

TÓM TẮT KẾT QUẢ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU VÀ CÁC CÔNG BỐ LIÊN QUAN VỀ:
LÀM GIÀU RỪNG KHỘP SUY THOÁI BẰNG CÂY TẾCH
(*Tectona grandis* L.f.)

Bảo Huy*

TÓM TẮT

Rừng khộp hiện đang bị suy thoái nghiêm trọng do khai thác và chặt phá quá mức, hoặc mất rừng do chuyển đổi sang trồng cây công nghiệp. Tóm tắt này mô tả kết quả nghiên cứu và các công bố có liên quan đến thẩm định giải pháp trồng cây gỗ tếch (*Tectona grandis* L.f.) trong điều kiện rừng khộp suy thoái và để xác định khả năng thích nghi và các yếu tố ảnh hưởng đến sự phù hợp của cây tếch. 42 ô thí nghiệm 4.900 m² (chia thành 64 ô sinh thái) đã được thiết lập và được quan sát 5 năm để thử nghiệm làm giàu rừng bằng cây gỗ tếch theo tổ hợp của hai nhóm nhân tố: sinh thái và trạng thái rừng. Mô hình hồi quy đa biến, phi tuyến, có trọng số được sử dụng để phát hiện các yếu tố chính ảnh hưởng đến tính phù hợp của cây gỗ tếch. Kết quả cho thấy sự thích nghi của cây tếch trong rừng khộp được xác định ở 4 mức: rất tốt, tốt, trung bình và kém. Bảy nhân tố chính ảnh hưởng đến tính thích nghi của cây tếch là: đơn vị đất, đất ngập nước trong mùa mưa, sự hiện diện của cỏ lào (*Eupatorium odoratum* L.), các loài cây rừng ưu thế khác nhau, tỷ lệ cát, hàm lượng N và P₂O₅ trong đất. Ở mức độ thích nghi rất tốt và tốt, kinh doanh gỗ tếch ở đường kính 25 cm có chu kỳ 11-16 năm, năng suất 5.9-8.6 m³ / ha / năm, sản lượng 94 m³ / ha; và tạo ra giá trị hiện tại ròng (NPV) từ 20-50 triệu đồng / ha / năm. Trong điều kiện sinh thái và môi trường khắc nghiệt của rừng khộp suy thoái, việc làm giàu rừng bằng cây gỗ tếch đã cho kết quả khả quan.

Từ khóa: làm giàu rừng, rừng khộp, suy thoái, tếch, thích nghi.

1. MỞ ĐẦU

Rừng khộp là kiểu rừng khô, thưa, rụng lá, cây họ dầu chiếm ưu thế phân bố chủ yếu ở Đông Nam Á (Maury-Lechon và Curtet, 1998; Huy et al. 2018). Rừng khộp ở Việt Nam phân bố tập trung ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ và có vai trò quan trọng trong cung cấp lâm sản cũng như bảo vệ môi trường ở các vùng sinh thái khắc nghiệt. Hiện tại, đa số diện tích rừng khộp đã trở nên nghèo kiệt về sản lượng gỗ do 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 (Huy et al., 2018).

Do rừng khộp nghèo về mặt giá trị kinh tế gỗ, vì vậy trong những năm qua nhiều diện tích rừng 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 (Huy et al., 2018).

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 (Huy et al. 2018).

Do vậy nhiệm vụ chủ đạo hiện nay đối với rừng khộp tìm ra giải pháp nâng cao thu nhập từ rừng nhưng không chặt bỏ rừng và cải thiện hoàn cảnh sinh thái rừng khộp (Huy et al., 2018). 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 loại hình sử dụng đất khác (Paquette và cộng sự 2009). Trồng làm giàu rừng được áp dụng trong quản lý rừng khộp trên khắp vùng nhiệt đới châu Á (Appanah, 1998). 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

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tếch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

giàu rừng khộp nào thành công (Erskine và Bảo Huy, 2003). Loài cây làm giàu rừng khộp chỉ dừng lại là các loài cây thuộc họ dầu có giá trị kinh tế không cao (Barnard, 1954; Tang and Wadley, 1976 1993, 1996 dẫn theo Appanah và Turnbull, 1998).

Trong khi đó cây tẻch (*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 cộng sự, 1998; Roshetko và cộng sự, 2013). Tẻch 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 ưu thế trong rừng rụng lá cây họ dầu ưu thế (Kollert và cộng sự, 2012). White (1991), Keogh (1979, 2009) và Tewari (1992) dẫn theo Kollert và Cherubini (2012) cho thấy gỗ tẻch có tính chất cơ lý tốt, thẩm mỹ cao và có giá trị trên thế giới. Chu trình thu hoạch thương mại là từ 4 đến 80 năm (Kollert và Cherubini, 2012; Huy et al. 2018)

Tuy nhiên việc thử nghiệm trồng xen tẻch vào trong rừng khộp chưa được tiến hành, trong khi đó tiên lượng cho thấy cây tẻch có khả năng thích nghi ở một số lập địa, điều kiện sinh thái rừng khộp. Đặc biệt là khả năng chịu lửa rừng của cây tẻch giống như các loài cây họ dầu rừng khộp (cây con có thể tái sinh chồi sau cháy, 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, hóa lý tính đất trong rừng khộp biến động rất lớn, vì vậy nghiên cứu này nhằm thẩm định khả năng thích nghi và tìm ra các nhân tố sinh thái chủ đạo ảnh hưởng sinh trưởng của cây tẻch làm cơ sở cho làm giàu rừng khộp (Huy et al., 2018)

2. ĐỐI TƯỢNG, VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. 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). Diện tích rừng khộp khu vực đề tài nghiên cứu năm 2014 là 91.088 ha (kết quả kiểm kê rừng, 2014).

