

CẤU TRÚC SINH KHỐI CỦA RỪNG TRỒNG THÔNG BA LÁ THUẦN LOẠI TẠI LÂM ĐỒNG

Vũ Tấn Phương, Võ Đại Hải

Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, vai trò của rừng trong việc hấp thụ cacbon, giảm nhẹ phát thải khí nhà kính đang được cộng đồng Quốc tế và Việt Nam rất quan tâm. Do vậy, việc nghiên cứu sinh khối là một yêu cầu khách quan và cấp bách phục vụ cho việc tính toán phát thải và thương mại giá trị hấp thụ cacbon của rừng. Nghiên cứu được thực hiện tại Lâm Đồng, nơi rừng trồng Thông ba lá chiếm diện tích lớn. Nghiên cứu tiến hành xác định sinh khối và cấu trúc sinh khối của lâm phần rừng trồng Thông ba lá, gồm sinh khối tầng cây gỗ, sinh khối tầng cây bụi thảm tươi và sinh khối thảm mục theo tuổi rừng và cấp đất. Biểu cấp đất cho Thông ba lá đã được xây dựng nhưng mới đề cập đến sinh trưởng (D, H) của lâm phần theo từng cấp đất (Bộ NN&PTNT 2003).

Kết quả nghiên cứu cho thấy tổng sinh khối của toàn lâm phần ở cấp đất I là khoảng 348 tấn/ha; trên cấp đất II là khoảng 258 tấn/ha; trên cấp đất III là khoảng 171 tấn/ha; trên cấp đất IV là khoảng 120 tấn/ha; và trên cấp đất V là khoảng 86 tấn/ha. Cấu trúc sinh khối tầng cây gỗ (cây rừng) trong lâm phần là khoảng 86% (dao động từ 82-94%); của tầng cây bụi thảm tươi là 3,9% (dao động từ 1,3-7,7%); và của tầng thảm mục là 10,5% (dao động từ 4,6-16,6%).

Từ khoá: Sinh khối, Thông ba lá, Lâm Đồng.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu sinh khối và tăng cường trồng rừng trên các diện tích đất trống đồi núi trọc ở các vùng nhiệt đới từ lâu đã được thừa nhận là một giải pháp hữu hiệu trong việc giảm tỷ lệ gia tăng của khí CO₂ trong khí quyển (Dyson, 1977). Khi cây sinh trưởng và phát triển, chúng hấp thụ cacbon trong các tế bào và đồng nghĩa với việc gia tăng sinh khối của cây (trong rừng hoặc trong các sản phẩm từ rừng), như vậy nồng độ khí CO₂ trong khí quyển sẽ giảm đi. Khả năng hấp thụ khí CO₂ của rừng là vấn đề tiên quyết trong việc thúc đẩy các dự án hấp thụ cacbon ở các nước đang phát triển, các quốc gia này có thể nhận đầu tư từ các công ty, chính phủ có mong muốn bù đắp lại lượng phát thải khí nhà kính của họ theo cơ chế phát triển sạch của Nghị định thư Kyoto (Fearnside, 1999).

Ở Việt Nam, các nghiên cứu cơ sở về sinh khối và trữ lượng cacbon của rừng đang được quan tâm nghiên cứu từ một vài năm gần đây và cũng đã có những thành tựu đáng kể. Các nghiên cứu điển hình bao gồm nghiên cứu trữ lượng cacbon trong các thảm thực vật như cỏ tranh, lau lách và cây bụi (Vũ Tấn Phương và cs, 2005); trữ lượng cacbon của rừng trồng Keo tai tượng, Keo lá tràm, Bạch đàn urophylla (Ngô Đình Quế và cs, 2006; Vũ Tấn phương và cs, 2007); Thông (Nguyễn Ngọc Lung và cs, 2004; và Võ Đại Hải và cs, 2009).

