

XÁC ĐỊNH MỨC THÍCH NGHI CỦA LÀM GIÀU RỪNG KHỘP BẰNG CÂY TẾCH (*Tectona grandis* L.f.) THEO CÁC NHÂN TỐ QUAN TRẮC TRỰC TIẾP VÀ THỰC VẬT CHỈ THỊ

Phạm Công Trí¹ và Bảo Huy²

¹ Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm nghiệp Tây Nguyên

² Trường Đại học Tây Nguyên

TÓM TẮT

Sau nhiều năm khai thác gỗ không bền vững, rừng khộp (rừng khô rụng lá cây họ dầu ưu thế) đã trở nên nghèo về gỗ và từ đó nhiều diện tích đã được chuyển đổi thành các loại cây công nghiệp như cao su. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá việc trồng cây gỗ tếch (*Tectona grandis* L.f.) trong điều kiện rừng khộp suy thoái và xác định các nhân tố quan sát trực tiếp ảnh hưởng đến sự thích nghi của cây tếch trong làm giàu rừng khộp. 42 ô thí nghiệm với diện tích 4.900 m² (bao gồm 64 ô sinh thái) đã được thiết lập và được quan sát trong 4 đến 5 năm để thử nghiệm việc làm giàu rừng khộp bằng cây tếch theo các tổ hợp các nhân tố khác nhau. Mô hình hồi quy đa biến, phi tuyến, có trọng số đã được sử dụng để phát hiện các nhân tố chính ảnh hưởng đến sự thích nghi của cây tếch. Kết quả là trong các điều kiện môi trường sinh thái khắc nghiệt của rừng khộp, trồng bổ sung bằng cây gỗ tếch đã cho kết quả đầy hứa hẹn với bốn mức độ thích nghi; và kết quả cũng cho thấy rằng bốn nhân tố quan sát trực tiếp ảnh hưởng đến mức thích nghi của cây tếch là ngập úng trong mùa mưa; sự hiện diện của loài cỏ lào (*Eupatorium odoratum* L.) chỉ thị cho tiềm năng tăng trưởng của gỗ tếch; tỷ lệ phần trăm kết von trên mặt đất rừng và các loài cây rừng khộp ưu thế.

Từ khóa: cây tếch, làm giàu rừng, mức thích nghi, rừng khộp, thực vật chỉ thị

Determination of suitability level of enrichment planting of teak (*Tectona grandis* L.F.) in the degraded dry deciduous dipterocarp forest by direct observed factors and indicator plants

After years of unsustainable logging, the Dry Deciduous Dipterocarp Forest (DDDF) has become poor in timber stocks and it has been converted to industrial crops such as rubber. The objectives of this study were to assess teak (*Tectona grandis* L.f.) tree establishment under degraded DDDF conditions and to determine direct observed factors that influence the suitability of teak as a forest enrichment tree species. A set of 42 experimental plots of 4,900 m² each (including 64 ecological plots) was set up and observed for 4 - 5 years for testing enrichment planting with teak under various combinations of factors. Weighted, nonlinear, multivariate regression models were used to detect key factors that influenced the suitability of teak. As a result, under extreme ecological and environmental conditions of the DDDF, enrichment planting with teak gave promising results with four suitability levels; and the results also showed that four direct observed factors that affected the suitability of teak were waterlogging during the rainy season; the presence of *Eupatorium odoratum* L., which indicated good growth potential for teak; percentage of small stone coverage and dominant tree species.

Keywords: dipterocarp forest, enrichment planting, indicator plant, teak suitability level

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng khộp là kiểu rừng khô, thưa, rụng lá, cây họ dầu chiếm ưu thế phân bố chủ yếu ở Đông Nam Á (Maury-Lechon và Curtet, 1998). Ở Việt Nam, loại rừng này sau nhiều năm khai thác quá mức, rừng đã trở nên nghèo về gỗ. Kết quả là nhiều diện tích rừng đã được chuyển đổi thành các loại cây trồng như điều (*Anacardium occidentale* L.), cao su (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss) Müll, Arg.) và keo (*Acacia* sp.). Tuy vậy, đa số diện tích rừng khộp vẫn còn duy trì khá tốt các chức năng sinh thái môi trường (giữ nước, đất, hấp thụ CO₂, điều hòa khí hậu, bảo tồn đa dạng sinh học,...). Vì vậy cần có nghiên cứu phục hồi như làm giàu rừng khộp suy thoái bằng các loài cây có giá trị kinh tế và phù hợp sinh thái rừng khộp như cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.).

Làm giàu hệ sinh thái rừng khộp đang bị suy thoái là một nhu cầu rất cấp thiết hiện nay, không chỉ phục hồi giá trị kinh tế rừng mà còn nâng cao các giá trị sinh thái môi trường rừng của kiểu rừng quan trọng này ở Tây Nguyên. Trồng làm giàu rừng là một kỹ thuật lâm sinh thường được sử dụng để làm tăng giá trị kinh tế của rừng bị suy thoái và do đó giúp ngăn ngừa sự chuyển đổi rừng sang sử dụng đất khác, do đó làm giảm nạn phá rừng (Paquette và cộng sự 2009). Trồng làm giàu rừng được áp dụng trong quản lý rừng khộp trên khắp vùng nhiệt đới châu Á (Appanah, 1998).

Tẻch là một loài cây cung cấp gỗ có giá trị kinh tế cao, sinh trưởng khá nhanh, như có thể cung cấp gỗ nhỏ đường kính 15 - 20 cm với chu kỳ 20-25 năm (Bảo Huy, 1995; Bảo Huy và cộng sự, 1998; Roshetko et al., 2013). Tẻch cũng mọc tự nhiên trong rừng rụng lá với tỷ lệ tổ thành 4-35% mật độ, sinh sống cùng với một số loài ưu thế trong rừng rụng lá cây họ dầu (Kollert và Cherubini, 2012). Đặc biệt là khả năng chịu lửa rừng của cây tẻch giống như các loài cây họ dầu rừng khộp (cây con có thể

tái sinh chồi sau cháy, các cây lớn có khả năng chịu lửa). Tuy vậy, đến nay vẫn chưa có thực nghiệm nào đánh giá khả năng thích nghi của tẻch trong rừng khộp suy thoái.

