

ỨNG DỤNG GIS VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ BẬC ĐỂ ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ THÍCH HỢP SINH THÁI CHO LOÀI SA MU DẦU (*Cunninghamia konishii* Hayata) TẠI TỈNH SƠN LA

Phạm Mai Phương^{1*}, Tống Thị Hạnh², Vũ Đình Duy¹, Nguyễn Thanh Tuấn³,
Trần Việt Hà⁴, Nguyễn Thị Bích Phượng^{4*}

¹Viện Sinh thái Nhiệt đới - Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga

²Học viện Kỹ thuật Quân sự

³Trường Đại học Lâm nghiệp - Phân hiệu Đồng Nai

⁴Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Sa mu dầu (*Cunninghamia konishii* Hayata) là loài quý hiếm, có tầm quan trọng về mặt khoa học, sinh thái và kinh tế. Trong danh lục Đỏ của IUCN 2020, loài này đang bị đe dọa tuyệt chủng, được xếp ở cấp độ nguy cấp và cần được bảo tồn. Nghiên cứu được tiến hành ở tỉnh Sơn La, là nơi còn có các cá thể Sa mu dầu tồn tại trong rừng tự nhiên. Bộ dữ liệu nghiên cứu gồm bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ thổ nhưỡng, địa hình, khí hậu tương ứng với 4 yếu tố sinh thái chính được đưa vào đánh giá. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng hệ thống tin địa lý và phương pháp phân tích thứ bậc để xây dựng bản đồ phân bố cho loài *C. konishii* ở Sơn La. Đồng thời, phương pháp chuyên gia được áp dụng để xác định trọng số ảnh hưởng của bốn nhân tố sinh thái trên. Kết quả chỉ ra rằng nhân tố địa hình ảnh hưởng lớn nhất đến phân bố loài, sau đó là thảm thực vật, thổ nhưỡng và khí hậu. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng chứng minh rằng thảm thực vật, chiều cao thực vật, độ dày tầng đất và giờ chiếu sáng trong tháng sinh trưởng ảnh hưởng đến phân bố loài trong tổng số 15 yếu tố phụ nghiên cứu. Diện tích vùng thích nghi sinh thái được đánh giá phù hợp nhất cho loài *C. konishii* là 613 km² (chiếm 4% diện tích toàn tỉnh). Nhằm bảo tồn nguồn gen và phát triển bền vững loài này, chúng tôi đề xuất diện tích quy hoạch trồng thử nghiệm loài *C. konishii* là 20.58 km² (chiếm 0,146% diện tích toàn tỉnh).

Từ khóa: AHP, *Cunninghamia konishii* Hayata, GIS, nhân tố sinh thái, thích hợp sinh thái.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sa mu dầu thuộc Chi Sa mộc (*Cunninghamia*), họ Hoàng đàn (*Cupressaceae*) (Phan Kế Lộc và cộng sự, 1999; Nguyễn Tiến Hiệp và cộng sự, 2004). Ở Việt Nam, loài Sa mu dầu phân bố chủ yếu ở 4 tỉnh gồm Hà Giang, Sơn La, Thanh Hóa và Nghệ An. Năm 1960, loài *C. konishii* lần đầu tiên được phát hiện ở núi Pha Ca Tún thuộc khu bảo tồn thiên nhiên Pù Huống, huyện Quỳnh Châu, Nghệ An (Trần Văn Dương, 2001). Sau đó, chúng được tìm thấy ở Pù Hoạt, Pù Mát, Kỳ Sơn, Nghệ An và Khu bảo tồn thiên nhiên Xuân Liên, Thanh Hóa (Nguyễn Tiến Lộc và cộng sự, 2004; Nguyễn Đức Tố Lưu và cộng sự, 2004; Phan Kế Lộc và cộng sự, 2009). Loài này được ghi nhận thêm ở Khu bảo tồn thiên nhiên Xuân Nha, Sơn La năm 2014 (Phan Văn Thắng, 2014). Chúng phân bố rải rác thành các đám nhỏ trong rừng nguyên sinh thường xanh hỗn giao nhiệt đới gió mùa với nhiệt độ trung bình năm là 13 - 19°C, lượng mưa

trên 1.500 mm, trên đất phong hoá từ granít hoặc các đá mẹ silicat khác ở độ cao 960 - 2.000 m trên mặt biển (Nguyễn Tiến Hiệp và cộng sự, 2004; Nguyễn Minh Tâm và cộng sự, 2009). Trong tự nhiên, *C. konishii* có số lượng và kích thước quần thể hạn chế, tập trung ở vùng núi cao giáp biên giới Việt - Lào và một số ít ở vùng núi cao các tỉnh phía Bắc Việt Nam (Lu và cộng sự, 2001; Nguyễn Thị Phương Trang và cộng sự, 2009, 2012; Nguyễn Văn Sinh, 2009; Phan Kế Lộc và cộng sự, 2013). Loài này được ghi nhận khả năng tái sinh tự nhiên tốt ở những nơi đất bị sạt lở dọc biên giới Việt - Lào (Averyanov và cộng sự, 2014; Nguyễn Thị Thanh Nga, 2017). Chúng là loài có giá trị về mặt khoa học và giá trị cao về kinh tế (gỗ đẹp, tinh dầu) nên bị con người khai thác rất mạnh (Bùi Thế Đồi và cộng sự, 2013). Chính vì vậy, loài này được xếp ở cấp độ nguy cấp cần được bảo tồn (IUCN, 2020; Sách đỏ Việt Nam, 2007; Nghị định 06/2019).

Phương pháp quản lý tài nguyên bằng hệ thống tin địa lý (GIS) được sử dụng rộng rãi vì chúng có ưu điểm khi xử lý lượng dữ liệu cực

*Corresponding author: phamphuong911vh@gmail.com;

ntbpvf@gmail.com

lớn, đa dạng và dễ dàng tra cứu. Trong cơ sở dữ liệu quản lý của các Khu bảo tồn thiên nhiên và Vườn quốc gia, thông tin về phân bố của các loài là dữ liệu quan trọng, đặc biệt bộ cơ sở dữ liệu dạng số hóa các loài động thực vật quý hiếm rất có ý nghĩa trong công tác bảo tồn. Bản đồ phân bố các nhóm thú, chim, bò sát lưỡng cư, thực vật đã được thực hiện bằng GIS dựa trên cơ sở xác định các điểm phân bố và xây dựng bảng ma trận về mức độ thích hợp cho phân bố của các loài đối với các hệ sinh thái (Lê Quang Tuấn, 2013; Phạm Mai Phương, 2018). Hơn nữa, phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) dưới sự trợ giúp của GIS được sử dụng để xác định mức độ quan trọng và tầm ảnh hưởng của từng nhân tố sinh thái đến vùng phân bố của loài dựa trên kiến thức chuyên gia (Huỳnh Văn Chương và cộng sự, 2009, 2012; Võ Văn Hào, 2009). Cho đến nay, các kết quả nghiên cứu về Sa mu dầu ở Việt Nam mới chỉ tập trung nghiên cứu về sinh học, sinh thái, đặc điểm lâm học, cấu trúc quần thể... Chưa có các nghiên cứu đánh giá sự thích hợp của loài cây Sa mu dầu với điều kiện sinh thái nhằm phục vụ công tác bảo tồn và phát triển loài này tại Việt Nam.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã ứng dụng GIS và AHP để đánh giá sự ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái tới sự phân bố loài Sa mu dầu ở Sơn La. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để đề xuất không gian bảo tồn và phát triển loài Sa mu dầu tại khu vực nghiên cứu