Thông ba lá là loài cây có phân bố tự nhiên ở vùng Tây Nguyên (như Lâm Đồng, Kon Tum, v.v) và Tây Bắc (Hà Giang). Thông ba lá là loài cây chủ lực trong rừng ở các tỉnh Tây Nguyên và một số vùng ở Hà Giang. Thông ba lá là loài cây sinh trưởng khá nhanh, nên ngoài giá trị về gỗ thì sinh khối và trữ lượng cacbon được cho là khá lớn, có tiềm năng cao trong việc hấp thụ cacbon. Chính vì vậy việc nghiên cứu sinh khối và trữ lượng cacbon của rừng trồng Thông ba lá ở Lâm Đồng sẽ cung cấp cơ sở khoa học quan trọng trong việc kiểm kê khí nhà kính và thương mại giá trị cacbon của rừng.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được tiến hành trên đối tượng rừng trồng Thông ba lá (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) tại tỉnh Lâm Đồng ở các tuổi từ 5-30 trên các cấp đất I - V. Nghiên cứu tập trung xác định: i) sinh khối và trữ lượng cacbon của rừng Thông ba lá theo các tuổi và cấp đất khác nhau, bao gồm sinh khối theo các bộ phận: thân, cành, lá và rễ; ii) sinh khối và trữ lượng cacbon của tầng thảm tươi cây bụi; và iii) trữ lượng cacbon trong đất ở độ sâu từ 0 – 30 cm. Các phương pháp nghiên cứu sử dụng là:

Phương pháp thu thập thông tin

- Thu thập số liệu tại hiện trường: Lập các ô tiêu chuẩn (OTC) điển hình đại diện cho các cấp tuổi, cấp đất. Diện tích OTC là 1000 m² (40 m x 25m). Tổng số OTC là 48, các OTC được bố trí rải đều ở các cấp tuổi khác nhau. Trên mỗi OTC này, đo đếm toàn bộ đường kính và chiều cao của cây rừng và chọn cây tiêu chuẩn để giải tích đo đếm sinh khối.

- Trên mỗi OTC, lập 5 ô thứ cấp (4 ô ở 4 góc và 1 ô ở giữa OTC) với diện tích 25m² (5m x 5m) để điều tra cây bụi, thảm tươi. Tổng số ô thứ cấp là 240 ô. Tại trung tâm OTC lập ô dạng bản diện tích 1m² để đo đếm thảm mục, tổng số ô dạng bản là 240 ô.

Đo đếm sinh khối tươi

- Xác định sinh khối tươi cây tiêu chuẩn: Việc xác định sinh khối tươi được thực hiện theo phương pháp giải tích cây tiêu chuẩn (IPCC, 2003). Cây tiêu chuẩn được lựa chọn đại diện cho các điều kiện lập địa, khí hậu, tuổi rừng và kỹ thuật thâm canh. Sinh khối cây tiêu chuẩn được xác định cho các bộ phận gồm thân, cành, lá và rễ. Đo đếm sinh khối tươi được xác định trực tiếp bằng cân có độ chính xác 0,1 gam. Tiến hành lấy mẫu 500 gam cho từng bộ phận để phân tích sinh khối khô và hàm lượng cacbon.

- Sinh khối tươi cây bụi thảm tươi: Tại các ô sơ cấp, tiến hành chặt toàn bộ cây bụi và thảm tươi, sau đó phân ra theo các bộ phận: thân cành, lá, rễ. Sử dụng cân có độ chính xác 0,1 gam để cân và xác định sinh khối tươi của từng bộ phận. Trộn đều từng bộ phận và lấy mẫu trọng lượng 500 gam để phân tích sinh khối khô và hàm lượng các bon trong sinh khối.

- Sinh khối thảm mục: Trong ô dạng bản, tiến hành thu thập toàn bộ thảm mục trong ô và cân bằng cân có độ chính xác 0,1 gam, đồng thời lấy mẫu để phân tích sinh khối khô và hàm lượng các bon.

Phân tích sinh khối khô và hàm lượng cacbon trong sinh khối

- Sinh khối khô của từng bộ phận của cây tiêu chuẩn (thân, cành, lá và rễ), của thảm tươi cây bụi (thân cành, lá, rễ), của thảm mục được xác định theo phương pháp ủ sấy ở nhiệt độ 105°C. Các mẫu được sấy trong tủ sấy trong thời gian 72 giờ đến khi trọng lượng không đổi. Sử dụng cân có độ chính xác 0,1 gram để xác định sinh khối khô của từng mẫu.

- Hàm lượng các bon trong sinh khối của các bộ phận của cây tiêu chuẩn (thân, cành, lá, rễ), của cây bụi thảm tươi (thân cành, lá, rễ) và của thảm mục được phân tích tại phòng thí nghiệm bằng phương pháp ô xy hóa ướt của Rayment và Higginsin (1992), Gifford (2000) và Mc Kenzie (2001).

