

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM

ĐẶNG THỊNH TRIỀU

**NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG CỐ ĐỊNH CARBON CỦA RỪNG TRỒNG
THÔNG MÃ VĨ (*PINUS MASSONIANA* LAMBERT) VÀ THÔNG NHỰA
(*PINUS MERKUSII* JUNGH ET. DE VRIESE) LÀM CƠ SỞ XÁC ĐỊNH GIÁ
TRỊ MÔI TRƯỜNG RỪNG THEO CƠ CHẾ PHÁT TRIỂN SẠCH Ở VIỆT
NAM**

Chuyên ngành: Kỹ thuật lâm sinh
Mã số: 62 62 60 01

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ NÔNG NGHIỆP

Hà Nội – 2010

Công trình được hoàn thành tại:
Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.

Người hướng dẫn khoa học: **1) PGS.TS. Triệu Văn Hùng**
2) PGS.TS. Võ Đại Hải

Phản biện 1: GS. TS. Phùng Ngọc Lan

Phản biện 2: PGS. TS. Phạm Đức Tuấn

Phản biện 3: PGS. TS. Đặng Kim Vui

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Nhà nước họp tại Viện
Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam vào hồi 08 giờ 30 ngày 11 tháng 8 năm
2010

Có thể tìm hiểu luận án tại: Thư viện Quốc Gia và thư viện Viện Khoa học Lâm
nghiệp Việt Nam.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ
ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. Đặng Thịnh Triều (2008), “*Sinh khối cây cá thể và mối tương quan giữa các nhân tố điều tra của Thông mã vĩ (Pinus massoniana Lamb) trồng thuần loài trên các cấp đất khác nhau tại vùng Đông Bắc*”, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, (1), tr. 530 – 538.
2. Đặng Thịnh Triều (2008), “*Khả năng hấp thụ carbon của rừng Thông mã vĩ (Pinus massoniana Lamb) trồng thuần loài trên các cấp đất khác nhau tại vùng Đông Bắc Việt Nam*”. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, (11), tr. 94– 99.
3. Đặng Thịnh Triều (2008), “*Sinh khối cây cá thể Thông nhựa (Pinus merkusii Jungh. Et de Vriese) và mối quan hệ giữa các nhân tố điều tra*”, Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, (12), tr. 96-100.

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết của đề tài.

Sự gia tăng CO₂ trong khí quyển là một trong những nguyên nhân chính của hiện tượng nóng lên toàn cầu. Trong thời gian qua, nồng độ CO₂ trong khí quyển đã tăng từ 250 ppm lên 385 ppm, nhiệt độ trung bình của trái đất cũng tăng lên 0,6°C.

Nhằm ứng phó với những biến đổi khí hậu trên và hạn chế những tác động tiêu cực trên, Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu đã được ký tại Rio de Janeiro-Brazil năm 1992.

Các nghiên cứu trước đây cho rằng, trồng cây, gây rừng là biện pháp nhanh và rẻ nhất để có thể giảm phát thải khí nhà kính, góp phần duy trì cân bằng CO₂ và O₂, ổn định và điều hoà khí hậu.

Thông mã vĩ (*Pinus massoniana* Lambert) và thông nhựa (*Pinus merkusii* Jungh et. de Vriese) là hai loài cây được gây trồng rộng rãi tại nhiều vùng ở nước ta. Cho đến nay, giá trị được công nhận cho rừng trồng hai loài cây này chỉ được tính thông qua gỗ và nhựa, trong khi đó giá trị bảo vệ môi trường chưa được định lượng một cách cụ thể. Đây là 2 loài có chu kỳ kinh doanh dài, đáp ứng tốt yêu cầu của các dự án A/R-CDM.

Xuất phát từ yêu cầu đó, đề tài "*Nghiên cứu khả năng cố định carbon của rừng trồng Thông mã vĩ (*Pinus massoniana* Lambert) và Thông nhựa (*Pinus merkusii* Jungh et. de Vriese) làm cơ sở xác định giá trị môi trường rừng theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam*" là cần thiết và có ý nghĩa.

2. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.

2.1. Ý nghĩa khoa học của đề tài

Góp phần xây dựng một số cơ sở khoa học cho việc lượng giá trị môi trường rừng ở Việt Nam.

2.2. Ý nghĩa thực tiễn của đề tài

Xác định được giá trị thương mại của lâm phần Thông mã vĩ và Thông nhựa theo Cơ chế phát triển sạch.

3. Mục tiêu của đề tài:

- **Mục tiêu về lý luận:** Góp phần xây dựng luận cứ khoa học cho việc lượng giá trị môi trường rừng trồng Thông mã vĩ và Thông nhựa nói riêng và định giá rừng nói chung và phát triển rừng CDM ở Việt Nam.

- **Mục tiêu thực tiễn:**

+ Xác định được khả năng cố định carbon của rừng trồng Thông mã vĩ và Thông nhựa theo cấp đất, tuổi và mật độ.

+ Xác định được mối quan hệ giữa lượng carbon cố định với sinh khối và các nhân tố điều tra lâm phần chủ yếu.

+ Xây dựng được bảng tra sinh khối và carbon của cây cá thể cũng như lâm phần Thông mã vĩ và Thông nhựa chung và riêng cho từng cấp đất.

4. Những điểm mới của luận án:

Đã xây dựng được hệ thống các mô hình toán học, các bảng biểu để ước tính sinh khối và lượng carbon tích lũy của cây cá thể và lâm phần Thông mã vĩ và Thông nhựa theo tuổi, mật độ và cấp đất.

5. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Rừng Thông mã vĩ và Thông nhựa thuần loài.

- Phạm vi nghiên cứu: Giới hạn độ tuổi từ 1 - 30 (Thông mã vĩ) và từ 1-45 (Thông nhựa). Hiệu quả kinh tế chỉ tính giá trị thương mại từ gỗ, nhựa, carbon và chỉ số BCR. Địa điểm nghiên cứu thuộc các tỉnh Lạng Sơn (Đình Lập, Lộc Bình, Cao Lộc), Bắc Giang (Lục Nam, Lục Ngạn, Sơn Động), Quảng Ninh (Tiên Yên), Thanh Hóa (Hà Trung), Nghệ An (Quỳnh Lưu, Nam Đàn), Hà Tĩnh (Hương Khê), Quảng Bình (Đồng Hới, Quảng Trạch) và Quảng Trị (Cam Lộ).

Chương 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Ngay sau khi Nghị định thư Kyoto có hiệu lực, hàng loạt quốc gia đã có chủ trương thực hiện các dự án CDM. Đến năm 2004, có 16 dự án về hấp thụ carbon theo dự án A/R-CDM.

Những nghiên cứu về sinh khối và khả năng tích tụ carbon đã được thực hiện nhiều nơi: Tại Trung Quốc, nghiên cứu cho thấy, lượng carbon của loài *Pinus massoniana* lớn hơn lượng carbon của *Cunninghamia lanceolata*. Rừng trồng *Larix potaninii* có độ tuổi từ 2 - 40,

lượng carbon trên mặt đất chiếm 49,70% và carbon dưới mặt đất chiếm 48,99% tổng sinh khối, trong thân cây carbon chứa 49,47% so với sinh khối khô, carbon trong cành cây chiếm 50,03% và carbon trong lá chiếm 49,61%.

