

**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 ngành: **62 62 02 05** (mã mới 9.62.02.05)

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

TP. Hồ Chí Minh – Năm 2018

**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 ngành: **62 62 02 05** (mã mới 9.62.02.05)

LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

Hướng dẫn khoa học: PGS.TS. BẢO HUY

TP. Hồ Chí Minh - Năm 2018

LÝ LỊCH CÁ NHÂN

Tôi tên Phạm Công Trí, sinh ngày 01/01/1972 tại xã Tân An, huyện An Khê, tỉnh Gia Lai. Quê quán xã Bình Giang, huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định.

Tốt nghiệp đại học chuyên ngành Lâm sinh, tại trường Đại học Tây Nguyên, năm 1995. Sau khi tốt nghiệp đại học, công tác tại BQL DA định canh định cư Kông Ch'ro, Gia Lai (4/1995-4/1996); sau đó công tác tại Trạm khuyến nông An Khê, tỉnh Gia Lai (5/1996-10/2000); rồi đi học cao học 02/2000 - 03/2003.

Tốt nghiệp cao học chuyên ngành Lâm sinh, tại trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam năm 2003. Sau khi tốt nghiệp cao học, công tác tại Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm nghiệp Tây Nguyên (từ năm 2003 đến nay).

Từ tháng 11 năm 2011, làm nghiên cứu sinh chuyên ngành Lâm sinh, tại trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

Bảo vệ thành công luận án tiến sĩ ngày 02/02/2018 tại trường Đại học Nông lâm Tp. Hồ Chí Minh

Địa chỉ cơ quan: 53 Nguyễn Lương Bằng, Tp. Buôn Ma Thuột, tỉnh Đắk Lắk.

Điện thoại cơ quan: 0262.3862589 Fax: 0262.3862097

Địa chỉ liên lạc: 06 Đinh Công Tráng, P. Tân Tiến, Tp. Buôn Ma Thuột, Đắk Lắk.

Di động: 0914151122 Email: pcotri@gmail.com

Nghiên cứu sinh

Phạm Công Trí

LỜI CAM ĐOAN

Luận án được hoàn thành theo chương trình đào tạo Tiến sỹ chuyên ngành Lâm sinh tại Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh. Tôi xin cam đoan công trình nghiên cứu này là của bản thân tôi. Các số liệu và kết quả trình bày trong luận án là trung thực, nếu có gì sai trái tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm.

Nghiên cứu sinh đã sử dụng các ô thử nghiệm trong đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh ở Đắk Lắk do PGS.TS. Bảo Huy chủ trì; trong đó nghiên cứu sinh là một thành viên nghiên cứu chính thức và tham gia trực tiếp vào quá trình thực hiện đề tài; đã được sự đồng ý của chủ trì đề tài và cộng sự để tiếp tục trực tiếp theo dõi các ô thử nghiệm, thu thập số liệu hiện trường phục vụ cho luận án. Vì vậy, số liệu sau cùng và kết quả trong luận án là của chính nghiên cứu sinh.

Nghiên cứu sinh

Phạm Công Trí

LỜI CẢM TẠ

Quá trình thực hiện và hoàn thành luận án, tác giả đã nhận được sự quan tâm, giúp đỡ quý báu của Ban giám hiệu, Phòng Đào tạo Sau đại học, Khoa Lâm nghiệp Trường Đại học Nông lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông lâm nghiệp Tây Nguyên và nhóm nghiên cứu FREM trường Đại học Tây Nguyên.

Trước hết xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến PGS.TS. Bảo Huy với tư cách là người hướng dẫn khoa học đã dành nhiều thời gian, công sức cho việc hướng dẫn và giúp đỡ nghiên cứu sinh hoàn thành luận án này.

Trân trọng cảm ơn những đóng góp kiến ý rất quý báu của TS. Ngô An, PGS.TS Phạm Thế Dũng, TS. La Vĩnh Hải Hà, GS.TS. Võ Đại Hải, TS. Bùi Việt Hải, PGS.TS. Phạm Xuân Hoàn, PGS.TS Triệu Văn Hùng, PGS.TS. Nguyễn Kim Lợi, PGS.TS. Viên Ngọc Nam, TS. Giang Văn Thắng, PGS.TS Nguyễn Văn Thêm, TS. Phạm Trọng Thịnh, ... cho việc hoàn thành luận án này.

Chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đắk Lắk, Trung đoàn 737, Công ty TNHH MTV Lâm nghiệp EaWý, Khu du lịch sinh thái Dakruco, Công ty Cổ phần Bảo Ngọc, Vườn quốc gia Yok Don, ông Nông Trường Sơn, các tổ chức, cơ quan, gia đình, bằng hữu, quý ân nhân đã tạo mọi điều kiện thuận lợi, giúp đỡ cho tác giả trong theo dõi thí nghiệm, đo đếm, thu thập số liệu tại hiện trường và hoàn thành luận án này. Thành kính tri ân quý vị tác giả các tài liệu mà nghiên cứu sinh đã tham khảo trong khi thực hiện luận án.

Vô cùng biết ơn Huỳnh Thị Ánh Nguyệt người vợ hiền đã tảo tần sẻ chia gánh nặng đời thường, mà nhờ đó tác giả có thể trải qua chương trình đào tạo tiến sĩ và hoàn thành luận án.

Nghiên cứu sinh

Phạm Công Trí

TÓM TẮT

Các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, hóa lý tính đất trong rừng khộp biến động rất lớn hình thành nên các dạng lập địa - trạng thái rừng đa dạng, vì vậy để xem xét khả năng thích nghi của cây tếch, đã tiến hành đề tài “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” nhằm phục vụ làm giàu rừng khộp suy thoái đáp ứng cả 3 mục tiêu kinh tế - xã hội và môi trường trong quản lý rừng khộp. Thời gian bố trí và theo dõi thí nghiệm từ tháng 7/2010 đến tháng 12/2015, xử lý số liệu và viết luận án từ tháng 1/2016 đến tháng 7/2017. Mục tiêu tổng thể là 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.

Số liệu nghiên cứu bao gồm 42 ô thử nghiệm (70×70 m, với diện tích 4.900 m^2), rải trên các tổ hợp nhân tố có thực trên diện tích rừng khộp của 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo của tỉnh Đắk Lắk; hình thành 64 ô sinh thái (nhỏ nhất là 370 m^2 , lớn nhất là 4.900 m^2 , trung bình là 3.215 m^2). Tếch được trồng xen vào nơi trống tán, vỡ tán để làm giàu rừng khộp, với cự ly giữa các cây tếch trồng với nhau và giữa cây tếch trồng với cây rừng khộp (có đường kính ngang ngực (DBH) $\geq 10\text{cm}$) là 3 m. Các ô thử nghiệm được trồng trong các năm 2010, 2011 và 2012 và số liệu cây tếch 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.

Phân tích thống kê thiết lập và đánh giá sai số mô hình phi tuyến đa biến có trọng số (Weight) để phát hiện ảnh hưởng tổng hợp và qua lại của các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng và lý hóa tính đất đến sinh trưởng, mức thích nghi của cây tếch; từ đó xác định được các lập địa - trạng thái rừng cho từng mức thích nghi của cây tếch trong làm giàu rừng khộp. Trên cơ sở đó kết hợp với công nghệ viễn thám, GIS xây dựng bản đồ để dự đoán diện tích thích nghi của cây tếch trên diện tích rừng khộp. Dự đoán năng suất, sản lượng, hiệu quả kinh tế của làm giàu rừng khộp bằng cây tếch ở tỉnh Đắk Lắk cũng được thực hiện.

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng: Téch 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. Dự đoán ở tuổi 6, sinh trưởng chiều cao cây téch trội từ 5,6-14,3 m, sinh trưởng chiều cao téch trung bình từ 3,8-11,2 m; sinh trưởng đường kính gốc téch từ 5,8-12,0 cm; tăng trưởng cây téch giai đoạn 5 năm đầu về chiều cao cây trội (H trội) từ 0,9-2,3 m/năm; trung bình (Htb) từ 0,6-1,8 m/năm và đường kính gốc (D gốc) từ 1,0-2,1 cm/năm; kết quả này cho thấy các mức thích nghi tốt và rất thích nghi téch làm giàu rừng khộp có tốc độ sinh trưởng xấp xỉ rừng trồng téch thuần loại, ở mức thích nghi kém thì thấp hơn rừng trồng rõ rệt. Mật độ téch làm giàu rừng phụ thuộc vào ba nhân tố là tỷ lệ đá nổi, mật độ cây rừng khộp và mức thích nghi; có thể làm giàu rừng khộp với mật độ téch từ 166-1.097 cây/ha, trung bình là 500 cây/ha. Đã xác định được các nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi téch làm giàu rừng khộp làm cơ sở xác định các dạng lập địa - trạng thái thích hợp: nhóm sinh thái rừng khộp có ba nhân tố là đơn vị đất, ngập nước và tỷ lệ kết von; nhóm trạng thái rừng khộp - thực vật chỉ thị có ba nhân tố là: xuất hiện cỏ lào, loài cây ưu thế và mật độ cây rừng khộp; nhóm lý hóa tính đất rừng khộp có năm nhân tố là: % cát, N, P_2O_5 , K_2O và Ca^{2+} ; tổng hợp ba nhóm sinh thái, lý hóa tính đất, trạng thái rừng - thực vật chỉ thị có bảy nhân tố ảnh hưởng chủ đạo là: đơn vị đất, ngập nước, cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, % cát, N, P_2O_5 ; bốn nhân tố dùng để xác định nhanh mức thích nghi téch trên hiện trường là: tỷ lệ kết von, có cỏ lào hay không, ngập nước hay không và loài cây ưu thế rừng khộp. Ba nhân tố ảnh hưởng chủ đạo dùng để chồng ghép bản đồ trong GIS và lập bản đồ thích nghi téch trong rừng khộp là: đơn vị đất, độ dốc và diện tích tán rừng khộp. Diện tích rừng khộp có thể làm giàu bằng cây téch 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. Ở mức rất thích nghi: với chu kỳ 11 năm, năng suất téch là 8,6 m³/ha/năm, sản lượng 94 m³/ha với sản phẩm có đường kính 25 cm, NPV = 49 triệu đồng/ha/năm; ở mức thích nghi tốt: chu kỳ 16 năm, năng suất téch là 5,9 m³/ha/năm, sản lượng 94 m³/ha với sản phẩm có đường kính 25 cm, NPV = 20 triệu đồng/ha/năm.

SUMMARY

Factors of ecological, status, physical - chemical soil properties in dipterocarp forest vary considerably, forming a variety of site types - forest status, so to consider the suitability of the teak we have implemented the thesis of "Determination of suitable sites, status and techniques for enrichment planting of teak (*Tectona grandis* L.f.) in dipterocarp forest in Dak Lak province" to serve the enrichment planting of dipterocarp forest degraded to meet all three socio-economic and environmental objectives in the management of dipterocarp forest. The time for monitoring experiments were from July 2010 to December 2015, data processing and thesis writing were from January 2016 to July 2017. The overall objective is to show the suitability and determination of combinations of the appropriate forest conditional factors for enrichment planting of teak in degraded dipterocarp forest ecosystem.

The study data consisted of 42 experimental plots (70×70 m, 4.900 m² for each plot) under real factor combinations on the dipterocarp forests of Buon Don, Ea Sup and Ea H'Leo districts, Dak Lak Province; formed 64 ecological plots (at least 370 m², the largest is 4.900 m²; the average is 3.215 m²). The teak tree was intercropped into the empty canopy, broken canopy to enrich dipterocarp forest, with the distance between teak trees together and between teak trees with dipterocarp trees (with DBH ≥ 10 cm) was 3 m. Experimental plots were planted in 2010, 2011 and 2012, and the collected teak data was repeated in 2013, 2014 and 2015, so that the age range of the experimental plots was 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 years.

Weighted nonlinear and multivariate regression applied to develop and validate the models that figured out the combined effects and interactions of ecological factors, forest status and soil physical and chemical properties to growth, suitability level of teak; from that, identified the sites - the forest status for each level of suitability of the teak in dipterocarp forest. On that basis, combined with remote sensing and GIS technology to build maps to predict the suitability area of the teak in dipterocarp forest. Predictions for yield, productivity and economic efficiency of enrichment planting of teak in dipterocarp forest in Dak Lak province were also conducted.

Research results showed that teak enriched dipterocarp forest was classified into four levels of suitability: very good, good, average and poor suitability levels. At the predicted age of 6, the height growth of dominant teak tree had from 5,6 to 14,3 m, that of teak average

height was ranged from 3,8 to 11,2 m; Root collar diameter growth of teak reached 5,8 to 12,0 cm; Teak increment during the first five years of the dominant tree height (H troi) was from 0,9 to 2,3 m.year⁻¹; Average tree height (Htb) was from 0,6 to 1,8 m.year⁻¹ and root collar diameter (D goc) was from 1,0 to 2,1 cm.year⁻¹; This result shows that at suitability and very suitability, enrichment planting of teak in dipterocarp forest had growth rate of approximately teak monoculture while at a poor suitability, the growth rate was significantly lower than that of teak plantation. The teak density enriched in dipterocarp forest depends on three factors: the percentage of rocky rock, the density of dipterocarp trees and the level of suitability; we can enrich dipterocarp forest with a density of 166-1097 trees.ha⁻¹, an average of 500 trees.ha⁻¹. It has been determined the factors influenced the suitability level of enrichment planting of teak in degraded dipterocarp forest as a basis for the identification of site types - the appropriate status: ecology group of dipterocarp forest had three factors: soil units, waterlogged, and small stone rates; Forest status group of dipterocarp forest - the indicator vegetation had three factors: the presence of *Eupatorium odoratum* Linn, dominant tree species and density of dipterocarp forest; Soil physical and chemical properties group of dipterocarp forest had five factors: % sand, N, P₂O₅, K₂O and Ca²⁺; combination of three groups of ecological, soil physical and chemical properties, forest status - indicator vegetation figured out seven factors affected significantly as follows: soil units, waterlogged, presence of *Eupatorium odoratum* Linn, dominant tree species in dipterocarp forest, % sand, N, P₂O₅; The four factors used to determine quickly the suitability of teak in the field were: percentage of small stone coverage, whether presence of *Eupatorium odoratum* or not, whether waterlogged or not and the dominant forest species in dipterocarp forest. The three main influencing factors used to overlay maps in GIS and mapping suitability of teak in dipterocarp forest were: soil unit, slope and canopy area of dipterocarp forest. Dipterocarp forests can be enriched with teak trees at three levels of suitability (very good, good and average) of 41,095 ha, accounting for 43.3% of Dak Lak's production dipterocarp forests; in which, the area in two levels of promising suitability (very good and good) was 25,996 hectares, accounting for 27.4% of the degraded production dipterocarp forest. At a very good suitability level: with an 11 year cycle, the yield of teak was 8.6 m³.ha⁻¹.year⁻¹, production 94 m³.ha⁻¹ with 25 cm diameter product, NPV = 49 million VND.ha⁻¹.year⁻¹; At an good suitability level: with a 16 year cycle, the yield of teak was 5.9 m³.ha⁻¹.year⁻¹, the yield was 94 m³.ha⁻¹ with 25 cm diameter and NPV = 20 million VND.ha⁻¹.year⁻¹.

MỤC LỤC

LÝ LỊCH CÁ NHÂN	i
LỜI CAM ĐOAN	ii
LỜI CẢM ƠN.....	iii
TÓM TẮT	iv
SUMMARY	vi
MỤC LỤC.....	viii
DANH MỤC CHỮ, KÝ HIỆU VIẾT TẮT	xii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	xiii
DANH MỤC HÌNH, BIỂU ĐỒ	xvi
DANH SÁCH PHỤ LỤC.....	xix
MỞ ĐẦU.....	1
Chương 1. TỔNG QUAN	6
1.1 Các khái niệm liên quan đến luận án.....	6
1.1.1 Lập địa	6
1.1.2 Đơn vị đất	7
1.1.3 Trạng thái rừng	8
1.1.4 Làm giàu rừng	9
1.2 Hệ sinh thái rừng khộp và kỹ thuật lâm sinh.....	9
1.2.1 Tên gọi, phân loại rừng khộp	9
1.2.2 Phân bố rừng khộp.....	10
1.2.3 Sinh thái, lập địa và cấu trúc rừng khộp	10
1.2.4 Kỹ thuật lâm sinh áp dụng cho rừng khộp, làm giàu rừng khộp	12
1.3 Cây téch	16
1.3.1 Tên gọi, đặc điểm hình thái cây téch	16
1.3.2 Phân bố, yêu cầu sinh thái cây téch	18

1.3.3 Đặc điểm sinh trưởng và tăng trưởng của cây tẻch	21
1.3.4 Trồng rừng tẻch	23
1.3.5 Công dụng, giá trị cây tẻch	28
1.4 Viễn thám và GIS trong phân tích lập bản đồ thích nghi cây trồng	30
1.5 Thảo luận từ tổng quan	31
1.5.1 Các vấn đề liên quan đến trồng rừng tẻch đã được nghiên cứu, ứng dụng và sáng tỏ	32
1.5.2 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	32
Chương 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	35
2.1 Đặc điểm rừng khộp và khu vực nghiên cứu	35
2.1.1 Đặc điểm rừng khộp suy thoái ở các mức độ được tiến hành nghiên cứu làm giàu rừng	35
2.1.2 Điều kiện tự nhiên	37
2.1.3 Kinh tế xã hội	44
2.2 Nội dung nghiên cứu	46
2.3 Phương pháp nghiên cứu, thử nghiệm	46
2.3.1 Phương pháp luận	46
2.3.2 Phương pháp thiết kế và thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch trên các tổ hợp nhân tố sinh thái trạng thái rừng khộp khác nhau	49
2.3.3 Phương pháp đánh giá khả năng thích nghi của tẻch làm giàu rừng khộp	56
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	56
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 tẻch trong rừng khộp	58
2.3.6 Phương pháp lập bản đồ thích nghi của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp ..	62
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	67
2.3.8 Phương pháp thiết lập hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch	68

Chương 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	69
3.1 Khả năng thích nghi, sinh trưởng, tăng trưởng, mật độ tẻch trong rừng khộp ...	69
3.1.1 Biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của cây tẻch ở tất cả tổ hợp nhân tố	69
3.1.2 Mức thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp	71
3.1.3 Mô hình sinh trưởng, tăng trưởng và mật độ tẻch theo mức thích nghi	78
3.2 Tổ hợp các nhân tố lập địa - trạng thái rừng chủ đạo ảnh hưởng đến khả năng thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp	88
3.2.1 Ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái rừng khộp đến mức thích nghi của cây tẻch	88
3.2.2 Ảnh hưởng của nhóm trạng thái rừng và thực vật rừng chỉ thị đến mức thích nghi của cây tẻch	91
3.2.3 Ảnh hưởng của nhóm nhân tố lý hóa tính đất đến mức thích nghi của tẻch ...	94
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 tẻch trong làm giàu rừng khộp	97
3.2.5 Mô hình xác định mức thích nghi của tẻch theo các nhân tố quan trắc trực tiếp trên hiện trường và thực vật rừng chỉ thị	103
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 tẻch trồng làm giàu rừng khộp	106
3.3 Bản đồ thích nghi cây tẻch làm giàu rừng khộp	108
3.3.1 Ảnh hưởng các nhân tố lớp bản đồ GIS đến mức thích nghi của tẻch	108
3.3.2 Các lớp bản đồ GIS theo các nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi tẻch ..	111
3.3.3 Bản đồ thích nghi tẻch trong làm giàu rừng khộp	113
3.3.4 Thảo luận về kỹ thuật và công nghệ để lập bản đồ thích nghi tẻch trong làm giàu rừng khộp	118
3.4 Dự đoán năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp	119
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	119

3.4.2 Dự báo hiệu quả kinh tế theo từng mức thích nghi của cây tẻch trồng trong rừng khộp	123
3.4.3 Thảo luận về năng suất và hiệu quả trong làm giàu rừng khộp bằng tẻch	128
3.5 Kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch	129
3.5.1 Xác định mức thích nghi của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp	129
3.5.2 Phương thức làm giàu rừng, thiết kế trồng và mật độ làm giàu rừng	132
3.5.3 Giống tẻch	133
3.5.4 Kỹ thuật trồng tẻch trong rừng khộp	134
3.5.5 Chăm sóc, phòng cháy rừng	134
3.5.6 Dự đoán chu kỳ kinh doanh theo mức thích nghi và sản lượng gỗ tẻch trong làm giàu rừng khộp:	135
3.5.7 Dự toán chi phí đầu tư và hiệu quả kinh tế	135
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	136
Kết luận	136
Tồn tại	137
Kiến nghị	137
DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ	138
TÀI LIỆU THAM KHẢO	139
PHỤ LỤC	147

DANH MỤC CHỮ, KÝ HIỆU VIẾT TẮT

A tech	Tuổi cây tẻch
BA bi	Tổng tiết diện ngang theo Bitterlich, m ² /ha
BA Prodan	Tổng tiết diện ngang theo phương pháp Prodan, m ² /ha
DBH	Đường kính ngang ngực cây tẻch, mm, cm
DBH troi	Đường kính ngang ngực cây trọi tẻch, mm, cm
DBHtb	DBH tẻch trung bình, mm, cm
DBHtb troi	DBH tẻch trung bình trọi, mm, cm
Dgoc	Đường kính gốc cây tẻch, mm, cm
Dgoc troi	Đường kính gốc cây trọi, mm, cm
Dgoctb	Đường kính gốc tẻch trung bình, mm, cm
Dgoctb troi	Đường kính gốc tẻch trung bình trọi, mm, cm
H	Chiều cao cây tẻch, cm, m
Htb	Chiều cao tẻch trung bình, cm, m
Htbtroi	Chiều cao tẻch trung bình trọi, cm, m
Htroi	Chiều cao cây trọi tẻch, cm, m
MAE	Sai số tuyệt đối trung bình (Mean absolute error)
MAPE	Sai số tương đối trung bình % (Mean absolute percent error)
Mkhop	Trữ lượng rừng khộp, m ³ /ha
Nkhop	Mật độ cây rừng khộp, cây/ha
Ntech	Mật độ tẻch, cây/ha
O ST	Ô sinh thái
O TN	Ô thử nghiệm
TT DBH	Tăng trưởng DBH tẻch, mm/năm, cm/năm
TT DBH troi	Tăng trưởng DBH cây trọi tẻch, mm/năm, cm/năm
TT DBH troitb	Tăng trưởng DBH cây trọi trung bình tẻch, mm/năm, cm/năm
TT DBHtb	Tăng trưởng DBH trung bình tẻch, mm/năm, cm/năm
TT Dgoc	Tăng trưởng đường kính gốc tẻch, mm/năm, cm/năm
TT Dgoc troi	Tăng trưởng đường kính gốc cây tẻch trọi, mm/năm, cm/năm
TT Dgoc troitb	Tăng trưởng đường kính gốc trung bình cây tẻch trọi, mm/năm, cm/năm
TT Dgoctb	Tăng trưởng đường kính gốc trung bình tẻch, mm/năm, cm/năm
TT H	Tăng trưởng chiều cao tẻch, cm/năm, m/năm
TT H troi	Tăng trưởng chiều cao trọi tẻch, cm/năm, m/năm
TT H troitb	Tăng trưởng chiều cao trọi trung bình tẻch, cm/năm, m/năm
TT Htb	Tăng trưởng chiều cao trung bình tẻch, cm/năm, m/năm

DANH MỤC BẢNG BIỂU

BẢNG	TRANG
Bảng 1.1. Giá gỗ tẻch theo TeakNet năm 2013.....	29
Bảng 1.2 So sánh yêu cầu sinh thái, lập địa. sinh lý của tẻch và sinh thái rừng khộp.....	34
Bảng 2.1. Chỉ tiêu biểu thị biến động trạng thái rừng khộp suy thoái	36
Bảng 2.2. Diện tích trạng thái rừng khộp năm 2011 ở ba huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo (Ngoại trừ VQG Yok Don)	41
Bảng 2.3. Diện tích rừng khộp năm 2014 ở Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo	42
Bảng 2.4. Ma trận thay đổi diện tích theo trạng thái, mất rừng khộp từ 2011 đến 2014	43
Bảng 2.5. Diện tích và dân số ở 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo.....	44
Bảng 2.6. Sử dụng đất của 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo	45
Bảng 2.7. Phân bố ô sinh thái theo 6 nhân tố sinh thái và trạng thái rừng khộp.....	51
Bảng 2.8. Mô hình cấp năng suất rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên (Bảo Huy và ctv, 1998)	56
Bảng 2.9. Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhân tố đá mẹ đến TT Htroi tẻch	59
Bảng 2.10. Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của mã hóa nhân tố đá mẹ đến TT Htroi tẻch	60
Bảng 2.11. Mã hóa các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng theo chiều biến thiên của tăng trưởng cây trồng tẻch (theo chiều biến thiên mức thích nghi tẻch)	61
Bảng 3.1. Biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của tẻch ở 64 ô sinh thái	69
Bảng 3.2. Chiều cao bình quân cây trồng (m) theo tuổi O TN ở 4 mức thích nghi tẻch	71
Bảng 3.3. Mức thích nghi của tẻch làm giàu rừng khộp ở 64 ô sinh thái	73
Bảng 3.4. Đánh giá sự khác biệt tăng trưởng chiều cao bình quân cây tẻch trồng (TT Htroi) theo 4 mức thích nghi theo tiêu chuẩn phi tham số Kruskal-Wallis.....	74
Bảng 3.5. Trung bình và biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của tẻch ở các mức thích nghi	75
Bảng 3.6. Trung bình, biến động sinh trưởng tẻch theo mức thích nghi và tuổi 64 ô ST ...	76
Bảng 3.7. Tăng trưởng cây trồng tẻch ở các mức thích nghi theo tuổi của 64 ô ST.....	77
Bảng 3.8. Mô hình sinh trưởng H (cm) cây trồng tẻch theo tuổi và mức thích nghi	79
Bảng 3.9. Mô hình sinh trưởng Dgốc (mm) cây trồng tẻch theo tuổi và mức thích nghi.....	80
Bảng 3.10. Sinh trưởng và tăng trưởng cây trồng tẻch theo mức thích nghi và tuổi	81
Bảng 3.11. Mô hình sinh trưởng trung bình H (cm) tẻch theo mức thích nghi và tuổi	83
Bảng 3.12. Mô hình sinh trưởng trung bình Dgốc (mm) tẻch theo mức thích nghi và tuổi.....	84

BẢNG	TRANG
Bảng 3.13. Sinh trưởng và tăng trưởng trung bình tếch theo mức thích nghi và tuổi	85
Bảng 3.14. Mô hình mật độ sống tếch (N, cây/ha) theo các nhân tố ảnh hưởng	86
Bảng 3.15. N (cây/ha) theo mức thích nghi, mật độ rừng khộp và cấp tỷ lệ đá nổi	87
Bảng 3.16. Xác định nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn Cp của Mallow	89
Bảng 3.17. Mô hình quan hệ mức thích nghi tếch với 3 nhân tố sinh thái ảnh hưởng	89
Bảng 3.18. Mức thích nghi của tếch trong rừng khộp theo 3 nhân tố nhóm sinh thái	90
Bảng 3.19. Xác định nhân tố nhóm trạng thái rừng - thực vật chỉ thị ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn Cp của Mallow	92
Bảng 3.20. Mô hình quan hệ mức thích nghi tếch với 3 nhân tố ảnh hưởng thuộc nhóm trạng thái - thực vật rừng chỉ thị	93
Bảng 3.21. Mức thích nghi tếch theo 3 nhân tố nhóm trạng thái - thực vật rừng chỉ thị	93
Bảng 3.22. Xác định nhân tố nhóm lý hóa tính đất ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn Cp của Mallow	94
Bảng 3.23. Mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tếch với 5 chỉ tiêu lý hóa tính đất	95
Bảng 3.24. Mức thích nghi của tếch theo 5 chỉ tiêu lý hóa tính đất ảnh hưởng	96
Bảng 3.25. So sánh các mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với các nhóm nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất	97
Bảng 3.26. Xác định các nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn Cp của Mallow	98
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	100
Bảng 3.28. Mức thích nghi của tếch theo 7 nhân tố lập địa - trạng thái rừng ảnh hưởng ..	100
Bảng 3.29. Các dạng lập địa - trạng thái rừng điển hình dựa trên 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo cho 4 mức thích nghi của cây tếch trong rừng khộp suy thoái	102
Bảng 3.30. Xác định các nhân tố dễ quan trắc ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn Cp của Mallow	103
Bảng 3.31. Mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tếch với 4 nhân tố dễ quan trắc	104
Bảng 3.32. Mức thích nghi của tếch theo 4 nhân tố dễ quan trắc trên hiện trường	105
Bảng 3.33. Xác định số lớp nhân tố bản đồ ảnh hưởng đến mức thích nghi tếch	109
Bảng 3.34. Mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với các nhân tố lớp bản đồ GIS	109

BẢNG	TRANG
Bảng 3.35. Mức thích nghi tẻch theo 3 nhân tố lớp bản đồ GIS	110
Bảng 3.36. Diện tích rừng khộp theo các mức thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch ở tỉnh Đắk Lắk	116
Bảng 3.37. Diện tích rừng khộp theo các mức thích nghi để làm giàu bằng cây tẻch ở tỉnh Đắk Lắk theo ranh giới hành chính (ha).....	117
Bảng 3.38. Bốn cặp phương trình sinh trưởng của Htroi tẻch làm giàu rừng khộp và Ho rừng trồng tẻch vùng Tây Nguyên	119
Bảng 3.39. Kết quả so sánh bằng tiêu chuẩn Wilcoxon giữa Htroi và Ho ở 4 mức thích nghi - cấp năng suất.....	120
Bảng 3.40. Các mô hình dự đoán sinh trưởng Dg, Hg trung bình theo chiều cao trung bình trội (Ho) cây tẻch	121
Bảng 3.41. Dự đoán sinh trưởng trung bình của tẻch theo tuổi ở 2 mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt)	122
Bảng 3.42. Dự đoán năng suất, sản lượng tẻch trồng làm giàu rừng khộp ở hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt)	123
Bảng 3.43. Dự toán chi phí trồng tẻch làm giàu rừng khộp suy thoái	124
Bảng 3.44. Giá gỗ tẻch theo TeakNet năm 2013 đến nay	125
Bảng 3.45. Dự đoán sản lượng và thu nhập cho một ha làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch ở các mức thích nghi triển vọng	125
Bảng 3.46. Chỉ tiêu hiệu quả kinh tế làm giàu rừng khộp bằng tẻch ở các mức thích nghi có triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt).....	126
Bảng 3.47. Chỉ tiêu hiệu quả kinh tế làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch theo các mức lãi suất vốn vay khác nhau	127
Bảng 3.48. Tiềm năng kinh tế từ làm giàu rừng khộp bằng tẻch ở tỉnh Đắk Lắk với $i = 9,6 \%$	128
Bảng 3.49. Mức thích nghi của tẻch theo 4 nhân tố dễ quan trắc trên hiện trường và thực vật chỉ thị	130
Bảng 3.50. Các dạng lập địa - trạng thái điển hình dựa trên 7 nhân tố chủ đạo cho 4 mức thích nghi của cây tẻch trong rừng khộp suy thoái	131
Bảng 3.51. N (cây/ha) cây tẻch trồng làm giàu theo mức thích nghi, cấp mật độ rừng khộp và cấp tỷ lệ đá nổi.....	133

DANH MỤC HÌNH, BIỂU ĐỒ

HÌNH	TRANG
Hình 1.1. Rừng khộp ở huyện Ea Sup, tỉnh Đắk Lắk	12
Hình 1.2. Gỗ khai thác bất hợp pháp từ rừng khộp ở huyện Ea H'Leo	14
Hình 1.3. Phá rừng khộp lấy đất sản xuất nông nghiệp	14
Hình 1.4. Chuyển đổi đất rừng khộp nghèo sang trồng sắn, cao su,	14
Hình 1.5. Chòi rẫy dựng tạm trên rừng khộp bị phá để lấy đất trồng trọt	14
Hình 1.6. Hình thái cây tẻch	17
Hình 1.7. Hình ảnh cây, rừng và gỗ tẻch trên thế giới	17
Hình 1.8. Tẻch rừng tự nhiên ở Myanmar	19
Hình 1.9. Vườn ươm giống tẻch ở huyện Ea Sup, tỉnh Đắk Lắk	25
Hình 1.10 Cây con tẻch và Stump tẻch giống	25
Hình 1.11 Rừng tẻch trồng thuần ở Ea Kmat, Đắk Lắk và thớt gỗ tẻch	26
Hình 1.12. Sản phẩm đồ mộc làm từ gỗ tẻch trên thế giới	28
Hình 2.1. Phân bố số ô sinh thái theo tổng diện tích tán lá (St , m^2/ha)	36
Hình 2.2. Bản đồ rừng khộp khu vực nghiên cứu năm 2011	41
Hình 2.3. Bản đồ rừng khộp khu vực nghiên cứu năm 2014	42
Hình 2.4. Các bước nghiên cứu	48
Hình 2.5. Bản đồ phân bố các 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 - Đắk Lắk)	50
Hình 2.6. Sơ đồ ô thử nghiệm, phân chia ô sinh thái và trồng tẻch làm giàu rừng khộp ở nơi trống tán, vỡ tán	52
Hình 2.7. Sơ đồ vị trí đo các nhân tố lập địa trên đường chéo ô $10 \times 10m$ ở ô ST	53
Hình 2.8. Lựa chọn mô hình tối ưu có R^2_{adj} lớn và sai số bé nhất bằng ước lượng hàm phi tuyến theo Marquardt và thay đổi Weight	57
Hình 2.9. Thay đổi quan hệ giữa giá trị quan sát và ước lượng qua mô hình và biến động sai số theo giá trị ước lượng	58
Hình 2.10. Tiếp cận lập bản đồ thích nghi tẻch trong làm giàu rừng khộp	63
Hình 2.11. Mô hình DEM và ảnh Raster cấp độ dốc	63
Hình 2.12. Ảnh Landsat và mặt nạ khu vực rừng khộp nghiên cứu	64

HÌNH	TRANG
Hình 2.13. Bản đồ vị trí các ô mẫu giải đoán ảnh để lập bản đồ theo các nhân tố trạng thái rừng và đánh giá độ tin cậy (ô màu đỏ: giải đoán, ô màu xanh: kiểm định sai số giải đoán ảnh)	65
Hình 3.1. Biến động mật độ sống của tẻch (cây /ha) ở 64 ô sinh thái	70
Hình 3.2. Phân bố tỷ lệ cây tẻch sống (%) ở 64 ô sinh thái	70
Hình 3.3. Phân bố tỷ lệ cây tẻch không bị sâu bệnh (%) ở 64 ô sinh thái	71
Hình 3.4. Quan hệ Ho/A và biểu cấp năng suất rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên giai đoạn 1-6 tuổi (Bảo Huy và ctv, 1998).....	72
Hình 3.5. Tăng trưởng bình quân chiều cao trội tẻch theo 4 mức thích nghi	74
Hình 3.6. Trung bình và biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của cây tẻch ở 4 mức thích nghi.....	75
Hình 3.7. Tăng trưởng cây tẻch trội ở các mức thích nghi	77
Hình 3.8. Tăng trưởng cây trung bình tẻch ở các mức thích nghi	77
Hình 3.9. Mô hình sinh trưởng H cây trội tẻch (m) ở 4 mức thích nghi theo tuổi.....	79
Hình 3.10. Mô hình sinh trưởng D gốc cây trội tẻch (cm) ở 4 mức thích nghi theo tuổi.....	80
Hình 3.11. Mô hình sinh trưởng Htb (m) của tẻch theo mức thích nghi và tuổi.....	83
Hình 3.12. Mô hình sinh trưởng Dgoctb (cm) của tẻch theo mức thích nghi và tuổi.....	84
Hình 3.13. Đồ thị quan hệ N tẻch/ha qua mô hình và sai số theo giá trị dự đoán.....	87
Hình 3.14. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 3 nhân tố sinh thái ảnh hưởng và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi.....	90
Hình 3.15. Ảnh hai loài sỏ đất và mộc hoa.....	91
Hình 3.16. Ảnh loài cỏ lào.....	91
Hình 3.17. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 3 nhân tố thuộc nhóm trạng thái rừng - thực vật chỉ thị và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi	92
Hình 3.18. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 5 nhân tố lý hóa tính đất và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi.....	95
Hình 3.19. Đồ thị quan hệ mức thích nghi với các nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị, lý hóa tính đất ảnh hưởng chủ đạo và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi	99
Hình 3.20. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 4 nhân tố dễ quan trắc và thực vật rừng chỉ thị trên thực địa và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi.....	104

HÌNH	TRANG
Hình 3.21. Quan hệ giữa mức thích nghi tểch với 3 nhân tố lớp bản đồ và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi.....	109
Hình 3.22 Lớp nhân tố diện tích tán lá rừng khộp	112
Hình 3.23. Lớp nhân tố cấp độ dốc	112
Hình 3.24. Lớp nhân tố đơn vị đất	113
Hình 3.25 Gán mức thích nghi thông qua mô hình 3 nhân tố ảnh hưởng trong ArcGIS	114
Hình 3.26. Chồng xếp 3 lớp nhân tố bản đồ ảnh hưởng để phân cấp thích nghi dựa vào mô hình quan hệ trong ArcGIS	114
Hình 3.27. Bản đồ phân cấp thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tểch.....	115
Hình 3.28. Diện tích 4 mức thích nghi của cây tểch trong làm giàu rừng khộp	116
Hình 3.29. Đồ thị quan hệ giá trị quan sát với dự đoán qua mô hình Dg và Hg và biến động sai số theo giá trị dự đoán.....	121
Hình 3.30 Sơ đồ thiết kế trồng tểch làm giàu rừng khộp vào nơi trống tán	132

DANH SÁCH PHỤ LỤC

PHỤ LỤC	TRANG
Phụ lục 1. Mẫu phiếu thu thập số liệu cây tẻch và các nhân tố sinh thái, lập địa, trạng thái rừng khộp	148
Phụ lục 2. Dữ liệu sinh thái, lập địa và trạng thái rừng khộp của 64 ô sinh thái.....	151
Phụ lục 3. Dữ liệu sinh thái, lập địa và trạng thái rừng khộp của 64 ô ST (<i>tiếp theo</i>).....	153
Phụ lục 4. Sinh trưởng, tăng trưởng trung bình của tẻch ở 64 ô sinh thái tại kỳ đo cuối.....	155
Phụ lục 5. Số liệu phân tích lý hóa tính đất của 64 ô sinh thái.....	157
Phụ lục 6. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 30 ô giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu.....	159
Phụ lục 7. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 30 ô giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu (<i>tiếp theo</i>)	160
Phụ lục 8. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 16 ô đánh giá giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu	161
Phụ lục 9. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 16 ô đánh giá giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu (<i>tiếp theo</i>)	161
Phụ lục 10. Dữ liệu các giá trị sinh trưởng của 120 lâm phần rừng trồng thuần tẻch ở Tây Nguyên	162
Phụ lục 11. Hiệu quả kinh tế làm giàu rừng khộp bằng tẻch khi lãi suất vay tín chấp biến động.....	166
Phụ lục 12. Danh mục thực vật thân gỗ trong rừng khộp nghiên cứu	167

MỞ ĐẦU

Đặt vấn đề - sự cần thiết nghiên cứu đề tài

Rừng khộp là kiểu rừng thưa, hơi ẩm, rụng lá, cây họ dầu chiếm ưu thế phân bố chủ yếu ở Đông Nam Á (Maury-Lechon và Curtet, 1998). Làm giàu rừng khộp suy thoái là nhu cầu cấp thiết hiện nay, không chỉ phục hồi giá trị kinh tế rừng mà còn cả giá trị sinh thái môi trường quan trọng của kiểu rừng này ở Tây Nguyên và Việt Nam.

Rừng khộp ở Việt Nam phân bố tập trung ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ. Hiện tại, đa số diện tích rừng khộp đã trở nên nghèo kiệt về sản lượng gỗ do nhiều nguyên nhân như khai thác quá mức (hợp pháp và bất hợp pháp), tuy nhiên vẫn còn duy trì khá tốt các chức năng sinh thái môi trường như giữ nước, đất, điều hòa khí hậu, bảo tồn đa dạng sinh học đặc biệt là nhóm thú lớn như voi, bò rừng, nai, mang,...

Do rừng khộp nghèo về mặt giá trị kinh tế gỗ, vì vậy trong những năm qua nhiều diện tích của đối tượng này đã bị chặt trắng để chuyển đổi sang canh tác loài cây khác như điều (*Anacardium occidentale* L.), cao su (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss) Müll, Arg.) và các loài keo (*Acacia* sp.); việc chuyển đổi này là có quy hoạch hoặc tiến hành tự phát. Tuy nhiên việc chuyển đổi rừng khộp thành đất để trồng cây công nghiệp như hiện nay dự báo sẽ mang lại các nguy cơ về môi trường lâu dài như thiếu nước, đất bạc màu, phát thải khí CO₂ từ chặt đốt rừng, mất đa dạng sinh học, đặc biệt là mất sinh cảnh sống của các loài động vật rừng quý hiếm như voi, bò rừng, nai, mang,... (Erskine và Bảo Huy, 2003).

Cho đến nay các cây trồng trên đất rừng khộp chặt trắng đã bộc lộ nhiều vấn đề. Cây điều hầu như không có năng suất, cây keo và cao su bắt đầu tỏ ra không phù hợp với nhiều lập địa rừng khộp; tất cả đều do các loài cây này không phù hợp với sinh thái rừng khộp là nắng hạn cao, ngập úng vào mùa mưa, tầng đất thay đổi, nhiều nơi tầng đất mỏng. Phương thức chuyển đổi rừng khộp hiện tại dự báo sẽ mang lại nguy cơ rủi ro về môi trường và không đem lại hiệu quả kinh tế như mong đợi.

Các nghiên cứu về rừng khộp, ở trong nước chủ yếu dừng lại ở các nghiên cứu cơ bản như cấu trúc, tái sinh tự nhiên, tăng trưởng, lập địa (Trần Văn Con, 1991; Đỗ Đình Sâm, 1986), còn trên thế giới thì tập trung về phân loại thực vật, sinh thái rừng, xử lý lâm sinh (Appanah và Turnbull, 1998). 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 (Paquette và ctv, 2009). Trồng làm giàu rừng được áp dụng trong quản lý rừng khộp trên khắp vùng nhiệt đới châu Á (Appanah, 1998). Tuy nhiên cần phải tìm các loài gỗ có giá trị kinh tế và có lợi cho môi trường để làm giàu rừng khộp suy thoái (Wyatt-Smith, 1963; Erskine và Bảo Huy, 2003). Do điều kiện sinh thái cực đoan của rừng khộp như cháy rừng và hạn hán trong mùa khô và ngập úng trong mùa mưa nên rất khó để tìm được một loài cây có giá trị kinh tế cao để trồng làm giàu rừng khộp suy thoái, và cho đến nay chưa có thử nghiệm làm giàu rừng khộp nào thành công (Erskine và Bảo Huy, 2003).

Trong khi đó cây téch (*Tectona grandis* L.f.) là một loài cây cung cấp gỗ có giá trị kinh tế cao, sinh trưởng khá nhanh, có thể cung cấp gỗ nhỏ đường kính 15-20 cm với chu kỳ 20-25 năm (Bảo Huy và ctv, 1998; Roshetko và ctv, 2013). Cây téch cũng mọc tự nhiên trong rừng rụng lá với tỷ lệ tổ thành từ 4-35% mật độ, sinh sống cùng với một số loài cây ưu thế trong rừng rụng lá cây họ dầu ưu thế (Kollert và ctv, 2012). White (1991), Keogh (1979, 2009) và Tewari (1992) dẫn theo Kollert và Cherubini (2012) cho thấy gỗ téch có tính chất cơ lý tốt, thẩm mỹ cao và có giá trị kinh tế trên thế giới. Chu trình thu hoạch thương mại là từ 4 đến 80 năm (Kollert và Cherubini, 2012).

Tuy nhiên, việc thử nghiệm trồng xen téch vào trong rừng khộp chưa được tiến hành, trong khi đó tiên lượng cho thấy cây téch có khả năng thích nghi ở nhiều lập địa và thích ứng với sinh thái rừng khộp. Đặc biệt là khả năng chịu lửa rừng của cây téch giống như các loài cây họ dầu rừng khộp (cây con có thể tái sinh chồi sau cháy, cây lớn có khả năng chịu lửa) và rụng lá ngừng sinh trưởng để chịu hạn trong mùa khô khắc nghiệt.

Đồng thời thực tế các nhân tố sinh thái, lập địa, hóa lý tính đất trong rừng khộp biến động rất lớn; vì vậy nghiên cứu tìm ra dạng lập địa, trạng thái rừng khộp thích hợp và kỹ thuật làm giàu rừng bằng cây tẻch là cấp thiết, vì cây tẻch là loài cây tiềm năng để làm giàu rừng khộp, có khả năng đáp ứng cả ba mục tiêu kinh tế - xã hội và môi trường trong quản lý rừng khộp bền vững.

Trồng rừng tẻch đã được thiết lập trong và ngoài các khu vực phân bố tự nhiên (Kanninen và ctv, 2004). 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 tìm kiếm khả năng thúc đẩy tiến trình làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch 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 tẻch 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 gỗ tẻch.
- Xây dựng được hướng dẫn kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây gỗ tẻch.

Phạm vi, địa điểm và đối tượng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là diện tích rừng khộp sản xuất tập trung, phân bố trên ba huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo của tỉnh Đắk Lắk (trừ vườn quốc gia Yok Don); với diện tích rừng khộp năm 2014 là 94.898,8 ha (Kết quả kiểm kê rừng, 2014).

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 là các cây họ dầu (*Dipterocarpaceae*). Tên tiếng Anh là Dipterocarp Forest. Theo phân loại rừng ưu thế cây họ dầu ở châu Á có bốn kiểu rừng, thì rừng khộp nghiên cứu thuộc kiểu rừng nhiệt đới khô rụng lá (Appanah, 1998).

Theo Thái Văn Trường (1978), ở Việt Nam rừng khộp thuộc kiểu rừng thưa cây lá rộng hơi ẩm nhiệt đới, hình thành do chế độ nhiệt ẩm và ảnh hưởng nhóm nhân tố đá mẹ - thổ nhưỡng trong quá trình phát sinh. Trạng thái rừng nghiên cứu đã qua khai thác, tác động ở các mức độ suy thoái khác nhau, mật độ biến động từ 48-558 cây/ha với trữ lượng gỗ 4-198 m³/ha.

- Cây tểch (*Tectona grandis* L.f.) thuộc họ tểch hay cỏ roi ngựa (*Verbenaceae*) hoặc họ hoa môi (*Lamiaceae*); bộ hoa môi (*Lamiales*). Tên tiếng Việt khác: giá ty, báng súng; tên khoa học khác: *Tectona tecka* Lour. (1790), *Theka grandis* (L.f.) Lam. và *Jatus grandis* (L.f.) Kuntze. Tên tiếng Anh: Teak, Ấn độ oak, Bangkok teak, teak (wood) tree.

- Phương thức làm giàu rừng khộp bằng cây tểch: Rừng khộp là rừng thưa, đồng thời bị suy thoái nên mật độ thấp, có nhiều khoảng trống tán trong rừng; vì vậy không tác động đến cây rừng, mà trồng xen tểch vào nơi trống tán, vỡ tán trong rừng để làm giàu rừng khộp (Hình 2.6).

- Các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng - thực vật rừng chỉ thị, lý hóa tính đất: Nghiên cứu mối quan hệ giữa sinh trưởng, tăng trưởng, mức thích nghi của cây tểch làm giàu rừng theo 3 nhóm nhân tố: (i) Sinh thái rừng khộp, (ii) Trạng thái rừng khộp - thực vật rừng chỉ thị, và (iii) Đặc điểm lý hóa tính đất rừng khộp; từ đó làm cơ sở xác định tổ hợp các nhân tố để xác định các dạng lập địa - trạng thái rừng thích hợp cho làm giàu rừng khộp bằng cây tểch.

Thời gian thực hiện

- Bố trí và theo dõi thí nghiệm từ 7/2010 đến 12/2015.
- Phân tích mẫu, dữ liệu và viết luận văn từ tháng 1/2016 đến tháng 7/2017.

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 (weight) để xác định lập địa - trạng thái thích hợp theo các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo và lập bản đồ thích nghi cho làm giàu rừng khộp bằng cây tểch.

Về thực tiễn: Đã thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng cây gỗ 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 bằng cây tẻch ở tỉnh Đắk Lắk, đáp ứng nhu cầu ổn định sinh thái môi trường rừng khộp và góp phần phát triển kinh tế xã hội trong các vùng có rừng khộp suy thoái của tỉnh Đắk Lắk.

Những điểm mới của luận án

Đây là lần đầu tiên có một đề tài bố trí thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch trên nhiều tổ hợp nhân tố lập địa và trạng thái rừng khác nhau được tiến hành. Kết quả đã chỉ ra các phát hiện mới trong luận án này là:

- Xác định được tổ hợp các nhân tố lập địa, trạng thái rừng khộp thích hợp để đưa cây tẻch vào làm giàu rừng với 4 mức độ thích nghi.
- Xây dựng được bản đồ thích nghi của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk.

Chương 1

TỔNG QUAN

1.1. Các khái niệm liên quan đến luận án

1.1.1. Lập địa

Điều kiện lập địa là hoàn cảnh nội bộ của một khu rừng, của một diện tích đất trồng rừng, bao gồm các nhân tố của hai nhóm khí hậu và đất. Phạm vi không gian của nó có giới hạn dưới mặt đất nơi mà rễ cây có thể đạt đến và giới hạn trên là nơi tán cây cao nhất có thể đạt được. Lập địa cần được hiểu theo nghĩa rộng bao hàm các nhân tố sinh thái của khí hậu và thổ nhưỡng. Như vậy lập địa là tổng hợp của nhiều nhân tố tự nhiên rất phức tạp, có quan hệ mật thiết với nhau. Sự thay đổi của một nhân tố nào đó sẽ ảnh hưởng đến nhân tố khác. Trong một điều kiện nhất định thì sẽ có nhân tố ảnh hưởng quyết định đến các nhân tố khác gọi là nhân tố chủ đạo. (Nguyễn Hữu Vĩnh và ctv, 1986).

Hoặc theo Ngô Đình Quế, Đỗ Đình Sâm, (2009) lập địa được gắn với thực vật rừng và có thể được hiểu là những điều kiện của nơi mà thực vật sinh trưởng. Các yếu tố hình thành lập địa quyết định tạo nên những kiểu rừng khác nhau và ảnh hưởng tới năng suất, sản lượng rừng.

Cụ thể hơn theo FAO (Libby, 2002) chỉ ra lập địa bao gồm các nhân tố, đặc điểm lý hóa học của đất, cùng với các nhân tố khí hậu như gió bão, lửa, nhiệt độ, lượng mưa,

Về phân loại lập địa, Viliam dựa vào khí hậu (nhiệt độ, ánh sáng) và thổ nhưỡng (độ ẩm, độ phì). Trong một vùng địa lý nhất định, điều kiện khí hậu có thể coi là đồng nhất, lúc này chỉ dựa vào phân loại thổ nhưỡng sẽ phân chia được điều kiện lập địa (Nguyễn Hữu Vĩnh và ctv, 1986).

Do các nhân tố cấu thành lập địa rừng khộp rất biến động và cây téch cũng rất nhạy cảm với sự thay đổi của các nhân tố này, đồng thời cũng chưa biết nhân tố nào

là chủ đạo ảnh hưởng đến tếch; do vậy đề tài không phân chia lập địa trước mà chỉ dự kiến để bố trí ô thử nghiệm trên các tổ hợp nhân tố lập địa, trạng thái dự báo ảnh hưởng đến mức thích nghi của tếch; từ đó đã xác định các nhân tố lập địa ảnh hưởng chủ đạo thông qua mô hình hồi quy đa biến, và tổ hợp thành các dạng lập địa - trạng thái theo mức thích nghi của tếch làm giàu rừng khộp.

1.1.2. Đơn vị đất

Đơn vị đất (FAO - UNESCO, 1974) (Soil Unit): Được xác định dựa vào những đặc điểm đất được tạo ra do tác động của quá trình hình thành đất thứ cấp trội (Predominant Second Soil Forming Process). Trong một số trường hợp những đặc điểm đất nào đó có ảnh hưởng đáng kể đến việc sử dụng đất cũng có thể được đưa ra xem xét. Do vậy, đơn vị đất là một vùng hay vật đất trong đó có sự đồng nhất của các yếu tố tự nhiên và có sự phân biệt của một hay nhiều yếu tố tự nhiên so với vùng lân cận.

FAO - UNESCO (1974) chia đất thế giới thành 28 nhóm đất chính với 153 đơn vị đất. Ngoài ra, hệ thống phân loại FAO - UNESCO còn sử dụng một số thuật ngữ có tính chất hòa hợp hoặc kế thừa truyền thống của các nước tiên tiến. Sự cải tiến tên gọi đã giúp cho phương pháp phân loại đất theo FAO - UNESCO được nhiều nước áp dụng, vì đã xây dựng được tiếng nói chung cho ngành khoa học đất. Sau khi bản đồ đất thế giới được công bố, nhiều nước trên thế giới đã áp dụng phương pháp phân loại đất của FAO - UNESCO để tiến hành phân loại, đánh giá nguồn tài nguyên đất đai của nước mình. Điều này thể hiện đúng đắn, khoa học và ý nghĩa thực tiễn của phương pháp phân loại đất theo hệ thống FAO - UNESCO. Cũng dựa vào nguồn gốc phát sinh nhưng hệ thống phân loại của FAO - UNESCO căn cứ vào tính chất hiện tại để phân loại đất, điều này cho phép đánh giá sát thực chất đất để sử dụng đất hợp lý nhất.

Để xem xét và phát hiện ảnh hưởng của các nhân tố lập địa đến mức thích nghi của tếch trong rừng khộp, luận án sử dụng đơn vị đất như là một nhân tố quan trọng; trong đó đơn vị đất trong rừng khộp (FAO, 2008) đã dựa trên màu sắc đất, một số đặc điểm lý, hóa tính đất và mức dày mỏng của đất.

1.1.3. Trạng thái rừng

Loeshau (1963) (Bộ Lâm nghiệp, 1984) đã đưa ra cách phân chia rừng gỗ tự nhiên lá rộng thường xanh và nửa rụng lá theo các kiểu trạng thái rừng. Cách phân chia này chủ yếu dựa vào đặc điểm hình thái, cấu trúc rừng, mức độ bị tác động, suy thoái hoặc nguyên sinh của rừng. Hệ thống phân chia này đã chia rừng thành 4 nhóm: Nhóm I: Nhóm chưa có rừng, dựa vào thực bì, tái sinh cây gỗ mà chia ra các trạng thái IA, IB và IC; Nhóm II: Rừng phục hồi cây tiên phong có đường kính nhỏ, dựa vào hiện trạng và nguồn gốc, nhóm này chia thành trạng thái IIA và IIB; Nhóm III: Bao gồm các trạng thái của rừng thứ sinh đã bị tác động ở các mức độ khác nhau khiến cho kết cấu rừng bị thay đổi, bao gồm các trạng thái IIIA_{1,2,3}, IIIB; Nhóm IV: Là nhóm rừng thứ sinh thành thực hoặc rừng nguyên sinh, bao gồm trạng thái IVA: Rừng nguyên sinh và IVB: Rừng thứ sinh phục hồi.

Đối với rừng khộp, trên cơ sở phân loại trạng thái của Loeshau (1963), Quy phạm thiết kế kinh doanh rừng (QPN 6 - 84) đã cụ thể hóa cách phân chia trạng thái rừng cho riêng rừng khộp. Việc phân chia cũng dựa vào cấu trúc hiện tại, mức độ tác động và khả năng khai thác gỗ để phân chia thành các kiểu trạng thái: Kiểu trạng thái RI: Trảng cỏ cây bụi; Kiểu RII: Rừng non mới tái sinh phục hồi chưa ổn định; Kiểu RIII: Rừng bị tác động mạnh, cấu trúc rừng đã bị phá vỡ, khả năng khai thác gỗ lớn không còn, tùy theo mức độ tác động mà chia ra các trạng thái RIIIA_{1,2,3}; Kiểu trạng thái RIV: Rừng có cấu trúc tương đối ổn định, tán đều, giàu trữ lượng.

Thông tư số 34/2009/TT-BNNPTNT của Bộ Nông nghiệp và PTNT (2009) đã phân loại rừng theo mục đích sử dụng, nguồn gốc hình thành, theo điều kiện lập địa, theo loài cây, theo trữ lượng. Trong đó phân loại trạng thái hiện tại của rừng theo trữ lượng đối với rừng gỗ đã chia ra: Rừng rất giàu: trữ lượng trên 300 m³/ha; Rừng giàu: trữ lượng từ 201-300 m³/ha; Rừng trung bình: trữ lượng từ 101-200 m³/ha; Rừng nghèo: trữ lượng từ 10-100 m³/ha; Rừng chưa có có trữ lượng: rừng gỗ có đường kính trung bình < 8 cm, trữ lượng < 10 m³/ha.

Các cách phân loại trạng thái rừng nói trên chủ yếu dựa vào mô tả đặc điểm cấu trúc hình thái rừng ở các mức độ bị tác động suy thoái khác nhau hoặc định lượng

dựa vào trữ lượng rừng. Các cách phân loại này giúp cho việc phân chia rừng để áp dụng kỹ thuật lâm sinh nếu theo Loeshau (1963) hoặc để điều tra trữ lượng gỗ theo thông tư 34/2009. Tuy nhiên để xác định được trạng thái thực tế để làm giàu rừng theo lỗ trống, đám trống và loài cây thích nghi để làm giàu rừng thì cần có nhiều nhân tố hơn để mô tả và định lượng trạng thái hiện tại của rừng như mật độ (N , cây/ha), cự ly bình quân giữa các cây rừng, tổng tiết diện ngang (BA , m^2/ha), trữ lượng cây đứng (M , m^3/ha), tổng diện tích tán (St , m^2/ha), độ tàn che (DTC), loài cây gỗ ưu thế và các loài cây chỉ thị khác.

1.1.4. Làm giàu rừng

Theo quy phạm các giải pháp kỹ thuật lâm sinh áp dụng cho rừng sản xuất gỗ và tre nứa thì làm giàu rừng bao gồm hai cách: Làm giàu rừng theo rạch 4-8 m hoặc làm giàu rừng theo đám trống trên 0,25 ha. (Bộ Lâm Nghiệp, 1993).

Tuy nhiên đối với rừng khộp, một kiểu rừng thưa và lại là sau khai thác chọn nên mật độ thưa (50-500 cây/ha), thì để làm giàu rừng không nhất thiết chặt rạch để trồng cây. Vì vậy để giảm tác động đến rừng, làm giàu rừng khộp có thể bằng cách trồng cây vào nơi trống tán, mật độ thưa trong rừng và bảo đảm không gian dinh dưỡng cho cây trồng làm giàu rừng hoặc trồng làm giàu ở các đám trống lớn với diện tích $> 2.500 m^2$.

1.2. Hệ sinh thái rừng khộp và kỹ thuật lâm sinh

1.2.1. Tên gọi, phân loại rừng khộp

Rừng khộp là tên gọi địa phương của kiểu rừng thưa, hơi ẩm, cây lá rộng rụng lá theo mùa, ưu thế là các loài cây họ dầu (*Dipterocarpaceae*). Tên tiếng Anh là Dipterocarp Forest. Theo phân loại rừng ưu thế cây họ dầu ở châu Á, có bốn kiểu rừng: rừng nhiệt đới ẩm rụng lá, rừng bán thường xanh nhiệt đới, rừng nhiệt đới rụng lá ẩm và rừng nhiệt đới khô rụng lá (Appanah, 1998). Maury-Lechon và Curtet (1998) cũng cho biết "Ở châu Á, rừng khộp chiếm một lượng lớn các môi trường sống từ ven biển vào nội địa, ven sông đến đầm lầy và đất khô, từ gợn sóng đến địa hình phức tạp, rừng núi, sườn núi, thung lũng, đất phong hóa từ sâu đến nông, thoát nước tốt đến kém, từ giàu đến nghèo chất dinh dưỡng".

Theo Thái Văn Trùng (1978), ở Việt Nam rừng khộp thuộc kiểu rừng thưa cây lá rộng hơi ẩm nhiệt đới, hình thành do chế độ nhiệt ẩm, nằm trong kiểu phụ miền thực vật thân thuộc với khu hệ di cư Malaysia - Indonesia và Ấn độ - Myanmar, ưu hợp họ dầu (*Dipterocarpaceae*) và họ Bàng (*Combretaceae*). Đây là kiểu phụ miền của chế độ hơi khô ở miền Nam Việt Nam, chịu ảnh hưởng rõ rệt của nhóm nhân tố đá mẹ - thổ nhưỡng trong quá trình phát sinh. Ở Việt Nam, do tầm quan trọng và đặc hữu của hệ sinh thái rừng khộp nên Vườn Quốc Gia (VQG) Yok Don tại tỉnh Đắk Lắk đã được thành lập để bảo tồn hệ sinh thái rừng đặc biệt này.

1.2.2. Phân bố rừng khộp

Rừng Khộp là loại rừng đặc trưng của một số nước Đông Nam Á lục địa (Maury-Lechon và ctv, 1998). Đây là kiểu rừng rụng lá, họ dầu (*Dipterocarpaceae*) ưu thế. Phân bố ở độ cao 450-600 m trên đất ferrallitic pha cát sỏi, lượng mưa trên dưới 1.000mm/năm (Appanah và Turnbull, 1998).

Tại Việt Nam, rừng khộp phân bố chủ yếu ở Tây Nguyên, duyên hải Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ. Trong đó, Tây Nguyên là nơi có diện tích rừng khộp lớn nhất và đặc trưng nhất phân bố từ Nam cao nguyên Pleiku đến Tây Ninh. Ở Tây Nguyên, rừng khộp tập trung ở tỉnh Đắk Lắk (các huyện Ea Sup, Buôn Đôn và Ea H'Leo), một phần ở Gia Lai (huyện Krông Pa và Ajuôn Pa) (Kiểm kê rừng năm 2014-2015).

1.2.3. Sinh thái, lập địa và cấu trúc rừng khộp

Appanah (1998) cho biết: "rừng khộp bị giới hạn trong vùng khí hậu nhiệt đới với lượng mưa trung bình hàng năm trên dưới 1.000 mm, có một mùa mưa úng nước và một mùa khô khắc nghiệt". Ở Việt Nam, theo Thái Văn Trùng (1978) đã chỉ ra rừng khộp ở Việt Nam hình thành do chế độ nhiệt ẩm. Lượng mưa hàng năm trung bình từ 600-1200 mm, với mùa khô kéo dài và khắc nghiệt (4-6 tháng khô, 1-2 tháng hạn và 1 tháng kiệt). Kiểu rừng thưa có quan hệ với lượng nước thấp mà đất còn giữ lại. Rừng thưa cây họ dầu xuất hiện trên "đất xám xương xẩu bazalt". Mật độ cây trong quần thể phụ thuộc vào lý tính đất như thành phần cơ giới, cấu tượng, độ sâu mực nước ngầm. Ở rừng khộp, cây rừng phát triển mạnh vào mùa mưa và rụng lá vào mùa khô. Vào mùa khô cây lá rụng nhiều, ở mặt đất lại thường là các loại cỏ, le

và cây con mọc dày đặc nên cháy rừng hằng năm. Tuy nhiên, chính lửa rừng lại là yếu tố tích cực làm quả cây có đủ điều kiện để nảy mầm và tạo nên sức tái sinh mãnh liệt của rừng khộp. Vào mùa khô, rừng rụng lá, đất đai khô hạn, các dòng suối trong rừng hầu hết đều cạn kiệt, nhưng chỉ bắt đầu mùa mưa thì rừng lập tức ra lá non và sinh trưởng trở lại. Trong mùa khô nhiệt độ trong rừng khộp sẽ thấp hơn ngoài đất trống là 0,1 °C, vào mùa mưa thì ngược lại nhiệt độ trong rừng sẽ cao hơn bên ngoài đất trống từ 0,7-1,7 °C (Erskine và Bảo Huy, 2003).

