

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN SINH KHỐI CÂY CÁ THỂ THÔNG BA LÁ Ở HUYỆN HOÀNG SU PHÌ TỈNH HÀ GIANG

Vũ Tấn Phương

Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

## TÓM TẮT

Để hỗ trợ cho việc xác định trữ lượng carbon của rừng trồng Thông ba lá, nghiên cứu tiến hành xây dựng mô hình toán và các hệ số chuyển đổi cho tính toán sinh khối làm cơ sở cho việc xác định khả năng hấp thụ carbon của rừng. Nghiên cứu tiến hành tại huyện Hoàng Su Phì tỉnh Hà Giang. Phương pháp chặt hạ và đo đếm trực tiếp sinh khối được áp dụng. Các cây chặt hạ được lựa chọn ở các lâm phần khác nhau, đại diện cho điều kiện đất đai, địa hình và tuổi rừng. Trên cơ sở đo đếm sinh khối của 26 cây cá thể, tiến hành phân tích tương quan giữa sinh khối với các nhân tố điều tra.

Kết quả cho thấy các phương trình tương quan giữa sinh khối các bộ phận, tổng sinh khối, sinh khối trên mặt đất và trữ lượng cây cá thể với đường kính ngang ngực được thiết lập đều tồn tại và có hệ số tương quan hầu hết nằm trong khoảng  $0,9 \leq r < 1$ , thể hiện mối quan hệ rất chặt giữa sinh khối và đường kính ngang ngực. Nghiên cứu về hệ số chuyển đổi sinh khối (BEF) cho thấy BEF có xu hướng giảm dần theo tuổi và tương đối ổn định khi rừng đạt tuổi thành thực. Giá trị BEF là  $0,737 \pm 0,155$ . Tỷ lệ sinh khối dưới mặt đất so với sinh khối dưới đất (R/S) là  $0,177 \pm 0,025$ .

**Từ khóa:** carbon, sinh khối, Thông ba lá.

## ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, biến đổi khí hậu là một trong những vấn đề ảnh hưởng nghiêm trọng tới kinh tế, xã hội, các kế hoạch phát triển và gây đói nghèo ở nhiều quốc gia trong đó có Việt Nam. Nguyên nhân gây ra biến đổi khí hậu được khẳng định là do sự gia tăng nhanh chóng nồng độ khí nhà kính (chủ yếu là khí CO<sub>2</sub>) trong khí quyển (UNFCCC, 2007). Schimmel và cộng sự (1995) cũng cho rằng gia tăng nồng độ khí CO<sub>2</sub> và các khí nhà kính khác (GHGs) là nguyên nhân chủ yếu gây nên hiện tượng biến đổi khí hậu hiện nay và gia tăng nhiệt độ bề mặt trái đất. Bouman và cộng sự (1999) cho rằng các nghiên cứu để xác định cơ chế hấp thụ carbon trong môi trường đã và đang gia tăng, các nghị định quốc tế về hấp thụ carbon đang được phát triển mạnh mẽ (Brown và cộng sự, 1996). Hấp thụ carbon hiện nay là một cơ chế quản lý rừng được công nhận và đi kèm với các cơ chế kinh tế ở cấp vĩ mô, chủ yếu do sáng kiến “tín chỉ carbon” (Silver và cộng sự, 1996).

Cho đến nay các nghiên cứu về carbon trên thế giới rất đa dạng với việc xác định được khả năng hấp thụ carbon của nhiều kiểu rừng khác nhau. Giá trị hấp thụ carbon thực sự được thừa nhận với sự ra đời của Nghị định thư Kyoto (1997) và sự ghi nhận của Nghị định này đối với vai trò của các hệ sinh thái rừng trong việc hấp thụ carbon, giảm nhẹ tác động của biến đổi khí hậu. Trữ lượng CO<sub>2</sub> của một cây được hấp thụ từ không khí thể hiện trong sinh khối của cây đó. Tổng hợp các kết quả nghiên cứu về sinh khối của một số loại rừng trồng cho thấy, Thông caribaea ở rừng Hantana có tổng lượng sinh khối là 231 tấn/ha (Mahesh Khadka, 2005), sinh khối trên mặt đất của rừng trồng Tách (*Tecnona grandis*) 30 tuổi tại Sri Lanka là 141 tấn/ha (Jha, 1995). Nghiên cứu được thực hiện bởi Negi và Sharma (1985) chỉ ra rằng sinh khối khô trên mặt đất của bạch đàn cao sản (*Eucalyptus hybrid*) là 121 tấn/ha,

trong khi đó một nghiên cứu khác cho thấy sinh khối trên mặt đất của bạch đàn (*Eucalyptus grandis*) là khoảng 112-130 tấn/ha (Tandon và cs, 1988). Kaul và Sharma (1983) chỉ ra rằng lượng sinh khối khô trên mặt đất của *Populus deltoids* ở vùng bán nội địa ở Ấn độ là 175 tấn/ha. *Shorea robusta*, một trong những loài nhập ngoại được trồng phổ biến ở vùng bán lục địa có tổng lượng sinh khối khô là 200-700 tấn/ha ở tuổi 100 (Rana, 1985; Negi và cs, 2003).

