

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH**



**PHẠM CÔNG TRÍ**

**XÁC ĐỊNH LẬP ĐỊA, TRẠNG THÁI THÍCH HỢP  
VÀ KỸ THUẬT LÀM GIÀU RỪNG KHỘP  
BẰNG CÂY TẾCH (*Tectona grandis* L.f.)  
Ở TỈNH ĐẮK LẮK**

Chuyên ngành: **Lâm sinh**

Mã số: **62 62 02 05**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP**

**TP. Hồ Chí Minh, năm 2017**

**Công trình được hoàn thành tại:**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH**

Người hướng dẫn: **PGS. TS. Bảo Huy**

Phản biện 1:.....

.....

Phản biện 2:.....

.....

Phản biện 3:.....

.....

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Trường  
tại: Trường Đại Học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.

Vào hồi ..... giờ ..... ngày.....tháng ..... năm.....

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia.
- Thư viện Trường Đại Học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.

## MỞ ĐẦU

### **Đặt vấn đề - sự cần thiết nghiên cứu đề tài**

Do rừng khộp sau nhiều năm khai thác quá mức, đã nghèo về giá trị gỗ, nên thời gian qua nhiều diện tích rừng khộp đã bị chặt hạ để chuyển đổi sang canh tác các loài cây khác như điều, cao su, keo lai,... dự báo sẽ đưa đến những nguy cơ suy thoái môi trường. Cho đến nay đã có một số thử nghiệm làm giàu rừng khộp nhưng không mang lại kết quả do điều kiện khắc nghiệt của rừng khộp như khô hạn, ngập úng, lửa rừng xảy ra hàng năm (Erskine và Bảo Huy, 2003).

Trong khi đó cây tếch (*Tectona grandis* L.F.) là loài cây gỗ có giá trị cao, sinh trưởng khá nhanh (Bảo Huy và cộng sự, 1998; Roshetko và cộng sự, 2013); sinh sống với một số loài cây ưu thế trong rừng rụng lá cây họ dầu (Kollert và cộng sự, 2012). White (1991), Keogh (1979, 2009) và Tewari (1992) cho thấy gỗ tếch có tính chất cơ lý tốt, thẩm mỹ cao và có giá trị trên thế giới.

Trồng rừng tếch đã được thiết lập trong và ngoài các khu vực phân bố tự nhiên (Kanninena và cộng sự, 2004). Cho đến nay, đã có những kinh nghiệm đáng kể về trồng rừng tếch. Tuy nhiên, có sự khác nhau giữa trồng rừng tếch thuần loại hoặc trồng tếch trong hệ thống nông lâm kết hợp với trồng tếch dưới tán của rừng khộp bị suy thoái.

Vì vậy nghiên cứu này được tiến hành để tìm kiếm khả năng thúc đẩy tiến trình làm giàu rừng khộp bằng cây tếch ở Tây Nguyên.

### **Mục tiêu nghiên cứu:**

**Mục tiêu tổng thể:** Chỉ ra được khả năng thích nghi và xác định được các tổ hợp các nhân tố hoàn cảnh rừng thích hợp cho cây gỗ tếch để phát triển kỹ thuật làm giàu hệ sinh thái rừng khộp suy thoái.

### **Mục tiêu cụ thể:**

- Xác định được lập địa, trạng thái rừng khộp thích hợp để làm giàu rừng khộp bằng cây tếch.
- Xây dựng hướng dẫn kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tếch.

## **Đối tượng nghiên cứu**

- *Rừng khộp*: Rừng khộp là tên địa phương của kiểu rừng thưa, hơi ẩm, cây lá rộng rụng lá theo mùa, ưu thế cây họ dầu (*Dipterocarpaceae*).
- *Cây tẻch*: Cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.),
- *Phương thức làm giàu rừng*: trồng xen tẻch vào nơi trống tán, vỡ tán.
- *Các nhân tố ảnh hưởng đến sự thích nghi của tẻch*: sinh thái, trạng thái-thực vật rừng chỉ thị, lý hóa tính đất rừng khộp.

## **Ý nghĩa của đề tài**

**Về lý luận**: Đã phát triển phương pháp và cách tiếp cận mới trên cơ sở bố trí thí nghiệm ở các tổ hợp nhân tố, áp dụng mô hình đa biến phi tuyến có trọng số để xác định lập địa - trạng thái theo các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo và lập bản đồ thích nghi cho làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch.

**Về thực tiễn**: Đã thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch có giá trị kinh tế cao ở quy mô rộng, trên nhiều tổ hợp các nhân tố lập địa, trạng thái rừng để xây dựng kỹ thuật làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻch, đáp ứng nhu cầu ổn định sinh thái môi trường rừng khộp và góp phần phát triển kinh tế xã hội ở vùng có rừng khộp của Đắk Lắk.

## **Những điểm mới của luận án**

- Tẻch - loài cây có giá trị kinh tế cao, có khả năng đưa vào làm giàu rừng khộp suy thoái.

- Xác định được các lập địa - trạng thái thích hợp để làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch dựa vào bảy nhân tố chủ đạo là: Đơn vị đất, ngập nước, xuất hiện cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, % cát, hàm lượng N và P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong đất rừng.

- Đã xây dựng hướng dẫn làm giàu rừng khộp suy thoái bằng tẻch.

Bộ cục luận án bao gồm: mở đầu; 3 chương (chương 1. tổng quan, chương 2. phương pháp nghiên cứu, chương 3. kết quả nghiên cứu và thảo luận); kết luận và kiến nghị. Tổng toàn bộ luận án là 143 trang (chưa kể tài liệu tham khảo và phụ lục). Luận án bao gồm 64 bảng biểu; 63 hình, đồ thị; và 12 phụ lục.

## Chương 1

### TỔNG QUAN

Đề tài này đã tổng quan về 4 khía cạnh với 13 vấn đề:

(1) Các khái niệm liên quan đến luận án, gồm 3 vấn đề: (i) Lập địa; (ii) Trạng thái rừng; (iii) Làm giàu rừng.

(2) Hệ sinh thái rừng khộp và kỹ thuật lâm sinh với 4 vấn đề: (i) Tên gọi, phân loại; (ii) phân bố; (iii) sinh thái, lập địa và cấu trúc; (iv) kỹ thuật lâm sinh, làm giàu rừng khộp. Maury-Lechon và Curtet (1998) cho biết rừng khộp chiếm một lượng lớn các môi trường sống. Cây rừng khộp thích nghi với môi trường lửa rừng (Schmid dẫn theo Thái Văn Trùng, 1978). Appanah và Turnbull (1998) cho thấy kỹ thuật làm giàu rừng khộp là một giải pháp lâm sinh đối với kiểu rừng này.

(3) Cây tẻch với 5 vấn đề: (i) Tên gọi, đặc điểm hình thái; (ii) phân bố, yêu cầu sinh thái; (iii) đặc điểm sinh học, sinh trưởng; (iv) trồng rừng; (v) công dụng, giá trị của tẻch. Bảo Huy và cộng sự (1995a,b,c, 1998) đã có nghiên cứu đầy đủ về phân cấp năng suất, lập các mô hình dự báo sinh trưởng, sản lượng, mối quan hệ sinh trưởng tẻch với các nhân tố sinh thái,... cho rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên.

(4) GIS: Bảo Huy (2009) đã phát triển phương pháp lồng ghép mô hình hồi quy đa biến trong GIS để phân vùng thích nghi cây trồng.