Rừng khộp gồm các kiểu ưu hợp với ưu thế dầu trà beng (*Dipterocarpus obtusifolius*), dầu đồng (*Dipterocarpus tuberculatus*) có chiều cao cây 25-30 m, trong khi đó ưu hợp cẩm liên (*Pentacme siamensis*) và cà chít (*Shorea obtusa*) thì cây thấp hơn, chiều cao không quá 10-15 m. Rừng khộp có tầng cây to ở trên và bên dưới là các loài lá cứng rụng và rụng lá vào mùa khô, hoặc thảm cỏ tranh và bị lửa rừng đốt cháy hàng năm. Tất cả các loài cây trong hệ sinh thái rừng khộp đều thích nghi với môi trường lửa rừng cần quét hằng năm. Để bảo tồn loài, chúng có khả năng đâm chồi gốc và chồi rễ rất mạnh. Ở Đắk Lắk rừng thưa cây họ dầu gồm bảy loài ưu thế chính: dầu trà beng (*Dipterocarpus obtusifolius*), dầu đồng (*Dipterocarpus tuberculatus*), dầu lông (*Dipterocarpus intricatus*), cà chít (*Shorea obtusa*), sến đỏ (*Shorea cochinchinensis*), cẩm liên (*Pentacme siamensis*) và chiêu liêu đen (*Terminalia tomentosa*) (Schmid dẫn theo Thái Văn Trùng, 1978).

Đỗ Đình Sâm (1986), Trần Văn Con (1991, 2000), Erskine và Bảo Huy (2003) đã có tổng kết hầu hết các mặt về sinh thái, lập địa, sinh học, cấu trúc, tái sinh rừng khộp ở Việt Nam như sau:

Rừng khộp phân bố ở vùng có lượng mưa thấp, có một mùa khô kéo dài và khắc nghiệt, trên nhiều loại đất khác nhau với đặc điểm chung là tầng đất khá mỏng, trên dưới 50 cm, có nhiều đá sỏi sạn lẫn trong phẫu diện, đá nổi và kết von phổ biến.

Lửa rừng xảy ra hàng năm vào mùa khô và ngập úng cục bộ ở vùng trũng vào mùa mưa. Lửa rừng là một nhân tố sinh thái, quyết định sự hình thành và bền vững của rừng khộp như giúp cho cây tái sinh, diệt sâu bệnh, kích thích sinh trưởng.

Rừng khộp tuy có trữ lượng gỗ thấp nhưng lại chứa đựng đa dạng sinh học cao, ngoài nhóm loài cây gỗ, thì nó là môi trường sống của nhóm thú lớn như voi, nai, bò, trâu, ... và khỉ, vượn, cộc, các loài bò sát ếch nhái, cá, chim, ... về mặt môi trường thì năng lực tích lũy carbon của rừng khộp cao hơn các kiểu rừng khác.

Đây là kiểu rừng rụng lá với các loài cây ưu thế chủ yếu là cây họ dầu, tùy theo lập địa mà hình thành nên các ưu hợp với 2-3 loài cây ưu thế như: cà chít - cẩm liên, cẩm liên - chiêu liên đen, dầu đồng - cà chít, ... đây là các loài cây chịu lửa vì vậy có vỏ dày, tái sinh hạt và chồi, cây tái sinh chết đi sống lại khi bị cháy. Rừng khộp là kiểu rừng khác tuổi, có 2 tầng cây gỗ (tầng ưu thế và tầng dưới tán), tầng le tre, cây bụi, thường không có thảm tươi; vật liệu rơi rụng thường bị cháy hết vào mùa khô.

Rừng khộp tại Việt Nam là rừng khác tuổi, có cấu trúc tầng tán đơn giản chỉ gồm 2 tầng tán, tầng ưu thế sinh thái gồm các cây gỗ, tầng dưới tán là các cây bụi, le tre và cây cỏ, cây gỗ cao tới 20 m, đường kính tối đa 50 cm (Hình 1.1) (Erskine và Bảo Huy, 2003). Phân bố số cây theo cấp kính dạng giảm, loài cây gỗ lớn đồng nhất với loài cây tái sinh, cho thấy sự ổn định tổ thành của kiểu rừng này. Mật độ cây thưa, biến động từ 100-500 cây/ha đối với cây có đường kính ngang ngực trên 10 cm. Tầng trưởng thường chậm, do đó gỗ có khối lượng thể tích (Wood Density - WD) cao, thường WD từ 0,6 đến trên 1,0. Trữ lượng gỗ thấp, trung bình 100-150 m³/ha. Có khả năng tái sinh chồi và hạt mạnh Appanah và Turnbull (1998).



Hình 1.1. Rừng khộp ở huyện Ea Sup, tỉnh Đắk Lắk

1.2.4. Kỹ thuật lâm sinh áp dụng cho rừng khộp, làm giàu rừng khộp

Appanah và Turnbull (1998) đã tổng hợp hầu hết các công trình nghiên cứu của nhiều tác giả về rừng khộp (Dipteorcarp Forest) trên thế giới, bao gồm các vấn đề về phân loại thực vật cây gỗ, sinh thái và kỹ thuật lâm sinh. Cho thấy kỹ thuật làm giàu

rừng khộp được đề cập và xem như là một giải pháp lâm sinh của kiểu rừng này; đặc biệt là đối với các lâm phần khộp nghèo kiệt, suy thoái. Tuy nhiên loài cây làm giàu đã áp dụng cũng chỉ dừng lại là các loài cây thuộc họ dầu (Barnard, 1954; Tang and Wadley, 1976 1993, 1996 dẫn theo Appanah và Turnbull, 1998). Đặc biệt các tác giả này cho thấy có lỗ hổng trong nghiên cứu hiện nay về lựa chọn loại cây làm giàu rừng khộp, chủ yếu hiện nay là dựa vào các loài cây có sẵn của rừng khộp. Vì vậy các tác giả đã khuyến cáo cần có nghiên cứu lựa chọn thêm loài cây làm giàu rừng khộp, trong đó cần tập trung là loài cây mọc nhanh, phù hợp sinh thái như yêu cầu ánh sáng, nước. Đây là những kết luận quan trọng để định hướng nghiên cứu làm giàu rừng khộp.

Rừng khộp ngoài cung cấp gỗ còn cung cấp nhiều lâm sản ngoài gỗ như chai cục từ các loài cẩm liên, cà chít; măng tre le, nhiều loài nấm vào mùa mưa và đặc biệt là nhóm thảo mộc làm thuốc (Erskine và Bảo Huy, 2003; Appanah và Turnbull, 1998).

Ở Việt Nam, rừng khộp sau nhiều năm khai thác gỗ theo kế hoạch và bất hợp pháp, đến nay hầu hết gỗ cạn kiệt (Hình 1.2), chủ yếu còn lại là cây gỗ nhỏ, chất lượng xấu, loài có giá trị hầu như không còn trong rừng sản xuất. Hiện tại rừng khộp bị coi là kém hiệu quả kinh tế và đang bị chặt hạ để chuyển đổi sang trồng các loại cây khác được coi là có hiệu quả kinh tế cao hơn. Thực tế nhiều người chưa hiểu hết các giá trị của rừng khộp về sinh học và sinh thái.

Trong gần 10 năm qua, hàng trăm ngàn hecta rừng khộp đang bị chuyển đổi sang trồng cao su, cà phê,... ở Tây Nguyên là điều thực sự đáng lo ngại, dự báo sẽ mang lại các nguy cơ về môi trường lâu dài như thiếu nước, đất bạc màu, phát thải khí CO₂ từ chặt đốt rừng, mất đa dạng sinh học, đặc biệt là mất sinh cảnh sống của các loài động vật rừng quý hiếm như voi, bò rừng, ...

Cho đến nay các cây trồng trên đất rừng khộp chặt trắng đã bộc lộ nhiều vấn đề và thiếu bền vững. Cây điều hầu như không có năng suất, cây keo và cao su bắt đầu tỏ ra không phù hợp với nhiều lập địa rừng khộp; tất cả đều do nguyên nhân là các loài cây này không phù hợp với sinh thái rừng khộp là nắng hạn cao, ngập úng vào mùa mưa, tầng đất thay đổi, nhiều nơi tầng đất mỏng. Phương thức chuyển đổi rừng khộp hiện tại dự báo sẽ mang lại nguy cơ rủi ro về môi trường. Hình 1.3 đến Hình 1.5 minh họa việc chuyển đổi rừng khộp sang nông nghiệp, trồng cao su.



Hình 1.2. Gỗ khai thác bất hợp pháp từ rừng khộp ở huyện Ea H'Leo



Hình 1.3. Phá rừng khộp lấy đất sản xuất nông nghiệp



Hình 1.4. Chuyển đổi đất rừng khộp nghèo sang trồng sắn, cao su,...



Hình 1.5. Chòi rẫy dựng tạm trên rừng khộp bị phá để lấy đất trồng trọt

Ở Việt Nam cho đến nay, nghiên cứu lâm sinh cho rừng khộp chủ yếu dừng lại ở các nghiên cứu cơ bản như cấu trúc, tái sinh tự nhiên, tăng trưởng của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (Trần Văn Con, 1991; Đỗ Đình Sâm, 1986).

Cho đến nay đã có một số nghiên cứu thử nghiệm phục hồi đa dạng sinh học, làm giàu rừng khộp bằng loài cây có giá trị kinh tế và phù hợp sinh thái của hệ sinh thái rừng khộp; nhưng cho đến nay vẫn chưa có thử nghiệm nào thành công do điều kiện khắc nghiệt về khí hậu và đất đai của kiểu rừng này (Khô hạn trong mùa khô, ngập úng trong mùa mưa, chịu ảnh hưởng của lửa rừng hàng năm). Chủ yếu là xem xét phục hồi rừng khộp bằng chính các loài cây bản địa, các loài cây có giá trị cao như trắc, giáng hương thì chỉ phù hợp cho mục tiêu bảo tồn hơn là kinh tế (Erskine và Bảo Huy, 2003).

Trong khi đó nhiều diện tích rừng khộp đang bị nghèo kiệt và có năng suất, thu nhập thấp. Cụ thể:

- Các trạng thái rừng khộp non, nghèo hiện tại không mang lại hiệu quả kinh tế do các loại lâm sản rất hạn chế, do vậy có xu hướng chuyển đổi các trạng thái này sang trồng các cây công nghiệp như cao su, keo, bạch đàn, Xu hướng này có thể mang lại hiệu quả kinh tế trong một hai chu kỳ trước mắt; nhưng về lâu dài sẽ phải trả giá về thảm họa môi trường vì chức năng sinh thái môi trường của rừng khộp rất quan trọng, cho dù là đã nghèo kiệt, như chống sa mạc hóa, hấp thụ khí CO₂, bảo tồn đa dạng sinh học, trong đó đặc biệt là bảo tồn voi và nhóm thú lớn.

- Với chương trình giao đất giao rừng của chính phủ, nhiều diện tích rừng khộp nghèo kiệt đã được giao cho hộ gia đình, cộng đồng các đồng bào dân tộc thiểu số; trong khi đó ngoài các lâm sản ngoài gỗ thu hái cho đời sống hàng ngày, người nhận rừng chưa có nguồn lợi kinh tế đáng kể và lâu dài, do đó chưa tạo ra động lực để thu hút cộng đồng trong quản lý, bảo vệ rừng và phát triển sinh kế từ rừng.

Với những yếu tố đang bị mất cân bằng cả về sinh thái môi trường và kinh tế trong quản lý rừng khộp hiện nay, vấn đề đặt ra là phải tìm được giải pháp nâng cao nguồn thu nhập từ rừng nhưng không chặt bỏ rừng và cải thiện hoàn cảnh sinh thái rừng khộp.

Trong khi đó cây téch là một loài cây gỗ có giá trị kinh tế như xuất khẩu gỗ và làm hàng mộc cao cấp, có yêu cầu sinh thái có nhiều điểm tương đồng với sinh thái, lập địa rừng khộp - là tiềm năng để làm giàu rừng khộp, đáp ứng cả 3 mục tiêu kinh tế - xã hội và môi trường thì chưa được nghiên cứu.

1.3. Cây téch

1.3.1. Tên gọi, đặc điểm hình thái cây téch

Cây téch có tên khoa học là *Tectona grandis* L.f., còn có tên khoa học khác là *Tectona tecka* Lour. (1790), *Theka grandis* (L.f.) Lam. và *Jatus grandis* (L.f.) Kuntze.

Tên tiếng Anh: Teak, Ấn độ oak, Bangkok teak, teak (wood) tree.

Tên téch xuất phát từ "Tekka", tên Malabar, tên khoa học là *Tectona grandis*, trong đó tên latin "grandis" có nghĩa là "lớn" hay "tuyệt vời".

Nghiên cứu, mô tả yêu cầu sinh thái và hình thái cây téch đã được nhiều tác giả nghiên cứu trong một thời gian dài ở khắp nơi trên thế giới. Schubert và ctv (1974), Behaghel (1990), White (1991), Kjaer (1995), Nafri,.. đã cung cấp các thông tin chung như sau:

- Hình thái cây téch:

Téch là cây gỗ lớn, thân thẳng, rụng lá vào mùa khô và ngừng sinh trưởng trong 3-4 tháng. Téch nguyên gốc ở Lào có thể cao tới 40 m, đường kính tới 2 m. Vỏ màu xám nâu, nứt dọc thành vảy nhỏ, dài và hẹp, thịt vỏ có xơ. Gốc thường có bạnh, cành non vuông cạnh và phủ lớp lông màu rỉ sắt.

Lá đơn, mọc đối, phiến lá rộng; lá hình trái xoan, hình trứng ngược hoặc gần tròn, đỉnh nhọn, gốc men trên cuống, mặt trên nhẵn, mặt dưới phủ lông màu vàng nhạt.

Hoa nhỏ, khoảng 8 mm, màu hoa cà, chiều dài khoảng 45 cm. Cụm hoa lớn hình chùy, gồm những xim 3 nhánh, mọc đối. Cánh đài có lông dày đặc, hợp thành ống, trên có răng, mặt ngoài có những tuyến đỏ. Cánh tràng màu trắng hợp thành ống, trên có 5-6 thùy tròn, mặt ngoài có lông và tuyến. Nhị 5-6, hơi thò ra. Bầu hình nón có lông, dày đặc, vòi ngắn, chia 2. Quả hạch hình cầu, có lông hình sao dày đặc, đường kính 2 cm, phía ngoài có đài bao bọc màu vàng, có 4 ngăn, tròn, cứng và hóa gỗ, màu nâu khi chín (Hình 1.6), mỗi quả có thể chứa 0-4 hạt, có 1.000-3.500 quả/kg.

Hệ thống rễ lan rộng trên bề mặt là chủ yếu, thường không sâu hơn 50 cm, nhưng rễ có thể mở rộng sang hai bên lên đến 15 m từ thân cây.

- Gỗ cây tẻch:

Gỗ tẻch được công nhận có tính chất cơ lý tốt và giá trị thẩm mỹ cao và được xem là một trong những loại gỗ quan trọng nhất và có giá trị trên thế giới (Keogh, 1979, 2009; Tewari, 1992); nó là một cây gỗ cứng nhiệt đới cung cấp cho nhu cầu cho thị trường gỗ cao cấp (Dẫn theo Kollert và Cherubini, 2012) (Hình 1.7).



Gốc và lá cây tẻch



Thân cây và rừng tẻch



Hoa cây tẻch



Quả cây tẻch

Hình 1.6. Hình thái cây tẻch



Rừng trồng tẻch 5 tuổi ở Guanacaste, Costa Rica



Cây tẻch lâu năm ở rừng tự nhiên



Gỗ tròn tẻch



Gỗ tẻch

Hình 1.7. Hình ảnh cây, rừng và gỗ tẻch trên thế giới

1.3.2. Phân bố, yêu cầu sinh thái cây téch

- Phân bố của cây téch :

White (1991) đã cho thấy trên thế giới cây téch phân bố tự nhiên ở Ấn độ, Myanmar, Thái Lan và Lào.

Téch cũng đã được đưa vào trồng ở rất nhiều nước trên thế giới như Bangladesh, Cam pu chia, Nepal, Pakistan, Japan, Sri Lanka, Taiwan, Việt Nam, Australia, Fiji Islands, U.S. Pacific Islands, Kenya, Malawi, Somalia, Sudan, Tanzania, Uganda, Zimbabwe, Benin, Ghana, Guinea, Ivory Coast, Nigeria, Senegal, Togo, Cuba, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panama, Puerto Rico, West Indies, Argentina, Brazil, Colombia, Surinam, Venezuela, Belize, Costa Rica, El Salvador;...

Như vậy có thể thấy téch là một loài cây nổi tiếng và đã được trồng rộng khắp nơi trên thế giới vì các giá trị về gỗ cũng như các giá trị ngoài gỗ đa dạng khác của loài này.

Ngoài ra téch trong tự nhiên thường không mọc thuần loại, nó mọc trong rừng rụng lá hoặc rừng thường xanh nhiệt đới với tỷ lệ cá thể téch từ 4-35 % (Kollert và Cherubini, 2012).

Trong kiểu rừng này téch hỗn giao với các loài *Anogeissus latifolia*, *Pterocarpus marsupium*, *Boswellia serrata*, *Terminalia tomentosa*, *Terminalia paniculata*, *Terminalia bellirica*, Căm xe (*Xylia xylocarpa* (Daeng)), Bằng lăng (*Lagerstroemia* spp. (Puay)), *Afzelia xylocarpa* (Theka), *Pterocarpus macrocarpus* (Dou) và tre nứa.

Cây téch là cây có phổ sinh thái rộng, sống ở nhiều điều kiện khí hậu và đất đai và đặc biệt là loài cây trong tự nhiên mọc hỗn giao với một số loài cây có mặt trong rừng khộp (Dipterocarp Forest) (Nafri).

Behaghel (1999) cho thấy rừng téch tự nhiên khoảng 26 triệu ha, trong đó: Myanmar (14 triệu ha), Ấn độ (9 triệu ha), Thái Lan (2 triệu ha), Lào (20.000 ha),... (Hình 1.8).



Rừng tếch tự nhiên ở Myanmar, phát triển chủ yếu trên địa hình đồi núi và nhấp nhô



Một lâm tếch tự nhiên, được quản lý theo hệ thống khai thác chọn ở Myanmar

Ảnh: Kaahio (dẫn theo Pandey và Brown, 2000). Văn phòng FAO khu vực Châu Á Thái Bình Dương

Hình 1.8. Tếch rừng tự nhiên ở Myanmar

- Yêu cầu của tếch về khí hậu:

Tếch phân bố tự nhiên khá rộng ở các vùng khí hậu, từ vùng khô với lượng mưa 500 mm/năm đến vùng ẩm với lượng mưa 5.000 mm/năm. Tuy nhiên sinh trưởng tối ưu của tếch nằm trong phạm vi lượng mưa 1.200-2.500 mm với 3-5 tháng mùa khô (Kaosa-ard, 1998 dẫn theo Seth và Khan, 1958; Kaosa-ard, 1981).

Cường độ ánh sáng, nhiệt độ và độ cao so với mặt biển cũng đóng vai trò quan trọng trong phát triển tếch; nhiệt độ tối ưu cho sự tăng trưởng và phát triển của loài này là 27-36 °C (Gyi, 1972; Kanchanaburangura, 1976 dẫn theo Kaosa-ard, 1998). Tếch kém chịu đựng điều kiện lạnh và sương giá trong thời gian mùa đông. Trong điều kiện sương giá, cây giống bị hư hỏng nặng và chết, đó là một trong những lý do tại sao tếch khó có thể phát triển ở độ cao trên 700 mét. (Kaosa-ard, 1998).

Đây là loài cây chịu lửa, lửa cháy qua vẫn sinh trưởng, hoặc tái sinh chồi tốt (ICRAF, 2010). Tếch được xem như là một loài cây tiên phong, vì nó yêu cầu ánh sáng cao (Kaosa-ard, 1998), cây ưa sáng hoàn toàn.

Tếch là cây ưa sáng, trong vườn ươm cũng không cần che bóng, bộ rễ phát triển mạnh, rễ cọc ăn sâu, tái sinh hạt và tái sinh chồi đều khỏe. Tái sinh tự nhiên tốt nhưng do cây ưa sáng mạnh nên cây con dễ bị cây bụi, cỏ dại chen ép và dẫn đến chết. Tái sinh chồi rất tốt, chồi gốc mọc lên có khi vượt thân cũ nên phương pháp trồng bằng rễ cụt thân (Stump) được áp dụng rộng rãi. Tếch còn có khả năng chịu lửa, cây bị

cháy, gốc có thể đâm chồi mới. Tái sinh chồi Téch ở dưới tán mở quy mô nhỏ cũng diễn ra tốt (Chowdhury và ctv, 2008). Thông tin này cho thấy có khả năng nghiên cứu đưa cây téch vào các vùng rừng non, nghèo bị mở tán của rừng khộp.

- Yêu cầu về đất đai của téch:

Téch có thể mọc trên nhiều loại đất phong hoá từ đá mẹ khác nhau như sa thạch, phiến thạch, gnei,... cả đất laterite. Tuy vậy, yêu cầu đất sâu, đủ ẩm và thoát nước; pH đất là một trong những yếu tố hạn chế việc phân bố và phát triển Téch, mặc dù phạm vi pH đất khá rộng (5,0-8,0) (Kulkarni, 1951; Samapuddhi, 1963; Bunyavejchewin, 1983, 1987), phạm vi pH tối ưu cho sự tăng trưởng và chất lượng gỗ tốt hơn là giữa 6,5-7,5 (Seth và Yadav, 1959; Kaosa-ard, 1981; Tewari 1992) (Dẫn theo Kaosa-ard, 1998). Téch sinh trưởng tốt trên đất sâu, thoát nước, đất phù sa, đất có nguồn gốc từ đá vôi, đá phiến, đá gnei, đá phiến sét (và một số đá núi lửa, như đá bazan). Ngược lại, tăng trưởng kém hơn trên đất cát khô, đất nông (đất cứng hoặc đất có mực nước thấp), đất axit với pH <6,0, hoặc đất có nguồn gốc từ đá ong hoặc than bùn, và trên đất nén chặt hoặc ngập nước (Kaosa-ard, 1998 dẫn theo Kulkani, 1951; Kaosa-ard, 1981). Các nghiên cứu cho rằng Téch cần tầng đất sâu, nhưng không đề cập là bao nhiêu, do đó cần nghiên cứu độ dày tầng đất theo mục tiêu gỗ nhỏ hay lớn.

Đất thích hợp với téch là tương đối màu mỡ với hàm lượng cao của canxi (Ca), photpho (P), kali (K), nito (N) và chất hữu cơ (OM) (Bhatia, 1954; Seth và Yadav, 1958; Samapuddhi, 1963; Kiatpraneet, 1974; Sahunalu, 1970; Kaosa-ard, 1981; Bunyavejchewin, 1987; Srisuksai, 1991 dẫn theo Kaosa-ard, 1998). Một số nghiên cứu chỉ ra rằng cây téch yêu cầu một lượng tương đối lớn canxi cho sự tăng trưởng và phát triển của nó, và do đó cây téch đã được đặt tên là “loài đá vôi” (Kaosa-ard, 1998 dẫn theo Seth và Yadav, 1958; Kaosa-ard, 1981).

Một số thử nghiệm trồng téch trên đất laterite cho thấy có tỷ lệ chết 50 % (Hashim Md Noor, 2003) và chỉ ra rằng có hai nhân tố ảnh hưởng đến điều này là sự khó khăn sinh trưởng của rễ và vấn đề nước trong điều kiện đất đai xấu, khô hạn. Do vậy khi nghiên cứu làm giàu rừng khộp bằng cây téch, vấn đề đặt ra là cần xác định được các nhân tố chủ đạo và hạn chế đến tỷ lệ sống và sinh trưởng rễ cây téch.

Kumar (2011) chỉ ra rằng phân bón hóa học và sinh học như là biện pháp khắc phục trồng tẻch trên đất suy thoái. Vì vậy bón phân thường xuyên được đề nghị cho trồng tẻch và tẻch có thể phát triển tốt ngay trên đất thoái hóa (Sheikh ali abod và Muhammad tahir siddiqui, 2002).

1.3.3. Đặc điểm sinh trưởng và tăng trưởng của cây tẻch

Tăng trưởng của tẻch biến động lớn tùy theo lập địa, từ 2-30 m³/ha/năm ứng với chu kỳ kinh doanh từ rất ngắn là 4 năm đến rất dài là 80 năm (Kollert và Cherubini, 2012). Theo tổ chức nghiên cứu nông lâm kết hợp thế giới (ICRAF, 2010), sinh trưởng của cây tẻch trong điều kiện bình thường, ở tuổi 5 đạt chiều cao 13 m và đường kính 10 cm, sau tuổi 10 cao 16,5 m và đường kính 15 cm, sau 20 tuổi cao 21,5 m và đường kính 23,5 cm. Sau tuổi 15-20 thì sinh trưởng tẻch chậm lại. Ở tuổi 80, chiều cao tối đa là 45 m và đường kính là 75 cm.

Theo Behaghel (1999), Kjaer và ctv (1995), Perez và ctv (2001), với chu kỳ 20-30 năm với cây tẻch có mật độ từ 120-447 cây/ha, sẽ có đường kính bình quân 24,9-47,8 cm, chiều cao bình quân 23,0-32,4 m phụ thuộc vào chu kỳ, chất lượng lập địa. Tăng trưởng bình quân tại cuối chu kỳ 11,3-24,9 m³/ha/năm với tổng trữ lượng 268-524 m³/ha. Nếu so sánh với các loài cây trồng rừng mọc nhanh khác thì cây tẻch không thua kém, nhưng nó lại có giá trị kinh tế về gỗ cao hơn gấp nhiều lần các loài cây trồng rừng mọc nhanh phổ biến khác như keo, bạch đàn. Đồng thời hiện nay, tẻch còn có thể sử dụng gỗ nhỏ, đường kính chỉ cần đạt khoảng 10-15 cm, do đó có thể rút ngắn chu kỳ xuống còn 10-15 năm ở lập địa tốt.

Ở trong vùng Đông Nam Á, Ly Meng Seang (2009b) cũng cho thấy tăng trưởng tẻch trồng ở Campuchia khá tương đồng với Việt Nam. Sinh khối trên mặt đất của tẻch cũng tích lũy khá cao ở khu vực Costa Rica (Perez và ctv, 2001, 2005).

Ở Việt Nam, Trần Duy Diễn (1994) đã bắt đầu nghiên cứu sản lượng rừng tẻch, sau đó 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, biện pháp lâm sinh cho rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên. Bao gồm các hàm mô phỏng sau:

Cấp năng suất tẻch được phân chia thành 3 cấp năng suất theo chiều cao bình quân tầng trội (H_o) theo tuổi (A) theo mô hình:

$H_o = 29.459 \cdot \exp(-4.925 \cdot A^{-0.796})$ căn cứ vào mô hình này khi trồng, làm giàu tẻch sẽ đánh giá được khả năng sản xuất, năng suất tẻch.

Phương trình dự báo thể tích tẻch (V) theo tuổi (A):

$V = 31,980 \cdot \exp(-10,689 \cdot A^{-0.3})$ từ mô hình này, gắn với cấp năng suất có thể dự báo thể tích cây tẻch cho các năm sau khi mô hình trồng đang ở tuổi non 3-5 tuổi.

Mô hình mật độ tối ưu (N_{opt}) cho tẻch kinh doanh gỗ vừa theo cấp năng suất:

$$N_{opt} = -61,943 + \frac{15576,415}{H_o} \text{ từ mô hình này có thể tính toán mật độ trồng}$$

làm giàu rừng bằng cây tẻch theo cấp năng suất.

Dự báo sản lượng tẻch (M) theo mô hình quan hệ với tổng diện ngang (G) và H_o :

$$\ln(M) = 0,011 + 1,007 \ln(G) + 0,758 \ln(H_o)$$

Kết quả nghiên cứu này cũng cho thấy kinh doanh tẻch với chu kỳ ngắn khoảng 15-25 năm với mục tiêu gỗ vừa sẽ cho hiệu quả kinh tế, xã hội cao hơn so với kinh doanh gỗ lớn như truyền thống với chu kỳ 50-60 năm.

Tẻch là loài có tốc độ sinh trưởng khá nhanh, riêng ở Tây Nguyên trong vòng 20 năm đầu lượng tăng trưởng bình quân ở cấp đất xấu đến tốt như sau:

- Tăng trưởng đường kính từ 1,2-1,5 cm/năm, trung bình 1,3 cm/năm.
- Tăng trưởng chiều cao cây từ 0,9-1,1 m/năm, trung bình 1,0 m/năm.
- Năng suất trữ lượng từ 13-16 m³/ha/năm, trung bình 15 m³/ha/năm.

Qua tính toán hiệu quả kinh tế cho thấy nếu điều chế rừng gỗ nhỏ và trung bình để rút ngắn chu kỳ kinh doanh, sẽ tăng nhanh vòng quay trồng rừng kinh tế, tỷ lệ thu hồi nội bộ cao, đồng thời kết hợp với công nghệ chế biến hàng hóa từ gỗ nhỏ, gỗ vừa. Tại Tây Nguyên, qua kết quả nghiên cứu, giả sử với chu kỳ 20-25 năm (từ cấp đất I (Tốt) đến III (Xấu)); trữ lượng khai thác chính đạt từ 240-376 m³/ha, sản phẩm có $D = 20-27$ cm, $H = 16-22$ m (tính từ cấp đất III đến I).

Với lập địa thích hợp ở mức trung bình, nếu kinh doanh gỗ nhỏ chỉ cần chu kỳ 10-20 năm, kích thước cây có thể thành hàng hóa với chiều cao từ 13,4-16,1 m và

đường kính 16,3-20,1 cm. Với chu kỳ này, năng suất rừng tếch đạt 13-16 m³/ha/năm, trung bình là 15 m³/ha/năm (Bảo Huy và cộng sự, 1998).

Mạc Văn Chấm (2005) cũng đã nghiên cứu những đặc trưng kết cấu đường kính và chiều cao lâm phần tếch 4-22 tuổi ở vùng Đông Nam Bộ. Phân tích sự phân hoá, sinh trưởng và năng suất của rừng tếch theo tuổi, khu vực và địa hình khác nhau; làm cơ sở đề xuất biện pháp nuôi dưỡng rừng tếch.

Đây là các cơ sở khoa học sản lượng để thiết lập các mô hình thử nghiệm tiếp theo, đánh giá mức thích nghi, năng suất, cũng như dự báo sản lượng tếch cho các khu rừng khớp được làm giàu rừng nghiên cứu trong luận án này.

1.3.4. Trồng rừng tếch

Về nghiên cứu chọn giống, tạo cây con và trồng rừng tếch được nghiên cứu rất rộng rãi khắp thế giới, đặc biệt là ở Châu Á Thái Bình Dương.

- Giống tếch:

Schubert và ctv (1974) và Keiding và ctv (2002) đã có tổng kết rất đầy đủ và các quy trình chọn giống tếch như thu hái hạt giống, bảo quản; quy trình tạo cây con như gieo ươm, chăm sóc, tạo stump. Nhiều công trình khác cũng đề cập đến vấn đề bảo tồn các nguồn giống tếch khi mà các quần thể tếch tự nhiên có nguy cơ bị thu hẹp.

Trong trồng rừng tếch, tuy đã có nhiều nghiên cứu về cách nhân giống khác nhau như tạo cây từ hạt, nuôi cấy mô, song do tếch có khả năng tái sinh chồi mạnh, nên phương pháp trồng chủ yếu vẫn là stump và theo phương thức trồng thuần loại hoặc nông lâm kết hợp.

Vấn đề giống cho trồng rừng tếch thuần loài đã được đặt ra ở Việt Nam từ thời Pháp thuộc, cho đến nay đã có nhiều nghiên cứu giống tếch và kỹ thuật trồng tếch thuần loài, nông lâm kết hợp.

Bộ Lâm nghiệp (cũ) (1983) đã ban hành Quy phạm kỹ thuật trồng rừng tếch và sau đó là quyết định số 62/2006 QĐ-BNN của Bộ Nông nghiệp và PTNT về chiến lược phát triển giống cây lâm nghiệp giai đoạn 2006-2020, thì cây tếch được chọn là cây trồng rừng mục đích kinh tế, cung cấp gỗ lớn, vùng trồng tập trung là Đông Nam Bộ,

Tây Nguyên và Tây Bắc; quyết định số 3918/QĐ-BNN-KHCN của Bộ Nông nghiệp và PTNT, ban hành ngày 22/8/2001 về tiêu chuẩn ngành 04-TCN-40-2001 có quy định tiêu chuẩn áp dụng hạt giống tẻch (*Tectona grandis* L.f.) dùng để gieo ươm tạo cây con trồng rừng, hiện tại trên cả nước có 8 cơ sở đã đăng ký sản xuất và cung cấp cây giống tẻch, mã nguồn giống SC 51.11. Cây tẻch nằm trong danh mục chiến lược phát triển cây giống lâm nghiệp (Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2006a,b; Cục Lâm nghiệp, 2011).

Về nghiên cứu chọn giống tẻch đã được Nguyễn Hoàng Chương và ctv (2000), sau đó là Trần Văn Sâm (2001) tiến hành, đã đưa ra tiêu chuẩn chọn cây trội và xây dựng vườn ươm tẻch.

Thời gian gần đây, để tạo nguồn giống tẻch có chất lượng, đã có các nghiên cứu nhân giống tẻch bằng nuôi cấy mô của Trần Văn Minh (2003), Đoàn Thị Mai và cộng sự (2007), Nguyễn Thị Thùy Dương (2007). Ly Meng Seang (2009a) đã thu thập, tuyển chọn một số dòng tẻch có tiềm năng sinh trưởng tốt và đã tiến hành nhân giống bằng nuôi cấy mô. Kết quả cho thấy:

- + Khử trùng mẫu bằng HgCl_2 0,05 % trong thời gian 10 phút cho kết quả tốt nhất, đạt trên 13%, thời gian lấy mẫu từ tháng 2-8 cho tỷ lệ bật chồi cao, đạt 15 %.
- + Hệ số nhân chồi của tẻch ở môi trường WPM cao đạt 2,10 chồi/cụm. Song, nếu so sánh về chất lượng chồi thì môi trường MS lại là tốt nhất.
- + Ra rễ bằng phương pháp chấm thuốc bột TTG cho tỷ lệ ra rễ đạt 98,15 %, cao hơn ra rễ trong lọ.

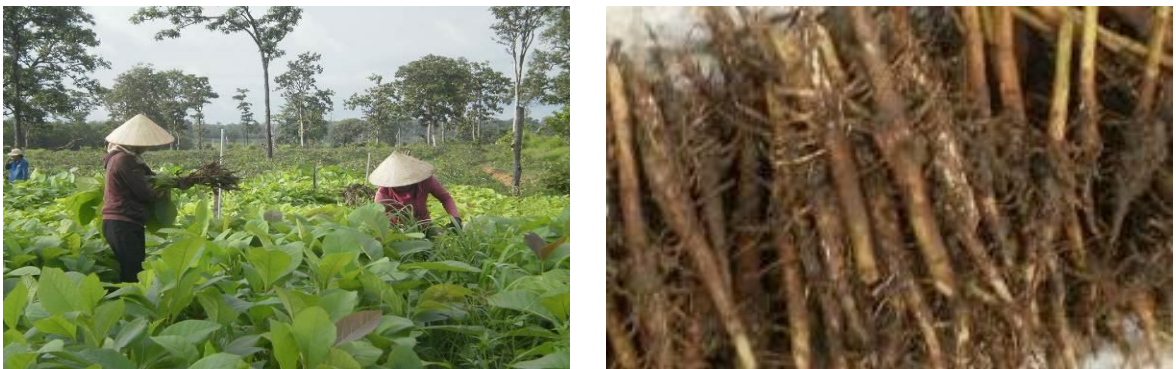
Tuy vậy phương pháp trồng tẻch có hiệu quả vẫn là trồng bằng Stump một năm tuổi, đường kính cổ rễ từ 1,5-2 cm, chiều dài stump 15-20 cm (Bảo Huy và ctv, 1998; Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 1983). Hình 1.9 và Hình 1.10 minh họa vườn ươm tẻch, cây con tẻch một năm tuổi và tạo stump tẻch để trồng rừng.

- Kỹ thuật trồng tẻch:

Ở Myanmar tẻch là cây được chọn để trồng nông lâm kết hợp với cây lương thực từ lâu đời. tẻch cũng được trồng tập trung trên diện tích rộng. Song cũng được trồng làm cây ven đường, vườn hoa hoặc vườn hộ gia đình.



Hình 1.9. Vườn ươm giống tẻch ở huyện Ea Sup, tỉnh Đắk Lắk



Hình 1.10. Cây con tẻch và Stump tẻch giống

Ba vấn đề cần quan tâm trong trồng tẻch là chọn lập địa thích hợp, nguồn giống tốt và biện pháp lâm sinh (Kaosa-ard, 1998).

Các đồn điền tẻch đã được thành lập trong và ngoài khu vực nơi nó phát triển tự nhiên (Kanninena và ctv, 2004). Tẻch được sử dụng rộng rãi để trồng rừng, nông lâm kết hợp và trồng phân tán. Việc trồng tẻch đã có một lịch sử lâu dài, trong phạm vi phân bố tự nhiên của nó cũng như trên toàn thế giới, Myanmar đã bắt đầu trồng tẻch với hệ thống Taungya năm 1856 và tẻch được trồng đầu tiên ở Nigeria năm 1902 (Ladrack, 2009). Tẻch trồng trong các đồn điền công nghiệp tại hơn 43 quốc gia. Nhu cầu cao đã tạo cơ hội cho doanh nghiệp nông nghiệp. Diện tích toàn cầu của các đồn điền tẻch tối thiểu là 4,3 triệu ha, trong đó 83 % là ở châu Á, Ấn độ, Indonesia và Myanmar có diện tích lớn nhất (Roshetko và ctv, 2013). Thái Lan phát triển trồng rừng tẻch từ năm 1906 (Simatupang, 2000 tham khảo Roshetko và ctv, 2013). Tại Indonesia cây tẻch được trồng trên trang trại hộ nhỏ, trồng phân tán trên lô và dọc theo các đường đồng mức trong hệ thống sản xuất gỗ nhỏ, trong cả hai hệ thống vùng đất khô hạn và vườn nhà (Sabastian và ctv, 2014).

Chính phủ Costa Rica đã thúc đẩy việc thành lập đồn điền tểch sản xuất gỗ xẻ (Perez và ctv, 2005). Các tiểu đồn cây tểch đã trở nên ngày càng nổi bật trong cảnh quan của tỉnh Luang Prabang của Lào, và được mở rộng nhanh chóng trong 20 năm qua với hơn 10.000 ha của cây tểch tiểu đồn được trồng trên địa bàn tỉnh này (Newby và ctv, 2011).

Mặc dù tài liệu cho thấy rằng một số yêu cầu sinh thái của cây tểch đề cập ở trên là tương tự như điều kiện lập địa rừng rụng lá khộp, đặc biệt là cây tểch phân bố tự nhiên ở rừng rụng lá (Maury-Lechon và Curtet, 1998). Cho đến nay, chúng ta đã có rất nhiều kinh nghiệm trong trồng tểch. Tuy nhiên, có sự khác biệt giữa việc trồng tểch thuần loài, nông lâm kết hợp với trồng tểch để làm giàu rừng khộp bị suy thoái.

Với đặc điểm có phổ sinh thái rộng, sống được trên nhiều loại đất, đai cao và vĩ độ khác nhau, vì vậy cây tểch đã được người Pháp đưa vào trồng thử nghiệm ở Việt Nam từ những năm 50 của thế kỷ trước, trồng rải rác từ miền núi phía Bắc cho đến Tây Nguyên và Đông Nam Bộ (Bảo Huy và ctv, 1998). Tểch đã được gây trồng rộng rãi ở nhiều nơi, một số nơi đạt kết quả tốt như Xuyên Mộc (Bà Rịa), La Ngà (Đồng Nai), Nông Tiến (Tuyên Quang) và các nơi khác như Sơn La, Lai Châu, Đắk Lắk (Hình 1.11), Kon Tum (Phạm Thế Dũng, 1994, 1995). Các kỹ thuật chọn đất, trồng rừng tểch đã được Nguyễn Xuân Quát (1995), Đỗ Đình Sâm và ctv (1995), Trần Văn Con (2000) đề cập liên quan đến chọn lập địa trong đó chú ý đến các chỉ tiêu hóa lý tính đất, độ no base.



Hình 1.11 Rừng tểch trồng thuần ở Ea Kmat, Đắk Lắk và thớt gỗ tểch

Sau năm 1975, Liên hiệp Lâm nông công nghiệp Ea Sup cũ cũng đã trồng rừng tếch thuần loại trên đất bazan nâu đỏ, chủ yếu ở huyện Cư M'gar, Buôn Ja Wằm, tỉnh Đắk Lắk. Cho đến nay không thể duy trì vì cây tếch không thể cạnh tranh với cây cà phê trên đất đỏ bazalt.

Nguyễn Ngọc Lung (1993), Phạm Thế Dũng (1994,1995), Tanaka và cộng sự (1995), Bảo Huy và ctv (1998) đều cho thấy Việt Nam có điều kiện khí hậu, đất đai thích hợp cho trồng rừng tếch trên nhiều vùng rộng lớn, đặc biệt là Đông Nam bộ, Tây Nguyên, Bắc trung bộ.

Tếch trồng ở Việt Nam hầu hết là trồng thuần loại, một ít phân tán và nông lâm kết hợp; chưa có nghiên cứu trồng tếch hỗn giao và làm giàu rừng bằng tếch, đặc biệt là thiếu nghiên cứu mối quan hệ sinh thái loài tếch với các loài khác để trồng rừng hỗn giao, hoặc đưa vào rừng khộp.

Thiệt hại do côn trùng gây hại cũng là một vấn đề cần quan tâm trong các khu rừng trồng tếch. Các loài côn trùng phổ biến nhất là defoliator và sâu đục thân. Defoliator là côn trùng gây rụng lá do đó làm giảm tốc độ tăng trưởng, (Chaiglom, 1963; Tewari, 1992), sự bùng phát các loại côn trùng này có thể xảy ra 2 hoặc 3 lần trong mùa trồng trọt (Chaiglom, 1963); kiểm soát sự bùng phát của những côn trùng này đòi hỏi phải áp dụng cả hóa chất và các tác nhân sinh học, ví dụ như *Bacillus thuringiensis*.

Sâu đục thân có thể gây thiệt hại trong các rừng trồng non (1-5 tuổi), cây bị hư hỏng có thể chết đi sống lại gây ra giảm trong tốc độ tăng trưởng và chất lượng thân cây. Sâu đục thân quan trọng nhất trong rừng tếch non là loài *Zeuzera coffeae* Nietner (Cossidae).

Hiện nay, chưa có thuốc hóa học và phương pháp sinh học để kiểm soát sâu đục thân tếch. Các biện pháp lâm sinh như làm cỏ, kiểm soát cháy, tỉa thưa, và trồng xen,... đang được xem là phương pháp phòng trừ tổng hợp, là cách hữu hiệu duy nhất có thể làm suy giảm các quần thể côn trùng (Dẫn theo Kaosa-ard, 1998).

1.3.5. Công dụng, giá trị cây téch

Téch có gỗ nhẹ nhưng bền, ít co giãn nên không bị cong vênh nứt nẻ. Gỗ có màu vàng nhạt hoặc vàng xám, sáng, thớ thẳng, có chứa dầu, tỉ trọng 0,7, không bị mối mọt và hà ăn hại, chịu lực cao nhưng lại dễ uốn. Vì vậy gỗ có rất nhiều công dụng như làm đồ mộc cao cấp (Hình 1.12), đóng thuyền đi biển rất lí tưởng, dùng trong xây dựng nhà cửa, cầu cống, đóng toa xe, ô tô, làm tà vẹt và gỗ dán lạng rất tốt, đặc biệt gỗ không làm rỉ đinh sắt. Do đó gỗ téch rất có giá trị xuất khẩu trên thị trường quốc tế. Nhu cầu và giá gỗ téch luôn cao và ổn định trên thị trường gỗ thế giới.

Gỗ téch được công nhận có tính chất cơ lý tốt, giá trị thẩm mỹ cao và được xem là một trong những loại gỗ quan trọng nhất và có giá trị cao trên thế giới (Keogh năm 1979, 2009; Tewari 1992). Nó cũng là một cây gỗ cứng nhiệt đới cung cấp cho nhu cầu thị trường gỗ cao cấp (Dẫn theo Kollert and Cherubini, 2012).

Ngoài ra theo White (1991), cây téch được xem như cây đa tác dụng, gỗ téch được làm nhiều sản phẩm như nói trên, ngoài ra hoa, quả, lá, vỏ, và rễ téch còn được sử dụng đa dạng, ở Ấn độ lá téch có nhựa màu đỏ có thể nhuộm vải, dùng vỏ và gỗ để làm thuốc, quả làm thuốc mọc tóc.



Đồ mộc cao cấp được làm từ gỗ téch



Mặt bàn từ ván ghép thanh gỗ téch (D < 10 cm)

Hình 1.12. Sản phẩm đồ mộc làm từ gỗ téch trên thế giới

Tanin từ cây téch làm thuốc nhuộm, vỏ của rễ và lá non tạo ra một loại thuốc nhuộm màu nâu vàng hoặc đỏ. Téch còn được sử dụng để sản xuất giấy, quần áo và thảm. Trong y học cổ truyền, một loại bột gỗ téch đã được sử dụng chống lại đau đầu, sưng, chống lại bệnh viêm da hoặc như một loại thuốc giun; gỗ téch đốt cháy ngâm

trong nước được sử dụng để làm giảm sưng mí mắt. Vỏ cây tẻch đã được sử dụng như một chất mọc tóc (ICRAF, 2010).

Trước đây rừng tẻch tự nhiên còn nhiều thì kinh doanh gỗ tẻch thường là gỗ lớn, có đường kính > 40 cm. Tuy nhiên ngày nay hầu hết sản phẩm gỗ tẻch chủ yếu từ rừng trồng, nên đường kính nhỏ hơn, hiện tại đã có thị trường cho gỗ tẻch nhỏ, ngay cả đường kính < 10 cm cũng có thể chế biến làm gỗ ghép thanh làm bàn ghế, đồ gia dụng. Gỗ nhỏ vẫn có lõi và màu sắc đã rất đẹp (Kollert và Cherubini, 2012).

Thị trường quan trọng cho gỗ tẻch là các nước như Đức, Ý, Thụy Sĩ, Mỹ và Trung Quốc. Hầu hết gỗ tẻch hiện nay được cung ứng bởi Châu Phi và Châu Mỹ La Tinh (Kollert và Cherubini, 2012). Tẻch từ rừng tự nhiên chủ yếu cung cấp gỗ lớn với tuổi 50-80 năm, rừng trồng khó có thể đạt kích thước lớn. Trong khi đó nhu cầu gỗ tẻch ngày càng gia tăng, đặc biệt là gỗ nhỏ có chu kỳ kinh doanh ngắn (Kollert và Cherubini, 2012). Tẻch gỗ nhỏ có kích thước chiều rộng 5-15 cm và dài 3 m, tuy gỗ nhỏ nhưng hầu hết có màu sắc dạng hoa văn khác nhau và có lõi có màu nâu sẫm và dát gỗ màu vàng; vì vậy rất thích hợp cho sản xuất đồ gỗ, sàn gỗ, khung ảnh, các bộ phận thuyền, mặt hàng quà tặng và chạm khắc. Hiện tại thị trường có thể chấp nhận gỗ tẻch có kích thước < 10 cm cho đến > 48 cm. (Kollert và Cherubini, 2012).

Giá gỗ tẻch từ rừng trồng tùy thuộc kích thước (Kollert và Cherubini, 2012), giá thị trường gỗ tẻch ở Bảng 1.1 tại thời điểm năm 2013 của mạng lưới Teak toàn cầu (TeakNet) cho thấy gỗ tẻch nhỏ (đường kính xấp xỉ 20 cm) cũng đã có giá trị cao, đồng thời giá tẻch luôn tăng và thị trường ổn định.

Bảng 1.1. Giá gỗ tẻch theo TeakNet năm 2013

Đường kính giữa (cm)	Chất lượng (hạng gỗ)	Chiều dài (m)	Giá bán (USD/m ³)
32 – 47	B	2,5 - 7,3	1.564
24 – 32	B	2,5 - 7,3	1.308
24 – 32	C	2,5 - 7,3	1.044
19 – 24	B	2,5 - 7,3	937
19 – 24	C	2,5 - 7,3	793

Cây tếch với giá trị nhiều mặt, vừa có giá trị kinh tế lớn, vừa có tác dụng phòng hộ, cải tạo môi sinh. Đây là loài cây thích hợp cho trồng rừng công nghiệp quy mô lớn. Đồng thời tếch còn là loài cây được sử dụng rộng rãi để phát triển các mô hình nông lâm kết hợp xen cây lương thực, thực phẩm rất thích hợp cho phát triển lâm nghiệp cộng đồng, trồng cây phân tán, vườn rừng, trang trại, phát triển kinh tế hộ gia đình (Nguyễn Ngọc Lung, 1993; Bảo Huy và ctv, 1998).

Với yêu cầu sản phẩm gỗ tếch như hiện nay, có thể kinh doanh gỗ tếch từ làm giàu rừng khộp theo chu kỳ ngắn 10-25 năm, với sản phẩm gỗ đường kính 20-25 cm. Vì vậy cần có thử nghiệm để đánh giá thực tế và dự đoán sinh trưởng, năng suất tếch theo phương thức làm giàu rừng trên các điều kiện lập địa, trạng thái rừng khộp khác nhau để khẳng định tiềm năng kinh tế này, nhằm khuyến cáo nhân rộng và quy hoạch vùng thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tếch.

1.4. Viễn thám và GIS trong phân tích lập bản đồ thích nghi cây trồng

Ảnh viễn thám đã được phát triển và sử dụng rất mạnh ở Hoa Kỳ, các loại ảnh độ phân giải trung bình như Landsat phân giải 30 m, thời gian bay chụp 16-17 ngày; đến ảnh có độ phân giải siêu cao như IKONOS phân giải 1-4 m và QuickBird phân giải đến 0,6-3 m và thời gian bay chụp lặp lại rất ngắn 1-5 ngày (Pearson và cộng sự 2007). Với các ảnh có độ phân giải cao thì dễ dàng phân loại các đối tượng đồng nhất, và đặc biệt là thời gian chụp ảnh lặp lại rất ngắn, ví dụ như ảnh Quickbird chỉ trong 1-4 ngày, do đó có thể giám sát thay đổi diện tích, trữ lượng, sinh khối rừng thường xuyên, tuy nhiên những ảnh này hiện có giá thành rất cao do đó rất khó tiếp cận ở Việt Nam. Cho đến nay trên thế giới có rất nhiều dữ liệu viễn thám được sử dụng trong các hoạt động lâm nghiệp. Tùy theo mức độ yêu cầu chi tiết, nguồn lực cũng như mục tiêu sử dụng và yêu cầu độ chính xác để chọn lựa loại ảnh.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là dựa trên hệ thống máy tính để lưu trữ và phân tích các nguồn dữ liệu thông tin địa lý (Aronoff, 1989). Cùng với ảnh viễn thám, GIS đã là một công cụ hỗ trợ mạnh trong chức năng quản lý tài nguyên rừng. GIS bắt đầu từ những năm 1960 và 1970, và ngày càng phát triển đầy đủ và toàn diện hơn khi có công nghệ viễn thám phát triển với nguồn dữ liệu không gian đa dạng của các thể hệ

và chủng loại vệ tinh. GIS được sử dụng đầu tiên là để thiết lập bản đồ số với nhiều tiêu chí được thể hiện trong bộ dữ liệu thuộc tính của bản đồ đó. Theo Franklin (2001), tiềm năng GIS đóng góp trong việc quản lý rừng bền vững là rất lớn, nó là công cụ lý tưởng để giải quyết các vấn đề như: Tập hợp cơ sở dữ liệu không gian tham chiếu trên tất cả các quy mô có liên quan; cung cấp cho người sử dụng với nhiều công cụ phân tích để tích lũy thông tin và từ đó có thể thực hiện các phân tích không gian để cung cấp thông tin cần thiết để ứng dụng theo các mục tiêu mong muốn, ra chính sách.

Công nghệ viễn thám và GIS đã được áp dụng khá rộng rãi trong nghiên cứu thay đổi sử dụng đất, thay đổi tài nguyên rừng, quy hoạch sử dụng đất, rừng; phân cấp thích nghi cho một số loài cây trồng phục vụ quy hoạch cơ cấu cây trồng. Tuy nhiên việc phân cấp thích nghi cho một loài cây trồng để quy hoạch vùng trồng, hiện tại khi áp dụng công nghệ GIS để chồng ghép các lớp dữ liệu còn hạn chế, đó là chưa có nghiên cứu chỉ ra nhân tố chủ đạo và việc đánh giá cho điểm các nhân tố theo trọng số là chủ quan. Bảo Huy (2009) đã phát triển phương pháp lồng ghép mô hình hồi quy đa biến trong GIS để phân cấp lưu vực, phân vùng thích nghi cây trồng,... Trong đó từ mô hình hồi quy đa biến đã chỉ ra được nhân tố chủ đạo ảnh hưởng làm cơ sở chồng ghép các lớp dữ liệu trong GIS và các tham số của mô hình được đưa vào GIS để xác định cấp thích nghi cây trồng, thay vì cho điểm theo chuyên gia như đang làm hiện tại, do đó sẽ mang lại kết quả khách quan.

Đối với áp dụng viễn thám và GIS để phân vùng thích nghi cây tếch trong làm giàu rừng khộp là chưa có nghiên cứu nào. Trong khi đó các điều kiện lập địa, trạng thái rừng khộp nào thích hợp hoặc hạn chế đến sinh trưởng cây tếch là khá đa dạng và phức tạp, do đó việc vận dụng phương pháp Bảo Huy (2009) sẽ là cơ sở khoa học cho việc phân vùng thích nghi cây tếch trong rừng khộp, cung cấp cơ sở dữ liệu, diện tích để quy hoạch vùng cho làm giàu rừng khộp bằng cây tếch.

1.5. Thảo luận từ tổng quan

Từ tổng quan vấn đề nghiên cứu cho thấy một số vấn đề đã sáng tỏ, có kiến thức và những nội dung cần nghiên cứu để có thể đưa cây tếch vào làm giàu rừng khộp:

1.5.1. Các vấn đề liên quan đến trồng rừng tẻch đã được nghiên cứu, ứng dụng và sáng tỏ

Giống, kỹ thuật trồng tẻch: Cho đến nay đã có nhiều công trình nghiên cứu và được xây dựng thành các hướng dẫn cho việc chọn giống, kỹ thuật tạo giống (từ hạt, nuôi cấy mô) và phương pháp trồng rừng bằng stump, phương thức trồng rừng tẻch thuần loài hoặc nông lâm kết hợp, kỹ thuật chăm sóc cây con. Đây là cơ sở để tiếp tục nghiên cứu phát triển cây tẻch trong các điều kiện lập địa, trạng thái rừng khộp khác nhau mà không còn cần đặt vấn đề nghiên cứu các khâu như giống, kỹ thuật trồng cây, chăm sóc cây tẻch.

Dự báo sản lượng rừng trồng tẻch: Mô hình sinh trưởng và cấp năng suất tẻch đã được thiết lập, là cơ sở để dự báo sản lượng, hiệu quả kinh tế của trồng rừng tẻch nói chung và có thể dùng để so sánh, đánh giá mức thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp nói riêng. Với việc trồng thử nghiệm tẻch làm giàu rừng trong 4-5 năm, có thể dùng các mô hình đã có để dự báo năng suất sản lượng tẻch ở các điều kiện lập địa khác nhau, làm cơ sở phân cấp, phân vùng thích nghi cho làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch.

1.5.2. 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 sinh học, yêu cầu sinh thái của cây tẻch đưa đến dự báo là nó sẽ có khả năng thích nghi với nhiều lập địa, trạng thái rừng khộp khác nhau. Với các đặc điểm tương đồng yêu cầu sinh thái quan trọng của cây tẻch với rừng khộp như sau:

Tẻch rụng lá và ngừng sinh trưởng vào mùa khô 3-5 tháng, do vậy thích nghi được điều kiện khô hạn của rừng khộp. Trong mùa khô hạn cây rụng lá, không sinh trưởng và ở trạng thái “ngủ”, do đó không đòi hỏi nước và mát nước; trong khi đó các loài cây thường xanh như keo, hoặc chỉ rụng lá 1 tháng như cao su trong mùa khô, thì yêu cầu nước cao để sinh trưởng ngay trong mùa khô, trong khi đó lại khô hạn, vì vậy cây có khả năng héo sinh lý.

Tẻch là cây ưa sáng thì điều kiện chiếu sáng ở khu vực rừng khộp là cao, do đó thích hợp cho tẻch sinh trưởng tốt hơn.

Lửa rừng là nhân tố thường xuyên xuất hiện trong rừng khộp và khó có thể ngăn cản, vì vậy nhiều loài cây trồng rừng đã không thể vượt qua được lửa. Trong khi đó téch chịu lửa cao, cháy không chết hoặc có thể mọc lại chồi như cây rừng khộp.

Do đặc điểm tầng đất rừng khộp thường mỏng trên dưới 50 cm, với hệ rễ téch tầng đất chỉ sâu tối đa là 30-50 cm đối với gỗ nhỏ là thích hợp; đối với gỗ lớn thì cần trên 50 cm. Tuy nhiên mật độ cần thưa vì rễ có thể lan rộng đến 15 m xung quanh nếu là gỗ lớn > 40 cm và gỗ nhỏ thì độ lan rộng nhỏ hơn.

Đem so sánh với các điều kiện hoàn cảnh cụ thể rừng khộp với yêu cầu sinh thái của téch ở Bảng 1.2, từ đó chỉ ra các nhân tố sinh thái lập địa rừng khộp dự báo là thích hợp, cũng như những nhân tố cần có nghiên cứu đánh giá mới có thể kết luận và xác định được vùng làm giàu rừng khộp thích hợp bằng cây téch.

Hiện tại ở Việt Nam và cả trên thế giới, cây téch trồng chủ yếu là thuần loại, một số là nông lâm kết hợp, chưa có nghiên cứu làm giàu rừng khộp bằng cây téch. Đặc điểm phân bố tự nhiên là téch hỗn giao với các loài cây có trong tổ thành rừng khộp, và một số tác giả nghiên cứu trên thế giới cũng đã đề xuất cần có nghiên cứu để chọn lựa loài cây thích hợp, có giá trị, tăng trưởng nhanh để làm giàu các khu rừng khộp nghèo kiệt; đây là cơ sở để phát triển ý tưởng đưa cây téch vào rừng khộp.

Các vấn đề chủ đạo cần có nghiên cứu để có thể áp dụng giải pháp lâm sinh làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây téch - một loài cây có giá trị cao:

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

Vì vậy, việc nghiên cứu đề tài “Xác định lập địa, trạng thái thích hợp và kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây téch ở Đắk Lắk” là rất cần thiết trong giai đoạn hiện nay, đáp ứng được nhu cầu ổn định sinh thái môi trường rừng khộp bằng cây téch có nguyên sản sống trong rừng khộp; và sẽ góp phần phát triển kinh tế xã hội trong các vùng có rừng khộp suy thoái của tỉnh Đắk Lắk.

Bảng 1.2. So sánh yêu cầu sinh thái, lập địa, sinh lý của tẻch và sinh thái rừng khộp

Stt	Chỉ tiêu	Yêu cầu để có thể trồng tẻch	Thực tế ở vùng rừng khộp	Dự báo khả năng (*) làm giàu rừng bằng cây Tẻch
1.	Vùng phân bố, kiểu rừng, loài cây mọc chung với Tẻch trong tự nhiên	Đất rừng rụng lá, nửa rụng lá với các loài cây thuộc họ dầu, cẩm xe, chiêu liêu, ... le tre	Rừng khộp rụng lá với các loài cây chỉ thị cho việc trồng cây tẻch tốt như chiêu liêu, cẩm xe, le tre	Dự báo thích hợp
2.	Lượng mưa trung bình năm	500-5.000 mm/năm	1.500-2.000 mm/năm	Dự báo thích hợp
3.	Cường độ chiếu sáng, Nhiệt độ	Cường độ chiếu sáng cao. Nhiệt độ trung bình năm 27-36 ⁰ C	Cường độ chiếu sáng cao. Nhiệt độ bình quân 25-35 ⁰ C	Dự báo thích hợp
4.	Yêu cầu ánh sáng	Từ 70 % đến toàn sáng	Có độ tàn che từ 0,2-0,5	Cần có nghiên cứu độ tàn che thích hợp
5.	Số tháng khô hạn	3-5 tháng	4-5 tháng	Dự báo thích hợp
6.	Độ cao so với mặt biển	< 1.000m	100-400m	Dự báo thích hợp
7.	Loại đất	Trên nhiều loại đất từ đá vôi, đá phiến, đá gnei, đá phiến sét, ...	Đất trên đá macma acid, bazan, cát kết, phiến sét	Cần có nghiên cứu chọn loại đất thích hợp
8.	Tầng dày đất	Sâu 30-50 cm cho gỗ nhỏ (rễ ≤ 30cm) Sâu đến 50 cm cho gỗ lớn (rễ ≤ 50cm)	Biến động từ 20 cm đến trên 1m	Cần có nghiên cứu tầng dày đất thích hợp
9.	Thoát nước	Đất thoát nước tốt	Trên vùng dốc nhẹ đất thoát nước Vùng trũng thường ngập nước cục bộ	Cần nghiên cứu các mức ngập ứng khác nhau của rừng khộp
10.	Lý tính đất: Sỏi, đá lẫn, cát	Sét nhẹ, ít pha cát khô	Cơ giới đất đa dạng từ thịt, sét, đến cát	Cần có nghiên cứu lý tính đất thích hợp
11.	pH _{H2O} đất	6,5-7,5	5,5-6,5	Cần có nghiên cứu pH
12.	Hàm lượng Canxi	Cao	Thay đổi theo loại đất, độ tốt xấu	Cần có nghiên cứu hàm lượng Canxi
13.	Hàm lượng NPK đất	Trung bình đến cao	Đa dạng, trung bình đến thấp	Cần có nghiên cứu hàm lượng NPK
14.	Lửa rừng	Chịu được lửa, tái sinh chồi sau cháy	Lửa thường xuyên	Dự báo thích hợp
15.	Sinh lý cây: Rụng lá, ngừng sinh trưởng trong mùa khô	Mùa khô, cây sẽ ngừng sinh trưởng 3-5 tháng để chịu khô hạn	Khô hạn trong 4-5 tháng mùa khô	Thích hợp: Tẻch rụng lá và ngừng sinh trưởng, tránh mất nước để chịu hạn vào mùa khô tốt (**)

Ghi chú: (*) Dự báo khả năng thích hợp hoặc cần nghiên cứu để làm giàu rừng khộp bằng cây Tẻch.

(**) các loài cây khác như keo thi thường xanh, cao su rụng lá chỉ 1 tháng nên không chịu được hạn đến 4-5 tháng, vì vậy héo sinh lý và chết.

Chương 2

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm rừng khộp và khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là vùng phân bố chủ yếu rừng khộp của tỉnh Đắk Lắk nằm trên địa bàn của ba huyện là Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo.

2.1.1. Đặc điểm rừng khộp suy thoái ở các mức độ được tiến hành nghiên cứu làm giàu rừng

Các chỉ tiêu thống kê chỉ ra biến động trạng thái rừng khộp suy thoái trình bày trong Bảng 2.1. Bảng này cho thấy các chỉ tiêu chỉ thị cho trạng thái rừng khộp ở các lâm phần khác nhau rất biến động, CV% hầu hết $> 60\%$, trong đó tổng diện tích tán lá (St, m^2/ha) và trữ lượng cây đứng (M, m^3/ha) có biến động lớn nhất. Cho thấy rừng khộp ở đây đã bị tác động ở các mức độ khác nhau.