Tính toán xử lý số liệu

- Sinh khối khô từng bộ phận (thân, cành, lá, rễ) của cây cá thể được xác định theo công thức:

$$DW_i = FW_i \frac{W_{di}}{W_{fi}}$$

Trong đó: DW_i là sinh khối khô bộ phận i của cây cá thể

FW_i là sinh khối tươi của bộ phận i của cây cá thể;

W_{di} là khối lượng mẫu khô của bộ phận i sau khi sấy ở 105°C

W_{fi} là khối lượng mẫu tươi bộ phận i của cây cá thể trước khi sấy.

- Sinh khối khô cây cá thể: Sinh khối khô cây cá thể được tính bằng tổng sinh khối của các bộ phận của cây cá thể (gồm sinh khối khô của thân, cành, lá và rễ)

- Sinh khối các bộ phận cây bụi thảm tươi (thân cành, lá, rễ) trong 1ha được tính theo công thức: $CB_i = \frac{m_i \times 10000}{25}$ (kg/ha)

Trong đó: CB_i là sinh khối bộ phận i (thân và cành, lá, rễ) của cây bụi thảm tươi trong 1ha; m_i là tổng khối lượng bộ phận tương ứng của cây bụi thảm tươi trong 5 ô thứ cấp.

- Sinh khối của thảm mục trên 1 ha được tính theo công thức: $TMi = \frac{m_i \times 10000}{5}$ (kg/ha)

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Sinh khối của rừng trồng Thông ba lá

Nghiên cứu trên 48 ô tiêu chuẩn và 48 cây giải tích đại diện cho các cấp đất và các tuổi từ 5 – 25 cho thấy sinh khối thân chiếm tỷ lệ lớn nhất, khoảng 72% tổng sinh khối (thấp nhất là 67% và cao nhất là 78%), tiếp đến là sinh khối dưới mặt đất (rễ) là khoảng 13% và sinh khối cành chiếm khoảng 10% tổng sinh khối. Như vậy sinh khối trên mặt đất (TMĐ) chiếm tới 87% tổng sinh khối và sinh khối rễ (DMĐ) chiếm khoảng 13% tổng sinh khối. Tỷ lệ sinh khối DMĐ so với sinh khối TMĐ là khoảng 14%. Số liệu chi tiết nêu ở bảng 1.

Bảng 1. Cấu trúc sinh khối lâm phần Thông ba lá theo cấp đất và tuổi

Cấp đất	Tuổi	Các bộ phận sinh khối					DMĐ/TMĐ (%)
		Trên mặt đất			DMĐ	Tổng	
		Thân %	Cành %	Lá %	Rễ %	kg	%
I	5	54,3	9,3	8,5	27,9	30,4	38,8
	10	72,5	10,7	4,7	12,0	128,4	13,7
	20	77,9	10,9	3,6	7,6	247,5	8,2
	25	79,5	10,3	3,0	7,2	500,1	7,7
	TB	71,1	10,3	5,0	13,7	226,6	17,1
II	5	54,6	16,8	11,9	16,6	23,5	19,9
	10	57,8	23,3	4,4	14,5	77,4	17,0
	15	72,5	9,7	6,3	11,5	149,0	13,0
	20	71,9	15,5	3,7	8,9	173,8	9,7
	25	85,8	6,0	1,8	6,4	375,0	6,9
	30	64,2	14,1	4,1	17,5	414,6	21,2
	TB	67,8	14,2	5,4	12,6	202,2	14,6
III	5	54,7	11,4	11,1	22,8	13,2	29,6
	10	73,2	16,3	1,6	9,0	44,1	9,8
	15	72,8	13,3	6,7	7,2	67,3	7,8
	20	81,2	8,8	3,5	6,5	149,4	6,9
	25	81,7	8,8	1,6	7,9	237,7	8,6
	30	70,8	6,0	3,6	19,5	249,6	24,3

	TB	72,4	10,8	4,7	12,2	126,9	14,5
IV	5	60,5	9,9	5,9	23,7	9,2	31,0
	10	79,3	5,9	1,5	13,3	17,8	15,3
	15	82,2	5,8	3,5	8,5	29,7	9,3
	20	84,6	7,6	3,1	4,7	130,8	4,9
	25	84,5	4,9	1,3	9,3	142,2	10,2
	30	77,9	7,0	5,5	9,7	200,5	10,7
	TB	78,2	6,9	3,5	11,5	88,4	13,6
V	5	58,7	14,3	6,0	20,9	5,6	26,4
	10	78,8	5,7	2,0	13,5	10,8	15,6
	15	74,3	8,4	3,8	13,5	15,4	15,6
	20	81,2	8,6	4,3	5,9	54,0	6,3
	25	69,9	15,7	2,8	11,5	118,6	13,0
	30	75,2	8,6	4,0	12,1	153,0	13,8
	TB	73,0	10,2	3,8	12,9	59,6	15,1
TB		72,6	10,5	4,4	12,5	134,6	14,8

