BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

NGUYỄN ĐỨC HẢI

NGHIÊN CỨU ĐỘNG THÁI TÍCH LŨY CARBON CỦA RỪNG LUỒNG (*Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D.Z.Li) TRỒNG THUẦN LOÀI TẠI THANH HÓA

Ngành: Lâm sinh
Mã số: 9 62 02 05

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

HÀ NỘI - 2020

Công trình được hoàn thành tại:
TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

Người hướng dẫn khoa học:
1. GS.TS. Võ Đại Hải
2. PGS. TS. Lê Xuân Trường

Phản biện 1: …….
Phản biện 2: ……
Phản biện 3: …….

Luận án được bảo vệ trước hội đồng chấm luận án cấp đại học họp tại: **Trường Đại học Lâm Nghiệp**, *Ngày ….tháng … năm 2020*

Có thể tìm hiểu luận án:
- Thư viện Trường Đại học Lâm Nghiệp
- Thư viện quốc gia.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Luồng là cây đa tác dụng, có giá trị kinh tế cao, cây trồng một lần và cho khai thác nhiều lần trong thời gian dài, vì vậy Luồng đã được chọn là cây trồng chủ lực của nhiều địa phương. Thanh Hóa có diện tích trồng Luồng lớn nhất cả nước với khoảng 79.457 ha, một số huyện có diện tích trồng tập trung như Quan Hóa, Lang Chánh, Ngọc Lặc và Bá Thước. Ngoài giá trị về mặt kinh tế và xã hội, Luồng còn có vai trò quan trong việc bảo vệ môi trường, hấp thụ khí nhà kính. Hiện nay, các nghiên cứu về Luồng mới chỉ tập trung vào kỹ thuật trồng, nhân giống, khai thác,... chưa có công trình nào nghiên cứu về động thái tích lũy carbon của rừng Luồng trong suốt quá trình kinh doanh làm cơ sở cho công tác quản lý rừng bền vững và chi trả dịch vụ môi trường rừng. Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn đó, đề tài ***"Nghiên cứu động thái tích lũy carbon của rừng Luồng (Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D.A.Li*) trồng thuần loài tại Thanh Hóa"*** là thật sự cần thiết và có ý nghĩa khoa học lẫn thực tiễn.

2. Mục tiêu nghiên cứu

2.1. Về khoa học

Xác định được sinh khối và lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ và rừng Luồng trồng thuần loài tại Thanh Hóa.

Xác định được động thái sinh khối và carbon tích lũy trong rừng Luồng trồng thuần loài tại tỉnh Thanh Hóa.

2.2. Về thực tiễn

- Đề xuất được các giải pháp góp phần quản lý bền vững và duy trì bể chứa carbon trong rừng Luồng trồng thuần loài tại Thanh Hóa.

- Xây dựng được các phương trình dự báo sinh khối, lượng carbon tích lũy và động thái sinh khối, carbon của rừng Luồng trồng thuần loài.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

3.1. Ý nghĩa khoa học

Bổ sung kết quả nghiên cứu về sinh khối và động thái carbon tích lũy, góp phần định lượng giá trị phòng hộ môi trường của rừng Luồng trồng thuần loài tại Thanh Hóa.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả nghiên cứu là cơ sở khoa học cho việc quản lý rừng Luồng trồng thuần loài theo hướng bền vững, duy trì bể chứa carbon; xây dựng được các phương trình để xác định nhanh sinh khối và lượng carbon tích lũy của rừng Luồng thuần loài tại Thanh Hóa.

4. Những đóng góp mới của luận án

Xác định được động thái về sinh khối và lượng carbon tích lũy của rừng Luồng, bao gồm sinh khối và lượng carbon tích lũy trong rừng ở thời điểm hiện tại; sinh khối và lượng carbon tích lũy lấy ra khỏi rừng trong quá trình kinh doanh.

Xây dựng được các phương trình tương quan để xác định nhanh sinh khối và lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ và rừng Luồng.

5. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

5.1. Đối tượng nghiên cứu: Rừng Luồng trồng thuần loài.

5.2. Phạm vi nghiên cứu

+ Về sinh khối và carbon cây cá lẻ: nghiên cứu các bộ phận thân, cành, lá và thân khí sinh; xây dựng các phương trình dự báo sinh khối và carbon cây cá lẻ theo tuổi. Đối với rễ cây, mới chỉ nghiên cứu chung cho cả rừng mà chưa xác định được cho từng cây cá lẻ.

+ Về sinh khối và carbon tích lũy rừng Luồng: Đã nghiên cứu, xác định sinh khối tươi và sinh khối khô, lượng carbon tích lũy của rừng Luồng bao gồm sinh khối và carbon trong tầng cây Luồng, cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng và trong rễ cây Luồng dưới mặt đất, xác định

động thái sinh khối và carbon của rừng Luồng. Luận án chưa có điều kiện nghiên cứu lượng carbon trong đất rừng, cũng như chưa phân tích hàm lượng carbon trong cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng mà sử dụng hệ số chuyển đổi là 0,5 do IPCC đề xuất.

+ Luận án chưa có điều kiện nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện lập địa đến sinh khối, lượng carbon tích lũy của rừng Luồng.

5.3. Về địa bàn nghiên cứu:

Tại 4 huyện có diện tích rừng trồng Luồng nhiều nhất ở tỉnh Thanh Hóa là: Bá Thước, Lang Chánh, Ngọc Lặc và Quan Hóa.

6. Bố cục luận án

Luận án dài 131 trang, có 30 bảng, 30 hình và 4 ảnh, được kết cấu như sau:

Mở đầu: 4 trang; Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu: 27 trang; Chương 2: Nội dung và phương pháp nghiên cứu: 14 trang; Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận: 67 trang; Kết luận, tồn tại và kiến nghị: 3 trang, Tài liệu tham khảo 15 trang,

Chương 1
TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Trên thế giới:

Nghiên cứu sinh khối rừng có thể kể đến một số tác giả như: Riley, G.A (1944), Steemann Nielsen, E (1954), Fleming, R.H (1957) và Christensen (1997)… Một số phương pháp nghiên cứu sinh khối như dioxit carbon; "Chlorophyll"; Oxygen; thu hoạch, trong đó phương pháp cây mẫu được áp dụng phổ biến nhất.

Nghiên cứu về tích lũy carbon, một số tác giả nghiên cứu liên quan đến lĩnh vực này có thể kể đến: Brown và Pearce (1994), Wanthongchai và Piriyayota (2006), Druba (2008), Arnor và cộng sự (2002)…Theo McKenzie (2001) cho biết carbon trong hệ sinh thái

tập trung ở bốn bộ phận chính: Thảm thực vật còn sống trên mặt đất, vật rơi rụng, rễ cây và đất rừng.