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập cơ sở dữ liệu

- Hiện trạng phân bố của loài được quan sát và xác định trực tiếp tại thực địa vào tháng 7-8/2020 của nhóm tác giả. Dữ liệu vị trí cá thể Sa mu dầu được định vị ở định dạng kinh độ và vĩ độ bằng GPS. Dữ liệu của 120 điểm định vị được lưu vào phần mềm GIS

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất tỷ lệ 1:100.000 tỉnh Sơn La năm 2016 gồm các thông tin về loại hình sử dụng đất, hiện trạng lớp thủy văn được kế thừa từ Phòng tài nguyên, UBND tỉnh Sơn La

- Bản đồ thổ nhưỡng tỉnh Sơn La tỷ lệ 1:100.000 gồm các thông tin về loại đất và thành

phần cơ giới đất, độ dày tầng đất, độ dốc địa hình được kế thừa từ Phòng tài nguyên, UBND tỉnh Sơn La

- Dữ liệu độ che phủ được sử dụng từ *globalforestwatch.org* với độ phân giải 30 m, độ che phủ được tính toán dựa trên phần trăm độ che phủ của tán cây cho tất cả các thảm thực vật cao hơn 5 m (tính trên ô pixel) được xử lý và biên tập dựa trên hình ảnh vệ tinh Landsat.

- Dữ liệu đai cao độ phân giải 90 m được sử dụng từ địa chỉ <http://srtm.csi.cgiar.org/>

- Dữ liệu khí hậu độ phân giải 90 m được sử dụng từ địa chỉ <https://worldclim.org/data/>

2.2. Đánh giá mức độ thích hợp sinh thái cho loài Sa mu dầu

Tính thích hợp sinh thái của loài được đánh giá theo phương pháp chuyên gia, bao gồm bốn cấp sau: Thích hợp cao (S1), thích hợp trung bình (S2), thích hợp kém (S3) và không thích hợp (N) (FAO, 1976). Phương pháp xác định này thường được áp dụng trong các nghiên cứu đánh giá tính thích hợp sinh thái cho các loài cây trên đất nông nghiệp và lâm nghiệp (Huỳnh Văn Chương, 2009; Ahmad và cộng sự, 2017a, 2017b). Cụ thể các mức thích nghi được phân chia như sau:

S1: Hạng rất thích nghi ứng với mức điểm từ 8 - 10 điểm (Khả năng thích nghi của vị trí là cao nhất, đáp ứng mọi yêu cầu đặt ra).

S2: Hạng thích nghi ứng với mức điểm từ 6 - 8 điểm (Khả năng thích nghi của vị trí cao, đáp ứng các điều kiện đặt ra nhưng một vài tiêu chuẩn thứ yếu chưa đáp ứng được).

S3: Hạng kém thích nghi ứng với mức điểm từ 4 - 6 điểm (Khả năng thích nghi của vị trí là trung bình, chưa thỏa mãn một vài tiêu chuẩn chủ yếu đặt ra).

N: Hạng không thích nghi ứng với mức điểm < 4 điểm (Khả năng thích nghi kém, chưa thỏa mãn nhiều tiêu chuẩn quan trọng).

2.3. Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP)

AHP sử dụng phép đo thang đo 9 điểm cơ bản để thể hiện mức độ quan trọng theo kiến thức chuyên gia (Wind và cộng sự, 1980), tạo ra một ma trận so sánh cặp (phương trình 1). Những so sánh theo cặp này cho phép đánh giá

độc lập về từng yếu tố đóng góp, do đó đơn giản hóa quá trình ra quyết định. Định dạng ma trận trong so sánh cặp mô tả như sau:

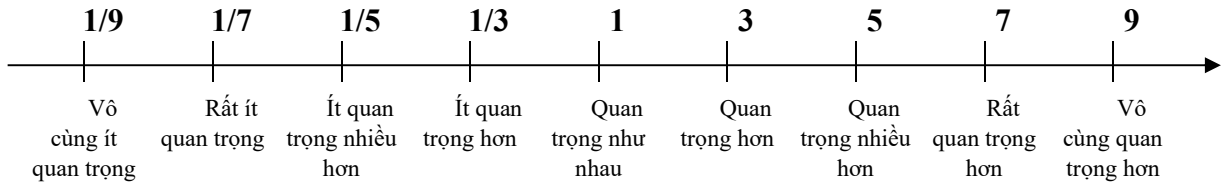
$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Trong đó: a_{ij} : các phần tử trong ma trận trọng

số, w là trọng số; $a_{ii} = 1$ và $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Kết quả hình thành vector của trọng số $w = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]$ được tính toán dựa trên phương pháp eigenvector của Saaty, eigenvector được chuẩn hóa bởi phương trình (2) và sau đó các trọng số được tính bằng phương trình (3).

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2) \quad w_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \quad (3)$$

$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$



Hình 1. Thang điểm dùng trong so sánh mức độ quan trọng của các yếu tố

Với thuật toán AHP, trọng số được tính theo phương pháp chuẩn hóa ma trận theo các bước: (1) Tính tổng giá trị từng cột của ma trận so sánh cặp; (2) Chia từng thành phần trong ma trận so sánh cặp với tổng cột tương ứng (kết quả được ma trận so sánh cặp chuẩn hóa); (3) Tính tổng từng hàng của ma trận chuẩn hóa; (4) Chia tổng từng hàng cho tổng của tất cả các hàng được bộ trọng số tương ứng cho các tiêu chí.

Kết quả đánh giá trọng số của các nhân tố ảnh hưởng được kiểm chứng bằng tỉ số nhất quán

(Consistency ratio: CR) tính theo công thức (4):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

Trong đó: CI- chỉ số nhất quán, là chỉ số đo lường mức độ lệch hướng nhất quán, được xác định theo công thức (5):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

Với λ_{\max} là giá trị trung bình của vector nhất quán và n là số chỉ tiêu:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{1j} \cdot w_j}{w_1} + \frac{\sum_{j=1}^n a_{2j} \cdot w_j}{w_2} + \dots + \frac{\sum_{j=1}^n a_{nj} \cdot w_j}{w_n} \right) \quad (6)$$

RI là chỉ số ngẫu nhiên, hay giá trị trung bình của CI khi nhận định so sánh ngẫu nhiên, phụ

thuộc vào số chỉ tiêu được so sánh.

Bảng 1. Bảng tra giá trị RI theo số lượng chỉ tiêu khác nhau

n	1	2	3	4	5
RI	0	0	0,52	0,89	1,11
n	6	7	8	9	10
RI	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49
n	11	12	13	14	15
RI	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Trong AHP, CR thể hiện sự nhất quán với các ý kiến của chuyên gia trong quá trình thảo luận. CR nhỏ hơn $< 0,1$ hay 10%, điều này chứng tỏ ma trận so sánh cặp tương quan giữa các nhân tố sinh thái lựa chọn đạt độ tin cậy cho phép nên các trọng số của các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến sự phù hợp cho loài Sa mu đầu được chấp nhận đưa vào cộng lớp trong GIS để tính toán các chỉ số phù hợp (SI) cho loài Sa mu đầu ở vùng nghiên cứu.

