

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÂY NGUYÊN
KHOA NÔNG LÂM NGHIỆP



LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

Tên đề tài:

**XÁC ĐỊNH LƯỢNG CO₂ HẤP THỤ CỦA RỪNG THƯỜNG
XANH LÀM CƠ SỞ ĐỊNH GIÁ DỊCH VỤ MÔI TRƯỜNG
TẠI HUYỆN TUY ĐỨC, TỈNH ĐẮK NÔNG**

Họ và tên tác giả: Đặng Thị Phương

Ngành học : Quản lý Tài nguyên Rừng và Môi trường

Khóa học : 2003 - 2007

Đắk Lắk, tháng 9 năm 2007

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÂY NGUYÊN
KHOA NÔNG LÂM NGHIỆP**

၀၀၀၀၀၀၀၀

LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

Tên đề tài:

**XÁC ĐỊNH LƯỢNG CO₂ HẤP THỤ CỦA RỪNG THƯỜNG
XANH LÀM CƠ SỞ ĐỊNH GIÁ DỊCH VỤ MÔI TRƯỜNG
TẠI HUYỆN TUY ĐỨC, TỈNH ĐẮK NÔNG**

Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS Bảo Huy

Họ và tên tác giả: Đặng Thị Phương

Nghành học: Quản lý Tài nguyên Rừng và Môi trường

Khóa học: 2003 - 2007

Đắk Lắk, tháng 9 năm 2007

Lời cảm ơn

Trong quá trình thực tập và hoàn thành luận văn tốt nghiệp Đại học ngành Quản lý Tài nguyên Rừng & Môi trường, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến:

Các thầy, cô giáo trường Đại học Tây Nguyên đã tận tâm giảng dạy, truyền thụ cho tôi những kiến thức bổ ích trong suốt thời gian học tập tại trường.

Các thầy cô phòng thí nghiệm Sinh học thực vật – Khoa Nông Lâm trường Đại Học Tây Nguyên đã giúp tôi trong quá trình xử lý phân tích lượng Carbon trong phòng thí nghiệm.

Các thầy cô giáo trong bộ môn QLTNR đã góp ý kiến quý báu cũng như tạo điều kiện làm việc trong thời gian xử lý số liệu, hoàn chỉnh luận văn.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến PGS. TS Bảo Huy, người đã hướng dẫn trực tiếp, dành hết tâm huyết tận tình chỉ dạy, dẫn dắt tôi trong suốt thời gian thực tập và hoàn thành luận văn này.

Tôi xin chân thành cảm ơn:

Ban lãnh đạo, cán bộ lâm trường Quảng Tân đã cung cấp những thông tin cần thiết, cảm ơn sự giúp đỡ tích cực và đáng quý của các anh kiểm lâm thuộc trạm QLBRV tại xã Đăk Rtih, huyện Tuy Đức, tỉnh Đăk Nông đã tạo mọi thuận lợi giúp tôi triển khai điều tra thu thập số liệu tại hiện trường. Cảm ơn gia đình bác Điều Lanh đã giành tình cảm thân thiện giúp đỡ chúng tôi ăn ở và sinh hoạt trong thời gian thực tập tại địa bàn.

Xin ghi nhận sự giúp đỡ của bạn bè lớp QLTNR- MT và lớp Lâm Sinh khoá 2003 đã gắn bó và chia sẻ giúp tôi vượt qua những khó khăn trong suốt thời gian học tập, nghiên cứu và thực hiện luận văn.

Vô cùng biết ơn sự quan tâm, khích lệ của người thân, gia đình đã động viên tôi về mọi mặt để tôi hoàn thành khoá học này.

Tôi xin chân thành cảm ơn !

Đăklăk, tháng 9 năm 2007 Tác giả

Đặng Thị Phương

1	Đặt vấn đề	1
2	Tổng quan vấn đề nghiên cứu	4
2.1	Thế giới.....	4
2.2	Trong nước	12
2.3	Thảo luận về tổng quan nghiên cứu	14
3	Đặc điểm khu vực nghiên cứu	15
3.1	Điều kiện tự nhiên:.....	15
3.1.1	<i>Vị trí địa lý - Ranh giới tự nhiên:</i>	15
3.1.2	<i>Khí hậu - Thủy văn:</i>	15
3.1.3	<i>Địa hình</i>	16
3.1.4	<i>Đất đai - Thổ nhưỡng</i>	16
3.2	Tình hình tài nguyên rừng	17
3.2.1	<i>Rừng tự nhiên</i>	17
3.2.2	<i>Rừng trồng</i>	17
3.3	Điều kiện kinh tế xã hội	18
4	Mục tiêu, nội dung và phương pháp nghiên cứu	22
4.1	Mục tiêu nghiên cứu	22
4.2	Phạm vi và đối tượng nghiên cứu	22
4.3	Nội dung nghiên cứu	23
4.4	Phương pháp nghiên cứu	23
4.4.1	<i>Phương pháp luận</i>	23
4.4.2	<i>Phương pháp nghiên cứu cụ thể:</i>	23
5	Kết quả nghiên cứu và thảo luận	27
5.1	Quan hệ giữa các nhân tố điều tra rừng	28
5.1.1	<i>Mô hình N/D mô phỏng phân bố mật độ số cây theo trạng thái</i>	28
5.1.2	<i>Mô hình tương quan H/D</i>	31

5.1.3	<i>Mô hình tương quan thể tích cây với chiều cao và đường kính thân cây $V=f(D,H)$</i>	31
5.2	Xác định lượng Carbon tích lũy và CO₂ hấp thụ trong cây rừng..	32
5.2.1	<i>Mô hình quan hệ sinh khối cây theo cấp kính của từng trạng thái..</i>	32
5.2.2	<i>So sánh tỷ lệ Carbon tích lũy trong cây</i>	33
5.2.3	<i>Ước lượng lượng C tích lũy và CO₂ hấp thụ trong cây rừng</i>	37
5.3	Ước lượng CO₂ hấp thụ theo lâm phần	38
5.3.1	<i>Mối quan hệ đơn biến giữa CO₂ với các biến số N, G, M:</i>	39
5.3.2	<i>Mối quan hệ đa biến giữa CO₂ với các biến số N, G, M</i>	40
5.4	Dự báo giá trị kinh tế hấp thụ CO₂ lâm phần	41
6	Kết luận và kiến nghị	47
6.1	Kết luận	47
6.2	Kiến nghị	48
	Tài liệu tham khảo	50
	Phụ lục	51
	Phụ lục 1: Biểu điều tra ô tiêu chuẩn	51
	Phụ lục 2: Bảng mã hoá thông tin dữ liệu của 34 cây giải tích	52
	Phụ lục 3: Biểu điều tra cây gỗ	53
	Phụ lục 4: Thông tin kế thừa các dữ liệu cơ bản của 34 cây giải tích ...	54
	Phụ lục 5: Kết quả tổng hợp phân tích Carbon	58

Danh mục các từ viết tắt

CDM	Clean development mechanism - Cơ chế phát triển sạch
CFC	Clorua Flore Carbon
DTC	Độ tàn che
ICRAF	Tổ chức nghiên cứu nông lâm kết hợp thế giới
IPCC	Liên chính phủ về biến đổi khí hậu
LULUCF	Land Use Change & Forestry/ Thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp
ÔTC	Ô tiêu chuẩn
QLBVR	Quản lý bảo vệ rừng
QLTNR- MT	Quản lý tài nguyên rừng và môi trường
TEV	Total Economic Values - Tổng giá trị kinh tế
UBND	Ủy Ban Nhân Dân
UNFCCC	Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu
UNEP	Chương trình môi trường liên hiệp quốc
WMO	Tổ chức khí tượng thế giới
WWF	World Wide Fund for Nature/ Quỹ quốc tế bảo vệ thiên nhiên

Danh mục các hình ảnh

Hình 2.1: Lượng carbon được lưu giữ trong thực vật và dưới mặt đất theo các kiểu sử dụng rừng nhiệt đới ở Brazil, Cameroon, Indônêxia.....	7
Hình 2.2: Mô hình hàm $1/2\log$ biểu diễn sự suy giảm lượng C tích lũy trong các kiểu rừng nhiệt đới ở Brazil, Cameroon, Indônêxia	8
Hình 5.1: Sơ đồ tổng quát tiến trình các bước và kết quả nghiên cứu	27
Hình 5.2: Đồ thị biểu thị mô hình phân bố N-D _{1.3} ở các trạng thái.....	30
Hình 5.3: Đồ thị quan hệ trọng lượng tươi của cây theo đường kính.....	33
Hình 5.4: Biểu đồ so sánh lượng tỷ lệ carbon theo cấp kính ở các bộ phận cây	35
Hình 5.5: Quan hệ giữa C với trọng lượng tươi của cây	38
Hình 5.6: Sơ đồ giá cả buôn bán CO ₂ trên thị trường thế giới.....	43

Danh mục các bảng biểu

Bảng 1.1: Lượng Carbon tích lũy trong các kiểu rừng(Woodwell, Pecan, 1973)	6
Bảng 3.1 Hiện trạng rừng và đất rừng phân chia theo trạng thái và chức năng.....	18
Bảng 5.1: Kết quả tính mật độ số cây theo đường kính thực tế của mỗi trạng thái	28
Bảng 5.2: Mô hình hàm quan hệ N/D của các trạng thái rừng.....	29
Bảng 5.3: Bảng kết quả tính N/D _{1.3} lý thuyết theo các mô hình được xác lập.....	30
Bảng 5.4: Phương trình tương quan trọng lượng tươi với đường kính	32
Bảng 5.5: Dữ liệu về %C trung bình các bộ phận thân cây theo cấp kính	34
Bảng 5.6: Dữ liệu về %C so với trọng lượng tươi theo loài	35
Bảng 5.7: Trọng lượng C so với trọng lượng tươi cả cây theo cấp kính.....	37
Bảng 5.8: Kết quả tổng hợp các chỉ tiêuCO ₂ hấp thụ và các chỉ tiêu lâm phần	39
Bảng 5.9: Thông tin về giá buôn bán CO ₂ trên thị trường Việt Nam	43
Bảng 5.10: Dự báo hiệu quả kinh tế trên cơ sở xác định lượng CO ₂ hấp thụ hàng năm của các trạng thái rừng tự nhiên.....	44

1 Đặt vấn đề

Nóng lên toàn cầu là vấn đề mới được ghi nhận trong vài thập kỉ trở lại đây và đang là mối quan tâm của nhân loại. Nguyên nhân chính gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu là sự tăng lên của nồng độ khí nhà kính. Khí nhà kính chỉ chiếm 1% bầu khí quyển nhưng có vai trò như một “tấm chắn” bao phủ trái đất, chúng giữ nhiệt sưởi ấm cho trái đất.

Nhiệt độ bề mặt trái đất tạo nên do sự cân bằng giữa năng lượng mặt trời tới bề mặt trái đất và năng lượng bức xạ của trái đất vào khoảng không gian giữa các hành tinh xung quanh chúng ta. Năng lượng mặt trời chủ yếu là các tia sóng ngắn dễ dàng xuyên qua cửa sổ khí quyển. Trong khi đó bức xạ của trái đất là bước sóng dài, có năng lượng thấp dễ dàng bị khí quyển giữ lại. Các tác nhân gây ra sự hấp thụ sóng dài trong khí quyển là khí CO₂, bụi, hơi nước, CH₄, CFC... Kết quả sự trao đổi không cân bằng về năng lượng giữ trái đất với không gian xung quanh dẫn đến sự gia tăng nhiệt độ của khí quyển trái đất. Hiện tượng này diễn ra tương tự như nhà kính trồng cây và được gọi là hiệu ứng nhà kính [3].

Xã hội ngày càng phát triển, các nhà máy công nghiệp đủ ngành, đủ loại mọc lên cùng với những khu dân cư, những khu đô thị hoá, sự phát triển về giao thông vận tải, công nghiệp, nông nghiệp, các hoạt động của con người như sử dụng nguyên liệu hoá thạch, sản xuất xi măng, chuyển đổi mục đích sử dụng đất (ví dụ phá rừng để canh tác nông nghiệp) làm dày thêm “lớp chắn” bao phủ này dẫn đến sự nóng lên toàn cầu. Theo tính toán của các nhà khoa học thì khi nồng độ CO₂ trong khí quyển tăng gấp đôi thì nhiệt độ bề mặt trái đất tăng lên khoảng 3⁰C. Dự báo nếu không có biện pháp khắc phục hiệu ứng nhà kính, nhiệt độ trái đất sẽ tăng lên 1,5 - 4,5⁰C vào năm 2050 [15].

Sự nóng lên toàn cầu làm thay đổi chế độ thời tiết dẫn đến sự thay đổi đời sống bình thường của các sinh vật trên trái đất, làm tổn hại lên tất cả các thành phần của môi trường sống như nước biển dâng cao, gia tăng hạn hán, ngập lụt, thay đổi các kiểu khí hậu, gia tăng bệnh tật, thiếu hụt nước ngọt, suy giảm đa dạng sinh học và gia tăng các hiện tượng khoa học cực đoan khác (WWF). Một số loài thích nghi với điều kiện mới sẽ thuận lợi phát triển, trong khi đó nhiều loài bị thu hẹp diện tích và bị tiêu diệt, và xuất hiện nhiều loại bệnh mới đối với con người gây tổn hại đến

sức khỏe nghiêm trọng. Các nhà nghiên cứu lo ngại rằng sự gia tăng các khí gây hiệu ứng nhà kính, đặc biệt là CO₂, chính là nhân tố gây nên những biến đổi của khí hậu bất ngờ và khó lường trước được.

Trong khi đó, rừng là bể chứa Carbon, nó có vai trò đặc biệt quan trọng trong cân bằng O₂ và CO₂ trong khí quyển, do đó nó có ảnh hưởng lớn đến khí hậu từng vùng cũng như toàn cầu. Rừng ảnh hưởng lớn đến nhiệt độ trái đất thông qua điều hoà các khí gây hiệu ứng nhà kính mà quan trọng nhất là CO₂.

Hằng năm có khoảng 100 tỉ tấn CO₂ được cố định bởi quá trình quang hợp do cây xanh thực hiện và một lượng tương tự được trả lại khí quyển do quá trình hô hấp của sinh vật. Tuy nhiên tác động của con người cũng làm tăng nhanh lượng CO₂ vào khí quyển, tính từ năm 1958 đến năm 2003 thì lượng CO₂ trong khí quyển tăng lên 5%[17].

Trên thực tế lượng CO₂ hấp thụ phụ thuộc vào kiểu rừng, trạng thái rừng, loài cây ưu thế, tuổi lâm phần. Do đó việc quản lý chu trình CO₂ trong điều hoà khí hậu, giảm tác hại hiệu ứng nhà kính đòi hỏi phải có những nghiên cứu, đánh giá về khả năng hấp thụ của từng kiểu thảm phủ cụ thể để làm cơ sở lượng hoá những giá trị kinh tế mà rừng mang lại nhằm đưa ra chính sách chi trả cho các chủ rừng và các cộng đồng rừng vùng cao[11].

Trên thế giới, việc nghiên cứu để lượng hoá những giá trị về mặt môi trường của rừng mới trong giai đoạn khởi đầu và hoàn toàn mới ở Việt Nam. Trong khi các vấn đề chính trị, xã hội, thể chế còn đang được thảo luận để nâng cao hiệu quả thực hiện nghị định thư Kyôto nhằm quản lý có hiệu quả khí nhà kính và đánh giá được đúng đắn ảnh hưởng của nó đối với trái đất, cộng đồng khoa học quốc tế vẫn đang cố gắng làm sáng tỏ tiềm năng của các bể hấp thụ carbon, vai trò và đóng góp của hệ sinh thái rừng trong chống biến đổi khí hậu toàn cầu[6]. Tại Việt Nam, việc quản lý tài nguyên thiên nhiên của chúng ta trong thời gian qua giống như nhiều nước đã trải qua vẫn dựa trên quan điểm khai thác, bóc lột hơn là quản lý sử dụng bền vững. Giá trị rừng về thực chất chỉ nhìn nhận về giá trị sử dụng mà rừng tự nhiên có thể trực tiếp mang lại, điều này đồng nghĩa với việc các giá trị phi thị trường khác vẫn bị coi nhẹ hay bỏ qua, ngay cả trong chính sách quyết định. Chính vì vậy, nghiên cứu sự tích lũy Carbon trong thực vật thân gỗ để xác định giá

trị kinh tế đối với chức năng phòng hộ của môi trường sinh thái rừng tự nhiên nói chung, rừng thường xanh nói riêng là một hướng nghiên cứu cần được quan tâm.

Kết quả nghiên cứu mang tính định lượng này sẽ là cơ sở để xác định giá trị chi trả cho các chủ rừng. Nếu điều này được thực thi sẽ là nguồn động viên rất lớn cho các chủ rừng và các cộng đồng sống gần rừng, kỳ vọng là có thể cung cấp những thông tin cho quá trình ra quyết định trong việc lựa chọn những định hướng cho quản lý rừng hoặc trong việc giao đất có rừng trong các trường hợp có phương thức cạnh tranh với các phương thức sản xuất khác.

Trong bối cảnh đó, các vấn đề nghiên cứu được đặt ra như sau:

- ❖ Làm thế nào để lượng hoá được năng lực hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng khác nhau.
- ❖ Định lượng cụ thể giá trị kinh tế của rừng gắn với chức năng phòng hộ môi trường sinh thái, hỗ trợ ra quyết định đề ra những chính sách đầu tư hoặc làm cơ sở tính toán hiệu quả kinh tế của việc quản lý rừng của người dân.

Để góp phần giải quyết vấn đề nêu trên, được sự thống nhất của bộ môn quản lý tài nguyên rừng và phê duyệt của trường Đại Học Tây Nguyên, sự phân công của khoa Nông Lâm Nghiệp cùng với sự hướng dẫn của PGS.TS Bảo Huy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu đề tài:

**“ XÁC ĐỊNH LƯỢNG CO₂ HẤP THỤ CỦA RỪNG THƯỜNG
XANH LÀM CƠ SỞ ĐỊNH GIÁ DỊCH VỤ MÔI TRƯỜNG
TẠI HUYỆN TUY ĐỨC, TỈNH ĐẮK NÔNG ”**

2 Tổng quan vấn đề nghiên cứu

2.1 Thế giới

Hiện nay vấn đề ô nhiễm môi trường trở thành vấn đề vô cùng cấp bách, không chỉ của một nước mà của tất cả các nước trên thế giới; cũng không chỉ riêng cho các nhà khoa học về môi trường mà của tất cả mọi người, không trừ một ai. Thế nhưng không phải tất cả đều đã nhận thức được đúng về môi trường.

Thông tin đại chúng và dư luận chú ý và nói nhiều về chất thải, khói bụi, tiếng ồn, nước bẩn như là môi trường. Đúng, đó là môi trường, nhưng mới chỉ là một phần của vệ sinh môi trường mà thôi. Thực tế mức độ ảnh hưởng của ô nhiễm môi trường có quy mô và tính chất nguy hại không dễ ai nhận thấy được. Khi mà hiểm hoạ về sự tồn vong của loài người bị đe dọa, điều kiện sinh thái bị huỷ hoại, đất đai suy thoái, rừng rậm biến thành đồi trọc, thiếu nước ngọt, không khí ô nhiễm đến ngạt thở, bệnh tật nguy hiểm cướp đi sinh mạng hàng triệu người...[3] thì người ta mới thức tỉnh được rằng vấn đề bảo vệ môi trường trở nên cấp thiết.

Các nhà khoa học đã xác định thành phần nổi bật của không khí là các chất có thành phần thể tích hầu như không đổi: 78.1% N_2 ; 20.99% O_2 ; 0.93% Ar; 0.03% CO_2 ; 0.02% Ne ; 0.05% He. ả gười ta chứng minh rằng, khi nhiệt độ tăng thì nồng độ hơi nước bão hoà cũng tăng. Ví dụ, ở 0⁰C thì nồng độ bão hoà hơi nước là 0.6%, ở 10⁰C thì nó lại 1.2% khi ở 30⁰C thì nồng độ lại là 4.2%. Trái qua nhiều thế kỷ, hàm lượng các chất khí vốn có trong không khí vốn có trong không khí bị biến động hoặc xuất hiện những loại khí mới do con người tạo ra. Điều đó đã dẫn đến ô nhiễm không khí, người ta định nghĩa ô nhiễm không khí như sau: “Không khí gọi là bị ô nhiễm khi thành phần của nó bị thay đổi hay có sự hiện diện của những chất lạ, gây ra những tác hại mà khoa học chứng minh được hay gây ra sự khó chịu đối với con người”[3].