Cho đến nay, đã có những kinh nghiệm đáng kể về rừng trồng rừng tẻch, tuy nhiên, có sự khác nhau giữa việc trồng rừng thuần loại hoặc trồng tẻch trong hệ thống nông lâm kết hợp với trồng tẻch dưới tán của rừng khộp bị suy thoái. Vì vậy nghiên cứu này được tiến hành nhằm xác định mức thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp nhờ các nhân tố để xác định và thực vật chi thị.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm và đối tượng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là diện tích rừng khộp tập trung của tỉnh Đắk Lắk, phân bố trên 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo (trừ Vườn Quốc Gia Yok Đôn). Diện tích rừng khộp khu vực nghiên cứu là 94.898,8 ha năm 2014; bao gồm: 8,3 ha rừng khộp giàu; 6.474,8 ha rừng khộp trung bình; 88.397,2 ha rừng khộp nghèo; 18,5 ha rừng khộp phục hồi (non). Như vậy, diện tích rừng khộp hiện tại chủ yếu là rừng nghèo (88.397,2 ha) và rừng trung bình (6.474,8 ha).

Các vị trí nghiên cứu được đặt tại hai tiểu vùng sinh thái của tỉnh Đắk Lắk, nằm trên độ cao trung bình 150 m và 450 m. Lượng mưa trung bình hàng năm lần lượt là 1.600 và 1.900 mm năm tại hai địa điểm. Nhiệt độ trung bình năm là 23,0 và 25,5°C. Có 4-5 tháng hạn hán và cháy rừng tại mỗi địa điểm hàng năm (Trạm Khí tượng Thủy văn huyện Buôn Đôn và Ea Hleo, Việt Nam, năm 2014). Một số khu vực nghiên cứu bị ngập hoặc ngập trong mùa mưa. Các loại đất được hình thành từ bốn loại đá mẹ chính: đá phiến sét, bazan, axit magma và đá sa thạch. Độ dày tầng đất dao động từ <30 cm đến> 50 cm. Mặt đất có nhiều đá nổi và kết von, thành phần dinh dưỡng của đất rất khác nhau.

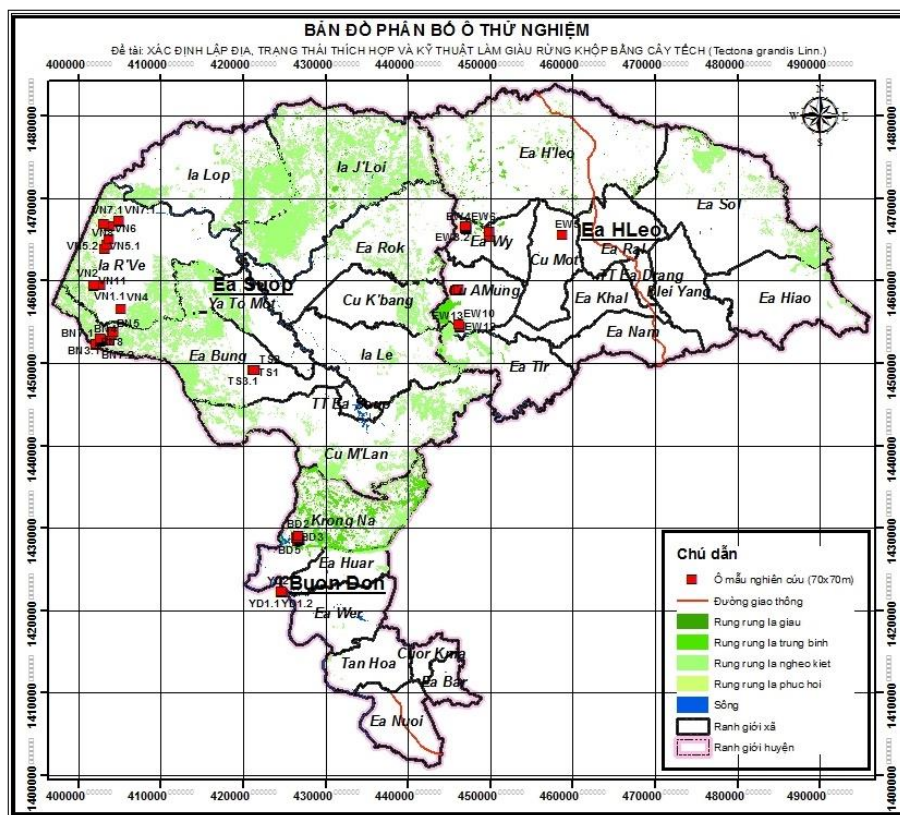
Rừng khộp nghiên cứu là kiểu rừng thưa khô rụng lá cây họ dầu ưu thế, có các trạng thái rừng khác nhau từ chưa có trữ lượng, đến nghèo, trung bình và giàu (Thông tư số 34/2009/TT-BNNPTNT); với mật độ biến động từ 48 - 558 cây/ha với trữ lượng gỗ từ 4 - 198 m³/ha. Các loài cây ưu thế chủ yếu thuộc họ dầu Dipterocarpaceae, bao gồm cẩm liên (*Shorea siamensis* Miq.), Cà chít (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume), Cẩm xe (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub.), Chiêu liêu (*Terminalia alata* Wall.), Chiêu liêu đen (*Terminalia chebula* Retz.), dầu đồng (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.), và dầu trà beng (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.).

Cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.) dùng làm giàu rừng khộp, thuộc họ Tẻch hay Cỏ roi ngựa (*Verbenaceae*) hoặc họ *Lamiaceae*; bộ Hoa môi (*Lamiales*). Tên tiếng Việt khác: Gia ty; Báng sủng. Tên tiếng Anh: Teak.

Thời gian nghiên cứu hiện trường: Từ tháng 4 năm 2010 đến tháng 12 năm 2015.

2.2. Thiết kế thử nghiệm

Chồng xếp trong ArcGIS các lớp bản đồ khác nhau về các nhân tố sinh thái, lập địa và trạng thái rừng khộp để có bản đồ tổ hợp các nhân tố. Các ô thử nghiệm được bố trí trên tổ hợp các nhân tố nói trên. Đã thiết kế 42 ô thử nghiệm (Ô TN), kích thước ô là 70x70m, với diện tích 4.900m² (Hình 1). Trong mỗi ô thử nghiệm chia thành các ô phụ để đồng nhất các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, gọi là ô sinh thái (ô ST) (Hình 2). Tổng số hình thành 64 ô sinh thái trên các tổ hợp nhân tố khác nhau phân bố rải trên diện tích rừng khộp. Diện tích ô sinh thái nhỏ nhất là 370m², lớn nhất là 4.900m², trung bình là 3.215m².

