

PGS.TS. BẢO HUY

**ƯỚC LƯỢNG NĂNG LỰC HẤP THỤ CO₂ CỦA BỒI LỜI ĐỎ (*Litsea glutinosa*)
TRONG MÔ HÌNH NÔNG LÂM KẾT HỢP BỒI LỜI ĐỎ – SẤN Ở HUYỆN MANG
YANG, TỈNH GIA LAI – TÂY NGUYÊN, VIỆT NAM**



Đề tài nghiên cứu được tài trợ bởi Trung tâm Nông Lâm kết hợp thế giới (ICRAF),
Mạng lưới Giáo dục Nông Lâm kết hợp Đông Nam Á (SEANAPE)

THÁNG 5 NĂM 2009

DANH SÁCH THÀNH VIÊN THAM GIA NGHIÊN CỨU

Stt	Họ và tên	Học hàm, học vị	Trách nhiệm nghiên cứu	Cơ quan
1	Bảo Huy	PGS.TS.	Chủ nhiệm công trình	Bộ môn Quản lý tài nguyên rừng & Môi trường, Khoa Nông Lâm, Đại học Tây Nguyên
2	Võ Hùng	TS.	Thành viên. Thu thập và phân tích số liệu trung gian	Bộ môn Lâm sinh, Khoa Nông Lâm, Đại học Tây Nguyên
4	Phạm Đoàn Quốc Vương	SV	Thu thập số liệu hiện trường	Lớp Lâm nghiệp K2004, Khoa Nông Lâm, Đại học Tây Nguyên
5	Hồ Đình Bảo	SV	Thu thập số liệu hiện trường	Lớp QLTNR & MT K2004, Khoa Nông Lâm, Đại học Tây Nguyên
6	Cán bộ UBND và Phòng Nông nghiệp & PTNT huyện Mang Yang: Ô. Lợi, Ô. Kính, Ô. Quyền	KS	Thu thập số liệu hiện trường	UBND huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai
7	Nông dân chủ các mô hình NLKH: Kai, Tuch, Lập, Ybyrk		Cung cấp thông tin Thu thập số liệu hiện trường	Các làng H'Lim, Groi thuộc xã Lơ Pang, Kon Thụp, Huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành đề tài nghiên cứu này, chúng tôi chân thành cảm ơn:

Lãnh đạo UBND huyện Mang Yang thuộc tỉnh Gia Lai, UBND các xã Lơ Pang, Kon Thụp đã hỗ trợ tạo điều kiện để đoàn nghiên cứu tiếp cận với hiện trường, nông dân và cung cấp các thông tin dữ liệu cơ bản về KTXH của địa phương

Các nông dân có mô hình NLKH Bời Lời – Sắn ở địa phương nghiên cứu đã đồng ý cho đoàn nghiên cứu chặt hạ một số cây tiêu chuẩn Bời lời để lấy mẫu nghiên cứu hấp thụ carbon. Các nông dân Ô. Kai, Tuch, Lập và YByưk đã tham gia cung cấp thông tin cũng như cùng thu thập số liệu trên hiện trường.

Các cán bộ VP. UBND huyện Mang Yang và cán bộ kỹ thuật của phòng NN & PTNT huyện Mang Yang đã tham gia thu thập số liệu hiện trường và cung cấp các thông tin về mô hình Bời lời – Sắn ở địa phương.

Trung tâm nghiên cứu NLKH thế giới ICRAF và Mạng lưới giáo dục NLKH Đông Nam Á SEANAFE đã ủng hộ và hỗ trợ tài chính cho nghiên cứu này.

Thay mặt nhóm nghiên cứu

PGS.TS. Bảo Huy

TỪ VIẾT TẮT

- CDM: Clean Development Mechanism: Cơ chế phát triển sạch
- ICRAF: World Agroforestry Center: Trung tâm NLKH thế giới
- KTXH: Kinh tế xã hội
- NLKH: Nông lâm kết hợp
- REDD: Reducing Emissions from Deforestation and Degradation: Giảm thiểu phát thải từ suy thoái và mất rừng.
- SEANAFE: Southeast Asian Network for Agroforestry Education. Mạng lưới giáo dục NLKH Đông Nam Á
- VNAFE: Vietnam Network for Agroforestry Education: Mạng lưới giáo dục NLKH Việt Nam

MỤC LỤC

1	ĐẶT VẤN ĐỀ, MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU	6
1.1	Đặt vấn đề nghiên cứu	6
1.2	Mục tiêu nghiên cứu.....	7
2	TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	7
3	ĐỐI TƯỢNG VÀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA PHƯƠNG NGHIÊN CỨU	11
3.1	Đối tượng nghiên cứu	11
3.2	Đặc điểm địa điểm nghiên cứu.....	15
4	NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP, LOGIC NGHIÊN CỨU	16
4.1	Nội dung nghiên cứu	16
4.2	Phương pháp nghiên cứu	16
4.2.1	Phương pháp luận.....	16
4.2.2	Phương pháp thu thập số liệu, lấy mẫu:.....	17
4.2.3	Phương pháp phân tích số liệu, thiết lập các mô hình:.....	18
5	KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	19
5.1	Sinh trưởng bình quân cây bì lờ đỏ trong mô hình NLKH Bì lờ đỏ - Sắn và biểu thể tích cây bì lờ đỏ	19
5.2	Tỷ lệ carbon tích lũy trong sinh khối cây bì lờ đỏ	21
5.3	Ước lượng sinh khối tươi, khô cây bì lờ.....	22
5.4	Ước lượng trực tiếp lượng carbon tích lũy trong từng bộ phận và cây bì lờ 25	
5.5	Dự báo sinh khối, lượng carbon tích lũy và CO ₂ bì lờ đỏ hấp thụ trong mô hình NLKH	26
5.6	Dự báo giá trị kinh tế và môi trường của mô hình NLKH bì lờ đỏ - sắn	30
6	KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ	33
6.1	Kết luận	33
6.2	Kiến nghị	33
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	34
	PHỤ LỤC	38
	Phụ lục 1: Kết quả phân tích 88 mẫu xác định khối lượng khô, hàm lượng carbon	38
	Phụ lục 2: Số liệu sinh thái, điều tra lâm phần, thể tích, sinh khối carbon trên cây tiêu chuẩn bình quân lâm phần.....	41

1 ĐẶT VẤN ĐỀ, MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

1.1 Đặt vấn đề nghiên cứu

Mô hình Nông Lâm kết hợp không chỉ mang lại hiệu quả kinh tế trong sử dụng đất, mà còn đáp ứng các yêu cầu về bền vững môi trường như bảo vệ, cải thiện đất, giữ nước và hấp thụ và lưu giữ khí CO₂ trong hệ thống, giảm lượng khí gây hiệu ứng nhà kính trong khí quyển, đóng góp vào việc giảm thiểu sự biến đổi khí hậu.

Kết quả nghiên cứu này là khởi đầu cho việc nghiên cứu giá trị dịch vụ môi trường của các mô hình NLKH, trong đó tập trung vào nghiên cứu khả năng hấp thụ CO₂ của các loài cây rừng trong mô hình và chỉ ra vai trò của NLKH trong tình hình biến đổi khí hậu toàn cầu và định hướng cho việc tiếp tục phát triển NLKH không chỉ về hiệu quả kinh tế mà còn đóng góp vào giá trị môi trường, giảm khí gây hiệu ứng nhà kính và thay đổi khí hậu.

Tây Nguyên là vùng cao, đất canh tác tập trung trên địa hình dốc; do đó các phương thức canh tác độc canh sẽ mang lại nhiều nguy cơ về môi trường và thiếu bền vững. Trong thực tế, nhiều nơi nông dân cũng đã nhận thức được điều này và từng bước áp dụng các mô hình NLKH, trong đó cây ngắn ngày vẫn là các cây truyền thống như lúa, bắp, sắn, đậu; đồng thời đã tìm kiếm các loài cây bản địa để trồng xen, tạo nên các mô hình NLKH đa dạng. Mô hình NLKH Bời Lời – Sắn là một trong số các mô hình đó. Bời lời là loài cây bản địa trong kiểu rừng lá rộng thường xanh và nửa rụng lá ở Tây Nguyên, là một loài cây đa tác dụng, toàn bộ sinh khối của nó (thân, lá, vỏ, cành) hầu như được sử dụng và có thể bán ra thị trường để chế biến các sản phẩm khác nhau; bời lời ở Tây Nguyên đa số được trồng theo phương thức NLKH với các cây ngắn ngày như sắn, lúa, hoặc với cây cà phê, ...

Mô hình NLKH Bời lời – Sắn được trồng khá phổ biến ở các xã của huyện Lang Yang, tỉnh Gia Lai, tạo nên khối lượng sản phẩm khá ổn định và đóng góp quan trọng trong thu nhập của nông dân. Mô hình này đã khắc phục được nhược điểm của canh tác cây sắn độc canh trên đất nương rẫy. Cây sắn trồng độc canh chỉ qua 3-4 năm đã làm đất bạc màu và không thể canh tác tiếp tục. Với sự đóng góp của cây bời lời đã tạo nên việc sử dụng đất khá bền vững, nông dân có thể kinh doanh dài ngày và có thu nhập ổn định. Bên cạnh giá trị về kinh tế và ổn định về đất đai, mô hình với cây bời lời được kinh doanh theo nhiều chu kỳ đã giúp cho việc hấp thụ và lưu giữ một lượng carbon, và như vậy nó còn có ý nghĩa làm giảm khí gây hiệu ứng hiện nay.

Vì vậy cần có nghiên cứu khả năng hấp thụ và lưu giữ carbon của mô hình NLKH Bời lời – Sắn nhằm cung cấp các cơ sở dữ liệu, thông tin về đóng góp của mô hình trong giảm khí gây hiệu ứng nhà kính, từ đó có cơ sở khuyến cáo nhân rộng và định hướng cho việc chi trả dịch vụ môi trường cho phương thức NLKH.

1.2 Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu này nhằm đạt được các mục tiêu cụ thể sau:

- i) Thiết lập được các mô hình ước lượng sinh khối và CO₂ hấp thụ của cây bìu lồi đỏ trong mô hình NLKH bìu lồi đỏ – sắn.
- ii) Xác định được khối lượng và giá trị môi trường hấp thụ CO₂ trong mô hình NLKH bìu lồi – sắn.

2 TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu hấp thụ CO₂ của cây rừng, lâm phần

Với tầm quan trọng của các bể chứa carbon ở rừng nhiệt đới, trong hệ thống NLKH, trong gần một thập niên qua, nhiều tổ chức trên thế giới đã có các nghiên cứu liên quan đến sinh khối rừng và lượng carbon tích lũy trong các hệ sinh thái rừng để đưa ra phương pháp luận hoặc các đề xuất về thể chế chính sách trong việc bảo vệ các khu rừng nhiệt đới, sử dụng đất rừng bền vững vì giá trị môi trường trong tình hình biến đổi khí hậu toàn cầu.

Trung tâm nghiên cứu lâm nghiệp quốc tế - CIFOR (2007) đưa ra nhu cầu nghiên cứu để theo dõi thay đổi che phủ rừng, bể chứa carbon và chính sách để thực hiện chương trình REDD. Trung tâm Nông Lâm kết hợp thế giới - ICRAF (2007) đã phát triển các phương pháp dự báo nhanh lượng carbon lưu giữ thông qua việc giám sát thay đổi sử dụng đất bằng phân tích ảnh viễn thám, lập ô mẫu nghiên cứu sinh khối và ước tính lượng carbon tích lũy. Các phương pháp này cần được kế thừa và xem xét áp dụng một cách phù hợp hơn đối với các hệ sinh thái rừng của Việt Nam.

Trường đại học tổng hợp Wageningen, Hà lan đã phát triển phần mềm Co2Fix V3.1 để ứng dụng trong tính toán sinh khối và lượng carbon tích lũy của rừng. Phần mềm này thực chất là xuất ra các dữ liệu tổng hợp, thông tin về sinh khối và lượng carbon lưu giữ trên cơ sở phải có các thông tin đầu vào thích hợp như trữ lượng, tăng trưởng, sinh khối rừng, lượng carbon lưu giữ ban đầu, tuổi rừng; và chủ yếu là cho các khu rừng thuần loại, đồng tuổi. Vì vậy phần mềm này chưa tương thích với các hệ sinh thái rừng Việt Nam, tuy nhiên tiếp cận theo hướng lập phần mềm để đưa ra thông tin dữ liệu về sinh khối và khả năng tích lũy carbon của rừng nhiệt đới hỗn loài khác tuổi là một cách làm cần quan tâm ứng dụng.

Ước lượng carbon hấp thụ trong cây rừng nói chung là theo cách tiếp cận dựa trên dữ liệu điều tra như thể tích thân cây để tính ra sinh khối và lượng carbon trong cây, các mô hình kinh nghiệm hay lý thuyết thường được sử dụng để ước lượng carbon trong các thành phần khác nhau trong hệ sinh thái rừng như cây sống, cây chết, hay

trong đất [1]^{*}, [10], [11]. Một số nghiên cứu đã xác định hàm lượng carbon thông qua sinh khối khô bằng cách nhân sinh khối khô với hệ số 0.5 [1], [23], [30], [33]. Nghiên cứu lượng carbon lưu trữ trong rừng trồng nguyên liệu giấy, Romain Pirard (2005) đã tính lượng carbon lưu trữ dựa trên tổng sinh khối tươi trên mặt đất, thông qua lượng sinh khối khô (không còn độ ẩm) bằng cách lấy tổng sinh khối tươi nhân với hệ số 0.49, sau đó nhân sinh khối khô với hệ số 0.5 để xác định lượng carbon lưu trữ trong cây [30].

Để tính carbon trong cây, Erica A. H. Smithwick cùng cộng sự đã phân chia cây mẫu thành các bộ phận khác nhau, đo đường kính của toàn bộ cây trong ô tiêu chuẩn. Sinh khối của từng bộ phận được tính toán thông qua các hàm hồi quy sinh trưởng riêng cho từng loài, trong một số trường hợp, loài nào đó chưa xây dựng hàm hồi quy sinh trưởng thì sẽ áp dụng hàm sinh trưởng của loài tương đối gần gũi. Nghiên cứu cũng chỉ ra tỷ lệ carbon chiếm trong từng bộ phận như cành nhánh chiếm $5,9 \pm 0,4\%$; thân: $33,8 \pm 1,7\%$, vỏ chiếm $5,1 \pm 1,4\%$. Đồng thời nghiên cứu của Roger M. Gifford cho thấy, carbon chứa trong loài thông bản địa *Pinus radiata* khoảng $50 \pm 2\%$. Theo Sara Beth Gann (2003), carbon cần được tính đối với tất cả các bộ phận của cây như lá, thân, cành nhánh, rễ, tuy vậy việc tính toán cần phải phù hợp với điều kiện thực tế cũng như chi phí để thực hiện.

Việc ước tính C trong cây rừng, lâm phần thường được tính trên cơ sở dự báo khối lượng sinh khối khô của rừng trên đơn vị diện tích (tấn/ha) tại từng thời điểm trong quá trình sinh trưởng. Từ đó tính trực tiếp lượng CO₂ hấp thụ và tồn trữ trong vật chất hữu cơ của rừng, hoặc tính khối lượng carbon (C) với bình quân là 50% của khối lượng sinh khối khô (biomass) rồi từ carbon suy ra CO₂ [5].

Ở Việt Nam cho đến nay chưa có nghiên cứu đầy đủ và hoàn chỉnh về xác định sinh khối (biomass) và carbon tích lũy trong các hệ sinh thái rừng tự nhiên, các mô hình NLKH ở Việt Nam để làm cơ sở lượng giá dịch vụ môi trường hấp thụ CO₂ của các kiểu rừng, canh tác NLKH khác nhau.

