

# SINH KHỐI TRÊN MẶT ĐẤT ĐỐI VỚI RỪNG TRỒNG KEO LAI (*Acacia auriculiformis*\**Acacia mangium*) TẠI TỈNH ĐỒNG NAI

Trần Thị Ngoan<sup>1</sup>, Nguyễn Tấn Chung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp

<sup>2</sup>Trường Đại học Nông Lâm Tp. HCM

## TÓM TẮT

Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu về sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai. Mục tiêu nghiên cứu là phân tích tăng trưởng sinh khối của rừng trồng Keo lai để làm cơ sở khoa học cho quản lý rừng và những phương thức lâm sinh. Các hàm sinh khối ở mức cây bình quân được xây dựng từ 162 cây mẫu. Sinh khối ở mức quần thụ được xác định bằng cách kết hợp hàm mật độ và hàm sinh khối ở mức cây bình quân. Mật độ của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi được xác định từ 81 ô mẫu với kích thước 1.000 m<sup>2</sup>. Trong phần xử lý số liệu, các hàm sinh khối thích hợp ở mức cây bình quân và quần thụ đã được kiểm định bằng 5 hàm khác nhau (Korf, lũy thừa, Korsun - Strand, Drakin - Vuevski, Gompertz). Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai tại cấp tuổi 4, 6, 8 và 10 tương ứng là 55,3; 122,7; 190,1 và 241,7 tấn/ha. Năng suất bình quân đối với tổng sinh khối trên mặt đất của rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai tại cấp tuổi 4, 6, 8 và 10 tương ứng là 13,8; 20,4, 23,8 và 24,2 tấn/ha/năm. Cấp tuổi 6 là thời kỳ tổng sinh khối trên mặt đất của rừng trồng Keo lai chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm.

**Từ khóa:** Cây bình quân, hàm sinh khối, năng suất sinh khối, sinh khối.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biến đổi khí hậu không chỉ ảnh hưởng đến sức khỏe và hoạt động sống của con người, mà còn đến chức năng của các hệ sinh thái rừng (IPCC, 2000). Rừng đóng vai trò quan trọng trong chu trình carbon toàn cầu và giữ cân bằng nồng độ CO<sub>2</sub> của trái đất (Chaiyo và cộng sự, 2011). Nghiên cứu sinh khối và dự trữ carbon của rừng có ý nghĩa đối với việc lập kế hoạch khai thác rừng, quản lý rừng và sử dụng năng lượng trong sinh khối của rừng (Brown, 2002; Zianis và cộng sự, 2005). Theo FAO (2009), những thay đổi theo thời gian của sinh khối là một thước đo khả năng hấp thụ và phát thải carbon giữa các hệ sinh thái rừng. Sinh khối và dự trữ carbon của rừng thay đổi theo tuổi và cấp đất (Nguyễn Văn Thêm, 2002). Ước lượng chính xác sinh khối của rừng có ý nghĩa quan trọng trong đánh giá chu trình carbon toàn cầu (Chavé và cộng sự, 2005).

Sinh khối của các kiểu rừng khác nhau đã được thực hiện theo chương trình “Sinh học quốc tế (IBP)” từ những năm 1970 (Brown, 1997). Trong những năm gần đây, các nghiên cứu về sinh khối ở rừng nhiệt đới cũng đã được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm (Kato và cộng sự, 1978; Kawahara và cộng sự, 1981; Brown, 1997). Ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu về sinh khối của rừng trồng Keo lai (Võ Đại Hải,

2008; Nguyễn Viết Khoa, 2010; Ngô Đình Quê và cộng sự, 2006; Viên Ngọc Nam và Phan Hồng Nhật, 2009; Viện KHLN Việt Nam, 2008; Nguyễn Viết Xuân và cộng sự, 2012) phân tích sinh khối của rừng trồng Keo lai ở khu vực Bắc Bộ và Thành phố Hồ Chí Minh. Điều đó đã gây ra những khó khăn cho việc quản lý rừng, xây dựng những phương thức nuôi rừng và tính toán chi trả dịch vụ môi trường rừng khu vực Đông Nam Bộ. Kết quả của nghiên cứu này sẽ cung cấp những thông tin để phân tích đặc tính sinh thái của rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai và góp phần xây dựng kế hoạch quản lý rừng và tính toán chi trả dịch vụ môi trường rừng.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vị trí nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện tại tỉnh Đồng Nai. Số liệu được thu thập tại 4 khu vực trồng Keo lai tập trung: Vĩnh Cửu, Long Thành, Xuân Lộc và Định Quán. Tọa độ địa lý: 10<sup>0</sup> 30' 03" - 11<sup>0</sup> 34' 57" vĩ độ Bắc, 106<sup>0</sup> 45' 30" - 107<sup>0</sup> 35' 00" kinh độ Đông. Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo. Hàng năm khí hậu phân chia thành 2 mùa mưa và khô rõ rệt. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, còn mùa khô từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau. Nhiệt độ không khí trung bình 22,0<sup>0</sup>C. Lượng mưa trung

