

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

NGUYỄN THỊ HÀ

**NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH ƯỚC TÍNH SINH KHỐI, TRỮ LƯỢNG
CÁC BÓN RỪNG NGẬP MẶN TRÊN CƠ SỞ ỨNG DỤNG VIỄN
THÁM VÀ GIS TẠI TỈNH CÀ MAU**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP

Chuyên ngành: Lâm sinh

Mã số: 62 62 02 05

Hà Nội, 2017

Luận án được hoàn thành tại:

Trường Đại học Lâm nghiệp – Xuân Mai – Chương Mỹ - Hà Nội.

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS. VIÊN NGỌC NAM
2. TS. LÂM ĐẠO NGUYỄN

Luận án được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận án cấp cơ sở họp tại: Trường Đại học
Lâm nghiệp Việt Nam

Vào hồi giờ, ngày tháng năm 2017.

MỞ ĐẦU

1. Sự cần thiết

Việc nghiên cứu sinh khối, các bon vẫn là một thử thách, đặc biệt là đối với những khu rừng đặc thù, khó tiếp cận trong đó có các khu rừng ngập mặn. Trong bản hướng dẫn về kiểm kê khí nhà kính quốc gia của IPPC (IPPC, 2006) [52] đã đề cập đến 2 cách là trực tiếp và gián tiếp để tính sinh khối trên mặt đất. Trong một hướng nghiên cứu khác có đề cập phương pháp tiếp cận dựa trên đo đếm thực địa, viễn thám và GIS (Lu, 2006)[63]. Kỹ thuật dựa trên dữ liệu vệ tinh thay thế với các phương pháp truyền thống bằng cách cung cấp thông tin không gian rõ ràng và hiệu quả về chi phí.

Tại Việt Nam việc xác định sinh khối của HST rừng bằng phương pháp viễn thám đã có một số nghiên cứu và đem lại những kết quả nhất định, tuy nhiên đối với hệ sinh thái rừng ngập mặn những ứng dụng này còn rất hạn chế. Hơn nữa, độ chính xác khi xác định sinh khối rừng bằng dữ liệu viễn thám phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố ngoại cảnh. Do đó câu hỏi đặt ra là có mối tương quan cao giữa sinh khối và các bon của rừng với giá trị tán xạ, phản xạ trích xuất từ dữ liệu viễn thám quang học và radar hay không trong điều kiện rừng ngập mặn? Có thể thành lập được bản đồ sinh khối và tích lũy các bon từ dữ liệu viễn thám hay không?

Đề tài “Nghiên cứu mô hình ước tính sinh khối, trữ lượng các bon rừng ngập mặn trên cơ sở ứng dụng viễn thám và GIS tại tỉnh Cà Mau” được thực hiện nhằm hoàn thiện cơ sở khoa học và đề xuất được mô hình ước tính sinh khối và tích lũy các bon cho rừng Đước dựa trên dữ liệu viễn thám.

2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

2.1. Mục tiêu tổng quát

Cung cấp được cơ sở dữ liệu và mô hình ước tính sinh khối, tích lũy các bon của rừng ngập mặn phục vụ công tác quản lý, phục hồi, duy trì và phát triển hệ sinh thái rừng ngập mặn.

2.2. Mục tiêu cụ thể

Phân tích được mối tương quan giữa giá trị tán xạ chiết xuất từ hình ảnh radar đa phân cực và giá trị phản xạ chiết xuất từ ảnh quang học với sinh khối rừng trên mặt đất.

Xây dựng được mô hình ước tính trữ lượng sinh khối và tích lũy các bon của rừng

ngập mặn dựa trên dữ liệu thực địa và dữ liệu viễn thám.

Ước lượng và thành lập được bản đồ sinh khối, tích lũy các bon của rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Về mặt khoa học: Xây dựng cơ sở dữ liệu và mô hình về ước tính sinh khối, tích lũy các bon rừng ngập mặn trên cơ sở ứng dụng ảnh viễn thám và GIS tại tỉnh Cà Mau.

Về mặt thực tiễn: Đề xuất một số mô hình ước tính sinh khối và trữ lượng tích lũy các bon của rừng ngập mặn nhằm hỗ trợ các nhà quản lý rừng trong việc điều tra quy hoạch, sử dụng biện pháp kỹ thuật lâm sinh, lập kế hoạch bảo vệ, phát triển rừng và tính toán chi trả dịch vụ môi trường rừng.

4. Những đóng góp mới của đề tài

- Ứng dụng ảnh viễn thám vào điều tra sinh khối và các bon cho rừng Đước tại tỉnh Cà Mau.

- Cung cấp được số liệu về sinh khối và tích lũy các bon trên mặt đất và ngưỡng bão hòa của sinh khối rừng đối với giá trị phản xạ và tán xạ ngược trên ảnh viễn thám tại tỉnh Cà Mau.

- Xây dựng được mô hình ước tính sinh khối và tích lũy các bon trên mặt đất của rừng bằng dữ liệu viễn thám siêu cao tần và quang học cho đối tượng đặc thù là rừng Đước tỉnh Cà Mau.

5. Đối tượng, phạm vi và giới hạn nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

Sinh khối và các bon trên mặt đất của rừng Đước (*Rhizophora apiculata* BL.) bao gồm các bộ phận: Thân, cành, lá và rễ trên mặt đất.

Phạm vi và giới hạn nghiên cứu

Về không gian:

Nghiên cứu được xác định giới hạn trong khu vực ven biển thuộc tỉnh Cà Mau, nơi có diện tích RNM phân bố và chú trọng tới các khu vực điển hình về loài Đước (*Rhizophora apiculata* BL.) và chỉ nghiên cứu trong một cảnh ảnh viễn thám.

Về thời gian:

Luận án nghiên cứu dựa trên dữ liệu ảnh ALOS Palsar năm 2010 và ảnh SPOT5

năm 2013, trên địa bàn tỉnh Cà Mau, thời điểm gần với dữ liệu đo đếm thực địa.

Về đối tượng nghiên cứu:

Chi nghiên cứu giải tích điển hình cây Đước (*Rhizophora apiculata* BL.) bao gồm 4 bộ phận: Thân, cành, lá và rễ trên mặt đất, không nghiên cứu dưới mặt đất.

Chỉ khảo sát đặc tính tương tác của ảnh viễn thám ALOS PALSAR kênh L (kích thước pixel 12,5 x 12,5 m) với 2 phân cực HH, HV và ảnh viễn thám quang học SPOT 5 (kênh 1, 2, 3, 4) với độ phân giải không gian là 10 x 10 m.

Chương 1

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Có nhiều phương pháp đã được các nhà khoa học trên thế giới cũng như trong nước đưa ra và áp dụng để xác định tích lũy các bon, khả năng hấp thụ CO₂ của rừng. Phương pháp đo đếm trực tiếp có độ chính xác cao, tuy nhiên, phải chặt hạ toàn bộ cây trong ô mẫu ảnh hưởng đến thảm thực vật, giới hạn trong khu vực và kích thước cây mẫu nhỏ; mất nhiều thời gian và công sức, vất vả và chi phí lớn. Phương pháp gián tiếp xây dựng một mối tương quan giữa sinh khối với các chỉ tiêu như đường kính, chiều cao, mật độ cây bằng phương pháp phân tích hồi quy dựa trên kết quả giải tích các cây tiêu chuẩn để ước tính sinh khối trên mặt đất, so với phương pháp đo đếm trực tiếp, phương pháp này giảm được chi phí và không ảnh hưởng nhiều đến thảm thực vật. Đây là cách tiếp cận được sử dụng nhiều nhất cho việc phát triển các mô hình ước lượng sinh khối. Do đó, đây cũng là phương pháp đề tài thực hiện để ước tính sinh khối và tích lũy các bon trên mặt đất tại khu vực nghiên cứu.

Phương pháp phân tích hồi quy là cách tiếp cận được sử dụng thường xuyên nhất cho việc phát triển các mô hình ước lượng sinh khối. Do đó, đề tài luận án lựa chọn cách tiếp cận này để nghiên cứu xây dựng mô hình ước tính sinh khối và tích lũy các bon tại khu vực nghiên cứu.

Dữ liệu radar ALOS PALSAR (L-band) cho các nghiên cứu sinh khối cho ra kết quả tốt hơn dữ liệu radar bước sóng ngắn hơn nên dữ liệu radar ALOS PALSAR (L-band) được lựa chọn để nghiên cứu cho đối tượng tại khu vực, tuy nhiên rừng phân bố trong những khu vực có môi trường sinh lý phức tạp, với điều kiện tại khu vực độ ẩm bề

mặt lớn và sinh khối cao có thể khó khăn cho việc xây dựng mô hình ước tính dựa trên dữ liệu radar nên tác giả sử dụng thêm dữ liệu quang học để nghiên cứu sinh khối và tích lũy các bon cho rừng ngập mặn.

Chương 2

NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

1). Nghiên cứu sinh khối và tích lũy các bon trên mặt đất bằng phương pháp đo đếm trực tiếp tại tỉnh Cà Mau.

2). Nghiên cứu sinh khối và tích lũy các bon bằng phương pháp sử dụng ảnh viễn thám và GIS tại khu vực nghiên cứu.

+ Phân tích đặc trưng tán xạ, phản xạ đối với sinh khối của rừng ngập mặn tại khu vực nghiên cứu.

+ Thiết lập mối tương quan giữa phổ phản xạ, chỉ số NDVI (ảnh quang học) hoặc tán xạ ngược (ảnh radar) với sinh khối, lượng tích lũy các bon của rừng.

+ Xây dựng và thành lập bản đồ sinh khối, tích lũy các bon của rừng ngập mặn bằng phương pháp viễn thám và GIS.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tiếp cận

- Tiếp cận các phương pháp xử lý ảnh viễn thám radar (kênh L) và ảnh viễn thám quang học SPOT 5 (kênh 1, 2, 3, 4) trong phân loại đối tượng rừng ngập mặn.