2.4. Phương pháp tích hợp kết quả phân tích AHP vào GIS để xây dựng bản đồ thích hợp các yếu tố sinh thái cho loài Sa mu đầu

Nghiên cứu này sử dụng kiến thức chuyên gia (thông qua bảng câu hỏi so sánh nhằm xác định nhu cầu sinh thái của loài, mức độ quan trọng của từng yếu tố) để đưa ra trọng số của mỗi yếu tố sinh thái. Trọng số càng cao cho thấy đánh giá của các chuyên gia cho rằng yếu tố sinh thái đó ảnh hưởng nhiều tới khả năng sinh trưởng và phát triển của loài và quần thể. Những dữ liệu không gian của các yếu tố sinh thái kể trên được tích hợp vào phần mềm Arcgis 10.0 dưới dạng các lớp raster (bản đồ từng yếu tố sinh thái) để xây dựng các bản đồ thích hợp sinh thái của loài gồm: Thích hợp cao (S1), thích hợp trung bình (S2), thích hợp kém (S3) và không thích hợp (N). Từ đó, bản đồ thích nghi sinh thái cho bảo tồn và phát triển loài Sa mu đầu được hình thành. Sự thích hợp của mỗi đơn vị đất đai được tính dựa trên cơ sở phân tích mô hình không gian trong GIS theo cấu trúc đứng từ lớp địa hình (độ cao, độ dốc, khoảng cách đến sông suối), thổ nhưỡng (loại đất, thành phần cơ giới, độ dày tầng đất), thực vật (loại thảm thực vật, độ che phủ) đến khí hậu (mức giao động nhiệt độ TB ngày đêm, mức giao động nhiệt độ hàng năm, lượng mưa hàng năm, lượng mưa tháng khô nhất, lượng mưa quý khô nhất, lượng mưa quý ẩm nhất, số giờ nắng TB tháng mùa sinh trưởng). Các lớp dữ liệu ảnh hưởng tới sự thích hợp cho loài Sa mu đầu được chồng từng lớp trong GIS thông qua phương trình sau:

$$SI = \sum_{i=1}^n W_j R_{ij} \prod_{j=1}^m C_j \quad (7)$$

Trong đó:

SI : Chỉ số vùng phù hợp cho loài Sa mu đầu;

Wj: Trọng số chỉ mức độ ảnh hưởng của nhân tố sinh thái thứ j;

Rij: Điểm phù hợp của lớp thứ i trong nhân tố sinh thái và môi trường thứ j;

n: Số lượng các nhân tố sinh thái lựa chọn;

m: Số lượng các nhân tố sinh thái giới hạn;

Cj: Giá trị giới hạn của nhân tố sinh thái thứ j.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

- Xây dựng các lớp chỉ tiêu về loại thảm thực vật: dữ liệu từ Microstation trên nền bản đồ hiện trạng sử dụng đất được biên tập chuyển sang định dạng SHP sử dụng trên nền Arcgis 10.0.

- Xây dựng các lớp độ cao và độ dốc được xử lý bằng phần mềm Arcgis 10.0.

- Xây dựng lớp chỉ tiêu vị trí địa hình bằng phần mềm Arcgis 10.0 để nội suy và tính toán khoảng cách tiếp cận các con suối tương ứng với các mức độ ảnh hưởng của nó đến phân bố loài Sa mu đầu.

- Biên tập lớp dữ liệu về thổ nhưỡng bằng phần mềm Mapinfo 11 sau đó được chuyển về định dạng SHP trên Arcgis 10.0

- Biên tập lớp dữ liệu về khí hậu bằng phần mềm Arcgis 10.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân hạng thích nghi sinh thái cho loài Sa mu đầu

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng có bốn nhân tố chủ đạo ảnh hưởng tới phân bố của loài Sa mu đầu tại Sơn La, bao gồm: (1) địa hình (độ cao, độ dốc, khoảng cách đến sông suối), (2) thổ nhưỡng (loại đất, thành phần cơ giới, độ dày tầng đất), (3) khí hậu (mức giao động nhiệt độ TB ngày đêm, mức giao động nhiệt độ hàng năm, lượng mưa hàng năm, lượng mưa tháng khô nhất, lượng mưa quý khô nhất, lượng mưa quý ẩm nhất, số giờ nắng TB tháng mùa sinh trưởng) và (4) thảm thực vật (loại thảm thực vật, độ che phủ).

Mức độ ảnh hưởng của bốn nhân tố sinh thái chính và 15 nhân tố sinh thái phụ được tổng hợp trong bảng 2.

Bảng 2. Phân hạng thích hợp sinh thái cho loài Sa mu đầu ở tỉnh Sơn La

Thứ tự	Chỉ tiêu sinh thái	Tiêu chí	Mức thích hợp			
			S1	S2	S3	N
1	Địa hình	Độ cao (m)	1000-2000	900-1000	850-900	< 850
		Độ dốc (độ)	>45			<45
		Khoảng cách đến sông suối (m)	200-400	400-600	600-800	>800, <200
2	Thổ nhưỡng	Loại đất	A, Fs, Ha, Hq, Hs*	Fa, Fj, Fq, Fv, Fe, **	B, Ba, ***	Đất khác
		Thành phần cơ giới đất	Thịt TB	Thịt nhẹ	Thịt nặng	Cát pha, các loại đất khác
		Độ dày tầng đất (cm)	>100			<100
3	Khí hậu	Mức giao động nhiệt độ TB ngày đêm (độ)	6.7-8.7	5-6.6; 8.8-10	10.1-12;	<4.9; >12.1
		Mức giao động nhiệt độ hàng năm (độ)	16.74-19.7	14-16.7; 19.8- 22	12-13.9; 22-24	<11.9; >24.1
		Lượng mưa hàng năm (mm)	1200-1700	1000-1200; 1700-2000	900-1000; 2000-2100	<900; >2100
		Lượng mưa tháng khô nhất (mm)	2-20	1-2	0.5-1	<0.5
		Lượng mưa quý khô nhất (mm)	>13	10-13	8-10	<8
4	Thảm thực vật	Lượng mưa quý ẩm nhất (mm)	500-1000	400-500; 1000-1200	300-400; 1200-1300	<300; >1300
		Số giờ nắng TB tháng mùa sinh trưởng (tháng 10)	130-160	100-130; 160-180	90-100; 180-200	<90; >200
		Loại thảm thực vật	Rừng đặc dụng	Rừng phòng hộ	Rừng sản xuất	Các loại thảm thực vật khác
		Độ che phủ (%)	90%		<90%	

Trong đó: () (**) (***)*
A: Đất mùn trên núi cao ; Đất vàng đỏ trên đá macma axit ; Đất xám bạc màu trên phù sa cổ
Fs: Đất đỏ vàng trên đá sét và biến chất ; Hq: Đất mùn vàng nhạt trên đá cát ; Đất xám bạc màu trên đá macma axit và đá cát
Ha: Đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit ; Fq: Đất vàng nhạt trên đá cát ; Py: Đất phù sa ngòi suối
Hs: Đất mùn đỏ vàng trên đá sét