bình năm là 2.100 mm. Độ ẩm không khí trung bình 80%. Địa hình đồi thấp với độ cao từ 50 - 350 m so với mặt biển. Đất bao gồm 3 nhóm chính: đất hình thành trên đá bazan, đất hình thành trên đá phiến sét và đất hình thành trên phù sa cổ. Đối tượng nghiên cứu là rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi trên ba cấp chỉ số lập địa ( $SI_1 = 24$  m;  $SI_2 = 20$  m và  $SI_3 = 16$  m) được xác định theo “Biểu chỉ số lập địa” của Trần Thị Ngoan và Lê Bá Toàn (2017).

## 2.2. Phương pháp thu thập số liệu

Mật độ của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi trên ba cấp chỉ số lập địa được thu thập từ 81 ô tiêu chuẩn; trong đó mỗi tuổi tương ứng với một cấp chỉ số SI là 3 ô tiêu chuẩn. Kích thước ô tiêu chuẩn là  $1.000\text{ m}^2$ . Trong 3 ô tiêu chuẩn đối với mỗi tuổi, chọn 1 ô tiêu chuẩn để đo đạc đường kính thân ngang ngực ( $D$ , cm), chiều cao toàn thân ( $H$ , m) và sinh khối cây bình quân ( $B$ , kg). Chu vi thân ngang ngực của từng cây được đo bằng thước dây với độ chính xác 0,1 cm; sau đó quy đổi thành  $D$  (cm). Chỉ tiêu  $H$  được đo đạc bằng thước Blume-Leise với độ chính xác 0,5 m. Sinh khối trên mặt đất ở mức cây bình quân được thu thập bao gồm sinh khối thân ( $B_T$ , kg), sinh khối cành ( $B_C$ , kg) và sinh khối lá ( $B_L$ , kg). Cây bình quân là cây có đường kính tương ứng với cây có tiết diện ngang bình quân. Tổng số cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ 2 đến 10 tuổi trên 3 cấp chỉ số SI đã được thu thập sinh khối là 162 cây; trong đó mỗi cấp chỉ số SI là 54 cây, mỗi tuổi là 6 cây. Những thành phần sinh khối tươi của những cây mẫu được cân đo trực tiếp tại rừng. Để đo đạc sinh khối của những cây mẫu, trước hết chặt hạ những cây mẫu ở vị trí cách mặt đất 5 - 10 cm tùy theo  $D$  (m). Kế đến phân chia riêng rẽ những phần trên mặt đất của cây mẫu thành ba thành phần: thân, cành và lá. Đối với phần thân cây ngã, đo đạc chính xác  $D$  và  $H$  bằng thước dây với độ chính xác 0,1 cm. Tiếp đến, phân chia thân, cành và lá thành những bộ phận và cân đo riêng rẽ từng bộ phận với độ chính xác 0,1 kg. Sau đó cộng dồn trọng lượng của các bộ phận thân cả vỏ để nhận được sinh khối thân tươi ( $B_{Tt}$ , kg). Sinh khối cành cả vỏ tươi ( $B_{Ct}$ ) và sinh khối lá tươi ( $B_{Lt}$ ) được cộng dồn để nhận được tổng sinh khối

cành và lá tươi ( $B_{CLt}$ ). Để xác định sinh khối khô tuyệt đối của những thành phần, sinh khối thân tươi được thu thập từ 3 thớt ở các vị trí 1/3 đoạn gốc, 1/3 đoạn giữa và 1/3 đoạn ngọn; trong đó mỗi thớt có bề dày 5 cm. Các mẫu cành và lá được thu thập 0,5 kg ở phần giữa tán cây. Để xác định sinh khối khô ( $B_k$ , kg), các mẫu sinh khối lá, cành và thân tươi được sấy ở phòng thí nghiệm tương ứng với nhiệt độ từ  $70^{\circ}\text{C}$  và  $105^{\circ}\text{C}$  cho đến khi trọng lượng không đổi. Sau đó xác định tỷ lệ  $B_k/B_t$  để chuyển đổi sinh khối tươi thành sinh khối khô. Trong phần xử lý số liệu, sinh khối của các thành phần ở mức cây bình quân trên ba cấp chỉ số SI được gộp chung để xây dựng các hàm sinh khối bình quân chung đối với rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai. Những hàm ước lượng sinh khối ( $B_i =$  tổng số, thân, cành lá) của cây bình quân dựa theo biến dự đoán tuổi cây hoặc quần thụ ( $A$ , năm) được kiểm định theo 4 hàm số:

