sáng mọc nhanh.

Về chỉ số Vũ Tiến Hành (Δ – kích thước loài): TXB có $\Delta = 2,12$ cao nhất, cho thấy sự khác biệt kích thước giữa các loài khá lớn. TXK và TXN có Δ dưới 1,05, chứng tỏ cấu trúc kích thước tương đối đồng đều. TXP rất thấp (0,34) phản ánh cấu trúc đơn giản, chủ yếu cây kích thước nhỏ.

Về chỉ số Margalef (d – phong phú loài): TXK có d cao nhất (7,88), tiếp theo là TXN (6,38),

TXB (6,12) và TXP (4,74). Giá trị này phù hợp với xu thế chung của số loài và chỉ số Menhinick.

Như vậy có thể thấy trạng thái rừng TXK thể hiện rõ nhất tính đa dạng sinh học cao, cấu trúc loài đồng đều và ổn định, đây là trạng thái rừng có giá trị bảo tồn về số loài cao nhất. TXN và TXB ở mức trung bình, trong khi TXP có đa dạng loài thấp, cấu trúc đơn giản, cần ưu tiên phục hồi và khoanh nuôi xúc tiến tái sinh. Qua đó có thể nhận thấy, khi tính đa dạng loài càng cao thì tính ưu thế số lượng cá thể loài càng giảm điều này hoàn toàn đúng trong cho cả 4 trạng thái rừng trong khu vực nghiên cứu có cây gỗ phân bố.

3.2.3. Quy luật phân bố số cây theo cỡ đường kính ($N/D_{1.3}$)

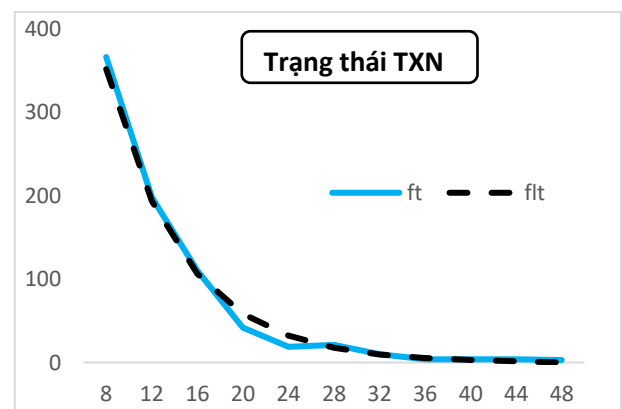
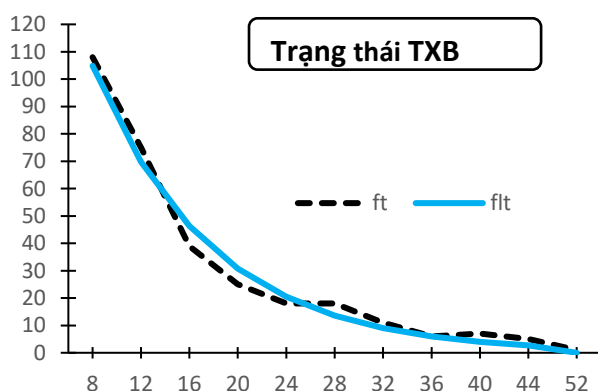
Phân bố $N/D_{1.3}$ được mô phỏng bằng phân bố giảm dạng hàm Meyer, phân bố khoảng cách và phân bố Weibull, kết quả đã lựa chọn được dạng phân bố phù hợp đó là phân bố Weibull.

Bảng 5. Kết quả mô phỏng phân bố thực nghiệm $N/D_{1.3}$ các trạng thái rừng theo hàm Weibull

Trạng thái	Các tham số		$\chi^2_{\text{tính}}$	$\chi^2_{05}(k)$	Kết luận
	α	λ			
TXB	1,013	0,102	10,88	14,07	H_0^+
TXN	1,068	0,150	12,20	14,07	H_0^+
TXK	1,01	0,589	6,76	5,99	H_0^-

Kết quả tính toán các tham số mô phỏng phân bố $N/D_{1.3}$ ở Bảng 5 cho thấy các dạng hàm Meyer và phân bố khoảng cách không thích hợp để mô phỏng phân bố $N/D_{1.3}$ cho cả 04 trạng thái rừng. Khi sử dụng hàm Weibull để mô

phỏng phân bố $N/D_{1.3}$ cho các trạng thái thì chỉ có trạng thái TXB và TXN cho kết quả chấp nhận giả thuyết H_0 nghĩa là phân bố thực nghiệm của 02 trạng thái có thể mô phỏng bằng phân bố Weibull.