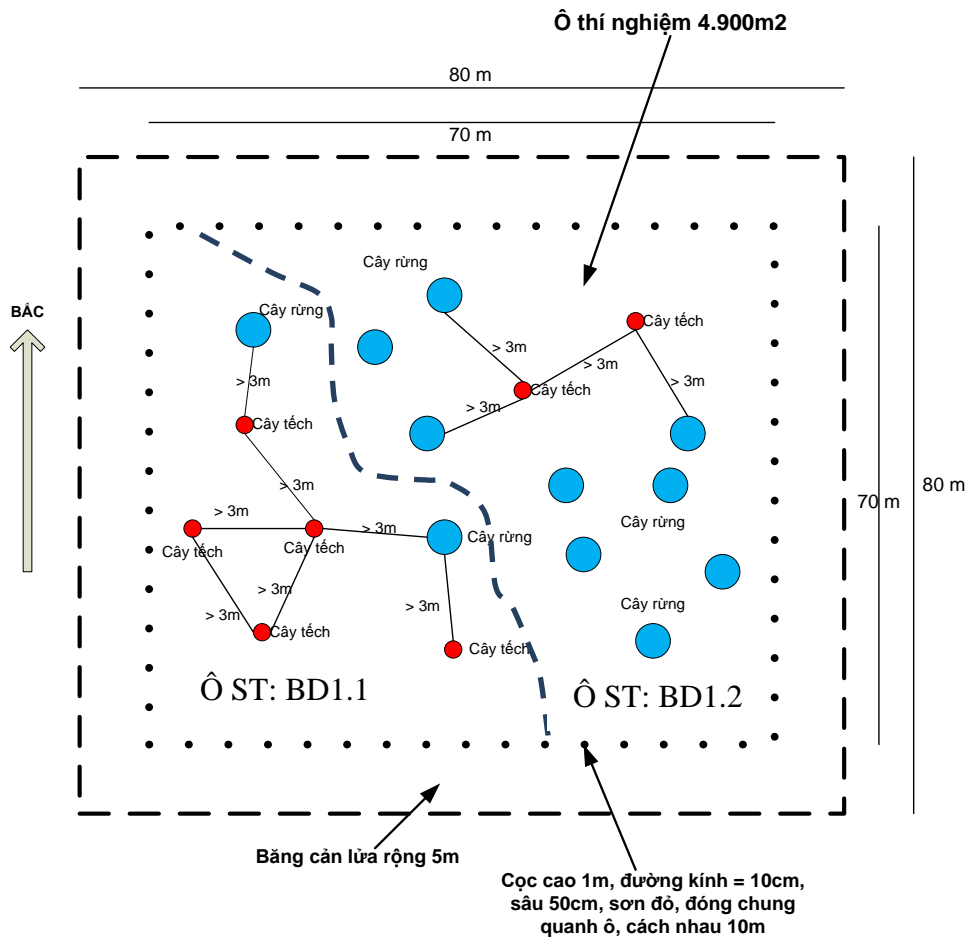


Hình 1. Bản đồ phân bố ô thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng tẻch trên khu vực nghiên cứu (thuộc 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo - tỉnh Đắk Lắk)

Tiến hành trồng, chăm sóc tẻch làm giàu rừng theo đám, lỗ trống trong rừng khộp. Tẻch được thiết kế cho từng lỗ trống, đám trống với cự ly 3x3m, các cây tẻch cách nhau 3m và cách cây rừng khộp (có đường kính ngang ngực DBH ≥ 10cm) >3m (Hình 2). Mật độ tẻch trồng ở ô thử nghiệm 4.900m² trung bình có 263 cây, ít nhất là 88 cây và cao nhất là 482 cây; ô sinh thái trung bình có 173 cây, ít nhất 22 cây và cao nhất 456 cây. Kích thước hố trồng là 40×40×40cm.

20 cm. Tia cành cây tẻch trong mùa mưa vào tháng 6 đến tháng 9. Mục đích của việc cắt tia cành là tạo ra thân cây chất lượng tốt và nâng cao sản lượng khi khai thác (Roshetko và cộng sự, 2013). Xới đất, làm cỏ và bón phân mỗi năm một lần vào tháng 6, bón phân trên mặt đất xung quanh mỗi cây tẻch, sử dụng 0,3 kg vôi và 0,15 kg NPK (16: 16: 8) cho mỗi cây tẻch. Đã ngăn ngừa lửa rừng bằng cách làm cỏ và đốt cỏ, tre nhỏ hai lần một năm vào đầu và giữa mùa khô.

Tẻch được trồng bằng stump một năm tuổi với đường kính cổ rễ 1,0-1,5 cm và chiều dài 15-



Hình 2. Sơ đồ ô thử nghiệm và phân chia thành các ô đồng nhất sinh thái và trồng tẻch làm giàu rừng khộp theo lỗ trống

2.3. Thu thập và xử lý số liệu

Số liệu cây tẻch: Các ô thử nghiệm được trồng trong các năm 2010, 2011 và 2012 và số liệu cây tẻch được thu thập được lặp lại vào 3 năm

2013, 2014 và 2015, do đó dãy tuổi của các ô thử nghiệm là A = 1,4; 2,3; 2,4; 2,7; 3,2; 3,3; 3,5; 3,9; 4,3; 4,4; 4,5; 5,4 năm. Số liệu thu thập bao gồm: Đường kính gốc (Dgoc, mm) và

đường kính ngang ngực (nếu chiều cao cây >1,3m) (DBH, mm) bằng thước kẹp kính điện tử, chiều cao (H, cm) đo bằng thước hoặc bằng mia đo cao khắc vạch đến cm, xác định cây có bị sâu bệnh hay không và đếm số cây chết.

Thu thập số liệu sinh thái, lập địa; trạng thái rừng và thực vật chỉ thị cho mức thích nghi tếch trong rừng khộp, trong đó có bốn nhân tố dễ quan sát và thực vật chỉ thị dự đoán ảnh hưởng đến thích nghi tếch được thu thập, bao gồm:



Cỏ Lào (*Eupatorium odoratum* Linn.)

Ngập nước: Xác định 3 vị trí trên đường chéo ô 10 × 10m đại diện trong ô sinh thái, ở hai mức có = 1 và không = 2. Trong đó ngập nước được xác định là vùng ngập nhẹ bề mặt trong các tháng mùa mưa.

Xuất hiện Cỏ Lào (*Eupatorium odoratum* Linn.): Qua quan sát 4-5 năm cho thấy đây là loài chỉ thị cho khả năng sinh trưởng tốt của cây tếch. Xác định ở hai mức có và không xuất hiện (Hình 3).