Về sinh khối rừng được Nguyễn Ngọc Lung (1989) nghiên cứu đầu tiên cho rừng thông thuộc tỉnh Lâm đồng. Đã đưa ra phương pháp mô hình hóa sinh khối rừng dựa vào các chỉ tiêu điều tra, giám sát rừng.

Trung tâm sinh thái rừng và môi trường thuộc Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam đã có nghiên cứu xác định trữ lượng carbon của thảm tươi cây bụi, tương ứng với trạng thái rừng IA, IB; để cung cấp thông tin nhằm xác định đường carbon cơ sở trong các dự án trồng rừng theo cơ chế CDM. Việc xác định sinh khối tươi khô được thực hiện theo từng bộ phận thân, cành và lá. Trữ lượng carbon được xác định thông qua sinh khối khô của các bộ phận và hệ số chuyển đổi 0.5. Tuy nhiên nghiên cứu chấp nhận lượng carbon lưu giữ được chuyển đổi theo hệ số, chưa được phân tích hàm lượng trong từng bộ phận thực vật cụ thể. [37].

* Số thứ tự tài liệu tham khảo

Về nghiên cứu hấp thụ carbon trong các khu rừng trồng, trung tâm sinh thái rừng và môi trường trong đề tài nghiên cứu định giá rừng đã đưa ra ước tính carbon thông qua đường kính cây rừng cho 5 loài rừng là *Acacia mangium*, *A. auriculiformis*; *A. hybrid*; *Pinus assoniana* và *P. merkusii*. [36]. Võ Đại Hải (2009) [35] cũng đã có nghiên cứu và lập các mối quan hệ để ước tính carbon hấp thụ trong rừng trồng bạch đàn.

Bảo Huy, Phạm Tuấn Anh (2007 - 2008) [3] với sự tài trợ của Tổ chức Nông Lâm kết hợp thế giới (ICRAF) đã có nghiên cứu dự báo khả năng hấp thụ CO₂ của rừng lá rộng thường xanh ở Tây Nguyên. Kết quả đã xây dựng được phương pháp nghiên cứu, phân tích hàm lượng carbon hấp thụ của cây rừng và lâm phần trên mặt đất rừng bao gồm trong thân, vỏ, lá, cành của cây gỗ và cho lâm phần; đã đưa ra phương pháp dự báo lượng CO₂ hấp thụ cho cây rừng và trên lâm phần. Trên cơ sở năm 2009, Bảo Huy đã phát triển phương pháp nghiên cứu ước tính trữ lượng carbon trong các bể chứa ở các hệ sinh thái rừng tự nhiên Việt Nam [4].

Chi trả dịch vụ môi trường hấp thụ CO₂ của rừng:

Trong các dịch vụ môi trường mà những cộng đồng vùng cao có thể được đền bù (hấp thụ carbon, bảo vệ vùng đầu nguồn và bảo tồn đa dạng sinh học) thì cơ chế đền bù cho thị trường carbon là cao hơn cả, thậm chí rừng carbon được xem là một đóng góp quan trọng trong giảm nghèo [1]. Các kế hoạch đền bù carbon hiện cũng đang tăng lên nhanh chóng (Bass, 2000), chính vì vậy Smith và Scherr (2002) cho rằng có tiềm năng sinh kế từ các dự án rừng carbon.

Trên cơ sở này hình thành khái niệm rừng carbon (Carbon Forestry), đó là các khu rừng được xác định với mục tiêu điều hoà và lưu giữ khí carbon phát thải từ công nghiệp. Khái niệm rừng carbon thường gắn với các chương trình dự án cải thiện đời sống cho cư dân sống trong và gần rừng, đang bảo vệ rừng. Họ là những người bảo vệ rừng và chịu ảnh hưởng của sự thay đổi khí hậu toàn cầu, do đó cần có sự đền bù, chi trả thích hợp, có như vậy mới vừa góp phần nâng cao sinh kế cho người giữ rừng đồng thời bảo vệ môi trường khí hậu bền vững trong tương lai, hay nói cách khác là các hoạt động nhằm tích lũy carbon dựa vào cộng đồng chỉ có thể thành công nếu như có một cơ chế cụ thể để duy trì và bảo vệ lượng carbon lưu trữ gắn với sinh kế của người dân sống gần rừng và đang sử dụng đất rừng.

Cơ chế trao đổi carbon vẫn đang được tranh luận, từ chương trình CDM và cho đến nay khái niệm mới là REDD cũng mới ở bước phát triển khung khái niệm, tiếp cận và một số nơi đang được thúc đẩy thử nghiệm. Tuy nhiên với xu thế biến đổi khí hậu hiện nay do lượng CO₂ phát thải không giảm xuống, thì việc bảo vệ, phát triển rừng tự nhiên; phát triển NLKH là một chiến lược đúng đắn nhằm cân bằng lượng khí phát thải gây hiệu ứng nhà kính; đồng thời với nó các quốc gia đang gần đến các thỏa thuận để đền bù, chi trả cho các cộng đồng ở các quốc gia đang phát triển để bảo vệ và phát triển rừng với mục đích lưu giữ và tăng khả năng hấp thụ CO₂ của các hệ sinh thái rừng, các kiểu sử dụng đất ở vùng nhiệt đới [4]

Thảo luận:

Tổng quan các vấn đề liên quan đến đề tài cho thấy:

- Phương pháp luận, tiếp cận và nghiên cứu cụ thể để ước tính lượng carbon tích lũy trong cây rừng đã được phát triển trong và ngoài nước. Phương pháp chủ yếu là lập ô mẫu, đo tính sinh khối, lập các mô hình quan hệ để ước tính sinh khối khô với các nhân tố điều tra rừng, từ đó suy ra trữ lượng carbon bằng 50% sinh khối khô. Điều này vẫn còn nhiều hạn chế như chưa xác định được chính xác lượng carbon theo loài, việc quy đổi $C = 50\%$ sinh khối khô là chưa thật chính xác; đồng thời đa số dừng lại ở các định carbon cây cá thể, việc xác định carbon trong các lâm phần chưa được làm rõ, đặc biệt là trong các kiểu rừng hỗn loài.
- Nghiên cứu hấp thụ carbon trong rừng trồng đã được tiến hành trong vài năm qua, tập trung cho các loài cây trồng rừng thuần loại chính ở Việt Nam, trong khi đó mô hình NLKH, một kiểu sử dụng đất bền vững hơn về môi trường chưa được nghiên cứu lượng carbon hấp thụ để chỉ ra ý nghĩa về môi trường của phương thức này.
- Vấn đề chi trả dịch vụ môi trường trong hấp thụ CO_2 của rừng trồng đã được đưa vào chương trình CDM; và để giảm thiểu mất rừng tự nhiên, việc chi trả để giảm phát thải từ suy thoái và mất rừng tự nhiên trong chương trình REDD cũng đang được xúc tiến. Trong khi đó mô hình NLKH, một phương thức hài hòa giữa lợi ích kinh tế trong sử dụng đất của nông dân với lợi ích môi trường, thì chưa được đề cập để lượng hóa giá trị hấp thụ CO_2 của nó.

Vì vậy các vấn đề liên quan cần được nghiên cứu hoàn thiện là:

- Phương pháp nghiên cứu ước lượng sinh khối, lượng carbon tích lũy trong hệ thống NLKH.
- Lượng hóa được giá trị dịch vụ hấp thụ CO_2 của các mô hình NLKH và thúc đẩy một cơ chế chi trả nhằm nâng cao nhận thức và trách nhiệm của cộng đồng trong quản lý sử dụng đất một cách bền vững và có hiệu quả nhiều mặt.



Mô hình NLKH Bời lời đỏ - Sản ở khu vực nghiên cứu

3 ĐỐI TƯỢNG VÀ ĐẶC ĐIỂM ĐỊA PHƯƠNG NGHIÊN CỨU

3.1 Đối tượng nghiên cứu

- i) **Kết cấu mô hình NLKH nghiên cứu:** Đối tượng nghiên cứu là mô hình NLKH Bời lời đỏ và Sắn, kỹ thuật kết hợp trên hiện trường như sau:

Cây bời lời đỏ (Litsea glutinosa):

- Tuổi từ 1 – 7
- Chu kỳ kinh doanh: Từ chu kỳ 1 (Từ hạt) đến chu kỳ 2 và 3 (từ chồi)
- Mật độ bời lời đỏ: Biến động từ 500 – 2000 cây/ha
- Số thân chồi/gốc ở chu kỳ 2 và 3: 1 – 5 chồi

Cây sắn (Manihot esculenta Crantx): Trồng xen giữa 2 hàng bời lời, tỷ lệ che phủ của sắn thay đổi theo mật độ và tuổi của bời lời. Bời lời có mật độ thưa và tuổi nhỏ thì mật độ sắn dày hơn. Vì vậy tỷ lệ che phủ của sắn biến động từ 15 – 80% diện tích mô hình NLKH.

- ii) **Hấp thụ, bể chứa CO₂:** Chỉ nghiên cứu sinh khối và hấp thụ CO₂ của cây bời lời đỏ trong mô hình, và chỉ nghiên cứu ước tính lượng carbon tích lũy trong cây bời lời phần trên mặt đất (trong thân, vỏ, lá và cành) và thay đổi theo mật độ kết hợp, theo tuổi, chu kỳ kinh doanh.

- iii) **Đặc điểm của 2 loài cây trong mô hình NLKH:**

- **Bời lời đỏ** hay còn gọi **bời lời nhót (*Litsea glutinosa*)**, đồng nghĩa: *Sebifera glutinosa*, *Litsea sebifera* thuộc Họ *Lauraceae*.

Hình thái: Bời lời đỏ là cây gỗ vừa, thường xanh cao 20 - 25m, đường kính 20 - 30cm, đôi khi đạt 40cm. Thân tròn, thẳng, cành nhỏ, phân cành sớm. Vỏ ngoài màu xám trắng, biểu bì không nổi rõ, vỏ trong màu vàng nhạt có mùi thơm. Lá đơn, mọc cách hay gần đối xứng. Lá thuôn dài 12-13cm, rộng 3-4cm, mũi nhọn, gốc hình nêm, hai mặt nhẵn, mặt trên màu xanh nhạt, mặt dưới hơi bạc có 7 -10 đôi gân bên, cuống lá mảnh dài 7-10mm. Cụm hoa dạng tán hay chùy, có 9 đến 12 nhị đực, 1 nhị cái, cánh hoa có lông mịn. Hoa màu vàng nhạt. Ra hoa tháng 5 - tháng 6, quả chín tháng 10 - tháng 11. Quả hình cầu, đường kính 10 - 15mm, khi chín màu tím hơi đen, có phủ lớp phấn trắng. Một kg quả tươi có khoảng 3200 - 3400 hạt.



Sinh thái, kỹ thuật trồng: Bời lồi đỏ thường gặp ở rừng thứ sinh hoặc rừng hồi phục sau nương rẫy ở những nơi có độ cao từ 1000 m trở xuống so với mặt biển. Đây là loài phân bố ở khắp các tỉnh vùng trung du và vùng núi từ Sơn La, Lạng Sơn, Bắc Giang, Thừa Thiên-Huế, Gia Lai, Đắk Lắk... Bời lồi nhót thích nghi với những vùng có nhiệt độ trung bình hàng năm 22 - 27°C, nhiệt độ tối cao trung bình tháng nóng nhất 32 - 34°C, nhiệt độ tối thấp trung bình tháng lạnh nhất 10 - 15°C. Lượng mưa hàng năm 1500 - 2500mm/năm. Bời lồi đỏ sinh trưởng tốt trên đất feralit phát triển trên đá bazan, thích hợp đất sét pha, ẩm, thường mọc nơi đất có tầng dày, nhiều mùn; nơi có độ dốc dưới 25°, độ sâu tầng đất trên 50 cm, độ pH đất từ 4 - 5. Bời lồi có phân bố tập trung nhiều ở tỉnh Gia Lai, ở vĩ độ 8 - 22° Bắc. Là loại cây ưa ẩm vừa phải và yêu cầu ánh sáng ở mức trung bình. Bời lồi đỏ thích hợp các dạng địa hình cao nguyên dạng đồi và vùng bằng phẳng. Bời lồi thường sống hỗn loài với các loài: vạng re, trám, trám, ràng ràng... Giai đoạn nhỏ sinh trưởng trung bình.

Cây ưa sáng mọc nhanh, khả năng tái sinh hạt, chồi mạnh,. Bời lồi có thể trồng bằng nhiều phương pháp: Trồng bằng chồi rễ của cây mẹ; trồng bằng cây con tái sinh trong rừng; trồng bằng hạt gieo thẳng hoặc trồng bằng cây con ươm trong bầu. Bời lồi phát triển nhiều tại các nước Châu Á, Australia, New Zealand, Bắc Mỹ đến Nam Mỹ; và Trung Quốc.



Bời lồi đỏ được mua bán, vận chuyển cả cây (lá, thân, vỏ) ở huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai.

Trong tự nhiên, bời lồi đỏ mọc chung với một số loài cây lá rộng ưa sáng khác như giẻ, trám, bình linh, hương, chúng tỏ bời lồi có thể trồng hỗn loài với một số loài cây lá rộng ưa sáng khác để có thể tận dụng được độ che bóng ban đầu.

Bời lồi đỏ được nhân dân Gia Lai và Kon Tum trồng từ năm 1991. Trồng xung quanh vườn nhà, trên đất nương rẫy cũ. Bời lồi đỏ được trồng phân tán khá phổ biến ở các huyện Mang Yang, Chư Pả, Chư P'ông (Gia Lai).

Trần Văn Con (2001) [34] đã đề xuất trồng bời lồi đỏ trên các dạng lập địa chính là đất đỏ nâu dưới trảng cây bụi, bằng phẳng, tương đối ẩm và đất đỏ nâu dưới trảng cây bụi, cao nguyên bằng phẳng, khô nóng. Phương thức trồng: Trồng theo phương thức hỗn giao, nông lâm kết hợp. Tỷ lệ hỗn giao 60% bời lồi và 40% cây ăn quả, cà phê. Hỗn giao theo hàng, có thể trồng theo đám. Cự ly hàng cách hàng 3m, cây cách cây 3m.

Công dụng:

Bời lời đỏ là loại cây đa mục đích. Vỏ bời lời chứa tinh dầu thơm, được chiết tinh dầu dùng trong y học, làm hương thơm, nguyên liệu làm keo dán công nghiệp, sơn; ngoài ra nó còn được dùng làm nhang đốt trong tín ngưỡng tôn giáo của người dân. Gỗ bời lời có màu nâu vàng, cứng không mối mọt, có thể sử dụng đóng đồ dùng, làm nguyên liệu giấy hoặc làm gỗ củi. Lá có thể làm thức ăn cho gia súc...(Lê Văn Minh, 1996 [19]).

Tại Ấn Độ, các nhà khoa học Radhkrishman, Ramasany A và Arfin S (1989) đã tách được từ vỏ cây bời lời đỏ chất Sufoof-e musummin dùng làm dược liệu trong y học. Ở Indonesia, các tác giả Rizan Helmi và Zamri Adel (1989) bằng phương pháp quang phổ đã chiết xuất từ cành, rễ và vỏ cây bời lời các chất như 2,9 Dihydroxy, 1,10 dimethoxyaporhine, 6 methoxyphenan threne 9% dùng trong y học. Tại hội nghị quốc tế về y học dân tộc và những cây thuốc hợp tại Indonesia năm 1990 đã xác nhận từ bời lời đỏ có thể chiết xuất một số hóa chất dùng trong y dược. Các thông tin trên cho phép khẳng định một cách chắc chắn về giá trị kinh tế của bời lời đỏ, nhất là trong lĩnh vực y dược.