Rừng khộp là tên gọi địa phương của kiểu rừng thưa khô 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, thì rừng khộp nghiên cứu thuộc kiểu rừng nhiệt đới khô rụng lá (Appanah, 1998). 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 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 có mật độ biến động từ 48-558 cây/ha với trữ lượng gỗ 4-198 m³/ha.

Cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.); thuộc họ tẻch hay cỏ roi ngựa (*Verbenaceae*) hoặc họ hoa môi (*Lamiaceae*); bộ hoa môi (*Lamiales*). Tên tiếng Việt khác: giá ty, báng súng.

2.2. 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 theo các chỉ tiêu mật độ (N), tổng tiết diện ngang (BA), trữ lượng cây đứng (M), diện tích tán lá (St) và cự ly giữa 2 cây lân cận trình bày trong Bảng 1. Cho thấy các chỉ tiêu chỉ thị cho trạng thái rừng ở các lâm phần khác nhau rất biến động, với hệ số biến động CV% hầu hết >60%, cho thấy rừng khộp ở đây đã bị tác động ở các mức độ khác nhau và nghèo về gỗ rõ rệt.

2.3. Đặc điểm điều kiện tự nhiên vùng nghiên cứu

Phân bố ở độ cao địa hình 140-300m, thoái dần về phía Tây. Ở đây có gặp các dạng núi sót tạo nên bởi đá macma, cao 400-800m. Đất theo FAO-UNESCO (Sở Tài Nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Lắk, 2008) được xác định từ bản đồ GIS và kiểm chứng trên thực địa gồm 13 đơn vị đất. Nhiệt độ bình quân trong năm 23.0 -25,5⁰C. Lượng mưa bình quân năm là 1.600-1.900mm. Hệ thống thủy văn trong khu vực khá phong phú, nhưng phần lớn đều khô cạn vào mùa khô, ngoại trừ sông Sêrêpôk. Độ ẩm không khí bình quân năm là 82%.

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

Bảng 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 giữa 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: Trí, 2018) Ghi chú: CV%: Hệ số biến động $=100 \times S/\bar{X}$

2.4. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này nhằm phát hiện tổ hợp các nhân tố thuộc các nhóm sinh thái, trạng thái rừng, thực vật rừng chỉ thị và lý hóa tính đất ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng sinh trưởng, mức thích nghi của cây tẻch được đưa vào hệ sinh thái rừng khộp.

i) *Thiết kế thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch ở các tổ hợp sinh thái và trạng thái rừng khác nhau (Bảo Huy, 2015):*

Trên cơ sở các tổ hợp sinh thái và trạng thái rừng đã 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. Đã thiết kế 42 ô thử nghiệm trên các tổ hợp nhân tố có thực, kích thước ô là 70×70m, với diện tích 4.900m²; ô thử nghiệm được chia thành các ô phụ để đồng nhất, gọi là ô sinh thái (ô ST). 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 thể hiện trên bản đồ ở Hình 1. Diện tích ô sinh thái trung bình là 3.215m².

Phương thức làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch thử nghiệm: Do rừng khộp là rừng thưa và lại sau khai thác chọn, nên mật độ rừng thấp, do vậy 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 đường kính ngang ngực DBH \geq 10cm) xấp xỉ đường kính tán của cây tẻch cho gỗ nhỏ, chu kỳ ngắn (Bảo Huy, 1998) là 3 m (Hình 2). Ngoài ra rừng khộp có nhiều nơi có đá nổi, vì vậy mật độ tẻch ngoài việc tùy thuộc vào mật độ cây rừng thì cũng phụ thuộc vào tỷ lệ đá nổi trên mặt đất

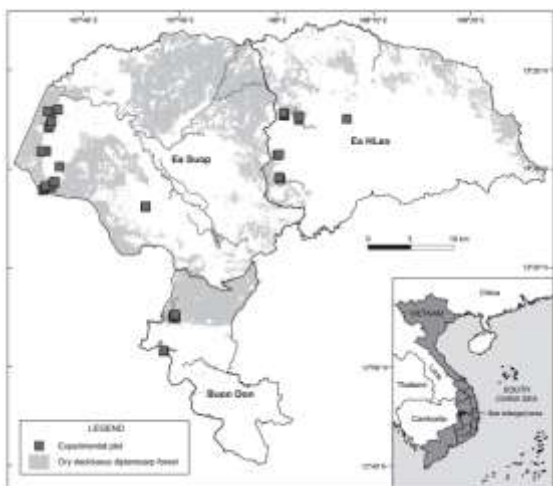
rừng khộp. Mật độ tẻch trồng ở ô thử nghiệm (Ô TN) 4.900m² trung bình có 263 cây, và ở ô sinh thái (Ô ST) trung bình có 173 cây.

