Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ
Phần A: Khoa học tự nhiên, Công nghệ và Môi trường
ISSN 1859-2333 | e-ISSN 2815-5599

DOI:10.22144/ctujos.2023.194

NGHIÊN CỨU LƯỢNG HẤP THỤ CO_2 CỦA RỪNG TRÀM (*Melaleuca cajuputi* Powell) Ở CÁC ĐỘ DÀY THAN BÙN KHÁC NHAU TẠI VƯỜN QUỐC GIA U MINH HẠ, TỈNH CÀ MAU

Trần Quốc Khải*, Dương Văn Nhã, Nguyễn Tấn Truyền và Huỳnh Kiệt Anh Tuấn
Vườn quốc gia U Minh Hạ, tỉnh Cà Mau
**Tác giả liên hệ (Corresponding author): tranquockhainhrx2009@gmail.com*

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 20/03/2023
Sửa bài (Revised): 24/04/2023
Duyệt đăng (Accepted): 12/05/2023

Title: *Study on the capability of CO_2 sequestration of Melaleuca cajuputi Powell forest in U Minh Ha National Park, Ca Mau province*

Author(s): *Tran Quoc Khai*, Duong Van Nha, Nguyen Tan Truyen and Huynh Kiet Anh Tuan*

Affiliation(s): *U Minh Ha National Park*

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành nhằm ước lượng khả năng hấp thụ CO_2 của rừng tràm (Melaleuca cajuputi Powell*) tại Vườn Quốc gia U Minh Hạ, tỉnh Cà Mau. Số liệu được thu thập qua 12 ô tiêu chuẩn theo các độ dày than bùn: T (cm) < 40, T (cm) = 40 - 70, T (cm) = 70 - 100, T (cm) = 100 - 120 và giải tích 21 cây cá thể. Số liệu sau khi thu thập được phân tích để tìm phương trình thích hợp cho mối quan hệ giữa các nhân tố. Kết quả cho thấy phương trình mô tả tốt nhất cho mối quan hệ giữa sinh khối, carbon tích lũy với đường kính thân cây có dạng: $Y = (a + b/X)^2$. Có sự khác nhau giữa lượng CO_2 hấp thụ của quần thể rừng tràm ở các độ dày than bùn: T (cm) < 40 là 237,51 tấn/ha, T (cm) = 40 - 70 là 167,73 tấn/ha, T (cm) = 70 - 100 là 42,89 tấn/ha, T (cm) = 100 - 120 là 58,87 tấn/ha. Tổng giá trị hấp thụ CO_2 của rừng tràm tại khu vực nghiên cứu là 364.140.005.825 đồng.*

Từ khoá: *Cà Mau, carbon, sinh khối, U Minh Hạ, Vườn Quốc gia*

ABSTRACT

This study aimed to estimate the carbon accumulation capacity of Melaleuca cajuputi Powell forest in U Minh Ha National Park, Ca Mau province. Data were collected by measuring 12 plots to different peatland thicknesses (T (cm)< 40, T (cm)= 40 - 70, T (cm)= 70 - 100, T (cm)= 100 - 120) and analysis on 21 trees. The data were analyzed through equations between different factors. The results showed that the equations that best describes the relationship between biomass and carbon with diameter is $Y = (a + b/X)^2$. There are differences between the carbon content of Melaleuca forest populations at peatland thicknesses: T (cm) < 40 was 237.51 ton/ha, T (cm) = 40 - 70 was 167.73 ton/ha, T (cm)= 70 - 100 was 42.89 ton/ha, T (cm) = 100 - 120 was 58.87 ton/ha. The total CO_2 sequestration value of Melaleuca forest in the study area is 364,140,005,825 VND.

