

## MỞ ĐẦU

### 1. Đặt vấn đề

Du sam (*Keteleeria evelyniana* Masters), Bạch tùng (*Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub) và Đinh tùng (*Cephalotaxus mannii* Hook. f.) là những loài cây gỗ lớn, quý, hiếm và có giá trị cao về kinh tế, sinh thái và môi trường. Tại Lâm Đồng, ba loài cây gỗ này phân bố tự nhiên trong kiểu rừng hỗn giao cây lá rộng và lá kim, hơi ẩm, á nhiệt đới núi thấp (Rkh) thuộc huyện Lạc Dương, Đơn Dương, Di Linh, Đức Trọng và Bidoup Núi Bà. Hiện nay ba loài cây gỗ này đã được xếp vào nhóm IIA theo Nghị định số 32/2006/NĐ-CP của Thủ tướng chính phủ và cấp V của Sách đỏ Việt Nam (Nguyễn Đức Tố Lưu và Philip Ian Thomas, 2004).

Xác định đặc tính sinh thái học và kỹ thuật trồng rừng từ những loài cây gỗ lớn và có giá trị cao về khoa học và kinh tế là một nhiệm vụ quan trọng của lâm học. Mặc khác, quản lý và bảo vệ rừng cũng cần có những kiến thức về sinh trưởng của các loài cây gỗ và rừng. Những mô hình dự đoán tăng trưởng của các loài cây gỗ có thể được xây dựng dựa trên mối quan hệ giữa chúng với các yếu tố khí hậu. Tuy vậy, để đạt mục đích này, lâm học cần phải hiểu rõ những mối quan hệ giữa tăng trưởng của các loài cây gỗ với các yếu tố khí hậu.

Tăng trưởng bề rộng vòng năm của cây gỗ là dấu hiệu rõ nét về ảnh hưởng của tuổi, khí hậu và những yếu tố môi trường khác (địa hình, đất, sinh vật, con người...). Vì thế, nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới (Fritts, 1965, 1976; Bitvinskas, 1974; Cook, 1987) đã sử dụng phương pháp niên đại thực vật (Dendrochronology) và khí hậu thực vật (Dendroclimatology) để xác định niên đại của các lớp vòng năm và ảnh hưởng của những yếu tố khí hậu đến sinh trưởng của các loài cây gỗ. Ở Việt Nam, hai phương pháp này cũng đã được áp dụng để xác định ảnh hưởng của khí hậu đến sinh trưởng của Thông ba lá (*Pinus keaysiya* ex Gordon) (Phạm Trọng Nhân, 2003; Phạm Trọng Nhân và ctv, 2011), Du sam (Nguyễn Văn Nhân, 2012) và Bạch tùng (Nguyễn Văn Thêm, 2012). Tuy vậy, những nghiên cứu này vẫn chưa làm sáng tỏ vai trò của những yếu tố khí hậu và những yếu tố môi trường khác đối với sinh trưởng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng. Những nghiên cứu này

cũng chưa xây dựng được những mô hình dự đoán tăng trưởng của ba loài cây gỗ này dựa trên biến động của các yếu tố khí hậu. Vì thế, cho đến nay lâm học vẫn chưa hiểu rõ mối quan hệ giữa sinh trưởng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với các yếu tố khí hậu.

Xuất phát từ những vấn đề đặt ra trên đây, nghiên cứu này sử dụng phương pháp niên đại thực vật và khí hậu thực vật để xác định thời gian hình thành các vòng năm và phân tích phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với biến động của những yếu tố khí hậu ở khu vực Đức Trọng và Đà Lạt thuộc tỉnh Lâm Đồng. Từ những mối liên hệ này, xây dựng những mô hình dự đoán sinh trưởng của ba loài cây gỗ này dựa theo những yếu tố khí hậu.

## **2. Mục tiêu nghiên cứu**

### **2.1. Mục tiêu tổng quát**

Xác định mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với biến động của những yếu tố khí hậu.

### **2.2. Mục tiêu cụ thể**

- (1) Phân tích những đặc trưng khí hậu để làm cơ sở cho việc phân cấp chế độ khô ẩm ở khu vực nghiên cứu.
- (2) Xác định những tháng mà điều kiện khí hậu có ảnh hưởng rõ rệt đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng.
- (3) Phân tích ảnh hưởng của khí hậu đến tăng trưởng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng trong những điều kiện môi trường khác nhau.
- (4) Xây dựng những mô hình dự đoán tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng theo những yếu tố khí hậu.

## **3. Phạm vi nghiên cứu**

Phạm vi nghiên cứu của đề tài là biến động bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng trong mối quan hệ với biến động của những yếu tố khí hậu. Địa điểm nghiên cứu được đặt tại khu vực Đức Trọng và Đà Lạt thuộc tỉnh Lâm Đồng. Nghiên cứu này phân tích phản ứng tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng đối với những biến động của 6 yếu tố khí hậu: nhiệt độ không khí trung

bình tháng ( $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ); tổng lượng mưa tháng ( $M$ , mm); độ ẩm không khí trung bình tháng ( $Rh\%$ ); tổng số giờ nắng trong tháng ( $N$ , giờ); tổng lượng nước bốc hơi trong tháng ( $P$ , mm) và hệ số thủy nhiệt trong tháng ( $K$ ).

#### **4. Ý nghĩa của đề tài**

Về lý luận, nghiên cứu này cung cấp những căn cứ khoa học để xác định đặc tính sinh thái của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng. Về thực tiễn, nghiên cứu này cung cấp những hàm dự đoán tăng trưởng và một số căn cứ khoa học để xây dựng những biện pháp lâm sinh và bảo tồn Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng.

#### **5. Những đóng góp mới của luận án**

Luận án đã xây dựng ba chuỗi chỉ số bề rộng vòng năm chuẩn hóa đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng ở khu vực Đức Trọng và Đà Lạt thuộc tỉnh Lâm Đồng.

Luận án đã chỉ ra rằng ba yếu tố khí hậu kiểm soát chặt chẽ tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam là nhiệt độ không khí vào tháng 4, lượng mưa vào tháng 5 và lượng nước bốc hơi vào tháng 10. Sự nâng cao nhiệt độ không khí vào tháng 4 có ảnh hưởng xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam. Trái lại, sự nâng cao lượng mưa vào tháng 5 và lượng nước bốc hơi vào tháng 10 là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam. Ba yếu tố khí hậu kiểm soát chặt chẽ tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng là lượng mưa vào tháng 11, số giờ nắng vào tháng 1 và tháng 4. Sự nâng cao của ba yếu tố này đều dẫn đến ảnh hưởng xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng. Ba yếu tố khí hậu kiểm soát chặt chẽ tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng là lượng mưa vào tháng 1, nhiệt độ không khí trung bình vào tháng 1 – 4 và số giờ nắng vào tháng 11. Sự nâng cao lượng mưa vào tháng 1 và nhiệt độ không khí trung bình vào tháng 1 – 4 là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng. Trái lại, nắng nhiều vào tháng 11 là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng.

Luận án đã chỉ ra rằng độ cao địa hình có ảnh hưởng đến phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với khí hậu. Khi sống ở độ cao

1.400 - 1.600 m so với mặt nước biển, cả ba loài cây gỗ này phản ứng với sự thay đổi của các yếu tố khí hậu rõ rệt hơn so với độ cao dưới 1.400 m.

Luận án đã xây dựng ba mô hình ước lượng tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng dựa trên biến động của những yếu tố khí hậu.

Bố cục của luận án bao gồm phần mở đầu, 3 chương và phần kết luận. Chương 1: Tổng quan. Chương 2: Nội dung và phương pháp nghiên cứu. Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận. Kết luận và đề nghị. Luận án bao gồm 175 trang; 62 bảng; 18 hình và đồ thị; 38 phụ lục. Luận án tham khảo 62 tài liệu trong nước và ngoài nước.

## **Chương 1**

### **TỔNG QUAN**

Đề tài này đã tổng quan về những phương pháp phân tích khí hậu thực vật. Tổng quan này được tóm tắt từ 59 tài liệu tham khảo. Dưới đây là những thảo luận chung.