Trong tài liệu “Cây cỏ thường thấy ở Việt Nam, tập II” đã mô tả cây Bời lời đỏ và một số công dụng của nó như vỏ có tác dụng làm dịu đau, chữa bệnh; quả chứa 45% chất béo dạng sáp gồm hầu hết là laurin và olein dùng làm nến, điều chế xà phòng, gỗ dùng làm giấy, lá làm thức ăn cho trâu bò. Tất cả các bộ phận của cây, nhiều nhất ở vỏ thân có chứa một chất nhầy (keo) và một ít tinh dầu nên người ta dùng vào công nghệ keo dán, kỹ nghệ làm giấy, phụ gia bê tông, làm hương nến. Vỏ giã nát đắp lên nơi sưng bọng, vết thương, vỏ còn dùng sắc nước uống chữa bệnh đường ruột, lỵ. Nước ngâm vỏ bời lời dùng bôi dầu cho tóc bóng mượt. Dầu bời lời dùng làm sáp chế xà phòng. Gỗ bời lời dùng làm giấy, đồ gia dụng, làm nhà tạm.

- **Cây Sắn** hay còn gọi là cây Mì. Tên khoa học là ***Manihot esculenta Crantx.*** Thuộc họ Thầu dầu Euphorbiaceae:

Cây Sắn được sử dụng rất sớm tại các nước Trung Mỹ như Colombia, Venezuela vào khoảng 3000 năm trước công nguyên, sau đó được người Bồ Đào Nha đưa đến gây trồng ở châu Phi và sau đó là châu Á. Củ sắn chứa nhiều tinh bột dùng làm nguồn lương thực chính cho khoảng 1/10 dân số thế giới. Theo số liệu của Trung tâm Quốc tế Nông nghiệp nhiệt đới (CIAT) thì hiện tại châu Á đang trồng khoảng 3,9 triệu ha Sắn, trong đó trồng nhiều nhất là các nước Thái Lan, Indonesia, Ấn Độ, Nam Trung Quốc và Việt Nam. Tại nhiều nơi việc gia tăng nhanh diện tích trồng Sắn là do nhu cầu tinh bột và làm thức ăn gia súc.

Hình thái: Sắn có hình thân nhỏ, chiều cao khoảng 1,5-3m. Lá đơn mọc so le, cuống lá dài, phiến lá xẻ 5-8 thùy sâu chân vịt. Bộ phận thu hoạch chính là củ thường dài 40-60cm, củ chứa nhiều tinh bột dùng để ăn, làm nguyên liệu chế biến bột ngọt. Toàn cây có nhựa mủ màu trắng, hoa đơn tính cùng gốc, hoa mọc cụm thành chùm ở ngọn. Hoa đực có đài 5 răng, không có cánh hoa, 10 nhị rời, có đĩa tuyến mặt rõ.

Hoa cái có đài giống hoa đực nhưng có 3 vòi, bầu 3 ô, mỗi ô chứa 1 noãn. Quả nang hình trứng có cánh.

Hiện tại nước ta có nhiều loại sắn, thường gặp nhất là các loại sắn sau: i) Sắn phớt: hay còn gọi là sắn tây, sắn hồng lai. Cây có màu hơi hồng, đốt thưa, lá có màu xanh thẫm, vỏ trong đỏ, khi luộc lên củ thường rất bở; ii) Sắn dừ: hay còn gọi là sắn ta, sắn đắng, sắn lùn. Cây có chiều cao thấp, ngọn non màu xanh nhạt, lá màu xanh lục nhạt, cuống lá đỏ nhạt. Củ có vỏ ngoài màu nâu thẫm, vỏ trong trắng, chứa nhiều nước. Loại sắn này thường cho năng suất cao.

Sinh lý, sinh thái, kỹ thuật: Sắn là cây trồng phù hợp với khí hậu nhiệt đới, tuy nhiên năng suất phụ thuộc nhiều vào giống, độ phì và độ ẩm đất. Sắn có tính chịu hạn cao, là cây ưa sáng mạnh, thích hợp với vùng có độ cao 800m trở lên, có lượng mưa 750 - 2500mm/năm. Để gây trồng Sắn bền vững thì điều quan trọng là phải duy trì được độ phì đất, chú trọng tạo nguồn phân hữu cơ bồi bổ lại cho đất và tốt nhất là NLKH với các loài cây lâu năm, cải tạo được đất. Người dân thường trồng sắn trên nhiều loại đất khác nhau, có thể trồng toàn diện hoặc kết hợp với các loài cây khác như Bời lời, Điều, Cao su, Bạch đàn, Dừa,...

Nghiên cứu về kỹ thuật trồng Sắn cũng đã được thực hiện ở một số nơi. Trong dự án của CIAT được quỹ Nippon do Nhật Bản tài trợ, Viện Nông hóa Thổ nhưỡng đã triển khai các thử nghiệm canh tác tại thôn Đồng Rạng thuộc tỉnh Hòa Bình, kết quả cho thấy để trồng sắn trên đất dốc nên theo đường đồng mức, hoặc bậc thang, xen với các hàng cỏ hoặc cây bụi họ đậu để hạn chế xói mòn và thu được lượng phân xanh để cày vùi cải tạo đất. Ngoài ra các nghiên cứu khác cho thấy cần kết hợp Sắn với đậu phụng để hạn chế xói mòn đất, cải thiện độ phì.

Công dụng, giá trị cây sắn: Tại Việt Nam, việc trồng Sắn đã mang lại nguồn thu nhập đáng kể cho nhiều cộng đồng nông thôn. Trong hơn nhiều năm qua các giống Sắn mới có xuất xứ từ Thái Lan đã được gây trồng nhiều. Các giống Sắn mới thường có hàm lượng tinh bột cao hơn, đạt khoảng 20 - 40% trọng lượng củ.

Sắn là một cây lương thực quan trọng sau cây lúa, có tính thích nghi cao, tương đối dễ trồng, không kén đất. Trồng sắn thường cho năng suất cao, với đất tốt, khí hậu thuận lợi có thể thu hoạch 30-50 tấn củ tươi/ha. Sắn được chế biến (sắn lát, phơi khô hoặc làm bột) dùng làm lương thực cho người, gia súc, làm bánh, nấu rượu, chế biến ra bột ngọt,... lá sắn có thể làm thức ăn cho cá, dâu tằm. Thân sắn khô làm củi đun,...

Trong thành phần của củ sắn tươi thường có một glucozit độc, chất này có nhiều ở vỏ và hai đầu củ rễ, nhất là ở củ sắn non. Chất này khi cho vào nước và đặc biệt dưới ảnh hưởng của dịch dạ dày thì nó phân hủy thành acid xyanhydric (HCN) rất độc với người và gia súc, vì vậy khi chế biến sắn tươi cần chú ý để giảm tối thiểu lượng độc tố.

3.2 Đặc điểm địa điểm nghiên cứu

Địa phương nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành ở 3 làng, nơi cộng đồng dân tộc thiểu số Bahnar đã cải tiến nương rẫy độc canh cây sắn thành mô hình nông lâm kết hợp Bờ lời đỏ - Sắn, đó là:

- Làng H'Lim và làng Chup thuộc xã Lơ Pang
- Làng Groi thuộc xã Kon Thụp

Các xã trên thuộc huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai.

Điều kiện tự nhiên

- Khí hậu: Khu vực này nằm trong tiểu vùng khí hậu có nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất là tháng 5 đạt $23,8^{\circ}\text{C}$, tháng lạnh nhất là tháng 1 nhưng không dưới $18,6^{\circ}\text{C}$, biên độ nhiệt năm $5,2^{\circ}\text{C}$. Lượng mưa trung bình năm ở đây đạt 2.200mm và phân bố không đều trong năm. Mùa khô khá khắc nghiệt với 4 tháng (tháng 1, 2, 3, và 12) gây nên thiếu nước. Gió thịnh hành trong khu vực là Đông - Đông Bắc trong mùa khô và Tây - Tây Nam trong mùa mưa, điều này cũng ảnh hưởng đến quá trình mất ẩm, mất màu của đất trong mùa khô và sinh trưởng của cây trồng. Độ ẩm không khí trung bình năm 82%.
- Địa hình, đất đai: Độ cao trung bình từ 600-750m, độ dốc trung bình 70. Địa hình lượn sóng đều nhẹ; trên núi cao có độ dốc lớn, khoảng 10 – 200. Đất đai trong khu vực nghiên cứu chủ yếu là gồm có các loại đất chính là: Đất nâu đỏ trên bazan ; đất xám bạc màu trên đá granit, phân bố chủ yếu trên sườn đồi, rùng nghèo kiệt; đất vàng đỏ trên granit, phân bố trên núi cao. pH đất biến động từ 5.5 – 6.7.
- Thủy văn: Hệ thống suối Đăk Hla và Sông Yun cung cấp nước tưới cho các diện tích cây trồng nông nghiệp tương đối thuận lợi, tuy nhiên vào mùa khô vẫn thiếu nước.

Điều kiện kinh tế xã hội

Cư dân ở đây chủ yếu là người đồng bào dân tộc thiểu số bản địa Bahnar. Trong 2 xã nghiên cứu, tổng số hộ là 1379 hộ. Hệ thống canh tác truyền thống là nương rẫy, qua quá trình chuyển đổi, cải tiến, hệ canh tác ở đây bao gồm lúa nước, tiêu, cao su tiểu điền, chăn nuôi bò. Riêng nương rẫy lâu năm đã bạc màu và được trồng cây sắn, diện tích 510ha. Đất nương rẫy không thể mở rộng, cộng với việc trồng sắn trong nhiều năm làm đất bạc màu, do vậy ở đây người bản địa đã biết tìm cây rừng bản địa là bờ lời đỏ đưa vào trồng theo mô hình NLKH: Bờ lời đỏ - Sắn. Diện tích mô hình NLKH này là 68 ha ở xã Kon Thụp và 98 ha ở xã Lơ Pang, tổng cộng là 166ha. Diện tích mô hình này ngày càng được mở rộng thay cho trồng sắn độc canh, vì những lợi ích về kinh tế của cây bờ lời và sử dụng đất lâu dài.

Trong khu vực nghiên cứu tỷ lệ hộ đói nghèo vẫn còn khá cao, xã Lơ Pang là 60.2%, Kon Thụp là 45.3%, do hệ thống canh tác chủ yếu vẫn là cung cấp lương thực từ lúa nước, rẫy; các cây công nghiệp như cao su tiểu điền, tiêu đã được phát triển nhưng chưa nhiều; trong đó mô hình NLKH Bờ lời đỏ - Sắn đã mang lại nguồn thu nhập đáng kể và thường xuyên cho cộng đồng, tuy nhiên diện tích bình quân của mô hình

này chỉ đạt 1.2 sào/hộ. Do vậy trong thời gian đến cần quan tâm mở rộng diện tích mô hình trên đất rẫy trồng sắn độc canh, giúp nông dân liên kết với thị trường cây bời bời để đạt được hiệu quả thu nhập cao hơn.

Cơ sở hạ tầng ở đây tương đối phát triển, đã có điện lưới, trường tiểu học ở thôn, trạm y tế ở xã; giao thông khá thuận lợi từ trung tâm xã đến huyện, đã có hệ thống đường đất liên thôn để có thể vận chuyển nông sản, đặc biệt là vận chuyển buôn bán cây bời bời.

4 NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP, LOGIC NGHIÊN CỨU

4.1 Nội dung nghiên cứu

Để đạt được mục tiêu nghiên cứu, các nội dung nghiên cứu sau được tiến hành:

- i) Sinh trưởng bời bời đỏ trong mô hình NLKH bời bời đỏ - sắn và lập biểu thể tích bời bời đỏ.
- ii) Xây dựng mô hình ước lượng sinh khối tươi và khô của cây bời bời đỏ bình quân
- iii) Xây dựng mô hình ước lượng carbon tích lũy trong cây bời bời đỏ bình quân
- iv) Dự báo sinh khối, lượng carbon tích lũy và CO₂ bời bời đỏ hấp thụ trong mô hình NLKH bời bời đỏ - sắn.
- v) Phân tích giá trị kinh tế môi trường hấp thụ CO₂ của bời bời đỏ trong mô hình NLKH bời bời đỏ - sắn.

4.2 Phương pháp nghiên cứu

4.2.1 Phương pháp luận

Sinh khối và lượng carbon tích lũy trong thực vật thân gỗ có mối quan hệ hữu cơ, đồng thời năng lực tích lũy carbon của thực vật thân gỗ trong mô hình NLKH có mối quan hệ với các nhân tố sinh thái, thay đổi theo tỷ lệ kết hợp giữa cây gỗ với cây nông nghiệp, mật độ cây gỗ, thời gian kết hợp, chu kỳ kinh doanh, phương thức tái sinh cây gỗ hạt hay chồi. Do đó phương pháp nghiên cứu chủ yếu là rút mẫu thực nghiệm theo từng đối tượng, phân tích hóa học xác định lượng carbon lưu giữ trong các bộ phận thực vật, và ứng dụng phương pháp hàm đa biến để xây dựng các mô hình ước lượng sinh trưởng, sinh khối, carbon tích lũy trong cây gỗ của mô hình NLKH. Từ đây làm cơ sở cho việc ước tính lượng CO₂ hấp thụ trong cây gỗ ở



Giải tích cây bời bời đỏ để xác định sinh khối tươi, lấy mẫu

mô hình NLKH theo tuổi, chu kỳ, sự phối hợp khác nhau.

4.2.2 Phương pháp thu thập số liệu, lấy mẫu:

Lập ô tiêu chuẩn thu thập số liệu cây bời lồi: 22 ô mẫu Haga hình tròn diện tích 300m² được lập ở các tỷ lệ kết hợp khác nhau, trong đó bời lồi có tuổi từ 1-7, mật độ biến động từ 500 – 2000cây/ha, chu kỳ 1-3, có nguồn gốc hạt hoặc chồi; sản kết hợp che phủ mặt đất từ 15 – 80% tùy theo giai đoạn tuổi và mật độ bời lồi. Số liệu thu thập trong ô mẫu:

- Điều tra các nhân tố sinh thái: % che phủ của thực bì, màu sắc đất, độ dày tầng đất, pH đất, độ ẩm đất, % kết von, % đá nổi, độ cao so với biển, vị trí, độ dốc, hướng phơi.
- Điều tra các nhân tố cây rừng: Đường kính ngang ngực ($D_{1.3}$), chiều cao (H), đường kính tán (St).

Giải tích cây bình quân lâm phần để thu thập số liệu sinh trưởng, sinh khối tươi và lấy mẫu để phân tích carbon: Mỗi ô tiêu chuẩn, tính toán giá trị đường kính bình quân lâm phần theo tiết diện ngang (D_g), chọn cây tiêu chuẩn theo D_g để giải tích. Cây giải tích được phân làm 5 đoạn bằng nhau, đo đường kính từng phân đoạn để tính thể tích cây. Cân từng bộ phận cây như thân, cành, lá và vỏ để xác định khối lượng sinh khối tươi. Mỗi bộ phận cây gỗ bời lồi bao gồm thân, cành, lá và vỏ được lấy 100g mẫu chính xác bằng cân điện tử để phân tích xác định khối lượng sinh khối khô và lượng carbon trong từng bộ phận, đã thu thập được 88 mẫu để phân tích carbon cây bời lồi đỏ..



Cân để xác định khối lượng sinh khối tươi 4 bộ phận cây bời lồi đỏ: Thân, cành, lá và vỏ



Lấy mẫu 4 bộ phận cây bời lồi đỏ để phân tích hàm lượng carbon: Thân, cành, lá và vỏ

Phỏng vấn người dân về các thông tin năng suất, giá cả địa phương của các loài cây trong mô hình NLKH: Các thông tin thu thập bao gồm: Chi phí cho 1 ha NLKH ở các tỷ lệ kết hợp, chu kỳ khác nhau; năng suất sản ở các chu kỳ, tỷ lệ kết hợp khác

nhau; giá bán cây bời lồi đỏ (bán cả cây bao gồm thân, vỏ, lá và cành) theo đường kính, tuổi; giá bán và thu nhập sản theo chu kỳ, tỷ lệ kết hợp.