- **Những nghiên cứu về sự biến động CO_2 trong khí quyển**

Các bằng chứng thu thập được trong những năm 60 đến nay cho thấy sự tăng lên đáng kể của CO_2 trong khí quyển đã dấy lên sự quan tâm của cộng đồng khoa học quốc tế mà trước tiên là các nhà nghiên cứu khí hậu.

+ Kết quả phân tích các mẫu băng trong các chỏm núi băng dày 3400m (có niên

đại 160 thiên niên kỷ) ở các độ sâu khác nhau Bắc cực của các nhà nghiên cứu Liên Xô cũ cùng với mẫu băng ở đảo Grinlen của các nhà khoa học ở Pháp và Thụy Sĩ đều cho thấy rằng không khí bị nhốt trong các khối băng chứa hàm lượng CO₂ là 0.020%, tức 200ppm¹. Các giá trị đó thấp hơn 1/3 so với mức ở thời kì tiền công nghiệp (trước cuộc cách mạng công nghiệp cuối thế kỷ 18) là 279-280 ppm và vào cuối thế kỷ 19, tỷ lệ CO₂ tăng lên 290 ppm.

+ Kết quả phân tích của đài thiên văn Mauna Loa (trên đảo Haoai) cho biết hàm lượng CO₂ khí quyển năm 1958 là 315ppm. Đến năm 1989 việc phân tích đã cho thấy hàm lượng CO₂ đã tăng lên 350 ppm và đến năm 1990 là 354 ppm. Ắ hụ vậy trong thời gian khoảng 1 thế kỷ, nghĩa là từ năm 1850 đến nay hàm lượng CO₂ trong khí quyển đã tăng lên 25%. Việc đo lường loại khí này trong băng của các cực đới cho thấy rõ từ 150 thiên niên kỷ nay chưa bao giờ hàm lượng CO₂ trong khí quyển Trái đất lên tới 600 ppm (0.06%) gấp đôi hàm lượng của thế kỉ 19 [17].

Hiện nay, người ta ước tính rằng hằng năm việc đốt nhiên liệu hoá thạch đã phát thải vào khí quyển 5.5 tỷ tấn CO₂. Sự tăng cao hàm lượng CO₂ trong không khí sẽ dẫn tới nhiều hậu quả do ô nhiễm môi trường. Trước đây, các nhà khoa học cho rằng một nửa khối lượng chất carbon dioxit tích tụ trong không khí, phần còn lại do đại dương và cây xanh hấp thụ. Ắ gày nay, các đo lường của các nhà khoa học đã cho thấy thảm thực vật đã giữ một trữ lượng CO₂ lớn hơn một nửa khối lượng chất khí đó sinh ra từ sự đốt cháy các nhiên liệu hoá thạch trên thế giới. Và từ nguyên liệu carbon này hằng năm thảm thực vật trên trái đất đã tạo ra được 150 tỷ tấn vật chất khô thực vật. Khám phá này càng khẳng định thêm vai trò của cây xanh: Việc trồng nhiều cây xanh làm giảm hàm lượng CO₂ khí quyển và ngược lại việc phá rừng đã làm tăng hàm lượng đó trong khí quyển.

Ắ hiều chuyên gia cho rằng con người đang đẩy nhiệt độ toàn cầu lên cao. Bằng chứng này ngày càng rõ ràng, thể hiện ở hiện tượng các dải băng ở Bắc cực đang thu hẹp và sự ấm dần lên của Ấn Độ Dương. Theo kết quả khảo sát của Ắ ASA và Trung tâm dữ liệu băng tuyết quốc gia Hoa Kỳ, trong tháng 9/2005 băng ở vùng cực đã thu hẹp tới mức thấp nhất trong vòng 100 năm qua.

² ppm: (percent per millions) 1 phần triệu

Một cuộc khảo sát trong năm nay của các nhà khoa học Hoa Kỳ tại Viện hải dương học Scripps cho thấy Thái Bình Dương, Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương đang ấm lên trong những thập kỷ gần đây. Một báo cáo của 250 chuyên gia vào cuối năm 2004 cho thấy Bắc Cực đang ấm lên với tốc độ nhanh gấp hai lần so với toàn cầu[14].

Các số liệu nêu lên bởi các cơ quan nghiên cứu của các nước khác nhau, dù được diễn đạt dưới những hình thức khác nhau đều khẳng định rằng sự gia tăng hàm lượng CO₂ trong khí quyển là một điều xác thực.

- **Nghiên cứu về sự tích lũy carbon trong các hệ sinh thái**

Theo Schimel và cộng sự, trong chu trình carbon toàn cầu, lượng carbon lưu trữ trong thực vật thân gỗ và trong lòng đất khoảng 2.5Tt², trong khi đó khí quyển chỉ chứa 0.8Tt. Và hầu hết lượng carbon trên trái đất được tích lũy trong sinh khối cây rừng, đặc biệt là rừng mưa nhiệt đới. Từ những nghiên cứu trong lĩnh vực này, Woodwell đã đưa ra bảng thống kê lượng carbon theo kiểu rừng như sau:

Bảng 1.1: Lượng Carbon tích lũy trong các kiểu rừng(Woodwell, Pecan, 1973)

Kiểu rừng	Lượng carbon(tỷ tấn)	Tỷ lệ(%)
Rừng mưa nhiệt đới	340	62,16
Rừng nhiệt đới gió mùa	12	2,19
Rừng thường xanh ôn đới	80	14,63
Rừng phương bắc	108	19,74
Đất trồng trọt	7	1,28
Tổng carbon ở lục địa	547	100

(Nguồn: Woodwell, Pecan, 1973)

Qua số liệu bảng 1.1 cho thấy lượng carbon được lưu giữ trong kiểu rừng mưa nhiệt đới là cao nhất, chiếm hơn 62% tổng lượng carbon trên bề mặt trái đất, trong khi đó đất trồng trọt chỉ chứa khoảng 1%. Điều đó chứng tỏ rằng việc chuyển đổi đất rừng sang đất nông nghiệp sẽ làm mất cân bằng sinh thái, gia tăng lượng khí phát thải gây hiệu ứng nhà kính.

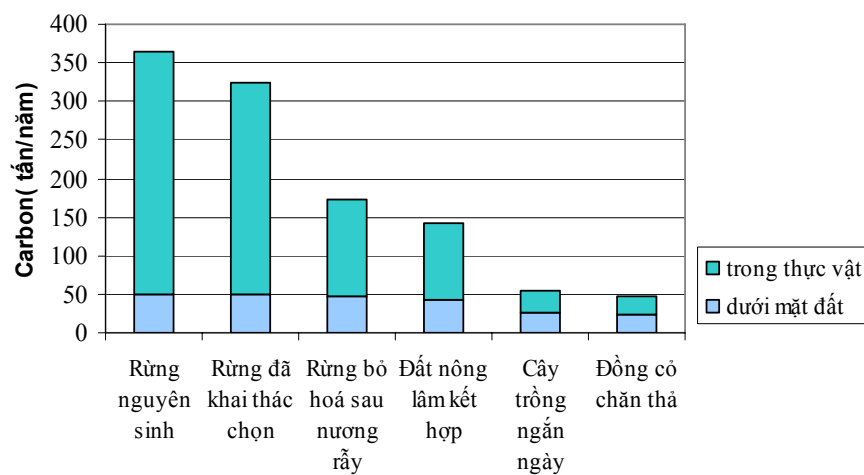
Theo nghiên cứu của Watson,R.T vào năm 2000: Các hệ sinh thái trên cạn có

² 1 terra ton (Tt) = 10¹² t = 10¹⁸ g

vai trò to lớn trong vai trò carbon của sinh quyển, lượng carbon trao đổi giữa các hệ sinh thái này với khí quyển ước tính khoảng 60 tỷ tấn/năm. Các hoạt động lâm nghiệp và sự thay đổi phương thức sử dụng đất, đặc biệt là suy thoái rừng nhiệt đới là một nguyên nhân quan trọng làm tăng lượng CO₂ trong khí quyển. Do đó rừng nhiệt đới và sự biến động của nó có ý nghĩa rất to lớn trong việc hạn chế biến đổi khí hậu toàn cầu (Lasco, 2002).

Quá trình sinh trưởng của cây cũng đồng thời là quá trình tích lũy carbon. Theo Aardwijk (2000), ở Indonêxia, khả năng tích lũy carbon ở rừng thứ sinh, các hệ thống nông lâm kết hợp và thâm canh cây lâu năm trung bình là 2.5 tấn/ha/năm và có sự biến động rất lớn trong các điều kiện khác nhau từ 0.5-12.5 tấn/ha/năm.

Một nghiên cứu của Joyotee Smith và Sara J.Scherr (2002) đã định lượng được lượng carbon lưu giữ trong các kiểu rừng nhiệt đới và trong các loại hình sử dụng đất ở Brazil, Indonêxia và Camerron, bao gồm trong sinh khối thực vật và dưới mặt đất từ 0-20cm. Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng carbon lưu trữ trong thực vật giảm dần từ kiểu rừng nguyên sinh đến rừng phục hồi sau nương rẫy và giảm mạnh đối với các loại đất trong nông nghiệp. Trong khi đó phần dưới mặt đất lượng carbon ít biến động hơn, nhưng cũng có xu hướng giảm dần từ rừng tự nhiên đến đất không có rừng.



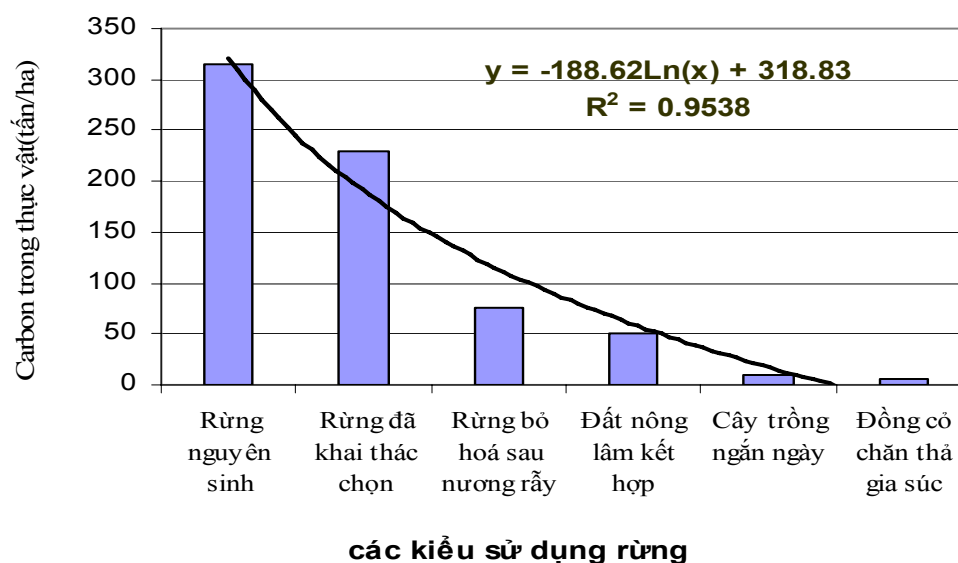
Hình 2.1: Lượng carbon được lưu giữ trong thực vật và dưới mặt đất theo các kiểu sử dụng rừng nhiệt đới ở Brazil, Cameroon, Indônêxia

(Nguồn: Joyotee, 2002)

Từ dẫn liệu trên, Bảo Huy (2005) đã dùng hàm nửa logarit để mô phỏng sự suy giảm lượng carbon lưu giữ của các kiểu rừng và các loại đất theo quan hệ:

$$Y = -188.62\ln(x) + 318.83 \text{ với mối tương quan rất chặt, } R=0.9538$$

Mô hình trên cho thấy ở các kiểu rừng tự nhiên, lượng carbon tích lũy trong thực vật lớn gấp nhiều lần so với các loại hình sử dụng đất nông nghiệp. Hay nói cách khác, sự suy giảm lượng carbon tích lũy trong sinh khối thực vật từ trạng thái rừng nguyên sinh đến đồng cỏ diễn ra rất mạnh. Vì vậy, cần phải có những giải pháp hữu hiệu để bảo vệ rừng tự nhiên nói chung rừng nhiệt đới nói riêng và những chương trình khuyến khích nông dân sử dụng đất theo hướng nông lâm. [3]



Hình 2.2: Mô hình hàm 1/2log biểu diễn sự suy giảm lượng C tích lũy trong các kiểu rừng nhiệt đới ở Brazil, Cameroon, Indonêxia

(Nguồn: Bảo Huy, 2005)

- **Những nghiên cứu về phương pháp xác định carbon trong cây[1]**

Carbon được xác định thông qua việc tính toán sự thu nhận và điều hoà CO₂ và O₂ trong khí quyển của thực vật bằng cách phân tích hàm lượng hoá học của carbon, hydro, oxy, nitơ và tro trong 1 tấn chất khô.

Ví dụ : Đối với cây Vân Sam hàm lượng kg/1 tấn chất khô lần lượt là: C =510.4; H=61.9; O = 408.0; ấ = 5.3 và tro = 14.4. Từ đây tính được lượng CO₂ mà loài này

hấp thụ và lượng O₂ mà loài này điều hoà trong khí quyển ứng với 1 tấn chất khô. (Below (1976), dẫn theo ả guyễn Văn Thêm (2002))

Để tạo được 510.4 kg carbon, cây rừng cần phải hấp thụ 1 lượng CO₂ được xác định theo phương trình hóa học sau :

$$\text{CO}_2 = \text{C} + \text{O}_2 = 510.40 + (510.40 * 2.67) = 510.40 + 1362.77 = 1873.17 \text{ kg.}$$

Tương tự, trong quá trình hình thành nên 61.9kg hydro, cây rừng đã sản xuất một lượng oxy là:

$$\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 = 61.90 + (61.9*8) = 61.90 + 495.20 = 557.10 \text{ kg}$$

Từ kết quả tính toán ở trên, ta được:

Để tạo ra 01 tấn chất khô, cây rừng đã hấp thụ 1873.17 kg CO₂ và thải ra khí quyển (1362.77 + 495.20) – 408.00 = 1449.97 kg O₂

ả hư vậy, để tạo thành 01 tấn sinh khối khô tuyệt đối, cây rừng đã sử dụng khoảng 1.87 tấn CO₂ và thải vào khí quyển 1.5 tấn O₂ tự do.

ả hư vậy, dựa vào lượng carbon trong sinh khối thực vật, chúng ta xác định được lượng CO₂ mà cây hấp thụ được trong không khí

- **Đánh giá giá trị của rừng với hấp thụ carbon**

Rừng có chức năng sinh thái và môi trường quan trọng nếu được quản lý một cách bền vững. Quản lý rừng bền vững có thể cung cấp nguồn thu nhập ổn định lâu dài từ các sản phẩm như gỗ. ả ngoài ra rừng còn gián tiếp bảo đảm cho sản xuất bền vững của các ngành như nông nghiệp, thủy sản bằng những lợi ích và chức năng sinh thái của nó như nguồn nước, bảo vệ đất, và tạo ra các kiểu khí hậu ổn định (Cavatassi, 2004)

Từ lâu, giá trị của tài nguyên rừng là một trong những vấn đề nghiên cứu trung tâm của lâm nghiệp. Tuy nhiên phải đến tận gần đây, các nghiên cứu ngoài việc đánh giá giá trị của gỗ thì đã quan tâm nghiên cứu đến giá trị do những sản phẩm và dịch vụ khác từ rừng mang lại.

Theo nguồn Cavatassi (2004) thì tổng giá trị kinh tế (TEV) được xác định như sau[15]:

$$\text{TEV} = \{\text{Giá trị sử dụng}\} + \{\text{Các giá trị lựa chọn}\} + \{\text{Giá trị chưa được sử dụng}\}$$

Trong đó:

- ✓ **Giá trị sử dụng:** Gồm giá trị sử dụng trực tiếp là những giá trị liên quan trực

tiếp đến sử dụng các sản phẩm hay dịch vụ từ rừng như gỗ, cọc, củi đun, (còn gọi là các sản phẩm bằng gỗ); Lâm sản ngoài gỗ (ã TFPs); giải trí, giáo dục, du lịch...Giá trị sử dụng không trực tiếp là các chức năng sinh thái của rừng như bảo vệ nguồn nước, ngăn lửa, tái tạo nước, hấp thụ carbon, đa dạng sinh học, nâng cao độ phì của đất và năng suất cây nông nghiệp.

- ✓ **Các giá trị lựa chọn:** Đề cập đến giá trị tương lai của rừng (trực tiếp hoặc gián tiếp). ả ó thể hiện ở chỗ, những người quan tâm trả tiền cho các dịch vụ môi trường, đa dạng sinh học để bảo tồn rừng.
- ✓ **Các giá trị chưa sử dụng:** Là những giá trị không liên quan đến sự sử dụng của con người đối với rừng. ả hư sự tồn tại và phát triển của các loài, dạng sống, sự đòi hỏi của bảo tồn rừng cho thế hệ tương lai...

Việc xác định được giá trị cá thể chuyển đổi thành tiền của rừng của tất cả các sản phẩm và dịch vụ trên là chưa thể thực hiện trong giai đoạn hiện nay khi mà nhiều loại sản phẩm và dịch vụ (có giá trị trực tiếp hay gián tiếp) chưa có giá tiêu chuẩn thậm chí giá ước tính. Vậy, người ta thường tính giá trị của rừng thực tế hơn, dựa trên những cơ sở có thể xác định đơn giá (Cavatassi,2004).

- **Thị trường CO₂ định hình – Cơ hội mới cho ngành lâm nghiệp**

Trong suốt hai thập kỉ qua, con người đã bắt đầu nhận ra rằng chúng ta không thể có một xã hội hay một nền kinh tế lành mạnh trong một thế giới có quá nhiều sự nghèo đói và suy thoái môi trường. Sự phát triển kinh tế không thể dừng lại được, nhưng nó phải chuyển hướng để trở nên ít phá huỷ về mặt sinh thái nhất [1]. ả hận thức được vấn đề này, ả ghi định thư của công ước khung của liên hợp quốc về biến đổi khí hậu đã thiết lập một khuôn khổ pháp lý mang tính toàn cầu nhằm kiểm soát xu hướng gia tăng phát thải khí nhà kính, và ràng buộc bởi các cam kết về trả phí phát thải trong phạm vi địa lý của quốc gia mình gây ra. Hạn chót là từ năm 2008 tới 2012, mỗi nước có thể quyết định làm thế nào để đạt được mục tiêu đó bằng cách chia gánh nặng giữa người tiêu dùng và các công ty. Chẳng hạn họ có thể đánh thuế cacbon, ban hành các đạo luật cũng như thúc đẩy sự hiệu quả sử dụng năng lượng. Mục đích của thị trường cacbon là buộc các công ty tuân thủ mục tiêu giảm thiểu khí thải. ả ếu một công ty giảm được lượng khí thải, nó có thể bán phần còn

lại trong hạn ngạch trên thị trường cacbon. Ắ người mua sẽ là một công ty khác thải khí quá hạn ngạch được phân bổ. Họ phải mua thêm hạn ngạch để tránh bị phạt tiền

Trên cơ sở đó, thị trường CO₂ được định hình với quy mô rộng lớn. Lĩnh vực giao dịch, mua bán và trao đổi quota khí thải CO₂ đã trở thành một trong những thị trường quốc tế mới đáng chú ý nhất từ khi nó được chính thức mở cửa từ năm 2005. Theo báo cáo mới nhất của Hãng nghiên cứu thị trường quota CO₂ Point Carbon, riêng trong tháng 10/2004 lượng khí CO₂ thuộc các giao dịch không chính thức đã lên tới 2,3 tỉ tấn. Thị trường quota CO₂ chính thức ở châu Âu (đi vào hoạt động từ tháng 1/2005) là một trong 3 sáng kiến của Liên Hợp Quốc nhằm bớt gánh nặng về chi phí để hạn chế khí thải CO₂ cho các doanh nghiệp sản xuất. Theo đó, nếu một công ty nỗ lực giữ được lượng khí thải CO₂ thấp, họ có thể tung số quota còn thừa lên thị trường quota CO₂ để bán lại cho những công ty cần thêm quota nhằm tránh bị phạt do thải quá lượng CO₂ quy định. Khi nghị định thư Kyoto có hiệu lực đồng nghĩa với việc các nước tham gia nghị định thư này phải cắt giảm lượng phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính như họ đã cam kết, cụ thể là cắt giảm khí CO₂ (hoặc một số loại khí thải được qui đổi tương đương). Một trong những con đường để cắt giảm khí thải gây hiệu ứng nhà kính là giảm tiêu thụ năng lượng. Ắ hưng nếu giảm tiêu thụ năng lượng sẽ ảnh hưởng đến phát triển công nghiệp cũng như nhiều ngành kinh tế, ngoài ra chi phí đầu tư cũng sẽ rất cao... Trong khi đó, nghị định thư Kyoto mang ý nghĩa toàn cầu và có những cơ chế mềm dẻo nhằm tạo điều kiện cho các nước thực hiện cam kết. Chi cần có trong tay “chứng nhận giảm phát thải hiệu ứng nhà kính”, bất kể chứng nhận đó có nguồn gốc hay được thực hiện tại quốc gia nào cũng được chấp nhận đã đóng góp giảm phát thải hiệu ứng nhà kính như cam kết trong nghị định thư này. (Ví dụ, quốc gia A hay tổ chức B mua được 1 triệu CER tại một quốc gia nào đó thì cũng đồng nghĩa với việc quốc gia A đã thực hiện cam kết giảm được 1 triệu tấn khí gây hiệu ứng nhà kính mà không nhất thiết phải thực hiện ngay tại quốc gia mình). Ắ goài ra, một số công ty cũng có ý tưởng kinh doanh loại hàng hóa đặc biệt này. Chính vì vậy, gần đây đã xuất hiện loại hàng hóa “chứng nhận khả năng giảm phát thải gây hiệu ứng nhà kính” và thị trường mua bán loại hàng hóa đặc biệt này cũng ngày càng có giá hơn...