Các nghiên cứu về sinh khối, trữ lượng carbon và phương trình tương quan để ước tính trữ lượng sinh khối của rừng ở Việt Nam cũng đang được quan tâm nghiên cứu xây dựng cho một số loài cây như các loài keo, bạch đàn, Thông mã vĩ, Thông nhựa (Ngô Đình Quế 2006; Vũ Tấn Phương 2008; Võ Đại Hải 2009). Ở phía Bắc Việt Nam, Thông ba lá phân bố tập trung ở Hà Giang, Yên Bái, Lai Châu và phân bố ở độ cao tuyệt đối từ 500-1000m. Thông ba lá cũng là loài cây được phát triển rộng rãi trong các hoạt động trồng rừng ở Hà Giang. Tuy nhiên, nghiên cứu về sinh khối và các mô hình toán cho tính toán sinh khối cho Thông ba lá ở Hà Giang chưa được đề cập. Do vậy, nghiên cứu được triển khai nhằm xây dựng mô hình toán cho tính toán sinh khối làm cơ sở cho việc xác định khả năng hấp thụ carbon của rừng để thúc đẩy thương mại giá trị hấp thụ carbon.

## VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được tiến hành trên các loại rừng trồng Thông ba lá tuổi 5, 12, 17 và 26 tại huyện Hoàng Su Phì, tỉnh Hà Giang. Hoàng Su Phì là một huyện nằm ở phía Tây của tỉnh Hà Giang, cách thị xã Hà Giang - trung tâm của tỉnh khoảng 110km dọc theo trục quốc lộ 2 và tỉnh lộ 177. Huyện nằm trong tọa độ từ 22<sup>o</sup>26'30" đến 22<sup>o</sup>51'7" độ vĩ Bắc, 104<sup>o</sup>31'12" đến 104<sup>o</sup>48'36" độ kinh Đông: phía Bắc giáp Trung Quốc; Phía Tây giáp huyện Xín Mần; Phía Nam giáp huyện Bắc Quang và huyện Quang Bình; phía Đông giáp huyện Vị Xuyên.

Nội dung của nghiên cứu gồm: i) nghiên cứu sinh khối cây cá thể Thông ba lá theo các tuổi khác nhau, ii) xây dựng mô hình toán về ước tính sinh khối cây cá thể; và iii) tính toán hệ số chuyển đổi sinh khối (BEF) và hệ số sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất (R/S).

Việc thu thập và phân tích số liệu được thực hiện theo phương pháp giải tích cây tiêu chuẩn ban hành bởi Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC, 2003). Phương pháp cụ thể như sau:

### Xác lập ô tiêu chuẩn và lựa chọn cây mẫu giải tích

Thiết lập các ô tiêu chuẩn điền hình, đại diện cho điều kiện lập địa, tuổi rừng, sinh trưởng của rừng. Ô tiêu chuẩn có diện tích 400m<sup>2</sup> (20m x 20m). Trong ô tiêu chuẩn, tiến hành đo đếm toàn bộ đường kính ngang ngực và chiều cao cây, từ đó xác định cây trung bình theo tiết diện ngang để chặt hạ đo đếm sinh khối. Xác định cây trung bình theo công thức:

$$D_g = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^n N_i D_i^2}$$

Trong đó:  $D_g$  là đường kính bình quân về tiết diện;  
 $N$  là tổng số cây đo đếm;  
 $N_i$  và  $D_i$  là số cây và đường kính thứ  $i$ .

### Đo đếm sinh khối tươi cây mẫu

Sử dụng phương pháp chặt hạ cây để đo đếm sinh khối tươi. Sau khi chặt hạ cây, tiến hành tách và xác định trọng lượng tươi của từng bộ phận (thân, vỏ, cành, lá, rễ) bằng cân có độ chính xác 0,1 gam. Mẫu lấy cho phân tích sinh khối khô được lấy lặp lại 3 lần cho từng bộ phận thân, vỏ, cành, lá, rễ cho từng cây giải tích. Trọng lượng mẫu của từng bộ phận của cây được lấy từ 200-500 gam và được đưa về phòng thí nghiệm để phân tích.