- Phương pháp tính toán sinh khối ngoài thực địa, phân tích mẫu để xác định lượng tích lũy các bon trong sinh khối của rừng ngập mặn.

- Phương pháp khảo sát đặc trưng vật lý (tán xạ radar, phản xạ phổ) theo các trạng thái, sinh khối, tích lũy các bon rừng khác nhau.

- Phương pháp mô hình hồi quy tương quan giữa tán xạ radar, phản xạ phổ, chỉ số NDVI và thông số rừng ngập mặn để tính sinh khối, tích lũy các bon của rừng.

Từ những quan điểm trên, trên cơ sở các kết quả phân tích ảnh viễn thám và bản đồ hiện trạng rừng, lựa chọn các vùng mẫu và tiến hành điều tra thực địa. Tại thực địa, tiến hành điều tra, đo đếm các chỉ tiêu sinh trưởng trên các ô mẫu, lựa chọn cây tiêu

chuẩn để giải tích xác định tỉ lệ sinh khối, tích lũy các bon của cây cá thể, từ đó xác định được sinh khối và tích lũy Các bon của cây các thể và quần thể rừng. Dựa trên những kết quả tính toán lượng tích lũy các bon được tính trên từng ô mẫu tiến hành lập mối tương quan giữa phản xạ phổ, chỉ số NDVI hoặc hệ số tán xạ ngược của ảnh radar với sinh khối, tích lũy các bon của rừng. Từ mô hình tiến hành lập bản đồ sinh khối, tích lũy các bon và hấp thụ CO₂.

Việc xây dựng các mô hình toán và các hệ số ước tính sinh khối tập trung sử dụng các nhân tố có khả năng đo đếm được ngoài hiện trường và có mối quan hệ mật thiết với sinh khối rừng. Các mô hình toán và các hệ số ước tính sinh khối trên mặt đất được tính toán theo các hướng dẫn của IPCC (2006).

2.2.3. Phương pháp thu thập số liệu sinh khối trên mặt đất

2.2.3.1. Phương pháp thiết lập ô tiêu chuẩn và điều tra các chỉ tiêu sinh trưởng

a) Thiết lập các ô tiêu chuẩn ngoài thực địa

b) Điều tra các chỉ tiêu sinh trưởng của cây trong ô tiêu chuẩn.

Các chỉ tiêu điều tra trong ÔTC bao gồm: Chu vi thân cây (C_{1,3}), chiều cao vút ngọn (H_{vn}), đường kính tán, phẩm chất cây.

+ Chu vi thân cây (C_{1,3}): Dùng thước đo chu vi thân cây tại độ cao 1,3 m

+ Chiều cao vút ngọn (H_{vn}) được đo bằng thước đo cao, chiều cao vút ngọn được tính từ rễ trên mặt đất đến ngọn.

+ Đường kính tán từng cây (D_T): Đường kính tán từng cây rừng được đo bằng sào và thước dây.

2.2.3.2. Phương pháp thu thập số liệu cho lập phương trình sinh khối cây cá thể

a) Phương pháp thu thập số liệu cho lập phương trình sinh khối tươi cây cá thể chung cho các cấp tuổi

Bảng 2.2. Số lượng cây tiêu chuẩn được sử dụng để xây dựng phương trình sinh khối cá thể

TT	Cấp tuổi	Số lượng cây tiêu chuẩn xây dựng phương trình sinh khối tươi	Số lượng cây tiêu chuẩn sử dụng để kiểm nghiệm		
			Phương trình sinh khối tươi	Phương trình sinh khối khô	Phương trình sinh khối khô theo quần thể

1	I	12	3	7	10
2	II	14	3	7	10
3	III	12	3	7	10
4	IV	11	3	7	10
5	V	10	3	7	10
6	VI	4	0	0	0
Tổng số		63	15	35	50

Giải tích thân cây: Cây tiêu chuẩn sau khi chặt hạ, tiến hành dùng thước đo chiều dài thân cây, $D_{1,3}$ và đo tiết diện giữa đoạn 1 m cho đến hết thân cây, sử dụng cưa máy để tách các bộ phận thân, cành, rễ chống và tách riêng bộ phận lá. Dùng cân cân sinh khối tươi từng bộ phận riêng rẽ để xác định sinh khối tươi trên mặt đất. Tổng khối lượng các bộ phận sẽ là tổng sinh khối của thân cây.

Cân đo sinh khối tươi: Phân chia cây giải tích làm 4 bộ phận: Thân, cành, lá và rễ trên mặt đất, lần lượt cân từng bộ phận sinh khối tươi và ghi vào biểu điều tra sinh khối cây cá thể. Cân sinh khối tươi có độ chính xác 0,1 mg.

Lấy mẫu sinh khối: Sau khi xác định sinh khối tươi của các cây giải tích, tiến hành lấy mẫu từng bộ phận sinh khối để dùng vào việc phân tích sinh khối khô và hàm lượng tích lũy các bon trong sinh khối cây rừng trong phòng thí nghiệm. Số mẫu được lấy là 12 mẫu/cây (4 bộ phận x 3 mẫu), mỗi mẫu thân, cành lấy khoảng 0,5 – 1 kg, mẫu lá khoảng 0,2 – 0,5 kg. Mẫu lấy xong được cân ngay bằng cân điện tử để xác định khối lượng ban đầu. Mẫu được bảo quản trong túi nilon.

- Phương pháp thu thập số liệu cho kiểm nghiệm phương trình sinh khối tươi:

Để kiểm nghiệm phương trình sinh khối tươi, đề tài sử dụng số liệu của 15 cây tiêu chuẩn chặt hạ (thể hiện trong bảng 2.2)

b) Phương pháp thu thập số liệu cho lập phương trình sinh khối khô cây cá thể theo cấp tuổi:

Để kiểm nghiệm phương trình sinh khối khô cây cá thể, đề tài sử dụng số liệu của 35 cây tiêu chuẩn chặt hạ (thể hiện trong bảng 2.2)

c) Phương pháp thu thập số liệu cho thiết lập phương trình sinh khối khô quần

thể

- Phương pháp thu thập số liệu cho kiểm nghiệm phương trình sinh khối khô quần thể: Đề tài sử dụng số liệu 5 ô tiêu chuẩn ở các cấp tuổi khác nhau để kiểm nghiệm phương trình sinh khối khô quần thể.

2.2.4. Phương pháp xử lý số liệu sinh khối trên mặt đất

2.2.4.1. *Phân tích xác định tỉ lệ sinh khối khô và hàm lượng các bon tích lũy trong mẫu sinh khối trên mặt đất*

Xác định sinh khối khô của mẫu: Xác định bằng phương pháp sấy ở nhiệt độ 105⁰C. Mẫu sinh khối được đưa vào phòng thí nghiệm, được sấy khô ở 105⁰C đối với thân, cành rễ và ở 80⁰C đối với lá cho đến khi trọng lượng không đổi.

Hàm lượng các bon trong bộ phận: Mẫu phân tích hàm lượng các bon trong sinh khối được phân tích bằng phương pháp đốt trực tiếp bằng máy NC Analyzer 2100 tại Phòng Thí nghiệm của Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Bộ.

2.2.4.2. *Nghiên cứu thiết lập các mô hình tương quan ước tính sinh khối của cây cá thể và quần thể Đước*

1). Thiết lập mô hình ước tính sinh khối tươi cây cá thể

Trong luận án đã mô hình hóa mối quan hệ giữa sinh khối tươi với các nhân tố có quan hệ theo dạng hàm tổng quát: $Y_i = f(x_j)$

*** Các tiêu chuẩn, chỉ tiêu thống kê để lựa chọn biến tham gia và hàm tối ưu:** Việc lựa chọn các biến tham gia vào mô hình và lựa chọn hàm tối ưu nhất phụ thuộc vào nhiều chỉ tiêu thống kê. Trong đề tài đã sử dụng một số chỉ tiêu để làm tiêu chí, căn cứ lựa chọn hàm như sau:

- Hệ số xác định R^2 : Về tổng quát thì hàm tốt nhất khi R^2 đạt cao nhất. Tuy nhiên có trường hợp R^2 đạt cao nhất nhưng chưa phải là hàm phù hợp nhất, do vậy cần dựa thêm các chỉ tiêu thống kê khác.

- Kiểm tra sự tồn tại của các tham số của mô hình và mô hình: Yêu cầu các tham số của mô hình và mô hình đều tồn tại ở mức có ý nghĩa ($p < 0,05$).

- Chỉ số thống kê SEE (Sai số ước lượng chuẩn: Standard Error of Est.), MAE (Sai số tuyệt đối trung bình) và SSR (Tổng sai lệch bình phương): Phương trình tốt nhất khi 3 chỉ số này của phương trình nhỏ nhất.

- Nhân tố điều chỉnh (CF), (Ong và cộng sự, 2004) [84] và (Chave, 2005) [38]:
 $CF = \exp(RSE^2/2)$ (2.3). CF luôn lớn hơn 1. Trong đó RSE (Residual standard error) là sai tiêu chuẩn của phần dư hay là sai số của mô hình (SEE). Khi RSE càng lớn thì CF càng lớn, có nghĩa mô hình càng có độ tin cậy thấp. Mô hình tốt khi CF càng tiến dần đến 1.