2.2 Trong nước

Trước hết, Việt ả am là một nước có tiềm năng để thực hiện việc giảm khí phát thải. Hiện tại, Việt ả am không được xếp vào phụ lục I³ của thế giới, nghĩa là việc phát thải CO₂ vào khí quyển còn quá nhỏ so với mặt bằng chung của thế giới, nên chưa bắt buộc phải giảm[13]. Đây chính là cơ hội để các nước phát triển đầu tư vào các dự án phát triển kinh tế Việt ả am, đặc biệt là các dự án CDM, để họ có thể nhận được chứng chỉ môi trường.

Là một trong những nước đang phát triển, Việt ả am nhanh chóng tham gia cam kết với các tổ chức quốc tế, như ký kết Công ước khung, ả ghị định Kyoto, tham gia dự án CDM, có chỉ định cơ quan đầu mối quốc gia, phê chuẩn KP v.v...tức là đủ điều kiện theo quy định của tổ chức quốc tế thực hiện xây dựng và thực hiện các dự án CDM. Việt ả am cũng đã có nhiều ngành bước đầu nghiên cứu và xây dựng các dự án tiềm năng về CDM trong các lĩnh vực: Bảo tồn và tiết kiệm năng lượng; Chuyển đổi sử dụng nhiên liệu hoá thạch; Thu hồi và sử dụng CH₄ từ bãi rác và từ khai thác than; ứng dụng năng lượng tái tạo; Trồng mới rừng cây và tái trồng rừng; Thu hồi và sử dụng khí đốt đồng hành. Trong đó, có những ý tưởng dự án đã được các nhà đầu tư nước ngoài quan tâm [13].

Chúng ta hiện đang thiếu hẳn một hệ thống lý luận, khái niệm và phương pháp luận đánh giá, phân tích kinh tế nói chung và định giá tài nguyên, môi trường nói riêng. Các khái niệm, phương pháp đánh giá hầu hết được xây dựng trước tiên ở các nước công nghiệp phát triển, không tránh khỏi những khó khăn, trở ngại khi đem vào áp dụng tại các nước đang phát triển trong đó có Việt ả am với những điều kiện hoàn toàn khác biệt về kinh tế, văn hoá, tư duy và nhận thức về xã hội.

• Quan niệm về giá trị của rừng tự nhiên Việt Nam

Quan niệm về giá trị của rừng tự nhiên còn tùy thuộc vào nhận thức từ góc độ chuyên môn, nghề nghiệp hay sở thích của từng cá nhân hay nhóm người cụ thể: Các nhà kỹ thuật cho rằng rừng tự nhiên Việt ả am có những giá trị như: Cung cấp lâm sản; Phòng hộ; Bảo tồn; Bảo vệ đất; Điều tiết nước; Lâm sản ngoài gỗ; Môi

³ Gồm Các nước phát triển trên thế giới với lượng phát thải khí nhà kính rất lớn, được Ủy ban IPCC phân chia thành nhóm I (Việt ả am là nước đang phát triển được xếp vào nhóm phụ lục II)

sinh; Và tích lũy carbon. Trong khi đó, các nhà kinh tế lại thừa nhận những giá trị sau đây của rừng tự nhiên là: Kinh tế; Phòng hộ; Bảo tồn; Văn hoá-xã hội; Lịch sử; ả nghiên cứu khoa học; Giáo dục; Môi sinh; Tham quan giải trí; Cảnh quan; ả nguồn nước; An ninh quốc phòng... [11]

Tuy vậy, hầu hết các giá trị được nhận biết ở trên vẫn chưa phản ánh hết quan niệm phổ biến hiện nay về tổng giá trị kinh tế TEV của tài nguyên rừng tự nhiên. ả hư vậy có một số vấn đề đặt ra cần được quan tâm: *Thứ nhất*, cho dù chúng ta có cố gắng ước lượng một phần giá trị được nhận biết ở trên thì tổng của chúng vẫn chưa phản ánh hết được tổng TEV của rừng tự nhiên. *Thứ hai*, với quan niệm của giá trị rừng tự nhiên như vậy, việc ước lượng chúng sẽ gặp nhiều khó khăn do không kế thừa được kỹ thuật định giá rừng phổ biến hiện nay để áp dụng vào điều kiện của Việt ả am mà có lẽ chúng ta tự đưa các phương pháp của mình. Hậu quả là, có thể là có sự khác biệt rất lớn về giá trị kinh tế của rừng tự nhiên trong quan điểm của các nhà khoa học Việt ả am và các nhà khoa học trên thế giới.

Là một nước đang phát triển, Việt ả am nhanh chóng tham gia cam kết với các tổ chức quốc tế như ký Công ước khung của liên hiệp quốc về biến đổi khí hậu, nghị định thư Kyôto, tham gia các dự án CDM, thành lập các cơ quan đầu môi quốc gia...tức là đủ các điều kiện theo quy định của thế giới về việc xây dựng và thực hiện các dự án tiềm năng về CDM trong các lĩnh vực: Bảo tồn và tiết kiệm năng lượng; Chuyển đổi sử dụng nhiên liệu hóa thạch; Thu hồi và sử dụng CH₄ từ rác thải và khai thác mỏ quặng; Trồng rừng...Bên cạnh đó, trong những năm gần đây, Việt ả am đã có những nỗ lực thực hiện một số nghiên cứu và hoạt động liên quan đến vấn đề biến đổi khí hậu và CDM.

Được sự tài trợ của các chính phủ và tổ chức quốc tế trên thế giới, Việt ả am đã thực hiện một số nghiên cứu và hoạt động liên quan về các vấn đề biến đổi khí hậu và CDM. Kết quả kiểm kê khí nhà kính quốc gia đã được công bố năm 1994. Theo kết quả kiểm kê cho thấy, tổng phát thải nhà kính ở Việt ả am năm 1994 là 103,80 triệu tấn CO₂ tương đương. Do đó, phát thải nhà kính tính theo đầu người của Việt ả am là vào khoảng 1,4 tấn CO₂ tương đương. Các nguồn phát thải khí nhà kính chính trong nước là năng lượng, nông nghiệp, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp

- **Nghiên cứu Chiến lược Quốc gia về CDM**

Cơ hội thị trường khí nhà kính đối với Việt ả am cũng được nghiên cứu trong dự án này. Tuy nhiên việc thực hiện Công ước Kyôto và Cơ chế phát triển sạch CDM vẫn còn nhiều rào cản như quá trình thể chế hóa và hoàn thiện các thủ tục CDM - các rào cản cơ cấu, khả năng có được các thông tin có chất lượng, các công nghệ có hiệu quả và có tính thực thi, thiếu năng lực để tạo ra các nguồn vốn . cácbon, thực hiện các vụ giao dịch và thương lượng

ả hư vậy thị trường mua bán giảm phát thải khí nhà kính còn quá mới mẻ, các doanh nghiệp còn thiếu thông tin thị trường này, do đó mặc dù tiềm năng thị trường Việt ả am là rất lớn, nhưng còn quá ít các doanh nghiệp tham gia. Đã đến lúc nhà nước phải phổ biến rộng rãi hơn, cung cấp nhiều thông tin để họ có thể chủ động tham gia thị trường.

2.3 Thảo luận về tổng quan nghiên cứu

Qua các kết quả nghiên cứu những vấn đề có liên quan đến CO₂ và thị trường carbon trên thế giới và trong nước ta thấy:

- Việc xác định lượng CO₂ mà rừng hấp thụ là vấn đề khá phức tạp, liên quan đến quá trình quang hợp và hô hấp ở thực vật, cũng như việc xác định tăng trưởng và sự đào thải của cây rừng theo thời gian, vì thế phần lớn các nghiên cứu mới chỉ tập trung vào xác định lượng carbon tích lũy trong thực vật tại thời điểm nghiên cứu.
- Trên thế giới, các nghiên cứu mới chỉ tập trung vào việc đánh giá lượng carbon
- C được lưu trữ trong một số kiểu sử dụng đất, một số loài cây rừng trồng mà chưa có đánh giá cụ thể đối với rừng tự nhiên.
- Việt ả am là một nước có tiềm năng để thực hiện việc giảm khí phát thải nhưng thực tế lại thiếu các thông tin cũng như cơ sở khoa học, phương pháp tính toán, dự báo lượng CO₂ hấp thụ bởi thảm phủ của quốc gia làm cơ sở tham gia thị trường carbon toàn cầu. Hơn nữa, đó cũng chính là lí do mà các doanh nghiệp trong nước chưa tích cực tham gia thị trường này.

3 Đặc điểm khu vực nghiên cứu

3.1 Điều kiện tự nhiên:

3.1.1 Vị trí địa lý - Ranh giới tự nhiên:

Vùng nghiên cứu nằm trong lưu vực đầu nguồn thuộc huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Lắk, nằm về phía Tây ảm cách trung tâm tỉnh Đắk Lắk khoảng 40 km, là địa bàn quản lý của lâm trường Quảng Tân.

Lâm phần của lâm trường Quảng Tân thuộc địa bàn hành chính của 04 xã: Đắk Buk So, Đắk R'Tiê, Quảng Tâm, Quảng Trục, Quảng Tín thuộc huyện Đắk R'Lấp và Tuy Đức - tỉnh Đắk Lắk, cách thị trấn Gia ảm ghĩa khoảng 25 km về phía nam. Văn phòng của lâm trường đóng tại thị trấn Kiến Đức - huyện Đắk R'Lấp - tỉnh Đắk Lắk.

- Toạ độ địa lý của lâm trường nằm từ:
 - + 107°22'15" đến 107°33'00" kinh độ Đông.
 - + 12°05'25" đến 12°12'53" vĩ độ Bắc.
- Ranh giới:
 - + Phía Bắc của lâm trường giáp với xã Đắk Buk So.
 - + Phía ảm của lâm trường giáp với xã Quảng Tân.
 - + Phía Đông của lâm trường giáp với huyện Đắk Lắk.
 - + Phía Tây của lâm trường giáp với lâm trường Quảng Trục và lâm

trường Quảng Tín.

3.1.2 Khí hậu - Thủy văn:

Khu vực nghiên cứu có khí hậu mang đặc trưng của khí hậu nhiệt đới gió mùa, trong năm có hai mùa rõ rệt:

- + Mùa mưa bắt đầu từ tháng 05 đến tháng 10 trong năm.
- + Mùa khô bắt đầu từ tháng 11 đến tháng 04 năm sau.

- **Lượng mưa**

- + Lượng mưa phân bổ trung bình hàng năm là 2360 mm.
- + Lượng mưa tập trung chủ yếu vào 03 tháng giữa mùa mưa là tháng

6- 7 - 8 và chiếm khoảng 80% lượng mưa cả năm.

- **Nhiệt độ**

- + ả nhiệt độ bình quân hàng năm là 24,5° C.
- + ả nhiệt độ tuyệt đối tối thiểu là 8.2° C.
- + ả nhiệt độ tối đa là 34^oC.

Biên độ giao động nhiệt nhỏ nhưng biên độ giao động nhiệt giữa ngày và đêm khá lớn, nhất là vào các tháng mùa khô.

- **Độ ẩm**

- + Độ ẩm trung bình hàng năm là 84,5%.
- + Lượng bốc hơi bình quân trong năm 195.4 mm
- + Tháng 03 là tháng có lượng bốc hơi cao nhất khoảng 133 mm.

- **Hướng gió chính**

- + Gió thổi theo hướng Đông - Bắc vào mùa khô.
- + Gió thổi theo hướng Tây - ả am vào mùa mưa.

- **Sông suối**

Trong lâm phần của lâm trường có mạng lưới sông suối dày đặc, không có sông lớn. Hướng chảy chính là Đông Bắc - Tây ả am, đi qua nhiều dạng địa hình. Hệ thống suối ở đây không có khả năng vận chuyển đường thủy, chỉ có thể làm đập thủy lợi hồ chứa nước, thủy điện nhỏ. Bao gồm các suối chính: Đăk R'Tíh, Đăk R'Lấp, Đăk R'Tang, Đăk Glun, Đăk Rung ...

3.1.3 Địa hình

Lâm phần ở đây có độ cao so với mặt biển khoảng từ 600 - 750m. Địa hình ở đây rất phức tạp, đồi núi nhiều, độ chia cắt rất mạnh, độ cao có xu thế giảm dần từ Bắc xuống ả am. Địa hình trong khu vực có dạng đồi lượn sóng, đất đai canh tác phân bố chủ yếu trên sườn dốc, độ dốc phổ biến 10-15^o

3.1.4 Đất đai - Thổ nhưỡng

Đất đai trong khu vực chủ yếu là đất feralit nâu đỏ phát triển trên đá mẹ Bazan. Lâm trường Quảng Tân có tổng diện tích đất lâm nghiệp là 14489ha, Trong đó diện tích đất có rừng 9099,2 ha chiếm khoảng 62.8%, diện tích không có rừng 5 389.8 ha. Đây là loại đất khá tốt có độ sâu tầng đất dày từ 70cm - 100cm. Thành phần cơ giới là sét, không có kết von bề mặt, thích hợp với các loài cây nông - lâm - công nghiệp.

3.2 Tình hình tài nguyên rừng

3.2.1 Rừng tự nhiên

Rừng tự nhiên trong khu vực chủ yếu là rừng lá rộng thường xanh mưa ẩm nhiệt đới, với tổ thành loài cây hết sức phong phú và đa dạng. Các dạng rừng thường gặp gồm: Rừng gỗ, rừng lồ ô - tre nứa, rừng hỗn giao gỗ-lồ ô, hỗn giao lồ ô-gỗ...trong đó rừng gỗ chiếm phần lớn diện tích rừng tự nhiên hiện có trong khu vực). Diện tích và chất lượng rừng suy giảm mạnh trong thời gian qua. Tỷ lệ che phủ rừng giảm nhanh chóng. Trạng thái rừng gồm nhiều loại từ đất không có rừng đến các trạng thái rừng non phục hồi sau nương rẫy (IIA-IIB), rừng đã qua khai thác chọn (IIIA₁), và rừng ít bị tác động (IIIA₂). Rừng giàu chỉ còn phân bố ở vùng sâu xa khu dân cư và trên các đỉnh đông, núi cao. ả hìn chung tài nguyên rừng còn phong phú, trữ lượng gỗ khá cao song chất lượng gỗ và các chủng loại gỗ quý hiếm đã bị khai thác chọn nên gần như cạn kiệt.

Rừng của đơn vị qui hoạch thành rừng sản xuất và rừng phòng hộ [Theo quyết định số 3081/QĐ - UB ngày 30/09/2003 của UBẢ D tỉnh Đắk Lắk “ V/v phê duyệt dự án qui hoạch 03 loại rừng và sử dụng đất trồng đồi núi trọc tỉnh Đắk Lắk giai đoạn 2003 – 2010”. (Tỉnh Đắk ả ông trước năm 2004 là địa bàn hành chính trực thuộc tỉnh Đắk Lắk)].

Một đặc điểm dễ nhận thấy đối với kiểu rừng thường xanh trong khu vực nghiên cứu đó là mật độ cây rất dày và có phân bố giảm dần theo cấp kính. Cấu trúc tầng tán phức tạp, nhiều tầng với hệ thực vật hết sức phong phú. Các ưu hợp thường gặp: Chò xót (*Schima superba*), Dẻ (*Quercus sp*), Trâm (*Syzygium sp*), Xoan (*Melia azedarach*)...

Thảm thực bì thường rất dày với các loài song mây, lá bép, mây bụi, riềng, nghệ rừng...với độ che phủ rất cao.

3.2.2 Rừng trồng

Lâm trường có diện tích rừng trồng là 103,5 ha, trong đó:

- Rừng trồng phòng hộ 50,0 ha loài cây chủ yếu là Xà cừ - Điều.
- Rừng trồng sản xuất 43,5 ha loài cây chủ yếu là: Thông ba lá.
- Rừng giống 10,0 ha loài cây chủ yếu là: Muồng đen.

Tổng diện tích tự nhiên của đơn vị theo quyết định phê duyệt phương án 187 năm 2002 là 14 489 ha. Số liệu được thể hiện ở bảng sau:

Bảng 3.1 Hiện trạng rừng và đất rừng phân chia theo trạng thái và chức năng

Stt	Hạng mục	Tổng diện tích (ha)	Chia ra loại rừng	
			Phòng hộ	Sản xuất
I	Đất có rừng	9 099.2	2 393.5	6 705.7
1	Rừng tự nhiên	8 995.7	2 343.5	5 409.4
1.1	Rừng trung bình	3 692.5	909.1	2 783.4
1.2	Rừng nghèo	3 500.0	884.9	2 615.1
1.3	Rừng phục hồi	1 108.2	223.8	884.4
1.4	Rừng hỗn giao gỗ - lồ ô	406.3	171.8	234.5
1.5	Rừng lồ ô, tre nứa	288.7	153.9	134.8
2	Rừng trồng	103.5	50.0	53.5
II	Đất không có rừng	2 361.5	1 263.4	1 098.1
1	Đất trống trắng cỏ (la)	334.5	117.1	217.4
2	Đất trống cây bụi (lb)	1 563.3	986.6	576.7
3	Đất trống cây rải rác (lc)	463.7	159.7	304.0
III	Các loại đất khác	3 028.3	627.1	2 401.2
1	Đất lâm nghiệp bị xâm canh	2 960.7	620.5	2 340.2
2	Đất khác	67.6	6.6	61.0
	Tổng cộng	14 489.0	4 284.0	1005.0

3.3 Điều kiện kinh tế xã hội

- **Tình hình giao thông**

Mạng lưới giao thông trên địa bàn huyện phát triển khá nhanh, đường quốc lộ và đường liên xã được nâng cấp nhựa hóa theo chương trình 135, đường liên thôn được rải đất cấp phối thuận lợi cho việc đi lại và giao lưu hàng hoá. Các xã đều có bưu điện, hệ thống thông tin liên lạc đang được cải thiện đáng kể. Phần lớn các thôn trong xã đều đã có điện lưới quốc gia. Tỉnh lộ 886 (Quốc lộ 14B cũ) chạy xuyên qua lâm trường từ Bắc xuống ả am, nối lâm trường với huyện Đăk R'Lập. Quốc lộ

14 nối huyện với trung tâm tỉnh Đắk Lắk về phía Đông, nối với các tỉnh phía Tây là: Bình Phước, Bình Dương, thành phố Hồ Chí Minh, ở phía Bắc nối với các huyện Đắk Mil, tỉnh Đắk Lắk và nước Campuchia.