### Phương pháp tính toán và xử lý số liệu

- Sinh khối khô được phân tích theo phương pháp tủ sấy. Các mẫu được sấy ở nhiệt độ 105<sup>0</sup>C trong khoảng thời gian từ 72 giờ. Dựa trên trọng lượng khô kiệt của mẫu, độ ẩm của từng mẫu bộ phận như thân, vỏ, cành, lá và rễ sẽ được xác định theo công thức:

$$Mi(\%) = \left( \frac{FWi - DWi}{FWi} \right) 100$$

Trong đó: *Mi* là độ ẩm của bộ phận *i* của cây (thân, vỏ, cành, lá, rễ, thảm mục) tính bằng %; *FWi* là trọng lượng tươi của mẫu *i* (thân, vỏ, cành, lá, rễ, thảm mục) tính bằng gam; *DWi* là trọng lượng khô kiệt của mẫu *i* (thân, vỏ, cành, lá, rễ, thảm mục) tính bằng gam.

- Tính sinh khối khô của từng bộ phận thân, vỏ, cành, lá, rễ, của cây cá thể giải tích theo công thức:  $Wi = TFi * (1 - Mi)$

Trong đó: *Wi* là sinh khối khô của bộ phận *i* (thân, vỏ, cành, lá và rễ), tính bằng kg; *TFi* là tổng sinh khối tươi của bộ phận *i* (thân, vỏ, cành, lá, rễ), tính bằng kg; *Mi* là độ ẩm (hàm lượng nước) trong bộ phận *i* (thân, vỏ, cành, lá, rễ) được tính bằng %.

- Dựa trên sinh khối khô của từng bộ phận, tính tổng sinh khối của cây cá thể bằng cách cộng sinh khối khô của từng bộ phận của cây.

- Xác định hệ số chuyển đổi sinh khối (BEF): Được xác định theo phương trình:

$$BEF = \frac{Wt}{V}$$

Trong đó: BEF là hệ số chuyển đổi sinh khối, tính bằng Mg/m<sup>3</sup>; *Wt* là tổng sinh khối cây cá thể, tính bằng Mg/cây; *V* là thể tích gỗ của cây cá thể, tính bằng m<sup>3</sup>/cây.

- Hệ số RS được xác định theo công thức:  $RS = \frac{BGB}{AGB}$

Trong đó: *BGB* là sinh khối dưới mặt đất (sinh khối rễ); *AGB* là sinh khối khô trên mặt đất (gồm sinh khối thân, vỏ, cành và lá) và

- Thể tích gỗ của cây cá thể được tính theo công thức:  $V = \frac{D_{1.3}^2}{4} * \pi * H * f$

Trong đó: *V* là thể tích gỗ của cây (m<sup>3</sup>) ; *D*<sub>1.3</sub> là đường kính của cây ở vị trí 1,3m (cm) ; *H* là chiều cao của cây (m); *f* là hình số của cây (lấy bằng 0,5).

- Phân tích tương quan: Sử dụng phần mềm Excel và SPSS 15.0 (SPSS Inc.,USA) được sử dụng để tính toán và thiết lập các mô hình tương quan giữa sinh khối với đường kính ngang ngực. Tiêu chuẩn *t* của Student được dùng để kiểm tra sự tồn tại của các tham số trong phương trình tương quan. Tiêu chuẩn *F* của Fisher được dùng để kiểm tra sự tồn tại của hệ số tương quan.