- Biến động trung bình S%: Để kiểm tra khả năng ứng dụng của các phương trình và đánh giá mức độ sai lệch, biến động trung bình của giá trị ước lượng qua mô hình với thực tế quan sát:

$$S\% = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Y_{lt} - Y_{tn}}{Y_{tn}}$$

Trong đó: Y_{tm} : Giá trị thực nghiệm quan sát

Y_{lt} : Giá trị dự báo qua mô hình

S %: Sai số tương đối

* Kiểm nghiệm phương trình:

Sau khi lựa chọn phương trình tiến hành kiểm tra khả năng tồn tại của phương trình bằng các dữ liệu của các cây còn lại không tham gia tính toán thông qua sai số tương đối giữa kết quả lí thuyết và thực tế, được xác định bằng công thức:

$$\Delta\% = \left| \frac{Y_{lt} - Y_{tt}}{Y_{lt}} \right| * 100$$

2) Thiết lập mô hình sinh khối khô theo cấp tuổi

Để thiết lập mô hình sinh khối khô theo cấp tuổi, cần xác định tỉ lệ sinh khối khô theo cấp tuổi. Sau đó sử dụng phương trình sinh khối tươi nhân với tỉ lệ sinh khối khô theo cấp tuổi.

a) Tính số cây mẫu cần chặt hạ xác định tỷ lệ sinh khối khô cho mỗi cấp tuổi

Số cây tiêu chuẩn cần chặt hạ xác định tỷ lệ sinh khối khô cho mỗi cấp tuổi được tính theo công thức:

$$N = (t_{(\alpha/2)}^2 * S_{\%}^2) / \Delta^2$$

Trong đó $t_{(\alpha/2)}$ là giá trị t tra bảng được cho bằng 2; $S_{\%}$ là biến động tỷ lệ sinh khối khô chung cũng như từng bộ phận của cây

b) Xác định tỉ lệ sinh khối khô theo cấp tuổi

- *Xác định hệ số chuyển đổi sinh khối tươi sang sinh khối khô (P) của mẫu sậy:*

Dựa trên các mẫu phân tích sinh khối tại phòng thí nghiệm, hệ số chuyển đổi từ sinh khối tươi sang sinh khối khô kiệt.

- *Xác định tỉ lệ sinh khối khô của từng bộ phận theo cấp tuổi:* Bằng giá trị trung bình tỉ lệ giữa sinh khối khô/sinh khối tươi từng bộ của các mẫu sậy có cùng cấp tuổi.

- *Xác định tỉ lệ sinh khối khô chung theo cấp tuổi:* Bằng tỉ lệ sinh khối khô của từng bộ phận theo cấp tuổi nhân với tỉ lệ % tương ứng của từng bộ phận chia cho 100.

b) Xây dựng mô hình ước tính sinh khối khô theo cấp tuổi: Bằng phương trình sinh khối tươi x tỉ lệ sinh khối khô theo cấp tuổi.

- **Xác định sinh khối khô của quần thể:** Theo các bước như sau:

Bước 1: Xác định cấp tuổi của ô tiêu chuẩn

Bước 2: Xác định tỉ lệ sinh khối khô chung tương ứng với cấp tuổi của ô tiêu chuẩn.

Bước 3: Sử dụng phương trình sinh khối tươi để xác định sinh khối tươi cho ô tiêu chuẩn

Bước 4: Nhân sinh khối tươi với tỉ lệ sinh khối khô của ô tiêu chuẩn được sinh khối khô của ô tiêu chuẩn.

- **Xác định trữ lượng của quần thể:** Dùng phương trình thể tích đã lập cho loài Đước của tác giả Phạm Trọng Thịnh (2006) để tính thể tích cho từng cây và trữ lượng ô tiêu chuẩn: $V = 10^{-4,3460} \times D^{2,01} \times H^{0,965}$

- **Phân chia cấp kính và cấp tuổi rừng Đước:** Đối với cấp kính, dựa vào đường kính lớn nhất và nhỏ nhất để xác định cấp kính và số cấp kính, bằng phần mềm Statgrahic Centurion XVI; đối với cấp tuổi dựa vào năm trồng của rừng và căn cứ vào quy định phân cấp tuổi của cây Đước là 5 năm/cấp tuổi (Dự án điều tra, kiểm kê rừng của Tổng cục Lâm nghiệp).

2.2.5. Phương pháp nghiên cứu mối tương quan giữa dữ liệu viễn thám (giá trị phản xạ phổ, chỉ số NDVI và hệ số tán xạ ngược) với sinh khối rừng Đước

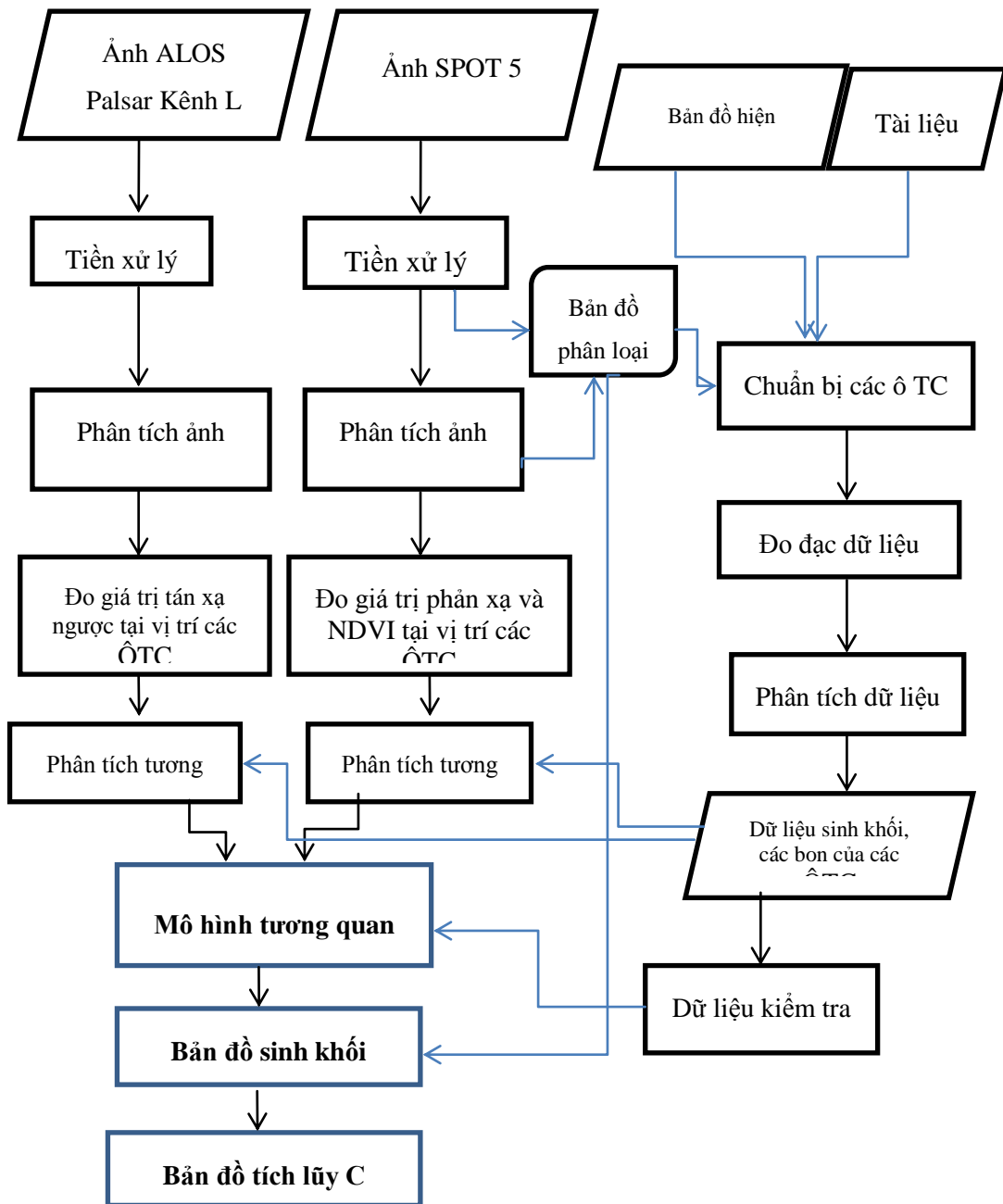
Các bước tiến hành nghiên cứu mối tương quan giữa phản xạ phổ, chỉ số NDVI và hệ số tán xạ ngược với sinh khối đước thực hiện theo miêu tả trong sơ đồ 2.6.

1). Dữ liệu ảnh vệ tinh và dữ liệu thực địa

Dữ liệu ảnh vệ tinh

Dữ liệu ảnh vệ tinh quang học

Tác giả sử dụng ảnh SPOT5 ngày 26/1/2013 độ phân giải 10 m của khu vực nghiên cứu để tách thông tin về lớp phủ rừng ngập mặn khu vực nghiên cứu và nghiên cứu, phân tích mối quan hệ giữa sinh khối với giá trị phản xạ của các kênh ảnh và chỉ số NDVI.



Hình 2.2 Sơ đồ mô tả phương pháp nghiên cứu xây dựng bản đồ tích lũy C

Dữ liệu ảnh vệ tinh Radar

Trong nghiên cứu này, dữ liệu phân cực ALOS – PALSAR (mức 1,5) với kích thước pixel 12,5 m x 12,5 m được sử dụng cho ước tính sinh khối và các bon. Dữ liệu được thu ngày 8/10/2010 với chế độ phân cực kép (phát phân cực ngang thu lại cả phân cực ngang và phân cực đứng - HH+HV).

2) Tiền xử lý ảnh viễn thám

a) Tiền xử lý ảnh quang học

Hiệu chỉnh ảnh quang học

Chuyển đổi hệ tọa độ: Đăng ký ảnh SPOT 5 thu nhận với ảnh SPOT 5 (2013) đã được hiệu chỉnh.

Tăng cường ảnh, để ảnh được thể hiện rõ nét trong quá trình giải đoán và tách lớp trên ảnh và được sử dụng phương pháp tăng cường ảnh lọc trung bình.

Sử dụng phần mềm ENVI 5.0 để thực hiện quá trình giải đoán ảnh và phân tích ảnh.

