

MÔ HÌNH HÓA PHÂN BỐ VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN LOÀI CHÈ CÁM (*Camellia furfuracea*) TẠI VƯỜN QUỐC GIA TÀ ĐÙNG, TỈNH ĐẮK NÔNG

Nguyễn Thị Thanh Hương¹, Nguyễn Thế Hiển¹, Nguyễn Đức Định¹, Ngô Thế Sơn¹,
Hồ Đình Bảo¹, Cao Thị Hoài¹, Phan Thị Hằng¹, Khương Thanh Long², Phạm Tuấn Anh³

¹Khoa Nông Lâm nghiệp, Trường Đại học Tây Nguyên

²Vườn Quốc Gia Tà Đùng, tỉnh Đắk Nông

³Sở Nông nghiệp & Phát triển nông thôn, tỉnh Đắk Nông

TÓM TẮT

Nghiên cứu tập trung vào việc mô hình hóa phân bố của loài Chè cám (*Camellia furfuracea*) tại Vườn Quốc gia Tà Đùng, tỉnh Đắk Nông, Việt Nam. Phương pháp mô hình phân bố loài Maxent được sử dụng để xác định các yếu tố môi trường chính ảnh hưởng đến sự phân bố của loài. Dữ liệu đầu vào bao gồm thông tin thực địa với 76 điểm phân bố của loài, các biến sinh khí hậu, biến địa hình (độ cao, độ dốc, hướng phơi), và dữ liệu thảm phủ rừng. Kết quả chỉ ra rằng biên độ nhiệt độ ngày (Bio02) là yếu tố quan trọng nhất, đóng góp 41% vào mô hình với mức độ quan trọng 85,3%; theo sau là thảm phủ rừng (mức đóng góp là 51,6% và mức độ quan trọng là 6,1%) và lượng mưa của quý lạnh nhất (Bio19) (mức đóng góp là 2,7% và mức độ quan trọng là 5,4%). Khu vực có khả năng phân bố rất cao tập trung quanh đỉnh Tà Đùng, nơi có nhiệt độ thấp và biên độ nhiệt ngày lớn. Mô hình đạt độ chính xác cao với giá trị AUC = 0,964. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở để bảo tồn và phát triển Chè cám tại khu vực Đắk Nông, đồng thời mở rộng áp dụng mô hình cho các loài quý hiếm khác trong tương lai.

Từ khóa: Mô hình phân bố loài, Chè cám (*Camellia furfuracea*), yếu tố ảnh hưởng, biến sinh khí hậu Bio, Maxent, AUC, Vườn Quốc gia Tà Đùng.

MODELING THE DISTRIBUTION AND FACTORS INFLUENCING *Camellia furfuracea* IN TA DUNG NATIONAL PARK, DAK NONG PROVINCE

Nguyen Thi Thanh Huong¹, Nguyen The Hien¹, Nguyen Duc Dinh¹, Ngo The Son¹, Ho Dinh Bao¹,
Cao Thi Hoai¹, Phan Thi Hang¹, Khuong Thanh Long², Pham Tuan Anh³

¹Faculty of Agriculture and Forestry, Tay Nguyen University

²Ta Dung National Park, Dak Nong Province

³Department of Agriculture and Rural Development, Dak Nong Province

ABSTRACT

This study focuses on modeling the distribution of the tea species (*Camellia furfuracea*) in Ta Dung National Park, Dak Nong province, Vietnam. The Maxent species distribution modeling method was used to identify the main environmental factors influencing the species' distribution. Input data included field information with 76 distribution points of the species, bioclimatic variables, topographic variables (altitude, slope, aspect), and land cover data. Results showed that the diurnal temperature range (Bio02) was the most important factor, contributing 41% to the model with an importance value of 85.3%; followed by forest cover (contribution of 51.6% and importance of 6.1%) and precipitation of the coldest quarter (Bio19) (contribution of 2.7% and importance of 5.4%). Areas with very high potential distribution are concentrated around the Ta Dung peak, where temperatures are low, and the diurnal temperature range is large. The model achieved high accuracy with an AUC value of 0.964. The research results provide a basis for the conservation and development of *Camellia furfuracea* in the Dak Nong region and can be extended to other rare species in the future.

Keywords: Species distribution model, *Camellia furfuracea*, affect factor, bioclimatic variables, maxent, AUC, Ta Dung National Park.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chi *Camellia* L., thuộc họ Chè (Theaceae), được biết đến là một trong những nhóm thực vật đa dạng nhất với hơn 300 loài đã được mô tả. Các loài trong chi này bao gồm cây chè, trà mi, hải đường, sớ và các loài cây bụi hoặc cây gỗ nhỏ thường xanh, phân bố rộng rãi ở các khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới châu Á. *Camellia* L. đóng vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực như sản xuất đồ uống (trà xanh, trà đen), y học, mỹ phẩm, sản xuất dầu béo, và trang trí cảnh quan. Đặc biệt, tại Nhật Bản, Trung Quốc và Việt Nam, trà đã trở thành biểu tượng văn hóa, được tôn vinh qua nghi lễ trà đạo. Nhờ vậy, chi này sớm trở thành đối tượng nghiên cứu với nhiều kết quả ứng dụng giá trị cao.

Theo Flora of China (quyển 12), các loài *Camellia* thường là cây bụi hoặc cây gỗ nhỏ thường xanh, có lá răng cưa và hoa mọc đơn độc ở nách lá hoặc thân. Cánh hoa thường có màu trắng, đỏ hoặc vàng, nhị hoa xếp nhiều lớp. Quả nang chứa hạt vỏ cứng là đặc điểm nổi bật của chi này. Sự đa dạng về cấu trúc và đặc điểm sinh sản giúp *Camellia* L. thích nghi với nhiều môi trường sống, từ vùng đất thấp đến các dãy núi cao (Tianlu Min & Bruce Bartholomew, 2007). Chi *Camellia* phân bố chủ yếu ở các nước nhiệt đới châu Á, các quốc gia nổi bật bao gồm Ấn Độ, Bhutan, Campuchia, Đài Loan (Trung Quốc), Indonesia, Hàn Quốc, Lào, Myanmar, Nhật Bản, Nepal, Philippines, Thái Lan, Triều Tiên, Trung Quốc và Việt Nam. Trung tâm phân bố chính là Nam Trung Quốc và Bắc Việt Nam. Theo WFO (2021), chi này có hơn 300 loài được mô tả, trong đó 250 loài được công nhận chính thức.