Sinh khối cây bụi thảm tươi và thảm mục

Sinh khối cây bụi thảm tươi (CBTT) dưới tán rừng trồng Thông ba lá thuần loài dao động khá mạnh từ 1,68 - 9,59 tấn/ha. Sinh khối cây bụi thảm tươi phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như: đặc điểm đất đai; thành phần loài cây bụi, thảm tươi; tuổi lâm phần; độ tàn che của tầng cây cao cũng như mức độ tác động vào rừng, v.v. Tuy nhiên, có thể nhận thấy rằng sinh khối cây bụi thảm tươi tăng dần từ tuổi 5 đến tuổi 10, sau đó giảm dần từ tuổi 10 đến tuổi 25 và có xu hướng tăng ở độ tuổi từ 25 đến 30. Tổng sinh khối cây bụi, thảm tươi dưới tán rừng đạt cao nhất ở tuổi 30 và thấp nhất ở tuổi 5, giá trị này tính trung bình cho các cấp đất lần lượt là 2,66 tấn/ha và 8,52 tấn/ha. Nếu so sánh theo cấp đất, tổng sinh khối trung bình của cây bụi thảm tươi cho các tuổi từ 5 - 30 ở cấp đất I là 3,09 tấn/ha, ở cấp đất II là 4,11 tấn/ha và ở cấp đất III là 4,31 tấn/ha, cấp đất IV là 4,06 tấn/ha và cấp đất V là 4,68 tấn/ha. Như vậy, ở lập địa xấu sinh khối cây bụi, thảm tươi dưới tán rừng Thông ba lá nhiều hơn ở lập địa tốt. Điều đó có thể giải thích là do ở cấp đất xấu, độ tàn che của tầng cây cao giảm so với độ tàn che ở cấp đất tốt nên cây bụi thảm tươi có điều kiện phát triển mạnh hơn.

Tổng sinh khối của thảm mục dưới tán rừng Thông ba lá có sự dao động đáng kể từ 3,82 - 23,62 tấn/ha, trung bình là 12,30 tấn/ha. Nhìn chung, sinh khối vật rơi rụng từ lá chiếm 82,7% và nhiều hơn so với sinh khối vật rơi rụng từ cành nhánh chiếm 17,3%. Nếu tính theo độ tuổi, tổng sinh khối vật rơi rụng đạt cao nhất ở tuổi 20, trong đó sinh khối lá vật rơi rụng cũng đạt cao nhất ở tuổi 20 nhưng sinh khối cành lại đạt cao nhất ở tuổi 30. Cũng giống với sinh khối của cây bụi thảm tươi, sinh khối của vật rơi rụng chịu ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố như: tuổi rừng, điều kiện lập địa, vi sinh vật đất, biện pháp tác động, v.v. Chi tiết số liệu về sinh khối cây bụi thảm tươi và thảm mục nêu tại bảng 2.

Bảng 2. Sinh khối cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng dưới tán rừng Thông ba lá

Cấp đất	Tuổi	Sinh khối CBTT (tấn/ha)	Sinh khối thảm mục (tấn/ha)
I	5	2,36	8,06
	10	3,26	4,51
	20	1,68	22,26
	25	5,08	14,23
	TB	3,09	12,27
II	5	2,36	8,70
	10	3,67	4,82
	15	2,49	7,86
	20	2,23	21,72
	25	5,55	15,25
	30	8,35	18,39
	TB	4,11	12,79
III	5	2,35	7,70
	10	4,27	4,07
	15	2,72	9,21
	20	2,04	23,62
	25	5,92	15,38
	30	8,57	17,98
	TB	4,31	12,99
IV	5	2,95	7,55
	10	4,91	4,60
	15	2,29	8,77
	20	2,07	20,11
	25	4,58	13,34
	30	7,57	19,18
	TB	4,06	12,26
V	5	3,27	7,22

	10	4,57	3,82
	15	2,60	7,39
	20	2,66	19,25
	25	5,39	12,91
	30	9,59	16,51
	TB	4,68	11,18
Trung bình chung		4,12	12,30

Tổng sinh khối toàn lâm phần rừng Thông ba lá

Dựa trên kết quả nghiên cứu sinh khối của cây rừng, cây bụi thảm tươi và thảm mục tiến hành tổng hợp sinh khối cho toàn lâm phần (xem bảng 3).

