

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM

LY MENG SEANG

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM LÂM HỌC CỦA
RỪNG TẾCH (*TECTONA GRANDIS* LINN. F) TRỒNG
Ở KAMPONG CHAM – CAMPUCHIA

Chuyên ngành: Kỹ thuật lâm sinh

Mã số: 62. 62. 60. 01

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP

HÀ NỘI, 2009

Công trình được hoàn thành tại:
VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM

Người hướng dẫn: **PGS. TS. Nguyễn Văn Thêm**
TS. Phạm Thế Dũng

Phản biện 1:

.....

Phản biện 2:

.....

Phản biện 3:

.....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Nhà Nước
Tại Viện Khoa Học Lâm Nghiệp Việt Nam

Vào hồi...giờ...ngày...tháng...năm 2009

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư Viện Quốc Gia
- Thư viện Viện Khoa Học Lâm Nghiệp Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tếch (*Tectona grandis* Linn. F) đã được đưa vào trồng rừng ở tỉnh Kampong Cham - Campuchia từ năm 1988 trên đất feralit xám đã mất rừng tự nhiên từ 5 -10 năm. *Mục tiêu chính của trồng rừng tếch là sản xuất gỗ với năng suất cao và chất lượng tốt để đáp ứng nhu cầu về gỗ đồ mộc cao cấp* (trang trí nội thất nhà cửa và tàu thuyền) và *mộc gia dụng* (bàn, ghế, giường, tủ...). Để đạt được mục tiêu đề ra, nhận thấy bên cạnh việc chọn lựa lập địa thích hợp, rừng tếch cần phải được nuôi dưỡng theo một chương trình lâm sinh khoa học. Nhưng muốn xây dựng được một chương trình lâm sinh khoa học để hướng dẫn trồng, nuôi dưỡng và khai thác rừng tếch, rõ ràng cần phải có hiểu biết tốt về những đặc trưng lâm học của rừng tếch. Tuy vậy, cho đến nay ở Campuchia vẫn chưa có công trình nào nghiên cứu về những đặc điểm lâm sinh học của rừng tếch trồng. Xuất phát từ đó, đề tài “*Nghiên cứu một số đặc điểm lâm học của rừng tếch (Tectona grandis Linn. F) trồng ở tỉnh Kampong Cham - Campuchia*” đã được đặt ra.

2. MỤC ĐÍCH VÀ MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Mục đích của đề tài là nghiên cứu thăm dò một số đặc điểm lâm học của rừng tếch trồng để làm căn cứ đánh giá sinh trưởng, năng suất và sự thích nghi của tếch với lập địa ở Kampong Cham, đồng thời đề xuất những giải pháp nuôi dưỡng và khai thác rừng tếch. Để đạt được mục đích này, đề tài đã xác định 5 mục tiêu nghiên cứu sau đây:

(1) Mô tả và phân tích những đặc trưng cấu trúc của những lâm phần tếch ở những giai đoạn tuổi khác nhau để làm cơ sở xây dựng phương thức nuôi dưỡng rừng.

(2) Xác định và so sánh sự khác biệt về sinh trưởng và năng suất của những lâm phần tếch ở những giai đoạn tuổi và cấp đất khác nhau để làm cơ sở đánh giá sự thích nghi của tếch với lập địa ở Kampong Cham, dự đoán sinh trưởng và năng suất và đề xuất biện pháp nuôi dưỡng rừng tếch.

(3) Xây dựng những hàm phân loại cấp sinh trưởng cho những cá thể hình thành rừng tẻch ở những giai đoạn tuổi khác nhau để làm cơ sở đánh giá sự phân hóa và tia thừa của rừng tẻch, xác định cây chặt và cây chừa trong chặt nuôi rừng.

(4) Đánh giá những thay đổi về đặc tính của đất dưới rừng tẻch để làm cơ sở xây dựng kỹ thuật trồng và nuôi dưỡng rừng, cũng như mở rộng quy mô trồng rừng tẻch ở Kampong Cham.

(5) Xác định tuổi khai thác rừng tẻch tối ưu về kinh tế để làm cơ sở xây dựng chương trình chặt nuôi rừng và quyết định thời điểm thu hoạch rừng.

3. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Luận án có hai đóng góp mới sau đây:

(1) Phát hiện đường kính và chiều cao thân cây của rừng tẻch trồng ở Kampong Cham có sự chuyển tiếp từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm ở tuổi 7-8 năm sau khi trồng. Tốc độ sinh trưởng đường kính và chiều cao ở giai đoạn từ 1-7 tuổi nhanh hơn tương ứng 1,72 lần và 1,83 lần so với giai đoạn từ 8-18 tuổi.

(2) Từ bốn biến số đường kính thân cây ngang ngực ($D_{1.3}$, cm), chiều cao thân cây vút ngọn (H , m), chiều cao thân cây dưới cành lớn nhất còn sống (H_{dc} , m) và tuổi lâm phần (A , năm), đã xây dựng được 5 hàm tuyến tính Fisher để phân loại những cá thể hình thành rừng tẻch trong giai đoạn từ 6-18 tuổi thành 5 cấp sinh trưởng từ tốt nhất (cây cấp I) đến kém nhất (cây cấp V). Năm hàm phân loại 5 cấp sinh trưởng có dạng:

$$\text{Cấp I} = 7,335 * D_{1.3} + 2,243 * H + 0,909 * H_{dc} - 8,870 * A - 52,086$$

$$\text{Cấp II} = 3,777 * D_{1.3} + 2,964 * H - 0,103 * H_{dc} - 5,476 * A - 23,390$$

$$\text{Cấp III} = 1,748 * D_{1.3} + 2,934 * H - 0,563 * H_{dc} - 3,258 * A - 12,798$$

$$\text{Cấp IV} = -0,089 * D_{1.3} + 2,812 * H - 0,834 * H_{dc} - 1,123 * A - 9,113$$

$$\text{Cấp V} = -2,967 * D_{1.3} + 2,701 * H - 1,385 * H_{dc} + 2,333 * A - 14,850$$

4. PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Phạm vi nghiên cứu là những đặc điểm lâm học của rừng tẻch trồng trong giai đoạn 18 tuổi; trong đó tập trung nghiên cứu những đặc trưng cấu trúc đường kính, chiều cao và đường kính tán; sinh trưởng đường kính, chiều cao và trữ lượng lâm phần; sự phân hóa và tia thừa tự nhiên; đặc tính vật lý và hóa học của đất dưới

rừng tẻch. Ngoài ra, để làm rõ cơ sở kinh tế - xã hội của những đề xuất về chặt nuôi dưỡng rừng, đề tài cũng nghiên cứu tuổi khai thác rừng tẻch tối ưu về kinh tế. Từ những kết quả nghiên cứu, đề xuất một số chỉ tiêu kỹ thuật trong chặt nuôi rừng tẻch.

5. Ý NGHĨA CỦA ĐỀ TÀI

(1) Về lý luận, những kết quả nghiên cứu của đề tài cung cấp cơ sở dữ liệu để phân tích đặc tính lâm học của rừng tẻch trồng và đánh giá khả năng thích nghi của tẻch với lập địa ở Kampong Cham.

(2) Về thực tiễn, những kết quả nghiên cứu của đề tài là căn cứ khoa học không chỉ cho việc dự đoán phân bố đường kính thân cây, phân bố chiều cao thân cây, phân bố đường kính tán cây, sự biến đổi đường kính thân cây, chiều cao thân cây và trữ lượng lâm phần, động thái biến đổi cấp sinh trưởng, chọn lựa và áp dụng những phương thức lâm sinh (trồng rừng, nuôi rừng và khai thác rừng tẻch trồng), mà còn giúp chủ rừng dự đoán thời điểm thu hoạch rừng và quy mô trồng rừng tẻch ở Kampong Cham.

Bố cục của luận án bao gồm 5 chương. Chương 1: Mở đầu. Chương 2: Tổng quan tài liệu. Chương 3: Đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu. Chương 4: Kết quả nghiên cứu và thảo luận. Chương 5: Kết luận. Tổng số 149 trang; 69 bảng; 45 đồ thị; 31 phụ lục. Luận án tham khảo 90 tài liệu; trong đó 32 tài liệu tiếng Việt và 58 tài liệu tiếng Anh.

Chương 1. TỔNG QUAN

Từ 90 tài liệu tham khảo, có thể tóm tắt tổng quan như sau:

Tẻch chỉ phân bố tự nhiên ở Myanmar, Ấn Độ, Thái Lan và Lào. Vùng phân bố tự nhiên của tẻch nằm trong khoảng giữa vĩ độ 9⁰00' Bắc đến 25⁰30' Bắc và kinh độ 73⁰-103⁰ Đông. Tẻch phân bố tự nhiên trong khu vực nhiệt đới gió mùa; khí hậu nóng và ẩm, mùa đông không quá lạnh, không có bão lớn; nhiệt độ trung bình từ 20-27⁰C; lượng mưa rơi từ 1.300 – 2.990 mm/năm. Tẻch phân bố tự nhiên từ độ cao gần mặt biển đến khoảng 1000 m so với mặt biển (Kaosa-ard, 1981-1995).