Keywords: *Biomass, Ca Mau, carbon, National Park, U Minh Ha*

1. GIỚI THIỆU

Vườn Quốc gia U Minh Hạ là khu rừng đặc dụng của tỉnh Cà Mau, có giá trị cao về bảo tồn các nguồn tài nguyên sinh vật của hệ sinh thái rừng tràm (*Melaleuca cajuputi* Powell) ngập phèn đặc trưng của vùng đồng bằng sông Cửu Long. Với tổng diện tích vùng lõi là 8.527,8 ha (Vườn Quốc gia U Minh Hạ, 2021), trong đó có 7.642,2 ha diện tích có rừng với độ dày than bùn lên đến 120 cm (Quới, 2014), Vườn Quốc gia U Minh Hạ là nơi sinh sống và kiếm ăn của nhiều loài động vật hoang dã quý hiếm. Ngoài ra, hệ sinh thái rừng tràm còn có những giá trị to lớn về môi trường như khả năng tích tụ carbon, điều hòa khí hậu và nhiều chức năng sinh thái độc đáo khác. Mặc dù đã có một số nghiên cứu khoa học về khả năng tích tụ carbon của rừng tràm ở một vài nơi thuộc vùng đất ngập phèn của đồng bằng sông Cửu Long như: Gáo Giồng, Đồng Tháp (Nam & Anh, 2011); Vườn Quốc gia U Minh Thượng, Kiên Giang (Đan & ctv., 2014); Khu Bảo tồn thiên nhiên Lung Ngọc Hoàng, Hậu Giang (Thảo & Tuấn, 2017); Phân trường Thạnh Trị, Sóc Trăng (Toàn & Nam, 2017). Thế nhưng các nghiên cứu về sinh khối, khả năng hấp thụ CO_2 của rừng tràm tại Vườn Quốc gia U Minh Hạ vẫn còn rất hạn chế. Từ thực tiễn trên, nghiên cứu được thực hiện nhằm góp phần cung cấp thêm dữ liệu, thông tin cho việc chi trả dịch vụ môi trường rừng theo Luật Lâm nghiệp năm 2017 và Nghị định 156/2018/NĐ-CP của Chính phủ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong sản lượng rừng, thể tích là nhân tố thể hiện sức sản xuất, khả năng sinh trưởng và phát triển của cây rừng và của cả khu vực điều tra. Theo kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả, giữa V với $D_{1,3}$ và H_{vn} có mối quan hệ chặt chẽ với nhau. Thế nhưng, việc xác định V thân cây bằng phương pháp trực tiếp rất khó khăn, tốn kém hoặc chưa có độ chính xác cao nếu áp dụng công thức chung V = G.H.F (Hồng và ctv., 2006). Vì vậy, việc xây dựng được mối quan hệ giữa V, $D_{1,3}$ và H_{vn} giảm bớt được chi phí điều tra và nâng cao độ chính xác.

Nghiên cứu lượng carbon tích lũy trên mặt đất của cây cá thể cũng như khả năng hấp thụ CO_2 chủ yếu dựa theo phương pháp của Pearson et al. (2005), Sang và Trung (2006). Định lượng carbon trên mặt đất bao gồm các bộ phận: thân, cành, lá của cây tràm, quần thể cây tràm. Trong nghiên cứu này, vì các điều kiện của nghiên cứu nên việc xác định lượng carbon tích lũy của vỏ cây, rễ cây, lượng thực vật bám trên thân cây, thảm thực vật cũng như carbon tích lũy trong đất không được thực hiện.

Dựa trên kết quả nghiên cứu về độ dày đất than bùn của Quới (2014) và dữ liệu của Vườn Quốc gia U Minh Hạ thì tổng diện tích có rừng của đơn vị là 7.642,2 ha phân theo các độ dày đất than bùn (ký hiệu là T(cm)) như sau:

− Diện tích quần thể rừng tràm phân bố ở độ dày đất than bùn dưới 40 (cm): T < 40 (cm) là 6.754,7 ha (khu vực này tập trung chủ yếu là rừng Tràm trồng).

− Diện tích quần thể rừng tràm phân bố ở độ dày đất than bùn từ 40 đến 70 (cm): T = 40 - 70 (cm) là 783,4 ha (khu vực này có cả rừng tự nhiên và rừng trồng).

− Diện tích quần thể rừng tràm phân bố ở độ dày đất than bùn từ 70 đến 100 (cm): T = 70 - 100 (cm) là 79,0 ha (khu vực này là rừng tự nhiên).

− Diện tích quần thể rừng tràm phân bố ở độ dày đất than bùn từ 100 đến 120 (cm): T = 100 - 120 (cm) là 25,1 ha (khu vực này là rừng tự nhiên).

Rừng tràm trồng tại Vườn quốc gia U Minh Hạ là cùng loài với cây tràm bản địa *Melaleuca cajuputi* Powell.

2.1. Ngoại nghiệp

− Sử dụng máy định vị toàn cầu (GPS) xác định tọa độ của 12 ô đo đếm trong vùng lõi Vườn Quốc gia U Minh Hạ. Diện tích mỗi ô đo đếm khu vực rừng tự nhiên là 500 m^2 (25 m x 20 m), khu vực rừng trồng là 100 m^2 (10 m x 10 m). Cụ thể:

+ Đối với diện tích quần thể rừng tràm ở độ dày than bùn T < 40 (cm) lập 03 ô, diện tích mỗi ô là 100 m^2.

+ Đối với diện tích quần thể rừng tràm ở độ dày than bùn T = 40 - 70 (cm) lập 03 ô, trong đó có 02 ô diện tích mỗi ô là 100 m^2 (rừng trồng), 01 ô có diện tích là 500 m^2 (rừng tự nhiên);

+ Đối với diện tích quần thể rừng tràm ở độ dày than bùn T = 70-100 (cm) lập 03 ô, diện tích mỗi ô là 500 m^2;

+ Đối với diện tích quần thể rừng tràm ở độ dày than bùn T = 100 - 120 (cm) mỗi ô là 100 m^2, diện tích mỗi ô là 500 m^2.

− Trong mỗi ô tiêu chuẩn,việc đo đếm các chỉ tiêu cần thiết phục vụ cho các nội dung nghiên cứu được tiến hành như sau:

+ Xác định mật độ cây (N).