Tổng quan này đã tham khảo 91 tài liệu (bao gồm 39 trong nước và 52 nước ngoài). Từ tổng quan vấn đề nghiên cứu này cho thấy:

a. Các vấn đề liên quan đến trồng rừng tẻch đã được nghiên cứu:

Giống, kỹ thuật trồng tẻch: Đã xây dựng thành các hướng dẫn về chọn giống, kỹ thuật tạo giống và phương pháp trồng rừng bằng stump.

Dự báo sản lượng rừng trồng tẻch: Mô hình sinh trưởng và cấp năng suất tẻch đã được thiết lập, cơ sở để dự báo sản lượng, hiệu quả.

b. So sánh yêu cầu sinh thái của tẻch với lập địa, trạng thái rừng khộp và nhu cầu nghiên cứu làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch:

Đặc điểm của cây tẻch đưa đến dự báo là nó sẽ có khả năng thích nghi với nhiều lập địa, trạng thái rừng khộp; với các đặc điểm như: rụng lá và ngừng sinh trưởng vào mùa khô; ưa sáng, chịu lửa cao, ...

Các vấn đề chủ đạo cần nghiên cứu để có thể áp dụng giải pháp lâm sinh làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻch bao gồm:

- Trồng thử nghiệm để chỉ ra được mức độ thích nghi của tẻch.
- Xác định các nhân tố lập địa, trạng thái rừng chủ đạo ảnh hưởng đến khả năng thích nghi, sinh trưởng của tẻch trong rừng khộp.
- Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS để quy hoạch vùng thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch.

## **Chương 2**

### **PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

#### **2.1. Đặc điểm rừng khộp khu vực nghiên cứu**

Khu vực nghiên cứu là vùng phân bố rừng khộp của tỉnh Đắk Lắk, ở 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup, Ea H'Leo với 94.898,8 ha (2014); chủ yếu là rừng nghèo kiệt (88.397,2 ha) và trung bình (6.474,8 ha). Mật độ thấp (213 cây/ha), nhiều nơi chỉ 50 cây/ha. Tổng tiết diện ngang và trữ lượng thấp (7,57 m<sup>2</sup>/ha và 40,2 m<sup>3</sup>/ha). Tổng diện tích tán thấp (3.600 m<sup>2</sup>/ha), có nơi chỉ 564 m<sup>2</sup>/ha. Khoảng cách giữa 2 cây rừng khộp trung bình 3,6 m và xa nhất là 7,6 m. Nhìn chung thích hợp để làm giàu rừng bằng cách trồng cây vào nơi trống, vỡ tán.

#### **2.2. Nội dung nghiên cứu**

- Đánh giá khả năng thích nghi và mô hình hóa quá trình sinh trưởng, tăng trưởng và mật độ của tẻch trong rừng khộp.
- Xác định tổ hợp các nhân tố lập địa - trạng thái rừng ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng thích nghi của cây tẻch trong rừng khộp.
- Lập bản đồ dự đoán diện tích thích nghi của cây tẻch để làm giàu rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk trong GIS.
- Dự đoán năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế của làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch ở tỉnh Đắk Lắk.
- Tổng hợp kết quả nghiên cứu để xây dựng hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch.

## **2.3. Phương pháp nghiên cứu, thử nghiệm**

### **2.3.1. Phương pháp tiếp cận nghiên cứu**

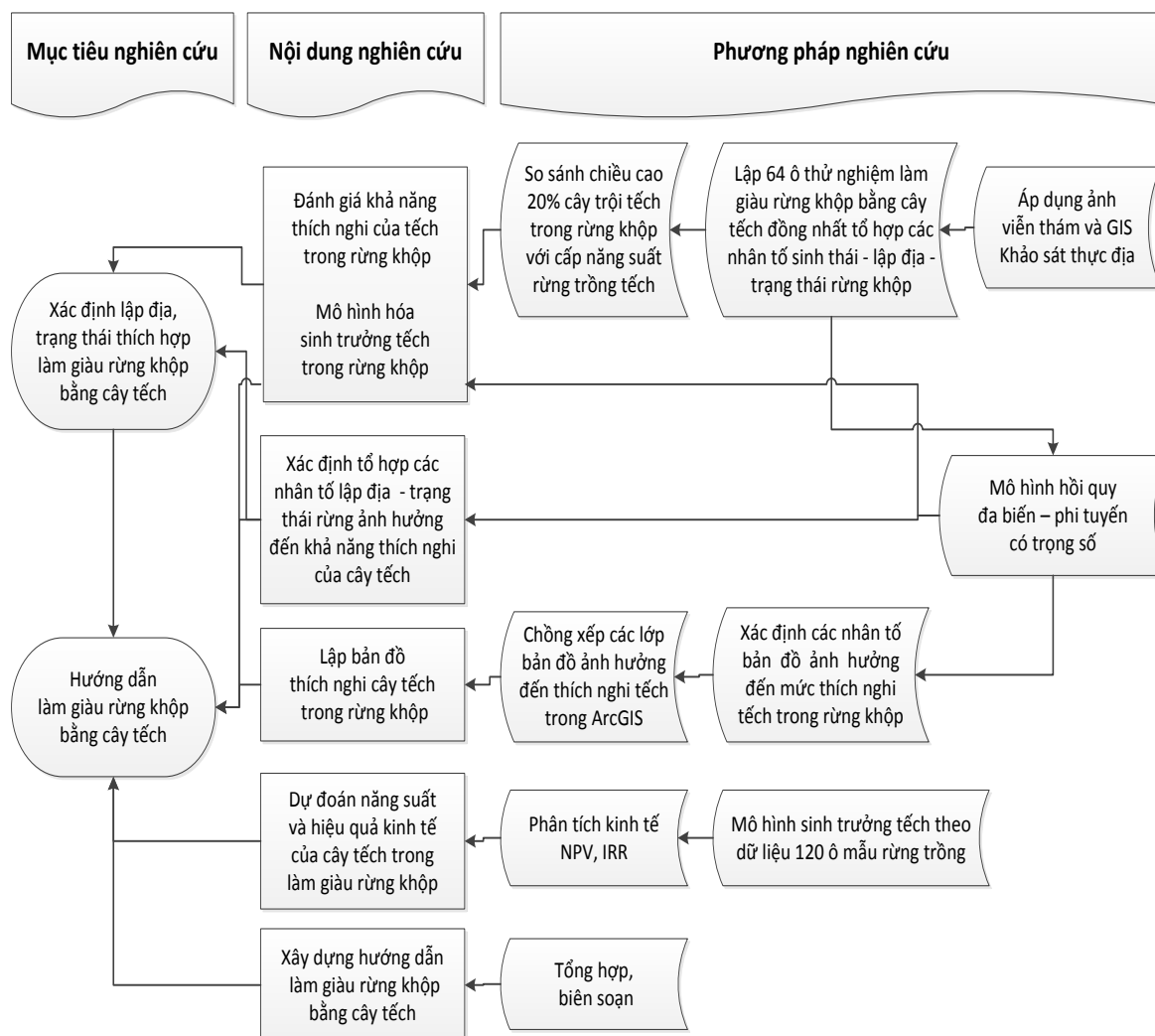
Xác định lập địa, trạng thái rừng khộp thích hợp cho cây tẻch trong làm giàu rừng khộp ở nghiên cứu này là phát hiện tổ hợp các nhân tố thuộc các nhóm sinh thái, trạng thái rừng, thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng sinh trưởng, mức thích nghi của cây tẻch được đưa vào hệ sinh thái rừng khộp.

Sử dụng ảnh viễn thám kết hợp cơ sở dữ liệu bản đồ GIS hiện có với khảo sát thực địa để phân loại rừng khộp thành các tổ hợp các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng khộp; từ đó bố trí các hệ thống ô thí nghiệm trồng tẻch trong rừng khộp cho từng tổ hợp đơn vị phân loại thực tế; để thu thập dữ liệu biến động của đa nhân tố cùng với sinh trưởng tẻch được trồng thử nghiệm.