Sau khi tổng kết những nghiên cứu về rừng tẻch trồng, nhiều tác giả (Kaosa-ard, 1981-1995; Alexander và cộng sự, 1981; Evans, 1976; Nguyễn Xuân Quát, 1995; Đỗ Đình sâm và Nguyễn Ngọc Bình, 1995; Viện nghiên cứu rừng nhiệt đới Trung Quốc,

1993) cho rằng, sự thành công trong trồng rừng téch phụ thuộc chủ yếu vào lập địa, chất lượng và số lượng vật liệu trồng, quản lý lâm sinh. Téch đòi hỏi đất thoát nước và không chịu được đất úng nước; pH = 6,5 – 8,0, đủ canxi (Ca), photpho (P) và magiê (Mg).

Theo nhiều tài liệu nghiên cứu (Banik, 1977; Gyi, 1991; Kaosa – ard, 1981-1995; Kadambi, 1979; Khai, Nguyen Quang, 1995; Li YanXiang, 1993; Tewari, 1992), rừng téch ở các nước được trồng với khoảng cách thay đổi từ 1,8*1,8 m đến 3*3 m, 4*2 m, 4*4 m và 5*2 m. Mật độ trồng rừng khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng gỗ téch, đến động thái của đất dưới rừng téch.

Sau khi tổng kết về phương thức nuôi rừng téch, nhiều tác giả (Chacko, 1995; Kaosa – ard, 1981-1995; Kadambi, 1979; Khai, Nguyen Quang, 1995; Li YanXiang, 1993; Siswamartana, 1995; Zakaria I, Lokmal, 1995; Bảo Huy, 1995) cho rằng, trong giai đoạn dưới 20 tuổi, rừng téch được tỉa thưa từ 2-3 lần với kỳ dẫn cách 5-6 năm. Lần tỉa thưa thứ 1 thường thực hiện ở tuổi 5-6, còn lần tỉa thưa thứ 2 và 3 tương ứng ở tuổi 10-12 và 15-20 năm sau khi trồng. Tỉa thưa lần 1 và 2 được thực hiện theo phương pháp cơ giới, còn tỉa thưa lần 3 được thực hiện theo phương pháp chọn lọc. Cường độ tỉa thưa lần 1 và 2 là 50% số cây. Mật độ để lại nuôi dưỡng đến kỳ khai thác chính dao động từ là 120 – 400 cây/ha, phổ biến là 200-280 cây/ha.

Những nghiên cứu về sinh trưởng và năng suất rừng téch trồng đã được báo cáo trong các tài liệu của Kaosa-ard (1995), Kadambi (1979), Siswamartana (1995), Viện nghiên cứu rừng nhiệt đới Trung Quốc, Nguyễn Ngọc Lung (1995), Phân Viện Khoa Học Lâm Nghiệp Nam Bộ (1995), Trần Duy Diễn (1995), Đinh Đức Điểm (1995), Bảo Huy (1995), Nguyễn Văn Thêm (2002), Mạc Văn Chăm (2005)...Theo Kaosa-ard (1995), năng suất trung bình của rừng téch trồng ở các nước dao động từ 8 - 10 m³/ha/năm.

Chương 2. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Địa điểm nghiên cứu là lâm trường Dang Tung thuộc tỉnh Kampong Cham. Rừng téch được trồng trên đất feralit xám phát triển từ đá phiến sét. Độ cao trung bình từ 100 – 300 m so với mặt biển. Khí hậu nhiệt đới gió mùa. Lượng mưa bình quân năm là 1.466 mm. Nhiệt độ bình quân năm là 28,6⁰C. Độ ẩm trung bình năm là 79,5⁰C.

Chương 3

ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu là những lâm phần tẻch trồng ở tuổi 1 (2 ha), 4 (6 ha), 6 (6 ha), 10 (35 ha), 12 (20 ha), 16 (25 ha) và 18 (8 ha); tổng cộng 100 ha. Rừng được trồng từ cây con thân cụt (stump) với mật độ 1.110 cây/ha (3*3 m). Thời gian nghiên cứu từ tháng 8/2005 đến tháng 12 năm 2007.

3.2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Nội dung nghiên cứu bao gồm những vấn đề sau đây:

- (1) Đặc điểm chung của rừng tẻch trồng ở Kampong Cham
- (2) Cấu trúc của rừng tẻch trồng ở Kampong Cham
- (3) Sinh trưởng và năng suất của rừng tẻch trồng
- (4) Phân hoá và tia thưa tự nhiên của rừng tẻch trồng
- (5) Đặc điểm đất dưới rừng tẻch trồng ở Kampong Cham
- (6) Chu kỳ khai thác rừng tẻch tối ưu về kinh tế
- (7) Một số đề xuất

3.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.3.1. Cơ sở phương pháp luận

Cơ sở khoa học của phương pháp luận là dựa trên những quan niệm sau đây: (a) Rừng tẻch trồng là một hệ sinh thái nhân tạo; trong đó quần thể tẻch = $f(\text{khí hậu, địa hình - đất, sinh vật, con người})$. (b) Quần thể tẻch là một hiện tượng động; do đó những đặc trưng về cấu trúc, tăng trưởng và năng suất, sự phân hóa và tia thưa tự nhiên của quần thể đều phải được xem xét theo thời gian hay tuổi quần thể. (c) Một phương thức nuôi rừng chân chính phải cân nhắc đầy đủ những yêu cầu của cả lâm sinh lẫn kinh tế - xã hội và công nghệ chế biến gỗ.

3.3.2. Phương pháp thu thập số liệu

3.3.2.1. Thu thập dữ liệu về những đặc trưng quần thể tẻch

(a) Trước hết, phân chia các lâm phần tẻch theo tuổi và cấp đất. Cấp đất của rừng tẻch ở Kampong Cham (Campuchia)

được xác định gần đúng dựa theo “*Biểu cấp đất rừng trồng tếch ở khu vực Tây Nguyên và Đông Nam Bộ (Việt Nam)*”.

(b) Số lượng ô tiêu chuẩn phân bố vào những lâm phần ở tuổi 4, 6, 10, 12, 16 và 18 tương ứng là 3, 9, 9, 6, 9, 9 ô tiêu chuẩn; tổng cộng 45 ô tiêu chuẩn. Sử dụng những ô tiêu chuẩn 1.000 m² để thống kê mật độ (N, cây/ha), đường kính (D_{1,3}, cm), chiều cao (H, m), tiết diện ngang (G, m²/ha) và trữ lượng lâm phần (M, m³/ha). Sử dụng những ô tiêu chuẩn 2.500 m² để nghiên cứu kết cấu và cấu trúc lâm phần, sự phân hóa và tia thưa tự nhiên của lâm phần và đặc tính đất dưới rừng tếch.

(c) Cấu trúc lâm phần được giới hạn ở phân bố N – D_{1,3}, phân bố N - H và phân bố N – D_t ở những lâm phần từ tuổi 6 (bắt đầu khép át kín) đến 18 năm. Chỉ tiêu D_{1,3} (cm) được đo đạc bằng thước dây với độ chính xác 0,1 cm. Chỉ tiêu H (m), H_{dc} (m) và D_t (m) được đo đạc bằng cây sào với độ chính xác 0,1 m.

(d) Thu thập số liệu về phân hóa và tia thưa của quần thụ tếch ở tuổi 6, 12 và 18 năm. Việc phân cấp sinh trưởng dựa trên hàm phân loại tuyến tính được tác giả xây dựng từ 5 biến số định lượng (D_{1,3}, H, H_{dc}, D_t, tuổi cây (T)) và 1 biến số định tính (độ cong thân cây - CT) của từng cây. Tổng số đã đo đạc 4 biến số phân loại của 1.647 cây; trong đó 697 cây ở lâm phần 6 tuổi, 410 cây ở lâm phần 12 tuổi và 540 cây ở lâm phần 18 tuổi.

(e) Thu thập số liệu về sinh trưởng của quần thụ tếch. Để phân tích và so sánh sự khác biệt về động thái sinh trưởng D_{1,3} (cm) và H (m) cây cá thể và trữ lượng gỗ của lâm phần tếch (M, m³/ha) tùy theo tuổi và cấp đất khác nhau, đã thực hiện giải tích 9 cây bình quân lâm phần ở tuổi 18; trong đó 3 cây thuộc cấp đất I, 6 cây thuộc cấp đất II. Động thái sinh trưởng trữ lượng gỗ được phân tích từ trữ lượng gỗ trung bình của 39 ô tiêu chuẩn đại diện cho những lâm phần tếch từ tuổi 4 – 18 năm; trong đó 15 ô tiêu chuẩn thuộc cấp đất I, 24 ô tiêu chuẩn thuộc cấp đất II.

3.3.2.2. Thu thập số liệu về đất dưới rừng tếch

Để đánh giá sự khác biệt về đặc tính của đất dưới rừng tếch từ tuổi 1-18 năm, đã thu thập 15 phẫu diện đất dưới tán rừng tếch ở tuổi 1, 6, 10, 16 và 18 năm. Nhận thấy những khác biệt rõ rệt nhất của đất thường xuất hiện ở vùng phân bố rễ cây từ 0-60 cm, nên những mẫu đất ở ba cấp độ sâu từ 0-15 cm, 15 – 40 cm và 40 – 60 cm đã được thu thập để phân tích những đặc tính vật lý và hóa học đất.