Chuyển giá trị số sang giá trị phản xạ phổ

Chuyển đổi giá trị bức xạ trên vệ tinh từ DN sang giá trị thực cho tất cả các kênh. Ảnh vệ tinh SPOT5 được hiệu chỉnh theo công thức (El Hajj và cộng sự, 2008) [43]:

$$L_{TOA}^k = X^k / (A_k G_m^k) \quad (2.1)$$

Trong đó, G_m^k - Analog giá trị gain, A_k – Hiệu chỉnh hệ số tuyệt đối, được cung cấp sẵn trong metadata của ảnh Spot

Quá trình chuyển đổi giá trị bức xạ trên vệ tinh (at- satellite radiance) từ DN sang giá trị phản xạ cho tất cả các kênh được thực hiện bằng công cụ trên phần mềm QGIS 2.14.

b) Tiền xử lý ảnh radar

Chuyển đổi giá trị số của ảnh về giá trị cường độ tán xạ ngược: Dữ liệu ảnh radar khi thu thập là dạng dữ liệu số (DN – Digital number) được lượng tử hóa theo giá trị số, do vậy sử dụng phần mềm BEST chuyên xử lý ảnh radar và phần mềm ENVI để chuyển đổi theo dạng cường độ decibel (dB). Giá trị tán xạ ngược được tính theo công

thức:

$$\sigma_{ij}^0 = 10 \cdot \log_{10}(DN^2) + CF \text{ (cho mức 1.5; 2.1). (2.3)}$$

Trong đó: σ_{ij}^0 : Hệ số tán xạ ngược của phần tử ảnh

DN: Giá trị số của ảnh cần xử lý

CF : Hệ số xác định, CF = -83

- **Chuyển đổi hệ tọa độ:** Các dữ liệu khi thu thập có hệ tọa độ địa lý theo Datum WGS-84 nên phải chuyển về hệ tọa độ mặt phẳng.

- Lọc nhiễu theo phương pháp Frost với cửa sổ lọc 3 x 3 theo phần mềm ENVI.

3) Phân tích ảnh viễn thám

Phân loại lớp phủ rừng ngập mặn sử dụng quang học

Dữ liệu ảnh quang học được nắn chỉnh hình học khớp với dữ liệu ảnh Radar và phân loại theo phương pháp có kiểm định. Phân loại dựa trên ảnh chỉ số thực vật: Xác định ngưỡng chỉ số NDVI tương ứng với vùng có thực vật phân bố sau đó dùng công cụ trong phần mềm ARCGIS để tách vùng có rừng và không có rừng.

4) Đo giá trị trên ảnh tại vị trí các ô tiêu chuẩn

Tiến hành đo giá trị tán xạ ngược trên ảnh tại vị trí tương ứng với các ô tiêu chuẩn bằng cách sử dụng công cụ Zonal Attributes của ERDAS và công cụ Extract Multi Values to points trên phần mềm ArcGIS.

5) Phân tích đặc trưng tán xạ, xây dựng mô hình tương quan và lập bản đồ sinh khối

Phân tích đặc trưng tán xạ, phản xạ

Phân tích đặc trưng tán xạ, phản xạ trên các điểm lấy mẫu khác nhau tại khu vực nghiên cứu. Phân tích mối tương quan giữa giá trị tán xạ chiết xuất từ hình ảnh radar đa phân cực và sinh khối ABG và mối tương quan giữa giá trị phản xạ, NDVI chiết xuất từ hình ảnh quang học để đánh giá về mức độ bão hòa cũng như khả năng ứng dụng ảnh viễn thám trong ước tính sinh khối rừng.

Thiết lập hàm tương quan

Đây là bước lập hàm tương quan giữa giá trị tán xạ trên ảnh và sinh khối của lớp phủ thực vật dựa trên hàm hồi quy. Mục đích của việc xây dựng hàm hồi quy là định lượng mối quan hệ giữa biến phụ thuộc sinh khối với một hoặc nhiều biến độc lập trích

xuất từ ảnh.

Lập bản đồ sinh khối: Dựa trên mô hình hồi qui đơn biến và đa biến đã được xây dựng để lập bản đồ sinh khối, tích lũy các bon của rừng. Sử dụng mô hình tương quan đã xây dựng để nội suy và lập bản đồ sinh khối, tích lũy các bon và hấp thụ CO₂ tại khu vực nghiên cứu bằng phần mềm ArcGIS.

Chương 3. ĐẶC ĐIỂM ĐỐI TƯỢNG VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

i) Đặc điểm đối tượng nghiên cứu là các lâm phần Đước thuần loài, ở 6 cấp tuổi có mật độ khác nhau; ii) Đặc điểm cơ bản về ĐKTN khu vực nghiên cứu ở Cà Mau.

Chương 4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Xây dựng phương pháp điều tra trực tiếp sinh khối và các bon rừng Đước

4.1.1. Phương trình sinh khối cây cá thể

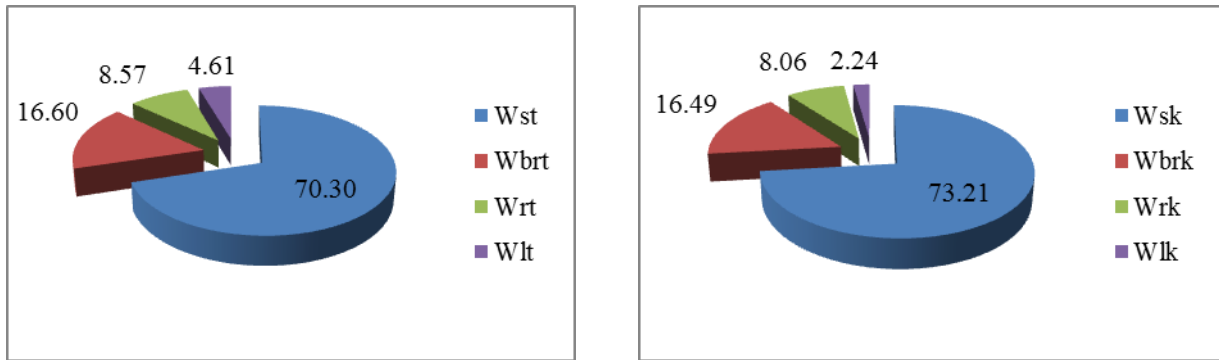
4.1.1.1. Phương trình sinh khối tươi cây cá thể

a). Sinh khối tươi và kết cấu sinh khối cây cá thể

Sinh khối tươi và kết cấu sinh khối cây cá thể theo các bộ phận của cây được xác định thông qua chặt hạ 63 cây mẫu và cấu trúc sinh khối theo các bộ phận của cây như sau:

Bảng 4.1: Kết cấu sinh khối theo các bộ phận cây cá thể Đước

TT	Bộ phận	Tỉ lệ sinh khối tươi (%)	Tỉ lệ sinh khối khô (%)
1	Thân	70,30	73,21
2	Cành	16,60	16,49
3	Rễ	8,57	8,06
4	Lá	4,61	2,24
Trung bình		100	100



Kết cấu sinh khối tươi (%)

Kết cấu sinh khối khô (%)

Hình 4.1. Kết cấu tỉ lệ sinh khối cây cá thể Đước

Tỉ lệ sinh khối tươi của bộ phận thân cây Đước chiếm nhiều nhất (70,3 %), tiếp đến là bộ phận cành (16,6%), bộ phận rễ (8,57%) và cuối cùng là bộ phận lá (4,61%). Đối với tỉ lệ sinh khối khô của cây Đước thì chiếm nhiều nhất vẫn là bộ phận thân (73,21 %), tiếp đến là bộ phận cành (16,49 %), bộ phận rễ (8,06%) và cuối cùng là bộ phận lá (2,24%). Tỉ lệ sinh khối khô của bộ phận thân cao hơn tỉ lệ sinh khối tươi, còn lại các bộ phận khác thấp hơn, đặc biệt là bộ phận lá, điều này là phù hợp vì trong lá tươi lượng nước chiếm cao nhất nên tỉ lệ sinh khối khô là thấp nhất.

b). Phương trình sinh khối tươi cây cá thể

Bảng 4.2: Mô hình ước tính tổng sinh khối tươi trên mặt đất của cây Đước

TT	Phương trình	Các chỉ tiêu thống kê					
		R ²	SSR	SEE	MAE	S%	CF
1	$W_{tt} = \exp(-0,728 + 2,33 \cdot \ln(D_{1,3}))$	98,17	0,89	0,14	0,11	7,08	1,01
2	$\ln(W_{tt}) = -112,08 + 111,46 \cdot D_{1,3}^{0,02}$	98,11	0,84	0,14	0,11	7,17	1,02
3	$\ln(W_{tt}) = -98,478 + 97,99 \cdot D_{1,3}^{0,02} + 0,0363 \cdot H_{vn}$	98,24	0,72	0,13	0,10	7,78	1,01
4	$\ln(W_{tt}) = 104,74 - 105,4 \cdot D_{1,3}^{-0,02} + 0,0407 \cdot H_{vn}$	98,17	0,79	0,13	0,10	8,34	1,01
5	$\ln(W_{tt}) = -0,716 + 2,34 \cdot \ln(D_{1,3}) - 0,0115 \cdot \ln(H_{vn})$	98,06	0,89	0,14	0,11	7,02	1,01
6	$\ln(W_{tt}) = -7,658 + 7,519 \cdot D_{1,3}^{0,2} \cdot H_{vn}^{0,02} - 0,029 \cdot D_{1,3}$	98,23	0,73	0,13	0,10	7,71	1,0

Mô hình $W_{tt} = \exp(-0,728 + 2,33 \cdot \ln(D_{1,3}))$ tồn tại ở mức rất có ý nghĩa về mặt thống kê với hệ số tương quan cao, sai lệch trung bình S% là 7,08 % so với thực tế, do đó, mô hình 1 được lựa chọn để ước lượng tổng sinh khối tươi của cây cá thể.

c). Kiểm nghiệm phương trình sinh khối tươi cây cá thể

Kết quả kiểm tra phương trình có sai số tổng sinh khối cây kiểm tra thấp $S\% = 3,37$ nhỏ hơn 5%, với sai số các cây lớn nhất là 14,86 và nhỏ nhất là 1,14; %, sai số mang dấu '+' là 40%, còn % sai số mang dấu - là 60% chứng tỏ phương trình không có sai số hệ thống. Vì vậy, có thể sử dụng các phương trình trên để tính sinh khối tươi cho cây cá thể với độ tin cậy 99%.