Sinh khối và carbon của rừng tre nứa đã có một số tác giả nghiên cứu tiêu biểu như: Fayolle (2013) Seethalakshmi (2016), (Syam và Sruthi, 2017), Nath và cộng sự 2015a, Zhang (2014)…Theo INBAR (2019) đã hướng dẫn cách xác định sinh khối và carbon rừng tre nứa thông qua thân khí sinh. Phương pháp xác định là chặt cây tiêu chuẩn, trên cơ sở đó xây dựng phương trình dự báo sinh khối, carbon tích lũy dựa trên các nhân tố điều tra như $D_{1,3}$, Hvn và tuổi cây. Nghiên cứu về cây Luồng có các giả tiêu biểu như Bernard (2007), Dai Qihui, (1998), Fu và Xiao (1996), Xu Tiansen (1998).

1.2. Ở Việt Nam:

Việc nghiên cứu sinh khối rừng được tiến hành khá muộn so với các nghiên cứu trên thế giới. Tuy nhiên, bước đầu đã đạt được những thành tựu đáng kể, một số tác giả nghiên cứu liên quan đến lĩnh vực này có thể kể đến như: Võ Đại Hải, Bảo Huy, Viên Ngọc Nam, Vũ Tấn Phương, Nguyễn Thanh Tiến, Đặng Thinh Triều…

Nghiên cứu sinh khối và carbon rừng tre nứa, rừng Luồng tuy chưa nhiều nhưng đã có một số các tác giả nghiên cứu như: Lê Xuân Trường, Nguyễn Đình Hùng, Nguyễn Xuân Đông...

Các nghiên cứu về cây Luồng đến nay cũng đã khá toàn diện trong việc nghiên cứu nhân giống, kỹ thuật trồng, chăm sóc, sâu bệnh hại, khai thác,…một số tác giả tiêu biểu nghiên cứu trong lĩnh vực này có thể kể đến như Ngô Quang Đê, Nguyễn Quang Liên, Lê Xuân Trường, Đặng Thinh Triều, Bùi Thị Huyền…

1.3. Thảo luận chung

Thời gian qua đã có nhiều nghiên cứu về cây Luồng từ tạo giống tới kỹ thuật trồng... Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu nào một cách đầy đủ và hệ thống về động thái tích lũy carbon của rừng Luồng, trong đó

có lượng carbon được lấy ra khỏi rừng hàng năm, nhằm lượng hóa giá trị môi trường của rừng Luồng trong suốt quá trình kinh doanh.

Phương pháp nghiên cứu được áp dụng chủ yếu là sử dụng cây tiêu chuẩn, lấy mẫu sinh khối các bộ phận cây đem sấy khô và phân tích hàm lượng carbon trong phòng thí nghiệm hoặc sử dụng hệ số chuyển đổi từ sinh khối sang carbon do IPCC (2003) đề xuất. Đây cũng là cách tiếp cận mà luận án sử dụng để nghiên cứu trong đề tài.

Chương 2
NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu sinh khối cây cá lẻ Luồng.
- Nghiên cứu sinh khối rừng Luồng trồng thuần loài tại Thanh Hóa.
- Nghiên cứu khả năng tích lũy carbon của rừng Luồng trồng thuần loài tại Thanh Hóa.
- Nghiên cứu động thái sinh khối và carbon tích lũy trong rừng Luồng trồng thuần loài tại Thanh Hóa
- Đề xuất các giải pháp góp phần quản lý bền vững, duy trì bể chứa carbon và xác định nhanh sinh khối, lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng trồng thuần loài tại Thanh Hóa.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Quan điểm và cách tiếp cận của đề tài:

2.3.1.1. Quan điểm của đề tài

Nghiên cứu động thái sinh khối và carbon tích lũy của rừng Luồng dựa trên **quan điểm định lượng**, đề tài sẽ không nghiên cứu động thái (sự thay đổi trạng thái cây và rừng) trong quá trình phát triển như quá trình sinh măng, sinh trưởng và phát triển của cây…mà chỉ tập trung định lượng sinh khối và lượng carbon tích lũy của rừng tại thời điểm nghiên cứu cũng như động thái của nó theo tuổi rừng,

trong đó có sinh khối và lượng carbon trên rừng và đã lấy ra khỏi rừng trong quá trình kinh doanh.

Rừng Luồng được tạo nên bởi các cây cá lẻ, do đó luận án sẽ nghiên cứu động thái sinh khối và carbon tích lũy của cây cá lẻ và rừng Luồng. Ngoài ra, các thành phần khác của rừng Luồng như lớp cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng cũng sẽ được đề tài nghiên cứu về sinh khối và lượng carbon tích lũy.

2.3.1.2. Cách tiếp cận của đề tài.

- Tiếp cận theo hệ thống

- Tiếp cận nghiên cứu trên các ô định vị và tạm thời

- Tiếp cận theo tuổi cây và đường kính thân cây khí sinh

- Tiếp cận theo tuổi rừng

- Tiếp cận theo địa điểm nghiên cứu.

2.3.2. Phương pháp thu thập thông tin và số liệu thứ cấp

Đề tài kế thừa các nguồn thông tin, số liệu, công trình nghiên cứu đã có như: số liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội của 4 huyện; số liệu về hiện trạng rừng Luồng và các tài liệu có liên quan.

2.3.3. Phương pháp điều tra, thu thập số liệu ngoài hiện trường

2.3.2.1. Lựa chọn địa điểm và lập OTC nghiên cứu

Địa điểm nghiên cứu được thực hiện tại 4 huyện: Ngọc Lặc, Lang Chánh, Bá Thước và Quan Hóa. Tại mỗi huyện đã chọn 3 xã:

+ Huyện Ngọc Lặc chọn xã: Minh Sơn, Minh Tiến, Mỹ Tân.

+ Huyện Lang Chánh chọn xã: Tân Phúc, Quang Hiến, Đồng Lương.

+ Huyện Bá Thước chọn xã: Tân Lập, Điền Quang, Lương Trung.

+ Huyện Quan Hóa chọn xã: Nam Tiến, Hồi Xuân, Xuân Phú.

Tuổi rừng Luồng phân chia thành 6 cấp tuổi:

Cấp tuổi I: rừng từ 1 - 5 tuổi; Cấp tuổi II: rừng từ 6 - 10 tuổi;

Cấp tuổi III: rừng từ 11 - 15 tuổi; Cấp tuổi IV: rừng từ 16 - 20 tuổi;

Cấp tuổi V: rừng từ 21 - 25 tuổi; Cấp tuổi VI: rừng trên 25 tuổi.

Tại mỗi huyện nghiên cứu, lập 12 OTC diện tích 1000 m^2 (40 m x 25 m) để thu thập số liệu sinh trưởng, sinh khối và lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng.

2.3.3.2. Điều tra, thu thập số liệu về mật độ và sinh trưởng Luồng

Trong mỗi OTC, đánh số hiệu từng cây, khóm Luồng. Xác định tuổi cây cá lẻ: tuổi 1, tuổi 2, tuổi 3 và lớn hơn hoặc bằng tuổi 4. Tiến hành đo toàn bộ đường kính (cm) và chiều cao cây (m) và số cây/ha.