3.3.2.3. Xác định tuổi khai thác rừng tẻch tối ưu về kinh tế

Theo quan điểm lợi nhuận tối đa, tuổi khai thác rừng tối ưu về kinh tế là thời điểm mà tại đó tỷ lệ gia tăng giá trị hàng năm ($\Delta S_A/S_A$) bằng với lãi suất vay vốn trồng rừng ($I, \%$) hay $\Delta S_A = I \cdot S_A$; trong đó S_A là tổng giá trị của rừng ở tuổi A (năm), còn ΔS_A là lượng gia tăng giá trị hàng năm của rừng ở tuổi A (năm). Theo đó, đã thu thập những số liệu sau đây: (a) Trữ lượng gỗ cây đứng ($M, m^3/ha$) và trữ lượng gỗ sản phẩm ($M_{sp}, m^3/ha$) của rừng tẻch từ tuổi 4 – 18 năm. (b) Đơn giá trung bình của 1 đơn vị gỗ sản phẩm ($P, USD/m^3$); (c) Lãi suất vay vốn trồng rừng ($I, \%$).

Ngoài ra, đã thu thập số liệu về khí hậu - thủy văn và những hoạt động lâm sinh sau khi trồng rừng tẻch.

3.3.3. Phương pháp xử lý số liệu

3.3.3.1. Đặc trưng thống kê lâm phần

Tính những thông kê mô tả N (cây/ha), $D_{1.3}$ (cm), H (m), G (m^2/ha) và M (m^3/ha) của các lâm phần tẻch trên 45 ô tiêu chuẩn; sau đó quy đổi ra đơn vị 1 ha..

3.3.3.2. Đặc trưng cấu trúc lâm phần

Trước hết, tập hợp và tính những đặc trưng thống kê mô tả phân bố $N-D_{1.3}$, $N-H$ và $N-D_t$ của những lâm phần tẻch trên ô tiêu chuẩn $2.500 m^2$ ở tuổi 6, 12 và 18 năm. Tiếp đến, làm phù hợp phân bố thực nghiệm với phân bố chuẩn, phân bố lognormal, phân bố Weibull và phân bố Gamma. Sau đó, chọn phân bố phù hợp nhất theo tiêu chuẩn “Tổng sai lệch bình phương nhỏ nhất” để tính số cây và tỷ lệ số cây của những lâm phần tẻch 6 -18 tuổi trên cấp đất I và II phân bố vào những cấp $D_{1.3}$ khác nhau.

3.3.3.3. Sinh trưởng và năng suất của những lâm phần tẻch

(a) Trước kết, làm phù hợp số liệu thực nghiệm về quá trình sinh trưởng $D_{1.3}$, H và M theo tuổi và cấp đất bằng hàm Schumacher.

(b) Giải tích các mô hình biểu thị quan hệ giữa $D_{1.3} - A$, $H - A$ và $M - A$ để làm rõ quá trình sinh trưởng $D_{1.3}$, H và M lâm phần ở những tuổi và cấp đất khác nhau.

(c) Dự đoán tuổi ngừng sinh trưởng $D_{1.3}$ và H dựa theo quan hệ giữa nhịp điệu sinh trưởng $D_{1.3}$ (K_d) và H thân cây (K_h) với tuổi cây (A , năm). Tuổi tương ứng với $K_d = 1$ và $K_h = 1$ cho biết cây ngừng sinh trưởng $D_{1.3}$ và H .

(d) Ảnh hưởng của cấp đất đến sinh trưởng $D_{1.3}$, H và M lâm phần tẻch được kiểm định bằng cách so sánh độ dốc của các

mô hình tuyến tính biểu thị quan hệ giữa $D_{1,3}$, H và M với tuổi và cấp đất.

(e) Ảnh hưởng của tuổi đến sinh trưởng của $D_{1,3}$ và H lâm phần tách được kiểm định bằng cách so sánh độ dốc của các mô hình tuyến tính biểu thị quan hệ giữa $D_{1,3}$ và H theo các giai đoạn tuổi.

3.3.3.4. *Xác định sự phân hóa và tia thừa của rừng tách*

Trước hết, xây dựng 5 hàm phân loại tuyến tính Fisher từ những biến hữu ích nhất trong số 6 biến $D_{1,3}$, H, H_{dc} , D_t , tuổi (T) và độ cong thân cây (CT). Sau đó, ứng dụng 5 hàm phân loại tuyến tính Fisher để phân chia những cá thể mới của những lâm phần tách ở tuổi 6, 12 và 18 năm thành 5 cấp sinh trưởng từ I – V.

3.3.3.6. *Phân tích đất*

Tất cả những đặc tính của đất (thành phần cơ giới, pH_{KCL} , pH_{H_2O} , N tổng số, P_2O_5 tổng số, K_2O tổng số, Ca^{2+} , Mg^{2+} và độ no bazơ) được phân tích tại phòng thí nghiệm phân tích đất thuộc Phân Viện Khoa Học Lâm Nghiệp Nam Bộ (Việt Nam).

3.3.3.7. *Xác định tuổi khai thác rừng tách tối ưu về kinh tế*

Tuổi khai thác rừng tách tối ưu về kinh tế được xác định bằng cách tính thời điểm tương ứng với $(\Delta S_A/S_A) = I\%$ hay $\Delta S_A = I \cdot S_A$. Thời điểm này được xác định bằng phương pháp bảng biểu, đồ thị và mô hình tương quan giữa $(\Delta S_A/S_A)$ với A.

Tất cả những cách thức xử lý số liệu ở mục 3.3.3 được thực hiện theo chỉ dẫn của Vũ Tiến Hình và cộng sự (1992); Thái Anh Hòa (1999); Nguyễn Ngọc Lung (1999); Nguyễn Hải Tuất (1982); Nguyễn Văn Thêm (2004)... Công cụ tính toán là bảng tính Excel, phần mềm thống kê SPSS 10.0 và Statgraphics Plus Version 3.0 & 5.1.

Chương 4

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA RỪNG TÁCH TRỒNG

Rừng tách được trồng với mật độ ban đầu là 1.110 cây/ha ($3 \times 3m$). Mật độ hiện còn ở tuổi 4, 6, 10, 12, 16 và 18 tương ứng là 963, 928, 860, 823, 768 và 740 cây/ha. Đường kính trung bình ở tuổi 4, 6, 10, 12, 16 và 18 tương ứng là 7,8; 9,0; 12,9; 15,3; 19,5 và 21,1 cm. Chiều cao trung bình của những lâm phần tách ở tuổi 4, 6, 10, 12, 16 và 18 tương ứng là 5,9; 8,6; 12,7; 14,1; 17,3 và 18,1 m. Trữ lượng gỗ của những lâm phần tách tuổi 4 và tuổi 6 tương

ứng là 13,30 và 25,28 m³/ha, còn tuổi 16 và 18 tương ứng là 191,50 và 228,71 m³/ha. Rừng tích bắt đầu giao tán ở tuổi 4 với độ tàn che từ 0,7; còn từ tuổi 10 – 18 độ tàn che trung bình từ 0,8 đến 0,9.

4.2. CẤU TRÚC CỦA RỪNG TÍCH Ở KAMPONG CHAM

4.2.1. Phân bố đường kính thân cây

4.2.1.1. Phân bố $N - D_{1,3}$ của lâm phần tích 6 tuổi

Đường kính bình quân lâm phần tích 6 tuổi thay đổi tùy theo cấp đất; trong đó giá trị bình quân ở cấp đất I ($9,8 \pm 2,18$ cm) cao hơn cấp đất II ($9,0 \pm 1,73$ cm) là 0,8 cm. Biên độ cấp đường kính trên cấp đất I dao động từ 5,0 – 16,0 cm, cao hơn một cấp so với những lâm phần ở cấp đất II (5,0 – 15,0 cm). Biến động đường kính từ 19,2% (cấp đất II) đến 22,2% (cấp đất I). Đường cong phân bố $N - D_{1,3}$ đều có dạng một đỉnh lệch trái ($S_k = 0,0739$ – cấp đất I; $0,4216$ – cấp đất II) và nhọn ($K_u = 0,4427$ – cấp đất I; $0,4804$ – cấp đất II). Hình dạng đường cong phân bố $N - D_{1,3}$ trên cấp đất I phù hợp nhất với phân bố chuẩn ($\chi^2 = 6,16$; $P = 0,5216$); còn cấp đất II phù hợp nhất với phân bố lognormal ($\chi^2 = 3,63$; $P = 0,7264$).