Vì tẻch chưa được trồng trong rừng khộp, nên đánh giá khả năng thích hợp hay mức thích nghi của nó bằng cách so sánh sinh trưởng chiều cao bình quân trội ( $H_0$ ) của tẻch làm giàu rừng với tẻch trồng rừng.

Trong thực tế các nhân tố có ảnh hưởng tổng hợp và cũng không thể đồng nhất các nhân tố khác ở các ô thử nghiệm để so sánh từng nhân tố. Vì vậy nghiên cứu này tiếp cận theo phương pháp phát hiện ảnh hưởng tổng hợp và qua lại của các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng - thực vật rừng chỉ thị và đặc điểm lý hóa tính đất đến sinh trưởng, mức thích nghi của cây tẻch; từ đó tổ hợp thành các dạng lập địa - trạng thái rừng theo các mức thích nghi khác nhau của cây tẻch trong rừng khộp. Để thực hiện điều này, áp dụng phân tích thống kê phi tuyến đa biến có trọng số (Weight); từ đó phát hiện được tổ hợp nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng thích nghi của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp.

Từ mô hình đa biến số ảnh hưởng đến mức thích nghi của tẻch kết hợp với công nghệ viễn thám, GIS xây dựng bản đồ thích nghi, dự đoán năng suất, sản lượng, hiệu quả kinh tế của làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch. Tiếp cận logic nghiên cứu được sơ đồ hóa trong Hình 2.4.



**Hình 2.4.** Tiếp cận logic nghiên cứu

### 2.3.2. Phương pháp thiết kế và thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng cây tếch trên các tổ hợp nhân tố sinh thái, trạng thái rừng khộp khác nhau

#### 2.3.2.1. Thiết kế thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng cây tếch ở các tổ hợp sinh thái và trạng thái rừng khác nhau

Để làm cơ sở cho việc bố trí các ô thử nghiệm ở các tổ hợp sinh thái và trạng thái rừng khộp; tiến hành tạo lập trong GIS các tổ hợp sinh thái và trạng thái rừng.

Đã thiết kế 42 ô thử nghiệm trên các tổ hợp nhân tố có thực, kích thước ô là 70×70 m, với diện tích 4.900 m<sup>2</sup>, gồm 64 ô sinh thái (ô ST, ô đồng nhất tổ hợp các nhân tố sinh thái, nhỏ nhất là 370 m<sup>2</sup>, ô lớn nhất là 4.900 m<sup>2</sup>, trung bình là 3.215 m<sup>2</sup>).



### **2.3.2.2. Thu thập và xử lý số liệu**

#### **a. Thu thập và xử lý số liệu cây tẻch:**

Các ô thử nghiệm trồng năm 2010, 2011 và 2012 và số liệu tẻch được thu thập lặp lại vào 3 năm 2013, 2014 và 2015, do đó dãy tuổi dữ liệu 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.

Trong các ô sinh thái tiến hành thu thập các chỉ tiêu trên cây tẻch, gồm: đường kính gốc (Dgoc, mm), chiều cao (H, cm), đường kính ngang ngực (DBH, mm; nếu H > 1,3m), tình hình sâu bệnh.

#### **b. Thu thập và xử lý số liệu các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, lý hóa tính đất ở các ô sinh thái:**

Thu thập, phân cấp các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, lý hóa tính đất theo 64 ô sinh thái.

### **2.3.3. Phương pháp đánh giá khả năng thích nghi của tẻch làm giàu rừng khộp**

Từ cặp dữ liệu chiều cao trung bình cây trội (Htb troi) của cây tẻch theo tuổi (A, năm) của 64 ô sinh thái, dựa vào hệ thống phương trình cấp năng suất rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên của Bảo Huy và cộng sự (1998) cũng theo chiều cao trung bình trội. Cấp rất thích nghi 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.

### **2.3.4. Phương pháp mô hình hóa quá trình sinh trưởng, tăng trưởng và mật độ của tẻch ở các mức thích nghi khác nhau**

Mô hình hóa quá trình sinh trưởng các chỉ tiêu H, Dgoc, Htroi, Dgoc troi cho từng mức thích nghi của tẻch.

Qua đánh giá, mô hình được lập theo hàm Power:

$$Y_i = a \times X^b + \varepsilon \quad (2.1)$$

Với:  $Y_i$  là sinh trưởng, mật độ của tẻch;  $X$  là tuổi cây (năm);

$\varepsilon$  là sai số của mô hình.

Sử dụng phương pháp ước lượng hàm phi tuyến tính đa biến của Marquardt có trọng số (Weight) (Picard và cộng sự 2012) trên phần mềm

Statgraphics. Biến số Weight =  $1/X^a$ , với X là biến độc lập làm phân hóa biến  $Y_1$  và tham số a biến động từ -20 đến +20; thay đổi a để mô hình có được các chỉ tiêu thống kê tốt nhất (Bảo Huy, 2017).

Lựa chọn hàm tối ưu với hệ số xác định  $R^2_{adj}$ . lớn và các sai số MAE, MAPE% bé cùng với các biểu đồ phân bố sai số.

- Sai số tuyệt đối trung bình - MAE (Mayer và Butler, 1993):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_{ilt} - Y_i| \quad (2.2)$$

Với,  $Y_{ilt}$ : giá trị dự đoán;  $Y_i$ : giá trị quan sát;  $n$  = số mẫu.

- Sai số tương đối trung bình - MAPE% (Mayer và Butler, 1993):

$$MAPE\% = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_{ilt} - Y_i|}{Y_i} \quad (2.3)$$

Với:  $Y_{ilt}$ : Giá trị dự báo;  $Y_i$ : Giá trị quan sát;  $n$ : số mẫu quan sát.

### **2.3.5. Phương pháp xác định các tổ hợp nhân tố lập địa - trạng thái rừng ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng thích nghi của tếch trong rừng khộp**

Sử dụng phương pháp mô hình hồi quy phi tuyến đa biến, tổ hợp biến có trọng số (Weight) bao gồm các bước: (i) Mã hóa các nhân tố theo chiều biến thiên tăng trưởng chiều cao cây tếch trội (TT H trội). (ii) Tiêu chuẩn Mallows' Cp (1973) để lựa chọn số biến số ảnh hưởng. Sử dụng phương pháp ước lượng hàm phi tuyến tính đa biến của Marquardt có trọng số như đã trình bày ở trên.

### **2.3.6. Phương pháp lập bản đồ thích nghi của cây tếch trong làm giàu rừng khộp**

Lập các lớp bản đồ theo các nhân tố sinh thái, lập địa và trạng thái rừng khộp dựa vào ảnh vệ tinh, mô hình DEM, bản đồ chuyên đề có sẵn; phân tích hồi quy đa biến có trọng số để chọn các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo, lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tếch với các nhân tố lớp

bản đồ đã chọn. Chồng các lớp bản đồ của các nhân tố chủ đạo trong ArcGIS và kết hợp với mô hình quan hệ mức thích nghi với các nhân tố này để xác định các mức thích nghi cho từng diện tích tổ hợp các nhân tố chủ đạo trong ArcGIS và xuất ra bản đồ phân cấp thích nghi.

### **2.3.7. Phương pháp dự đoán sinh trưởng, năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế trong làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch**

#### **2.3.7.1. Dự đoán sinh trưởng, năng suất, sản lượng tẻch trong làm giàu rừng khộp**

So sánh sinh trưởng chiều cao cây trội tẻch (H<sub>trôi</sub>) trong làm giàu rừng với chiều cao bình quân trội (H<sub>o</sub>) cùng cấp năng suất rừng trồng tẻch vùng Tây Nguyên để đánh giá tốc độ sinh trưởng tẻch trong làm giàu rừng có đồng nhất với tốc độ ở các khu rừng trồng trên các cấp năng suất.