Khoa học niên đại thực vật và khí hậu thực vật đã được phát triển mạnh mẽ từ nửa đầu của thế kỷ XX. Hai phương pháp này đã được sử dụng để phân tích mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của cây gỗ với khí hậu và những yếu tố môi trường khác (địa hình, đất, QXTV, động đất, lũ lụt, lửa rừng, sâu bệnh...). Thông qua những mối liên hệ này, nhà sinh thái học không chỉ xác định được đặc tính sinh thái học của những loài cây gỗ, mà còn cả mức độ ảnh hưởng tốt hay xấu của các yếu tố khí hậu. Vì thế, đề tài này cũng áp dụng phương pháp niên đại thực vật và khí hậu thực vật để phân tích vai trò của những yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng ở khu vực Đức Trọng và Đà Lạt thuộc tỉnh Lâm Đồng.

Cho đến nay khoa học và thực tiễn ở Việt Nam vẫn còn thiếu những thông tin về ảnh hưởng của địa hình, điều kiện QXTV và đất trồng đến mối quan hệ giữa sinh trưởng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với khí hậu. Mặt khác, hiện nay vẫn chưa có những mô hình dự đoán tăng trưởng của ba loài cây gỗ này dựa trên những yếu tố khí hậu.

Vì thế, đề tài này phát triển những chuỗi chỉ số bề rộng vòng năm chuẩn hóa và sử dụng chúng để xác định phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với biến động của những yếu tố khí hậu. Đây là cơ sở khoa học để xác định đặc tính sinh thái học và dự đoán sinh trưởng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng.

Khí hậu được cấu thành bởi nhiều yếu tố khác nhau. Đời sống của cây gỗ và rừng phụ thuộc rất lớn vào hai quá trình nhiệt và ẩm. Vì thế, đề tài này chỉ phân tích phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với 6 yếu tố khí hậu: T, M, Rh, N, P và K.

Ở khu vực phía Nam nước ta, những số liệu khí hậu chỉ được đo đạc từ đầu thập niên 1980 trở lại đây. Vì thế, đề tài này chỉ phân tích phản ứng tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng đối với những yếu tố khí hậu ở khu vực nghiên cứu từ năm 1980 đến năm 2014.

## **Chương 2**

### **ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

#### **2.1. Đối tượng và địa điểm nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu là quần thể Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng. Ba loài cây gỗ này mọc tự nhiên trong kiểu Rkh. Nghiên cứu này được thực hiện tại khu vực Đức Trọng và Đà Lạt thuộc tỉnh Lâm Đồng. Tọa độ địa lý:  $108^{\circ}22'13''$  -  $108^{\circ}30'24''$  kinh độ Đông;  $11^{\circ}46'15''$  -  $11^{\circ}55'27''$  vĩ độ Bắc. Độ cao địa hình từ 1.000 – 1.700 m so với mặt nước biển; độ dốc trên  $25^{\circ}$ . Đất vàng đỏ phát triển trên đá granite. Khu vực nghiên cứu có khí hậu ôn hòa núi cao. Nhiệt độ không khí trung bình hàng năm  $18^{\circ}\text{C}$ , cao nhất  $18,9^{\circ}\text{C}$  và thấp nhất là  $16,9^{\circ}\text{C}$ . Lượng mưa trung bình năm là 1.823 mm, cao nhất 2.357 mm, thấp nhất 1.354 mm. Độ ẩm không khí trung bình 84%, cao nhất 88%, thấp nhất 80%.

## 2.2. Nội dung nghiên cứu

- (1) Đặc điểm khí hậu ở khu vực nghiên cứu.
- (2) Đặc điểm bề rộng vòng năm và chỉ số bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng.
- (3) Phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng đối với biến động của những yếu tố khí hậu.
- (4) Xác định vai trò của các yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng.
- (5) Ảnh hưởng của độ cao địa hình đến mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với các yếu tố khí hậu.
- (6) Phản ứng của Du sam trong quần xã thực vật và trên đất trồng với biến động của những yếu tố khí hậu.
- (7) Dự đoán tăng trưởng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng dựa theo những yếu tố khí hậu.

## 2.3. Phương pháp nghiên cứu

### 2.3.1. Phương pháp luận

Phương pháp luận của đề tài là phương pháp mô tả và phương pháp mô hình hóa. Phương pháp mô tả được sử dụng để mô tả những đặc trưng của quần thụ, bề rộng vòng năm và chỉ số bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng. Phương pháp mô hình hóa bằng những mô hình toán được áp dụng để phân tích mối quan hệ giữa biến động bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với biến động của những yếu tố khí hậu. Các mô hình được xây dựng dựa trên giả định bề rộng vòng năm ( $Z_r$ , mm) của cây gỗ là một hàm của các yếu tố khí hậu và những yếu tố môi trường khác, nghĩa là  $Z_r = f(\text{khí hậu; địa hình, đất, lửa rừng, sâu bệnh, QXTV})$ .

Từ quan điểm trên đây, hướng tiếp cận của đề tài bắt đầu từ việc phát triển ba chuỗi chỉ số bề rộng vòng năm chuẩn hóa đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng. Tiếp đến xây dựng ma trận tương quan để phân tích khuynh hướng và cường độ của mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này với những yếu tố khí hậu. Tiếp theo sử dụng phương pháp phân tích hàm phản hồi tuyến tính đa biến

từng bước để xác định những biến khí hậu đóng vai trò lớn nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này. Sau đó xây dựng các hàm dự đoán tăng trưởng bề rộng vòng năm đối với ba loài cây gỗ này dựa theo những yếu tố khí hậu có ảnh hưởng lớn nhất.

Nghiên cứu này dựa trên ba giả thuyết dưới đây.

(1) Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng thay đổi theo tuổi cây. Giả thuyết này được kiểm định bằng cách so sánh bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này trên những cây mẫu có kích thước khác nhau.

(2) Những yếu tố khí hậu của các tháng trong năm ảnh hưởng không giống nhau đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng. Giả thuyết này được kiểm định bằng phân tích ma trận tương quan giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này với biến động của những yếu tố khí hậu của những tháng khác nhau. Vai trò của những yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này được phân tích bằng các hàm phản hồi tuyến tính đa biến.

(3) Khí hậu ảnh hưởng đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng lớn hơn so với những yếu tố môi trường khác (địa hình và điều kiện QXTV). Giả thuyết này được kiểm định bằng phân tích so sánh phản ứng tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với biến động của những yếu tố khí hậu ở những cấp địa hình và điều kiện QXTV khác nhau.

### **2.3.2. Phương pháp thu thập số liệu**

Số liệu vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng được thu thập trong những quần thụ thuộc kiểu Rkh. Chuỗi bề rộng vòng năm của Du sam được thu thập trong những quần thụ có mật độ 665 cây/ha, tiết diện ngang 51,7 m<sup>2</sup>/ha, trữ lượng gỗ 481,8 m<sup>3</sup>. Chuỗi bề rộng vòng năm của Bạch tùng được thu thập trong những quần thụ có mật độ 820 cây/ha, tiết diện ngang 36,8 m<sup>2</sup>/ha, trữ lượng gỗ 296,9 m<sup>3</sup>. Chuỗi bề rộng vòng năm của Đinh tùng được thu thập trong những quần thụ có mật độ 790 cây/ha, tiết diện ngang 37,5 m<sup>2</sup>/ha, trữ lượng gỗ 260,5 m<sup>3</sup>. Những quần thụ này phân bố ở ba cấp độ cao 1.000 - 1.200 m, 1.200 - 1.400 m và 1.400 - 1.600 m so với mặt nước biển. Vị trí những cây mẫu nằm cách Trạm khí tượng thủy văn Đà Lạt 20 km. Để loại bỏ yếu tố đất,

những cây mẫu được thu thập trong cùng loại đất vàng đỏ phát triển trên đá granite. Những cây mẫu của Du sam và Bạch tùng được chọn để thu thập vòng năm có  $D > 80$  cm, còn Đinh tùng có  $D > 50$  cm. Thời gian Du sam sống trên đất trồng khoảng 34 năm từ 1980 – 2014. Vì thế, đề tài chỉ phân tích ảnh hưởng của điều kiện QXTV và đất trồng đến mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam với khí hậu. Chuỗi bề rộng vòng năm trên thân được thu thập tại vị trí cách mặt đất 120 – 130 cm bằng khoan tăng trưởng Pressler. Số cây mẫu đã thu thập là 8 cây đối với Du sam, 9 cây đối với Bạch tùng và 7 cây đối với Đinh tùng. Ngoài ra, chuỗi bề rộng vòng năm của Du sam mọc trên đất trồng được thu thập trên một cây mẫu có kích thước  $D = 200$  cm và  $H = 28$  m. Tổng số cây mẫu của ba loài này là 25 cây. Những yếu tố khí hậu (T, M, Rh, N, P, K) của 12 tháng trong năm được thu thập từ 1980 đến 2014 tại Trạm khí tượng thủy văn Đà Lạt.