Tại Philippines, carbon chiếm 44,73% tổng sinh khối của Lõi thọ (*Gmelia arborea*). Với mật độ 1000 cây/ha, rừng Lõi thọ ở tuổi 12 có định 200 tấn carbon. Hàm lượng carbon trong Keo lá tràm chiếm 51,20%.

Lượng carbon dự trữ của rừng trồng tại Iceland đã được ước tính, trong đó, 1 ha rừng *Larix sibirica* ở tuổi 32, có thể cố định 2,6 tấn/carbon/năm, rừng *Betula pubescens* có thể cố định 1,0 tấn carbon/năm và rừng *Picea sitchensis* cố định được 3,0 tấn carbon/năm.

Trong thời gian qua, khái niệm “giá trị kinh tế rừng” đã được thay đổi nhiều, trong đó tổng giá trị của rừng được coi gồm giá trị các nguồn tài nguyên, các dòng dịch vụ môi trường và các đặc tính của toàn hệ sinh thái như một thể thống nhất. Theo World Bank, giá trị dịch vụ do hệ sinh thái rừng trên toàn thế giới đạt khoảng 33.000 tỷ USD/năm. Theo Camille và Bruce, giá trị kinh tế từ việc cố định carbon của rừng tự nhiên nhiệt đới khoảng từ 500-2.000 USD/ha, giá trị này ở rừng ôn đới từ 100-300 USD/ha.

1.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Nhiều đề cương dự án CDM đã được xây dựng, tuy nhiên, trong lĩnh vực lâm nghiệp mới được một dự án về A/R-CDM quy mô nhỏ được chính thức phê chuẩn (<http://ar-cdm.vfu.edu.vn/>). Ngô Đình Quế và cộng tác viên (2005) đã nghiên cứu và xây dựng bảng đề xuất tiêu chí, chỉ tiêu trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch (CDM). Vũ Tấn Phương (2006b) đã nghiên cứu trữ lượng carbon thảm tươi và cây bụi làm cơ sở cho việc xây dựng đường cơ sở trong các dự án trồng CDM ở Việt Nam

Nghiên cứu về sinh khối được bắt đầu bằng việc lập biểu cấp đất, biểu thể tích, biểu quá trình sinh trưởng và sản lượng rừng cho các loài như Keo tai tượng, Mỡ, Thông đuôi ngựa, Thông nhựa, Keo lai vv... (Vũ Tiến Hình, 2000; Đào Công Khanh, 2001; Lê Huy Cường, 1999 và Vũ Nhâm, 1995).

Các nghiên cứu về sinh khối và carbon hấp thụ của rừng trồng được thực hiện bởi Nguyễn Ngọc Lung và Đào Công Khanh (1999); Ngô Đình Quế và CTV (2005); Vũ Tấn Phương (2006) vv...

Các nghiên cứu về giá trị môi trường bắt đầu bằng việc đánh giá về khả năng chống xói mòn của rừng (Bùi Ngạnh và cộng sự, 1984; Thái Phiên và Trần Đức Toàn, 1998). Tác dụng của rừng trong việc hạn chế tốc độ gió, cải thiện khí hậu, làm tăng độ phì của đất cũng đã được nghiên cứu (Lâm Công Định, 1977; Nguyễn Xuân Quát, 1996) vv...

Một số nghiên cứu về giá trị của rừng thông qua khả năng cố định carbon cũng bắt đầu được thực hiện (Vũ Tấn Phương và cộng sự, 2005).

Chương 2: NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu sinh khối và khả năng cố định carbon của rừng Thông mã vĩ.
- Nghiên cứu sinh khối và khả năng cố định carbon của rừng Thông nhựa.
- Xác định mối quan hệ giữa sinh khối với các nhân tố điều tra và xây dựng bảng tra sinh khối, lượng carbon cố định của cây cá thể cũng như của lâm phần Thông mã vĩ và Thông nhựa.
- Xác định giá trị thương mại carbon rừng Thông mã vĩ và Thông nhựa.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Quan điểm và cách tiếp cận

- + Nghiên cứu khả năng cố định carbon của rừng sẽ tiếp cận theo cấp đất.
- + Ngoài việc xác định giá trị thương mại carbon của rừng, luận án còn đánh giá hiệu quả kinh doanh rừng theo CDM so với sản xuất thông thường.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu cụ thể

a) *Kế thừa tài liệu:* Kế thừa các tài liệu, kết quả nghiên cứu về Thông mã vĩ và Thông nhựa, đặc biệt là các biểu đã lập cho 2 loài thông này.

b) *Thu thập số liệu ngoài hiện trường:*

- *Lập ô tiêu chuẩn:* Mỗi cấp đất bố trí 12 ÔTC sơ cấp rải đều các cấp tuổi, diện tích 1000m² (40m x 25m). Tại mỗi ô sơ cấp, lập 5 ô thứ cấp (4 ô ở 4 góc và 1 ô ở giữa ÔTC) diện tích 25 m² (5m x 5m) để điều tra cây bụi, thảm tươi. Ở trung tâm mỗi ô thứ cấp lập 1 ô dạng bản diện tích 1 m² (1m x 1m) để điều tra vật rơi rụng. Ngoài ra, tại mỗi cấp đất lập 2 ô tiêu chuẩn để phục vụ việc kiểm tra các bảng sinh khối và carbon (tại cấp tuổi 3 và 5).

+ *Điều tra tầng cây cao:* Đo tất cả các cây gồm các chỉ tiêu: D_{1,3}, H_{vn}.

+ *Phương pháp xác định cấp đất:* Cấp đất được xác định trên cơ sở biểu cấp đất của 2

loài Thông mã vĩ và Thông nhựa (Bộ Nông nghiệp và phát triển Nông thôn, 2003).

+ *Phương pháp xác định cây tiêu chuẩn để chặt hạ đo tính sinh khối:*

Cây tiêu chuẩn được chọn là cây có đường kính bằng hoặc xấp xỉ đường kính của cây có tiết diện bình quân.

+ *Phương pháp thu thập sinh khối cây tiêu chuẩn:*

Chọn và chặt 2 cây tiêu chuẩn/ô (5 cây/ô đối với ô dùng để kiểm tra), tách các bộ phận: thân, vỏ, cành, lá, rễ, sau đó cân được sinh khối tươi.

Sau khi cân sinh khối tươi, lấy mẫu đại diện cho các bộ phận để tính sinh khối khô và phân tích hàm lượng carbon.

+ *Phương pháp thu thập sinh khối cây bụi thảm tươi:*

Chặt và thu toàn bộ cây bụi thảm tươi trong ô thứ cấp, tách các bộ phận gồm: thảm tươi; thân + cành, lá và rễ cây bụi, sau đó cân được sinh khối tươi. Lấy mẫu cho việc xác định sinh khối khô và hàm lượng carbon.

+ *Phương pháp thu thập sinh khối vật rơi rụng:*

Thu vật rơi rụng trong ô dạng bản, chia thành cành rơi rụng và lá rơi rụng, cân được sinh khối và lấy mẫu để xác định sinh khối khô và carbon.

+ *Phương pháp lấy mẫu đất:*

Đào phẫu diện, lấy mẫu đất ở các độ sâu: 0-10 cm; 11-20 cm; 21-30 cm cho việc nghiên cứu carbon trong đất. Mẫu đất để tính dung trọng cũng được lấy theo độ sâu trên bằng ống dung trọng.