Hàm Korf:

$$B_i = m \cdot \exp(-b \cdot A^{-c}) \quad (1)$$

Hàm Korsun - Strand:

$$B_i = A^2 / (a + b \cdot A + c \cdot A^2) \quad (2)$$

Hàm lũy thừa:

$$B_i = a \cdot A^b \quad (3)$$

Drakin - Vujevski:

$$B_i = m \cdot (1 - \exp(-b \cdot A))^c \quad (4)$$

Các hệ số ( $m$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) và những thống kê sai lệch của 4 hàm (từ 1 đến 4) được xác định theo phương pháp hồi quy và tương quan phi tuyến tính của Marquardt. Độ tin cậy của các hàm được phân tích thông qua hệ số xác định ( $R^2$ ), sai lệch chuẩn ( $S$ ), sai số tương đối trung bình (MAE), sai số tương đối trung bình theo phần trăm (MAPE) và tổng sai lệch bình phương (SSR). Mục đích xây dựng hàm sinh khối là xác định những hàm sinh khối thích hợp để ước lượng sinh khối cây bình quân với sai lệch nhỏ nhất. Vì thế, hàm sinh khối thích hợp được chọn theo tiêu chuẩn  $SSR_{Min}$ .

Sinh khối của các thành phần trên mặt đất ở mức quần thụ tại tuổi  $A$  năm ( $B_{iA}$ ) được xác định theo công thức:

$$B_{iA} = N_A \cdot B'_{iA} \text{ (tấn/ha)} \quad (5)$$

Trong đó:  $N_A$  là mật độ quần thụ tại tuổi  $A$  năm,  $B'_{iA}$  là sinh khối của các thành phần

(tổng số =  $B_{T_0}$ ,  $B_T$ ,  $B_{CL}$ ) ở mức cây bình quân tại tuổi A năm. Sự biến đổi mật độ của rừng trồng Keo lai theo A được mô tả bằng hàm  $N_A$ :

$$N_A = m \cdot \exp(-b \cdot A) + k \quad (6)$$

Trong đó: A là tuổi quần thụ; m, b và k là các hệ số.

Quá trình biến đổi sinh khối đối với rừng trồng Keo lai theo tuổi được xác định bằng hàm ước lượng  $B_i = f(A)$  được xây dựng theo hàm Korf (1) và hàm Gompertz:

$$B_i = m \cdot \exp(-b \cdot \exp(-c \cdot A)) \quad (7)$$

Các hệ số và thống kê sai lệch của 2 hàm này được xác định theo phương pháp hồi quy và tương quan phi tuyến tính của Marquardt. Sai lệch của các hàm này được đánh giá thông qua  $r^2$ , Se, MAE, MAPE và SSR. Hàm  $B_i$  thích hợp được chọn theo tiêu chuẩn  $SSR_{Min}$ .

Sau đó khảo sát các hàm khối ở mức quần thụ để xác định sinh khối của các thành phần ( $B_i$ , tấn/ha), lượng tăng trưởng thường xuyên hàng năm ( $ZB_i$ , tấn/ha/năm), lượng tăng trưởng bình quân năm ( $\Delta B_i$ , tấn/ha/năm) và suất tăng trưởng sinh khối ( $PB_i\%$ ) tương ứng với những tuổi khác nhau. Từ những đại lượng  $ZB_{iMax}$  và  $\Delta B_{iMax}$ , xác định những thời điểm mà  $B_i$  chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Hàm sinh khối đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai

Những thành phần sinh khối ở mức cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai được tổng hợp ở bảng 1, 2 và 3.

**Bảng 1. Tổng sinh khối cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai**

*Đơn vị tính: kg/cây*

Tuổi cây A (năm)	N (cây)	$B_{T_0}$	Bmin	Bmax	$\pm S$	CV (%)
2	18	5,2	3,8	6,3	0,7	13,5
3	18	16,7	14,2	18,9	1,4	8,4
4	18	30,9	21,4	37,6	5,6	18,1
5	18	48,4	32,6	58,5	9,4	19,4
6	18	72,5	49,2	95,9	17,1	23,6
7	18	96,5	61,5	130,4	23,3	24,1
8	18	123,2	74,0	169,9	33,2	26,9
9	18	159,4	86,6	231,1	51,4	32,2
10	18	175,2	100,2	263,7	58,2	33,2

Từ số liệu ở bảng 1 cho thấy, tổng sinh khối cây bình quân  $B_{T_0}$  gia tăng dần từ cấp tuổi 2 (5,2 kg/cây) đến cấp tuổi 6 (72,5 kg/cây) và cấp tuổi 10 (175,2 kg/cây). Biên độ dao động của  $B_{T_0}$  từ 2,5 kg/cây ở cấp tuổi 2 đến 163,5 kg/cây ở cấp tuổi 10. Hệ số biến động của  $B_{T_0}$

(CV%) tăng dần từ cấp tuổi 2 (13,5%) đến cấp tuổi 6 (23,6%) và cấp tuổi 10 (33,2%).

Tương tự như trên, sinh khối thân ở mức cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai được ghi lại ở bảng 2.