### 2.3.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các chuỗi bề rộng vòng năm của những cây mẫu đã được chuyển thành các chuỗi chỉ số bề rộng vòng năm (Kd). Sau đó các chuỗi chỉ số bề rộng vòng năm trên những cây mẫu được tính trung bình để nhận được chuỗi chỉ số bề rộng vòng năm chuẩn hóa (Kd). Chuỗi chỉ số Kd chuẩn hóa của Du sam đã được xây dựng từ 6 cây mẫu với tổng số 192 năm (1822 - 2013). Chuỗi chỉ số Kd chuẩn hóa của Bạch tùng đã được xây dựng từ 5 cây mẫu với tổng số 201 năm (1813 - 2013). Chuỗi chỉ số Kd chuẩn hóa của Đinh tùng đã được xây dựng từ 7 cây mẫu với tổng số 127 năm (1887 - 2013). Sau đó xác định những tín hiệu khí hậu ( $mS_x$ ), tín hiệu quần thể (EPS) và tỷ lệ giữa những tín hiệu khí hậu với tín hiệu nhiễu loạn (SNR) trong các chuỗi chỉ số bề rộng vòng năm.

Mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này với những yếu tố khí hậu của các tháng trong năm được phân tích bằng ma trận tương quan. Vai trò của những yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này được phân tích bằng hàm phản hồi tuyến tính đa biến từng bước nhằm loại bỏ hiện tượng cộng tuyến tính giữa các biến khí hậu. Các hàm phản hồi chỉ được xây dựng đối với những yếu tố khí hậu có ảnh hưởng rõ rệt ( $P < 0,05$ ) đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này. Vai trò của các yếu tố khí hậu được đánh giá thông qua độ lớn của các hệ số hồi quy



chuẩn hóa (HSHQ). Những yếu tố khí hậu mà HSHQ theo thứ tự giảm dần cho biết mức độ giảm dần vai trò của chúng đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này. Sau đó những yếu tố khí hậu đóng vai trò lớn nhất được sử dụng để xây dựng hàm dự đoán tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này.

Ảnh hưởng của độ cao địa hình, QXTV và đất trồng đến phản ứng tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này với các yếu tố khí hậu cũng được phân tích so sánh bằng ma trận tương quan. Nếu ba loài cây gỗ này mọc ở những điều kiện môi trường khác nhau (độ cao địa hình, QXTV và đất trồng) cùng phản ứng giống nhau với sự thay đổi của khí hậu, thì khí hậu là yếu tố kiểm soát mạnh nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này. Trái lại, nếu ba loài cây gỗ này mọc ở những độ cao khác nhau, QXTV và đất trồng phản ứng không giống nhau với sự thay đổi của khí hậu, thì ba yếu tố này đã chi phối đến mối quan hệ giữa ba loài cây gỗ này với biến động của những yếu tố khí hậu.

Công cụ tính toán là bảng tính Excel, phần mềm thống kê Statgraphics Plus version 4.0 và SPSS 10.0. Bảng tính Excel được sử dụng để tập hợp số liệu và vẽ biểu đồ và đồ thị. Hai phần mềm thống kê Statgraphics Plus version 4.0 và SPSS 10.0 được sử dụng để tính toán những thống kê mô tả và phân tích mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm với khí hậu.

### **Chương 3**

## **KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

### **3.1. Đặc điểm khí hậu ở khu vực Đà Lạt**

Khu vực Đà Lạt có khí hậu ôn hòa. Tổng nhiệt độ cả năm khoảng 6.561<sup>0</sup>C; bình quân tháng trong năm là 18,0<sup>0</sup>C. Lượng mưa bình quân năm là 1.800 mm. Độ ẩm không khí bình quân năm là 84%. Hệ số thủy nhiệt bình quân năm là 2,68. Những năm có nhiệt độ cao thì lượng mưa thấp. Theo hệ thống phân loại chế độ khô ẩm ở Việt Nam của Thái văn Trường (1999), khí hậu Đà Lạt thuộc cấp II (hơi ẩm): 3 tháng khô (tháng 12 năm trước đến tháng 2 năm sau), 2 tháng hạn (tháng 1 và 2) và không có tháng kiệt. Nói chung, lượng mưa cả năm ở khu vực Đà Lạt đủ cung

cấp nước cho thực vật. Tuy vậy, tình trạng thiếu hụt nước đối với thực vật vẫn có thể xảy ra ở những tháng mùa khô.

### 3.2. Đặc điểm bề rộng vòng năm và chỉ số bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng

#### 3.2.1. Đặc điểm bề rộng vòng năm

Đặc điểm bề rộng vòng năm (Zr, mm) đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng được ghi lại ở Bảng 1. Nói chung, bề rộng vòng năm thay đổi tùy theo loài cây gỗ và tuổi của cây mẫu. Vì thế, khi phân tích ảnh hưởng của khí hậu đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này, thì các chuỗi bề rộng vòng năm cần phải được chuẩn hóa để loại bỏ yếu tố tuổi cây.

**Bảng 1.** Đặc trưng thống kê bề rộng vòng năm đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng.

Loài cây	N (năm)	Zr (mm)	$\pm S$	$\pm Se$	CV%	Zr <sub>Min</sub>	Zr <sub>Max</sub>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Du sam	222	2,12	1,11	0,09	53,4	0,45	6,67
Bạch tùng	205	1,87	0,82	0,06	41,4	0,62	5,45
Đinh tùng	176	1,56	0,53	0,04	34,2	0,51	3,82

#### 3.2.2. Chỉ số bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng, Đinh tùng

Phân tích chỉ số bề rộng vòng năm trung bình (Kd) đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng cho thấy, chuỗi chỉ số Kd của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng tương ứng là 192 năm, 201 năm và 127 năm. Chỉ số Kd trung bình của cả ba loài cây gỗ này là 1,0. Biên độ dao động của chỉ số Kd ở loài Bạch tùng là lớn nhất (Kd = 0,65 – 1,41), thấp nhất ở loài Du sam (Kd = 0,78 – 1,21). Hệ số biến động của chỉ số Kd cao nhất ở loài Bạch tùng (11,0%), thấp nhất ở loài Du sam (9,0%).

Cả ba loài cây gỗ này đều có tính nhạy cảm cao đối với những biến động của các yếu tố khí hậu; trong đó Bạch tùng ( $mS_x = 0,151$ ) và Đinh

tùng ( $mS_x = 0,150$ ) có tính nhạy cảm cao hơn so với Du sam ( $mS_x = 0,130$ ). Biến động của chỉ số bề rộng vòng năm đối với những cá thể trong cùng một loài là tương đồng với nhau ( $r_m = 0,689$  với  $P < 0,001$  đối với Du sam;  $r_m = 0,599$  với  $P < 0,001$  đối với Bạch tùng;  $r_m = 0,635$  với  $P < 0,001$  đối với Đinh tùng). Điều đó chứng tỏ các cá thể trong cùng một loài phản ứng tương tự như nhau đối với những biến động của môi trường. Tín hiệu quần thể nhận giá trị rất cao ( $EPS = 0,801$  đối với Bạch tùng;  $0,814$  đối với Du sam và  $0,839$  đối với Đinh tùng). Điều đó chứng tỏ những cây gỗ trong cùng quần thể loài phản ứng tương đồng đối với những biến động của môi trường. Những tín hiệu khí hậu (SNR) biểu hiện rõ rệt trong các lớp vòng năm; trong đó tín hiệu khí hậu ở Đinh tùng (5,2) biểu hiện rõ rệt hơn so với Du sam (4,4) và Bạch tùng (4,0).