Hệ thống đường dân sinh: các đường liên thôn liên xã khá hoàn chỉnh nối các thôn với tỉnh lộ 886, đặc biệt trong lâm phần còn có hai tuyến đường liên xã: xã hơn Cơ - xã Đắk R'Tiết, xã Quảng Tín - xã Đắk Buk So. Ngoài ra còn có đường vận xuất phục vụ sản xuất kinh doanh rừng khá nhiều và phân bố tương đối hợp lý.

Hệ thống giao thông đường bộ khá hoàn chỉnh đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc vận chuyển sản phẩm, hàng hoá, nguyên vật liệu trong quá trình tổ chức sản xuất kinh doanh của đơn vị. Áp dụng mặt trái sẽ bị bọn lâm tặc lợi dụng để thực hiện các hành vi vi phạm Lâm luật (Khai thác lâm sản, chặt phá rừng, lấn chiếm đất rừng, săn bắt thú rừng trái phép ...). Do vậy, sau khi khảo sát hệ thống giao thông (đường vận xuất, đường vận chuyển) trong lâm phần, lâm trường đã tổ chức 02 trạm quản lý bảo vệ rừng tại các vị trí trọng tâm nhằm ngăn chặn kịp thời các đối tượng có hành vi xâm phạm đến rừng.

• Dân cư - Lao động

Lâm phần của lâm trường Quảng Tân thuộc địa bàn hành chính của 04 xã nhưng chủ yếu tập trung tại các xã Đắk R'Tiết, Quảng Tâm và Đắk Buk So. Tổng số hộ là 1.850 hộ, có 7.087 khẩu, trung bình 04 người/ hộ, tổng số người trong độ tuổi lao động 3.064 người, trong đó lao động nam có 1.698 người (chiếm 55%), lao động nữ có 1.366 người (chiếm 45%)

Áp dụng này có tỉ lệ sinh đẻ còn khá cao, đặc biệt là ở đồng bào dân tộc. Bên cạnh đó hiện nay trên địa bàn huyện Đắk Lắk nói chung, lâm trường Quảng Tân nói riêng tình trạng dân di cư bất hợp pháp đến cư ngụ rất đông. Do vậy mà tình trạng phá rừng, lấn chiếm đất rừng để cư trú và canh tác (nuôi rẫy, trồng cà phê, điều...) trong thời gian qua diễn ra vô cùng phức tạp. Phần lớn dân trong vùng sống bằng nghề chính là sản xuất nông nghiệp (làm lúa nước, lúa rẫy, trồng cây cà phê, điều ...) và chăn nuôi (trâu bò) theo hình thức chăn thả.

Mặt khác trình độ lao động ở đây còn khá thấp, đặc biệt là đối với đồng bào M'Đông. Phương thức sản xuất còn lạc hậu, tư liệu lao động còn thô sơ họ chỉ mới định cư về hình thức, mang tính tạm thời và bản chất vẫn còn tồn tại phong tục du

canh tác làm nương rẫy và bán du cư. Cuộc sống của họ còn phụ thuộc nhiều vào nguồn tài nguyên rừng (song mây, tre, nứa, măng ...). Chính vì lẽ đó trong phương án điều chế rừng năm 2006- 2010 chú trọng nhiều đến vấn đề tổ chức sản xuất kinh doanh nghề rừng, thu hút một lực lượng lớn lao động trong mùa mưa ... đồng thời còn đưa ra các mô hình nông lâm kết hợp, trồng rừng phòng hộ trên nương rẫy để chuyển giao công nghệ, đưa khoa học kỹ thuật vào đời sống cho nhân dân trong vùng.

- **Tình hình giáo dục**

Hệ thống giáo dục tại xã Quảng tâm, Đăk R'Tít và xã Đăk Buk So tương đối hoàn chỉnh, các xã đều có trường mẫu giáo, trường cấp I và trường cấp II. Tuy nhiên cơ sở vật chất của các trường còn nhiều thiếu thốn.

- **Y tế**

Do địa bàn khá rộng nên cộng đồng người đồng bào dân tộc M'á ông còn duy trì tập quán du canh, bên cạnh đó cuộc sống còn quá khó khăn đói khổ nên dịch bệnh thường xuyên xảy ra, nhất là trong cộng đồng người đồng bào dân tộc. Tại trung tâm huyện đã có một bệnh viện khá lớn, mỗi xã đều có một trạm xá. Tuy nhiên về lực lượng y bác sỹ còn thiếu , thuốc men dụng cụ y tế còn hạn chế.

- **Văn hoá - Thông tin**

Tại Trung Tâm các xã đều có mạng lưới điện quốc gia phục vụ cuộc sống sinh hoạt của người dân. Phần lớn thông tin văn hoá được người dân cập nhật thông qua hệ thống sóng phát thanh, sóng truyền hình của đài Trung ương, địa phương và của các tỉnh thành lân cận.

Ảnh hìn chung, đời sống của các cộng đồng dân tộc địa phương ở đây còn rất nhiều khó khăn và phần lớn phụ thuộc nhiều vào rừng.

Ảnh goài việc cung cấp các sản phẩm như gỗ, lâm sản ngoài gỗ, đất canh tác...Rừng tự nhiên đang là sinh kế cho các cộng đồng thông qua các chương trình giao đất giao rừng. Trong thời gian qua, trong khuôn khổ hoạt động của dự án lâm nghiệp xã hội SFSP và sau đó là ETSP, chương trình giao đất giao rừng cho cộng đồng được khởi xướng và triển khai trên 6 bon: Bu ả or A-B (1016ha), Bu Koh và Bu Dach (2975ha), Bu Dung và Mê Ra (1110ha) với tổng diện tích là 5101ha.

Ảnh hững diện tích này nguyên trước đây thuộc lâm trường Quảng Tân quản lý,

sau đó được giao trả về địa phương để thực hiện chương trình thí điểm giao đất giao rừng cho cộng đồng.

Tuy nhiên hiệu quả của giao đất giao rừng cho cộng đồng mới mang lại hiệu quả về khai thác lâm sản. Do đó, việc giao đất giao rừng cần phải gắn với nhiều lợi ích khác nhau để người giữ rừng được thụ hưởng một cách công bằng, hiệu quả như dịch vụ môi trường sinh thái, bảo vệ đầu nguồn, hấp thụ CO₂, du lịch sinh thái, bảo tồn đa dạng sinh học, di tích lịch sử, bảo tồn các truyền thống văn hóa bản địa...

4 Mục tiêu, nội dung và phương pháp nghiên cứu

4.1 Mục tiêu nghiên cứu

- **Về lý luận**

Góp phần định giá giá trị kinh tế cụ thể gắn với chức năng phòng hộ môi trường sinh thái của rừng tự nhiên từ nghiên cứu sự tích lũy carbon trong thực vật thân gỗ; làm cơ sở xây dựng chính sách chi trả cho cộng đồng trong quản lý và bảo vệ rừng. Đồng thời hướng đến tạo thêm các lựa chọn về sinh kế thông qua việc cung cấp các dịch vụ môi trường được công nhận.

- **Về thực tiễn**

Có hai mục tiêu cụ thể mà đề tài hướng đến:

- i. Lượng hóa được khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng tự nhiên thuộc kiểu rừng thường xanh.
- ii. Góp phần định giá giá trị kinh tế cụ thể của rừng gắn với dịch vụ môi trường sinh thái từ khả năng hấp thụ CO₂ của rừng mang lại theo các trạng thái rừng.

4.2 Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Trong phạm vi giới hạn về thời gian, nguồn lực và yêu cầu của luận văn tốt nghiệp, đề tài nghiên cứu được xem là đóng góp bước đầu cho nghiên cứu theo hướng này, do vậy được giới hạn phạm vi và đối tượng nghiên cứu như sau:

- **Trạng thái rừng nghiên cứu:** Tập trung nghiên cứu năng lực hấp thụ CO₂ của 3 trạng thái rừng tự nhiên đặc trưng cho kiểu rừng thường xanh gồm rừng non phục hồi sau nương rẫy, rừng đã qua khai thác chọn và rừng ít bị tác động.
- **Tích lũy carbon ở thực vật thân gỗ:** Chỉ nghiên cứu lượng Carbon tích lũy trong các bộ phận trên mặt đất của thực vật thân gỗ: thân, cành, lá có đường kính từ 5cm trở lên.
- **Tính hiệu quả kinh tế của việc quản lý tài nguyên rừng:** Đánh giá hiệu quả kinh tế từ lợi ích của rừng được tính rất phong phú dựa trên khả năng cung cấp gỗ, củi, chất đốt, lâm sản ngoài gỗ, nguyên liệu... và một số lợi ích từ dịch vụ môi trường là rất đa dạng chưa được tính đến. Theo hướng này, đề

tài tiến hành tập trung nghiên cứu năng lực hấp thụ CO₂ của rừng thường xanh làm cơ sở bổ sung tính hiệu quả kinh tế quản lý rừng gắn với chức năng phòng hộ môi trường sinh thái.

4.3 Nội dung nghiên cứu

Để thực hiện được mục tiêu nghiên cứu, đề tài tiến hành thực hiện ứng với các nội dung cụ thể như sau:

- i) ả nghiên cứu các mối tương quan giữa các nhân tố điều tra rừng phục vụ cho dự báo gián tiếp lượng CO₂ hấp thụ.
- ii) Xác định lượng carbon tích lũy trong các bộ phận của thực vật thân gỗ, theo cỡ kính, trạng thái rừng
- iii) Ước lượng năng lực hấp thụ CO₂ theo từng trạng thái rừng
- iv) Tính toán thành tiền giá trị hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng

4.4 Phương pháp nghiên cứu

4.4.1 Phương pháp luận

Trên cơ sở chu trình Carbon thông qua quá trình quang hợp để tạo sinh khối, quá trình hô hấp và quá trình đào thải (mất đi) của thực vật cho thấy chỉ có thực vật mới có khả năng hấp thụ CO₂. Trong khi đó nguồn CO₂ thải ra không khí không chỉ thông qua hô hấp của thực vật mà từ rất nhiều nguồn, nhưng chỉ có thực vật mới có khả năng hấp thụ CO₂ để tạo ra hợp chất C₆H₁₂O₆. Đây là khả năng của thực vật rừng để giảm thiểu khí gây hiệu ứng nhà kính.

ả hư vậy, nghiên cứu lượng carbon lưu giữ trong thực vật từ đó suy ra lượng CO₂ hấp thụ là cơ sở để xác định khả năng hấp thụ CO₂ của các kiểu rừng, trạng thái rừng. Kết hợp với nghiên cứu rút mẫu thực nghiệm, phân tích hóa học lượng C lưu giữ trong thực vật thân gỗ trên mặt đất với mô hình hoá toán học để dự đoán và lượng hoá năng lực hấp thụ CO₂ cho từng trạng thái rừng.

Trên cơ sở năng lực hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng, gắn với các phương thức quản lý rừng hiện tại, điều kiện xã hội, làm cơ sở ứng dụng và phát triển phương pháp cụ thể tính hiệu quả kinh tế của rừng mang lại trong quản lý rừng theo hướng bền vững này.

4.4.2 Phương pháp nghiên cứu cụ thể:

Để phục vụ hướng nghiên cứu đề tài, tiến hành theo các phương pháp sau :

i. Phương pháp rút mẫu nghiên cứu mối quan hệ giữa các nhân tố điều tra rừng và lượng C tích lũy

Phương pháp kế thừa: Giải tích thân cây tỷ lệ theo cỡ kính (Tham gia nghiên cứu cùng học viên Cao học Phạm Tuấn Anh). Kế thừa dãy số liệu của 34 cây giải tích với đầy đủ chỉ tiêu để làm cơ sở phân tích định lượng Carbon: Loài, trạng thái, đường kính $D_{1,3}$, đo thân cây rút mẫu các chỉ tiêu: D_{00} (D gốc) và D_{0i} (đường kính ở vị trí $1/10H$), H_{cc} , H_{dc} .

Rút mẫu theo phương pháp lập ô tiêu chuẩn (mẫu) đại diện cho các trạng thái rừng của Kurniatun Hairiah và cộng sự (ICRAF).

- Phân chia theo cỡ kính 10cm: <10cm, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, >50cm
- Mỗi cỡ kính rút mẫu để giải tích 10% số cây trong ô mẫu
- Lấy mẫu tươi trên cây giải tích theo cỡ kính: Phân cây giải tích ra 04 bộ phận: Thân chính, vỏ, cành và lá. Cân trọng lượng của từng bộ phận và theo từng bộ phận rút mẫu tươi với tỷ lệ 1% theo trọng lượng. Diện tích ô mẫu: 20 x 100m để đo tính C trong cây có $D_{1,3} > 30$ cm và ô phụ 5 x 40m để đo tính C trong cây có $5\text{cm} < D_{1,3} < 30$ cm. Ô phụ đặt trong ô chính. ả nghiên cứu trên 3 đơn vị trạng thái, số ô mẫu là 5 ô cho mỗi trạng thái. Trong ô mẫu, mô tả đầy đủ các đặc điểm sinh thái và đo đếm các nhân tố điều tra.

ii) Phương pháp xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm để xác định lượng C trong các bộ phận cây gỗ :

- Khi đưa về phòng thí nghiệm bao gồm tất cả là: 34 mẫu gồm đầy đủ 4 bộ phận: Thân, vỏ, cành, lá ứng với $34 \times 4 = 136$ (túi mẫu nhỏ). Khối lượng mỗi túi là 200g/túi. Chỉ lấy ở mỗi túi là 10 gam cân bằng cân điện tử với sai số $1/10000$ g. Cắt nghiền thô nhỏ gói túi giấy cẩn thận từng túi riêng đem vào tủ sấy điện ở 105°C (Quy tắc sấy đến khi mẫu khô hoàn toàn có khối lượng không đổi nữa - kiểm tra qua 3 lần cân lại). Ghi lại kết quả chi tiết các lần cân để tính tỷ lệ phần trăm chất khô, xác định tỷ trọng giữa sinh khối tươi và sinh khối khô sau khi sấy.
- Phân tích hàm lượng của các thành phần hoá học có trong các mẫu sinh khối khô. Xác định được hàm lượng C lưu trữ trong sinh khối khô ở các bộ phận

thân gỗ thông qua ứng dụng quang phổ điện tử trong phân tích Carbon. Từ đó quy đổi ngược trở lại theo tỷ lệ rút mẫu của từng bộ phận thân cây để tính được lượng C có trong từng bộ phận và toàn bộ của một cây theo cỡ kính và tập hợp các cỡ kính để tính được C trong lâm phần, trạng thái rừng.

- Quy đổi từ lượng C đã được xác định qua phân tích ở trên, tiếp tục ước tính được lượng CO₂ mà thực vật hấp thụ và lượng O₂ mà nó điều hoà trong khí quyển ứng với 1 tấn chất khô và tươi thông qua phương trình hóa học: CO₂ = C + O₂, từ đó suy ra công thức xác định lượng CO₂ thông qua C: CO₂ = 3.67C

iii) Phương pháp ước lượng mối quan hệ giữa các nhân tố điều tra và với lượng CO₂ hấp thụ cho từng trạng thái:

Trên cơ sở rút mẫu các đối tượng nghiên cứu ở nội dung trên, dùng thống kê để ước lượng cho từng lâm phần. ả ội dung này nhằm xác định tổng khối lượng CO₂ hấp thụ được theo từng trạng thái trên đơn vị diện tích, từ đó đánh giá năng lực hấp thụ giữa các trạng thái với nhau.

Sử dụng phương pháp thống kê ước lượng khoảng CO₂ hấp thụ với sai số cho phép biến động từ 5 – 10% cho từng trạng thái rừng.

Phương pháp sử dụng mô hình toán mô phỏng năng lực hấp thụ CO₂ với các nhân tố điều tra rừng, trạng thái rừng:

- ả hấp dữ liệu theo hệ thống để tạo lập cơ sở dữ liệu từ kết quả điều tra thực địa bằng phần mềm Excel. Các nhân tố có số liệu đo đếm cụ thể sẽ giữ nguyên để đưa vào cơ sở dữ liệu. Đối với các nhân tố điều tra định tính thì lần lượt mã hóa toàn bộ các nhân tố theo quy định cụ thể.
- Phân tích mối quan hệ giữa các nhân tố sinh thái, nhân tác ảnh hưởng đến từng nhân tố phân loại rừng bằng chương trình xử lí thống kê trong phần mềm Startgraphic Plus 3.0.
- Sử dụng phân tích tương quan ngay trên đồ thị của Excel và lựa chọn hàm tối ưu với R² cao nhất để xác định các mối quan hệ giữa các nhân tố điều tra như đường kính, chiều cao, trữ lượng, mật độ. Dựa trên các

mối tương quan này làm cơ sở cho việc tính lượng CO₂ hấp thụ cũng như lượng giá cho các trạng thái rừng.

- + Chiều cao được suy từ quan hệ: $H = f(D)$
- + Thể tích được suy từ quan hệ: $V = f(D)$ hoặc $V = f(D, H)$. Từ đây kết hợp với phân bố \hat{a}/D suy được M/D và M lâm phần.
- Lập các mô hình hồi quy quan hệ giữa lượng CO₂ hấp thụ với các nhân tố lâm phần và sinh thái như sau:
 - + Gọi nhân tố phụ thuộc y là lượng CO₂
 - + Gọi các biến số độc lập là xi bao gồm: Các nhân tố điều tra rừng (D, H, G, M, \hat{a}).
 - + Mô hình hoá theo dạng tuyến tính hoặc phi tuyến tính, dạng tổng quát là: $y = f(x_i)$

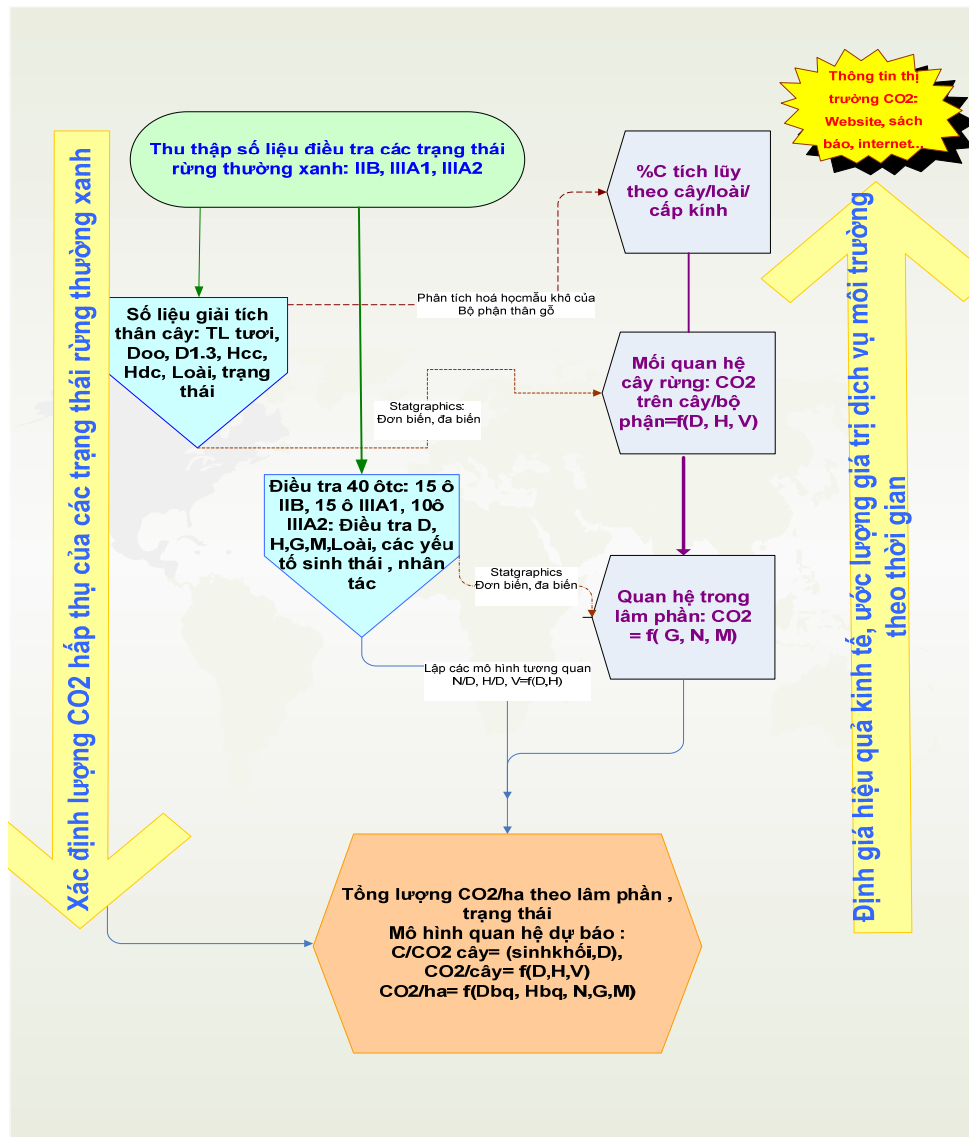
Sử dụng phần mềm Statgraphics để dò tìm mối quan hệ thích hợp (tuyến tính hoặc phi tuyến) hoặc các mô hình tổ hợp biến số, lựa chọn các mô hình thích hợp với các tiêu chuẩn thống kê: Hệ số tương quan hồi quy R khá cao và tồn tại qua kiểm tra bằng tiêu chuẩn F ở mức $P < 0.05$; Sự tồn tại của các biến số xi hoặc tổ hợp biến được kiểm tra bằng tiêu chuẩn t với mức sai P (nếu giá trị $P > 0.10$: Biến xi không tồn tại, nghĩa là chưa phát hiện được khả năng biến x_i có ảnh hưởng đến y . nếu giá trị $P < 0.1$: Biến x_i tồn tại và có ảnh hưởng tác động đến y)

iv) Phương pháp lượng hóa giá trị kinh tế của quản lý rừng kết hợp dịch vụ môi trường:

- Thu thập và phân tích thông tin thị trường CO₂
- Tính toán ước lượng giá trị dịch vụ môi trường theo thời gian.