Mật độ trung bình (cây DBH ≥ 10 cm) hiện tại thấp, khoảng 213 cây/ha, nhiều nơi mật độ chỉ còn 50 cây/ha, chứng tỏ rừng rất thưa. Như vậy việc trồng thêm cây tẻch là khả thi.

Tổng tiết diện ngang (BA, m^2/ha) và trữ lượng (M, m^3/ha) trung bình rất thấp (7,57 m^2/ha và 40,2 m^3/ha), cho thấy rừng khộp nghiên cứu đã rất nghèo về gỗ, vì vậy việc làm giàu tầng cây gỗ là cần thiết.

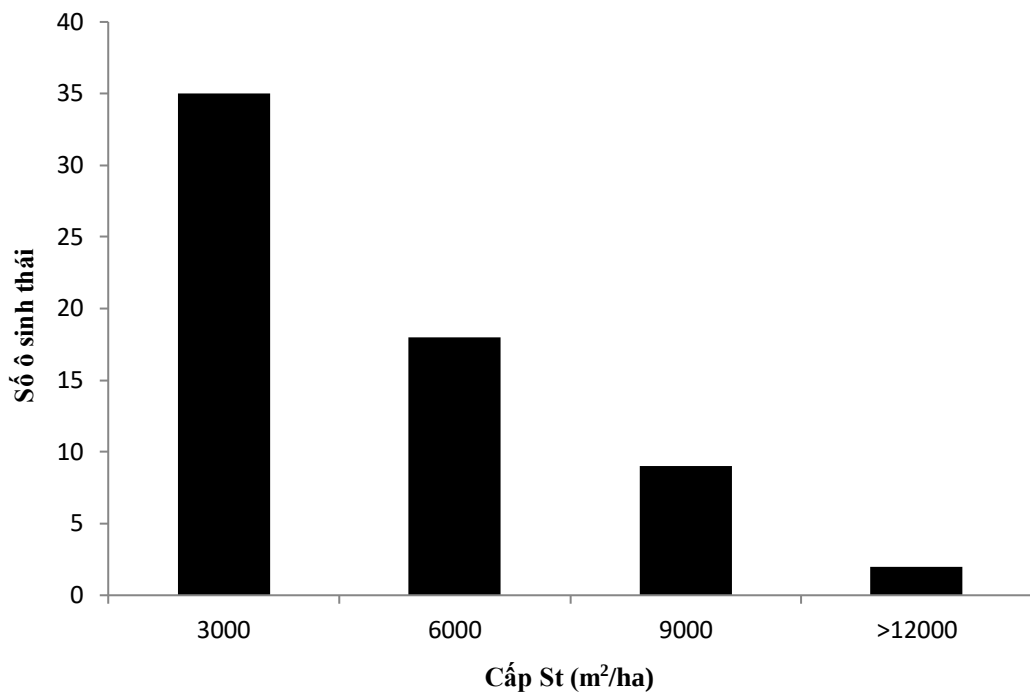
Tổng diện tích tán lá (St) trung bình là 3.600 m^2/ha cho thấy rừng có độ che phủ tán thấp, chỉ chiếm 36% diện tích đất rừng, có nơi thấp đến 564 m^2/ha . Hình 2.1 chỉ ra đa số các ô sinh thái nghiên cứu có St = 3.000 m^2/ha . Vì vậy có rất nhiều nơi trồng tán có thể đưa cây tẻch vào làm giàu.

Khoảng cách giữa 2 cây rừng khộp trung bình là 3,6 m và xa nhất là 7,6 m. Việc trồng cây tẻch cách cây rừng 3m là phù hợp ở nơi có khoảng cách cây rừng rộng.

Bảng 2.1. Chỉ tiêu biểu thị biến động trạng thái rừng khộp suy thoái

Chỉ tiêu	N (cây/ha)	BA (m ² /ha)	M (m ³ /ha)	St (m ² /ha)	Khoảng cách 2 cây (m)
Min	48	1,01	3,7	564,4	1,8
Trung bình ($\bar{X}$)	213	7,57	40,2	3614,9	3,6
Max	558	24,24	198,3	17179,1	7,6
Sai tiêu chuẩn (S)	128,5	4,76	30,7	2809,6	1,3
CV%	60,2%	62,8%	76,4%	77,7%	36,1%

Nguồn: Từ dữ liệu rừng khộp ở 42 ô thử nghiệm của đề tài. $CV\% = 100 \times S/\bar{X}$ là Hệ số biến động

**Hình 2.1.** Phân bố số ô sinh thái theo tổng diện tích tán lá (St, m²/ha)

Các loài cây ưu thế rừng khộp nghiên cứu 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 đen (*Terminalia chebula* Retz.), dầu đồng (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.), và dầu trà beng (*Dipterocarpus*

obtusifolius Teijsm. ex Miq.). Mỗi lâm phần xác định nhóm loài ưu thế gồm các loài có mật độ cao nhất và chiếm > 50%, như vậy rừng khộp nghiên cứu bao gồm 4 nhóm loài ưu thế: dầu trà beng, cà chít, dầu đồng - chiêu liêu đen - cẳm xe và cẳm liên.

2.1.2. Điều kiện tự nhiên

2.1.2.1. Đất đai, địa hình

a. Huyện Buôn Đôn và Ea Sup

Hai huyện Buôn Đôn và Ea Sup nằm trong vùng bình nguyên Ea Sup, đây là một đồng bằng bóc mòn có núi sót khá bằng phẳng, ít bị phân cắt sâu.

Khu vực này có độ cao địa hình từ 140-300 m, thoải dần về phía Tây. Ở đây có gặp các dạng núi sót tạo nên bởi đá macma, cao 400-800 m, là các di tích của bề mặt san bằng cổ.

Nhiều diện tích rừng khộp ở vùng thấp trũng ở hai huyện này thường ngập nước trong mùa mưa, người đồng bào thiểu số khai hoang thành các ruộng nhỏ xen lẫn giữa các cánh rừng để canh tác ruộng một vụ.

Mực nước ngầm rất thấp, nhất là trong mùa khô, gây nên những khó khăn trong việc cung cấp nước uống cũng như để tưới cho cây trồng.

Các đơn vị đất chính phân loại theo FAO-UNESCO (Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk, 2008) trên diện tích đất rừng khộp:

Ở huyện Buôn Đôn bao gồm Đất nâu tầng mỏng (Endoleptic Lixisols-LX-len) (62 %), đất xám tầng mỏng (Endoleptic Acrisols-AC-len) (9 %), đất xám tầng rất mỏng (Epileptic Acrisols-AC-lep) (8 %), đất nâu tầng rất mỏng (Epileptic Lixisols-LX-lep) (7%), đất xói mòn mạnh đá mẹ nông (Lithic Leptosols-LP-li) (6 %);

Ở huyện Ea Sup bao gồm các đơn vị đất trên rừng khộp: Đất xám tầng rất mỏng (24 %), đất nâu cơ giới nhẹ (Hapli - Arenic Lixisols - LX-ar-ha) (11 %), đất xám có tầng loang lổ đỏ vàng (Ferric Acrisols-AC-fr) (10 %), đất đen cơ giới nhẹ sỏi sạn sâu (Endoskeleti-Arenic Luvisols - LV-ar-len) (8 %), đất xám tầng mỏng (5 %), đất xói mòn mạnh tro sỏi sạn (Hyperskeletal Leptosol - LP-hk) (5 %), đất xám cơ giới nhẹ (Arenic Acrisols - AC-ar) (5 %), đất có tầng sét chặt cơ giới nhẹ (Hapli-Arenic Planosols -PL-ar-ha) (5 %).

b. Huyện Ea H'Leo

Nằm trên dãy cao nguyên Buôn Ma Thuột - Ea H'Leo, có độ cao trung bình từ 550-600 m so với mặt nước biển; địa hình có xu hướng thấp dần từ Bắc xuống Nam và từ Tây sang Đông, cao nhất là đỉnh núi Chư M'Nang với độ cao 847 m.

Các đơn vị đất chính theo phân loại của FAO - UNESCO (Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk, năm 2008) trên đất rừng khộp của huyện bao gồm các loại chính: Đất xói mòn mạnh đá mẹ nông (Lithic Leptosols-LP-li) (39 %), đất xám tầng rất mỏng (Epileptic Acrisols-AC-lep) (21 %), đất xói mòn mạnh trơ sỏi sạn (Hyperskeletal Leptosol-LP-hk) (13 %) và đất xám tầng mỏng (Endoleptic Acrisols-AC-len) (11 %).

2.1.2.2. Khí hậu, thủy văn

a. Huyện Buôn Đôn và Ea Sup

Theo số liệu của Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn tỉnh Đắk Lắk, khí hậu ở đây mang tính chất khí hậu nhiệt đới gió mùa, nhưng do nằm sâu trong lục địa và độ cao thấp nên khí hậu khắc nghiệt.

Nhiệt độ bình quân cao, mùa khô thường xảy ra hạn hán nghiêm trọng. Nhiệt độ bình quân trong năm $25,5^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ cao nhất là $38,5^{\circ}\text{C}$ vào các tháng 3-5. Nhiệt độ thấp nhất $19,8^{\circ}\text{C}$ vào tháng 1. Biên độ dao động nhiệt ngày đêm $10-12^{\circ}\text{C}$.

Lượng mưa phân bố theo mùa và khá tập trung, số ngày mưa trung bình năm là 125 ngày. Lượng mưa bình quân 1.600-1.700 mm/năm. Lượng mưa mùa mưa chiếm đến 85 % lượng mưa cả năm. Độ ẩm bình quân năm 82 %, không có sương muối.

Trong khu vực có hai loại gió chính, mùa mưa có gió tây nam, tốc độ gió trung bình 2 m/s. Vào mùa khô có gió đông bắc khô nóng, tốc độ gió trung bình 5,3 m/s đã gây hại đến cây trồng.

Hệ thống thủy văn trong khu vực khá phong phú, nhưng phần lớn đều khô cạn vào mùa khô, ngoại trừ sông Sêrêpôk, nên vào mùa này thường thiếu nguồn nước để tưới cho các loại cây trồng, dẫn đến năng suất cây trồng thường không cao và không ổn định. Lũ lụt thường bắt đầu từ tháng 7 đến tháng 11 gây thiệt hại nặng đến thu hoạch mùa màng.

b. Huyện Ea H'Leo

Theo số liệu của trạm khí tượng thủy văn Ea H'Leo thì huyện này chịu ảnh hưởng chung của chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa, mang tính chất khí hậu cao nguyên nhiệt đới ẩm với nền nhiệt độ cao hầu như quanh năm, biên độ dao động nhiệt ngày đêm từ 8-10 °C. Nhiệt độ trung bình năm khoảng 23-24 °C, nhiệt độ cao nhất xảy ra vào tháng 3, 4 là khoảng 31,8 °C, nhiệt độ thấp nhất xảy ra vào khoảng tháng 12, 1 là 7,9 °C.

Trong khi đó lượng mưa phân bố theo mùa rõ rệt và không đồng đều trong năm. Tổng lượng mưa trung bình năm khoảng 1.937,9 mm. Trong đó lượng mưa tập trung vào mùa mưa là chủ yếu. Mưa liên tục từ tháng 5 đến cuối tháng 10 trong năm.

Độ ẩm bình quân năm là 82 %, độ ẩm bình quân năm lớn nhất là 89 % và nhỏ nhất là 71 %.

Huyện Ea H'Leo nằm trong lưu vực sông Sêrêpôk. Hệ thống các sông suối trên địa bàn phong phú, mật độ trung bình khoảng 0,25 km/km² và phân bố tương đối đồng đều. Do ảnh hưởng của địa hình, các sông suối đều có hướng chảy từ Đông sang Tây và lưu lượng nước chịu ảnh hưởng theo mùa. Phần lớn sông suối có dòng chảy quanh năm, chất lượng nước mặt khá tốt, thường có độ khoáng nhỏ, pH trung bình. Các suối lớn có lượng nước quanh năm như: Ea Đrăng, Ea Ral, Ea My, Ea Rok, Ea Khal, EaKmok... phân bố tương đối đều trên toàn diện tích. Vào mùa khô, nhìn chung mực nước các sông suối chính hạ xuống thấp dưới 1 mét, các hệ thống suối nhỏ như: Ea Mreh, Ea Kô, Ea Ua, Ea Tu, Ea Nung,... hầu như khô hẳn.

2.1.2.3. Tài nguyên rừng

a. Huyện Buôn Đôn và Ea Sup

Tài nguyên rừng trong khu vực khá phong phú, chủ yếu là rừng khộp với các kiểu trạng thái và ưu hợp khác nhau, đã tạo nên nhiều sinh thái cảnh quan đặc trưng cho kiểu rừng lá rộng, họ dầu rụng lá theo mùa. Các diện tích rừng này đã góp phần không nhỏ trong việc giữ và điều tiết nguồn nước, hạn chế xói mòn và rửa trôi đất, đặc biệt là sinh cảnh thích hợp của thú lớn.

Nhiều diện tích rừng khộp trong hai huyện này đã suy thoái do khai thác gỗ trước đây và do việc chuyển đổi rừng khộp non nghèo sang trồng các cây lâu năm (điều, cao su, keo lai,...) và các loại cây nông nghiệp hàng năm (mía, sắn, lúa nước, dưa hấu, đậu đỗ...)

Nhưng do đất nghèo dinh dưỡng, tầng đất mặt mỏng, dễ bị úng ngập vào mùa mưa và khô cứng trong mùa khô cho nên năng suất các loại cây trồng thường nhanh chóng giảm thấp.

b. Huyện Ea H'Leo

Do đặc điểm khí hậu, địa hình và thổ nhưỡng, thảm thực vật rừng của huyện Ea H'Leo có những kiểu sau:

(1) Kiểu rừng khộp, phân bố chủ yếu ở độ cao 300-400 m trên địa hình dạng đồi lượn sóng;

(2) Kiểu rừng bán thường xanh phân bố ở ven suối và sườn núi, loài ưu thế là Bằng lăng ổi (*Lagerstroemia* sp) là loài đặc trưng nhất tạo nên cảnh quan của kiểu rừng nửa rụng lá ở Tây Nguyên. Trong kiểu rừng bán thường xanh có nhiều loài gỗ quý như: Giáng Hương (*Pterocarpus pedatus*), Cà Te (*Afzelia xylocarpa*), Trắc (*Dalbergia* sp),... dưới tán rừng là tre nứa, cây bụi và thảm tươi;

(3) Kiểu lồ ô, tre nứa thường mọc thuần loại từng đám hoặc xen kẽ rải rác với nhiều loài cây gỗ nhỏ hoặc trắng cỏ.

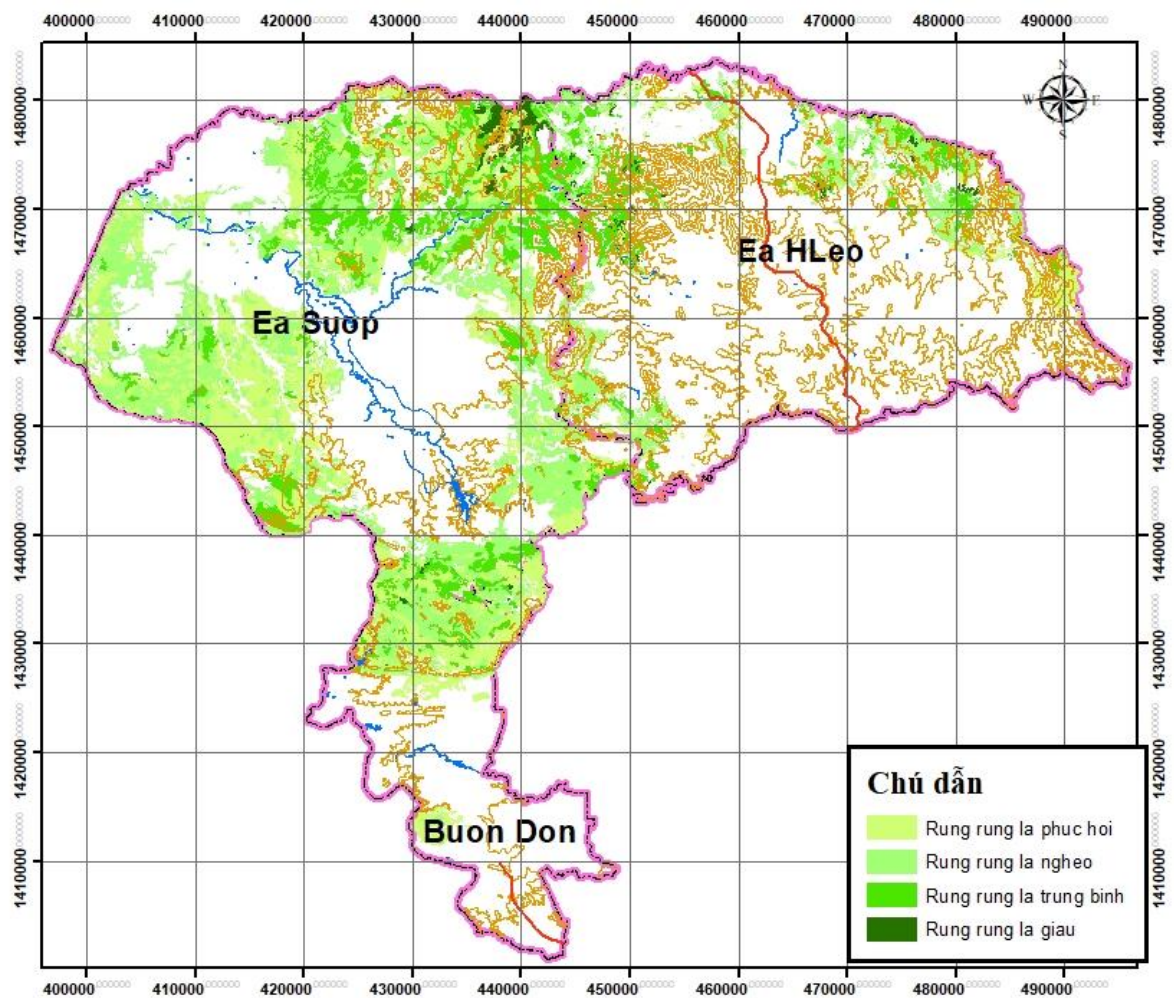
c. Biến động của rừng khộp sản xuất ở ba huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo (Ngoại trừ rừng đặc dụng của VQG Yok Don)

Kết quả kiểm kê rừng năm 2011 (Bảng 2.2 và bản đồ ở Hình 2.2) và kết quả kiểm kê rừng năm 2014 (Bảng 2.3 và bản đồ ở Hình 2.3) đã chỉ ra khu vực phân bố diện tích rừng khộp theo trạng thái ở ba huyện nghiên cứu là Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo (Ngoại trừ Vườn Quốc Gia Yok Don).

Bảng 2.2. Diện tích trạng thái rừng khộp năm 2011 ở ba huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo (Ngoại trừ VQG Yok Don)

Huyện/Xã	Rừng khộp giàu	Rừng khộp trung bình	Rừng khộp nghèo	Rừng khộp phục hồi	Tổng (ha)
Buon Don	109,0	1.476,4	5.759,9	7.301,5	14.646,8
Ea Hleo	655,7	7.206,4	11.769,7	4.356,4	23.988,1
Ea Sup	1.635,0	16.260,0	36.450,0	28.882,6	83.227,6
Tổng (ha)	2.399,6	24.942,7	53.979,5	40.540,5	121.862,4

Nguồn: FLITCH (2011); không tính VQG Yok Don



Nguồn: FLITCH (2011)

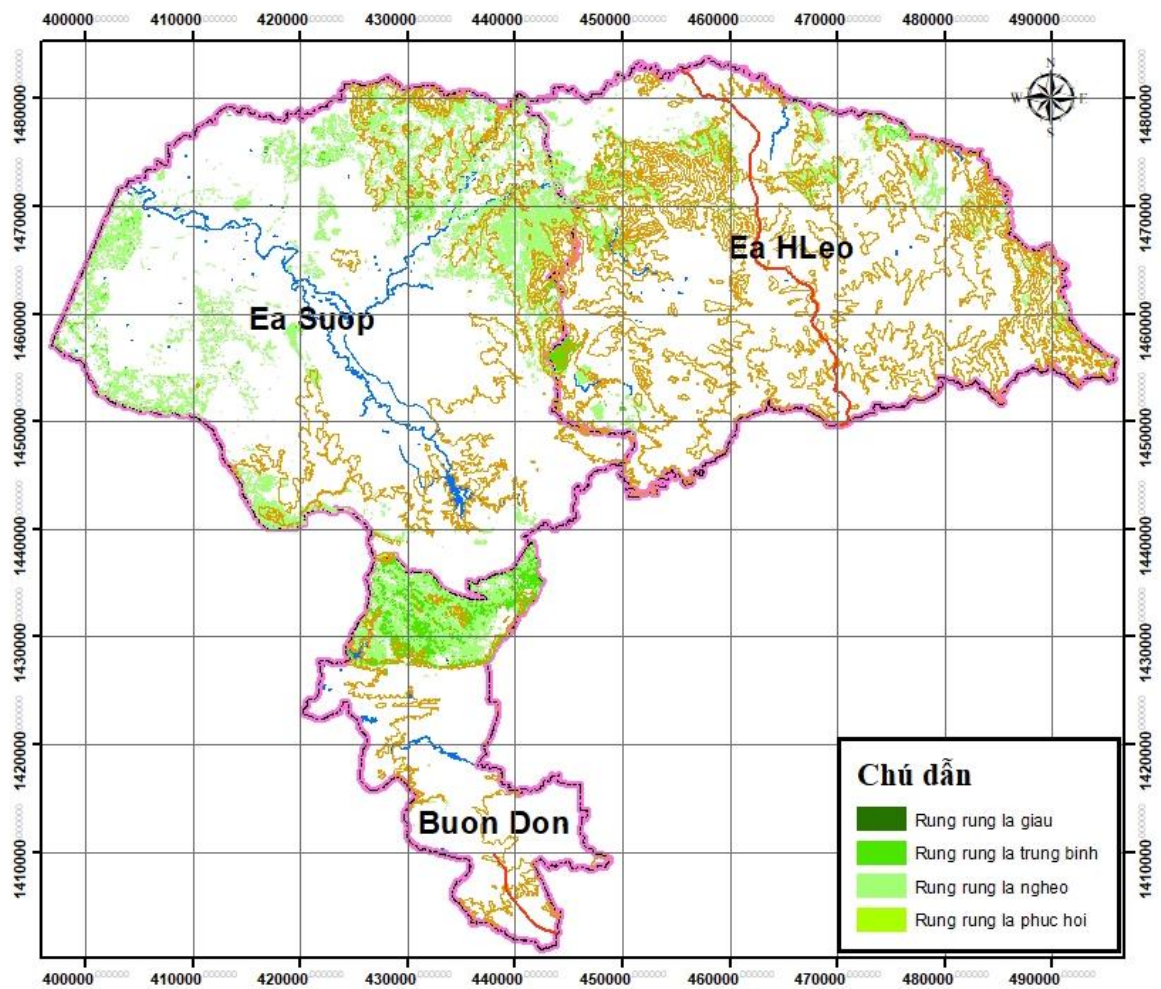
Hình 2.2. Bản đồ rừng khộp khu vực nghiên cứu năm 2011

Bảng 2.3. Diện tích rừng khộp năm 2014 ở Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo

Đơn vị tính: ha

Huyện	Trạng thái				Tổng cộng
	Rừng khộp giàu	Rừng khộp trung bình	Rừng khộp nghèo	Rừng khộp phục hồi	
Buôn Đôn	7,9	3.889,8	8.355,3		12.253,1
Ea H'leo	0,1	1.628,6	15.475,7	18,5	17.123,0
Ea Sup	0,2	956,4	64.566,1		65.522,7
Tổng cộng	8,3	6.474,8	88.397,2	18,5	94.898,8

Nguồn: Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Đắk Lắk (2014) (Không kể diện tích VQG Yok Đôn).



Nguồn: Sở Nông nghiệp và PTNT tỉnh Đắk Lắk, 2014

Hình 2.3. Bản đồ rừng khộp khu vực nghiên cứu năm 2014

Bảng 2.4 là ma trận đã được lập ra nhằm để so sánh và chỉ ra sự thay đổi trạng thái rừng, mất rừng khộp từ năm 2011 đến 2014 ở ba huyện nghiên cứu là Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo (không tính Vườn Quốc Gia Yok Don).

Bảng 2.4. Ma trận thay đổi diện tích theo trạng thái, mất rừng khộp từ 2011 đến 2014

Năm 2011	Năm 2014					Tổng năm 2011 (ha)
	Rừng khộp giàu	Rừng khộp trung bình	Rừng khộp nghèo	Rừng khộp phục hồi	Mất rừng khộp	
Rừng khộp giàu	8,3		2.391,4			2.399,7
Rừng khộp trung bình		6.474,8			18.467,9	24.942,7
Rừng khộp nghèo			53.979,5			53.979,5
Rừng khộp phục hồi			32.026,3	18,5	8.495,7	40.540,5
Mất rừng khộp						
Tổng năm 2014 (ha)	8,3	6.474,8	88.397,2	18,5	26.963,6	121.862,4

Ghi chú: Diện tích rừng khộp năm 2014 là 94.898,8 ha, cộng với mất rừng và chuyển đổi 26.963,6 ha, thành tổng bằng của năm 2011 là 121.862,4 ha (không tính Vườn Quốc Gia Yok Don)

Kết quả so sánh (Bảng 2.4) đã chỉ ra sự thay đổi trạng thái rừng, mất rừng khộp từ năm 2011 đến 2014 trên địa bàn của ba huyện nghiên cứu là Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo (không tính Vườn Quốc Gia Yok Don) như sau:

- Tổng diện tích rừng khộp ở ba huyện nghiên cứu đến năm 2014 là 94.898,8 ha (không tính rừng đặc dụng là Vườn Quốc Gia Yok Don).
- Rừng khộp giàu: Từ 2.399,6 ha còn lại 8,3 ha (2.392,4 ha chuyển thành rừng khộp nghèo).
- Rừng khộp trung bình: Từ 24.942,7 ha còn lại 6.474,8 ha (18.467,9 ha chuyển đổi không còn rừng khộp).
- Rừng khộp nghèo: Từ 53.979,5 ha tăng lên 88.397,2 ha (từ 2.391,4 ha rừng khộp giàu và 32.026,3 ha rừng khộp phục hồi).
- Rừng khộp phục hồi: Từ 40.540,5 ha, còn lại 18,5 ha (32.026,3 ha chuyển thành rừng nghèo, và 8.495,7 ha chuyển đổi không còn rừng).

- Mất rừng khộp trong giai đoạn 5 năm (năm 2011 đến năm 2014) là 26.963,6 ha (từ 18.467,9 ha rừng trung bình và 8.495,7 ha rừng non), do chuyển đổi rừng khộp sang trồng cây cao su, canh tác khác, công trình xây dựng cơ bản, ...

Như vậy, diện tích rừng khộp (năm 2014) ở khu vực nghiên cứu có 94.898,8 ha, chủ yếu là rừng nghèo kiệt với diện tích 88.397,2 ha, thứ đến là rừng trung bình với 6.474,8 ha.

2.1.3. Kinh tế xã hội

Sau đây là thông tin cơ bản về tình hình kinh tế xã hội của 3 huyện khu vực nghiên cứu là Buôn Đôn, Ea Sup, và Ea H'Leo:

- Diện tích, dân số, dân tộc: của 3 huyện được tổng hợp ở Bảng 2.5.

Bảng 2.5. Diện tích và dân số ở 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo

Tên huyện	Số xã, thị trấn	Diện tích (km ²)	Dân số (người)	Mật độ dân số (ng/km ²)
Buôn Đôn	7	1.410,40	63.139	44,77
Ea Sup	10	1.765,63	63.604	36,02
Ea H'Leo	12	1.335,12	127.049	95,16

Nguồn: Tổng cục Thống kê tỉnh Đắk Lắk (2015)

Năm 2014, Buôn Đôn có 63.139 người; mật độ dân số gần 44,77 người/km², trong đó đồng bào thiểu số như M'Nông, Lào, Ê đê, J'rai... chiếm khoảng 20 %; cộng với nhiều đồng bào dân tộc thiểu số miền núi phía Bắc mới đến trong nhiều năm qua nên tỷ lệ đồng bào dân tộc thiểu số chiếm đến 46 % dân số của toàn huyện.

Năm 2014, Ea Sup có 63.604 người; mật độ dân số 36,02 người/km² đang là huyện có mật độ dân số thưa nhất và cũng là huyện nghèo nhất của tỉnh Đắk Lắk. Tỷ lệ hộ nghèo nhiều xã của huyện còn cao, đặc biệt là các xã vùng biên giới như Ia R'Ve, Ya Lốp. Ngoài ra, Ea Sup đối mặt với vấn đề định canh, định cư, xóa đói, giảm nghèo, ổn định đời sống cho hàng trăm hộ nghèo khác mới di cư tự do đến.

Năm 2014, Ea H'Leo có 127.049 người; mật độ dân số 95,16 người/km², trong đó dân tộc thiểu số chiếm khoảng 40 %. Huyện có 18 dân tộc: Kinh, Thái, Tày, Dao, Ê đê, M'Nông, J'rai... sinh sống. Đời sống của người dân còn thấp, chủ yếu sống bằng sản xuất nông nghiệp, trình độ văn hóa thấp, đời sống còn nhiều khó khăn.

- Sử dụng đất: Thực trạng sử dụng đất của 3 huyện trình bày ở Bảng 2.6.

Bảng 2.6. Sử dụng đất của 3 huyện Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo

Tên huyện	Tổng diện tích tự nhiên (ha)	Chia ra (ha)			
		Đất sản xuất nông nghiệp	Đất lâm nghiệp	Đất chuyên dùng	Đất ở
Buôn Đôn	141.040	22.502	109.055	4.912	562
Ea Sup	176.563	40.125	119.778	2.437	695
Ea H'Leo	133.512	68.341	53.244	4.574	1.077

Nguồn: Tổng cục Thống kê tỉnh Đắk Lắk (2015)

Diện tích tự nhiên huyện Buôn Đôn khá lớn, 141.040 ha, trong đó đất lâm nghiệp là 109 ngàn ha; gồm rừng đặc dụng thuộc VQG Yok Don đã là 94,7 ngàn ha, đất rừng phòng hộ thuộc Ban Quản lý rừng Phòng hộ Buôn Đôn và một số ít diện tích rừng sản xuất chủ yếu là rừng khộp nghèo do địa phương huyện quản lý sử dụng.

Huyện Ea Sup có tổng diện tích tự nhiên 176.563 ha, trong đó đất lâm nghiệp gần 120 ngàn ha, trong đó có 14,5 ngàn ha là đất rừng đặc dụng thuộc VQG Yok Don. Diện tích rừng sản xuất rất lớn, chủ yếu thuộc các công ty lâm nghiệp Ya Lốp, Ea H'Mơ, Chư Ma Lanh, Rừng Xanh và công ty đầu tư phát triển Buôn Ja Wằm; đây cũng chính là địa phương có diện tích rừng khộp lớn nhất trong cả tỉnh.

Trong 133.512 ha đất tự nhiên của huyện Ea H'Leo, đất lâm nghiệp chiếm đến gần 40% là 53.244 ha, phần lớn thuộc các công ty lâm nghiệp như Ea Wy, Ea H'Leo, Chư Phả. Một số diện tích đất rừng khộp đã được giao đất giao rừng cho cộng đồng dân tộc thiểu số bản địa ở xã Ea Sol. Sử dụng đất nông nghiệp của huyện có thể mạnh là cây công nghiệp (cao su, cà phê, hồ tiêu,...), cây ngắn ngày (sắn, ngô lai,...).

- Giáo dục - Y tế: Hệ thống giáo dục tại các huyện đã có sự phát triển đáng kể trong thời gian qua. Nhìn chung, tại mỗi huyện đều có 1 đến 2 trường trung học phổ thông; các xã đều có trường mẫu giáo, tiểu học với các phân hiệu đến các thôn buôn; các trường trung học cơ sở, về cơ bản cơ sở trường lớp đã bước đầu đáp ứng được nhu cầu dạy và học. Tất cả các xã của các huyện đều có trạm y tế, trung tâm y tế huyện khang trang phục vụ việc chăm sóc sức khỏe cho nhân dân.

- Cơ sở hạ tầng: Hệ thống giao thông đã được xây dựng và bảo dưỡng hàng năm. Các huyện đều có đường quốc lộ hoặc tỉnh lộ đến trung tâm huyện, trục giao thông liên xã thường là đường cấp phối, trục đường liên thôn được mở rộng cơ bản đáp ứng được nhu cầu đi lại và vận chuyển hàng hóa. Tuy nhiên vào mùa mưa, một số đoạn đường đất cấp phối bị lầy lội ảnh hưởng đến việc giao lưu hàng hóa. Đến nay, tất cả hộ dân trong vùng đã có điện lưới quốc gia.

2.2. Nội dung nghiên cứu

Để đạt được mục tiêu nghiên cứu, đề tài đã tiến hành các nội dung nghiên cứu và thực nghiệm cụ thể sau:

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

2.3. Phương pháp nghiên cứu, thử nghiệm

2.3.1. Phương pháp luận

Thành phần quan trọng của lập địa bao gồm tất cả các yếu tố liên quan đến lý hóa tính đất, độ sâu tầng đất, thoát nước hay không, độ ẩm đất; tần suất xuất hiện gió, bão, lửa và các yếu tố khí hậu trong khu vực FAO (Libby, 2002). Phân loại lập địa trong nghiên cứu này được xác định thông qua tổ hợp các nhân tố theo FAO (2002) và có giới hạn theo các nhân tố có khả năng khảo sát.

Trạng thái rừng trong nghiên cứu này biểu thị đặc điểm hiện tại của tầng cây gỗ thông qua các nhân tố mật độ (N , cây/ha), tổng tiết diện ngang (BA , m^2/ha), trữ lượng cây đứng (M , m^3/ha), tổng diện tích tán (St , m^2/ha), độ tàn che (DTC), loài cây gỗ ưu thế và các loài cây chỉ thị khác.

Các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, thực vật rừng chỉ thị, lý hóa tính đất trong rừng khộp biến động rất mạnh và cây tếch cũng rất nhạy cảm với sự thay đổi của các nhân tố lập địa, trạng thái rừng. Xác định lập địa, trạng thái rừng thích hợp cho cây tếch 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 tếch được đưa vào trồng trong hệ sinh thái rừng khộp suy thoái.

Vì vậy trước hết 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 tếch trong rừng khộp cho từng tổ hợp đơn vị phân loại; đây là cơ sở để thu thập dữ liệu biến động của đa nhân tố cùng với sinh trưởng của tếch.

Vì tếch chưa bao giờ được trồng trong rừng khộp, nên đánh giá khả năng thích hợp hoặc là mức thích nghi của tếch trong rừng khộp bằng cách so sánh sinh trưởng chiều cao bình quân trội (H_0 , chiều cao trung bình của 20 % cây cao nhất trong lâm phần, một chỉ tiêu phản ánh sức sinh trưởng của cây trồng trên điều kiện hoàn cảnh sinh thái, lập địa nhất định) của tếch trong làm giàu rừng với trồng rừng; tếch được cho là thích nghi trong rừng khộp khi sinh trưởng H_0 đạt ít nhất ở mức sinh trưởng H_0 thấp nhất của rừng trồng và hình thành nên các mức thích nghi khác nhau, nếu sinh trưởng thấp hơn mức sinh trưởng kém nhất của rừng trồng thì xem như tếch không hoặc kém thích nghi trong làm giàu rừng khộp với mục tiêu kinh tế.

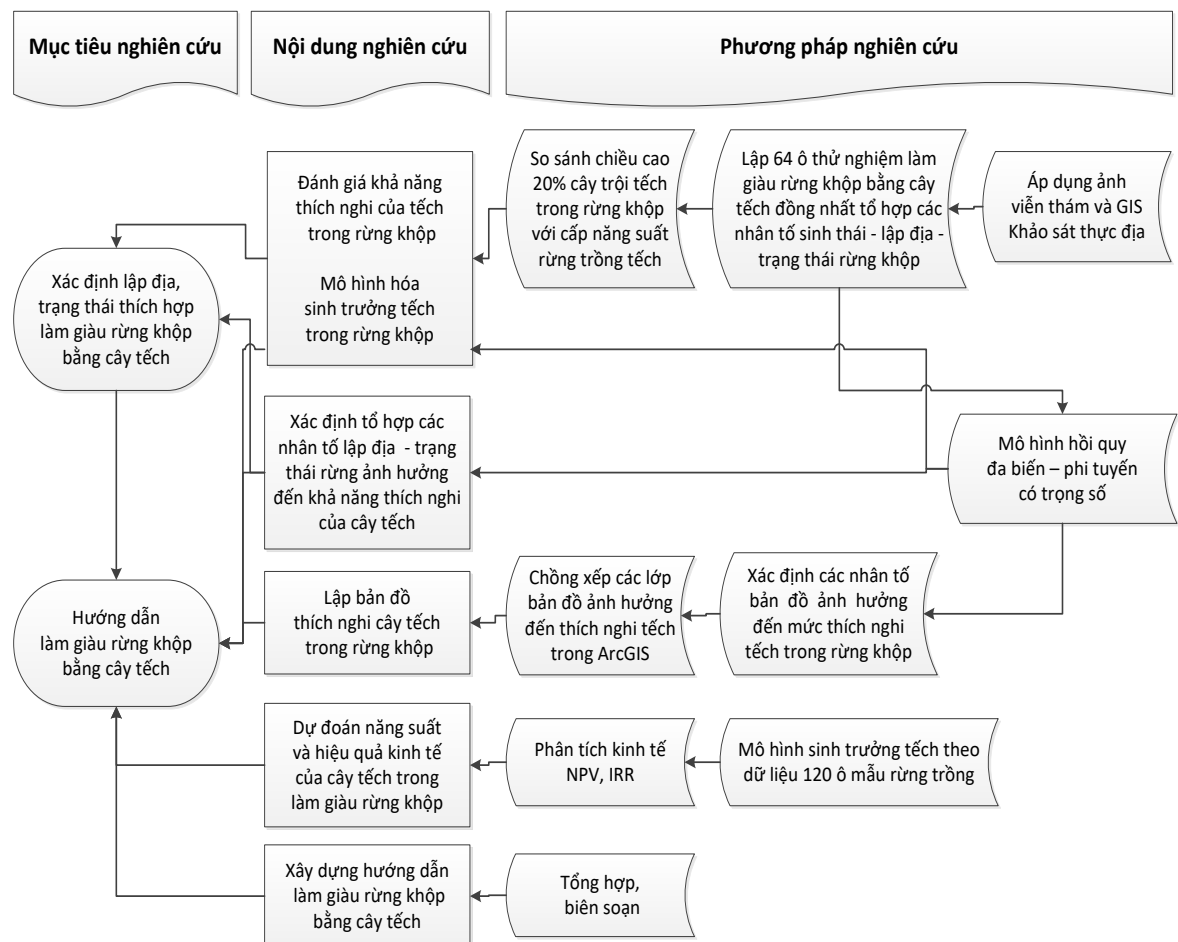
Để đánh giá sự sai khác sinh trưởng, mức thích nghi của tếch trong rừng khộp, không đánh giá cho từng nhân tố, vì trong thực tế các nhân tố có ảnh hưởng tổng hợp và cũng không thể đồng nhất các nhân tố khác ở O TN để so sánh từng nhân tố.

Để xác định lập địa - trạng thái rừng thích hợp cho làm giàu rừng khộp bằng cây tếch, nghiên cứu không tiếp cận theo cách truyền thống là so sánh, đánh giá mức thích nghi của tếch ở các dạng lập địa, trạng thái rừng khác nhau, vì theo cách này không phát hiện được các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo để xác định chính xác lập địa, trạng thái thích hợp trong thực tế.

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 tếch; từ đó tổ hợp thành các dạng lập địa - trạng thái rừng theo các mức thích nghi khác nhau của cây tếch trong rừng khộp. Để thực hiện được điều này, phân tích thống kê phi tuyến đa biến có trọng số (Weight) được áp dụng; từ đó phát hiện được tổ hợp nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng thích nghi của cây tếch trong làm giàu rừng khộp.

Trên cơ sở mô hình đa biến số ảnh hưởng đến mức thích nghi của tếch kết hợp với công nghệ viễn thám, GIS xây dựng bản đồ thích nghi, dự đoán năng suất, sản lượng, hiệu quả kinh tế làm giàu rừng khộp bằng cây tếch.

Khái quát logic giữa mục tiêu - nội dung - phương pháp nghiên cứu được sơ đồ hóa trong Hình 2.4.



Hình 2.4. Các bước nghiên cứu

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

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

Trên cơ sở các tổ hợp nhân tố sinh thái và trạng thái rừng được tạo lập trong GIS, từ đó lựa chọn vị trí và thiết kế các ô thử nghiệm theo từng tổ hợp sinh thái và trạng thái rừng.

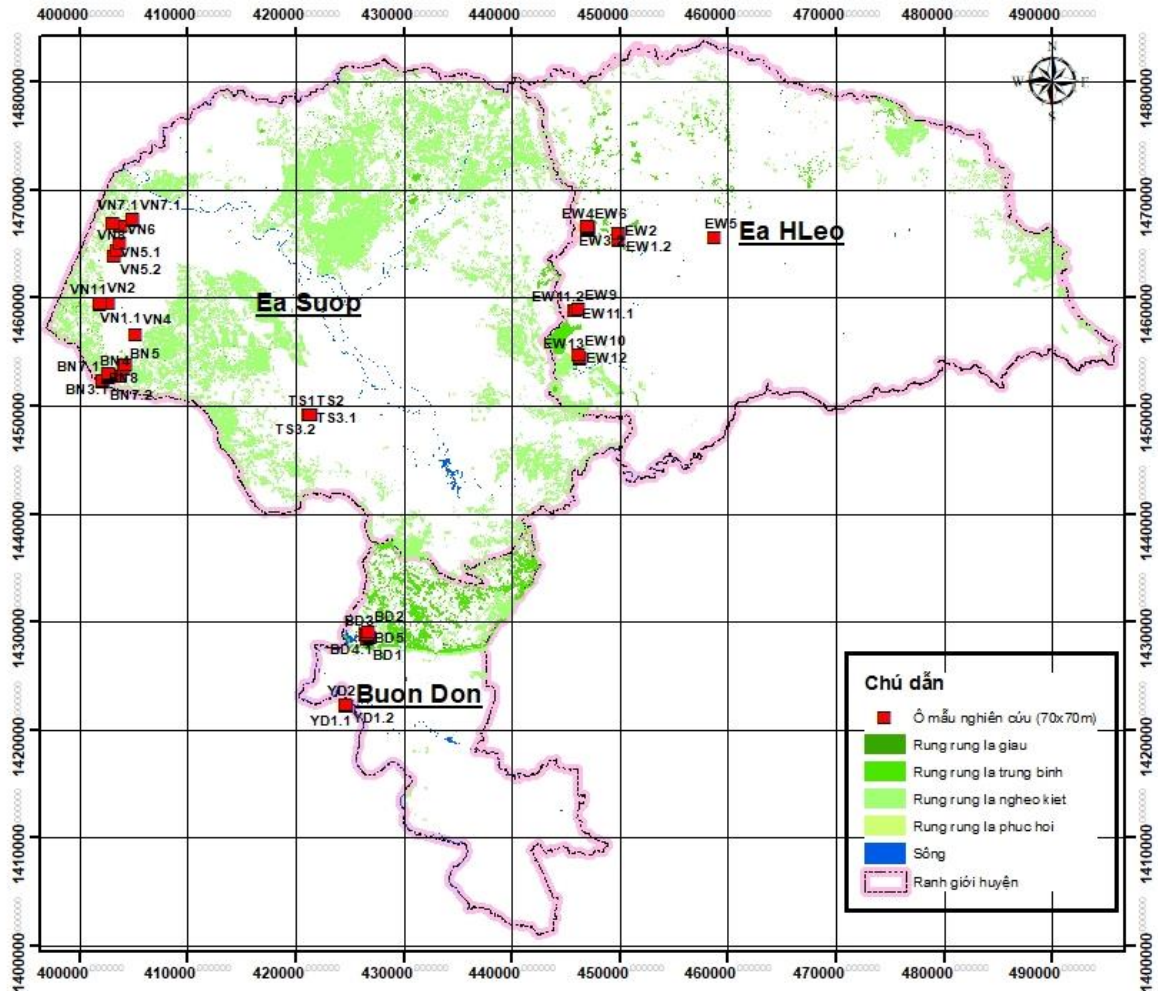
Xác định 6 nhân tố giả định có ảnh hưởng đến thích nghi của tẻch để bố trí ô thử nghiệm, mỗi nhân tố tạo thành các cấp công thức như sau:

- Tỷ lệ % kết von (4 cấp): < 10 %, 10-30 %, 30-50 % và > 50 %
- Tỷ lệ % đá nổi (4 cấp): < 10 %, 10-30 %, 30-50 % và > 50 %.
- Độ dày tầng đất (3 cấp): < 30 cm, 30-50 cm và > 50 cm
- Ngập nước (2 cấp): không ngập, có ngập.
- Nhóm loài ưu thế rừng khớp (4 nhóm loài ưu thế rừng khớp, loài ưu thế bao gồm 1-3 loài có mật độ cao nhất trong lâm phần và trên 50 %): dầu trà beng, cà chít, dầu đồng - chiêu liêu đen - cẳm xe, và cẳm liên.
- Độ tàn che (4 cấp): < 10 %, 10-30 %, 30-50 % và > 50 %.

Các ô thử nghiệm được bố trí (Hình 2.5) trên tổ hợp thực tế của 6 nhân tố và cấp công thức nói trên. Với 6 nhân tố và các công thức của nó sẽ tạo nên rất nhiều tổ hợp nhân tố lý thuyết, tuy nhiên trong thực tế có những tổ hợp không có thực trên hiện trường. 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 m², được mã số BD1, BD2, VN1, VN2,...

Tuy nhiên, rừng khớp có sự biến động mạnh về các nhân tố sinh thái, lập địa và trạng thái rừng; trong một ô thử nghiệm đôi khi không đồng nhất cho từng nhân tố (một nhân tố nào đó có thể có 2 cấp); vì vậy để xử lý sự sai khác đó, ô thử nghiệm được chia thành các ô phụ để đồng nhất từng nhân tố sinh thái, gọi là ô sinh thái (ô ST), ví dụ ô BD1, chia ra 2 ô sinh thái được ký hiệu BD1.1 và BD1.2 vì khác nhau cấp độ tàn che (theo phiếu 1 của Phụ lục 1). Ô sinh thái chỉ được phân chia khi có diện tích đủ lớn (>300 m²) và số cây tẻch ít nhất là 20 cây.

Tổng số hình thành 64 ô sinh thái trên các tổ hợp nhân tố khác nhau phân bố rải trên diện tích rừng khộp của 3 huyện nghiên cứu (Buôn Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo) thể hiện trên bản đồ ở Hình 2.5.



Nguồn: Huy và ctv, 2017

Hình 2.5. 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 - Đắk Lắk)

Diện tích ô sinh thái nhỏ nhất là 370 m², lớn nhất là 4.900 m², trung bình là 3.215 m²; mỗi ô thử nghiệm chia thành 1-4 ô sinh thái, trung bình là 2 ô. Phân bố số ô sinh thái theo 6 nhân tố được trình bày ở Bảng 2.7; tọa độ, địa phương và chủ rừng của 64 ô ST trong Phụ lục 2 và Phụ lục 3.

Bảng 2.7. Phân bố ô sinh thái theo 6 nhân tố sinh thái và trạng thái rừng khộp

Cấp dày đất	Số ô TN ST	Cấp đá nổi	Số ô TN ST	Cấp kết von	Số ô TN ST	Ngập nước	Số ô TN ST	Cấp độ tàn che	Số ô TN ST	Loại ưu thế rừng khộp	Số ô TN ST
<30 cm	9	< 10%	47	< 10%	42	Không ngập	54	< 10%	5	CC	14
30-50 cm	17	10-30%	5	10-30%	9	Ngập nhẹ	10	10-30%	22	CL	5
>50 cm	38	30-50%	7	30-50%	3			30-50%	27	CX	2
		> 50%	5	> 50%	10			> 50%	10	CLĐ	3
										ĐĐ	37
										DTB	3
Tổng ô ST	64		64		64		64		64		64

Ghi chú: CC: Cà chít CL: Cầm liên CX: Cầm xe CLĐ: Chiêu liêu đen ĐĐ: Dầu đồng DTB: Dầu trà beng

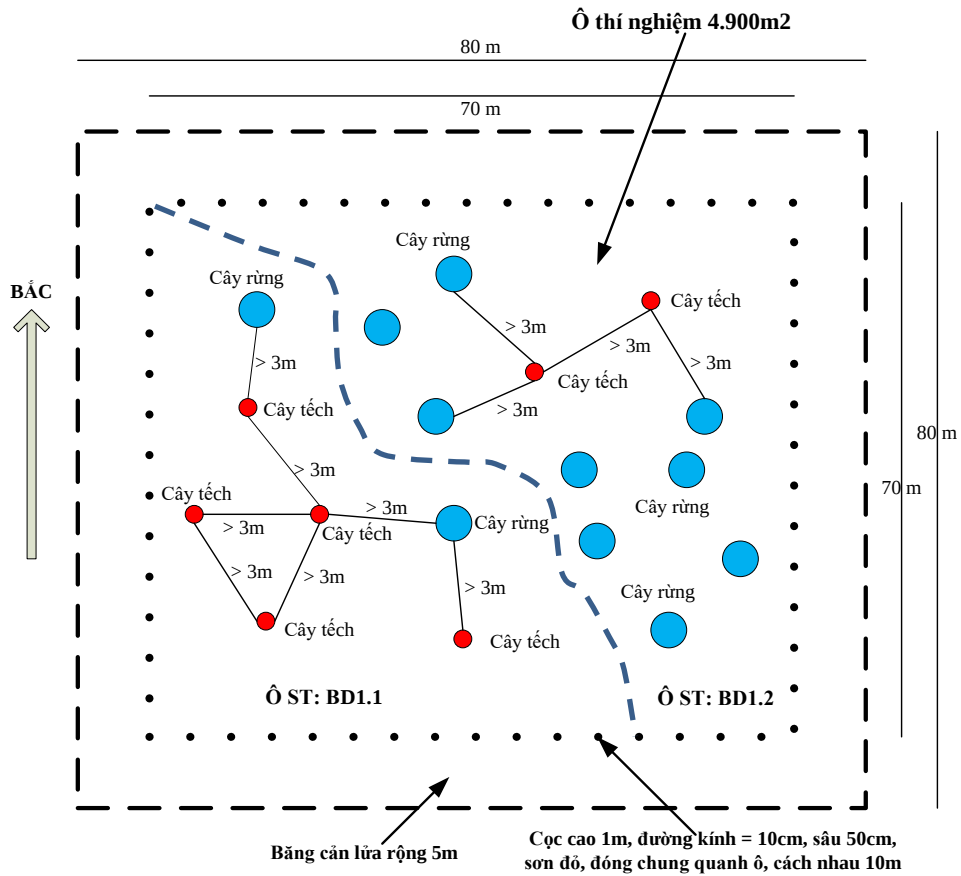
Nguồn: Huy và ctv, 2017.

Kết quả đã bố trí thí nghiệm trên các tổ hợp theo 6 nhân tố nói trên (Bảng 2.7), đồng thời ở các tổ hợp này cũng thay đổi các nhân tố khác như: Đơn vị đất, đá mẹ, vị trí địa hình, độ cao, độ dốc, lý hóa tính đất; do vậy việc nghiên cứu ảnh hưởng tổng hợp của các nhân tố cũng được mở rộng cho các nhân tố này.

Phương thức làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch: Do rừng khộp là rừng thưa và lại sau khai thác chọn, nên mật độ rừng thấp (từ 50-500 cây /ha với cây có đường kính ngang ngực (DBH) ≥ 10 cm)), do vậy có thể trồng xen một số cây tẻch vào nơi trống tán, vỡ tán. Tẻch được thiết kế trồng trong rừng khộp, với cự ly giữa các cây tẻch trồng với nhau và cây tẻch trồng với cây rừng khộp (có DBH ≥ 10 cm) (Hình 2.6) xấp xỉ đường kính tán của cây tẻch cho gỗ nhỏ, chu kỳ ngắn (Bảo Huy, 1998) là 3 mét.

Ngoài ra, rừng khộp nhiều nơi có đá nổi, vì vậy mật độ tẻch ngoài tùy thuộc vào mật độ cây rừng thì cũng phụ thuộc vào tỷ lệ đá nổi trên mặt đất rừng khộp. Mật độ tẻch trồng ở ô thử nghiệm (O TN) 4.900 m² trung bình có 263 cây, ít nhất là 88 cây và cao nhất là 482 cây; và ở ô sinh thái (O ST, ô ST) trung bình có 173 cây, ít nhất 22 cây, nhiều nhất 456 cây. Tổng số cây tẻch được trồng là 11.048 cây ở 64 ô sinh thái.

Kích thước hố đào 40×40×40 cm. Hạt giống tẻch được thu thập từ các cây giống quốc gia ở khu thực nghiệm Ea Kmat. Tẻch được trồng bằng stump một năm tuổi với đường kính cổ rễ 1,0-1,5 cm và chiều dài 15-20 cm.



Nguồn: Huy và ctv, 2017

Hình 2.6. Sơ đồ ô thử nghiệm, phân chia ô sinh thái và trồng tẻch làm giàu rừng khộp ở nơi trống tán, vỡ tán

Tỉa cành cây tẻch trong mùa mưa (tháng 9), để tạo ra thân cây chất lượng tốt và nâng cao sản lượng khi khai thác (Roshetko và ctv, 2013). Làm cỏ, xới gốc và bón phân mỗi năm một lần vào tháng 6, bón phân trên mặt đất xung quanh cây tẻch, sử dụng 0,3 kg vôi và 0,15 kg NPK (16:16:8) cho mỗi cây tẻch. Phòng cháy bằng cách phát dọn thực bì, đốt trước mỗi năm 2 lần vào đầu và giữa mùa khô.

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 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 (Năm tuổi được lấy đến 1 số thập phân = số tháng tuổi/12).

Trong các ô sinh thái tiến hành thu thập các chỉ tiêu trên cây tếch, bao gồm: Đường kính gốc (Dgoc, mm) và đường kính ngang ngực (nếu chiều cao cây > 1,3 m) (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. Biểu thu thập số liệu ở phiếu số 3 ở Phụ lục 1.

- Tính toán các giá trị sinh trưởng, tăng trưởng trung bình của tếch theo từng ô ST, gồm: Htb (cm), đường kính Dgoctb (mm), DBHtb (mm). Được dữ liệu:

+ Với 21.631 số liệu theo cây H, Dgoc theo A và 8.489 số liệu DBH theo A và tăng trưởng tương ứng.

+ Với 192 số liệu trung bình: Htb, Dgoctb theo A và 171 số liệu DBHtb theo A và tăng trưởng tương ứng.

- Xác định cây tếch trội là 20 % cây cao nhất trong ô sinh thái, có được số liệu:

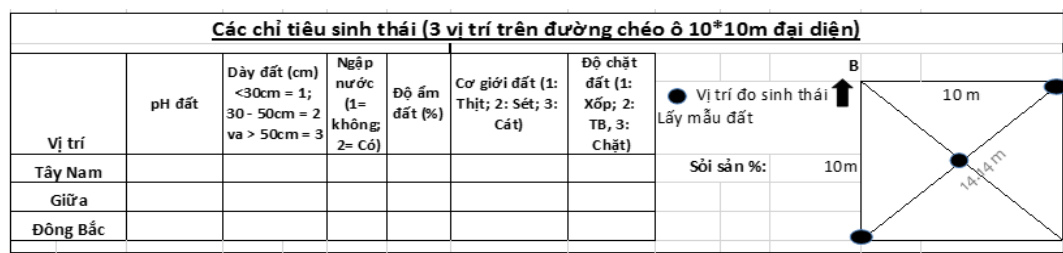
+ Với 4.334 số liệu theo cây trội: Htroi, Dgoctroi theo A và 3.036 số liệu DBHtroi theo A và tăng trưởng tương ứng.

+ Với 192 số liệu trung bình: Htbtroi, Dgoctbtroi theo A và 171 số liệu DBHtbtroi theo A và tăng trưởng tương ứng.

- Tính được mật độ tếch trồng, mật độ tếch hiện tại, số cây chết, mật độ tếch quy ra hecta, số cây chết, tỷ lệ cây chết, số cây không sâu bệnh và tỷ lệ không sâu bệnh cho 64 ô sinh thái. Số liệu sinh trưởng, tăng trưởng trung bình cây tếch ở 64 ô sinh thái được trình bày ở Phụ lục 4.

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 và phân cấp các nhân tố sinh thái, lý hóa tính đất theo 64 ô sinh thái theo mẫu phiếu 2 ở Phụ lục 1. Một số chỉ tiêu đo ở 3 vị trí trên đường chéo ô 10x10m đại diện trong ô sinh thái (Hình 2.7), bao gồm:



Hình 2.7. Sơ đồ vị trí đo các nhân tố lập địa trên đường chéo ô 10x10m ở ô ST

- Nhóm nhân tố sinh thái:

- + Độ cao so mặt biển: Dùng GPS, phân cấp: 100-200, 200-300 và 300-400 m.
- + Vị trí địa hình: Xác định theo các vị trí: Khe, bằng, sườn và đỉnh dốc.
- + Độ dốc: Đo bằng máy Sunnto và phân cấp: < 3, 3-8, 8-15, 15-25 °.
- + Đá mẹ: Xác định theo lớp bản đồ GIS đá mẹ, bao gồm 4 loại đá mẹ chính: Bazan, Cát kết, Macma axit và Phiến sét.
- + Đơn vị đất theo FAO-UNESCO (1974) (Bản đồ đất - Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk, 2008): Xác định từ bản đồ GIS đơn vị đất và kiểm chứng trên thực địa. Bao gồm 13 đơn vị đất.
- + pH đất: Đo bằng máy đo pH cảm ứng ở 3 vị trí tầng đất mặt (0-30 cm) trên đường chéo ô 10×10 mét đại diện.
- + Độ dày tầng đất: Sử dụng khoan đất để xác định ở 3 vị trí trên đường chéo ô 10x10 m đại diện, lấy trung bình và phân cấp < 30, 30-50, > 50 cm.
- + Ngập nước: Xác định 3 vị trí trên đường chéo ô 10x10 mét đại diện, lấy trung bình ở hai mức không = 1 và có = 2.
- + Tỷ lệ đá nổi: Đo tổng chiều dài đá nổi trên 2 đường chéo ô đại diện 10x10 m và chia tổng chiều dài của 2 đường chéo. Phân cấp: < 10, 10-30, 30-50 và > 50 %.
- + Tỷ lệ kết von bề mặt: Đo các chiều dài kết von trên hai đường chéo ô đại diện 10x10 m; chia chiều dài 2 đường chéo. Phân cấp: < 10, 10-30, 30-50 và > 50 %.
- Nhóm nhân tố trạng thái rừng - thực vật chỉ thị:
 - + Xuất hiện loài Sở đất (*Dillenia hookeri* Pierre), Mộc hoa (*Holarrhena curtisii* King và Gamble): Đây là hai loài chỉ thị cho tình trạng ngập nước của rừng khộp qua quan sát 4-5 năm ở các ô ST. Xác định ở hai mức có và không.
 - + Xuất hiện Cỏ lào (*Eupatorium odoratum* L.) chỉ thị cho khả năng sinh trưởng tốt của tETCH qua quan sát 4-5 năm ở các O ST . Xác định ở 2 mức có và không.
 - + Độ tàn che rừng khộp: Đo tổng chiều dài các hình chiếu tán lá cây rừng trên hai đường chéo ô đại diện 10x10m và chia cho tổng chiều dài của hai đường chéo. Phân cấp: < 10, 10-30, 30-50 và > 50 %.
 - + Loài cây rừng khộp ưu thế: Xác định 1-3 loài cây có mật độ cao nhất và chiếm trên 50 % mật độ trong ô sinh thái.

+ Lập ô mẫu rừng khộp theo phương pháp 5.5 cây theo Prodan (Kleinn, 2006): Đo DBH (cm), H(m), đường kính tán (Dt, m) và khoảng cách đến cây gần nhất của các cây rừng có DBH ≥ 10 cm. Từ đây quy ra trên hecta và phân cấp:

- 4 cấp mật độ rừng khộp (N_{khop} , cây/ha): <100, 100-300, 300-500 và >500.
- 4 cấp tổng tiết diện ngang theo Prodan (BA_{Pro} , m²/ha): <5, 5-10, 10-15 và >15.
- 4 cấp trữ lượng rừng (M_{khop} /ha, m³/ha): <50, 50-100, 100-150 và >150.
- 5 cấp diện tích tán rừng khộp (St , m²/ha): Phân cấp < 1.000, 1.000-5.000, 5.000-10.000, 10.000-15.000 và > 15.000.
- 3 cấp khoảng cách TB giữa cây rừng khộp (m): Phân cấp < 3, 3-5 và > 5.

Số liệu các nhân tố sinh thái, lập địa, trạng thái rừng của 64 ô sinh thái được trình bày trong Phụ lục 2 và Phụ lục 3.

- Nhóm nhân tố lý hóa tính đất:

+ Lấy mẫu đất: Dùng khoan đất để lấy 0,5 kg mẫu đất ở tầng 0-30 cm ở 3 vị trí trên đường chéo ô điển hình đại diện 10x10 m. Thời gian thu mẫu là 7/2013.

+ Phân tích các mẫu đất ở Phòng phân tích đất (Bộ Môn Khoa học đất, Khoa Nông Lâm nghiệp, trường Đại học Tây Nguyên). Bao gồm các chỉ tiêu lý hóa tính đất quan trọng để xác định ảnh hưởng đến sinh trưởng, mức thích nghi của cây tETCH trồng làm giàu rừng khộp:

- Gồm 4 chỉ tiêu lý tính: % sét, % thịt, % cát và % sỏi sạn: Theo phương pháp Robinson (Olmstead và ctv, 1930)

- Gồm 8 chỉ tiêu hóa tính (Pansu và Gautheyrou, 2003; Huang và ctv, 2012):

- pH_{KCl} (Phương pháp Meter; Huang và ctv, 2012);
- N (mg/100g đất) (Phương pháp Tyurin và Kononova; Kononova, 1966);
- P₂O₅ (mg/100g đất) (Phương pháp Oniani, Oniani và ctv, 1973);
- K₂O (mg/100g đất) (Phương pháp Flame Photometer; Estefan và ctv, 2013);
- Ca²⁺ (lđl/100g đất) and Mg²⁺ (lđl/100g đất) (Phương pháp Trilon B; Pansu và Gautheyrou, 2003);

- H⁺ (lđl/100g đất) và Al³⁺ (lđl/100g đất) (Phương pháp Sokolop; Dalovic và ctv, 2012).

Số liệu các chỉ tiêu lý hóa tính đất của 64 O ST được trình bày tại Phụ lục 5.

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

So sánh sinh trưởng chiều cao bình quân trội của tẻch (20 % cây cao nhất trong ô ST) (Htb troi)) với cấp năng suất rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên của Bảo Huy và ctv (1998) Bộ Nông nghiệp và PTNT đã ban hành. Với cấp năng suất cũng được phân chia dựa vào chiều cao bình quân tầng trội Ho cây tẻch (chiều cao trung bình của 20 % cây cao nhất trong ô mẫu) theo tuổi A theo mô hình Schumacher (Bảng 2.8).