### **3.3. Phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng đối với biến động của những yếu tố khí hậu**

#### **3.3.1. Phản ứng của Du sam đối với những yếu tố khí hậu**

Những phân tích thống kê cho thấy, chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $T_1$  ( $r = -0,381$ ;  $P = 0,029$ ),  $T_2$  ( $r = -0,364$ ;  $P = 0,037$ ),  $T_4$  ( $r = -0,601$ ;  $P = 0,000$ ),  $T_6$  ( $r = -0,495$ ;  $P = 0,003$ ),  $T_7$  ( $r = -0,601$ ;  $P < 0,001$ ),  $T_{10}$  ( $r = -0,459$ ;  $P = 0,007$ ),  $T_{1-4}$  ( $r = -0,506$ ;  $P = 0,003$ ) và  $T_{5-10}$  ( $r = -0,609$ ;  $P < 0,001$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $M_3$  ( $r = 0,438$ ;  $P = 0,011$ ),  $M_4$  ( $r = 0,345$ ;  $P = 0,049$ ),  $M_5$  ( $r = 0,410$ ;  $P = 0,018$ ),  $M_{10}$  ( $r = -0,351$ ;  $P = 0,045$ ),  $M_{12}$  ( $r = -0,383$ ;  $P = 0,028$ ),  $M_{1-4}$  ( $r = 0,433$ ;  $P = 0,012$ ) và  $M_{11-12}$  ( $r = -0,378$ ;  $P = 0,030$ ). Chỉ số Kd chỉ tồn tại mối quan hệ rõ rệt với  $Rh_4$  ( $r = 0,514$ ;  $P = 0,002$ ). Mối quan hệ giữa chỉ số Kd với số giờ nắng chỉ biểu hiện tương đối rõ rệt vào tháng 1 ( $r = -0,330$ ;  $P = 0,061$ ) và tháng 11 ( $r = -0,308$ ;  $P = 0,081$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $P_4$  ( $r = -0,540$ ;  $P = 0,001$ ),  $P_{10}$  ( $r = 0,637$ ;  $P < 0,001$ ),  $P_{12}$  ( $r = 0,409$ ;  $P = 0,018$ ) và  $P_{11-12}$  ( $r = 0,402$ ;  $P = 0,020$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $K_4$  ( $r = 0,375$ ;  $P = 0,032$ ),  $K_{1-4}$  ( $r = 0,338$ ;  $P < 0,035$ ) và  $K_{11-3}$  ( $r = 0,374$ ;  $P = 0,032$ ).

### 3.3.2. Phản ứng của Bạch tùng đối với những yếu tố khí hậu

Kết quả nghiên cứu cho thấy, chỉ số Kd với chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $T_6$  ( $r = -0,468$ ;  $P = 0,000$ ),  $T_7$  ( $r = -0,357$ ;  $P = 0,042$ ),  $T_{10}$  ( $r = -0,412$ ;  $P = 0,017$ ) và  $T_{5-10}$  ( $r = -0,404$ ;  $P = 0,020$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $M_3$  ( $r = 0,364$ ;  $P = 0,037$ ),  $M_6$  ( $r = 0,327$ ;  $P = 0,063$ ),  $M_{11}$  ( $r = -0,685$ ;  $P = 0,000$ ),  $M_{1-4}$  ( $r = 0,381$ ;  $P = 0,029$ ),  $M_{11-12}$  ( $r = -0,617$ ;  $P = 0,001$ ) và  $M_{11-3}$  ( $r = -0,395$ ;  $P = 0,023$ ). Chỉ số Kd chỉ tồn tại tại mối quan hệ rõ rệt với  $Rh_5$  ( $r = -0,371$ ;  $P = 0,034$ ),  $Rh_7$  ( $r = 0,361$ ;  $P = 0,039$ ),  $Rh_{11}$  ( $r = -0,353$ ;  $P = 0,044$ ),  $Rh_{11-12}$  ( $r = -0,422$ ;  $P = 0,014$ ) và  $Rh_{11-3}$  ( $r = -0,373$ ;  $P = 0,032$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $N_1$  ( $r = -0,562$ ;  $P = 0,001$ ),  $N_4$  ( $r = -0,541$ ;  $P = 0,001$ ),  $N_7$  ( $r = -0,325$ ;  $P = 0,065$ ),  $N_9$  ( $r = 0,331$ ;  $P = 0,060$ ),  $N_{11}$  ( $r = 0,441$ ;  $P = 0,010$ ) và  $N_{1-4}$  ( $r = -0,496$ ;  $P = 0,003$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $P_3$  ( $r = -0,387$ ;  $P = 0,026$ ),  $P_4$  ( $r = -0,326$ ;  $P = 0,064$ ),  $P_9$  ( $r = 0,489$ ;  $P = 0,004$ ),  $10$  ( $r = 0,332$ ;  $P = 0,059$ ),  $P_{11}$  ( $r = 0,513$ ;  $P = 0,002$ ),  $P_{1-4}$  ( $r = -0,379$ ;  $P = 0,030$ ) và  $P_{11-12}$  ( $r = 0,416$ ;  $P = 0,016$ ). Chỉ số Kd có mối quan hệ rõ rệt với  $K_3$  ( $r = 0,362$ ;  $P = 0,029$ ),  $K_6$  ( $r = 0,349$ ;  $P = 0,047$ ),  $K_{11}$  ( $r = -0,684$ ;  $P = 0,000$ ),  $K_{1-4}$  ( $r = 0,382$ ;  $P = 0,028$ ),  $K_{11-12}$  ( $r = -0,618$ ;  $P = 0,000$ ),  $K_{11-3}$  ( $r = -0,391$ ;  $P = 0,025$ ).

### 3.3.3. Phản ứng của Đỉnh tùng đối với những yếu tố khí hậu

Những phân tích thống kê cho thấy, chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $T_1$  ( $r = -0,600$ ;  $P < 0,001$ ),  $T_2$  ( $r = -0,410$ ;  $P = 0,018$ ),  $T_3$  ( $r = -0,440$ ;  $P = 0,010$ ),  $T_4$  ( $r = -0,457$ ;  $P = 0,008$ ),  $T_5$  ( $r = -0,503$ ;  $P = 0,003$ ),  $T_{1-4}$  ( $r = -0,631$ ;  $P < 0,001$ ) và  $T_{11-3}$  ( $r = -0,423$ ;  $P < 0,014$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $M_1$  ( $r = -0,436$ ;  $P = 0,011$ ),  $M_3$  ( $r = 0,364$ ;  $P = 0,037$ ) và  $M_8$  ( $r = 0,446$ ;  $P = 0,009$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $Rh_7$  ( $r = 0,315$ ;  $P = 0,074$ ) và  $Rh_{11-12}$  ( $r = 0,376$ ;  $P = 0,031$ ). Chỉ số Kd chỉ biểu hiện mối quan hệ rõ rệt với  $N_1$  ( $r = -0,372$ ;  $P = 0,033$ ),  $N_3$  ( $r = -0,517$ ;  $P = 0,003$ ),  $N_6$  ( $r = -0,413$ ;  $P = 0,017$ ),  $N_{11}$  ( $r = 0,546$ ;  $P = 0,001$ ),  $N_{1-4}$  ( $r = -0,343$ ;  $P = 0,013$ ),  $N_{5-10}$  ( $r = -0,350$ ;  $P = 0,046$ ) và  $N_{11-12}$  ( $r = 0,360$ ;  $P = 0,040$ ). Sự nâng cao lượng nước bốc hơi vào tháng 1 và 2 có ảnh hưởng tốt đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng. Trái lại, sự nâng cao lượng nước bốc hơi vào các tháng 3 – 12 lại dẫn đến những ảnh hưởng xấu đối với tăng trưởng

bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng. Sự gia tăng hệ số thủy nhiệt vào tháng 2, 4, 5, 6, 10, 12, 1 - 4 và 5 - 10 có ảnh hưởng tốt đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng. Trái lại, sự gia tăng hệ số thủy nhiệt vào tháng 1, 3, 7, 8, 9, 11, 11 - 12 và tháng 11 năm trước đến tháng 3 năm sau là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng.