Tại tỉnh Đắk Nông, danh lục thực vật của Vườn Quốc gia (VQG) Tà Đùng ghi nhận 5 loài thuộc chi *Camellia*, bao gồm: Trà nhụy ngắn (*Camellia kissii*), Trà hoa cám (Chè cám - *Camellia furfuracea*), Trà hoa gân (*Camellia nervosa*), Trà

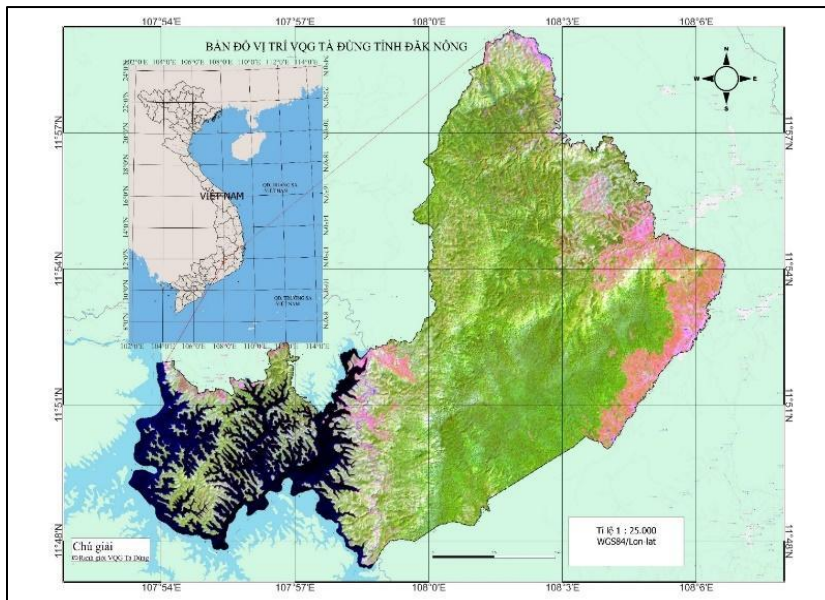
hoa tsai (*Camellia tsai*), và Trà hoa vàng Tà Đùng (*Camellia tadungensis*). Nghiên cứu gần đây của Nguyen và đồng tác giả (2024) về dịch chiết lá chè của 5 loài *Camellia* tại VQG Tà Đùng cho thấy Chè cám (*Camellia furfuracea*) có hàm lượng cao phenolic tổng số (TPC) và flavonoid tổng số (TFC), đặc biệt là nồng độ cao các hợp chất EGCG (epigallocatechin-3 - gallate), ChlA (chlorophyll-a) và caffeine. Những chất này có khả năng chống oxy hóa mạnh (DPPH, ABTS) và ức chế tyrosinase - tác nhân hình thành hắc tố da (Nguyen *et al.*, 2024). Kết quả này bước đầu cho thấy tiềm năng để phát triển loài chè này trong thực tiễn, do vậy việc xác định phân bố để tạo lập thông tin liên quan cho loài chè này là một việc làm cần thiết.

Mô hình hóa phân bố loài (Species Distribution Modelling - SDM) là một trong các công cụ sử dụng các thuật toán học máy để dự đoán sự phân bố hiện tại và tương lai của các loài trên không gian địa lý, dựa trên dữ liệu môi trường như nhiệt độ, lượng mưa, loại đất, độ cao... (Elith *et al.*, 2011). Các mô hình này được áp dụng trong sinh thái học, sinh học bảo tồn để hiểu các điều kiện môi trường ảnh hưởng đến sự phân bố loài và đưa ra dự báo về vùng phân bố tiềm năng, tác động của biến đổi khí hậu hoặc nguy cơ xâm lấn (Patrick Bell *et al.*, 2018). Trong số đó, Maxent là một trong những ứng dụng phổ biến cho SDM nhờ ưu điểm sử dụng dữ liệu điểm hiện diện, độ chính xác cao ngay cả với mẫu nhỏ, và khả năng tạo ra bản đồ không gian dễ hiểu (Elith *et al.*, 2011). Công cụ này hữu ích trong việc dự báo các điều kiện môi trường sống hiện tại và tương lai, hỗ trợ các nhà quản lý đưa ra chiến lược bảo tồn như phục hồi loài, di dời hoặc dự trữ để ứng phó với biến đổi khí hậu (Dubuis *et al.*, 2011; 2013).

Mục tiêu của nghiên cứu là mô hình hóa phân bố không gian và phát hiện những nhân tố chính ảnh hưởng đến sự phân bố của Chè cám (Tên latin: *Camellia furfuracea* (Merr.) Cohen-Stuart) nhằm hỗ trợ cho công tác bảo tồn và phát triển loài.

Nghiên cứu được thực hiện tại VQG Tà Đùng thuộc huyện Đắk Glong, tỉnh Đắk Nông thuộc khu vực sinh thái rừng mưa trên núi Nam Trường Sơn với diện tích hơn 20.000 ha, cách trung tâm thành phố Gia Nghĩa của tỉnh Đắk Nông khoảng 45 km

về phía Đông Nam. Hệ động thực vật đa dạng và phong phú với hơn 1.000 loài thực vật bậc cao đã được ghi nhận và là một phần của khu hệ chim Đà Lạt với hơn 200 loài chim và nhiều loài động vật quý hiếm khác (Dinerstein *et al.*, 2017).