Kết quả ở bảng 2 cho thấy loài Sa mu đầu thích hợp nhất với các điều kiện sinh thái sau: (1) Địa hình có độ cao từ 1.000 - 2.000 m, độ dốc > 45⁰ và khoảng cách đến sông suối từ 200 – 400 m; (2) Điều kiện đất có loại đất là đất mùn trên núi cao hoặc đất đỏ vàng trên đá sét hoặc biến chất hoặc đất mùn vàng đỏ trên đá macma axit hoặc đất mùn vàng nhạt trên đá cát hoặc đất mùn đỏ vàng trên đá sét; (3) Điều kiện khí hậu có: mức giao động nhiệt độ TB ngày đêm từ 6,7 - 8,7⁰C, mức giao động nhiệt độ hàng năm là 16,74 – 19,7⁰C, lượng mưa hàng năm là 1.200 - 1.700 mm, lượng mưa tháng khô nhất là 2 – 20

mm, lượng mưa quý khô nhất >13 mm, lượng mưa quý ẩm nhất là 500 – 1000 mm và số giờ nắng TB tháng mùa sinh trưởng là 130 - 160 giờ; (4) Thảm thực vật có độ che phủ từ 90%. Kết quả này tương đồng với các kết quả nghiên cứu và điều tra phân bố cây Sa mu đầu trước kia ở các tỉnh Hà Giang và Thanh Hóa. Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Giang, 2015 đã chỉ ra rằng Sa mu đầu xuất hiện ở độ cao 1.212 m tại dãy núi Tây Côn Lĩnh, xã Túng Sán, huyện Hoàng Su Phì, tỉnh Hà Giang và độ cao 1.500 - 1.600 m ở khu bảo tồn thiên nhiên Xuân Nha, sườn Đông Bắc dải Pa Luông, bản A Lang

(Phan Văn Thắng, 2014). Phan Kế Lộc và cộng sự, 2013 kết luận loài cây này phân bố ở đất có tầng dày, ẩm, thoát nước và ưa sáng. Nguyễn Tiến Hiệp và cộng sự, 2004 cũng chỉ ra rằng loài Sa mu dầu ở Việt Nam mọc rải rác trong rừng nguyên sinh thường xanh hỗn giao có nhiệt độ trung bình năm từ 13 - 19⁰ C và lượng mưa trên

1.500 mm.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy trong bốn nhân tố chính là độ cao, thổ nhưỡng, khí hậu và thực vật thì địa hình ảnh hưởng lớn nhất đến sự phân bố của loài Sa mu dầu. Kết quả ở bảng 3 chỉ ra vai trò của từng nhân tố thông qua trọng số của từng nhân tố sinh thái.

Bảng 3. Ma trận so sánh cặp và trọng số các tiêu chí sinh thái chính ảnh hưởng đến phân bố loài Sa mu dầu

Tiêu chí chính	[1]	[2]	[3]	[4]	Trọng số
[1] Địa hình	1	5,00	7,00	9,00	0,650
[2] Đất		1	3,00	5,00	0,213
[3] Khí hậu			1	1,00	0,074
[4] Thảm thực vật				1	0,063

Với CI = 0,078; RI = 0,89; CR= 0,087 < 0,1 => Thỏa mãn

Tiêu chí địa hình đóng vai trò và ảnh hưởng lớn nhất đối với sự phân bố tự nhiên của loài với trọng số là 0,650, sau đó đến các tiêu chí lần lượt là đất với trọng số 0,213, khí hậu với trọng số 0,074, thảm thực vật với trọng số 0,063. Tỷ số nhất quán (CR) là 0,087 đạt độ tin cậy cho phép nên các trọng số của các nhân tố sinh thái được chấp nhận đưa vào cộng lớp trong GIS để tính

toán các chỉ số phù hợp (SI) cho loài này tại Sơn La.

Các nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến sự phân bố của loài Sa mu dầu được chia thành các nhân tố phụ. Sự ảnh hưởng của các nhân tố phụ này đến sự phân bố loài được thể hiện thông qua giá trị trọng số như trong bảng 4.

Bảng 4. Ma trận so sánh cặp và trọng số các nhân tố sinh thái phụ ảnh hưởng đến phân bố loài Sa mu dầu

Tiêu chí chính	Tiêu chí phụ	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	Trọng số	Trọng số chung	CR
Địa hình	[1] Độ cao	1	5	7													0,746	0,484	0,02 2
	[2] Độ dốc	0,2	1	1													0,134	0,087	
	[3] Khoảng cách đến sông suối	0,14	1	1													0,120	0,078	
Thổ nhưỡng	[4] Loại đất				1	0,2	0,2										0,090	0,019	0,06 8
	[5] Thành phần cơ giới đất				5	1	2										0,556	0,119	
	[6] Độ dày tầng đất				5	0,5	1										0,354	0,075	
Khí hậu	[7] Mức giao động nhiệt độ TB ngày đêm							1	3	3	1	1	1	1			0,162	0,012	0,081
	[8] Mức giao động nhiệt độ hàng năm						0,33	1	1	0,2	0,2	0,2	0,14				0,039	0,003	
	[9] Lượng mưa hàng năm						0,33	1	1	0,5	0,5	0,5	0,2				0,058	0,004	
	[10] Lượng mưa tháng khô nhất						1	5	2	1	3	3	0,33				0,199	0,015	
	[11] Lượng mưa quý khô nhất						1	5	2	0,33	1	1	0,5				0,129	0,009	
Thảm thực vật	[12] Lượng mưa quý ẩm nhất						1	5	2	0,33	1	1	0,33				0,122	0,009	
	[13] Số giờ nắng TB tháng sinh trưởng						1	7	5	3	2	3	1				0,292	0,022	
	[14] Loại thảm thực vật													1	0,2		0,167	0,011	
	[15] Độ che phủ													5	1		0,833	0,053	

Trong 15 nhân tố sinh thái phụ, độ che phủ của thảm thực vật (%), độ cao địa hình, tầng dày đất và số giờ nắng TB tháng sinh trưởng là 4 yếu

tố phụ đóng vai trò và tầm ảnh hưởng quan trọng nhất đối với sự phân bố tự nhiên của loài. Các tỷ số CR đều đáp ứng yêu cầu < 10%, các lớp

(layer) tiêu chí sinh thái phụ được chấp nhận đưa vào cộng lớp trong GIS để tính toán các chỉ số phù hợp.

