

Đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng trồng thuần loài trang (*Kandelia obovata* Sheue, Liu & Yong) ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa

Nguyễn Thị Hồng Hạnh*, Đàm Trọng Đức

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 41A Phú Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 28 tháng 7 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 25 tháng 8 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 19 tháng 9 năm 2017

Tóm tắt: Để đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng ngập mặn trồng ven biển phục vụ quản lý nhà nước về giảm phát thải khí nhà kính, cung cấp cơ sở khoa học và thông tin cho việc đàm phán quốc tế trong các chương trình thực hiện cắt giảm khí nhà kính như REDD, REDD⁺, chúng tôi đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng trồng thuần loài trang (*K. obovata*) 18, 17, 16 tuổi ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa thông qua 3 bể chứa cacbon của rừng: (1) Bể chứa cacbon trong thực vật ở trên mặt đất; (2) Bể chứa cacbon trong thực vật ở dưới mặt đất; (3) Bể chứa cacbon trong đất, dưới dạng cacbon hữu cơ theo hướng dẫn của IPCC (2006). Kết quả nghiên cứu cho thấy, khả năng tích lũy cacbon của rừng tương ứng với lượng CO₂ tăng theo tuổi rừng. Hiệu quả tích lũy cacbon hàng năm của rừng 18 tuổi đạt 19,18 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 70,39 tấn/ha/năm); kế đến là rừng 17 tuổi đạt 14,76 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 54,17 tấn/ha/năm); thấp nhất là rừng 16 tuổi với 14,64 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 53,73 tấn/ha/năm). Khả năng tích lũy cacbon trong rừng cao là cơ sở khoa học để xây dựng và thực hiện các dự án trồng rừng ngập mặn, kết hợp với bảo tồn, quản lý bền vững và tăng cường trữ lượng cacbon rừng trồng ở các dải ven biển Việt Nam.

Từ khóa: Cacbon tích lũy, *Kandelia obovata*, khí nhà kính, rừng ngập mặn, REDD⁺.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam có đường bờ biển dài khoảng 3260 km, là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nhiều bởi biến đổi khí hậu. Một trong những nguyên nhân của biến đổi khí hậu là do sự gia tăng quá mức lượng khí nhà kính trong khí quyển, trong đó CO₂ được coi là tác nhân chính vì có nồng độ lớn trong khí quyển.

Nhận thấy tầm quan trọng của rừng trong việc ứng phó với biến đổi khí hậu, Hội đồng liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC) đã đưa ra chương trình REDD (Reducing Emission from Deforestation and forest Degradation: Giảm thiểu khí thải do mất rừng và suy thoái rừng) và REDD⁺ (Giai đoạn sau của REDD, giảm phát thải khí nhà kính thông qua nỗ lực hạn chế mất rừng và suy thoái rừng, quản lý bền vững tài nguyên rừng, bảo tồn và nâng cao trữ lượng cacbon rừng). Theo hệ thống này, các nước sẽ đo đếm và giám sát lượng CO₂ phát thải từ mất rừng và suy thoái rừng. Sau một giai đoạn nhất định, các nước sẽ

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-989965118

Email: nthanh.mt@hunre.edu

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.4516>

tính toán lượng giảm phát thải và nhận được số tín chỉ cacbon rừng, từ đó có thể trao đổi trên thị trường dựa trên giảm thiểu này.

Để đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng ngập mặn trồng ven biển, dựa theo hướng dẫn của IPCC (2006) [1], chúng tôi đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng trồng thuần loài trang (*Kandelia obovata*) ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa qua 3 bể chứa cacbon trong rừng: (1) Bể chứa cacbon trong thực vật ở trên mặt đất; (2) Bể chứa cacbon trong thực vật ở dưới mặt đất; (3) Bể chứa cacbon trong đất, dưới dạng cacbon hữu cơ. Kết quả nghiên cứu nhằm phục vụ quản lý nhà nước về giảm phát thải khí nhà kính, cung cấp cơ sở khoa học và các thông tin cho việc đàm phán quốc tế trong các chương trình thực hiện cắt giảm khí nhà kính như REDD, REDD⁺ tại các dải ven biển Việt Nam.

2. Đối tượng, địa điểm, thời gian và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu

Rừng thuần loài trang (*Kandelia obovata*), trồng vào các năm 1998, 1999, 2000 (rừng 18