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu tại VQG Tà Đùng

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Chuẩn bị và phát triển cơ sở dữ liệu

Các bản đồ liên quan thuộc VQG Tà Đùng như bản đồ hiện trạng rừng được xây dựng từ ảnh vệ tinh Sentinel 2 và Landsat 9 với thảm phủ rừng được phân loại như mô tả trong bảng 1; các dữ liệu không gian (bản đồ nền như bản đồ địa hình, sông suối, đường giao thông...), phi không gian (các số liệu, tài liệu có sẵn) và các thông tin liên quan đến khu vực nghiên cứu. Mô hình số độ cao DEM (Digital Elevation Model) có độ phân giải 30×30 m thu thập từ Earthexplorer.usgs.gov dùng để xây dựng dữ liệu độ dốc và hướng phơi. Dữ liệu mô hình khí hậu thế giới được xây dựng từ WorldClim để xác định các biến sinh khí hậu như được mô tả trong bảng 1. Ngoài ra, dữ liệu loài chèo tại VQG Tà Đùng được thu thập và đo đếm tại thực địa với các thông tin như tọa độ xuất hiện loài,

đường kính ngang ngực, chiều cao, đường kính tán, mật độ...

2.2. Mô hình hóa phân bố dựa trên thuật toán Maxent

Bản đồ phân bố hiện tại và tiềm năng được tích hợp GIS với mô hình Maxent để tạo ra các bản đồ dự đoán phân bố loài trong không gian địa lý bằng cách phân tích tương quan giữa dữ liệu phân bố điểm của loài với bộ raster dữ liệu môi trường. Dự đoán và lập bản đồ môi trường sống thích hợp với loài hiếm, nguy cấp là rất quan trọng để theo dõi và phục hồi loài, cũng như đưa ra các chiến lược bảo tồn (Sunil Kumar *et al.*, 2009).

Có nhiều mô hình phân bố loài dựa trên các thuật toán như Maxent (Maximum entropy), rừng ngẫu nhiên (Random forest), học máy (Support vector machine), cây hồi quy tăng cường (Boost gradient tree), hay mô hình thuật

toán hồi quy đa cộng (Multivariate adaptive regression splines)... đều cho kết quả tương đương. Nhưng thuật toán Maxent có ưu điểm là chỉ dựa trên số lượng điểm hiện diện và vắng mặt, thậm chí chỉ dựa trên các điểm hiện diện với số lượng hạn chế như đối với các loài quý hiếm (Phillips *et al.*, 2006).

Dữ liệu đầu vào bao gồm: Dữ liệu thực địa về phân bố của cây Chè cám được thu thập từ hiện trường bằng cách sử dụng GPS để lấy điểm có loài chè xuất hiện với khoảng cách nhỏ nhất là 250 m. Dữ liệu sinh khí hậu (bioclimatic): Theo Ủy ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) bao gồm nhiệt độ, lượng mưa, ánh sáng, độ cao, độ dốc,... Các biến này được chuẩn hóa bằng phần mềm QGIS. Sau đó các biến này được dùng để xây dựng mô hình phân bố loài chè bằng phần mềm mã nguồn mở Maxent phiên bản 3.4.4 trong môi trường Java miễn phí (Steven J. Phillips, 2017). Tuy vậy, vì khu vực nghiên cứu hẹp nên các biến này cũng sẽ được sử dụng một cách linh hoạt để phù hợp với thực tế hoàn cảnh rừng. Để tránh hiện tượng cộng tuyến giữa các biến khí hậu, phương pháp phân tích tương quan Pearson được áp dụng để loại bỏ các biến khí hậu có sự tương quan cao hơn 0,8 được thực hiện trong phần mềm R (Dormann *et al.*, 2013).

Để đánh giá bản đồ mô phỏng, nghiên cứu sử dụng 30% dữ liệu thu thập thực địa làm bộ dữ liệu kiểm tra và dữ liệu nền cho các điểm vắng mặt giả là 1.000 điểm, các tham số khác mặc định. AUC (Area under Curve - vùng dưới đường cong) được sử dụng để đánh giá độ chính xác của kết quả dự đoán. AUC một chỉ số được sử dụng phổ biến trong phân tích độ chính xác của mô hình, đặc biệt trong các bài toán phân loại. Trong bối cảnh của Maxent, AUC thể hiện khả năng dự đoán phân bố của mô hình so với phân bố ngẫu nhiên. Giá trị AUC dao động từ 0 đến 1. Giá trị AUC càng

cao thể hiện mô hình dự đoán càng tốt. Mô hình có độ chính xác cao khi $AUC > 0,9$; AUC trong khoảng từ 0,5 ~ 0,7 khi độ chính xác thấp; độ chính xác vừa phải thường là 0,7 ~ 0,9 (Wakie *et al.*, 2014). Để xét mức độ ảnh hưởng của các biến, nghiên cứu đã đánh giá mức độ đóng góp của các biến trong mô hình, và xét tầm quan trọng khi hoán vị biến số. Một trong những phương pháp cho thấy tầm quan trọng của các biến ảnh hưởng đến mô hình, đó là dùng kỹ thuật Jackknife áp dụng phương pháp rút mẫu ngẫu nhiên lần lượt để xét mức độ ảnh hưởng đến mô hình khi có hoặc không có trong mô hình.

Cuối cùng bản đồ dự báo tiềm năng được xây dựng dựa trên việc tích hợp giữa ứng dụng GIS với các công cụ của phần mềm Maxent, điều này cho phép dự đoán phân bố tiềm năng của loài thông qua dữ liệu nền (điểm phân bố, mật độ, nhiệt độ, ánh sáng, độ cao, địa hình,...) tại khu vực nghiên cứu.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả xây dựng bộ dữ liệu khí hậu và các yếu tố sinh khí hậu

Bộ dữ liệu khí hậu với 19 biến khí hậu được tải từ WorldClim với độ phân giải $\sim 1 \times 1$ km và được xây dựng phù hợp với độ phân giải của dữ liệu địa hình bao gồm độ cao so với mực nước biển, độ dốc, hướng phơi, và kết quả phân loại thảm phủ từ ảnh vệ tinh (Thanh Hương Thị, N. *et al.*, 2024).