**Bảng 2. Sinh khối thân cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai**

*Đơn vị tính: kg/cây*

Tuổi cây A (năm)	N (cây)	$B_T$	Bmin	Bmax	$\pm S$	CV (%)
2	18	3,5	2,5	4,2	0,5	14,3
3	18	12,8	10,9	14,4	1,0	7,8
4	18	24,8	16,2	30,5	5,1	20,6
5	18	38,9	25,1	47,5	8,3	21,3
6	18	59,6	39,4	78,1	14,5	24,3
7	18	81,2	49,9	110,5	20,7	25,5
8	18	104,4	60,8	142,4	28,7	27,5
9	18	139,6	71,6	203,6	47,5	34,0
10	18	151,5	83,8	227,4	51,1	33,7

Dẫn liệu tại bảng 2 cho thấy rằng, sinh khối thân bình quân  $B_T$  tăng dần từ cấp tuổi 2 (3,5 kg/cây) đến cấp tuổi 6 (59,6 kg/cây) và cấp tuổi 10 (151,5 kg/cây). Biên độ dao động của  $B_T$  từ 2,3 kg/cây ở cấp tuổi 2 đến 143,6 kg/cây ở cấp tuổi 10. Hệ số biến động của  $B_T$  (CV%)

tăng dần từ cấp tuổi 2 (14,3%) đến cấp tuổi 6 (24,3%) và cấp tuổi 10 (33,7%).

Số liệu thống kê tổng sinh khối cành và lá ( $B_{CL}$ , kg/cây) ở mức cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi ở khu vực nghiên cứu được thể hiện ở bảng 3.

**Bảng 3. Tổng sinh khối cành và lá đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai**

<i>Đơn vị tính: kg/cây</i>						
Tuổi cây A (năm)	N (cây)	$B_{CL}$	Bmin	Bmax	$\pm S$	CV (%)
2	18	1,7	1,3	2,1	0,2	13,5
3	18	3,8	3,3	4,5	0,4	9,2
4	18	6,2	5,2	7,2	0,6	9,5
5	18	9,5	7,5	11,2	1,1	12,0
6	18	12,9	9,8	17,9	3,0	22,9
7	18	15,3	11,6	19,9	2,7	17,4
8	18	18,8	13,2	27,5	5,2	27,7
9	18	19,8	15,0	27,5	4,5	22,5
10	18	23,7	16,4	36,3	7,6	32,1

Số liệu ở bảng 3 chỉ ra rằng tổng sinh khối cành và lá  $B_{CL}$  tăng dần từ cấp tuổi 2 (1,7 kg/cây) đến cấp tuổi 6 (12,9 kg/cây) và cấp tuổi 10 (23,7 kg/cây). Biên độ dao động của  $B_{CL}$  từ 1,8 kg/cây ở cấp tuổi 2 đến 19,9 kg/cây ở cấp tuổi 10. Hệ số biến động của  $B_{CL}$  (CV%) tăng dần từ cấp tuổi 2 (13,5%) đến cấp tuổi 6 (22,9%) và cấp tuổi 10 (32,1%).

Từ các số liệu của các bảng 1, 2 và 3 cho thấy, sinh khối của rừng trồng Keo lai có biến động khá lớn. Sự biến động đó phụ thuộc chủ yếu do tuổi cây và sự khác biệt về điều kiện lập địa.

Khi kiểm định theo 4 hàm: Korf, Korsun-Strand, lũy thừa và Drakin - Vuevski với những thành phần sinh khối ở mức cây bình quân theo tuổi  $B_i$  (kg/cây) =  $f(A)$ , kết quả phân

tích hồi quy và tương quan đối với hàm  $B_{To} = f(A)$  cho thấy cả bốn hàm (1 - 4) đều nhận hệ số  $r^2$  ở mức cao; trong đó cao nhất là Korsun - Strand (79,84%), thấp nhất là hàm lũy thừa (79,51). Hàm Korsun - Strand nhận những giá trị sai lệch thấp nhất (tương ứng  $Se = \pm 29,5$ ;  $MAE = 19,1$ ;  $MAPE = 22,6\%$  và  $SSR = 138.705,0$ ), cao nhất là hàm lũy thừa (tương ứng  $Se = \pm 29,7$ ;  $MAE = 19,8$ ;  $MAPE = 30,3\%$  và  $SSR = 140.930,0$ ). Theo tiêu chuẩn  $SSR_{Min}$ , hàm Korsun - Strand (2) là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng  $B_{To} = f(A)$  đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai. Theo đó, những hàm ước lượng  $B_i = f(A)$  đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai có dạng:

$$\text{Hàm sinh khối tổng: } B_{To} = A^2 / (0,771554 - 0,0816181 * A + 0,0060712 * A^2) \quad (8)$$

$$\text{Hàm sinh khối thân: } B_T = A^2 / (1,10207 - 0,137712 * A + 0,0092322 * A^2) \quad (9)$$

$$\text{Hàm sinh khối cành và lá: } B_{CL} = 38,7585 * (1 - \exp(-0,169116 * A))^{2,51682} \quad (10)$$