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

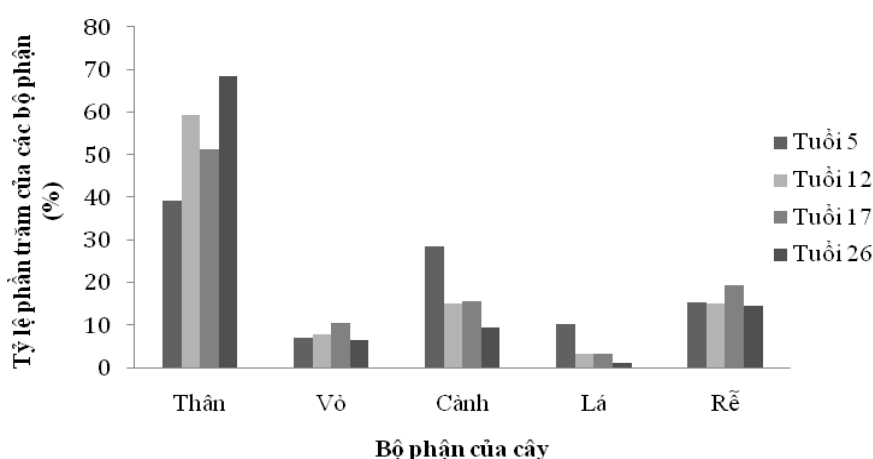
### Sinh khối cây cá thể Thông ba lá

Sinh khối khô cây cá thể Thông ba lá bao gồm sinh khối khô trong các bộ phận thân, vỏ, cành, lá và rễ. Sinh khối khô tập trung chủ yếu ở trong thân và tăng dần theo tuổi của lâm phần. Nghiên cứu trên 26 cây giải tích đo đếm từ 32 OTC cho thấy sinh khối khô của thân từ tuổi 5 – 26 dao động trong khoảng 12,8 kg/cây – 441,73 kg/cây và chiếm tỷ lệ 39% - 68% tổng sinh khối khô của các bộ phận. Ngược lại, với sinh khối khô của thân, sinh khối khô của cành giảm dần theo tuổi, đạt giá trị lớn nhất ở tuổi 5 và nhỏ nhất ở tuổi 26. Trong khi đó, sinh khối khô của lá chỉ đạt từ 3,14 kg/cây - 7,33 kg/cây và chiếm tỷ lệ thấp nhất so với tổng sinh khối (xem hình 1). Tổng sinh khối các bộ phận cây cá thể dao động từ 31 kg/cây – 645 kg/cây, tăng trưởng sinh khối từ tuổi 5 – 26 nằm trong khoảng 6,2 – 24,8 kg/cây/năm. Kết quả nghiên cứu về sinh khối khô cây cá thể thông ba lá ở các tuổi khác nhau được trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1. Sinh khối khô trung bình ở các tuổi khác nhau của cây giải tích**

Tuổi (năm)	DBH (cm)	H (m)	Sinh khối khô cây cá thể thông ba lá (kg/cây)					
			Thân	Vỏ	Cành	Lá	Rễ	Tổng
5	11,55	6,91	12,18	2,17	8,80	3,14	4,72	31,02
12	16,24	15,04	53,84	6,96	13,58	2,81	13,60	90,79
17	21,62	13,48	142,18	18,45	27,42	5,63	34,26	227,94
26	32,96	23,20	441,73	41,06	61,31	7,33	93,95	645,38

So với kết quả nghiên cứu của Võ Đại Hải (2009) về sinh khối của Thông ba lá ở Lâm Đồng cho thấy ở cấp đất III, Thông ba lá tuổi 5 đến tuổi 30 có tổng sinh khối từ 13,2 – 249,6 kg/cây với tăng trưởng sinh khối là 2,64 - 9,51 kg/cây/năm; tổng sinh khối Thông ba lá ở tuổi 5 – 25 tại cấp đất I là từ 30,4 – 500,1 kg/cây với tăng trưởng sinh khối từ 6,08 – 20 kg/cây/năm. Như vậy, kết quả nghiên cứu của nghiên cứu này cho thấy tổng sinh khối khô và tăng trưởng sinh khối khô bình quân năm tại Hoàng Su Phì lá khá cao so với sinh khối của Thông ba lá ở Lâm Đồng. Điều này chứng tỏ có sự thích hợp cao của Thông ba lá với lập địa ở điểm nghiên cứu.



**Hình 1. Tỷ lệ sinh khối trong các bộ phận cây cá thể ở các tuổi khác nhau**

### Mô hình tương quan giữa sinh khối và đường kính ngang ngực (DBH)

Có một số biến có thể đưa vào để xây dựng mối tương quan với sinh khối, nhưng đường kính cây ở vị trí 1.3m (DBH) là biến thường được sử dụng vì có mối quan hệ chặt chẽ với sinh khối và được xác định chính xác (Snowdon *et al.* 2000). Các biến khác như chiều cao của cây (H) thường có tương quan mật thiết với DBH trong một khu vực xác định.

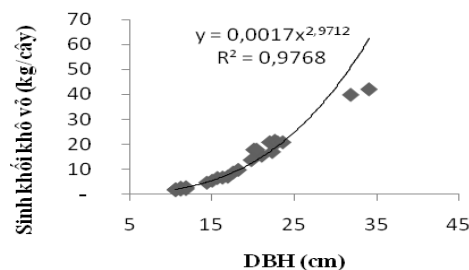
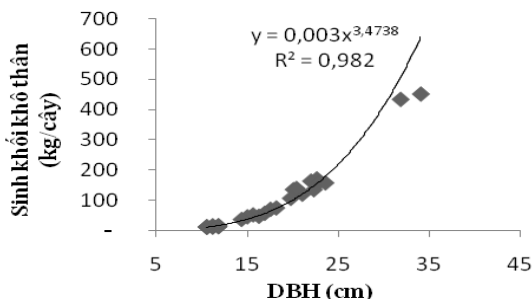
Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong các dạng phương trình được thử để tìm dạng phương trình thích hợp thì dạng phương trình  $Y = a \cdot x^b$  được chọn vì có hệ số tương quan lớn nhất. Các tham số a và b của các phương trình giữa sinh khối khô với đường kính ngang ngực đều tồn tại ( $P_a, P_b < 0,05$ ). Mặt khác, dùng tiêu chuẩn F của Fisher để kiểm tra sự tồn tại của hệ số tương quan cho thấy các hệ số tương quan đều tồn tại ( $Sig_F < 0,001$ ) (bảng 02). Hệ số tương quan của hầu hết các phương trình đều thể hiện mối liên hệ tương quan giữa sinh khối khô và trữ lượng carbon trong các bộ phận với DBH là rất chặt ( $r \geq 0,99$ ), chỉ có tương quan giữa sinh khối khô lá và trữ lượng carbon trong lá với DBH là chặt ( $0,7 < r \leq 0,9$ ). Các tham số phương trình, tiêu chuẩn thống kê và dạng phương trình tương quan được trình bày trong bảng 2 và hình 2.