3.2. Xây dựng bản đồ thích hợp cho loài cây Sa mu đầu phục vụ công tác bảo tồn tại tỉnh Sơn La

Các lớp dữ liệu ảnh hưởng đến phân bố loài Sa mu đầu được phân hạng mức độ phù hợp về sinh thái, kết quả được thể hiện ở các bản đồ

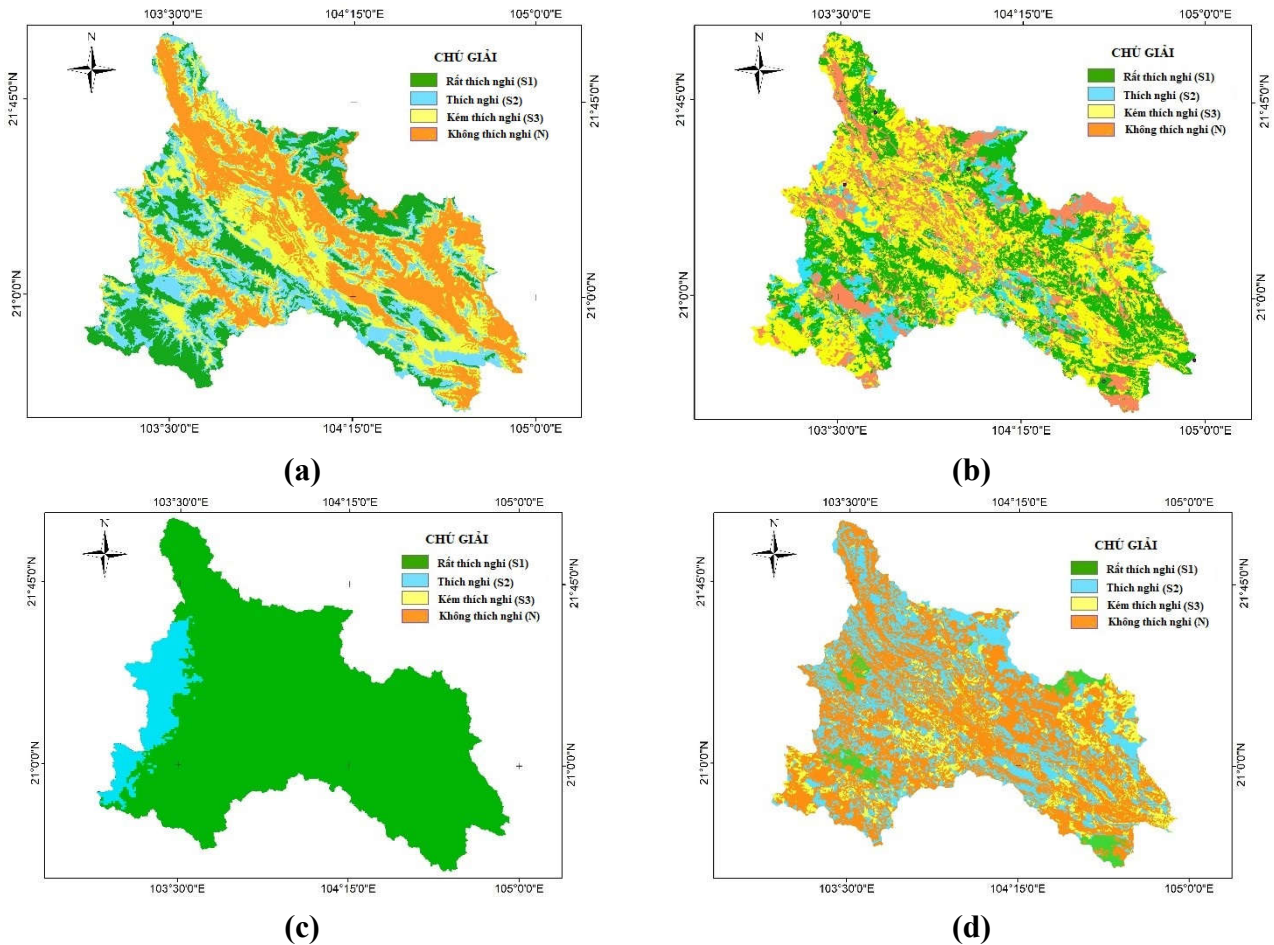
thành phần (Hình 2). Sau đó, các lớp bản đồ được xếp chồng lên nhau để đánh giá diện tích đất phù hợp sinh thái cho việc bảo tồn *C. konishii* ở tỉnh Sơn La. Một bước quan trọng của đánh giá tính phù hợp sinh thái đối với các loài thực vật là cân nhắc tất cả các yếu tố ảnh hưởng đến sự phù hợp của loài với các khu vực nghiên cứu. Trọng số ảnh hưởng (Bảng 4) là cơ sở quan trọng để tính toán diện tích đất phù hợp sinh thái cho loài này.

Bảng 5. Tổng hợp diện tích phân cấp thích hợp sinh thái của loài cây Sa mu đầu tại tỉnh Sơn La

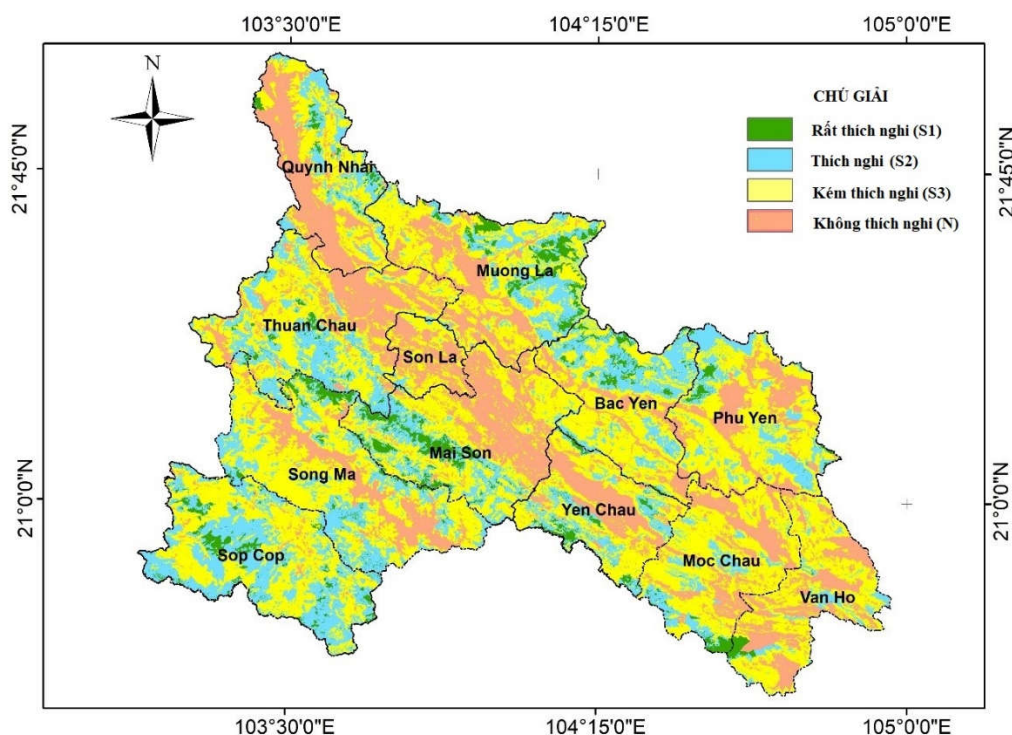
Phân cấp thích nghi	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)
Thích hợp cao (S1)	613	4
Thích hợp TB (S2)	3.228	23
Thích hợp kém (S3)	6.638	47
Không thích hợp (N)	3.576	25
Tổng cộng	14.055	100

Kết quả ở bảng 5 cho thấy diện tích phù hợp cao với loài *C. konishii* chỉ chiếm 4% diện tích toàn tỉnh trong khi diện tích thích hợp thấp, không phù hợp và trung bình chiếm đa số với các giá trị lần lượt là 47%, 25% và 23%. Các

vùng thích hợp cao đối với loài này chiếm tỷ lệ nhỏ trong diện tích của tỉnh vì các vùng này phải đảm bảo các yêu cầu sinh thái về khí hậu, địa hình; thực vật và đất (Hình 2 và Hình 3).