5 Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Trên cơ sở phương pháp tiếp cận nghiên cứu được triển khai theo các nội dung, đề tài đạt được các kết quả nghiên cứu được biểu diễn ở hình 5.1. Mục tiêu cuối cùng là lượng hoá được khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng tự nhiên thuộc kiểu rừng thường xanh, góp phần định giá giá trị kinh tế cụ thể của rừng gắn với dịch vụ môi trường.



Hình 5.1: Sơ đồ tổng quát tiến trình các bước và kết quả nghiên cứu

5.1 Quan hệ giữa các nhân tố điều tra rừng

Để ước lượng CO₂ gián tiếp qua các nhân tố điều tra, việc làm cần thiết là tiến hành nghiên cứu các mối quan hệ cấu trúc lâm phần và tác động qua lại lẫn nhau giữa các nhân tố điều tra của rừng. Để từ các nhân tố dễ đo đếm, tính được lượng CO₂ một cách đơn giản, thuận tiện nhất nhưng vẫn đảm bảo tính chính xác trên cơ sở dựa theo mối quan hệ tự nhiên mà mô phỏng được qua các hàm tương quan chặt chẽ của chúng.

Mô hình các tương quan giữa các nhân tố điều tra rừng được xây dựng dựa vào 40 ÔTC đã điều tra ở thực địa đại diện cho các trạng thái, và kết hợp dữ liệu kế thừa của 34 cây đã giải tích. Trong 40 ÔTC đã điều tra gồm có 15 ô (10x30m) trạng thái IIB, 15 ô (10x30m) trạng thái IIIA₁ và 10 ô (10x50m) thuộc trạng thái IIIA₂. Các cây giải tích được thu thập trong 6 ô với 34 cây mẫu đại diện cho các trạng thái.

5.1.1 Mô hình N/D mô phỏng phân bố mật độ số cây theo trạng thái

Gộp tất cả số liệu các ÔTC cùng trạng thái đã điều tra tính toán mật độ số cây theo cấp kính của từng trạng thái đó: *Excel/ Data Analysis/ Histogram/ OK*. Kết quả tính ã /D thực tế theo từng trạng thái thể hiện ở bảng sau:

Bảng 5.1: Kết quả tính mật độ số cây theo đường kính thực tế của mỗi trạng thái

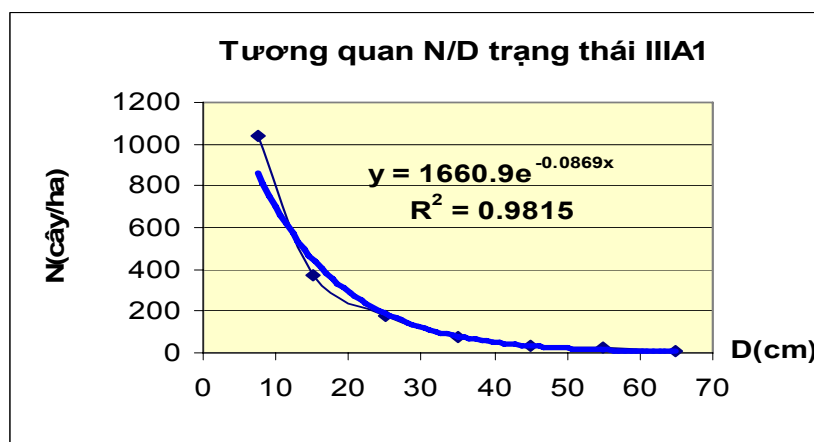
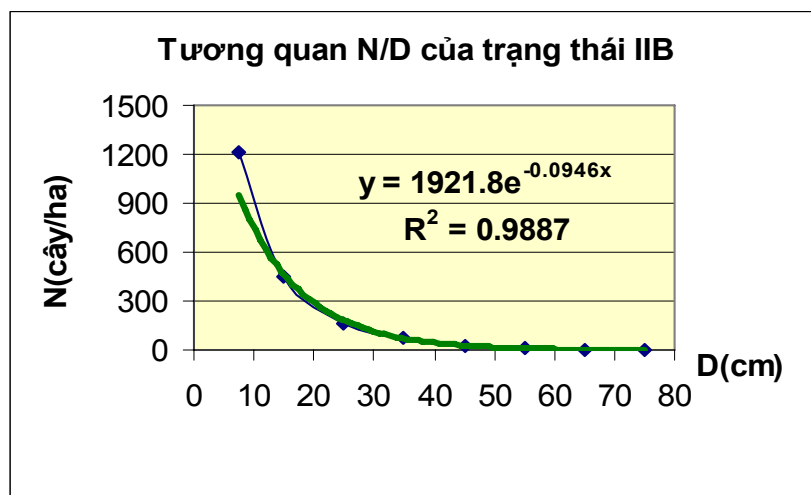
Cấp kính giữa	Mật độ số cây (Ntt/ ha) theo cấp kính thực tế ở từng trạng thái		
	IIB	IIIA ₁	IIIA ₂
7.5	1208	1042	875
15	447	371	488
25	167	173	194
35	73	78	130
45	24	31	60
>50	13	26	46
Tổng	1933	1722	1793

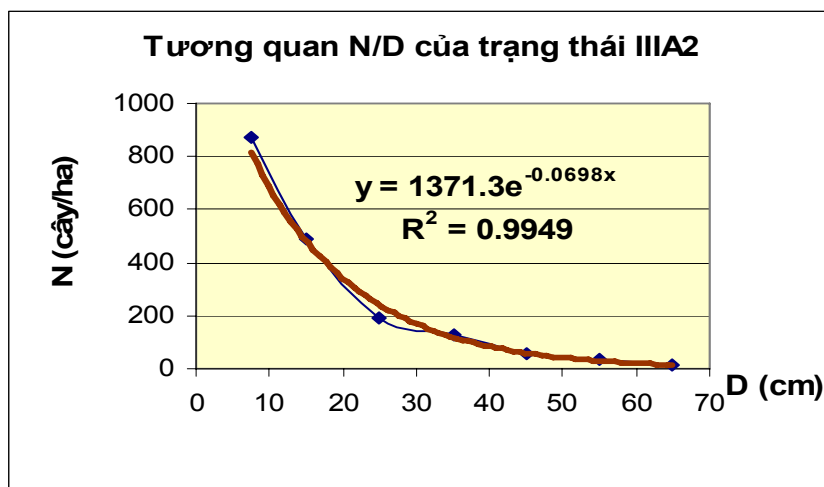
Sử dụng hàm mũ Mayer để mô phỏng cấu trúc tương quan $\hat{a} - D_{1,3}$ theo trạng thái. Các mô hình được chọn thể hiện trong bảng 5.5

Bảng 5.2: Mô hình hàm quan hệ N/D của các trạng thái rừng

Trạng thái	Hàm Mayer tương quan N/D	R ²
IIB	$N = 1921.8 \exp(-0.0946 \cdot D)$	0.9887
IIIA ₁	$N = 1660.9 \exp(-0.0869 \cdot D)$	0.9816
IIIA ₂	$N = 1371.3 \exp(-0.0698 \cdot D)$	0.9949

Kết quả được thể hiện trong các đồ thị **hình 5.2**





Hình 5.2: Đồ thị biểu thị mô hình phân bố $N-D_{1.3}$ ở các trạng thái

Bảng 5.3: Bảng kết quả tính $N/D_{1.3}$ lý thuyết theo các mô hình được xác lập

Gía trị giữa cỡ kính (cm)	Nit trạng thái IIB theo hàm (cây/ha)	Nit trạng thái IIIA1 theo hàm (cây/ha)	Nit trạng thái IIIA2 theo hàm (cây/ha)
7.5	945	866	812
15	465	451	481
25	181	189	239
35	70	79	119
45	27	33	59
55	11	14	30
65	4	6	15
75	2	2	7
85	1	1	4
95	0	0	2
105	0	0	1
Tổng	1705	1642	1770

Kết quả cho thấy, sử dụng hàm Mayer để biểu diễn phân bố $N-D_{1.3}$ trên các trạng thái là rất tốt ($R > 0.98$), mật độ cây theo cấp kính tuân theo luật phân bố giảm. Ở các trạng thái, mật độ giảm mạnh từ cấp kính 5 đến cấp kính 25, trong đó rừng non có mức độ giảm mạnh nhất: từ trên 945 cây ở cấp kính 5-10, mật độ chỉ còn 70 cây ở cấp kính 30-40 tương ứng với 1/13 số cây ở cấp kính 5-10. Tuy nhiên đến cấp

kính cao hơn, mật độ ở trạng thái này chỉ còn rất thấp. Điều này cho thấy, mặc dù phân bố $\hat{a} - D_{1,3}$ là đúng theo quy luật phát triển tự nhiên của rừng nhiệt đới, song kết quả cũng chỉ ra có sự thiếu hụt lớn về số lượng cây ở cấp đường kính lớn, điều này cũng có nghĩa với trữ lượng thấp ở các trạng thái này. Mặc dù phân bố cây ở hai trạng thái rừng nghèo và trung bình cũng diễn ra tương tự, song mức độ giảm này diễn ra tương đối đồng đều hơn so với trạng thái rừng non.

5.1.2 Mô hình tương quan H/D

Với ưu thế giải tích thân cây, có thể tìm hiểu kỹ càng mối tương quan H/D vì giải tích là phương pháp đo tỉ mỉ, chuẩn xác tình trạng cây sinh trưởng ra sao theo từng cấp kính cụ thể. Từ dãy số liệu $D_{1,3}$, H_{cc} của 34 cây giải tích (phụ lục 3), sử dụng các hàm tính toán thống kê trong phần mềm Excel, lựa chọn hàm theo nguyên tắc nêu trên để mô phỏng cho quan hệ. Giữa chiều cao với đường kính những cây trong lâm phần tồn tại mối quan hệ chặt chẽ. Prodan (1965) và Đồng Sĩ Hiền (1974) đã thử nghiệm và đề nghị rất nhiều phương trình của nhiều tác giả như: Hohenadl (bậc 2), Michailoff (phương trình hàm mũ Mayer), Eckert, K.H (hàm logarit)... để xây dựng mô hình quan hệ giữa chiều cao và đường kính của lâm phần cho thấy chúng đều thích hợp với kiểu rừng tự nhiên nước ta [4].

Kết quả mô phỏng tương quan chiều cao đường kính thể hiện trong phương trình sau:

$$H = 3.271 * D^{0.526} \quad (5.1)$$

Với $R=0.936$, $F=227.282$ với $\alpha < 0.000$

Mô hình (5.1) là cơ sở để xác định gián tiếp H thông qua $D_{1,3}$

5.1.3 Mô hình tương quan thể tích cây với chiều cao và đường kính thân cây

$$V = f(D, H)$$

Sử dụng số liệu chi tiết từ 34 cây giải tích để mô phỏng thể tích cây theo đường kính và chiều cao. Cây giải tích được đo đếm theo 10 phân đoạn bằng nhau, mỗi phân đoạn xác định đường kính D_{oi} giữa đoạn của 1/10 chiều cao. Từ dãy số liệu $D_{1,3}$, H_{cc} , D_{oi} , tính toán V_{gt} , D_{gt} để tìm mô hình tương quan phù hợp giữa thể tích (V) với một hoặc nhiều biến số độc lập như chiều cao (H), đường kính (D). Sử

dùng Excel để thiết lập các mô hình hồi quy tuyến tính: *Tools/ Data Analysis/ Regression/ OK*. Thực hiện các thao tác đổi biến số để đưa về dạng tuyến tính, chạy hàm tuyến tính nhiều lớp và kiểm tra sự tồn tại của từng biến số bằng tiêu chuẩn t, mô hình tương quan phù hợp nhất tìm được mô phỏng bằng phương trình sau:

$$V = 3.87967E-05 * D^{2.02062} * H^{1.0543} \quad (5.2)$$

Với $R = 0.997$, $F = 2731.65$, ở mức sai $\alpha = 1.4E-35$)

Mô hình $V = f(D, H)$ là cơ sở để gián định gián tiếp V theo hai nhân tố D, H cho cây rừng.

5.2 Xác định lượng Carbon tích lũy và CO₂ hấp thụ trong cây rừng

Với quy mô và giới hạn thời gian, cùng điều kiện thực hiện của luận văn, tác giả đã tham gia nghiên cứu và kế thừa kết quả trong phần giải tích thân cây và định lượng C trong phòng thí nghiệm làm cơ sở ứng dụng có tính thực tế

Xuất phát từ mối tương đồng của khu vực nghiên cứu về cấu trúc rừng, trạng thái, loài. Số liệu nghiên cứu kế thừa phần giải tích thân cây là cơ sở khoa học để ước lượng CO₂ hấp thụ cho từng trạng thái, diện tích rừng mà đề tài thực hiện nói riêng, và là cơ sở để ước tính hiệu quả kinh tế dựa vào khả năng hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng trong ứng dụng thực tiễn quản lý tài nguyên rừng.

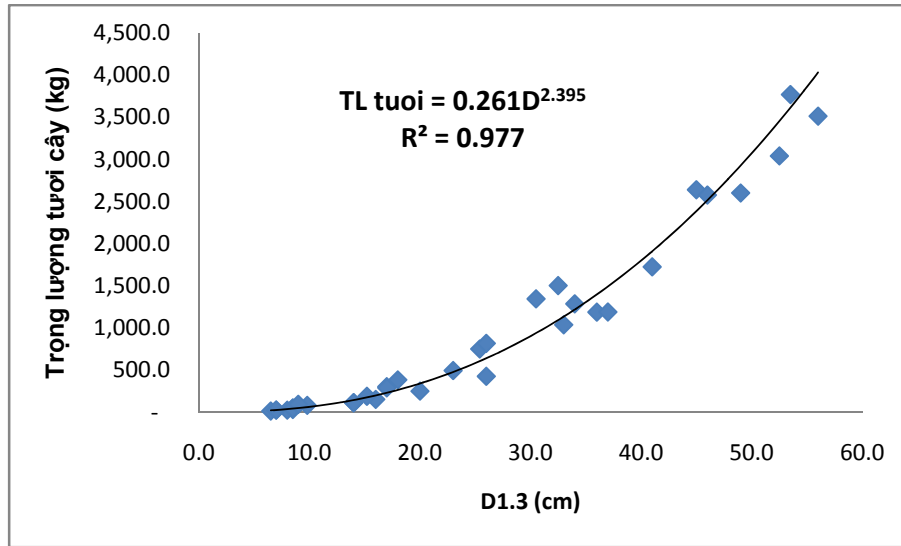
5.2.1 Mô hình quan hệ sinh khối cây theo cấp kính của từng trạng thái

Trong thực tế vấn đề xác định trọng lượng cây trực tiếp là vấn đề rất khó khăn và phức tạp, việc xác định lượng C tích lũy trong cây trong nghiên cứu này được quy ra từ tỷ trọng cây thông qua đường kính trực tiếp đo được. Chính vì thế, thiết lập mô hình quan hệ giữa sinh khối cây và đường kính có vai trò rất hữu ích.

Trọng lượng tươi được cân đo ngay sau khi chặt hạ cây mẫu, từ số liệu 34 cây này chia và chọn lọc ra thành các khối số liệu từng trạng thái cụ thể, tiếp theo xử lý trên đồ thị trên cơ sở các khối dữ liệu đó bằng phần mềm Excel chọn được các mô hình có mối tương quan chặt chẽ. Quan hệ sinh khối tươi với $D_{1.3}$ ở các trạng thái được biểu diễn bằng các phương trình tương quan thể hiện trong bảng sau:

Bảng 5.4: Phương trình tương quan trọng lượng tươi với đường kính

Trạng thái	Tương quan giữa trọng lượng tươi với D1.3	R ²
IIA-IIB	$TL(tuoi)(kg) = 0.7083.D^2 - 1.6429.D - 0.0306$	0.9931
IIIA1	$TL(tuoi)(kg) = 0.3708.D^{2.3143}$	0.9872
IIA2	$TL(tuoi)(kg) = 0.4898.D^{2.2175}$	0.9766
Chung	$TL(tuoi) (kg) = 0.261D^{2.395}$	0.9770



Hình 5.3: Đồ thị quan hệ trọng lượng tươi của cây theo đường kính

Từ kết quả cho thấy, tương quan giữa đường kính và trọng lượng tươi cây là rất chặt thể hiện ở hệ số quan hệ R^2 ($R^2 > 0.97$). Trong khi đó, tương quan này được biểu diễn bằng phương trình bậc 2 ở trạng thái rừng non, rừng nghèo và trung bình lại được biểu thị bằng phương trình mũ. ả hình chung khi đường kính tăng lên, trọng lượng tươi của cây cũng tăng theo, đặc biệt sự gia tăng này thể hiện càng mạnh ở những cây có đường kính lớn. Các phương trình ở bảng trên là cơ sở để xác định gián tiếp trọng lượng tươi của cây rừng mà không cần chặt hạ, giải tích và cân đo.

5.2.2 So sánh tỷ lệ Carbon tích lũy trong cây

ả hàm tìm hiểu sự biến đổi % C có phụ thuộc vào các nhân tố: Loài, cấp kính, trạng thái hoặc giữa các bộ phận khác nhau (thân, vỏ, lá, cành), đồng thời qua đó cũng đánh giá được khả năng hấp thụ CO₂ của từng loài theo cấp kính hoặc theo trạng thái cụ thể.

- Tỷ lệ % C trong các bộ phận trên mặt đất của cây theo từng cấp kính

Thành phần carbon được phân tích riêng rẽ theo từng bộ phận trên mặt đất của cây, theo cấp kính; được tính trên cơ sở lấy bình quân trọng lượng C của từng bộ phận thân cây phân theo cấp kính, tỷ lệ carbon của từng bộ phận được tính theo tỉ lệ phần trăm của các bộ phận tham gia tích lũy carbon trong cây.