2.3.3.3. Phương pháp thu thập số liệu sinh khối và carbon

a) Phương pháp thu thập số liệu sinh khối cây cá lẻ Luồng

Phân chia đường kính cây Luồng theo các cấp kính: < 8,0 cm, 8,0-8,9 cm, 9,0-9,9 cm, 10,0-10,9 cm, 11,0-11,9 cm, và ≥ 12 cm. Tổng số cây tiêu chuẩn đã chặt là 192 cây, mỗi tuổi là 48 cây. Sau khi chặt hạ, đo đường kính tại vị trí 1.3m và chiều dài của cây. Sau đó, phân chia thành 3 bộ phận: Thân khí sinh, cành và lá của cây Luồng. Cân ngay tại rừng để xác định sinh khối tươi. Đào thân ngầm dưới gốc cây tiêu chuẩn, loại bỏ sạch đất và đem cân để xác định sinh khối tươi.

b) Thu thập số liệu sinh khối rễ Luồng

Xác định sinh khối rễ theo 8 ô dạng bản bố trí xung quanh bụi Luồng rồi từ đó tính ra tổng sinh khối rễ của rừng Luồng. Mỗi ô dạng bản có diện tích 0,25 m^2 (0,5 m x 0,5 m). Trên ô dạng bản tiến hành đào sâu 50cm, sau đó sàng và thu thập tất cả rễ cây Luồng. Cân ngay tại rừng để xác định sinh khối tươi.

c) Thu thập số liệu sinh khối cây bụi thảm tươi

Trong mỗi OTC diện tích 1000 m^2, lập 5 ô thứ cấp (4 ô ở 4 góc và 1 ô ở giữa OTC) diện tích 25m^2 (5m x 5m). Tổng số ô thứ cấp là 240 ô (mỗi huyện 60 ô). Trên các ô thứ cấp thu gom toàn bộ cây bụi, thảm tươi phía trên mặt đất sau đó cân để xác định sinh khối tươi.

d) Thu thập số liệu sinh khối vật rơi rụng:

Trong ô thứ cấp 25m^2 bố trí 1 ô dạng bản diện tích 1m^2 ở giữa ô, thu gom toàn bộ vật rơi rụng, cân ngay tại hiện trường thu được kết quả sinh khối tươi vật rơi rụng.

e) Xác định sinh khối Luồng được lấy ra khỏi rừng

Bố trí các ô nghiên cứu định vị để theo dõi việc khai thác Luồng trong thời gian 3 năm. Tại mỗi huyện, ứng với mỗi cấp tuổi bố trí 1 OTC định vị để theo dõi. Tổng số là 24 OTC. Hàng năm, thu thập số liệu về tuổi, đường kính, chiều cao và sinh khối của từng cây Luồng được khai thác. Sinh khối Luồng được lấy ra khỏi rừng gồm thân khí sinh và cành sẽ được cân ngay tại rừng để xác định sinh khối tươi.

2.3.4. Phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm

2.3.4.1. Sấy mẫu để xác định sinh khối

Các mẫu sinh khối tươi (các bộ phận cây Luồng, cây bụi thảm tươi, vật rơi rụng, rễ Luồng) sau khi lấy sẽ được đưa ngay tới phòng thí nghiệm để sấy khô ở 105^{0}C đến khối lượng không đổi để xác định sinh khối khô cho từng bộ phận.

2.3.4.2. Phân tích hàm lượng carbon trong các mẫu sinh khối

+ Phân tích hàm lượng carbon trong các bộ phận cây Luồng: theo phương pháp của Walkey và Black (nguyên lý của phương pháp là sử dụng ôxy hóa chất hữu cơ bằng dung dịch $K_2Cr_2O_7$ trong axít H_2SO_4)

+ Xác định lượng carbon trong cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng: Đề tài sử dụng hệ số chuyển đổi từ sinh khối khô sang carbon được khuyến nghị bởi IPCC (2003) là 0,5.

2.3.4. Phân tích và xử lý số liệu

- Sử dụng phương pháp thống kê toán học, phần mềm Excel và SPSS 22.0 trong lâm nghiệp để xử lý số liệu. Một số công cụ thống kê được sử dụng là thống kê mô tả, kiểm tra sự thuần nhất của các mẫu, phân tích phương sai hồi quy.

Chương 3.
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu sinh khối cây cá lẻ Luồng

3.1.1. Sinh khối tươi cây cá lẻ

3.1.1.1. Sinh khối tươi cây cá lẻ theo đường kính và tuổi

Kết quả kiểm tra sự khác biệt về sinh khối tươi cây cá lẻ theo tuổi và các cấp kính giữa các địa điểm nghiên cứu là không có sự khác biệt. Từ đó luận án đã gộp số liệu về sinh khối tươi cây cá lẻ ở các địa điểm nghiên cứu, kết quả trình bày tại bảng 3.1.

Bảng 3.1. Sinh khối tươi cây cá lẻ theo đường kính và tuổi cây

Cấp kính (cm)	Sinh khối theo tuổi cây (kg/cây)				
	1	2	3	≥ 4	Trung bình
< 8	19,9±1,1	22,4±2,2	22,3±2,4	23,0±2,9	22,0±2,5
8,0-8,9	24,1±2,3	27,2±7,1	28,7±3,9	29,3±2,6	27,4±5,2
9,0-9,9	30,9±5,3	34,5±5,5	36,6±3,4	35,9±7,3	34,3±5,7
10,0-10,9	35,9±4,3	38,6±2,9	39,5±8,6	39,2±5,4	38,3±6,0
11,0-11,9	38,4±5,3	42,9±7,6	43,5±9,2	43,8±7,1	41,0±7,4
≥12	43,6±4,1	47,7±6,5	47,9±2,7	48,2±1,8	46,5±7,1

Số liệu bảng 3.1 cho thấy sinh khối tươi cây cá lẻ Luồng tỷ lệ thuận với đường kính và tuổi cây. Sinh khối thấp nhất là cây tuổi 1 ứng với đường kính < 8 cm đạt 19,9 kg/cây, cao nhất là cây tuổi ≥ 4 với đường kính ≥12 cm đạt 42,8 kg/cây.

3.1.1.2. Cấu trúc sinh khối tươi cây cá lẻ

Sinh khối tươi cây cá lẻ của Luồng chủ yếu tập trung ở phần thân khí sinh (chiếm 70,0%), sinh khối cành (chiếm 13,1%), thân ngầm (chiếm 8,9%) và thấp nhất là sinh khối lá (chiếm 8,0%).

3.1.2. Sinh khối khô cây cá lẻ

3.1.2.1. Sinh khối khô cây cá lẻ theo đường kính và tuổi

Kết quả nghiên cứu được trình bày ở bảng 3.2.

Bảng 3.2. Sinh khối khô cây cá lẻ theo đường kính và tuổi cây

Đường kính (cm)	Sinh khối theo tuổi cây (kg/cây)				Trung bình (kg/cây)
	1	2	3	≥4	
< 8	10,2±0,9	11,0±1,2	11,5±0,7	12,2±1,7	11,2±1,4
8,0-8,9	12,5±1,4	13,1±2,9	14,3±2,0	15,5±1,5	13,7±2,4
9,0-9,9	14,9±2,4	16,1±2,6	18,4±1,8	17,9±4,0	16,7±2,9
10,0-10,9	17,3±2,2	18,8±1,7	19,5±4,2	19,4±2,9	18,7±3,1
11,0-11,9	18,8±2,5	21,3±3,9	21,8±5,1	21,9±2,7	20,3±3,8
≥12	21,3±2,1	23,5±4,4	23,6±1,7	23,8±1,4	22,9±3,0

Số liệu cho thấy sinh khối khô của cây cá lẻ Luồng cũng tăng dần theo đường kính của cây. Lượng sinh khối khô trung bình dao động từ 11,2 - 22,9 kg/cây, tương ứng với đường kính < 8cm đến ≥ 12 cm. Xét về tuổi cây thì sinh khối khô biến động mạnh nhất là cây tuổi 1 đến tuổi 2, cây từ tuổi 3 đến tuổi 4 không có sự biến động nhiều.