### **3.4. Xác định vai trò của những yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đỉnh tùng**

#### **3.4.1. Vai trò của những yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam**

Kết quả phân tích hồi quy và tương quan đa tuyến tính từng bước cho thấy, giữa chỉ số Kd với 8 yếu tố  $T_1, T_2, T_4, T_6, T_7, T_{10}, T_{1-4}$  và  $T_{5-10}$  tồn tại mối quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 52,0\%$ ). Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam phụ thuộc nhiều nhất vào yếu tố  $T_4$  ( $HSHQ = |-0,2575|$ ); kế đến là  $T_{10}$  ( $HSHQ = |-0,2395|$ ) và  $T_7$  ( $HSHQ = |-0,2282|$ ); thấp nhất là  $T_6$  ( $HSHQ = |-0,0722|$ ). Mặt khác, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam phụ thuộc vào  $T_{5-10}$  ( $HSHQ = |-0,4333|$ ) lớn hơn so với  $T_{1-4}$  ( $HSHQ = |-0,2025|$ ). Nói chung, sự nâng cao nhiệt độ không khí có ảnh hưởng xấu đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam.

Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam tồn tại mối quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 50,5\%$ ) với 7 yếu tố  $M_3, M_4, M_5, M_{10}, M_{12}, M_{1-4}$  và  $M_{11-12}$ . Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam phụ thuộc nhiều nhất vào  $M_5$  ( $HSHQ = |0,4280|$ ); kế đến là  $M_{10}$  ( $HSHQ = |-0,2268|$ ) và  $M_4$  ( $HSHQ = |0,2179|$ ); thấp nhất là  $M_{12}$  ( $HSHQ = |-0,0089|$ ). Nói chung, sự nâng cao lượng mưa từ tháng 3 - 5 có ảnh hưởng tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam. Trái lại, sự nâng cao tổng lượng mưa của tháng 10 - 12 là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam.

Chỉ số Kd cũng tồn tại mối quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 49,3\%$ ) với 3 yếu tố  $P_4, P_{10}, P_{12}$ . Trong mỗi quan hệ này, yếu tố  $P_{10}$  ( $HSHQ = |0,3531|$ ) đóng vai trò lớn hơn so với  $P_4$  ( $HSHQ = |-0,3198|$ ) và  $P_{12}$  ( $HSHQ = |0,2334|$ ). Ngoài ra, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam cũng có quan hệ với  $P_{1-4}$  và  $P_{11-12}$  dưới dạng hàm (9) - (10); trong đó  $P_{11-12}$

(HSHQ = |0,2798|) đóng vai trò lớn hơn so với  $P_{1-4}$  (HSHQ = |0,2332|). Nói chung, sự nâng cao lượng nước bốc hơi vào mùa khô (tháng 1 - 4) là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam. Trái lại, lượng nước bốc hơi nhiều vào cuối mùa mưa (tháng 10 - 12) là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam.

Kết quả phân tích hàm phản hồi đa biến từng bước (Bảng 2) cho thấy, chỉ số Kd của Du sam có quan hệ rất chặt chẽ ( $R^2 = 65,2\%$ ) với 6 yếu tố khí hậu ( $T_4$ ,  $T_{10}$ ,  $M_5$ ,  $M_{10}$ ,  $P_4$  và  $P_{10}$ ) dưới dạng như hàm (1) và (2). Sai lệch của hàm (1) là 3,7%. Trong mỗi quan hệ này, ba yếu tố kiểm soát lớn nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam là  $T_4$  (HSHQ = |-0,3321|),  $M_5$  (HSHQ = |0,2939|) và  $P_{10}$  (HSHQ = |0,2255|).

**Bảng 2.** Phân tích ảnh hưởng tổng hợp của nhiệt độ không khí, lượng mưa và lượng nước bốc hơi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam.

TT	Tham số	Hệ số hồi quy		$R^2$	$\pm Se$	MAP E
		Chưa chuẩn hóa	Chuẩn hóa			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Hằng số	3,3524		66,5	0,051	3,7
2	$T_4$	-1,7823	-0,3321			
3	$T_{10}$	-0,7091	-0,1833			
4	$M_5$	0,0743	0,2939			
5	$M_{10}$	-0,0392	-0,1494			
6	$P_4$	-0,0395	-0,1192			
7	$P_{10}$	0,1424	0,2255			
	Hàm	(1)	(2)			

### 3.4.2. Vai trò của những yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng

Kết quả phân tích hồi quy và tương quan đa tuyến tính từng bước cho thấy, chỉ số Kd của Bạch tùng tồn tại mối quan hệ khá chặt chẽ ( $R^2 = 24,9\%$ ) với 3 yếu tố  $T_6$ ,  $T_7$  và  $T_{10}$ . Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc nhiều nhất vào  $T_6$  (HSHQ =

$|-0,2730|$ ) và  $T_{10}$  ( $HSHQ = |-0,2166|$ ); thấp nhất là  $T_7$  ( $HSHQ = |-0,0902|$ ). Nói chung, sự nâng cao nhiệt độ không khí dẫn đến sự suy giảm đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng.

Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc chặt chẽ ( $R^2 = 51,6\%$ ) vào 5 yếu tố mưa ( $M_3, M_{11}, M_{1-4}, M_{11-12}$  và  $M_{11-3}$ ). Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc lớn nhất vào  $M_{11}$  ( $HSHQ = |-0,6522|$ ); kế đến là  $M_3$  ( $HSHQ = |0,1841|$ ) và  $M_{1-4}$  ( $HSHQ = |0,1786|$ ); thấp nhất là  $M_{11-3}$  ( $HSHQ = |-0,0502|$ ). Nói chung, sự nâng cao lượng mưa từ tháng 11 đến tháng 12 là điều kiện bất lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng. Trái lại, mưa lớn từ tháng 1 – 4 là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng.

Biến động của chỉ số Kd ở Bạch tùng phụ thuộc tương đối chặt chẽ ( $R^2 = 36,0\%$ ) vào 5 yếu tố độ ẩm không khí ( $Rh_5, Rh_7, Rh_{11}, Rh_{11-12}$  và  $Rh_{11-3}$ ). Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc lớn nhất vào biến động của  $Rh_5$  ( $HSHQ = |-0,3085|$ ); kế đến là  $R_{11-3}$  ( $HSHQ = |0,1975|$ ) và  $Rh_{11}$  ( $HSHQ = |-0,1971|$ ); thấp nhất là  $Rh_7$  ( $HSHQ = |0,1152|$ ). Nói chung, sự nâng cao độ ẩm không khí tháng 5, 11, 11 – 12 và tháng 11 năm trước đến tháng 3 năm sau dẫn đến sự suy giảm đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng. Lượng nước bốc hơi nhiều vào tháng 7 là điều kiện thuận lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng.

Giữa chỉ số Kd và 6 yếu tố nắng ( $N_1, N_4, N_7, N_9, N_{11}$  và  $N_{1-4}$ ) cũng tồn tại mỗi quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 48,5\%$ ). Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc lớn nhất vào biến động của  $N_1$  ( $HSHQ = |-0,2898|$ ); kế đến là  $N_4$  ( $HSHQ = |-0,2732|$ ) và  $N_9$  ( $HSHQ = |0,1792|$ ); thấp nhất là  $N_{11}$  ( $HSHQ = |0,1471|$ ). Nói chung, sự nâng cao số giờ nắng vào tháng 1, 4 và 7 đều dẫn đến sự suy giảm đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng. Trái lại, nắng nhiều vào tháng 9 và 11 là điều kiện thuận lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng.