Bảng 2.8. Mô hình cấp năng suất rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên (Bảo Huy và ctv, 1998)

Cấp năng suất		Ho = a*exp(-b*A ^{-0,796})	
		a	b
I: Rất tốt	GH	32,028	3,535
		30,439	3,665
II: Tốt	GH	28,859	3,816
		27,289	3,994
III: Trung bình	GH	25,732	4,207
		24,195	4,466
	GH	22,685	4,789

Từ cặp dữ liệu Htb trội của cây tẻch theo A của 64 ô sinh thái, dựa vào hệ thống phương trình trên xác định được mức thích nghi của tẻch làm giàu rừng khộp. 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

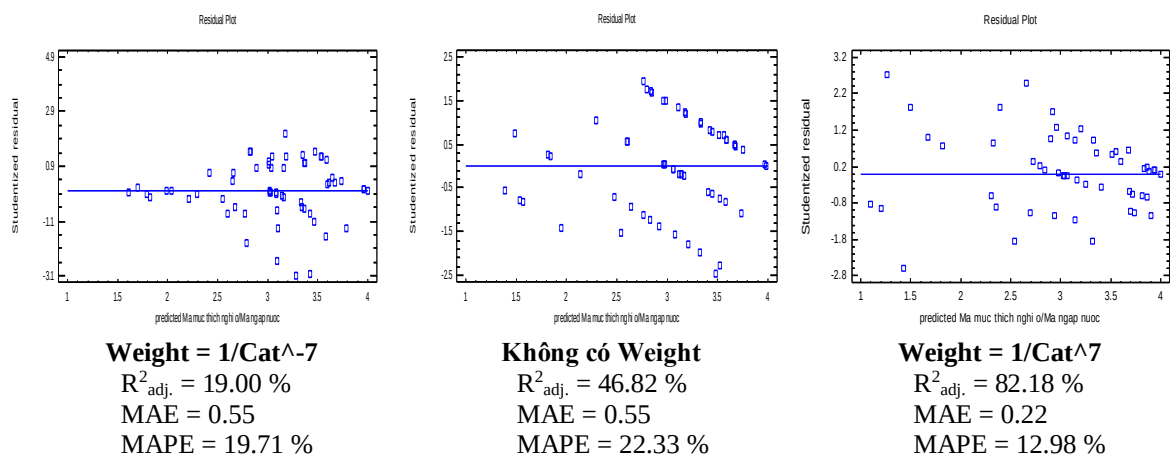
Mô hình hóa quá trình sinh trưởng các chỉ tiêu H, Dgoc, DBH, Htroi, Dgoc troi, DBH troi cho từng mức thích nghi của Tẻch. Thử nghiệm hai mô hình phi tuyến tính chính là: Mô hình dạng Power và Schumacher. Trên cơ sở đánh giá, mô hình sinh trưởng tẻch lập theo hàm power:

$$Y_1 = a \times X^b + \varepsilon \quad (2.1)$$

Trong đó: Y_1 là các chỉ tiêu sinh trưởng hoặc mật độ cây tẻch X là tuổi cây (năm), ε là sai số của ước lượng.

Ước lượng hàm phi tuyến tính đa biến của Marquardt có trọng số (Weight) (theo Picard và ctv, 2012; Saint-André và ctv, 2005) trong phần mềm Statgraphics.

Trong lập mô hình, thường số liệu khó rải đều theo giá trị từ nhỏ đến lớn, vì vậy mô hình sẽ có khả năng bị thiên lệch do số liệu tập trung ở một phạm vi nhất định. Để khắc phục điều này, sử dụng trọng số Weight theo nhân tố độc lập chủ đạo. Biến trọng số $Weight = 1/X^a$, trong đó 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). Ví dụ dưới đây cho thấy khi không có hoặc thay đổi trọng số Weight thì các tiêu chí thống kê chọn hàm thay đổi rõ rệt, từ đây lựa chọn được hàm và các tham số tối ưu với ước lượng cho sai số bé nhất (Hình 2.8).



Hình 2.8. Lựa chọn mô hình tối ưu có $R^2_{adj.}$ lớn và sai số bé nhất bằng ước lượng hàm phi tuyến theo Marquardt và thay đổi Weight

Các chỉ tiêu thống kê lựa chọn hàm tối ưu như sau:

- Hệ số xác định hiệu chỉnh $R^2_{adj.}$ (%): Về tổng quát thì hàm tốt nhất khi $R^2_{adj.}$ đạt max và tồn tại ở $P < 0,05$. Tuy nhiên có trường hợp $R^2_{adj.}$ đạt max nhưng chưa phải là hàm phù hợp nhất, do vậy cần dựa thêm các chỉ tiêu thống kê khác.

- Tồn tại của các tham số: Nếu là hàm có từ 2 biến số độc lập trở lên, thì biến độc lập phải tồn tại qua kiểm tra theo tiêu chuẩn t ở mức $P < 0,05$.

- Sai số tuyệt đối trung bình: MAE - Mean absolute error: Giá trị MAE càng nhỏ thì mô hình càng tốt (Mayer và Butler, 1993):

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

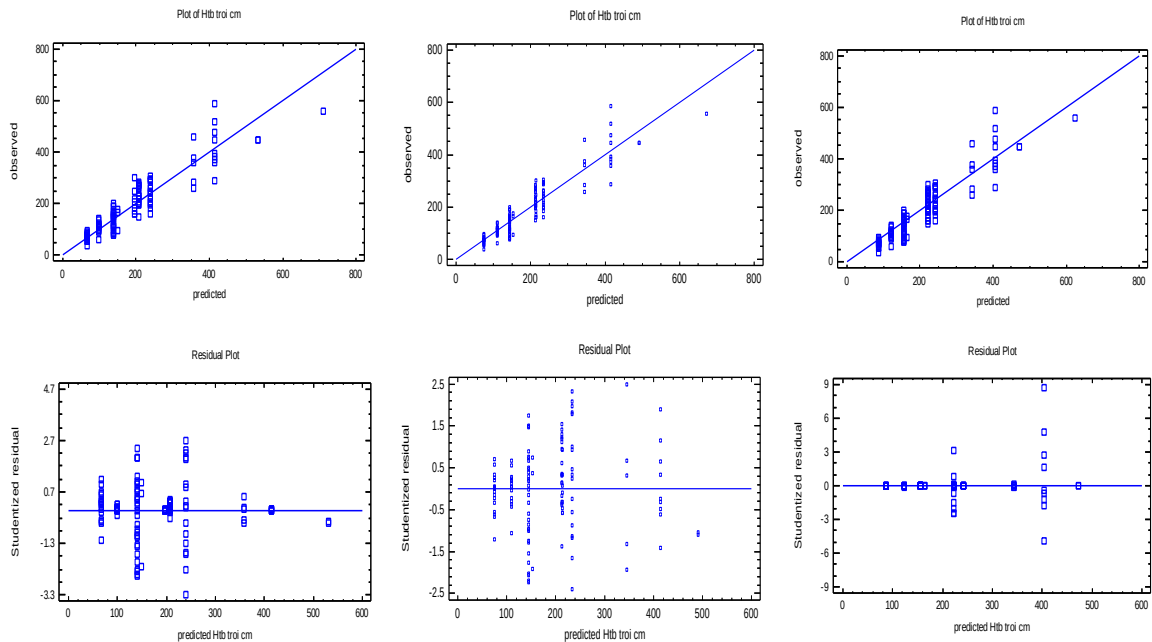
Với, Y_{ilt} : giá trị dự đoán qua mô hình; Y_i : giá trị quan sát; n = số mẫu.

- Sai số tương đối trung bình %: MAPE - Mean absolute percent error: Mô hình tối ưu khi sai khác này bé nhất (Mayer và Butler, 1993):

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

Trong đó: Y_{ilt} : Giá trị dự báo qua mô hình; Y_i : Giá trị quan sát; n : số mẫu quan sát.

- Biểu đồ quan hệ giữa số liệu quan sát với ước tính qua mô hình và biểu đồ biến động sai số (residual) ứng với các giá trị dự báo Y_{ilt} của mô hình lựa chọn: Mô hình tốt khi giá trị ước tính và quan sát bám sát nhau trên đường chéo và biến động residual tập trung quanh trục $Y = 0$ và trong phạm vi giá trị - 2 đến + 2 ứng với các giá trị dự báo Y_{ilt} . Được minh họa ở Hình 2.9.



Sai số lệch trái

Sai số phân bố đều trong ± 2
và rải theo dãy số liệu

Sai số lệch phải

Hình 2.9. Thay đổi quan hệ giữa giá trị quan sát và ước lượng qua mô hình và biến động sai số theo giá trị ước lượng

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 để xác định các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, lý hóa tính đất ảnh hưởng đến mức thích nghi của tếch trong làm giàu rừng khộp. Bao gồm các bước:

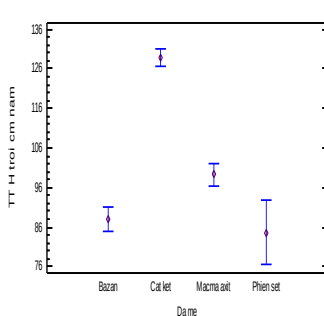
a. Mã hóa các nhân tố định tính và nhân tố được phân cấp

Trong thực tế chưa biết chiều hướng biến thiên (thuận hay nghịch) của mức thích nghi theo nhân tố định tính như đơn vị đất, đá mẹ; hoặc biến thiên của mức thích nghi không cùng chiều với các cấp của nhân tố ví dụ kết von < 10, 10-30, 30-50 và > 50 %, mức thích nghi sẽ phù hợp với một cấp nào đó rồi giảm xuống. Do vậy nếu không mã hóa theo chiều biến thiên của mức thích nghi thì có thể xác định sai hoặc kém tin cậy sự ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái định tính và phân cấp (Bảo Huy, 2017).

Sử dụng tăng trưởng chiều cao cây téch trọi (TT Htroi) để xem xét chiều biến thiên theo các nhân tố, cấp; vì tăng trưởng cây trọi là chỉ tiêu phản ánh mức thích nghi của téch, từ đó mã hóa theo chiều biến thiên tăng trưởng cây trọi. Sử dụng tiêu chuẩn Kruskal Wallis để kiểm tra có sự ảnh hưởng của nhân tố đó với tăng trưởng cây trọi téch hay không, sau đó dùng 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.

Ví dụ đối với nhân tố đá mẹ bao gồm 4 loại: Bazan, Cát kết, Macma axit và Phiến sét. Kết quả kiểm tra ở Bảng 2.9 cho thấy theo Kruskal-Wallis Test thì $P < 0,05$, có nghĩa đá mẹ khác nhau ảnh hưởng đến tăng trưởng téch; và Duncan cho thấy đá phiến sét và bazan là cùng một nhóm và có tăng trưởng téch thấp nhất, tiếp theo là bazan, cát kết ảnh hưởng độc lập và cát kết cho tăng trưởng cao nhất.

Bảng 2.9. Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của nhân tố đá mẹ đến TT Htroi téch



TT Htroi theo loại đá mẹ

Kruskal-Wallis Test for TT Htroi by Đá mẹ

Đá mẹ	n	Trung vị
Bazan	427	685,779
Cát kết	835	1111,500
Macma axit	489	776,475
Phiến sét	58	629,603

Test statistic = 251.429 P-Value = 0.0

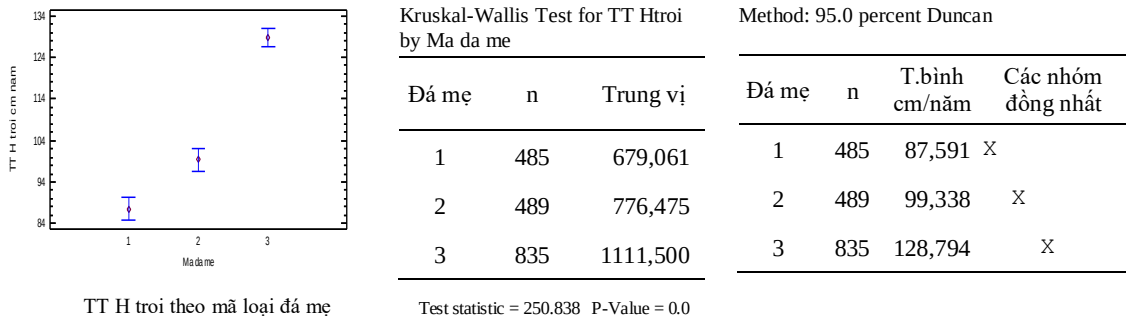
Method: 95.0 percent Duncan

Đá mẹ	n	T.bình cm/năm	Các nhóm đồng nhất
Phiến sét	58	84,704	X
Bazan	427	87,983	X
Macma axit	489	99,338	X
Cát kết	835	128,794	X

Mã hóa theo chiều biến thiên (thuận hoặc nghịch) của tăng trưởng téch và gộp nhóm đồng nhất: Phiến sét và Bazan = 1 (vì Phiến sét và bazan không có ảnh hưởng khác biệt), macma axit = 2 và cát kết = 3.

Sau mã hóa nhân tố đá mẹ, tăng trưởng cây trội tách biến thiên cùng chiều với giá trị mã hóa và có sự sai khác rõ rệt giữa các yếu tố đã được mã hóa, qua kiểm tra lại theo Kruskal-Wallis và Duncan ở độ tin cậy 95 %, kết quả ở Bảng 2.10.

Bảng 2.10. Kết quả kiểm tra ảnh hưởng của mã hóa nhân tố đá mẹ đến TT Htroi tách



Tương tự như vậy, mã hóa cho toàn bộ các nhân tố, cấp nhân tố sinh thái, lập địa, trạng thái rừng khộp ở Bảng 2.11.

b. Phương pháp lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi của tách với các nhân tố sinh thái, trạng thái và lý hóa tính đất rừng khộp

Với việc mã hóa các nhân tố ảnh hưởng theo chiều biến thiên của tăng trưởng và mức thích nghi của tách, 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 tách (mã hóa) với các nhân tố khác nhau để tìm ra nhân tố chủ đạo ảnh hưởng:

$$Y_2 = a \times X_i^{bi} + \varepsilon \quad (2.4)$$

Trong đó: Y_2 là mã hóa mức thích nghi của tách: 1: Rất thích nghi, 2: Thích nghi tốt, 3: Thích nghi trung bình, 4: Thích nghi kém; X_i là các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, lý hóa tính đất thứ i ; 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_2 hay không. Chỉ số Cp bé nhất và càng gần với số tham số p gần biến số (bao gồm hằng số) thì mô hình càng phù hợp; 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_2 .

Bảng 2.11. Mã hóa các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng theo chiều biến thiên của tăng trưởng cây tầng trội tểch (theo chiều biến thiên mức thích nghi tểch)

Stt	Nhân tố	Mã hóa					
		1	2	3	4	5	6
1.	Độ cao (m)	300-400	100-200	200-300			
2.	Vị trí địa hình	Khe	Bằng	Sườn + Đỉnh			
3.	Cấp độ dốc (độ)	<3	15-20	3-8	8-15		
4.	Đá mẹ	Phiến sét + Bazan	Macma axit	Cát kết			
5.	Đơn vị đất	Dat phu sa co gioi nhe, dong nuoc Dat xoi mon manh, tro soi san	Dat do chua, rat ngheo kiem Dat xam co gioi nhe Dat co tang set chat, co tang ket von Dat nau co gioi nhe Dat den tang mong	Dat den co gioi nhe, soi san sau Dat co tang set chat, nhan tac, it chua	Dat xam tang rat mong Dat xam tang mong	Dat xam soi san nong	Dat nau tang mong
6.	Cấp dày đất	<30cm	30-50cm	> 50cm			
7.	Ngập nước	Có	Không				
8.	Cấp đá nổi	30-50%; >50%	< 10 %	10-30 %			
9.	Cấp kết von	<10 %	10-30 %	> 50 %	30-50 %		
10.	Cấp đá lẫn	<10%, 10-30% và 30-50%	>70 %	50-70 %			
11.	Sổ đất và mọc hoa	Có	Không				
12.	Cỏ lào	Không	Có				
13.	Cấp độ tàn che	10-30 %	<10% và >50%	30-50 %			
14.	Loài cây ưu thế rừng khộp	Dầu trà beng	Cà chít	Dầu đồng, Chiêu liêu đen, Cắm xe	Cắm liên		
15.	Cấp mật độ/ha rừng khộp	>500 cây	<100 cây và 100-300 cây	300-500 cây			
16.	Cấp BA /ha Prodan, Bì	>15 m ²	< 5 m ²	5-10 m ²	10-15 m ²		
17.	Cấp trữ lượng M/ha	100-150 m ³	< 50 m ³ và > 150 m ³	50-100 m ³			
18.	Cấp tổng diện tích tán	>15.000m ² , 10.000-15.000m ² và <1.000m ²	1.000-5.000m ² và 5.000-10.000m ²				

Tương tự như mô hình hóa sinh trưởng, sử dụng phương pháp ước lượng hàm phi tuyến tính đa biến của Marquardt có trọng số. Biến trọng số $\text{Weight} = 1/X_i^a$, trong đó X_i là biến độc lập và chủ đạo và làm phân hóa biến Y_2 và tham số a biến động từ -20 đến +20; thay đổi tham số a để mô hình có được các chỉ tiêu thống kê tốt nhất (Bảo Huy, 2017).

Các chỉ tiêu thống kê lựa chọn hàm tối ưu cũng tương tự như mô hình hóa sinh trưởng giới thiệu ở mục trên, bao gồm:

- + Hệ số xác định hiệu chỉnh $R^2_{\text{adj.}}$ %, tồn tại của các tham số ở mức $P < 0,05$
- + Sai số MAE (công thức 2.2)
- + Sai số MAPE (công thức 2.3)
- + Các biểu đồ quan hệ giữa số liệu quan sát với ước tính qua mô hình và biểu đồ biến động sai số (residual).

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

Tiếp cận để lập bản đồ thích nghi của cây tếch trong rừng khộp được minh họa ở Hình 2.10; bao gồm thiết 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; từ đây thiết lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi của tếch với các nhân tố đã lập lớp bản đồ, chọn nhân tố ảnh hưởng chủ đạo. Chồng lớp bản đồ các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo và thông qua mô hình lập được bản đồ phân cấp thích nghi.

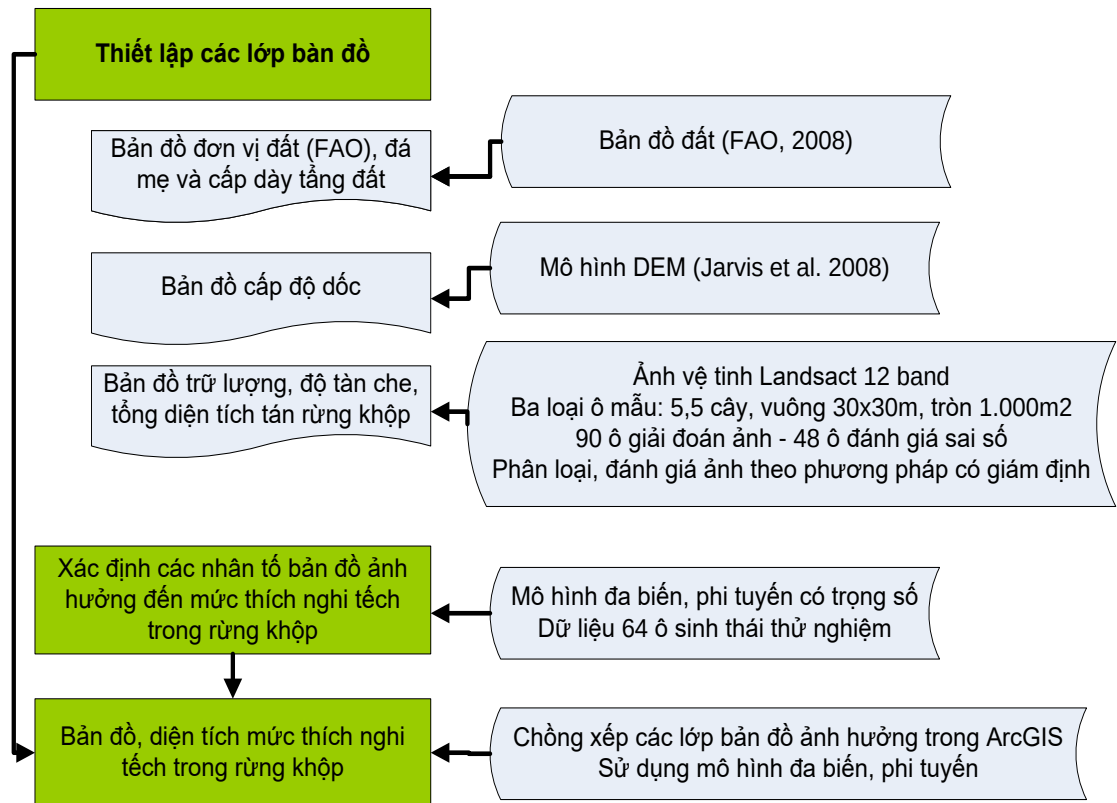
2.3.6.1. Phương pháp thiết lập các lớp bản đồ

a. Thiết lập các lớp bản đồ theo các nhân tố đất

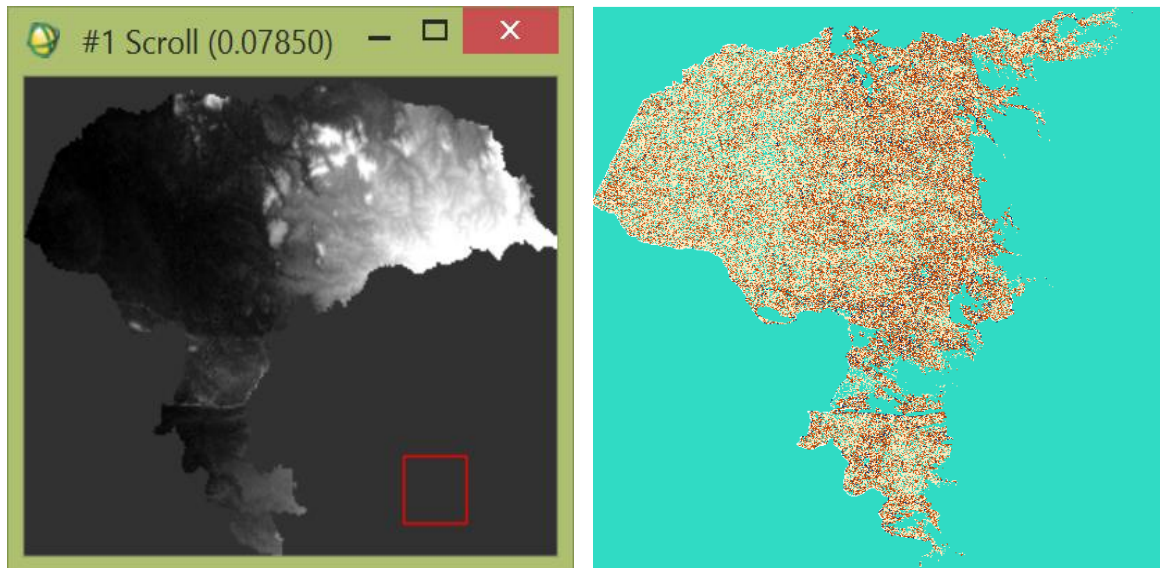
Sử dụng bản đồ đất của Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk năm 2008, trên cơ sở các thuộc tính, lập được các lớp bản đồ đá mẹ, đơn vị đất, độ dày tầng đất theo mã hóa biến số trong khu vực nghiên cứu.

b. Thiết lập các bản đồ theo các nhân tố địa hình

Sử dụng mô hình DEM của Jarvis và ctv (2008), thiết lập được lớp bản đồ cấp độ dốc: Từ mô hình DEM, sử dụng phần mềm ArcGIS để phân cấp độ dốc trên ảnh Raster, sau đó chuyển về lớp bản đồ vector (Hình 2.11).



Hình 2.10. Tiếp cận lập bản đồ thích nghi tếch trong làm giàu rừng khộp



Mô hình DEM

Ảnh Raster phân cấp độ dốc trong ArcGIS

Hình 2.11. Mô hình DEM và ảnh Raster cấp độ dốc tạo lập trong phần mềm ArcGIS

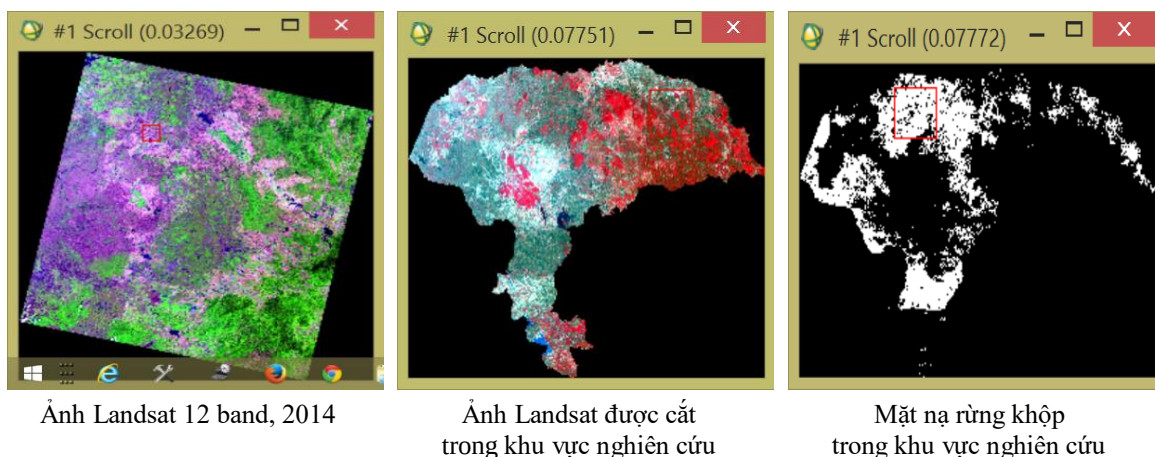
c. Thiết lập các bản đồ theo các nhân tố trạng thái rừng

Ba nhân tố phản ánh tốt cho trạng thái rừng khớp khác nhau là trữ lượng rừng (M), độ tàn che (DTC) và tổng diện tích tán (St), vì vậy sử dụng ảnh vệ tinh và phân loại có giám định để thiết lập 3 lớp bản đồ này trong khu vực nghiên cứu.

Sử dụng ảnh vệ tinh Landsat, độ phân giải 30x30 m, ngày 03/3/2014 đã hiệu chỉnh hình học; từ đây dựa vào dữ liệu ô mẫu mặt đất để giải đoán và lập bản đồ theo các nhân tố trạng thái rừng. Trình tự các bước như sau:

- Tạo mặt nạ khu vực rừng khớp nghiên cứu

Trước hết dựa vào lớp bản đồ ranh giới 3 huyện để cắt ảnh. Sau đó dựa vào tọa độ có rừng khớp của 64 ô sinh thái và ranh giới bản đồ có rừng khớp của kiểm kê rừng năm 2014 lập mặt nạ (Mask) cho rừng khớp trong ENVI. Việc giải đoán ảnh tiếp theo chỉ thực hiện trong vùng rừng khớp theo Mask đã lập. (Hình 2.12)



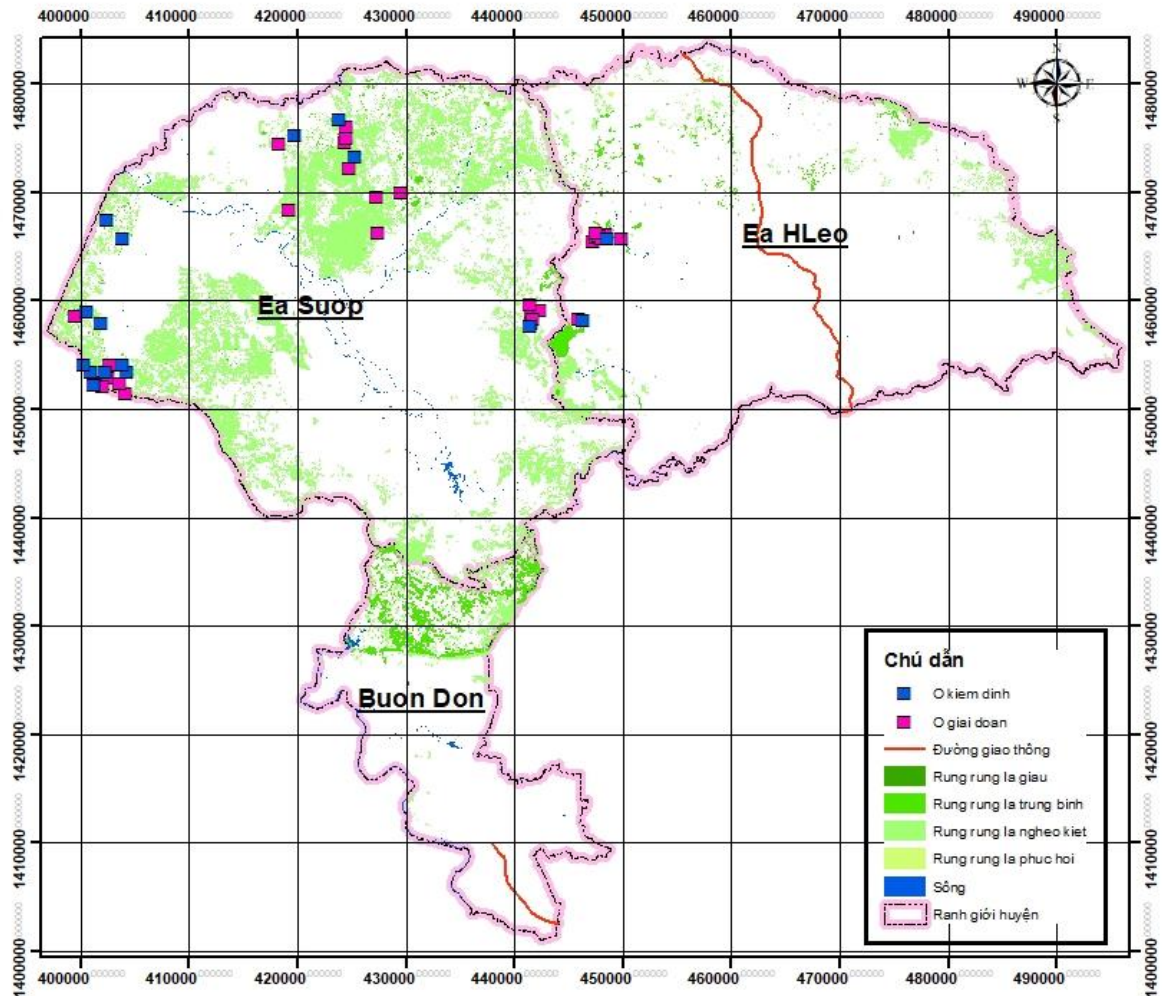
Hình 2.12. Ảnh Landsat và mặt nạ khu vực rừng khớp nghiên cứu

- Thu thập số liệu ô mẫu mặt đất, tính toán, mã hóa các dữ liệu trạng thái rừng

Việc giải đoán ảnh dựa vào dữ liệu mặt đất phụ thuộc lớn vào kích thước và hình dạng của ô mẫu, vì vậy tiến hành nghiên cứu với 3 kiểu ô mẫu: ô Prodan 5,5 cây, ô vuông 30x30 m và ô tròn 1.000 m² chia làm 3 tầng: 100 m² cho 10 cm ≤ DBH < 22 cm, 500 m² cho 22 cm ≤ DBH < 42 cm và 1.000 m² cho DBH ≥ 42 cm.

Thiết lập 46 điểm mẫu, mỗi điểm lập 3 kiểu ô mẫu đại diện cho các trạng thái rừng khớp khu vực nghiên cứu (vị trí ô mẫu trên bản đồ ở Hình 2.13), tổng cộng có 138 ô mẫu.

Trong ô đo đếm các chỉ tiêu DBH ≥ 10 cm, H, đường kính tán (Dt), riêng độ tàn che được xác định trên đường chéo của ô 30x30 m. Từ đây tính toán các giá trị quy ra ha cho từng ô mẫu: N khớp/ha, tổng tiết diện ngang BA (m^2/ha), trữ lượng M (m^3/ha), tổng diện tích tán lá (St, m^2/ha) và độ tàn che (DTC), sau đó phân cấp và mã hóa từng nhân tố theo chiều biến thiên mức thích nghi của cây tếch.



Nguồn: Huy và ctv, 2017.

Hình 2.13. Bản đồ vị trí các ô mẫu giải đoán ảnh để lập bản đồ

theo các nhân tố trạng thái rừng và đánh giá độ tin cậy

(ô màu đỏ: giải đoán, ô màu xanh: kiểm định sai số giải đoán ảnh)

Sử dụng 30 điểm mẫu với 90 ô mẫu để giải đoán ảnh và lập bản đồ theo các nhân tố trạng thái rừng (số liệu ở Phụ lục 6 và Phụ lục 7) và 16 điểm mẫu với 48 ô mẫu (số liệu ở Phụ lục 8 và Phụ lục 9) để đánh giá sai số của giải đoán ảnh.

- Phân loại ảnh Landsat có giám định và đánh giá sai số

Phân loại ảnh theo mã hóa các nhân tố trạng thái rừng, bao gồm trữ lượng rừng khớp (M), tổng diện tích tán lá (St) và độ tàn che (DTC). Sử dụng 90 ô mẫu làm vùng ROI đại diện cho từng cấp, mã và sử dụng thuật toán phân loại Maximum likelihood để phân thành các lớp theo mã hóa của từng nhân tố trong phần mềm ENVI.

Sử dụng các 48 ô mẫu độc lập để đánh giá độ tin cậy, sai số của phân loại ảnh thành các cấp, mã trữ lượng, tổng diện tích tán lá, độ tàn che rừng khớp trong ENVI. So sánh độ tin cậy của 3 kiểu ô mẫu dùng để giải đoán ảnh theo từng chỉ tiêu chỉ thị cho trạng thái rừng khớp.

Chuyển các bản đồ phân loại rừng theo từng nhân tố trạng thái rừng từ ảnh Raster sang Vector trong ENVI và ArcGIS.

2.3.6.2. Phương pháp thiết lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tích theo các nhân tố đã tạo lớp bản đồ

Từ kết quả đã tạo lập được 7 lớp bản đồ của các nhân tố sinh thái, lập địa, trạng thái rừng khớp, tiến hành xác định nhân tố chủ đạo thông qua lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tích làm giàu rừng với các nhân tố lớp bản đồ này. Dạng phương trình:

$$Y_3 = a \times X_i^{bi} + \varepsilon \quad (2.5)$$

Trong đó: Y_3 là mã hóa mức thích nghi của tích: 1: Rất thích nghi, 2: Thích nghi tốt, 3: Thích nghi trung bình, 4: Thích nghi kém. X_i là các nhân tố sinh thái, lập địa, trạng thái rừng của lớp bản đồ thứ i , ε là sai số ước lượng của mô hình.

Phương pháp tiến hành lập mô hình, lựa chọn biến số ảnh hưởng, các chỉ tiêu thống kê, sai số tính toán như lập mô hình quan hệ mức thích nghi với các nhân tố sinh thái - lập địa, trạng thái rừng đã trình bày như ở phần trên.

2.3.6.3. Phương pháp lập bản đồ thích nghi làm giàu rừng khớp bằng cây tích

Chồng lớp các bản đồ 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 (Bảo Huy, 2009).

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 troi) ở từng mức thích nghi trong làm giàu rừng với chiều cao bình quân trội (Ho) của các cấp năng suất rừng trồng tẻch vùng Tây Nguyên (Bảo Huy, Bộ Nông nghiệp và PTNT, 1998) 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 Htroi tẻch trong làm giàu rừng khộp đồng nhất với tốc độ Ho ở các cấp năng suất rừng trồng, thì sử dụng Ho theo tuổi cho các cấp năng suất rừng trồng để dự đoán sinh trưởng và sản lượng tẻch làm giàu rừng khộp.

Sử dụng giá trị bình quân Dg (đường kính ứng với cây có tiết diện ngang trung bình), Hg (chiều cao trung bình ứng với Dg) theo Ho của 120 ô tiêu chuẩn 1.000 m² rừng trồng tẻch có tuổi từ 3 đến 45 (Bảo Huy và ctv, 1998) để lập mô hình dự đoán Dg và Hg theo Ho cho cây tẻch làm giàu rừng khộp theo từng mức thích nghi (Phụ lục 10).

Mô hình hóa hàm sinh trưởng dạng Schumacher phương pháp phi tuyến tính của Marquardt có trọng số Weight = 1/X_j^a (Picard và ctv, 2012):

$$Y_4 = a \times \exp(-b \times X_j^{-b}) + \varepsilon \quad (2.6)$$

Trong đó Y₄ là các chỉ tiêu sinh trưởng trung bình của tẻch, X_j là Ho, Dg, ε là sai số của ước lượng. Phương pháp thiết lập và thẩm định sai số mô hình tương tự như phần mô hình quan hệ mức thích nghi với các nhân tố đã trình bày ở trên.

Từ các mô hình này dự đoán được sinh trưởng trung bình lâm phần với các chỉ tiêu DBH_{tb}, H_{tb} và thể tích cây trung bình (V_{tb}) (với hình số tẻch f_{1,3} = 0,5; Bảo Huy và ctv, 1998) 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 ở các mức thích nghi

Căn cứ vào giá tẻch của TeakNet thế giới để dự đoán giá bán và dựa vào chi phí đầu vào (chi phí đầu tư làm giàu rừng), tính hiệu quả kinh tế của làm giàu rừng khớp 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 thiết lập hướng dẫn làm giàu rừng khớp bằng cây tẻch

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, tổng hợp để xây dựng hướng dẫn với các nội dung chính:

- Lựa chọn vùng thích nghi để làm giàu rừng khớp bằng cây tẻch trên cơ sở kết quả phát hiện các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo và dễ quan sát, thực vật chỉ thị, bản đồ thích nghi của cây tẻch trong rừng khớp.
- Phương thức làm giàu rừng khớp và mật độ trồng tẻch căn cứ vào kết quả thử nghiệm và mô hình mật độ theo các nhân tố ảnh hưởng.
- Kỹ thuật trồng, chăm sóc tẻch dưới tán rừng khớp được tổng kết từ kết quả trên các ô thử nghiệm.
- Cung cấp thông tin năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế của cây tẻch trong làm giàu rừng khớp dựa vào kết quả của các mô hình dự đoán sản lượng và kinh tế.

Chương 3

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

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

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

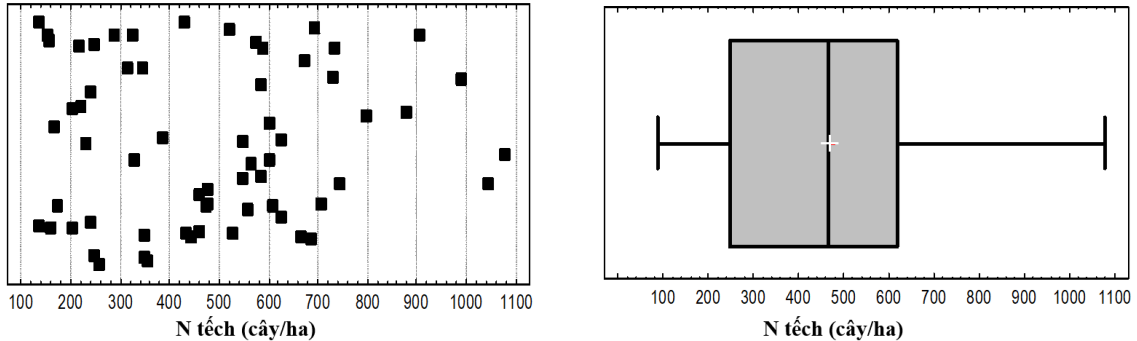
Các ô sinh thái được bố trí trên các điều kiện hoàn cảnh rất khác nhau để tìm ra nhân tố thích nghi cũng như hạn chế cho khả năng tồn tại và sinh trưởng của cây tẻch trong rừng khộp. Kết quả ở Bảng 3.1 chỉ ra bình quân và biến động của 3 chỉ tiêu cần quan tâm là mật độ, tỷ lệ sống, tỷ lệ cây tẻch không bị sâu bệnh.

Bảng 3.1. Biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của tẻch ở 64 ô sinh thái

Chỉ tiêu thống kê	Mật độ tẻch sống (cây/ha)	Tỷ lệ cây tẻch sống (%)	Tỷ lệ không sâu bệnh (%)
Trung bình	471	81,0	98,8
CV% (Coeff. of variation)	51,1	21,4	2,4
Nhỏ nhất	89	23,6	86,4
Lớn nhất	1.079	100,0	100,0

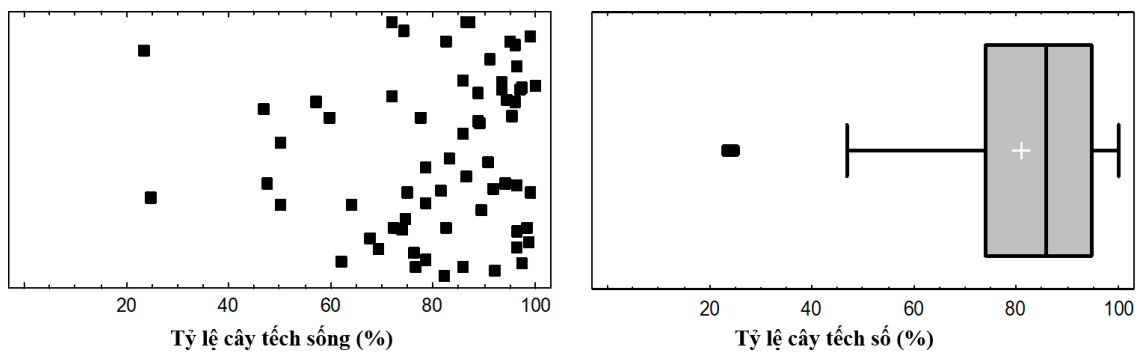
- Mật độ sống của tẻch: Mật độ trung bình là 471 cây/ha, thấp nhất là 89 cây/ha, cao nhất là 1.079 cây/ha, với hệ số biến động khá cao là $CV\% = 51,1\%$ ($CV\% = \frac{S}{\bar{X}} 100$, S là sai tiêu chuẩn và $\bar{X}$ là trung bình của chỉ tiêu khảo sát). Mật độ biến động như vậy là khá cao do sự tác động của các dạng lập địa và trạng thái rừng khác nhau. Biến động mật độ do 2 nhân tố chính: (i) Mật độ trồng tẻch khác nhau do mật độ cây rừng khộp và tỷ lệ % đá nổi khác nhau, (ii) Số cây chết do mức thích nghi khác nhau. Hình 3.1 chỉ ra biến động N/ha của tẻch theo các ô sinh thái, mật độ sống

tập trung từ 100-750 cây/ha. Đây cũng chính là khoảng mật độ cây tẻch thích hợp để làm giàu rừng khộp suy thoái ở các điều kiện lập địa, trạng thái rừng khác nhau.



Hình 3.1. Biến động mật độ sống của tẻch (cây/ha) ở 64 ô sinh thái

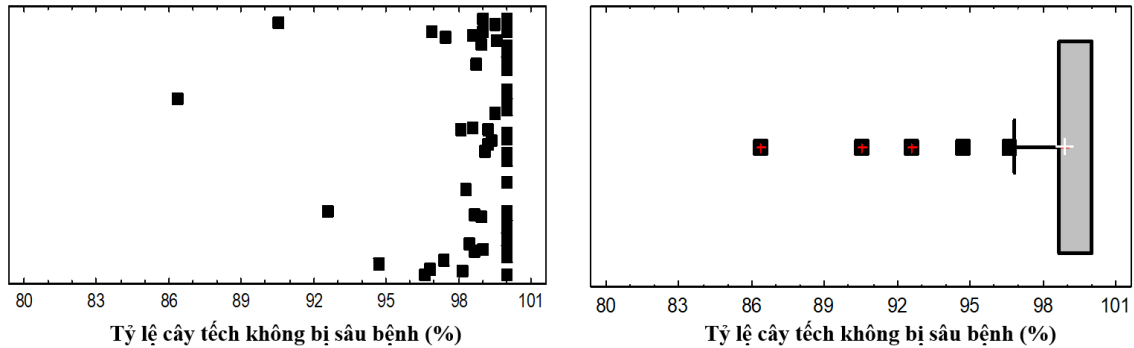
- Tỷ lệ sống của cây tẻch: Tỷ lệ tẻch sống trung bình đạt 81,0 %, thấp nhất là 23,6 % và cao nhất là 100 %. Tỷ lệ sống thấp rơi vào một số ô thử nghiệm có các điều kiện sinh thái kém thích nghi với cây tẻch, đặc biệt là tình trạng ngập nước, đất có tỷ lệ cát cao. Hình 3.2 chỉ ra phạm vi tỷ lệ sống tập trung từ 75-90 %, tỷ lệ sống < 60 % chỉ rải rác ở các ô có điều kiện không thuận lợi với tẻch.



Hình 3.2. Phân bố tỷ lệ cây tẻch sống (%) ở 64 ô sinh thái

- Tỷ lệ cây tẻch không bị sâu bệnh: Cây tẻch trong trồng rừng thuần loài thường bị sâu đục thân phá hoại làm chết cây hoặc giảm tốc độ sinh trưởng trong giai đoạn < 5 tuổi (Kaosa-ard, 1998; Bảo Huy và ctv, 1998). Trong các ô sinh thái cũng xuất hiện loài sâu này ở năm thứ nhất, tuy nhiên qua năm thứ hai trở đi khi tẻch ổn định và có sức sống thì sâu hại hầu như giảm hết. Tỷ lệ tẻch không sâu bệnh đạt trung bình 98,8 % và biến động rất thấp $CV\% = 2,4\%$. Hình 3.3 cho thấy đa số các ô sinh thái có tỷ lệ cây không sâu bệnh > 96 %. Điều này cho thấy khác với trồng tẻch thuần loài, tẻch trồng làm giàu rừng sống trong môi trường hỗn loài, đa dạng cây rừng khộp

đã hạn chế rất cao sự phá hoại của sâu bệnh, đây cũng chính là ưu điểm của làm giàu rừng so với trồng rừng thuần loài.



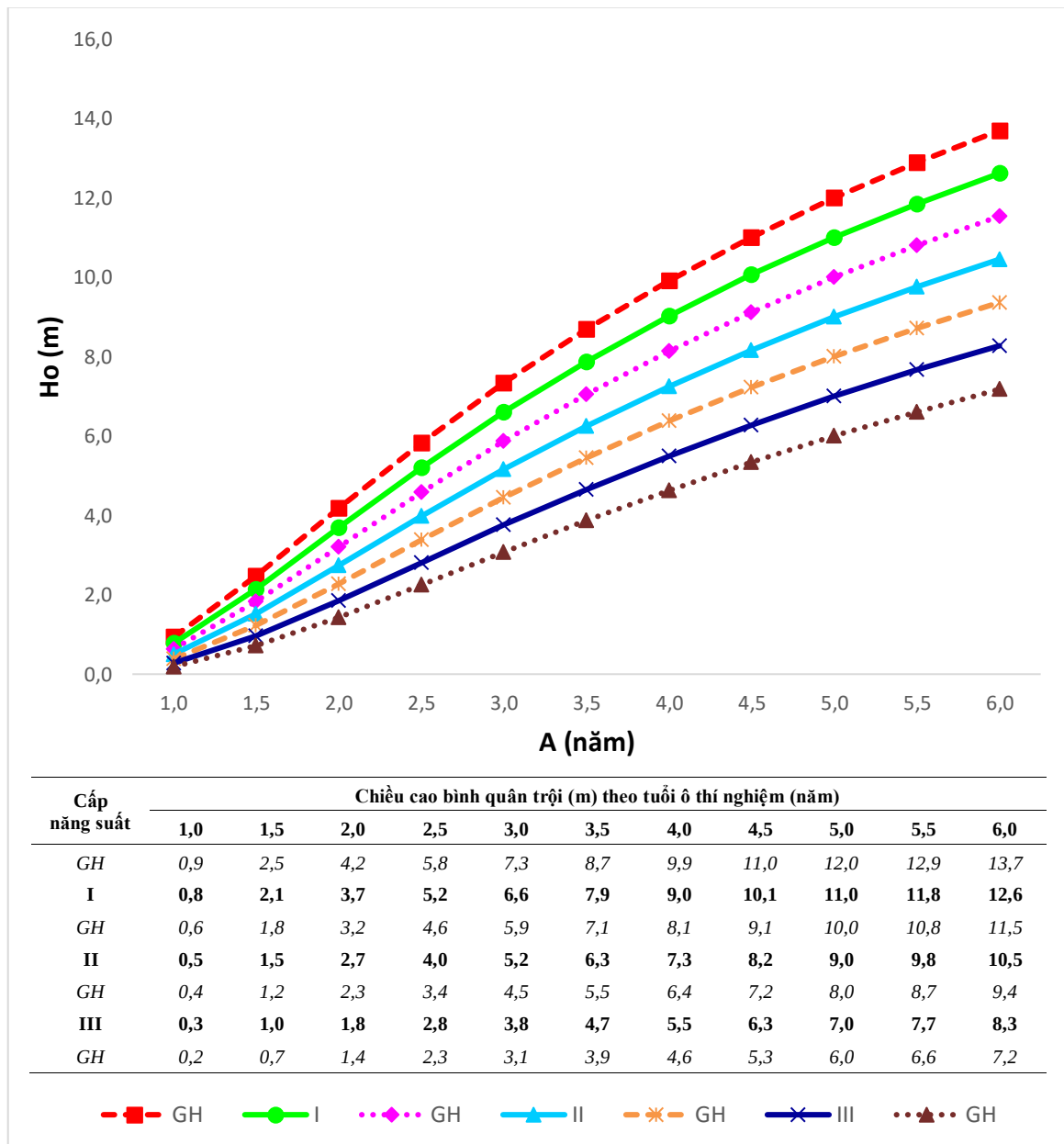
Hình 3.3. Phân bố tỷ lệ cây tẻch không bị sâu bệnh (%) ở 64 ô sinh thái

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

Cơ sở để đánh giá mức độ thích nghi là so sánh sinh trưởng của tẻch làm giàu rừng khộp với các cấp năng suất của tẻch trồng thuần loài theo chiều cao bình quân tầng trụi (Ho, m) theo tuổi ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ (Bảo Huy và ctv, 1998) (Hình 3.4). 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: I (Rất tốt), II (Tốt), III (Trung bình) và dưới IV (Kém).

Bảng 3.2. Chiều cao bình quân cây trụi (m) theo tuổi O TN ở 4 mức thích nghi tẻch

Mức thích nghi	Tuổi ô thí nghiệm (năm)					
	2,3	3,5	3,9	4,4	4,5	5,4
Giới hạn	5,2	8,7	9,7	10,8	11,0	12,7
1: Rất thích nghi	4,6	7,9	8,8	9,9	10,1	11,7
Giới hạn	4,0	7,1	7,9	8,9	9,1	10,7
2: Thích nghi tốt	3,5	6,3	7,1	8,0	8,2	9,6
Giới hạn	2,9	5,5	6,2	7,1	7,2	8,6
3: Thích nghi trung bình	2,4	4,7	5,3	6,1	6,3	7,5
Giới hạn	1,9	3,9	4,5	5,2	5,3	6,5
4: Kém thích nghi	Dưới giới hạn của mức thích nghi trung bình 3					



Hình 3.4. Quan hệ H_o/A và biểu cấp năng suất rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên giai đoạn 1-6 tuổi (Bảo Huy và ctv, 1998)

Với 64 ô sinh thái xác định được các cặp dữ liệu chiều cao trung bình cây trội cây tẻch (H_{tb} trội) theo tuổi (A), so sánh các cặp dữ liệu này với biểu cấp năng suất ở Hình 3.4 và Bảng 3.2 xác định được cấp năng suất của từng ô sinh thái. Xem các ô ở cấp năng suất I (rất tốt) là rất thích nghi, cấp II (Tốt) là thích nghi tốt, cấp III (Trung bình) là thích nghi trung bình và thấp hơn là kém thích nghi. Kết quả sắp xếp 64 ô sinh thái theo 4 mức thích nghi khác nhau ở Bảng 3.3.

Bảng 3.3. Mức thích nghi của tếch làm giàu rừng khộp ở 64 ô sinh thái

Cấp thích nghi	Số ô sinh thái	Tỷ lệ (%)
1: Rất thích nghi	4	6,3
2: Thích nghi tốt	5	7,8
3: Thích nghi trung bình	18	28,1
4: Thích nghi kém	37	57,8
Tổng	64	100,0

Nguồn: Huy và ctv, 2017.

Kết quả xếp các ô sinh thái theo 4 mức thích nghi ở Bảng 3.3, 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 %. Như vậy:

Ở câu hỏi thứ nhất “Tếch có thích nghi trong điều kiện trồng làm giàu rừng khộp hay không?” được trả lời: với 42,2 % ô đạt các mức thích nghi khác nhau (mức 1, 2 và 3); có nghĩa là tếch cho dù có trồng xen trong điều kiện hoàn cảnh rất khắc nghiệt của rừng khộp so với điều kiện thuận lợi hơn của rừng trồng thuần vẫn thích nghi từ trung bình đến rất cao.

Ở câu hỏi thứ hai “Nếu thích nghi thì ở mức nào?” thì kết quả tếch thích nghi ở 4 mức: Rất thích nghi (6,3 %), thích nghi tốt (7,8 %), thích nghi trung bình (28,1 %), thích nghi kém (57,8 %) theo ô thí nghiệm. Ở các mức thích nghi, thì tập trung ở mức trung bình sau đó là tốt. Mức thích nghi kém chiếm tỷ lệ ô sinh thái cao nhất, chứng tỏ hoàn cảnh rừng khộp rất khắc nghiệt, ngay cả đối với cây tếch dù có tiên lượng là có đặc điểm sinh lý, sinh thái khá phù hợp với sinh thái rừng khộp. Cho nên khi làm giàu rừng cần chọn lập địa, trạng thái mà tếch có sự thích nghi. Riêng mức thích nghi kém là so với điều kiện thuận lợi của rừng trồng, các ô ở mức thích nghi kém tỷ lệ sống, sinh trưởng của tếch vẫn ổn định, chứng tỏ tếch có khả năng tồn tại. Trong khi chưa có một loài cây rừng khác nào có thể sinh trưởng trong rừng khộp, thì mức thích nghi kém đôi khi vẫn chấp nhận được tuy ở mức năng suất có thấp hơn 3 mức thích nghi trên, hoặc để phục hồi sinh thái rừng khộp đang bị suy thoái.

Mức thích nghi có quan hệ chặt với tăng trưởng tếch, do đó đã kiểm tra việc phân chia tếch làm giàu rừng khộp theo 4 mức thích nghi dựa vào sự sai khác của tăng trưởng chiều cao bình quân tăng trội cây tếch (TT Htb trội) ở các ô sinh thái. Sử dụng tiêu chuẩn phi tham số của Kruskal-Wallis để so sánh sự khác biệt tăng trưởng và Duncan để xem có sự đồng nhất tăng trưởng ở các mức thích nghi hay không?

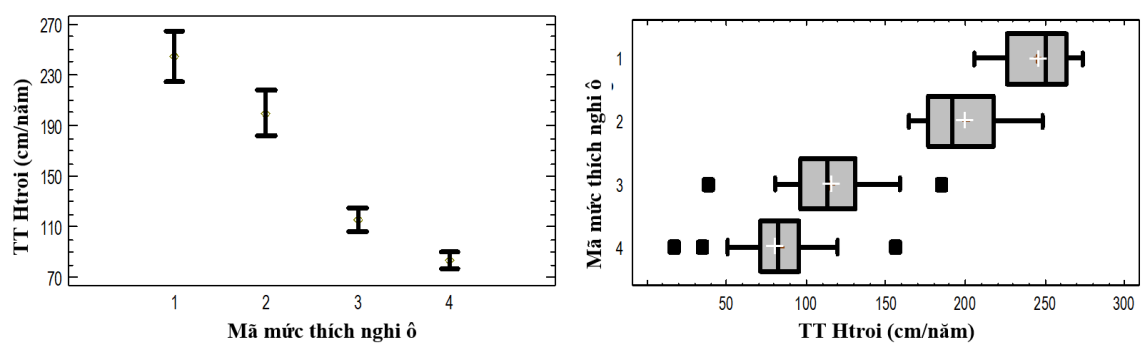
Kết quả ở Bảng 3.4 và Hình 3.5 cho thấy với $P < 0,05$ thì có sự khác biệt rõ rệt tăng trưởng cây trội tếch ở 4 mức thích nghi và qua phân tích Duncan thì nhận thấy không có sự đồng nhất tăng trưởng giữa các mức thích nghi. Hay nói cách khác là phân chia tếch làm giàu rừng khộp thành 4 mức là phù hợp và sai khác giữa chúng là có ý nghĩa ở độ tin cậy $> 95 \%$.

Bảng 3.4. Đánh giá sự khác biệt tăng trưởng chiều cao bình quân cây tếch trội (TT Htroi) theo 4 mức thích nghi theo tiêu chuẩn phi tham số Kruskal-Wallis

Kruskal-Wallis Test for TT Htroi by Muc thích nghi			Tiêu chuẩn Duncan (Method: 95.0 percent Duncan)			
Mức thích nghi	Số ô	Trung vị	Mức thích nghi	Số ô	Trung bình tăng trưởng (cm/năm)	Các nhóm đồng nhất
1	4	61,75	4: Thích nghi kém	37	82,96	X
2	5	58,20	3: Thích nghi TB	18	115,45	X
3	18	40,17	2: Thích nghi tốt	5	199,73	X
4	37	22,13	1: Rất thích nghi	4	244,68	X

Test statistic = 33,9162 P-Value = 2,06353E-7

Ghi chú: Các nhóm không đồng nhất khi các dấu X không cùng cột



Hình 3.5. Tăng trưởng bình quân chiều cao trội tếch theo 4 mức thích nghi

Trên cơ sở 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 mật độ sống, tỷ lệ sống, sâu bệnh của tẻch theo từng mức thích nghi (Bảng 3.5 và Hình 3.6), cụ thể như sau:

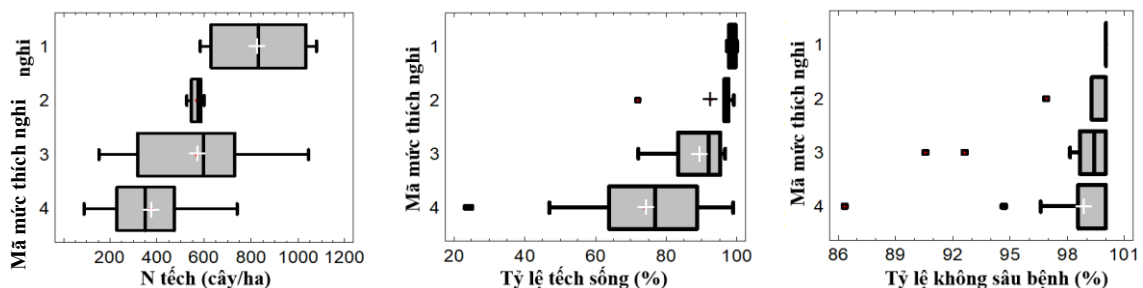
- Ở hầu hết các mức thích nghi mật độ sống tẻch khá cao bình quân 471 cây/ha, mật độ có biến động từ thấp đến khá cao, với CV% từ 5,3-48,7 %.

- Khi mức thích nghi kém đi tỷ lệ cây tẻch sống có xu hướng giảm đi, tỷ lệ sống cao nhất ở mức rất thích nghi là 98,6 %, đến mức thích nghi kém là 73,6 %. Kết quả cho thấy tỷ lệ sống của cây sau 4-5 năm làm giàu rừng là khả quan. Ngay cả ở mức thích nghi kém tẻch vẫn tồn tại và đạt tỷ lệ sống khá cao.

- Cả ở 4 mức thích nghi tẻch đều có tỷ lệ không sâu bệnh cao, từ 98,5-100,0 %. Cho thấy tẻch trồng làm giàu rừng tránh được sâu bệnh mà không cần dùng biện pháp phòng trừ nào, với tỷ lệ không sâu bệnh hầu như rất cao, ổn định.

Bảng 3.5. Trung bình và biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của tẻch ở các mức thích nghi

Mã số/Mức thích nghi	Số ô	Mật độ tẻch sống cây/ha	CV Ntẻch/ha %	Tỷ lệ sống %	CV tỷ lệ sống %	Tỷ lệ không sâu bệnh %	CV tỷ lệ không sâu bệnh %
1: Rất thích nghi	4	831,5	28,9	98,6	1,3	100,0	0,0
2: Thích nghi tốt	5	567,6	5,3	92,4	12,5	99,2	1,4
3: Thích nghi trung bình	18	568,2	46,7	89,2	8,0	98,5	2,7
4: Thích nghi kém	37	371,9	48,7	73,6	25,2	98,8	2,5
Tổng / Trung bình	64	471,1	51,1	81,0	21,4	98,8	2,4



Hình 3.6. Trung bình và biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của cây tẻch ở 4 mức thích nghi

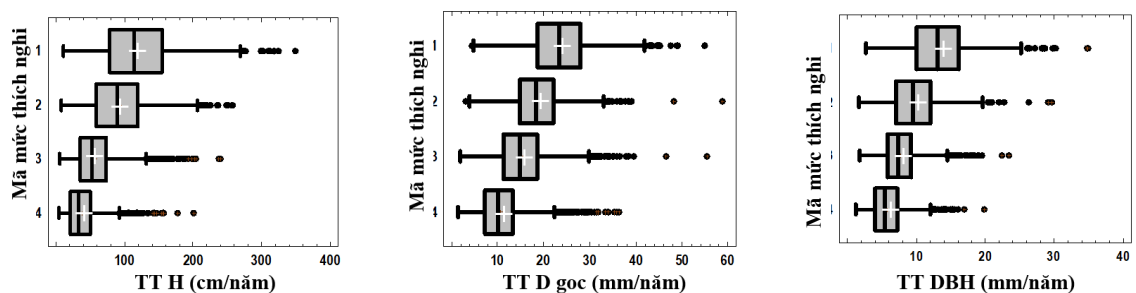
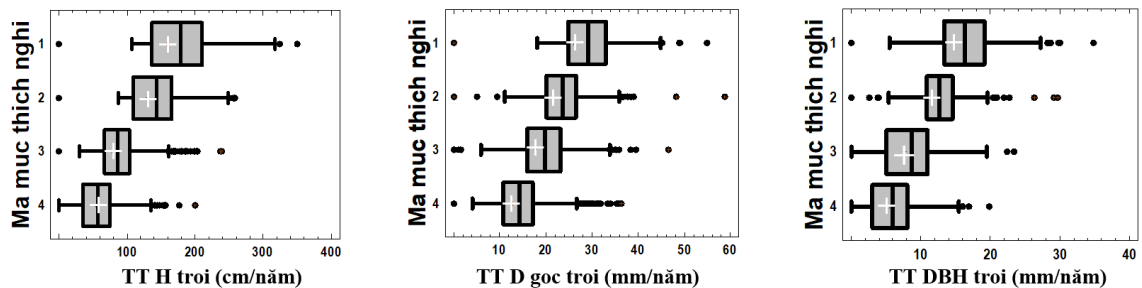
Bảng 3.6 cho thấy việc sắp các ô sinh thái theo mức thích nghi phản ảnh tốt tốc độ sinh trưởng tểch làm giàu rừng ở các điều kiện hoàn cảnh khác nhau. Theo tuổi tăng dần và mức thích nghi càng tốt sinh trưởng tểch càng tốt. Nhìn chung, biến động CV% của cây trội thấp hơn cây trung bình và tăng khi mức thích nghi càng kém, có nghĩa là ở mức thích nghi xấu thì biến động, phân hóa sinh trưởng tểch càng lớn.