Các biến khí hậu giúp phân tích nhiệt độ và lượng mưa, hỗ trợ đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hệ sinh thái và dự báo các khu vực phù hợp cho sinh trưởng của thực vật và động vật. Biến địa hình, như độ cao, độ dốc và hướng phơi, phản ánh ảnh hưởng đến nhiệt độ, dòng chảy nước, và ánh sáng, là những yếu tố quan trọng trong quy hoạch sử dụng đất bền vững. Biến LC (thảm phủ) cung cấp thông tin về

hiện trạng che phủ thực vật và sử dụng đất, hỗ trợ quản lý rừng, quy hoạch đất, và giám sát biến đổi môi trường. Nhìn chung, dữ liệu này là công cụ hữu ích trong nghiên cứu bảo tồn, quản lý tài nguyên thiên nhiên, và phân tích tác động của biến đổi khí hậu.

Bảng 1. Bộ dữ liệu 19 biến khí hậu và các biến địa hình, thảm phủ

Biến	Đơn vị	Thấp nhất	Cao nhất	Giải thích ý nghĩa
Bio01	°C	17,0	23,3	Nhiệt độ trung bình hàng năm
Bio02	°C	9,2	10,8	Phạm vi nhiệt độ trung bình ngày (trung bình hàng tháng (nhiệt độ cao nhất - nhiệt độ thấp nhất))
Bio03	%	63,0	68,0	Độ đẳng nhiệt (bio2/bio7*100)
Bio04	°C	8,81	12,07	Tính thời vụ của nhiệt độ (sai tiêu chuẩn *100)
Bio05	°C	24,4	30,4	Nhiệt độ tối đa của tháng ấm nhất
Bio06	°C	8,5	16,0	Nhiệt độ tối thiểu của tháng lạnh nhất
Bio07	°C	14,0	16,0	Phạm vi nhiệt độ hàng năm
Bio08	°C	17,2	23,5	Nhiệt độ trung bình của quý ấm nhất
Bio09	°C	15,6	22,6	Nhiệt độ trung bình của quý khô nhất
Bio10	°C	18,0	24,6	Nhiệt độ trung bình của quý nóng nhất
Bio11	°C	15,7	21,7	Nhiệt độ trung bình của quý lạnh nhất
Bio12	Mm	1.719,0	2.132,0	Lượng mưa hàng năm
Bio13	Mm	255,0	350,0	Lượng mưa của tháng ấm nhất
Bio14	Mm	8,0	15,0	Lượng mưa của tháng khô nhất
Bio15	Mm	63,0	68,0	Lượng mưa theo mùa
Bio16	Mm	760,0	1006,0	Lượng mưa của quý ấm nhất
Bio17	Mm	63,0	90,0	Lượng mưa của quý khô nhất
Bio18	Mm	424,0	650,0	Lượng mưa của quý nóng nhất
Bio19	Mm	63,0	179,0	Lượng mưa của quý lạnh nhất
Elev (Bio20)	Mm	573,0	1970,0	Độ cao so với mực nước biển
Slope (Bio21)	Độ	0,0	51,0	Độ dốc
Aspect (Bio22)	°N	0,0	360,0	Hướng phơi
LC (Thảm phủ - land cover classification)	Chỉ mục	0	10	0: mặt nước; 1: đất trống; 2: đất trống có cây tái sinh; 3: đất nông nghiệp; 4: tre, nứa, lồ ô; 5: hỗn giao tre, nứa, lồ ô với cây gỗ; 6: hỗn giao cây gỗ với tre, nứa, lồ ô; 7: rừng cây lá kim - hỗn giao cây lá rộng; 8: rừng thường xanh mở tán; 9: rừng thường xanh dày đặc; 10: rừng trồng.

3.2. Kết quả phân tích các biến sinh khí hậu ảnh hưởng đến phân bố Chè căm tại VQG Tà Đùng

Các biến khí hậu được tính tương quan Pearson với nhau và với các biến số địa hình và loại thảm phủ, sau đó lựa chọn biến dựa trên sơ đồ bảng ma trận tương quan để tìm ra các cặp biến

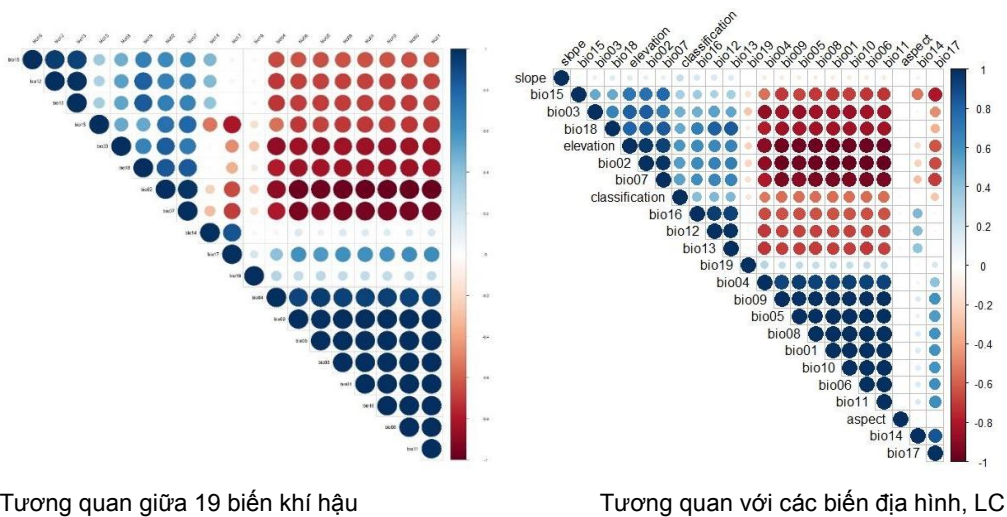
có tương quan thấp hơn 0,8 và biến có tương quan cao nhất với các biến không được lựa chọn. Theo đó, các biến được sử dụng để tham gia mô hình phân bố loài Chè căm bao gồm các biến khí hậu: Bio02 (biên độ nhiệt độ trung bình ngày), Bio17 (lượng mưa của quý khô nhất), Bio19 (lượng mưa của quý lạnh nhất); biến địa hình gồm Slope và Aspect, và loại