3.1.2.2. Cấu trúc sinh khối khô các bộ phận cây cá lẻ

Sinh khối khô của cây cá lẻ Luồng tập trung chủ yếu ở thân khí sinh (chiếm 71,4%), sinh khối cành (chiếm 13,2%), thân ngầm (chiếm 8,9%) và sinh khối khô của lá là ít nhất (chiếm 6,5%).

3.1.3. Động thái sinh khối theo tuổi cây Luồng

Động thái sinh khối theo tuổi cây Luồng là trạng thái vận động có tính kế tiếp nhau và trải qua 3 giai đoạn: tái sinh, sinh trưởng và phát triển. Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng sinh khối ở cây tuổi 2 tăng so với cây tuổi 1 trung bình từ 1,05 - 1,13 lần, cây ở tuổi 3 lượng sinh khối tăng so với cây tuổi 2 từ 1,02 - 1,14 lần. Lượng sinh khối không biến động nhiều khi cây ở tuổi 3 và ≥ 4.

Xét theo từng cấp kính, sinh khối cây cá lẻ tuổi 1 luôn thấp hơn sinh khối cây cá lẻ ở tuổi 2, 3, 4. Sinh khối cây cá lẻ tuổi 2, 3, 4 không có sự biến động nhiều, đặc biệt là ở cấp kính lớn hơn 10 cm.

3.1.4. Mối quan hệ giữa sinh khối tươi và khô cây cá lẻ với các nhân tố điều tra

Bảng 3.3. Tương quan giữa sinh khối tươi và khô cây cá lẻ với các nhân tố điều tra

TT	Tuổi cây	Nội dung	R^2	Std	Sig R	Sig Ta1	Ký hiệu PT
I	**Phương trình tương quan giữa sinh khối tươi với nhân tố điều tra $D_{1.3}$, H_{vn}**						
1	1	$LnSKT_{tuổi\ 1}$ = 0,396 + 1,386x$LnD_{1.3}$	0,73	0,13	0,00	0,00	3.1
2	2, 3, 4	$LnSKT_{tuổi\ 2,3,4}$ = -0,093 + 0,931x$LnD_{1,3}$ + 0,650xLnHvn	0,73	0,14	0,00	0,00	3.2
3	Chung	$LnSKT_{chung}$ = 0,017 + 1,049x$lnD_{1,3}$ + 0,498xlnHvn	0,69	0,14	0,00	0,00	3.3
II	**Phương trình tương quan giữa sinh khối khô với nhân tố điều tra $D_{1.3}$, H_{vn}**						
1	1	$LnSKK_{tuổi\ 1}$ = -0,078 + 1,281x$LnD_{1,3}$	0,70	0,13	0,00	0,00	3.4
2	2,3,4	LnSKK2,3,4 = -0,601 + 0,943x$LnD_{1,3}$ + 0,561xLnHvn	0,70	0,14	0,00	0,00	3.5
3	Chung	$LnSKK_{chung}$ = -0,494 + 1,032x$LnD_{1,3}$ + 0,433xLnHvn	0,66	0,15	0,00	0,00	3.6

Kết quả đã xây dựng được 6 phương trình từ phương trình 3.1 đến phương trình 3.6 biểu diễn tốt mối quan hệ giữa sinh khối tươi và khô theo tuổi cây với $D_{1,3}$, Hvn. Trường hợp không biết chính xác tuổi của cây cá lẻ Luồng ta có thể sử dụng phương trình 3.3 và 3.6 để xác định nhanh sinh khối tươi và sinh khối khô cho cây cá lẻ Luồng.

3.2. Nghiên cứu sinh khối rừng Luồng.

3.2.1. Sinh khối tươi rừng Luồng

3.2.1.1. Sinh khối tươi tầng cây Luồng

Sinh khối tươi của tầng cây Luồng bao gồm tổng sinh khối các bộ phận (thân khí sinh, cành cây, lá cây và thần ngầm). Sinh khối tươi của Luồng dao động từ 37,05 - 77,96 tấn/ha, trung bình ở các cấp tuổi và địa điểm nghiên cứu đạt 60,96 tấn/ha. Lượng sinh khối

tập trung ở thân khí sinh (chiếm 70,02%), cành (chiếm 13,19%), thân ngầm (chiếm 9,45%) và lá là ít nhất (chiếm 8,23%).

3.2.1.2. Sinh khối tươi của rễ Luồng

Sinh khối tươi của rễ Luồng dao động từ 3,48 - 6,30 tấn/ha và trung bình đạt 5,56 tấn/ha. Sinh khối rễ Luồng tính trung bình bằng 1/2 sinh khối thân ngầm và bằng khoảng 2/3 sinh khối cành.

3.2.1.3. Sinh khối tươi cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng

Sinh khối tươi của cây bụi thảm tươi có sự biến động giữa các cấp tuổi rừng, lượng sinh khối đạt cao nhất khi rừng ở cấp tuổi I và thấp nhất khi rừng ở cấp tuổi VI, trung bình đạt 1,18 tấn/ha.

Sinh khối tươi vật rơi rụng thì biến động theo chiều ngược lại, trung bình các cấp tuổi rừng và địa điểm nghiên cứu đạt 3,40 tấn/ha.

3.2.1.4. Sinh khối tươi của rừng Luồng

Tổng sinh khối tươi của rừng Luồng được cấu thành từ sinh khối tầng cây Luồng, sinh khối cây bụi thảm tươi, sinh khối vật rơi rụng và sinh khối rễ Luồng. Sinh khối tươi của rừng Luồng trung bình ở các cấp tuổi rừng và địa điểm nghiên cứu đạt 71,06 tấn/ha, tập trung chủ yếu sinh khối tầng cây Luồng (chiếm 85,66%); sinh khối rễ (chiếm 7,72%), vật rơi rụng (chiếm 4,88%) và thấp nhất là sinh khối cây bụi, thảm tươi (chiếm 1,73%).

3.2.3. Nghiên cứu sinh khối khô rừng Luồng

3.2.3.1. Sinh khối khô tầng cây Luồng

Sinh khối khô của tầng cây Luồng biến động mạnh giữa các cấp tuổi rừng và các huyện nghiên cứu, lượng sinh khối dao động từ 17,60-38,28 tấn/ha, trung bình đạt 30,25 tấn/ha. Cấu trúc sinh khối khô của tầng cây Luồng tập trung chủ yếu ở thân khí sinh (chiếm 70,47%), cành (chiếm 13,38%), thân ngầm (chiếm 9,42%) và thấp nhất là lá (chiếm 6,72%).