Hình 1. Biểu đồ phân bố $N/D_{1.3}$ theo hàm Weibull

Hình 1 cho thấy, dạng hình phân bố thực nghiệm $N/D_{1.3}$ ở 02 trạng thái rừng là số lượng cây cực đại ở cỡ kính 6 -10 cm và giảm dần về các cỡ kính 18-24 cm rồi giảm mạnh khi các cỡ đường kính tiếp tục tăng lên. Trạng thái TXK có phân bố $N/D_{1.3}$ dạng răng cưa, không thể hiện

rõ quy luật, nghĩa là có giả thuyết H_0 bị bác bỏ, phân bố thực nghiệm $N/D_{1.3}$ của cả trạng thái rừng này không thể mô phỏng được bằng phân bố Weibull.

3.2.5. Quy luật phân bố số cây theo cỡ chiều cao N/H_{VN}

Bảng 6. Kết quả mô phỏng phân bố N/H_{VN} theo phân bố Weibull

Trạng thái	α	λ	χ^2_n	$\chi^2_{0.5}$	Kết luận	Hàm phân bố
TXB	2,4	0,008	36,88	12,59	H_0^-	Weibull
TXN	2,0	0,019	51,35	14,07	H_0^-	Weibull
TXK	2,1	0,014	45,59	14,07	H_0^-	Weibull

Kết quả Bảng 6 cho thấy ở tất cả các trạng thái rừng cả 3 hàm lý thuyết đều có giả thuyết H_0 bị bác bỏ, nghĩa là phân bố thực nghiệm N/H_{VN} của cả 3 trạng thái rừng nghiên cứu đều không thể mô phỏng được bằng phân bố Weibull. Như vậy, có thể thấy rằng cấu trúc rừng tại khu vực nghiên cứu đã bị tác động nhiều, phân bố thực nghiệm N/H_{VN} có dạng hai

hoặc nhiều đỉnh, chiều cao cực đại của các cây điều tra đạt được ở mức 17,5 m, số lượng lớn các cây có chiều cao đạt từ 6 m – 8 m, rất ít cây đạt chiều cao trên 15 m.

3.3. Đặc điểm tái sinh tự nhiên

3.3.1. Tổ thành cây tái sinh

Số loài cây tham gia vào công thức tổ thành được thể hiện qua Bảng 7.

Bảng 7. Tổ thành và mật độ cây tái sinh của các trạng thái rừng

Trạng thái	Số loài OTC	Số loài CTTT	Công thức tổ thành (loài cây ưu thế)	Mật độ cây tái sinh
TXB	42	7	1,52 ROR + 1,36 TR + 1,22 MT + 0,96 SN + 0,79 Tr + 0,77 MC + 0,69 Tra + 2,69 LK	1556 (cây/ha)
TXN	46	8	2,01 ROR + 1,18 TR + 1,16 MT + 0,83 S + 0,77 SN + 0,68 R + 0,62 CC + 0,58 Tra + 2,17 LK	1782 (cây/ha)
TXK	56	5	2,56 MT + 0,78 TR + 0,75 ROR + 0,72 Tr + 0,68 OR + 4,51 LK	1924 (cây/ha)
TXP	21	0	Dg, Ng, ROR, MCK, ODT	-

Ghi chú: ROR: Ruối ô rô

R: Re

MCK: Mé cò ke

TR: Thị rừng

MC: Mỏ chim cuống ngắn

ODT: Ô đước thường

MT: Mạy tèo

SN: Sảng nhung

Tra: Trần

OR: Ô rô

Tr: Trâm

Dg: Dương

LK: Loài khác

S: Sung

Ng: Ngái

Trong các trạng thái rừng số loài cây tái sinh dao động từ 21-56 loài, trong đó trạng thái TXB có 42 loài và TXN cùng có 46 loài xuất hiện, trạng thái TXK có số loài cây tái sinh là 56 loài và TXP trong đó có 5-8 loài tham gia vào công thức tổ thành. Trạng thái TXP không có loài ưu thế rõ rệt trong CTTT. Các loài cây tái sinh có số lượng ưu thế ở các trạng thái đại đa số là cây ưa sáng mọc nhanh và tương đối giống nhau tập trung

ở các loài cây bụi, cây gỗ nhỏ như: Ruối ô rô, Thị rừng, Mạy tèo. Trong khi đó, ở trạng thái TXP không có loài nào ưu thế rõ rệt tham gia vào CTTT là các loài như là Dương, Ngái, Ruối ô rô... Mật độ cây tái sinh giữa các trạng thái rừng có sự khác biệt, trạng thái TXK có số lượng cây tái sinh cao nhất với 1924 cây/ha; TXN có số lượng cây tái sinh cao thứ 2 là 1782 cây/ha; TXB có số lượng cây tái sinh thấp nhất 1556 cây/ha. Với

mật độ này, sự cạnh tranh về không gian sinh trưởng không quá cao giữa các cây tái sinh và sẽ đảm bảo cho quá trình tái sinh phục hồi rừng sau này.