Chỉ số Kd cũng tồn tại mỗi quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 37,2\%$ ) với 5 yếu tố lượng nước bốc hơi ( $P_3, P_4, P_9, P_{10}, P_{11}$ ). Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc lớn nhất vào biến động của  $P_{11}$  ( $HSHQ = |0,3101|$ ); kế đến là  $P_9$  ( $HSHQ = |0,2807|$ ) và  $P_3$  ( $HSHQ = |-0,1398|$ ); thấp nhất là  $P_{10}$  ( $HSHQ = |0,0053|$ ). Mặt khác, chỉ số Kd cũng tồn tại mỗi quan hệ tương đối chặt chẽ ( $R^2 = 21,0\%$ ) với

$P_{1-4}$  và  $P_{11-12}$ ; trong đó yếu tố  $P_{11-12}$  ( $HSHQ = |0,2883|$ ) đóng vai trò lớn hơn so với  $P_{1-4}$  ( $HSHQ = |-0,2325|$ ). Nói chung, sự nâng cao lượng nước bốc hơi vào cuối mùa mưa (tháng 11 – 12) là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng. Trái lại, lượng nước bốc hơi nhiều từ tháng 1 – 4 là yếu tố bất lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng.

Nói chung, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc rất lớn vào biến động của 7 yếu tố:  $T_6$ ,  $M_{11}$ ,  $Rh_5$ ,  $N_1$ ,  $N_4$ ,  $P_9$  và  $P_{11}$ . Bảng phân tích hàm phản hồi đa biến từng bước (Bảng 3) cho thấy, biến động của chỉ số Kd ở Bạch tùng có quan hệ rất chặt chẽ ( $R^2 = 65,1\%$ ) với 7 yếu tố khí hậu này dưới dạng như hàm (3) và (4). Sai lệch của hàm (3) là 4,2%. Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc lớn nhất vào biến động của  $M_{11}$  ( $HSHQ = |-0,3363|$ ); kế đến là  $N_4$  ( $HSHQ = |-0,2659|$ ) và  $N_1$  ( $HSHQ = |-0,2318|$ ); thấp nhất là  $P_{11}$  ( $HSHQ = |-0,1213|$ ). Điều đó chứng tỏ ba yếu tố kiểm soát lớn nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng là lượng mưa tháng 11, số giờ nắng tháng 1 và tháng 4.

**Bảng 3.** Phân tích ảnh hưởng tổng hợp của nhiệt độ không khí, lượng mưa, độ ẩm không khí, số giờ nắng và lượng nước bốc hơi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng.

TT	Tham số	Hệ số hồi quy		$R^2$	$\pm Se$	MAP E
		Chưa chuẩn hóa	Chuẩn hóa			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Hằng số	2,5995		65,1	0,058	4,2
2	$T_6$	-0,7321	-0,1298			
3	$M_{11}$	-0,0402	-0,3363			
4	$Rh_5$	-0,4321	-0,1317			
5	$N_1$	-0,2111	-0,2318			
6	$N_4$	-0,2480	-0,2659			
7	$P_9$	0,1369	0,2027			
8	$P_{11}$	-0,0737	-0,1213			
	Hàm	(3)	(4)			



### 3.4.3. Vai trò của những yếu tố khí hậu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng

Kết quả phân tích hồi quy và tương quan đa tuyến tính từng bước cho thấy, chỉ số Kd của Đỉnh tùng tồn tại mối quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 40,6\%$ ) với 4 yếu tố nhiệt độ không khí ( $T_1, T_2, T_4, T_5$ ). Mặt khác, giữa chỉ số Kd với 2 yếu tố  $T_{1-4}$  và  $T_{11-3}$  cũng tồn tại mối quan hệ khá chặt chẽ ( $R^2 = 35,8\%$ ). Trong mỗi quan hệ này, yếu tố  $T_1$  ( $\text{HSHQ} = |-0,3601|$ ) ảnh hưởng đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng lớn hơn so với  $T_2$  ( $\text{HSHQ} = |-0,0918|$ ),  $T_4$  ( $\text{HSHQ} = |-0,1492|$ ) và  $T_5$  ( $\text{HSHQ} = |-0,1735|$ ). Mặt khác, yếu tố  $T_{1-4}$  ( $\text{HSHQ} = |-0,5665|$ ) đóng vai trò lớn hơn so với  $T_{11-3}$  ( $\text{HSHQ} = |-0,0107|$ ). Từ những phân tích trên đây cho thấy, sự gia tăng nhiệt độ không khí vào mùa khô từ tháng 1 – 4 là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng.

Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng có quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 47,6\%$ ) với 4 yếu tố mưa ( $M_1, M_3, M_6$  và  $M_8$ ). Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng phụ thuộc lớn nhất vào  $M_1$  ( $\text{HSHQ} = |-0,4412|$ ); kế đến là  $M_8$  ( $\text{HSHQ} = |0,3237|$ ) và  $M_3$  ( $\text{HSHQ} = |0,2888|$ ); thấp nhất là  $M_6$  ( $\text{HSHQ} = |0,1110|$ ). Nói chung, sự nâng cao lượng mưa vào tháng 1 dẫn đến sự suy giảm tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng. Trái lại, mưa lớn vào tháng 3, 6 và 8 có ảnh hưởng tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng.

Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng có mối quan hệ chặt chẽ ( $R^2 = 46,8\%$ ) với 4 yếu tố nắng ( $N_1, N_3, N_6, N_{11}$ ). Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng phụ thuộc lớn nhất vào  $N_3$  ( $\text{HSHQ} = |-0,3585|$ ); kế đến là  $N_{11}$  ( $\text{HSHQ} = |0,2943|$ ) và  $N_6$  ( $\text{HSHQ} = |-0,2201|$ ); thấp nhất là  $N_1$  ( $\text{HSHQ} = |0,0857|$ ). Mặt khác, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng cũng tồn tại mối quan hệ khá chặt chẽ ( $R^2 = 30,2\%$ ) với  $N_{1-4}, N_{5-10}, N_{11-12}$ ; trong đó yếu tố  $N_{1-4}$  ( $\text{HSHQ} = |-0,3137|$ ) đóng vai trò lớn hơn so với  $N_{5-10}$  ( $\text{HSHQ} = |-0,2751|$ ) và  $N_{11-12}$  ( $\text{HSHQ} = |0,1939|$ ). Từ những phân tích trên đây cho thấy, sự gia tăng số giờ nắng vào mùa khô từ tháng 1 - 4 và mùa mưa từ tháng 5 – 10 là điều kiện bất lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng. Trái lại, nắng nhiều vào tháng 11 và 12 là yếu tố thuận lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng.

Từ những phân tích trên đây cho thấy, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng bị kiểm soát chặt chẽ bởi 6 yếu tố khí hậu:  $T_1, T_{1-4},$

$M_1$ ,  $M_8$ ,  $N_3$  và  $N_{11}$ . Bảng phân tích hồi quy và tương quan đa biến từng bước (Bảng 4) cho thấy, biến động của chỉ số Kd có quan hệ rất chặt chẽ ( $R^2 = 63,7\%$ ) với 6 yếu tố khí hậu này dưới dạng như hàm (5) và (6). Sai lệch của hàm (5) là 4,6%. Trong mỗi quan hệ này, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng phụ thuộc lớn nhất vào biến động của  $M_1$  (HSHQ = |-0,2890|); kế đến là  $T_{1-4}$  (HSHQ = |-0,2698|) và  $N_{11}$  (HSHQ = |0,2400|); thấp nhất là  $M_8$  (HSHQ = |0,1059|). Nói chung, ba yếu tố kiểm soát lớn nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng là  $M_1$ ,  $T_{1-4}$  và  $N_{11}$ . Sự nâng cao lượng mưa tháng 1 và nhiệt độ không khí tháng 1 - 4 dẫn đến những ảnh hưởng xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng. Trái lại, mưa nhiều vào tháng 8 và nắng nhiều vào tháng 11 là yếu tố thuận lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng.