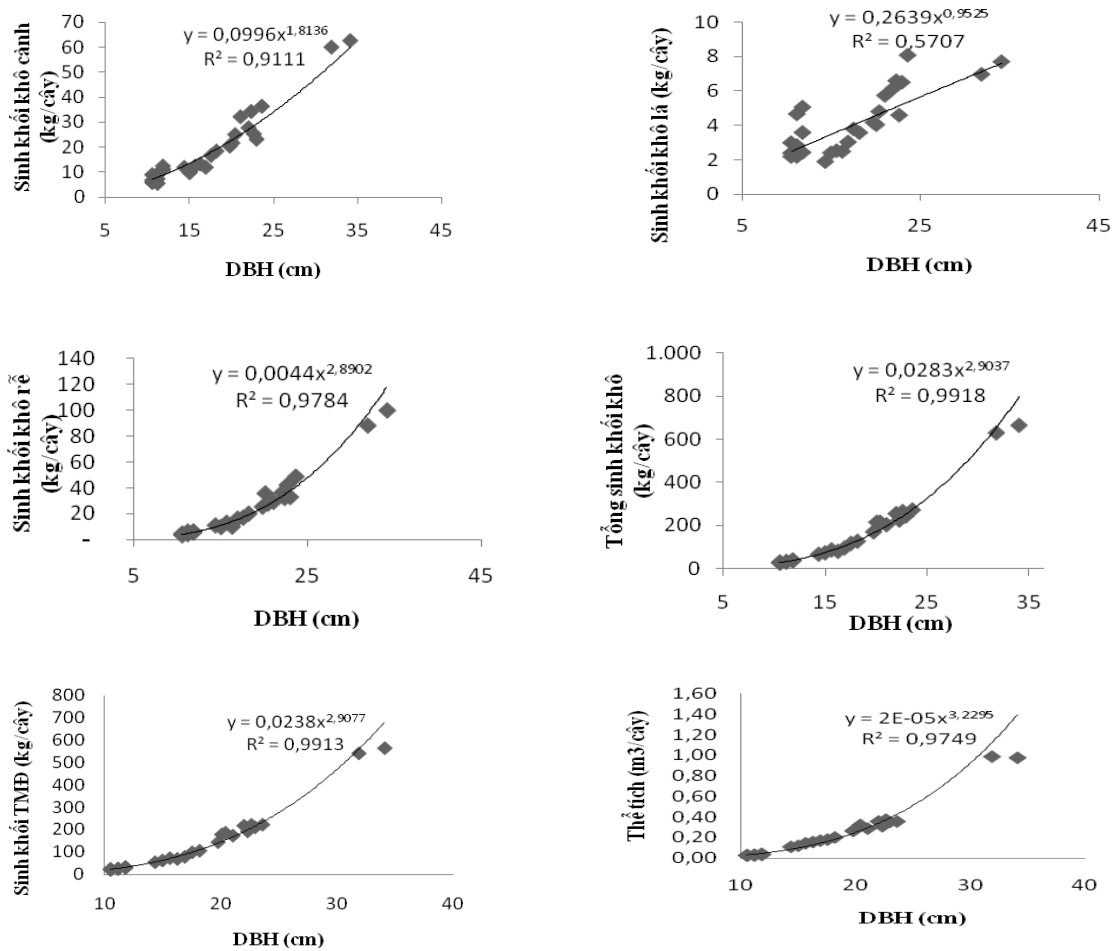
**Bảng 2. Kết quả phân tích tương quan giữa sinh khối với DBH**

Dạng liên hệ	Tham số				Sig <sub>F</sub>	r
	a	P <sub>a</sub>	b	P <sub>b</sub>		
DBH – Sinh khối khô thân	0,03	0,001	3,47	< 0,001	< 0,001	0,99
DBH – Sinh khối khô vỏ	0,002	0,001	2,97	< 0,001	< 0,001	0,99
DBH – Sinh khối khô cành	0,1	0,004	1,81	< 0,001	< 0,001	0,96
DBH – Sinh khối khô lá	0,265	0,042	0,95	< 0,001	< 0,001	0,76
DBH – Sinh khối khô rễ	0,004	< 0,001	2,89	< 0,001	< 0,001	0,93
DBH – Trữ lượng gỗ	2E - 5	0,002	3,23	< 0,001	< 0,001	0,99
DBH – Tổng sinh khối khô	0,029	< 0,001	2,90	< 0,001	< 0,001	0,99
DBH – Sinh khối trên mặt đất	0,24	< 0,001	2,91	< 0,001	< 0,001	0,99