3.2.3.2. Sinh khối khô rễ Luồng.

Sinh khối khô của rễ Luồng thấp nhất đạt 1,81 tấn/ha ứng với cấp tuổi rừng I và cao nhất là 3,20 tấn/ha khi rừng ở cấp tuổi V, trung bình ở các cấp tuổi rừng và địa điểm nghiên cứu đạt 2,83 tấn/ha.

3.2.3.3. Sinh khối khô cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng

Kết quả nghiên cứu cho thấy sinh khối khô của cây bụi thảm tươi và vật rơi rụng không có biến động lớn giữa các cấp tuổi rừng và địa điểm nghiên cứu. Trung bình sinh khối khô của cây bụi thảm tươi đạt 0,51 tấn/ha và vật rơi rụng đạt 2,23 tấn/ha.

3.2.3.4. Sinh khối khô rừng Luồng thuần loài tại Thanh Hóa

Sinh khối khô của rừng Luồng chủ yếu tập trung ở sinh khối tầng cây Luồng, trung bình chiếm 84,14%, rễ Luồng chiếm 7,88%, vật rơi rụng chiếm 6,56% và thấp nhất là cây bụi thảm tươi chiếm 1,42%. Lượng sinh khối khô của rừng Luồng đạt cao nhất là 39,89 tấn/ha (rừng ở cấp tuổi V), thấp nhất là 24,66 tấn/ha (khi rừng ở cấp tuổi I) và trung bình đạt 35,95 tấn/ha.

3.2.3.5. Mối quan hệ giữa sinh khối tươi và sinh khối khô rừng Luồng với các nhân tố điều tra.

Bảng 3.4. Tương quan giữa sinh khối tươi và khô của rừng Luồng với các nhân tố điều tra

TT	Tên phương trình	R^2	Std	Sig.Ta	Sig.Tb	Ký hiệu PT
I	**Mối quan hệ giữa sinh khối tươi rừng Luồng với các nhân tố điều tra**					
1	$LnSK_{Tươi} = - 6,216 + 0,18 x lnD_{1,3}^2 x Hvn + 1,2 x lnN$	0,86	0,07	0,00	0,00	3.7
II	**Mối quan hệ giữa sinh khối khô rừng Luồng với các nhân tố điều tra**					
1	$SK_{Khô} = -10,429 + 0,009 x D_{1,3}^2 x Hvn + 0,017 x N$	0,85	2,60	0,00	0,00	3.8

Kết quả đã xây dựng được hai phương trình tương quan giữa sinh khối tươi và sinh khối khô rừng Luồng với các nhân tố điều tra (phương trình 3.7 và phương trình 3.8).

3.3. Nghiên cứu khả năng tích lũy carbon của rừng Luồng

3.3.1. Lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ Luồng

3.3.1.1. Hàm lượng carbon trong các bộ phận cây cá lẻ Luồng

Bảng 3.5. Hàm lượng carbon trong các bộ phận cây cá lẻ Luồng

Tuổi	Hàm lượng carbon trong các bộ phận của cây (%)			
	Thân khí sinh	Thân ngầm	Cành	Lá
1	50,9	48,1	48,2	42,0
2	52,2	51,3	49,9	43,0
3	52,7	52,2	50,7	42,9
≥4	53,6	53,1	50,4	42,2
TB	**52,3**	**51,2**	**49,8**	**42,6**

Kết quả cho thấy, hàm lượng carbon trong các bộ phận thân khí sinh, cành, lá, thân ngầm là có sự khác nhau. Hàm lượng carbon ở phần thân khí sinh là lớn nhất, trung bình đạt 52,3%, ở thân ngầm 51,2% và cành là 49,8%, thấp nhất là hàm lượng carbon trong lá, trung bình đạt 42,6%.

3.3.1.2. Carbon cây cá lẻ Luồng theo đường kính và tuổi

Bảng 3.6. Carbon trong cây cá lẻ theo đường kính và tuổi cây

Đường kính (cm)	Lượng carbon theo tuổi cây (kg/cây)				Trung bình (kg/cây)
	1	2	3	≥4	
< 8	5,1±0,3	5,7±0,7	6,0±0,5	6,4±0,9	5,8±0,8
8,0-8,9	6,3±0,7	6,8±1,6	7,4±1,1	8,1±0,8	7,0±1,3
9,0-9,9	7,5±1,3	8,2±1,2	9,5±1,0	9,5±2,0	8,6±1,6
10,0-10,9	8,7±1,2	9,8±0,9	10,1±2,2	10,2±1,4	9,6±1,7
11,0-11,9	9,3±1,2	11,2±2,0	11,0±2,6	11,2±1,4	10,3±2,0
≥12	10,4±1,2	12,3±2,1	12,3±0,7	12,3±0,7	11,6±1,6

Lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ Luồng trung bình dao động từ 5,8 - 11,6 kg/cây, tương ứng với đường kính cây < 8 cm đến ≥ 12 cm. Trong đó xét về tuổi cây lượng carbon tăng từ cây tuổi 1 đến cây tuổi ≥ 4, tuy nhiên chỉ tăng mạnh từ tuổi 1 đến tuổi 2, không có sự khác biệt nhiều giữa tuổi 3 và tuổi ≥ 4 ở cùng một cấp kính.

3.3.1.3. Động thái carbon cây cá lẻ Luồng theo tuổi

Lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ ở tuổi 1 dao động từ 5,1 - 10,4 kg/cây, khi cây Luồng sang tuổi 2 lượng carbon tăng từ 1,07 - 1,2 lần so với cây tuổi 1. Cây ở tuổi 3 lượng carbon tăng so với cây tuổi 2 từ 1,02 - 1,14 lần. Khi cây ở tuổi 3 và ≥ 4 lượng carbon không thay đổi nhiều giữa 2 tuổi này, có thể nói lượng carbon đã ổn định.

3.3.1.4. Cấu trúc lượng carbon trong các bộ phận cây cá lẻ

Lượng carbon trong cây cá lẻ tập trung chủ yếu ở thân khí sinh, (chiếm 73,0%), thân ngầm (chiếm 8,8%), thấp nhất là trong lá (đạt 5,4%). Lượng carbon tích lũy tăng dần từ cây tuổi 1 đến tuổi 4, cụ thể khi cây ở tuổi 1 lượng carbon là 6,2 kg/cây và tăng lên 6,3 kg/cây, 6,5 kg/cây và 6,9 kg/cây ứng với cây tuổi 2, 3 và ≥ 4.

3.3.2. Lượng carbon tích lũy của tầng cây Luồng

Lượng carbon tích lũy của tầng cây Luồng cũng tăng dần theo thời gian, ở cấp tuổi rừng I lượng carbon tích lũy thấp nhất đạt trung bình 14,41 tấn/ha và carbon tích lũy cao nhất khi rừng ở cấp tuổi V đạt 17,25 tấn/ha. Cấu trúc carbon tích lũy của tầng cây Luồng chủ yếu ở phần thân khí sinh với 72,34%, tiếp đó là cành đạt 13,13%; trong thân ngầm chiếm 9,35% và trong lá chiếm ít nhất là 5,18%.