thảm phủ (bảng 1). Trong đó, là biến Bio02 có tương quan cao hầu hết với tất cả các biến không được lựa chọn (Bio01, Bio04, Bio05, Bio06, Bio7, Bio08, Bio09, Bio10, Bio11). Biến Bio02 là biến liên quan đến nhiệt độ có ý nghĩa sinh thái rõ ràng, nó phản ánh sự thay đổi nhiệt độ trong ngày ảnh hưởng nhiều đến quá trình sinh học của sinh vật, phản ánh khả năng thích nghi của loài đến sự thay đổi nhiệt độ.

Ngoài ra, Bio02 còn ảnh hưởng rất lớn đến quá trình hấp thụ và phát thải các chất khí đặc biệt là các khí nhà kính CO₂, CH₄, NO₂. Khi nhiệt độ ban đêm tăng lên làm biên độ nhiệt trung bình ngày giảm đi, điều này càng thúc đẩy sự gia tăng nhiệt độ và ảnh hưởng đến quá trình sinh học của sinh vật (Adekanmbi *et al.*, 2022; Evans *et al.*, 2013).

Bảng 2. Ma trận tương quan giữa các biến được lựa chọn

Variable	Bio17	Bio19	Slope	Aspect	LC
Bio02	-0,66	-0,22	0,122	0,035	0,560
Bio17	-	0,17	0,002	0,030	-0,279
Bio19	-	-	-0,011	0,008	-0,133
Slope	-	-	-	0,035	0,237
Aspect	-	-	-	-	0,048



Tương quan giữa 19 biến khí hậu

Tương quan với các biến địa hình, LC

Hình 2. Hình sơ đồ tương quan giữa các biến khí hậu, địa hình và thảm phủ

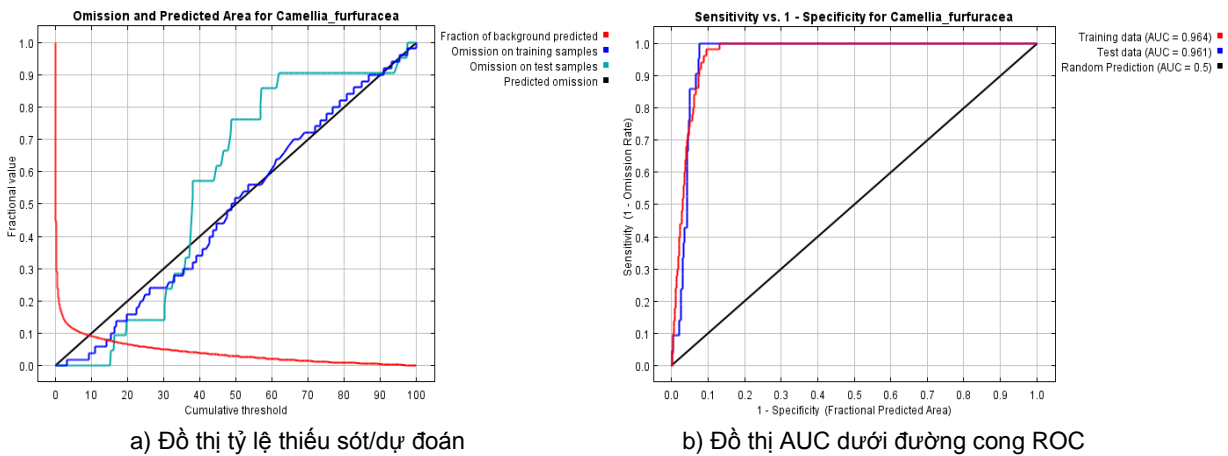
Tổng cộng có 76 điểm phân bố của loài Chè căm được thu thập tại VQG Tà Đùng. Trong số này, 53 điểm (70%) được sử dụng để xây dựng mô hình Maxent, và 23 điểm còn lại (30%) được dùng để đánh giá mô hình. Nghiên cứu đã chạy mô hình mật độ với các điểm phân bố hiện tại để huấn luyện, tính toán xác suất xuất hiện dựa trên 6 biến số, bao gồm 3 biến khí hậu, 2 biến địa hình và 1 biến loại thảm phủ. Mô hình được huấn luyện với 500 lần lặp và xác thực chéo bằng 30% dữ liệu còn

lại. Các biến số được phân tích để đánh giá mức đóng góp vào mô hình và mức độ quan trọng qua hoán vị. Nghiên cứu áp dụng phương pháp Jackknife để xác định các biến quan trọng. Phương pháp này sử dụng riêng lẻ từng biến trong mô hình để đánh giá mức tăng ý nghĩa, đồng thời loại bỏ lần lượt các biến để kiểm tra mức giảm ý nghĩa khi không có biến đó trong mô hình.

Kết quả cho thấy, Bio02 (biên độ nhiệt độ ngày) là biến quan trọng nhất, đóng góp 85,3% vào

mô hình, tiếp theo là LC (loại thảm phủ) với 6,1% và Bio19 (lượng mưa tháng khô nhất) với

5,4%. Mô hình đạt độ chính xác cao với giá trị AUC = 0,964.



Hình 3. Kết quả mô hình đào tạo/đánh giá và diện tích biểu hiện dưới đường cong đặc

Kết quả mô hình có tỷ lệ thiếu sót trong mẫu đào tạo (Omission training samples) khá sát với tỷ lệ dự đoán thiếu sót (Predicted omission). Diện tích dưới đường cong AUC đạt 0,964.