Mối quan hệ giữa tổng sinh khối với nhân tố điều tra DBH của Thông ba lá ở các tỉnh Lâm Đồng, Gia Lai và Kon Tum, chung cho mọi cấp đất, đã được Võ Đại Hải (2009) xây dựng. Theo kết quả nghiên cứu của tác giả, phương trình tương quan được thiết lập có dạng  $P_{\text{khô}} = 0,044 \times D_{1.3}^{2,713}$ , có hệ số tương quan tiệm cận 1 ( $r = 0,993$ ). Vũ Tấn Phương và cộng sự (2009) cho rằng tương quan giữa sinh khối khô và DBH của hai loài thông khác là Thông nhựa và Thông mã vĩ cũng cho thấy tồn tại mối tương quan giữa sinh khối khô ở các bộ phận và tổng sinh khối của cây cá thể với DBH. Hầu hết hệ số tương quan đều thể hiện mối liên hệ giữa sinh khối khô và DBH là rất chặt, ngoại trừ phương trình tương quan của sinh khối khô lá và DBH ( $0,7 < r \leq 0,9$ ). Như vậy, kết quả nghiên cứu về các phương trình tương quan giữa sinh khối khô và DBH trong nghiên cứu này cũng khá giống với các kết quả nghiên cứu của cùng loài và các loài thông khác ở Việt Nam.

Các kết quả nghiên cứu khác về liên hệ tương quan của các nhân tố điều tra như DBH và chiều cao với trữ tổng sinh khối của các loài thông khác cũng cho kết quả là phương trình tồn tại và hệ số tương quan thể hiện mối liên hệ là rất chặt. Kyioshi Miyakuni và cộng sự (2007) đã xây dựng 2 loại phương trình tương quan là DBH, DBH và chiều cao với tổng sinh khối của loài Thông nhựa (*Pinus merkusii*) ở Indonesia ở các tuổi 5, 11, 19 và 24. Kết quả xây dựng dạng phương trình  $Y = a \cdot DBH^b$  và  $Y = a \cdot (DBH^2 \cdot h)^b$  cho thấy các phương trình dạng này và hệ số tương quan của nó cho thông nhựa ở các tuổi trên đều tồn tại và thể hiện quan hệ rất chặt chẽ ( $0,95 < r \leq 0,99$ ). Kết quả này cho thấy, ở các lập địa khác nhau, phương trình tương quan giữa DBH hoặc DBH và chiều cao với tổng sinh khối đều có giá trị về mặt thống kê và có thể ứng dụng trong thực tiễn để kiểm tra, ước tính trữ lượng sinh khối làm căn cứ tính toán trữ lượng carbon của rừng trồng thông.





**Hình 2. Tương quan giữa sinh khối khô với DBH của Thông ba lá vùng nghiên cứu**

### **Hệ số chuyển đổi sinh khối (BEF) và tỷ lệ sinh khối dưới mặt đất so với sinh khối trên mặt đất (RS)**

Hệ số BEF và RS là các hệ số được sử dụng để ước tính sinh khối của lâm phần. Kết quả nghiên cứu về tỷ lệ sinh khối dưới mặt đất so với sinh khối trên mặt đất (hệ số R/S) cho thấy giá trị này có xu hướng giảm theo tuổi của rừng và giao động trong khoảng 0,17 ÷ 0,18. Kết quả nghiên cứu chi tiết về hệ số BEF và hệ số R/S được trình bày trong bảng 3 bên dưới. Đối với hầu hết các loài cây, trong điều kiện bình thường thì hệ số R/S là 1:5 đến 1:6; phần sinh khối trên mặt đất nặng gấp 5 tới 6 lần sinh khối rễ (Perry, 1982). Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ số R/S nằm trong khoảng 1:5 và không có sự khác biệt lớn giữa rừng non (tuổi 5) và rừng thành thục (tuổi 26). Kết quả này có thể được sử dụng để nội suy trữ lượng sinh khối dưới mặt đất dựa vào việc điều tra sinh khối trên mặt đất phục vụ điều tra kiểm kê khí nhà kính định kỳ.