+ *Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm:*

* Xác định sinh khối khô: Mẫu tính sinh khối được sấy ở 105°C, sau đó xác định sinh khối khô cho từng cây cá thể, cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng và toàn lâm phần.

* Xác định hàm lượng carbon: Mẫu phân tích carbon được sấy ở 70°C, sau đó hàm lượng carbon trong thực vật và đất được phân tích theo phương pháp của Walkley - Black. Dung trọng và hàm lượng carbon của đất được tính riêng cho từng độ sâu tương ứng như lấy mẫu.

+ *Phương pháp xác định mối quan hệ giữa các đại lượng:*

Xác định các mối quan hệ thông qua các phương trình tương quan gồm: Mối quan hệ giữa sinh khối cây cá thể với đường kính, chiều cao và tuổi. Mối quan hệ giữa sinh khối lâm phần

với tổng tiết diện ngang, chiều cao, tuổi và mật độ.

+ *Phương pháp xây dựng bảng tra sinh khối và lượng carbon cố định:*

Bảng tra sinh khối được lập chung và riêng cho từng cấp đất trên cơ sở các phương trình tương quan. Từ hàm lượng carbon phân tích được, kết hợp với bảng tra sinh khối xây dựng được bảng tra carbon. Mật độ trong bảng tra áp dụng theo mật độ của « *Biểu quá trình sinh trưởng cho Thông mã vĩ và Thông nhựa* » (Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2003).

+ *Phương pháp xác định giá trị thương mại carbon và hiệu quả kinh doanh rừng trồng CDM:*

Hiệu quả kinh doanh rừng được tính gồm hiệu quả về gỗ, củi, nhựa và hiệu quả thương mại carbon. Chỉ tiêu BCR được dùng để đánh giá hiệu quả kinh tế của 2 loại rừng trồng trên. Áp dụng giá 5 USD/tấn CO₂.

+ *Phương pháp xử lý số liệu:* Sử dụng chương trình Excel, SPSS để xử lý số liệu cũng như xác định các phương trình tương quan.

Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu sinh khối và khả năng cố định carbon của Thông mã vĩ trồng thuần loài

3.1.1. Cấu trúc sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ

Sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ chủ yếu tập trung ở phần thân, sau đó đến cành; rễ; lá và vỏ. Tính chung cho 3 cấp đất, tỷ lệ sinh khối thân cây cá thể dao động từ 27,9%-76,4%; sinh khối cành từ 6,7%-32,8%; sinh khối rễ từ 6,4%-17,4%; sinh khối lá từ 1,8%-24,9% và sinh khối vỏ từ 3,0%-9,2%. Ở các tuổi nhỏ, tỷ lệ cấu thành của các bộ phận biến động mạnh, sau có xu hướng ổn định khi tuổi cao. Ở cấp tuổi 6, trung bình cho 3 cấp đất, tỷ lệ sinh khối giữa các bộ phận là: thân (67,2%); cành (14,5%); rễ (10,6%); vỏ (4,9 %) và lá (2,8%).

3.1.2. Sinh khối cây bụi thảm tươi dưới tán rừng Thông mã vĩ

Sinh khối trung bình của cây bụi, thảm tươi ở cấp đất I là 3,27 tấn/ha, cấp đất II là 3,53 tấn/ha và cấp đất III là 4,98 tấn/ha, trong đó sinh khối của thân và cành cây bụi (35,2%); sinh khối của rễ cây bụi (30,4%); sinh khối của thảm tươi (23,3%); sinh khối lá cây bụi (11,2%).

3.1.3. Sinh khối vật rơi rụng dưới tán rừng Thông mã vĩ

Sinh khối của vật rơi rụng dưới tán rừng Thông mã vĩ dao động từ 4,17 - 11,31 tấn/ha, trung bình là 7,01 tấn/ha, trong đó, sinh khối lá rụng chiếm 58,4% và sinh khối cành rụng

(41,6%).

3.1.4. Tổng sinh khối lâm phần Thông mã vĩ

Kết quả từ bảng 3.1. cho thấy, sinh khối lâm phần Thông mã vĩ ở tầng cây gỗ (54,5%-96,4%); sinh khối cây bụi (1,2%-11,0%) và sinh khối vật rơi rụng (2,1%-37,3%).

Bảng 3.1. Cấu trúc SK lâm phần Thông mã vĩ theo cấp đất và cấp tuổi

Cấp đất	Cấp tuổi	Mật độ (c/ha)	Tổng sinh khối lâm phần						
			Tầng cây gỗ		Cây bụi, thảm tươi		Vật rơi rụng		Tổng
			T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	T/ha
I	1	2500	32,50	76,7	2,50	5,9	7,37	17,5	42,37
	2	1500	80,40	88,0	4,10	4,5	6,93	7,5	91,43
	3	1375	120,00	90,3	1,63	1,2	11,30	8,5	132,93
	5	640	156,44	94,7	3,30	2,0	5,36	3,3	165,10
	6	624	302,00	96,4	4,90	1,6	6,53	2,1	313,43
II	1	2500	17,00	66,7	1,80	7,1	6,70	26,3	25,50
	2	1500	64,90	90,3	1,40	1,9	5,60	7,8	71,90
	3	1400	105,10	90,5	3,26	2,8	7,74	6,6	116,10
	4	1360	149,20	93,0	2,80	1,7	8,50	5,3	160,50
	5	740	131,40	91,4	5,80	4,0	6,60	4,6	143,80
	6	368	153,60	93,1	4,80	2,9	6,50	3,9	164,90
III	1	2500	11,20	54,5	1,70	8,2	7,70	37,3	20,60
	2	1500	31,34	72,0	4,80	11,0	7,37	17,0	43,51
	3	1425	85,30	90,4	4,88	5,2	4,17	4,4	94,35
	4	856	69,30	85,0	4,05	4,9	8,20	10,1	81,55
	5	740	127,90	91,2	5,77	4,1	6,57	4,7	140,24
	6	567	221,06	94,4	7,86	3,4	5,24	2,2	234,16

Do sinh khối của lâm phần Thông mã vĩ chủ yếu tập trung ở tầng cây cao, trong khi đó sinh khối tầng cây cao lại phụ thuộc vào mật độ. Dù sinh khối cây cá thể vẫn được tích lũy dần theo thời gian, tuy nhiên do ảnh hưởng của việc tía thưa nên đôi khi sinh khối tầng cây cao ở cấp tuổi cao lại có giá trị thấp hơn so với sinh khối ở cấp tuổi nhỏ. Ở cấp đất I, nếu tía thưa thực hiện trong những năm đầu của 1 cấp tuổi, thì sang cấp tuổi khác sinh khối đã được bù vào do cây lớn nhanh nhờ đất tốt, còn đối với cấp đất II và cấp đất III, do đất xấu hơn nên khả năng phục hồi sinh khối so với trước khi tía thưa chậm hơn, dẫn đến sinh khối thân cây của lâm phần bị giảm như đã nêu trên. Ngoài ra, tổng sinh khối của tầng cây gỗ ở cấp đất II nhỏ hơn tổng sinh khối ở cấp đất III, điều đó do mật độ của lâm phần ở cấp đất II còn quá ít.