Tếch sinh trưởng tốt ở nơi xuất hiện Cỏ Lào

Hình 3. Loài Cỏ Lào (*Eupatorium odoratum* Linn.) và tếch sinh trưởng tốt nơi cỏ Lào xuất hiện

- Tỷ lệ kết von trên bề mặt đất rừng: Đo các chiều dài các vùng kết von trên hai đường chéo ô 10x10m đại diện trong ô sinh thái và chia cho tổng chiều dài đường chéo. Phân cấp tỷ lệ kết von (%): <10, 10-30, 30-50 và > 50%

- Loài cây rừng khộp ưu thế: Xác định 1-2 loài có mật độ cao nhất trong ô sinh thái.

2.4. Phương pháp xác định mức thích nghi của cây tếch trong các ô thử nghiệm làm giàu rừng khộp

Sử dụng phương trình phân chia cấp năng suất rừng trồng tếch ở Tây Nguyên của Bảo Huy và cộng sự (1998). Với cấp năng suất được phân chia theo phương trình quan hệ giữa chiều cao bình quân tầng trội H_o (chiều cao trung bình của 20% cây cao nhất trong lâm phần) theo tuổi A (năm) như sau:

$$H_o = a_i \times \exp(-b_i A^{-0,796}) \tag{1}$$

Trong đó: các tham số a_i và b_i thay đổi theo cấp năng suất i như sau:

Cấp năng suất	a	b
Giới hạn	32,028	3,535
I: Rất tốt	30,439	3,665
Giới hạn	28,859	3,816
II: Tốt	27,289	3,994
Giới hạn	25,732	4,207
III: Trung bình	24,195	4,466
Giới hạn	22,685	4,789

Từ cặp dữ liệu chiều cao trung bình của cây trội (H_{tb} trội) theo A của 64 ô sinh thái, dựa vào hệ thống phương trình trên xác định được mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng

khộp. Cấp rất thích nghi của tếch trong làm giàu rừng ứng với cấp năng suất rất tốt, thích nghi tốt ứng với năng suất tốt, thích nghi trung bình ứng với năng suất trung bình và dưới đó là mức thích nghi kém.

2.5. Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của các nhân tố đến mức thích nghi của cây tếch trong rừng khộp

Sử dụng phương pháp mô hình hồi quy đa biến, tổ hợp biến phi tuyến có trọng số để xác định các nhân tố được mã hóa ảnh hưởng đến mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp. Bao gồm các bước:

i) Mã hóa các nhân tố:

Mã hóa các nhân tố ảnh hưởng theo chiều biến thiên của mức thích nghi của tếch dựa vào tăng trưởng chiều cao cây tếch trội (TT H trội). Sử dụng tiêu chuẩn Kruskal Wallis để kiểm tra có sự ảnh hưởng của nhân tố đó với tăng trưởng cây trội tếch, sau đó sử dụng trắc nghiệm Duncan để xem các công thức, cấp, yếu tố nào là đồng nhất hoặc khác biệt để gộp nhóm và mã hóa theo chiều biến thiên. Kết quả mã hóa 4 nhân tố ảnh hưởng theo Bảng 1.

Bảng 1. Mã hóa các nhân tố theo chiều biến thiên của mức thích nghi tếch

STT	Nhân tố	Mã hóa			
		1	2	3	4
1	Ngập nước	Có	Không		
2	Cấp kết von	<10%	10-30%	>50%	30-50%
3	Cỏ lào	Không	Có		
4	Loài cây ưu thế rừng khộp	Dầu trà beng (<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>)	Cà chít (<i>Shorea obtusa</i>)	Dầu đồng (<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>), Chiêu liêu đen (<i>Terminalia alata</i>)	Cầm liên (<i>Shorea siamensis</i>)

ii) Lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi của tếch với các nhân tố ảnh hưởng:

Với việc mã hóa các nhân tố ảnh hưởng theo chiều biến thiên của tăng trưởng và mức thích nghi của tếch, nên mô hình quan hệ được sử dụng là hai dạng chính là Power và Schumacher mở rộng, từ kết quả thăm dò đã sử dụng mô hình Power để nghiên cứu qua hệ giữa mức thích nghi tếch (mã hóa) với các nhân tố khác nhau để tìm ra nhân tố ảnh hưởng:

$$Y = a \times X_i^{bi} + \epsilon \tag{2}$$

Trong đó: Y là mã hóa mức thích nghi của tếch: 1: Rất thích nghi, 2: Thích nghi tốt, 3: Thích nghi trung bình và 4: Thích nghi kém.

X_i là các nhân tố và ϵ là sai số ước lượng của mô hình.

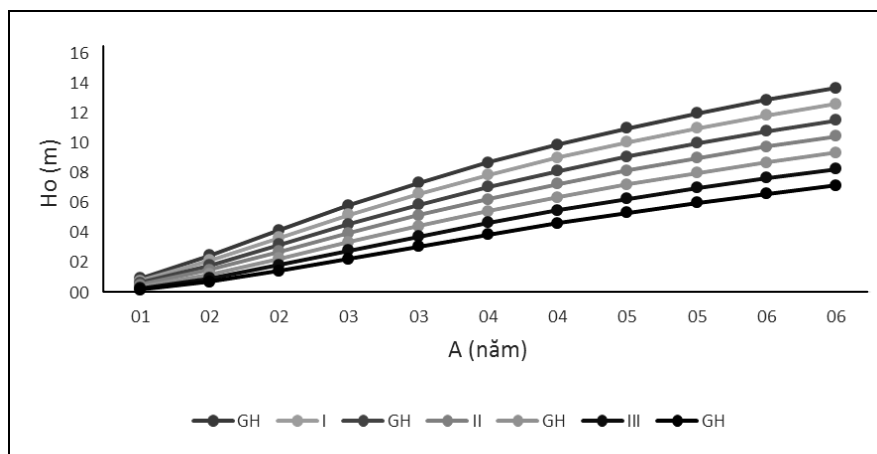
Tiêu chuẩn Mallows' Cp (1973) trong phần mềm Statgraphics được sử dụng để lựa chọn số biến số, nhân tố X_i tham gia mô hình tốt nhất trong trường hợp có nhiều biến nhưng chưa rõ có ảnh hưởng đến Y hay không. Chỉ số Cp càng bé và càng gần với số tham số p gần biến số (bao gồm hằng số) thì mô hình càng có độ tin cậy cao; dựa vào đây để xác định số biến số tham gia mô hình khi có quá nhiều biến số được giả định là có ảnh hưởng đến Y.