Sử dụng các tiêu chuẩn phi tham số Wilcoxon và Kendal trong phần mềm SPSS để so sánh sự sai khác của các mẫu có liên hệ. Nếu giữa tốc độ sinh trưởng H<sub>trôi</sub> của cây tẻch trong làm giàu rừng đồng nhất với tốc độ H<sub>o</sub> ở các cấp năng suất, thì sử dụng H<sub>o</sub> theo tuổi cho các cấp năng suất để dự đoán sinh trưởng và sản lượng tẻch làm giàu rừng.

Từ các mô hình này dự đoán được các chỉ tiêu DBH<sub>tb</sub>, H<sub>tb</sub> và thể tích cây trung bình (V<sub>tb</sub>) theo tuổi ở các mức thích nghi tẻch. Từ đây dự đoán được năng suất, sản lượng/ha ứng với mật độ làm giàu rừng theo từng chu kỳ kinh doanh và cho từng mức thích nghi.

#### **2.3.7.2. Dự đoán hiệu quả kinh tế tẻch trong làm giàu rừng**

Căn cứ vào giá tẻch của TeakNet thế giới để dự đoán giá bán và dựa vào chi phí đầu vào, tính hiệu quả kinh tế của làm giàu rừng khộp ở các mức thích nghi khác nhau theo phương pháp phân tích hiệu quả chi phí (CBA) thông qua các chỉ tiêu giá trị hiện tại ròng (NPV) và chỉ số thu hồi nội bộ (IRR).

### **2.3.8. Phương pháp lập hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng tếch**

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, tổng hợp xây dựng hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng cây tếch.

## **Chương 3**

### **KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

#### **3.1. Khả năng thích nghi, sinh trưởng, tăng trưởng và mật độ của tếch trong rừng khộp**

##### **3.1.1. Biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của cây tếch ở tất cả tổ hợp nhân tố**

Mật độ sống của tếch trung bình là 471 cây/ha, biến động mạnh từ 89-1.079 cây/ha, với hệ số biến động khá cao ( $CV\% = 51,1\%$ ).

Tỷ lệ sống cây tếch trung bình là 81,0%, biến động từ 23,6-100%; thấp ở các ô kém thích nghi, đặc biệt là có ngập nước, tỷ lệ cát cao.

Tỷ lệ cây tếch không sâu bệnh: trung bình 98,8% và biến động rất thấp  $CV\% = 2,4\%$ .

##### **3.1.2. Mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp**

Kết quả xếp các ô ST theo 4 mức thích nghi cho thấy, có 27/64 ô ST (42,2%) thích nghi ở các mức khác nhau (rất thích nghi, thích nghi tốt và thích nghi trung bình) và 37/64 ô ST (57,8%) là thích nghi kém. Gồm: 1:Rất thích nghi (6,3%), 2:thích nghi tốt (7,8%), 3:thích nghi trung bình (28,1%), 4:thích nghi kém (57,8%) theo số ô thử nghiệm.

So sánh bằng tiêu chuẩn phi tham số Kruskal-Wallis và Duncan, cho thấy không có sự đồng nhất tăng trưởng ở các mức thích nghi, nghĩa là phân chia tếch làm giàu rừng khộp thành 4 mức là phù hợp.

Kết quả sắp xếp 64 ô sinh thái theo 4 mức thích nghi, tính toán các giá trị trung bình và hệ số biến động  $CV\%$  của tếch như sau:

- Mật độ sống khá cao (trung bình 471 cây/ha) với  $CV\% 5,3-48,7\%$ .

- Tỷ lệ sống thấp dần theo mức thích nghi từ 98,6% xuống 73,6%.
- Tỷ lệ không sâu bệnh cao, từ 98,5-100%.
- Tăng trưởng trung bình chiều cao trội (TT Htroi) là 0,9 m/năm, tăng theo mức thích nghi từ 0,6-1,5 m/năm.
- Tăng trưởng trung bình chiều cao (TT H) là 0,5m/năm, tăng theo mức thích nghi từ 0,4-0,9 m/năm.
- So với rừng trồng thuần, tăng trưởng đường kính gốc (TT Dgoc) ở mức thích nghi kém bé hơn, ở ba mức còn lại thì xấp xỉ.

### 3.1.3. Mô hình sinh trưởng, tăng trưởng và mật độ tẻch theo mức thích nghi

#### 3.1.3.1. Mô hình sinh trưởng, tăng trưởng cây trội tẻch theo mức thích nghi

Mô hình sinh trưởng cây trội tẻch thể hiện ở Bảng 3.8 và 3.9.

**Bảng 3.8.** Mô hình sinh trưởng Htroi (cm) tẻch theo tuổi và mức thích nghi

Mã / Mức thích nghi	Mô hình	n cây	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE (cm)	MAPE (%)
1: Rất thích nghi	$H_{troi} = 169,06800 * A^{1,19143}$	365	83,04	$1/A^{-0,3}$	58,54	16,72
2: Thích nghi tốt	$H_{troi} = 124,02400 * A^{1,22779}$	584	86,45	$1/A^{1,0}$	42,50	16,22
3: Thích nghi trung bình	$H_{troi} = 79,03420 * A^{1,26537}$	1511	76,32	$1/A^{0,8}$	31,69	18,71
4: Thích nghi kém	$H_{troi} = 44,18520 * A^{1,41838}$	1.874	75,76	$1/A^{-2,2}$	47,69	24,47

**Bảng 3.9.** Mô hình sinh trưởng Dgocroi (mm) tẻch theo tuổi và mức thích nghi

Mã / Mức thích nghi	Mô hình	n cây	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE (mm)	MAPE (%)
1: Rất thích nghi	$D_{gocroi} = 35,26530 * A^{0,79922}$	365	75,06	$1/A^{-0,8}$	7,57	11,99
2: Thích nghi tốt	$D_{gocroi} = 29,65390 * A^{0,75230}$	584	72,82	$1/A^1$	6,32	13,41
3: Thích nghi trung bình	$D_{gocroi} = 26,42070 * A^{0,67688}$	1.511	59,43	$1/A^1$	5,99	15,36
4: Thích nghi kém	$D_{gocroi} = 19,17880 * A^{0,76530}$	1.874	57,97	$1/A^1$	6,67	21,21

Mô hình Power có trọng số đã mô phỏng khá tốt sinh trưởng cây trọt tếch. Hệ số xác định  $R^2_{adj}$  đạt khá 58% đến cao là 86%, sai số tương đối MAPE% toàn bộ <25%, phần lớn dưới 20%. Sai số tuyệt đối MAE của mô hình Htroi tối đa là 0,5m, với mô hình Dgoctroi là 0,7cm.

Kết quả cho thấy ở tuổi 5 tăng trưởng Htroi (TT Htroi) đạt từ 0,9-2,3 m/năm, tăng trưởng đường kính gốc cây trọt (TT Dgoctroi) từ 1,3-2,6 cm/năm.

### 3.1.3.2. Mô hình sinh trưởng, tăng trưởng trung bình tếch theo mức thích nghi

Mô phỏng sinh trưởng trung bình cây tếch ở Bảng 3.11 và 3.12.