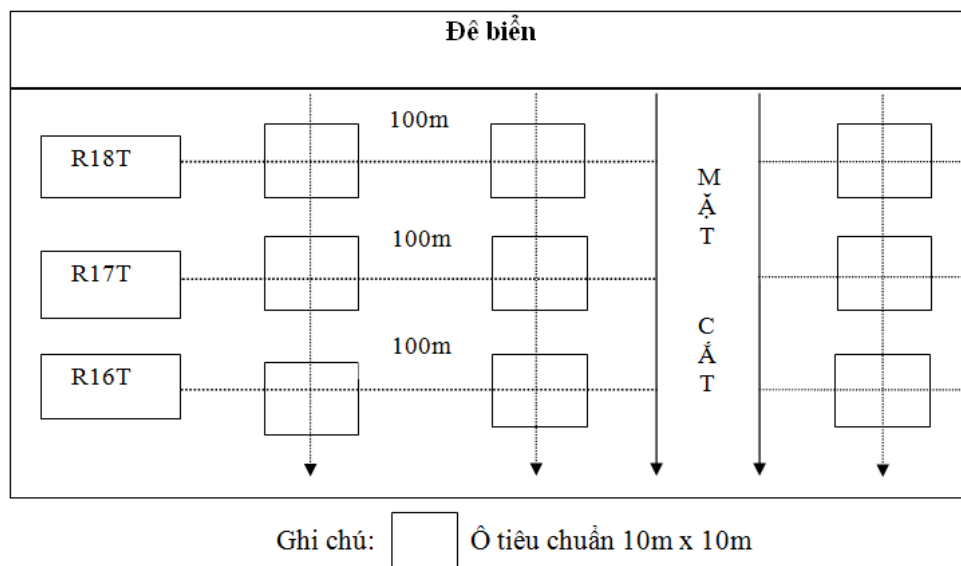
tuổi: R18T; rừng 17 tuổi: R17T; rừng 16 tuổi: R16T) ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa. Rừng trang (*K.obovata*) tại khu vực nghiên cứu có mật độ tương đối cao (0,7 m × 0,7 m) [2], được trồng dọc theo đê và lấn dần về phía biển. Hiện nay, các rừng này phát triển tốt dọc theo đê biển, giúp tăng hiệu quả bảo vệ đất, chống xói mòn đê biển, đồng thời tạo thành một lớp bảo vệ vững chắc cản trở các đợt bão lớn tiến vào các xã ven biển huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa.

Thời gian nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 5 năm 2016 đến tháng 5 năm 2017.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí từ đê hướng ra phía biển theo chiều dọc vuông góc với đê biển, nằm gần đê biển là rừng 18 tuổi, tiếp theo là rừng 17 tuổi, sau đó là rừng 16 tuổi. Ở mỗi tuổi rừng bố trí 3 ô tiêu chuẩn, mỗi ô có kích thước 100 m² (10m × 10m), khoảng cách giữa các ô trung bình là 100 m (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm lấy mẫu.

- Phương pháp xác định lượng cacbon trong cây và quần thể rừng

- Phương pháp xác định đường kính thân cây và mật độ của rừng

Đường kính thân cây được đo bằng thước dây, trước tiên xác định chu vi tại vị trí phía trên bạnh gốc 30 cm, từ đó tính đường kính của thân cây.

Mật độ của rừng được xác định bằng cách đếm số lượng cây trong mỗi ô tiêu chuẩn (10 m × 10 m). Dựa trên số lượng cây trung bình có trong một ô tiêu chuẩn, tính được mật độ cây của mỗi tuổi rừng.

- Phương pháp xác định sinh khối của cây và của rừng

Từ kết quả đường kính thân cây, áp dụng công thức tính sinh khối đối với cây trang (*K. obovata*) của Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự (2016) [3] như sau:

$$B_{\text{trên mặt đất}} = 0,04975D^{1,94748}$$

$$B_{\text{dưới mặt đất}} = 0,01420D^{2,12146}$$

Trong đó: B: Sinh khối trên mặt đất/dưới mặt đất; D: Đường kính thân cây

Sinh khối của rừng được xác định dựa vào sinh khối trung bình của cây cá thể với mật độ của rừng.

- Phương pháp xác định lượng cacbon trong cây và quần thể rừng

Từ sinh khối của cây, xác định lượng cacbon tích lũy trong sinh khối cây bằng cách dựa vào hệ số chuyển đổi từ sinh khối sang cacbon hữu cơ tích lũy trong cây (Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự, 2016 [4])

Cacbon trong cây = Sinh khối cây × 0,4955 (hay 49,55%). Hệ số 0,4955 áp dụng đối với loài trang.

Từ lượng cacbon tích lũy (C), xác định lượng CO₂ bằng cách chuyển đổi từ cacbon tích lũy (IPCC, 2006) [1], (Nguyễn Hoàng Trí, 2006) [5].

Lượng CO₂ (tấn/ha) = C × 3,67 (trong đó 3,67 là hằng số được áp dụng cho tất cả các loại rừng).

- Phương pháp xác định lượng cacbon trong đất

Phương pháp lấy mẫu đất:

Sử dụng khoan lấy đất của Mỹ với Modem HUN1wilde, có chiều dài 120 cm, lấy mẫu đất lần lượt từ tầng đất mặt sâu xuống 100 cm, dùng thước đo và lấy đất phân tích ở các độ sâu: 0 - 20 cm, 20 - 40 cm, 40 - 60 cm, 60 - 80 cm, 80 - 100 cm. Sau đó, đem mẫu đất về Phòng thí nghiệm môi trường, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội để xử lý và phân tích.