Bảng 5.5: Dữ liệu về %C trung bình các bộ phận thân cây theo cấp kính

Cấp kính (cm)	%C của Thân	%C của Vỏ	%C của lá	%C của cành	Tổng %C cả cây
5-10	55.25	7.56	3.07	34.12	100.00
10-20	56.72	9.88	1.60	31.79	100.00
20-30	62.95	5.98	2.07	29.00	100.00
30-40	64.31	9.39	2.95	24.25	100.00
40-50	70.68	10.97	1.61	16.73	100.00
>50	72.67	13.85	2.52	10.97	100.00
Trung bình %C theo 4 bộ phận thân cây	63.76	9.61	2.30	24.46	100.00

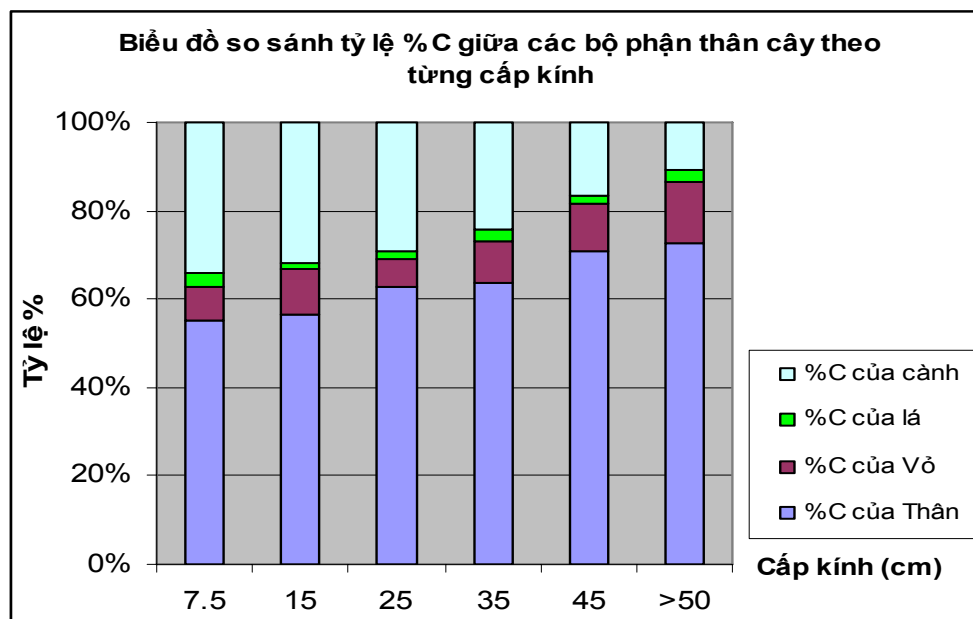
Kết quả phân tích phương sai 2 nhân tố 1 lần lặp Excel/Tools/ Data Analysis/ Anova:Two – factor without Replication như sau:

Ả OVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	55.25349	4	13.81337	0.399993	0.80376	3.837853
Columns	1058.37	2	529.185	15.32359	0.001836	4.45897
Error	276.2721	8	34.53401			
Total	1389.896	14				

- Hàng ngang (Rows): $F=0.39999 < F_{0.05}=3.8378$, Kết luận: Ở các cấp kính khác nhau không có sự khác biệt rõ rệt về %C giữa các bộ phận

- Hàng dọc(Columns): $F=15.3235 > F_{0.05}=4.45897$, Kết luận: Ở các bộ phận khác nhau trong cùng cây có sự khác biệt về %C.

Kết quả so sánh được biểu diễn bằng biểu đồ sau:



Hình 5.4: Biểu đồ so sánh lượng tỷ lệ carbon theo cấp kính ở các bộ phận cây

Mọi cơ quan của cây xanh đều có khả năng hấp thụ CO₂ để thực hiện quá trình quang hợp tích lũy Carbon; nhưng trong mỗi bộ phận của cây (thân, lá, vỏ, cành) lại có hình thái, cấu tạo và chức năng khác nhau. Chính vì thế, % C trong các bộ phận cây cũng khác nhau. Kết quả so sánh trên cho thấy, tỷ lệ Carbon giảm dần và biến động mạnh theo thứ tự từ bộ phận thân, cành, vỏ, và thấp nhất là ở lá. *Lượng carbon chiếm chủ yếu trong thân cây lên đến 64%, tiếp đến cũng chiếm khá cao trong cành là 24%; vỏ và lá có tỷ lệ C thấp, trong vỏ là 10% và là chỉ có 2%*

- **Tỷ lệ trung bình % C so với trọng lượng tươi của cây theo loài**

Cơ sở đánh giá là lấy trung bình tổng lượng Carbon so với tổng lượng tươi cả cây của từng loài. Từ dữ liệu của 34 cây giải tích phân ra được 12 loài.

Bảng 5.6: Dữ liệu về %C so với trọng lượng tươi theo loài

Loài (mã hóa)	% trọng lượng C so với trọng lượng tươi cả cây	Loài (mã hóa)	%trọng lượng C so với trọng lượng tươi cả cây
1	19.27	7	21.34

Loài (mã hóa)	% trọng lượng C so với trọng lượng tươi cả cây	Loài (mã hóa)	%trọng lượng C so với trọng lượng tươi cả cây
2	27.50	8	19.90
3	27.16	9	19.07
4	21.94	10	24.42
5	31.76	11	19.88
6	25.20	12	21.14

Kết quả phân tích phương sai 1 nhân tố 1 lần lặp *Excel/Tools/ Data Analysis/ Anova: Single Factor* như sau:

Ả OVA						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	1676.347	1	1676.347	115.3802	3.23435E-10	4.300949
Within Groups	319.6359	22	14.5289			
Total	1995.983	23				

Ta thấy: $F_t=115.3802 > F_{0.05} = 4.300949$, kết luận % C so với trọng lượng tươi giữa các loài có sự khác biệt rất rõ rệt.

Kết quả phân tích này cho biết rằng yếu tố loài khác nhau thì khả năng tích lũy Carbon trong cây khác nhau, điều này có thể lý giải rằng mỗi loài có đặc điểm sinh lý khác nhau về thành phần cấu tạo, chức năng quang hợp của các bộ phận cấu thành có hướng hấp thụ CO_2 và tính quang riêng biệt. ả hư vậy, để đạt được kết quả chính xác nhất đảm bảo yêu cầu mà nghiên cứu khả năng hấp thụ CO_2 đòi hỏi cho từng mục đích đặt ra cần xét đến phân tích tỉ mỉ yếu tố loài. Tuy nhiên trong thực tế xác định loài rất phức tạp, chỉ nên áp dụng với rừng trồng. Còn đối với rừng tự nhiên hàng trăm loài, trước mắt chấp nhận bình quân chung các loài để phân tích đánh giá khả năng hấp thụ khí CO_2 theo hướng mà đề tài quan tâm.

- **Đánh giá % C so với trọng lượng tươi của cây theo cấp kính**

Cơ sở tính ở đây là tính trung bình %C so với trọng lượng tươi theo cấp kính để so sánh với nhau. Từ đó có thể đánh giá thiết thực hơn về khả năng tích lũy lượng C theo từng cấp kính cụ thể

Bảng 5.7: Trọng lượng C so với trọng lượng tươi cả cây theo cấp kính

Cấp kính	% trọng lượng C so với trọng lượng tươi cả cây
1	21.30
2	22.76
3	24.87
4	23.18
5	25.41
6	22.46

Kết quả phân tích phương sai 1 nhân tố 1 lần lặp Excel/Tools/Data Analysis/Anova: Single Factor như sau:

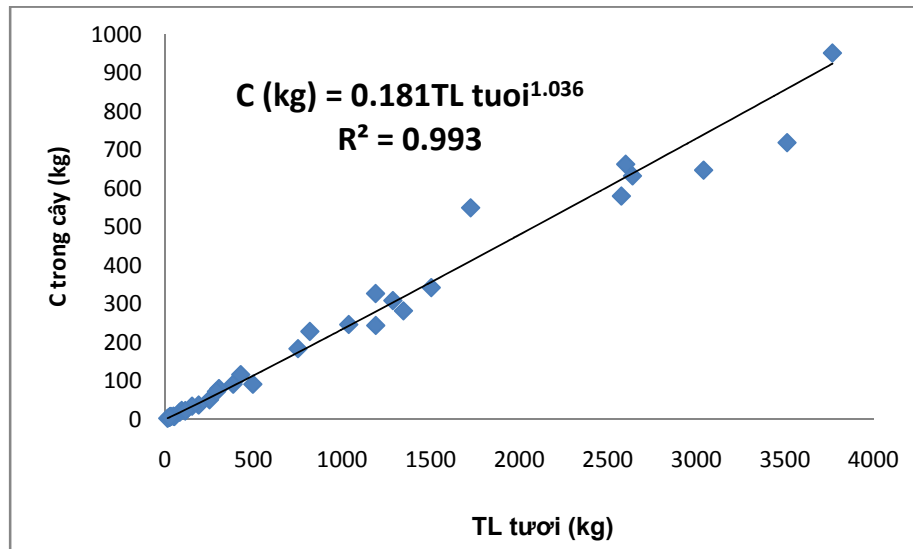
AẢ OVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1179.687	1	1179.687	400.938	2.1216E-09	4.964603
Within Groups	29.4232	10	2.94232			
Total	1209.11	11				

Ta thấy: $F_t = 400.938 > F_{0.05} = 4.9646$ nên kết luận % C so với trọng lượng tươi của cây giữa các cấp kính có sự sai khác rõ rệt

ã hư vậy, khả năng tích lũy C phụ thuộc rất lớn vào kích thước thân cây, có nghĩa năng lực hấp thụ CO_2 theo giai đoạn sinh trưởng khác nhau thì khác nhau. Đây chính là yếu tố quan trọng để lượng giá giá trị kinh tế cụ thể từng trạng thái lâm phần qua tính toán theo giá trị dịch vụ môi trường này theo thời gian.

5.2.3 Ước lượng lượng C tích lũy và CO_2 hấp thụ trong cây rừng

Trên cơ sở các kết quả so sánh trên, thiết lập mối quan hệ giữa lượng C tích lũy trong cây với trọng lượng tươi. Từ đây kết hợp với mô hình quan hệ TL tươi = $f(D)$ để suy ra mô hình $C = f(D)$.



Hình 5.5: Quan hệ giữa C với trọng lượng tươi của cây

Từ đây suy ra được quan hệ giữa C với D như sau:

Từ mô hình $TL(\text{tươi}) \text{ (kg)} = 0.261D^{2.395}$ và mô hình $C = 0.181TL \text{ (tươi)}^{1.036}$ suy ra mô hình quan hệ $C = f(D)$:

$$C = 0.181(0.261D^{2.395})^{1.036} = 0.045 D^{2.481} \quad (5.3)$$

Mô hình này giúp các định nhanh lượng C tích lũy trong cây thông qua nhân tố dễ đo đếm là đường kính.

Đồng thời có quan hệ giữa CO_2 tích lũy trong cây với C: Lượng $CO_2 = 3.67C$, từ đây suy ra mô hình xác định lượng CO_2 tích lũy trong cây thông qua đường kính:

$$CO_2 = 3.67C = 3.67 * 0.045D^{2.481} = 0.165D^{2.481} \quad (5.4)$$

Các kết quả này hỗ trợ cho việc trọng lượng tươi, lượng C tích lũy và lượng CO_2 hấp thụ trong cây cá biệt thông qua một nhân tố đo đếm đơn giản là đường kính.

5.3 Ước lượng CO_2 hấp thụ theo lâm phần

Trong thực tế cần đánh giá năng lực hấp thụ CO_2 theo các trạng thái, lâm phần khác nhau, đây là cơ sở để thẩm định năng lực hấp thụ CO_2 của rừng và lượng giá từng thời điểm; do đó cần nghiên cứu phương pháp ước lượng CO_2 theo các chỉ tiêu lâm phần.

Trên cơ sở rút mẫu các lâm phần, trạng thái khác nhau, mỗi trạng thái 4 ÔTC đại diện, kết hợp các mô hình công thức đã được xác lập ở trên; tính toán cụ thể các chỉ tiêu:

- Mật độ ẩ (cây/ha): Từ số liệu quan sát ô mẫu quy ra ha
- Trữ lượng M(m³/ha): Từ các mô hình ẩ /D, H/D và V = f(D, H) đã thiết lập, tính được M theo cấp kính và M/ha
- Tổng tiết diện ngang (m²/ha): Từ mô hình ẩ /D suy ra G theo cấp kính và quy ra ha
- Lượng CO₂(Kg/ha): Từ mô hình ẩ /D và CO₂ = f(D)m tính được lượng CO₂ hấp thụ theo cấp kính và tổng cung cho lâm phần/ha

Bảng 5.8: Kết quả tổng hợp các chỉ tiêu CO₂ hấp thụ và các chỉ tiêu lâm phần

Trạng thái (mã số)	ÔTC	Toạ độ X	Toạ độ Y	N(cây/ha) (D>5cm)	M(m ³ /ha)	CO ₂ (Kg/ha)	G(m ² /ha)
1	2.5	766654	1345705	1658	203	358893	24.1
1	6.1	768855	1342834	3200	186	325026	21.9
1	5.2	764649	1345481	1225	208	347818	20.7
1	5.5	764740	1345605	1816	156	267726	17.1
2	4.1	769518	1342934	2541	228	387283	24.3
2	1.4	765129	1345004	1291	253	420479	25.0
2	3.1	764991	1345622	2441	279	458337	26.7
2	5.3			1916	223	375810	23.0
3	3.2	768053	1344759	1265	298	479038	26.3
3	7.5	764800	1345649	2090	435	669922	34.5
3	5.1	766486	1346208	2375	547	802041	37.0
3	5.3	766578	1346098	3240	408	651252	36.1

ẩ hội dung này nhằm xác định tổng khối lượng CO₂ hấp thụ được theo từng lâm phần trên đơn vị diện tích, từ đó đánh giá năng lực hấp thụ giữa các trạng thái với nhau, xác định nhanh CO₂ /ha thông qua các chỉ tiêu để xác định ngoài thực địa, thuận lợi cho việc áp dụng thực tế sản xuất. Để thực hiện nội dung này tiến hành dò tìm mối quan hệ đơn biến và đa biến giữa nhân tố CO₂ và các biến số độc lập ẩ , G, M.

5.3.1 Mối quan hệ đơn biến giữa CO₂ với các biến số N, G, M:

Trên cơ sở dữ liệu, dò tìm các mối quan hệ CO₂ với từng các nhân tố ẩ , G,

M

Cơ sở dữ liệu được tạo lập trên Excel, sau đó chuyển vào phần mềm Statgraphics, dò tìm các hàm tối ưu bằng cách cho chạy tất cả các dạng hàm: tuyến tính, phi tuyến tính cho đến khi nào tìm được mô hình quan hệ có hệ số tương quan cao nhất và phù hợp quy luật.

Kết quả dò tìm mối quan hệ đơn biến giữa CO₂ với từng biến số: \hat{a} , G, M xử lý trong *Statgraphics Plus/Relate/Simple Regression* chọn được các hàm quan hệ được trình bày tóm tắt tổng hợp như sau:

1. $\text{Log}(\text{CO}_2) = 8.50659 + 1.38013 * \text{Log}(G)$, (với $R = 0.988$)
2. $\text{Log}(\text{CO}_2) = 8.13311 + 0.86966 * \text{Log}(M)$, (với $R = 0.946$)
3. $\text{Log}(\text{CO}_2) = 10.9897 + 0.274 * \text{Log}(N)$, (với $R = 0.916$)

Dựa trên hệ số tương quan và tính phù hợp, đơn giản, lựa chọn được hàm tối ưu với $R^2 = 0.988$, $P = 0.000, < 0.05$

$$\text{Log}(\text{CO}_2) = 8.50659 + 1.38013 * \text{Log}(G) \quad (5.5)$$

$$\text{Biến đổi ra ta được: CO}_2 \text{ (tấn/ha)} = 4.947 * G^{1.3801} \quad (5.6)$$

5.3.2 Mối quan hệ đa biến giữa CO₂ với các biến số N, G, M

Qua phân tích hồi quy đa biến bằng phần mềm *Excel/Statgraphics /Relate/Multiple Regression*, chọn ra hàm quan hệ có hệ số tương quan R tối ưu và phù hợp với quy luật tự nhiên nhất. Hàm tìm được có $R^2 = 99.99\%$ mô tả lại như sau:

Dependent variable: log(CO2)

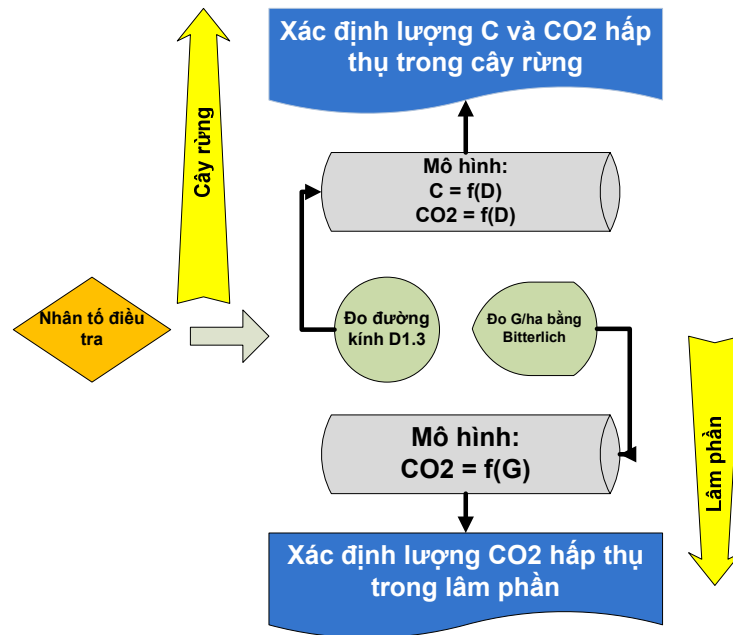
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CO ₂ STA ₁ T	8.15807	0.0163253	499.719	0.0000
log(G)	0.304772	0.0180599	16.8756	0.0000
log(M)	0.687915	0.0111547	61.6706	0.0000

Hàm được xác định:

$$\text{Log}(\text{CO}_2) \text{ (kg/ha)} = 8.15807 + 0.3048 * \text{Log}(G) + 0.6879 * \text{Log}(M) \quad (5.7)$$

\hat{a} hư vậy để ước lượng chính xác CO₂ cần sử dụng mô hình 2 biến G và M, trong thực tế để ước nhanh và vẫn bảo đảm độ tin cậy, đề xuất sử dụng công thức dự báo CO₂ theo chỉ tiêu dễ xác định là G/ha (G có thể xác định nhanh bằng thước Biterlich): $\text{CO}_2 \text{ (tấn/ha)} = 4.947 * G^{1.3801}$

Ưu điểm của công thức này là chỉ thông qua chỉ tiêu G đơn giản, dễ xác định ngoài thực địa, cách tính không phức tạp, phù hợp với việc xác định nhanh lượng trên thực địa.



Hình 5.6: Sơ đồ ứng dụng các mô hình để dự báo lượng CO₂ hấp thụ trong cây rừng và lâm phần

5.4 Dự báo giá trị kinh tế hấp thụ CO₂ lâm phần

Mục tiêu của ước lượng và đánh giá năng lực hấp thụ CO₂ của rừng là nhằm :

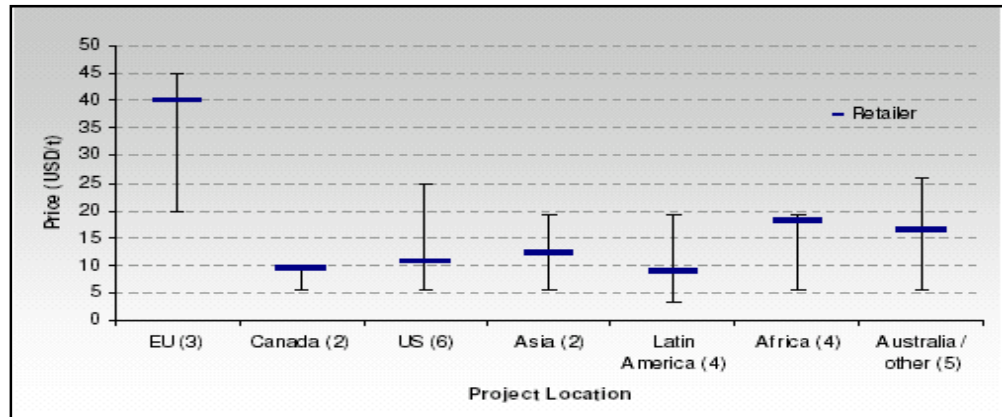
i) Đánh giá khả năng lưu giữ khí CO₂ của rừng để thẩm định được tiềm năng, vai trò của rừng tự nhiên trong bảo vệ môi trường, mà cụ thể là năng lực hấp thụ khí phát thải gây hiệu ứng nhà kính - một trong những vấn đề thời sự về môi trường toàn cầu hiện nay, để làm cơ sở cho việc quy hoạch bảo vệ phát triển rừng với mục tiêu phòng hộ, bảo vệ môi trường. Dựa vào kết quả nghiên cứu của đề tài, từ số liệu tài nguyên rừng hiện có, dựa vào các chỉ tiêu điều tra rừng thông thường như G/ha của các trạng thái rừng, nhà quản lý có thể tính toán dự báo được lượng CO₂ tích lũy trong các khu rừng tự nhiên, trên cơ sở đó có thể đưa ra kế hoạch chiến lược trong quy hoạch các khu rừng với chức năng môi trường.

ii) Mục tiêu thứ hai không kém phần quan trọng đó là lượng giá dịch vụ môi trường rừng, mà trong đó vấn đề chính là định giá được khả năng lưu giữ, hấp thụ khí CO₂ của các trạng thái rừng, lâm phần khác nhau. Muốn làm được điều này cần

có cơ sở khoa học cũng như công cụ và phương pháp để đánh giá lượng CO₂ lưu giữ trong cây cũng như trong các kiểu trạng thái rừng, dự báo lượng CO₂ được tích lũy theo thời gian, vấn đề này đề tài đã đóng góp một phần như đã trình bày trong các phần kết quả nêu trên. Nó sẽ làm cơ sở cho việc định giá giá trị dịch vụ môi trường từ việc tính hiệu quả của khả năng hấp thụ khí CO₂ của rừng, làm cơ sở phát triển chính sách, cũng như tham gia vào các dự án, thị trường CO₂, các chương trình cơ chế phát triển sạch (CDM) trong nước và trên thế giới.