Hình 2. Phân hạng thích nghi tiêu chí địa hình (a), đất (b), khí hậu (c), thảm thực vật (d) đối với loài Sa mu đầu tại Sơn La (tỷ lệ bản đồ 1:250.000)

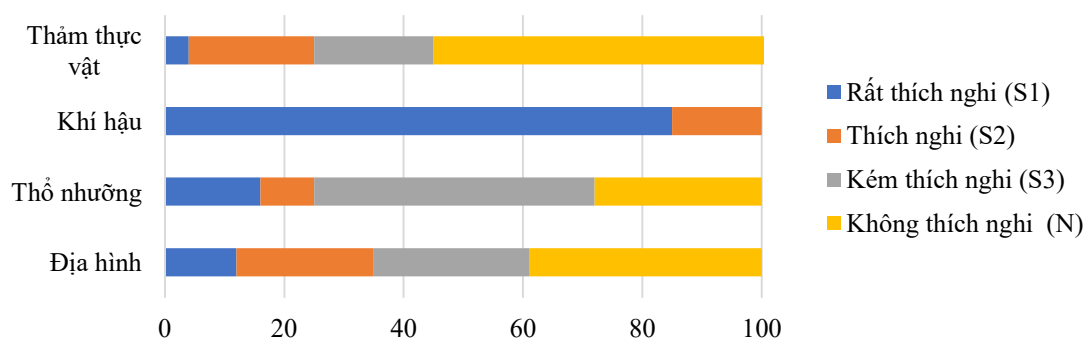


Hình 3. Bản đồ phân hạng thích nghi sinh thái đối với loài Sa mu đầu tại Sơn La (tỷ lệ bản đồ 1:250.000)

Hình 3 thể hiện bản đồ hoàn thiện về sự phù hợp sinh thái của loài Sa mu đầu với các điều kiện sinh thái ở tỉnh Sơn La. Bản đồ này cho thấy các huyện có điều kiện thích hợp cao với loài này bao gồm: Mộc Châu, Vân Hồ, Mường La, Bắc Yên, Phù Yên, Mai Sơn, Thuận Châu,

Sốp Cộp.

Kết quả cũng chỉ ra rằng nhân tố khí hậu có phổ thích ứng lớn đối với loài này vì không có diện tích kém và không thích nghi, sau đó lần lượt là đất, địa hình và thảm thực vật (Hình 4).



Hình 4. Phổ thích nghi sinh thái của loài Sa mu đầu với 4 tiêu chí sinh thái chính

Bảng 5. Diện tích thích nghi của các yếu tố sinh thái

Mức độ thích nghi	Địa hình		Thổ nhưỡng		Khí hậu		Thực vật	
	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Rất thích nghi (S1)	1.666	12	2.226	16	11.952	85	416	3
Thích nghi (S2)	3.288	23	1.301	9	2.103	15	286	2
Kém thích nghi (S3)	3.660	26	6.545	47			13.353	95
Không thích nghi (N)	5.441	39	3.983	28				
Tổng	14.055	100	14.055	100	14.055	100	14.055	100

Kết quả nghiên cứu tương đồng với các nghiên cứu trước đây về phân bố theo vùng khí hậu của loài Sa mu đầu. Các nghiên cứu đều cho thấy loài cây này thường xuất hiện tại vùng có điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa như tại Sơn La. Nguyễn Tiến Hiệp và cộng sự, 2004 phát hiện loài cây này mọc rải rác thành các đám nhỏ trong rừng nguyên sinh thường xanh hỗn giao có nhiệt độ trung bình năm 13 - 19⁰C, lượng mưa trên 1.500 mm. Lê Quang Tuấn, 2013 kết luận rằng loài này phân bố ở nơi có nhiệt độ trung bình 22 - 24⁰C, lượng mưa trung bình 1.700 - 2.000 mm tại Vườn quốc gia Pù Mát và Khu bảo tồn thiên nhiên Pù Huống, tỉnh Nghệ An. Đặc biệt, vùng phân bố hiện tại của loài cũng nằm trong vùng thích hợp nhất tại huyện Mộc Châu, nơi có diện tích rất thích hợp S1 khá

lớn và không bị phân cắt (Hình 3).

3.3. Đề xuất giải pháp và khuyến nghị về phân vùng ưu tiên bảo tồn loài Sa mu đầu tại tỉnh Sơn La

Bản đồ phân hạng phù hợp sinh thái đối với loài Sa mu đầu tại Sơn La đã cho thấy diện tích rất thích hợp cho sự phân bố loài nằm rải rác trong toàn tỉnh. Bên cạnh đó, diện tích thích kém hợp nằm xen kẽ do diện tích này bị chi phối bởi hoạt động khai thác và sử dụng tài nguyên đất của con người. Vùng phân bố thích hợp cao có diện tích lớn và ít bị phân mảnh nhỏ nằm ở phía Đông của tỉnh thuộc địa phận khu Bảo tồn thiên nhiên Xuân Nha, huyện Mộc châu. Vùng thích hợp cao cho loài Sa mu đầu tại khu vực này không bị phân cắt và có phân bố quần thể loài này trong tự nhiên.

Bảng 6. Diện tích sinh thái thích hợp cho phát triển loài Sa mu đầu trong rừng đặc dụng Xuân Nha, tỉnh Sơn La

Tên loại thảm thực vật		Diện tích (ha)	Đề xuất	Diện tích (ha)
Rừng gỗ tự nhiên núi đất	Rừng gỗ tự nhiên núi đất giàu	2.257	Quản lý Bảo vệ rừng, làm giàu rừng, bảo tồn loài Sa mu đầu	11.368
	Rừng gỗ tự nhiên núi đất trung bình	2.436		
	Rừng gỗ tự nhiên núi đất nghèo	1.637		
	Rừng gỗ tự nhiên núi đất nghèo kiệt	6		
	Rừng gỗ tự nhiên núi đất phục hồi	5.032		
Rừng gỗ tự nhiên núi đá	Rừng gỗ tự nhiên núi đá giàu nguyên sinh	89	Quản lý Bảo vệ rừng, làm giàu rừng	774
	Rừng gỗ tự nhiên núi đá TB nguyên sinh	646		
	Rừng gỗ tự nhiên núi đá nghèo kiệt	39		
Rừng hỗn giao	Rừng hỗn giao gỗ + tre nứa tự nhiên núi đất	1.428	Quản lý Bảo vệ rừng, làm giàu rừng	6.020
	Rừng hỗn giao tre nứa + gỗ tự nhiên núi đất	3.231		
	Rừng tre/luông tự nhiên núi đất	1.361		
Thảm thực vật dân sinh	Thực vật khu dân cư	17	Trồng thử nghiệm Sa mu đầu	340
	Rừng gỗ trồng núi đất	19		
	Rừng tre nứa trồng núi đất	304		
Thảm thực vật tái sinh	Đất có cây gỗ tái sinh núi đất	843	Trồng thử nghiệm Sa mu đầu	844
	Đất có cây gỗ tái sinh núi đá	1		
Đất trống	Đất trống núi đất, cỏ hoặc cây bụi	874	Trồng thử nghiệm Sa mu đầu	874
Thảm thực vật nông nghiệp	Lúa, hoa màu, cây ăn quả	2.407		0