Tẻch được trồng bằng stump một năm tuổi với đường kính cỡ rễ 1,0-1,5 cm và chiều dài 15-20 cm. Tia cành cây tẻch trong mùa mưa vào tháng 6-9. 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.

ii) *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 từ 1,4; đến 5,4 năm. Trong các ô sinh thái tiến hành thu thập các chỉ tiêu trên cây tẻch, bao gồm: Đường kính gốc (Dgoc, mm) và đường kính ngang ngực (nếu chiều cao cây >1,3m) (DBH, mm) bằng thước kẹp kính điện tử, chiều cao (H, cm) đo bằng thước hoặc bằng mia đo cao khắc vạch đến cm, xác định cây có bị sâu bệnh hay không và đếm số cây chết. Tính toán các giá trị sinh trưởng, tăng trưởng trung bình của tẻch theo từng ô ST, gồm: Htb (cm), Dgoc tb (mm), DBHtb (mm).

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>



Hình 1. Bản đồ phân bố ô thử nghiệm làm giàu rừng khộp bằng téch trên khu vực nghiên cứu (thuộc 3 huyện Buon Đôn, Ea Sup và Ea H'Leo - Đắk Lắk) (Bảo Huy, 2015a, c; Huy et al., 2018)

iii) Thu thập và xử lý số liệu các nhân tố sinh thái, trạng thái rừng, lý hóa tính đất ở các ô sinh thái:

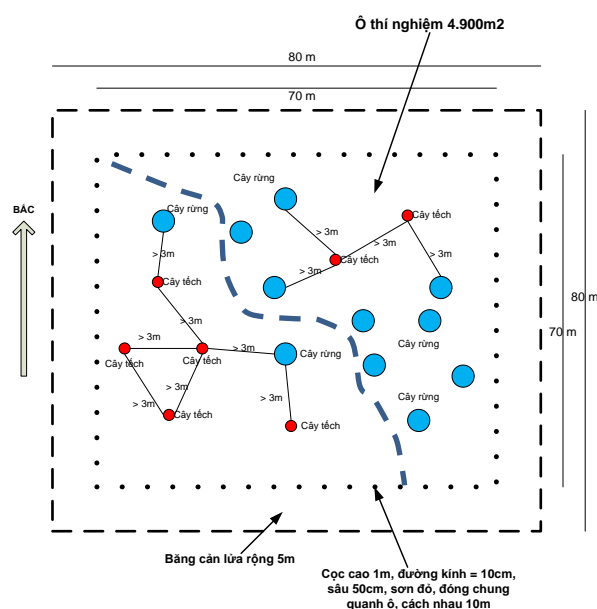
Thu thập và phân cấp các nhân tố sinh thái, lý hóa tính đất theo 64 ô sinh thái, bao gồm:

- **Nhóm nhân tố sinh thái:** Gồm 9 nhân tố: 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.
- **Nhóm nhân tố trạng thái rừng - thực vật chỉ thị:** Gồm 7 nhân tố: Xuất hiện loài Sỏ 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; Xuất hiện Cỏ lào (*Eupatorium odoratum* Linn.): Đây là loài chỉ thị cho khả năng sinh trưởng tốt của cây téch; Loài cây gỗ ưu thế rừng khộp, độ tàn che, mật độ rừng khộp (N khop), tổng tiết diện ngang (BA) và trữ lượng rừng (M khop)
- **Nhóm nhân tố lý hóa tính đất:** Lấy mẫu đất ở tầng 0-30cm ở 3 vị trí đại diện trong Ô ST. Phân tích 4 chỉ tiêu lý tính: % sét, % thịt, % cát và % sỏi sạn theo phương pháp Robinson (Olmstead và cộng sự, 1930); 8 chỉ tiêu hóa tính

(Pansu và Gautheyrou, 2003; Huang và cộng sự 2012): pH_{KCl} ; N (mg/100g đất); P_2O_5 (mg/100g đất); K_2O (mg/100g đất), Ca^{2+} (lđl/100g đất), Mg^{2+} (lđl/100g đất), H^+ (lđl/100g đất) và Al^{3+} (lđl/100g đất).

iv) Phương pháp đánh giá khả năng thích nghi của téch trong làm giàu rừng khộp

So sánh sinh trưởng chiều cao bình quân trội của cây téch (20% cây cao nhất trong ô ST) với cấp năng suất rừng trồng téch ở Tây Nguyên của Bảo Huy và cộng sự (1998) đã được Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành. Với cấp năng suất cũng được phân chia dựa vào chiều cao bình quân tầng trội Ho cây téch.



Hình 2. Sơ đồ ô thử nghiệm trồng téch làm giàu rừng khộp ở nơi trống, vỡ tán (Bảo Huy, 2015a, b, c; Huy et al. 2018; Trí, 2018)

v) Phương pháp mô hình hóa quá trình sinh trưởng téch, thiết lập mô hình quan hệ giữa mức thích nghi téch với tổ hợp các nhân tố ảnh hưởng

- Mã hóa các nhân tố định tính và nhân tố được phân cấp cùng chiều biến thiên với sinh trưởng téch (Bảo Huy, 2017).
- Với việc mã hóa các nhân tố ảnh hưởng theo chiều biến thiên của tầng trưởng và mức thích nghi của téch, nên mô hình quan hệ được sử dụng là hai dạng chính

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây téch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

là Power và Schumacher mở rộng, từ kết quả thăm dò đã sử dụng mô hình power để nghiên cứu quan hệ giữa mức thích nghi tếch (mã hóa) với các nhân tố khác nhau để tìm ra nhân tố chủ đạo ảnh hưởng:

$$Y = a \times X_i^{bi} + \varepsilon \quad (1)$$

Trong đó: Y là mã hóa mức thích nghi của tếch: 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; ε là sai số ước lượng của mô hình.