Bảng 3. Cấu trúc sinh khối lâm phần Thông ba lá theo cấp đất và tuổi

Cấp đất	Tuổi	Tổng sinh khối toàn lâm phần						
		Tầng cây gỗ		Thảm mục		Cây bụi thảm tươi		Tổng
	Năm	tấn/ha	%	tấn/ha	%	tấn/ha	%	tấn/ha
I	5	76,00	87,94	8,06	9,33	2,36	2,73	86,42
	10	256,80	97,06	4,51	1,70	3,26	1,23	264,57
	20	396,00	94,30	22,26	5,30	1,68	0,40	419,94
	25	600,12	96,88	14,23	2,30	5,08	0,82	619,43
	TB	332,23	94,05	12,27	4,66	3,10	1,30	347,59
II	5	58,75	84,16	8,70	12,46	2,36	3,38	69,81
	10	157,12	94,87	4,82	2,91	3,67	2,22	165,61
	15	242,87	95,91	7,86	3,10	2,49	0,98	253,22
	20	208,56	89,70	21,72	9,34	2,23	0,96	232,51
	25	450,00	95,58	15,25	3,24	5,55	1,18	470,80
	30	331,68	92,54	18,39	5,13	8,35	2,33	358,42
	TB	241,50	92,13	12,79	6,03	4,11	1,84	258,40
III	5	33,66	77,01	7,70	17,62	2,35	5,38	43,71
	10	90,85	91,59	4,07	4,10	4,27	4,31	99,19
	15	111,72	90,35	9,21	7,45	2,72	2,20	123,65

	20	183,76	87,75	23,62	11,28	2,04	0,97	209,42
	25	289,99	93,16	15,38	4,94	5,92	1,90	311,29
	30	209,66	88,76	17,98	7,61	8,57	3,63	236,21
	TB	153,27	88,10	12,99	8,83	4,31	3,06	170,58
IV	5	23,74	69,33	7,55	22,05	2,95	8,62	34,24
	10	37,38	79,72	4,60	9,81	4,91	10,47	46,89
	15	50,49	82,03	8,77	14,25	2,29	3,72	61,55
	20	163,50	88,05	20,11	10,83	2,07	1,11	185,68
	25	176,33	90,77	13,34	6,87	4,58	2,36	194,25
	30	170,43	86,43	19,18	9,73	7,57	3,84	197,18
	TB	103,64	82,72	12,26	12,26	4,06	5,02	119,96
V	5	14,62	58,22	7,22	28,76	3,27	13,02	25,11
	10	23,00	73,28	3,82	12,17	4,57	14,56	31,39
	15	26,49	72,61	7,39	20,26	2,60	7,13	36,48
	20	69,12	75,93	19,25	21,15	2,66	2,92	91,03
	25	149,44	89,09	12,91	7,70	5,39	3,21	167,74
	30	137,70	84,07	16,51	10,08	9,59	5,85	163,80
	TB	70,06	75,53	11,18	16,68	4,68	7,78	85,92
Trung bình	169,28	85,97	12,30	10,05	4,12	3,98	185,70	

Kết quả cho thấy tổng sinh khối lâm phần Thông ba lá có sự khác nhau khá lớn giữa các cấp đất. Nhìn chung, ở cấp đất I có tổng sinh khối lớn nhất, sau đó đến cấp đất II và cấp đất III. Tính chung cho các cấp tuổi từ tuổi 5 đến 25, tổng sinh khối của lâm phần ở đất cấp II bằng 77% tổng sinh khối lâm phần ở đất cấp I; tổng sinh khối lâm phần của đất cấp III bằng 50%, sinh khối ở cấp đất IV bằng 31% và sinh khối ở cấp đất V chỉ bằng 22% sinh khối ở cấp đất I.