Bảng 3. Kết quả phân tích sự ảnh hưởng của các biến đến sự phân bố của các loài chè

Bảng 3 chỉ ra các mức độ đóng góp của các biến trong mô hình. Trong đó, biến thảm phủ có mức độ đóng góp trong nhiều trong mô hình với 56,1%, tiếp theo là phạm vi nhiệt độ trong ngày với 41%. Hoán vị quan trọng ảnh hưởng nhiều nhất đến phân bố Chè cám là nhiệt độ ngày Bio02, đóng góp phần lớn trong mô hình với 85,3%, trong khi đó biến thảm phủ được xếp thứ 2 với chỉ 6,1% và thứ 3 là nhiệt độ trung bình của quý khô nhất (5,4%). Biến độ dốc ít ảnh hưởng đến mô hình có thể là do địa hình nghiên cứu chủ yếu là trên dốc cao nên không thể hiện rõ mức ảnh hưởng.

CF-Variable	PC	PI
LC	51,6	6,1
Bio02	41	85,3
Bio17	2,7	5,4
Bio19	2,6	2,1
Aspect	2,1	1
Slope	0	0

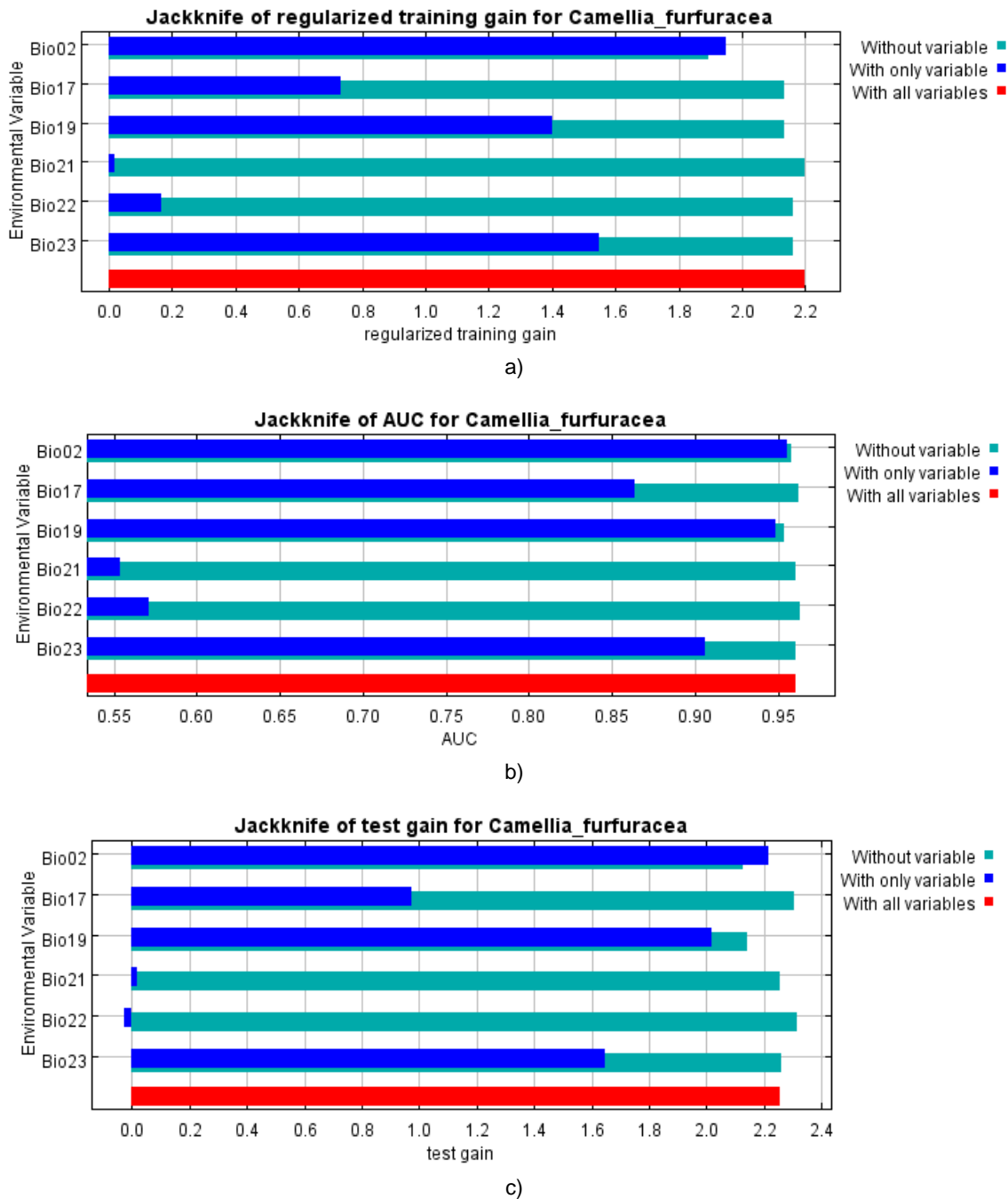
Ghi chú: CF: *Camellia furfuracea*, PC: Percent Contribution - Tỷ lệ đóng góp; PI: Permutation Importance - Tầm quan trọng của hoán vị.

Kết quả phân tích cho thấy, thảm phủ đóng vai trò quan trọng như một chỉ thị vùng sinh thái (ecoregion), phản ánh môi trường sống của loài Chè cám. Loài này phân bố chủ yếu ở rừng lá rộng thường xanh, từ các trạng thái rừng thứ sinh (có sự xen lẫn của lồ ô, tre, nứa - lớp 6) đến rừng thường xanh dày đặc, nguyên sinh (lớp 9). Biên độ nhiệt độ ngày được xác định là yếu tố quyết định đến sự phân bố và khả năng thích nghi của loài Chè cám.