+ Đo chiều cao vút ngọn (H_{vn}) bằng thiết bị đo cao Vertex IV, với sai số 0,5 m. H_{vn} của cây được tính từ gốc đến đỉnh sinh trưởng của cây.

+ Đo chu vi thân cây tại vị trí 1,3 m ($C_{1,3}$) bằng thước dây từ đó suy ra đường kính thân cây tại vị trí 1,3 m ($D_{1,3}$) theo công thức: $D_{1,3} = C_{1,3}/\pi$

– Điều tra cây cá thể: Do khu vực nghiên cứu là rừng đặc dụng nên nhóm nghiên cứu chỉ tiến hành giải tích 21 cây cá thể được thực hiện ở các ô đo đếm tại Phân khu Phục hồi sinh thái Vườn quốc gia U Minh Hạ. Cây được chọn để giải tích là cây sinh trưởng và phát triển bình thường, không gãy ngọn, không sâu bệnh, có đường kính và chiều cao tương đương với kích thước bình quân của lâm phần.

– Tiến hành giải tích từng cây đã được chặt hạ:

+ Tiêu chuẩn cây giải tích là cây sinh trưởng bình thường, một thân, một ngọn, thân thẳng, tán lá đều, không sâu bệnh, không gãy ngọn.

+ Đo chiều cao vút ngọn (H_{vn})

+ Đo $C_{1,3}$ để xác định $D_{1,3}$ ($C_{1,3}$:chu vi thân cây tại vị trí 1,3 m, $D_{1,3}$: đường kính thân cây tại vị trí 1,3 m)

+ Chia sinh khối cây thành các bộ phận: thân, lá, cành.

+ Thân cây được cắt thành từng đoạn 1 m. Mỗi đoạn đo chu vi (C) tại vị trí giữa đoạn.

+ Cân trọng lượng từng đoạn.

+ Thu lá, cành và cân khối lượng tươi của từng bộ phận.

– Lấy mẫu phân tích carbon: Từ số liệu đo đếm chia thành 3 cấp tiết diện ngang (G) bằng nhau, mỗi cấp lựa 3 cây để thu mẫu tươi được gửi tới Bộ môn Sinh thái - Môi trường Rừng thuộc Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Bộ để tiến hành phân tích. Tổng số cây được lấy mẫu tươi để phân tích là 9 cây cho 03 độ dày đất than bùn (T < 40, T = 40 - 70, T = 70 - 100; đối với độ dày than bùn T = 100 - 120, do tập trung ở Phân Khu Bảo vệ nghiêm ngặt nên không thể giải tích cây được), trong đó: mỗi cây được lấy 3 thớt thân (dày 02 cm), 03 thớt cành (dày 05 cm) và 01 kg lá chung cho 09 cây.

– Phương pháp xác định carbon cây cá thể tại phòng thí nghiệm

+ Mẫu được sấy khô ở 105^0C đối với thân, cành và ở 80^0C đối với lá cho đến khi khối lượng không đổi. Cân lại các mẫu để xác định tỉ lệ giữa sinh khối khô và sinh khối tươi.

+ Tính lượng carbon trong các mẫu sấy khô theo phương pháp Walkey-Black (Pearson et al., 2005).

2.2. Nội nghiệp

– Các cây cá thể sau khi đo đếm được dùng để xây dựng phương trình tương quan giữa các bộ phận cây cá thể. Phương pháp phân tích toán học được sử dụng để xử lý số liệu (Huy, 2015). Phần mềm Microsoft Excel 2007, Statgraphics Centurion XV verson 15.1.02 được dùng để xử lý và phân tích số liệu.

– Tính thể tích (V) cây:

$V = (G_1 + G_3 + \ldots + G_{n-1})\times l + 1/3\times(G_n \times l_n)$ với:

+ $G_1, G_2, \ldots, G_{n-1}$: tiết diện ngang từng đoạn (m^2)

+ l = 1 (m)

+ G_n: tiết diện ngang đoạn ngọn (m^2)

+ l_n: chiều dài đoạn ngọn ($0 < l\ m < 1$)

– Tính toán sinh khối theo từng bộ phận của cây trên mặt đất rồi suy ra cho khu rừng điều tra thông qua tỷ lệ sinh khối tươi và khô.

+ Để nghiên cứu sinh khối tươi cây cá thể, biện pháp đem lại sự chính xác cao chính là chặt hạ trực tiếp cây giải tích. Tuy nhiên, do nhiều điều kiện khác nhau (lập địa, thời tiết, kinh phí…) nên việc chặt hạ cũng như cân sinh khối tươi ngoài hiện trường hết sức khó khăn. Vì vậy, việc xây dựng phương trình tương quan giữa sinh khối tươi với các nhân tố dễ đo đếm như đường kính và chiều cao là điều hết sức cần thiết. Việc đo đếm chiều cao vút ngọn (H_{vn}) thường khó khăn và không chính xác bằng đo đường kính ($D_{1,3}$) thông qua đo chu vi ($C_{1,3}$). Vì vậy, nghiên cứu này chỉ xác định được mối tương quan của các phương trình tổng sinh khối, sinh khối thân, lá, cành với đường kính ($D_{1,3}$) mà không có sự tham gia của yếu tố chiều cao vút ngọn (H_{vn}).