4.2.3 Phương pháp phân tích số liệu, thiết lập các mô hình:

Thể tích thân cây bời bời: Tính toán thể tích thân cây trên cơ sở thể tích của 5 phân đoạn bằng nhau.

Sinh khối khô của cây bình quân bời lồi: Sấy khô mẫu tươi ở nhiệt 105°C, đến khi mẫu khô hoàn toàn, có khối lượng không đổi nữa, xác định được khối lượng khô, % khối lượng khô so với tươi. Từ đây tính được khối lượng sinh khối khô của rừng bộ phận và cây bình quân.

Phân tích hàm lượng carbon trong từng bộ phận cây bời lồi (Thân, cành, lá và vỏ): Dựa trên cơ sở oxy hoá chất hữu cơ bằng $K_2Cr_2O_7$ (kali bicromat) theo phương pháp Walkley – Black; xác định lượng carbon bằng phương pháp so màu xanh của Cr^{3+} tạo thành ($K_2Cr_2O_7$) tại bước sóng 625nm. Từ đây xác định được %C trong khối lượng khô, từ đó dựa vào % khối lượng khô so với tươi, tính được khối lượng C tích lũy trong từng bộ phận thân cây và cả cây bình quân lâm phần. Lượng CO_2 hấp thụ theo cây bình quân được quy đổi: $CO_2 = 3.67C$.

Phân tích phương sai (ANOVA): Để đánh giá sự sai khác lượng carbon trong các bộ phận thân cây và trong sinh khối khô, tươi.

Mô hình hóa các mối quan hệ theo các hàm đa biến: $y_i = f(x_j)$: Mô hình hóa các mối quan hệ giữa thể tích, sinh khối, lượng Carbon tích lũy và CO_2 hấp thụ với các nhân tố điều tra cây bình quân và lâm phần như tuổi (A), Dg, Hg, N/ha, Nchồi/ha, số chồi bình quân.

Phân tích tổng hợp các giá trị kinh tế, môi trường của mô hình NLKH: Hiệu quả kinh tế của mô hình NLKH được tính theo các phương pháp kinh tế thông thường trên cơ sở thu chi của từng loài cây. Giá trị CO_2 được xác định trên cơ sở giá phổ biến trên thế giới và kết quả dự báo hấp thụ CO_2 của cây bình quân và trên ha của mô hình.

5 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

5.1 Sinh trưởng bình quân cây bời lòi đở trong mô hình NLKH Bời lòi đở - Sắn và biểu thể tích cây bời lòi đở

Từ số liệu giải tích thân cây bình quân theo tuổi (A), có được các số liệu sinh trưởng bình quân cây bời lòi đở như đường kính bình quân theo tiết diện ngang bình quân (Dg), chiều cao bình quân ứng với Dg (Hg) và với số liệu phân chia thân cây giải tích thành 5 phân đoạn bằng nhau đã tính được thể tích thân cây bình quân (V). Mô hình Schumacher được lựa chọn để mô phỏng cho quá trình sinh trưởng bình quân cây bời lòi đở trong các mô hình.

Bảng 5.1: Các mô hình sinh trưởng bình quân cây Bời lòi đở trong mô hình NLKH Bời lòi đở - Sắn

Mô hình sinh trưởng cây bình quân Bời lòi đở	R ²	P	Số thứ tự mô hình
$\log(Dg \text{ cm}) = 3.0356 - 3.03621 \cdot A^{-0.5}$	0.856	0.00	(5.1)
$\log(Hg \text{ m}) = 3.88083 - 3.48973 \cdot A^{-0.2}$	0.693	0.00	(5.2)
$\log(V \text{ m}^3) = 1638.28 - 1646 \cdot A^{-0.001}$	0.735	0.00	(5.3)

Ghi chú: hàm log: Logarit Neper.

Từ các mô hình trên suy ra được các giá trị sinh trưởng và tăng trưởng bình quân của cây bời lòi đở trong mô hình NLKH

Bảng 5.2: Biểu sinh trưởng, tăng trưởng cây bình quân Bời lòi đở trong mô hình NLKH Bời lòi đở - Sắn

A (năm)	Dg (cm)	Δd (cm/năm)	Hg (m)	Δh (m/năm)	V (m ³)	Δv (m ³ /năm)
1	1.0		1.0	1.5	1.5	0.000444
2	2.4	1.4	1.2	2.3	1.2	0.001389
3	3.6	1.2	1.2	2.9	1.0	0.002705
4	4.6	1.0	1.1	3.4	0.9	0.004341
5	5.4	0.8	1.1	3.9	0.8	0.006264
6	6.0	0.6	1.0	4.2	0.7	0.008452
7	6.6	0.6	0.9	4.6	0.7	0.010887
8	7.1	0.5	0.9	4.8	0.6	0.013558
9	7.6	0.5	0.8	5.1	0.6	0.016451
10	8.0	0.4	0.8	5.4	0.5	0.019559

Ghi chú: Δd , h , v : Tăng trưởng bình quân d , h , v

Tăng trưởng bình quân Dg của cây bời lòi biến động từ 0.8 – 1.2cm/năm, giai đoạn tăng trưởng mạnh về đường kính ở các tuổi 2-3; tăng trưởng về chiều cao từ 0.5-1.5m/năm, chiều cao tăng nhanh ở giai đoạn đầu; tăng trưởng về thể tích tăng dần theo từ tuổi 1 – đến 10, như vậy cho thấy đến tuổi 10 cây bời lòi đở trong mô hình vẫn còn tích lũy sinh khối cao, chưa đạt đến tuổi thành thực số lượng về thể tích. Nông dân trong vùng do thiếu tiền mặt nên thường khai thác và bán cây bời lòi sớm,

thường ở tuổi 6- 8; **do vậy cần khuyến cáo nông dân tiếp tục nuôi dưỡng sau tuổi 10 mới khai thác thì sẽ đạt hiệu quả cao hơn về thể tích gỗ.**

Để phục vụ cho xác định thể tích cây đứng bời lờỉ đỏ, dựa vào số liệu giải tích thân cây, lập các mô hình quan hệ giữa thể tích (V) với các nhân tố điều tra cây cá thể Dg, Hg.

Mô hình thể tích	R ²	P	Số thứ tự mô hình
$\log(V, m^3) = -8.51825 + 1.48519 \cdot \log(Hg, m) + 0.852795 \cdot \log(Dg, cm)$	0.976	0.00	(5.4)
$\log(V, m^3) = -8.0519 + 1.77111 \cdot \log(Dg, cm)$	0.933	0.00	(5.5)

(log: logarit neper)

Quan hệ thể tích (V) với hai nhân tố Dg và Hg có hệ số xác định R² cao hơn so với quan hệ V chỉ với một nhân tố là Dg. Do vậy để ước lượng chính xác thể tích, cần đo đếm 2 nhân tố D và H, tuy nhiên mô hình một nhân tố Dg vẫn có R² = 0.993 là cao, do đó nếu không yêu cầu quá cao và để đơn giản, thì chỉ cần xác định V thông qua một nhân tố để đo đếm là đường kính cây.

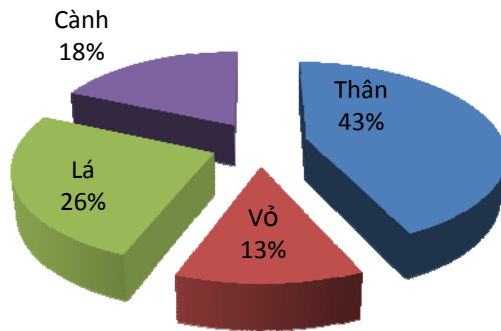
Bảng 5.3: Biểu thể tích cây Bời lờỉ đỏ theo 2 nhân tố D_{1,3} và H

D _{1,3} (cm)	H (m)													
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	
1.0	0.000200	0.000365	0.000559											
1.5		0.000516	0.000790	0.001101	0.001443									
2.0		0.000659	0.001010	0.001407	0.001845	0.002319								
2.5		0.000797	0.001222	0.001702	0.002231	0.002805	0.003421							
3.0			0.001427	0.001988	0.002607	0.003277	0.003996	0.004760						
3.5			0.001628	0.002268	0.002973	0.003738	0.004557	0.005429						
4.0			0.001824	0.002541	0.003331	0.004188	0.005107	0.006083						
4.5				0.002810	0.003683	0.004631	0.005647	0.006726	0.007866	0.009062				
5.0				0.003074	0.004030	0.005066	0.006178	0.007359	0.008605	0.009914				
5.5					0.004371	0.005495	0.006701	0.007982	0.009334	0.010753				
6.0					0.004707	0.005919	0.007217	0.008596	0.010053	0.011581	0.013179			
6.5						0.006337	0.007727	0.009204	0.010763	0.012399	0.014110			
7.0						0.006750	0.008231	0.009804	0.011465	0.013208	0.015030	0.016928	0.018897	
7.5							0.008730	0.010398	0.012160	0.014009	0.015941	0.017954	0.020042	
8.0							0.009223	0.010987	0.012848	0.014801	0.016843	0.018969	0.021176	
8.5							0.009713	0.011570	0.013529	0.015587	0.017737	0.019976	0.022300	
9.0							0.010198	0.012148	0.014205	0.016365	0.018623	0.020974	0.023414	
9.5								0.012721	0.014876	0.017138	0.019502	0.021963	0.024519	
10.0								0.013290	0.015541	0.017904	0.020374	0.022945	0.025615	
10.5								0.013854	0.016201	0.018664	0.021239	0.023920	0.026703	

5.2 Tỷ lệ carbon tích lũy trong sinh khối cây bời lồi đỏ

Từ số liệu phân tích hàm lượng %C trong sinh khối khô của các bộ phận của cây như thân, cành, lá và vỏ, tính toán được tỷ lệ %C trong sinh khối tươi, lượng C trong từng bộ phận và cả cây. Từ đây so sánh khả năng tích lũy carbon trong từng bộ phận thân cây bời lồi, trong sinh khối khô và tươi ở từng bộ phận và chung.

%C từng bộ phận so với tổng C của cây

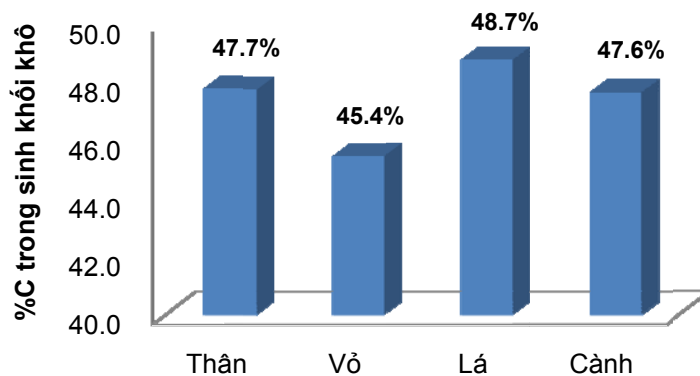


Tỷ lệ carbon tích lũy trong cây bời lồi cao nhất ở phần thân cây chiếm 43%, kế đến là trong lá 26%, trong cành 18%, nhỏ nhất trong vỏ là 13%.

Kết quả phân tích ANOVA cho thấy có sự sai khác rõ rệt giữa các tỷ lệ tích lũy C ở 4 bộ phận thân cây, ở mức $P < 0.05$.

Hình 5.1: Tỷ lệ %C trong các bộ phận thân cây so với tổng C trong cây bời lồi

%C trong sinh khối khô 4 bộ phận cây

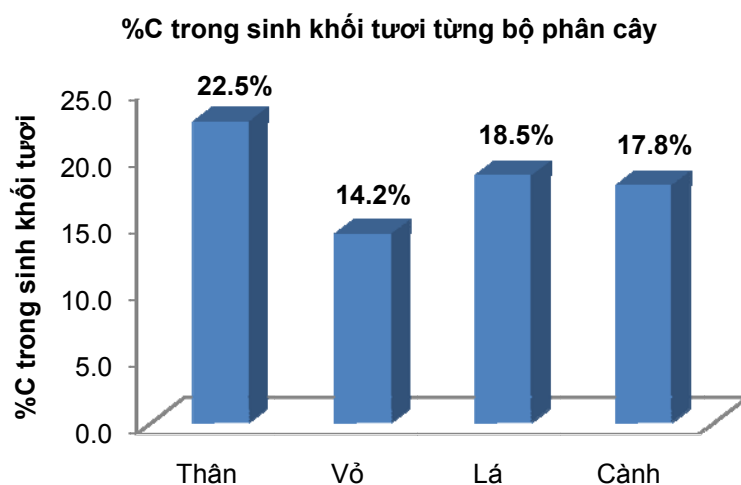


Hình 5.2: Tỷ lệ %C trong sinh khối khô ở các bộ phận thân cây bời lồi

Tỷ lệ % carbon so với sinh khối khô của 4 bộ phận thân cây bời lồi, cao nhất ở trong lá là 48.7%, trong thân và cành xấp xỉ nhau là 47.6 – 47.7% và thấp nhất là trong vỏ, chiếm 45.4%. **Tỷ lệ %C so với sinh khối khô cả cây bình quân là 47.4%.**

Kết quả phân tích ANOVA: Tỷ lệ %C so với sinh khối khô theo 2 nhân tố là 4 bộ phận thân cây và tuổi từ 1 đến 7. Kết quả cho thấy ở các tuổi khác nhau tỷ lệ này không có sự sai khác ($P = 0.35 > 0.05$); trong khi đó ở các bộ phận khác nhau của tỷ lệ này sai khác rõ rệt ($P < 0.05$). **Như vậy để xác định C tích lũy thông qua sinh khối khô không cần theo tuổi cây rừng mà cần theo từng bộ phận, hay nói khác cần xác**

định sinh khối khô từng bộ phận thân, vỏ, lá, cành và theo tỷ lệ %C từng bộ phận để tính toán C tích lũy cho từng bộ phận thân cây và tổng cộng sẽ có được cả cây để đạt độ tin cậy.



Hình 5.3: Tỷ lệ %C trong sinh khối tươi ở các bộ phận thân cây bời lồi

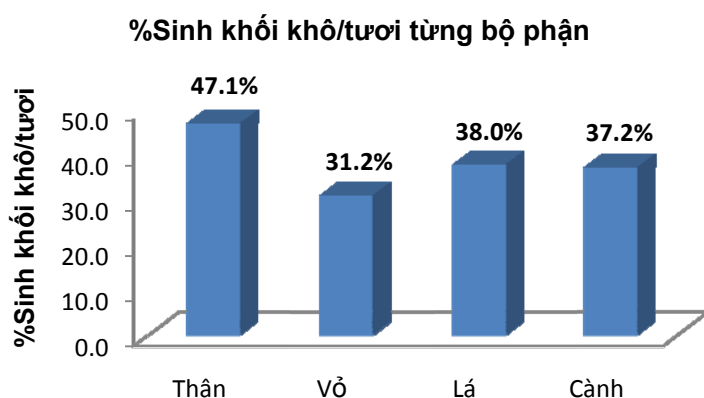
Tỷ lệ % carbon so với sinh khối tươi của 4 bộ phận thân cây bời lồi, cao nhất ở trong thân là 22.5%, tiếp đến là trong lá 18.5%, cành 17.8% và thấp nhất là trong vỏ là 14.2%. **Tỷ lệ %C so với sinh khối tươi cả cây bình quân là 18.2%.**

Kết quả phân tích ANOVA: Tỷ lệ %C so với sinh khối tươi theo 2 nhân tố là 4 bộ phận thân cây và tuổi từ 1 đến 7. Kết quả cho thấy ở các tuổi khác nhau và ở các bộ phận thân cây khác nhau, tỷ lệ này có sự sai khác ($P < 0.05$). **Như vậy để xác định C tích lũy thông qua sinh khối tươi cần theo tuổi cây rừng và cho từng bộ phận thân, vỏ, lá, cành và theo tỷ lệ %C từng bộ phận để tính toán C tích lũy cho từng bộ phận thân cây và tổng sẽ có cả cây để đạt độ tin cậy.**

5.3 Ước lượng sinh khối tươi, khô cây bời lồi

Để ước lượng carbon tích lũy trong cây, cần thông qua sinh khối của từng bộ phận và cả cây. Trong khi đó khối lượng sinh khối nếu đo đếm trực tiếp sẽ mất rất nhiều công sức như chặt hạ cây, cân đo, sấy mẫu khô. Với số liệu cây giải tích đã xác định sinh khối tươi ở từng bộ phận thân cây bời lồi và kết quả phân tích mẫu đã xác định được sinh khối khô cho từng bộ phận thân cây. Xây dựng các mô hình ước lượng sinh khối tươi và khô gián tiếp qua các nhân tố điều tra cây bời lồi.