- Tiêu chuẩn Mallows' Cp (1973) được sử dụng để lựa chọn nhân tố X_i ảnh hưởng
- Sử dụng phương pháp ước lượng hàm phi tuyến tính đa biến của Marquardt có trọng số (Weight) (theo Picard và cộng sự 2012; Bảo Huy, 2017).
- Các chỉ tiêu thống kê lựa chọn hàm tối ưu và đánh giá sai số của mô hình lựa chọn bao gồm: Hệ số xác định hiệu chỉnh R^2_{adj} ; %; Tồn tại của các tham số ở mức ý nghĩa $P < 0,05$; Các sai số và biểu đồ:

MAE: Mean absolute error (Sai số tuyệt đối trung bình) (Mayer và Butler, 1993):

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{Y}_i - Y_i| \quad (2)$$

- *MAPE: Mean absolute percent error (% Sai số tuyệt đối trung bình)* (Mayer và Butler, 1993):

$$MAPE\% = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\hat{Y}_i - Y_i|}{Y_i} \quad (3)$$

Trong đó: \hat{Y}_i : Giá trị dự báo qua mô hình; Y_i : Giá trị thực 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 của mô hình lựa chọn.

vi) *Phương pháp lập bản đồ thích nghi của cây tếch trong làm giàu rừng khộp*

Thiết lập các lớp bản đồ theo các nhân tố sinh thái và trạng thái rừng khộp dựa vào ảnh vệ tinh Landsat 2014 với 12 band, 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 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. (1)

vii) *Dự đoán hiệu quả kinh tế tếch trong làm giàu rừng ở các mức thích nghi*

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

3. KẾT QUẢ

3.1. Khả năng thích nghi, sinh trưởng, tăng trưởng của tếch trong rừng khộp

Kết quả so sánh chiều cao trung bình cây trội cây tếch (Htb trội) theo tuổi (A) của 64 ô ST với biểu cấp năng suất (Bảo Huy et al. 1998) cho thấy có 4 mức thích nghi khác nhau. 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%.

Bảng 2 cho thấy các giá trị trung bình và hệ số biến động CV% của mật độ sống, tỷ lệ sống, sâu bệnh của tếch theo từng mức thích nghi.

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tếch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

Bảng 2. Trung bình và biến động mật độ, tỷ lệ sống, không sâu bệnh của tẻch ở các mức thích nghi (Trí, 2018)

Mã số/Mức thích nghi	Số ô ST	Mật độ tẻch sống/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

Xác định giá trị sinh trưởng, tăng trưởng trung bình của tẻch theo tuổi, mức thích nghi từ 8 mô hình sinh trưởng trung bình của tẻch theo mức thích nghi trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Sinh trưởng và tăng trưởng trung bình tẻch theo mức thích nghi và tuổi (Bảo Huy, 2015a, c; Huy et al. 2018; Trí, 2018)

Mức thích nghi	A (năm)	H tb (m)	Dgoc tb (cm)	TT Htb (m/năm)	TT Dgoc tb (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
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
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
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

Với A=5 năm thì TT Htb ở mức rất thích nghi là 1,8 m/năm, ở mức thích nghi tốt là 1,3m/năm, thích nghi trung bình là 0,8 m/năm và thích nghi kém là 0,7 m/năm. So với tẻch trồng thuần loại ở điều kiện thuận lợi với tăng trưởng chiều cao trung bình là 1,0 m/năm (Bảo Huy và cộng sự 1998), thì ở 2 mức rất thích nghi và thích nghi tốt là cao hơn. Nghĩa là, sinh

trưởng của tẻch làm giàu rừng khộp rất tốt ở hai mức thích nghi cao.

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

Kết quả đã lựa chọn các nhân tố ảnh hưởng và lập được ba mô hình dự đoán mức thích nghi của tẻch theo 3 nhóm nhân tố là: sinh

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

thái, trạng thái - thực vật rừng chi thị và lý hóa tính đất. Bảng 4 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

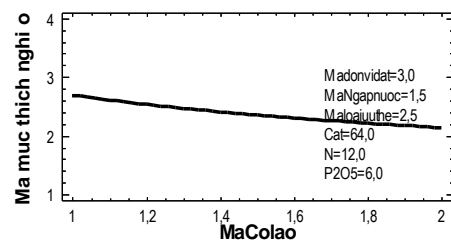
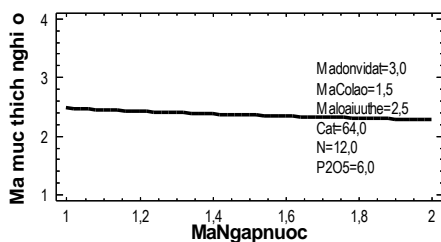
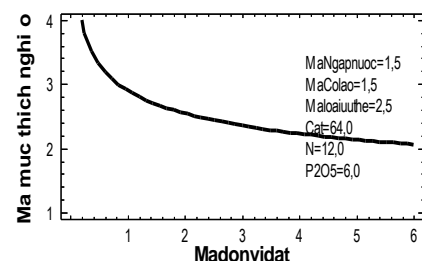
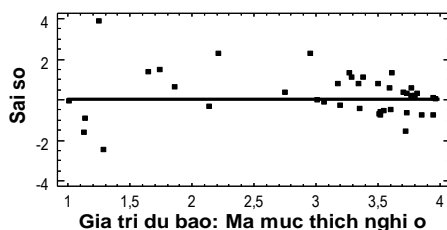
là theo các nhân tố trạng thái - thực vật rừng chi thị.