Từ các cơ sở phân tích trên, chúng tôi tiến hành đề xuất quỹ đất có tiềm năng cho khoanh nuôi và xúc tiến tái sinh loài này trong điều kiện tự nhiên tại Rừng đặc dụng KBTTN Xuân Nha nơi còn tồn tại quần thể tự nhiên của loài này trong khu vực tỉnh. Bản đồ phân hạng phù hợp của loài cây Sa mu đầu sau khi được chồng ghép với bản đồ kiểm kê rừng đặc dụng Xuân Nha, cho thấy sự phân hóa rõ nét diện tích thích nghi tương ứng với từng trạng thái rừng (xem Bảng

6). Quỹ đất bước đầu tốt nhất để phát triển loài là các vùng thích nghi gần khu vực dân cư, rừng trồng, rừng tái sinh, nơi con người có thể dễ dàng quản lý, chăm sóc, không ảnh hưởng nhiều tới khu vực rừng tự nhiên. Diện tích có rừng gỗ tự nhiên, rừng hỗn giao, rừng phục hồi nên quản lý bảo vệ, làm giàu rừng và bảo tồn loài Sa mu đầu. Ngoài khu vực thích nghi là KBTTN Xuân Nha, vùng thích nghi còn phân bố ở các huyện: Mường La, Bắc Yên, Phù Yên, Mai Sơn, Thuận

Châu, Sốp Cộp (xem Hình 3). Đó là những khu vực có diện tích đất lâm nghiệp chiếm phần lớn, có điều kiện xây dựng hệ thống rừng phòng hộ và hình thành các vùng rừng kinh tế hàng hoá có giá trị cao trong đó điển hình là các khu rừng đặc dụng như: Xuân Nha (Mộc Châu), Sốp Cộp, Cópia (Thuận Châu), Tà Xùa (Bắc Yên).

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhân tố địa hình đóng vai trò quan trọng nhất đến sự phân bố tự nhiên của loài, sau đó là thảm thực vật, thổ nhưỡng và khí hậu. Trong đó, phổ thích nghi của yếu tố khí hậu là lớn nhất vì không có diện tích kém và không thích nghi.

Bốn yếu tố trong số 15 nhân tố sinh thái phụ ảnh hưởng lớn đến sự phân bố tự nhiên của loài Sa mu dầu gồm độ che phủ của thảm thực vật (%), độ cao địa hình, tầng dày đất, trung bình số giờ nắng/ tháng sinh trưởng với tỷ số CR đều đáp ứng yêu cầu < 10%.

Bản đồ phù hợp sinh thái chỉ ra các huyện có điều kiện sinh thái thích hợp cao với loài này gồm: Mộc Châu, Vân Hồ, Mường La, Bắc Yên, Phù Yên, Mai Sơn, Thuận Châu, Sốp Cộp. Trong đó, vùng sinh thái thích hợp nhất để quy hoạch bảo tồn là Khu bảo tồn thiên nhiên Xuân Nha, huyện Mộc Châu.

Diện tích đất thích hợp nhất cho loài *C. konishii* lên tới 613 km² (chiếm 4% tổng diện tích của tỉnh Sơn La) và diện tích đề xuất trồng thử nghiệm là 20,58 km² (0,146% diện tích toàn tỉnh). Kết quả này đã hỗ trợ cho việc đề xuất đề xuất bảo tồn và phát triển loài cây quý này trên địa bàn tỉnh Sơn La.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được thực hiện thông qua sự hỗ trợ của Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga, Bộ Quốc phòng cho đề tài: “Ứng dụng phương pháp thông tin địa lý (GIS) và kỹ thuật sinh học phân tử phục vụ điều tra, giám sát và phát triển loài Sa mu dầu (*Cunninghamia konishii* Hayata) ở Việt Nam” trong thời gian từ 2020 - 2022, chủ nhiệm đề tài Phạm Mai Phương. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của các cán bộ thuộc Ban quản lý Rừng đặc dụng Xuân Nha, tỉnh Sơn La đã cấp giấy phép liên quan và hỗ trợ chúng tôi thu thập số liệu thực địa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quyết định số 06/2019/NĐ-CP (2019), Quản lý thực vật rừng, động vật rừng nguy cấp, quý, hiếm và thực thi Công ước về buôn bán quốc tế các loài động vật, thực vật hoang dã nguy cấp.
2. IUCN 2020 (2020), The IUCN red list of threatened species, <https://www.iucnredlist.org>.
3. Huỳnh Văn Chương (2009), Đánh giá sự thích hợp đất đa tiêu chí cho cây trồng thích hợp GIS và AHP:

Trường hợp nghiên cứu ở xã Hương Bình, Thừa Thiên Huế, Tạp chí khoa học - Đại Học Huế 50: 5-16.

4. Huỳnh Văn Chương, Phạm Gia Tùng, Nguyễn Bích Ngọc (2012), Đánh giá phân hạng thích nghi đất đai để định hướng mở rộng diện tích sản xuất phục vụ phát triển nông thôn mới tại vùng đồi núi thị xã Hương trà, tỉnh Thừa Thiên Huế, Tạp chí Khoa học - Đại học Huế 75B (6): 17-28

5. Bùi Thế Đồi, Nguyễn Phi Hùng (2013), Đặc điểm lâm học của loài Sa mu dầu (*Cunninghamia konishii* Hayata) tại Vườn Quốc gia Pù Mát, tỉnh Nghệ An, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn 6: 104.

6. Tran Van Duong (2001), Conservation and development of *Cunninghamia konishii* Hayata-A rare species that is newly discovered in Pu Hoat, Nghe An province, Conversation education network, 3.

7. FAO (1976), A framework for land evaluation. Soils Bulletin 32, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. ISBN 92-5-100111-1. <http://www.fao.org/docrep/t0715e/t0715e06.htm>. Accessed July 10, 2020.

8. Ahmad, F., Goparaju, L., & Qayum, A. (2017a), FAO guidelines and geospatial application for agroforestry suitability mapping: Case study of Ranchi, Jharkhand state of India, Agroforestry Systems.

9. Ahmad, F., Goparaju, L., & Qayum, A. (2017b), Agroforestry suitability analysis based upon nutrient availability mapping: A GIS based suitability mapping, AIMS Agriculture and Food, 2(2), 201–220.

10. Võ Văn Hào (2009), Ứng dụng AHP và GIS đánh giá xác định sự thích nghi của Thông hai lá (*Pinus merkusii*) và Keo lá tràm (*Acacia auriculiformis*) tại huyện Cư Kuin, tỉnh Đắk Lắk, Luận án Tiến sỹ Lâm nghiệp.

11. Nguyễn Tiến Hiệp, Phan Kế Lộc, Nguyễn Tố Đức Lưu, Thomas PI, Farjon A, Averyanov L, Regalado JJr. (2004), Thông Việt Nam: Nghiên cứu hiện trạng và bảo tồn, 55-56, Fauna & Flora International, Chương trình Việt Nam, Hà Nội.