**Bảng 3.11.** Mô hình sinh trưởng  $H_{tb}$  (cm) theo mức thích nghi và tuổi

Mã / Mức thích nghi	Mô hình	n ô	$R^2_{adj}$ (%)	Biến Weight	MAE (cm)	MAPE (%)
1: Rất thích nghi	$H_{tb} = 100,69900 * A^{1,34336}$	12	93,29	$1/A^{0,2}$	34,33	14,03
2: Thích nghi tốt	$H_{tb} = 61,86070 * A^{1,46698}$	15	92,05	$1/A^{2,8}$	15,17	9,73
3: Thích nghi trung bình	$H_{tb} = 40,91780 * A^{1,42658}$	54	85,15	$1/A^{2,5}$	14,90	15,72
4: Thích nghi kém	$H_{tb} = 18,72150 * A^{1,68537}$	111	85,91	$1/A^{0,2}$	20,43	22,50

**Bảng 3.12.** Mô hình sinh trưởng  $D_{goctb}$  (mm) theo mức thích nghi và tuổi

Mã / Mức thích nghi	Mô hình	n ô	$R^2_{adj}$ (%)	Biến Weight	MAE (mm)	MAPE (%)
1: Rất thích nghi	$D_{goctb} = 27,24980 * A^{0,82528}$	12	92,96	$1/A^{-1,5}$	2,44	4,75
2: Thích nghi tốt	$D_{goctb} = 20,84510 * A^{0,83580}$	15	95,03	$1/A^{1,2}$	2,15	5,42
3: Thích nghi trung bình	$D_{goctb} = 16,87200 * A^{0,80899}$	54	76,60	$1/A^{1,4}$	3,88	14,01
4: Thích nghi kém	$D_{goctb} = 11,15650 * A^{0,92393}$	111	77,53	$1/A^{1,0}$	3,73	16,54

Mô hình Power với trọng số đã mô phỏng khá tốt sinh trưởng trung bình của tẻch. Hệ số xác định  $R^2_{adj.} > 75\%$ . Sai số tương đối  $MAPE\% < 23\%$ . Các sai số tuyệt đối MAE là nhỏ, sai số với Htb tối đa là 0,3m trong khi đó sai số với Dgoctb tối đa là 0,4cm.

Kết quả cho thấy: Tăng trưởng chiều cao trung bình (TT Htb) vẫn còn xu hướng tăng sau tuổi 5, với A = 5 thì TT Htb ở mức rất thích nghi và mức thích nghi tốt xấp xỉ rừng trồng thuần, ở hai mức thích nghi còn lại kém hơn sơ với tẻch trồng rừng thuần loại. Tăng trưởng trung bình đường kính gốc (TT Dgoctb) có xu hướng chậm lại đến ổn định, với A = 5 thì TT Dgoctb ở các mức thích nghi đều xấp xỉ với rừng trồng thuần loại.

### 3.1.3.3. Mật độ sống tẻch theo mức thích nghi và trạng thái rừng khộp

Mô hình mật độ sống tẻch theo 3 nhân tố ảnh hưởng Bảng 3.14.

**Bảng 3.14.** Mô hình mật độ sống (cây/ha) theo các nhân tố ảnh hưởng

Mô hình	n ô	$R^2_{adj.}$ (%)	Biến Weight	MAE (cây/ha)	MAPE (%)
$N_{tech} = 7967,74000 * (Da\ noi * N_{khop} * Muc\ thích\ nghi)^{-0,43059}$	64	68,62	$1/Muc\ thích\ nghi^2$	114,15	29,69

Ghi chú: Các tham số có P-value < 0.001

Kết quả ở Bảng 3.14 cho thấy mô hình có quan hệ tốt thông qua  $R^2_{adj.}$  khá lớn (68,62%), sai số mật độ MAE = 114 cây/ha và MAPE% là 29,69%. Từ mô hình lập được bảng tra mật độ tẻch, mật độ biến động từ 166-1.097 cây/ha.

## 3.2. Tổ hợp các nhân tố lập địa - trạng thái chủ đạo rừng ảnh hưởng đến khả năng thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp

Tiến hành phát hiện các nhân tố lập địa - trạng thái rừng ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi của tẻch trong rừng khộp theo hai bước:

- Bước 1: Phân tích để phát hiện các nhân tố theo từng nhóm nhân tố: sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị, lý hóa tính đất rừng.

- Bước 2: Phân tích tác động qua lại của các nhân tố ảnh hưởng (của cả 3 nhóm, đã được phát hiện ở bước 1) để chọn lọc tổ hợp các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo; từ đó chỉ ra các dạng lập địa - trạng thái rừng ứng với các mức thích nghi khác nhau của cây tếch trong làm giàu rừng khộp.

### 3.2.1. Ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái rừng khộp đến mức thích nghi của cây tếch

Theo tiêu chuẩn Cp của Mallows phát hiện 3 nhân tố ảnh hưởng rõ đến mức thích nghi tếch là: Đơn vị đất, ngập nước và tỷ lệ kết von. Mô hình quan hệ giữa 3 nhân tố này với mức thích nghi ở Bảng 3.17; từ mô hình lập được bảng tra để xác định mức thích nghi theo các nhân tố sinh thái ảnh hưởng.

**Bảng 3.17.** Mô hình quan hệ mức thích nghi tếch với 3 nhân tố sinh thái

Mô hình	n ô	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Mức thích nghi = 6,31385*(Đơn vị đất*Ngập nước *Kết von) <sup>-0,37373</sup>	64	61,72	1/Đơn vị đất <sup>-3</sup>	0,59	36,46

Qua bảng tra cho thấy: Mã đơn vị đất tăng (1-6) thì mức thích nghi càng tốt (tiến đến 1). Ngập nước nhẹ (mã =1) thì mức thích nghi từ tốt đến kém; trong khi không ngập nước (mã = 2) thì có cả 4 mức thích nghi. Mã kết von 3-4 (>50% và 30-50%) cho mức thích nghi tốt.

### 3.2.2. Ảnh hưởng của nhóm nhân tố trạng thái rừng và thực vật rừng chỉ thị đến mức thích nghi của cây tếch

Theo tiêu chuẩn Cp của Mallows chọn ra 3 nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi của tếch: Cỏ lào, loài ưu thế rừng khộp và mật độ rừng khộp. Mô hình quan hệ giữa 3 nhân tố trên với mức thích nghi thể hiện ở Bảng 3.20. Từ mô hình lập được bảng tra để xác định mức thích nghi theo 3 nhân tố này.



**Bảng 3.20.** Mô hình quan hệ mức thích nghi tếch với 3 nhân tố ảnh hưởng thuộc nhóm trạng thái rừng - thực vật rừng chỉ thị

Mô hình	n ô	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Muc thích nghi = 4,90655*N <sub>khop</sub> <sup>-0,19453</sup> *Loai uu the <sup>-0,14897</sup> *Ma Co lao <sup>-1,17325</sup>	64	77,47	1/Loai uu the <sup>-10</sup>	0,44	20,53

Kết quả từ mô hình cho thấy:

- Loài cây rừng khớp ưu thế: ở mã số 3-4 (Cắm liên, dầu đồng, chiêu liêu đen và căm xe) cho mức rất thích nghi, ở các mã 1-2 (dầu trà beng, cà chít) nếu có cỏ lào cho mức thích nghi tốt (mã 2), nếu không xuất hiện cỏ lào cho mức thích nghi kém (mã 4).

- Sự xuất hiện cỏ lào (mã số 2) chỉ thị cho sinh trưởng tếch tốt.

- Tổ hợp cho mức rất thích nghi đến thích nghi tốt gồm các nhân tố: (i) Loài cắm liên, dầu đồng, chiêu liêu đen và căm xe ưu thế, (ii) xuất hiện cỏ lào, (iii) mật độ rừng khớp < 500 cây/ha.