3.1.5. Lượng carbon trong cây cá thể Thông mã vĩ

Hàm lượng carbon trong các bộ phận thân, cành, lá, rễ và vỏ của cây cá thể chiếm tỷ lệ là 55,3%; 54,7%; 55,2%; 52,8% và 51,9% so với sinh khối tương ứng (trung bình cả cây là 54,58%). Tại cấp tuổi 6, Thông mã vĩ có thể cố định được 226,5; 220,7 và 186,8 kg/cây cho cấp đất I; II và III tương ứng.

3.1.6. Lượng carbon cố định trong cây bụi thảm tươi dưới tán rừng Thông mã vĩ

Lượng carbon cố định trong cây bụi thảm tươi dao động từ 0,87 - 3,71 tấn/ha (trung bình 1,8 tấn/ha), trong đó carbon của thân và cành cây bụi chiếm 31,7%, carbon của rễ cây bụi chiếm 31,4%, carbon của thảm tươi chiếm 22,7% và carbon của lá cây bụi chiếm 14,1%.

3.1.7. Lượng carbon trong vật rơi rụng dưới tán rừng Thông mã vĩ

Lượng carbon của vật rơi rụng dưới tán rừng Thông mã vĩ dao động từ 2,07 -11,66 tấn/ha (từ cành rơi rụng 45,3% và từ lá rơi rụng 54,7%).

3.1.8. Lượng carbon cố định trong đất rừng Thông mã vĩ

Ở tầng đất từ 0-10cm, lượng carbon trung bình cho 3 cấp đất là 10,68 tấn/ha, ở độ sâu 11-20cm là 8,16 tấn/ha và độ sâu 21-30cm là 4,69 tấn/ha Trung bình cho cả 3 cấp đất, lượng carbon trong đất là 23,53 tấn/ha.

3.1.9. Tổng lượng carbon cố định của lâm phần Thông mã vĩ

Lượng carbon cố định trong lâm phần Thông mã vĩ dao động từ 33,32-178,68 tấn/ha (tầng cây gỗ: 20,9%-79,1%; đất chiếm 17,8%-63,9%; vật rơi rụng: 1,8%-11,6% và cây bụi thảm tươi: 0,8%-4,8%).

3.2. Nghiên cứu sinh khối và khả năng cố định carbon của Thông nhựa trồng thuần loài

3.2.1. Cấu trúc sinh khối cây cá thể Thông nhựa

Sinh khối các bộ phận cây cá thể Thông nhựa như sau: thân (26,1% - 68,9%); cành (9,3%-29,0%); rễ 5,8%-16,4%; vỏ 6,3%-14,7% và lá (2,9%-28,2%). Ở cấp tuổi nhỏ, cấu trúc sinh khối của các bộ phận dao động nhiều hơn, khi tuổi tăng, tỷ lệ của các bộ phận ổn định hơn, ở cấp tuổi 6, chung cho 3 cấp đất, tỷ lệ cấu thành sinh khối của các bộ phận như sau: thân (65,2%); cành (12,5%); rễ (9,5%); vỏ (9,0%) và lá (3,8%).

3.2.2. Sinh khối cây bụi thảm tươi dưới tán rừng Thông nhựa

Sinh khối của cây bụi, thảm tươi dao động từ 1,05 - 8,50 tấn/ha, trong đó thân và cành cây bụi chiếm 35,83%, rễ cây bụi chiếm 34,48%, lá cây bụi chiếm 19,29% và sinh khối cỏ với

10,40%.

3.2.3. Sinh khối vật rơi rụng dưới tán rừng Thông nhựa

Sinh khối vật rơi rụng dao động từ 2,68-9,81 tấn/ha, trong đó sinh khối lá rơi rụng chiếm 59,9% và sinh khối cành rơi rụng chiếm 40,1%.

3.2.4. Tổng sinh khối lâm phần Thông nhựa

Kết quả nghiên cứu cho thấy, tổng sinh khối lâm phần Thông nhựa dao động từ 22,58-172,10 tấn/ha, trong đó sinh khối tầng cây gỗ (89,3%); sinh khối vật rơi rụng chiếm 5,4%; sinh khối cây bụi thảm tươi chiếm 5,3%.

Bảng 3.2: Cấu trúc sinh khối lâm phần Thông nhựa theo cấp đất và tuổi

Cấp đất	Cấp tuổi	Mật độ (c/ha)	Sinh khối toàn lâm phần Thông nhựa						
			Tầng cây gỗ		Cây bụi, thảm tươi		Vật rơi rụng		Tổng T/ha
			T/ha	%	T/ha	%	T/ha	%	
I	1	2000	31,00	80,9	4,60	12,0	2,74	7,0	38,34
	2	1800	112,86	92,6	3,66	3,0	5,35	4,4	121,87
	3	1250	129,75	92,0	3,15	2,2	8,16	5,8	141,06
	4	800	173,28	96,0	2,10	1,2	5,18	2,9	180,56
	5	723	186,82	97,3	1,05	0,5	4,25	2,2	192,12
	6	500	162,05	94,5	2,75	1,6	6,65	3,9	171,45
II	1	2000	22,00	72,6	5,80	19,1	2,49	8,3	30,29
	2	1800	107,28	92,1	3,45	3,0	5,73	4,9	116,46
	3	1330	113,85	90,5	3,10	2,5	8,98	7,1	125,93
	4	850	113,31	93,8	2,01	1,7	5,55	4,6	120,87
	5	750	166,50	96,7	1,30	0,8	4,3	2,5	172,10
	6	520	134,58	93,5	2,81	1,9	6,47	4,5	143,86
III	1	2000	11,40	50,4	8,50	37,6	2,68	11,9	22,58
	2	1800	38,88	81,4	3,58	7,5	5,32	11,1	47,78
	3	1500	86,25	87,0	3,05	3,1	9,81	9,9	99,11
	4	900	85,68	91,5	2,01	2,2	5,92	6,3	93,61
	5	810	156,41	97,0	1,12	0,7	3,68	2,3	161,21
	6	590	136,23	93,6	2,65	1,8	6,72	4,6	145,60
	7	480	122,21	93,1	6,00	4,6	3,11	2,4	131,32
	8	470	128,64	96,2	2,22	1,7	2,91	2,2	133,77
	9	315	117,46	91,5	4,43	3,4	6,53	5,1	128,42

Tại cấp tuổi 6, tổng sinh khối lâm phần Thông nhựa đạt 171,45; 143,86 và 145,60 tấn/ha cho các cấp đất I; II và III tương ứng. Đặc điểm sinh trưởng, phát triển của lâm phần Thông nhựa cũng giống lâm phần Thông mã vĩ như đã trình bày trên.

3.2.5. Lượng carbon trong cây cá thể Thông nhựa

Hàm lượng carbon trung bình trong các bộ phận cây cá thể như sau: thân (57,32%); cành (56,98%); rễ (56,48%); lá (54,76%) và vỏ (54,45%). Trung bình cho cả cây là 56,64%. Ở cấp tuổi 6, Thông nhựa có thể cố định được 189,4; 151,0 và 129,1 kg/cây tương ứng cho cấp đất I; II và III.

3.2.6. Lượng carbon cố định trong cây bụi thảm tươi dưới tán rừng Thông nhựa

Lượng carbon cố định trong cây bụi thảm tươi dao động từ 0,55- 4,32 tấn/ha (trung bình 1,70 tấn/ha), trong đó, carbon của rễ (43,13%); carbon của thân, cành (31,18%); carbon của lá (16,72%) và carbon của cỏ (8,96%).