Tỷ lệ % sinh khối khô so với tươi cây bì lờ:



Hình 5.4: Tỷ lệ % sinh khối khô/tươi ở các bộ phận thân cây bì lờ

Kết quả phân tích ANOVA % sinh khối khô/tươi cho thấy tỷ lệ này có sự sai khác rõ rệt ($P < 0.05$) ở các tuổi và các bộ phận khác nhau trên thân cây.

Tỷ lệ % sinh khối khô/tươi cao nhất ở thân là 47.1%, tiếp theo trong lá 38.0%, cành 37.2% và thấp nhất là vỏ 31.2%. Trung bình % sinh khối khô/tươi là 38.4%.

Do vậy nếu muốn quy đổi từ khối lượng sinh khối tươi sang khô cần xác định theo tuổi cây và cho từng bộ phận thân, vỏ, lá, cành.

Ước lượng sinh khối tươi theo các nhân tố điều tra cây trực tiếp:

Xây dựng các mô hình ước lượng sinh khối tươi của từng bộ phận và cả cây theo nhân tố để đo đếm là đường kính D_g

Bảng 5.4: Các mô hình ước lượng sinh khối tươi cây bì lờ đồ

Mô hình ước lượng sinh khối tươi theo D_g	R^2	P	Số thứ tự mô hình
$\log(\text{SK tươi thân kg}) = -1.34349 + 1.67159 \cdot \log(D_g \text{ cm})$	0,931	0.00	(5.6)
$\log(\text{SK tươi vỏ kg}) = -2.30494 + 1.80529 \cdot \log(D_g \text{ cm})$	0.936	0.00	(5.7)
$\log(\text{Sinh khối tươi lá kg}) = -0.944707 + 1.1055 \cdot \log(D_g \text{ cm})$	0.725	0.00	(5.8)
$\log(\text{Sinh khối tươi cành kg}) = -1.69105 + 1.46917 \cdot \log(D_g \text{ cm})$	0.853	0.00	(5.9)
$\log(\text{Sinh khối tươi cả cây kg}) = -0.0600462 + 1.47477 \cdot \log(D_g \text{ cm})$	0.916	0.00	(5.10)

(log: logarit neper)

Từ các mô hình trên, có thể ước tính sinh khối tươi từng bộ phận cây hoặc cả cây thông qua một nhân tố là đường kính. Từ mô hình $D_g = f(A)$, xác định được D_g theo tuổi, thế vào các mô hình tính được sinh khối tươi cho từng bộ phận, tổng.

Bảng 5.5: Sinh khối tươi bình quân cây bì lồi đỏ

A (năm)	Dg (cm)	Sinh khối tươi theo bộ phận cây(kg)					Sinh khối tươi cả cây (kg)
		Thân	Vỏ	Lá	Cành	Tổng	
1	1.0	0.3	0.1	0.4	0.2	0.9	0.9
2	2.4	1.2	0.5	1.0	0.7	3.4	3.5
3	3.6	2.2	1.0	1.6	1.2	6.1	6.2
4	4.6	3.3	1.5	2.1	1.7	8.6	8.8
5	5.4	4.3	2.1	2.5	2.2	11.0	11.2
6	6.0	5.3	2.6	2.8	2.6	13.2	13.3
7	6.6	6.1	3.0	3.1	3.0	15.2	15.2
8	7.1	6.9	3.4	3.4	3.3	17.1	17.0
9	7.6	7.7	3.9	3.6	3.6	18.8	18.6
10	8.0	8.4	4.2	3.9	3.9	20.4	20.1

Từ kết quả trên cho thấy ước lượng sinh khối tươi 4 bộ phận sau đó cộng tổng thì cũng xấp xỉ với ước lượng sinh khối tươi toàn bộ cây bình quân thông qua Dg. **Do đó để ước lượng toàn bộ sinh khối tươi cây bình quân bì lồi đỏ, chỉ cần ước lượng qua nhân tố Dg.**

Ước lượng sinh khối khô theo các nhân tố điều tra cây trực tiếp:

Xây dựng các mô hình ước lượng sinh khối khô của từng bộ phận và cả cây theo nhân tố dễ đo đếm là đường kính Dg

Bảng 5.6: Các mô hình ước lượng sinh khối khô cây bì lồi đỏ

Mô hình ước lượng sinh khối khô theo Dg	R ²	P	Số thứ tự mô hình
$\log(\text{Sinh khối kho thân kg}) = -2.31337 + 1.81765 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.935	0.00	(5.11)
$\log(\text{Sinh khối kho vỏ kg}) = -3.68511 + 1.94248 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.929	0.00	(5.12)
$\log(\text{Sinh khối kho lá kg}) = -2.02567 + 1.19235 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.759	0.00	(5.13)
$\log(\text{Sinh khối kho cành kg}) = -2.85803 + 1.59805 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.871	0.00	(5.14)
$\log(\text{Sinh khối kho cây kg}) = -1.16425 + 1.60676 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.923	0.00	(5.15)

(log: logarit neper)

Từ các mô hình trên, có thể ước tính sinh khối khô từng bộ phận cây hoặc cả cây thông qua một nhân tố là đường kính. Từ mô hình Dg = f(A), xác định được Dg theo tuổi, thế vào các mô hình tính được sinh khối khô cho từng bộ phận, tổng.

Bảng 5.7: Sinh khối khô bình quân cây bì lồi đỏ

A (năm)	Dg (cm)	Sinh khối khô theo bộ phận cây (kg)					Sinh khối khô cả cây (kg)
		Thân	Vỏ	Lá	Cành	Tổng	
1	1.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.3
2	2.4	0.5	0.1	0.4	0.2	1.3	1.3
3	3.6	1.0	0.3	0.6	0.4	2.4	2.5
4	4.6	1.6	0.5	0.8	0.6	3.5	3.6
5	5.4	2.1	0.7	1.0	0.8	4.6	4.6
6	6.0	2.6	0.8	1.1	1.0	5.5	5.6
7	6.6	3.1	1.0	1.3	1.2	6.5	6.5
8	7.1	3.5	1.1	1.4	1.3	7.3	7.3
9	7.6	3.9	1.3	1.5	1.5	8.1	8.1
10	8.0	4.3	1.4	1.6	1.6	8.9	8.8

Từ kết quả trên cho thấy ước lượng sinh khối khô 4 bộ phận sau đó cộng tổng thì cũng xấp xỉ với ước lượng sinh khối khô toàn bộ cây bình quân thông qua Dg. **Do đó để ước lượng toàn bộ sinh khối khô cây bình quân bì lồi, chỉ cần ước lượng qua nhân tố Dg.**

Như vậy đến đây, từ nhân tố Dg có thể ước lượng chính xác sinh khối khô/tươi của cây bình quân bì lồi trong mô hình, của từng bộ phận; từ đó sử dụng %C trong sinh khối khô/tươi xác định được lượng C tích lũy trong từng bộ phận và cả cây theo tuổi, kích thước cây bình quân.

5.4 Ước lượng trực tiếp lượng carbon tích lũy trong từng bộ phận và cây bì lồi

Các kết quả trên có thể ước lượng carbon tích lũy trong cây bình quân bì lồi, tuy nhiên nó phải qua các phương trình trung gian và phải tính toán cho từng bộ phận thân, vỏ, lá, cành làm mất nhiều thời gian. Do vậy từ số liệu phân tích lượng carbon trong mẫu các bộ phận cây, suy được lượng C trong các bộ phận của cây bình quân, thiết lập các mô hình ước lượng C trực tiếp theo nhân tố Dg.

Bảng 5.8: Các mô hình ước lượng carbon trong các bộ phận cây bìer lờ đờ

Mô hình ước lượng carbon theo Dg	R ²	P	Số thứ tự mô hình
$\log(\text{Khoi luong C trong than kg}) = -3.05514 + 1.8237 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.963	0.00	(5.16)
$\log(\text{Khoi luong C trong vo kg}) = -4.45754 + 1.93655 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.931	0.00	(5.17)
$\log(\text{Sinh khoi C trong la kg}) = -2.74975 + 1.19657 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.764	0.00	(5.18)
$\log(\text{Khoi luong C trong canh kg}) = -3.59605 + 1.59554 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.870	0.00	(5.19)
$\log(\text{Khoi luong C ca cay kg}) = -1.90151 + 1.60612 \cdot \log(\text{Dg cm})$	0.922	0.00	(5.20)

(log: logarit neper)

Từ các mô hình trên, có thể ước tính lượng carbon tích lũy trong từng bộ phận cây hoặc cả cây thông qua một nhân tố là đường kính. Từ mô hình $Dg = f(A)$, xác định được Dg theo tuổi, thế vào các mô hình tính được lượng carbon cho từng bộ phận, tổng. Từ đây suy ra được khối lượng CO₂ hấp thụ.

Bảng 5.9: Khối lượng C/CO₂ hấp thụ trong các bộ phận và cây bình quân bìer lờ đờ

A (năm)	Dg (cm)	C (kg) trong các bộ phận cây					C trong cả cây (kg)	CO ₂ trong cả cây (kg)
		Thân	Vỏ	Lá	Cành	Tổng		
1	1.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.55
2	2.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.6	0.6	2.28
3	3.6	0.5	0.1	0.3	0.2	1.1	1.2	4.30
4	4.6	0.7	0.2	0.4	0.3	1.7	1.7	6.27
5	5.4	1.0	0.3	0.5	0.4	2.2	2.2	8.11
6	6.0	1.2	0.4	0.5	0.5	2.7	2.7	9.81
7	6.6	1.5	0.4	0.6	0.6	3.1	3.1	11.37
8	7.1	1.7	0.5	0.7	0.6	3.5	3.5	12.81
9	7.6	1.9	0.6	0.7	0.7	3.9	3.9	14.14
10	8.0	2.1	0.6	0.8	0.8	4.2	4.2	15.37

Kết quả trên cho thấy ước lượng carbon tích lũy ở 4 bộ phận sau đó cộng tổng thì cũng xấp xỉ với ước lượng carbon toàn bộ cây bình quân thông qua Dg. **Do đó để ước lượng toàn bộ lượng carbon/CO₂ hấp thụ của cây bình quân bìer lờ đờ, chỉ cần ước lượng qua nhân tố Dg.**

5.5 Dự báo sinh khối, lượng carbon tích lũy và CO₂ bìer lờ đờ hấp thụ trong mô hình NLKH

Dự báo CO₂ bìer lờ đờ hấp thụ/ha trong mô hình NLKH bìer lờ đờ - sẵn:

Từ lượng sinh khối tươi đo đếm, sinh khối khô và carbon phân tích cho cây bình quân, thông qua mật độ cây bìer lờ đờ trong mô hình NLKH, xác định được các loại khối lượng này trên 1 ha của mô hình. Thử nghiệm các mô hình đa biến để phát hiện các

nhân tố ảnh hưởng đến sinh khối, lượng carbon tích lũy trong mô hình với tỷ lệ phối hợp khác nhau của bờ lờ và sắn. Trình tự như sau:

- Kiểm tra tính chuẩn của từng biến số độc lập và phụ thuộc
- Thử nghiệm các mối quan hệ giữa các biến số để chọn biến số của mô hình NLKH ảnh hưởng đến sinh khối và lượng carbon tích lũy
- Thăm dò và lựa chọn mô hình đa biến ảnh hưởng đến sinh khối cây bờ lờ đỏ và lượng carbon mà nó tích lũy trên ha. Hệ số xác định R^2 được kiểm tra với mức $P < 0.05$ và các tham số gắn biến số độc lập, ảnh hưởng được kiểm tra bằng tiêu chuẩn t ở mức $P < 0.05$.

Kết quả cho thấy **sinh khối và carbon cây bờ lờ đỏ tích lũy trong mô hình NLKH bờ lờ – sắn phụ thuộc vào các biến số: i) Số chồi/gốc bờ lờ (bằng 1 ở chu kỳ đầu và ≥ 1 đối với chu kỳ 2 – 3); ii) Mật độ/ha cây bờ lờ trong mô hình; iii) Đường kính bình quân cây bờ lờ D_g .**

Bảng 5.10: Các mô hình dự báo sinh khối tươi/khô và lượng carbon cây bờ lờ đỏ tích lũy trong mô hình NLKH bờ lờ đỏ - sắn

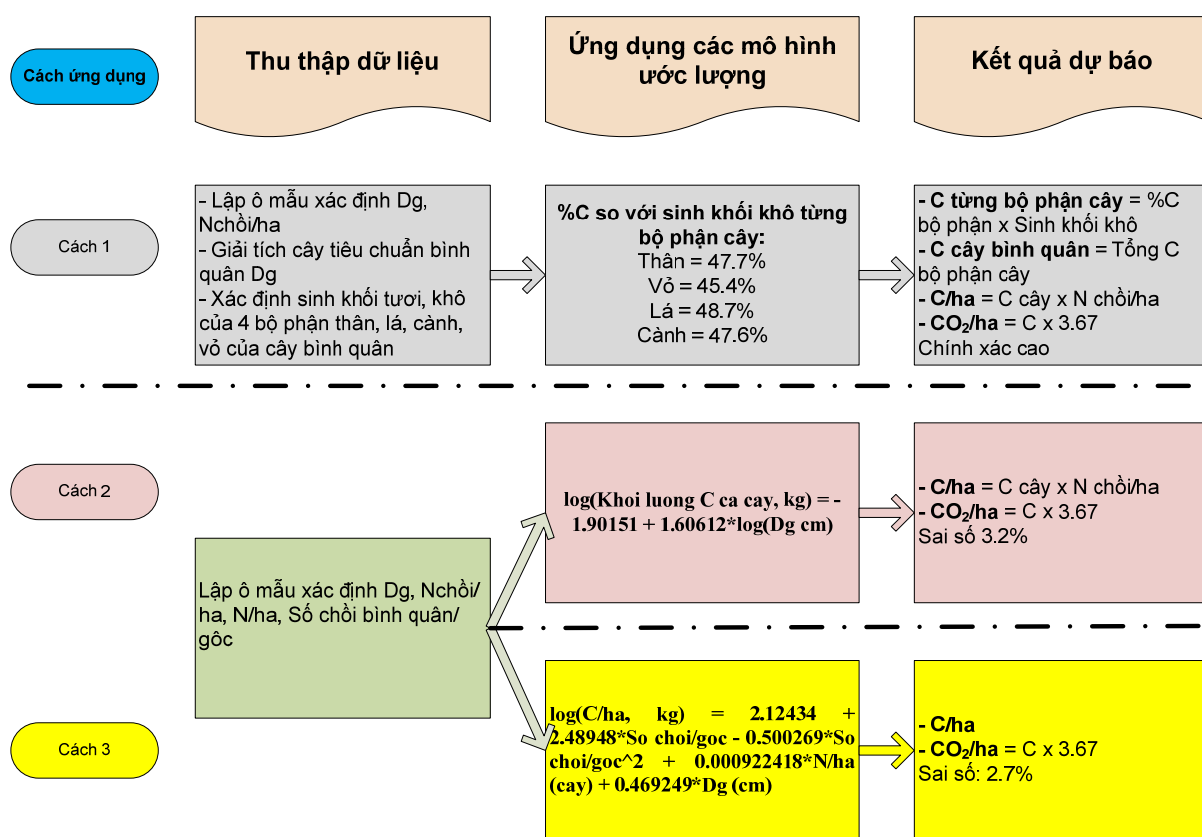
Mô hình ước lượng carbon theo D_g	R^2	P	Số thứ tự mô hình
$\log(\text{Sktuoi/ha, kg}) = 4.2502 + 1.98843 \cdot \text{So chồi/gốc} - 0.367147 \cdot \text{So chồi/gốc}^2 + 0.000939525 \cdot \text{N/ha (cay)} + 0.443267 \cdot D_g \text{ (cm)}$	0.909	0.00	(5.21)
$\log(\text{Skkho/ha, kg}) = 2.94757 + 2.37022 \cdot \text{So chồi/gốc} - 0.471556 \cdot \text{So chồi/gốc}^2 + 0.000934184 \cdot \text{N/ha (cay)} + 0.468955 \cdot D_g \text{ (cm)}$	0.906	0.00	(5.22)
$\log(\text{C/ha, kg}) = 2.12434 + 2.48948 \cdot \text{So chồi/gốc} - 0.500269 \cdot \text{So chồi/gốc}^2 + 0.000922418 \cdot \text{N/ha (cay)} + 0.469249 \cdot D_g \text{ (cm)}$	0.905	0.00	(5.23)