+ Sinh khối khô của cá thể cây rừng là chỉ tiêu quan trọng để xác định khả năng tích tụ carbon của cây. Từ sinh khối tươi cây cá thể có thể xác định được sinh khối khô qua sấy khô, từ sinh khối khô có thể xác định được carbon dự trữ thông qua phân tích ở phòng thí nghiệm.

– Tính lượng các bon của cây cá thể và quần thể tràm theo công thức: Lượng carbon tích tụ (kg) = Sinh khối khô (kg)×hàm lượng các bon phân tích (%).

– Xây dựng các phương trình tương quan giữa các nhân tố:

+ Tương quan giữa chiều cao vút ngọn và đường kính thân cây.

+ Tương quan giữa các nhân tố sinh khối (tổng sinh khối và các bộ phận của cây: thân, cành, lá) với đường kính thân cây ($D_{1,3}$).

+ Tương quan giữa lượng carbon tích tụ với đường kính $D_{1,3}$: Tương quan giữa tổng lượng carbon tích tụ (C_{tong}) với $D_{1,3}$, tương quan giữa carbon thân (C_{than}) với $D_{1,3}$, tương quan giữa carbon cành (C_{canh})với $D_{1,3}$,tương quan giữa carbon lá (C_{la}) với $D_{1,3}$.

+ Tiêu chí để lựa chọn phương trình phù hợp: Hệ số xác định cao (R^2), tổng số dư bình phương (SSR) nhỏ nhất, sai số ước lượng tiêu chuẩn (SEE) nhỏ nhất; sai số trung bình tuyệt đối thấp nhất (MAE) và phương trình phổ biến, dễ áp dụng.

– Lượng CO_2 hấp thụ (kg) = lượng carbon tích tụ (kg)*44/12.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

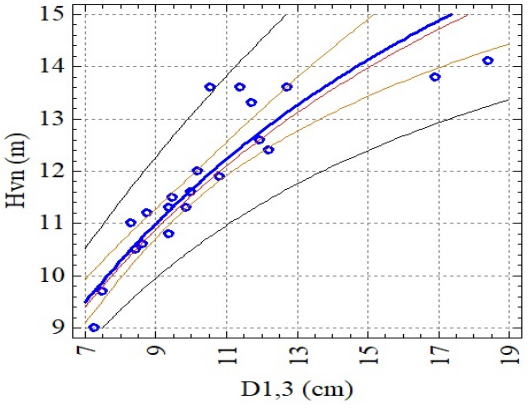
3.1. Tương quan giữa chiều cao vút ngọn (H_{vn}) với đường kính cây cá thể ($D_{1,3}$)

Để xác định mối tương quan giữa H_{vn} và $D_{1,3}$ của cá thể cây tràm, một số phương trình tương quan được chạy thử. Kết quả sau khi thăm dò mối tương quan giữa chiều cao (H_{vn}) và đường kính thân cây ($D_{1,3}$) thì phương trình được chọn có dạng (phương trình này được áp dụng cho cả 04 độ dày đất than bùn khác nhau):

$$H_{vn} = 1/(0{,}0405 + 0{,}4542/D_{1,3})$$

(Với $7{,}26 \le D_{1,3}$ (cm) $\le 18{,}40$; $R^2 = 83{,}7\%$; SEE = 0,00; MAE = 0,00; SSR = 0,00)

Phương trình có hệ số tương quan khá cao, các hệ số xác định, sai số tiêu chuẩn ước lượng thấp nhất, tổng sai lệch bình phương nhỏ nhất nằm trong phạm vi cho phép.



Hình 1. Đồ thị biểu diễn tương quan giữa H_{vn} và $D_{1,3}$

3.2. Tương quan giữa thể tích cây cá thể (V) với đường kính thân cây ($D_{1,3}$) và chiều cao vút ngọn (H_{vn})

Kết quả tính toán cho thấy thể tích của các cây được giải tích trung bình tại khu vực nghiên cứu là 0,0594 m^3/cây, cây có thể tích thấp nhất là 0,0186 m^3/cây, cây có thể tích cao nhất là 0,1874 m^3/cây, sai số trung bình mẫu 0,0191; đường kính trung bình của cây cá thể giải tích là 10,7 ± 1,3 (cm), biến động từ 7,3 (cm) - 18,4 (cm); chiều cao trung bình của cây cá thể 11,9 ± 0,6 (m), biến động từ 9,0 (m) - 14,1 (m).