3.2.7. Lượng carbon cố định trong vật rơi rụng dưới tán rừng Thông nhựa

Lượng carbon cố định từ vật rơi rụng dưới tán rừng Thông nhựa dao động từ 0,35-4,57 tấn/ha, trong đó, lá rơi rụng (59,3%), cành rơi rụng (40,7%).

3.2.8. Lượng carbon cố định trong đất rừng Thông nhựa

Lượng carbon cố định trong đất rừng dao động từ 26,50-58,52 tấn/ha, tùy vào độ sâu tầng đất, trung bình cho 3 cấp đất là 39,60 tấn/ha.

3.2.9. Tổng lượng carbon cố định của lâm phần Thông nhựa

Lượng carbon của lâm phần dao động từ 51,97-149,71 tấn/ha, trong đó, carbon của tầng cây gỗ (55,0%); carbon của đất (40,2%); carbon của vật rơi rụng (2,8%) và carbon của cây bụi, thảm tươi (2,0%).

3.3. Xác định mối quan hệ giữa sinh khối với các nhân tố điều tra chủ yếu và xây dựng bảng tra sinh khối, lượng carbon cố định của rừng trồng Thông mã vĩ và Thông nhựa

3.3.1. Xác định mối quan hệ giữa sinh khối Thông mã vĩ với các nhân tố điều tra.

- Mối quan hệ giữa sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ với $D_{1.3}$ và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:

Phương trình tương quan tìm như sau:

$$SK_{ct} = 0,166 \times (D_{1.3}^2 \times H_{vn})^{0,782} \quad (3.1)$$

Phương trình có hệ số tương quan (0,98); sai tiêu chuẩn (0,19) và sự tồn tại của hệ số tương quan và các tham số (Sig.F, Sig.Tb < 0,05)

- Mối quan hệ giữa sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ với tuổi cây riêng cho từng cấp đất:

Các phương trình được xác định và ghi trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Phương trình tương quan giữa tổng sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ với tuổi cây theo các cấp đất khác nhau

Cấp đất	Phương trình tương quan	Các chỉ tiêu đánh giá			Số PT
		R	S	Sig.F	
I	$SK_{ct} = 0,545 \times A^{1,969}$	0,99	0,12	0,00	(3.2)
II	$SK_{ct} = 0,241 \times A^{2,125}$	0,97	0,29	0,00	(3.3)
III	$SK_{ct} = 0,114 \times A^{2,247}$	0,96	0,38	0,00	(3.4)

- *Mối quan hệ giữa sinh khối lâm phần Thông mã vĩ với tổng tiết diện ngang và chiều cao chung cho 3 cấp đất:* Phương trình xác định được là:

$$\ln SK_{lp} = 8,555 + 0,644 \times \ln G + 0,406 \times \ln H_{vn} \quad (3.5)$$

Phương trình trên có hệ số tương quan 0,97, sai tiêu chuẩn 0,16 và tại xác suất với $P_{0,05}$ thì F tính toán nhỏ hơn F tra bảng.

- *Mối quan hệ giữa tổng sinh khối lâm phần Thông mã vĩ với tuổi và mật độ riêng cho từng cấp đất:* Phương trình lập được và ghi trong bảng 3.4.

Bảng 3.4. Phương trình tương quan giữa tổng sinh khối lâm phần Thông mã vĩ với tuổi và mật độ

Cấp Đất	Phương trình tương quan	Các chỉ tiêu thống kê đánh giá					Số PT
		R	S	Sig.F	Sig. Tb1	Sig. Tb2	
I	$\ln SK_{lp} = 2,662 + 0,759 \times \ln N + 1,417 \times \ln A$	0,94	0,24	0,00	0,00	0,00	(3.6)
II	$\ln SK_{lp} = 3,583 + 0,610 \times \ln N + 1,347 \times \ln A$	0,92	0,30	0,00	0,00	0,00	(3.7)
III	$\ln SK_{lp} = 3,509 + 0,619 \times \ln N + 1,227 \times \ln A$	0,80	0,46	0,00	0,01	0,03	(3.8)

3.3.2. Xây dựng bảng tra sinh khối và lượng carbon cố định của Thông mã vĩ

- *Bảng tra sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ theo $D_{1,3}$ và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:* Trên cơ sở phương trình (3.1), bảng tra sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ theo $D_{1,3}$ và H_{vn} đã được lập. Kiểm tra mức độ phù hợp của bảng tra với thực tế cho thấy, sai số là 11,08%.

- *Bảng tra lượng carbon cố định của cây cá thể Thông mã vĩ theo $D_{1,3}$ và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:* Bảng được xây dựng trên cơ sở bảng tra sinh khối và hàm lượng carbon trong cây cá thể Thông mã vĩ là 54,58%. Sai số giữa bảng tra và thực tế là 11,10%.

- *Bảng tra sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ theo tuổi, riêng cho từng cấp đất:* Từ các phương trình (3.2); (3.3) và (3.4). Các bảng tra sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ theo tuổi

riêng cho từng cấp đất đã được xây dựng. Kết quả kiểm tra cho thấy sai số giữa kết quả trong bảng và thực tế là 11,95%.

- *Bảng tra lượng carbon cố định của cây cá thể Thông mã vĩ theo tuổi cho từng cấp đất:* Với hàm lượng carbon trung bình trong cây cá thể là 54,58%, kết hợp với bảng tra sinh khối, bảng tra lượng carbon cố định của cây cá thể Thông mã vĩ theo tuổi cho từng cấp đất đã được xây dựng. Kết quả kiểm tra cho thấy sai số giữa bảng tra và thực tế là 12,05%.

- *Bảng tra sinh khối lâm phần Thông mã vĩ theo G và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:* Bảng tra sinh khối lâm phần Thông mã vĩ theo G và H_{vn} chung cho 3 cấp đất được lập trên cơ sở phương trình (3.5) với sai số là 13,22%.

- *Bảng tra lượng carbon cố định của lâm phần Thông mã vĩ theo G và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:* Với hàm lượng carbon trung bình trong sinh khối là 53,69%; lượng carbon chung cho 3 cấp đất là 23,5 tấn/ha, kết hợp với bảng tra sinh khối, bảng tra lượng carbon của lâm phần Thông mã vĩ theo G và H_{vn} chung cho 3 cấp đất đã được xây dựng (bảng 3.5). Kết quả kiểm tra cho thấy, sai số giữa bảng tra và thực tế là 10,37%.