**Bảng 3. Hệ số BEF và RS của cá thể Thông ba lá ở Hoàng Su Phì**

TT	Tuổi	DBH (cm)	V (m <sup>3</sup> cây <sup>-1</sup> )	BEF (Mg m <sup>-3</sup> )	R/S
1	5	11,78	0,034	1,019	0,202
2	5	11,14	0,029	1,065	0,166
3	5	10,51	0,026	0,920	0,214
4	5	10,51	0,031	0,951	0,162
5	5	11,78	0,041	0,938	0,154

6	5	11,14	0,037	0,781	0,164
7	5	10,51	0,032	0,795	0,135
8	5	11,15	0,031	0,995	0,234
9	5	11,78	0,045	0,838	0,191
10	12	16,88	0,173	0,544	0,204
11	12	16,24	0,159	0,493	0,141
12	12	15,60	0,147	0,579	0,176
13	12	17,52	0,183	0,629	0,170
14	12	18,15	0,204	0,614	0,187
15	12	14,97	0,123	0,582	0,153
16	12	14,33	0,113	0,577	0,197
17	19	22,61	0,377	0,698	0,190
18	19	21,98	0,360	0,704	0,165
19	19	22,93	0,355	0,683	0,156
20	19	21,02	0,290	0,696	0,167
21	19	23,57	0,360	0,752	0,218
22	19	22,29	0,314	0,713	0,167
23	19	20,06	0,292	0,731	0,199
24	19	19,74	0,268	0,631	0,175
25	19	20,38	0,326	0,655	0,148
26	26	34,08	0,980	0,676	0,177
27	26	31,85	0,991	0,633	0,163
<b>TB</b>				<b>0,737</b>	<b>0,177</b>
<b>STDEV</b>				<b>0,155</b>	<b>0,025</b>

Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ số chuyển đổi sinh khối có xu hướng giảm dần theo tuổi. Hệ số BEF đạt giá trị lớn nhất ở tuổi 5 và đạt giá trị nhỏ nhất ở tuổi 17 (bảng 03). Kết quả này chỉ ra rằng tuổi rừng càng nhỏ thì hệ số BEF cây cá thể càng lớn, do trữ lượng của cây cá thể là nhân tố ảnh hưởng trực tiếp tới giá trị hệ số chuyển đổi sinh khối. Nghiên cứu về hệ số BEF ở Việt Nam hiện nay chưa nhiều, tuy nhiên các nghiên cứu về hệ số BEF trên thế giới của rừng tự nhiên và rừng trồng hiện nay khá phong phú. Paula Soares và Margarida Tomé (2004) đã nghiên cứu về hệ số BEF của loài *Eucalyptus globulus* ở Thổ Nhĩ Kỳ, kết quả cho thấy giá trị BEF của rừng trồng *Eucalyptus globulus* cũng có xu hướng giảm dần theo tuổi và tuổi rừng càng lớn thì giá trị này càng ít thay đổi và xấp xỉ 0,68. Kết quả nghiên cứu về hệ số chuyển đổi sinh khối cho các bộ phận của sinh khối trên mặt đất trong cây cá thể rừng khô nhiệt đới ở phía Đông Sinaloa, Mê-hi-cô cho thấy hệ số BEF ( $\pm$  sd) của sinh khối cành, thân và tổng sinh khối trên mặt đất lần lượt là 0,7854 (0,111), 0,873 (0,055) và 1,460 (0,022) (José de Jesús Nívar Cháidez, 2009). Nghiên cứu về hệ số BEF theo cấp tuổi của rừng trồng cây hồng tùng (*Pinus sylvestris*) ở Phần Lan cho thấy hệ số chuyển đổi sinh khối ở cấp tuổi dưới 40, từ 41 – 80 tuổi và trên 80 tuổi lần lượt là 0,80 Mg m<sup>-3</sup>, 0,67 Mg m<sup>-3</sup> và 0,59 Mg m<sup>-3</sup> (Lehtonen và cs, 2004). Nhìn chung, hệ số chuyển đổi sinh khối của các loại rừng khác nhau đều có xu hướng giảm dần theo tuổi của rừng và phụ thuộc chặt chẽ vào trữ lượng hay khả năng sinh trưởng của mỗi loài cây.

Kết quả xây dựng phương trình tương quan cho thấy tồn tại phương trình dạng hàm mũ giữa hệ số chuyển đổi sinh khối và đường kính ngang ngực ( $r = 0,55$  và SigF = 0,003; tham số tham gia phương trình tồn tại do Sig. < 0,05). Tuy nhiên, hệ số tương quan cho thấy quan hệ giữa hệ số BEF với đường kính ngang ngực chỉ ở mức tương đối chặt ( $0,5 \leq r < 0,7$ ). Dựa vào đường kính ngang ngực, hệ số chuyển đổi sinh khối có thể được nội suy từ các phương trình tương quan giữa DBH và đường kính ngang ngực. Phương trình tương quan được thiết lập trong nghiên cứu này chỉ nên được áp dụng trong các trường hợp độ tin cậy về mặt thống kê không phải là yếu tố quan trọng. Dạng phương trình và phân bố của giá trị BEF theo đường kính được thể hiện trong hình 3.

## KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu về sinh khối cho thấy tăng trưởng sinh khối bình quân năm của cá thể Thông ba lá ở Hoàng Su Phì là tốt hơn so với thông cùng loài ở địa điểm nghiên cứu khác hoặc với loài thông khác. Kết quả này cho thấy độ thích hợp tốt của Thông ba lá với điều kiện lập địa và khí hậu tại địa điểm nghiên cứu.