Thị trường mua bán phát thải khí nhà kính là một thị trường mới mẻ chưa từng có trong lịch sử phát triển kinh tế từ trước tới nay. Do đó, chưa có được những quy ước, quy định chặt chẽ và rõ ràng trong cơ chế này. Tuy nhiên, đã là thị trường thì đương nhiên phải có người mua và người bán. Người mua ở đây là các nước phát triển được quy định tại Phụ lục 1. Người bán là các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam. Đã là mua và bán nên phải có “cân đong, đo đếm”, giá cả rõ ràng. Ngoài việc các bên tham gia thực hiện dự án phải giám sát “cân đo” chặt chẽ, quốc tế còn quy định buộc phải có một tổ chức quốc tế được chỉ định để thẩm tra và đề nghị Ban chấp hành (đại diện của các nước tham gia để công nhận và cấp chứng chỉ, chứng nhận). Hiện nay, giá cả chưa hoàn toàn thống nhất, bộ phận nghiên cứu đang đề xuất từ 2 đến 10 USD/tấn phát thải CO₂ phụ thuộc theo từng dự án [13].

Theo báo cáo mới nhất đã đưa ngày 13/09/2007 “State of the voluntary carbon market 2007” (Tình hình thị trường Cacbon năm 2007), nhằm mở rộng phạm vi hợp tác trao đổi mua bán CO₂ của các cá nhân và tổ chức ở các nước cùng chia sẻ thông tin quá trình hoạt động với mong muốn cùng hợp tác, thu hút hỗ trợ tài chính cùng thực hiện các dự án và phối hợp hành động cùng tham gia thị trường CO₂; cho thấy thị trường CO₂ gần đây rất sôi động, tùy theo các cá nhân, tổ chức, tùy loại hình dự án mà giá thành CO₂ có mức chênh lệch khác nhau. Thông tin giá thành thu nhận như sau :



(Nguồn: Katherine Hamilton, Ricardo Bayon, Guy Turner, Douglas Higgins)

Hình 5.6: Sơ đồ giá cả buôn bán CO₂ trên thị trường thế giới

Để dự báo hiệu quả kinh tế của dịch vụ môi trường trong hấp thụ CO₂, kết hợp thông tin các khu vực trên thế giới đã thu thập thông tin về giá buôn bán hạn ngạch CO₂ như sau

Bảng 5.9: Thông tin về giá buôn bán CO₂ trên thị trường Việt Nam

Ngày công bố	Nguồn thông tin	Giá thành (USD/tấn CO ₂)
27/10/2004	Vietnam.net	11
2/3/2005	Thông tấn xã Việt Nam lấy từ hãng Piont Carbon (Na Uy)	11,6
23/11/2005	Báo điện tử Sài Gòn giải phóng trích từ website: http://www.nea.gov.vn	7,5 - 16
7/2007	Công ty The McGraw Hill: Website: http://www.platts.com	22,8- 28,8

Từ các nguồn thông tin thu thập về thị trường cũng như dự báo về giá cả CO₂, cho thấy giá do Vietnamnet thông báo là thấp nhất: 11 USD/tấn CO₂, (mặt bằng giá chung ở Châu Á năm 2006) trong khi đó giá dự báo của thị trường EU biến động trong khoảng 25USD/tấn CO₂. Theo tìm hiểu cho thấy dự báo cho các năm

2008 – 2013 của khối thị trường chung Châu Âu, thì giá CO₂ tương đối ổn định và biến động trong khoảng 19 – 25 €/tấn CO₂, tương đương với khoảng 23 – 30USD/tấn CO₂ [18].

Với thông tin thị trường này cho thấy tiềm năng cung cấp dịch vụ lưu giữ khí phát thải nhà kính của rừng, giá cả tương đối ổn định trong những năm đến và giá này tương đối cao ở khu vực thị trường Châu Âu.

Trên cơ sở giá thị trường CO₂, chọn giá thấp nhất là 11USD/tấn CO₂ làm giá định để tính toán, kết hợp với ước lượng năng lực hấp thụ CO₂ của các trạng thái rừng tự nhiên, dự báo hiệu quả kinh tế trong cung cấp dịch vụ môi trường.

Từ số liệu đo đếm có tổng tiết diện ngang của các lâm phần ở thời điểm nghiên cứu - thời điểm A (kí hiệu: G_A) từ đó suy ra tổng tiết diện ngang ở thời điểm A+1 là (G_A+1), với giả định chọn lượng tăng trưởng là 1.5%/năm:

$$G_{A+1} = G_A + 1.5\%G_A$$

- Lượng CO₂ hấp thụ hằng năm (tấn/ha): Tính thông qua phương trình ước lượng CO₂ (tấn/ha) = 4.947 * G^{1.3801} (m²/ha) tại hai thời điểm và tính hiệu số
- Đơn giá (giả định): 11USD/tấn CO₂, quy ra tiền VNĐ theo giá hiện hành.

Bảng 5.10: Dự báo hiệu quả kinh tế trên cơ sở xác định lượng CO₂ hấp thụ hàng năm của các trạng thái rừng tự nhiên

Trạng thái	G(m ² /ha) tại thời điểm A	G (m ² /ha) tại A+1	Tổng lượng CO ₂ hấp thụ tại thời điểm A (Tấn/ha)	Tổng lượng CO ₂ hấp thụ tại thời điểm A +1 (Tấn/ha)	Lượng CO ₂ hấp thụ hàng năm (Tấn/ha)	Đơn giá (USD/tấn CO ₂)	Giá trị tích lũy CO ₂ hàng năm (USD/ha/năm)
IIB	16.97	17.22	246.278	251.299	5.02117	11	55
IIIA1	19.67	19.97	301.940	308.314	6.37385	11	70
IIIA2	26.35	26.75	452.024	461.521	9.49726	11	104

Từ bảng tính trên thấy được lượng CO₂ hấp thụ hằng năm là rất lớn, tùy theo trạng thái rừng khác nhau khả năng hấp thụ CO₂ khác nhau. ả ếu không có yếu tố thị trường được xem xét, thì thực tế đây là cơ sở để khẳng định rằng rừng tự nhiên đóng vai trò quan trọng trong bảo vệ môi trường sinh thái với khả năng hấp thụ một lượng khí thải CO₂ khổng lồ mà không phải tốn chi phí xử lí khí phát thải.

Kết quả dự báo này cho thấy, nếu bảo vệ rừng được tiến hành tốt thì lượng CO₂ tích lũy hàng năm từ 5.02 – 9.49 tấn/ha/năm (mới chỉ tính riêng lượng CO₂ hấp thụ nhờ các bộ phận cây thân gỗ trên mặt đất), tương ứng với giá trị tiền bán ra thị trường thì đây là một giá trị không hề nhỏ đối với người quản lý rừng, đặc biệt là các cộng đồng dân tộc thiểu số vùng cao đang quản lý các khu rừng cộng đồng; mỗi ha rừng tự nhiên từ non đến trung bình có giá trị kinh tế trong hấp thụ CO₂ hàng năm là 55 – 104USD/ha/năm, tương đương với 800.000 – 1.600.000Vđ/ha/năm. Ví dụ mỗi hộ quản lý 10 ha rừng tự nhiên, với giá trị hấp thụ CO₂ là 1 triệu đồng/ha/năm, thì mỗi năm sẽ có được nguồn thu 10 triệu đồng từ được chi trả phí dịch vụ môi trường rừng.

Đây thực sự là nguồn thu lợi nhuận rất đáng quan tâm. Tuy nhiên, tại Việt ả am việc xác định được giá trị chuyển đổi thành tiền của rừng của tất cả các sản phẩm và dịch vụ môi trường chưa thực hiện được trong giai đoạn hiện nay, hiện chưa có giá tiêu chuẩn thậm chí giá ước tính. Vì vậy, đề tài nghiên cứu theo hướng này kì vọng sẽ đóng góp về cơ sở lí luận cũng như hướng xác định phương pháp ước lượng khả năng hấp thụ CO₂ để tính hiệu quả kinh tế của các trạng thái rừng thường xanh.

6 Kết luận và kiến nghị

6.1 Kết luận

Thông qua các kết quả nghiên cứu, đề tài có các kết luận chính sau:

1) Mô hình quan hệ giữa các nhân tố điều tra rừng

Một số mô hình tương quan, cấu trúc của 3 trạng thái rừng thường xanh được thiết lập để làm trung gian ước lượng C và CO₂ hấp thụ trong cây rừng và lâm phần:

- Mô hình \hat{a}/D tuân theo kiểu dạng giảm hàm Mayer

Trạng thái	Mô hình quan hệ
IIB	$N = 1921.8 \exp(-0.0946 * D)$
IIIA ₁	$N = 1660.9 \exp(-0.0869 * D)$
IIIA ₂	$N = 1371.3 * \exp(-0.0698 * D)$

- Tương quan H/D theo dạng hàm mũ: $H = 3.271 * D^{0.526}$

- Mô hình xác định thể tích cây rừng theo hai nhân tố:

$$V = 3.87967E-05 * D^{2.02062} * H^{1.0543}$$

2) Lượng C và CO₂ tích lũy trong cây rừng:

- Ở các bộ phận khác nhau trong cùng một cây tỷ lệ % C có sự khác biệt rõ rệt (Trung bình % C theo thứ tự cao giảm dần xuống là: Ở thân 63.76%; Ở cành 24.46%; Ở vỏ 9.61%; Ở lá 2.31%).
- % C so với trọng lượng tươi của cây có sự khác biệt rõ rệt theo loài
- Có thể dự báo nhanh lượng C và CO₂ hấp thụ trong cây rừng thông qua chỉ tiêu dễ đo đếm là đường kính

$$C = 0.045 D^{2.481} \text{ và } CO_2 = 0.165 D^{2.481}$$

3) Ước lượng và dự báo lượng CO₂ theo lâm phần:

Kết quả xử lý bằng Stagraphics Plus đơn biến và đa biến, đã phát hiện được mô hình dự báo lượng CO₂ hấp thụ trong từng lâm phần theo nhân tố dễ giám sát là G/ha: $CO_2 = 4.947 * G^{1.3801}$

4) Lượng giá hấp thụ CO₂:

Kết quả cho thấy, nếu bảo vệ rừng được tiến hành tốt thì lượng CO₂ tích lũy hàng năm từ 5.02 – 9.49 tấn/ha/năm (mới chỉ tính riêng lượng CO₂ hấp thụ nhờ các bộ phận cây thân gỗ trên mặt đất), tương ứng với giá trị tiền bán ra thị trường từ 800.000 – 1.600.000V\$ D/ha/năm; thì đây là một giá trị không hề nhỏ đối với người quản lý rừng, đặc biệt là các cộng đồng dân tộc thiểu số vùng cao đang quản lý các khu rừng cộng đồng.

6.2 Kiến nghị

Định giá kinh tế một cách có hiệu quả về những dịch vụ khác nhau từ rừng là công việc phức tạp và rắc rối. Bản thân định giá cho các sản phẩm cụ thể của rừng không thể đảm bảo rằng rừng sẽ được quản lý tốt hơn. Bởi vậy cần có sự ủng hộ về chính sách cho quản lý rừng bền vững. Về mặt thị trường, ở Việt ả am việc mua bán giảm phát thải khí nhà kính còn quá mới mẻ, nhiều cơ quan quản lý nhà nước, đặc biệt là các nhà doanh nghiệp còn có quá ít lượng thông tin về thị trường này, do đó mặc dù tiềm năng thị trường Việt ả am là rất lớn, nhưng còn quá ít các doanh nghiệp xây dựng và đăng ký dự án cho đơn vị mình. Chúng ta thấy, đã đến lúc ả hà nước phải phổ biến rộng rãi hơn, cung cấp nhiều thông tin hơn cho các nhà doanh nghiệp tiếp cận để họ có thể cân nhắc khi tham gia thị trường.

Xuất phát từ thực tế đã phân tích ở trên, từ những kết quả nghiên cứu của đề tài, xin đưa ra một số kiến nghị đến các tổ chức, các ngành chức năng có liên quan như sau:

- Cần nhanh chóng xây dựng cơ chế chính sách chi trả phí dịch vụ môi trường thông qua năng lực hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên cho các chủ rừng, và cộng đồng tham gia QLBR. Việc chậm trễ, thụ động của doanh nghiệp và chính quyền địa phương sẽ và đang đánh mất cơ hội thu nguồn ngoại tệ lớn từ các nước phát triển, cải thiện một phần tình trạng môi trường đang bị ô nhiễm do sản xuất gây ra hiện nay.
- Cần tiếp tục phát triển những nghiên cứu tiếp theo đối với các trạng thái rừng, các kiểu rừng để khẳng định ngày càng rõ hơn lợi ích môi trường rừng, đề ra phương pháp định giá rừng để áp dụng thuận tiện và thực sự có cơ sở. Trước mắt nên áp dụng thử nghiệm các cơ chế chi trả phí dịch vụ môi trường

đối với từng diện tích rừng do cộng đồng người dân quản lý trên địa bàn đề tài nghiên cứu. Từ đây có những phương án chiến lược để bù đắp và khắc phục những sai sót kịp thời cũng như tiếp tục có định hướng áp dụng rộng rãi hơn cho các khu lâm phần khác quy mô rộng lớn hơn.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

1. Chương trình nghị sự 21: *Hội nghị thượng đỉnh trái đất tại Rio de Janeiro Brazil-1992*
2. Phạm Tuấn Anh (2006). *Dự báo năng lực hấp thụ CO₂ của rừng lá rộng thường tại Đắk Nông*. Đề cương nghiên cứu luận văn thạc sĩ khoa học lâm nghiệp, Đại học Lâm nghiệp, ĐH Tây nguyên.
3. Lê Huy Bá, *Môi trường* (tập I), NXB khoa học kỹ thuật (1997)
4. Vũ Tiến Hình- Phạm Ngọc Giao, *Điều tra rừng*, NXB Hà Nội (2007)
5. Phạm Xuân Hoàn (2005): *Cơ chế phát triển sạch và cơ hội thương mại carbon trong lâm nghiệp*. NXB công nghiệp
6. Phạm Xuân Hoàn (2006): *Bài giảng phân tích các giá trị của rừng*. Trường Đại Học Lâm nghiệp
7. Nguyễn Đức Huệ (2005): *Các phương pháp phân tích hữu cơ*. NXB ĐHQG Hà Nội
8. Bảo Huy (2006), *Tin học trong quản lý tài nguyên thiên nhiên (trong môn học GIS và tin học trong QLTNTN)*, Đại Học Tây nguyên.
9. Võ Văn Thanh (2005): *Bài giảng Sinh Thái Rừng*. Trường Đại Học Tây nguyên
10. Trung tâm giáo dục và truyền thông môi trường (Hà Nội-2003): *Chương trình nghị sự 21, hội nghị thượng đỉnh Rio de Janeiro Brazil-1992*
11. RUPES (2004): Chiến lược mới nhằm đền đáp cho người nghèo vùng cao Châu Á để bảo tồn và cải thiện môi trường của chúng ta.

Tiếng Anh

12. Roger M.Gifford (2002), (Technical report no.22): *Carbon contents of Above-Ground Tissues of Forest and Wood and Trees*

Website

13. <http://irv.moi.gov.vn/socuoithang/vandehomnay>
14. <http://www.nea.gov.vn/thongtinmt/noidung/vnn>
15. Unep-wc.mc.org...
16. <http://www.Ciren.gov.vn>
17. <http://www.greenhouse.gov.au/ncas/>
18. www.newcarbonfinace.com

Phụ lục

Phụ lục 1: Biểu điều tra ô tiêu chuẩn

Ô tc số:	Tuyến số:	
ả gây điều tra:	ả gười điều tra:	
Buôn: Xã Huyện: Tỉnh:		
Toạ độ UTM: Trung tâm ôtc: X:	Y:	
Kiểu rừng:	Trạng thái rừng:	Ưu hợp(Tên 2-3 loài):
Nhân tố thực vật		
Độ tàn che (1\10) & chụp ảnh độ tàn che:	G(m2/ha - Bitterlich):	
	Số cây tb trong % che	Hbq
Le tre (tổng số bụi trong ôtc 10x50m):	bụi: phủ: Dbq(cm): (m):	
	% che phủ mặt	
Thảm thực bì (2-3 loài chính):	đất:	
Nhân tố địa hình:		
Địa hình (chân, sườn, đỉnh):	Độ dốc (độ):	
	Hướng phơi	
Độ cao (m):	(độ):	
Nhân tố đất đai		
Loại đất:	Màu sắc đất:	Độ dày tầng đất mặt (cm):
Kết von (%):	Đá lộ đầu (%):	Độ ẩm đất:
	ả hiệt độ đất	
pH đất:	(độ)	
Vi sinh vật đất (Loài, mức độ: nhiều, TB, ít):		
Nhân tố khí hậu thủy văn:		
	Thủy văn (Hệ sông suối	
Cự ly đến nguồn nước gần nhất (km):	chính):	
Lượng nước mùa mưa: có không:....	Mùa khô: có không.....	
Lượng mưa (mm/năm):	ả hiệt độ không khí (độ):	
Độ ẩm không khí:	Lux:	
Nhân tác		
Mức độ tác động: (Đã qua khai thác mức độ nào?,khai thác chọn?,nuơng rẫy,...):		
Lừa rừng: Hàng năm	Thỉnh thoảng	Không có:

Phụ lục 2: Bảng mã hoá thông tin dữ liệu của 34 cây giải tích

Mã hiệu	Trạng thái	loài	cấp kính	Trạng thái (mã số)	Loài (mã số)	cấp kính (mã số)
1.1	IIIA1	Trâm	7	2	10	1
1.2	IIIA1	Dẻ	17	2	6	2
1.3	IIIA1	Bời lời	36	2	2	4
1.4	IIIA1	Dẻ	26	2	6	3
1.5	IIIA1	Còng	41	2	5	5
1.6	IIIA1	Dẻ	34	2	6	4
2.1	IIB	Xoan	20	1	12	2
2.2	IIB	Ba soi	8.5	1	1	1
2.3	IIB	sp	14	1	9	2
2.4	IIB	sp	6.5	1	9	1
3.1	IIIA2	Dẻ	17	3	6	2
3.2	IIIA2	Chẹo	26	3	3	3
3.3	IIIA2	Còng	7	3	5	1
3.4	IIIA2	Chò xốt	33	3	4	4
3.5	IIIA2	Re	37	3	8	4
3.6	IIIA2	Chò xốt	56	3	4	6
3.7	IIIA2	Chò xốt	8.5	3	4	1
3.8	IIIA2	Chò xốt	45	3	4	5
4.1	IIIA1	Ba soi	9.8	2	1	1
4.2	IIIA1	Trâm	25.4	2	10	3
4.3	IIIA1	Dẻ	53.5	2	6	6
4.4	IIIA1	Trâm	49	2	10	5
4.5	IIIA1	Dẻ	15.2	2	6	2
4.6	IIIA1	Trâm	32.5	2	10	4
5.1	IIB	Xoan	8.5	1	12	1
5.2	IIB	Xoan	16	1	12	2
5.3	IIB	Quế	8	1	7	1
5.4	IIB	Trang	14	1	11	2
6.1	IIIA2	Trâm	9	3	10	1
6.2	IIIA2	Chò xốt	46	3	4	5
6.3	IIIA2	Chò xốt	52.5	3	4	6
6.4	IIIA2	Re	23	3	8	3
6.5	IIIA2	Chò xốt	30.5	3	4	4
6.6	IIIA2	Trâm	18	3	10	2