Bảng 3.5: Bảng tra lượng carbon cố định của lâm phần Thông mã vĩ chung cho 3 cấp đất theo G và H_{vn}

Đơn vị tính: tấn/ha

H (m) G (m²)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
50											132, 9	135, 5	137, 9	140, 4	142, 7	145, 0	147 2
48										127, 5	130, 1	132, 6	135, 0	137, 3	139, 6	141, 8	144 0
46										124, 7	127, 2	129, 6	132, 0	134, 2	136, 5	138, 6	140 7
44									119, 3	121, 8	124, 2	126, 6	128, 9	131, 1	133, 3	135, 4	137 4
42									116, 4	118, 9	121, 3	123, 6	125, 8	127, 9	130, 0	132, 1	134 0
40								111, 1	113, 6	115, 9	118, 2	120, 5	122, 6	124, 7	126, 7	128, 7	130 6
38								108, 2	110, 6	112, 9	115, 2	117, 3	119, 4	121, 4	123, 4	125, 3	127 1
36							102, 9	105, 3	107, 6	109, 9	112, 0	114, 1	116, 1	118, 1	120, 0	121, 8	123 6
34							100, 9	102, 3	104, 6	106, 9	108, 0	110, 1	112, 2	114, 3	116, 4	118, 5	120 6

							0	4	6	8	8	8	8	7	5	2	0	
32						94, 7	97,1	99,3	101, 5	103, 6	105, 6	107, 5	109, 4	111, 2	112, 9	114, 6	116 3	
30						91, 8	94,1	96,3	98,3	100, 3	102, 2	104, 1	105, 9	107, 6	109, 3	110, 9	112 5	
28						88, 9	91,0	93,1	95,1	97,0	98,8	100, 6	102, 3	103, 9	105, 5	107, 1	23,5	
26						83, 7	85, 8	87,9	89,9	91,7	93,5	95,3	97,0	98,6	100, 2	101, 7	23,5	23,5
24						80, 6	82, 7	84,7	86,5	88,3	90,0	91,7	93,3	94,8	96,3	23,5	23,5	23,5
22				75, 5	77, 5	79, 5	81,3	83,1	84,8	86,4	88,0	89,5	90,9	23,5	23,5	23,5	23,5	
20				72, 4	74, 3	76, 1	77,9	79,5	81,1	82,7	84,1	85,6	23,5	23,5	23,5	23,5		
18			67, 3	69, 2	71, 0	72, 7	74,3	75,9	77,3	78,8	80,2	23,5	23,5	23,5	23,5			
16		62, 2	64, 1	65, 8	67, 5	69, 1	70,6	72,0	73,4	74,7	23,5	23,5	23,5	23,5				
14	57, 1	59, 0	60, 7	62, 3	63, 9	65, 3	66,7	68,0	69,3	23,5	23,5	23,5	23,5					
12	53, 9	55, 6	57, 2	58, 7	60, 1	61, 4	62,6	63,8	23,5	23,5	23,5							
10	50, 6	52, 1	53, 5	54, 8	56, 0	57, 2	58,3	23,5	23,5									
8	46, 9	48, 2	49, 5	50, 6	51, 7	52, 7	23,5											

- Bảng tra sinh khối lâm phần Thông mã vĩ theo tuổi và mật độ riêng cho từng cấp đất: Từ các phương trình (3.6); (3.7) và (3.8), bảng tra sinh khối lâm phần Thông mã vĩ theo tuổi và mật độ được xây dựng (sai số 13,12%).

- Bảng tra lượng carbon cố định của lâm phần Thông mã vĩ theo tuổi và mật độ riêng cho từng cấp đất: Với hàm lượng carbon trong thực vật chung cho 3 cấp đất là 53,69%, lượng carbon trong đất 24,4tấn/ha (cấp đất I); 23,3tấn/ha (cấp đất II) và 23,0tấn/ha (cấp đất III). Bảng tra lượng carbon của lâm phần cho từng cấp đất đã được xây dựng với sai số là 10,33%

3.3.3. Xác định mối quan hệ giữa sinh khối với các nhân tố điều tra của Thông nhựa

- Mối quan hệ giữa sinh khối cây cá thể Thông nhựa với $D_{1.3}$ và H_{vm} chung cho 3 cấp đất: Phương trình tương quan xây dựng được là:

$$SK_{ct} = 0.075 * (D_{1.3}^2 \times H_{vn})^{0.878} \quad (3.9)$$

Phương trình (3.9) có R = 0,99, S=0,14, các hệ số đều tồn tại ở mức trên 95% (Sig = 0,00).

- *Mối quan hệ giữa sinh khối cây cá thể Thông nhựa với tuổi riêng cho từng cấp đất:* Các phương trình được thể hiện trong bảng 3.6.

Bảng 3.6. Phương trình tương quan giữa sinh khối cây cá thể Thông nhựa với tuổi chung cho 3 cấp đất

Cấp đất	Phương trình tương quan	Các chỉ tiêu thống kê đánh giá				TT phương trình
		R	S	Sig.F	Sig.T	
I	$SK_{ct} = 0,939 \times A^{1,73}$	0,97	0,21	0,00	0,00	(3.10)
II	$SK_{ct} = 0,466 \times A^{1,892}$	0,98	0,22	0,00	0,00	(3.11)
III	$SK_{ct} = 0,237 \times A^{1,975}$	0,98	0,23	0,00	0,00	(3.12)

- *Mối quan hệ giữa tổng sinh khối lâm phần Thông nhựa với G và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:*

Phương trình được lập là:

$$\ln SK_{lp} = 8,125 + 0,657 \times \ln G + 0,563 \times \ln H_{vn} \quad (3.13)$$

Phương trình có R=0,95, S=0,14, các hệ số đều tồn tại (Sig: 0,05.).

- *Mối quan hệ giữa tổng sinh khối lâm phần Thông nhựa với tuổi và mật độ riêng cho từng cấp đất:* Các phương trình được ghi trong bảng 3.7.

Bảng 3.7: Phương trình tương quan giữa tổng sinh khối lâm phần Thông nhựa với tuổi và mật độ cho các cấp đất

Cấp đất	Phương trình tương quan	Các chỉ tiêu thống kê đánh giá					TT PT
		R	S	Sig.F	Sig. Ta1	Sig. Ta2	
I	$\ln SK_{lp} = 1.739 + 0.87 \times \ln N + 1.442 \times \ln A$	0,94	0,18	0,00	0,05	0,00	(3.14)
II	$\ln SK_{lp} = 5.047 + 0.432 \times \ln N + 1.232 \times \ln A$	0,98	0,09	0,00	0,03	0,00	(3.15)
III	$\ln SK_{lp} = 0.563 + 0.866 \times \ln N + 1.686 \times \ln A$	0,97	0,15	0,00	0,02	0,00	(3.16)

3.3.4. Xây dựng bảng tra sinh khối và lượng carbon cố định của Thông nhựa

- *Bảng tra sinh khối cây cá thể Thông nhựa theo D_{1.3} và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:* Trên cơ sở của phương trình (3.9), bảng tra sinh khối cây cá thể Thông nhựa theo D_{1.3} và H_{vn} đã được xây dựng với sai số trung bình giữa bảng tra và thực tế là 11,68%.

- *Bảng tra lượng carbon cố định của cây cá thể Thông nhựa theo D_{1.3} và H_{vn} chung cho 3 cấp đất:* Với hàm lượng carbon trong cây cá thể Thông nhựa là 56,64%, bảng tra lượng carbon

cố định của cây cá thể Thông nhựa đã được lập theo $D_{1,3}$ và H_{vn} với sai số so với thực tế là 11,79%.

- *Bảng tra sinh khối cây cá thể Thông nhựa theo tuổi cây chung cho 3 cấp đất*: Từ các phương trình (3.10); (3.11) và (3.12). Các bảng tra sinh khối cây cá thể Thông mã vĩ theo tuổi riêng cho từng cấp đất đã được xây dựng. với sai số trung bình giữa các bảng tra và thực tế là 12,81%.

- *Bảng tra lượng carbon cố định của cây cá thể Thông nhựa theo tuổi riêng cho từng cấp đất*: Với hàm lượng carbon 56,64% trong cây cá thể, kết hợp với bảng tra sinh khối cây cá thể, bảng tra lượng carbon cố định của cây cá thể Thông nhựa theo tuổi riêng cho từng cấp đất đã được xây dựng với sai số là 13,12%.