Bảng 4. So sánh các mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với các nhóm nhân tố sinh thái, trạng thái - thực vật rừng chi thị và lý hóa tính đất (Bảo Huy, 2015c; Huy et al. 2018; Tri, 2018)

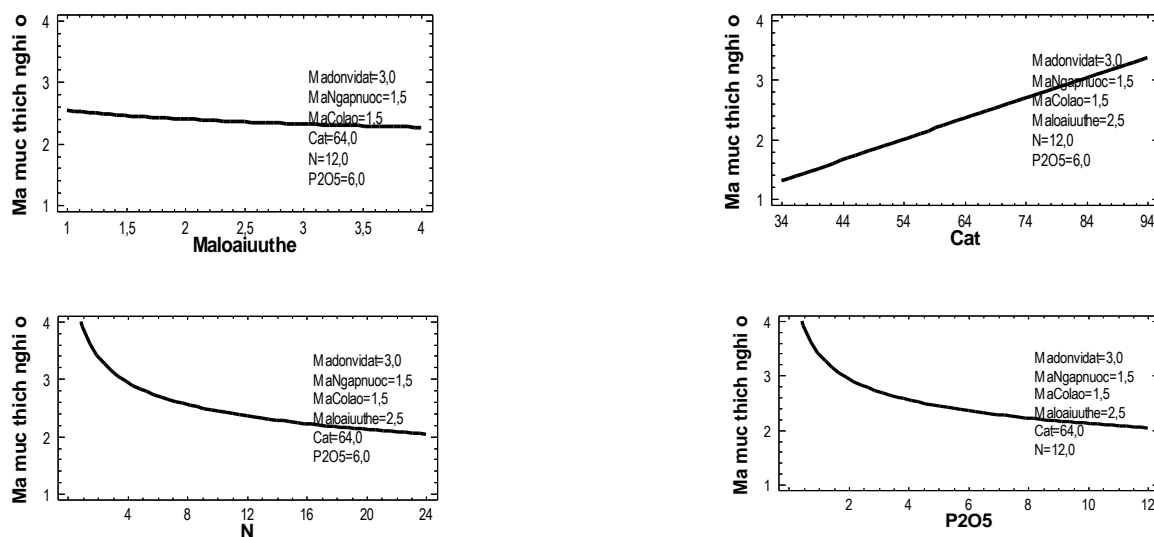
Nhóm nhân tố	Mô hình	N ô ST	R^2_{adj} %	Biến Weight	MAE	MAPE %
Sinh thái	Mức thích nghi = $6,31385*(\text{Don vi dat} * \text{Ngap nuoc} * \text{Ket von})^{-0,37373}$	64	61,72	1/Don vi dat ⁻³	0,59	36,46
Trạng thái và thực vật rừng chi thị	Mức thích nghi = $4,90655*N\text{ khop}^{-0,19453} * \text{Loai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

Tổng cộng đã phát hiện 11 nhân tố ảnh hưởng đến mức thích nghi tếch trong rừng khộp, tiếp tục thử nghiệm mô hình đa biến phi tuyến có trọng số để phát hiện các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến khả năng thích nghi của tếch. Kết

quả đã thiết lập được mô hình mức thích nghi tếch với 7 nhân tố chủ đạo thể hiện trong Bảng 5 và Hình 3. 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.



*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tếch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>



Hình 3. 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 (Huy et, 2018; Tri, 2018)

Bảng 5. Mô hình quan hệ mức thích nghi của cây tETCH làm giàu rừng khộp với 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo (Bảo Huy, 2015a, c; Huy et al., 2018; Tri, 2018)

Hàm mô phỏng	Số ô ST	R ² _{adj.} %	Biến Weight	MAE	MAPE %
Muc thích nghi o = 0,17952*Đơn vị đất ^{-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, khái quát lại và chỉ ra các dạng lập địa - trạng thái rừng điển hình ứng với 4 mức thích nghi của tETCH trong làm giàu rừng khộp theo 7 nhân tố ảnh hưởng chủ đạo (Bảng 6).

Bảng 6. Các dạng lập địa - trạng thái rừng điển hình dựa trên 7 nhân tố chủ đạo cho 4 mức thích nghi của cây tETCH trong rừng khộp suy thoái (Bảo Huy, 2015 a, c; Huy et al., 2018; Tri, 2018)

Các nhân tố	Mức thích nghi của tETCH			
	Rất thích nghi	Thích nghi tốt	Thích nghi trung bình	Thích nghi kém
Đơn vị đất	Đất xám sỏi sạn nông Đất nâu tầng mỏng	Đất đen cơ giới nhẹ, sỏi sạn sâu Đất có tầng sét chặt, nhân tác, ít chua Đất xám tầng mỏng và rất mỏng	Đất phù sa cơ giới nhẹ, đọng nước Đất xám cơ giới nhẹ Đất nâu cơ giới nhẹ Đất có tầng sét chặt, nhân tác, ít chua	Đất xói mòn mạnh, tro sỏi sạn Đất đỏ chua, rất nghèo kiềm 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