Kết quả phân tích các biến sử dụng kỹ thuật Jackknife cho thấy, biến Bio02 (biên độ nhiệt độ ngày) có ảnh hưởng tích cực nhất khi được đưa vào mô hình và làm giảm AUC nhiều nhất khi bị loại bỏ, như minh họa qua sơ đồ Gain. Mức tăng và giảm AUC của các yếu tố Bio17 (lượng mưa của quý khô nhất) và Bio19 (lượng mưa của quý lạnh nhất) cũng phản ánh sự ảnh hưởng đáng kể của hai biến này. Điều này cho thấy, sự phân bố của cây Chè cám có liên quan đến một khoảng thời gian ngắn với lượng mưa thấp, trùng với thời kỳ cây ra hoa vào tháng 11 - 12 (WFO, 2024). Tuy nhiên, kết quả không phát

hiện được sự ảnh hưởng đáng kể của các yếu tố địa hình như độ dốc (Slope) và hướng phơi (Aspect) đối với mô hình, kết quả này liên quan đến dạng sống của cây Chè căm là loài có phân

bố không gian theo chiều đứng ở tầng thấp dưới tán là chủ yếu và hỗn giao nhiều loài nên không chịu nhiều ảnh hưởng bởi hướng phơi hay ánh sáng trực xạ.



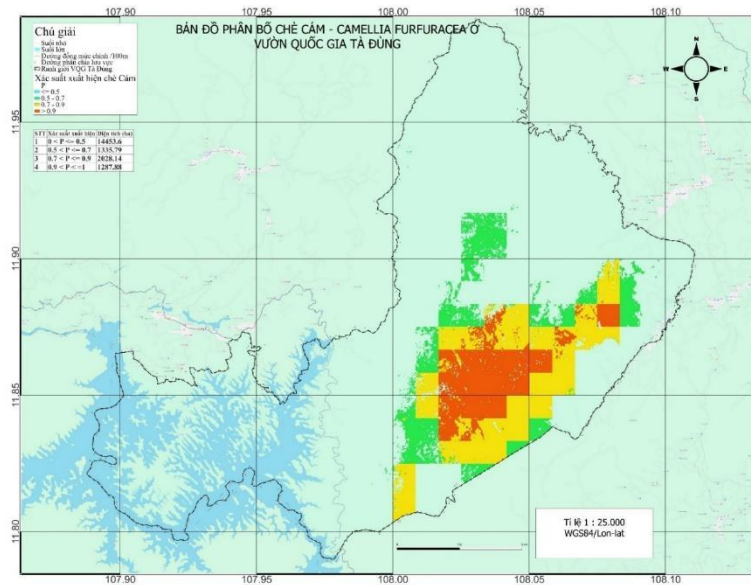
Hình 4. Sơ đồ Gain phân tích ảnh hưởng các biến theo phương pháp Jackknife

Để dễ dàng xác định vùng phân bố tập trung, nghiên cứu đã xây dựng bản đồ phân cấp xác suất xuất hiện loài Chè căm. Các cấp độ phân bố được chia làm 4 mức độ khả năng xuất hiện loài:

1) < 0,5: hiếm có khả năng gặp; 2) từ 0,5 - 0,7: ít có khả năng; 3) từ 0,7 - 0,9: khá cao và 4) trên 0,9: rất cao. Từ phân cấp này, xác định được diện tích phân bố tập trung với xác suất xuất hiện rất

cao trên 0,9 là 1.287 ha, diện tích khu vực khu vực có khả năng xuất hiện khá cao là 2.028 và diện tích khu vực có ít có khả năng xuất hiện là 1.335 ha, diện tích còn lại hiếm gặp hoặc khả năng xuất hiện bằng 0 là 14.453 ha.

Khu vực phân bố tiềm năng cho thấy các loài chè có phân bố tập trung quanh khu vực đỉnh Tà Đùng nơi có lượng nhiệt thấp và biên độ nhiệt biến thiên ngày lớn. Xác suất xuất hiện loài ở khu vực này là khá cao đến rất cao.



Hình 5. Bản đồ phân cấp phân bố xác suất xuất hiện Chè cám tại VQG Tà Đùng

IV. KẾT LUẬN

Qua điều tra và phân tích phân bố tiềm năng của loài Chè cám (*Camellia furfuracea*) tại VQG Tà Đùng, kết quả cho thấy sự phân bố của loài này chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi các điều kiện khí hậu và các biến sinh khí hậu, biến Bio02 (biên độ nhiệt độ ngày) là yếu tố có đóng góp lớn nhất vào mô hình. Biên độ nhiệt độ ngày cao (9 - 11°C) kết hợp với yếu tố thảm phủ là rừng lá rộng thường xanh và độ cao so với mực nước biển thích hợp ở 1.000 - 1.980 m là những yếu tố đóng vai trò quyết định trong sự phân bố của Chè cám. Loài Chè cám ở VQG Tà Đùng chủ yếu phân bố tại các khu vực rừng thường xanh quanh đỉnh Tà Đùng, ở độ cao từ 1.000 - 1.980 m, nơi có nền nhiệt độ thấp và biên độ nhiệt ngày lớn. Để bảo tồn và phát triển loài Chè cám tại khu vực Đắc Nông, cần tập trung vào những địa điểm có điều kiện độ cao tương tự. Đối với các khu vực khác ở Tây Nguyên, việc xác định

các yếu tố nhiệt độ và lượng mưa tương đồng, đặc biệt liên quan đến biên độ nhiệt ngày (Bio02), là rất quan trọng. Dựa trên các yếu tố quan trọng trên và các yếu tố tương đồng khác như nhiệt độ bình quân hàng năm, lượng mưa bình quân hàng năm có thể trồng ở những khu vực không phải là vùng bảo vệ nghiêm ngặt hay khảo nghiệm lập địa cho loài.