KẾT LUẬN

Sinh khối rừng trồng Thông ba lá trồng thuần loài là khác nhau, phụ thuộc vào tuổi rừng và điều kiện lập địa. Cấu trúc sinh khối của rừng chủ yếu là sinh khối thân, chiếm tới 72%; tiếp đến là sinh khối rễ, chiếm 13% và sinh khối cành chiếm khoảng 10%. Sinh khối trên mặt đất chiếm tới 87% tổng sinh khối của lâm phần. Sinh khối dưới mặt đất chiếm khoảng 14% tổng sinh khối trên mặt đất.

Sinh khối của tầng cây bụi thảm tươi dưới tán rừng là rất khác nhau giữa các cấp đất và tuổi rừng. Sinh khối của tầng cây bụi thảm tươi bình quân cho các lâm phần nghiên cứu là khoảng 4,2 tấn khô/ha. Sinh khối của thảm mục dưới các loại rừng nghiên cứu cũng rất khác nhau. Sinh khối trung bình của thảm mục dưới các loại rừng nghiên cứu là khoảng 12,3 tấn/ha.

Tổng sinh khối của toàn lâm phần (gồm sinh khối của rừng, sinh khối tầng cây bụi thảm tươi và sinh khối tầng thảm mục) cũng có sự biến động mạnh giữa các tuổi rừng và cấp đất. Tổng sinh khối của toàn lâm phần ở cấp đất I là khoảng 348 tấn/ha; trên cấp đất II là khoảng 258 tấn/ha; trên cấp

đất III là khoảng 171 tấn/ha; trên cấp đất IV là khoảng 120 tấn/ha; và trên cấp đất V là khoảng 86 tấn/ha. Cấu trúc sinh khối tầng cây gỗ (cây rừng) trong lâm phần là khoảng 86% (dao động từ 82 – 94%); của tầng cây bụi thảm tươi là 3,9% (dao động từ 1,3 – 7,7%); và của tầng thảm mục là 10,5% (dao động từ 4,6 – 16,6%).

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. Nguyễn Ngọc Lung, Nguyễn Tường Vân, 2004. Thử nghiệm tính toán giá trị bằng tiền của rừng trồng trong cơ chế phát triển sạch. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, Bộ Nông nghiệp và PTNT, Hà Nội. 12/2004 (1747- 1749).
3. Vũ Tấn Phương, 2006. Nghiên cứu trữ lượng các bon của thảm tươi và cây bụi: cơ sở xác định đường các bon cơ sở trong các dự án trồng rừng/tái trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam. Tạp chí Nông nghiệp và PTNT, Bộ Nông nghiệp và PTNT, Hà Nội, 8/2006 (81-84).
4. Vũ Tấn Phương và Ngô Đình Quế, 2005. Báo cáo đánh giá đất đai, lựa chọn cây trồng và xác định trữ lượng cacbon cho khu vực thử nghiệm thuộc dự án Rừng vàng tại A Lưới (tiếng Anh), Trung tâm nghiên cứu sinh thái và môi trường rừng và tổ chức phát triển Hà Lan (SNV), Hà Nội.
5. Vũ Tấn Phương và cs, 2007. Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu lượng giá kinh tế giá trị môi trường và DVMT của một số loại rừng chủ yếu ở Việt Nam". Trung tâm nghiên cứu sinh thái và môi trường rừng (RCFEE). Hà Nội
6. Vũ Tấn Phương và cs, 2008. Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu định giá rừng ở Việt Nam”. Trung tâm nghiên cứu sinh thái và môi trường rừng (RCFEE), Hà Nội.
7. Ngô Đình Quế và cs, 2006. Khả năng hấp thụ CO₂ 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.
8. Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2003. TCN04-TCN-66-2003: Biểu điều tra kinh doanh rừng trồng của 14 loài cây chủ yếu. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.
9. Brown, J and Pearce, D.W, 1994. The economic value of carbon storage in tropical forests, in J.Weiss (ed), The Economics of Project Appraisal and the Environment, Cheltenham: Edward Elgar, 102-23.
10. Brown, S, 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. FAO Forestry Paper, 134. Rome, FAO
11. IPCC, 2003. Good practice guidance for land uses, land use change and forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.
12. Kiyoshi Miyakuni et al, 2004. Allometric biomass equations, biomass expansion factors and Root-to-shoot ratios of planted *Acacia mangium* Willd. Forests in West Java, Indonesia.
13. UNFCCC, 1997. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). <http://www.unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.dpf>.
14. UNFCCC, 1997. Kyoto protocol to the Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/1678.php.
15. UNFCCC, 2007. Fact sheet: Climate change science. <http://www.unfccc.int/press/2794.php>.