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tETCH (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

Loài cây ưu thế rừng khộp	Cắm liên Dầu đồng - Chiêu liêu - Cắm xe	Cà chít Cắm liên Dầu đồng - Chiêu liêu - Cắm 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

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

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, kết quả lựa chọn 3 nhân tố lớp bản đồ có ảnh hưởng chủ đạo đến

Bảng 7. Mô hình quan hệ giữa mức thích nghi với các nhân tố lớp bản đồ GIS (Bảo Huy, 2015b, c; Tri, 2018)

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

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, kết hợp với mô hình đã lập được bản đồ mức thích

mức thích nghi của tẻch là đơn vị đất, độ dốc và diện tích tán rừng (Bảng 7).

nghi (Hình 3). Từ kết quả lập bản đồ thích nghi, xác định được diện tích rừng khộp thích nghi để làm giàu bằng cây tẻch ở các mức khác nhau ở Bảng 8.

Bảng 8. Diện tích rừng khộp theo các mức thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch ở tỉnh Đắk Lắk (Bảo Huy, 2015b, c; Tri, 2018)

Mức thích nghi	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
Rất thích nghi	190	0,21
Thích nghi tốt	25.806	28,33
Thích nghi trung bình	15.099	16,58
Thích nghi kém	20.171	22,14
Chưa xác định	29.822	32,74
Tổng	91.088	100,00

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

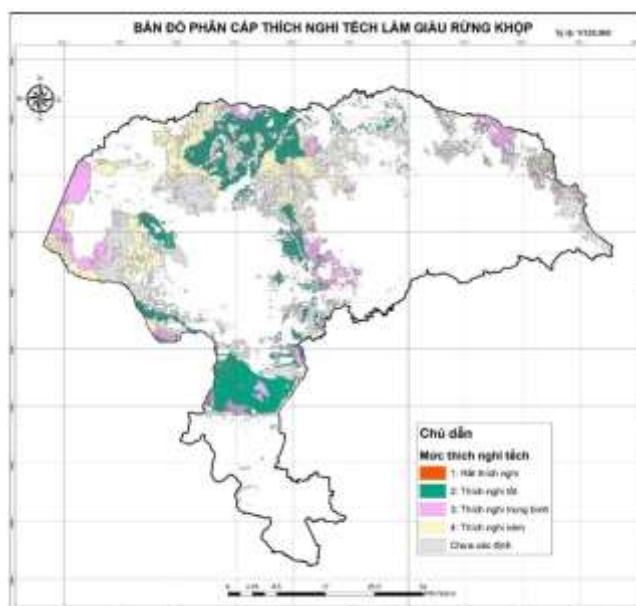
Nghiên cứu này đưa ra dự đoán sinh trưởng, năng suất và sản lượng tẻch làm giàu rừng khộp đến cuối chu kỳ kinh doanh gỗ tẻch

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.

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

Bảng 9. Dự đoán năng suất, sản lượng tẻ trồng làm giàu rừng khộp ở hai mức rất thích nghi và thích nghi tốt (Bảo Huy, 2015c; Tri, 2018)

Stt	Mức thích nghi	Chu kỳ (năm)	Số cây dự kiến khai thác	Vtb (m ³)	Vsptb (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



Hình 3. Bản đồ phân cấp thích nghi để làm giàu rừng khộp bằng cây tẻ (Bảo Huy, 2015b, c; Tri, 2018)

Trên cơ sở dự toán chi phí và thu nhập từ tẻ theo chu kỳ, tính toán các chỉ tiêu hiệu quả kinh tế theo phương pháp phân tích hiệu quả chi phí (CBA) (Bảng 10).

Bảng 10. Chỉ tiêu hiệu quả kinh tế làm giàu rừng khộp bằng tẻ ở các mức thích nghi có triển vọng (Bảo Huy, 2015c; Tri, 2018)

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

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻ (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

4. THẢO LUẬN

i) *Khả năng thích nghi của tếch ở giai đoạn đầu trong điều kiện hoàn cảnh khắc nghiệt của rừng khộp:*

Trong nghiên cứu này, việc làm giàu rừng khộp suy thoái cho thấy tếch có khả năng thích nghi và phân hóa thành 4 mức. Phát hiện này rất quan trọng, bởi vì thực tế rất khó để tìm được những loài gỗ có giá trị kinh tế cao như cây tếch 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 tếch có thể sống sót qua thời gian khô hạn là do chúng rụng lá vào mùa khô như các loài cây họ dầu. Tếch 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 tếch trong tự nhiên ở Myanmar, mọc trong rừng khộp cùng với các loài ưu thế thuộc các chi *Dipterocarpus*, *Shorea*, *Terminalia*, và *Pentacme* (Weaver, 1993). Nghiên cứu này là lần đầu tiên chứng minh tiềm năng sử dụng cây tếch để làm giàu rừng khộp suy thoái ở Việt Nam.

ii) *Các nhân tố ảnh hưởng chủ đạo đến sinh trưởng và sự thích nghi của cây tếch:*

Mức tăng trưởng trong giai đoạn đầu của cây tếch 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 tếch đã chỉ ra rằng:

- Đơn vị đất thích hợp cho sự phát triển của cây tếch là các đất xám, nâu, sỏi sạn, cơ giới nhẹ. Phát hiện này phù hợp với kiến thức hiện tại cho rằng cây tếch có khả năng sinh trưởng trên nhiều loại đất (Kaosa-ard, 1998).