Các phương trình tương quan giữa sinh khối của các bộ phận cây cá thể, sinh khối trên mặt đất và tổng sinh khối Thông ba lá với đường kính ngang ngực đều tồn tại. Phương trình tương quan giữa hệ sinh khối thân, sinh khối trên mặt đất và tổng sinh khối cây cá thể với đường kính ngang ngực so hệ số tương quan rất chặt và có thể sử dụng để ước tính sinh khối cây cá thể.

Hệ số chuyển đổi sinh khối (BEF) có xu hướng giảm và ổn định dần khi tuổi rừng tăng. Hệ số BEF của Thông ba lá cây cá thể tuổi từ 5-26 là khoảng  $0,737 \pm 0,155$ . Tỷ lệ sinh khối dưới mặt đất so với trên mặt đất khá ổn định và có giá trị là  $0,177 \pm 0,025$ .

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Đại Hải và cs, 2009. Nghiên cứu khả năng hấp thụ và giá trị thương mại các bon của một số dạng rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.
2. Ngô Đình Quế và cs, 2006. Khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub> của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Bộ Nông nghiệp và PTNT, Hà Nội, số 7/2006.
3. Vũ Tấn Phương và cộng sự (2008). Báo cáo tổng kết “Nghiên cứu định giá rừng tại Việt Nam”. Trung tâm nghiên cứu sinh thái và môi trường rừng, Hà Nội.
4. Bouman *et al*, 1999. Quantifying economic and biophysical sustainability tradeoffs in tropical pastures. *Ecol Model* 120:31–46.
5. Brown *et al*, 1996. Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. *Commonwealth For Rev* 75:80–91.
6. IPCC, 2003. Good practice guidance for land uses, land use change and forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.
7. Jha, 1995. Structure and functioning of an age series of Teak (*Tectona grandis*) plantations in Kumaun Himalayan Tarai. PhD. Thesis. Kumaun University, Nainital, India.
8. Kaul *et al* 1983. Biomass production system of Poplars and productivity in a poplar plantation. *Indian For.* 109, 822-828.
9. Lehtonen *et al*, 2004. Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests. *Forest Ecology and Management* 188 (2004) 211-224.
10. Mahesh Khadka, 2005. Above Ground Biomass of *Pinus caribaea*, A Study from Hantana Forest, Sri Lanka Diplomarbeit am Institut für Waldwachstumsforschung an der BOKU, 45.
11. Nívar Cháidez, 2009. Allometric equations and expansion factors for tropical dry forest trees of Eastern Sinaloa, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10 (2009) 45 – 52.
12. Negiand Sharma, 1985. Biomass and nutried distribution in an age series of Eucalyptus hybrid plantation in Tamil Nadu District. *Organic Matter* 4, 1111-1122.



13. Negi *et al*, 2003. Carbon allocation in different components of some tree species of India: A new approach for carbon estimation. *Current Science*, Vol 85 (11).
14. Paula and Margarida, 2004. Analysis of the effectiveness of biomass expansion factors to estimate stand biomass. *Proceeding of the International Conference on Modeling Forest Production*, 19 – 22 April, Austria.
15. Perry, 1982. The ecology of tree roots and the practical significance thereof. *Journal of Arboriculture* 8: 1970211.
16. Rana, 1985. Biomass and net primary productivity in different forest ecosystems along an altitudinal gradients in Kumaun Himalayan. PhD. Thesis. Kumaun University, Nainital, India.
17. Schimmel *et al*, 1995. CO<sub>2</sub> and the carbon cycle. In: HouMg JT, Meira Filho LG, Bruce J, Lee H, Callander BA, Haites E, Harris N, Maskell K (ed) *Climate change 1994: Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 35- 71.
18. Silver *et al*, 1996. At what temporal scales does disturbance affect belowground nutrient pools? *Biotropica* 28:441–457.
19. Snowdon, P., Eamus, D., Gibbons, P., Khanna, P., Keith, H., Raison, J., and Kirschbaum, M. (2000). Synthesis of allometrics, review of root biomass and design of future woody biomass sampling strategies. Australian Greenhouse Office, Canberra, Australia, National Carbon Accounting System Technical Report 17.
20. Tandon *et al*, 1988. Biomass estimation and distribution of nutrient in five different aged *Eucalyptus grandis* plantations in Kerala state. *Indian For.* 114 184-199.
21. UNFCCC, 2007. Fact sheet: Climate change science. <http://www.unfccc.int/press/2794.php>.
22. UNFCCC, 1997. Kyoto protocol to the Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). [http://unfccc.int/essential\\_background/kyoto\\_protocol/items/1678.php](http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/1678.php).