3.3.2. Mật độ, chất lượng và nguồn gốc tái sinh

Kết quả nghiên cứu về mật độ, chất lượng và nguồn gốc cây tái sinh được tổng hợp ở Bảng 8.

Bảng 8. Mật độ, chất lượng và nguồn gốc cây tái sinh

TT	Phẩm chất	TXB		TXN		TXK	
		N	%	N	%	N	%
1	Tốt	287	18.4	221	12.4	317	16.5
2	Trung bình	724	46.5	862	48.4	655	34.0
3	Xấu	545	35.0	699	39.2	952	49.5
	<i>Tổng</i>	<i>1556</i>		<i>1782</i>		<i>1924</i>	
TT	Nguồn gốc						
1	Hạt	1275	81.9	1524	85.5	1535	79.8
2	Chồi	281	18.1	258	14.5	389	20.2
	<i>Tổng</i>	<i>1556</i>		<i>1782</i>		<i>1924</i>	

Trong cả 3 trạng thái rừng có cấu trúc, cây tái sinh có nguồn gốc từ hạt chiếm tỷ lệ khá cao, từ 79,8% - 85,5%, đây thường là các cây tái sinh có bộ rễ khỏe mạnh, thuận lợi cho việc hình thành tầng rừng chính trong tương lai. Ở cả 3 trạng thái nghiên cứu, tỷ lệ cây tái sinh có chất lượng xấu lại chiếm tỷ lệ cao, từ 39,2% - 49,5% so với tổng số cây, cây tái sinh có chất lượng trung bình chiếm tỉ lệ cao nhất, dao động từ 34,0% - 48,4% trong khi đó tỷ lệ cây tái sinh chất lượng tốt chỉ đạt từ 12,4% – 18,4%. Hầu hết các trạng

thái rừng đều là rừng thứ sinh đã qua tác động mạnh và khai thác kiệt trong khoảng thời gian dài, do đó chất lượng tầng cây gỗ cũng như cây tái sinh hầu hết còn lại ở mức trung bình và xấu. Như vậy, qua kết quả điều tra cây tái sinh cho thấy chất lượng cây tái sinh ở các trạng thái có thể đáp ứng được quá trình phục hồi rừng, đây là tiền đề quan trọng cho bước đệm trong quá trình thay thế lớp cây gỗ trong quá trình diễn thế tự nhiên.

3.3.3. Phân bố số cây tái sinh theo cấp chiều cao

Bảng 9. Thống kê số cây tái sinh theo cấp chiều cao

Trạng thái	Cấp chiều cao (cây/ha)				Tổng (cây/ha)
	I (< 1,0 m)	II (1,0 m – < 2,0 m)	III (2,0 m - < 3,0 m)	IV (≥ 3,0 m)	
TXB	694	455	284	123	1556
TXN	508	762	251	261	1782
TXK	903	677	207	137	1924

Từ số liệu ở Bảng 9 cho thấy, ở cả 3 trạng thái rừng mật độ cây tái sinh giảm dần theo cấp chiều cao. Mật độ tái sinh ở cấp chiều cao I đạt cao nhất, từ 508 cây/ha (TXN) - 903 cây/ha (TXK), giảm dần ở các cấp chiều cao và đạt thấp nhất ở cấp chiều cao IV, từ 123 cây/ha (TXB) – 261 cây/ha (TXN). Trên cơ sở kết quả điều tra về thành phần và đặc điểm cây bụi thảm tươi trong khu vực cho thấy: chiều cao bình quân của tầng cây bụi và thảm tươi đạt khoảng 1,8 m - 2 m, đặc trưng bởi các loài cây bụi như Mua,

Găng gai, Song gai, Chè vè, một số loài dương xỉ như: Tổ điều, Ráng đa túc và một số loại cỏ như: Cỏ tranh, Cỏ may, Lách... Thảm tươi có xu hướng chiếm ưu thế ở trạng thái rừng nghèo hoặc phục hồi, nơi tán cây gỗ chưa khép kín, ánh sáng lọt xuống nhiều.