**Bảng 4. Tương quan và sai lệch đối với những hàm ước lượng sinh khối cây bình quân đối với rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai**

Hàm sinh khối	$r^2$	$\pm Se$	MAE	MAPE	SSR
Sinh khối tổng (8)	79,84	29,5	19,1	22,6	138.705
Sinh khối thân (9)	79,27	26,4	17,1	25,8	110.678
Sinh khối cành - lá (10)	79,78	3,7	2,5	16,2	2.119,7

Những phân tích hồi quy và tương quan cũng đã chỉ ra rằng hàm Korsun - Strand là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng  $B_T = f(A)$ . Hàm Drakin - Vuevski (4) là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng  $B_{CL} = f(A)$ .

**3.2. Hàm sinh khối đối với rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai**

Kết quả của những phân tích thống kê cho thấy hàm ước lượng mật độ  $N = f(A)$  đối với 1 ha rừng trồng Keo lai có dạng:

$$N = 3139,9 \cdot \exp(-0,035982 \cdot A) - 839 \quad (11)$$

$$\text{Hàm sinh khối tổng: } B_{T_0} = 323,978 \cdot \exp(-5,86208 \cdot \exp(-0,299642 \cdot A)) \quad (12)$$

$$\text{Hàm sinh khối thân: } B_T = 287,398 \cdot \exp(-6,35147 \cdot \exp(-0,3013 \cdot A)) \quad (13)$$

$$\text{Hàm sinh khối cành và lá: } B_{CL} = 34,9158 \cdot \exp(-4,88586 \cdot \exp(-0,380288 \cdot A)) \quad (14)$$

**Bảng 5. Tương quan và sai lệch đối với những hàm ước lượng sinh khối của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai**

Hàm sinh khối	$r^2$	$\pm Se$	MAE	MAPE	SSR
Sinh khối tổng (12)	99,99	1,1	0,8	0,9	6,8
Sinh khối thân (13)	99,97	1,5	1,0	2,0	12,7
Sinh khối cành lá (14)	99,98	0,2	0,1	1,4	0,2

Đối với  $B_{T_0}$ , những sai lệch của hàm Korf ( $Se = \pm 3,9$ ;  $MAE = 3,0$ ;  $MAPE = 6,5\%$  và  $SSR = 93,2$ ) lớn hơn so với hàm Gompertz (tương ứng  $Se = \pm 1,1$ ;  $MAE = 0,8$ ;  $MAPE = 0,8\%$  và  $SSR = 6,8$ ). Giá trị SSR của hàm Korf (93,2) lớn hơn 14 lần so với hàm Gompertz (6,8). Vì thế, hàm Gompertz là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng  $B_{T_0} = f(A)$ . Đối với  $B_T$ , những sai lệch của hàm Korf ( $Se = \pm 3,9$ ;  $MAE = 3,0$ ;  $MAPE = 8,4\%$  và  $SSR = 90,2$ ) lớn hơn so với hàm Gompertz (tương ứng  $Se = \pm 1,5$ ;  $MAE = 1,0$ ;  $MAPE = 2,0\%$  và  $SSR = 12,7$ ). Giá trị SSR của hàm Korf (90,2) lớn hơn 7,1 lần so với SSR của hàm Gompertz (12,7). Vì

$r^2 = 99,8\%$ ;  $Se = 14,2$ ;  $MAE = 8,7$ ;  $MAPE = 0,47\%$ .

Khi làm phù hợp hàm Korf và Gompertz với những thành phần sinh khối ở mức quần thụ, thì cả hai hàm này đều nhận hệ số  $r^2$  rất cao ( $> 99,9\%$ ). Nguyên nhân các hệ số  $r^2$  đều gần bằng 100% là vì các thành phần  $B_i$  ở mức quần thụ đã được ước lượng bằng hàm  $B_i = f(A)$  ở mức cây bình quân và hàm  $N = f(A)$  ở mức quần thụ. Những hàm sinh khối đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai có dạng:

thế, hàm Gompertz là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng  $B_T = f(A)$ . Đối với  $B_{CL}$ , giá trị SSR của hàm Gompertz (tương ứng 0,2) nhỏ hơn 5 lần so với hàm Korf (1,0). Do vậy, hàm Gompertz là hàm thích hợp để xây dựng hàm ước lượng  $B_{CL} = f(A)$ .

**3.3. Tăng trưởng sinh khối đối với rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai**

Khảo sát ba hàm tương quan 12, 13 và 14 ta xác định được những thành phần đặc trưng tăng trưởng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi. Kết quả được tổng hợp và ghi lại tại các bảng 6, 7, 8 và 9.