4.2.1.2. Phân bố $N - D_{1,3}$ của lâm phần tích 12 tuổi

Đường kính bình quân chung là $14,8 \pm 4,2$ cm; dao động từ 6,5 – 28,5 cm; biến động rất mạnh (28,3%). Giá trị bình quân lâm phần trên cấp đất II ($14,1 \pm 4,1$ cm) nhỏ hơn so với cấp đất I ($15,0 \pm 4,3$ cm). Đường cong phân bố $N - D_{1,3}$ đều có dạng một đỉnh lệch trái ($S_k = 0,5997$ – cấp đất II, $S_k = 0,2193$ – cấp đất I) và nhọn ($K_u = 0,6647$ – cấp đất II) hoặc tù ($K_u = -0,4241$ - cấp đất I). Hình dạng đường cong phân bố $N - D_{1,3}$ trên cấp đất I phù hợp nhất với phân bố Gamma ($\chi^2 = 8,49$; $P = 0,2041$); cấp đất II phù hợp nhất với phân bố chuẩn ($\chi^2 = 3,95$; $P = 0,5560$).

4.2.1.3. Phân bố $N - D_{1,3}$ của lâm phần tích 18 tuổi

Đường kính bình quân lâm phần trên cấp đất I và II tương ứng là $22,0 \pm 4,85$ cm và $19,5 \pm 4,52$ cm. Biến động đường kính trên cấp đất I và II tương ứng là 22% và 23,2%. Đường cong phân bố $N - D_{1,3}$ của lâm phần tích 18 tuổi đều có dạng một đỉnh lệch trái ($S_k = 0,5220$ – cấp đất I; $S_k = 0,1801$ – cấp đất II) và nhọn ($K_u = 0,2293$ - cấp đất I) hoặc tù ($K_u = -0,3650$ – cấp đất II). Hình dạng đường cong phân bố $N - D_{1,3}$ của những lâm phần tích 18 tuổi trên cấp đất I phù hợp nhất phân bố Gamma ($\chi^2 = 6,10$; $P = 0,5274$);

còn cấp đất II phù hợp nhất với phân bố chuẩn ($\chi^2 = 8,18$; $P = 0,3174$).

4.2.2. Phân bố chiều cao thân cây

4.2.2.1. Phân bố N - H của lâm phần tẻch 6 tuổi

Chiều cao bình quân lâm phần trên cấp đất I ($9,1 \pm 1,06$ m) lớn hơn cấp đất II ($8,4 \pm 1,15$ m) là 0,7 m. Biên độ cấp H (m) của những lâm phần tẻch 6 tuổi dao động từ 6,0 - 11,0 m. Biến động chiều cao từ 11,5% (cấp đất I) đến 13,6% (cấp đất II). Đường cong phân bố N - H của những lâm phần tẻch 6 tuổi đều có dạng một đỉnh lệch phải ($S_k < 0$) và nhọn ($K_u > 0$). Trong cả hai lâm phần, chiều cao phân bố tập trung trong lớp không gian từ 8,0 - 10,0 m. Đối với những lâm phần tẻch 6 tuổi trên cấp đất I, đường cong phân bố N - H phù hợp với phân bố Weibull ($\chi^2 = 9,4$; $P = 0,2243$); còn cấp đất II phù hợp nhất với mô hình phân bố chuẩn ($\chi^2 = 10,7$; $P = 0,2171$).

4.2.2.2. Phân bố N - H của lâm phần tẻch 12 tuổi

Chiều cao bình quân lâm phần trên cấp đất I ($14,6 \pm 1,82$ m) lớn hơn so với trên cấp đất II ($13,9 \pm 1,48$ m). Đường cong phân bố N - H đều có dạng một đỉnh lệch phải ($S_k < 0$) và nhọn ($K_u > 0$). Trong các lâm phần có khoảng 54,4% số cây có $H < H_{bq}$ hay nhỏ hơn 14,0 m, còn lại 45,6% số cây có $H > H_{bq}$ hay lớn hơn 14,0 m.

4.2.2.3. Phân bố N - H của lâm phần tẻch 18 tuổi

Chiều cao bình quân của lâm phần tẻch 18 tuổi trên cấp đất I là $19,2 \pm 2,08$ m; dao động từ 13,5 - 23,5 m; biến động 10,8%. Chỉ tiêu tương ứng của những lâm phần trên cấp đất II là $17,9 \pm 0,9$ m; dao động từ 16,0 - 20,5 m; biến động 5,0%. Nói chung, những lâm phần tẻch 18 tuổi hình thành một tầng rõ rệt với 81,5% số cây có chiều cao tập trung trong lớp không gian từ 17,5 - 21,0 m.

4.2.3. Phân bố đường kính tán cây

4.2.3.1. Phân bố N - D_t của các lâm phần 6 tuổi

Đường kính tán cây bình quân trên cấp đất I ($4,2 \pm 0,82$ m/cây) lớn hơn so với trên cấp đất II ($3,7 \pm 0,71$ m/cây). Biến động đường kính tán cây giữa các lâm phần từ 19,2% - 19,3%. Hình dạng đường cong phân bố N - D_t trên cấp đất I có dạng một đỉnh

lệch phải ($S_k = -0,3437$) và tù ($K_u = -0,1908$); còn cấp đất II có dạng một đỉnh lệch trái ($S_k > 0$) và tù ($K_u < 0$). Đường cong phân bố $N - D_t$ trên cấp đất I và II đều phù hợp nhất với phân bố chuẩn (tương ứng $\chi^2 = 7,0$; $P = 0,1378$ và $\chi^2 = 5,8$; $P = 0,2141$). So với diện tích mặt đất có rừng, tổng diện tích tán của những cây hình thành lâm phần tẻch 6 tuổi đã che lấp 1,14 lần. Điều đó chứng tỏ các lâm phần tẻch bắt đầu khép tán ở tuổi 6 năm.

4.2.3.2. Phân bố $N - D_t$ của lâm phần tẻch 12 tuổi

Đường kính tán bình quân chung cả hai lâm phần tẻch 12 tuổi là $4,3 \pm 0,88$ m; biên độ dao động từ 2,25 – 6,75 m. Đường cong phân bố $N - D_t$ có dạng một đỉnh trái ($S_k > 0$) và tù ($K_u < 0$). Hình dạng đường cong phân bố $N - D_t$ phù hợp nhất với dạng phân bố chuẩn. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, khi đạt đến tuổi 12 năm, tổng diện tích tán của những cây hình thành lâm phần đã che lấp 1,13 lần so với diện tích mặt đất có rừng.

4.2.3.3. Phân bố $N - D_t$ của lâm phần tẻch 18 tuổi

Trên cấp đất I, giá trị trung bình là $7,1 \pm 1,26$ m; dao động từ 4,3 – 10,8 m; biến động 17,6%. Trên cấp đất II, giá trị trung bình là $5,4 \pm 0,93$ m; dao động từ 3,7 – 7,8 m; biến động 17,2%. Đường cong phân bố $N - D_t$ của những lâm phần tẻch 18 tuổi đều có dạng một đỉnh lệch trái ($S_k > 0$) và tù ($K_u < 0$). Hình dạng đường cong phân bố $N - D_t$ trên cấp đất I phù hợp với phân bố chuẩn ($\chi^2 = 2,9$; $P = 0,8915$); còn cấp đất phù hợp nhất với phân bố lognormal ($\chi^2 = 3,5$; $P = 0,6181$). Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng, khi rừng tẻch đạt đến tuổi 18, diện tích tán đã che lấp trung bình 2,35 lần so với diện tích mặt đất có rừng.

4.3. SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CỦA RỪNG TẾCH

4.3.1. Sinh trưởng đường kính và nhân tố ảnh hưởng

4.3.1.1. Sinh trưởng đường kính thân cây theo tuổi

Kết quả nghiên cứu cho thấy, giữa $D_{1,3}$ (cm) với A (năm) tồn tại mối quan hệ chặt chẽ ($R^2 = 0,9464$) theo mô hình Schumacher:

$$D_{1,3} = 4.307,9307 * \exp(-7,4568/A^{0,1144}) \quad (4.17)$$

với $R^2 = 0,9464$ và $S_e = \pm 1,0168$.

Khi giải tích mô hình 4.17 cho thấy (Bảng 4.44), giá trị ZD_{\max} là 2,92 cm/năm, còn ΔD_{\max} là 2,76 cm/năm. Thời điểm đạt được ZD_{\max} và ΔD_{\max} đều rơi vào tuổi 1. Suất tăng trưởng về đường kính ở tuổi 2 là 39,4%, sau đó giảm nhanh còn 8,4% ở tuổi

8 và 3,4% ở tuổi 18 năm. Dự đoán từ tuổi 20 trở đi suất tăng trưởng về đường kính giảm xuống dưới 3%/năm.

Bảng 4.44. Quá trình sinh trưởng đường kính thân cây của những lâm phần tẻ 18 tuổi ở Kampong Cham

A, năm	Đường kính thân cây ($D_{1,3}$, cm):			
	Cả thời kỳ	ZD (cm/năm)	ΔD (cm/năm)	Pd (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	4,4	1,73	2,20	39,4
4	7,4	1,35	1,86	18,2
6	9,9	1,15	1,65	11,6
8	12,1	1,01	1,51	8,4
10	14,0	0,92	1,40	6,6
12	15,7	0,84	1,31	5,3
14	17,4	0,78	1,24	4,5
16	18,9	0,73	1,18	3,9
18	20,3	0,69	1,13	3,4

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy, giữa nhịp điệu sinh trưởng $D_{1,3}$ (Kd) và tuổi lâm phần (A, năm) tồn tại mối quan hệ chặt chẽ theo mô hình:

$$Kd = 1,02034 - (0,88282/A) \quad (4.18)$$

$$\text{với } r = -0,9985; R^2 = 99,7\%; S_e = \pm 0,0060$$

Khi khai triển mô hình 4.18 nhận thấy, nhịp điệu sinh trưởng đường kính thân cây gia tăng nhanh trong giai đoạn 8 tuổi, tăng chậm từ tuổi 10 trở đi.