4.1.1.2. Phương trình sinh khối khô cây cá thể

a) Tỷ lệ sinh khối khô cho các bộ phận thân cây theo cấp tuổi

Bảng 4.4. Tỷ lệ sinh khối khô trung bình theo cấp tuổi

TT	Cấp tuổi	Tỷ lệ sinh khối theo các bộ phận (%)				
		Thân	Cành	Rễ	Lá	Chung
1	I	54,80	52,40	53,60	27,80	52,9
2	II	61,67	59,33	60,00	30,67	59,5
3	III	64,80	61,02	61,86	31,33	62,2
4	IV	66,33	64,67	63,19	32,10	64,0
5	V	66,94	62,55	62,00	30,90	63,9
6	VI	68,13	65,00	61,50	32,00	65,2
TB (%)		64,91	60,77	61,44	31,02	61,3
STDEV (%)		3,57	3,97	2,67	1,21	4,56

Tỷ lệ sinh khối khô trung bình theo cấp tuổi của cây Đước biến động từ 52,9 đến 65,2% với tỷ lệ sinh khối khô cấp tuổi I là 52,9%, cấp tuổi II là 59,5%, cấp tuổi III là 62,2%, cấp tuổi IV là 64,0%, cấp tuổi V là 63,9% và cấp tuổi VI là 65,2%. Đây là cơ sở để xác định phương trình sinh khối khô theo cấp tuổi của cây cá thể Đước.

b) Mô hình ước tính sinh khối khô cây cá thể

Bảng 4.7: Mô hình ước tính tổng sinh khối khô trên mặt đất của cây Đước

Cấp tuổi	Phương trình lập được
I	$W_{tk} = 0,529 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
II	$W_{tk} = 0,595 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
III	$W_{tk} = 0,622 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$

IV	$W_{tk} = 0,640 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
V	$W_{tk} = 0,639 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
VI	$W_{tk} = 0,652 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$

c). Kiểm nghiệm phương trình sinh khối khô theo quần thể

Sai số tương đối của tất cả các phương trình sinh khối tươi theo cấp tuổi đều nằm trong giới hạn cho phép ($\Delta \% = 3,68 - 9,09 < 10\%$). Sai số mang dấu + biến động từ 50 – 60% ở các cấp tuổi, còn Sai số mang dấu - biến động từ 40 – 50%, chứng tỏ không có sai số hệ thống.

4.1.1.2. Phương trình các bon cây cá thể

a). Hệ số các bon cho các bộ phận thân cây theo cấp tuổi

Bảng 4.9: Kết quả tính hệ số các bon cho các bộ phận của cây theo cấp tuổi

TT	Tuổi	Hệ số các bon theo các bộ phận				Hệ số C chung
		Thân	Cành	Rễ	Lá	
1	I	0,45	0,43	0,42	0,40	0,44
2	II	0,46	0,43	0,43	0,40	0,45
3	III	0,48	0,44	0,44	0,41	0,47
4	IV	0,49	0,46	0,46	0,41	0,47
5	V	0,50	0,47	0,47	0,41	0,49
6	VI	0,48	0,48	0,47	0,42	0,48

Hệ số các bon chung của cây Đước theo cấp tuổi là biến động ít (từ 0,44 - 0,49), do đó, có thể sử dụng hệ số các bon chung cho cây Đước khi sử dụng vào thực tế.

b) Phương trình các bon theo cấp tuổi

Bảng 4.10: Mô hình ước tính các bon cây cá thể Đước

Cấp tuổi	Phương trình lập đước
I	$W_c = 0,230 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
II	$W_c = 0,266 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
III	$W_c = 0,290 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$

Cấp tuổi	Phương trình lập được
IV	$Wc = 0,304 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
V	$Wc = 0,314 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$
VI	$Wc = 0,312 * \exp(-0,728 + 2,33 * \ln(D_{1,3}))$

c) Kiểm nghiệm phương trình

Kết quả kiểm tra đánh giá sai số tương đối nằm trong giới hạn cho phép ($\Delta\% = 0,06 - 4,37 < 10\%$). Sai số mang dấu + và sai số mang dấu - đều biến động từ 40 - 60% ở các cấp tuổi, chứng tỏ không có sai số hệ thống.

4.1.2. Phương trình sinh khối quần thể Đước

4.1.2.1. Sinh khối khô quần thể Đước theo cấp tuổi

Tỉ lệ sinh khối khô thân cây của quần thể cao, chiếm bình quân là 73,9%, tỉ lệ sinh khối cành trung bình chiếm 15,7%, tỉ lệ sinh khối lá chiếm 2,7%, còn lại sinh khối rễ trung bình chiếm 7,7%. Tổng sinh khối của quần thể trung bình đạt 237 tấn/ha, biến động từ 92,1- 351,8 tấn/ha).

4.1.2.2. Phân bố sinh khối khô quần thể Đước theo cấp tuổi và cấp đất

Đối với cấp đất I: Tổng sinh khối quần thể ở cấp tuổi I là 112,0 tấn/ha; cấp tuổi II là 159,9 tấn/ha; cấp tuổi III là 216,0 tấn/ha; cấp tuổi IV là 278,8 tấn/ha; cấp tuổi V là 312,8 tấn/ha và trên cấp tuổi VI là 347,7 tấn/ha. Đối với cấp đất II: Tổng sinh khối quần thể ở cấp tuổi I là 53,0 tấn/ha; cấp tuổi II là 158,3 tấn/ha; cấp tuổi III là 216,8 tấn/ha; cấp tuổi IV là 278,8 tấn/ha; cấp tuổi V là 323,6 tấn/ha và trên cấp tuổi VI là 331,7 tấn/ha. Rừng Đước ở cấp đất I có sinh khối cao hơn ở cấp đất II, tuy nhiên điều này còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như mật độ cũng liên quan đến sinh khối. Cấp tuổi càng tăng thì biên độ cấp kính càng tăng.

4.1.2.3. Phương trình sinh khối khô quần thể Đước

Các mô hình ước tính sinh khối của quần thể Đước đều có các chỉ tiêu thống kê nằm trong giới hạn cho phép. Mô hình một nhân tố $\ln(\text{TAGB}) = \exp(0,768 + 0,0873 * \ln(M^2))$ có SSR = 0,02 nhỏ nhất; $R^2 = 95,5\%$; Sai số tương đối S% = 8,4 ; SEE = 0,02, MAE = 0,02 phù hợp hơn khi ứng dụng vào thực tiễn, do đó mô hình $\ln(\text{TAGB}) = \exp(0,768 + 0,0873 * \ln(M^2))$ được lựa chọn để ước sinh khối của quần thể Đước.

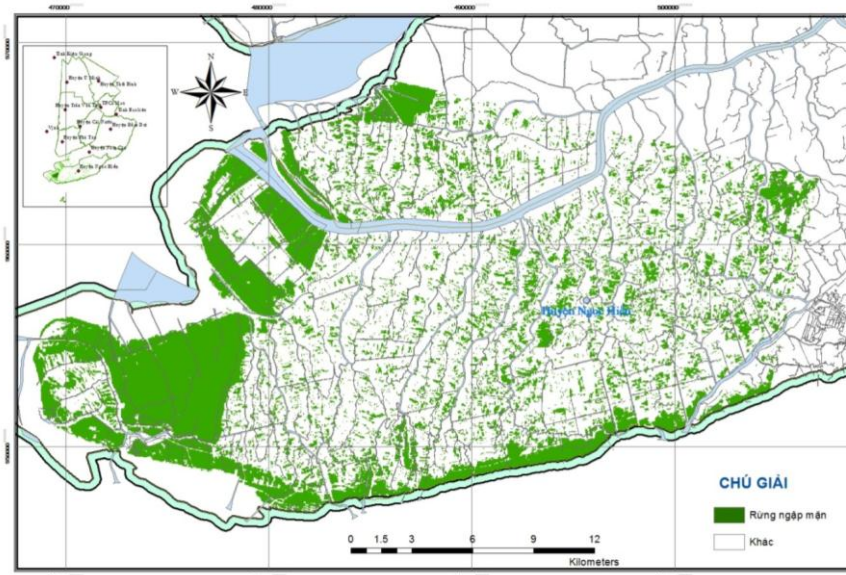
4.1.3. Phương trình tích lũy các bon của quần thể Đước

Mô hình được lựa chọn để ước tính tích lũy C của quần thể Đước là mô hình có hệ số xác định rất cao ($R^2 = 98,4$) với các chỉ số sai số $SSR = 0,05$; $SEE = 0,03$; $MAE = 0,04$ thấp nhất so với mô hình còn lại. Do đó, mô hình được lựa chọn để ước tính tích lũy C của quần thể Đước là mô hình $TAGC = 1/(0,000663 + 1,65/M)$ với mức độ tin cậy 95%.

4.2. Phương pháp xác định sinh khối và các bon rừng Đước dựa vào dữ liệu ảnh viễn thám

4.2.1. Phân loại lớp phủ rừng ngập mặn sử dụng ảnh quang học

Việc tiến hành phân loại lớp phủ trong nghiên cứu này được chia thành 2 loại: có rừng và không có rừng. Kết quả phân loại lớp phủ theo chỉ số thực vật NDVI được thể hiện trong hình 4.12.