Các tham số gắn các biến số độc lập của các mô hình trên đã được kiểm tra bằng tiêu chuẩn t và đều tồn tại ở mức ý nghĩa $P < 0.00$. (log: logarit neper)

Các mô hình trên cho thấy sinh khối và lượng carbon tích lũy của cây bờ lờ đỏ trên ha của mô hình NLKH phụ thuộc bởi 3 nhân tố: i) Số chồi bờ lờ/gốc: Số chồi gia tăng thì sinh khối và C gia tăng, tuy nhiên sau đó nếu chồi quá nhiều thì sẽ làm giảm sinh khối và C tích lũy; ii) Mật độ cây bờ lờ trên ha: Việc phối trí mô hình NLKH có sự thay đổi tùy theo nhu cầu của nông dân, tỷ lệ cây bờ lờ càng cao thì sinh khối và carbon tích lũy sẽ gia tăng; iii) Đường kính bình quân D_g : Kích thước cây bình quân bờ lờ có quan hệ thuận với sinh khối và carbon mà cây tích lũy trong mô hình. **Ba mô hình trên dùng để ước lượng sinh khối tươi, khô và lượng carbon tích lũy trên ha trong mô hình NLKH bờ lờ đỏ - sắn.**

Như vậy từ các kết quả đạt được cho thấy có thể dự báo lượng CO_2 bờ lờ đỏ hấp thụ trong mô hình NLKH bờ lờ đỏ - sắn theo 3 cách:

- Dựa vào %C tích lũy so với sinh khối từng bộ phận cây rừng: Lập ô mẫu xác định sinh khối tươi, khô của 4 bộ phận thân cây bình quân (sinh khối thân, vỏ, lá, cành) và mật độ chồi/ha, từ sinh khối khô sẽ tính được lượng carbon tích lũy cho từng bộ phận cây, tổng sẽ có lượng carbon cây bình quân; cuối cùng nhân với mật độ chồi/ha sẽ có được lượng carbon trên ha, từ đó suy ra lượng CO₂ hấp thụ/ha của mô hình. Phương pháp này đạt độ chính xác cao nhất nhưng sẽ tốn nhiều công sức xác định sinh khối tươi hoặc khô của cây bình quân.
- Dựa vào mô hình C/cây = f(Dg): Lập ô mẫu xác định Dg và Nchồi/ha, sử dụng mô hình để tính lượng carbon tích lũy trong cây bình quân, nhân với Nchồi/ha sẽ có được lượng CO₂ hấp thụ/ha của mô hình. Phương pháp này có sai số tương đối khi xác định CO₂/ha là 3.2%.
- Dựa vào mô hình C/ha = f(Số chồi/gốc, N/ha, Dg): Lập ô mẫu xác định số chồi bình quân/gốc, N/ha và Dg, sử dụng mô hình sẽ có được lượng carbon tích lũy và suy ra CO₂ hấp thụ/ha. Phương pháp này có sai số tương đối khi xác định CO₂/ha là 2.7%.



Các cách ứng dụng các mô hình để ước lượng CO₂ bởi lời đồ hấp thụ trong mô hình NLKH bởi lời đồ - sắn

Hình 5.5: Cách ứng dụng các mô hình ước lượng CO₂ bởi lời đồ hấp thụ trong mô hình NLKH bởi lời đồ - sắn

Tối ưu hóa sinh khối và lượng hấp thụ CO₂ của bì lờ đỏ trong mô hình NLKH bì lờ đỏ - sắn:

Trong thực tế cây bì lờ đỏ trong chu kỳ 2, 3, đợc kinh doanh bằng chồi; nông dân thường để lại số chồi trên một gốc rất khác nhau, điều này sẽ ảnh hưởng đến năng suất, sinh khối và lượng carbon tích lũy trong mô hình. Với kiểu mô hình toán trên, có thể suy ra đợc số chồi bì lờ đỏ tối ưu cần giữ lại trong chu kỳ 2 và 3 để cho sinh khối, lượng carbon cao nhất.

Đạo hàm riêng 3 hàm nói trên theo biến số chồi/gốc và các biến N/ha và Dg xem là hằng số, và cho bằng 0 sẽ suy ra đợc số chồi/gốc cần có để sinh khối khô/tươi và lượng carbon tích lũy của cây bì lờ đỏ trên ha của mô hình NLKH đạt khối lượng cao nhất.

Mô hình tổng quát:

$$\log(SK, C) = a + b_1 \cdot \text{So chồi} - b_2 \cdot \text{So chồi}^2 + b_3 \cdot N + b_4 \cdot Dg$$

Đạo hàm riêng theo biến So chồi và cho bằng 0:

$$\frac{d(\log(SK,C))}{d(\text{So chồi})} = b_1 - 2b_2 \text{ So chồi} = 0 \quad (5.24)$$

Suy ra số chồi để có đợc sinh khối và lượng carbon tích lũy cao nhất trong mô hình NLKH:

$$\text{Số chồi tối ưu} = \frac{b_1}{2b_2} \quad (5.25)$$

Kết quả cho thấy số chồi bình quân từ 2.5 – 2.7/gốc sẽ cho sinh khối và lượng carbon tích lũy trong cây bì lờ đỏ cao nhất trong mô hình. Trong thực tế nếu chưa tính toán đến giá trị CO₂ hấp thụ của bì lờ đỏ, thì nếu đạt đợc sinh khối bì lờ đỏ cao nhất cũng mang lại lợi thu nhập cao hơn, vì cây bì lờ đỏ đợc bán toàn bộ sinh khối thân, cành, lá và vỏ. **Do đó trong mô hình NLKH bì lờ đỏ - sắn, đối với chu kỳ 2 và 3 khi kinh doanh bì lờ đỏ bằng chồi, một gốc cần để lại 2 - 3 chồi sẽ có hiệu quả nhất không chỉ về mặt sản lượng mà còn về cả hấp thụ CO₂.**

Từ ba mô hình trên, dự báo sinh khối tươi, khô và lượng CO₂ hấp thụ của cây bì lờ đỏ tối ưu trên ha của mô hình NLKH bì lờ đỏ - sắn, với số chồi tối ưu là 2 chồi/gốc và mật độ bình quân là 1.300 gốc bì lờ đỏ/ha. Kết quả cho thấy bì lờ đỏ trong mô hình NLKH bì lờ đỏ - sắn có khả năng hấp thụ tối ưu từ 3 – 84 tấn CO₂/ha tùy theo tuổi của mô hình.

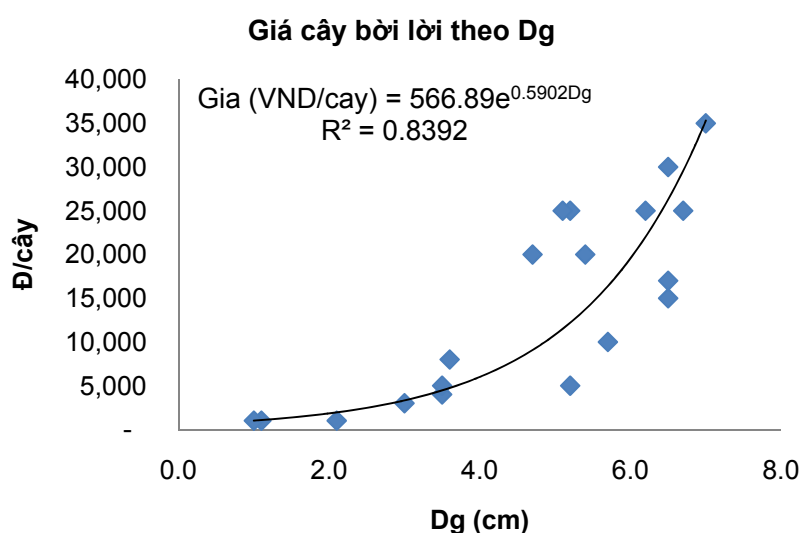
Bảng 5.11: Dự báo sinh khối tươi/khô và lượng CO₂ bồi lờn đở hấp thụ/ha tối ưu trong mô hình NLKH bồi lờn đở - sắn

A (năm)	Số chồi bồi lờn tối ưu/gốc	N/ha trung bình bồi lờn	Dg (cm)	SK tươi bồi lờn /ha (tấn)	SK khô bồi lờn /ha (tấn)	Carbon/ha bồi lờn tích lũy (tấn)	CO ₂ /ha bồi lờn hấp thụ (tấn)
1	2	1300	1.0	5	2	0.9	3.2
2	2	1300	2.4	9	3	1.7	6.3
3	2	1300	3.6	14	6	3.0	10.9
4	2	1300	4.6	22	9	4.6	17.0
5	2	1300	5.4	31	14	6.7	24.7
6	2	1300	6.0	42	19	9.2	33.8
7	2	1300	6.6	55	25	12.1	44.4
8	2	1300	7.1	68	31	15.4	56.4
9	2	1300	7.6	84	39	19.0	69.7
10	2	1300	8.0	100	47	22.9	84.2

5.6 Dự báo giá trị kinh tế và môi trường của mô hình NLKH bồi lờn đở - sắn

Để dự báo giá trị kinh tế, môi trường của mô hình NLKH bồi lờn đở - sắn, cần tính toán:

- Giá trị kinh tế của mô hình NLKH nghiên cứu bao gồm: Giá trị của cây bồi lờn và cây sắn.
- Giá trị môi trường ở đây được tính toán là giá trị hấp thụ CO₂ của bồi lờn đở trong mô hình.



Hình 5.6: Ước lượng giá trị cây bồi lờn theo Dg

Trên cơ sở giá bán cây bồi lờn ở địa phương (năm 2007 – 2008), trong đó cây bồi lờn đở được bán cả cây (thân, vỏ, cành) và theo kích thước đường kính; mô hình hàm mũ cơ số e được áp dụng để ước lượng giá cây bồi lờn đở theo Dg.

Cây bồi lờn được bán ở các kích thước khác nhau và như vậy giá bán rất giao động, những cây Dg = 4cm giá là 8,000đ/cây đến cây lớn Dg = 7cm, giá là 35,000đ/cây

Năng suất cây sắn trong mô hình NLKH bồi lồi đở - sắn thay đổi theo thời gian kết hợp (A) và mật độ trồng bồi lồi (N/ha). Dựa vào số liệu năng suất sắn/ha của các mô hình theo tuổi và mật độ khác nhau ở các ô tiêu chuẩn, mô hình hồi quy biểu diễn quan hệ giữa năng suất sắn/ha với 2 nhân tố A và N/ha bồi lồi được thiết lập:

$$\log(\text{Năng suất Sắn/ha, tấn}) = 11.3699 - 0.298601 \cdot A(\text{năm}) - 1.28345 \cdot \log(N/\text{ha}) \quad (5.26)$$

$R^2 = 0.481$ với $P < 0.05$, các tham số kiểm tra bằng tiêu chuẩn t có $P < 0.05$ (log: logarit neper)

Mật độ bồi lồi càng cao và thời gian càng tăng thì năng suất sắn trong mô hình càng giảm. Từ mô hình này có thể dự báo năng suất sắn trong mô hình NLKH bồi lồi đở - sắn theo tỷ lệ kết hợp khác nhau và theo thời gian. Cùng với giá bán bình quân là 600,000đ/tấn sẽ quy được giá trị cây sắn trong mô hình.

Trên cơ sở mô hình giá trị cây bồi lồi đở theo Dg, mô hình năng suất sắn theo A và N/ha bồi lồi và giá bán sắn địa phương và hàm ượng carbon theo các biến số số chồi/gốc, N/ha và Dg; dự báo được giá trị kinh tế, môi trường của mô hình NLKH bồi lồi đở - sắn.

Kết quả ở bảng sau dự báo giá trị kinh tế, môi trường của mô hình NLKH bồi lồi đở - sắn ứng với số chồi tối ưu = 2 chồi/gốc và với mật độ bồi lồi trung bình N/ha = 1300 gốc cây.

Bảng 5.12: Dự báo giá trị kinh tế, môi trường của mô hình NLKH bồi lồi đở - sắn theo chu kỳ kinh doanh

A (năm) Chu kỳ kinh doanh	Số chồi bồi lồi tối ưu/gốc	N/ha trung bình bồi lồi	Dg (cm)	Giá trị cây bồi lồi (đ/cây)	Giá trị bồi lồi/ha (triệu đ)	Năng suất sắn /ha (tấn)	Giá trị tích lũy sắn/ha (triệu đ)	Tổng giá trị bồi lồi + sắn/ha (triệu đ)	CO ₂ /ha a bồi lồi tích lũy (tấn)	Giá trị CO ₂ /ha (triệu đ) (20USD/tấn)	% giá trị CO ₂ so với giá trị bồi lồi + sắn
2	2	1300	2.4	2,381	6.2	4.8	2.9	9.1	6.3	2.3	24.8%
3	2	1300	3.6	4,762	12.4	3.6	5.0	17.4	10.9	3.9	22.5%
4	2	1300	4.6	8,366	21.8	2.6	6.6	28.4	17.0	6.1	21.6%
5	2	1300	5.4	13,358	34.7	2.0	7.8	42.5	24.7	8.9	20.9%
6	2	1300	6.0	19,864	51.6	1.5	8.7	60.3	33.8	12.2	20.2%
7	2	1300	6.6	27,978	72.7	1.1	9.3	82.1	44.4	16.0	19.5%
8	2	1300	7.1	37,766	98.2	0.8	9.8	108.0	56.4	20.3	18.8%
9	2	1300	7.6	49,267	128.1	0.6	10.1	138.2	69.7	25.1	18.1%
10	2	1300	8.0	62,507	162.5	0.4	10.4	172.9	84.2	30.3	17.5%

Ghi chú: 1 tấn sắn tươi = 600,000đ; 1 tấn CO₂ = 20USDx18.000đ = 360,000đ

Nếu chu kỳ kinh doanh 5 năm, thì tổng giá trị kinh tế cây bồi lồi đở và sắn là 42.5 triệu/ha và CO₂ tích lũy được là 24.7 tấn/ha ứng với giá trị là 8.9 triệu/ha, bằng 21% giá trị kinh tế của các sản phẩm trong mô hình.