Phương trình tương quan giữa V với $D_{1,3}$ và H_{vn} của cá thể cây Tràm tại khu vực nghiên cứu có dạng:

$$V = 0{,}00004 * D_{1,3}^{2,0005} * H_{vn}^{1,0012}$$

Trong đó, hệ số xác định $R^2 = 99,9\%$; $D_{1,3}$ biến động từ 7,26 - 18,40 (cm); H_{vn} = 9,0 – 14,1 (m); ngoài ra còn có các hệ số khác SEE = 0,00; MAE = 0,00; SSR = 0,00 đều đạt tiêu chí lựa chọn phương trình tương quan. Qua đó cho thấy tương quan giữa V với $D_{1,3}$ và H_{vn} là rất chặt với mức độ tin cậy 95%.

3.3. Sinh khối cây cá thể

3.3.1. Sinh khối tươi cây cá thể

Kết cấu sinh khối tươi cây cá thể bao gồm: tổng sinh khối tươi (W_{tongt}), sinh khối thân tươi (W_{thant}), sinh khối cành tươi (W_{canht}) và sinh khối lá tươi (W_{lat}). Kết quả sinh khối tươi cá thể cây tràm được xác định qua cân trực tiếp các bộ phận thân, cành, lá tại hiện trường ngay sau khi tiến hành giải tích cây.

Kết quả nghiên cứu cho thấy tổng sinh khối tươi của cây cá thể trung bình là 67,0 ± 12,0 kg/cây biến động từ 28,3 - 120,4 kg/cây (tỷ lệ này theo nghiên cứu của Nam vàAnh (2011) là 95,65 ± 33,98 kg/cây). Trong đó, sinh khối gỗ tập trung cao nhất ở thân cây, trung bình 59,5 ± 10,4 kg/cây. Sinh khối cành tươi, trung bình 5,2 ± 1,2 kg/cây. Sinh khối tươi của lá, thấp nhất so với các bộ phận khác của cây cá thể, trung bình 2,3 ± 0,6 kg/cây. Kết cấu sinh khối tươi của các bộ phận cây cá thể được sắp xếp như sau: thân (88,8%) > cành (7,8%) > lá (3,4%).

3.3.2. Sinh khối khô cây cá thể

Áp dụng phương pháp tính toán và thảo luận sinh khối tươi cây cá thể cho thấy tỉ lệ sinh khối khô các bộ phận của cây cá thể có sự biến động, sinh khối thân khô và cành khô chiếm tỉ lệ cao, chiếm 97,6% tổng sinh khối khô. Tỉ lệ này còn cao hơn so với tỉ lệ sinh khối tươi (96,6%) của cây.

Tổng sinh khối khô của cây cá thể tràm trung bình là 37,2 ± 5,8 kg/cây, giá trị này biến động 15,9

- 58,0 kg/cây. Tỷ lệ này ở rừng tràm Gáo Giồng, Đồng Tháp là 54,55 kg ± 19,83 kg/cây (Nam & Anh, 2011).Tổng sinh khối thân khô của cây cá thể trung bình là 33,1 ± 4,9 kg/cây (biến động từ 14,8 đến 50,5 kg/cây), chiếm 89,0% tổng sinh khối khô (tỉ lệ này dao động từ 85,7% đến 93,1%). Tổng sinh khối cành khô trung bình là 3,2 ± 0,7 kg/cây (biến động từ 0,9 đến 6,4 kg/cây), chiếm 8,6% tổng sinh khối khô (tỉ lệ này dao động từ 5,7% đến 10,9%). Tổng sinh khối lá trung bình 0,9 ± 0,2 kg/cây (tỉ lệ biến động từ 0,2 đến 2,0 kg/cây), chiếm 2,4% (tỉ lệ dao động từ 1,3% đến 3,4%). Kết cấu sinh khối khô của các bộ phận cây cá thể được sắp xếp theo thứ tự như sau: thân (89,0%) > cành (8,6%) > lá (2,4%).

3.4. Phương trình sinh khối cây cá thể

Kết quả xây dựng phương trình tương quan giữa sinh khối tươi cây cá thể với đường kính thân cây được tổng hợp ở Bảng 1.

Bảng 1. Các phương trình sinh khối tươi giữa các bộ phận với đường kính ($D_{1,3}$)

Phương trình	R^2 (%)	SEE	MAE	SSR
$W_{tongt} = (15,3105 - 73,6393/D_{1,3})^2$	95,7	0,34	0,28	2,20
$W_{thant} = (14,1863 - 66,8015/D_{1,3})^2$	95,5	3,32	0,27	1,93
$W_{canht} = (4,7073 - 25,3607/D_{1,3})^2$	83,3	0,24	0,18	1,17
$W_{lat} = (3,4689 - 20,6081/D_{1,3})^2$	90,9	0,14	0,11	0,39

(Giới hạn áp dụng phương trình: $7,3 \leq D_{1,3}$ (cm) $\leq 18,4$)

Các phương trình được lựa chọn để thể hiện mối tương quan giữa sinh khối tươi cây cá thể với đường kính đều thỏa mãn các yêu cầu về mặt thống kê: hệ số xác định cao (83,3% - 95,7%).Điều này cho thấy mối quan hệ giữa các yếu tố là chặt chẽ; các chỉ tiêu thống kê đều thỏa mãn với yêu cầu lựa chọn phương trình tương quan (SEE = 0,14 - 3,32, MAE = 0,11 - 0,28, SSR = 0,39 - 2,20).