### 3.2.3. Ảnh hưởng của nhóm nhân tố lý hóa tính đất đến mức thích nghi của tếch

Theo tiêu chuẩn Cp của Mallow phát hiện có 5 nhân tố có ảnh hưởng đến mức thích nghi là: % Cát, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O và Ca<sup>2+</sup>. Lập mô hình quan hệ giữa 5 nhân tố trên với mức thích nghi (Bảng 3.23).

**Bảng 3.23.** Mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tếch với 5 chỉ tiêu lý hóa tính đất

Mô hình	n ô	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Muc thích nghi = 0,05928*Cat <sup>1,28704</sup> *(N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *K <sub>2</sub> O) <sup>-0,23024</sup> *Ca <sup>-0,14747</sup>	64	81,90	1/Cat <sup>10</sup>	0,16	12,31

Lập bảng tra để xác định mức thích nghi theo 5 nhân tố này qua mô hình. Kết quả cho thấy: Tỷ lệ cát ảnh hưởng đến thích nghi, % cát tăng thì mức thích nghi giảm; và Ca<sup>2+</sup> tăng làm tăng mức thích nghi của tếch; hàm lượng NPK trong đất tăng thì tếch sinh trưởng tốt hơn.

### 3.2.4. Ảnh hưởng tổng hợp của các nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất đến mức thích nghi tếch trong làm giàu rừng khộp

Tổng hợp đã phát hiện 11 nhân tố ảnh hưởng (của cả 3 nhóm nhân tố), tiếp tục phân tích theo tiêu chuẩn Cp của Mallow chọn được 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến sự thích nghi, sinh trưởng của tếch là: Đơn vị đất, ngập nước, cỏ lào, loài ưu thế rừng khộp, % cát, N và P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Lập mô hình quan hệ giữa 7 nhân tố trên với mức thích nghi (Bảng 3.27). Từ mô hình lập bảng tra mức thích nghi theo 7 nhân tố này.

**Bảng 3.27.** Mô hình quan hệ mức thích nghi của cây tếch làm giàu rừng khộp với 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo

Hàm mô phỏng	Số ô	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Muc thích nghi = 0,17952*Đơn vị đất <sup>-0,18964</sup> *Ngập nước <sup>-0,12058</sup> *Cỏ lào <sup>-0,33241</sup> *Loài ưu thế <sup>-0,082901</sup> *Cát <sup>0,93956</sup> *(N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) <sup>-0,20276</sup>	64	90,81	1/Cát <sup>8</sup>	0,15	8,88

Trên cơ sở mô hình các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến sự thích nghi của tếch trong rừng khộp, khái quát, tổ hợp lại và chỉ ra các dạng lập địa - trạng thái rừng điển hình ứng với 4 mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp theo 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo.

### 3.2.5. Mô hình xác định mức thích nghi của tếch theo các nhân tố quan trắc trực tiếp trên hiện trường và thực vật rừng chỉ thị

Từ 11 nhân tố ảnh hưởng (của 3 nhóm nhân tố) đến mức thích nghi của tếch, chọn được 4 nhân tố dễ quan trắc trên hiện trường là: Ngập nước, kết von, xuất hiện cỏ lào và loài ưu thế rừng khộp. Phân tích (theo Cp của Mallow) cho thấy cả 4 nhân tố này đều tham gia tốt vào mô hình, kết quả lập mô hình ở Bảng 3.31, qua đó lập được bảng xác định nhanh mức thích nghi của tếch.

**Bảng 3.31.** Mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tếch với 4 nhân tố dễ quan trắc và thực vật chỉ thị

Hàm mô phỏng	Số ô	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Muc thích nghi = 4,27433*Ngap nuoc <sup>-0,10448</sup> *Ma Co lao <sup>-1,02573</sup> *Ma Ket von <sup>-0,17153</sup> *Ma loai uu the <sup>-0,05030</sup>	64	80,01	1/Loai uu the <sup>-10</sup>	0,39	19,93

### 3.2.6. Thảo luận về các nhân tố lập địa - trạng thái rừng ảnh hưởng chủ đạo đến sinh trưởng và sự thích nghi của cây tếch trồng làm giàu rừng khộp

#### 3.2.6.1. Khả năng thích nghi của cây tếch ở giai đoạn đầu trong điều kiện hoàn cảnh khác nhau của rừng khộp

Tếch làm giàu rừng khộp suy thoái có 4 mức thích nghi; lần đầu tiên chứng minh tiềm năng sử dụng tếch làm giàu rừng khộp ở Việt Nam.

#### 3.2.6.2. Các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến sinh trưởng và sự thích nghi của tếch trong các điều kiện hoàn cảnh khác nhau của rừng khộp

Phân tích mô hình với 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi của tếch trong rừng khộp đã chỉ ra rằng:

- Đơn vị đất** thích hợp cho sự phát triển của cây tếch là các đất xám, nâu, sỏi sạn, cơ giới nhẹ.
- Ngập nước:** Ở nơi không ngập, xuất hiện cả 4 mức thích nghi tếch. ở nơi bị ngập úng nhẹ, mức thích nghi chỉ từ trung bình đến kém.
- Loài cỏ lào** chỉ thị tốt cho mức thích nghi tếch, sự xuất hiện loài này khi đồng nhất các nhân tố khác thì mức thích nghi được cải thiện một bậc. Đây là một nhân tố mới được phát hiện trong nghiên cứu này.
- Loài ưu thế** rừng khộp là chỉ thị tốt cho mức thích nghi. Sự xuất hiện của cẩm liên, dầu đồng cho thấy tếch rất thích nghi.

e. % cát tăng thì mức thích nghi tếch giảm, phát hiện này phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đây.

f. Hàm lượng N và P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tăng sẽ thúc đẩy sự tăng trưởng tếch.

### 3.3. Bản đồ thích nghi của cây tếch làm giàu rừng khộp

#### 3.3.1. Ảnh hưởng các nhân tố lớp bản đồ GIS đến thích nghi tếch

Từ bảy lớp bản đồ GIS về các nhân tố sinh thái - lập địa và trạng thái rừng khộp có khả năng xây dựng, theo tiêu chuẩn Cp của Mallow chọn 3 nhân tố lớp bản đồ có ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi của tếch là đơn vị đất, độ dốc và diện tích tán rừng. Lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tếch với 3 lớp nhân tố bản đồ này (Bảng 3.34). Từ mô hình lập được bảng tra xác định mức thích nghi của tếch.