Với chu kỳ kinh doanh biến động 5 – 10 năm, thì lượng CO₂ hấp thụ trong mô hình biến động từ 24.7 – 84.2 tấn/ha, ứng với giá trị từ 8.9 – 30.3 triệu/ha, đạt 18 – 21% tổng giá trị sản phẩm bời lời và sắn. Như vậy nếu có chính sách khuyến khích phát triển NLKH trên cơ sở chi trả dịch vụ môi trường hấp thụ CO₂, thì nông dân sẽ tăng thêm được thu nhập khoảng 20% so với giá trị kinh tế của mô hình.

6 KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

6.1 Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu, cho thấy có các kết luận sau:

- i) Để đạt được hiệu quả về mặt sản lượng bìu lờỉ đỏ, cần khai thác sau tuổi 10; hiện tại nông dân vẫn đang khai thác vào các tuổi 4 - 6, đây là giai đoạn cây rừng còn tăng trưởng mạnh nên chưa đạt được hiệu quả.
- ii) Để xác định ước lượng lượng carbon tích lũy và CO₂ bìu lờỉ hấp thụ trong mô hình NLKH bìu lờỉ - sắn có thể lựa chọn 1 trong 3 cách sau:
 - o Dựa vào %C tích lũy so với sinh khối khô của 4 bộ phận cây bình quân là: Thân 47.7%, vỏ 45.4%, lá 48.7% và cành 47.6%. Từ đó quy ra ha dựa vào mật độ. Phương pháp này đạt độ chính xác cao nhất nhưng tốn kém.
 - o Dựa vào mô hình ước lượng carbon cây bình quân: $C/\text{cây} = f(Dg)$. Từ đó quy ra ha nhờ mật độ. Phương pháp này có sai số 3.2%
 - o Dựa vào mô hình ước lượng carbon cho cả mô hình trên ha: $C/\text{ha} = f(\text{Số chồi/gốc}, N/\text{ha}, Dg)$. Phương pháp này có sai số là 2.7%.
- iii) Mô hình NLKH bìu lờỉ đỏ - sắn đối với chu kỳ 2 và 3 cần để lại 2 - 3 chồi/gốc bìu lờỉ sẽ có hiệu quả cao nhất về sinh khối và lượng hấp thụ CO₂, trong đó khả năng hấp thụ CO₂ tối ưu từ 3 - 84 tấn, tăng theo tuổi của mô hình.
- iv) Chu kỳ kinh doanh bìu lờỉ đỏ biến động 5 - 10 năm, thì lượng CO₂ hấp thụ trong mô hình NLKH biến động từ 25 - 84 tấn/ha, ứng với giá trị từ 9 - 30 triệu/ha, đạt 20% tổng giá trị sản phẩm bìu lờỉ và sắn.

6.2 Kiến nghị

Các kiến nghị cần có là:

- i) Nghiên cứu này mới dừng lại ở ước lượng CO₂ hấp thụ trong cây bìu lờỉ phần trên mặt đất, trong khi đó cây bìu lờỉ được kinh doanh chồi ở các chu kỳ 2, 3; do đó lượng carbon được duy trì lâu dài trong rễ và đất; vì vậy cần có nghiên cứu tiếp theo để xác định lượng carbon trong rễ bìu lờỉ và trong đất của mô hình NLKH bìu lờỉ sắn.
- i) Cần có chính sách khuyến khích phát triển NLKH trên cơ sở chi trả dịch vụ môi trường hấp thụ CO₂ của cây rừng, ở mô hình NLKH bìu lờỉ đỏ - sắn, nếu được chi trả thì nông dân sẽ tăng thêm được thu nhập khoảng 20% so với giá trị kinh tế của mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Alves, D. S., J. V. Soares, et al. (1997): Biomass of primary and secondary vegetation in Rondonia, western Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 3:451-462.
2. Birdsey. A (1996): Carbon storage for major forest and regions in the conterminous United States. In *Forest and global change, volume 2: Forest management opportunities for mitigating carbon emissions*, eds. R.N. Sampson and D. Hair, 1-26 and 261-379. Washington, DC: American Forests.
3. Bao Huy, Pham Tuan Anh (2008): Estimating CO₂ sequestration in natural broad-leaved evergreen forests in the Central Highlands of Vietnam. *Aia-Pacific Agroforestry Newsletter – APANews*, FAO, SEANAFE; No.32, May 2008, ISSN 0859-9742.
4. Bảo Huy (2009): Phương pháp nghiên cứu ước tính trữ lượng carbon của rừng tự nhiên làm cơ sở tính toán lượng CO₂ phát thải từ suy thoái và mất rừng ở Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn*. Số 1/2009. Hà Nội; tr. 85 – 91.
5. Daniel Murdiyarso (2005): *Sustaining local livelihood through carbon sequestration activities: A research for practical and strategic approach*. Carbon Forestry, Center for International Forestry Research, CIFOR.
6. Đỗ Tất Lợi (1967): *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*. Nxb Giáo dục, Hà Nội.
7. Erica A. H. Smithwick et al. (2002): Potential upper bounds of carbon stores in foests of the Pacific Northwest, *Ecological of America*.
8. Esteve Corbera (2005): *Bringing development into Carbon forestry market: Challenges and outcome of small – scale carbon forestry activities in Mexico*. Carbon Forestry, Center for International Forestry Research, CIFOR.
9. FCCC/SBSTA/2004/INF.7 (2004): *Framework convention on climate change: Estimation of emissions and removals in land-use change and forestry and issues relating to projections*. Note by the secretariat. <http://www.unfccc.int.com> (www.greenhouse.gov.au)
10. Haswel, W. T (2000): Techniques for estimating forest carbon. *Journal of Forestry* 98(9): Focus, 1-3.

11. Hooverc et al. (2000): How to estimate carbon sequestration on small forest tracts *Journal of forestry* 98(9):13-19.
12. ICRAF (2004): RUPES (Rewarding Upland Poor for Environment Services): Chiến lược mới nhằm đền đáp cho người nghèo vùng cao Châu á để bảo tồn và cải thiện môi trường của chúng ta. World Agroforestry Center, ICRAF.
13. ICRAF (2006): Rapid Carbon Stock Appraisal (RaCSA)
14. James E. Smith, Linda S. Heath, and Peter B. Woodbury (2004): How to estimate forest carbon for large areas from inventory data. *Journal of Forestry*. July/August: 25-31.
15. Joyotee Smith and Sara J. Scherr (2002): Forest Carbon and Local Livelihoods. Assessment of Opportunities and Policy Recommendations. CIFOR Occasional Paper No. 37.
16. Kurniatun Hairiah, SM Sitompul, Meine van Noodoijk and Cheryl Palm (2001): Carbon stocks of tropical land use systems as part of the global C balance. Effects of forest conversion and options for clean development activities. International Centre for research in Agroforestry, ICRAF.
17. Kurniatun Hairiah, SM Sitompul, Meine van Noodoijk and Cheryl Palm (2001): Method for sampling carbon stocks above and below ground. International Centre for research in Agroforestry, ICRAF.
18. Lewis, Oliver L. Phillipset et al., (2005) : Tropical Forests and Atmospheric Carbon Dioxide: Current Knowledge & Potential Future Scenarios. Earth & Biosphere Institute, School of Geography, University of Leeds, Leeds. www.stabilisation2005.com
19. Lê Văn Minh (1996): Trồng cây Bời lời. Tạp chí Lâm nghiệp số 4 – 5 năm 1996. Hà Nội.
20. Lê Khả Kế (1971): Cây cỏ thường thấy ở Việt Nam tập II. Nxb KHKT Hà Nội.
21. Lê Thị Lý (1997): Bước đầu nghiên cứu một số đặc điểm sinh học của loài Bời lời để làm cơ sở cho công tác trồng rừng tại tỉnh Gia Lai. Luận văn thạc sỹ khoa học Lâm nghiệp. Trường Đại học Tây Nguyên.
22. Marlon Cardinoza (2005): Revising traditional NRM regulations (Tara Bandu) as a community-based approach of protecting carbon stocks and securing livelihoods. Carbon Forestry, Center for International Forestry Research, CIFOR.

23. Md. Mahmudur Rahman (2004): Estimating Carbon Pool and Carbon Release due to Tropical Deforestation Using Highresolution Satellite Data. Faculty of Forest, Geo and Hydro Sciences, Dresden University of Technology, Germany.
24. Markku Kanninen, Daniel Murdiyarso (2007): The implications of deforestation research for policies to promote REDD. CIFOR
25. Ngô Đình Quế và cộng sự (?): Khả năng hấp thụ CO₂ của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. Trung tâm nghiên cứu Sinh thái và Môi trường, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam
26. Nguyễn Bá Chất (1994): Trồng Bồi lòi nhót. Tạp chí Lâm nghiệp số 7 năm 1994, Hà Nội.
27. Nguyen Khac Hieu (2003): Proceedings of an international workshop on “Facilitating international carbon accounting in forests” held at Csiro forestry and forest product. Australian academy of technological sciences and engineering, Australia.
28. Ngô Đình Quế và các cộng sự (2006): Sự hấp thụ Các bon dioxit (CO₂) của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, số 7 (2006).
29. Phạm Tuấn Anh (2007): Dự báo năng lực hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông. Luận Văn Thạc Sĩ Khoa học Lâm nghiệp. Trường Đại học Lâm nghiệp.
30. Romain Pirard (2005): Pulpwood plantations as carbon sinks in Indonesia: Methodological challenge and impact on livelihoods. Carbon Forestry, Center for International Forestry Research, CIFOR.
31. Sara Beth Gann (2003): A Methodology for Inventorying Stored Carbon in An Urban Forest, Falls Church, Virginia.
32. Schimel, D.S. (1995): Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. Global Change Biology 1: 77–91.
33. Sandra Brown (2002): Measuring carbon in forests: current status and future challenges. Environmental Pollution 116: 363–372.
34. Trần Văn Con (2001): Xác định một số cây trồng chính phục vụ trồng rừng sản xuất vùng bắc Tây Nguyên. Báo cáo khoa học, Viện KHLN Việt Nam.

35. Võ Đại Hải (2009): Nghiên cứu khả năng hấp thụ các bon của rừng trồng bạc đàn *Urophylla* ở Việt Nam. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn; số 1/2009, Hà Nội; tr. 102 – 106.
36. Vũ Tấn Phương và cs (2007): Lượng giá kinh tế giá trị môi trường và dịch vụ môi trường của một số loại rừng chủ yếu ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài "Nghiên cứu lượng giá kinh tế giá trị môi trường và DVMT của một số loại rừng chủ yếu ở Việt Nam". Đề tài cấp bộ. Trung tâm nghiên cứu sinh thái và môi trường rừng (RCFEE). Hà Nội.
37. Vũ Tấn Phương (2006): Trữ lượng Các bon của cây bụi và thảm tươi. Cơ sở để xác định kịch bản đường Các bon cơ sở trong các dự án trồng rừng và tái trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học & Công nghệ Bộ Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn - Số 1 (2006).

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Kết quả phân tích 88 mẫu xác định khối lượng khô, hàm lượng carbon

Số hiệu mẫu	Trọng lượng mẫu tươi (g)	Trọng lượng mẫu khô (g)		% trọng lượng Carbon trong mẫu khô		% trọng lượng các thành phần khác trong mẫu khô
		KL Khô	% CK	OD	%C	
A1T	100	50.9	50.9	0.37	48.1	51.9
A1V	100	29.6	29.6	0.36	47.5	52.5
A1L	100	39.1	39.1	0.37	48.8	51.2
A1C	100	38.4	38.4	0.36	47.7	52.3
A2T	100	51.9	51.9	0.36	46.8	53.2
A2V	100	33.9	33.9	0.34	45.2	54.8
A2L	100	35.9	35.9	0.38	50.1	49.9
A2C	100	35.4	35.4	0.35	46.7	53.3
A3T	100	47.7	47.7	0.35	46.6	53.4
A3V	100	30.2	30.2	0.33	43.9	56.1
A3L	100	37.3	37.3	0.38	49.9	50.1
A3C	100	39	39	0.36	47.5	52.5
A4T	100	47.6	47.6	0.36	47.0	53.0
A4V	100	34.6	34.6	0.35	45.7	54.3
A4L	100	37.5	37.5	0.35	45.8	54.2
A4C	100	37.8	37.8	0.37	48.6	51.4
A5T	100	42.2	42.2	0.37	49.2	50.8
A5V	100	26.5	26.5	0.35	46.2	53.8
A5L	100	33.3	33.3	0.37	48.8	51.2
A5C	100	31.3	31.3	0.36	47.6	52.4
A6T	100	48.6	48.6	0.36	47.6	52.4
A6V	100	28.6	28.6	0.34	44.8	55.2
A6L	100	39.1	39.1	0.38	49.7	50.3
A6C	100	37.3	37.3	0.36	47.4	52.6
A7T	100	49.8	49.8	0.36	47.9	52.1
A7V	100	31.7	31.7	0.34	45.1	54.9
A7L	100	38.8	38.8	0.36	47.5	52.5
A7C	100	38.4	38.4	0.34	45.4	54.6
A8T	100	45.2	45.2	0.37	48.4	51.6
A8V	100	29.2	29.2	0.35	45.8	54.2
A8L	100	38.3	38.3	0.38	50.2	49.8
A8C	100	35.9	35.9	0.37	48.8	51.2
A9T	100	46	46	0.36	47.2	52.8
A9V	100	32.4	32.4	0.35	45.8	54.2

Số hiệu mẫu	Trọng lượng mẫu tươi (g)	Trọng lượng mẫu khô (g)		% trọng lượng Carbon trong mẫu khô		% trọng lượng các thành phần khác trong mẫu khô
		KL Khô	% CK	OD	%C	
A9L	100	41.6	41.6	0.39	50.8	49.2
A9C	100	40.5	40.5	0.37	49.0	51.0
A10T	100	33.1	33.1	0.34	45.2	54.8
A10V	100	22	22	0.35	45.6	54.4
A10L	100	31.9	31.9	0.36	46.8	53.2
A10C	100	26.6	26.6	0.35	46.7	53.3
A11T	100	52.7	52.7	0.38	49.8	50.2
A11V	100	33.2	33.2	0.35	46.1	53.9
A11L	100	46.1	46.1	0.38	49.9	50.1
A11C	100	42	42	0.38	50.4	49.6
A12T	100	46.4	46.4	0.37	49.2	50.8
A12V	100	29.1	29.1	0.36	47.1	52.9
A12L	100	37.8	37.8	0.37	48.1	51.9
A12C	100	39.6	39.6	0.37	48.8	51.2
B1T	100	43.3	43.3	0.36	48.0	52.0
B1V	100	25	25	0.34	45.2	54.8
B1L	100	40.3	40.3	0.37	48.6	51.4
B1C	100	32.9	32.9	0.36	48.0	52.0
B2T	100	47.3	47.3	0.37	49.0	51.0
B2V	100	41.5	41.5	0.35	46.5	53.5
B2L	100	40.6	40.6	0.38	50.1	49.9
B2C	100	44	44	0.38	50.2	49.8
B3T	100	51.8	51.8	0.37	48.1	51.9
B3V	100	36.1	36.1	0.33	43.4	56.6
B3L	100	37.8	37.8	0.36	47.1	52.9
B3C	100	38.8	38.8	0.36	47.1	52.9
B4T	100	45.4	45.4	0.37	48.1	51.9
B4V	100	26.8	26.8	0.35	45.6	54.4
B4L	100	34.5	34.5	0.37	48.8	51.2
B4C	100	38.7	38.7	0.35	45.7	54.3
B5T	100	49.7	49.7	0.35	46.3	53.7
B5V	100	32.4	32.4	0.34	44.7	55.3
B5L	100	40.1	40.1	0.37	48.6	51.4
B5C	100	38.7	38.7	0.35	45.9	54.1
B6T	100	46.1	46.1	0.36	47.5	52.5
B6V	100	26.3	26.3	0.35	46.1	53.9
B6L	100	36.1	36.1	0.37	48.6	51.4