Hình 4.12: Bản đồ phân loại vùng có rừng ngập mặn tại Cà Mau

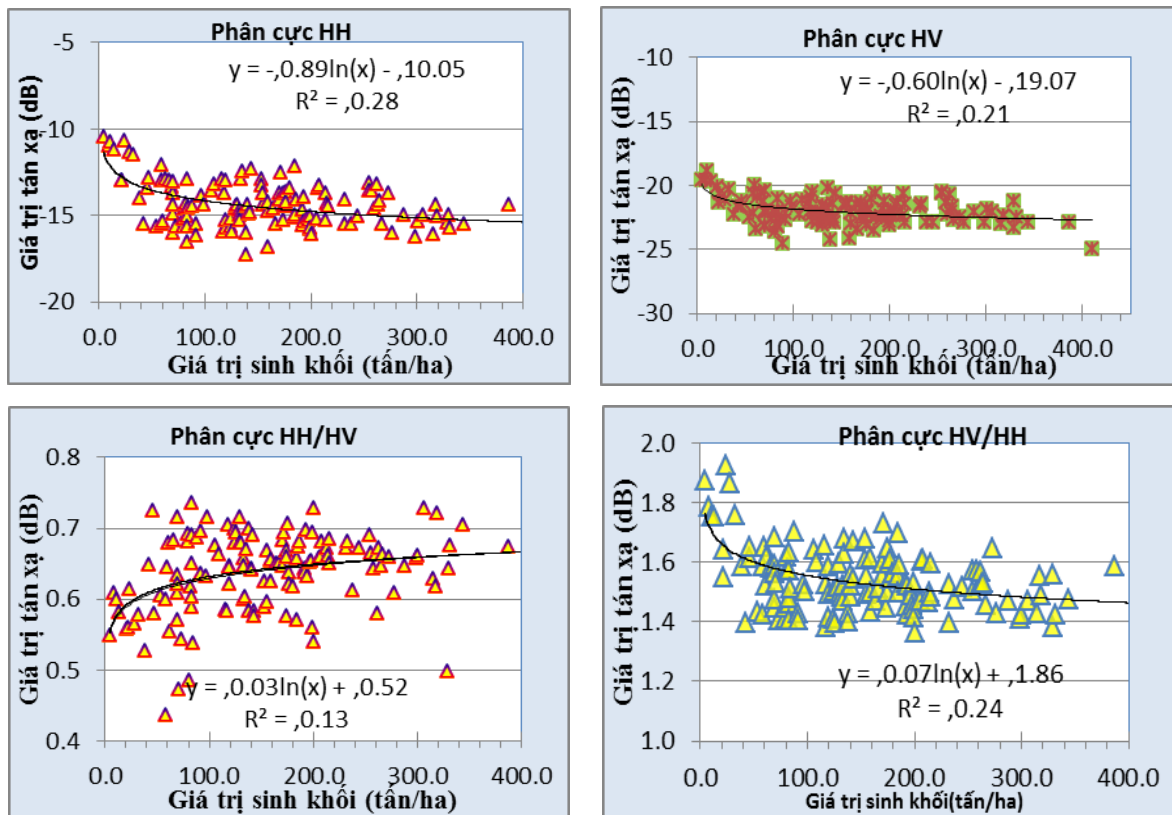
4.2.2. Phân tích quan hệ giữa giá trị tán xạ ngược và giá trị phản xạ trên ảnh vệ tinh và sinh khối rừng trên mặt đất

4.2.2.1. So sánh phương pháp trích xuất giá trị phản xạ, tán xạ ngược

Luận án đã thử nghiệm 4 cách trích xuất giá trị tán xạ ngược khác nhau là 1 pixel, 4 pixel (2 x 2), 9 pixel (3 x 3) và 25 pixel (5 x 5). Kết quả cho thấy, việc trích xuất giá trị trung bình trên 9 pixel tương ứng với diện tích ô tiêu chuẩn ngoài thực địa có độ tin cậy cao hơn đối với điều kiện khu vực này.

4.2.2.2. Quan hệ giữa giá trị trên ảnh vệ tinh và sinh khối rừng trên mặt đất

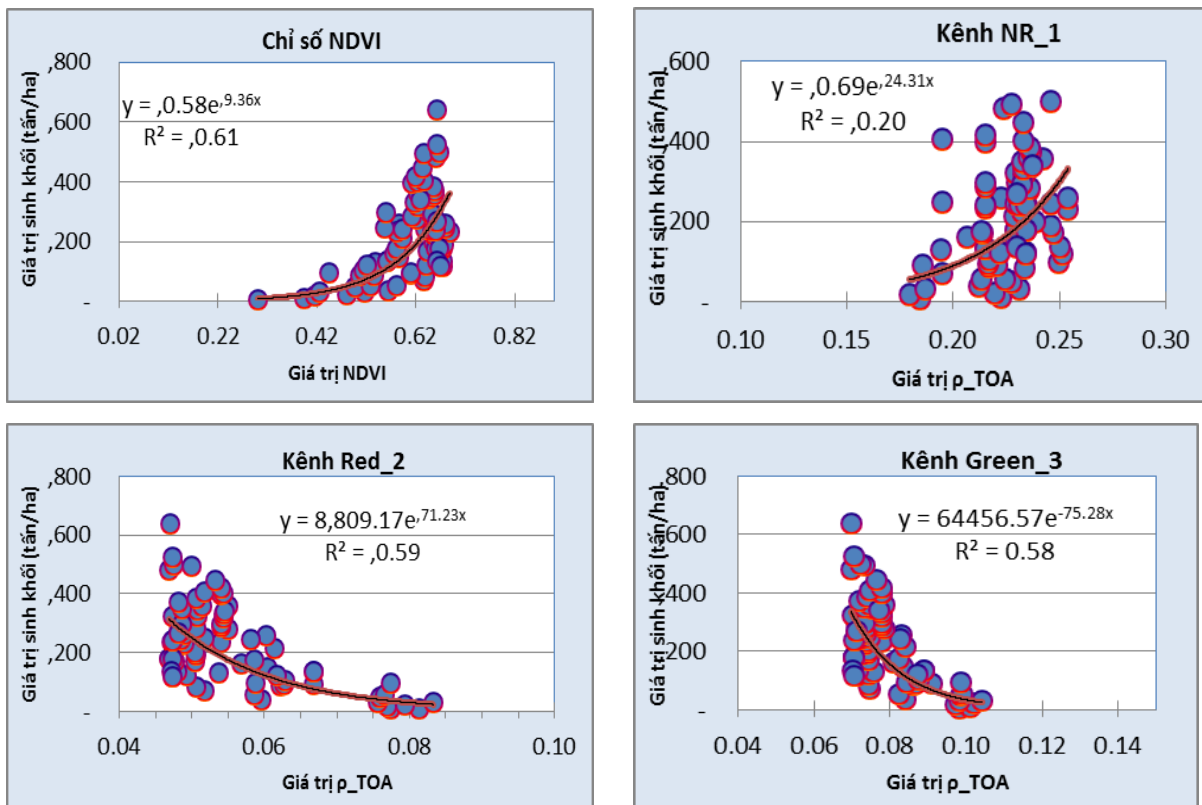
a). Quan hệ giữa giá trị tán xạ ngược trên ảnh vệ tinh ALOS PALSAR và sinh khối rừng trên mặt đất



Hình 4.15: Quan hệ giữa giá trị tán xạ ngược và sinh khối rừng trên mặt đất

Những khu vực sinh khối lớn có tán xạ ngược thấp và bão hòa ở mức sinh khối trên 100 tấn, giá trị tán xạ ngược phân cực HH tập trung ở mức -18 đến -10 dB, phân cực HV tập trung ở mức -25 đến -18 dB. Tại khu vực nghiên cứu phân cực HH có tương quan tốt nhất với sinh khối rừng ở mức 100 tấn/ha trở xuống, còn phân cực HV có tương quan tốt nhất với sinh khối rừng ở mức 50 tấn/ha trở xuống.

b). Quan hệ giữa giá trị phản xạ trên các kênh ảnh và chỉ số NDVI trên ảnh vệ tinh SPOT 5 và sinh khối rừng trên mặt đất.



Hình 4.21: Quan hệ giữa giá trị sinh khối trên mặt đất với giá trị cường độ phản xạ trên ảnh SPOT 5 của rừng Đước tỉnh Cà Mau.

Giá trị cường độ phản xạ trên kênh chỉ số NDVI là cao nhất, với mức cường độ phản xạ ρ_{TOA} biến động từ 0,4 – 0,7; kênh hồng ngoại biến động từ khoảng 0,12 – 0,26, còn lại trên kênh đỏ và kênh lục giá trị phản xạ tương đối thấp.

4.2.3. Mô hình tương quan hồi quy ước tính sinh khối rừng

4.2.3.1. Mô hình tương quan ước tính sinh khối dựa trên dữ liệu ảnh ALOS PALSAR

Bảng 4.16: Mô hình hồi quy một biến giữa giá trị tán xạ trên ảnh ALOS PALSAR và sinh khối trên mặt đất

TT	Phương trình lập được	Các chỉ tiêu thống kê			
		R^2	SSR	SEE	MAE
1	$\ln(TABG) = 1/(0,177 + 45600000*HH^{-4^2})$	65,6	0,17	0,04	0,03
2	$\ln(TABG) = \exp(1,59 - 1,27E8*HH^{-4^2})$	68,0	1,06	0,12	0,09
3	$\ln(TABG) = 1/(0,195 + 4,34E7*HH^{-4^2})$	68,8	0,12	0,04	0,03
4	$\ln(TABG) = (2,2 - 1,13E8*HH^{-4^2})^2$	65,1	0,95	0,12	0,09

5	$\ln(\text{TABG}) = 1/(0,212 + 5,76E11*HH^{-6^2})$	75,1	0,09	0,04	0,02
---	--	------	------	------	------

Mô hình $\ln(\text{TABG}) = 1/(0,212 + 5,76E11*HH^{-6^2})$ có hệ số xác định cao nhất (mô hình 5) với $R^2 = 0,75$, với SSR (0,09), SEE (0,04) và MAE (0,02) là thấp nhất. Do đó mô hình 5 được chọn để dự báo sinh khối.

b). Mô hình tương quan đa biến

Kết quả phân tích hồi quy giữa giá trị tán xạ trên ảnh và sinh khối rừng khi sử dụng cả trị đo phân cực HH và HV không cho kết quả tốt hơn sử dụng phân cực HH.