Một số loài thảm tươi (cỏ tranh, lau lách) có khả năng lấn át cây tái sinh gỗ, khiến tiến trình phục hồi rừng chậm hơn. Như vậy, có thể xác định cây tái sinh triển vọng là các cây đạt chiều cao trên 2m, tương ứng với chiều cao từ cấp III

trở lên và không phải là cây sinh trưởng xấu. Căn cứ vào số liệu tính toán tại Bảng 9 cho thấy, mật độ cây tái sinh ở cấp chiều cao III và IV ở các trạng thái rừng lần lượt là 407 cây/ha, 512 cây/ha và 344 cây/ha. Nếu lấy tỷ lệ bình quân cây có phẩm chất trung bình và tốt cho cả 3 trạng thái là 58,8% so với tổng số các cây tái sinh ở cấp chiều cao III và IV (Bảng 9) thì tỷ lệ cây triển vọng đạt khoảng 10,5% - 17,0% so với tổng số cây tái sinh.

4. KẾT LUẬN

Kiểu rừng kín thường xanh mưa mùa nhiệt đới tại Khu BTTN Đất ngập nước Vân Long có trữ lượng thấp biến động từ 3,6 m³/ha đến 177,4 m³/ha, thuộc 04 loại: Rừng gỗ tự nhiên núi đá LRTX TB, Nghèo, Nghèo kiệt và Rừng chưa có trữ lượng. Trong khu vực nghiên cứu có tổng số các loài bắt gặp ở tầng cây gỗ lớn là 26-102 loài và biến động theo các trạng thái rừng, trong đó Sảng nhung và Re là các loài có chỉ số quan trọng IV% cao nhất trong công thức tổ thành của cả các trạng thái rừng nghiên cứu. Mặc dù thuộc chức năng rừng đặc dụng và được bảo vệ nghiêm ngặt nhưng quy luật kết cấu lâm phần gồm phân bố $N/D_{1.3}$ và N/H_{VN} tại các các trạng thái rừng đều không thể hiện rõ ràng, không mô phỏng được bằng các phân bố lý thuyết như phân bố Meyer hay Weibull với một số trạng thái. Các trạng thái rừng nghèo và nghèo kiệt có mật độ cao nhưng đường kính nhỏ, cho thấy rừng đang trong giai đoạn phục hồi sau can thiệp. Cấu trúc rừng phản ánh rõ ràng quá trình suy thoái kéo dài và khả năng phục hồi tự nhiên chậm của rừng trong khu vực nghiên cứu. Chỉ số đa dạng loài thực vật trong

khu vực nghiên cứu không cao so với kết quả nghiên cứu về đa dạng loài thực vật tại các khu vực lân cận, chỉ số Shannon-Wiener biến động từ 1,82 đến 3,88; chỉ số Simpson chỉ đạt từ 0,5 đến 0,93. Khả năng tái sinh của rừng chưa cao, đặc biệt là khả năng tái sinh của các loài ưu thế trong tầng cây cao còn rất thấp, các loài tái sinh ưu thế ở các trạng thái rừng đều có mặt Ruối ô rô, Thị rừng, Mạy tèo... Cây tái sinh triển vọng tỷ lệ từ 10,5% - 17,0%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Hữu Viên (2004). Cơ sở khoa học xây dựng các giải pháp quản lý bền vững rừng trên núi đá vôi ở Việt Nam. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- [2]. Bùi Thị Huyền & Đinh Thị Thuỳ Dung (2022). Đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên phục hồi trạng thái IIIA1, IIIA2 tại Vườn quốc gia Bến En, Thanh Hóa. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức. 59: 75-83.
- [3]. Viện Điều tra quy hoạch rừng (1999). Bảo vệ và phát triển bền vững rừng và đa dạng sinh học trên núi đá vôi của Việt Nam. NXB Hà Nội.
- [4]. Vũ Trung Tạng (2004). Đất ngập nước Vân Long và vai trò của nó trong việc bảo tồn đa dạng sinh học. NXB Hà Nội, Hà Nội. 225-229.
- [5]. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2023). Phương án quản lý bền vững rừng đặc dụng.
- [6]. Phạm Quý Văn & Cao Thị Thu Hiền (2018). Một số đặc điểm cấu trúc và đa dạng loài tầng cây cao của rừng tự nhiên trạng thái IIIA tại huyện An Lão, tỉnh Bình Định. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 1: 69-78.
- [7]. Nguyễn Minh Cảnh (2018). Đặc điểm cấu trúc và đa dạng thực vật thân gỗ của các trạng thái rừng tại khu Bảo tồn thiên nhiên Núi Ông, tỉnh Bình Thuận. Trường Đại học Nông Lâm – Thành phố Hồ Chí Minh.
- [8]. Cao Thu Hiền & Nguyễn Thúy Hồng (2019). Một số đặc điểm cấu trúc của rừng kín thường xanh mưa ẩm nhiệt đới núi đất tại Vườn quốc gia Pía Oắc - Pía Đén huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp. 5: 17-26.