Bảng 3.6. Trung bình, biến động sinh trưởng tểch theo mức thích nghi và tuổi của 64 ô ST

Mức thích nghi	Tuổi, năm	Số ô TN ST	Htb trội, m	CV Htb trội, %	Htb, m	CV Htb, %	Dtb gọc, troi, cm	CV Dtb gọc, troi, %	Dtb gọc, cm	CV Dtb gọc, %	DBH tb, troi, cm	CV DBH tb, troi, %	DBH tb, cm	CV DBH tb, %
1. Rất thích nghi	3,5	4	5,9	24,1	3,6	30,1	8,1	15,2	6,0	19,7	4,9	19,6	3,3	27,2
2. Thích nghi tốt		5	5,4	18,3	3,3	22,0	7,3	14,9	5,5	19,1	4,2	17,8	2,8	21,4
	3,5	4	5,1	18,8	3,1	22,6	6,9	12,8	5,2	18,0	4,0	15,0	2,7	20,4
	4,4	1	6,3		4,0		8,6		6,6		5,2		3,5	
3. Thích nghi trung bình		18	2,9	30,1	1,6	27,2	5,1	21,8	3,5	21,7	2,6	35,9	1,9	29,3
	3,5	15	2,6	21,7	1,5	25,5	4,8	18,1	3,3	22,1	2,3	26,4	1,7	22,7
	4,4	3	4,2	21,1	2,2	7,3	6,7	15,3	4,3	2,8	4,1	20,9	2,7	23,4
4. Thích nghi kém		37	2,3	39,6	1,2	44,7	4,5	27,8	2,9	32,0	2,1	38,4	1,7	27,2
	2,3	2	1,1	44,8	0,6	28,8	2,8	26,4	1,9	14,6	1,5		1,5	
	3,5	14	1,7	31,4	0,9	29,1	3,6	20,6	2,4	24,1	1,5	21,7	1,4	19,2
	3,9	2	1,6	20,6	0,7	16,1	3,7	14,2	2,0	14,5	1,7	11,1	1,7	11,1
	4,4	14	2,7	17,5	1,4	20,1	5,2	11,9	3,3	12,8	2,4	22,1	1,9	16,3
	4,5	3	2,8	9,4	1,5	10,5	4,7	5,4	3,1	7,2	2,2	7,5	1,6	6,9
	5,4	2	4,5	11,6	3,0	9,1	7,5	9,0	5,6	10,1	4,4	13,6	3,0	15,1

Bảng 3.7. Tăng trưởng cây trội tẻch ở các mức thích nghi theo tuổi của 64 ô ST

Mức thích nghi	Tuổi (năm)	Số ô TN ST	TT Htroi (m/năm)	TT H (m/năm)	TT Dgoc troi (cm/năm)	TT Dgoc (cm/năm)	TT DBHtroi (cm/năm)	TT DBH (cm/năm)
1. Rất thích nghi	3,5	4	1,5	0,9	2,2	1,6	1,3	0,8
2. Thích nghi tốt		5	1,5	0,9	2,0	1,5	1,2	0,8
	3,5	4	1,5	0,9	2,0	1,5	1,2	0,8
	4,4	1	1,4	0,9	2,0	1,5	1,2	0,8
3. Thích nghi trung bình		18	0,8	0,4	1,4	1,0	0,7	0,5
	3,5	15	0,8	0,4	1,4	1,0	0,7	0,5
	4,4	3	1,0	0,5	1,5	1,0	0,9	0,6
4. Thích nghi kém		37	0,6	0,3	1,1	0,7	0,5	0,4
	2,3	2	0,6	0,3	1,4	0,9	0,7	0,7
	3,5	14	0,5	0,3	1,1	0,7	0,4	0,4
	3,9	2	0,4	0,2	1,0	0,5	0,4	0,4
	4,4	14	0,6	0,3	1,2	0,7	0,6	0,4
	4,5	3	0,6	0,3	1,1	0,7	0,5	0,4
	5,4	2	0,9	0,5	1,4	1,0	0,8	0,6
Trung bình chung		64	0,9	0,5	1,5	1,0	0,8	0,6



Kết quả ở Bảng 3.7, Hình 3.7 và Hình 3.8 cho thấy tăng trưởng của tẻch theo các mức thích nghi:

- Tăng trưởng trung bình chiều cao trội (TT Htroi): Trung bình là 0,9 m/năm, đạt cao nhất ở hai mức rất thích nghi và thích nghi tốt là 1,5 m/năm, ở mức thích nghi trung bình là 0,8 m/năm và thấp nhất ở mức thích nghi kém là 0,6 m/năm.

- Tăng trưởng trung bình chiều cao (TT H): Trung bình là 0,5 m/năm, cao nhất ở hai mức rất thích nghi và thích nghi tốt đều là 0,9 m/năm, ở mức thích nghi trung bình 0,4 m/năm và ở mức thích nghi kém 0,3 m/năm. Như vậy, so với tăng trưởng trung bình chiều cao tẻch trồng thuần là 1 m/năm (Bảo Huy, 1995a,b; Bảo Huy và ctv, 1998) thì cây tẻch ở cả hai mức rất thích nghi và thích nghi tốt đều gần xấp xỉ, còn ở hai mức thích nghi trung bình và thích nghi kém đều thấp hơn rất nhiều chưa bằng một nửa. Kết quả này cho thấy ở 2 mức thích nghi cao của tẻch là rất phù hợp, sinh trưởng tốt và có khả năng cho sản lượng cao khi trồng làm giàu rừng khộp.

- Tăng trưởng đường kính gốc của tẻch đạt trên 1,5 cm/năm ở mức thích nghi tốt đến rất tốt, cao hơn hẳn so với tẻch trồng thuần loại tăng trung bình 1cm/năm (Bảo Huy, 1995a,b,c; và ctv, 1998), ở mức thích nghi trung bình tăng trưởng đường kính xấp xỉ trung bình rừng trồng thuần là 1 cm/năm, còn ở mức thích nghi kém tăng trưởng tẻch chỉ đạt khoảng 0,7 cm/năm.

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

Từ dữ liệu sinh trưởng tẻch cá thể, bình quân tẻch đã đo lặp lại trên 64 ô sinh thái, khái quát quy luật sinh trưởng tẻch theo các mức thích nghi bằng các mô hình.

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

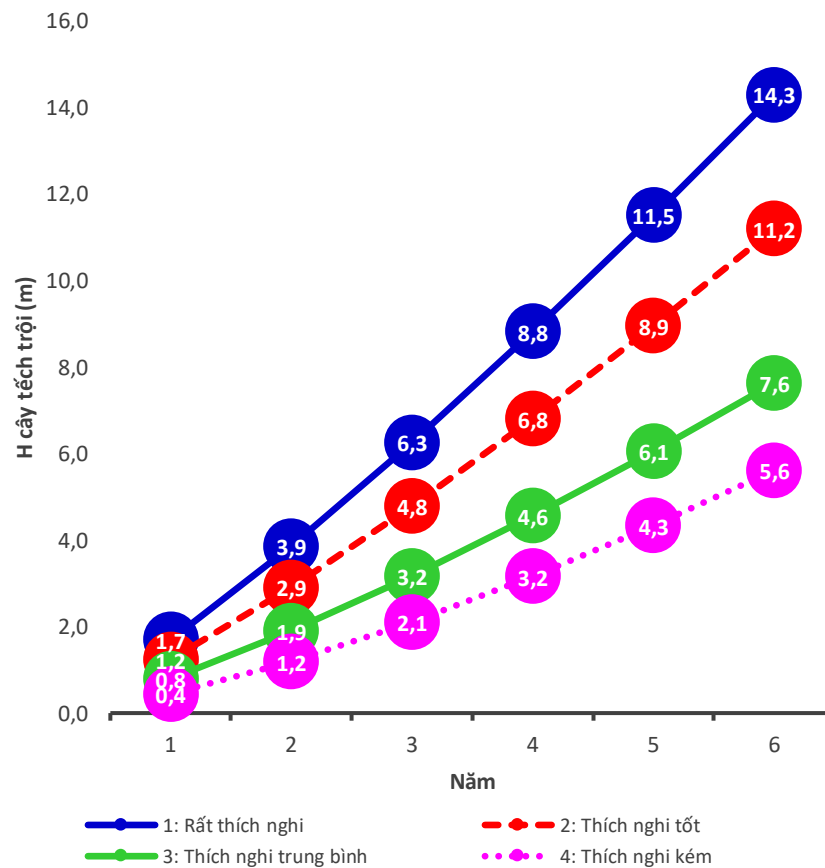
Từ số liệu cây trội tẻch, mô phỏng quá trình sinh trưởng theo 4 mức thích nghi theo các chỉ tiêu chiều cao cây trội (Htroi), đường kính gốc cây trội (Dgoctroi) và đường kính ngang ngực trội (DBHtroi) theo tuổi của tẻch.

Kết quả biểu diễn ở Bảng 3.8, Bảng 3.9 và Hình 3.9, Hình 3.10. Mô hình Power có trọng số với nhân tố chủ đạo là tuổi đã mô phỏng và phản ánh tốt quy luật sinh trưởng cây trội ở 4 mức thích nghi. Hệ số xác định R^2_{adj} đạt từ mức 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 0,5 m, với mô hình Dgoctroi là 0,7 cm.

Đồng thời các đồ thị phản ánh tốt quy luật sinh trưởng Htroi, Dgoctroi theo tuổi ở các mức thích nghi khác nhau. Các đường này không cắt nhau, phân phối hài hòa, cùng xu hướng, có nghĩa là việc phân chia mức thích nghi phản ánh tốt quy luật sinh trưởng cây tẻ trọi trong rừng khộp.

Bảng 3.8. Mô hình sinh trưởng H (cm) cây trọi tẻ theo tuổi và mức thích nghi

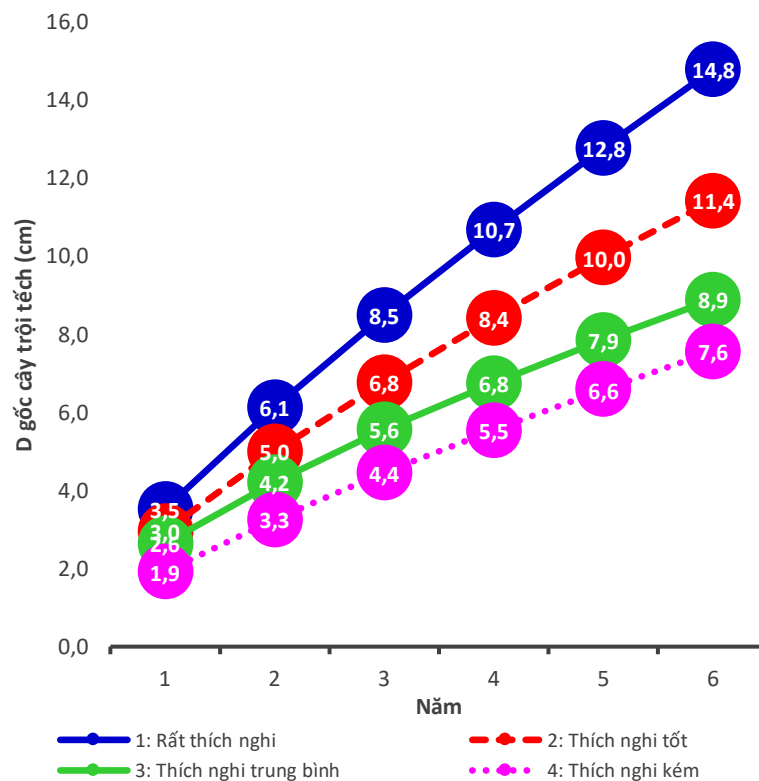
TT	Mã / Mức thích nghi	Mô hình	n cây	$R^2_{adj.}$ (%)	Biến Weight	MAE (cm)	MAPE (%)
1	1: Rất thích nghi	$H_{troi} = 169,06800 \cdot A^{1,19143}$	365	83,04	$1/A^{-0,3}$	58,54	16,72
2	2: Thích nghi tốt	$H_{troi} = 124,02400 \cdot A^{1,22779}$	584	86,45	$1/A^{1,0}$	42,50	16,22
3	3: Thích nghi trung bình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



Hình 3.9. Mô hình sinh trưởng H cây trọi tẻ (m) ở 4 mức thích nghi theo tuổi

Bảng 3.9. Mô hình sinh trưởng D gốc (mm) cây trọt tẻch theo tuổi và mức thích nghi

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

**Hình 3.10.** Mô hình sinh trưởng D gốc cây trọt tẻch (cm) ở 4 mức thích nghi theo tuổi

Xác định giá trị sinh trưởng của cây trọt tẻch theo tuổi ở 4 mức thích nghi và giá trị tăng trưởng bình quân, với tăng trưởng = sinh trưởng/tuổi, qua 8 mô hình sinh trưởng cây trọt theo mức thích nghi, kết quả ở Bảng 3.10.

Bảng 3.10. Sinh trưởng và tăng trưởng cây trọt tẻch theo mức thích nghi và tuổi

Mức thích nghi	A (năm)	Htroi (m)	Dgoctroi (cm)	TT Htroi (m/năm)	TT Dgoctroi (cm/năm)
1: Rất thích nghi	1	1,69	3,53	1,69	3,53
	2	3,86	6,14	1,93	3,07
	3	6,26	8,49	2,09	2,83
	4	8,82	10,68	2,20	2,67
	5	11,50	12,76	2,30	2,55
	6	14,29	14,77	2,38	2,46
2: Thích nghi tốt	1	1,24	2,97	1,24	2,97
	2	2,90	5,00	1,45	2,50
	3	4,78	6,78	1,59	2,26
	4	6,80	8,41	1,70	2,10
	5	8,95	9,95	1,79	1,99
	6	11,19	11,42	1,87	1,90
3: Thích nghi trung bình	1	0,79	2,64	0,79	2,64
	2	1,90	4,22	0,95	2,11
	3	3,17	5,56	1,06	1,85
	4	4,57	6,75	1,14	1,69
	5	6,06	7,85	1,21	1,57
	6	7,63	8,88	1,27	1,48
4: Thích nghi kém	1	0,44	1,92	0,44	1,92
	2	1,18	3,26	0,59	1,63
	3	2,10	4,45	0,70	1,48
	4	3,16	5,54	0,79	1,39
	5	4,33	6,57	0,87	1,31
	6	5,61	7,56	0,94	1,26

Qua kết quả ở Bảng 3.10 cho thấy đặc điểm sinh trưởng, tăng trưởng của cây trội tẻch:

- Sinh trưởng tăng theo tuổi và trong mỗi tuổi mức thích nghi tốt hơn sẽ cao hơn cho thấy các mô hình sinh trưởng phù hợp quy luật.

- Tăng trưởng chiều cao cây trội (TT Htroi) vẫn còn xu hướng tăng sau tuổi 5, với $A = 5$ thì TT Htroi ở mức Rất thích nghi là 2,3 m/năm và thấp nhất ở mức Thích nghi kém là 0,9 m/năm.

- Tăng trưởng đường kính gốc cây trội (TT Dgoctroi) có xu hướng ổn định, với $A = 5$ thì TT Dgoctroi ở mức Rất thích nghi là 2,6 cm/năm và thấp nhất ở mức Thích nghi kém là 1,3 cm/năm.

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

Mô phỏng quá trình sinh trưởng trung bình của cây tẻch ở 4 mức thích nghi theo các chỉ tiêu chiều cao trung bình (Htb), đường kính gốc trung bình (Dgoctb) theo tuổi.

Các kết quả mô phỏng được trình bày tại

Bảng 3.11, Bảng 3.12 và Hình 3.11, Hình 3.12.

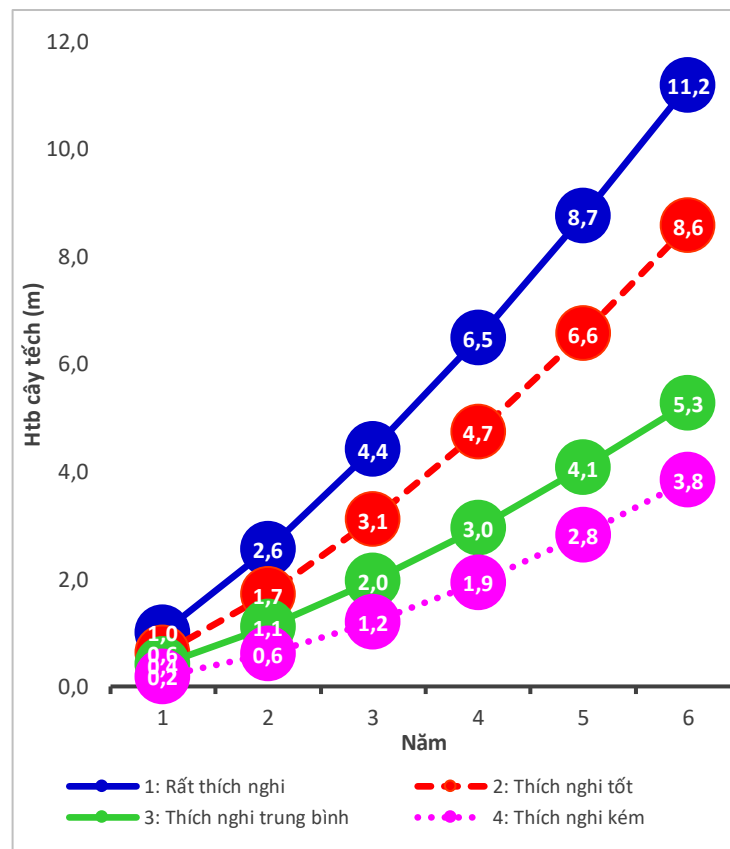
Mô hình Power có trọng số với nhân tố chủ đạo là tuổi đã mô phỏng khá tốt quy luật sinh trưởng trung bình tẻch ở 4 mức thích nghi; với các chỉ tiêu lựa chọn đạt được khá tốt, cụ thể như sau:

- Hệ số xác định $R^2_{adj} > 75 \%$.
- Sai số tương đối MAPE% đều $< 23 \%$.
- Các sai số tuyệt đối MAE là nhỏ:
 - + Với Htb thì MAE tối đa là 0,3 m
 - + Trong khi đó với Dgoctb thì MAE tối đa là 0,4 cm

Ngoài ra, các đồ thị không cắt nhau, phân phối hài hòa, cùng xu hướng, có nghĩa là việc phân chia mức thích nghi phản ánh tốt quy luật sinh trưởng trung bình của cây tẻch trong rừng khộp.

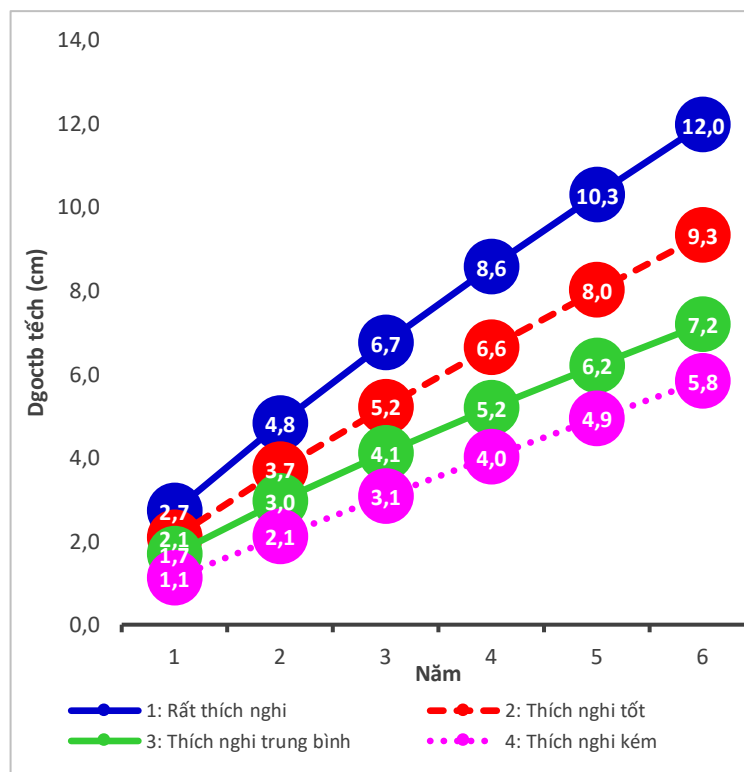
Bảng 3.11. Mô hình sinh trưởng trung bình H (cm) tẻch theo mức thích nghi và tuổi

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

**Hình 3.11.** Mô hình sinh trưởng Htb (m) của tẻch theo mức thích nghi và tuổi

Bảng 3.12. Mô hình sinh trưởng trung bình Dgocb (mm) tểch theo mức thích nghi và tuổi

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

**Hình 3.12.** Mô hình sinh trưởng Dgocb (cm) của tểch theo mức thích nghi và tuổi

Xác định giá trị sinh trưởng trung bình của tểch theo tuổi, mức thích nghi và giá trị tăng trưởng bình quân từ 8 mô hình sinh trưởng trung bình của tểch theo mức thích nghi trình bày ở Bảng 3.13.

Bảng 3.13. Sinh trưởng và tăng trưởng trung bình tểch theo mức thích nghi và tuổi

Mức thích nghi	A (năm)	Htb (m)	Dgoctb (cm)	TT Htb (m/năm)	TT Dgoctb (cm/năm)
1: Rất thích nghi	1	1,0	2,7	1,01	2,72
	2	2,6	4,8	1,28	2,41
	3	4,4	6,7	1,47	2,25
	4	6,5	8,6	1,62	2,14
	5	8,7	10,3	1,75	2,06
	6	11,2	12,0	1,86	1,99
2: Thích nghi tốt	1	0,6	2,1	0,62	2,08
	2	1,7	3,7	0,86	1,86
	3	3,1	5,2	1,03	1,74
	4	4,7	6,6	1,18	1,66
	5	6,6	8,0	1,31	1,60
	6	8,6	9,3	1,43	1,55
3: Thích nghi trung bình	1	0,4	1,7	0,41	1,69
	2	1,1	3,0	0,55	1,48
	3	2,0	4,1	0,65	1,37
	4	3,0	5,2	0,74	1,29
	5	4,1	6,2	0,81	1,24
	6	5,3	7,2	0,88	1,20
4: Thích nghi kém	1	0,2	1,1	0,19	1,12
	2	0,6	2,1	0,30	1,06
	3	1,2	3,1	0,40	1,03
	4	1,9	4,0	0,48	1,00
	5	2,8	4,9	0,56	0,99
	6	3,8	5,8	0,64	0,97

Kết quả Bảng 3.13 cho thấy đặc điểm sinh trưởng, tăng trưởng trung bình của tểch trong rừng khộp:

- Sinh trưởng trung bình tăng theo tuổi và tùy thuộc vào mức thích nghi, kết quả này cho thấy các mô hình sinh trưởng trung bình tểch phản ánh tốt quy luật.

- Tăng trưởng chiều cao trung bình Htb vẫn còn xu hướng gia tăng sau tuổi 5, với $A = 5$ thì TT Htb ở mức rất thích nghi là 1,8 m/năm, ở mức thích nghi tốt là 1,3 m/năm, Thích nghi trung bình là 0,8 m/năm và thích nghi kém là 0,7 m/năm. So với tẻch trồng thuần với tăng trưởng chiều cao trung bình là 1,0 m/năm (Bảo Huy và ctv, 1998), thì ở 2 mức rất thích nghi và thích nghi tốt là xấp xỉ. Nghĩa là, sinh trưởng tẻch làm giàu rừng khộp rất tốt 2 mức thích nghi cao.

- Tăng trưởng đường kính gốc trung bình (TT Dgoctb) có xu hướng chậm lại đến ổn định, với $A = 5$ thì TT Dgoctb cao nhất ở mức rất thích nghi là 2,1 cm/năm, thích nghi tốt là 1,6 cm/năm, thích nghi trung bình là 1,2 cm/năm và kém là gần 1 cm/năm. Như vậy cả 4 mức thích nghi tăng trưởng đường kính bằng hoặc hơn so với rừng trồng (Bảo Huy và ctv, 1998).

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

Trong thực tế khi bắt đầu trồng xen, mật độ trồng tẻch (N, cây/ha) phụ thuộc vào hai nhân tố chính là mật độ cây rừng khộp với cự ly cây tẻch cách cây rừng khộp (có DBH ≥ 10 cm) là > 3 m và tỷ lệ đá nổi trên bề mặt đất rừng.

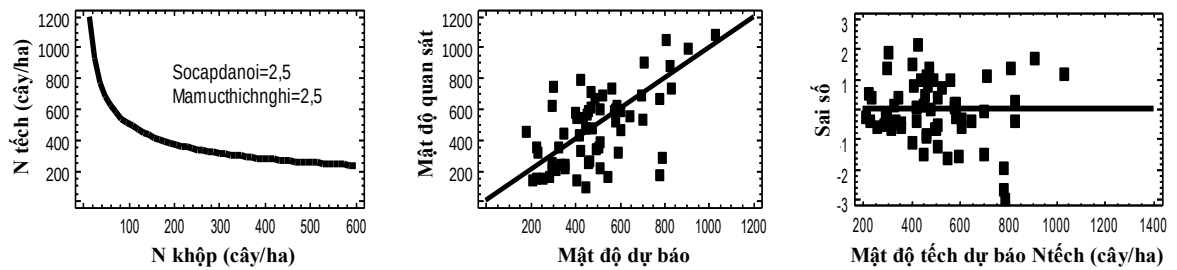
Đồng thời mật độ sống của tẻch giảm khi mức thích nghi kém đi vì quá trình đào thải diễn ra cao hơn mức thích nghi tốt.

Vì vậy, tiến hành lập mô phỏng mô hình mật độ sống tẻch theo ba nhân tố: Mật độ cây rừng khộp, tỷ lệ đá nổi và mức thích nghi của tẻch. Mô hình dạng Power được sử dụng vì mật độ tẻch giảm khi 3 nhân tố này tăng lên; theo phương pháp phi tuyến có trọng số là biến weight = “ $1/\text{Muc thích nghi}^2$ ”, kết quả ở Bảng 3.14 và Hình 3.13 cho thấy mô hình có quan hệ tốt thông qua R^2_{adj} khá lớn (68,62 %) và sai số tuyệt đối trung bình MAE = 114 cây/ha và sai số tương đối là 29,69 %.

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

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

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



Hình 3.13. Đồ thị quan hệ N tẻch/ha qua mô hình và sai số theo giá trị dự đoán

Mô hình cho thấy mật độ sống của cây tẻch (N, cây/ha) giảm khi tỷ lệ đá nổi và mật độ cây rừng khộp tăng và tăng lên ở mức thích nghi tốt hơn, kết quả xác định mật độ sống của cây tẻch ở Bảng 3.15. Như vậy, mật độ tẻch làm giàu rừng khộp biến động từ 166-1.097 cây/ha tùy thuộc vào ba nhân tố mật độ cây rừng, tỷ lệ đá nổi và mức thích nghi của tẻch.

Bảng 3.15. N (cây/ha) theo mức thích nghi, mật độ rừng khộp và cấp tỷ lệ đá nổi

Mức thích nghi	N _{khốp} (cây/ha)	Đá nổi			
		< 10%	10 - 30%	30 - 50%	50 - 70%
		1	2	3	4
1	100	1.097	814	683	604
	300	683	507	426	376
	500	549	407	342	302
2	100	814	604	507	448
	300	507	376	316	279
	500	407	302	254	224
3	100	683	507	426	376
	300	426	316	265	234
	500	342	254	213	188
4	100	604	448	376	332
	300	376	279	234	207
	500	302	224	188	166

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

Để xác định được lập địa, trạng thái rừng thích hợp cho cây tETCH trong làm giàu rừng khộp suy thoái, đã tiến hành phân tích để phát hiện các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng sinh trưởng, thích nghi của cây tETCH khi đưa vào trong rừng khộp; từ đó tổ hợp để chỉ ra các dạng lập địa - trạng thái rừng ứng với các mức thích nghi khác nhau của cây tETCH.

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

- Bước 1: Phân tích để phát hiện các nhân tố theo từng nhóm nhân tố, gồm có 3 nhóm: sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị, lý hóa tính đất rừng.

- Bước 2: Trên cơ sở các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng thích nghi của cây tETCH ở 3 nhóm nhân tố phát hiện ở bước 1, phân tích tác động qua lại của các nhân tố ảnh hưởng này để chọn lọc tổ hợp các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến sinh trưởng, thích nghi của cây tETCH trong rừng khộp. Từ tổ hợp các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo, chỉ ra được các dạng lập địa - trạng thái rừng ứng với các mức thích nghi khác nhau của cây tETCH trong làm giàu rừng khộp

Kết quả trình bày như sau:

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

Nghiên cứu mối quan hệ giữa mức thích nghi của tETCH với 9 nhân tố thuộc nhóm sinh thái, bao gồm: Độ cao so với mặt biển, vị trí địa hình, độ dốc, đá mẹ, đơn vị đất, tầng dày đất, ngập nước, tỷ lệ đá nổi và tỷ lệ kết von đất.

Phát hiện các nhân tố ảnh hưởng từ 9 nhân tố này theo tiêu chuẩn Cp của Mallow, kết quả trình bày ở Bảng 3.16.

Bảng 3.16. Xác định nhân tố sinh thái ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn C_p của Mallow

Regression Model Selection - log(Mức thích nghi)

Dependent variable: log(Mức thích nghi)

Independent variables:

A=log(Do cao)

B=log(Vi tri)

C=log(Do doc)

D=log(Da me)

E=log(Don vi dat)

F=log(Day dat)

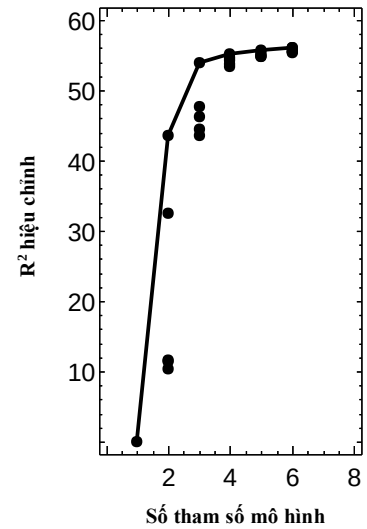
G=log(Ngap nuoc)

H=log(Da noi)

I=log(Ket von)

Models with Smallest C_p

MSE	R-Squared	Adjusted R-Squared	C_p	Included Variables
0,0593971	57,2823	55,1814	2,46125	EGI
0,0586129	58,5373	55,7731	2,71434	EFGI
0,0590965	58,1952	55,4082	3,19045	CEGI
0,0601629	56,7315	54,6036	3,22785	CEI



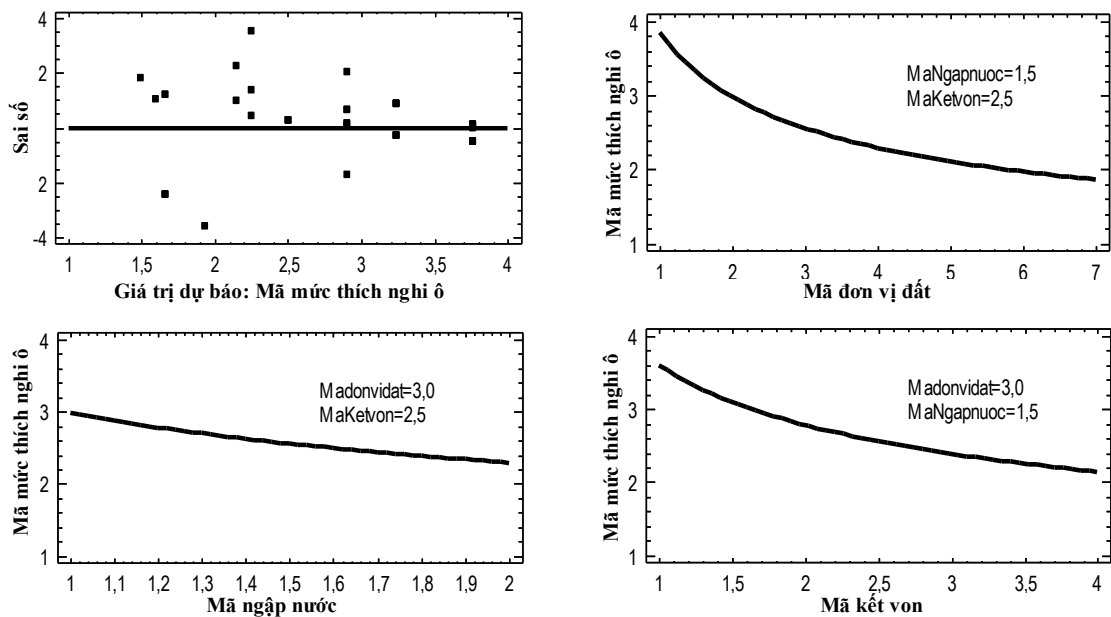
Quan hệ $R^2_{adj.}$ theo số tham số của mô hình

Kết quả cho thấy có 3 nhân tố ảnh hưởng rõ rệt nhất đến mức thích nghi với $C_p = 2,46$ nhỏ nhất và xấp xỉ với số biến số ảnh hưởng, đồng thời $R^2_{adj.}$ ở mức khá. Ba nhân tố ảnh hưởng được phát hiện là: Đơn vị đất, ngập nước và tỷ lệ kết von.

Thiết lập quan hệ giữa ba nhân tố ảnh hưởng nói trên với mức thích nghi bằng hàm mũ theo phương pháp phi tuyến tính với trọng số $Weight = 1/(\text{Đơn vị đất})^a$, thay đổi a để tìm hàm tối ưu. Kết quả Bảng 3.17 và ở Hình 3.14 cho thấy mô hình có hệ số xác định khá cao (62 %), sai số tuyệt đối trung bình $MAE = 0,59$ chưa vượt một mức thích nghi và sai số tương đối $MAPE = 34,46$ %.

Bảng 3.17. Mô hình quan hệ mức thích nghi tểch với 3 nhân tố sinh thái ảnh hưởng

Mô hình	N ô	$R^2_{adj.}$ %	Biến Weight	MAE	MAPE %
Mức thích nghi = $6,31385 * (\text{Đơn vị đất} * \text{Ngập nước} * \text{Ket von})^{-0,37373}$	64	61,72	$1/\text{Đơn vị đất}^{-3}$	0,59	36,46



Hình 3.14. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 3 nhân tố sinh thái ảnh hưởng và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi

Lập bảng xác định mức thích nghi theo mã số của 3 nhân tố sinh thái ảnh hưởng qua mô hình (Bảng 3.18). Sử dụng bảng này cùng với bảng mã hóa các nhân tố xác định được mức thích nghi của một diện tích rừng khớp cụ thể.

Bảng 3.18. Mức thích nghi của tếch trong rừng khớp theo 3 nhân tố nhóm sinh thái

Kết von	Ngập nước	Đơn vị đất					
		1	2	3	4	5	6
1	1	4	4	4	4	3	3
	2	4	4	3	3	3	2
2	1	4	4	3	3	3	2
	2	4	3	2	2	2	2
3	1	4	3	3	2	2	2
	2	3	2	2	2	2	2
4	1	4	3	2	2	2	2
	2	3	2	2	2	2	1

Bảng tra mức thích nghi theo 3 nhân tố sinh thái chủ đạo cho thấy:

- Đơn vị đất tăng (từ 1-6) thì mức thích nghi càng tốt (tiến đến 1), các đơn vị đất cho mức thích nghi cao (1, 2) là đất nâu tầng mỏng, đất xám sỏi sạn nông, đất xám tầng mỏng, ...

- Ngập nước; đối với ngập nước nhẹ (mã 1) thì mức thích nghi trong phạm vi từ tốt đến kém; trong khi đó, không ngập nước (mã 2) thì có cả 4 mức thích nghi.
- Kết von 3-4 cho mức thích nghi tốt, ứng với mức kết von > 50 % và 30-50 %.

3.2.2. Ảnh hưởng của nhóm trạng thái rừng và thực vật rừng chỉ thị đến mức thích nghi của cây tẻch

Có 7 nhân tố thuộc nhóm trạng thái rừng - thực vật rừng chỉ thị được nghiên cứu ảnh hưởng đến mức thích nghi của tẻch làm giàu rừng, các nhân tố đó là:

- Xuất hiện loài sỏ đất hoặc mộc hoa (Hình 3.15): Hai loài này thường xuất hiện ở nơi ngập nước nhẹ cho đến úng nước, vì vậy tiến hành khảo sát chỉ thị của nhân tố này đến mức thích nghi của tẻch.



Sỏ đất (*Dillenia hookeri* Pierre)



Mộc hoa (*Holarrhena curtisii* King et. Gamble)

Hình 3.15. Ảnh hai loài sỏ đất và mộc hoa

- Xuất hiện cỏ lào: Thực tế ở nơi xuất hiện cỏ lào (Hình 3.16) sinh trưởng tẻch tốt qua quan sát 4-5 năm ở các ô ST, vì vậy tiến hành khảo sát chỉ thị của loài này đến mức thích nghi của tẻch.



Cỏ lào (*Eupatorium odoratum* Linn.)



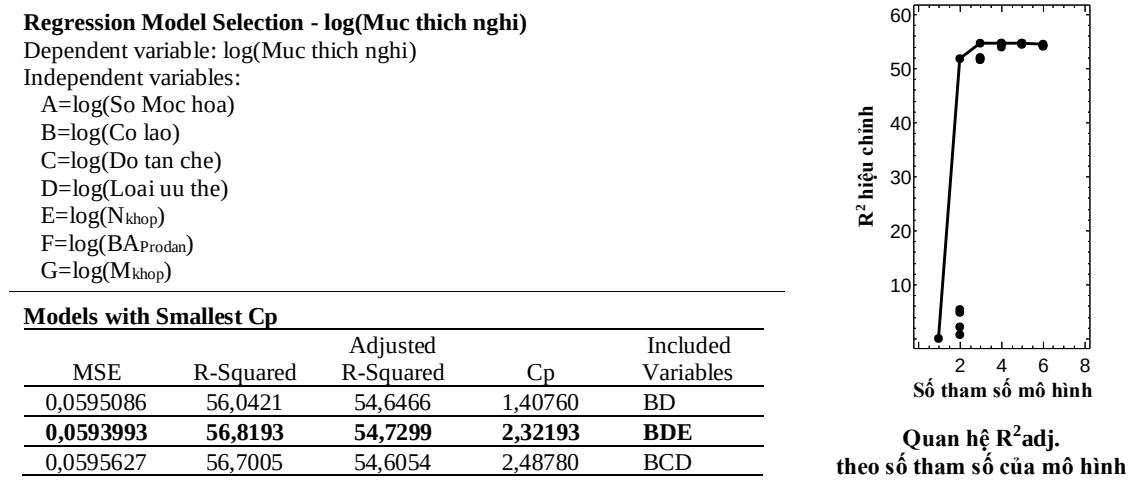
Tẻch sinh trưởng tốt ở nơi xuất hiện cỏ lào

Hình 3.16. Ảnh loài cỏ lào

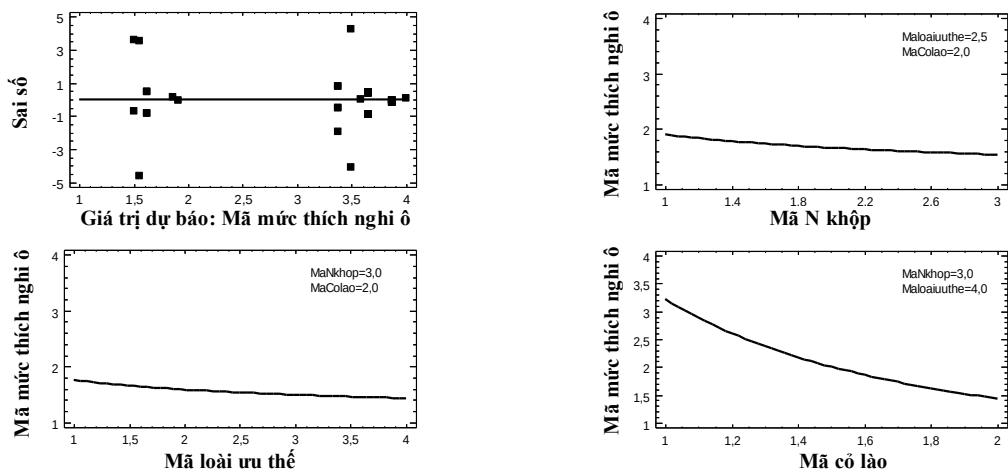
- Có 5 nhân tố liên quan đến trạng thái rừng khộp bao gồm: Loài ưu thế rừng khộp, độ tàn che, mật độ rừng khộp (N_{khop}), tổng tiết diện ngang theo phương pháp Prodan (BA_{Prodan}), và trữ lượng rừng (M_{khop})

Xác định các nhân tố ảnh hưởng trong nhóm nhân tố trạng thái rừng - thực vật chỉ thị theo tiêu chuẩn C_p của Mallows, kết quả ở Bảng 3.19.

Bảng 3.19. Xác định nhân tố nhóm trạng thái rừng - thực vật chỉ thị ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn C_p của Mallows



Kết hợp hài hòa C_p bé và R^2_{adj} cao chọn được 3 nhân tố ảnh hưởng là: Cỏ lào, loài ưu thế rừng khộp và mật độ rừng khộp. Tiến hành ước lượng mô hình quan hệ giữa “Mức thích nghi” với 3 nhân tố ảnh hưởng theo phương pháp phi tuyến có trọng số Weight, kết quả mô hình tối ưu trình bày ở Hình 3.17, Bảng 3.20.



Hình 3.17. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 3 nhân tố thuộc nhóm trạng thái rừng - thực vật chỉ thị và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi

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

Mô hình	n ô	R^2_{adj} (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Muc thích nghi = $4,90655 \cdot N_{khop}^{-0,19453} \cdot Loai\ uu\ the^{-0,14897} \cdot Co\ lao^{-1,17325}$	64	77,47	1/Loai uu the ⁻¹⁰	0,44	20,53

Mô hình có hệ số xác định R^2_{adj} khá cao (77,47 %), sai số tuyệt đối MAE = 0,44 chưa vượt 1 mức thích nghi. Cho thấy các nhân tố trạng thái và thực vật rừng chỉ thị phản ảnh khá tốt khả năng thích nghi của tếch. Xác định mức thích nghi theo tổ hợp 3 nhân tố chủ đạo trạng thái và thực vật rừng chỉ thị qua mô hình, kết quả ở Bảng 3.21.

Bảng 3.21. Mức thích nghi tếch theo 3 nhân tố nhóm trạng thái - thực vật rừng chỉ thị

Cỏ lào	N_{khop}	Loài cây ưu thế rừng khộp			
		1	2	3	4
1	1	4	4	4	4
	2	4	4	4	3
	3	4	4	3	3
2	1	2	2	2	2
	2	2	2	2	2
	3	2	2	1	1

Qua Bảng 3.21 cùng với bảng mã hóa các nhân tố sẽ xác định được mức thích nghi của tếch theo 3 nhân tố là: loài ưu thế rừng khộp, sự xuất hiện của cỏ lào và mật độ rừng khộp. Mô hình quan hệ và bảng tra bên trên chỉ ra quy luật ảnh hưởng của 3 nhân tố trạng thái rừng và thực vật chỉ thị như sau:

- Loài cây rừng khộp ưu thế ở mã số 3-4 cho mức rất thích nghi, đó là: Cẩm liên, dầu đồng, chiêu liêu đen và cẩm xe. Ở các mã loài ưu thế 1-2 (trà beng, cà chít) nếu có xuất hiện 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 của 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 cẩm liên, dầu đồng, chiêu liêu đen và cẩm xe ưu thế, (ii) xuất hiện cỏ lào, (iii) mật độ rừng khộp < 500 cây/ha.

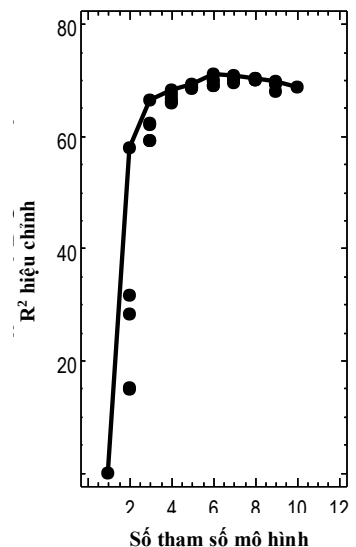
3.2.3. Ảnh hưởng của nhóm nhân tố lý hóa tính đất đến mức thích nghi của tếch

Trên cơ sở dữ liệu phân tích lý hóa tính đất ở 64 ô sinh thái, có được 3 chỉ tiêu lý tính đất là % Cát, % Sét, % Đá lẫn và 6 chỉ tiêu hóa học đất: Ndt (mg/100g đất), pH, P₂O₅dt (mg/100g đất), K₂Odt (mg/100g đất), Ca²⁺ (lđl/100g đất), Mg²⁺ (lđl/100g đất), đã tiến hành phân tích ảnh hưởng của chúng đến sự thích nghi của tếch.

Dùng tiêu chuẩn Cp của Mallow để chọn chỉ tiêu lý hóa tính đất ảnh hưởng rõ nhất đến với mức thích nghi, kết quả thể hiện ở Bảng 3.22.

Bảng 3.22. Xác định nhân tố nhóm lý hóa tính đất ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn Cp của Mallow

Regression Model Selection - log(Mức thích nghi)				
Dependent variable: log(Mức thích nghi)				
Independent variables:				
A=log(Cat)				
B=log(Set)				
C=log(Da lan %)				
D=log(pH)				
E=log(N)				
F=log(P ₂ O ₅)				
G=log(K ₂ O)				
H=log(Ca)				
I=log(Mg)				
Models with Smallest Cp				
MSE	R-Squared	Adjusted R-Squared	Cp	Included Variables
0,0487214	74,0783	70,9171	3,18992	ACEFG
0,0501356	73,3259	70,0730	4,29843	ACEGH
0,0514937	71,9351	69,2623	4,34746	ACEF
0,0491015	74,5133	70,6903	4,54911	ACEFGH
0,0518405	71,7461	69,0553	4,62589	ACFG
0,0492304	74,4464	70,6133	4,64771	ABCEFG
0,0508133	72,9653	69,6684	4,82967	AEFGH
0,0533354	70,2393	68,1630	4,84589	ACE

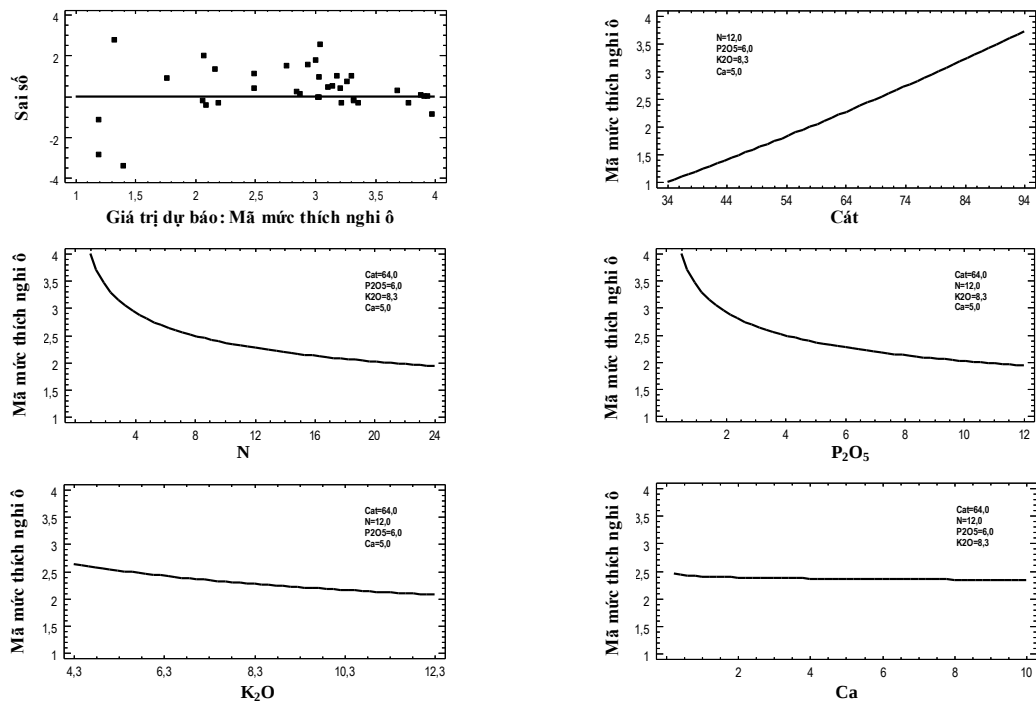


Quan hệ R²adj. theo số tham số của mô hình

Kết quả ở Bảng 3.22 cho thấy có 5 chỉ tiêu tham gia mô hình và cho hệ số xác định R²_{adj.} cao và có Cp gần với số biến số, đó là: % Cát, N, P₂O₅, K₂O và Ca²⁺. Như vậy cả lý tính và hóa tính đều có ảnh hưởng đến mức thích nghi.

Trên cơ sở đó thiết lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với 5 chỉ tiêu lý hóa tính đất theo phương pháp phi tuyến có trọng số (Weight), trong đó biến trọng số là Weight = 1/%Cat^a vì biến số % Cát có quan hệ rất chặt với mức thích nghi.

Từ Bảng 3.23 và Hình 3.18, tìm được mô hình có hệ số xác định cao (82 %), sai số tuyệt đối thấp (MAE = 0,35), dưới 1/2 mức thích nghi, nghĩa là mô hình này dự đoán gần như chính xác đến từng mức thích nghi với sai số tương đối thấp (12 %).



Hình 3.18. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 5 nhân tố lý hóa tính đất và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi

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

Mô hình	n ô	R^2_{adj} (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Mức thích nghi = $0,05928 \cdot \text{Cat}^{1,28704} \cdot (N \cdot P_{2O5} \cdot K_2O)^{-0,23024} \cdot Ca^{-0,14747}$	64	81,90	$1/\text{Cat}^{10}$	0,16	12,31

Từng chỉ tiêu lý hóa tính đất được phân làm 3 cấp, sử dụng giá trị giữa của mỗi cấp thế vào mô hình, kết quả lập được bảng xác định mức thích nghi tẻch theo 5 chỉ tiêu lý hóa tính đất ảnh hưởng (Bảng 3.24). Từ Bảng 3.24 rút ra các quy luật sau:

- Tỷ lệ cát trong đất ảnh hưởng rõ rệt đến sự thích nghi của tẻch, % cát càng tăng thì mức thích nghi càng giảm.

- Hàm lượng Ca^{2+} trong đất tăng làm tăng mức thích nghi và sinh trưởng tẻch rất rõ rệt. Do đó bón vôi cho tẻch, đặc biệt là nơi có $\text{pH}_{\text{KCl}} < 5,0$ và dinh dưỡng thấp là biện pháp quan trọng cải thiện đất và thúc đẩy sinh trưởng và năng suất tẻch. Hàm lượng Ca^{2+} trong các thử nghiệm rất biến động, từ 0,51-9,18 lđl/100g đất; nơi Ca^{2+} có hàm lượng cao được giải thích do đất dưới tán rừng khộp được tích lũy vật liệu rơi rụng và tro gỗ.

- Hàm lượng NPK trong đất gia tăng cũng góp phần thúc đẩy cây tẻ sinh trưởng tốt hơn và đạt được mức thích nghi cao hơn. Do đó, bón phân NPK cho tẻ làm giàu là thích hợp.

Bảng 3.24. Mức thích nghi của tẻ theo 5 chỉ tiêu lý hóa tính đất ảnh hưởng

N (mg/ 100 g đất)	P ₂ O ₅ (mg/ 100 g đất)	K ₂ O (mg/ 100 g đất)	% Cát								
			42,76			59,72			76,68		
			Ca (lđl/100g đất)								
			7,74	4,85	1,96	7,74	4,85	1,96	7,74	4,85	1,96
7,62	3,11	5,56	2	2	2	3	3	3	4	4	4
		7,98	2	2	2	3	3	3	3	4	4
		10,40	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	6,12	5,56	2	2	2	2	3	3	3	3	4
		7,98	1	2	2	2	2	3	3	3	4
		10,40	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	9,13	5,56	1	1	2	2	2	3	3	3	4
		7,98	1	1	2	2	2	2	3	3	3
		10,40	1	1	1	2	2	2	3	3	3
13,36	3,11	5,56	2	2	2	2	3	3	3	4	4
		7,98	1	2	2	2	2	3	3	3	4
		10,40	1	1	2	2	2	3	3	3	4
	6,12	5,56	1	1	2	2	2	3	3	3	3
		7,98	1	1	2	2	2	2	3	3	3
		10,40	1	1	1	2	2	2	2	3	3
	9,13	5,56	1	1	2	2	2	2	3	3	3
		7,98	1	1	1	2	2	2	2	3	3
		10,40	1	1	1	2	2	2	2	2	3
19,10	3,11	5,56	1	2	2	2	2	3	3	3	4
		7,98	1	1	2	2	2	3	3	3	3
		10,40	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	6,12	5,56	1	1	2	2	2	2	3	3	3
		7,98	1	1	1	2	2	2	2	3	3
		10,40	1	1	1	2	2	2	2	2	3
	9,13	5,56	1	1	1	2	2	2	2	3	3
		7,98	1	1	1	2	2	2	2	2	3
		10,40	1	1	1	2	2	2	2	2	3

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

Kết quả ở những phần trên đã lập được 3 mô hình dự đoán mức thích nghi của tếch theo 3 nhóm nhân tố là: sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất. Tổng hợp 3 mô hình trong Bảng 3.25 cho thấy mô hình theo các nhân tố lý hóa tính đất có hệ số xác định R^2_{adj} cao nhất, sai số MAE và MAPE% bé nhất, tiếp theo là mô hình theo các nhân tố trạng thái - thực vật rừng chỉ thị. Điều này cho thấy lý hóa tính là nhân tố hàng đầu quyết định khả năng sinh trưởng và mức thích nghi của tếch trong rừng khộp, sau đó là nhân tố trạng thái rừng và thực vật rừng chỉ thị cũng chỉ thị tốt cho mức thích nghi của tếch.

Bảng 3.25. So sánh các mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với các nhóm nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất

Nhóm nhân tố	Mô hình	N ô	R^2_{adj} (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Sinh thái	Muc thích nghi = $6,31385 * (\text{Don vi dat} * \text{Ngap nuoc} * \text{Ket von})^{-0,37373}$	64	61,72	$1/\text{Don vi dat}^{-3}$	0,59	36,46
Trạng thái và thực vật rừng chỉ thị	Muc thích nghi = $4,90655 * N_{khop}^{-0,19453} * \text{Loai uu the}^{-0,14897} * \text{Co lao}^{-1,17325}$	64	77,47	$1/\text{Loai uu the}^{-10}$	0,44	20,53
Lý hóa tính đất	Muc thích nghi = $0,05928 * \text{Cat}^{1,28704} * (\text{N} * \text{P}_2\text{O}_5 * \text{K}_2\text{O})^{-0,23024} * \text{Ca}^{-0,14747}$	64	81,90	$1/\text{Cat}^{10}$	0,16	12,31

Tổng hợp đã phát hiện 11 nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi tếch trong rừng khộp, gồm 3 nhân tố của nhóm nhân tố sinh thái, 3 nhân tố của nhóm trạng thái - thực vật rừng chỉ thị và 5 nhân tố thuộc nhóm lý hóa tính đất.

Từ 11 nhân tố này, tiếp tục thử nghiệm mô hình đa biến phi tuyến có trọng số để phát hiện các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi tếch. Nhân tố chủ đạo ở đây được hiểu là những nhân tố có ảnh hưởng cao, rõ nhất đến mức thích nghi của tếch trong các điều kiện hoàn cảnh rừng khộp, kết quả thể hiện ở Bảng 3.26.

Bảng 3.26. Xác định các nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chi thị và lý hóa tính đất ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn C_p của Mallow

Regression Model Selection - $\log(\text{Mức thích nghi})$

Dependent variable: $\log(\text{Mức thích nghi})$

Independent variables:

A= $\log(\text{Don vi dat})$

B= $\log(\text{Ngap nuoc})$

C= $\log(\text{Ket von})$

D= $\log(\text{N_khop})$

E= $\log(\text{Co lao})$

F= $\log(\text{Loai uu the})$

G= $\log(\text{Cat})$

H= $\log(\text{N})$

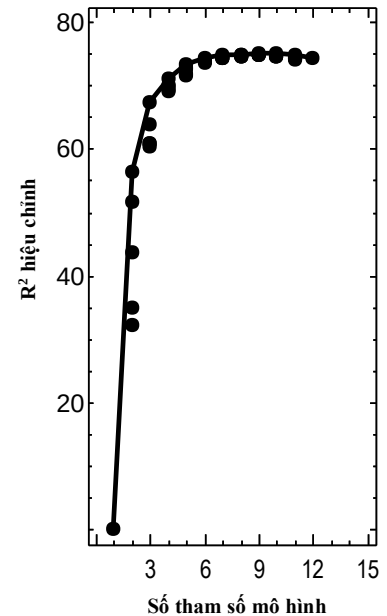
I= $\log(\text{P}_2\text{O}_5)$

J= $\log(\text{K}_2\text{O})$

K= $\log(\text{Ca})$

Models with Smallest C_p

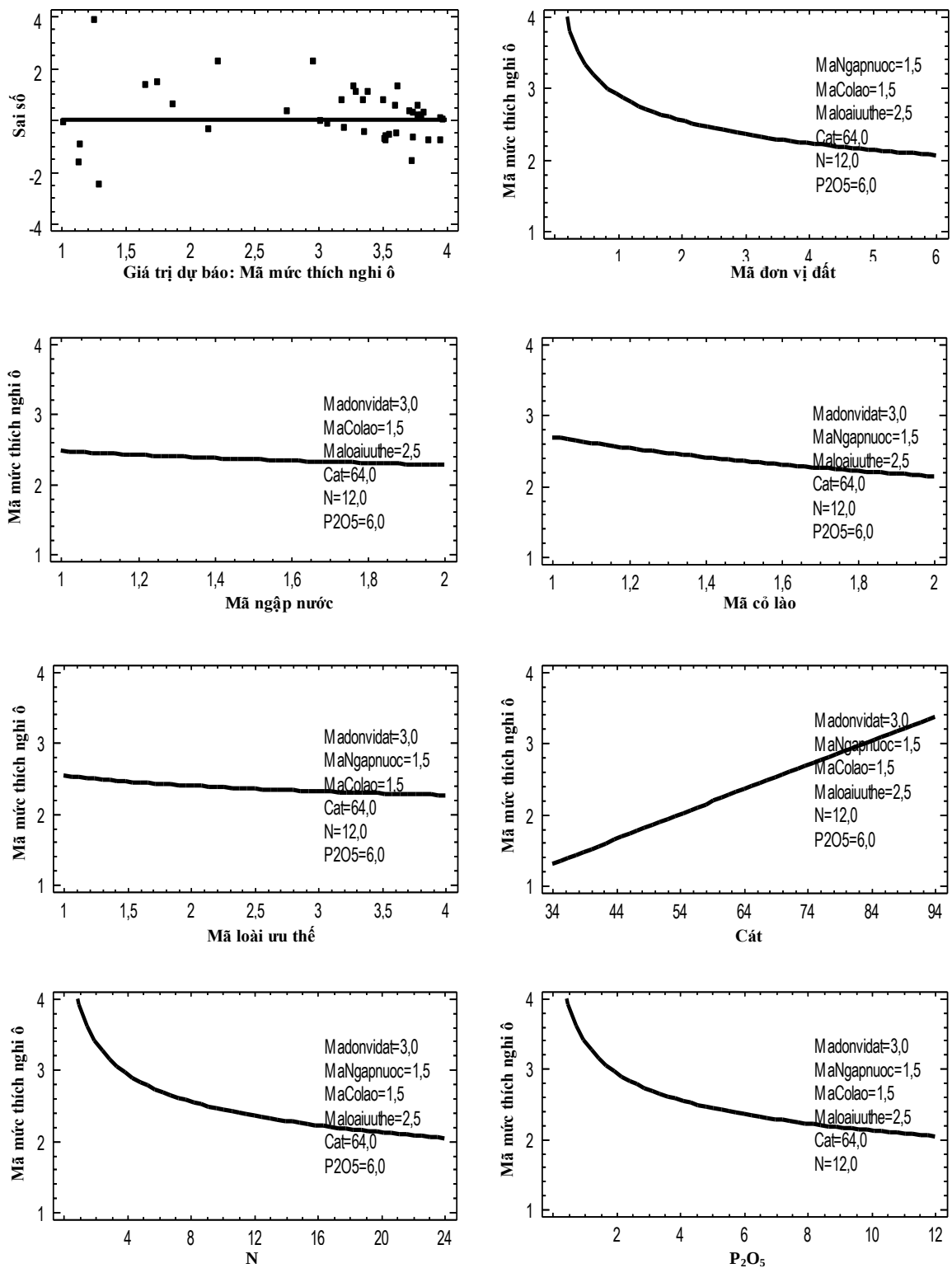
MSE	R-Squared	Adjusted R-Squared	C_p	Included Variables
0,0336846	77,2331	74,8365	5,85710	ABEFGH
0,0343920	76,3471	74,3081	6,03061	AEFGH
0,0340386	76,9938	74,5721	6,44411	ABEGHI
0,0346997	76,1355	74,0783	6,54976	ABEGH
0,0348378	76,0405	73,9751	6,78283	AEGHI
0,0336547	77,6523	74,8589	6,82843	ABEFGHI



Quan hệ R^2_{adj} theo số tham số của mô hình

Kết quả đã thiết lập được mô hình mức thích nghi tếch với 7 nhân tố này thể hiện trong Bảng 3.27 và Hình 3.19. Mô hình này có hệ số xác định R^2_{adj} cao nhất (90 %) và sai số MAE, MAPE% bé nhất so với các mô hình theo từng nhóm nhân tố ở Bảng 3.25.

Vì vậy có thể xem đây là mô hình chỉ ra đầy đủ nhất các nhân tố ảnh hưởng quan trọng đến sinh trưởng, thích nghi của tếch. Mô hình có độ chính xác cao, sai số dưới 1/2 mức thích nghi với MAE = 0,15 và sai số tương đối MAPE chỉ ở mức thấp là 9 %.



Hình 3.19. Đồ thị quan hệ mức thích nghi với các nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chi thị, lý hóa tính đất ảnh hưởng chủ đạo và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi

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

Hàm mô phỏng	Số ô	R ² _{adj.} (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Muc thích nghi = 0,17952*Don vi dat ^{-0,18964} *Ngap nuoc ^{-0,12058} *Co lao ^{-0,33241} *Loai uu the ^{-0,082901} *Cat ^{0,93956} *(N*P ₂ O ₅) ^{-0,20276}	64	90,81	1/Cat ⁸	0,15	8,88

Từ mô hình này, thế các giá trị hoặc mã của các biến số ở Bảng 2.11, lập được bảng xác định mức thích nghi của tẻch theo 7 nhân tố lập địa - trạng thái rừng ảnh hưởng chủ đạo ở Bảng 3.28. Đây là một bảng tra khá phức tạp nhưng đạt độ tin cậy cao nhất để xác định mức thích nghi của tẻch trong làm giàu rừng khộp theo lập địa - trạng thái rừng. Quy luật ảnh hưởng của 7 nhân tố chủ đạo này đến mức thích nghi của tẻch là thống nhất như đã phân tích theo từng nhóm nhân tố đã trình bày ở trên.

Bảng 3.28. Mức thích nghi của tẻch theo 7 nhân tố lập địa - trạng thái rừng ảnh hưởng

Mã đơn vị đất	Mã ngập nước	Mã cỏ Lào	Mã loài ưu thế	42,8												59,7												76,7												%Cát	
				7,6						13,4						19,1						7,6						13,4						19,1						N	
				3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	3,1	6,1	9,1	P ₂ O ₅							
1	1	1	3	3	3	3	3	2	3	2	2	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4							
		2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4							
		3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3							
		4	3	3	2	3	2	2	2	2	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4							
	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3							
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3							
		3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3							
		4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3							
	2	1	3	3	2	3	2	2	3	2	2	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3						
		2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3						
		3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3							
		4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3							
	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2						
		3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2						
		4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2							
2	1	1	3	3	2	3	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3							
		2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3								
		3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3								
		4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3							
	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3							
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2							
		3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2							
		4	2	2	2	2	2	1	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2								
2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3								
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2								
	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2								
	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2								
	4	2	2	2	2	1	1	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2								

[illegible]

Từ Bảng 3.28 khái quát 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 (Bảng 3.29).