Số hiệu mẫu	Trọng lượng mẫu tươi (g)	Trọng lượng mẫu khô (g)		% trọng lượng Carbon trong mẫu khô		% trọng lượng các thành phần khác trong mẫu khô
		KL Khô	% CK	OD	%C	
B6C	100	35.2	35.2	0.35	46.3	53.7
B7T	100	41.3	41.3	0.37	48.1	51.9
B7V	100	26.7	26.7	0.35	45.8	54.2
B7L	100	35.6	35.6	0.37	49.2	50.8
B7C	100	37.5	37.5	0.35	46.6	53.4
B8T	100	46.4	46.4	0.39	50.7	49.3
B8V	100	33.3	33.3	0.36	48.0	52.0
B8L	100	41.4	41.4	0.37	49.2	50.8
B8C	100	39.3	39.3	0.35	46.7	53.3
B9T	100	40	40	0.37	48.8	51.2
B9V	100	28.5	28.5	0.36	47.7	52.3
B9L	100	38.7	38.7	0.39	50.7	49.3
B9C	100	32.6	32.6	0.38	49.4	50.6
B10T	100	48.6	48.6	0.37	49.2	50.8
B10V	100	35.6	35.6	0.35	46.7	53.3
B10L	100	40.6	40.6	0.35	45.8	54.2
B10C	100	40.4	40.4	0.36	47.9	52.1

Ghi chú: Số hiệu mẫu B10C: B10: Cây tiêu chuẩn ở ô tiêu chuẩn B10, C: Cành (T: Thân, V: Vỏ, L: Lá)

Phụ lục 2: Số liệu sinh thái, điều tra lâm phần, thể tích, sinh khối carbon trên cây tiêu chuẩn bình quân lâm phần

Ma số o	Mo hình	Loại cay go	A nam	Hat choi	Chu ky	Loại cay ngan ngay	% dien tich cay San trong mo hinh	% che phu thuc bi	Mau dat	pH	% ket von	Do cao m	Vi tri	Do doc	Nha cay	Nha than choi
A1	Boi loi	Boi loi	4	1	1	1	0	10	1	6.4	20	714	2	5	1520	1620
A2	Boi loi	Boi loi	6	1	1	1	0	10	1	6.0	70	663	1	0	1633	1733
A3	Boi loi, san	Boi loi	5	1	1	2	40	5	1	6.3	30	654	1	0	1133	1267
A4	Boi loi, san	Boi loi	3	1	1	2	50	0	1	6.3	5	655	1	0	1367	1467
A5	Boi loi, san	Boi loi	1	2	2	2	60	0	2	6.6	0	676	1	0	1900	5033
A6	Boi loi, san	Boi loi	4	1	1	2	30	10	2	6.2	5	678	1	0	1800	2000
A7	Boi loi, san	Boi loi	3	1	1	2	50	10	2	6.2	10	664	1	0	1567	1933
A8	Boi loi, san	Boi loi	2	2	2	2	50	10	2	6.6	20	693	1	0	1300	3433
A9	Boi loi, san	Boi loi	3	1	1	2	70	0	2	6.7	0	691	1	0	1367	2333
A10	Boi loi, san	Boi loi	1	2	2	2	75	10	2	6.3	0	691	1	0	1733	5900
A11	Boi loi, san	Boi loi	5	1	1	2	50	20	2	6.6	10	673	1	5	900	1100
A12	Boi loi, san	Boi loi	3	1	1	2	50	10	2	6.2	15	673	2	5	1233	1433
B1	Boi loi, san	Boi loi	4	2	3	2	80	5	3	6.2	0	699	1	0	500	1500
B2	Boi loi, san	Boi loi	7	1	1	2	15	10	2	5.7	20	666	1	0	1367	1733
B3	Boi loi, san	Boi loi	6	1	1	2	0	10	2	5.5	0	669	1	2	1967	2367
B4	Boi loi, san	Boi loi	5	1	1	2	80	10	2	6.4	10	678	1	0	500	500
B5	Boi loi, san	Boi loi	7	1	1	2	7	7	2	6.2	10	674	1	0	1367	1533
B6	Boi loi	Boi loi	4	2	2	1	0	5	2	6.4	10	669	1	2	1133	3600
B7	Boi loi, san	Boi loi	2	2	2	2	65	5	2	6.4	7	698	1	0	1000	2800
B8	Boi loi	Boi loi	4	1	1	1	0	20	2	6.5	10	718	1	0	1700	1733
B9	Boi loi, san	Boi loi	3	2	2	2	15	15	2	6.6	5	716	1	0	1000	2900
B10	Boi loi	Boi loi	5	1	1	1	0	45	2	6.6	10	720	1	0	1100	1100

Ma so o	Dg cm	Hg m	St bq m2	V m3	Chi phi boi loi ha	Gia cay boi loi trung binh d	Gia tri boi loi ha d	San luong ha San tan	Gia tri San ha d	Tong thu ha d	Tong chi ha d	Hieu qua ha d	SK tuoi than kg	SK tuoi vo kg	SK tuoi la kg	SK tuoi canh kg	SK tuoi ca cay kg
A1	6.5	5.4	2.1382465	0.012293	-	30,000	48,600,000	-	-	48,600,000	-	48,600,000	8.8	4.3	4.6	3.0	20.7
A2	6.7	4.6	2.010619298	0.011906	-	25,000	43,333,333	-	-	43,333,333	-	43,333,333	8.1	4.0	3.5	4.0	19.6
A3	6.2	4.6	1.767145868	0.009817	-	25,000	31,666,667	5.0	3,000,000	34,666,667	-	34,666,667	6.3	3.4	3.0	2.6	15.3
A4	3.3	2.9	2.269800692	0.002724	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	1.1	2.2	1.4	6.7
A5	1.1	1.6	1.5393804	0.000550	-	1,000	5,033,333	7.0	4,200,000	9,233,333	-	9,233,333	0.5	0.2	1.0	0.4	2.0
A6	6.5	4.8	2.83528737	0.009437	-	15,000	30,000,000	2.5	1,500,000	31,500,000	-	31,500,000	7.0	2.8	2.6	3.3	15.7
A7	3.5	3.3	3.141592654	0.002787	-	4,000	7,733,333	5.0	3,000,000	10,733,333	-	10,733,333	2.2	0.9	1.7	1.5	6.3
A8	2.1	2.0	2.83528737	0.001165	-	1,000	3,433,333	3.5	2,100,000	5,533,333	-	5,533,333	0.9	0.3	1.0	0.8	3.0
A9	3.0	2.6	1.130973355	0.001764	-	3,000	7,000,000	4.0	2,400,000	9,400,000	-	9,400,000	1.3	0.7	0.5	0.4	2.8
A10	1.0	1.6	0.785398163	0.000502	-	1,000	5,900,000	3.5	2,100,000	8,000,000	-	8,000,000	0.4	0.1	0.3	0.2	0.9
A11	5.2	3.9	1.5393804	0.006422	-	25,000	27,500,000	1.5	900,000	28,400,000	-	28,400,000	4.5	2.5	2.8	1.9	11.6
A12	3.5	2.9	1.767145868	0.002438	-	5,000	7,166,667	1.0	600,000	7,766,667	-	7,766,667	1.6	1.0	1.3	1.0	4.8
B1	5.4	3.6	1.583676857	0.006646	-	20,000	30,000,000	8.0	4,800,000	34,800,000	-	34,800,000	4.0	2.1	2.1	1.5	9.7
B2	5.1	3.4	3.801327111	0.006338	800,000	25,000	43,333,333	1.0	600,000	43,933,333	800,000	43,133,333	3.7	2.3	2.8	2.4	11.2
B3	4.7	4.3	1.767145868	0.005621	700,000	20,000	47,333,333	-	-	47,333,333	700,000	46,633,333	3.5	2.0	1.8	1.6	8.8
B4	3.6	2.7	2.544690049	0.002040	500,000	8,000	4,000,000	13.3	8,000,000	12,000,000	500,000	11,500,000	1.5	0.7	1.2	0.7	4.1
B5	7.0	4.8	2.986476516	0.010876	1,100,000	35,000	53,666,667	0.6	360,000	54,026,667	1,100,000	52,926,667	7.6	4.0	4.7	3.1	19.3
B6	5.2	4.3	7.068583471	0.006306	-	5,000	18,000,000	-	-	18,000,000	-	18,000,000	4.2	1.6	2.8	2.5	11.1
B7	2.4	1.8	2.83528737	0.000869	-	-	-	3.0	1,800,000	1,800,000	-	1,800,000	0.7	0.4	1.1	0.6	2.8
B8	5.7	3.6	2.83528737	0.005895	-	10,000	17,333,333	-	-	17,333,333	-	17,333,333	4.3	1.7	1.7	2.8	10.5
B9	2.4	2.1	2.83528737	0.000914	-	-	-	13.3	7,980,000	7,980,000	-	7,980,000	0.8	0.3	1.0	0.6	2.7
B10	6.5	3.3	3.63050301	0.007610	-	17,000	18,700,000	-	-	18,700,000	-	18,700,000	6.3	1.9	3.7	4.1	16.0

Ma so o	Sinh khoi kho than kg	Sinh khoi kho vo kg	Sinh khoi kho la kg	Sinh khoi kho canh kg	Sinh khoi kho cay kg	% SK kho/tuoi than	% SK kho/tuoi vo	% SK kho/tuoi la	% SK kho/tuoi canh	% SK kho/tuoi cay	% C trong mau kho than	% C trong mau kho vo	% C trong mau kho la	% C trong mau kho canh	% C trong mau kho cay
A1	4.5	1.3	1.8	1.2	8.7	50.9	29.6	39.1	38.4	42.0	48.1	47.5	48.8	47.7	48.1
A2	4.2	1.4	1.3	1.4	8.2	51.9	33.9	35.9	35.4	42.0	46.8	45.2	50.1	46.7	47.2
A3	3.0	1.0	1.1	1.0	6.2	47.7	30.2	37.3	39.0	40.3	46.6	43.9	49.9	47.5	47.1
A4	1.0	0.4	0.8	0.5	2.7	47.6	34.6	37.5	37.8	40.1	47.0	45.7	45.8	48.6	46.8
A5	0.2	0.0	0.3	0.1	0.7	42.2	26.5	33.3	31.3	34.4	49.2	46.2	48.8	47.6	48.1
A6	3.4	0.8	1.0	1.2	6.5	48.6	28.6	39.1	37.3	41.1	47.6	44.8	49.7	47.4	47.6
A7	1.1	0.3	0.7	0.6	2.6	49.8	31.7	38.8	38.4	41.5	47.9	45.1	47.5	45.4	46.6
A8	0.4	0.1	0.4	0.3	1.1	45.2	29.2	38.3	35.9	38.9	48.4	45.8	50.2	48.8	48.4
A9	0.6	0.2	0.2	0.1	1.1	46.0	32.4	41.6	40.5	41.4	47.2	45.8	50.8	49.0	48.3
A10	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	33.1	22.0	31.9	26.6	30.1	45.2	45.6	46.8	46.7	46.1
A11	2.4	0.8	1.3	0.8	5.3	52.7	33.2	46.1	42.0	45.3	49.8	46.1	49.9	50.4	49.3
A12	0.7	0.3	0.5	0.4	1.9	46.4	29.1	37.8	39.6	39.3	49.2	47.1	48.1	48.8	48.4
B1	1.7	0.5	0.8	0.5	3.6	43.3	25.0	40.3	32.9	37.1	48.0	45.2	48.6	48.0	47.7
B2	1.7	1.0	1.1	1.1	4.9	47.3	41.5	40.6	44.0	43.7	49.0	46.5	50.1	50.2	48.9
B3	1.8	0.7	0.7	0.6	3.8	51.8	36.1	37.8	38.8	43.1	48.1	43.4	47.1	47.1	46.6
B4	0.7	0.2	0.4	0.3	1.5	45.4	26.8	34.5	38.7	37.9	48.1	45.6	48.8	45.7	47.2
B5	3.8	1.3	1.9	1.2	8.1	49.7	32.4	40.1	38.7	42.1	46.3	44.7	48.6	45.9	46.5
B6	1.9	0.4	1.0	0.9	4.2	46.1	26.3	36.1	35.2	38.3	47.5	46.1	48.6	46.3	47.2
B7	0.3	0.1	0.4	0.2	1.0	41.3	26.7	35.6	37.5	36.1	48.1	45.8	49.2	46.6	47.5
B8	2.0	0.6	0.7	1.1	4.3	46.4	33.3	41.4	39.3	41.6	50.7	48.0	49.2	46.7	48.8
B9	0.3	0.1	0.4	0.2	1.0	40.0	28.5	38.7	32.6	36.6	48.8	47.7	50.7	49.4	49.2
B10	3.1	0.7	1.5	1.7	6.9	48.6	35.6	40.6	40.4	43.1	49.2	46.7	45.8	47.9	47.5

Ma so o	% C trong SK tuoi than	% C trong SK tuoi vo	% C trong SK tuoi la	% C trong SK tuoi canh	% C trong SK tuoi cay	Khoi luong C trong than kg	Khoi luong C trong vo kg	Khoi luong C trong la kg	Khoi luong C trong canh kg	Khoi luong C ca cay kg
A1	24.5	14.1	19.1	18.3	20.2	2.2	0.6	0.9	0.6	4.2
A2	24.3	15.3	18.0	16.5	19.8	2.0	0.6	0.6	0.7	3.9
A3	22.2	13.3	18.6	18.5	19.0	1.4	0.5	0.6	0.5	2.9
A4	22.4	15.8	17.2	18.4	18.8	0.4	0.2	0.4	0.3	1.3
A5	20.7	12.2	16.2	14.9	16.5	0.1	0.0	0.2	0.1	0.3
A6	23.1	12.8	19.4	17.7	19.5	1.6	0.4	0.5	0.6	3.1
A7	23.8	14.3	18.4	17.4	19.3	0.5	0.1	0.3	0.3	1.2
A8	21.9	13.4	19.2	17.5	18.8	0.2	0.0	0.2	0.1	0.6
A9	21.7	14.8	21.1	19.9	20.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5
A10	15.0	10.0	14.9	12.4	13.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
A11	26.2	15.3	23.0	21.2	22.3	1.2	0.4	0.6	0.4	2.6
A12	22.8	13.7	18.2	19.3	19.0	0.4	0.1	0.2	0.2	0.9
B1	20.8	11.3	19.6	15.8	17.7	0.8	0.2	0.4	0.2	1.7
B2	23.2	19.3	20.3	22.1	21.4	0.8	0.4	0.6	0.5	2.4
B3	24.9	15.7	17.8	18.3	20.1	0.9	0.3	0.3	0.3	1.8
B4	21.9	12.2	16.8	17.7	17.9	0.3	0.1	0.2	0.1	0.7
B5	23.0	14.5	19.5	17.8	19.6	1.8	0.6	0.9	0.5	3.8
B6	21.9	12.1	17.6	16.3	18.1	0.9	0.2	0.5	0.4	2.0
B7	19.9	12.2	17.5	17.5	17.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.5
B8	23.5	16.0	20.3	18.4	20.3	1.0	0.3	0.3	0.5	2.1
B9	19.5	13.6	19.6	16.1	18.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.5
B10	23.9	16.6	18.6	19.3	20.5	1.5	0.3	0.7	0.8	3.3

Mã số:										
Hat =	1		Khong san	1		Nauvang	1		Bang	1
Choi =	2		Co san	2		Nau do	2		Suon	2
						Xam den	3			