**Bảng 4.** Phân tích ảnh hưởng tổng hợp của nhiệt độ không khí, lượng mưa và số giờ nắng đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đỉnh tùng.

TT	Tham số	Hệ số hồi quy		$R^2$	$\pm Se$	MAPE
		Chưa chuẩn hóa	Chuẩn hóa			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	Hằng số	3,1575		63,7	0,066	4,6
2	$T_1$	-0,4903	-0,1230			
3	$T_{1-4}$	-1,5660	-0,2698			
4	$M_1$	-0,0246	-0,2890			
5	$M_8$	0,0316	0,1059			
6	$N_3$	-0,2206	-0,1931			
7	$N_{11}$	0,1150	0,2400			
Hàm		(5)	(6)			

### 3.5. Ảnh hưởng của độ cao địa hình đến mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đỉnh tùng với những yếu tố khí hậu

Ở độ cao 1.200 m so với mặt nước biển, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam phụ thuộc chặt chẽ vào biến động của 5 yếu tố:  $T_4$ ,  $T_7$ ,  $T_{11-12}$ ,  $M_4$  và  $M_5$ . Ở độ cao 1.400 m so với mặt nước biển, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam phụ thuộc chặt chẽ vào biến động của 6 yếu tố:

$T_1$ ,  $T_6$  và  $T_{10}$ ,  $M_1$ ,  $M_9$  và  $M_{11-12}$ . Đối với toàn bộ khu vực nghiên cứu, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam phụ thuộc nhiều nhất vào 6 yếu tố:  $T_4$ ,  $T_7$ ,  $T_{5-10}$ ,  $M_4$ ,  $M_5$  và  $M_{10}$ . Như vậy, độ cao địa hình đã chi phối đến mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam với nhiệt độ không khí và lượng mưa. Phản ứng của Du sam với nhiệt độ không khí ở độ cao 1.400 m so với mặt nước biển biểu hiện rõ rệt hơn so với độ cao 1.200 m.

Đối với Bạch tùng, khi sống ở độ cao 1.400 m so với mặt nước biển, tăng trưởng bề rộng vòng năm bị kiểm soát chặt chẽ bởi 6 yếu tố:  $T_9$ ,  $T_{10}$ ,  $M_6$ ,  $M_{11}$ ,  $M_{11-12}$  và  $M_{111-3}$ . Trái lại, ở độ cao 1.600 m so với mặt nước biển, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng bị kiểm soát bởi 5 yếu tố:  $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T_{5-10}$ ,  $M_3$  và  $M_{10}$ . Đối với toàn bộ khu vực nghiên cứu, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng phụ thuộc nhiều nhất vào 5 yếu tố:  $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T_{10}$ ,  $M_3$  và  $M_{11}$ . Như vậy, độ cao địa hình đã chi phối đến mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng với nhiệt độ không khí và lượng mưa. Phản ứng của Bạch tùng với nhiệt độ không khí ở độ cao 1.600 m so với mặt nước biển biểu hiện rõ rệt hơn so với độ cao 1.400 m.

Đối với Đinh tùng, khi mọc ở độ cao 1.400 m so với mặt nước biển, tăng trưởng bề rộng vòng năm bị kiểm soát chặt chẽ bởi 4 yếu tố:  $T_{11}$ ,  $T_{11-3}$ ,  $M_3$  và  $M_{10}$ . Trái lại, khi sống ở độ cao 1.600 m so với mặt nước biển, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng bị kiểm soát chặt chẽ bởi 5 yếu tố:  $T_2$ ,  $T_5$ ,  $T_{1-4}$ ,  $M_1$  và  $M_8$ . Đối với toàn bộ khu vực nghiên cứu, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng phụ thuộc lớn nhất vào 5 yếu tố:  $T_1$  và  $T_{1-4}$ ,  $M_1$ ,  $M_3$  và  $M_8$ .

Nói chung, độ cao địa hình đã chi phối đến mối quan hệ giữa tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với nhiệt độ không khí và lượng mưa. Nhiệt độ không khí gia tăng đều làm giảm tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này. Nói cách khác, ba loài cây gỗ này đòi hỏi chế độ nhiệt thấp. Vì lý do này, nên chúng chỉ phân bố trên những vùng núi cao. Ngoài ra, lượng mưa vào cuối mùa khô đến đầu mùa mưa và cuối mùa mưa cũng ảnh hưởng lớn đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này. Sự khác biệt về phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng mọc trên những độ cao địa hình khác nhau với biến động của các yếu tố khí hậu được giải thích là do tính nhạy cảm của chúng với sự thiếu hụt nước cục bộ.

### 3.6. Phản ứng của Du sam trong quần xã thực vật và trên đất trồng với biến động của những yếu tố khí hậu

Kết quả nghiên cứu cho thấy, phản ứng của Du sam với nhiệt độ không khí và lượng mưa thay đổi tùy theo môi trường sống. Khi mọc trong QXTV, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam bị kiểm soát chặt chẽ bởi 4 yếu tố:  $T_4$ ,  $T_{10}$ ,  $M_5$  và  $M_{10}$ . Trái lại, khi mọc trên đất trồng, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam bị kiểm soát chặt chẽ bởi 4 yếu tố:  $T_5$ ,  $T_{12}$ ,  $M_3$  và  $M_8$ . Sự khác biệt về phản ứng của Du sam trong QXTV và trên đất trồng với biến động của các yếu tố khí hậu được giải thích là do tính nhạy cảm của loài cây gỗ này đối với sự thay đổi điều kiện ánh sáng.

### 3.7. Dự đoán tăng trưởng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng dựa theo những yếu tố khí hậu

Những phân tích hồi quy và tương quan cho thấy, hàm dự đoán chỉ số Kd đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng dựa theo ba yếu tố khí hậu có dạng tương ứng như hàm (7) – (9).

$$Kd_{DS} = 2,56065 - 1,89668 * T_4 + 0,0679015 * M_5 + 0,267313 * P_{10} \quad (7)$$

$R^2 = 59,2\%$ ;  $\pm Se = 0,053$ ;  $MAE = 0,041$ ;  $MAPE = 4,2\%$ .

$$Kd_{BT} = 1,50133 - 0,225009 * N_1 - 0,223064 * N_4 - 0,0526812 * M_{11} \quad (8)$$

$R^2 = 57,0\%$ ;  $\pm Se = 0,061$ ;  $MAE = 0,043$ ;  $MAPE = 4,5\%$ .

$$Kd_{DT} = 3,21597 - 2,33996 * T_{1-4} - 0,0250939 * M_1 + 0,152877 * N_{11} \quad (9)$$

$R^2 = 55,4\%$ ;  $\pm Se = 0,069$ ;  $MAE = 0,049$ ;  $MAPE = 5,0\%$ .

Điều kiện thời tiết thuận lợi và không thuận lợi đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của ba loài cây gỗ này được phân chia thành 3 cấp: tốt, bình thường và xấu. Ba cấp điều kiện thời tiết này tương ứng với ba cấp sinh trưởng tốt ( $Kd > 1,05$ ), trung bình ( $Kd = 0,95 - 1,05$ ) và kém ( $Kd < 0,95$ ). Theo đó, những năm có  $T_4 < 18,5^{\circ}C$ ,  $M_5 > 325$  mm và  $P_{10} > 70$  mm là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam. Trái lại, những năm có  $T_4 > 19,5^{\circ}C$ ,  $M_5 < 125$  mm và  $P_{10} < 40$  mm là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam. Điều kiện tốt cho tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng là  $N_1 < 200$  giờ,  $N_4 < 170$  giờ và  $M_{11} < 15$  mm. Trái lại, những năm có  $N_1 > 270$  giờ,  $N_4 > 230$  giờ và  $M_{11} > 180$  mm là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề

rộng vòng năm của Bạch tùng. Điều kiện tốt cho tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng là  $M_1 < 2$  mm,  $T_{1-4} < 17^{\circ}\text{C}$  và  $N_{11} > 220$  giờ. Trái lại, những năm có  $M_1 > 20$  mm,  $T_{1-4} > 18^{\circ}\text{C}$  và  $N_{11} < 125$  giờ là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng.