Bảng 3.29. Các dạng lập địa - trạng thái rừng điển hình dựa trên 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo cho 4 mức thích nghi của cây tếch trong rừng khộp suy thoái

Các nhân tố	Mức thích nghi của tếch			
	Rất thích nghi	Thích nghi tốt	Thích nghi trung bình	Thích nghi kém
Đơn vị đất	Đất xám sỏi sạn nông	Đất đen cơ giới nhẹ, sỏi sạn sâu	Đất phù sa cơ giới nhẹ, đọng nước	Đất xói mòn mạnh, trơ sỏi sạn
	Đất nâu tầng mỏng	Đất có tầng sét chặt, nhân tác, ít chua	Đất xám cơ giới nhẹ Đất nâu cơ giới nhẹ	Đất đỏ chua, rất nghèo kiềm
		Đất xám tầng mỏng và rất mỏng	Đất có tầng sét chặt, nhân tác, ít chua	Đất có tầng sét chặt, có tầng kết von
Ngập nước	Không ngập	Không ngập	Không ngập Ngập nhẹ	Ngập nhẹ
Xuất hiện cỏ lào	Có	Có Không	Không	Không
Loài cây ưu thế rừng khộp	Cắm liên	Cà chít	Dầu trà beng	Dầu trà beng
	Dầu đồng - Chiêu liêu - Cắm xe	Cắm liên Dầu đồng - Chiêu liêu - Cắm xe	Cà chít	
% Cát	<42,8	42,8 - 59,7	42,8 - 76,7	>76,7
N (mg/100g đất)	>19,1	13,4 - >19,1	7,6 - 13,4	< 7,6 - 13,4
P ₂ O ₅ (mg/100g đất)	>9,1	6,1 - > 9,1	3,1 - 9,1	>3,1 - 6,1

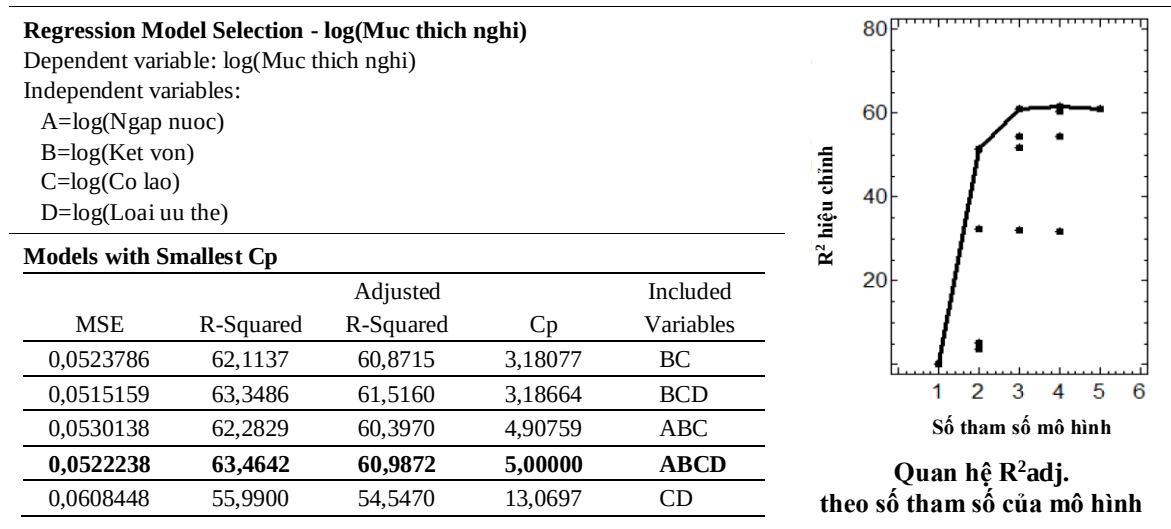
3.2.5. Mô hình xác định mức thích nghi của tếch theo các nhân tố quan trắc trực tiếp trên hiện trường và thực vật rừng chỉ thị

Các mô hình dự đoán mức thích nghi tếch đã thiết lập trên chỉ sử dụng được khi tiến hành điều tra thu thập dữ liệu chi tiết và có phân tích dữ liệu, phân tích lý hóa tính đất.

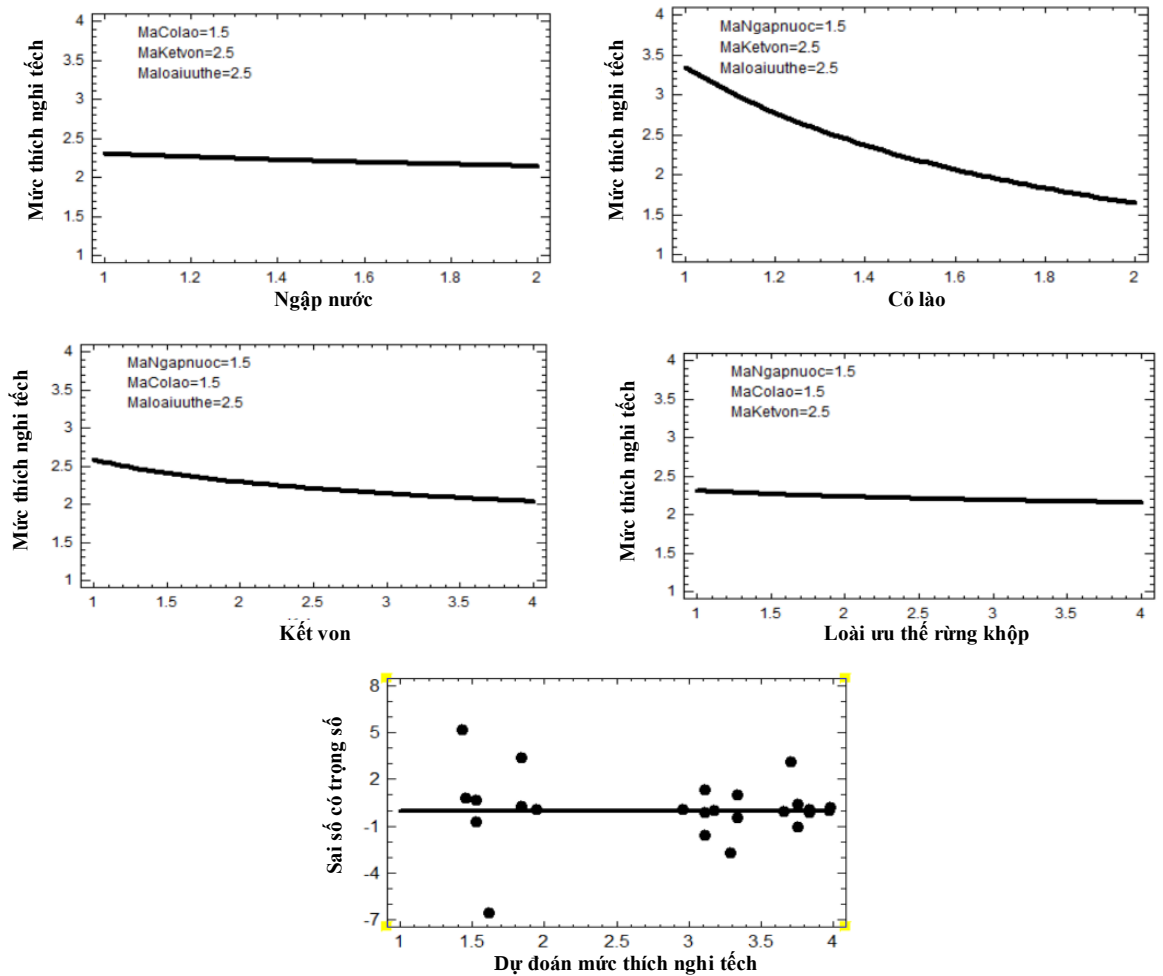
Trong thực tế có nhu cầu xác định nhanh khả năng thích nghi của tếch trong rừng khộp trên thực địa. Vì vậy cần lựa chọn biến số và thiết lập mô hình với các biến số có thể xác định nhanh trên thực địa.

Từ 11 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo, lựa chọn được 4 nhân tố có thể quan trắc trực tiếp trên hiện trường và ảnh hưởng khá cao đến mức thích nghi tếch, đó là: Ngập nước, kết von, xuất hiện cỏ lào và loài ưu thế rừng khộp, kết quả trình bày ở Bảng 3.30.

Bảng 3.30. Xác định các nhân tố dễ quan trắc ảnh hưởng đến mức thích nghi theo tiêu chuẩn C_p của Mallow



Bảng 3.30 cho thấy khi $C_p = 5$ (4 nhân tố +1 hằng số của mô hình), do đó 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. Mô hình trình bày ở Bảng 3.31. Mô hình này có hệ số xác định R^2_{adj} khá cao (80,01 %) và sai số $MAE = 0,39$, tức là sai số bé hơn 1/2 mức thích nghi, sai số tương đối $MAPE = 20 \%$; các sai số như vậy có thể chấp nhận để dự đoán nhanh mức thích nghi của tếch trên hiện trường.



Hình 3.20. Đồ thị quan hệ mức thích nghi theo 4 nhân tố dễ quan trắc và thực vật rừng chỉ thị trên thực địa và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi

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

Hàm mô phỏng	Số ô	R^2_{adj} (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
Muc thích nghi = $4,27433 * Ngap\ nuoc^{-0,10448}$ $* Co\ lao^{-1,02573} * Ket\ von^{-0,17153} * Loai\ uu\ the$ $^{-0,05030}$	64	80,01	$1/Loai$ $uu\ the$ $^{-10}$	0,39	19,93

Thế các giá trị vào mô hình ở Bảng 3.31 và giải mã hóa các nhân tố, lập được bảng xác định mức thích nghi theo 4 nhân tố dễ quan trắc trên thực địa (Bảng 3.32).

Bảng 3.32. Mức thích nghi của tếch theo 4 nhân tố dễ quan trắc trên hiện trường

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
	<10%	Có	-	-	-	-
		Không	2	2	2	2
Có	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: ký hiệu âm (-) là tổ hợp không tồn tại trong thực tế

Kết quả ở Bảng 3.32 cho thấy 4 nhân tố dễ xác định trên thực địa đã phản ánh khá tốt mức thích nghi của tếch và cùng chiều hướng ảnh hưởng như các phân tích theo các tổ hợp bên trên. Trên hiện trường quan sát, xác định 4 nhân tố như sau:

- Cỏ Lào: Quan sát, sự xuất hiện chỉ thị cho sinh trưởng của tếch từ tốt đến rất tốt.
- Kết von bề mặt đất rừng: Quan sát, đo đạc trên 2 đường chéo ô 10×10 m đại diện của khu vực và tính toán tỷ lệ và cấp độ kết von. Phân cấp: <10, 10-30, 30-50, 50-70 và > 70 %. Mã kết von tăng thì sinh trưởng của tếch tốt lên.
- Ngập nước: Xác định (mùa mưa tháng 6-8, ở mức ngập nhẹ hoặc không ngập) ở 3 vị trí trên đường chéo của ô 10×10 m đại diện, lấy trung bình ở hai mức không (1) và có (2). Ngập nước thường cho mức thích nghi kém đến trung bình.

- Loài cây ưu thế rừng khộp: Quan sát xác định loài có số cây cao nhất trong lâm phần, vì ở các lập địa khác nhau rừng khộp có 1-2 loài ưu thế khác nhau rõ rệt.

Tuy nhiên, mô hình xác định nhanh này có độ tin cậy trung bình, chỉ thích hợp cho thăm dò, khoanh sơ bộ vùng thích hợp cho làm giàu rừng bằng tẻch, sau đó cần thu thập dữ liệu để xác định chính xác theo mô hình 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo.

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 tẻch trồng làm giàu rừng khộp

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

Trong nghiên cứu này, việc làm giàu bằng cây tẻch trong rừng khộp suy thoái cho thấy khả năng thích ứng với 4 mức tương ứng với 4 cấp năng suất của rừng trồng tẻch (Bảo Huy và ctv, 1998). Phát hiện này rất quan trọng, bởi vì rất khó để tìm ra những loài không thuộc họ dầu (*Dipterocarpaceae*) có thể thích nghi tốt với các điều kiện cực đoan của rừng khộp suy thoái. 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 và đất kết von, có nhiều đá lẫn.

Một lý do có thể lý giải tại sao cây tẻch có thể sống sót qua thời gian khô hạn là do chúng rụng lá vào mùa khô như các loài cây họ dầu. Tẻch cũng là loài chịu lửa nhờ lớp vỏ dày của nó (tương tự như các loài cây họ dầu như cà chít, cẩm liên, ...), cho phép chúng chịu được hạn hán và cháy rừng ở rừng khộp trong mùa khô 4-5 tháng mỗi năm (Ladrack, 2009). Về quan hệ sinh thái loài cũng có sự phù hợp, vì cây tẻch 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).

Tẻch đã được sử dụng thành công trong nông lâm kết hợp và làm giàu rừng. Trồng tẻch là phương pháp chính để lấp các khoảng trống trong rừng nhiệt đới ẩm của quần đảo Andaman (Weaver, 1993). Ở bắc Lào, tẻch là loài gỗ chủ chốt cho các hệ thống canh tác nhỏ nhằm đa dạng hóa sản phẩm nông lâm nghiệp. Các hệ thống dựa trên gỗ tẻch đã giúp nông dân chuyển đổi từ canh tác nương rẫy sang một hệ thống cho phép tái trồng cây gỗ (Roshetko và ctv, 2013). Do đó, tẻch có thể dùng để phục hồi các khu rừng đã bị suy thoái sau khi bị cháy và bị khai thác quá mức.

Trồng cây làm giàu rừng là một sự can thiệp lâm sinh trong quản lý rừng khộp, và một số loài thuộc họ dầu đã trồng thành công trong rừng tự nhiên (Barnard, 1954; Tang và Wadley, 1976; dẫn từ Appanah, 1998); trồng tẻch làm giàu rừng đã thành công ở Karnataka và một số bang khác của Ấn độ, và ở Sri Lanka. Một số nghiên cứu đã tìm ra các kỹ thuật lâm sinh mà các loài thuộc chi *Shorea* đã được sử dụng để làm giàu các rừng thứ sinh sau khai thác quá mức (Adjers và ctv, 1995). Wyatt-Smith (1963) đã xác định được các điều kiện làm giàu rừng (trong đó loài trồng làm giàu nên sản xuất gỗ có giá trị cao). Nghiên cứu này là lần đầu tiên chứng minh tiềm năng sử dụng cây tẻch để làm giàu rừng khộp suy thoái ở Việt Nam. Kết quả của nghiên cứu này cũng có thể áp dụng được ở các nước láng giềng như Campuchia, Lào và Thái Lan nơi cũng có các khu rừng khộp có điều kiện sinh thái tương tự.

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

Mức tăng trưởng trong giai đoạn đầu của cây tẻch làm giàu rừng khộp rất nhạy cảm với các điều kiện sinh thái và trạng thái rừng khác nhau. Phân tích các mô hình với 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi của cây tẻch đã chỉ ra rằng:

- a. **Đơn vị đất** thích hợp cho sự phát triển của cây tẻch là các đất xám, nâu, sỏi sạn, cơ giới nhẹ. Phát hiện này phù hợp với kiến thức hiện tại cho rằng cây tẻch có khả năng sinh trưởng trên nhiều loại đất (Kaosa-ard, 1998).
- b. **Ngập nước:** Ở những nơi rừng khộp không bị ngập nước, xuất hiện tất cả bốn mức thích nghi của tẻch. Với sự ngập úng nhẹ, mức độ phù hợp của tẻch chỉ từ trung bình đến kém. Điều này phù hợp với Kaosa-ard (1998) và Ladrach (2009) đã cho thấy rằng tẻch cần đất thoát nước tốt. Một tổng quan toàn cầu được thực hiện bởi Pandey và Brown (2000) cho thấy những khu rừng tẻch tốt nhất, cả tự nhiên và rừng trồng, đã phát triển trong đất phù sa thoát nước tốt.
- c. **Loài cỏ Lào** chỉ thị khá tốt cho mức thích nghi của tẻch, có 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.
- d. **Loài ưu thế** của rừng khộp là chỉ thị tốt cho thay đổi mức thích nghi. Tẻch 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 trong rừng rụng lá cây họ dầu ưu thế (Kollert và Cherubini, 2012; Behaghel, 1999). Sự xuất hiện của cảm liên, dầu đồng cho thấy tẻch rất thích nghi, điều này phù hợp với cây tẻch trong tự nhiên ở Myanmar, vì nó mọc chung với các loài ưu thế thuộc các chi *Dipterocarpus*, *Shorea*, *Pentacme* (Weaver, 1993).

e. **% cát** trong đất có ảnh hưởng rất rõ rệt và đáng kể đến mức độ thích hợp của cây tẻch. Sự gia tăng % cát trong đất giảm sự phù hợp của tẻch. Phát hiện này cũng phù hợp với một số nghiên cứu trước đó. Kaosa-ard (1998) nhận thấy rằng cây tẻch phát triển kém trên đất cát khô; Ladrack (2009) kết luận rằng cây tẻch phát triển tốt nhất trên đất sét và đất sét nâu và không phát triển tốt trên đất pha cát.

f. **Hàm lượng N và P_2O_5** gia tăng thúc đẩy sự tăng trưởng của tẻch. Phát hiện này phù hợp với việc cây tẻch có yêu cầu cao về đạm, canxi, kali và photpho (Bhatia, 1954; Seth và Yadav, 1958 trích dẫn bởi Kaosa-ard, 1998; Ladrack, 2009, Rugmini và ctv, 2007). Kết quả này cũng phù hợp với đánh giá của Weaver (1993), cho thấy rằng cây tẻch rất nhạy cảm với sự thiếu hụt kali và photpho.

3.3. Bản đồ thích nghi cây tẻch làm giàu rừng khộp

3.3.1. Ảnh hưởng các nhân tố lớp bản đồ GIS đến mức thích nghi của tẻch

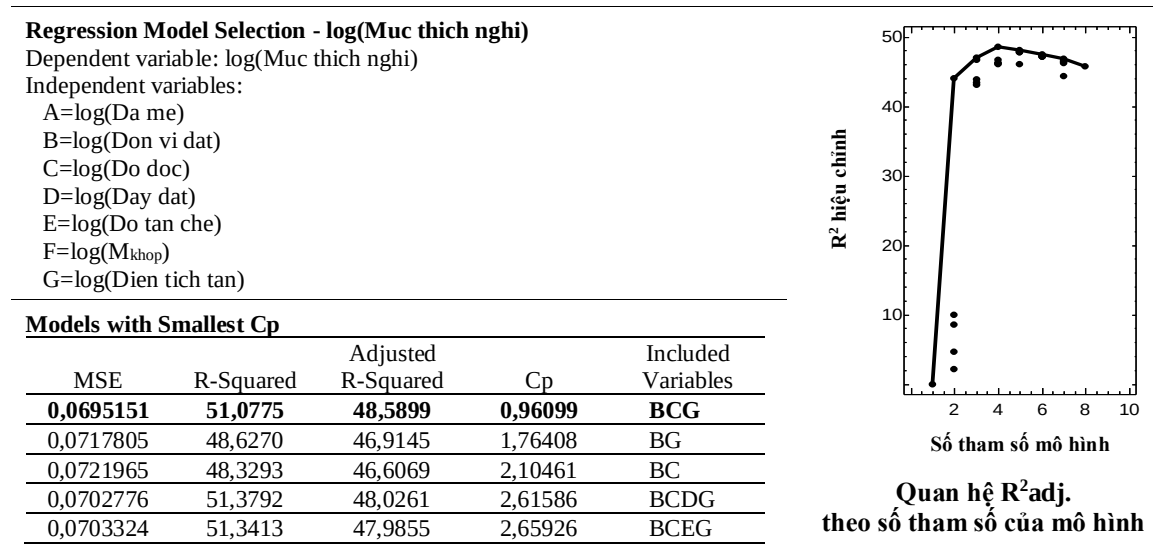
Bản đồ thích nghi cây tẻch trong rừng khộp cần được lập dựa vào 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đã phát hiện. Tuy nhiên một số nhân tố chưa thể lập được lớp bản đồ do hạn chế điều kiện quan trắc hiện tại. Vì vậy sử dụng các nhân tố thay thế, lập được lớp bản đồ và có ảnh hưởng yếu hơn đến thích nghi của tẻch.

Bảy lớp bản đồ GIS về các nhân tố sinh thái và trạng thái rừng khộp có khả năng xây dựng được, bao gồm: Lớp bản đồ cấp độ dốc dựa vào mô hình DEM của Jarvis và ctv (2008); lớp bản đồ về độ tàn che, diện tích tán lá và trữ lượng rừng khộp dựa vào giải đoán vệ tinh Landsat năm 2014 và các lớp bản đồ đá mẹ, đơn vị đất, tầng dày đất trên cơ sở bản đồ đất (FAO, 2008) và điều tra thực địa.

Tiến hành thử nghiệm phân tích mô hình quan hệ giữa mức thích nghi của tẻch với 7 nhân tố lớp bản đồ GIS để chọn lựa các nhân tố lớp bản đồ ảnh hưởng chủ đạo, làm cơ sở xây dựng bản đồ phân cấp thích nghi. Tiêu chuẩn C_p của Mallow và R^2_{adj} được sử dụng, kết quả ở Bảng 3.33 cho thấy C_p khó tiếp cận số tham số của mô hình,

vì vậy lựa chọn 3 nhân tố lớp bản đồ có $R^2_{adj.}$ cao nhất, ảnh hưởng chủ đạo đến mức thích nghi của tếch là đơn vị đất, độ dốc và diện tích tán rừng.

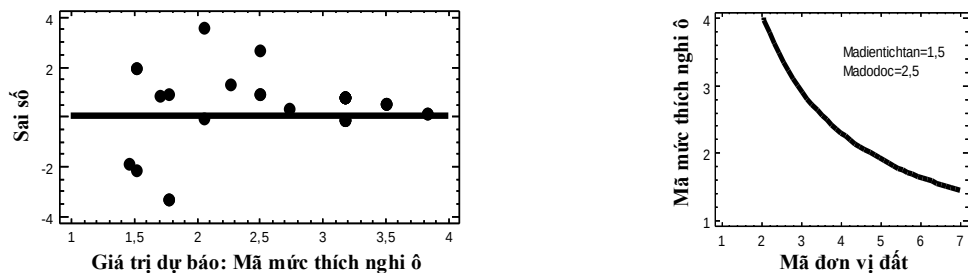
Bảng 3.33. Xác định số lớp nhân tố bản đồ ảnh hưởng đến mức thích nghi tếch



Tiến hành xây dựng mô hình quan hệ giữa mức thích nghi tếch với 3 lớp nhân tố bản đồ đã lựa chọn, bằng phương pháp ước lượng tham số mô hình phi tuyến có trọng số ($Weight = 1/Don\ vi\ dat^a$), thay đổi a để mô hình có $R^2_{adj.}$ đạt mức cao và các sai số MAE, MEPE đạt giá trị bé; và khi thế các biến số vào mô hình cho dự đoán đủ cả 4 cấp thích nghi tếch. Kết quả mô hình ở Bảng 3.34 và Hình 3.21.

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

Mô hình	n	$R^2_{adj.}$	Biến	MAE	MAPE
	ô	(%)	Weight		(%)
Mức thích nghi = $8,84031 * (Don\ vi\ dat^6 * Dien\ tich\ tan * Do\ doc)^{-0,13991}$	64	54,77	$1/Don\ vi\ dat^4$	0,57	37,51



Hình 3.21. Quan hệ giữa mức thích nghi tếch với 3 nhân tố lớp bản đồ và biến động sai số theo dự đoán mức thích nghi

Mô hình được lập có $MAE = 0,57$ có nghĩa khi dự đoán chỉ sai lệch trung bình gần nửa mức thích nghi, điều này là chấp nhận tốt trong lập bản đồ thích nghi vì sai số trung bình không vượt quá một mức thích nghi.

Tuy vậy sai số tương đối MAPE cũng khá cao (38 %), do vậy mô hình để lập bản đồ thích nghi có ý nghĩa cho quy hoạch, định hướng. Mức thích nghi chính xác hơn cần được xác định thông qua mô hình 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đã được thiết lập, bao gồm đủ ba nhóm nhân tố sinh thái, trạng thái rừng - thực vật chỉ thị và đặc điểm lý hóa tính đất rừng khộp.

Sử dụng mô hình ở Bảng 3.34 thế các giá trị mã số của 3 nhân tố (Bảng 2.11) xác định được mức thích nghi của cây tếch làm giàu rừng ở Bảng 3.35.

Bảng 3.35. Mức thích nghi tếch theo 3 nhân tố lớp bản đồ GIS

Mã đơn vị đất	Mã diện tích tán	Mã độ dốc			
		1	2	3	4
1	1	4	4	4	4
	2	4	4	4	4
2	1	4	4	4	4
	2	4	4	4	4
3	1	4	3	3	3
	2	3	3	3	3
4	1	3	3	2	2
	2	3	2	2	2
5	1	2	2	2	2
	2	2	2	2	2
6	1	2	2	2	2
	2	2	2	2	1

Kết quả Bảng 3.35 cho thấy chiều hướng ảnh hưởng của 3 nhân tố lớp bản đồ đến phân cấp thích nghi cây tếch như sau:

- Mã đơn vị đất tăng từ 1 đến 6 thì mức thích nghi càng tốt (tiến đến 1), trong đó các mã đơn vị đất từ 4 đến 6 cho mức thích nghi tốt (mã = 1, 2) ứng với: đất nâu tầng mỏng, đất xám sỏi sạn nông, đất xám tầng mỏng,...
- Diện tích tán lá rừng khộp với mã số = 2 ứng với diện tích tán lá rừng khộp từ 1.000-10.000 m²/ha thì khả năng thích nghi tăng lên một mức so với tán lá <1.000 m²/ha hoặc >10.000 m²/ha
- Cấp độ dốc: Với cấp độ dốc 8-15⁰ (mã = 4) và 3-8⁰ (mã = 3) thì đa số tổ hợp cho mức thích nghi của tếch từ tốt đến rất tốt nhưng đồng thời cũng phải tương ứng với sự phù hợp của các nhân tố khác. Với cấp độ dốc < 3⁰ (mã = 1) hoặc 15-20⁰ (mã = 2) thì đa số các tổ hợp có mức thích nghi từ trung bình đến kém, một ít ở mức thích nghi tốt.

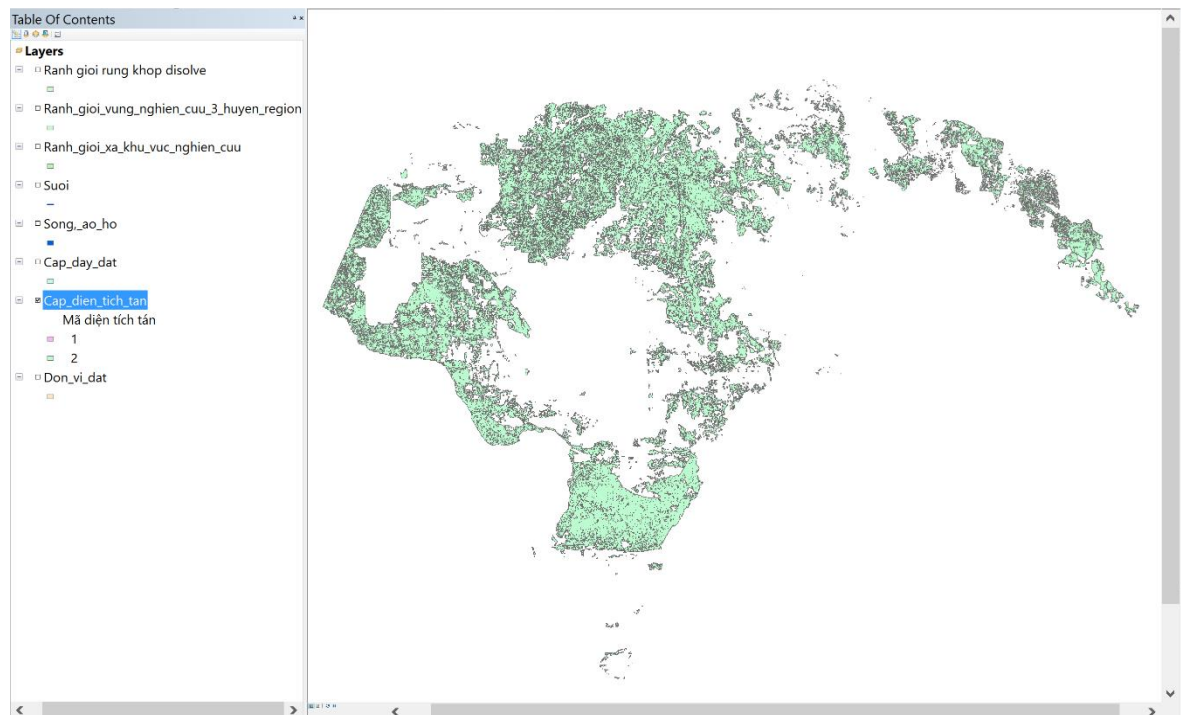
3.3.2. Các lớp bản đồ GIS theo các nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi tếch

Với kết quả mô hình trên cho thấy mức thích nghi cây tếch làm giàu rừng khộp ảnh hưởng bởi 3 nhân tố lớp bản đồ là đơn vị đất, diện tích tán lá rừng khộp và cấp độ dốc. Tiến hành phân tích ảnh vệ tinh, mô hình DEM, bản đồ đất để xây dựng bản đồ cho 3 lớp này.

a. Lớp bản đồ diện tích tán rừng khộp dựa vào giải đoán ảnh Landsat 2014

Phân loại có giám định ảnh Landsat (ngày 03/3/2014) với thuật toán Maximum likelihood dựa vào diện tích tán lá theo 3 kiểu ô khác nhau làm ROI, kết quả đã phân loại ảnh theo diện tích tán lá dựa vào 3 kiểu ô mẫu (tròn 1.000 m², Prodan 5,5 cây và vuông 30x30 m) và đánh giá độ chính xác của phân loại ảnh theo diện tích tán lá với ROI độc lập cũng theo 3 kiểu ô mẫu khác nhau này.

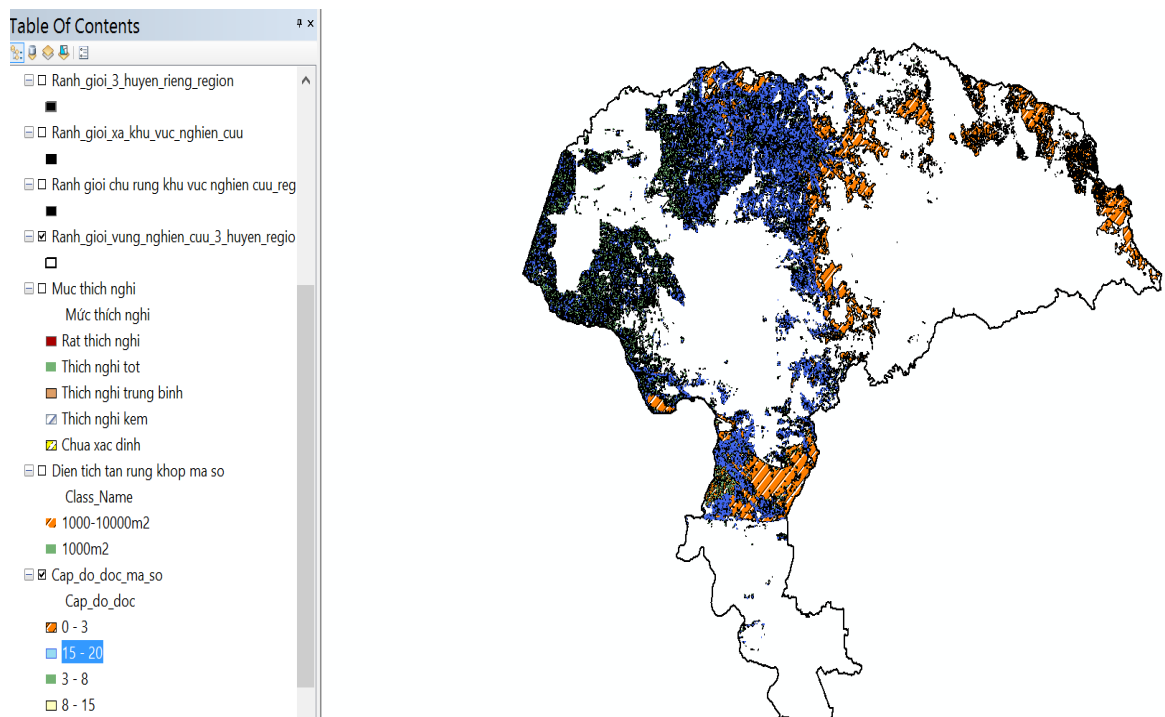
Kết quả cho thấy với ô mẫu tròn phân tầng thì phân loại ảnh theo diện tích tán lá (Scy) đạt độ tin cậy cao nhất là 81,81 % so với ô mẫu dạng Prodan hay dạng vuông 900 m² chỉ đạt 63,63 %. Vì vậy sử dụng ảnh giải đoán từ ô mẫu hình tròn phân tầng, kết quả chuyển sang dạng vector có được lớp bản đồ nhân tố diện tích tán lá rừng khộp ở Hình 3.22.



Hình 3.22. Lớp nhân tố diện tích tán lá rừng khộp

b. Lớp bản đồ theo nhân tố cấp độ dốc dựa vào mô hình DEM

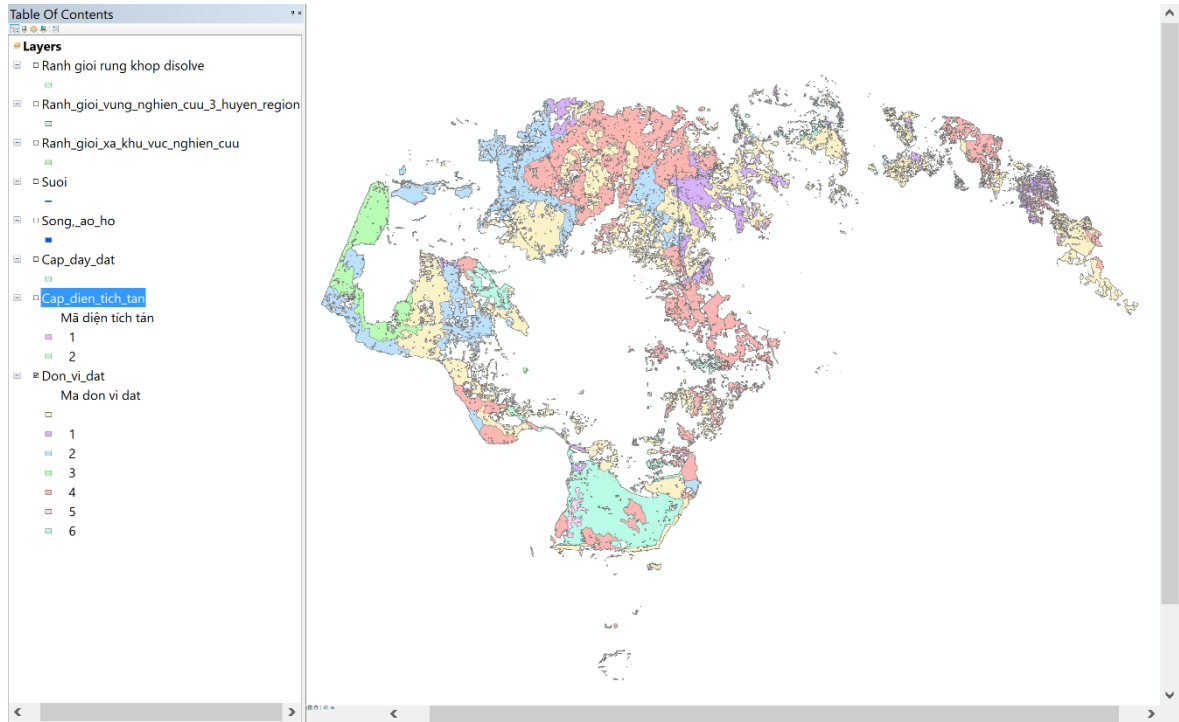
Từ mô hình DEM phân tích ảnh Raster để lập ảnh raster cấp độ dốc, từ đó chuyển sang file bản đồ cấp độ dốc dạng vector ở Hình 3.23.



Hình 3.23. Lớp nhân tố cấp độ dốc

c. Lớp bản đồ đơn vị đất

Từ bản đồ đất (FAO, 2008) tách được lớp bản đồ theo nhân tố là đơn vị đất
Hình 3.24.



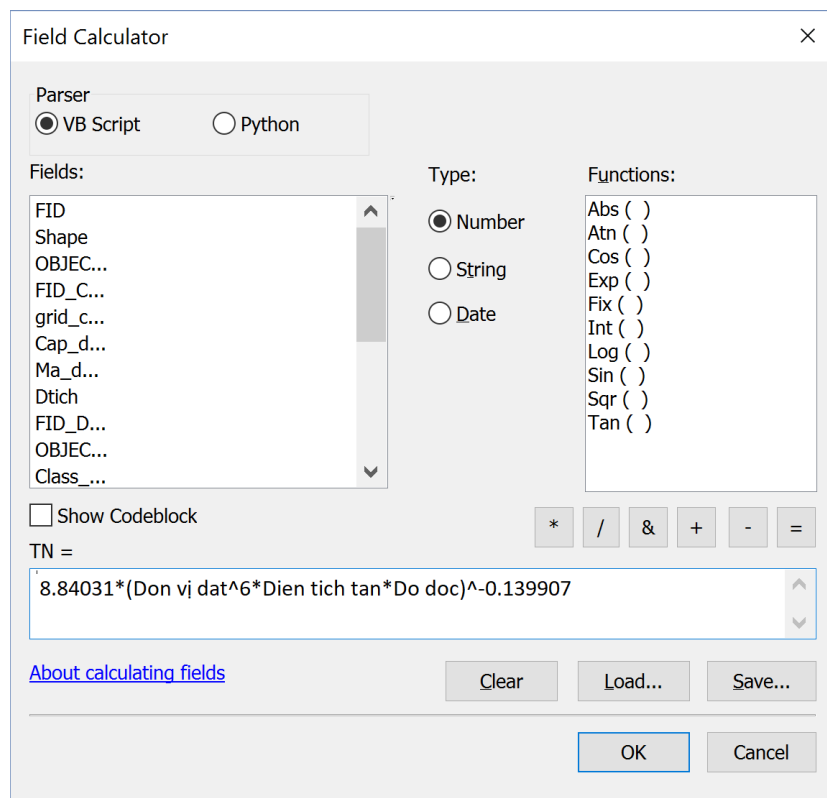
Hình 3.24. Lớp nhân tố đơn vị đất

3.3.3. Bản đồ thích nghi tích trong làm giàu rừng khộp

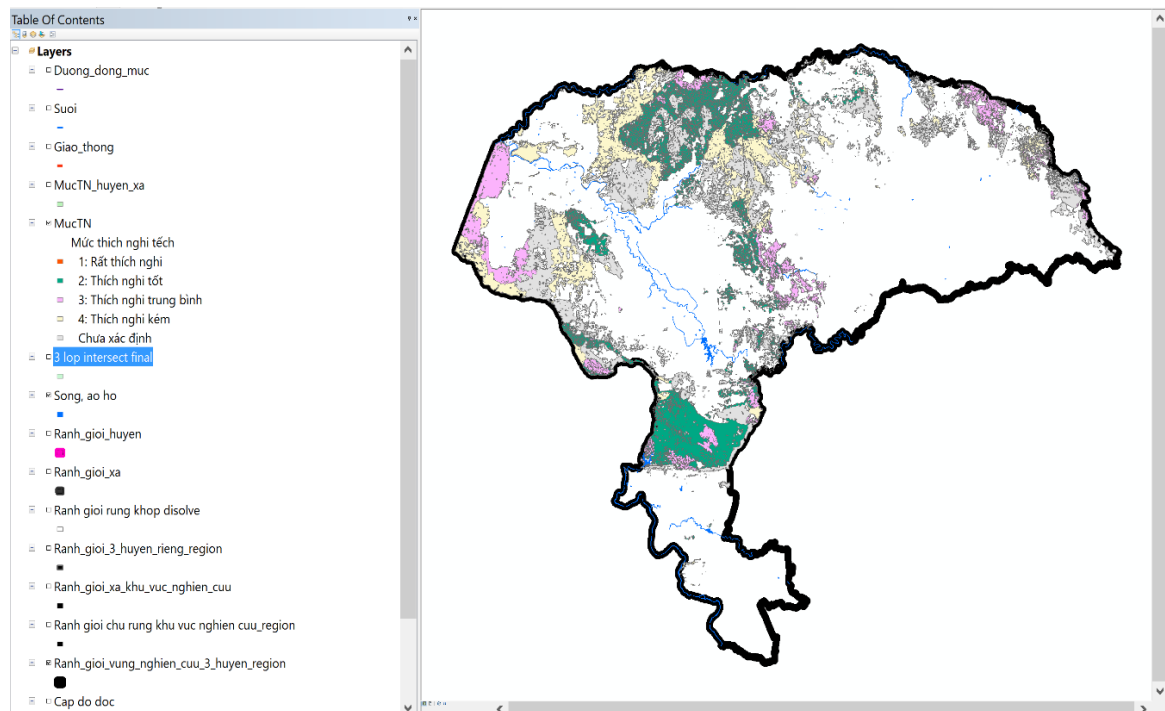
Với 3 lớp bản đồ GIS theo 3 nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi đã tạo lập trên, tiến hành chồng ghép 3 lớp này trong ArcGIS tạo thành tổ hợp 3 nhân tố cho từng đơn vị diện tích.

Sau đó sử dụng mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với 3 nhân tố lớp bản đồ là: đơn vị đất, độ dốc và diện tích tán đã thiết lập ở phần trên (Bảng 3.34): $Muc\ thích\ nghi = 8,84031 * (Don\ vi\ dat^{*6} * Dien\ tích\ tán * Do\ dốc)^{-0,13991}$ để xác định mức thích nghi cho từng tổ hợp 3 nhân tố được chồng ghép trong ArcGIS (Hình 3.25 và Hình 3.26).

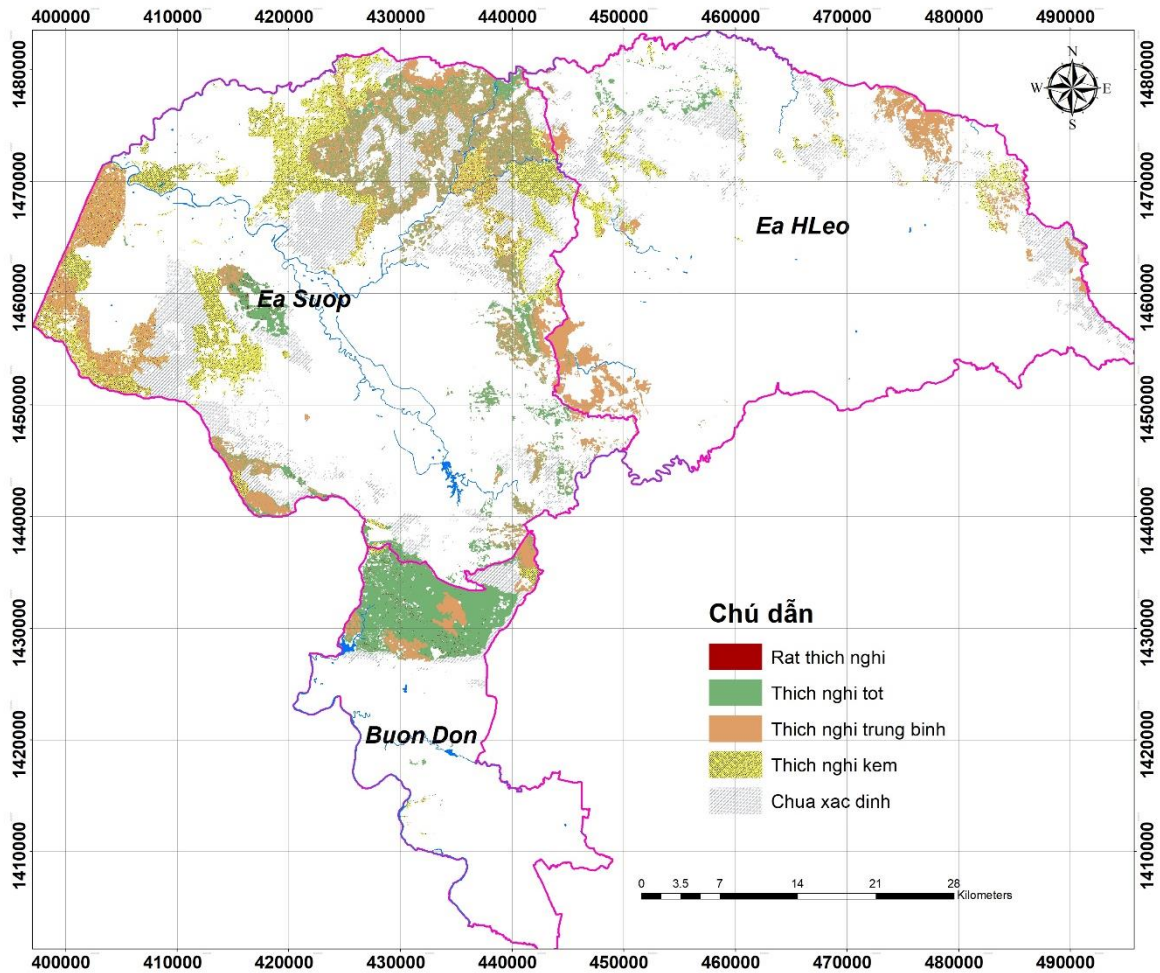
Từ đây lập được bản đồ phân cấp thích nghi làm giàu rừng khộp bằng cây tếch (Hình 3.27).



Hình 3.25. Gán mức thích nghi thông qua mô hình 3 nhân tố ảnh hưởng trong ArcGIS



Hình 3.26. Chồng xếp 3 lớp nhân tố bản đồ ảnh hưởng để phân cấp thích nghi dựa vào mô hình quan hệ trong ArcGIS



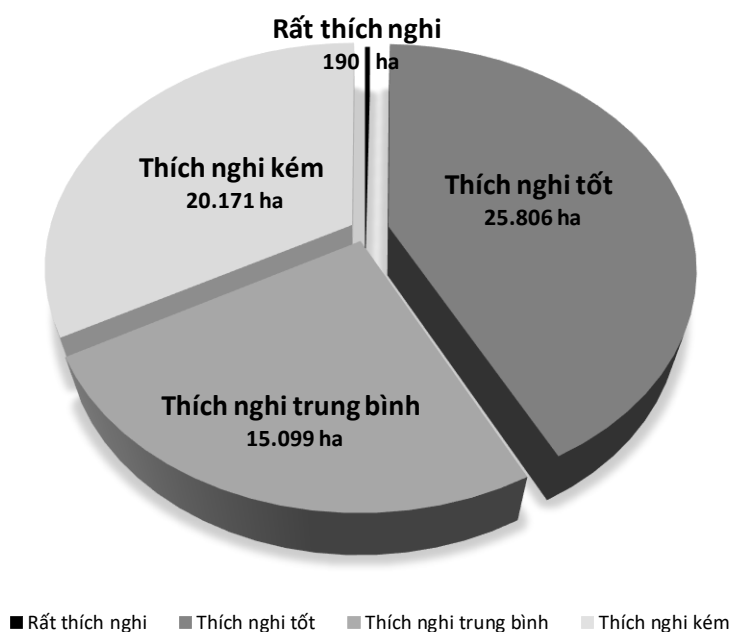
Hình 3.27. Bản đồ phân cấp thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tếch

Từ kết quả lập bản đồ thích nghi (Hình 3.27), xác định được diện tích rừng khộp thích nghi để làm giàu bằng cây tếch ở các mức khác nhau ở Bảng 3.36.

Bảng 3.36 và Hình 3.28 cho thấy có 41.095 ha chiếm 43,3 % là diện tích rừng khộp ở các trạng thái rừng khác nhau, có thể làm giàu rừng ở 3 mức thích nghi khác nhau (rất thích nghi, thích nghi tốt và thích nghi trung bình); trong đó, diện tích thích nghi ở hai mức triển vọng (rất thích nghi, thích nghi tốt) là 25.996 ha chiếm 27,4 %. Diện tích thích nghi kém cũng chiếm khá cao với 33.633 ha, chiếm 35,4%. Tuy nhiên thích nghi kém ở đây được hiểu là so với điều kiện thuận lợi của rừng trồng trên lập địa thích hợp, còn trong làm giàu rừng khộp với các điều kiện hết sức khắc nghiệt, khi mà cho đến nay chưa có một loài cây rừng nào thành công, thì trong một số trường hợp vẫn được xem là thích nghi, ví dụ với mục tiêu phục hồi hệ sinh thái rừng khộp.

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 được	33.633	35,4
Tổng	94.899	100,0
Diện tích rừng khộp có khả năng làm giàu bằng tếch ở 3 mức: rất thích nghi, thích nghi tốt và trung bình	41.095	43,3
Diện tích rừng khộp có thể làm giàu bằng tếch ở 2 mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi, thích nghi tốt)	25.996	27,4



Hình 3.28. Diện tích 4 mức thích nghi của cây tếch trong làm giàu rừng khộp

Trên cơ sở bản đồ thích nghi trong GIS, xác định được diện tích theo cấp thích nghi đến các đơn vị quản lý hành chính (huyện, xã) ở Bảng 3.37.

Bảng 3.37. Diện tích rừng khộp theo các mức thích nghi để làm giàu bằng cây tếch ở tỉnh Đắk Lắk theo ranh giới hành chính (ha)

Huyện / Xã	Rất thích nghi	Thích nghi tốt	Thích nghi trung bình	Thích nghi kém	Chưa xác định	Tổng cộng
Huyện Buôn Đôn	101	8.205	1.588	320	1.682	11.895
Xã Ea huar		14	48		226	288
Xã Ea Wer		32	3		2	37
Xã Krong A Na	101	8.158	1.537	266	1.434	11.497
Xã Tan Hoa				54	19	74
Huyện Ea Hleo	4	1.027	4.783	2.237	8.145	16.196
Xã Cư AMung		60	698	1	26	785
Xã Cu Mốt				8	1	9
Xã Ea Hiao		9	85		963	1.058
Xã Ea H'leo	4	677	295	1.356	4.894	7.225
Xã Ea Khal			1			1
Xã Ea Nam			2			2
Xã Ea Ral					1	1
Xã Ea Sol		113	2.335	640	2.110	5.198
Xã Ea Tір		161	1.239			1.400
Xã Ea Wy		7	128	231	151	517
Huyện Ea Sup	85	16.574	8.728	17.614	19.995	62.995
Xã Cu Kbang		1.259	499	120	39	1.917
Xã Cu Mlan	16	2.202	956	344	2.853	6.372
Xã Ea Bung		266	1.040	3.286	3.037	7.630
Xã Ea Rok		770	108	3.247	4.327	8.453
Xã Ia Jloi		8.932	1.750	3.308	5.658	19.648
Xã Ia Le	7	623	164		25	818
Xã Ia Lop		1.142	162	5.257	840	7.400
Xã Ia Rve	4	178	4.005	1.004	2.257	7.449
TT. Ea Sup		3			1	5
Xã Ya To Mot	58	1.198	45	1.046	956	3.302
Khác						3.811
Tổng cộng	190	25.806	15.099	20.171	29.821	94.899

Trong bản đồ phân cấp thích nghi có diện tích chưa xác định được mức thích nghi, đó là các diện tích phân tán của các đơn vị đất khác với các đơn vị đất đã bố trí thử nghiệm của đề tài; vì rừng khộp có sự biến động, thay đổi rất lớn về đơn vị đất trên từng diện tích nhỏ. Tuy nó chưa thể hiện mức thích nghi trên bản đồ, tuy nhiên có thể sử dụng các bảng xác định mức thích nghi theo tổ hợp 7 nhân tố chủ đạo tổng hợp của ba nhóm nhân tố sinh thái - lý hóa tính đất đã lập để đánh giá mức thích nghi trên hiện trường. Vì vậy các diện tích thích nghi cho tếch trong rừng khộp có thể mở rộng trên diện tích chưa xác định này.

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

Phương pháp truyền thống trước đây khi lập bản đồ thích nghi cho một loài cây trồng là dựa vào thông tin có sẵn về yêu cầu sinh thái, lập địa của loài đó để tiến hành chồng ghép các lớp bản đồ tương ứng, sau đó cho điểm chủ quan từng nhân tố để tạo thành các cấp thích nghi. Cách làm như vậy thứ nhất là chưa có thực nghiệm hiện trường để xác định nhân tố ảnh hưởng chủ đạo, thứ hai việc cho điểm theo từng nhân tố là chưa có cơ sở khách quan.

Trong khi đó theo Franklin (2001), tiềm năng GIS đóng góp trong việc quản lý rừng bền vững là rất lớn, nó là công cụ lý tưởng để phân tích thực hiện các phân tích không gian để cung cấp thông tin cần thiết. Để lập các bản đồ thích nghi cây trồng sử dụng chồng ghép bản đồ trong GIS và lồng ghép với mô hình hồi quy đa biến để phân vùng thích nghi là có hiệu quả và khách quan (Bảo Huy, 2009).

Nghiên cứu này đã dựa vào kết quả các ô sinh thái làm giàu rừng để lập mô hình quan hệ mức thích nghi của cây tếch với các nhân tố, làm cơ sở lựa chọn các nhân tố chủ đạo và lớp bản đồ thích hợp, sau đó đã 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. Do đó kỹ thuật và công nghệ áp dụng trong luận án này có cơ sở và khách quan, 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

Nghiên cứu này đưa ra dự đoán sinh trưởng, năng suất và sản lượng tẻch làm giàu rừng khộp đến cuối chu kỳ kinh doanh gỗ tẻch nhỏ cho hai mức thích nghi có triển vọng là rất thích nghi và thích nghi tốt; không dự đoán cho các mức thích nghi trung bình và kém vì chu kỳ quá dài và dữ liệu quan sát chỉ ở giai đoạn đầu, nếu dự đoán sẽ có độ tin cậy kém. Do dữ liệu thử nghiệm tẻch làm giàu rừng khộp chỉ tối đa ở tuổi 6, nếu dự đoán sinh trưởng, năng suất, sản lượng từ dữ liệu này cho đến hết chu kỳ tẻch gỗ nhỏ khoảng 15 năm sẽ thiếu độ tin cậy.

Vì vậy cơ sở của dự đoán là so sánh tốc độ sinh trưởng chiều cao bình quân tăng trội (H_{trôi}) của tẻch trồng làm giàu rừng khộp với chiều cao bình quân trội cây tẻch trồng rừng (H_o) trong cùng mức thích nghi; nếu có sự thuần nhất về sinh trưởng của hai hệ thống cây trội này thì sử dụng mô hình sinh trưởng H_o và các dữ liệu sinh trưởng rừng trồng tẻch ở tuổi 3-45 của Bảo Huy và ctv (1998) để lập mô hình dự đoán các chỉ tiêu sinh trưởng tẻch trong làm giàu rừng cho từng mức thích nghi tương ứng. Kết quả so sánh sinh trưởng H_{trôi} của tẻch làm giàu rừng theo A với H_o theo A rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên theo 4 cặp phương trình ở Bảng 3.38.

Bảng 3.38. Bốn cặp phương trình sinh trưởng của H_{trôi} tẻch làm giàu rừng khộp và H_o rừng trồng tẻch vùng Tây Nguyên

Stt	Đối tượng	Thích nghi/Năng suất	Mô hình
1	Làm giàu rừng khộp	Rất thích nghi = 1	$H_{trôi} = 1,690 \cdot A^{1,191}$
	Tẻch ở Tây Nguyên	Năng suất rất tốt = I	$H_o = 32,028 \cdot \exp(-3,535 \cdot A^{-0,796})$
2	Làm giàu rừng khộp	Thích nghi tốt = 2	$H_{trôi} = 1,240 \cdot A^{1,228}$
	Tẻch ở Tây Nguyên	Năng suất tốt = II	$H_o = 28,859 \cdot \exp(-3,816 \cdot A^{-0,796})$
3	Làm giàu rừng khộp	Thích nghi trung bình = 3	$H_{trôi} = 0,790 \cdot A^{1,265}$
	Tẻch ở Tây Nguyên	Năng suất trung bình = III	$H_o = 25,732 \cdot \exp(-4,207 \cdot A^{-0,796})$
4	Làm giàu rừng	Thích nghi kém = 4	$H_{trôi} = 0,442 \cdot A^{1,418}$
	Tẻch ở Tây Nguyên	Năng suất kém = IV	$H_o = 22,685 \cdot \exp(-4,789 \cdot A^{-0,796})$

Sử dụng tiêu chuẩn phi tham số trường hợp hai mẫu liên hệ Wilcoxon để so sánh sinh trưởng Htroi của tếch làm giàu rừng với Ho của tếch vùng Tây Nguyên ở từng cặp theo mức thích nghi - năng suất.

Kết quả so sánh trong SPSS cho thấy tất cả 4 trường hợp so sánh ở 4 cặp mức thích nghi - cấp năng suất đều cho mức ý nghĩa $P > 0,05$ theo Wilcoxon, như vậy tếch trong làm giàu rừng khớp có cùng tốc độ sinh trưởng với tếch trồng trong vùng Tây Nguyên trong giai đoạn đầu và có thể sử dụng sinh trưởng Ho của tếch rừng trồng ở vùng Tây Nguyên để làm cơ sở dự đoán các giá trị sinh trưởng trung bình của tếch trong làm giàu rừng (Bảng 3.39)

Bảng 3.39. Kết quả so sánh bằng tiêu chuẩn Wilcoxon giữa Htroi và Ho ở 4 mức thích nghi - cấp năng suất

Hypothesis Test Summary					Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision		Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between Htroi muc TN 1 and Htroi Cap NS I equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	.225	Retain the null hypothesis.	1	The median of differences between Htroi muc TN 2 and Htroi Cap NS II equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	.138	Retain the null hypothesis.
Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.					Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.				

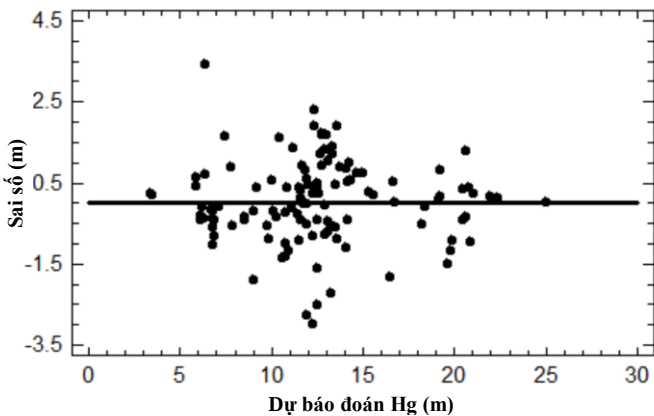
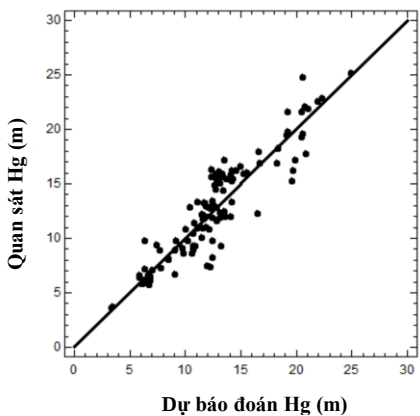
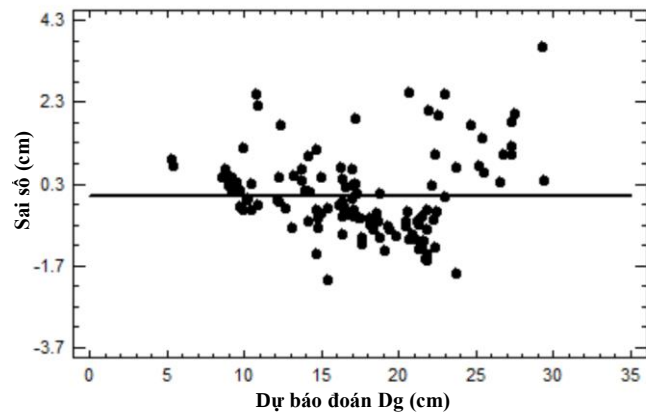
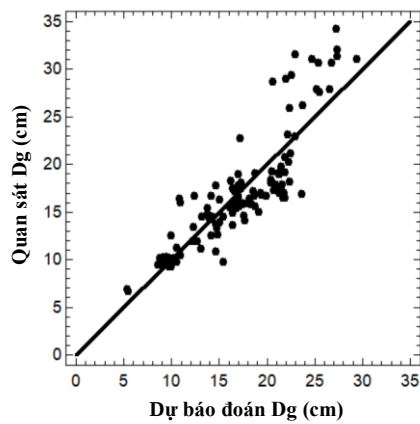
Hypothesis Test Summary					Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision		Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of differences between Htroi muc TN 3 and Htroi Cap NS III equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	.138	Retain the null hypothesis.	1	The median of differences between Htroi muc TN 4 and Htroi Cap NS IV equals 0.	Related-Samples Wilcoxon Signed Rank Test	.080	Retain the null hypothesis.
Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.					Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.				

Sử dụng dữ liệu sinh trưởng đường kính ứng với tiết diện ngang trung bình (Dg), chiều cao tếch trung bình tương ứng là Hg của 120 ô mẫu 1.000 m² tuổi từ 3-45 năm vùng Tây Nguyên (Bảo Huy, 1998) để lập mô hình dự đoán sinh trưởng Dg và Hg theo Ho cho tếch làm giàu rừng khớp. Các mô hình theo hàm Schumacher có trọng số Weight = $1/X_j^a$; kết quả ở Bảng 3.40 và Hình 3.29. Các mô hình có sai số tuyệt đối khá tốt, sai số dự đoán Dg là MAE = 2,9 cm và Hg là MAE = 1,0 m, ứng với sai số tương đối MAPE lần lượt là 15,0 và 10,6 %, sai số như vậy có thể chấp nhận để dự đoán sinh trưởng trung bình.

Bảng 3.40. Các mô hình dự đoán sinh trưởng Dg, Hg trung bình theo chiều cao trung bình trội (H_0) cây tẻch

Stt	Mô hình	n ô	$R^2_{adj.}$ (%)	Biến Weight	MAE	MAPE (%)
1	$Dg = 269,171 \times \exp(-9,628 \cdot H_0^{-0,477})$	120	76,75	$1/H_0^{-2}$	2,9	15,0
2	$Hg = 49,472 \times \exp(-10,769 \cdot Dg^{-0,731})$	120	86,01	$1/Dg^2$	1,0	10,6

Từ các mô hình đã thiết lập dự đoán được sinh trưởng các chỉ tiêu Dg, Hg và thể tích cây trung bình (Vtb) (với hình số $f_{1,3} = 0,5$; Bảo Huy 1998) theo tuổi dựa vào mô hình H_0 ở hai mức thích nghi tẻch có triển vọng (Bảng 3.41).