Ngoài ra, nghiên cứu này có thể được mở rộng sang các vùng khác có sự phân bố của Chè cám, đồng thời áp dụng phương pháp nghiên cứu này cho các loài thực vật quý hiếm khác cần ưu tiên bảo tồn và phát triển.

Hạn chế và thách thức

Phương pháp thu thập thông tin dữ liệu điểm phân bố khá đơn giản, tuy nhiên để có được dữ liệu này nghiên cứu đã tốn khá nhiều công sức để thu thập trên những địa hình dốc núi cao và trải rộng khắp khu vực nghiên cứu. Mặc khác, dữ liệu sinh khí

hậu hiện nay có độ phân giải khá thấp (1×1 km) nên nghiên cứu chỉ dừng lại ở việc xác định phân bố, chứ chưa thể ước tính chi tiết hơn, một số dữ liệu như tính chất của thổ nhưỡng còn chưa được xây dựng trong mô hình. Chính vì vậy, kết quả nghiên cứu có thể áp dụng cho các đơn vị nhỏ để phục vụ công tác quản lý bảo tồn loài, đặc biệt là các loài quý hiếm. Việc mở rộng nghiên cứu mô hình phân bố cho khu vực là điều cần thiết hơn đối với việc phát triển loài.

Lời cảm ơn: *Kết quả này là một phần của đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh, tỉnh Đắk Nông. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đắk Nông đã hỗ trợ tài chính và tạo điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình thực hiện nghiên cứu. Đồng thời, chúng tôi cũng gửi lời cảm ơn sâu sắc đến các cán bộ kỹ thuật của Vườn Quốc gia Tà Đùng đã nhiệt tình hỗ trợ trong việc thu thập dữ liệu thực địa.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Adekanmbi, A. A., & Sizmur, T., 2022. Importance of Diurnal Temperature Range (DTR) for predicting the temperature sensitivity of soil respiration. *Frontiers in Soil Science*, 2, 969077. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2022.969077>.
2. Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., Hahn, N., Palminteri, S., Hedao, P., Noss, R., Hansen, M., Locke, H., Ellis, E. C., Jones, B., Barber, C. V., Hayes, R., Kormos, C., Martin, V., Crist, E., ... Saleem, M., 2017. An Ecoregion-Based Approach to Protecting Half the Terrestrial Realm. *BioScience*, 67(6), 534 - 545. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix014>.
3. Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J. R. G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P. J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P. E., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A. K., Zurell, D., & Lautenbach, S., 2013. Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27 - 46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>.
4. Dubuis, A., Giovanettina, S., Pellissier, L., Pottier, J., Vittoz, P., & Guisan, A., 2013. Improving the prediction of plant species distribution and community composition by adding edaphic to topo-climatic variables. *Journal of Vegetation Science*, 24(4), 593 - 606. <https://doi.org/10.1111/jvs.12002>.
5. Dubuis, A., Pottier, J., Rion, V., Pellissier, L., Theurillat, J.-P., & Guisan, A., 2011. Predicting spatial patterns of plant species richness: A comparison of direct macroecological and species stacking modelling approaches: Predicting plant species richness. *Diversity and Distributions*, 17(6), 1122 - 1131. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00792.x>.
6. Elith, J., Kearney, M., & Phillips, S., 2010. The art of modelling range-shifting species: The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, 1(4), 330 - 342. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00036.x>.
7. Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J., 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists: Statistical explanation of Maxent. *Diversity and Distributions*, 17(1), 43 - 57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>.
8. Evans, B., & Lyons, T., 2013. Bioclimatic Extremes Drive Forest Mortality in Southwest, Western Australia. *Climate*, 1(2), 28 - 52. <https://doi.org/10.3390/cli1020028>.
9. Naimi, B., Hamm, N. A. S., Groen, T. A., Skidmore, A. K., & Toxopeus, A. G., 2014. Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling? *Ecography*, 37(2), 191 - 203. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00205.x>.
10. Nguyen, Q., Mai, Q., Nguyen, M., Bui Thi, B. H., Doan, M., Le, T. M., Nguyen, P., Nguyen, T., & Nguyen Thi, T., 2024. Phytochemical Profiles and Biological Activities of Five Wild Camellia Species from Ta Dung, Vietnam. *Chemistry & Biodiversity*, e202401047. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202401047>.

11. Thanh Hương Thi, N., The Hien, N., Thi Hang, P., Thi Hoai, C., & Dinh Bao, H., 2024. Classification of forest cover of Ta Dung National Park, Vietnam using optical satellite images. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1391(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1391/1/012018>.
12. Patrick Bell, Nictor Namoi, Christine Lamanna, Caitlin Corner-Dolloff, Evan H. Girvetz, Christian Thierfelder, & Todd S. Rosenstock., 2018. A practical guide to climate-smart agriculture technologies in Africa. CGIAR, 224.
13. Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3), 231 - 259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>.
14. Steven J. Phillips., 2017. A Brief Tutorial on Maxent. Center for Biodiversity and Conservation, American Museum of Natural History. http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/ Accessed on 2024 - 10 - 10.
15. Sunil Kumar & Thomas J. Stohlgren., 2009. Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree. Journal of Ecology and Natural Environment, 1, 94 - 98.
16. Tianlu Min & Bruce Bartholomew., 2007. Theaceae-Flora of China Illustrations. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis., volume 12. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=10882.
17. Wakie, T. T., Evangelista, P. H., Jarnevich, C. S., & Laituri, M., 2014. Mapping Current and Potential Distribution of Non-Native *Prosopis juliflora* in the Afar Region of Ethiopia. PLoS ONE, 9(11), e112854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112854>.
18. WFO., 2024. *Camellia furfuracea* (Merr.) Cohen-Stuart [Dataset]. <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000582353>.

Email tác giả liên hệ: huongthanh.frem@ttn.edu.vn hoặc huongthanhfrem@gmail.com

Ngày nhận bài: 13/12/2024

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 29/12/2024; 29/12/2024;

Ngày duyệt đăng: 03/01/2025