Việc xây dựng phương trình tương quan giữa sinh khối khô cây cá thể với đường kính là cần thiết, giúp ta có thể xác định nhanh được lượng carbon dự trữ trong cây thông qua việc xác định đường kính mà vẫn giữ được độ chính xác tương đối. Phương trình tương quan giữa sinh khối khô cây cá thể với đường kính thân cây được tổng hợp ở Bảng 2.

Bảng 2. Các phương trình sinh khối khô giữa các bộ phận với đường kính thân cây ($D_{1,3}$)

Phương trình	R^2 (%)	SEE	MAE	SSR
$W_{tongk} = (10,6873 - 47,3722/D1,3)^2$	89,4	0,36	0,24	2,42
$W_{thank} = (9,8934 - 42,6748/D_{1,3})^2$	90,2	0,31	0,22	1,79
$W_{canhk} = (3,4885 - 17,8262/D_{1,3})^2$	68,7	0,26	0,19	1,32
$W_{lak} = (2,1910 - 12,9757/D_{1,3})^2$	91,5	0,09	0,06	0,14

Các phương trình được lựa chọn để thể hiện mối tương quan giữa sinh khối cá thể với đường kính đều thỏa mãn các yêu cầu về mặt thống kê: hệ số xác định tương đối cao (89,4% - 91,5%). Điều này cho thấy mối quan hệ giữa các yếu tố là chặt chẽ; riêng hệ số xác định của phương trình tương quan giữa sinh khối khô của thân với đường kính thân cây là khá thấp (R^2 = 68,7%), điều này có thể là do biến động giữa sinh khối khô của rừng tự nhiên và rừng trồng, thông thường thì rừng tự nhiên có cành, nhánh nhiều hơn so với rừng trồng (cần có nghiên cứu thêm); các chỉ tiêu thống kê khác đều thỏa mãn với yêu cầu lựa chọn phương trình tương quan (SEE = 0,09 - 0,36, MAE = 0,06 - 0,24, SSR = 0,14 - 0,42)

3.5. Sinh khối quần thể rừng tràm theo độ dày than bùn

Kết quả phân tích sinh khối tươi và sinh khối khô trung bình theo độ dày than bùn được tổng hợp tại Bảng 3 và Bảng 4.

Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng sinh khối tươi nhiều nhất ở độ dày than bùn dưới 40 cm. Đây là khu vực rừng Tràm trồng trên đất kê líp và sinh khối tươi thấp nhất ở độ dày than bùn 70 - 100 cm. Đây còn là khu vực rừng tự nhiên, tuy nhiên do ảnh hưởng của mưa bão trong nhiều năm làm cho thực vật thân gỗ đã bị gãy đổ nhiều, các loài thực vật khác như: dớn, choại, mây nước phát triển nhanh, ảnh hưởng đến việc tái sinh của các loài thực vật thân gỗ nơi đây, khiến mật độ của các loài thực vật thân gỗ bị giảm. Ngoài ra, còn có thể do nguyên nhân trữ nước để phục vụ cho công tác phòng cháy chữa cháy rừng tại Vườn quốc gia U Minh Hạ, khiến cho cây

tràm sinh trưởng kém, đặc biệt là khu vực có độ dày than bùn từ 70 đến 100 cm (khu vực rừng kê líp ít bị ngập hơn so với các khu vực còn lại). Từ đó, sinh khối của khu vực này thấp hơn so với các khu vực khác.

Bảng 3. Tổng hợp sinh khối tươi của rừng tràm theo độ dày than bùn

T (cm)	$\overline{D_{1,3}}$ (cm)	$\overline{H_{vn}}$ (m)	$\overline{N}$ (cây/ha)	$\overline{W_{tongt}}$ (tấn/ha)
< 40	10,7	10,5	4.000	284,15
40 - 70	12,6	9,9	2.267	203,14
70 - 100	18,8	13,6	407	52,83
100 - 120	17,5	11,9	587	72,36

Bảng 4. Tổng hợp sinh khối khô của rừng tràm theo độ dày than bùn

T (cm)	$\overline{D_{1,3}}$ (cm)	$\overline{H_{vn}}$ (m)	$\overline{N}$ (cây/ha)	$\overline{W_{tongk}}$ (tấn/ha)
< 40	10,7	10,5	4.000	156,75
40 - 70	12,6	9,9	2.267	108,80
70 - 100	18,8	13,6	407	27,15
100 - 120	17,5	11,9	587	37,38

Kết quả tổng hợp cho thấy sinh khối khô của quần thể rừng tràm có sự khác nhau ở các độ dày than bùn khác nhau, cụ thể sinh khối khô thấp nhất ở quần thể rừng tràm có độ dày than bùn từ 70 đến 100 (cm) (27,15 tấn/ha) và cao nhất ở độ dày than bùn dưới 40 (cm) là 156,75 tấn/ha.