Hình 3.29. Đồ thị quan hệ giá trị quan sát với dự đoán qua mô hình Dg và Hg và biến động sai số theo giá trị dự đoán

Bảng 3.41. Dự đoán sinh trưởng trung bình của tếch theo tuổi ở 2 mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt)

A nam	1. Rất thích nghi (Rất thích nghi)				2. Thích nghi tốt (thích nghi tốt)			
	Ho (m)	Dg (cm)	Hg (m)	Vtb (m ³)	Ho (m)	Dg (cm)	Hg (m)	Vtb (m ³)
3	7,3	6,5	3,2	0,005	5,9	4,3	1,2	0,001
4	9,9	10,7	7,4	0,033	8,1	7,8	4,5	0,011
5	12,0	14,2	10,5	0,083	10,0	10,9	7,5	0,035
6	13,7	17,0	12,7	0,144	11,5	13,4	9,9	0,070
7	15,1	19,3	14,3	0,209	12,8	15,6	11,6	0,111
8	16,3	21,2	15,6	0,274	13,9	17,4	13,0	0,154
9	17,3	22,8	16,5	0,336	14,9	18,9	14,1	0,197
10	18,2	24,1	17,3	0,394	15,7	20,2	14,9	0,239
11	19,0	25,3	17,9	0,449	16,4	21,3	15,7	0,279
12	19,6	26,3	18,4	0,500	17,0	22,3	16,3	0,317
13	20,2	27,2	18,9	0,547	17,6	23,2	16,8	0,353
14	20,8	28,0	19,3	0,591	18,1	23,9	17,2	0,387
15	21,3	28,7	19,6	0,632	18,5	24,6	17,6	0,419
16	21,7	29,3	19,9	0,670	19,0	25,3	17,9	0,449

Trên cơ sở dự đoán sinh trưởng bình quân tếch làm giàu rừng, xác định được chu kỳ kinh doanh và dự đoán năng suất, sản lượng như sau:

- Chu kỳ kinh doanh: Với dự kiến mục tiêu gỗ nhỏ với đường kính 25 cm, thì chu kỳ kinh doanh tẻch làm giàu rừng ở mức rất thích nghi là 11 năm, ở mức thích nghi tốt là 16 năm.

- Mật độ tẻch trồng trung bình là 500 cây/ha, từ nghiên cứu này cho thấy tỷ lệ sống ở hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi tốt và thích nghi tốt) đạt trên 90 %, như vậy đến lúc khai dự kiến sẽ còn 450 cây/ha; áp dụng khai thác để cây gieo giống và duy trì sinh thái rừng nên sẽ khai thác tối đa 300 cây/ha (60 % số cây trồng).

- Thể tích sản phẩm trung bình của cây tẻch $V_{sptb} = V_{tb} \times 0,7$

- Sản lượng (m^3/ha) = $V_{sptb} \times$ số cây khai thác dự kiến khai thác

- Năng suất ($m^3/ha/năm$) = Sản lượng / Chu kỳ

Kết quả dự đoán năng suất, sản lượng tẻch làm giàu rừng khớp suy thoái theo chu kỳ kinh doanh ở hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt) được trình bày ở Bảng 3.42.

Bảng 3.42. Dự đoán năng suất, sản lượng tẻch trồng làm giàu rừng khớp ở hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt)

Stt	Mức thích nghi	Chu kỳ (năm)	Số cây dự kiến khai thác	V_{tb} (m^3)	V_{sptb} (m^3)	Sản lượng (m^3/ha)	Năng suất ($m^3/ha/năm$)
1	Rất thích nghi	11	300	0,449	0,314	94,2	8,6
2	Thích nghi tốt	16	300	0,449	0,314	94,2	5,9

3.4.2. Dự báo hiệu quả kinh tế theo từng mức thích nghi của cây tẻch trồng trong rừng khớp

Để dự báo hiệu quả kinh tế của làm giàu rừng khớp bằng cây tẻch trên cơ sở tính toán chi phí dựa vào thực tế của đề tài, với mật độ tẻch được trồng làm giàu rừng trung bình là 500 cây/ha ở Bảng 3.43 (chi phí này chưa tính cho khai thác, vận xuất, ... do đề tài chưa đến cuối chu kỳ); và dự đoán thu nhập thì tính toán dựa vào dự báo sản lượng ở kết quả trên cùng với giá cả thị trường tẻch.

Bảng 3.43. Dự toán chi phí trồng tẻch làm giàu rừng khộp suy thoái

TT	Hạng mục	ĐVT	Số lượng	Đơn giá	Năm thứ 1	Năm thứ 2	Năm thứ 3	Từ năm 4 đến cuối
1	Giống tẻch (Trồng và trồng dặm)	Stump	500	5	2.500	250		
2	Xác định địa điểm thích nghi	Công	2	1.500	3.000			
3	Xác định vị trí hố trồng (3*3m)	Công	2	1.000	2.000			
4	Đào hố (40x40x40cm) (trồng, dặm)	Công	10	200	2.000	200		
5	Bón lót phân chuồng (5kg/cây)	Kg	2.500	3,5	8.750			
6	Trồng tẻch	Công	4	200	800	80		
7	Làm cỏ, xới gốc, tia cành	Công	4	200	800	800	800	800
8	Nhiên liệu, khấu hao máy phát cỏ	Lần	2	400	800	800	800	800
9	Phòng cháy một năm (2 lần/năm)	Công	8	200	1.600	1.600	1.600	
10	Vôi (0,3kg/cây)	Kg	150	2	300	300	300	
11	NPK (0,15kg/cây)	Kg	75	15	1.125	1.125	1.125	
12	Công bón vôi và NPK	Công	4	200	800	800	800	
13	Quản lý bảo vệ (10%) chi phí trên				2.447,5	595,5	542,5	500
	Tổng cộng (VND)				26.922,5	6.300,5	5.967,5	2.100

Nguồn: Từ dữ liệu đầu tư của đề tài; Vôi: Mật độ tẻch: 500 cây/ha; Đơn vị tiền tệ: 1.000 đồng

Giá gỗ tẻch từ rừng trồng tùy thuộc vào kích thước (Kollert và Cherubini, 2012), giá thị trường gỗ tẻch ở tại thời điểm năm 2013 cho đến nay của mạng lưới tẻch toàn cầu (TeakNet) cho thấy gỗ tẻch nhỏ (đường kính xấp xỉ 20 cm) cũng đã có giá trị cao, đồng thời giá tẻch luôn tăng và thị trường ổn định (Bảng 3.44).

Ngoài ra, tẻch đã nổi tiếng trên toàn thế giới vì tính hấp dẫn và độ bền của nó, có nhu cầu cao trên thị trường toàn cầu.

Bảng 3.44. Giá gỗ tẻch theo TeakNet năm 2013 đến nay

Đường kính giữa (cm)	Chất lượng (hạng gỗ)	Chiều dài (m)	Giá bán (USD/m ³)
32 - 47	B	2,5 - 7,3	1.564
24 - 32	B	2,5 - 7,3	1.308
24 - 32	C	2,5 - 7,3	1.044
19 - 24	B	2,5 - 7,3	937
19 - 24	C	2,5 - 7,3	793

Nguồn: <http://teaknet.org/latest-prices-teak-logs>

Dự báo thu nhập của tẻch trong làm giàu rừng được tính toán cho 2 mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi, thích nghi tốt) dựa vào chu kỳ kinh doanh tẻch và sản lượng dự báo theo mức thích nghi.

Trong đó đơn giá gỗ tẻch lấy theo TeakNet (2013). Kết quả dự đoán sản lượng và thu nhập cho 1 ha làm giàu rừng ở Bảng 3.45.

Bảng 3.45. Dự đoán sản lượng và thu nhập cho một ha làm giàu rừng khớp bằng cây tẻch ở các mức thích nghi triển vọng

Stt	Mức thích nghi	Chu kỳ kinh doanh (năm)	Số cây dự liên khai thác	Sản lượng (m ³ /ha)	Đơn giá (triệu đồng /m ³)	Tổng thu (triệu đồng /chu kỳ)
1	Rất thích nghi	11	300	94,3	17	1.601
2	Thích nghi tốt	16	300	94,3	17	1.601

Trên cơ sở dự toán chi phí và thu nhập từ tẻch theo chu kỳ, tính toán các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế theo phương pháp phân tích hiệu quả chi phí (CBA) bao gồm:

- + Thu nhập ròng quy về hiện tại (NPV)
- + Chỉ số thu hồi nội bộ (IRR %)

Trong đó lãi suất $i\%$ được tính theo lãi suất vay vốn tín chấp năm 2017 là $0,8\%/\text{tháng} \times 12 \text{ tháng} = 9,6\%/\text{năm}$ (Bảng 3.46).

Bảng 3.46. Chi tiêu hiệu quả kinh tế làm giàu rừng khộp bằng tách ở các mức thích nghi có triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt)

Chỉ tiêu kinh tế	Mức thích nghi	
	Rất thích nghi	Thích nghi tốt
Chu kỳ (năm)	11	16
i (Lãi suất vay tín chấp) (%/năm)	9,6	9,6
Tổng chi phí (triệu đồng/ha/chu kỳ)	56,2	66,7
Tổng thu (triệu đồng/ha/chu kỳ)	1.601,4	1.601,4
Thu nhập trừ chi phí (triệu đ/ha/chu kỳ)	1.545,2	1.534,7
Thu nhập ròng (triệu đồng/ha/năm)	140,5	95,9
NPV cả chu kỳ (triệu đồng/ha/chu kỳ)	541,0	323,3
IRR (%)	46,1	27,9
Thời gian thu hồi vốn (Năm)	10,1	15,1
NPV/năm (triệu đồng/ha/năm)	49,2	20,2

Kết quả tính hiệu quả kinh tế ở Bảng 3.46 cho thấy:

- Chi phí cho 1 ha đến hết chu kỳ là 56,2 triệu đồng/năm/ha ở mức rất thích nghi, 66,7 triệu đồng/năm/ha ở mức thích nghi tốt.
- Thu nhập ròng (đã trừ chi phí) đạt 140,5 triệu đồng/năm/ha ở mức rất thích nghi, 95,9 triệu đồng/năm/ha ở mức thích nghi tốt.
- Thu nhập ròng quy về hiện tại (NPV): 49,2 triệu đồng/năm/ha ở mức rất thích nghi và 20,2 triệu đồng/năm/ha ở mức thích nghi tốt (Thu nhập ròng quy về hiện tại NPV tính đến giá trị tiền bị lạm phát, trượt giá, ...).
- Chỉ số thu hồi nội bộ IRR% (46,1 % và 27,9 %) > i% (9,6 %), cho thấy đầu tư làm giàu rừng khộp bằng cây tách bảo đảm an toàn về vốn ở cả hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt).

Thử tính toán hiệu quả kinh tế với ba kịch bản lãi suất vốn vay khác nhau là $i = 7,2\%$ (ứng với 75 % so với lãi vay hiện tại), $i = 9,6\%$ (lãi vay hiện tại) và $i = 19,2\%$ (ứng với lãi vay tăng gấp đôi). Kết quả thể hiện ở Bảng 3.47 (chi tiết ở Phụ lục 11).

Bảng 3.47. Chỉ tiêu hiệu quả kinh tế làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch theo các mức lãi suất vốn vay khác nhau

Chỉ tiêu kinh tế	$i = 7,2\%$		$i = 9,6\%$		$i = 19,2\%$	
	Rất thích nghi	Thích nghi tốt	Rất thích nghi	Thích nghi tốt	Rất thích nghi	Thích nghi tốt
Chu kỳ (năm)	11	16	11	16	11	16
IRR (%)	46,1	27,9	46,1	27,9	46,1	27,9
NPV/năm (triệu/ha/năm)	63,6	29,8	49,2	20,2	17,9	3,7

Kết quả này cho thấy với các tình huống lãi vốn vay từ thấp đến cao thì chỉ số thu hồi nội bộ IRR không thay đổi và luôn lớn hơn với lãi vốn vay đắt nhất là 19,2 %, do đó kinh doanh tẻch trong làm giàu rừng khộp ở hai mức rất thích nghi và thích nghi tốt luôn bảo đảm an toàn về vốn và hiệu quả kinh doanh.

Giá trị Thu nhập ròng quy về hiện tại (NPV) bị tác động rõ rệt khi thay đổi lãi suất vốn vay. NPV đạt cao nhất ở mức lãi vay thấp nhất; trong đó ở hai mức lãi hoặc 7,2 % hoặc 9,6 % thì trồng tẻch làm giàu rừng khộp rất có hiệu quả; trong khi đó nếu mức lãi tăng đột biến, gấp đôi lãi hiện tại (19,2 %) thì ở mức rất thích nghi NPV đạt ở mức khá thấp là 17,9 triệu/ha/năm, và với mức thích nghi tốt thì không đạt hiệu quả với NPV rất thấp là 3,7 triệu/ha/năm.

Trên cơ sở tính toán hiệu quả kinh tế kết hợp với bản đồ thích nghi của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp, có được diện tích của hai mức thích nghi triển vọng (rất thích nghi và thích nghi tốt), dự báo tiềm năng kinh tế từ làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch cho tỉnh Đắk Lắk ở Bảng 3.48 (với $i = 9,6\%$).

Bảng 3.48. Tiềm năng kinh tế từ làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch ở tỉnh Đắk Lắk với $i = 9,6 \%$

Stt	Mức thích nghi	Diện tích (ha)	Chu kỳ (năm)	NPV (triệu đồng/ha/năm)	Tổng NPV (triệu đồng/năm)
1	Rất thích nghi	190	11	49,2	9.348
2	Thích nghi tốt	25.806	16	20,2	521.281
Tổng		25.996			530.629

Kết quả dự báo tiềm năng kinh tế ở Bảng 3.48 cho thấy nếu tổ chức quy hoạch và thực hiện việc làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch trên toàn bộ 25.996 ha rừng khộp 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 (từ mức rất thích nghi), mỗi năm sẽ thu hoạch khoảng 9,3 tỷ đồng.
- Sau 16 năm (từ mức rất thích nghi và thích nghi tốt), mỗi năm thu 530,6 tỷ đồng.

Nếu triển khai làm giàu bằng cây tẻch cả trên diện tích 15.099 ha rừng khộp ở mức thích nghi trung bình thì chu kỳ kinh doanh gỗ có kéo dài thêm nhưng tổng mức thu hoạch được còn tăng lên đáng kể.

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 trồng làm giàu rừng khộp suy thoái đạt được năng suất 5,9-8,6 m³/ha rừng khộp/năm (ở 2 mức thích nghi triển vọng), trong khi đó năng suất rừng trồng tẻch thuần loại là 13-16 m³/ha/năm ở các cấp năng suất (Bảo Huy và ctv, 1998). Kết quả dự đoán này là khả quan cho việc làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch, cho dù năng suất trong làm giàu rừng có thấp hơn, tuy nhiên vì ở đây là trồng xen cây tẻch trong rừng khộp nên mật độ trồng thấp hơn so với trồng rừng thuần loại; và cây tẻch trong rừng khộp còn bị ảnh hưởng và cạnh tranh dinh dưỡng với cây rừng. Năng suất tẻch làm giàu rừng khộp đạt 45-54 % năng suất tẻch trồng rừng thuần loại. Năng suất này là đóng góp quan trọng trong cải thiện giá trị kinh tế rừng khộp nghèo gỗ, đồng thời góp phần duy trì và cải thiện sinh thái môi trường của rừng khộp suy thoái.

Trong nghiên cứu này, mục tiêu là cung cấp gỗ tẻch nhỏ với có đường kính khoảng 20-25 cm với chu kỳ thu hoạch dự kiến là 15 năm (Bảo Huy và ctv, 1998, Roshetko và ctv, 2013). Các mô hình dự đoán thực hiện với thời gian khá dài của chu kỳ so với dữ liệu thực nghiệm có được trong giai đoạn đầu, do vậy có giá trị tham khảo, định hướng về kinh tế, sản lượng để quyết định quy hoạch làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch. Cần có các nghiên cứu tiếp theo, tiếp tục theo dõi các lô thí nghiệm ít nhất 10 năm nữa để có những thông tin chính xác hơn về năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế của cây tẻch trong rừng khộp suy thoái.

Dự báo hiệu quả kinh tế của làm giàu rừng trong nghiên cứu này chỉ mới dừng lại ở hiệu quả bổ sung từ cây tẻch, trong tương lai cũng cần tính đầy đủ hiệu quả kinh tế của cả rừng khộp.

Đồng thời các hoạt động lâm sinh thâm canh sẽ làm gia tăng năng suất gỗ tẻch và chất lượng cao hơn. Roshetko và ctv (2013) cho biết trong giai đoạn đầu, tỉa thưa giúp tăng đường kính gia tăng lên 60 % và chiều cao cây tăng lên 124 %.

Với 25.996 ha rừng khộp suy thoái nghèo về gỗ, nếu tiến hành làm giàu rừng bằng cây tẻch (từ mức thích nghi tốt đến mức rất thích nghi) sẽ là một tiềm năng lớn tạo ra thu nhập cho các doanh nghiệp, người dân và các cộng đồng tham gia quản lý kinh doanh và bảo vệ rừng hệ sinh thái rừng khộp đặc hữu của vùng Tây Nguyên.

3.5. Kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch

Kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch được tổng kết từ kết quả thử nghiệm, phân tích của đề tài. Đây là cơ sở để xây dựng quy trình làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch; gồm một số nội dung căn bản sau:

3.5.1. Xác định mức thích nghi của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp

Mức thích nghi của cây tẻch trồng làm giàu rừng khộp suy thoái được xác định theo 2 bước: (i) Xác định nhanh theo 4 nhân tố dễ quan trắc trên hiện trường và thực vật chỉ thị và (ii) xác định cụ thể theo 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo.

- Xác định nhanh: dựa vào 4 nhân tố là Tỷ lệ kết von trên bề mặt đất rừng, xuất hiện cỏ lao hay không, ngập nước hay không và loài cây ưu thế rừng khộp theo bảng dưới (Bảng 3.49).

Bảng 3.49. Mức thích nghi của tếch 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	Cầm 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
	<10%	Có	-	-	-	-
		Không	2	2	2	2
Có	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: ký hiệu âm (-) là tổ hợp không tồn tại trong thực tế

Trong đó loài cây ưu thế là các loài có mật độ cây cao nhất trong lâm phần với số loài từ 1-3, mức độ kết von, sự xuất hiện của cỏ Lào và mức độ ngập nước được quan trắc trực tiếp trên thực địa.

- Xác định chính xác: theo 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo là: Đơn vị đất, ngập nước, cỏ Lào, loài cây ưu thế, % cát, hàm lượng N và P₂O₅ trong đất theo bảng sau đây (Bảng 3.50). Để tra cứu chính xác và đầy đủ cần tra Bảng 3.28.

Bảng 3.50. Các dạng lập địa - trạng thái điển hình dựa trên 7 nhân tố chủ đạo cho 4 mức thích nghi của cây tếch trong rừng khộp suy thoái

Các nhân tố	Mức thích nghi của tếch			
	Rất thích nghi	Thích nghi tốt	Thích nghi trung bình	Thích nghi kém
Đơn vị đất	Đất xám sỏi sạn nông	Đất đen cơ giới nhẹ, sỏi sạn sâu	Đất phù sa cơ giới nhẹ, đọng nước	Đất xói mòn mạnh, trơ sỏi sạn
	Đất nâu tầng mỏng	Đất có tầng sét chặt, nhân tác, ít chua	Đất xám cơ giới nhẹ Đất nâu cơ giới nhẹ	Đất đỏ chua, rất nghèo kiềm
		Đất xám tầng mỏng và rất mỏng	Đất có tầng sét chặt, nhân tác, ít chua	Đất có tầng sét chặt, có tầng kết von
Ngập nước	Không ngập	Không ngập	Không ngập Ngập nhẹ	Ngập nhẹ
Xuất hiện cỏ Lào	Có	Có Không	Không	Không
Loài cây ưu thế rừng khộp	Cẩm liên Dầu đồng - Chiêu liêu - Cẩm xe	Cà chít Cẩm liên Dầu đồng - Chiêu liêu - Cẩm xe	Dầu trà beng Cà chít	Dầu trà beng
% Cát	<42,8	42,8 – 59,7	42,8 – 76,7	>76,7
N (mg/100g đất)	>19,1	13,4 – >19,1	7,6 – 13,4	< 7,6 – 13,4
P ₂ O ₅ (mg/100g đất)	>9,1	6,1 – >9,1	3,1 – 9,1	>3,1 – 6,1

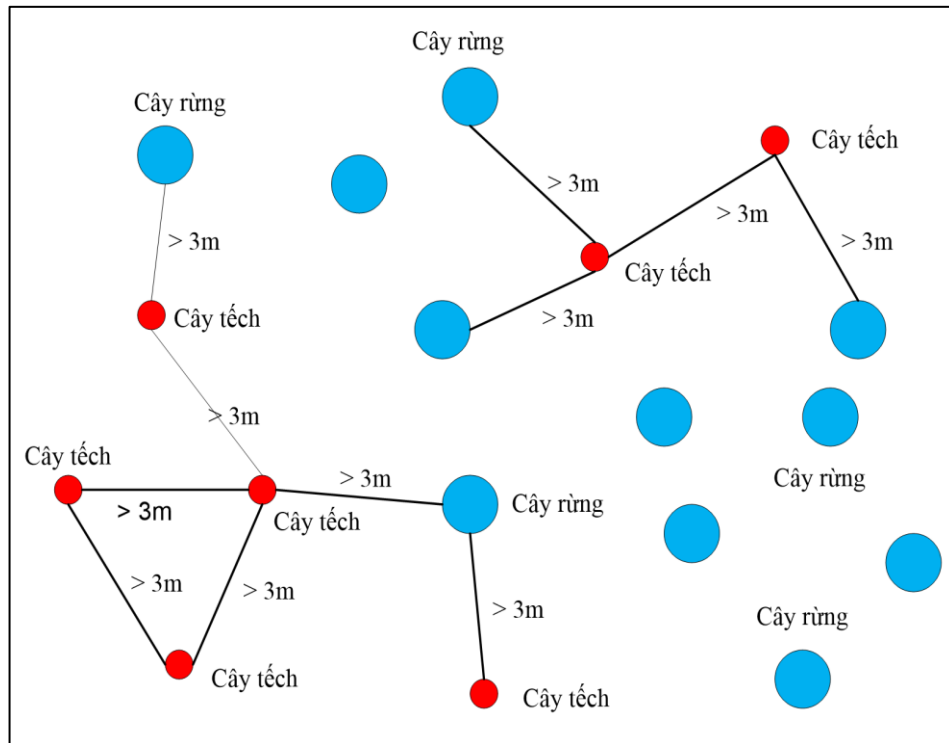
Trong đó đơn vị đất xác định qua bản đồ đất; ngập nước, cỏ Lào, loài ưu thế xác định qua quan trắc thực địa; % cát, N và P₂O₅ xác định qua lấy mẫu đất phân tích ở phòng thí nghiệm.

Nếu trồng tẻch làm giàu rừng với mục đích kinh tế thì chọn trồng trên 2 mức: rất thích nghi và thích nghi tốt; có thể mở rộng trên diện tích thích nghi trung bình.

Nếu trồng tẻch làm giàu rừng với mục tiêu phục hồi sinh thái rừng khộp thì có thể trồng cả trên một số diện tích có mức thích nghi trung bình hoặc kém; ở các mức thích nghi này tuy tẻch sinh trưởng chậm hơn trồng thuần loại và kém hiệu quả kinh tế, nhưng cơ bản nó vẫn tồn tại, sinh trưởng và phục hồi rừng theo thời gian.

3.5.2. Phương thức làm giàu rừng, thiết kế trồng và mật độ làm giàu rừng

Làm giàu rừng bằng cách trồng xen cây tẻch vào nơi trống tán, vỡ tán trong rừng, trồng tẻch cách nhau 3 mét và tẻch cách cây rừng (có DBH ≥ 10 cm) ít nhất là 3 mét (Hình 3.30).



Huy và ctv, 2017

Hình 3.30. Sơ đồ thiết kế trồng tẻch làm giàu rừng khộp vào nơi trống tán

Mật độ tẻch được xác định tùy theo tỷ lệ đá nổi, mật độ cây rừng và mức thích nghi của tẻch theo bảng dưới (Bảng 3.51). Trong đó tỷ lệ đá nổi xác định bằng cách đo tổng chiều dài đá nổi trên 2 đường chéo ô 10×10 m đại diện và tính tỷ lệ (chia tổng chiều dài 2 đường chéo); mật độ cây rừng theo phương pháp 5,5 cây của Prodan.

Bảng 3.51. N (cây/ha) cây tẻch trồng làm giàu theo mức thích nghi, cấp mật độ rừng khộp và cấp tỷ lệ đá nổi

Mức thích nghi	N khộp (cây/ha)	Cấp đá nổi/Mã đá nổi			
		< 10% (1)	10-30% (2)	30-50% (3)	50-70% (4)
1	100	1.097	814	683	604
	300	683	507	426	376
	500	549	407	342	302
2	100	814	604	507	448
	300	507	376	316	279
	500	407	302	254	224
3	100	683	507	426	376
	300	426	316	265	234
	500	342	254	213	188
4	100	604	448	376	332
	300	376	279	234	207
	500	302	224	188	166

3.5.3. Giống tẻch

Hạt giống cần được thu từ các cây giống quốc gia, cây trội. Ươm chăm sóc đúng quy trình hiện hành của Bộ Nông nghiệp và PTNT. Trồng tẻch bằng stump đã được 1 năm tuổi, có đường kính cổ rễ 1-2 cm, không bị sâu bệnh, rễ cây thẳng; phần trên stump chặt vát một góc nghiêng 30-45⁰, cách cổ rễ 2-3 cm và không làm bị dập; phần dưới lấy hết chiều dài của rễ cọc (biến động 15-20 cm); xén bớt các rễ bên cho gọn. Quá trình vận chuyển bảo quản không được làm trầy dập stump, không để lộ stump ngoài nắng, nên để trong bao có lá cây để tạo độ ẩm mát. Cây giống đã stump nên trồng càng sớm càng tốt.

3.5.4. Kỹ thuật trồng téch trong rừng khộp

a. Phát dọn thực bì

Vào khoảng tháng 4-5, trước khi cuộc hố, thực bì được phát dọn chung quanh hố rộng 1 mét, chất thành các đống nhỏ cách xa nhau.

b. Đào hố, lấp đất

Vào tháng 5-6, trước khi đào hố cần xác định vị trí hố đào bằng cách đo khoảng cách và cắm bằng cọc tre nhỏ, mật độ hố (mật độ trồng) như đã nói ở phần trên.

Kích thước hố $40 \times 40 \times 40$ cm. Khi đào hố, lớp đất mặt (15-20 cm) cần để qua một bên, lớp đất bên dưới để sang một bên.

Sau đó lấp hố bằng cách lấy phần đất mặt đã để riêng trộn với lượng phân bón lót (0,3 kg vôi và 0,5 kg vi sinh)/hố để lấp xuống hố, cào phần đất mặt xung quanh hố lấp tiếp cho đầy và trộn đều.

Ở nơi không ngập úng lấp đầy hố bằng mặt đất xung quanh, ở nơi có thể ngập nước vào mùa mưa phải lấp đất thành lip hình mu rùa cao hơn mặt đất xung quang từ 20-30 cm.

c. Thời vụ trồng téch

Trồng vào đầu mùa mưa, sau khi mưa đều và đất đã đủ ẩm, thời vụ trồng chính ở Đắk Lắk từ giữa tháng 6 đến hết tháng 7.

d. Trồng cây téch

Dùng cuốc móc một lỗ nhỏ ở giữa hố, đặt stump téch vào giữa và nén chặt đất lại. Trồng thân stump cao hơn mặt lip (mặt đất) khoảng 2 cm.

Trồng xong dùng các cọc nhỏ cắm rào xung quanh thành hình chóp nón để bảo vệ tránh bị trâu bò, gia súc hoặc thú rừng phá hoại.

3.5.5. Chăm sóc, phòng cháy rừng

a. Làm cỏ, xới gốc, tĩa cành, phòng cháy

- Mùa mưa: Chăm sóc cây téch 2 lần vào tháng 6 và tháng 9; bao gồm: Xới gốc, bón lấp phân; phát dọn thực bì xung quanh cây téch (đường kính phát 1 mét), vun thực bì đã phát thành các đống nhỏ rải rác trong rừng; tĩa các cành bên của téch, chỉ giữ thân chính.

- Mùa khô: Chăm sóc và phòng cháy rừng 2 lần vào tháng 12 và tháng 3; bao gồm: Phát dọn thực bì toàn bộ diện tích, vun thành đống nhỏ rải rác trong rừng (có thể đốt trước nếu có nguy cơ cháy). Công tác phòng cháy tểch chỉ cần tiến hành trong 3 năm đầu, vì tểch là cây chịu lửa như cây rừng khộp.

b. Bón phân

Chọn phân có hàm lượng N và P_2O_5 cao, như NPK 16:8:16. Kết hợp bón lấp phân với xới gốc mùa mưa, bón 100-300 gam phân NPK và 200-300 gam vôi cho mỗi cây tểch, chia làm 2 lần bón vào mùa mưa, lượng bón tăng dần từ tuổi 1-4.

3.5.6. Dự đoán chu kỳ kinh doanh theo mức thích nghi và sản lượng gỗ tểch trong làm giàu rừng khộp

Với phương thức làm giàu rừng bằng cách xen cây tểch vào nơi trồng tán, vỡ tán và thực tiễn kinh tế - xã hội hiện nay, cây tểch cần định hướng theo mục tiêu gỗ nhỏ có đường kính ngang ngực (DBH) trên 25 cm, ứng với đường kính giữa trên 20 cm. Các chỉ tiêu về sản phẩm, sản lượng, chu kỳ theo mức thích nghi được dự đoán như sau:

- Chu kỳ kinh doanh theo mức thích nghi và để cây tểch đủ tiêu chuẩn gỗ nhỏ có đường kính 25 cm là:

- + 11 năm với mức rất thích nghi;
- + 16 năm với mức thích nghi tốt.
- Sản lượng gỗ dự đoán (m^3/ha) theo mức thích nghi và tuổi như sau:
 - + Ở mức rất thích nghi, sau 11 năm sản lượng tểch đạt $94 m^3/ha$;
 - + Ở mức thích nghi tốt, sau 16 năm sản lượng tểch đạt $94 m^3/ha$.

3.5.7. Dự toán chi phí đầu tư và hiệu quả kinh tế

Chi phí đầu vào cho tểch trồng làm giàu rừng với mật độ 500 cây/ha theo năm là 26,9 triệu đồng/ha, 6,3 triệu đồng/ha, 6,0 triệu đồng/ha cho các năm thứ 1, 2, 3 và 2,1 triệu đồng/ha hàng năm ở các năm sau cho đến hết chu kỳ.

Hiệu quả kinh tế của cây tểch trong làm giàu rừng phụ thuộc vào mức thích nghi của tểch trong rừng khộp, với lãi suất hiện nay là 9,6 % thì thu nhập hiện tại ròng (NPV) từ 20,2 - 49,2 triệu/ha/năm cho mức thích nghi tốt đến rất thích nghi.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu, đề tài có các kết luận chính sau:

1. Khả năng thích nghi; sinh trưởng, tăng trưởng, mật độ tẻch làm giàu rừng khộp:
 - Tẻch 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. Các mức thích nghi từ tốt đến rất thích nghi có tốc độ sinh 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:

Được xác định dựa vào các nhân tố, nhóm nhân tố ảnh hưởng chủ đạo; bao gồm:

 - Ba nhân tố thuộc nhóm sinh thái là: Đơn vị đất, ngập nước và tỷ lệ kết von.
 - Ba nhân tố trong nhóm trạng thái rừng - thực vật rừng chỉ thị là: Sự xuất hiện cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, và mật độ cây rừng khộp.
 - Năm nhân tố nhóm lý hóa tính đất là: % cát, N, P_2O_5 , K_2O và Ca^{2+} .
 - 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 nên 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_2O_5 .
 - Bốn nhân tố để xác định nhanh mức thích nghi tẻch trên hiện trường là: Tỷ lệ kết von trên bề mặt đất rừng, cỏ lào, ngập nước 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 ảnh hưởng chủ đạo là: Đơn vị đất, ngập nước, xuất hiện cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, % cát, hàm lượng N và P_2O_5 trong đất rừng.
3. Dự đoán diện tích thích nghi của tẻch để làm giàu rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk:

Diện tích rừng khộp có khả năng làm giàu bằng cây tẻch ở 3 mức thích nghi (từ trung bình đến rất thích nghi) 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.

4. Dự đoán năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế của cây tẻch trong làm giàu rừng khộp là có nhiều triển vọng.

5. Hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch: Các chỉ tiêu kỹ thuật để hướng dẫn làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch đã được xây dựng. Trong đó cần quan tâm đến các nội dung chính là: (1) Xác định mức thích nghi của tẻch trong rừng khộp; (2) Phương thức làm giàu rừng, thiết kế trồng và mật độ làm giàu rừng; (3) Giống tẻch; (4) Kỹ thuật trồng; (5) Chăm sóc, phòng cháy rừng; (6) Dự đoán chu kỳ kinh doanh sản lượng; và (7) Dự đoán chi phí đầu tư và hiệu quả kinh tế.

Tồn tại

- Bản đồ thích nghi chưa thể lập dựa vào đầy đủ 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đã phát hiện; do hiện tại một số đặc điểm đất chưa đủ dữ liệu để lập các lớp bản đồ; vì vậy đã sử dụng một số nhân tố thay thế có ảnh hưởng yếu hơn đến mức thích nghi.

- Vì tẻch thử nghiệm làm giàu rừng khộp đang ở giai đoạn đầu nên việc dự báo năng suất, hiệu quả kinh tế của tẻch trong rừng khộp dựa vào sự đồng dạng với mô hình sinh trưởng rừng trồng tẻch; do đó cần sử dụng có tính tham khảo, định hướng.

Kiến nghị

- 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 giàu rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk là khả quan, góp phần tạo ra thu nhập từ rừng khộp nghèo về gỗ, đồng thời bảo vệ và phục hồi được hệ sinh thái rừng khộp; 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) ở tỉnh Đắk Lắk.

- Kết quả của luận án này kế thừa ô thử nghiệm hiện trường nhưng đã cập nhật dữ liệu và phương pháp so với các kết quả của đề tài trước đây trong cùng lĩnh vực, vì vậy cần sử dụng kết quả luận án thay cho các kết quả đã có khi áp dụng vào thực tế.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

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.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Adjers G, Hadengganan 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 (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. p133-149.
3. Appanah S, Turnbull JM. (1998). *A Review of Dipterocarp: Taxonomy, ecology and silviculture*. Center for International Forestry Research (CIFOR). ISBN 979-8764-20-X.
4. Aronoff S. (1989). *Geographic information systems: A management perspective*, WDI Publications, Ottawa, Canada.
5. Bảo Huy (1995a). Thử nghiệm mô hình hóa trong nghiên cứu sản lượng rừng trồng tẻch. *Tạp chí Lâm nghiệp*, Hà Nội, 3(1995): 15-20.
6. Bảo Huy (1995b). Dự báo sản lượng rừng trồng tẻch. *Tạp chí Lâm nghiệp*, Hà Nội, số 4 (1995): 7-14.
7. Bảo Huy (1995c). Sinh trưởng và sản lượng rừng trồng tẻch tại Đắk Lắk. *Kỷ yếu Hội thảo quốc gia lần thứ nhất về trồng rừng tẻch ở Việt Nam*, Hội Khoa học Kỹ thuật Lâm nghiệp Việt Nam, tr. 71-78.
8. Bảo Huy (2009). *GIS và viễn thám trong quản lý tài nguyên rừng và môi trường*, Nxb Tổng hợp Tp. Hồ Chí Minh.
9. Bảo Huy (2017). *Tin học thống kê trong lâm nghiệp*. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Tp. HCM
10. Bảo Huy, Nguyễn Văn Hòa, Nguyễn Thị Kim Liên (1998). Nghiên cứu các cơ sở khoa học để kinh doanh rừng trồng tẻch ở Tây Nguyên. *Báo cáo khoa học đề tài cấp bộ trọng điểm*, Bộ Giáo Dục và Đào tạo.
11. Behaghel, I. (1999). The state of Teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations in the world. *Bois et Forêt Des Tropiques*, 262(4): 18-58.

12. Bộ Lâm Nghiệp (1983). *Quy phạm kỹ thuật trồng rừng tẻch*, Nxb.Nông nghiệp, Hà Nội.
13. Bộ Lâm nghiệp (1984). *Quy phạm thiết kế kinh doanh rừng (QPN 6 – 84)*. Ban hành theo Quyết định số 682/QĐKT ngày 01/08/1984 của Bộ Lâm nghiệp
14. Bộ Lâm nghiệp (1993). Quyết định số 200/QĐ-KT ngày 31/03/1993 ban hành *Quy phạm các giải pháp kỹ thuật lâm sinh áp dụng cho rừng sản xuất gỗ và tre nứa*.
15. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2001). *Quyết định số 3918/QĐ-BNN-KHCN của Bộ Nông nghiệp và PTNT, ngày 22/08/2001 về Tiêu chuẩn ngành 04 - TCN-40-2001*.
16. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2006a). *Quyết định số 62/2006/QĐ-BNN: Chiến lược phát triển giống cây lâm nghiệp giai đoạn 2006-2020*.
17. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2006b). Chương trình Hỗ trợ ngành lâm nghiệp và đối tác - FSSP. *Cẩm nang ngành lâm nghiệp*. Chương trình cải thiện giống và quản lý giống cây rừng Việt Nam.
18. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2009). *Thông tư số 34/2009/TT-BNNPTNT của Bộ Nông nghiệp và PTNT, ngày 10/06/2009: Quy định tiêu chí xác định và phân loại rừng*.
19. Chowdhury MQ, Rashid AZMM, Afrad MM. (2008). Growth performance of teak (*Tectona grandis* Linn. f.) coppice under different regimes of canopy opening. *Tropical Ecology* 49:245-250
20. Cục Lâm nghiệp (2011). *Danh mục nguồn cây giống lâm nghiệp*.
21. Dalovic I, Jockovic D, Dugalic GJ, Bekavac GF, Purar B, Seremesic S, and Jockovic MD. (2012). Soil acidity and mobile aluminum status in pseudogley soils in the Cacak–Kraljevo Basin. *J. Serb. Chem. Soc.* 77 (6): 833–843
22. Đỗ Đình Sâm (1986). *Những điều kiện lập địa chủ yếu và sự hình thành phát triển rừng khộp ở Tây Nguyên*. Báo cáo khoa học, Viện KHLN Việt Nam.
23. Đỗ Đình Sâm, Nguyễn Ngọc Bình (1995). Giải pháp Nông lâm kết hợp trong trồng rừng tẻch ở Việt Nam. *Hội thảo quốc gia lần thứ nhất về trồng rừng tẻch*.
24. Đoàn Thị Mai, Lương Thị Hoan, Nguyễn Thị Thuỳ Dương, Lê Sơn, Nguyễn Thị Mỹ Hương, Nguyễn Văn Long (2007). *Nhân giống cho một số dòng tẻch có năng suất cao mới được tuyển chọn*. Trung tâm Nghiên cứu Giống cây rừng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

25. Erskine P and Huy B. (2003). *Forest rehabilitation mission for Yok Don National Park. Research report*. IUCN, Ha Noi.
26. Estefan G, Sommer R, Ryan J. (2013). *Methods of Soil, Plant, and Water Analysis. A Manual for the West Asia and North Africa Region*. Third Edition. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Beirut, Lebanon.
27. FAO-UNESCO, (1974). *Soil map of the World*. Unesco, Paris.
28. FLITCH (2011). *Bản đồ hiện trạng rừng tỉnh Đắk Lắk*.
29. Franklin SE. (2001). *Remote Sensing for Sustainable Forest Management*, Lewis Publishers, New York, 425p.
30. Hashim Md Noor (2003). Growth of teak (*Tectona grandis*) on lateritic soil at Mata Aver Forest Reserve, Perlis, *Journal of Tropical Forest Science* 15(1): 190-198.
31. Huang PM, Li Y, Summer ME. (2012). *Handbook of Soil Sciences. Resource Management and Environmental Impacts*. Second Edition. CRC Press, New York.
32. Huy, B., Tri, P.C., and Triet., T., (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.
33. ICRAF (World Agroforestry Center) (2010). *Tectona grandis* L.f. *Database of Tree species*. Available at http://db.worldagroforestry.org/species/properties/Tectona_grandis
34. ICRAF (World Agroforestry Center). (2010). *Tectona grandis* L.f. *Database of Tree species*. Available at http://db.worldagroforestry.org/species/properties/Tectona_grandis; assessed on March 15th 2016.
35. Jarvis A, Reuter A, Nelson E, (2008). *Hole-filled seamless SRTM data V4*, *International Centre for Tropical Agriculture (CIAT)*, available from <http://srtm.csi.cgiar.org>.
36. Kanninen M, Perez D, Montero M, Viquez E. (2004). Intensity and timing of the first thinning of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica: results of a thinning trial. *Forest Ecology and Management*, 203 (2004): 89-99.

37. Kaosa-ard A (1981). Teak Its natural distribution and related factors. Natural History Bulletin. *Siam Soc.* 29: 55-74, Thái Lan.
38. Kaosa-ard A. (1998). *Management of Teak Plantations - Overview of problems in teak plantation establishment*, Forest Resources Department, Chiang Mai University, Thái Lan, RAP Publication - 1998/05, 249 pp, AC773/E.
39. Keiding và Kaosa-ard A (2002). *Seed Leaflet: Tectona grandis L.f.* No 61, January, 2002, Danida forest seed Center.
40. Kjaer L, Wellendorf (1995). Teak in Asia, *Proceeding of the China/ESAP/FAO, Regional seminar on Research and development of Teck*, Guangzhou, China.
41. Kleinn C, Vilcko F. (2006). A new empirical approximation for estimation in k-tree sampling. *Forest Ecology and Management.* 237(2): 522-533.
42. 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/>.
43. Kononova MM. (1966). *Soil Organic Matter. Its Nature, Its Role in Soil Formation, and Soil Fertility*. 2nd English Edition. Pergamon Press Ltd. London, 394p.
44. Kumar BM.(2011). Soil management in teak plantations, *Proceeding of the International Training Programme: “Inovations in the Management of Planted Teak Forests”*, TeakNet, FAO.
45. 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.
46. Libby, W.J., 2002. Forest plantation productivity. FAO, Rome.
47. Ly Meng Seang (2009a). Ứng dụng công nghệ tế bào thực vật trong nhân nhanh cây giá ty (*Tectona grandis Linn. f.*) *in vitro*”. *Luận văn Cao học Lâm nghiệp*, Trường Đại học Nông Lâm Tp HCM.

48. Ly Meng Seang (2009b). Nghiên cứu một số đặc điểm lâm học của rừng *tếch* (*Tectona grandis* Linn.f) trồng ở Kampong Cham-Campuchia. *Luận văn Tiến Sĩ Nông nghiệp*, Viện Khoa học lâm nghiệp Việt Nam.
49. Mạc Văn Chăm (2005). Nghiên cứu một số đặc điểm lâm sinh học của rừng *tếch* ở vùng đông nam bộ. *Luận văn cao học Lâm nghiệp*, Đại học Nông Lâm Tp HCM.
50. Mallows, C.L., 1973. Some Comments on CP. *Technometrics* 15 (4): 661-675. doi:10.2307/1267380. JSTOR 1267380.
51. 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.
52. Mayer DG, Butler DG. (1993). Statistical validation. *Ecological Modelling*, 68(1993): 21-32.
53. Nafri D. Lao tree seed project, *Tectona grandis*, *Teak*, Mai Sak, Species Monograph No. 45.
54. Newby JC, Cramb RA, Sakanphet S, McNamara S (2011). Smallholder Teak and Agrarian Change in Northern Lào. *Small-scale Forestry*. DOI 10.1007/s11842-011-9167-x. Published online: 134 April 2011
55. Ngô Đình Quế, Đỗ Đình Sâm (2009). *Xác định tiêu chuẩn phân chia lập địa cho rừng trồng công nghiệp tại một số vùng sinh thái ở Việt Nam*. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam
56. Nguyễn Hữu Vĩnh, Ngô Quang Đê, Phạm Xuân Quang (1986). *Trồng rừng*. Nxb. Nông nghiệp.
57. Nguyễn Hoàng Chương, Nguyễn Thị Hương Thư (2000). Chọn lọc cây trội và xây dựng vườn giống *tếch* tại Đông Nam Bộ. *Kết quả nghiên cứu khoa học*, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Tập 2, Nxb Nông nghiệp, tr.139-144.
58. Nguyễn Ngọc Lung (1993). Chiến lược trồng *tếch*. *Tạp chí lâm nghiệp*, Hà Nội, số 5 (1993): 6-7.

59. Nguyễn Thị Thuý Dương (2007). Nghiên cứu nhân giống một số dòng tẻch bằng phương pháp nuôi cấy invitro. *Luận văn thạc sỹ Lâm nghiệp*, trường Đại học Lâm Nghiệp.
60. Nguyễn Xuân Quát (1995). Một số vấn đề về chọn lập địa và sử dụng đất một cách hiệu quả trong trồng rừng tẻch ở Việt Nam. *Hội thảo quốc gia lần thứ nhất về trồng rừng tẻch*.
61. Olmstead LB, Alexander LT, Middleton HE. (1930). A Pipette Method of Mechanical Analysis of Soils Based on Improved Dispersion Procedure. *Technical Bulletin* No 170(1930): 1-22
62. Oniani, O.G., Chater, M. and Mattingly, G.E.G. (1973). Some effects of fertilizers and farmyard manure on the organic phosphorus in soils. *Journal of Soil Science* 24,1-9
63. Pandey D, Brown C (2000). *Teak: a global review*. Unasylva, Vol. 51-2000/2.
64. Pansu M, Gautheyrou J. (2003). *Handbook of Soil Analysis*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 993p.
65. 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/>
66. Pearson TR, Brown SL, Birdsey RA. (2007). *Measurement Guidelines for the Sequestration of Forest Carbon*, United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service, General Technical Report NRS-18.
67. Perez CLD, Kanninen M. (2001). Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 210 (2005) 425-441.
68. Perez D, Kanninen M. 2005. Stand growth scenarios for *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 210 (2005) 425-441.
69. Phạm Thế Dũng (1994). Phân bố tự nhiên của tẻch và các nhân tố ảnh hưởng, *Tạp chí Lâm nghiệp*, Hà Nội, số 9(1994): tr. 14-15.

70. Phạm Thế Dũng (1995). Kỹ thuật trồng rừng thâm canh tẻch (*Tectona grandis* L.) trên đất Feralit nâu đỏ và vàng đỏ ở Tây Nguyên - Việt Nam, *Kết quả nghiên cứu khoa học của NCS* - Viện Khoa học Lâm nghiệp VN, Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
71. 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.
72. Roshetko JM, Rohadi D, Perdana A, Sabastian G, Nuryartono N, Pramono AA, Widayani 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
73. Rugmini P, Balagopalan M, Jayaraman K. 2007. *Modelling the growth of teak in relation to soil conditions in the Kerala part of the Western Ghats*. Final report of the research project No. KFRI/431/2004. Kerala Forest Research Institute. 43 pp.
74. Sabastian G, Kanowski P, Race D, William E, Roshetko JM (2014). Household and farm attributes affecting adoption of smallholder timber management practices by tree grower in Gunungkidul region, Indonesia. *Agroforestry Systems*, ISSN 0167-4366, DOI 10.1007/s10457-014-9673-x, No.1, 88(2014). Published online: 30 January 2014.
75. Saint-André L, M'bou AT, Mabiala A, Mouvondy W, Jourdan C, Rouspard O, Deleporte P, Hamel O. và 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.
76. Schubert TH, and John K, Francis (1974). *Tectona grandis* L.f. Forest Services International Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico.
77. Sheikh ali abod và Muhammad tahir siddiqui (2002). Fertilizer Requirements of Newly Planted Teak Seedlings, *PertanikaJ. Trap, Agric. Sci.* 25(2): 121-129.

78. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Đắk Lắk (2014). *Kết quả kiểm kê rừng năm 2014*.
79. Sở Tài Nguyên và Môi Trường tỉnh Đắk Lắk (FAO) (2008). *Bản đồ phân loại đất tỉnh Đắk Lắk*.
80. Tanaka TH, Vacharangkuza T. (1995). Phân bố tự nhiên, sinh trưởng và yêu cầu lập địa của cây tếch. *Hội thảo quốc gia lần thứ nhất về trồng rừng tếch*.
81. Thái Văn Trừng (1978). *Thảm thực vật rừng Việt Nam*. Nxb. Khoa học và kỹ thuật. Hà Nội.
82. Tổng cục thống kê Đắk Lắk (2015). *Niên giám thống kê tỉnh Đắk Lắk năm 2014*.
83. Trần Duy Diễm (1994). Về sản lượng tếch, *Tạp chí Lâm nghiệp*, Hà Nội số 10 (1994):24
84. Trần Văn Con (1991). Khả năng ứng dụng mô phỏng toán để nghiên cứu một vài đặc trưng cấu trúc và động thái của hệ sinh thái rừng khộp Tây Nguyên. *Luận án PTS*. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
85. Trần Văn Con (2000). *Nghiên cứu bổ sung nhằm xác định một số loài cây trồng chính phục vụ trồng rừng sản xuất vùng bắc Tây Nguyên*. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
86. Trần Văn Minh (2003). *Vi nhân giống cây tếch*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
87. Trần Văn Sâm (2001). Chọn giống Tếch (*Tectona grandis* L.) cho vùng Đông Nam Bộ và Tây Nguyên. *Luận văn cao học Lâm nghiệp*, trường Đại học Nông Lâm Tp HCM.
88. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam (1983). *Quy trình kỹ thuật trồng rừng tếch*.
89. Weaver PL 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. Verbenaceae, Verbena family. SO-ITF-SM-64
90. White KJ. (1991). *Teak: Some aspects of research and development*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAFA). Bangkok, Thái Lan.
91. Wyatt-Smith J. 1963. *Manual of Malayan silviculture for inland forests*. Malayan Forest Record No. 23. Forest Department, Kuala Lumpur.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Mẫu phiếu thu thập số liệu cây tẻch và các nhân tố sinh thái, lập địa, trạng thái rừng khộp

[illegible]

Phiếu 2: ĐIỀU TRA SINH THÁI VÀ RỪNG KHỘP									
Người điều tra:					Ngày:				
Mã ô TN:					VN2000 (X;Y) ô TN :				
Mã ô TN ST:					VN2000 (X;Y) ô TNST :				
Độ cao s/v mặt biển (m):					Vị trí (1: Thung lũng, khe; 2: Bằng; 3: Chân; 4: Sườn; 5: Đỉnh):				
Đá mẹ (FAO, bản đồ đất):					Loại đất, màu sắc (FAO, bản đồ đất):				
Độ dốc (độ):					Hướng phơi (độ B):				
Loài le tre:					% che phủ le tre:				
Loài chỉ thị ngập nước (Sổ, Mộc Hoa), Loài + % bề mặt					Có - Không - % che phủ:				
Mức ngập nước (Ung, ngập nhẹ, không ngập)									
Loài chỉ thị tốt cho tích (Cỏ cộng sản, mồ hôi): Loài, % che phủ					Có - Không - % che phủ:				
Loài thực bì chính:					% che phủ thực bì:				
Các chỉ tiêu sinh thái (3 vị trí trên đường chéo ô 10*10m đại diện)									
Vị trí	pH đất	Đầy đất (cm) <30cm = 1; 30 - 50cm = 2 và > 50cm = 3	Ngập nước (1= không; 2= Có)	Độ ẩm đất (%)	Cơ giới đất (1: Thịt; 2: Sét; 3: Cát)	Độ chặt đất (1: Xốp; 2: TB, 3: Chặt)	● Vị trí đo sinh thái ↑ Lấy mẫu đất Sỏi sạn %:		
	Tây Nam								
	Giữa								
	Đông Bắc								
Lấy mẫu đất 3 vị trí, độ sâu từ 0 - 30cm; trộn chung và lấy 0.5 kg. Mã mẫu đất: Số hiệu ô TN phụ và Đ: Ví dụ VN5.1Đ									
Độ tàn che, đá nổi, kết von trên 2 đường chéo ô 10*10m									
Độ tàn che	Chiều dài (0.1m)		Đá nổi	Chiều dài (0.1m)		Kết von	Chiều dài (0.1m)		
Σ	 / 28.28 =		Σ	 / 28.28 = %		Σ	 / 28.28 = %		
Điều tra rừng khớp theo phương pháp 5.5 cây (DBH >= 10cm) (Vị trí đại diện)									
R ₆ (0.1 m):		Ưu hợp: (2 loài chính):				BA (m2/ha):			
Cây	Loài	DBH (0.1 cm)	H (0.1 m)	Dt (0.1 m)	Phẩm chất (A, B, C)	K/cách cây gần nhất ≥10cm) (0.1 m)			
1									
2									
3									
4									
5									
6 - cây xa nhất									

Phiếu 3: ĐIỀU TRA CÂY TẾCH						
Người điều tra:				Ngày:		Stt tờ: ... /...
Mã ô TN :			VN2000 (X;Y) ô TN:			
Mã ô TNST:			VN2000 (X;Y) ô TNST:			
Ngày trồng:			Diện tích ô TNST (m2):			
Số tháng tuổi						
Mật độ trồng						
Mật độ tểch sống trong ô TNST:			Số cây chết trong ô TNST:			
TT	H (0.1 cm)	Dgốc (0.1 mm)	DBH (0.1 mm)	Sâu ăn lá, ngọn (0: Không, 1: Có)	Số cặp lá	Chất lượng (A, B, C)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

Phụ lục 2. Dữ liệu sinh thái, lập địa và trạng thái rừng khộp của 64 ô sinh thái

Stt	Mã ô TN	Mã ô ST	X	Y	Huyện	Xã	Chủ rừng	Số ô phụ	Diện tích m ²	Độ cao m	Vị trí	Đá mẹ	Mã loại đất	Độ dốc	pH	Cấp dày đất	Ngập nước	Cơ giới đất	Độ chặt đất	Độ tàn che %
1	VN1	VN1.1	402.639	1.459.504	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	1.644	164	Bằng	Macma axit	2	0	6,7	30-50cm	Không	Cát	TB	42
2	VN1	VN1.2	402.684	1.459.501	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	3.256	161	Bằng	Macma axit	2	0	5,7	>50cm	Không	Thịt	Chặt	6
3	VN2	VN2	401.954	1.459.553	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	1	4.900	164	Bằng	Macma axit	2	0	6,5	>50cm	Không	Cát	Xốp	27
4	VN4	VN4	405.149	1.456.639	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	1	4.900	172	Bằng	Cát kết	3	0	6,5	30-50cm	Không	Thịt	Xốp	33
5	VN5	VN5.1	403.132	1.463.892	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	825	173	Bằng	Macma axit	2	0	6,5	>50cm	Không	Thịt	TB	6
6	VN5	VN5.2	403.153	1.463.870	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	4.075	166	Bằng	Macma axit	2	0	6,7	>50cm	Không	Cát	TB	56
7	VN6	VN6	403.670	1.465.050	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	1	4.900	158	Bằng	Cát kết	3	0	6,6	>50cm	Không	Cát	Xốp	67
8	VN7	VN7.1	404.942	1.467.265	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	2.460	162	Bằng	Cát kết	3	0	6,6	>50cm	Có	Thịt	TB	12
9	VN7	VN7.2	404.939	1.467.223	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	2.440	160	Bằng	Cát kết	3	0	6,4	>50cm	Không	Thịt	Xốp	56
10	VN8	VN8	403.457	1.464.472	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	1	4.900	159	Bằng	Macma axit	4	0	6,8	>50cm	Không	Cát	TB	43
11	VN9	VN9.1	403.779	1.466.653	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	2.613	163	Bằng	Cát kết	3	0	6,5	>50cm	Không	Thịt	TB	43
12	VN9	VN9.2	403.733	1.466.651	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	2.287	164	Bằng	Cát kết	3	0	6,5	>50cm	Không	Thịt	TB	6
13	VN10	VN10.1	403.011	1.466.912	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	2.308	160	Bằng	Cát kết	3	0	6,5	>50cm	Không	Cát	Xốp	78
14	VN10	VN10.2	403.044	1.466.918	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	2	2.592	157	Bằng	Cát kết	3	0	6,6	>50cm	Có	Cát	Xốp	19
15	VN11	VN11	401.811	1.459.466	Ea Sup	Ia R'Ve	Trung đoạn 737	1	4.900	166	Bằng	Macma axit	2	0	6,6	>50cm	Không	Cát	TB	19
16	YD1	YD1.1	424.671	1.422.190	Buôn Đôn	Krông Na	VQG Yok Don	2	3.439	198	Bằng	Phiến sét	2	0	6,4	>50cm	Có	Sét	TB	45
17	YD1	YD1.2	424.684	1.422.236	Buôn Đôn	Krông Na	VQG Yok Don	2	1.461	200	Bằng	Phiến sét	2	0	6,6	>50cm	Có	Cát	TB	19
18	YD2	YD2	424.619	1.422.296	Buôn Đôn	Krông Na	VQG Yok Don	1	4.900	203	Bằng	Phiến sét	2	0	6,7	>50cm	Có	Cát	TB	41
19	BD1	BD1	426.637	1.428.401	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	1	4.900	211	Sườn	Cát kết	6	6	6,3	30-50cm	Không	Thịt	TB	60
20	BD2	BD2	426.785	1.428.124	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	1	4.900	222	Sườn	Macma axit	5	11	6,7	30-50cm	Không	Thịt	TB	36
21	BD3	BD3	426.486	1.428.801	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	1	4.900	197	Đỉnh	Cát kết	6	5	6,3	30-50cm	Không	Thịt	TB	44
22	BD4	BD4.1	426.625	1.428.793	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	2	3.991	204	Bằng	Cát kết	6	0	6,1	30-50cm	Không	Thịt	TB	59
23	BD4	BD4.2	426.594	1.428.760	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	2	909	197	Bằng	Cát kết	6	0	5,5	30-50cm	Không	Thịt	TB	43
24	BD5	BD5	426.765	1.428.737	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	1	4.900	207	Bằng	Cát kết	6	0	6,3	30-50cm	Không	Thịt	TB	47
25	BD6	BD6.1	426.820	1.428.491	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	2	3.918	211	Sườn	Cát kết	6	6	5,9	30-50cm	Không	Thịt	Chặt	36
26	BD6	BD6.2	426.868	1.428.505	Buôn Đôn	Krông Na	KDL Ban Don	2	992	206	Sườn	Cát kết	6	8	5,9	30-50cm	Không	Thịt	TB	21
27	EW1	EW1.1	449.866	1.465.963	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	2.522	308	Sườn	Macma axit	4	14	6,4	>50cm	Không	Thịt	TB	45
28	EW1	EW1.2	449.911	1.465.971	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	2.378	302	Sườn	Macma axit	4	10	6,5	>50cm	Không	Thịt	Xốp	42
29	EW2	EW2	449.856	1.465.331	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	1	4.900	304	Bằng	Bazan	2	0	6,4	>50cm	Không	Thịt	Xốp	28
30	EW3	EW3.1	446.923	1.466.653	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	2.676	297	Bằng	Macma axit	1	3	6,3	>50cm	Không	Thịt	TB	12
31	EW3	EW3.2	446.949	1.466.657	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	2.224	307	Bằng	Macma axit	1	0	6,5	30-50cm	Không	Thịt	TB	18
32	EW4	EW4	447.176	1.466.510	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	1	4.900	317	Sườn	Macma axit	1	6	6,5	<30cm	Không	Sét	TB	30

Stt	Mã ô TN	Mã ô ST	X	Y	Huyện	Xã	Chủ rừng	Số ô phụ	Diện tích m ²	Độ cao m	Vị trí	Đá mẹ	Mã loại đất	Độ dốc	pH	Cấp dày đất	Ngập nước	Cơ giới đất	Độ chặt đất	Độ tàn che %
33	EW5	EW5	458.808	1.465.559	Ea H'Leo	Cư Mốt	Cty Ea Wy	1	4.900	466	Bằng	Macma axit	2	0	6,2	>50cm	Không	Thịt	TB	33
34	EW6	EW6	447.016	1.466.517	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	1	4.900	305	Sườn	Macma axit	1	7	6,8	>50cm	Không	Sét	TB	29
35	EW7	EW7.1	447.007	1.466.347	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	4.230	317	Bằng	Macma axit	1	0	6,2	30-50cm	Không	Thịt	TB	19
36	EW7	EW7.2	446.991	1.466.347	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	670	314	Khe	Macma axit	1	0	6,2	>50cm	Có	Thịt	TB	25
37	EW8	EW8.1	447.061	1.466.218	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	4.098	331	Bằng	Macma axit	1	0	6,1	30-50cm	Không	Thịt	TB	18
38	EW8	EW8.2	447.097	1.466.170	Ea H'Leo	Ea Wy	Cty Ea Wy	2	802	326	Bằng	Macma axit	1	0	6,5	30-50cm	Không	Thịt	TB	14
39	EW9	EW9	446.200	1.458.920	Ea H'Leo	Cư Amung	Cty Ea Wy	1	4.900	329	Khe	Bazan	2	6	6,1	>50cm	Không	Thịt	Chặt	36
40	EW10	EW10	446.097	1.458.688	Ea H'Leo	Cư Amung	Cty Ea Wy	1	4.900	319	Bằng	Macma axit	4	0	6,6	<30cm	Không	Thịt	TB	36
41	EW11	EW11.1	445.818	1.458.766	Ea H'Leo	Cư Amung	Cty Ea Wy	2	3.715	325	Bằng	Bazan	2	0	6,6	<30cm	Không	Thịt	Xốp	32
42	EW11	EW11.2	445.842	1.458.767	Ea H'Leo	Cư Amung	Cty Ea Wy	2	1.185	320	Sườn	Bazan	2	6	6,3	<30cm	Không	Sét	Chặt	18
43	EW12	EW12	446.282	1.454.392	Ea H'Leo	Cư Amung	Cty Ea Wy	1	4.900	289	Bằng	Macma axit	4	0	6,8	<30cm	Không	Cát	TB	28
44	EW13	EW13	446.264	1.454.477	Ea H'Leo	Cư Amung	Cty Ea Wy	1	4.900	304	Sườn	Macma axit	4	17	6,8	30-50cm	Không	Sét	TB	34
45	BN1	BN1.1	402.587	1.452.704	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	4	1.642	180	Bằng	Bazan	2	0	6,5	>50cm	Không	Cát	Xốp	63
46	BN1	BN1.2	402.632	1.452.695	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	4	1.913	185	Bằng	Bazan	2	0	6,4	>50cm	Không	Cát	Xốp	10
47	BN1	BN1.3	402.619	1.452.658	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	4	975	180	Bằng	Bazan	2	0	6,5	>50cm	Không	Cát	Xốp	0
48	BN1	BN1.4	402.622	1.452.644	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	4	370	187	Bằng	Bazan	2	0	6,4	>50cm	Không	Cát	Xốp	54
49	BN2	BN2.1	402.695	1.452.794	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	2	1.899	187	Bằng	Bazan	2	0	6,8	30-50cm	Không	Sét	Xốp	19
50	BN2	BN2.2	402.735	1.452.820	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	2	3.001	185	Bằng	Bazan	2	0	6,9	30-50cm	Không	Sét	TB	47
51	BN3	BN3.1	402.666	1.452.974	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	2	2.177	179	Bằng	Bazan	2	0	6,6	<30cm	Không	Thịt	Xốp	64
52	BN3	BN3.2	402.642	1.452.954	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	2	2.723	180	Bằng	Bazan	2	0	6,8	>50cm	Không	Thịt	Xốp	38
53	BN4	BN4	403.680	1.452.804	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	1	4.900	189	Sườn	Cát kết	3	6	6,9	<30cm	Không	Cát	Chặt	34
54	BN5	BN5	404.034	1.453.470	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	1	4.900	182	Bằng	Cát kết	3	0	6,8	>50cm	Không	Cát	TB	35
55	BN6	BN6.1	404.241	1.453.796	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	2	2.218	178	Bằng	Cát kết	3	0	6,9	<30cm	Không	Thịt	Chặt	56
56	BN6	BN6.2	404.276	1.453.789	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	2	2.682	182	Bằng	Cát kết	3	0	6,1	>50cm	Không	Thịt	Chặt	45
57	BN7	BN7.1	402.159	1.452.243	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	3	1.838	170	Bằng	Bazan	2	0	6,6	>50cm	Không	Thịt	Xốp	33
58	BN7	BN7.2	402.170	1.452.221	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	3	2.679	173	Bằng	Bazan	2	0	6,6	>50cm	Không	Thịt	TB	11
59	BN7	BN7.3	402.150	1.452.196	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	3	383	171	Bằng	Bazan	2	0	6,6	<30cm	Không	Thịt	TB	49
60	BN8	BN8	402.126	1.452.325	Ea Sup	Ea Bung	Cty Bao Ngoc	1	4.900	178	Bằng	Bazan	2	0	6,5	>50cm	Không	Cát	Xốp	18
61	TS1	TS1	421.253	1.449.182	Ea Sup	Ea Bung	Truong Son	1	4.900	204	Bằng	Cát kết	3	0	6,6	>50cm	Có	Thịt	TB	34
62	TS2	TS2	421.390	1.449.173	Ea Sup	Ea Bung	Truong Son	1	4.900	205	Bằng	Cát kết	3	0	6,3	>50cm	Có	Thịt	TB	8
63	TS3	TS3.1	421.318	1.449.230	Ea Sup	Ea Bung	Truong Son	2	3.984	206	Bằng	Cát kết	3	0	6,6	>50cm	Có	Thịt	Xốp	28
64	TS3	TS3.2	421.320	1.449.195	Ea Sup	Ea Bung	Truong Son	2	916	200	Bằng	Cát kết	3	0	6,6	>50cm	Có	Thịt	Xốp	11