- *Bảng tra sinh khối lâm phần Thông nhựa theo G và H_{vn} chung cho 3 cấp đất*: Từ phương trình (3.13), bảng tra sinh khối lâm phần Thông nhựa theo G và H_{vn} cho 3 cấp đất đã được xây dựng với sai số là 7,30%.

- *Bảng tra lượng carbon cố định của lâm phần Thông nhựa theo G và H_{vn} chung cho 3 cấp đất*: Từ bảng tra sinh khối lâm phần Thông nhựa, áp dụng hàm lượng carbon trong sinh khối là 56,37% và lượng carbon trong đất là 39,6 tấn/ha. Bảng tra lượng carbon cố định của lâm phần Thông nhựa đã được lập chung cho 3 cấp đất theo G và H_{vn} (bảng 3.8) với sai số là 6,12%.

Bảng 3.8: Bảng tra tổng lượng carbon cố định trong lâm phần Thông nhựa chung cho 3 cấp đất theo G và H_{vn}

Đơn vị tính: Tấn/ha

H (m) G (m^2)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
42												149,0	152,5	156,0	159,5	162,8	166,1
40											142,0	145,5	149,0	152,4	155,7	158,9	162,1
38										135,0	138,6	142,0	145,4	148,6	151,8	155,0	158,0
36									128,2	131,7	135,1	138,4	141,7	144,8	147,9	150,9	153,9
34								121,5	124,9	128,3	131,6	134,8	137,9	140,9	143,9	146,8	149,7
32							114,	118,	121,	124,	128,	131,	134,	137,	139,	142,	145,

H (m) G (m ²)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
							8	3	6	9	0	1	1	0	8	6	4
30						108, 2	111, 7	115, 0	118, 2	121, 3	124, 3	127, 3	130, 1	132, 9	135, 7	138, 4	141, 0
28						105, 2	108, 5	111, 6	114, 7	117, 7	120, 6	123, 4	126, 1	128, 8	131, 4	134, 0	
26					98, 8	102, 1	105, 2	108, 2	111, 1	114, 0	116, 7	119, 4	122, 0	124, 6	127, 1		
24					95, 8	98,9	101, 8	104, 7	107, 5	110, 2	112, 8	115, 3	117, 8	120, 2			
22				89, 6	92, 6	95,6	98,4	101, 1	103, 7	106, 3	108, 7	111, 1	113, 5				
20				86, 6	89, 4	92,2	94,8	97,4	99,8	102, 2	104, 5	106, 8	109, 0				
18			80, 6	83, 4	86, 1	88,7	91,1	93,5	95,8	98,0	100, 2	102, 3					
16			77, 6	80, 2	82, 6	85,0	87,3	89,5	91,6	93,7	95,7						
14		71, 8	74, 4	76, 7	79, 0	81,2	83,3	85,3	87,2	89,1							
12		68, 7	71, 0	73, 2	75, 2	77,2	79,1	80,9	82,7								
10	63, 3	65, 5	67, 5	69, 4	71, 2	72,9	74,6	76,2									
8	60, 1	61, 9	63, 7	65, 3	66, 9	68,4											
6	56, 5	58, 1	59, 5	60, 9	62, 2												
4	52, 6	53, 8	54, 9	55, 9													

- Bảng tra sinh khối của lâm phần Thông nhựa theo tuổi và mật độ riêng cho từng cấp đất: Từ các phương trình (3.14); (3.15) và (3.16), bảng tra sinh khối lâm phần Thông nhựa theo tuổi và mật độ riêng cho từng cấp đất đã được lập với sai số trung bình giữa bảng tra và thực tế là 7,30%.

- Bảng tra lượng carbon cố định của lâm phần Thông nhựa theo tuổi và mật độ riêng cho từng cấp đất: Với hàm lượng carbon trong sinh khối là 56,37% và lượng carbon trong đất là 40,85tấn/ha (cấp I); 40,27tấn/ha (cấp II) và 38,22tấn/ha (cấp III), bảng tra lượng carbon của lâm phần Thông nhựa riêng cho từng cấp đất đã được xây dựng với sai số là 5,83%.

3.4. Xác định giá trị thương mại carbon của lâm phần Thông mã vĩ và Thông nhựa theo Cơ chế phát triển sạch (CDM)

3.4.1. Giá trị thương mại từ gỗ và nhựa của lâm phần Thông mã vĩ

Tại cấp tuổi 6, thu nhập từ gỗ và củi của rừng ở cấp đất I là 322,5 triệu đồng, cấp đất II là 219,3 triệu đồng/ha và cấp đất III là 149,0 triệu đồng/ha.

3.4.2. Giá trị thương mại carbon lâm phần Thông mã vĩ

Tại cấp tuổi 6, giá trị thương mại carbon của lâm phần Thông mã vĩ có thể mang lại từ 35,9-47,9 triệu đồng/ha tùy theo cấp đất và mật độ.

3.4.3. Tổng giá trị thương mại của lâm phần Thông mã vĩ và chỉ số BCR

Tại cấp tuổi 6, rừng Thông mã vĩ có thu nhập từ 185,0 – 370,5 triệu đồng/ha/luân kỳ, tùy theo cấp đất. Giá trị của lâm phần tăng từ 6,8 đến 13,5% do carbon mang lại. Chỉ số BCR cao nhất là 2,6 (cấp tuổi 6, cấp đất I và III); cấp đất II, chỉ số BCR đạt cao nhất là 2,5 (cấp tuổi 4).

3.4.4. Giá trị kinh tế từ gỗ và nhựa của lâm phần Thông nhựa

Tại cấp tuổi 6, thu nhập từ gỗ, củi và nhựa của lâm phần Thông nhựa đạt 451,0; 302,5 và 278,0 triệu đồng/ha/luân kỳ cho các cấp đất I; II và III.

3.4.5. Giá trị thương mại carbon của lâm phần Thông nhựa

Ở cấp tuổi 6, giá trị thương mại carbon của lâm phần Thông nhựa có thể đạt 23,3 đến 29,1 triệu đồng/ha/chu kỳ tùy theo cấp đất.

3.4.6. Tổng giá trị thương mại và chỉ số BCR của lâm phần Thông nhựa

Tổng thu nhập của lâm phần Thông nhựa tại cấp tuổi 6 là 480,1; 326,6 và 301,4 triệu đồng/ha/luân kỳ cho cấp đất I; II và III. Việc bán carbon đã làm tăng giá trị lâm phần từ 3,5%-4,8%. Ở cả 3 cấp đất, BCR đạt cao nhất ở cấp tuổi 5 với 2,4; 2,3 và 2,3 tương ứng cho cấp đất I; II và III

KẾT LUẬN - TỒN TẠI - KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

1.1. Sinh khối rừng trồng Thông mã vĩ

- Thông mã vĩ ở cấp tuổi 6 có thể đạt từ 389,9-484,0 kg/cây tùy theo cấp đất Cấu trúc sinh khối tập trung như sau: thân (67,2%); cành (14,5%); rễ (10,6%); vỏ (4,9%) và lá (2,8%).

- Cấu trúc sinh khối cây bụi, thảm tươi dưới tán rừng Thông mã vĩ dao động từ 1,38-7,86

tấn/ha, trong đó, thân và cành (35,2%); rễ (30,4%); thảm tươi (23,3%) và lá (11,2%).