3.6. Lượng CO_2 hấp thụ của rừng tràm

3.6.1. Lượng carbon tích lũy của cây cá thể

Lượng carbon tích tụ của 21 cây giải tích được xác định bằng phương pháp phân tích mẫu sinh khối khô trong phòng thí nghiệm. Thông qua việc phân tích, ta có được số liệu hàm lượng tỷ lệ carbon của từng bộ phận: thân, lá, cành. Từ đó, lượng carbon dự trữ trong cây cá thể được xác định.

Kết quả tính toán lượng carbon dự trữ cho thấy, lượng carbon dự trữ trung bình ở cây cá thể là 15,3 ± 2,6 kg/cây. Trong đó, lượng carbon dự trữ trong thân cây là cao nhất, trung bình 13,3 ± 2,1 kg/cây, lượng carbon dự trữ ở cành cây cá thể trung bình 1,5 ± 0,3 kg/cây, lượng carbon dự trữ ở bộ phận lá thấp nhất so với các bộ phận khác của cây, trung bình 0,5 ± 0,1 kg/cây. Như vậy, các bộ phận khác nhau của quần thể có lượng carbon tích lũy khác nhau và được sắp xếp theo tỷ lệ: C_{than} (86,9%) > C_{canh} (9,8) > C_{la} (3,3%).

Kết quả xây dựng các phương trình hồi quy giữa lượng carbon tích lũy ở các bộ phận cây cá thể với đường kính thân cây được tổng hợp ở Bảng 5.

Bảng 5. Các phương trình tương quan giữa carbon tích lũy trong cây cá thể với đường kính ($D_{1,3}$)

Phương trình	R^2 (%)	SEE	MAE	SSR
$C_{tong} = (7,1267 - 33,1979/D_{1,3})^2$	93,1	0,20	0,07	0,74
$C_{than} = (6,5265 - 29,6494/D_{1,3})^2$	93,8	0,17	0,13	0,53
$C_{canh} = (2,4311 - 12,7132/D_{1,3})^2$	71,2	0,18	0,12	0,59
$C_{la} = (1,6322 - 9,7595/D_{1,3})^2$	90,7	0,07	0,05	0,09

Kết quả tổng hợp cho thấy các phương trình tương quan giữa lượng carbon tích lũy với đường kính đều đạt yêu cầu về thống kê như hệ số xác định lớn (71,2% - 93,8%); tổng số dư bình phương nhỏ (0,09 - 0,74), sai số ước lượng tiêu chuẩn nhỏ (0,07 - 0,20); sai số trung bình tuyệt đối thấp (0,05 - 0,13). Các phương trình này đều dễ dàng áp dụng.

3.6.2. Khả năng hấp thụ CO_2 của rừng Tràm

Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng hấp thụ CO_2 của quần thể rừng tràm ở các độ dày than bùn là khác nhau. Cụ thể, quần thể rừng tràm ở độ dày than bùn dưới 40 cm có lượng CO_2 hấp thụ cao nhất (237,51 tấn/ha), thấp nhất ở độ dày than bùn 70 - 100 cm (42,89 tấn/ha) (Bảng 6).

Giá trị CO_2 biến động thường xuyên theo thị trường carbon trên thế giới. Theo The Ultimate Guide to Understanding Carbon Credits (https://carboncredits.com/carbon-prices-today/) tại Châu Á giá CO_2đến ngày 24/4/2023, giá CO_2 tại Trung Quốc là 8,12 USD/tấn và tại Hàn Quốc là 9,7 USD/tấn. Trong nghiên cứu này, giá là 8,91 USD/tấn CO_2 được sử dụng. Theo Ngân hàng TMCP Ngoại thương Việt Nam, tính đến ngày 24/4/2023, 1 USD = 23.480 VNĐ.

Bảng 6. Khả năng hấp thụ CO_2 của rừng tràm theo độ dày đất than bùn

T (cm)	$\overline{D_{1,3}}$ (cm)	$\overline{H_{vn}}$ (m)	$\overline{N}$ (cây/ha)	$\overline{CO_{2tong}}$ (tấn/ha)
< 40	10,7	10,5	4.000	237,51
40 - 70	12,6	9,9	2.267	167,73
70 - 100	18,8	13,6	407	42,89
100 - 120	17,5	11,9	587	58,87

Bảng 7. Giá trị bằng tiền về khả năng hấp thụ CO_2 của rừng tràm (thân, cành, lá)

T (cm)	Diện tích (ha)	Tổng lượng CO_2 (tấn)	Giá trị CO_2 (VNĐ)
< 40	6.754,7	1.604.287,18	335.632.309.632
40 - 70	783,4	131.399,68	27.489.706.992
70 - 100	79,0	3.388,31	708.857.493
100 - 120	25,1	1.477,64	309.131.708
Tổng	7.642,2	1.740.549,29	364.140.005.825

Bảng 7 cho thấy tổng lượng CO_2 của cả khu vực nghiên cứu là 1.740.549,29 tấn. Vậy tổng giá trị hấp thụ CO_2 của khu vực nghiên cứu là 364.140.005.825 đồng.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy đường kính trung bình của cây cá thể tại khu vực nghiên cứu là 10,7 ± 1,3 (cm); nếu chiều cao trung bình của cây cá thể là 11,9 ± 0,6 (m) thì lượng carbon tích lũy trong cây cá thể trung bình là 15,3 ± 2,6 kg/cây.Tổng lượng CO_2 hấp thụ của quần thể Tràm ở độ dày than bùn < 40 (cm) là 237,51tấn/ha, ở độ dày 40 - 70 cm là 167,73 tấn/ha, ở độ dày 70 - 100 cm là 42,89 tấn/ha, ở độ dày than bùn 100 - 120 cm là 58,87tấn/ha.