**Bảng 6. Đặc trưng tăng trưởng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai**

Hàm sinh khối	Lượng tăng trưởng hàng năm			Lượng tăng trưởng bình quân		
	$ZB_{max}$	A (năm)	B (tấn)	$\Delta B_{max}$	A (năm)	B (tấn)
Tổng số	33,7	6	122,7	24,2	10	241,7
Thân	30,5	8	162,5	21,0	10	210,3
Cành - lá	4,6	6	21,2	3,5	6	21,2

Đơn vị tính: 1 ha

Kết quả tính toán tăng trưởng tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 2 -

10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai thông qua các hàm tương quan thể hiện tại bảng 7.

**Bảng 7. Tăng trưởng tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai**

A (năm)	B <sub>T0</sub> (tấn/ha)	ZB <sub>T0</sub> (tấn/ha)	ΔB <sub>T0</sub> (tấn/ha)	PB (%)
2	13,0	6,5	6,5	50,0
4	55,3	21,2	13,8	38,3
6	122,7	33,7	20,4	27,5
8	190,1	33,7	23,8	17,7
10	241,7	25,8	24,2	10,7

Phân tích số liệu ở bảng 6 và 7 cho thấy tăng trưởng tổng sinh khối B<sub>T0</sub> tăng dần từ cấp tuổi 2 (13,0 tấn/ha) đến cấp tuổi 6 (122,7 tấn/ha) và cấp tuổi 10 (241,7 tấn/ha). Đại lượng ZB<sub>T0</sub> gia tăng dần từ cấp tuổi 2 (6,5 tấn/ha/năm) và đạt cao nhất tại cấp tuổi 6 (33,7 tấn/ha/năm); sau đó giảm dần đến tuổi 10 (25,8 tấn/ha/năm). Đại lượng ΔB<sub>T0</sub> tăng dần từ cấp tuổi 2 (6,5 tấn/ha/năm) và đạt cao nhất tại cấp tuổi 10 (24,2 tấn/ha/năm). Vì thế, cấp tuổi 6 là

thời kỳ tổng sinh khối trên mặt đất của rừng trồng Keo lai chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm. Suất tăng trưởng tổng sinh khối trên mặt đất giảm dần từ cấp tuổi 2 (50%) đến cấp tuổi 6 (27,5%) và cấp tuổi 10 (10,7%).

Kết quả tính toán tăng trưởng sinh khối thân đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai thông qua các hàm tương quan thể hiện tại bảng 8.

**Bảng 8. Tăng trưởng sinh khối thân đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai**

A (năm)	B <sub>T</sub> (tấn/ha)	ZB <sub>T</sub> (tấn/ha)	ΔB <sub>T</sub> (tấn/ha)	PB (%)
2	8,9	4,4	4,4	50,0
4	42,9	17,0	10,7	39,6
6	101,4	29,3	16,9	28,9
8	162,5	30,5	20,3	18,8
10	210,3	23,9	21,0	11,4

Từ dữ liệu của các bảng 8 và 6 cho thấy: lượng tăng trưởng sinh khối thân B<sub>T</sub> tăng dần từ cấp tuổi 2 (8,9 tấn/ha) đến cấp tuổi 6 (101,4 tấn/ha) và cấp tuổi 10 (210,3 tấn/ha). Đại lượng ZB<sub>T</sub> gia tăng dần từ cấp tuổi 2 (4,4 tấn/ha/năm) và đạt cao nhất tại cấp tuổi 8 (30,5 tấn/ha/năm); sau đó giảm dần đến tuổi 10 (23,9 tấn/ha/năm). Đại lượng ΔB<sub>T</sub> tăng dần từ cấp tuổi 2 (4,4 tấn/ha/năm) và đạt cao nhất tại cấp tuổi 10 (21,0 tấn/ha/năm). Vì thế, cấp tuổi 8 là

thời kỳ sinh khối thân chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm. Suất tăng trưởng sinh khối thân giảm dần từ cấp tuổi 2 (50%) đến cấp tuổi 6 (28,9%) và cấp tuổi 10 (11,4%).

Kết quả tính toán tăng trưởng tổng sinh khối cành và đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai thông qua các hàm tương quan thể hiện tại bảng 9.