- Sinh khối vật rơi rụng dưới tán rừng Thông mã vĩ dao động từ 4,17 - 11,31 tấn/ha, trong đó khối lá rơi rụng (58,4%); sinh khối cành (41,6%).

- Tổng sinh khối lâm phần Thông mã vĩ ở cấp tuổi 6 đạt từ 164,90 - 313,43 tấn/ha, trong đó, tầng cây gỗ (85,8%); vật RR (9,9%) và cỏ (3,3%).

1.2. Khả năng cố định carbon của lâm phần Thông mã vĩ

- Hàm lượng carbon trong các bộ phận cây cá thể Thông mã vĩ là: thân 55,3%; cành 54,7%; lá 55,2%; rễ 52,8% và vỏ 51,9%. Ở cấp tuổi 6, Thông mã vĩ có thể cố định carbon từ 186,8-226,5 kg/cây, tùy theo cấp đất.

- Lượng carbon của cây bụi, thảm tươi dao động từ 0,87 đến 3,71 tấn/ha, trong đó thân và cành (31,7%); rễ (31,4%); thảm tươi (22,7%) và lá (14,1 %).

- Lượng carbon cố định của vật rơi rụng dao động từ 2,07-11,66 tấn/ha, trong đó cành rơi rụng chiếm 45,3% và lá rơi rụng chiếm 54,7%.

- Lượng carbon trung bình trong đất lâm phần Thông mã vĩ là 23,5tấn/ha.

- Tổng lượng carbon của lâm phần Thông mã ở cấp tuổi 6 đạt từ 115,21-178,68 tấn/ha tùy vào cấp đất, trong đó, carbon tầng cây gỗ (59,4%); carbon đất (33,0%), carbon vật rơi rụng (5,1%) và carbon cây bụi, thảm tươi (2,5%).

1.3. Sinh khối rừng trồng Thông nhựa

- Ở cấp tuổi 6, sinh khối Thông nhựa có thể đạt 230,9-324,1 kg/cây tùy theo cấp đất. Cấu trúc sinh khối của các bộ phận như sau: Thân (65,2%); cành (12,5%); rễ (9,5%); vỏ (9,0%) và lá (3,8%).

- Sinh khối cây bụi, thảm tươi dưới tán rừng Thông nhựa dao động từ 1,05-8,50 tấn/ha, trong đó thân và cành chiếm 35,8%, rễ chiếm 34,5%, lá chiếm 19,3% và thảm tươi chiếm 10,4%.

- Sinh khối vật rơi rụng dưới tán rừng dao động từ 2,49 – 9,81 tấn/ha, trong đó sinh khối cành rơi rụng (40,1%); sinh khối lá rơi rụng (59,9%).

- Tổng sinh khối lâm phần Thông nhựa ở cấp tuổi 6 có thể đạt từ 143,86-171,45 tấn/ha, trong đó, sinh khối tầng cây gỗ chiếm 89,3%; sinh khối vật rơi rụng chiếm 5,4%; sinh khối cây bụi thảm tươi chiếm 5,3%.

1.4. Khả năng cố định carbon của rừng trồng Thông nhựa

- Ở cấp tuổi 6, Thông nhựa có thể cố định được từ 129,1 - 189,4 kg/cây tùy theo cấp đất. Hàm lượng carbon trong các bộ phận cây cá thể là: thân 57,32%; cành 56,98%; rễ 56,48%; lá 54,76%; vỏ 54,45%.

- Lượng carbon của cây bụi, thảm tươi dưới tán rừng Thông nhựa dao động từ 0,55-4,32 tấn/ha, trong đó, sinh khối rễ cây bụi (43,13%); sinh khối thân (31,18%); sinh khối lá cây bụi (16,72%); sinh khối cỏ (8,96%).

- Lượng carbon tích lũy trong vật rơi rụng đạt từ 0,35- 4,58 tấn/ha, trong đó, cành rơi rụng (40,7%); lá rơi rụng (59,3%).

- Lượng carbon trung bình trong đất dưới tán rừng Thông nhựa là 39,6 tấn/ha.

- Tổng lượng carbon của lâm phần Thông nhựa ở cấp tuổi 6 đạt từ 117,05-135,54 tấn/ha, trong đó, carbon tầng cây gỗ (55,0%); carbon đất (40,2%), carbon vật rơi rụng (2,8%) và carbon trong cây bụi, thảm tươi (2,0%).

1.5. Xác định mối quan hệ giữa sinh khối, carbon với các nhân tố điều tra lâm phần 2 loài Thông nhựa và Thông mã vĩ

Đã xác định được 16 phương trình tương quan giữa sinh khối cây cá thể/lâm phần với các nhân tố điều tra, từ đó 24 bảng tra sinh khối và carbon chung và riêng cho từng cấp đất đã được lập cho 2 loài. Sai số giữa bảng tra với thực tế dao động từ 5,83%-13,22%.

1.6. Xác định giá trị thương mại carbon rừng trồng Thông mã vĩ và Thông nhựa theo Cơ chế phát triển sạch (CDM).

- Thông mã vĩ: Tại cấp tuổi 6, lâm phần Thông mã vĩ cho thu nhập từ 370,5-185,0 triệu đồng/ha/luân kỳ, tùy vào cấp đất. Giá trị từ carbon đã làm tăng giá trị của lâm phần Thông mã vĩ từ 6,8 đến 13,5%. Từ khi kinh doanh có lãi, chỉ số BCR của lâm phần Thông mã vĩ dao động từ 1,4 đến 2,6.

- Thông nhựa: Tổng thu nhập theo CDM của lâm phần Thông nhựa tại cấp tuổi 6 đạt 480,1; 326,6 và 301,4 triệu đồng/ha/luân kỳ. Tùy vào cấp đất, giá trị từ carbon đã làm tăng giá trị của lâm phần Thông nhựa từ 3,5%-4,8%. Chỉ số BCR từ khi kinh doanh có lãi của lâm phần Thông nhựa theo các cấp tuổi dao động từ 1,0 đến 2,4.

2. Tồn tại

1. Tại các địa điểm nghiên cứu, không có đủ tất cả các độ tuổi, vì vậy số lượng các ÔTC chưa rải hết được các tuổi.

2. Chưa gắn được điều kiện lập địa với cấp đất trong quá trình tính toán sinh khối cho 2 loại rừng trồng này.

3. Lượng sinh khối và carbon đã bị đem ra khỏi rừng do quá trình tĩa thưa, vì vậy chưa tính toán hết được giá trị thương mại của rừng.

4. Trong luận án này, các chỉ số NPV và IRR chưa được nghiên cứu trong kinh doanh Thông mã vĩ và Thông nhựa.

3. Kiến nghị

1. Việc ứng dụng tra cứu sinh khối/carbon cho 2 loài này thích hợp nhất là cho vùng Đông Bắc và Bắc Trung bộ, nếu mở rộng cho vùng khác cần kiểm tra thêm.

2. Do chưa có thị trường carbon cho các dự án A/R-CDM, vì vậy giá trị thực cần phải dựa vào giá mua bán thực tế trên thị trường.

3. Cần đưa giá trị môi trường của rừng trồng Thông nhựa, Thông mã vĩ vào định giá rừng nhằm nâng cao hiệu quả của rừng.