Để dễ dàng cho việc đánh giá điều kiện thời tiết thuận lợi hay khó khăn đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng, ba biến khí hậu đã được chuyển thành các chỉ số khí hậu tổng hợp (X). Điểm số của các chỉ số X là tích số của ba biến khí hậu. Theo đó, điểm số của chỉ số X đối với Du sam được tính theo công thức:  $X_{DS} = (T_4 * M_5 * P_{10}) / 10^3$ . Điểm số của chỉ số X đối với Bạch tùng được tính theo công thức:  $X_{BT} = (N_1 * N_4 * M_{11}) / 10^6$ . Điểm số của chỉ số X đối với Đinh tùng được tính theo công thức:  $X_{DT} = (T_{1-4} * M_1 * N_{11}) / 10^3$ . Những phân tích thống kê cho thấy, hàm dự đoán chỉ số Kd = f(X) đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng tương ứng có dạng như hàm (10) - (12).

$$Kd_{DS} = (0,693802 + 0,0579755 * \ln(X_{DS}))^2 \quad (10)$$

$$r^2 = 99,8\%; \pm Se = 0,001; P < 0,001.$$

$$Kd_{BT} = \exp(0,111185 - 0,0541944 * \sqrt{X_{BT}}) \quad (11)$$

$$r^2 = 98,7\%; \pm Se = 0,010; P < 0,001.$$

$$Kd_{DT} = 1 / (0,916023 + 0,00368734 * X_{DT}) \quad (12)$$

$$r^2 = 88,5\%; \pm Se = 0,037; P < 0,001.$$

Chỉ số Kd của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng được dự đoán bằng cách thay thế điểm số của ba chỉ số khí hậu vào ba hàm (11) – (12). Kết quả phân tích thống kê cho thấy, Du sam sinh trưởng tốt, trung bình và xấu tương ứng với ba cấp điểm số của chỉ số khí hậu là  $X_{DS} > 300$ ,  $125 - 300$  và  $< 125$ . Bạch tùng sinh trưởng tốt, trung bình và xấu tương ứng với ba cấp điểm số của chỉ số khí hậu là  $X_{BT} < 2$ ,  $2 - 8$  và  $> 8$ . Đinh tùng sinh trưởng tốt, trung bình và xấu tương ứng với ba cấp điểm số của chỉ số khí hậu là  $X_{DT} < 10$ ,  $10 - 40$  và  $> 40$ .

## KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 1. Kết luận

Khu vực Đà Lạt có tổng nhiệt độ không khí cả năm là  $6.561^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ không khí trung bình năm là  $18^{\circ}\text{C}$ . Lượng mưa trung bình năm là 1.800 mm. Độ ẩm không khí trung bình tháng là 84%. Số giờ nắng trung bình tháng là 181 giờ. Hệ số thủy nhiệt trung bình năm là 2,68. Theo phân cấp chế độ khô ẩm của Thái văn Trưng (1999), chế độ khô ẩm ở khu vực Đà Lạt thuộc cấp II (Hơi ẩm).

Bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng có biên động rất lớn theo tuổi. Chỉ số tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng có biên động nhỏ hơn so với bề rộng vòng năm. Biên động của chỉ số tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng là tương tự như nhau. Những tín hiệu khí hậu biểu hiện rõ rệt trong các lớp vòng năm của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng.

Ba yếu tố khí hậu kiểm soát mạnh nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam là nhiệt độ không khí vào tháng 4, lượng mưa vào tháng 5 và lượng nước bốc hơi vào tháng 10. Sự nâng cao nhiệt độ không khí vào tháng 4 có ảnh hưởng xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam. Trái lại, sự nâng cao lượng mưa vào tháng 5 và lượng nước bốc hơi vào tháng 10 là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam.

Ba yếu tố khí hậu kiểm soát mạnh nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng là lượng mưa vào tháng 11, số giờ nắng vào tháng 1 và tháng 4. Sự nâng cao của ba yếu tố này đều dẫn đến ảnh hưởng xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng.

Ba yếu tố khí hậu kiểm soát mạnh nhất đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng là lượng mưa vào tháng 1, nhiệt độ không khí trung bình vào tháng 1 – 4 và số giờ nắng vào tháng 11. Sự nâng cao lượng mưa vào tháng 1 và nhiệt độ không khí trung bình vào tháng 1 – 4 là điều kiện xấu đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng. Trái lại, nắng nhiều vào tháng 11 là điều kiện tốt đối với tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng.

Độ cao địa hình có ảnh hưởng đến phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng với khí hậu. Khi sống ở độ cao 1.400 - 1.600 m so với

mặt nước biển, cả ba loài cây gỗ này phản ứng với sự thay đổi của các yếu tố khí hậu rõ rệt hơn so với độ cao dưới 1.400 m.

Phản ứng tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam với sự thay đổi của các yếu tố khí hậu cũng phụ thuộc vào điều kiện môi trường khác. Trong điều kiện QXTV, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam bị kiểm soát chặt chẽ bởi nhiệt độ không khí vào tháng 4, 10, lượng mưa vào tháng 5 và 10. Trái lại, khi sống trên đất trồng, tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam bị kiểm soát chặt chẽ bởi nhiệt độ không khí vào tháng 5 và tháng 12, lượng mưa vào tháng 3 và 8.

Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Du sam có thể được dự đoán theo biến động của nhiệt độ không khí vào tháng 4, lượng mưa vào tháng 5 và lượng nước bốc hơi vào tháng 10. Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Bạch tùng có thể được dự đoán theo lượng mưa vào tháng 11, số giờ nắng vào tháng 1 và 4. Tăng trưởng bề rộng vòng năm của Đinh tùng có thể được dự đoán theo lượng mưa vào tháng 1, nhiệt độ không khí trung bình vào tháng 1 – 4 và số giờ nắng vào tháng 11. Các điều kiện thời tiết thuận lợi và khó khăn đối với tăng trưởng của ba loài cây gỗ này có thể được dự đoán theo điểm số của các chỉ số khí hậu tổng hợp.

## 2. Đề nghị

Tác giả kiến nghị các cơ quan nghiên cứu và những ai quan tâm đến đặc tính sinh thái của Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng cần tiếp tục nghiên cứu những vấn đề dưới đây.

(1) Xây dựng những chuỗi niên đại vòng năm chuẩn hóa đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh tùng không chỉ trên phạm vi tỉnh Lâm Đồng, mà còn cả những khu vực khác trong cả nước.

(2) Xác định thời kỳ bắt đầu và kết thúc quá trình sinh trưởng (mùa sinh trưởng) trong năm và tình trạng vật hậu đối với Du sam, Bạch tùng và Đinh.

(3) Phân tích phản ứng của Du sam, Bạch tùng và Đinh đối với biến động của các yếu tố môi trường khác (địa hình, đất, QXTV, hoạt động lâm sinh...).

## NHỮNG CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ VỀ LUẬN ÁN

1. Nguyễn Văn Nhân, 2017. Ảnh hưởng của khí hậu đến tăng trưởng đường kính của Bạch tùng (*Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub) ở khu vực Đà Lạt và Đức Trọng thuộc tỉnh Lâm Đồng. *Tạp chí Khoa học lâm nghiệp*; số 1-2017, trang 51 – 59.
2. Nguyễn Văn Nhân, 2017. Ảnh hưởng của những nhân tố khí hậu đến tăng trưởng đường kính của Đinh tùng (*Cephalotaxus mannii* Hook. f.) ở khu vực Đà Lạt và Đức Trọng thuộc tỉnh Lâm Đồng. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*; Số 7/2017, trang 127 – 133.
3. Nguyễn Văn Nhân và Nguyễn Văn Thêm, 2017. Phản ứng tăng trưởng đường kính của Du sam (*Keteleeria evelyniana* Masters) đối với sự thay đổi của những nhân tố khí hậu ở khu vực Đà Lạt và Đức Trọng thuộc tỉnh Lâm Đồng. *Tạp chí KHKT Nông lâm nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh*; Số 4/2017, trang 74 – 80.