Ghi chú: Trung đoàn 737: Trung đoàn 737 - Binh đoàn 16
Cty Ea Wy: Công ty TNHH MTV Lâm nghiệp Ea Wy

VQG Yok Don: Vườn quốc gia Yok Don
Cty Bao Ngoc: Công ty cổ phần Bảo Ngoc

KDL Ban Don: Khu du lịch sinh thái Bản Đôn - Công ty CP Thương mại Du lịch Bản Đôn
Truong Son: Khu GDGR hộ gia đình của ông Nông Trường Sơn

Phụ lục 3. Dữ liệu sinh thái, lập địa và trạng thái rừng khộp của 64 ô sinh thái (tiếp theo)

Stt	Mã ô TN	Mã ô ST	Đá nổi %	Kết von %	Loài ưu thế rừng khộp	BA _B m ² /ha	N _{khộp} cây/ha	B _{Prodan} m ² /ha	M _{khộp} m ³ /ha	Diện tích tán khộp m ² /ha	P mm/năm	t năm
1	VN1	VN1.1	0	0	Cà chít	7,5	140	4,4	25,0	2.428	1.600	25,5
2	VN1	VN1.2	0	72	Cà chít	3,5	72	4,1	27,0	3.393	1.600	25,5
3	VN2	VN2	0	0	Dầu trà beng	12,5	186	4,6	25,0	2.586	1.600	25,5
4	VN4	VN4	0	0	Cà chít	5,5	237	3,9	16,0	2.546	1.600	25,5
5	VN5	VN5.1	0	0	Cà chít	9,5	100	3,2	16,0	1.242	1.600	25,5
6	VN5	VN5.2	0	0	Cà chít	15,0	368	7,2	35,0	3.174	1.600	25,5
7	VN6	VN6	0	0	Cà chít	14,5	520	17,9	90,0	8.281	1.600	25,5
8	VN7	VN7.1	0	0	Dầu trà beng	9,5	202	3,5	12,0	2.413	1.600	25,5
9	VN7	VN7.2	0	0	Chiêu liêu đen	14,0	150	10,8	46,0	6.259	1.600	25,5
10	VN8	VN8	0	0	Cà chít	13,5	267	5,7	19,0	3.865	1.600	25,5
11	VN9	VN9.1	0	0	Cà chít	13,0	503	22,9	81,0	11.121	1.600	25,5
12	VN9	VN9.2	0	0	Cà chít	5,0	68	3,4	9,0	1.315	1.600	25,5
13	VN10	VN10.1	0	0	Dầu đồng	11,5	140	10,1	42,0	3.846	1.600	25,5
14	VN10	VN10.2	0	0	Dầu đồng	4,0	55	1,8	7,0	982	1.600	25,5
15	VN11	VN11	0	0	Dầu đồng	10,0	221	9,5	49,0	2.184	1.600	25,5
16	YD1	YD1.1	0	0	Dầu đồng	20,0	427	8,8	44,0	2.756	1.600	25,5
17	YD1	YD1.2	0	0	Dầu đồng	8,5	153	5,1	33,0	1.506	1.600	25,5
18	YD2	YD2	0	0	Dầu đồng	12,5	190	9,8	58,0	2.755	1.600	25,5
19	BD1	BD1	0	89	Dầu đồng	15,5	221	6,1	32,0	3.226	1.600	25,5
20	BD2	BD2	15	47	Dầu đồng	15,5	190	8,0	38,0	2.944	1.600	25,5
21	BD3	BD3	0	100	Dầu đồng	17,5	427	14,6	94,0	8.634	1.600	25,5
22	BD4	BD4.1	0	96	Dầu đồng	19,0	520	12,9	70,0	6.179	1.600	25,5
23	BD4	BD4.2	0	79	Dầu đồng	7,0	156	6,0	34,0	2.812	1.600	25,5
24	BD5	BD5	0	87	Dầu đồng	13,5	402	14,4	88,0	5.439	1.600	25,5
25	BD6	BD6.1	0	40	Cắm liên	12,5	142	6,4	52,0	1.462	1.600	25,5
26	BD6	BD6.2	0	20	Cắm liên	5,5	116	4,0	32,0	1.337	1.600	25,5
27	EW1	EW1.1	40	0	Dầu đồng	12,0	338	9,9	47,0	2.666	1.900	23
28	EW1	EW1.2	0	0	Cắm xe	7,0	221	3,4	17,0	2.378	1.900	23
29	EW2	EW2	0	0	Dầu đồng	6,0	202	4,8	23,0	1.964	1.900	23
30	EW3	EW3.1	0	0	Cà chít	5,5	150	5,1	26,0	1.430	1.900	23
31	EW3	EW3.2	42	0	Dầu đồng	11,5	179	6,7	30,0	2.719	1.900	23

Stt	Mã ô TN	Mã ô ST	Đá nổi %	Kết von %	Loài ưu thế rừng khộp	BA _{Bi} m ² /ha	N _{khộp} cây/ha	B _{Prodan} m ² /ha	M _{khộp} m ³ /ha	Diện tích tán khộp m ² /ha	P mm/năm	t năm
32	EW4	EW4	55	15	Dầu đồng	10,0	231	8,7	44,0	3.716	1.900	23
33	EW5	EW5	0	0	Dầu trà beng	6,5	126	4,4	21,0	1.587	1.900	23
34	EW6	EW6	60	0	Dầu đồng	11,5	303	7,5	28,0	5.616	1.900	23
35	EW7	EW7.1	61	19	Dầu đồng	4,0	87	3,1	17,0	1.393	1.900	23
36	EW7	EW7.2	12	0	Dầu đồng	8,0	116	4,6	24,0	2.188	1.900	23
37	EW8	EW8.1	34	0	Dầu đồng	12,0	194	11,0	75,0	4.072	1.900	23
38	EW8	EW8.2	11	4	Dầu đồng	9,5	128	5,5	33,0	1.050	1.900	23
39	EW9	EW9	34	11	Dầu đồng	7,5	132	6,8	40,0	3.376	1.900	23
40	EW10	EW10	25	12	Dầu đồng	6,5	172	6,3	34,5	1.956	1.900	23
41	EW11	EW11.1	46	10	Cẩm liên	7,0	202	4,9	25,0	2.325	1.900	23
42	EW11	EW11.2	64	0	Dầu đồng	5,5	132	1,8	7,0	1.072	1.900	23
43	EW12	EW12	60	22	Dầu đồng	8,0	248	7,1	31,6	1.931	1.900	23
44	EW13	EW13	48	9	Dầu đồng	9,5	441	8,6	39,0	4.697	1.900	23
45	BN1	BN1.1	0	0	Dầu đồng	18,0	520	11,7	48,1	8.836	1.600	25,5
46	BN1	BN1.2	0	0	Dầu đồng	4,5	48	1,0	3,7	564	1.600	25,5
47	BN1	BN1.3	6	97	Dầu đồng	5,5	96	7,3	61,6	3.180	1.600	25,5
48	BN1	BN1.4	0	26	Dầu đồng	11,5	237	11,1	48,4	6.399	1.600	25,5
49	BN2	BN2.1	0	0	Dầu đồng	9,5	150	11,3	66,4	4.872	1.600	25,5
50	BN2	BN2.2	0	73	Dầu đồng	9,0	150	6,9	41,0	4.909	1.600	25,5
51	BN3	BN3.1	47	0	Cẩm liên	17,5	558	20,1	106,1	17.179	1.600	25,5
52	BN3	BN3.2	17	0	Dầu đồng	10,5	168	8,1	45,8	4.330	1.600	25,5
53	BN4	BN4	0	100	Dầu đồng	9,0	303	11,3	55,3	6.554	1.600	25,5
54	BN5	BN5	0	0	Dầu đồng	12,5	237	24,2	198,3	7.349	1.600	25,5
55	BN6	BN6.1	0	100	Dầu đồng	15,5	194	5,6	25,6	3.797	1.600	25,5
56	BN6	BN6.2	0	0	Dầu đồng	11,5	242	8,7	53,6	6.041	1.600	25,5
57	BN7	BN7.1	0	0	Cà chít	7,5	109	8,6	61,0	3.598	1.600	25,5
58	BN7	BN7.2	0	0	Chiêu liêu đen	5,5	92	1,9	10,5	1.463	1.600	25,5
59	BN7	BN7.3	0	46	Chiêu liêu đen	13,0	159	5,7	35,5	3.247	1.600	25,5
60	BN8	BN8	0	0	Cẩm xe	10,5	64	6,4	41,0	2.697	1.600	25,5
61	TS1	TS1	0	21	Cà chít	5,5	231	4,1	7,0	1.274	1.600	25,5
62	TS2	TS2	0	9	Cà chít	3,0	110	3,0	6,0	755	1.600	25,5
63	TS3	TS3.1	0	0	Cẩm liên	8,0	159	4,6	12,0	2.079	1.600	25,5
64	TS3	TS3.2	0	4	Cà chít	3,5	86	3,8	9,0	1.408	1.600	25,5

Phụ lục 4. Sinh trưởng, tăng trưởng trung bình của tẻch ở 64 ô sinh thái tại kỳ đo đếm cuối

Mã ô TN	Mã ô ST	A _{tẻch} (năm)	Htb (cm)	Dgoctb (mm)	DBHtb (mm)	TT Htb (cm/năm)	TT Dgoctb (mm/năm)	TT DBHtb (mm/năm)	Htb troi (cm)	Dgoctb troi (mm)	DBHtb troi (mm)	TT Htroitb (cm/năm)	TT Dgoc troitb (mm/năm)	TT DBH troitb (mm/năm)
VN1	VN1.1	4,4	295,3	55,9	30,1	67,1	12,7	6,8	435,5	59,8	38,5	99,0	13,6	8,7
VN1	VN1.2	4,4	235,1	43,9	33,5	53,4	10,0	7,6	524,4	78,0	51,3	119,2	17,7	11,7
VN2	VN2	4,4	238,0	48,6	21,3	54,1	11,1	4,8	318,5	48,6	26,5	72,4	11,0	6,0
VN4	VN4	4,4	205,0	43,8	18,5	46,6	9,9	4,2	274,6	53,8	30,2	62,4	12,2	6,9
VN5	VN5.1	4,4	183,2	44,8	17,2	41,6	10,2	3,9	270,8	58,3	26,2	61,5	13,2	5,9
VN5	VN5.2	4,4	217,5	47,2	17,8	49,4	10,7	4,0	281,8	53,4	23,7	64,0	12,1	5,4
VN6	VN6	4,4	197,5	39,7	14,6	44,9	9,0	3,3	278,0	46,8	23,3	63,2	10,6	5,3
VN7	VN7.1	4,4	191,5	40,3	16,9	43,5	9,2	3,8	283,2	49,9	23,3	64,4	11,3	5,3
VN7	VN7.2	4,4	238,3	44,3	18,6	54,2	10,1	4,2	349,1	51,8	28,9	79,3	11,8	6,6
VN8	VN8	3,5	284,4	48,2	23,6	81,3	13,8	6,7	396,4	63,4	32,0	113,3	18,1	9,1
VN9	VN9.1	3,5	204,8	39,8	15,4	58,5	11,4	4,4	250,2	47,3	21,5	71,5	13,5	6,1
VN9	VN9.2	3,5	297,9	52,4	27,3	85,1	15,0	7,8	360,6	55,8	30,9	103,0	15,9	8,8
VN10	VN10.1	3,5	187,6	38,4	14,8	53,6	11,0	4,2	246,6	42,5	21,4	70,4	12,2	6,1
VN10	VN10.2	3,5	150,2	34,9	12,3	42,9	10,0	3,5	183,0	41,6	13,0	52,3	11,9	3,7
VN11	VN11	3,5	242,5	43,8	21,7	69,3	12,5	6,2	303,9	53,0	31,4	86,8	15,1	9,0
YD1	YD1.1	4,5	268,6	45,2	20,7	59,7	10,0	4,6	367,5	54,9	26,7	81,7	12,2	5,9
YD1	YD1.2	4,5	222,6	39,2	16,6	49,5	8,7	3,7	346,4	54,1	27,4	77,0	12,0	6,1
YD2	YD2	4,5	263,5	47,7	20,8	58,6	10,6	4,6	351,2	55,0	31,4	78,0	12,2	7,0
BD1	BD1	3,5	530,6	75,5	46,6	151,6	21,6	13,3	655,5	96,7	60,3	187,3	27,6	17,2
BD2	BD2	3,5	404,0	65,3	34,6	115,4	18,7	9,9	615,1	82,2	48,4	175,7	23,5	13,8
BD3	BD3	3,5	418,6	59,8	32,5	119,6	17,1	9,3	551,3	67,9	40,2	157,5	19,4	11,5
BD4	BD4.1	3,5	411,4	64,3	36,4	117,5	18,4	10,4	490,4	70,6	43,4	140,1	20,2	12,4
BD4	BD4.2	3,5	510,9	78,2	45,0	146,0	22,4	12,8	715,6	98,9	60,6	204,5	28,3	17,3
BD5	BD5	3,5	512,7	76,0	43,7	146,5	21,7	12,5	709,1	100,3	63,4	202,6	28,7	18,1
BD6	BD6.1	3,5	437,3	57,3	32,0	124,9	16,4	9,1	616,9	69,9	41,7	176,3	20,0	11,9
BD6	BD6.2	3,5	591,2	76,9	47,4	168,9	22,0	13,5	766,6	87,7	56,2	219,0	25,1	16,0
EW1	EW1.1	4,4	242,6	48,9	20,7	55,1	11,1	4,7	381,1	69,1	39,0	86,6	15,7	8,9
EW1	EW1.2	4,4	401,2	66,4	35,3	91,2	15,1	8,0	629,1	86,5	52,3	143,0	19,7	11,9
EW2	EW2	4,4	247,5	54,2	23,5	56,2	12,3	5,3	359,8	64,1	34,8	81,8	14,6	7,9
EW3	EW3.1	4,4	191,4	46,9	18,6	43,5	10,7	4,2	312,7	64,2	33,7	71,1	14,6	7,7
EW3	EW3.2	4,4	210,0	46,4	24,1	47,7	10,6	5,5	365,1	59,5	36,1	83,0	13,5	8,2

Mã ô TN	Mã ô ST	A _{téch} (năm)	Htb (cm)	Dgoctb (mm)	DBHtb (mm)	TT Htb (cm/năm)	TT Dgoctb (mm/năm)	TT DBHtb (mm/năm)	Htb troi (cm)	Dgoctb troi (mm)	DBHtb troi (mm)	TT Htroitb (cm/năm)	TT Dgoc troitb (mm/năm)	TT DBH troitb (mm/năm)
EW4	EW4	4,4	250,0	49,4	22,6	56,8	11,2	5,1	346,0	57,6	33,1	78,6	13,1	7,5
EW5	EW5	4,4	271,8	49,1	23,4	61,8	11,2	5,3	400,4	66,9	37,9	91,0	15,2	8,6
EW6	EW6	3,5	108,7	27,4	18,6	31,1	7,8	5,3	203,0	42,9	18,6	58,0	12,2	5,3
EW7	EW7.1	3,5	162,2	37,7	19,7	46,3	10,8	5,6	301,1	58,4	30,7	86,0	16,7	8,8
EW7	EW7.2	3,5	115,8	32,0	13,3	33,1	9,1	3,8	157,8	38,5	13,3	45,1	11,0	3,8
EW8	EW8.1	2,3	77,1	20,7	15,3	33,5	9,0	6,7	146,7	33,3	15,3	63,8	14,5	6,7
EW8	EW8.2	2,3	51,0	16,8		22,2	7,3		76,1	22,9		33,1	9,9	
EW9	EW9	3,5	142,1	34,9	15,9	40,6	10,0	4,5	242,3	48,6	23,4	69,2	13,9	6,7
EW10	EW10	3,5	94,9	26,4	12,1	27,1	7,6	3,5	154,4	43,3	12,1	44,1	12,4	3,5
EW11	EW11.1	3,5	93,4	21,4	6,0	26,7	6,1	1,7	119,5	25,4	6,0	34,1	7,3	1,7
EW11	EW11.2	3,5	158,8	33,8	12,6	45,4	9,7	3,6	246,4	39,2	18,3	70,4	11,2	5,2
EW12	EW12	3,5	194,0	43,5	18,6	55,4	12,4	5,3	265,8	46,3	22,2	75,9	13,2	6,3
EW13	EW13	3,5	213,8	44,3	19,8	61,1	12,7	5,7	390,5	63,6	35,2	111,6	18,2	10,1
BN1	BN1.1	3,5	102,1	26,7	12,7	29,2	7,6	3,6	159,6	37,7	12,7	45,6	10,8	3,6
BN1	BN1.2	3,5	135,8	31,7	18,5	38,8	9,1	5,3	215,3	40,4	24,9	61,5	11,5	7,1
BN1	BN1.3	3,5	283,2	56,2	28,6	80,9	16,1	8,2	334,7	63,3	33,5	95,6	18,1	9,6
BN1	BN1.4	3,5	46,1	12,0		13,2	3,4		60,3	21,3		17,2	6,1	
BN2	BN2.1	3,5	147,9	31,7	11,8	42,3	9,0		205,0	40,3	16,7	58,6	11,5	4,8
BN2	BN2.2	3,5	208,7	38,5	16,3	59,6	11,0	4,7	271,6	43,2	22,6	77,6	12,3	6,4
BN3	BN3.1	3,5	153,4	36,7	17,1	43,8	10,5	4,9	252,2	46,0	22,5	72,1	13,1	6,4
BN3	BN3.2	3,5	276,1	52,6	25,7	78,9	15,0	7,3	385,6	63,5	36,8	110,2	18,1	10,5
BN4	BN4	3,5	316,9	55,3	29,1	90,6	15,8	8,3	375,9	68,3	34,5	107,4	19,5	9,9
BN5	BN5	3,5	268,8	46,5	21,9	76,8	13,3	6,3	306,7	46,6	23,5	87,6	13,3	6,7
BN6	BN6.1	3,5	148,6	34,1	11,4	42,4	9,7	3,3	196,9	38,9	15,1	56,3	11,1	4,3
BN6	BN6.2	3,5	221,0	44,1	19,4	63,2	12,6	5,5	287,2	53,3	28,2	82,1	15,2	8,1
BN7	BN7.1	3,5	173,1	42,9	13,5	49,5	12,3	3,9	240,8	51,8	20,8	68,8	14,8	6,0
BN7	BN7.2	3,5	296,9	54,4	27,6	84,8	15,5	7,9	442,0	65,7	37,4	126,3	18,8	10,7
BN7	BN7.3	3,5	196,3	38,0	15,9	56,1	10,9	4,6	311,8	47,4	24,1	89,1	13,5	6,9
BN8	BN8	3,5	330,3	60,1	34,1	94,4	17,2	9,7	366,6	63,5	39,1	104,8	18,1	11,2
TS1	TS1	4,4	396,5	63,7	35,9	90,1	14,5	8,2	473,1	71,9	39,9	107,5	16,3	9,1
TS2	TS2	4,4	295,8	54,8	30,2	67,2	12,5	6,9	368,8	65,7	36,6	83,8	14,9	8,3
TS3	TS3.1	5,4	314,3	60,3	33,4	58,2	11,2	6,2	482,8	79,3	47,8	89,4	14,7	8,9
TS3	TS3.2	5,4	323,0	59,3	30,3	59,8	11,0	5,6	451,9	75,9	43,9	83,7	14,1	8,1

Phụ lục 5. Số liệu phân tích lý hóa tính đất của 64 ô sinh thái

STT	Mã ô TN	Mã ô ST	Sét (%)	Thịt (%)	Cát (%)	Đá lẫn (%)	pH _{KCl}	N dt (mg/100g đất)	P ₂ O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ O dt (mg/100g đất)	Ca ²⁺ (ld/100g đất)	Mg ²⁺ (ld/100g đất)	H ⁺ (ld/100g đất)	Al ³⁺ (ld/100g đất)
1	VN1	VN1.1	25,44	8,48	66,08	15,45	4,71	17,21	3,43	10,15	3,48	1,53	0,09	0,36
2	VN1	VN1.2	29,68	4,24	66,08	62,39	4,88	12,47	2,43	7,97	5,51	7,12	0,06	0,04
3	VN2	VN2	6,36	8,48	85,16	0,00	4,76	8,90	1,60	5,80	1,10	1,78	0,04	0,02
4	VN4	VN4	25,44	8,48	66,08	33,53	4,25	8,31	2,22	5,80	1,87	0,85	0,09	1,25
5	VN5	VN5.1	8,48	6,36	85,16	0,00	4,50	10,09	1,81	6,53	2,20	4,66	0,04	0,09
6	VN5	VN5.2	8,48	6,36	85,16	0,00	4,30	9,50	1,84	5,80	0,51	1,95	0,04	0,02
7	VN6	VN6	23,32	12,72	63,96	0,00	4,33	8,31	1,88	5,80	1,61	2,88	0,04	0,04
8	VN7	VN7.1	27,56	4,24	68,20	0,00	4,18	7,72	1,91	4,35	1,36	1,19	0,09	1,02
9	VN7	VN7.2	25,44	12,72	61,84	0,00	4,21	8,90	1,74	5,80	1,19	1,02	0,07	0,47
10	VN8	VN8	21,20	4,24	74,56	0,00	4,08	9,20	2,22	7,25	0,93	0,76	0,04	0,70
11	VN9	VN9.1	27,56	4,24	68,20	17,55	4,24	10,39	1,77	5,80	3,05	0,51	0,11	0,21
12	VN9	VN9.2	19,08	14,84	66,08	0,00	4,09	9,50	2,15	4,35	2,88	0,25	0,07	0,81
13	VN10	VN10.1	16,96	10,60	72,44	0,00	4,17	10,09	1,81	4,35	2,20	1,44	0,06	0,32
14	VN10	VN10.2	12,72	6,36	80,92	0,00	4,22	10,09	1,88	4,35	2,04	0,42	0,06	0,15
15	VN11	VN11	10,60	6,36	83,04	0,00	4,35	9,50	2,01	4,35	1,95	0,47	0,06	0,02
16	YD1	YD1.1	12,72	8,48	78,80	0,00	4,97	10,09	1,91	6,53	1,27	2,12	0,01	0,11
17	YD1	YD1.2	12,72	6,36	80,92	0,00	4,38	21,96	2,08	6,53	0,93	1,02	0,37	0,09
18	YD2	YD2	10,60	8,48	80,92	0,00	4,71	8,90	2,12	6,53	2,04	0,93	0,05	0,19
19	BD1	BD1	25,44	29,68	44,88	61,73	4,81	11,87	10,63	7,97	8,12	2,29	0,15	0,05
20	BD2	BD2	23,32	29,68	47,00	68,27	4,63	10,98	2,12	7,97	3,73	3,99	0,12	0,05
21	BD3	BD3	19,08	31,80	49,12	76,32	4,84	9,79	5,41	7,97	4,75	4,24	0,13	0,08
22	BD4	BD4.1	23,32	25,44	51,24	71,02	4,64	12,47	3,09	7,97	3,90	4,16	0,09	0,09
23	BD4	BD4.2	31,80	25,44	42,76	66,71	4,75	13,06	4,23	8,70	5,51	4,58	0,09	0,00
24	BD5	BD5	31,80	33,92	34,28	61,10	5,02	10,98	6,17	11,60	5,51	8,65	0,10	0,02
25	BD6	BD6.1	29,68	21,20	49,12	53,54	4,99	10,39	10,49	8,97	9,18	6,02	0,09	0,01
26	BD6	BD6.2	31,80	29,68	38,52	55,24	4,58	7,42	7,97	7,25	7,76	3,02	0,09	0,02
27	EW1	EW1.1	14,84	16,96	68,20	36,87	4,55	6,83	7,10	10,15	6,28	4,46	0,11	0,10
28	EW1	EW1.2	21,20	21,20	57,60	46,93	5,51	6,83	3,85	10,15	8,99	4,24	0,09	0,03
29	EW2	EW2	10,60	12,72	76,68	29,18	5,15	12,47	2,26	7,97	2,80	2,88	0,07	0,03
30	EW3	EW3.1	23,32	12,72	63,96	8,03	4,22	8,31	2,88	7,97	1,10	1,70	0,10	1,65
31	EW3	EW3.2	19,08	12,72	68,20	20,67	5,30	10,39	6,96	10,15	8,82	2,63	0,08	0,02
32	EW4	EW4	16,96	12,72	70,32	59,96	4,11	12,17	2,74	7,97	4,41	0,51	0,16	0,28
33	EW5	EW5	25,44	10,60	63,96	25,26	4,55	5,94	2,57	7,25	1,27	0,34	0,09	1,23

STT	Mã ô TN	Mã ô ST	Sét (%)	Thịt (%)	Cát (%)	Đá lẫn (%)	pH _{KCl}	N dt (mg/100g đất)	P ₂ O ₅ dt (mg/100g đất)	K ₂ O dt (mg/100g đất)	Ca ²⁺ (đl/100g đất)	Mg ²⁺ (đl/100g đất)	H ⁺ (đl/100g đất)	Al ³⁺ (đl/100g đất)
34	EW6	EW6	19,08	16,96	63,96	48,22	4,57	5,94	2,67	7,97	4,75	1,78	0,09	0,07
35	EW7	EW7.1	21,20	14,84	63,96	49,93	4,70	5,34	2,91	8,70	7,04	3,14	0,08	0,05
36	EW7	EW7.2	23,32	12,72	63,96	53,15	4,74	9,50	6,82	10,15	8,06	3,48	0,08	0,31
37	EW8	EW8.1	23,32	19,08	57,60	8,20	4,46	8,90	2,05	10,15	1,87	1,27	0,11	0,02
38	EW8	EW8.2	21,20	19,08	59,72	8,91	4,42	8,31	2,08	7,97	2,12	2,04	0,09	0,28
39	EW9	EW9	33,92	4,24	61,84	8,47	4,19	10,09	2,67	10,15	3,31	0,76	0,06	1,96
40	EW10	EW10	25,44	2,12	72,44	9,92	4,86	9,50	3,54	7,97	4,92	3,48	0,11	0,00
41	EW11	EW11.1	21,20	4,24	74,56	9,97	5,30	8,31	3,05	8,70	6,78	4,07	0,06	0,03
42	EW11	EW11.2	23,32	4,24	72,44	16,26	5,22	8,90	3,12	8,70	7,21	3,48	0,08	0,02
43	EW12	EW12	16,96	6,36	76,68	34,24	5,17	7,72	3,05	7,97	4,66	5,51	0,05	0,07
44	EW13	EW13	27,56	4,24	68,20	26,87	5,44	5,94	3,26	8,70	8,99	3,05	0,06	0,04
45	BN1	BN1.1	12,72	2,12	85,16	0,00	4,19	8,90	2,12	4,35	1,53	0,00	0,06	0,23
46	BN1	BN1.2	16,96	8,48	74,56	0,00	4,07	9,50	1,88	7,25	1,78	0,08	0,09	0,49
47	BN1	BN1.3	14,84	8,48	76,68	36,56	4,48	9,50	2,15	5,80	1,95	1,36	0,06	0,04
48	BN1	BN1.4	16,96	4,24	78,80	11,99	4,10	17,81	2,29	5,80	1,95	1,19	0,06	0,47
49	BN2	BN2.1	14,84	2,12	83,04	23,35	4,37	8,90	1,77	5,80	1,87	0,25	0,06	0,09
50	BN2	BN2.2	19,08	2,12	78,80	37,06	4,42	8,61	1,91	5,80	2,46	0,51	0,04	0,06
51	BN3	BN3.1	14,84	2,12	83,04	28,62	4,24	8,90	2,01	5,80	1,36	2,20	0,09	0,11
52	BN3	BN3.2	19,08	4,24	76,68	13,24	3,98	10,09	2,05	4,35	1,19	2,12	0,09	0,74
53	BN4	BN4	23,32	10,60	66,08	60,65	4,41	10,09	2,78	5,80	3,56	4,16	0,06	0,02
54	BN5	BN5	14,84	14,84	70,32	0,00	4,40	10,69	2,15	4,35	2,63	2,63	0,09	0,03
55	BN6	BN6.1	12,72	27,56	59,72	74,80	4,50	10,69	2,39	5,80	4,16	5,09	0,09	0,01
56	BN6	BN6.2	21,20	12,72	66,08	31,70	4,16	9,50	6,17	4,35	3,48	3,48	0,10	0,27
57	BN7	BN7.1	16,96	14,84	68,20	0,00	3,98	9,50	2,74	4,35	3,05	0,08	0,14	0,60
58	BN7	BN7.2	25,44	2,12	72,44	26,57	4,00	12,47	2,98	7,25	3,90	0,93	0,08	0,64
59	BN7	BN7.3	23,32	16,96	59,72	28,69	4,01	16,03	2,15	7,25	2,29	2,04	0,01	0,67
60	BN8	BN8	14,84	8,48	76,68	0,00	4,85	13,06	2,19	6,53	3,05	1,36	0,02	0,20
61	TS1	TS1	21,20	19,08	59,72	33,24	4,92	5,94	2,46	7,25	3,82	2,63	0,09	0,03
62	TS2	TS2	29,68	16,96	53,36	9,97	4,58	4,75	2,12	7,25	3,73	2,88	0,08	0,09
63	TS3	TS3.1	16,96	16,96	66,08	6,70	4,69	4,75	1,91	6,53	2,29	1,02	0,09	0,89
64	TS3	TS3.2	27,56	10,60	61,84	5,66	4,99	7,12	2,15	7,25	5,17	8,82	0,08	0,01

Phụ lục 6. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 30 ô giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu

STT	Mã ô	X	Y	BA_Bi	DTC	Cấp DTC	Ssq	CapSsq	BAsq	Nsq	Msq	CapMsq	Scy	CapScy
1	ES 2GD	804.181	1.473.272	17,5	0,3	0,5	5973	1000-10000	9	656	41	50	1214	1000-10000
2	ES 4GD	803.784	1.477.125	17,0	0,5	0,5	4150	1000-10000	12	278	74	100	451	1000
3	ES 28GD	821.181	1.460.024	8,5	0,5	0,5	4647	1000-10000	13	500	62	100	1387	1000-10000
4	EW1GD	829.362	1.467.102	22,0	0,8	0,5	9785	1000-10000	17	1167	102	150	889	1000
5	ES 1 GD	806.731	1.470.610	13,0	0,5	0,5	6451	1000-10000	11	356	57	100	602	1000
6	ES 9GD	797.613	1.475.390	14,0	0,2	0,3	2593	1000-10000	9	400	35	50	425	1000
7	ES 10GD	798.599	1.469.278	7,0	0,2	0,3	999	1000	5	156	24	50	395	1000
8	ES 12GD	808.968	1.471.071	13,0	0,4	0,5	3656	1000-10000	8	622	24	50	338	1000
9	ES 30GD	821.946	1.460.321	9,0	0,3	0,5	5370	1000-10000	12	511	60	100	751	1000
10	EW4GD	826.706	1.466.855	10,0	0,2	0,3	3423	1000-10000	13	433	87	100	335	1000
11	ES 17GD	779.061	1.459.199	6,5	0,2	0,3	2924	1000-10000	6	389	15	50	556	1000
12	ES 24GD	783.777	1.452.236	17,0	0,7	0,5	7286	1000-10000	16	578	84	100	425	1000
13	ES 27GD	820.983	1.460.868	10,5	0,4	0,5	4740	1000-10000	11	467	56	100	772	1000
14	EW10GD	827.923	1.467.479	20,0	0,7	0,5	4045	1000-10000	19	1267	87	100	395	1000
15	ES 35GD	781.391	1.453.199	6,0	0,5	0,5	9893	1000-10000	18	822	104	150	1160	1000-10000
16	ES 20GD	782.240	1.454.817	23,0	0,5	0,5	6914	1000-10000	12	333	67	100	617	1000
17	ES 33GD	781.050	1.453.202	10,0	0,5	0,5	9388	1000-10000	18	533	118	150	889	1000
18	EW2GD	825.575	1.459.634	10,5	0,3	0,5	1979	1000-10000	6	378	30	50	393	1000
19	EW6GD	826.935	1.467.162	16,5	0,6	0,5	3877	1000-10000	12	444	78	100	605	1000
20	EW9GD	827.205	1.467.402	19,5	0,6	0,5	8994	1000-10000	27	578	151	150	496	1000
21	ES 3GD	803.720	1.475.666	23,0	0,5	0,5	7244	1000-10000	29	478	162	150	407	1000
22	EW7GD	827.463	1.467.059	16,5	0,5	0,5	7664	1000-10000	19	400	143	150	739	1000
23	ES 11GD	806.844	1.467.264	15,0	0,4	0,5	3767	1000-10000	9	456	45	50	475	1000
24	ES 18GD	782.194	1.453.607	28,5	0,8	0,5	9076	1000-10000	19	533	128	150	994	1000
25	ES 29GD	821.112	1.459.127	22,0	0,7	0,5	8570	1000-10000	18	1256	103	150	522	1000
26	ES 36GD	781.611	1.452.855	12,0	0,5	0,5	10542	10000	23	411	161	150	642	1000
27	ES 23GD	783.205	1.453.085	14,5	0,4	0,5	6530	1000-10000	15	522	91	100	756	1000
28	ES 26GD	821.216	1.459.526	24,0	0,7	0,5	9906	1000-10000	23	1456	141	150	667	1000
29	ES 5GD	803.769	1.476.077	23,5	0,7	0,5	5751	1000-10000	20	322	157	150	560	1000
30	EW5GD	827.003	1.467.616	16,0	0,7	0,5	5712	1000-10000	17	489	114	150	336	1000

Phụ lục 7. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 30 ô giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu *(tiếp theo)*

STT	Mã ô	Bacy	Ncy	Mcy	CapMcy	Spro	CapSpro	Bapro	Npro	Mpro	CapMpro
1	ES 2GD	7	820	28	50	12426	10000	1	760	4	50
2	ES 4GD	15	390	84	100	5333	1000-10000	2	347	13	50
3	ES 28GD	6	220	27	50	5082	1000-10000	6	338	26	50
4	EW1GD	10	710	69	100	5866	1000-10000	6	760	24	50
5	ES 1 GD	14	630	71	100	1273	1000-10000	1	288	3	50
6	ES 9GD	13	620	50	50	2810	1000-10000	13	673	49	50
7	ES 10GD	10	360	41	50	2266	1000-10000	8	226	34	50
8	ES 12GD	6	440	19	50	1793	1000-10000	4	427	10	50
9	ES 30GD	10	360	64	100	2989	1000-10000	7	237	40	50
10	EW4GD	11	350	83	100	1658	1000-10000	5	281	26	50
11	ES 17GD	4	420	11	50	4010	1000-10000	9	503	27	50
12	ES 24GD	10	490	53	100	3458	1000-10000	8	463	38	50
13	ES 27GD	11	540	50	100	4587	1000-10000	8	520	31	50
14	EW10GD	16	1040	74	100	3382	1000-10000	8	760	34	50
15	ES 35GD	23	700	144	150	13218	10000	8	1212	85	100
16	ES 20GD	14	450	80	100	5013	1000-10000	12	520	59	100
17	ES 33GD	17	530	113	150	6144	1000-10000	11	427	53	100
18	EW2GD	7	440	38	50	5266	1000-10000	15	647	85	100
19	EW6GD	12	570	71	100	5153	1000-10000	10	623	53	100
20	EW9GD	15	390	81	100	5087	1000-10000	10	338	55	100
21	ES 3GD	22	370	118	150	3309	1000-10000	12	260	56	100
22	EW7GD	10	270	79	100	3533	1000-10000	15	379	96	100
23	ES 11GD	15	450	81	100	17572	10000	54	2402	285	150
24	ES 18GD	19	610	124	150	24158	10000	33	1151	209	150
25	ES 29GD	12	840	67	100	10230	10000	21	760	127	150
26	ES 36GD	24	450	173	150	16235	10000	47	827	346	150
27	ES 23GD	18	520	117	150	9405	1000-10000	22	503	161	150
28	ES 26GD	12	560	80	100	6226	1000-10000	17	673	117	150
29	ES 5GD	23	410	186	150	4607	1000-10000	16	254	126	150
30	EW5GD	8	120	58	100	3846	1000-10000	16	427	113	150

Phụ lục 8. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 16 ô đánh giá giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu

STT	Mã ô	X	Y	BA_Bi	DTC	Cap DTC	Ssq	CapSsq	BAsq	Nsq	Msq	CapMsq	Scy	CapScy
1	ES 16GD	781.492	1.458.696	16,0	0,5	0,5	7411	1000-10000	14	1033	67	100	874	1000
2	ES 32GD	780.543	1.454.140	18,5	0,5	0,5	5215	1000-10000	14	1567	52	100	313	1000
3	ES 7GD	803.187	1.477.763	15,0	0,6	0,5	4233	1000-10000	14	400	88	100	408	1000
4	ES 15GD	780.150	1.459.706	12,5	0,4	0,5	4409	1000-10000	10	378	62	100	682	1000
5	ES 6GD	804.628	1.474.318	12,0	0,3	0,5	1840	1000-10000	6	278	35	50	446	1000
6	ES 19GD	781.896	1.454.179	19,0	0,8	0,5	10239	10000	21	844	121	150	783	1000
7	ES 25GD	820.969	1.458.897	19,0	0,7	0,5	8675	1000-10000	15	1267	84	100	639	1000
8	ES 14GD	783.380	1.466.489	17,5	0,6	0,5	5984	1000-10000	15	633	63	100	705	1000
9	ES 22GD	783.842	1.454.208	14,0	0,6	0,5	5150	1000-10000	10	633	39	50	1013	1000-10000
10	ES 34GD	780.880	1.452.924	6,0	0,3	0,5	4640	1000-10000	15	667	72	100	852	1000
11	EW3GD	825.938	1.459.540	11,5	0,3	0,3	4077	1000-10000	8	289	50	50	682	1000
12	EW8GD	828.094	1.467.053	14,5	0,3	0,5	5398	1000-10000	18	489	95	100	334	1000
13	ES 8GD	799.067	1.476.204	18,5	0,6	0,5	5349	1000-10000	17	1178	65	100	270	1000
14	ES 13GD	781.843	1.468.214	15,0	0,6	0,5	9546	1000-10000	21	489	120	150	866	1000
15	ES 21GD	783.412	1.454.873	13,5	0,5	0,5	6097	1000-10000	11	444	63	100	524	1000
16	ES 31GD	779.912	1.454.788	14,5	0,5	0,5	9825	1000-10000	20	544	118	150	649	1000

Phụ lục 9. Số liệu các nhân tố trạng thái rừng của 16 ô đánh giá giải đoán ảnh theo 3 phương pháp lập ô mẫu (tiếp theo)

STT	Mã ô	Bacy	Ncy	Mcy	CapMcy	Spro	CapSpro	Bapro	Npro	Mpro	CapMpro
1	ES 16GD	19	1520	88	100	20358	10000	11	1608	40	50
2	ES 32GD	19	2060	70	100	6278	1000-10000	13	1608	43	50
3	ES 7GD	13	410	80	100	1865	1000-10000	4	311	15	50
4	ES 15GD	10	360	48	50	2595	1000-10000	5	264	22	50
5	ES 6GD	8	620	32	50	3163	1000-10000	7	623	27	50
6	ES 19GD	15	540	95	100	4589	1000-10000	10	623	49	50
7	ES 25GD	8	700	34	50	4429	1000-10000	7	623	29	50
8	ES 14GD	25	1180	113	150	6302	1000-10000	16	760	68	100
9	ES 22GD	15	720	63	100	8796	1000-10000	15	810	63	100
10	ES 34GD	14	260	73	100	6306	1000-10000	12	402	58	100
11	EW3GD	11	400	71	100	6347	1000-10000	11	338	74	100
12	EW8GD	10	240	54	100	1266	1000-10000	11	226	58	100
13	ES 8GD	16	1280	63	100	10963	10000	30	2082	117	150
14	ES 13GD	11	160	70	100	7808	1000-10000	17	216	116	150
15	ES 21GD	9	480	54	100	7378	1000-10000	18	846	114	150
16	ES 31GD	29	1020	157	150	7073	1000-10000	20	623	161	150

Phụ lục 10. Dữ liệu các giá trị sinh trưởng của 120 lâm phần rừng trồng thuần tích ở Tây Nguyên

Mã ô	Địa phương	A (năm)	TVKH	Loại đất	Độ cao (m)	BA (m ² /ha)	DBHtb (cm)	Htb (m)	Dgoc (cm)	Ho (m)	St ha (m ² /ha)	Stopt (m ² /ha)	N (cây/ha)	V (m ³)	M (m ³ /ha)
1	EAKMAT	42	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	13,9	31,3	22,0	38,3	23,0	5178,0		180	0,908	163,5
2	EAKMAT	42	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	13,7	32,0	21,8	39,8	23,0	5370,1		170	0,942	160,2
3	EAKMAT	42	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	16,2	30,6	21,5	42,9	22,3	4233,3		220	0,837	184,2
4	EAKMAT	42	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	12,8	27,9	21,6	34,6	22,1	3174,4		210	0,693	145,4
5	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	5,3	10,2	6,4	12,3	6,9	7283,3		650	0,037	24,2
6	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	5,1	10,2	6,5	12,7	7,0	8135,3		620	0,038	23,4
7	BJVAM	4	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	5,0	9,6	5,9	12,3	6,7	8136,1		690	0,032	22,0
8	BJVAM	4	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	4,6	9,5	5,7	12,4	6,4	6725,1		650	0,030	19,7
9	BJVAM	4	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	4,6	9,5	6,1	11,9	6,8	8042,2		650	0,032	20,8
10	BJVAM	4	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	5,1	10,2	6,0	12,1	6,8	7313,2		630	0,036	22,6
11	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	13,9	16,4	7,3	19,8	7,9	23799,8		660	0,105	69,5
12	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	13,8	15,9	7,4	18,8	8,0	24379,4		690	0,101	69,5
13	NNUNG	5	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	7,7	10,0	6,5	13,0	7,5	10021,4		980	0,037	35,9
14	NNUNG	5	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	7,8	10,1	6,6	12,9	7,5	11119,5		980	0,038	36,9
15	NNUNG	8	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	18,8	15,7	11,7	19,0	12,3	14012,7		970	0,135	130,7
16	NNUNG	8	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	18,0	15,5	11,8	19,1	12,3	15099,8		960	0,131	125,7
17	NNUNG	3	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	3,4	6,7	3,5	9,7	4,3	6398,8		960	0,012	11,3
18	NNUNG	3	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	3,6	6,8	3,6	9,7	4,2	7319,9		1000	0,012	12,3
19	NNUNG	7	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	10,7	11,9	8,0	16,0	9,0	12473,9		960	0,060	57,1
20	NNUNG	7	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	10,9	11,9	8,1	16,3	8,9	13723,2		970	0,061	58,7
21	NNUNG	9	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	18,0	15,5	12,1	18,8	12,5	13296,0		950	0,135	127,9
22	NNUNG	9	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	18,0	15,4	12,1	18,8	12,5	15140,3		970	0,132	127,9
23	NNUNG	5	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	8,7	10,1	6,1	13,3	7,1	12259,2		1090	0,036	39,4
24	NNUNG	5	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	9,1	10,1	6,4	12,8	7,2	15036,9		1140	0,037	41,8
25	DLAP	10	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	22,0	17,7	12,2	21,6	12,8	6291,1		890	0,178	158,2
26	DLAP	10	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	24,7	18,1	12,4	21,7	13,0	12847,9		960	0,186	178,4
27	DLAP	10	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	26,2	17,8	15,6	22,6	16,3	11490,4		1050	0,217	227,6
28	DLAP	10	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	27,0	18,3	15,4	21,7	15,8	10857,7		1020	0,227	231,6
29	KANA	12	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	26,3	17,4	16,0	22,0	16,8	19487,5		1110	0,211	233,8

Mã ô	Địa phương	A (năm)	TVKH	Loại đất	Độ cao (m)	BA (m ² /ha)	DBHtb (cm)	Htb (m)	Dgoc (cm)	Ho (m)	St ha (m ² /ha)	Stopt (m ² /ha)	N (cây/ha)	V (m ³)	M (m ³ /ha)
30	KANA	12	IIA3	Fe nau do Bazan	480	22,7	16,5	16,2	20,4	17,0	19220,2		1060	0,192	203,8
31	KANA	12	IIA3	Fe nau do Bazan	480	21,3	17,0	15,7	21,7	16,6	29048,7		940	0,198	186,5
32	KANA	12	IIA3	Fe nau do Bazan	480	17,0	17,2	15,3	21,7	16,0	12682,3		730	0,200	145,7
33	KANA	9	IIA3	Fe nau do Bazan	480	23,6	14,4	9,3	18,6	10,5	19342,9		1440	0,097	140,0
34	KANA	9	IIA3	Fe nau do Bazan	480	21,1	14,7	9,2	18,4	10,1	13407,3		1240	0,100	123,7
35	KANA	10	IIA3	Fe nau do Bazan	480	15,0	16,1	12,8	20,4	12,8	11732,4		740	0,150	111,3
36	KANA	10	IIA3	Fe nau do Bazan	480	11,8	14,6	11,4	19,3	13,3	14896,3		710	0,116	82,4
37	KANA	14	IIA3	Fe nau do Bazan	480	24,3	29,3	17,1	40,1	17,9	15136,2		360	0,633	227,7
38	KANA	14	IIA3	Fe nau do Bazan	480	20,6	25,9	16,8	31,5	17,7	11417,0		390	0,492	191,8
39	KANA	11	IIA3	Fe nau do Bazan	480	7,1	12,6	9,7	16,5	10,9	9368,4		570	0,077	43,8
40	KANA	11	IIA3	Fe nau do Bazan	480	8,6	13,9	9,8	18,6	11,1	8491,0		570	0,093	53,2
41	KANA	10	IIA3	Fe nau do Bazan	480	9,3	15,0	13,3	19,1	14,6	8211,5		530	0,137	72,5
42	KANA	10	IIA3	Fe nau do Bazan	480	10,2	14,9	10,9	19,0	12,2	11992,4		590	0,133	78,5
43	DLAP	11	IIA5	Fe nau do Bazan	500	22,8	18,9	11,9	22,8	12,7	10407,0	13,8	820	0,196	160,7
44	NNUNG	6	IIA5	Fe nau do Bazan	600	8,5	11,1	8,8	13,5	9,6	5405,0	7,2	870	0,054	47,2
45	NNUNG	9	IIA5	Fe nau do Bazan	600	7,5	9,7	9,7	13,6	11,4	6988,0	7,1	1030	0,044	45,7
46	NNUNG	10	IIA5	Fe nau do Bazan	600	12,6	13,6	10,8	16,5	12,2	8948,0	11,1	870	0,094	82,1
47	NNUNG	4	IIA5	Fe nau do Bazan	600	10,0	13,4	8,6	14,7	9,0	7547,0	11,1	810	0,078	63,0
48	KANA	13	IIA3	Fe nau do Bazan	480	13,4	16,8	13,0	20,4	14,9	7142,0	13,7	600	0,166	99,5
49	KANA	15	IIA3	Fe nau do Bazan	480	22,6	28,7	15,2	37,6	16,0	7247,0	25,1	350	0,547	191,6
50	KANA	11	IIA3	Fe nau do Bazan	480	12,8	15,6	13,2	19,2	14,3	5056,0	10,2	670	0,145	96,9
51	KANA	10	IIA3	Fe nau do Bazan	480	19,2	16,7	13,1	21,0	14,2	14027,0	17,1	880	0,165	145,0
52	KANA	13	IIA3	Fe nau do Bazan	480	11,5	17,5	15,0	21,7	16,4	6319,0	17,0	480	0,201	96,7
53	KANA	9	IIA3	Fe nau do Bazan	480	7,6	13,7	9,8	16,4	10,8	2348,0	5,4	510	0,089	45,5
54	BJVAM	6	IIA2	Fe nau do Bazan	340	16,0	17,7	9,2	21,6	10,8	7834,0	14,3	650	0,142	92,5
55	BJVAM	5	IIA2	Fe nau do Bazan	340	7,9	12,5	6,6	15,9	7,3	4877,0	9,5	640	0,057	36,3
57	DLAP	13	IIA5	Fe nau do Bazan	500	18,4	17,8	15,9	23,3	16,9	4687,0	8,0	740	0,218	161,6
58	DLAP	13	IIA5	Fe nau do Bazan	500	16,3	17,0	15,8	22,3	17,1	5947,0	12,5	720	0,198	142,7
59	DLAP	13	IIA5	Fe nau do Bazan	500	20,5	15,9	12,9	20,7	13,7	5374,0	7,4	1030	0,148	152,0
60	DLAP	13	IIA5	Fe nau do Bazan	500	19,8	15,8	13,2	20,3	13,9	5258,0	7,1	1010	0,148	149,9
61	DLAP	13	IIA5	Fe nau do Bazan	500	13,8	18,9	15,8	24,1	16,6	5658,0	16,0	490	0,245	120,0

Mã ô	Địa phương	A (năm)	TVKH	Loại đất	Độ cao (m)	BA (m ² /ha)	DBHtb (cm)	Htb (m)	Dgoc (cm)	Ho (m)	St ha (m ² /ha)	Stopt (m ² /ha)	N (cây/ha)	V (m ³)	M (m ³ /ha)
62	DLAP	13	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	26,3	19,1	16,2	24,0	17,2	4849,0	7,0	910	0,255	232,3
63	DLAP	13	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	20,2	16,5	15,6	24,1	17,2	5280,0	9,4	910	0,185	168,1
64	DLAP	13	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	25,2	20,2	16,5	27,1	17,6	8449,0	13,7	780	0,290	226,1
65	DLAP	13	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	25,7	19,7	16,2	25,5	16,8	8044,0	12,4	840	0,272	228,1
66	KANA	14	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	25,4	20,7	15,9	26,2	17,2	6687,0	12,3	760	0,295	224,4
67	KANA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	17,5	16,4	12,7	20,5	13,7	3532,0	5,6	830	0,155	128,8
68	KANA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	16,4	17,5	12,3	22,7	13,0	6611,0	12,4	680	0,172	117,2
69	KANA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	14,0	16,9	14,8	21,2	19,0	3942,0	8,4	620	0,186	115,2
70	KANA	10	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	15,8	15,9	11,9	19,7	13,2	3398,0	6,1	800	0,139	111,0
71	KANA	16	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	18,5	27,6	19,4	33,3	20,9	15292,0	60,6	310	0,619	191,8
72	KANA	16	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	15,6	26,2	18,2	32,3	19,1	8036,0	31,0	290	0,529	153,3
73	KANA	16	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	16,9	30,6	19,2	41,6	20,8	11627,0	50,5	230	0,754	173,4
74	KANA	12	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	15,0	15,9	11,0	20,2	12,2	2329,0	3,4	760	0,131	99,4
75	KANA	12	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	8,5	14,5	10,4	17,5	11,4	1524,0	4,0	500	0,104	52,2
76	KANA	12	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	11,6	15,3	11,0	19,6	12,3	1811,0	3,1	630	0,121	76,3
77	KANA	14	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	34,0	23,1	16,8	28,9	17,5	15174,0	19,8	810	0,385	311,5
78	KANA	14	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	28,8	21,1	16,0	26,9	17,8	6783,0	10,8	820	0,308	252,9
79	KANA	10	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	17,0	15,8	11,8	19,5	13,1	3838,0	6,4	870	0,136	118,4
80	KANA	10	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	15,7	15,6	11,7	19,1	12,8	2967,0	4,7	820	0,132	108,1
81	KANA	13	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	16,6	19,0	13,3	24,0	14,3	9331,0	20,1	580	0,216	125,2
82	KANA	13	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	13,5	18,0	14,3	23,4	15,8	7069,0	18,1	530	0,205	108,7
83	KANA	13	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	10,3	17,2	12,8	22,3	14,1	4137,0	12,6	440	0,172	75,5
84	BJVAM	7	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	7,0	16,7	8,2	22,0	9,1	1890,0	6,3	320	0,117	37,4
85	BJVAM	7	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	6,5	14,5	8,8	17,5	9,7	2486,0	6,9	380	0,093	35,2
86	BJVAM	7	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	8,4	16,7	9,7	21,2	10,4	2667,0	8,7	380	0,132	50,0
87	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	1,9	9,2	6,5	11,1	7,2	1040,0	3,6	280	0,030	8,5
88	BJVAM	6	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	3,9	11,9	8,0	16,9	9,3	3743,0	11,9	350	0,058	20,4
89	BJVAM	6	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	4,3	12,5	8,8	17,5	10,4	2596,0	7,7	350	0,069	24,1
90	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	2,1	10,4	7,0	13,7	8,0	2134,0	10,6	250	0,041	10,2
91	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	2,0	9,7	7,1	12,1	7,7	2004,0	8,1	270	0,036	9,7
92	BJVAM	5	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	1,6	9,2	6,3	12,0	7,3	1728,0	8,6	240	0,030	7,2

Mã ô	Địa phương	A (năm)	TVKH	Loại đất	Độ cao (m)	BA (m ² /ha)	DBHtb (cm)	Htb (m)	Dgoc (cm)	Ho (m)	St ha (m ² /ha)	Stopt (m ² /ha)	N (cây/ha)	V (m ³)	M (m ³ /ha)
93	CUMGA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	27,6	22,7	12,2	26,9	12,9	7435,0	11,1	680	0,288	196,0
94	CUMGA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	20,4	17,2	11,5	21,3	12,4	7415,0	8,6	880	0,158	139,2
95	CUMGA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	19,8	18,2	11,9	23,9	12,1	5382,0	7,2	760	0,182	138,2
96	CUMGA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	14,0	16,7	11,8	22,2	12,7	7709,0	12,5	640	0,152	97,3
97	CUMGA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	21,9	17,5	11,8	22,5	12,2	6237,0	7,2	910	0,167	152,0
98	CUMGA	9	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	13,6	15,5	10,9	21,0	12,0	6553,0	8,8	720	0,123	88,9
99	CUMGA	9	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	16,5	16,3	10,8	21,4	11,1	6473,0	8,9	790	0,136	107,1
100	CUMGA	9	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	13,2	15,4	10,0	19,5	10,1	4985,0	7,1	710	0,114	81,2
101	EAKMAT	44	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	18,4	34,2	22,5	46,9	22,9	5677,0	28,4	200	1,077	215,4
102	EAKMAT	44	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	16,7	35,3	22,8	44,6	23,2	4471,0	26,3	170	1,161	197,3
103	EAKMAT	44	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	26,6	43,4	25,1	57,8	25,3	5529,0	30,7	180	1,906	343,1
GT1	KANA	16	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	16,5	27,9	19,7	34,2	20,6	7814,0	35,3	280	0,640	179,3
GT2	CUMGA	11	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	14,7	17,0	14,4	20,4	14,8	5702,0	10,8	650	0,184	119,6
GT3	BJVAM	8	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	7,7	14,3	8,6	18,7	10,3	5763,0	18,1	490	0,089	43,4
GT4	NNUNG	5	IIA5	Fe nâu do Bazan	600	10,6	13,3	9,0	14,4	10,9	5816,0	7,1	1050	0,079	83,0
GT5	DLAP	13	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	21,5	18,1	17,1	22,4	17,7	9804,0	12,7	840	0,240	201,3
I	DLAP	13	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	29,6	19,2	15,4	23,1	15,9	2940,0	4,1	1020	0,248	252,5
II	DLAP	14	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	19,2	19,0	15,2	25,5	16,5	4572,0	6,2	680	0,240	163,2
III	KANA	17	IIA3	Fe nâu do Bazan	480	23,7	29,0	16,2	35,4	17,3	7206,0	23,6	360	0,588	211,8
IV	DLAP	12	IIA5	Fe nâu do Bazan	500	15,0	16,7	13,4	20,8	15,3	7036,0	13,8	680	0,168	114,1
IX	EAKMAT	45	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	12,1	31,0	24,7	35,9	25,5	5757,0	43,4	160	0,959	153,5
V	BJVAM	6	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	2,7	10,1	5,7	12,9	6,5	1603,0	5,3	340	0,034	11,5
VI	BJVAM	6	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	5,1	11,2	7,2	13,5	7,7	1478,0	3,5	520	0,048	25,0
VII	BJVAM	7	IIA2	Fe nâu do Bazan	340	3,6	9,4	5,8	15,1	6,8	1843,0	8,4	520	0,030	15,4
VIII	CUMGA	12	IIA3	Fe nâu do Bazan	325	23,8	22,9	17,9	28,2	18,3	8184,0	15,1	580	0,398	231,0
X	EAKMAT	45	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	12,0	31,0	19,5	33,5	20,1	5504,0	34,4	160	0,784	125,4
XI	EAKMAT	44	IIA3	Fe nâu do Bazan	400	15,6	31,5	17,7	34,8	18,3	6933,0	37,1	200	0,747	149,3
XII	KTUM	10	IIA3	Fe vàng xám Mac ma acid	500	12,6	10,8	9,3	15,9	10,8	9178,0	9,1	1380	0,053	73,6
XIII	KTUM	12	IIA3	Fe vàng xám Mac ma acid	500	17,2	14,1	12,8	18,4	13,3	10730,0	10,8	1100	0,115	126,9

Nguồn: Báo Huy và ctv, 1998

Phụ lục 11. Hiệu quả kinh tế lâm giàu rừng khộp bằng tếch khi lãi suất vay tín chấp biến động

Phụ lục 11a. Hiệu quả kinh tế khi lãi suất vay thấp, $i=7,2\%/năm$ (=75% hiện tại)

Chi tiêu kinh tế	Mức thích nghi	
	Rất thích nghi	Thích nghi tốt
Chu kỳ (năm)	11	16
i (Lãi suất vay tín chấp) ($\%/năm$)	7,2	7,2
Tổng chi phí (triệu đồng/ha/chu kỳ)	56,2	66,7
Tổng thu (triệu đồng/ha/chu kỳ)	1.601,4	1.601,4
Thu nhập trừ chi phí (triệu đ/ha/chu kỳ)	1.545,2	1.534,7
Thu nhập ròng (triệu đồng/ha/năm)	140,5	95,9
NPV cả chu kỳ (triệu đồng/ha/chu kỳ)	699,6	476,7
IRR (%)	46,1	27,9
Thời gian thu hồi vốn (Năm)	10,1	15,1
NPV/năm (triệu đồng/ha/năm)	63,6	29,8

Phụ lục 11b. Hiệu quả kinh tế với lãi suất vay cao, $i=19,2\%/năm$ (=200% hiện tại)

Chi tiêu kinh tế	Mức thích nghi	
	Rất thích nghi	Thích nghi tốt
Chu kỳ (năm)	11	16
i (Lãi suất vay tín chấp) ($\%/năm$)	19,2	19,2
Tổng chi phí (triệu đồng/ha/chu kỳ)	56,2	66,7
Tổng thu (triệu đồng/ha/chu kỳ)	1.601,4	1.601,4
Thu nhập trừ chi phí (triệu đ/ha/chu kỳ)	1.545,2	1.534,7
Thu nhập ròng (triệu đồng/ha/năm)	140,5	95,9
NPV cả chu kỳ (triệu đồng/ha/chu kỳ)	196,4	59,9
IRR (%)	46,1	27,9
Thời gian thu hồi vốn (Năm)	10,1	15,4
NPV/năm (triệu đồng/ha/năm)	17,9	3,7

Phụ lục 12. Danh mục thực vật thân gỗ trong rừng khộp nghiên cứu

Stt	Tên loài	Tên khoa học	Họ	Bộ
1	Bằng lăng còi	<i>Lagerstroemia lecomtei</i>	Lythraceae	Myrtales
2	Bình linh	<i>Vitex sp.</i>	Verbenaceae	Lamiales
3	Bồ kết rừng	<i>Acacia harmandiana</i>	Mimosaceae	Fabales
4	Cà chắc	<i>Shorea obtusa</i>	Dipterocarpaceae	Malvales
5	Cà giam	<i>Mitragyne diversifolia</i>	Rubiaceae	Gentianales
6	Cắm xe	<i>Xylia xylocarpa</i>	Mimosaceae	Fabales
7	Cắm lai	<i>Dalbergia cultrata</i>	Fabaceae	Fabales
8	Cắm lai đen	<i>Dalbergia nigrescens</i>	Fabaceae	Fabales
9	Cắm liên	<i>Shorea siamensis</i>	Dipterocarpaceae	Malvales
10	Chiêu liêu đen	<i>Terminalia alata</i>	Combretaceae	Myrtales
11	Chiêu liêu kha tử	<i>Terminalia chebula</i>	Combretaceae	Myrtales
12	Chiêu liêu nước	<i>Terminalia calamansanai</i>	Combretaceae	Myrtales
13	Chiêu liêu ổi	<i>Terminalia corticosa</i>	Combretaceae	Myrtales
14	Chòi mòi	<i>Antidesma ghaesembila</i>	Euphorbiaceae	Euphorbiales
15	Dầu đồng	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	Dipterocarpaceae	Malvales
16	Dầu trà beng	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	Dipterocarpaceae	Malvales
17	Gáo không cuống	<i>Neonauclea sessifolia</i>	Rubiaceae	Gentianales
18	Gáo lá tròn	<i>Haldina cordiflora</i>	Rubiaceae	Gentianales
19	Găng gai	<i>Randia dasycarpa</i>	Rubiaceae	Gentianales
20	Giáng hương	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Fabaceae	Fabales
21	Mà ca lá lớn	<i>Buchanania latifolia</i>	Anarcadiaceae	Rutales
22	Mã tiền quạ	<i>Strychnos nux-blanda</i>	Loganiaceae	Gentianales
23	Nhàu rừng	<i>Morinda tomentosa</i>	Rubiaceae	Gentianales
24	Quau xanh	<i>Stereospermum annamensis</i>	Bignoniaceae	Scrophulariales
25	Sổ 5 nhụy	<i>Dillenia pentagyna</i>	Dilleniaceae	Dilleniales
26	Sổ xoan	<i>Dillenia ovata</i>	Dilleniaceae	Dilleniales
27	Sồi keri	<i>Quercus kerii</i>	Fagaceae	Fagales
28	Thành ngạnh đỏ ngon	<i>Cratoxylon formosum</i>	Hypericaceae	Theales
29	Thầu tầu	<i>Aporosa villosa</i>	Euphorbiaceae	Euphorbiales
30	Thị mâm	<i>Diospyros ehretioides</i>	Ebenaceae	Ebenales
31	Trám lá đỏ	<i>Canarium subulatum</i>	Burseraceae	Rutales
32	Trau trấu	<i>Ochrocarpus siamensis</i>	Clusiaceae	Theales
33	Trâm vối	<i>Syzygium cumini</i>	Myrtaceae	Myrtales
34	Vùng	<i>Careya aborea</i>	Lecythidaceae	Lecythidales
35	Xoài rừng	<i>Mangifera sp.</i>	Anarcadiaceae	Rutales