Bảng 4.17: Mô hình hồi quy một biến giữa giá trị tán xạ trên ảnh ALOS PALSAR và sinh khối trên mặt đất

TT	Phương trình lập được	Các chỉ tiêu thống kê			
		R^2	SSR	SEE	MAE
1	$\ln(\text{TABG}) = 8,25 - 0,00756*HV*HH - 5,46E4*HH^{-4}$	0,58	15,4	0,48	0,38
2	$\ln(\text{TABG}) = 54,2 + 8,4E4*HV^{-3} + 1,49*HH - 14,1*HVHH + 2,06*HHHV$	62,8	14,1	0,46	0,43
3	$\ln(\text{TABG}) = 29,0 - 1,35*HV + 1,84*HH - 18,1*HVHH$	54,4	17,3	0,5	0,4
4	$\ln(\text{TABG}) = 55,2 + 8,36E4*HV^{-3} + 1,46*HH - 14,1*HVHH$	60,0	15,2	0,47	0,36

c). Kết quả kiểm chứng mô hình ước tính sinh khối dựa trên giá trị tán xạ ngược

Kết quả kiểm nghiệm mô hình hồi quy đơn biến $\ln(\text{TABG}) = 1/(0.212 + 5.76E11*HH^{-6^2})$ với sai số trung phương 15,2 tấn/ha. Tỷ lệ về sai số sinh khối tính với sinh khối rừng đo có sai số độ lệch chuẩn là 31,7 %, hay nói cách khác, tính sinh khối qua mô hình hồi qui đơn biến có thể cho độ chính xác tới gần 68,3 %.

4.2.3.2. Mô hình tương quan hồi quy ước tính sinh khối rừng dựa trên dữ liệu ảnh SPOT 5

Bảng 4.19: Mô hình hồi quy một biến giữa giá trị phản xạ của các kênh ảnh và sinh khối rừng trên mặt đất

TT	Phương trình lập được	Các chỉ tiêu thống kê			
		R^2	SSR	SEE	MAE
1	$\ln(\text{TAGB}) = 1/(0,0998635 + 0,00026*NIR^{-2^2})$	0,48	0,09	0,05	0,03

2	$\ln(\text{TAGB}) = (2,75296 - 163,465/\text{Red}^{-2})^2$	0,70	0,65	0,12	0,09
3	$\text{TAGB} = \exp(6,52215 - 34860,3 * \text{Green}^2)$	0,69	11,4	0,52	0,40
4	$\ln(\text{TAGB}) = \sqrt{43,4602 - 4760,46 * \text{WSNR}^2}$	0,48	153,17	5,97	4,66

Bảng 4.20: Mô hình hồi quy giữa Chỉ số thực vật NDVI và sinh khối rừng trên mặt đất

TT	Phương trình lập được	Các chỉ tiêu thống kê			
		R ²	SSR	SEE	MAE
1	$\ln(\text{TAGB}) = \exp(3,02231 - 0,851803/\text{NDVI})$	0,79	0,47	0,10	0,08
2	$\ln(\text{TAGB}) = \exp(2,24351 - 0,226061/\text{NDVI}^2)$	0,81	0,43	0,10	0,08
3	$\ln(\text{TAGB}) = 1/(0,13489 + 0,0082 * \text{NDVI}^{-2})$	0,86	0,03	0,02	0,02
4	$\ln(\text{TAGB}) = \exp(1,857 - 0,0286599 * \text{NDVI}^{-2})$	0,81	0,42	0,10	0,07

Mô hình hồi quy giữa chỉ số thực vật NDVI và sinh khối rừng trên mặt đất cao hơn, trong đó mô hình 3 có hệ số xác định cao nhất ($R^2 = 0,86$), $SSR = 0,03$, $SEE = 0,02$ và $MAE = 0,02$. Mô hình có dạng: $\ln(\text{TAGB}) = 1/(0,13489 + 0,00823004 * \text{NDVI}^{-2})$

c). Kết quả kiểm chứng mô hình ước tính sinh khối dựa trên ảnh SPOT

Kết quả kiểm nghiệm với sai số trung phương 16,8 tấn/ha. Tỷ lệ về sai số sinh khối tính từ mô hình tương quan với giá trị trích xuất từ ảnh viễn thám quang học với sinh khối rừng đo từ các ô tiêu chuẩn có sai số độ lệch chuẩn là 27,5 %, hay nói cách khác tính sinh khối qua mô hình đơn biến có thể cho độ chính xác tới 72 %.

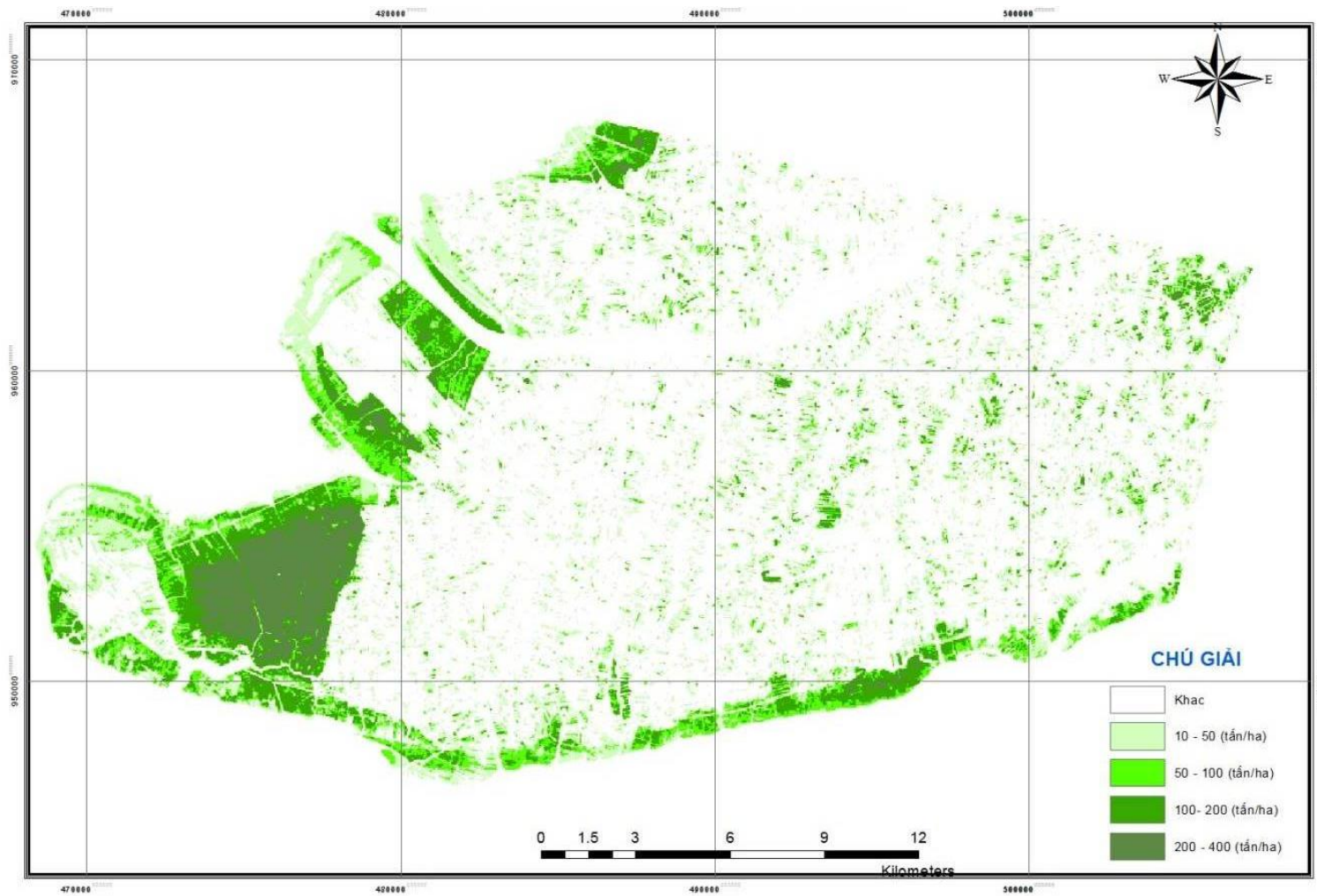
4.2.4. Bản đồ sinh khối và các bon của rừng Đước tại Cà Mau

Phương trình sử dụng để tính sinh khối rừng trên mặt đất tỉnh Cà Mau từ chỉ số thực vật NDVI trên ảnh SPOT 5 như sau: $\ln(\text{TAGB}) = 1/(0,13489 + 0,00823004 * \text{NDVI}^{-2})$ với hệ số xác định là $R^2 = 0,84$.