4.3.1.2. Ảnh hưởng của tuổi đến sinh trưởng $D_{1,3}$

Từ số liệu của bảng 4.44 cho thấy, khuynh hướng sinh trưởng $D_{1,3}$ (cm) có thể được phân chia thành giai đoạn sinh trưởng nhanh từ 1-7 năm và giai đoạn sinh trưởng chậm từ 8-18 năm. Mô hình biểu thị mối quan hệ giữa $D_{1,3}$ với hai giai đoạn tuổi có dạng:

$$+ \text{Từ 1 - 7 tuổi: } D_{(1-7)} = 1,5286 + 1,40 * A_{(1-7)} \quad (4.19)$$

$$\text{với } r = 0,996; S_e = \pm 0,31$$

$$+ \text{Từ 8 - 18 tuổi: } D_{(8-18)} = 5,8146 + 0,8164 * A_{(8-18)} \quad (4.20)$$

$$\text{với } r = 0,998; S_e = \pm 0,15$$

So sánh độ dốc của hai mô hình 4.19 và 4.20 cho thấy, tốc độ sinh trưởng $D_{1,3}$ ở giai đoạn từ 1-7 tuổi nhanh hơn 1,72 lần

(1,72 = 1,40/0,8164) so với giai đoạn từ 8-18 tuổi. Điều đó chứng tỏ rằng, giai đoạn chuyển tiếp tốc độ sinh trưởng $D_{1,3}$ của rừng tếch xảy ra ở khoảng tuổi 7-8 năm sau khi trồng.

4.3.1.3. Ảnh hưởng của cấp đất đến sinh trưởng $D_{1,3}$

Để làm rõ ảnh hưởng của cấp đất, đã xây dựng hai mô hình biểu diễn quá trình biến đổi $D_{1,3}$ (cm) theo A (năm) trên cấp đất I và II như sau đây:

+ Đối với những lâm phần tếch trên cấp đất I:

$$\text{Ln}D_{(I)} = 6,00107 - (5,19016/A^{0,2}) \quad (4.22)$$

+ Đối với những lâm phần tếch trên cấp đất II:

$$\text{Ln}D_{(II)} = 5,79145 - (5,05639/A^{0,2}) \quad (4.23)$$

So sánh hai mô hình 4.22 và 4.23 cho thấy, tốc độ sinh trưởng đường kính thân cây của những lâm phần tếch 18 tuổi trên cấp đất I và II không có sự khác biệt rõ rệt.

4.3.2. Sinh trưởng chiều cao và nhân tố ảnh hưởng

4.3.2.1. Sinh trưởng chiều cao thân cây theo tuổi

Kết quả nghiên cứu cho thấy, giữa H-A tồn tại mối liên hệ chặt chẽ ($R^2 = 0,9077$) theo mô hình Schumacher:

$$H = 79,1931 * \exp(-4,7159/A^{0,4193}) \quad (4.28)$$

với $R^2 = 0,9077$, $Se = \pm 1,4624$.

Khi giải tích mô hình 4.28 cho thấy (Bảng 4.48):

Bảng 4.48. Quá trình sinh trưởng chiều cao thân cây của những lâm phần tếch 18 tuổi ở Kampong Cham

A, năm	Chiều cao thân cây ($D_{1,3}$, cm):			
	Cả thời kỳ	ZH (m/năm)	ΔH (m/năm)	Ph (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	2,3	1,72	1,16	73,9
4	5,7	1,57	1,42	27,6
6	8,6	1,33	1,43	15,5
8	11,0	1,14	1,38	10,3
10	13,1	0,99	1,31	7,5
12	15,0	0,87	1,25	5,8
14	16,7	0,78	1,19	4,7
16	18,1	0,70	1,13	3,9
18	19,5	0,64	1,08	3,3

Giá trị ZH_{\max} (m) là 1,72 m/năm; thời điểm đạt được ZH_{\max} là tuổi 2. Giá trị ΔH_{\max} (m) là 1,44 m/năm; thời điểm đạt được ΔH_{\max} là tuổi 5. Giá trị Ph% ở tuổi 2 là 73,9%, sau đó giảm nhanh còn 10,3% ở tuổi 8 và 3,3% ở tuổi 18 năm.

Kết quả nghiên cứu cũng nhận thấy rằng, giữa nhịp điệu sinh trưởng chiều cao (Kh) và tuổi cây (A, năm) tồn tại mối liên hệ chặt chẽ theo mô hình:

$$Kh = 1,06545 - (1,47836/A) \quad (4.29)$$

$$\text{với } r = -0,9968; S_e = \pm 0,0143$$

Khi khai triển mô hình 4.29 có thể nhận thấy, nhịp điệu sinh trưởng chiều cao thân cây tẻ cũng chỉ gia tăng nhanh trong giai đoạn 8 tuổi, tăng chậm từ tuổi 10 trở đi.

4.3.2.2. Ảnh hưởng của tuổi đến sinh trưởng chiều cao

Để thấy rõ sự khác biệt về sinh trưởng chiều cao thân cây theo tuổi, đã thực hiện so sánh độ dốc của hai mô hình hồi quy tuyến tính giữa chiều cao với hai giai đoạn tuổi từ 1-7 năm và 8-18 năm. Mô hình so sánh có dạng:

$$+ \text{Từ 1 - 7 tuổi: } H_{(1-7)} = -0,685714 + 1,53929 * A_{(1-7)} \quad (4.30)$$

$$\text{với } r = 0,998; S_e = \pm 0,21$$

$$+ \text{Từ 8 - 18 tuổi: } H_{(8-18)} = 4,66545 + 0,841818 * A_{(8-18)} \quad (4.31)$$

$$\text{với } r = 0,996; S_e = \pm 0,25$$

So sánh độ dốc của mô hình 4.30 với 4.31 cho thấy, tốc độ sinh trưởng chiều cao ở giai đoạn từ 1-7 tuổi nhanh hơn 1,83 lần ($1,83 = 1,53929/0,841818$) so với giai đoạn từ 8-18 tuổi. Điều đó chứng tỏ rằng, giai đoạn chuyển tiếp tốc độ sinh trưởng H của rừng tẻ cũng xảy ra ở khoảng tuổi 7-8 năm sau khi trồng.

4.3.2.3. Ảnh hưởng của cấp đất đến sinh trưởng chiều cao

Mô hình so sánh ảnh hưởng của cấp đất đến sinh trưởng H (m) của những lâm phần tẻ 18 tuổi trên hai cấp đất I và II có dạng:

$$\ln(H) = 6,3354 - 6,09511X + 0,45081 * Z - 0,41746 * XZ \quad (4.32)$$

$$\text{với } R^2 = 99,3\%; S_e = \pm 0,0347.$$

Trong mô hình 4.32, $X = 1/A^c$ với $c = 0,2$. Khi biến đổi mô hình 4.32 với một biến giả Z, có thể nhận được hai mô hình biểu diễn quá trình biến đổi H (m) theo A (năm) trên cấp đất I và II như sau:

+ Đối với những lâm phần tẻ trên cấp đất I:

$$\ln H_{(I)} = 6,78621 - (6,51258/A^{0,2}) \quad (4.33)$$

+ Đối với những lâm phần tẻ trên cấp đất II:

$$\ln H_{(II)} = 6,3354 - (6,09511/A^{0,2}) \quad (4.34)$$

với $R = -0,9959$; $Se = \pm 0,0353$.

So sánh độ dốc của hai mô hình 4.33 và 4.34 cho thấy, tốc độ sinh trưởng chiều cao thân cây của những lâm phần tẻch 18 tuổi trên cấp đất I lớn hơn cấp đất II 1,07 lần ($1,07 = 6,512/6,095$).

4.3.3. Năng suất của rừng tẻch và nhân tố ảnh hưởng

4.3.3.1. Sự biến đổi trữ lượng gỗ thân cây theo tuổi rừng tẻch

Kết quả nghiên cứu cho thấy, giữa trữ lượng (M , m^3/ha) với A (năm) tồn tại mối quan hệ chặt chẽ ($R^2 = 0,8998$) theo mô hình Schumacher:

$$M = 136.338,4 * \exp(-14,19366 * A^{-0,27668}) \quad (4.37)$$

với $R^2 = 0,8998$ và $S_e = \pm 27,1$.