Từ kết quả tính toán lượng carbon tích lũy ở các bộ phận của cây cá thể, nghiên cứu đã tính toán được lượng CO_2 hấp thụ của cây cá thể, quần thể rừng tràm theo độ dày đất than bùn và cả quần thể rừng tràm tại khu vực nghiên cứu.

Định giá trị bằng tiền hấp thụ CO_2 của rừng tràm tại khu vực nghiên cứu là 364.134.747.203 đồng. Từ đó cho thấy giá trị hấp thụ CO_2 tại khu vực Vườn quốc gia U Minh Hạ là rất lớn, đơn vị cần xây dựng các biện pháp để bảo vệ tốt hiện trạng tại đây.

4.2. Kiến nghị

Việc tiếp tục nghiên cứu sinh khối ở các bộ phận khác của cây (vỏ cây, rễ cây) là cần thiết.

Số lượng cây giải tích của đợt nghiên cứu này còn ít (21 cây cá thể đại diện cho 04 tầng đất than bùn). Do đó, ta cần tăng thêm dung lượng mẫu cho mỗi tầng đất khác nhau để tăng thêm độ chính xác.

Các cây cá thể được giải tích chỉ được thực hiện đối với khu vực rừng trồng (2002 - 2003), do đó cần có thêm nghiên cứu đối với khu vực rừng tràm ở các độ tuổi khác nhau.

Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng để tính toán được tổng lượng carbon tích lũy trong khu vực cần phải xem xét tính toán thêm lượng carbon tích lũy trong đất, carbon vật rụng, carbon thảm thực vật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Chính phủ. (2018). *Nghị định 156/2018/NĐ-CP ngày 16 tháng 11 năm 2018 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Lâm nghiệp.* https://vbpl.vn/bononghiep/Pages/vbpq-van-ban-goc.aspx?ItemID=126306.

Đan, T. H., Xuân, Q. T., & Thọ, B. T. (2014). Đánh giá lượng cacbon tích lũy của sinh khối rừng tràm trên nền đất than bùn tại Vườn Quốc gia U Minh Thượng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ,* 30, 105-114.

Hồng, V. V., Hùng, T. V., & Bảy, P. N. (2006). *Công tác điều tra rừng ở Việt Nam*. Cẩm nang ngành Lâm nghiệp. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

Huy, B. (2015). *Phân tích thống kê trong nghiên cứu thực nghiệm Lâm nghiệp - Quản lý tài nguyên rừng - Môi trường. Sử dụng các phần mềm Statghraphics, SPSS và Excel.* Trường Đại học Tây Nguyên.

Nam, V. N., & Anh, L. N. T. (2011). Đánh giá khả năng hấp thụ CO_2 qua sinh khối của rừng tràm *(Melaleuca cajuputi* Powell*)* tại xã Gáo Giồng, huyện Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Rừng và Môi trường*, 42, 40 - 45.

Pearson T., Walker S., & Brown S.(2005). *Sourcebook for land use, landuse change and forestry projects*. Bio Carbon-Fund Winrock International, 57 pages.

Quốc hội. (2017). *Luật Lâm nghiệp*. https://vbpl.vn/bonongnghiep/Pages/vbpq-van-ban-goc.aspx?ItemID=126306.

Quới, L. P. (2014). Peatland and vegetation biodiversity assessment in U Minh Ha National Park, Ca Mau Province. *Institute for Enviroment and Natural Resources National University at Ho Chi Minh City*.

Sang, P. M., & Trung, L. C. (2006). *Hấp thụ các bon*. Cẩm nang ngành Lâm nghiệp. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

Thảo, B. TT., & Tuấn, L. A. (2017). Sinh khối và khả năng hấp thụ CO_2 Khu Bảo tồn thiên nhiên Lung Ngọc Hoàng. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 50, 58-65. https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.067

Toàn, N. K., & Nam, V. N. (2017). *Trữ lượng cacbon tích tụ của rừng Tràm (Melaleuca cajuputi Powell) trồng tại Công ty TNHH một thành viên Lâm nghiệp Sóc Trăng, tỉnh Sóc Trăng. Tạp chí Rừng và Môi trường,* 81+82,29-33.

Vườn Quốc gia U Minh Hạ. (2021). *Phương án Quản lý rừng bền vững (Đối với rừng đặc dụng) giai đoạn 2021 - 2030.*