**Bảng 9. Tăng trưởng tổng sinh khối cành và lá đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai**

A (năm)	B <sub>CL</sub> (tấn/ha)	ZB <sub>CL</sub> (tấn/ha)	ΔB <sub>CL</sub> (tấn/ha)	PB (%)
2	3,6	1,8	1,8	50,0
4	12,0	4,2	3,0	35,2
6	21,2	4,6	3,5	21,7
8	27,7	3,2	3,5	11,7
10	31,3	1,8	3,1	5,8

Kết hợp các kết quả thống kê tại các bảng 9 và 6 cho thấy: Tổng sinh khối cành và lá tăng

dần từ cấp tuổi 2 (3,6 tấn/ha) đến cấp tuổi 6 (21,2 tấn/ha) và cấp tuổi 10 (31,3 tấn/ha). Đại

lượng  $ZB_{CL}$  gia tăng dần từ cấp tuổi 2 (1,8 tấn/ha/năm) và đạt cao nhất tại cấp tuổi 6 (4,6 tấn/ha/năm); sau đó giảm dần đến cấp tuổi 10 (1,8 tấn/ha/năm). Đại lượng  $\Delta B_{CL}$  tăng dần từ cấp tuổi 2 (1,8 tấn/ha/năm) và đạt cao nhất tại cấp tuổi 6 (3,5 tấn/ha/năm). Vì thế, tổng sinh khối cành và lá chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm tại cấp tuổi 6. Suất tăng trưởng tổng sinh khối cành và lá giảm dần từ cấp tuổi 2 (50%) đến cấp tuổi 6 (21,7%) và cấp tuổi 10 (5,8%).

Tổng hợp các kết quả trong các bảng tính cho thấy: Sinh khối của rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai thay đổi rất lớn theo tuổi. Năng suất bình quân đối với  $B_{T_0}$  của rừng trồng Keo lai tại cấp tuổi 6 và 10 tương ứng là 20,4 và 24,2 tấn/ha. Theo Ngô Đình Quế và cộng sự (2006), tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 3 - 12 tuổi ở Việt Nam dao động từ 32,7 - 221,8 tấn/ha. Tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 1 - 7 tuổi tại miền Bắc, Bắc Trung Bộ và Đông Nam Bộ dao động tương ứng từ 1 - 130,2 tấn/ha (Võ Đại Hải, 2008). Tại Tp. Hồ Chí Minh, tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng Keo lai trồng trên đất thoái hoá của khu vực phường Long Bình tuổi 5 và 7 tương ứng là 46,7 và 82,2 tấn/ha (Viên Ngọc Nam và Phan Hồng Nhật, 2009). Tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lá tràm từ 2 - 12 tuổi và rừng trồng Keo tai tượng từ 4 - 12 tuổi ở Việt Nam tương ứng là 2,1 - 100,8 tấn/ha và 38,1 - 129,7 tấn/ha (Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 2008).

Những phân tích trên đây chứng tỏ rằng tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai là khác nhau tùy theo địa bàn nghiên cứu, tuổi cây và điều kiện tự nhiên. Số liệu về sinh khối rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai trong nghiên cứu này có sự khác biệt không lớn so với số liệu báo cáo của Ngô Đình Quế và ctv (2006) và Võ Đại Hải (2008), nhưng cao hơn so với số liệu báo cáo của Viên Ngọc Nam và Phan Hồng Nhật (2009). So với sinh khối của rừng trồng Keo lá tràm và rừng trồng Keo tai tượng (Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt

Nam, 2008), sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai tại Đồng Nai nhận giá trị cao hơn. Sự khác biệt về kết quả báo cáo sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai ở Việt Nam được giải thích là do yếu tố tác động chính của sự khác biệt về vị trí địa lý và điều kiện lập địa, và cũng không loại trừ yếu tố chủ quan đó là sự không đồng nhất về cách thức thu nạp mẫu và phương pháp xây dựng hàm sinh khối của các nghiên cứu khác nhau.

#### 4. KẾT LUẬN

Những thành phần sinh khối trên mặt đất đối với cây bình quân của rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai có thể được mô hình hóa bằng hàm Korf và hàm Korsun - Strand. Những thành phần sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai được ước lượng bằng hàm mật độ kết hợp với các hàm sinh khối ở mức cây bình quân. Những thành phần sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai từ 2 - 10 tuổi tại tỉnh Đồng Nai có thể được mô hình hóa bằng hàm Gompertz. Tổng sinh khối trên mặt đất đối với rừng trồng Keo lai tại cấp tuổi 4, 6, 8 và 10 tương ứng là 55,3; 122,7; 190,1 và 241,7 tấn/ha. Năng suất trung bình đối với tổng sinh khối trên mặt đất của rừng trồng Keo lai tại tỉnh Đồng Nai tại cấp tuổi 4, 6, 8 và 10 tương ứng là 13,8; 20,4, 23,8 và 24,2 tấn/ha/năm. Cấp tuổi 6 là thời kỳ tổng sinh khối trên mặt đất của rừng trồng Keo lai chuyển từ giai đoạn sinh trưởng nhanh sang giai đoạn sinh trưởng chậm.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Brown S. (1997). *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. Food and Agriculture. Organization of the United Nations Vol. 134, 55 pages.
2. Brown S. (2002). Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environ Pollut* 116 (2002): 363-372.
3. Chaiyo U., Garivait S. and Wanthongchai K. (2011). *Carbon Storage in Above-Ground Biomass of Tropical Deciduous Forest in Ratchaburi Province, Thailand*. World Academy of Science, Engineering and Technology 5 (10): 495-500.
4. Chavé J., Andalo C., Brown S., Cairns M.A., Chambers J.Q., Eamus D., Folster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J. P., Nelson B. W., Ogawa H., Puig H., Riéra B. and Yamakura T. (2005). Tree

allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Ecosystem ecology, Oecologia* 145: 87-99.