Sử dụng phương pháp ước lượng hàm phi tuyến tính đa biến của Marquardt có trọng số (Weight) (Picard et al. 2012; Saint-André et al., 2005) trong phần mềm Statgraphics. Nghiên cứu sử dụng trọng số Weight theo nhân tố độc lập chủ đạo; biến trọng số Weight = $1/X_i^a$, trong đó X_i là biến độc lập chủ đạo và làm phân hóa biến Y và tham số a biến động từ -20 to +20; thay đổi a để mô hình có được các chỉ tiêu thống kê tốt nhất.

III. KẾT QUẢ

3.1. Mức thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp

Cơ sở để đánh giá mức độ thích nghi là so sánh sinh trưởng chiều cao bình quân cây trội của tẻch trong làm giàu rừng khộp với các cấp năng suất của cây tẻch trồng thuần loại dựa vào chiều cao bình quân tầng trội (H_0 , m) theo tuổi (A) ở Tây Nguyên (Bảo Huy và cộng sự, 1998) (Hình 4). Theo đó phân chia sự thích nghi của tẻch thành 4 mức: 1 (Rất thích nghi), 2 (Thích nghi tốt), 3 (Thích nghi trung bình) và 4 (Thích nghi kém) ứng với các cấp năng suất rừng trồng tẻch: I (Rất tốt), II (Tốt), III (Trung bình) và dưới trung bình IV (Kém).



Cấp năng suất	Chiều cao bình quân tầng trội (H_0 , m) theo tuổi (A, năm) theo ba cấp năng suất										
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
Giới hạn	0.9	2.5	4.2	5.8	7.3	8.7	9.9	11.0	12.0	12.9	13.7
I	0.8	2.1	3.7	5.2	6.6	7.9	9.0	10.1	11.0	11.8	12.6
Giới hạn	0.6	1.8	3.2	4.6	5.9	7.1	8.1	9.1	10.0	10.8	11.5
II	0.5	1.5	2.7	4.0	5.2	6.3	7.3	8.2	9.0	9.8	10.5
Giới hạn	0.4	1.2	2.3	3.4	4.5	5.5	6.4	7.2	8.0	8.7	9.4
III	0.3	1.0	1.8	2.8	3.8	4.7	5.5	6.3	7.0	7.7	8.3
Giới hạn	0.2	0.7	1.4	2.3	3.1	3.9	4.6	5.3	6.0	6.6	7.2

Hình 4. Quan hệ giữa chiều cao bình quân tầng trội H_0 (chiều cao trung bình của 20% cây cao nhất trong lâm phần) theo tuổi A (năm) và biểu cấp năng suất rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên giai đoạn 1-6 tuổi (Bảo Huy và cộng sự, 1998)

Với 64 ô sinh thái xác định được các cặp dữ liệu chiều cao trung bình cây trội của cây tẻch (Htb trội) theo tuổi (A), thế các cặp dữ liệu này vào biểu cấp năng suất ở Hình 4 xác định được bốn mức thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp. Kết quả xếp các ô sinh thái theo 4 mức thích nghi, có 4/64 ô (6,3%) rất thích nghi; 5/64 ô (7,8%) thích nghi tốt; 18/64

ô (28,1%) thích nghi trung bình và 37/64 ô (57,8%) thích nghi kém. Như vậy có 27/64 ô chiếm 42,2% là thích nghi ở các mức khác nhau và 37/64 ô thích nghi kém chiếm 57,8%. Hình 5 minh họa hình ảnh và sinh trưởng cây tẻch trội ở bốn mức thích nghi trong làm giàu rừng khộp.



1: Rất thích nghi
Mã ô ST: BD1
Tuổi = 2,3 năm
Htroitb = 4,74m
TTHtroitb = 2,1m

2: Thích nghi tốt
Mã ô ST: BD4.1
Tuổi = 2,3 năm
Htroitb = 3,59m
TTHtroitb = 1,6m

3: Thích nghi trung bình
Mã ô ST: VN9.2
Tuổi = 2,3 năm
Htroitb = 2,69m
TTHtroitb = 1,2m

4: Thích nghi kém
Mã ô ST: BN1.1
Tuổi = 2,3 năm
Htroitb = 1,26m
TTHtroitb = 0,5m

Hình 5. Cây trội tẻch và sinh trưởng, tăng trưởng trung bình ở 4 mức thích nghi (Htroitb: Chiều cao trung bình của 20% cây tẻch cao nhất trong ô; TTHtroitb: Tăng trưởng trung bình năm của Htroitb)

3.2. Mô hình xác định mức thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp theo các nhân tố có thể quan trắc trực tiếp trên hiện trường và thực vật chỉ thị

Trong nghiên cứu này đã lập được 3 mô hình dự báo mức thích nghi của tẻch theo 3 nhóm nhân tố là: sinh thái - lập địa, trạng thái rừng - thực vật chỉ thị và lý hóa tính đất. Với nhóm nhân tố sinh thái - lập địa gồm 3 nhân tố ảnh hưởng là đơn vị đất (theo FAO), ngập nước và kết von trên bề mặt đất rừng; nhóm nhân tố trạng thái rừng - thực vật chỉ thị gồm 3 nhân tố ảnh hưởng là mật độ rừng khộp, loài ưu thế

rừng khộp và xuất hiện cỏ lào; nhóm nhân tố lý hóa tính đất gồm 5 nhân tố là % cát trong đất, hàm lượng N, P₂O₅, K₂O và Ca trong đất. Tổng hợp 3 nhóm nhân tố, đã phát hiện 11 nhân tố ảnh hưởng tổng hợp đến mức thích nghi tẻch trong làm giàu rừng khộp rừng khộp.

Các mô hình dự báo mức thích nghi của tẻch đã thiết lập nói trên chỉ sử dụng được khi tiến hành điều tra thu thập dữ liệu chi tiết, phân tích dữ liệu và phân tích lý hóa đất. Trong thực tế có nhu cầu xác định nhanh các khu vực có mức thích nghi của tẻch khác nhau trong rừng khộp trên hiện trường. Vì vậy cần lựa chọn

biến số có thể quan trắc trực tiếp hoặc thực vật chỉ thị để lập mô hình với mức thích nghi tếch.

Từ 11 nhân tố ảnh hưởng của 3 nhóm nhân tố, có 4 nhân tố có thể quan trắc trực tiếp trên hiện trường là: Ngập nước, Kết von, Cỏ lao và Loài ưu thế rừng khộp.