3.3.3. Lượng carbon tích lũy trong rễ Luồng

Ở cấp tuổi rừng I, lượng carbon tích lũy trong rễ trung bình đạt 1,09 tấn/ha. Ở cấp tuổi II tăng lên 1,15 tấn/ha. Khi rừng ở cấp tuổi III - VI là không có sự biến động nhiều, trung bình đạt 1,17 tấn/ha.

3.3.4. Lượng carbon tích lũy trong cây bụi, thảm tươi và vật rơi rụng

Lượng carbon tích lũy trong cây bụi thảm tươi giảm dần khi tuổi rừng tăng, dao động từ 0,18-0,21 tấn/ha, trung bình đạt 0,19 tấn/ha. Lượng carbon tích lũy trong vật rơi rụng dao động từ 0,66-0,79 tấn/ha, trung bình đạt 0,73 tấn/ha.

3.3.5. Lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng trồng thuần loài

Lượng carbon tích trong rừng Luồng dao động từ 11,09-20,54 tấn/ha, trung bình đạt 17,57 tấn/ha. Lượng carbon chủ yếu tập trung ở tầng cây Luồng, trung bình đạt 88,07% và carbon trong rễ Luồng (đạt 6,66%), tiếp theo là lượng carbon tích lũy trong vật rơi rụng (đạt 4,16%) và thấp nhất là lượng carbon tích lũy trong cây bụi thảm tươi đạt tỷ lệ thấp nhất là 1,11%.

3.3.6. Mối quan hệ giữa lượng carbon tích lũy với các nhân tố điều tra

Bảng 3.7. Tương quan giữa lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ và rừng Luồng

TT	Phương trình	R^2	Std	Sig R	Sig Ta1	Sig Ta2	Sig Ta3	Ký hiệu PT
I	**Tương quan giữa các lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ**							
1	$LnC_1 = -0,619 + 1,212xLnD_{1,3}$	0,66	0,14	0,00	0,00	0,00		3.9
2	$LnC_{2,3,4} = -1,403 + 0,911xLnD_{1,3} + 0,647xLnHvn$	0,69	0,15	0,00	0,00	0,00		3.10
3	$LnC_{chung} = -1,207 + 0,962xlnD_{1,3} + 0,514xLnHvn$	0,65	0,15	0,00	0,00	0,00		3.11
II	**Tương quan giữa lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng**							
1	$LnC_{LP} = - 2,326+ 0,860xLnD_{1,3} + 0,102xLnHvn + 0,988xLnN$	0,97	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	3.12

- Đối với cây cá lẻ: xây dựng được 3 phương trình (3.9 đến 3.11) để xác định nhanh lượng carbon tích lũy thông qua $D_{1.3}$ và Hvn. Trrường hợp không xác định chính xác được tuổi cây cá lẻ, có thể sử dụng phương trình 3.11 để áp dụng chung cho các tuổi cây.

- Đối với rừng Luồng: xây dựng được 1 phương trình 3.12 biểu diễn tốt mối quan hệ giữa lượng carbon tích lũy của rừng Luồng với các nhân tố điều tra $D_{1,3}$, Hvn và N.

3.4. Nghiên cứu động thái sinh khối và carbon tích lũy rừng Luồng

3.4.1. Động thái sinh khối rừng Luồng

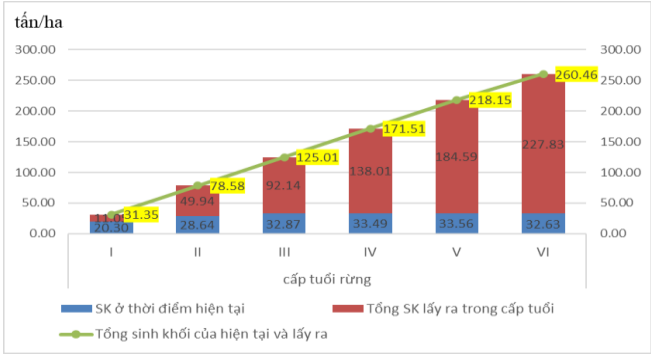
3.4.1.1. Lượng sinh khối khô lấy ra khỏi rừng Luồng hàng năm

Sinh khối khô lấy ra khỏi rừng hàng năm dao động trung bình từ 5,1 tấn/ha/năm khi rừng ở cấp tuổi I đến 9,81 tấn/ha/năm ở rừng cấp tuổi IV. Sinh khối lấy ra ở cấp tuổi II cao hơn ở cấp tuổi I khoảng 40%, Từ cấp tuổi II đến cấp tuổi IV sinh khối lấy ra cũng tăng nhanh từ 7,78 dến 9,18 tấn/ha/năm. Sự chênh lệch giữa sinh khối lấy ra khỏi rừng ở cấp tuổi IV và V không nhiều, trung bình từ 9,18 - 9,32 tấn/ha.

Về cấu trúc lượng sinh khối lấy ra khỏi rừng chủ yếu tập trung ở phần thân khí sinh (chiếm 80%) còn lại là cành (chiếm 20% lượng sinh khối mang ra khỏi rừng).

3.4.1.2. Động thái sinh khối rừng Luồng trồng thuần loài

Lượng sinh khối lấy ra khỏi rừng Luồng là rất lớn. Ở cấp tuổi rừng I lượng sinh khối đã lấy ra 11,05 tấn/ha, lượng sinh khối này tăng lên gấp 5 lần khi rừng ở cấp tuổi II đạt 49,93 tấn/ha và đạt cao nhất khi rừng ở cấp tuổi V, đạt 250,45 tấn/ha. Trung bình hàng năm có 12,5 tấn sinh khối khô được lấy ra/ha. Hình 3.25.



Hình 3.25. Động thái sinh khối rừng Luồng trồng thuần loài

Khi so sánh sinh khối lấy ra khỏi rừng với sinh khối hiện có trên rừng, kết quả cho thấy ở cấp tuổi rừng I, sinh khối lấy ra chỉ bằng 80% lượng sinh khối hiện có trên rừng. Đến cấp tuổi rừng II, lượng sinh khối lấy ra cao gần gấp 2 lần lượng sinh khối hiện có, ở cấp tuổi rừng IV là 4,3 lần và cấp tuổi rừng V là 5,5 lần. Ở cấp tuổi rừng VI, lượng sinh khối lấy ra đã cao hơn 6,5 lần so với sinh khối hiện tại của rừng và đạt 260,46 tấn/ha.