Bảng 4.52. Sự biến đổi trữ lượng của những lâm phần tẻch 18 tuổi

A (năm)	Trữ lượng lâm phần (M , m^3/ha):			
	Cả thời kỳ	ZM ($m^3/ha/năm$)	ΔM ($m^3/ha/năm$)	PM (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	8,6	5,8	2,1	66,9
6	24,0	9,6	4,0	39,9
8	46,5	12,8	5,8	27,6
10	75,0	15,6	7,5	20,8
12	108,4	17,8	9,0	16,5
14	146,1	19,7	10,4	13,5
16	187,2	21,3	11,7	11,4
18	231,3	22,7	12,8	9,8

Khi giải tích mô hình 4.37 cho thấy (Bảng 4.52), ZM_{max} là $29,72 m^3/ha/năm$, còn ΔM_{max} là $26,17 m^3/ha/năm$. Giá trị PM ở tuổi 4 là $66,9\%/năm$; sau đó giảm nhanh còn $20,8\%$ ở tuổi 10, $12,4\%$ ở tuổi 15 và $9,8\%$ ở tuổi 18 năm. Dự đoán đến tuổi 20 và 25 năm, suất tăng trưởng về trữ lượng giảm tương ứng còn $8,6\%$ và $6,4\%/năm$.

4.3.3.2. Ảnh hưởng của cấp đất đến trữ lượng thân cây

Để làm rõ ảnh hưởng của cấp đất đến trữ lượng của rừng tẻch, đã xây dựng mô hình so sánh quá trình biến đổi trữ lượng

thân cây (M, m³/ha) theo tuổi (A, năm) trên cấp đất I và II theo dạng:

+ Đối với những lâm phần tẻch trên cấp đất I:

$$M_{(I)} = 1.335.568,4 * \exp(-16,3804/A^{0,2292}) \quad (4.38)$$

$$R^2 = 0,987; Se = \pm 12,6$$

+ Đối với những lâm phần tẻch trên cấp đất II:

$$M_{(II)} = 161.922,13 * 2.7182^{(-13,8422/A^{0,2505})} \quad (4.39)$$

$$R^2 = 0,989; Se = \pm 7,8$$

So sánh những lâm phần tẻch trên hai cấp đất cho thấy, trữ lượng trung bình của những lâm phần tẻch trên cấp đất I cao hơn 1,24 lần so với cấp đất II.

4.3.4. Đánh giá sự thích nghi của tẻch với lập địa

So sánh rừng tẻch của một số nước châu Á (Bảng 4.56_{a,b}) cho thấy, sinh trưởng D_{1,3} và H của rừng tẻch ở Kampong Cham (Campuchia) không có sự khác biệt lớn so với rừng tẻch ở Việt Nam và Lào, thấp hơn so với rừng tẻch của Thailand, nhưng cao hơn so với rừng tẻch của Trung Quốc, Indonesia và Ấn Độ. Điều đó chứng tỏ rằng, tẻch là loài cây thích nghi khá tốt với lập địa ở Kampong Cham - Campuchia.

Bảng 4.56_a. So sánh sinh trưởng của rừng tẻch trồng

A (năm)	Kampong Cham		Việt Nam		Trung Quốc	
	D, cm	H, m	D, cm	H, m	D, cm	H, m
5	8,7	7,2	8,1	7,4	6,2	9,6
10	14,0	13,1	13,9	14,0	12,6	14,8
14	17,4	16,7	16,3	16,9	15,2	16,6
18	20,3	19,5			16,8	17,8

Nguồn: Tính toán và tổng hợp tóm tắt từ những tài liệu tham khảo

Bảng 4.56_b. So sánh sinh trưởng của rừng tẻch trồng

A (năm)	Lào		Thailand		Indonesia		Ấn Độ	
	D, cm	H, m	D, cm	H, m	D, cm	H, m	D, cm	H, m
5							5,6	4,3
10			15,0		9,1	11,4	10,7	6,4
15								
20			22,9		14,3	16,1	16,8	10,1
22	21,6	22,9						

4.4. PHÂN HÓA VÀ TỈA THỪA CỦA RỪNG TẾCH

4.4.1. Xây dựng hàm phân loại cấp sinh trưởng

Bằng phương pháp chọn biến từng bước, đã xây dựng được 5 hàm phân loại 5 cấp sinh trưởng tương ứng từ I – V cho những cây hình thành lâm phần tếch trồng từ 6 – 18 tuổi. Năm hàm phân loại 5 cấp sinh trưởng có dạng:

$$\text{Cấp I} = 7,335 \cdot D_{1,3} + 2,243 \cdot H + 0,909 \cdot H_{dc} - 8,870 \cdot A - 52,086 \quad (4.40)$$

$$\text{Cấp II} = 3,777 \cdot D_{1,3} + 2,964 \cdot H - 0,103 \cdot H_{dc} - 5,476 \cdot A - 23,390 \quad (4.41)$$

$$\text{Cấp III} = 1,748 \cdot D_{1,3} + 2,934 \cdot H - 0,563 \cdot H_{dc} - 3,258 \cdot A - 12,798 \quad (4.42)$$

$$\text{Cấp IV} = -0,089 \cdot D_{1,3} + 2,812 \cdot H - 0,834 \cdot H_{dc} - 1,123 \cdot A - 9,113 \quad (4.43)$$

$$\text{Cấp V} = -2,967 \cdot D_{1,3} + 2,701 \cdot H - 1,385 \cdot H_{dc} + 2,333 \cdot A - 14,850 \quad (4.44)$$

Khi sử dụng các hàm 4.40-4.44 để phân loại 5 cấp sinh trưởng cho những cá thể mới ở tuổi 6, 12 và 18, thì trung bình có khoảng 95,0% (dao động từ 90,8 – 97,8%) số cây được phân loại chính xác vào 5 cấp sinh trưởng, còn lại 5% số cây bị phân loại nhầm.

4.4.2. Phân hóa và tỉa thưa của các lâm phần tếch

Ứng dụng 5 hàm 4.40-4.44 để phân loại cấp sinh trưởng cho những cá thể ở rừng tếch từ 6 – 18 tuổi cho thấy, tỷ lệ số cây thuộc cấp sinh trưởng trung bình đến tốt (cây cấp III-I) dao động từ 56% (tuổi 18) đến 77% (tuổi 6), còn lại 23% (tuổi 6) đến 44% (tuổi 18) thuộc cấp sinh trưởng kém (cây cấp IV và V).

4.5. ĐẶC TÍNH CỦA ĐẤT DƯỚI RỪNG TẾCH

Kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ rằng, khi tuổi rừng nâng cao từ 1 – 18 năm, thì dung trọng của đất có khuynh hướng giảm dần, tỷ trọng khá ổn định, hàm lượng sét gia tăng, hàm lượng cát giảm. Ở tất cả các tuổi rừng, tỷ lệ cát thường lớn hơn thịt và sét. Ngoài ra, cát tập trung nhiều ở tầng đất mặt, nhất là ở những đất dưới rừng tếch mới trồng. Đất dưới rừng tếch đều có tính axit nhẹ đến trung tính. Khi tuổi rừng nâng cao từ 1 – 18 năm, thì phản ứng trung tính của tầng đất mặt biểu hiện khá rõ rệt. Cả đạm, lân, kali, Ca^{2+} , Mg^{2+} và độ no bazơ đều tăng lên theo tuổi rừng, đặc biệt ở tầng đất mặt. Kết quả này chứng tỏ độ phì của đất dưới rừng tếch vẫn đảm bảo cho kinh doanh rừng tếch với năng suất cao và ổn định.

4.6. XÁC ĐỊNH CHU KỲ KHAI THÁC RỪNG TẾCH TỐI ƯU VỀ KINH TẾ

Kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ rằng, khi mức lãi suất vay vốn trồng rừng là 7,5%, thì tuổi khai thác tối ưu về kinh tế của rừng tếch trồng ở tỉnh Kampong Cham là 22 năm (Bảng 4.64). Mô hình dự đoán tuổi khai thác rừng tếch tối ưu về kinh tế (A_{kt} , năm) tương ứng với những mức lãi suất khác nhau có dạng:

$$A_{kt} = 2,7182^{((\ln(393,918) - \ln(\Delta S_A/S_A))/1,27775)} \quad (4.47)$$

Bảng 4.64. Dự đoán tổng giá trị gỗ sản phẩm và tỷ lệ gia tăng giá trị gỗ sản phẩm hàng năm của 1 ha rừng tếch ở Kampong Cham (tóm tắt)

A, năm	S_A (USD)	ΔS_A (USD)	$\Delta S_A/S_A$	I,%	$I*S_A$ (USD)	ΔS_A-I*S_A
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
10	16.866,9	3.358,3	19,9	7,5	1265,0	2.093,3
18	52.035,8	5.031,3	9,7	7,5	3902,7	1.128,6
20	62.502,8	5.297,2	8,5	7,5	4687,7	609,5
<u>22</u>	<u>73.439,9</u>	<u>5.522,6</u>	<u>7,5</u>	<u>7,5</u>	<u>5508,0</u>	<u>14,6</u>
24	84.776,2	5.714,1	6,7	7,5	6358,2	-644,1

4.7. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT

4.7.1. Nuôi dưỡng rừng tếch ở Kampong Cham

Căn cứ vào kết quả nghiên cứu, tác giả đề xuất chu kỳ kinh doanh rừng tếch ở Kampong Cham là 22 năm. Khi kinh doanh rừng tếch với chu kỳ 22 năm, thì trong khoảng 18 năm đầu cần thực hiện ba lần chặt nuôi dưỡng với kỳ dẫn cách 6 năm. Lần chặt nuôi rừng thứ 1, 2 và 3 tương ứng ở tuổi 6, 12 và 18 năm. Mật độ trung bình để lại nuôi dưỡng và bị loại bỏ, cường độ và phương pháp chặt nuôi rừng trong ba lần đầu từ tuổi 6-18 năm được chỉ ra ở bảng 4.67.