Tiến hành xác định các nhân tố ảnh hưởng theo chỉ số C_p của Mallows (1978). Kết quả cho thấy mô hình có độ tin cậy cao nhất với chỉ số $C_p = 5$ và bằng 4 nhân tố (+1 hằng số của mô hình); cho thấy cả 4 nhân tố đều tham gia tốt vào mô hình là: Ngập nước, Kết von, Cỏ Lào và Loài ưu thế cây rừng khộp (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả xác định các nhân tố có thể quan trắc trực tiếp ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn C_p của Mallows

Regression Model Selection				
Dependent variable: log(Mức thích nghi)				
Independent variables:				
A=log(Ngap nuoc)				
B=log(Ket von)				
C=log(Co lao)				
D=log(Loai uu the)				
Models with Smallest C_p				
MSE	R-Squared	Adjusted R-Squared	C_p	Included Variables
0,0523786	62,1137	60,8715	3,18077	BC
0,0515159	63,3486	61,5160	3,18664	BCD
0,0530138	62,2829	60,3970	4,90759	ABC
0,0522238	63,4642	60,9872	5,00000	ABCD
0,0608448	55,9900	54,5470	13,0697	CD
0,0610508	56,5649	54,3931	14,1414	ACD
0,0648756	52,3052	51,5359	17,0201	C

Kết quả thiết lập được mô hình dự đoán mức thích nghi tếch trong làm giàu rừng khộp theo

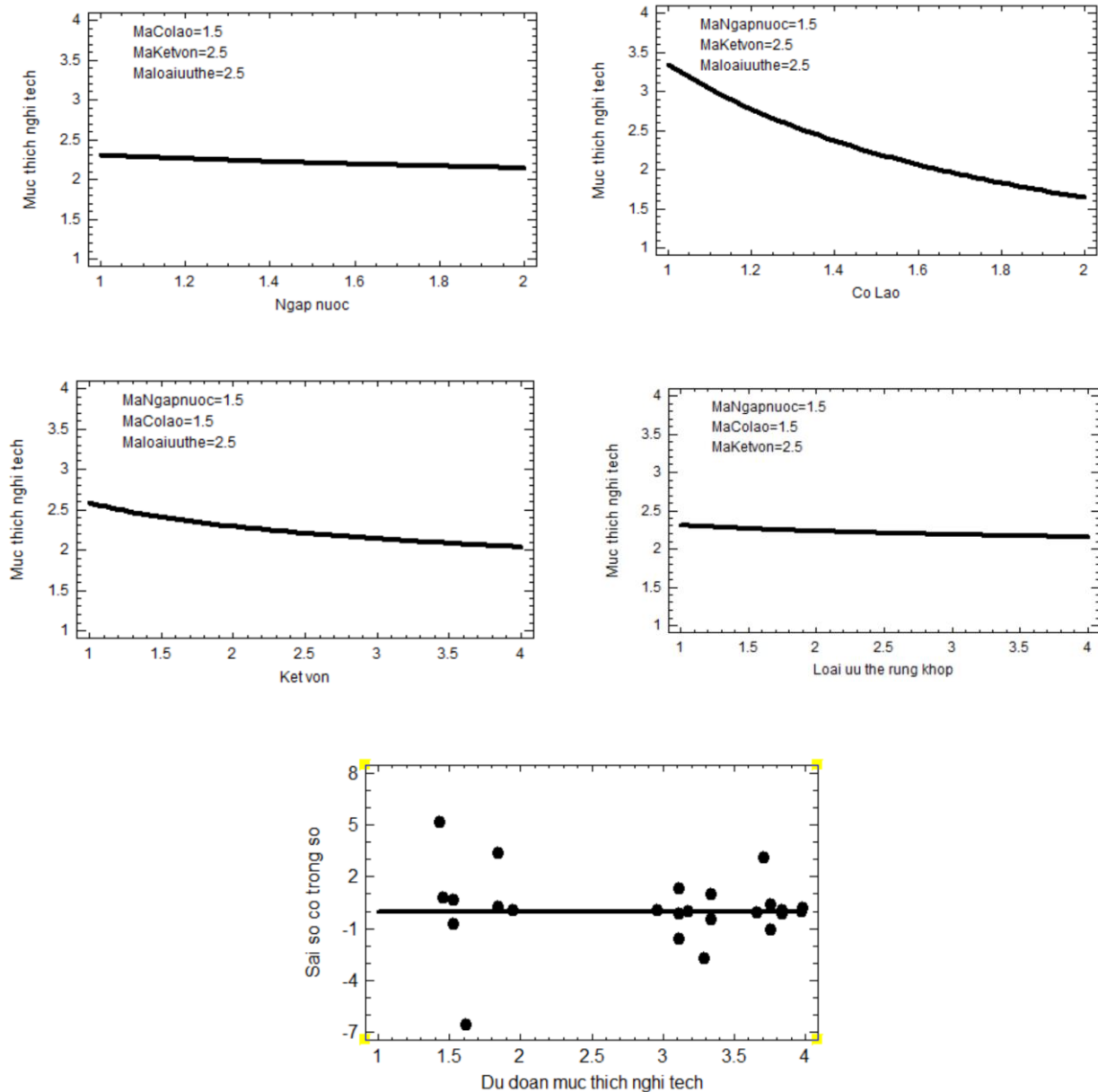
4 nhân tố có thể quan trắc trực tiếp và thực vật chỉ thị như sau:

$$Muc\ thích\ nghi = 4.27433 \times Ngap\ nuoc^{-0.104477} \times Co\ lao^{-1.02573} \times Ket\ von^{-0.171525} \times Loai\ uu\ the^{-0.0503018} \quad (5)$$

Trong đó:

trọng số $Weight = 1/Ma\ loai\ uu\ the^{-10}$; $n = 64$ ô ST, $R^2_{adj.} = 80,01\%$; sai số MAE = 0,39, tức là sai số bé hơn 1/2 mức thích nghi, sai số tương đối MAPE = 19,9%.

Hình 6 chỉ ra sự biến thiên của mức thích nghi tếch trong làm giàu rừng khộp theo 4 nhân tố có thể quan trắc trực tiếp và thực vật chỉ thị.



Hình 6. Quan hệ mức thích nghi của tếch làm giàu rừng khộp theo 4 nhân tố có thể quan trắc trực tiếp, thực vật chỉ thị và biến động sai số theo dự báo mức thích nghi

Thế các giá trị mã hóa vào mô hình lập được bảng xác định mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp theo 4 nhân tố để quan trắc trên thực địa và thực vật chỉ thị.