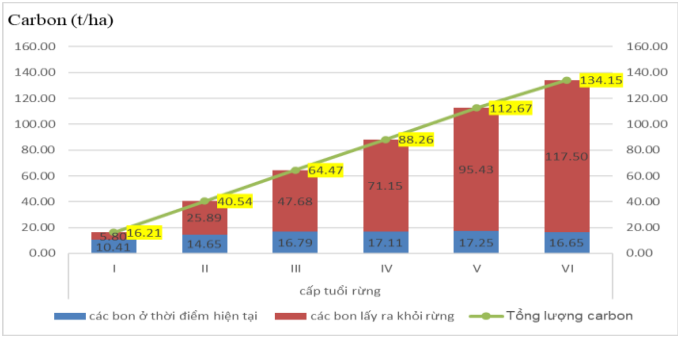
3.4.2. Động thái carbon rừng Luồng thuần loài tại Thanh Hóa

3.4.2.1. Lượng carbon lấy ra khỏi rừng hàng năm

Ở cấp tuổi rừng I, lượng carbon lấy ra khỏi rừng dao động từ 2,7 - 3,05 tấn/ha/năm. Lượng carbon lấy ra ở cấp tuổi II tăng mạnh và gấp 1,4 lần so với ở cấp tuổi I, khi rừng ở cấp tuổi III là 4,36 tấn/ha, cao hơn 8% so với ở cấp tuổi II; lượng carbon lấy ra cho thấy ổn định từ cấp tuổi III đến cấp V và giảm xuống khi rừng ở cấp tuổi VI. Lượng carbon lấy ra khỏi rừng ở các huyện không có sự khác biệt lớn giữa huyện Bá Thước, Quan Hóa và Lang Chánh. lượng carbon lấy ra ở huyện Ngọc Lặc là cao nhất ở các cấp tuổi.

3.4.2.2. Động thái carbon rừng Luồng

Cùng với sự tích lũy carbon trong rừng Luồng ở thời điểm hiện tại thì một lượng lớn carbon đã được lấy ra trong suốt quá trình kinh doanh, cụ thể khi rừng ở cấp tuổi I, lượng carbon lấy ra khỏi rừng là 5,80 tấn/ha, sang cấp tuổi II con số này đã tăng lên gấp gần 4 lần, đạt 25,89 tấn/ha. Lượng carbon tích lũy lấy ra khỏi rừng tăng trung bình khoảng 22 tấn/ha/5 năm. Đến cấp tuổi VI, lượng carbon đã lấy ra khỏi rừng đạt 117,50 tấn/ha, cao gấp 7 lần so với lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng hiện tại (16,65 tấn/ha) (Hình 3.27).



Hình 3.27. Động thái carbon rừng Luồng trồng thuần loài

3.4.2.3. Mô hình động thái sinh khối và carbon rừng Luồng

Kết quả đã xây dựng được mô hình động thái sinh khối và carbon rừng Luồng được trình bày tại bảng 3.13

Bảng 3.8. Mô hình động thái sinh khối và carbon rừng Luồng

TT	Tên phương trình	R^2	Std	Sig.Ta	Sig.Tb	Ký hiệu PT
I	**Mô hình động thái sinh khối khô**					
1	$LnSKK_{ĐT}$ = - 4,561+ 1,0018xLnA + 0,856xLnN	0,98	0,093	0,00	0,00	3.13
II	**Mô hình động thái carbon**					
1	$LnC_{ĐT}$ = -5,381 + 0,992xLnA + 0,880xLnN	0,98	0,096	0,00	0,00	3.14

Kết quả cho thấy đã xây dựng được 1 phương trình (3.13) biểu diễn tốt động thái sinh khối khô và 1 phương trình (3.14) biểu diễn tốt động thái carbon tích lũy của rừng Luồng theo tuổi và mật độ của rừng. Vì vậy, có thể sử dụng các phương trình trên để xác định nhanh động thái sinh khối và carbon tích lũy hiện tại và lấy ra khỏi lâm phần trong suốt quá trình kinh doanh.

3.5. Đề xuất các giải pháp góp phần quản lý bền vững, duy trì bể chứa carbon và xác định nhanh sinh khối, lượng carbon tích lũy rừng Luồng tại Thanh Hóa

3.5.1 Đề xuất các giải pháp quản lý rừng Luồng theo hướng bền vững và duy trì bể chứa carbon.

3.5.1.1. Những giải pháp chung

- Về đất đai và quản lý quy hoạch: mặc dù UBND tỉnh đã có Quyết định phê duyệt vùng trồng thâm canh Luồng, tuy nhiên cần kiểm tra, đánh giá việc thực hiện quy hoạch.

- Tổ chức sản xuất: Những diện tích Luồng sinh trưởng phát triển bình thường cần chỉ đạo các chủ rừng thực hiện chăm sóc và khai thác bền vững. Những diện tích có năng suất thấp cần đẩy mạnh việc phục tráng rừng Luồng.

3.5.1.2. Những giải pháp cụ thể

- Đối với cây cá lẻ Luồng: Lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ tăng mạnh từ tuổi 1 đến tuổi 2 và ổn định khi cây bước sang tuổi 3 và tuổi ≥ 4, vì vậy khi khai thác chỉ chặt những cây Luồng có tuổi 3 - 4 và lớn hơn để không ảnh hưởng đến lượng carbon tích lũy tối đa trong thân cây cũng như tính bền vững của rừng.

- Lượng carbon tăng mạnh từ cấp tuổi rừng I đến cấp tuổi rừng II, vì vậy thời gian khai thác ổn định là rừng ở cấp tuổi II (rừng từ năm thứ 6 trở đi). Khi rừng ở cấp tuổi VI (rừng > 25 tuổi) lượng sinh khối và carbon tích lũy bắt đầu giảm so với cấp tuổi V, vì vậy cần có biện

pháp kỹ thuật trong thâm canh và phục tráng rừng Luồng ở cấp này nhằm đảm bảo về sinh trưởng cũng như mật độ của rừng được ổn định (từ 2500 - 2600 cây/ha). Trường hợp rừng Luồng bị thoái hóa cần phá bỏ và trồng lại bằng những giống Luồng có năng suất cao.

- Phải khai thác rừng đúng thời vụ, từ tháng 10 năm trước đến tháng 3 năm sau (bắt đầu khi số măng đã định hình và kết thúc trước vụ sinh măng). Bên cạnh đó cần tập huấn cho các chủ rừng về kỹ thuật thâm canh và khai thác thân khí sinh của Luồng đúng tuổi, đúng thời vụ, lựa cây chặt chính xác để rừng phát triển bền vững.

- Không phát dọn cây bụi thảm tươi và thu gom vật rơi rụng: Ngoài việc tích lũy carbon ra, thảm tươi và vật rơi rụng còn có tác dụng che phủ mặt đất, chống xói mòn và rửa trôi chất dinh dưỡng.

3.5.2. Đề xuất phương pháp xác định nhanh sinh khối và lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng

3.5.2.1. Xác định nhanh sinh khối tươi, sinh khối khô và carbon tích lũy của cây cá lẻ Luồng.

- *Đối với sinh khối tươi*: sử dụng các phương trình tương quan 3.1 đến 3.3 để xác định sinh khối tươi cây cá lẻ Luồng.

- *Đối với sinh khối khô*: sử dụng các phương trình tương quan 3.4 đến 3.6 để xác định sinh khối khô cây cá lẻ Luồng.

- *Đối với lượng carbon tích lũy*: sử dụng các phương trình 3.9 đến 3.11 để xác định carbon tích lũy trong cây cá lẻ Luồng.