4.7.2. Phân loại và dự đoán cấp sinh trưởng

Trong thực tiễn, tác giả đề xuất sử dụng 5 hàm 4.40-4.44 để phân loại 5 cấp sinh trưởng tương ứng từ I – V cho những cá thể mới của những lâm phần tếch từ tuổi 6 đến 18. Năm hàm phân loại có dạng:

$$\text{Cấp I} = 7,335*D_{1,3} + 2,243*H + 0,909*H_{dc} - 8,870*A - 52,086 \quad (4.40)$$

$$\text{Cấp II} = 3,777 * D_{1,3} + 2,964 * H - 0,103 * H_{dc} - 5,476 * A - 23,390 \quad (4.41)$$

$$\text{Cấp III} = 1,748 * D_{1,3} + 2,934 * H - 0,563 * H_{dc} - 3,258 * A - 12,798 \quad (4.42)$$

$$\text{Cấp IV} = -0,089 * D_{1,3} + 2,812 * H - 0,834 * H_{dc} - 1,123 * A - 9,113 \quad (4.43)$$

$$\text{Cấp V} = -2,967 * D_{1,3} + 2,701 * H - 1,385 * H_{dc} + 2,333 * A - 14,850 \quad (4.44)$$

Bảng 4.67. Sơ đồ cây chặt cây chừa sau ba lần chặt nuôi rừng tẻch
(Tóm tắt)

Hiện trạng	Cấp sinh trưởng	Số cây (N, cây/ha) theo tuổi lâm phần:			
		6	12	18	
		Chặt nuôi rừng			
		Trước tía	lần 1	lần 2	lần 3
Tổng cộng		929	465	465	340
+ Tía thừa	IV-V+(1)+(2)	0	108	125	63
+ Nuôi dưỡng	I-III	929	357	340	277
Cường độ tía thừa (%)			50	26,8	18,5
Phương pháp tía thừa			cơ giới	tàng dưới	và chọn lọc

(1) Thân cong; (2) Thân rất cong

4.7.3. Dự đoán phân bố số cây theo cấp đường kính

Từ kết quả nghiên cứu ở mục 4.2.1, tác giả đề xuất xác định số cây theo cấp $D_{1,3}$ trong các lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 theo 6 mô hình sau đây:

+ Đối với lâm phần tẻch 6 tuổi

Cấp đất	Phân bố	Hàm mật độ xác suất	
I	chuẩn	$f(x) = \frac{1}{2,18\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{D_i - 9,8}{2,18}\right)^2\right]$	(4.1)
II	lognormal	$f(x) = \frac{1}{D_i * 1,76\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\ln D_i - 8,98)^2}{2 * 1,76^2}\right]$	(4.2)

+ Đối với lâm phần tẻch 12 tuổi

Cấp đất	Phân bố	Hàm mật độ xác suất	
I	Gamma	$f(x) = \frac{(D_i/11,6970)^{0,7788-1} * \exp(-D_i/11,6970)}{11,6970 * \Gamma(0,7788)}$	(4.3)
II	chuẩn	$f(x) = \frac{1}{4,06\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{D_i - 14,5}{4,06}\right)^2\right]$	(4.4)

+ Đối với lâm phần tẻch 18 tuổi

Cấp đất	Phân bố	Hàm mật độ xác suất	
I	Gamma	$f(x) = \frac{(D_i/21.0296)^{0.9547-1} \cdot \exp(-D_i/21.0296)}{21.0296 \cdot \Gamma(0.9547)}$	(4.5)
II	chuẩn	$f(x) = \frac{1}{4.52\sqrt{2\pi}} \exp[-\frac{1}{2}(\frac{D_i - 19.5}{4.52})^2]$	(4.6)

4.7.4. Dự đoán đường kính, chiều cao và trữ lượng rừng tẻch

Để dự đoán quá trình biến đổi $D_{1,3}$ (cm), H (m) và M (m^3/ha) theo tuổi lâm phần tẻch ở Kampong Cham, tác giả đề xuất sử dụng 9 mô hình sau đây:

Đối tượng	Mô hình dự đoán	
Toàn lâm phần	$D_{1,3} = 4.307,9307 \cdot \exp(-7,4568/A^{0,1144})$	(4.17)
Cấp đất I	$D_{(I)} = 1.417,1108 \cdot \exp(-6,3415/A^{0,1457})$	(4.26)
Cấp đất II	$D_{(II)} = 5.968,5674 \cdot \exp(-7,80334/A^{0,10694})$	(4.27)
Toàn lâm phần	$H = 79,1931 \cdot \exp(-4,7159/A^{0,4193})$	(4.28)
Cấp đất I	$H_{(I)} = 125,5105 \cdot \exp(-5,0193/A^{0,3704})$	(4.35)
Cấp đất II	$H_{(II)} = 61,6898 \cdot \exp(-4,56701/A^{0,45277})$	(4.36)
Toàn lâm phần	$M = 136.338,4 \cdot \exp(-14,19366/A^{0,27668})$	(4.37)
Cấp đất I	$M_{(I)} = 1.335.568,4 \cdot \exp(-16,3804/A^{0,2292})$	(4.38)
Cấp đất II	$M_{(II)} = 161.922,13 \cdot 2.7182^{-(13,8422/A^{0,2505})}$	(4.39)

4.7.5. Dự đoán chu kỳ khai thác rừng tẻch tối ưu về kinh tế

Mô hình dự đoán tuổi khai thác rừng tẻch tối ưu về kinh tế (A_{kt} , năm) có dạng:

$$A_{kt} = 2,7182^{(\ln(393,918) - \ln(\Delta S_A/S_A))/1,27775} \quad (4.47)$$

Chương 5

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu có thể rút ra những kết luận chính sau đây:

(1) So với mật độ trồng rừng ban đầu (1.111 cây/ha hay 100%), tỷ lệ số cây trung bình còn sống đến tuổi 4, 6, 10, 12, 16 và 18 tương ứng là 86,7%, 83,5%, 77,4%, 74,1%, 69,1% và 66,6%.

(2) Đường kính thân cây của những lâm phần tẻch trồng ở giai đoạn 6-18 tuổi có biến động rất mạnh từ 20,6% ở tuổi 6 đến 28,3% ở tuổi 12. Phân bố $N-D_{1.3}$ của những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 đều có dạng một đỉnh lệch trái và nhọn. Hình dạng đường cong phân bố $N-D_{1.3}$ thay đổi tùy theo tuổi và cấp đất, và có thể được làm phù hợp với phân bố chuẩn và phân bố Gamma. Những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 có khoảng 16% số cây (tuổi 18) đến 21% số cây (tuổi 6) phân bố vào cấp $D_{1.3bq}$; 52,8% (tuổi 18) đến 64,5% số cây (tuổi 12) có $D_{1.3} > \text{cấp } D_{1.3bq}$; 68,5% số cây nằm trong khoảng $D_{1.3bq} \pm S_x$ và 95% số cây nằm trong khoảng $D_{1.3bq} \pm 2S_x$.

(3) Khi tuổi quần thể tẻch tăng lên từ 6 đến 18 năm, thì biến động chiều cao thân cây giảm dần từ 13,7% ở tuổi 6 đến 9,4% ở tuổi 18. Phân bố $N-H$ của những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 thường có dạng một đỉnh lệch phải và nhọn. Hình dạng đường cong phân bố $N-H$ cũng thay đổi tùy theo tuổi và cấp đất, và có thể được làm phù hợp với phân bố chuẩn, phân bố lognormal và phân bố Weibull. Những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 đều hình thành một tầng rõ rệt; trong đó hơn 70% số cây tập trung từ chiều cao bình quân trở lên.

(4) Đường kính tán cây của những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 có biến động rất mạnh từ 20,6% ở tuổi 12 đến 22,6% ở tuổi 18. Phân bố $N-D_t$ của những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 đều có dạng một đỉnh lệch trái và tù. Hình dạng đường cong phân bố $N-D_t$ thay đổi tùy theo tuổi và cấp đất, và có thể được làm phù hợp với phân bố chuẩn, phân bố lognormal và phân bố Gamma. Kết cấu đường kính tán của những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 tương ứng có khoảng 60% đến 62% số cây tập trung từ cấp đường kính tán bình quân trở lên.

(5) Rừng tẻch trồng ở Kampong Cham bắt đầu giao tán ở tuổi 4, khép tán kín ở tuổi 6 với độ khép tán trung bình là 1,10 lần so với diện tích mặt đất có rừng. Khi rừng tẻch đạt đến tuổi 12 và 18 năm, độ khép tán trung bình tương ứng 1,13 lần và 2,35 lần so với diện tích mặt đất có rừng.