Như vậy trên thực tế, quan trắc nhanh 4 nhân tố trên hiện trường theo phương pháp đã trình bày trên, và sử dụng Bảng 3 sẽ xác định nhanh chóng mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp. Tuy nhiên lưu ý là với mô hình xác

định nhanh này có độ tin cậy trung bình, chỉ thích hợp cho việc thăm dò, khoan sơ bộ vùng thích hợp cho làm giàu rừng bằng cây tếch, sau đó cần thu thập dữ liệu, phân tích đất để xác định chính xác hơn theo mô hình 11 nhân tố ảnh hưởng tổng hợp nói trên.

Bảng 3. Mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp theo 4 nhân tố dễ quan trắc trên hiện trường và thực vật chỉ thị

Cỏ lào	Kết von %	Ngập nước	Loài cây ưu thế trong rừng khộp				
			Dầu trà beng	Cà chít	Dầu đồng, Chiêu liêu đen	Cắm liên	
Không	<10%	Có	4	4	4	4	
		Không	4	4	4	4	
	10-30%	Có	4	4	4	4	
		Không	4	3	3	3	
	>50%	Có	4	3	3	3	
		Không	3	3	3	3	
	30-50%	Có	3	3	3	3	
		Không	3	3	3	3	
	Có	<10%	Có				
			Không	2	2	2	2
10-30%		Có					
		Không	2	2	2	2	
>50%		Có					
		Không	2	2	2	2	
30-50%		Có					
		Không	2	1	1	1	

Ghi chú: Có một số tổ hợp nhân tố bỏ trống vì không có trong thực tế

IV. THẢO LUẬN

4.1. Mức độ thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp suy thoái trong giai đoạn đầu

Tếch đã được sử dụng rộng rãi và thành công trong hệ thống nông lâm kết hợp và làm giàu rừng. Làm giàu rừng bằng cây tếch giải pháp chính trong rừng nhiệt đới ẩm của quần đảo Andaman (Weaver, 1993). Ở miền bắc Lào, cây tếch là chủ đạo để phục hồi rừng hỗn giao sau nương rẫy (Roshetko và cộng sự, 2013). Nhìn chung cây tếch có thể được sử dụng để phục hồi các khu rừng đã bị suy thoái sau khi bị cháy và các khu rừng bị khai thác quá mức.

Làm giàu rừng là một giải pháp lâm sinh quan trọng trong quản lý rừng khộp, đặc biệt là trồng thêm cây có giá trị vào các lỗ trống tán

trong rừng, do rừng khộp là một kiểu rừng thưa và khi bị suy thoái thì mật độ rất thấp và tạo ra nhiều khoảng trống (Appanah, 1998). Một số nghiên cứu đã tìm ra các kỹ thuật lâm sinh cho các loài thuộc chi *Shorea* để làm giàu các rừng rừng thứ sinh sau khai thác quá mức (Adjers và cộng sự, 1995). Trồng tếch để làm giàu rừng đã thành công ở Karnataka và một số bang khác của Ấn Độ và Sri Lanka. Wyatt-Smith (1963) đã chỉ ra một trong những điều kiện để thực hiện giải pháp lâm sinh làm giàu rừng là cần chọn được loài trồng sản xuất gỗ có giá trị cao.

Trong nghiên cứu này, làm giàu rừng khộp suy thoái ở các điều kiện hoàn cảnh khác nhau bằng cây tếch đã chỉ ra khả năng thích nghi ở 4 mức tương ứng khi so sánh với 4 cấp năng suất của rừng trồng tếch (Bảo Huy và cộng sự,

1998). Nghiên cứu này lần đầu tiên chứng minh tiềm năng sử dụng cây tếch để làm giàu rừng khộp suy thoái ở Việt Nam. Phát hiện này rất quan trọng, bởi vì trên thực tế, rất khó để tìm được những loài gỗ có giá trị kinh tế cao có khả năng thích nghi với các điều kiện khắc nghiệt của rừng khộp như cháy rừng, hạn hán, ngập úng thường xuyên hàng năm và mặt đất rừng có nhiều kết von, đá lẫn. Kết quả nghiên cứu này cho thấy tếch có thể sống sót qua thời gian khô hạn là do chúng rụng lá hoàn toàn và ngừng sinh trưởng trong mùa khô như các loài cây họ dầu rụng lá của rừng khộp. Rừng khộp xuất hiện lửa rừng hàng năm và cây tếch cũng là loài chịu lửa nhờ lớp vỏ dày của nó (tương tự như vỏ dày của các loài cây họ dầu như cà chít, cẩm liên, chiêu liêu đen ...) (Ladrack, 2009). Ngoài ra kết quả này cũng chỉ ra cây tếch có thể đưa vào trồng trong rừng khộp suy thoái ở Việt Nam là nhờ dựa mô phỏng sinh thái, vì cây tếch trong tự nhiên ở Myanmar, mọc trong rừng khộp cùng với các loài ưu thế thuộc các chi *Dipterocarpus*, *Shorea*, *Terminalia*, và *Pentacme* (Weaver, 1993)..

4.2. Các nhân tố quan trắc trực tiếp và thực vật chỉ thị ảnh hưởng đến sinh trưởng và sự thích nghi của tếch trong điều kiện hoàn cảnh khác nhau của rừng khộp

Mức tăng trưởng trong giai đoạn đầu của cây tếch trồng ở rừng khộp rất nhạy cảm với các điều kiện sinh thái và các trạng thái rừng khác nhau. Phân tích mô hình với 4 nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi tếch trong rừng khộp đã chỉ ra rằng:

- i) Ngập nước: Ở những nơi rừng khộp không bị ngập nước, xuất hiện tất cả bốn mức thích nghi của tếch. Với sự ngập úng nhẹ, mức độ phù hợp của tếch chỉ từ trung bình đến kém. Điều này phù hợp với Kaosa-ard (1998) và Ladrach (2009) đã cho thấy rằng

tếch cần đất thoát nước tốt. Một tổng quan toàn cầu được thực hiện bởi Pandey và Brown (2000) cho thấy những khu rừng tếch tốt nhất, cả tự nhiên và rừng trồng, đã phát triển trong đất phù sa thoát nước tốt.