- Ngập nước: Ở những nơi rừng khộp không bị ngập nước, xuất hiện tất cả bốn mức thích nghi của tếch. Với sự ngập úng nhẹ, mức độ phù hợp của tếch chỉ từ trung bình đến kém.

Điều này phù hợp với Kaosa-ard (1998) và Ladrack (2009) đã cho thấy rằng tếch cần đất thoát nước tốt. Một tổng quan toàn cầu được thực hiện bởi Pandey và Brown (2000) cho thấy những khu rừng tếch tốt nhất, cả tự nhiên và rừng trồng, đã phát triển trong đất phù sa thoát nước tốt.

- Loài cỏ Lào chỉ thị khá tốt cho mức thích nghi của tếch, 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.

- Loài ưu thế của rừng khộp là chỉ thị tốt cho thay đổi mức thích nghi. Tếch mọc tự nhiên trong rừng rụng lá với tỷ lệ tổ thành từ 4-35% mật độ, sinh sống cùng với một số loài ưu thế trong rừng rụng lá cây họ dầu ưu thế (Kollert và Cherubini, 2012; Behaghel, 1999). Sự xuất hiện của cẩm liên, dầu đồng cho thấy tếch rất thích nghi, điều này phù hợp với cây tếch trong tự nhiên ở Myanmar, vì nó mọc chung với các loài ưu thế thuộc các chi *Dipterocarpus*, *Shorea*, *Pentacme* (Weaver, 1993).

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

- Hàm lượng N và P₂O₅ gia tăng thúc đẩy sự tăng trưởng của tếch. Phát hiện này phù hợp với việc cây tếch 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 cộng sự, 2007). Kết quả này cũng phù hợp với đánh giá của Weaver (1993), cho thấy rằng cây tếch rất nhạy cảm với sự thiếu hụt kali và photpho.

iii) *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,

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tếch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

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.

Nghiên cứu này đã dựa vào phương pháp của Bảo Huy (2009) là lập mô hình quan hệ mức thích nghi 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.

iv) *Về năng suất và hiệu quả trong làm giàu rừng khộp bằng cây tếch*

Kết quả dự đoán cho thấy tếch 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 tếch thuần loại là 13-16 m³/ha/năm ở các cấp năng suất (Bảo Huy và cộng sự 1998). Kết quả dự đoán này là khả quan cho việc làm giàu rừng khộp bằng cây tếch, cho dù năng suất trong làm giàu rừng có thấp hơn, tuy nhiên vì ở đây là trồng xen cây tếch trong rừng khộp nên mật độ trồng thấp hơn so với trồng rừng thuần loại; và cây tếch trong rừng khộp còn bị ảnh hưởng và cạnh tranh dinh dưỡng với cây rừng. Năng suất tếch làm giàu rừng khộp đạt 45-54% năng suất tếch 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.

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 tếch. Cần tiếp tục theo dõi các lô

thí nghiệm ít nhất 10-15 năm nữa để có những thông tin chính xác hơn về năng suất, sản lượng và hiệu quả kinh tế của cây tếch trong rừng khộp suy thoái.

Với 25.996 ha rừng khộp suy thoái nghèo về gỗ ở hai mức thích nghi cao, nếu tiến hành làm giàu rừng khộp bằng cây tếch 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.

5. KẾT LUẬN

i) *Khả năng thích nghi và sinh trưởng, tăng trưởng của tếch trong làm giàu rừng khộp:* Tếch trồng làm giàu rừng khộp phân hóa thành bốn mức thích nghi: Rất thích nghi, thích nghi tốt, thích nghi trung bình và thích nghi kém. Các mức thích nghi từ tốt đến rất thích nghi có tốc độ sinh trưởng tếch đều lớn hơn tếch trong rừng trồng thuần loại, trong khi đó ở mức thích nghi trung bình và kém thì thấp hơn rừng trồng rõ rệt.

ii) *Các dạng lập địa và trạng thái rừng thích hợp cho làm giàu rừng khộp bằng cây tếch:* Được xác định dựa vào bảy nhân tố ảnh hưởng chủ đạo là: Đơn vị đất, ngập nước, cỏ lào, loài cây ưu thế rừng khộp, % cát, N, P₂O₅.

iii) *Dự đoán diện tích thích nghi của tếch để làm giàu rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk:* Diện tích rừng khộp có khả năng cao trong làm giàu bằng cây tếch ở 2 mức thích nghi (rất thích nghi, thích nghi tốt) là 25.996 ha, chiếm 28% diện tích rừng khộp sản xuất suy thoái.

iv) *Dự đoán năng suất, sản lượng, hiệu quả kinh tế làm giàu rừng bằng cây tếch với lãi suất vốn vay $i=9,6\%/năm$:*

- Mức rất thích nghi: Chu kỳ 11 năm, năng suất tếch là 8,6 m³/ha/năm, sản lượng 94 m³/ha với sản phẩm đường kính 25 cm, NPV = 49 triệu đồng/ha/năm;
- Mức thích nghi tốt: Chu kỳ 16 năm, năng suất tếch là 5,9 m³/ha/năm, sản lượng 94 m³/ha với sản phẩm đường kính 25 cm, NPV = 20 triệu đồng/ha/năm.