(6) Đường kính bình quân của những quần thể tẻch trồng ở tuổi 5, 10, 15 và 18 đạt tương ứng 8,7 cm, 14,0 cm, 18,1 cm và 20,3 cm. Lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm về đường kính ở tuổi 5, 10, 15 và 18 tương ứng là 1,24 cm, 0,92 cm, 0,76 cm và 0,69 cm; còn lượng tăng trưởng trung bình năm về đường kính tương ứng là 1,74 cm, 1,40 cm, 1,21 và 1,13 cm. Lượng tăng

trường thường xuyên hàng năm cao nhất về đường kính và lượng tăng trưởng trung bình năm cao nhất về đường kính đều rơi vào tuổi 1. Suất tăng trưởng về đường kính suy giảm rất nhanh theo tuổi; trong đó ở tuổi 5, 10, 15 và 18 tương ứng là 14,2%, 6,6%, 4,2% và 3,4%.

(7) Chiều cao bình quân của những quần thụ tẻch trồng ở tuổi 5, 10, 15 và 18 đạt tương ứng 7,2 m, 13,1 m, 17,4 m và 19,5 m. Lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm về chiều cao ở tuổi 5, 10, 15 và 18 tương ứng là 1,44 m, 0,99 m, 0,74 m, 0,64 m; còn lượng tăng trưởng trung bình năm về chiều cao tương ứng là 1,43 m, 1,31 m, 1,16 m và 1,08 m. Lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm cao nhất về chiều cao và lượng tăng trưởng trung bình năm cao nhất về chiều cao tương ứng rơi vào tuổi 2 và 5. Suất tăng trưởng về chiều cao suy giảm rất nhanh theo tuổi; trong đó ở tuổi 5, 10, 15 và 18 tương ứng là 20,1%, 7,5%, 4,2% và 3,3%.

(8) Sinh trưởng đường kính và chiều cao bình quân của những quần thụ tẻch trồng ở Kampong Cham trong khoảng 18 năm đầu thay đổi rõ rệt theo hai giai đoạn tuổi – đó là giai đoạn sinh trưởng nhanh từ 1-7 tuổi và sinh trưởng chậm từ 8-18 tuổi. Tốc độ sinh trưởng đường kính và chiều cao ở giai đoạn từ 1-7 tuổi nhanh hơn tương ứng 1,72 lần và 1,83 lần so với giai đoạn từ 8-18 tuổi.

(9) Tại Kampong Cham, trữ lượng gỗ thân cây trung bình của rừng tẻch trồng ở tuổi 5, 10, 15 và 18 tương ứng là 15,3, 75,0, 166,3 và 231,3 m³/ha. Năng suất trung bình ở tuổi 5, 10, 15 và 18 tương ứng là 3,1, 7,5, 11,1 và 12,8 m³/ha/năm. Suất tăng trưởng về trữ lượng suy giảm rất nhanh theo tuổi; trong đó ở tuổi 5, 10, 15 và 18 tương ứng là 50,3%, 20,8%, 12,4% và 9,8%/năm. Dự đoán suất tăng trưởng về trữ lượng ở tuổi 20 và 25 năm giảm tương ứng còn 8,6% và 6,4%/năm.

(10) Năng suất của rừng tẻch trồng sau 18 năm thay đổi tùy theo cấp đất; trong đó năng suất trung bình của những lâm phần trên cấp đất I cao hơn cấp đất II là 1,24 lần.

(11) Khi sử dụng bốn biến đường kính ngang ngực ($D_{1,3}$, cm), chiều cao toàn thân cây (H, m), chiều cao dưới cành lớn nhất còn sống (H_{dc} , m) và tuổi lâm phần tẻch (A, năm), có thể xây dựng được 5 hàm tuyến tính Fischer để phân loại những cây hình thành rừng tẻch trong giai đoạn từ 6 – 18 tuổi thành 5 cấp sinh trưởng từ tốt nhất (cây cấp I) đến kém nhất (cây cấp V). Năm hàm phân loại 5 cấp sinh trưởng từ I – V có dạng:

$$\text{Cấp I} = 7,335 * D_{1,3} + 2,243 * H + 0,909 * H_{dc} - 8,870 * A - 52,086$$

$$\begin{aligned} \text{Cấp II} &= 3,777 * D_{1.3} + 2,964 * H - 0,103 * H_{dc} - 5,476 * A - 23,390 \\ \text{Cấp III} &= 1,748 * D_{1.3} + 2,934 * H - 0,563 * H_{dc} - 3,258 * A - 12,798 \\ \text{Cấp IV} &= -0,089 * D_{1.3} + 2,812 * H - 0,834 * H_{dc} - 1,123 * A - 9,113 \\ \text{Cấp V} &= -2,967 * D_{1.3} + 2,701 * H - 1,385 * H_{dc} + 2,333 * A - 14,850 \end{aligned}$$

(12) Trong những lâm phần tẻch ở tuổi 6, 12 và 18 tương ứng có khoảng 77%, 61% và 56% số cây thuộc cấp sinh trưởng trung bình đến tốt (cây cấp III, II và I), còn lại 23%, 39% và 44% số cây thuộc cấp sinh trưởng kém (cây cấp IV và V). Trữ lượng gỗ của những cây thuộc cấp sinh trưởng trung bình đến tốt chiếm khoảng 75% (tuổi 18) đến 89,4% (tuổi 6), còn lại 10,6% (tuổi 6) đến 25% (tuổi 18) thuộc cấp sinh trưởng kém. Những cây hình thành quần thụ tẻch từ 6-18 tuổi phát triển cân đối về hình thái thân cây, nhưng khả năng tia cành tự nhiên kém.

(13) So với đất dưới rừng tẻch mới trồng 1 năm tuổi, dung trọng của đất dưới rừng tẻch trồng từ 6 – 18 tuổi có khuynh hướng giảm dần, tỷ trọng khá ổn định, hàm lượng sét gia tăng, hàm lượng cát giảm, còn hàm lượng đạm tổng số, lân tổng số, kali tổng số và độ no bazơ đều tăng lên rõ rệt. Điều đó chứng tỏ đất dưới rừng tẻch trồng sau 18 năm không bị biến đổi theo chiều hướng xấu.

(14) Khi giả định mức lãi suất vay vốn trồng rừng hiện hành là 7,5% so với tổng giá trị gỗ sản phẩm của rừng đến kỳ khai thác chính, thì tuổi khai thác tối ưu về kinh tế đối với rừng tẻch trồng ở tỉnh Kampong Cham là 22 năm. Mô hình dự đoán tuổi khai thác rừng tẻch tối ưu về kinh tế (A_{kt} , năm) có dạng: $A_{kt} = 2,7182^{((\ln(393,918) - \ln(\Delta S_A/S_A)) / 1,27775)}$.

(15) Trong khoảng 18 năm đầu sau khi trồng rừng tẻch, tác giả đề xuất ba lần chặt nuôi rừng với kỳ dẫn cách giữa hai lần chặt liên tiếp là 6 năm; trong đó lần chặt nuôi rừng thứ nhất ở tuổi 6 theo phương pháp cơ giới (chặt hàng cách hàng), còn lần chặt nuôi rừng thứ hai và ba tương ứng ở tuổi 12 và 18 năm theo phương pháp chặt tầng dưới kết hợp chặt chọn lọc cây xấu ở tầng trên. Cường độ chặt lần thứ nhất là 50% số cây so với mật độ trồng rừng ban đầu, còn cường độ chặt ở lần thứ hai và ba được tính trung bình theo số cây, tiết diện ngang và trữ lượng thân cây. Những cây để lại nuôi dưỡng đến kỳ khai thác chính thuộc cấp sinh trưởng I – III với mật độ khoảng từ 275 – 280 cây/ha.

5.2. KIẾN NGHỊ

Tác giả kiến nghị những ai quan tâm đến rừng tếch ở Kampong Cham cần tiếp tục nghiên cứu làm rõ những vấn đề sau đây: (1) Ảnh hưởng của quần thụ tếch đến sự phát sinh thảm cây bụi và thảm cỏ dưới tán rừng. (2) Động thái sinh khối, sự tích lũy và quay vòng chất khoáng. (3) Ảnh hưởng của lập địa và các yếu tố khí hậu đến sinh trưởng của quần thụ tếch. (4) Ảnh hưởng của phương thức chặt nuôi rừng không chỉ đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng sản phẩm gỗ của quần thụ tếch, mà còn đến đặc tính vật lý và hóa học của đất dưới rừng tếch.

NHỮNG CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ VỀ LUẬN ÁN

1. Ly Meng Seang (2008), Sinh trưởng của rừng tếch ở tỉnh Kampong Cham – Campuchia, *Tạp chí KHLN Viện Khoa Học Lâm Nghiệp Việt Nam*, số 03/2008, Trang 674-682, Hà Nội.
2. Ly Meng Seang (2008), Ứng dụng hàm lập nhóm để phân loại cấp sinh trưởng của rừng tếch ở tỉnh Kampong Cham – Campuchia, *Tạp chí KHLN Viện Khoa Học Lâm Nghiệp Việt Nam*, số 04/2008, Trang 775-784, Hà Nội.
3. Ly Meng Seang (2008), Đặc tính của đất dưới rừng tếch ở Kampong Cham – Campuchia, *Tạp chí NN&PTNT*, số 12/2008, Trang 101-105, Hà Nội.