3.5.2.2 Xác định nhanh sinh khối tươi, sinh khối khô và carbon tích lũy của rừng Luồng trồng thuần loài

- Sử dụng phương trình 3.7; 3.8 và 3.12 để xác định sinh khối tươi, khô và carbon tích lũy của rừng Luồng.

3.5.2.3. Xác định động thái sinh khối và carbon tích lũy của rừng Luồng

- Sử dụng phương trình 3.13 và 3.14 để xác định động thái sinh khối khô và carbon tích lũy của rừng Luồng.

KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

1.1. Sinh khối và lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ

- Sinh khối tươi cây cá lẻ Luồng dao động từ 19,9 - 48,2 kg/cây, tập trung ở thân khí sinh (70,0%), cành (13,1%), thân ngầm (8,9%) và lá (8,0%). Sinh khối khô cây cá lẻ dao động từ 10,2 - 23,8 kg/cây, thân khí sinh (71,4%), cành (13,2%), thân ngầm (8,9%) và lá (6,5%).

- Hàm lượng carbon trong phần thân khí sinh là 52,3%, thân ngầm 51,2%, cành là 49,8% và lá chiếm 42,6%. Lượng carbon trong cây cá lẻ Luồng dao động từ 5,1 - 12,3 kg/cây (thân khí sinh chiếm lớn nhất: 73,0%, cành: 12,8%, thân ngầm: 8,8% và cuối cùng trong lá: 5,4%).

1.2. Sinh khối và lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng

- Tổng sinh khối tươi rừng Luồng dao động từ 42,65 - 89,05 tấn/ha, trung bình đạt 71,06 tấn/ha. Tập trung ở tầng cây Luồng (85,66%), rễ Luồng (7,72%), vật rơi rụng (4,88%), cây bụi thảm tươi (1,73%).

- Tổng sinh khối khô dao động từ 21,65 - 44,87 tấn/ha, trung bình đạt 35,95 tấn/ha. Sinh khối khô tập trung ở tầng cây Luồng (84,14%), rễ (7,88%), vật rơi rụng (6,56%) và cây bụi thảm tươi (1,42%).

- Lượng carbon tích lũy trong rừng Luồng dao động từ 11,09 - 20,54 tấn/ha. Trong đó tập trung ở cây Luồng (88,07%), rễ (6,66%), vật rơi rụng (4,16%) và ít nhất là cây bụi thảm tươi (1,11%).

1.3. Động thái sinh khối và carbon tích lũy theo tuổi cây cá lẻ

- Động thái sinh khối: sinh khối ở cây tuổi 2 tăng so với cây tuổi 1 trung bình từ 1,05 - 1,13 lần, cây ở tuổi 3 tăng so với cây tuổi 2 từ 1,02 - 1,14 lần. Cây ở tuổi 3 và 4 sinh khối gần như ổn định.

- Động thái carbon: Cây tuổi 2 lượng carbon tăng từ 1,08 - 1,13 lần so với cây tuổi 1, cây ở tuổi 3 lượng carbon tăng so tuổi 2 từ 1,03 - 1,15 lần. Cây ở tuổi 3 và 4 lượng carbon không biến động nhiều.

1.4. Động thái sinh khối và carbon tích lũy của rừng Luồng

- Động thái sinh khối rừng Luồng: Tổng lượng sinh khối hiện tại và đã lấy ra khỏi rừng Luồng tăng dần theo cấp tuổi, khi rừng ở cây tuổi II tổng sinh khối đạt 73,66 tấn/ha, cấp tuổi III đạt 125,01 tấn/ha (tăng 1,7 lần so với cấp tuổi II), khi rừng sang cấp tuổi IV tổng sinh khối đã tăng 2,32 lần. Đạt cao nhất khi rừng ở cấp tuổi VI, lượng sinh khối tăng 17,1 lần so với cấp tuổi II và đạt 260,46 tấn/ha.

- Động thái carbon tích lũy rừng Luồng: tổng lượng carbon ở tuổi cấp tuổi I đạt 16,21 tấn/ha, ở cấp tuổi II tổng lượng carbon tăng 2,34 lần so với cấp tuổi I và tăng lên 3,98 lần khi ở cấp tuổi III. Lượng carbon tăng cao nhất khi rừng ở cấp tuổi VI đạt 134,15 tấn/ha.

1.5. Xây dựng các phương trình tương quan

- Xây dựng được 12 phương trình tương quan giữa sinh khối tươi, khô và lượng carbon tích lũy trong cây cá lẻ và rừng Luồng với các nhân tố điều tra như: $D_{1.3}$, Hvn, tuổi (A) và mật độ (N) của rừng.

- Xây dựng được 2 phương trình động thái sinh khối và carbon của rừng Luồng với các nhân tố điều tra: tuổi (A) và mật độ (N) của rừng.

1.6. Đề xuất giải pháp

- Luận án đã đề xuất được các giải pháp cụ thể quản lý rừng Luồng theo hướng bền vững, góp phần duy trì bể chứa carbon của rừng Luồng thuần loài tại Thanh Hóa.

- Luận án đã đề xuất sử dụng tỷ lệ carbon tích lũy trung bình của thân khí sinh Luồng là 72,34%, tương đương với hệ số chuyển đổi là 1,38 để chuyển đổi ra lượng carbon tích lũy trong toàn bộ cây Luồng.

2. Tồn tại

- Do hạn chế về mặt thời gian, kinh phí nên luận án chưa có điều kiện nghiên cứu lượng carbon tích lũy trong đất rừng cũng như ảnh

hưởng của lập địa đến sinh khối và lượng carbon tích lũy của rừng Luồng.

- Luận án chỉ nghiên cứu ở 4 huyện có Luồng phân bố tập trung, chưa có điều kiện thu thập số liệu ở các huyện khác trong tỉnh.

3. Kiến nghị

- Để có thêm cơ sở khoa học cho việc chi trả dịch vụ môi trường rừng cho rừng trồng Luồng, cần có thêm các nghiên cứu để xác định lượng carbon tích lũy trong đất rừng Luồng cũng như việc sử dụng Luồng sau khai thác cho các mục đích khác nhau.

- Các kết quả nghiên cứu có thể sử dụng để tính toán giá trị dịch vụ hấp thụ và lưu giữ carbon của hệ sinh thái rừng Luồng thuần loài làm cơ sở cho việc chi trả dịch vụ môi trường. Các phương trình dự báo sinh khối và carbon có thể được sử dụng để xác định lượng sinh khối và carbon tích lũy cho rừng Luồng trồng thuần loài trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa và áp dụng ở các vùng có Luồng phân bố với điều kiện sinh thái tương tự.

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

1. Nguyễn Đức Hải, Nguyễn Hoàng Tiệp, 2019. Nghiên cứu sinh khối và carbon tích lũy trong cây cá lẻ Luồng (*Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z.Li) tại tỉnh Thanh Hóa, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 2/2019, trang 89-100.
2. Nguyễn Đức Hải, Nguyễn Hoàng Tiệp, 2020. Nghiên cứu sinh khối và động thái sinh khối rừng Luồng (*Dendrocalamus barbatus* Hsueh et D. Z.Li) trồng thuần loài tại Thanh Hóa, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 1/2020, trang 46-61.