12. Leonid V Averyanov, Nguyen Tien Hiep, Nguyen Sinh Khang, Pham The Van, Lamxay Vichith, Bounphanmy Somchanh, Lorphengsy Shengvilai, Phan Loc Ke, Lanorsavanh Soulivanh, Chantthavongsa Khamfa (2014), Gymnosperms of Laos, Nordic Journal of Botany, 32 (6), 765-805.

13. Phan Ke Loc, Nguyen Tien Hiep (1999), *Cunninghamia konishii* Hayata, grows wild in Vietnam or not and what is the scientific name of Sa Moc tree?, The 2nd seminar on biodiversity in North Truong Son, 61-64.

14. Phan Kế Lộc, Nguyễn Tiến Hiệp (1999), *Cunninghamia konishii* Hayata, có mọc hoang dại ở Việt Nam hay không và tên khoa học của cây Sa mộc là gì? Tuyển tập công trình Hội thảo Đa dạng sinh học Bắc Truong Sơn lần thứ 2, NXB. Đại học Quốc gia, Hà Nội, 61-64.

15. Phan Kế Lộc, Phạm Văn Thế, Nguyễn Sinh Khang, Averyanov LV (2013), Thông mọc tự nhiên ở Việt Nam - Trích yếu cập nhật hóa 2013, Tạp chí Kinh tế & Sinh thái 45: 33-45.

13. Sheng-You Lu, Ching-I Peng, Yu-Ping Cheng, Kuo-Hsiang Hong, Tzen-Yuh Chiang (2001), Chloroplast DNA phylogeography of *Cunninghamia*

konishii (Cupressaceae), an endemic conifer of Taiwan, *Genome*, 44 (5), 797-807.

16. Nguyễn Đức Tô Lưu, Philip Ian Thomas (2004), *Cây lá kim Việt Nam*, NXB. Thế giới.

17. Nguyễn Thị Thanh Nga, Nguyễn Văn Hiếu, Nguyễn Anh Dũng, Ma A Sim, Trần Huy Thái (2017), Sự phân bố và một số đặc điểm sinh thái của Pơ mu (*Fokienia hodginsii* (Dunn) A. Henry et H. H. Thomas) và Sa mu dầu (*Cunninghamia konishii* Hayata) ở Khu bảo tồn thiên nhiên Pù Huông, Nghệ An, *Tạp chí Sinh học* 39 (1): 122-128.

18. Phạm Mai Phương, IP Kotlov (2018), An estimation of natural landscape appropriateness for Cashew trees cultivation as a measure for sustainable social development in buffer zone of Hon Ba, Natural reserve, Khanh Hoa Province, Viet Nam, *Ландшафтная география в XXI веке*, 84-88.

19. Thomas L Saaty (1980), *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*: McGraw-Hill, Inc. New York, NY.

20. Nguyễn Văn Sinh (2009), Một số dẫn liệu về đặc điểm sinh thái, phân bố và bảo tồn loài Sa mu dầu tại Vườn Quốc gia Pù Mát, *Tuyên tập báo cáo Hội nghị Sinh thái và Tài nguyên sinh vật lần thứ 3*: 746-751.

21. Nguyễn Khoa Sơn (2007), *Sách Đỏ Việt Nam*,

Nhà xuất bản Quốc gia.

22. Nguyễn Minh Tâm, Nguyễn Thị Hoa, Nguyễn Thị Phương Trang (2009), Biến đổi di truyền ở hạt trần bị đe dọa *Cunninghamia lanceolata* var. *konishii* sử dụng điểm đánh dấu ISSR: ý nghĩa đối với việc bảo tồn, *Tạp chí Sinh học* 31(2): 66-72.

23. Nguyễn Thị Phương Trang (2012), Nghiên cứu đa dạng di truyền quần thể nhằm mục đích bảo tồn hai loài Pơ mu (*Fokienia hodginsii* (Dunn) A. Henry et Thomas) và Sa mu dầu (*Cunninghamia konishii* Hayata), mối quan hệ họ hàng của một số loài trong họ Hoàng đàn (Cupressaceae) ở Việt Nam, LATS, Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật - Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam.

24. Nguyễn Thị Phương Trang, Nguyễn Minh Tâm, Phan Kế Long, Phan Kế Lộc (2009), Góp phần xác định mức độ quan hệ họ hàng giữa Sa mộc trồng (*Cunninghamia lanceolata*) và Sa mu dầu (*Cunninghamia konishii*) họ Hoàng đàn (Cupressaceae) ở Việt Nam bằng phương pháp xác định trình tự 18S-rDNA, *Tạp chí Công nghệ Sinh học* 7(1): 85-92

25. Lê Quang Tuấn (2013), Sử dụng hệ thống thông tin địa lý để quản lý dữ liệu một khu bảo tồn, áp dụng cho Khu bảo tồn thiên nhiên Xuân Liên - Huyện Thường Xuân tỉnh Thanh Hóa, Đề tài KH cấp cơ sở Viện Sinh thái và TNSV.

APPLICATION OF GIS AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS FOR EVALUATING ECOLOGICAL SUITABILITY OF *CUNNINGHAMIA KONISHII* HAYATA IN SON LA PROVINCE

Phạm Mai Phương^{1*}, Tong Thi Hanh², Vu Dinh Duy¹, Nguyen Thanh Tuan³, Tran Viet Ha⁴, Nguyen Thi Bích Phương^{4*}

¹*Institute of Tropical Ecology, Vietnam - Russia Tropical Centre*

²*Military Technical Academy (MTA)*

³*Vietnam National University of Forestry - Dong Nai Campus*

⁴*Vietnam National University of Forestry*

SUMMARY

Cunninghamia konishii Hayata has a great scientific, ecological and economic value. It was included in the IUCN red list of threatened species, Vietnam red data book 2007 and Decree 06/2019/ND-CP. It also was classified as an endangered, precious, rare species and strictly protected. The study was conducted in Son La province, which is one of the places where *C. konishii* species exist. The data set included the current *C. konishii* distribution maps in Son La, soil maps, forest vegetation and recent climate data. The integration of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in GIS has been used to establish a distribution map for *C. konishii* species in Son La. Four ecological factors influencing the distribution of *C. konishii* in the study area were analyzed including topography, soil, vegetation and climate. Simultaneously, the expert method was applied to determine the weights of four ecological factors affecting the environmental suitability of this species. Results revealed that topographic criterion was the main factor for species distribution, followed by vegetation cover, soil and climate parameter. Besides, we also demonstrated that the vegetation cover, the vegetation height, soil layer thickness and sunshine hours/growth month had a great effect to the species distribution among 15 ecological sub-factors of study. Based on the map of ecological suitability of this species in Son La, the most suitable land area for *C. konishii* was approximated as 613 km² (6% of the total area of the province) and the proposed area for experimental planting was 20.58 km² (as equal 0.146% of the province's area).

Keywords: AHP, *Cunninghamia konishii* Hayata, GIS, ecological factors, ecological suitability

Ngày nhận bài : 17/10/2020

Ngày phản biện : 23/11/2020

Ngày quyết định đăng : 07/12/2020