**Bảng 3.34.** Mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với các nhân tố lớp bản đồ GIS

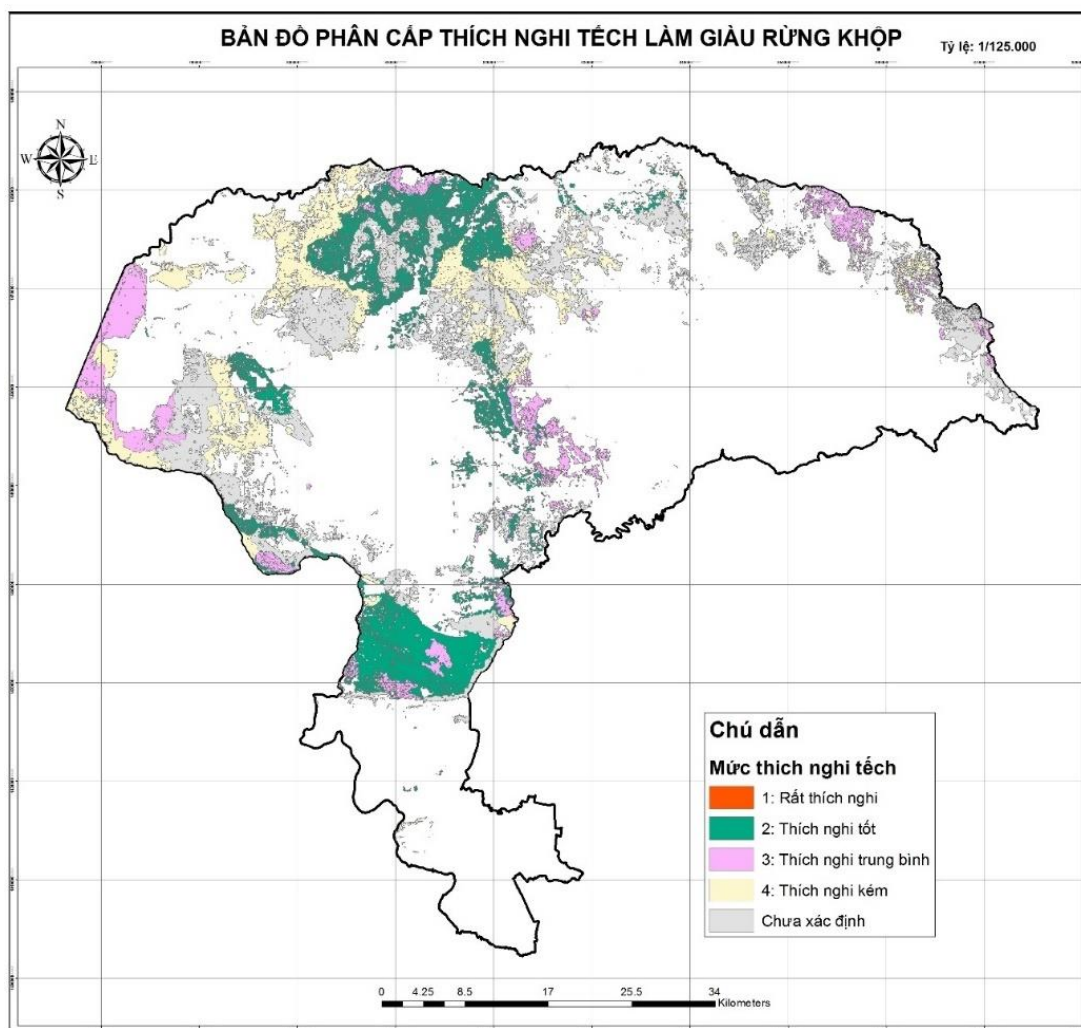
Mô hình	n ô	R <sup>2</sup> <sub>adj.</sub> (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Mức thích nghi o = 8,84031*(Đơn vị đất <sup>6</sup> *Diện tích tán*Độ dốc) <sup>-0,13991</sup>	64	54,77	1/Đơn vị đất <sup>-4</sup>	0,57	37,51

#### 3.3.2. Các lớp bản đồ GIS theo các nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi tếch

Phân tích ảnh vệ tinh Landsat, mô hình DEM và bản đồ đất để xây dựng 3 lớp bản đồ là đơn vị đất, diện tích tán lá rừng khộp và cấp độ dốc.

#### 3.3.3. Bản đồ thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp

Với 3 lớp bản đồ GIS của các nhân tố ảnh hưởng cùng với mô hình quan hệ mức thích nghi theo các nhân tố này đã lập được bản đồ thích nghi cho từng tổ hợp 3 nhân tố ArcGIS (Hình 3.33) và xác định được diện tích rừng khộp để làm giàu bằng tếch ở các mức thích nghi (Bảng 3.36).



**Hình 3.32.** Bản đồ phân cấp thích nghi làm giàu rừng khộp bằng tếch  
**Bảng 3.36.** Diện tích rừng khộp theo các mức thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tếch ở tỉnh Đắk Lắk

Mức thích nghi	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Rất thích nghi	190	0,2
Thích nghi tốt	25.806	27,2
Thích nghi trung bình	15.099	15,9
Thích nghi kém	20.171	21,3
Chưa xác định	33.633	35,4
<b>Tổng</b>	<b>94.899</b>	<b>100,00</b>
Diện tích rừng khộp có khả năng làm giàu bằng tếch ở 3 mức thích nghi: rất thích nghi, thích nghi tốt và trung bình	41.095	43,3
Diện tích rừng khộp có khả năng làm giàu bằng tếch ở 2 mức thích nghi triển vọng	25.996	27,4

### **3.3.4. Thảo luận về kỹ thuật và công nghệ để lập bản đồ thích nghi tẻch trong làm giàu rừng khộp**

Nghiên cứu này đã dựa vào kết quả các ô sinh thái làm giàu rừng để lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tẻch với các nhân tố chủ đạo theo lớp bản đồ, sau đó sử dụng phương trình quan hệ mức thích nghi với các nhân tố bản đồ để xác định cấp thích nghi cho từng tổ hợp các nhân tố và lập được bản đồ phân cấp thích nghi.

Đây là phương pháp mới kết hợp giữa thực nghiệm với phân tích GIS và mô hình hồi quy để phân cấp thích nghi cây trồng trong làm giàu rừng.

### **3.4. Dự đoán năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp**

#### **3.4.1. Dự đoán sinh trưởng, năng suất và sản lượng của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp ở các mức thích nghi**

Kết quả so sánh theo Wilcoxon cho thấy tẻch trồng làm giàu rừng khộp suy thoái có cùng tốc độ sinh trưởng với tẻch trồng thuần loài ở Tây Nguyên giai đoạn đầu và có thể sử dụng sinh trưởng  $H_0$  của tẻch rừng trồng thuần ở vùng Tây Nguyên để dự đoán sinh trưởng của tẻch trong làm giàu rừng.

Từ các mô hình dự đoán được sinh trưởng các chỉ tiêu  $D_g$ ,  $H_g$  và thể tích cây trung bình ( $V_{tb}$ ) theo tuổi dựa vào mô hình  $H_0$  ở hai mức thích nghi có triển vọng của cây tẻch làm giàu rừng. Từ đó xác định được chu kỳ kinh doanh gỗ nhỏ ( $D = 25$  cm) và dự đoán năng suất, sản lượng như sau:

- Mức rất thích nghi: chu kỳ 11 năm, năng suất tẻch  $8,6$  m<sup>3</sup>/ha/năm, sản lượng  $94$  m<sup>3</sup>/ha với sản phẩm đường kính 25 cm;
- Mức thích nghi tốt: chu kỳ 16 năm, năng suất tẻch  $5,9$  m<sup>3</sup>/ha/năm, sản lượng  $94$  m<sup>3</sup>/ha với sản phẩm đường kính 25 cm.

### **3.4.2. Dự báo hiệu quả kinh tế theo từng mức thích nghi của tẻch trồng trong rừng khộp**

Kết quả tính hiệu quả kinh tế của cây tẻch:

- Thu nhập ròng quy về hiện tại (NPV): 49,2 triệu đồng/năm/ha ở mức rất thích nghi, 20,2 triệu đồng/năm/ha ở mức thích nghi tốt.

- Chỉ số thu hồi nội bộ IRR% (46,1% và 27,9%) > lãi vay  $i$ % (9,6%), cho thấy làm giàu rừng khộp bằng tẻch bảo đảm an toàn về vốn.

Kết quả dự báo cho thấy nếu thực hiện việc làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch trên 25.996 ha rừng khộp sản xuất của tỉnh Đắk Lắk ở hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt), với lãi suất hiện hành 9,6%/năm thì kết quả dự kiến thu hoạch được như sau:

- Sau 11 năm (mức rất thích nghi), cho thu hoạch 9,3 tỷ đồng/năm;

- Sau 16 năm (mức rất thích nghi, thích nghi tốt), sẽ cho thu hoạch 530,6 tỷ đồng/năm.