Phụ lục 3: Biểu điều tra cây gỗ

Cây có $H \geq 1.3m$, lập ÔTC 10 x 30m (đối với trạng thái IIB; IIIA₁) hoặc ÔTC 10x50 (đối với trạng thái IIIA₂)

Stt ôtc thứ cấp 10x10m	Stt cây	Tên loài	D _{1.3} (cm)	H (m)	Bán kính tán (0.1m)				Toạ độ cây		Cự ly đến cây gần nhất (0.1m)	Phẩm chất cây (a,b,c)	Ghi chú
					Bắc	Đông	Nam	Tây	X	Y			

Phụ lục 4: Thông tin kế thừa các dữ liệu cơ bản của 34 cây giải tích

STT	LOÀI	TRẠNG THÁI	D1.3	Hcc	D00	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	TRỌNG LƯỢNG TƯƠI			
															THÂN	VÓ	CÀNH	LÁ
1	Trâm	IIIA1	7	8.5	7.5	6.5	6.3	6.0	5.7	5.6	5.6	5.0	4.7	4.0	16.0	3.1	4.0	2.8
2	Dẻ	IIIA1	17	13.9	21.0	17.5	17	15.5	15.0	14.0	13.5	14.5	13.5	12.5	114.0	15.0	151.0	25.0
3	Bời lời	IIIA1	36	19.5	50.0	36.5	35.5	34.0	33.0	32.0	31.0	31.5	31.0	29.5	494.2	67.8	586.0	41.2
4	Dẻ	IIIA1	26	17.5	36.0	27.0	25.5	24.5	22.0	21.0	20.5	19.5	20.5	19.5	377.5	60.0	348.8	32.0
5	Còng	IIIA1	41	23.8	49.5	40.0	35	34.5	33.5	34.5	32.5	30.0	31.0	29.0	795.0	126.2	753.0	52.0
6	Dẻ	IIIA1	34	18.25	45.3	35.0	30	30.0	26.5	26.0	26.0	25.0	26.5	28.0	488.0	76.6	650.0	72.5
7	Xoan	IIB	20	14.8	23.0	19.2	19.5	17.5	15.2	12.2	9.8	8.2	4.6	2.5	132.9	23.0	74.0	22.0
8	Ba soi	IIB	8.5	9	10.8	8.5	7.5	7.4	7.0	5.8	5.4	5.5	3.5	2.5	29.8	4.0	12.0	7.0
9	sp	IIB	14	12.6	17.8	14.5	13.5	12.0	11.6	10.0	9.0	8.6	7.2	4.0	74.9	13.0	18.0	8.0
10	sp	IIB	6.5	8.8	7.1	6.4	6	5.6	5.4	5.0	4.0	3.5	3.5	1.8	10.4	2.2	1.6	1.1

STT	LOÀI	TRẠNG THÁI	D1.3	Hcc	D00	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	TRỌNG LƯỢNG TƯƠI			
															THÂN	VỎ	CÀNH	LÁ
11	Dẻ	IIIA2	17	14.8	18.0	16.5	16	15.0	16.0	15.0	15.0	16.5	14.0	12.0	139.6	25.0	115.0	11.0
12	Chẹo	IIIA2	26	13.5	28.0	23.0	21	20.0	20.5	21.0	19.0	19.0	19.5	20.5	212.0	20.4	182.2	13.5
13	Còng	IIIA2	7	7.1	7.0	6.0	5.25	5.5	5.5	5.0	5.0	4.5	4.5	4.5	7.8	1.8	16.4	2.1
14	Chò xốt	IIIA2	33	27.3	33.0	29.0	29	28.0	26.0	25.0	24.0	22.5	21.5	21.5	727.7	143.2	149.0	18.0
15	Re	IIIA2	37	21.8	39.0	38.0	39.5	38.5	34.0	31.0	30.0	28.5	27.0	27.0	395.6	68.8	679.8	45.9
16	Chò xốt	IIIA2	56	24.7	60.0	54.0	48	46.0	45.0	45.5	44.0	50.0	43.5	40.0	1,653.3	366.5	1,432.0	61.2
17	Chò xốt	IIIA2	8.5	10.5	9.0	8.5	7.75	7.0	7.25	6.5	6.4	6.1	6.25	5.5	28.0	6.4	10.2	3.0
18	Chò xốt	IIIA2	45	25	54.0	41.5	38	37.0	35.5	35.0	34.5	34.0	32.5	33.0	1,415.6	284.8	902.0	37.8
19	Ba soi	IIIA1	9.8	12.5	12.5	9.8	9.5	9.3	8.6	8.3	7.5	6.7	5.5	5.0	52.0	6.5	17.0	7.8
20	Trâm	IIIA1	25.4	21	30.5	24.3	23.7	22.5	21.0	22.4	15.3	15.2	12.0	10.2	546.6	67.4	122.2	15.0
21	Dẻ	IIIA1	53.5	23.5	60.0	49.4	45.3	46.9	44.5	45.8	43.0	40.0	45.0	36.0	2,267.3	395.0	962.0	145.0

STT	LOÀI	TRẠNG THÁI	D1.3	Hcc	D00	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	TRỌNG LƯỢNG TƯƠI			
															THÂN	VỎ	CÀNH	LÁ
22	Trâm	IIIA1	49	22.8	54.0	42.0	41	39.0	37.5	40.0	35.3	26.0	28.5	9.0	1,789.3	209.1	576.2	27.2
23	Dẻ	IIIA1	15.2	17	18.0	14.8	13.5	13.0	12.2	11.2	10.0	8.5	6.7	3.8	112.6	15.0	46.4	16.5
24	Trâm	IIIA1	32.5	23	37.8	34.2	30.0	30.5	32.0	30.0	30.0	14.8	14.2	9.0	1,052.0	98.8	316.8	36.0
25	Xoan	IIB	8.5	12.4	9.0	8.5	8.1	7.6	7.5	6.5	6.6	6.5	5.0	3.0	23.3	4.7	4.3	2.0
26	Xoan	IIB	16	13	22.0	16.5	15.5	14.5	13.7	14.0	10.1	8.5	6.7	4.1	108.4	18.0	16.0	11.0
27	Quế	IIB	8	7.8	8.5	8.0	7	6.8	6.4	5.8	5.0	4.1	3.4	2.0	13.7	2.8	6.0	3.8
28	Trang	IIB	14	14.8	17.2	13.6	12.5	12.0	11.0	10.3	9.0	7.6	5.2	2.0	80.1	11.8	16.2	6.8
29	Trâm	IIIA2	9	11.6	12.0	9.4	9.2	8.6	8.0	7.0	5.8	4.0	3.0	2.0	64.7	14.0	11.0	5.0
30	Chò xót	IIIA2	46	25	51.5	44.0	45	43.0	41.0	38.0	32.2	24.0	18.8	15.7	1,897.5	472.0	148.0	60.0
31	Chò xót	IIIA2	52.5	26.2	60.0	50.0	52.0	50.0	46.0	40.0	37.0	25.0	18.0	9.0	2,186.0	546.7	213.6	95.5
32	Re	IIIA2	23	16.5	26.0	22.0	19.6	18.0	17.0	17.5	14.5	13.3	11.0	7.5	326.8	49.4	110.0	10.0

STT	LOÀI	TRẠNG THÁI	D1.3	Hcc	D00	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	TRỌNG LƯỢNG TƯƠI			
															THÂN	VỎ	CÀNH	LÁ
33	Chò xót	IIIA2	30.5	24.2	31.0	30.5	28.5	28.0	27.5	27.5	21.0	18.0	12.5	8.7	946.6	166.2	213.0	21.0
34	Trâm	IIIA2	18	16.5	18.0	17.5	16	16.3	18.0	18.2	15.0	14.5	12.0	11.0	302.0	54.0	25.0	4.0

Phụ lục 5: Kết quả tổng hợp phân tích Carbon

Mã hiệu	D1.3 (cm)	H(m)	V cả cây (m3)	Trọng lượng tươi cả cây	Trọng lượng khô cả cây (kg)	C (kg)	% Trọng lượng khô so với TL tươi	% trọng lượng C so với TL tươi cả cây	% trọng lượng C so với TL khô cả cây	CO2 cả cây(kg)
1.1	7.0	8.5	0.027	25.9	13.81	5.56	53.32	21.47	40.28	20.41
1.2	17.0	13.9	0.234	305.0	201.45	80.10	66.05	26.26	39.76	293.96
1.3	36.0	19.5	1.258	1,189.2	762.39	327.05	64.11	27.50	42.90	1200.27
1.4	26.0	17.5	0.654	818.3	554.34	228.52	67.74	27.93	41.22	838.67
1.5	41.0	23.8	2.207	1,726.2	1385.51	549.72	80.26	31.85	39.68	2017.48
1.6	34.0	18.3	1.024	1,287.1	716.66	308.68	55.68	23.98	43.07	1132.86
2.1	20.0	14.8	0.330	251.9	126.21	50.87	50.11	20.20	40.31	186.70
2.2	8.5	9.0	0.039	52.8	18.29	7.46	34.64	14.12	40.76	27.36
2.3	14.0	12.6	0.149	113.9	51.98	21.70	45.64	19.05	41.75	79.64
2.4	6.5	8.8	0.026	15.3	7.11	2.93	46.49	19.18	41.26	10.77
3.1	17.0	14.8	0.264	290.6	182.06	72.20	62.65	24.84	39.65	264.96

Mã hiệu	D1.3 (cm)	H(m)	V cả cây (m3)	Trọng lượng tươi cả cây	Trọng lượng khô cả cây (kg)	C (kg)	% Trọng lượng khô so với TL tươi	% trọng lượng C so với TL tươi cả cây	% trọng lượng C so với TL khô cả cây	CO2 cả cây(kg)
3.2	26.0	13.5	0.397	428.1	274.37	116.27	64.09	27.16	42.38	426.71
3.3	7.0	7.1	0.019	28.1	17.98	7.37	63.98	26.24	41.01	27.06
3.4	33.0	27.3	2.131	1,037.9	611.54	246.63	58.92	23.76	40.33	905.13
3.5	37.0	21.8	1.619	1,190.1	660.01	244.13	55.46	20.51	36.99	895.96
3.6	56.0	24.7	3.637	3,513.0	1859.99	719.00	52.95	20.47	38.66	2638.75
3.7	8.5	10.5	0.053	47.6	25.30	8.34	53.15	17.51	32.94	30.59
3.8	45.0	25.0	2.756	2,640.2	1497.71	632.65	56.73	23.96	42.24	2321.81
4.1	9.8	12.5	0.090	83.3	44.60	18.77	53.54	22.53	42.09	68.89
4.2	25.4	21.0	0.899	751.2	435.14	183.81	57.93	24.47	42.24	674.60
4.3	53.5	23.5	3.104	3,769.3	2159.17	951.85	57.28	25.25	44.08	3493.28
4.4	49.0	22.8	2.596	2,601.8	1600.49	663.08	61.51	25.49	41.43	2433.50
4.5	15.2	17.0	0.296	190.5	99.90	37.48	52.44	19.67	37.52	137.55
4.6	32.5	23.0	1.502	1,503.6	844.71	342.35	56.18	22.77	40.53	1256.42

Mã hiệu	D1.3 (cm)	H(m)	V cả cây (m3)	Trọng lượng tươi cả cây	Trọng lượng khô cả cây (kg)	C (kg)	% Trọng lượng khô so với TL tươi	% trọng lượng C so với TL tươi cả cây	% trọng lượng C so với TL khô cả cây	CO2 cả cây(kg)
5.1	8.5	12.4	0.073	34.3	18.78	7.76	54.74	22.63	41.35	28.49
5.2	16.0	13.0	0.190	153.4	79.31	34.29	51.70	22.35	43.23	125.83
5.3	8.0	7.8	0.027	26.3	12.80	5.61	48.66	21.34	43.85	20.59
5.4	14.0	14.8	0.202	114.9	52.16	22.84	45.39	19.88	43.80	83.83
6.1	9.0	11.6	0.069	94.7	57.02	23.17	60.21	24.47	40.64	85.03
6.2	46.0	25.0	2.841	2,577.5	1359.85	580.31	52.76	22.51	42.67	2129.74
6.3	52.5	26.2	3.727	3,041.8	1580.65	647.48	51.96	21.29	40.96	2376.27
6.4	23.0	16.5	0.493	496.2	230.56	91.51	46.46	18.44	39.69	335.84
6.5	30.5	24.2	1.517	1,346.8	678.61	281.98	50.39	20.94	41.55	1034.87
6.6	18.0	16.5	0.352	385.0	222.77	91.46	57.86	23.76	41.06	335.67

Trong đó: $V_{\text{cá cây}} (\text{m}^3) = V = 3.87967\text{E-}05 * D^{2.02062} * H^{1.0543}$

$$\text{Trọng lượng khô cá cây (kg)} = \frac{\text{Tỷ lệ \% chất khô}}{100\%} * \text{Trọng lượng tươi cá cây}$$

$$C_{\text{cá cây}} (\text{kg}) = \frac{\text{Tỷ lệ \% C trong chất khô}}{100\%} * \text{Trọng lượng khô cá cây}$$

$$\text{CO}_2_{\text{cá cây}} (\text{kg}) = C + (C * 2.67) \quad \text{Đã có trong phương pháp nghiên cứu}$$

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: Log(CO2)

Independent variable: log(D)

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	-0.787495	0.199202	-3.95324	0.0004
Slope	2.38498	0.0711567	33.5173	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	96.3437	1	96.3437	1123.41	0.0000
Residual	2.74432	32	0.0857598		
Total (Corr.)	99.088	33			

Correlation Coefficient = 0.986055 R-squared = 97.2304 percent

Standard Error of Est. = 0.292848

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between Log(CO2) and log(D). The equation of the fitted model is

$$\text{Log}(\text{CO}_2) = -0.787495 + 2.38498 \cdot \text{log}(\text{D})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0.01, there is a statistically significant relationship between Log(CO2) and log(D) at the 99% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 97.2304% of the variability in Log(CO2). The correlation coefficient equals 0.986055, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0.292848. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: log(CO2)

Independent variable: log(G)

Parameter	Standard Estimate	T Error	Statistic	P-Value
Intercept	8.50659	0.299044	28.446	0.0000
Slope	1.38013	0.0917999	15.0342	0.0000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1.12839	1	1.12839	226.03	0.0000
Residual	0.0499228	10	0.00499228		

Total (Corr.) 1.17831 11

Correlation Coefficient = 0.978587

R-squared = 95.7632 percent

Standard Error of Est. = 0.0706561

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a linear model to describe the relationship between log(CO2) and log(G). The equation of the fitted model is

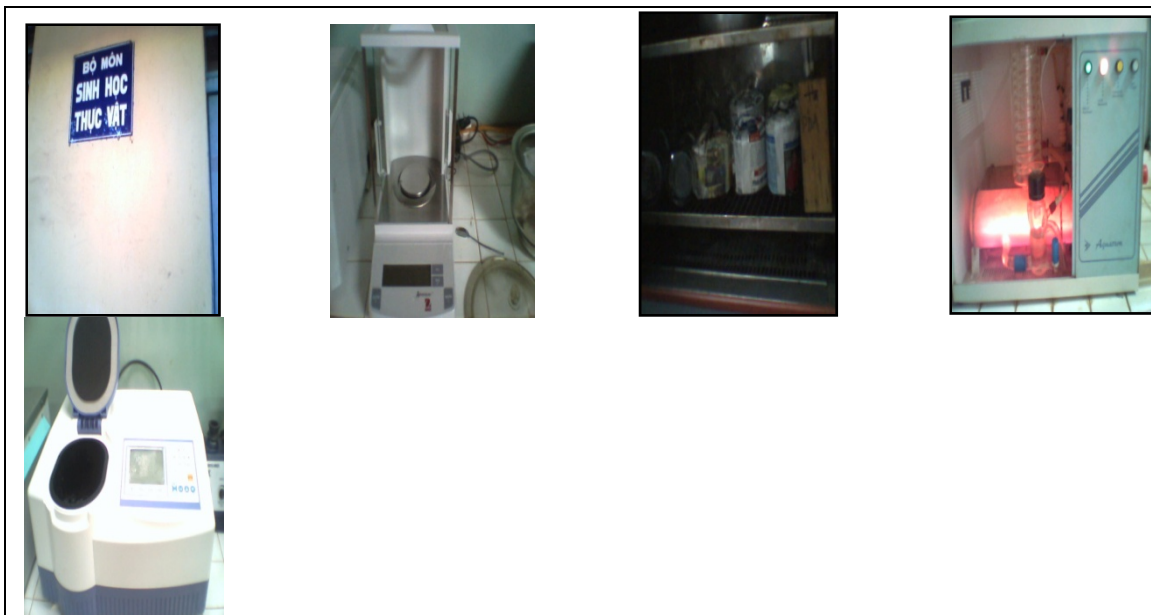
$$\log(\text{CO}_2) = 8.50659 + 1.38013 \cdot \log(\text{G})$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0.01, there is a statistically significant relationship between log(CO2) and log(G) at the 99% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 95.7632% of the variability in log(CO2). The correlation coefficient equals 0.978587, indicating a relatively strong relationship between the variables. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 0.0706561. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Forecasts option from the text menu.

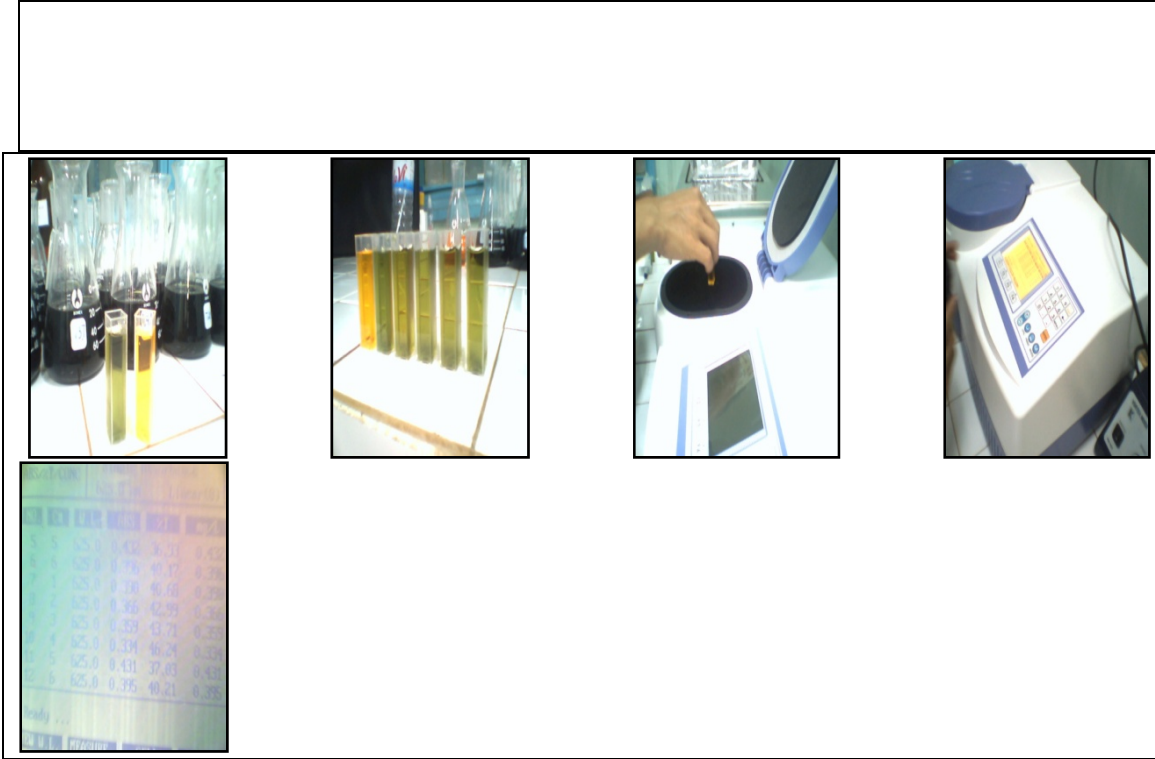
MỘT SỐ HÌNH ẢNH TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM PHÂN TÍCH ĐINH LƯỢNG CARBON

(Tại phòng thí nghiệm sinh học thực vật - Đại học Tây Nguyên)



Hình các dụng cụ phân tích dinh lượng Carbon





Hình ảnh quá trình phân tích kết quả định lượng Carbon trong phòng thí nghiệm