5. FAO (2009). *Assessment of the status of the development of the standards for the Terrestrial Essential Climate Variables: Biomass*. Global Terrestrial Observing System, 30 pages.

6. IPCC (2000). *A Special Report of the IPCC. Land Use, Land-use Change, and Forestry*. Cambridge University Press, Cambridge.

7. Kato R., Ogawa H. and Tadaki Y. (1978). Plant biomass and growth increment studies in Pasoh Forest. *Malayan Nature Journal* (30): 211-224.

8. Kawahara T., Kanazawa Y. and Sakurai S. (1981). Biomass and net production of man made forest in Philippine. *Journal of Japan Forestry Society* 63(9): 320-327.

9. Ngô Đình Quế, Nguyễn Đức Minh, Vũ Tấn Phương, Lê Quốc Huy, Đinh Thanh Giang, Nguyễn Thanh Tùng và Nguyễn Văn Thắng (2006). Khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. *Tạp chí NN&PTNT số 7/2006*.

10. Nguyễn Văn Thêm, 2002. *Sinh thái rừng*. Nxb. Nông nghiệp, 250 trang.

11. Nguyễn Việt Khoa (2010). Kết quả nghiên cứu

sinh khối Keo lai trồng thuần loài tại Hòa Bình và Phú Thọ. *Tạp chí NN&PTNT* (8): 78 – 83.

12. Nguyễn Việt Xuân, Vũ Tấn Phương và Bùi Mạnh Hưng (2012). Xây dựng hệ số ngoại suy sinh khối cho một số loài cây rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. *Tạp chí NN&PTNT* 21 (2012): 81-87.

13. Trần Thị Ngoan và Lê Bá Toàn (2017). Chọn tuổi cơ sở thích hợp để ước lượng chỉ số lập địa đối với rừng trồng Keo lai (*Acacia auriculiformis*\**mangium*) ở tỉnh Đồng Nai. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp số 6*: 51 – 57.

14. Viện KHLN Việt Nam (2008). *Nghiên cứu khả năng hấp thụ và giá trị thương mại carbon của một số dạng rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam*.

15. Viên Ngọc Nam và Phan Hồng Nhật (2009). *Sinh khối cây Keo lai trồng tại phường Long Bình – quận 9 – thành phố Hồ Chí Minh*. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp* 1/2009.

16. Võ Đại Hải (2008). *Nghiên cứu sinh khối Keo lai trồng thuần loài ở Việt Nam*. *Tạp chí NN&PTNT* (2): 85-90.

17. Zianis D., Muukkonen P., Makipaa R. and Mencuccini M. (2005). *Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe*. *Silva Fennica Monographs* 4, 63 pages.

## **ABOVEGROUND BIOMASS FOR ACACIA HYBRID PLANTATIONS (*Acacia auriculiformis*\**Acacia mangium*) AT DONG NAI PROVINCE**

**Tran Thi Ngoan<sup>1</sup>, Nguyen Tan Chung<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Vietnam National University of Forestry – Southern Campus*

<sup>2</sup>*Nong Lam University*

### **SUMMARY**

This article introduces the results of research on aboveground biomass for Acacia hybrid plantations from 2 to 10 years at Dong Nai province. The objectives of research are to analyze the biomass growth of the Acacia hybrid plantations in order to create a scientific basis for management and silvicultural systems. The aboveground biomass allometric equations of average tree are constructed from 162 sample trees. The aboveground biomass of Acacia hybrid plantations were established by combining biomass equations of average trees and density equations. Density of Acacia hybrid plantations from 2 to 10 years was collected from 81 sample plots with an size of 1,000 m<sup>2</sup>. In the data processing method, biomass equations were tested from 5 different equations (Korf, Power, Korsun-Strand, Drakin-Vuevski, and Gompertz). Research results showed that total above-ground biomass for Acacia hybrid plantations at the ages of 4, 6, 8, 10 were 55.3; 122.7; 190.1 and 241.7 tons/ha, respectively. The average increment of the total above-ground biomass for Acacia hybrid plantations at the ages of 4, 6, 8, 10 were 20.4; 23.8 and 24.2 tons/ha/year, respectively. Total above-ground biomass of acacia hybrid plantations has moved from the fast growing to the slow growing stage at the age of 6.

**Từ khóa: Average tree, biomass, biomass equation, biomass productivity.**

**Ngày nhận bài : 08/10/2018**

**Ngày phản biện : 28/11/2018**

**Ngày quyết định đăng : 05/12/2018**