### **3.4.3. Thảo luận về năng suất và hiệu quả trong làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch**

Kết quả dự đoán cho thấy tẻch làm giàu rừng khộp suy thoái với mục tiêu gỗ nhỏ (đường kính 20-25 cm, chu kỳ dự kiến là 15-20 năm) cho năng suất 5,9-8,6 m<sup>3</sup>/ha/năm (ở 2 mức thích nghi triển vọng), đạt 45-54% năng suất tẻch trồng rừng thuần loại (13-16 m<sup>3</sup>/ha/năm, Bảo Huy và cộng sự, 1998).

### **3.5. Kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch**

Kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch được tổng kết từ các kết quả thử nghiệm và phân tích của đề tài, gồm các kỹ thuật chính: (i) Xác định mức thích nghi của tẻch trong rừng khộp, (ii) Phương thức làm giàu rừng, mật độ và cự ly trồng; (iii) Giống tẻch, (iv) Kỹ thuật trồng, (v) Chăm sóc, phòng cháy rừng và (vi) Dự đoán sinh trưởng, năng suất, chu kỳ và hiệu quả kinh tế của cây tẻch.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### **Kết luận:**

1) Khả năng thích nghi và sinh trưởng, tăng trưởng, mật độ tẻch trong làm giàu rừng khộp:

Tẻch trồng làm giàu rừng khộp phân hóa thành 4 mức thích nghi: Rất thích nghi, thích nghi tốt, thích nghi trung bình và thích nghi kém. Các mức thích nghi từ tốt đến rất thích nghi có tăng trưởng tẻch đều gần xấp xỉ với tẻch trong rừng trồng thuần loại, trong khi đó ở mức thích nghi trung bình và kém thì thấp hơn rừng trồng rõ rệt.

- Mật độ tẻch trong làm giàu rừng phụ thuộc vào ba nhân tố là tỷ lệ đá nổi, mật độ cây rừng khộp và mức thích nghi.

2) Các dạng lập địa và trạng thái rừng thích hợp cho làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch:

Xác định dựa vào các nhóm nhân tố ảnh hưởng chủ đạo, gồm:

- Ba nhân tố thuộc nhóm sinh thái rừng khộp ảnh hưởng là: Đơn vị đất, ngập nước và tỷ lệ kết von.

- Ba nhân tố trong nhóm trạng thái rừng - thực vật rừng chỉ thị ảnh hưởng là: Sự xuất hiện cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, và mật độ cây rừng khộp.

- Năm nhân tố trong nhóm lý hóa tính đất rừng khộp ảnh hưởng là: % cát, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O và Ca<sup>2+</sup>.

- Bảy nhân tố ảnh hưởng chủ đạo (gồm các nhóm nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất) hình thành các tổ hợp lập địa - trạng thái ảnh hưởng đến mức thích nghi của tẻch là: Đơn vị đất, ngập nước, cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, % cát, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

- Bốn nhân tố dùng để xác định nhanh mức thích nghi tẻch trên hiện trường là: Tỷ lệ kết von trên bề mặt đất rừng, xuất hiện cỏ lào hay không, ngập nước hay không và loài cây ưu thế rừng khộp.



Như vậy, lập địa, trạng thái thích hợp để làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch cần dựa vào bảy nhân tố chủ đạo đã phát hiện, đó là: Đơn vị đất, ngập nước, xuất hiện cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, % cát, hàm lượng N và P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trong đất rừng.

3) Dự đoán diện tích thích nghi của tẻch để làm giàu rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk:

- Ba nhân tố ảnh hưởng chủ đạo dùng để chồng ghép bản đồ trong GIS và lập bản đồ thích nghi tẻch trong rừng khộp là đơn vị đất, tầng dày đất và diện tích tán lá rừng khộp.

- Diện tích rừng khộp có khả năng làm giàu bằng cây tẻch ở 3 mức thích nghi (rất thích nghi, thích nghi tốt và thích nghi trung bình) là 41.095 ha, chiếm 43,3% diện tích rừng khộp sản xuất của tỉnh Đắk Lắk. Trong đó diện tích ở hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt) là 25.996 ha, chiếm 27,4% diện tích rừng khộp sản xuất suy thoái.

4) Dự đoán năng suất, sản lượng, hiệu quả kinh tế làm giàu rừng bằng cây tẻch:

- Mức rất thích nghi: chu kỳ 11 năm, năng suất tẻch 8,6 m<sup>3</sup>/ha/năm, sản lượng gỗ 94 m<sup>3</sup>/ha với sản phẩm gỗ nhỏ đường kính gỗ 25 cm, NPV = 49 triệu đồng/ha/năm;

- Mức thích nghi tốt: chu kỳ 16 năm, năng suất tẻch 5,9 m<sup>3</sup>/ha/năm, sản lượng gỗ 94 m<sup>3</sup>/ha với sản phẩm gỗ nhỏ đường kính gỗ 25 cm, NPV = 20 triệu đồng/ha/năm.

5) Hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch:

Hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch đã được xây dựng. Trong đó để làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch cần quan tâm đến các kỹ thuật chính: (i) Xác định mức thích nghi của tẻch trong rừng khộp, (ii) Phương thức làm giàu rừng, mật độ và cự ly trồng; (iii) Giống tẻch,

(iv) Kỹ thuật trồng, (v) Chăm sóc, phòng cháy rừng và (vi) Dự đoán sinh trưởng, năng suất, chu kỳ và hiệu quả kinh tế của cây tẻch.

**Kiến nghị:**

Luận án này có các kiến nghị sau:

- Tiếp tục theo dõi các ô thí nghiệm để có thể kết luận cho cả chu kỳ kinh doanh tẻch gỗ nhỏ.

- Ứng dụng kết quả đề tài để phục hồi rừng khộp bằng cây tẻch ở các mức rất thích nghi và thích nghi tốt.

- Kết quả dự đoán diện tích thích nghi và năng suất hiệu quả của cây tẻch đưa vào làm rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk là khả quan, vì vậy cần xem xét để áp dụng kỹ thuật lâm sinh này trên diện tích rừng khộp ở hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt) trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk.

**Tồn tại:**

Luận án này có một số tồn tại sau:

- Bản đồ thích nghi chưa thể lập dựa vào đầy đủ 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đã phát hiện; do trong điều kiện quan trắc hiện tại của Việt Nam, một số đặc điểm đất chưa đủ dữ liệu để lập các lớp bản đồ; vì vậy sử dụng một số nhân tố thay thế có ảnh hưởng yếu hơn đến mức thích nghi; và vì vậy có độ tin cậy của bản đồ chưa cao.

- Kết quả dự báo năng suất, hiệu quả kinh tế của tẻch trong rừng khộp có tính chất tham khảo, định hướng vì tẻch thử nghiệm đang ở giai đoạn đầu

## DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. Bao Huy, **Phạm Công Trí** & Tran Triet 2017. Assessment of enrichment planting of teak (*Tectona grandis*) in degraded dry deciduous dipterocarp forest in the Central Highlands, Vietnam. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, 2017:1-10, DOI: 10.2989/20702620.2017.1286560. ISSN: 2070-2620. Tạp chí trong danh mục ISI, SCIE.
2. **Phạm Công Trí** và Bảo Huy, 2017. 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. *Tạp chí Khoa Học Lâm nghiệp*, 2(2017): 81-93. ISSN: 1859-0373.
3. **Phạm Công Trí** và Bảo Huy, 2017. Dự đoán năng suất và hiệu quả kinh tế của cây tếch (*Tectona grandis* L.f.) trong làm giàu rừng khộp suy thoái. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*, 15(2017): 121-129. ISSN: 1859-4581.