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tếch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

Lời cảm ơn: Bài báo này hình thành trên cơ sở ô thử nghiệm đề tài nghiên cứu khoa học cấp tỉnh Đắk Lắk với sự tham gia tích cực và nhiều công sức trong bốn năm (2011-2015) của nhóm tư vấn

FREM, sau đó được tiếp tục theo dõi và phân tích dữ liệu thêm hai năm để rút ra kết luận. Vì vậy công sức của những ai đã tham gia được ghi nhận với sự trân trọng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Appanah S. 1998. Management of Natural Forests. In: (eds) Appanah S, Turnbull JM. 1998. A Review of Dipterocarp: Taxonomy, ecology and silviculture. Center for International Forestry Research (CIFOR). ISBN 979-8764-20-X. p130-149.
2. Appanah S, Turnbull JM. 1998. A Review of Dipterocarp: Taxonomy, ecology and silviculture. Center for International Forestry Research (CIFOR). ISBN 979-8764-20-X. p130-149.
3. Bảo Huy 2009. GIS và viễn thám trong quản lý tài nguyên rừng và môi trường, Nxb Tổng hợp Tp. Hồ Chí Minh.
4. Bảo Huy 2017. Tin học thống kê trong lâm nghiệp. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Tp. HCM
5. Bảo Huy, Nguyễn Văn Hòa, Nguyễn Thị Kim Liên 1998. Nghiên cứu các cơ sở khoa học để kinh doanh rừng trồng tếch ở Tây Nguyên. Báo cáo khoa học đề tài cấp bộ trọng điểm, Bộ Giáo Dục và Đào tạo.
6. Bảo Huy, 2015a. Xác định các nhân tố ảnh hưởng đến thích nghi tếch (*Tectona grandis* L.f.) để làm giàu rừng khộp ở giai đoạn đầu tại tỉnh Đắk Lắk. Tạp chí Rừng và Môi trường, số 69(2015): 48 – 56.
7. Bảo Huy, 2015b. Lập bản đồ phân cấp thích nghi cây tếch (*Tectona grandis* L.f.) để làm giàu rừng khộp ở tỉnh Đắk Lắk. Tạp chí NN & PTNT, số 3+4(2015): 204 – 211.
8. Bảo Huy 2015c. Xác định lập địa, trạng thái thích hợp và kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tếch (*Tectona grandis*). Báo cáo khoa học đề tài cấp tỉnh Đắk Lắk.
9. Behaghel, I. 1999. The state of Teak (*Tectona grandis* L.F.) plantations in the world. Bois et Forêt Des Tropiques, 262(4): 18-58.
10. Erskine P and Huy B. 2003. Forest rehabilitation mission for Yok Don National Park. Research report. IUCN, Ha Noi.
11. Huang PM, Li Y, Summer ME. 2012. Handbook of Soil Sciences. Resource Management and Environmental Impacts. Second Edition. CRC Press, New York.
12. Huy, B., Tri, P.C., Triet, T. 2018. 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, 80:1, 75-84, DOI: 10.2989/20702620.2017.1286560. ISSN 2070-2620. <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.2989/20702620.2017.1286560?needAccess=true>
13. Kaosa-ard A. 1998. Management of Teak Plantations - Overview of problems in teak plantation establishment, Forest Resources Department, Chiang Mai University, Thailand, RAP Publication - 1998/05, 249 pp, AC773/E.
14. 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/>.
15. 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.

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tếch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>

16. Mallows, C.L., 1973. Some Comments on CP. *Technometrics* 15 (4): 661-675. doi:10.2307/1267380. JSTOR 1267380.
17. 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.
18. Mayer DG, Butler DG. 1993. Statistical validation. *Ecological Modelling*, 68(1993): 21-32.
19. 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
20. Pandey D, Brown C 2000. Teak: a global review. *Unasylva*, Vol. 51-2000/2.
21. Pansu M, Gautheyrou J. 2003. *Handbook of Soil Analysis*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 993p.
22. 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/>
23. Phạm Công Trí, 2018. Xác định lập địa, trạng thái thích hợp và kỹ thuật làm giàu rừng khộp bằng cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.) ở tỉnh Đắk Lắk. Luận án Tiến Sĩ Lâm nghiệp. Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.
24. 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.
25. Roshetko JM, Rohadi D, Perdana A, Sabastian G, Nuryartono N, Pramono AA, Widyani N, Manalu P, Fauzi MA, Sumardanto 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
26. 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.
27. Sở Tài Nguyên và Môi Trường tỉnh Đắk Lắk 2008. Bản đồ phân loại đất tỉnh Đắk Lắk
28. Thái Văn Trùng 1978. *Thảm thực vật rừng Việt Nam*. Nxb. Khoa học và kỹ thuật. Hà Nội.
29. Weaver PL 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. Verbenaceae, Verbena family. SO-ITF-SM-64
30. Wyatt-Smith J. 1963. *Manual of Malayan silviculture for inland forests*. Malayan Forest Record No. 23. Forest Department, Kuala Lumpur.

*: Trích dẫn: Bảo Huy, 2018. Tóm tắt kết quả đề tài nghiên cứu và các công bố liên quan về: Làm giàu rừng khộp suy thoái bằng cây tẻch (*Tectona grandis* L.f.). <http://baohuy-frem.org>