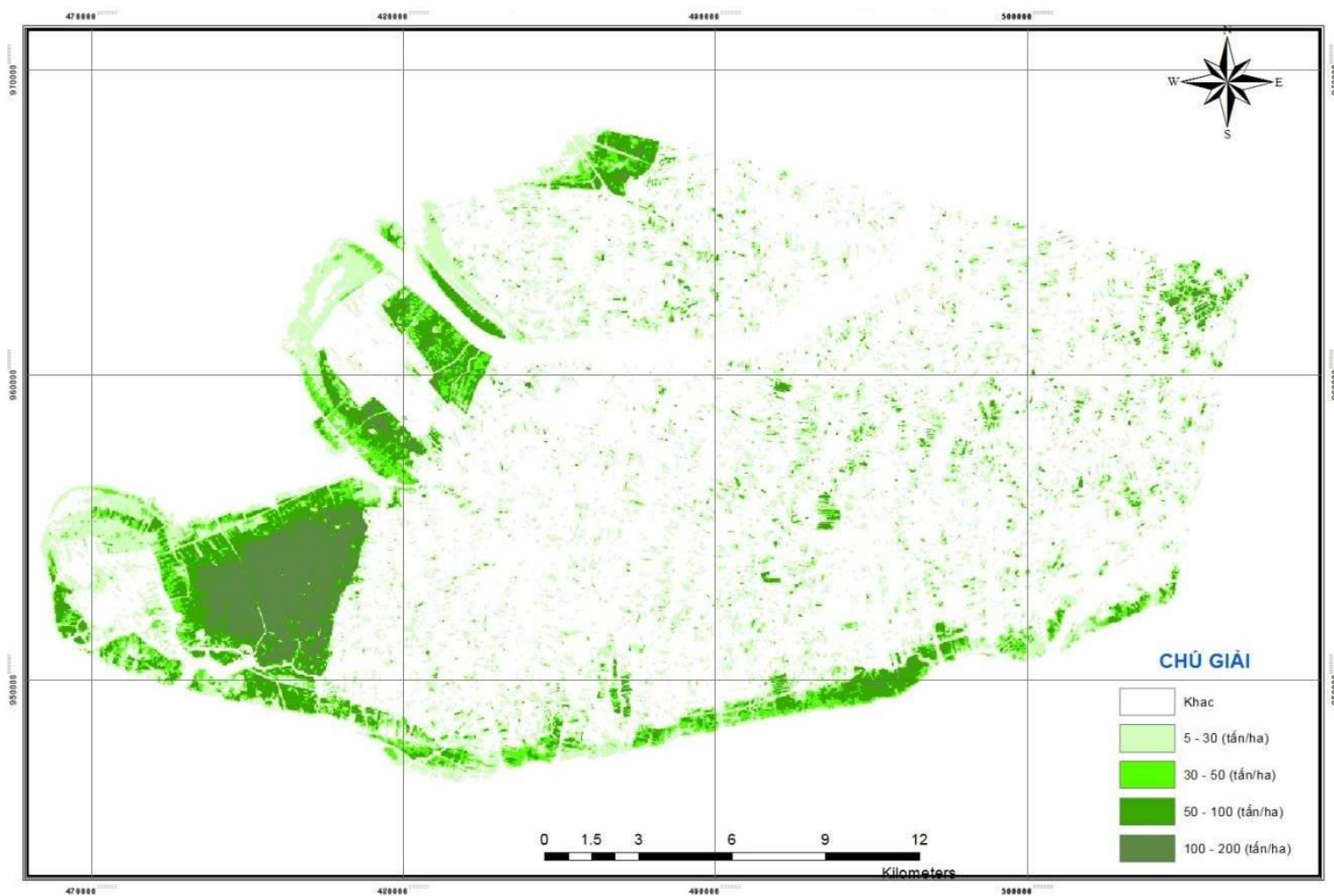
Bản đồ sinh khối Cà Mau được phân cấp thành 4 cấp sinh khối rất thấp (10 – 50 tấn/ha), sinh khối thấp (51 – 100 tấn/ha), sinh khối trung bình (101 – 250 tấn/ha) và sinh khối cao (251 – 600 tấn/ha).

Bản đồ tích lũy các bon rừng ngập mặn tại Cà Mau được phân cấp thành 4 cấp tích lũy các bon rất thấp (5 – 30 tấn/ha), tích lũy các bon thấp (31 – 50 tấn/ha), tích lũy

các bon trung bình (51 – 100 tấn/ha), tích lũy các bon cao (101 – 200 tấn/ha) và khác. Bản đồ sinh khối và bản đồ tích lũy các bon thể hiện khu vực tích lũy các bon cao (trên 200 tấn/ha) chủ yếu tập trung ở vùng lõi VQG Đất Mũi, còn lại một ít diện tích phân bố rải rác tại các lâm ngư trường. Rừng có mức tích lũy các bon từ 51 – 100 tấn/ha phân bố nhiều nhất trong khu vực nghiên cứu.



Hình 4.22: Bản đồ phân cấp sinh khối rừng ngập mặn tại khu vực tỉnh Cà Mau



Hình 3.23: Bản đồ tích lũy các bon rừng ngập mặn tại khu vực tỉnh Cà Mau

KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

- Về tỉ lệ sinh khối và các bon

Tỉ lệ sinh khối khô trung bình trong thân là $64,91 \pm 3,57$ %; trong cành cây là $60,77 \pm 3,97$ %; trong rễ chổng là $61,44 \pm 2,67$ %; và trong lá là $31,02 \pm 1,21$ %.

- Về sinh khối và tích lũy các bon

Tổng sinh khối của quần thể trung bình đạt 191,1 tấn/ha, lượng các bon tích lũy trong sinh khối rừng trung bình đạt 117,4 tấn C/ha. Khả năng hấp thụ CO₂ cao nhất tương ứng với đường kính trung bình của quần thể là 11,7 cm, mật độ là 2.580 cây/ha với 692,4 tấn CO₂/ha.

- Về mô hình ước tính sinh khối và tích lũy các bon mặt đất

Dạng hàm logarit 2 chiều rất phù hợp để dự báo sinh khối và tích lũy các bon của cây rừng. Mô hình ước tính sinh khối tươi rừng Đước: $W_{tt} = \exp(-0,728 + 2,33 \cdot \ln(D_{1,3}))$

Mô hình ước tính sinh khối khô quần thể: $\ln(TAGB) = \exp(0,768 + 0,0873 \cdot \ln(M^2))$.

Mô hình ước tính tích lũy các bon quần thể $TAGC = 1/(0,000663 + 1,65/M)$

- Về ứng dụng viễn thám trong ước tính sinh khối rừng

Ứng dụng dữ liệu ảnh ALOS Palsar kênh L và số liệu thực địa để tính sinh khối rừng ngập mặn khu vực Cà Mau là khả thi và cho độ chính xác khá cao đối với các vùng rừng ngập mặn có giá trị sinh khối nhỏ hơn 100 tấn/ha.

Kết quả phân tích tương quan giữa sinh khối rừng và giá trị tán xạ ngược trích xuất từ ảnh ALOS Palsar kênh L tại khu vực nghiên cứu cho kết quả tương quan nghịch, giá trị tán xạ càng giảm thì sinh khối càng tăng và bị bão hòa khi sinh khối đạt mức 100 tấn trên ha tương ứng với giá trị tán xạ ngược -17dB.

Mô hình hồi quy giữa chỉ số thực vật NDVI và sinh khối rừng có dạng: $\ln(TAGB) = 1/(0,13489 + 0,00823004 \cdot NDVI^{-2})$ với hệ số xác định ($R^2 = 0,86$), SSR = 0,03, SEE = 0,02 và MAE = 0,02.

2. Tồn tại

Luận án mới tập trung nghiên cứu cấu trúc sinh khối và tích lũy các bon các bộ

phận trên mặt đất, chưa đánh giá được sinh khối, tích lũy các bon dưới mặt đất.

Sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải thấp (ảnh SPOT: 10 x10 m, ảnh radar 12,5 x 12,5 m) nên việc ước tính sinh khối rừng đối với khu vực rừng phân bố theo giải hẹp xen lẫn mặt nước đạt độ chính xác không cao trong ước tính sinh khối rừng do bị nhiễu bởi phản xạ mặt nước.

Dữ liệu viễn thám ALOS Palsar bão hòa với sinh trên 100 tấn/ha, trong khi rừng tại khu vực nghiên cứu có sinh khối chủ yếu là trên mức 100 tấn/ha. Đây được xem là một hạn chế rõ rệt của viễn thám radar kênh C, X, L và P đối với rừng nhiệt đới có sinh khối cao.

3. Kiến nghị

Sử dụng kết quả sinh khối và các mô hình dự báo sinh khối cây các thể và quần thể rừng để giám sát sinh khối, lượng tích lũy các bon của rừng.

Tiếp tục nghiên cứu bổ sung sinh khối và tích lũy các bon dưới mặt đất để đánh giá hết tổng thể giá trị tích lũy các bon của rừng.

Việc sử dụng mô hình ước tính sinh khối dựa trên dữ liệu vệ tinh đối với rừng được ở các khu vực khác cần có sự kiểm tra và nghiên cứu bổ sung và cần thử nghiệm thêm các biến khác như độ tàn che, đường kính, chiều cao... để tìm ra mô hình tối ưu hơn trong ước tính sinh khối rừng cũng như làm cơ sở xây dựng bản đồ sinh khối và bản đồ tích tụ các bon.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Viên Ngọc Nam, Nguyễn Thị Hà, Trần Quốc Khải, 2012. Phương trình sinh khối và carbon các bộ phận của loài Đước đôi (*Rhizophora apiculata* Blume) ở tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Rừng và Môi trường*, số 47/2012, tr 29-34, ISSN 1859-1248
2. Nguyễn Thị Hà, Viên Ngọc Nam, 2015. Cấu trúc sinh khối cây cá thể và quần thể rừng Đước (*Rhizophora apiculata* Blume) tại Cà Mau. *Tạp chí Nông nghiệp và phát triển Nông thôn*, số 1/2016, 134 – 140, ISSN 1859-4581