- ii) Loài cỏ Lào được phát hiện như là một nhân tố chỉ thị tốt cho mức thích nghi của tếch trong rừng khộp, có sự xuất hiện loài này khi đồng nhất các nhân tố khác thì mức thích nghi được cải thiện 1-2 bậc.
- iii) % kết von trên bề mặt đất rừng khộp có ảnh hưởng đáng kể đến mức độ thích hợp của cây tếch. Tỷ lệ kết von 30-50% cho tếch có mức thích nghi cao
- iv) Loài ưu thế của rừng khộp là chỉ thị tốt cho thay đổi mức thích nghi. Tếch mọc tự nhiên trong rừng rụng lá với tỷ lệ tổ thành từ 4-35% mật độ, sinh sống cùng với một số loài ưu thế thuộc họ dầu ưu thế (Kollert và Cherubini, 2012; Behaghel, 1999). Sự xuất hiện các loài cẩm liên, dầu đồng cho thấy tếch rất thích nghi; điều này phù hợp với cây tếch trong tự nhiên ở Myanmar, vì nó mọc chung với các loài ưu thế thuộc các chi *Dipterocarpus*, *Shorea*, *Pentacme* (Weaver, 1993).

V. KẾT LUẬN

Tếch trồng làm giàu rừng khộp phân hóa thành bốn mức thích nghi: Rất thích nghi, thích nghi tốt, thích nghi trung bình và thích nghi kém.

Có thể sử dụng mô hình theo 4 nhân tố để quan trắc và thực vật chỉ thị là: Có ngập nước hay không, xuất hiện hay không cỏ Lào, tỷ lệ kết von trên bề mặt đất rừng và loài cây ưu thế rừng khộp để xác định mức thích nghi của cây tếch trong làm giàu rừng khộp. Mô hình có sai số bé hơn 1/2 mức thích nghi, sai số tương đối là 20%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Adjers G, Hadenggan S, Kuusipalo J, Nuryanto K, Vesa L. 1995. Enrichment planting of dipterocarps in logged-over secondary forests: effect of width, direction and maintenance method of planting line on selected Shorea species. *Forest Ecology and Management*, volume 73, issues 1-3(1995): 259-270
2. Appanah S, Turnbull JM. 1998. A Review of Dipterocarp: Taxonomy, ecology and silviculture. Center for International Forestry Research (CIFOR). ISBN 979-8764-20-X.
3. Appanah S. 1998. Management of Natural Forests. In: (eds) Appanah S, Turnbull JM. 1998. A Review of Dipterocarp: Taxonomy, ecology and silviculture. Center for International Forestry Research (CIFOR). ISBN 979-8764-20-X. p130-149.
4. Bảo Huy, 1995. Sinh trưởng và sản lượng rừng trồng Tách tại Đắk Lắk. Kỷ yếu Hội thảo quốc gia lần thứ nhất về trồng rừng Tách ở Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Lâm nghiệp Việt Nam, tr. 71-78.
5. Bảo Huy, Nguyễn Văn Hòa, Nguyễn Thị Kim Liên, 1998. Nghiên cứu các cơ sở khoa học để kinh doanh rừng trồng Tách ở Tây Nguyên. Báo cáo khoa Học đề tài cấp bộ trọng điểm, Bộ Giáo Dục và Đào tạo.
6. Behaghel, I. 1999. The state of Teak (*Tectona grandis* L.F.) plantations in the world. *Bois et Forêt Des Tropiques*, 262(4): 18-58.
7. Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2009. Thông tư số 34/2009/TT-BNNPTNT của Bộ Nông nghiệp và PTNT, ban hành ngày 10/06/2009: Quy định tiêu chí xác định và phân loại rừng.
8. Kaosa-ard A. 1998. Management of Teak Plantations - Overview of problems in teak plantation establishment. Forest Resources Department, Chiang Mai University, Thailand. RAP Publication - 1998/05, 249 pp, AC773/E.
9. Kollert W and Cherubini L. 2012. Teak resources and market assessment 2010, FAO Planted Forests and Trees Working Paper FP/47/E, Rome, Available at <http://www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/>.
10. Ladrack W. 2009. Management of teak plantations for solid wood products. *International Society of Tropical Foresters (ISTF) News*. Special report, December, 2009. 5400 Grosvenor Lane, Bethesda, Maryland 20814, USA. Mallows, C.L., 1973. Some Comments on CP. *Technometrics* 15 (4): 661-675. doi:10.2307/1267380. JSTOR 1267380.
11. Mallows, C.L., 1973. Some Comments on CP. *Technometrics* 15 (4): 661-675. doi:10.2307/1267380. JSTOR 1267380.
12. Maury-Lechon G, Curtet L. 1998. Biogeography and Evolutionary Systematics of Dipterocarpaceae. In: (eds) Appanah S, Turnbull JM. 1998. A Review of Dipterocarp: Taxonomy, ecology and silviculture. Center for International Forestry Research (CIFOR). ISBN 979-8764-20-X. p5-44.
13. Mayer DG, Butler DG. 1993. Statistical validation. *Ecological Modelling*, 68(1993): 21-32.
14. Pandey D, Brown C. 2000. Teak: a global review. *Unasyuva*, Vol. 51-2000/2
15. Paquette AJ, Hawryshyn A, Senikas V, and Potvin C. 2009. Enrichment planting in secondary forests: a promising clean development mechanism to increase terrestrial carbon sinks. *Ecology and Society* 14(1): 31. Available at <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art31/>
16. Picard N, Saint-André L, Henry M. 2012. Manual for building tree volume and biomass allometric equations: from field measurement to prediction. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, and Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier, 215 pp.

17. Roshetko JM, Rohadi D, Perdana A, Sabastian G, Nuryartono N, Pramono AA, Widyani N, Manalu P, Fauzi MA, Sumardamto P, Kusumowardhani N. 2013. Teak agroforestry systems for livelihood enhancement, industrial timber production, and environmental rehabilitation. *Forests, Trees and Livelihoods*, 22:4, 241-256, DOI: 10.1080/14728028.2013.855150
18. Saint-André L, M'bou AT, Mabilia A, Mouvondy W, Jourdan C, Rouspard O, Deleporte P, Hamel O. & Nouvellon Y. 2005. Age-related equations for above and below ground biomass of a Eucalyptus hybrid in Congo. *Forest Ecology and Management*, 205, 199-214.
19. Weaver PL 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. Verbenaceae, Verbena family. SO-ITF-SM-64
20. Wyatt-Smith J. 1963. *Manual of Malayan silviculture for inland forests*. Malayan Forest Record No. 23. Forest Department, Kuala Lumpur.

Người thẩm định: GS.TS. Võ Đại Hải