Số lượng mẫu đất phân tích cacbon: 1 khuôn đất/ô tiêu chuẩn × 3 ô tiêu chuẩn/rừng × 3 rừng × 5 khoảng đất/khuôn mẫu (0 - 20 cm, 20 - 40 cm, 40 - 60 cm, 60 - 80 cm, 80 - 100 cm) × đợt lấy mẫu/năm × 2 năm = 90 mẫu. Ngoài ra, để so sánh lượng cacbon tích lũy trong đất có rừng và không có rừng, chúng tôi đã lấy đất ở khu vực không có rừng gần rừng 18 tuổi với số lượng mẫu: 3 khuôn đất × 5 khoảng đất/khuôn mẫu = 15 mẫu. Vậy tổng số mẫu phân tích cacbon là 105 mẫu.

Thời gian lấy mẫu: tháng 10 năm 2016 và tháng 4 năm 2017, thời điểm lấy đất là lúc thủy triều xuống (dựa vào bảng thủy triều năm 2016; 2017 để lập kế hoạch lấy mẫu đất).

Xác định hàm lượng cacbon hữu cơ (%) trong đất: theo phương pháp Chiurin (Lê Văn Khoa và cộng sự, 2000) [6].

Tính sự tích lũy cacbon trong đất (tấn/ha):

Xác định lượng cacbon trong đất dựa theo công thức của Nguyen Thanh Ha (2004) [7] và Kauffman & Donato (2012) [8].

$$A(H) = \int_0^H a(h) \times dh$$

$$a(h) = c(h) \times \frac{T(h)}{100}$$

$$C(H) = A(H) \times 10^2$$

Trong đó: $dh[cm]$ là độ sâu của một mẫu đất; $H[cm]$ là độ sâu của phẫu diện đất thí nghiệm; $c(h)[\%]$ là hàm lượng cacbon ở độ sâu h ; $T(h)[g/cm^3]$ là dung trọng của đất hay khối lượng đất trên thể tích đất ở độ sâu h ; $a(h)[g/cm^3]$ là lượng cacbon tích lũy trong đất ở độ sâu h ; $A(H)[g/cm^2]$ là lượng cacbon tích lũy trong đất ở độ sâu H ; $C(H)$ [tấn/ha] là sự tích lũy cacbon trong đất của rừng ở độ sâu H .

- Phương pháp đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng

Đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng ngập mặn theo IPCC (2006) [1], dựa vào các lần điều tra xác định trữ lượng cacbon ở các bể chứa, tính toán độ tăng giảm bình quân của lượng cacbon theo công thức:

$$\Delta B = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{t_2 - t_1}$$

Bảng 1. Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây và quần thể rừng trang ở các độ tuổi khác nhau

Tuổi rừng	Mật độ (cây/ha)	Sinh khối trên mặt đất của cây (kg/cây)	Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây (kg/cây)	Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của rừng (tấn/ha)
16	16700	5,95 ± 0,15	2,95 ± 0,07	49,27 ± 1,22
17	17400	6,31 ± 0,17	3,13 ± 0,08	54,41 ± 1,46
18	18000	6,76 ± 0,24	3,35 ± 0,12	60,31 ± 2,10

Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây: lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây tăng theo tuổi rừng và tỷ lệ thuận với sinh khối của cây rừng. Rừng 18 tuổi có lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây cao nhất với 3,35 kg/cây, tiếp theo là rừng 17 tuổi với 3,13 kg/cây, thấp nhất là rừng 16 tuổi với 2,95 kg/cây. Giá trị khoảng tin cậy của rừng 18 tuổi, rừng 17 tuổi và rừng 16 tuổi lần lượt là 0,12; 0,08; 0,07 với giá trị ở mức $\alpha = 0,05$. Kết quả này cho thấy, lượng cacbon tích lũy trong sinh khối cây cá thể tương đối đồng đều.

Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của quần thể rừng: lượng cacbon tích

Trong đó: ΔB : Tín chỉ cacbon trong một khoảng thời gian; Δt_1 : Trữ lượng cacbon nghiên cứu tại thời điểm nghiên cứu t_1 ; Δt_2 : Trữ lượng cacbon nghiên cứu tại thời điểm nghiên cứu t_2 .

Số liệu thu thập được xử lý bằng phương pháp thống kê toán học như xác định giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, khoảng tin cậy.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây và quần thể rừng

Kết quả xác định lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây và quần thể rừng được thể hiện ở bảng 1.

lũy trong sinh khối trên mặt đất của quần thể rừng trang 18 tuổi là lớn nhất (60,31 tấn/ha), tiếp đến là rừng 17 tuổi (54,41 tấn/ha), thấp nhất là rừng 16 tuổi (49,27 tấn/ha). Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của rừng tăng dần theo tuổi, nguyên nhân là do đặc điểm sinh trưởng của cây rừng, tuổi rừng càng cao thì sự tích lũy sinh khối của cây càng lớn. Mặt khác, mật độ của rừng cũng ảnh hưởng đến sự tích lũy cacbon trong sinh khối của rừng. Rừng 16 tuổi có mật độ 16700 cây/ha thấp hơn so với rừng 17 và 18 tuổi, do đó lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của rừng 16 tuổi thấp hơn các rừng khác.

3.2. Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của cây và quần thể rừng

Kết quả nghiên cứu về lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của cây và quần thể rừng được thể hiện ở bảng 2.

Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của cây: Tương tự như lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của cây, lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt

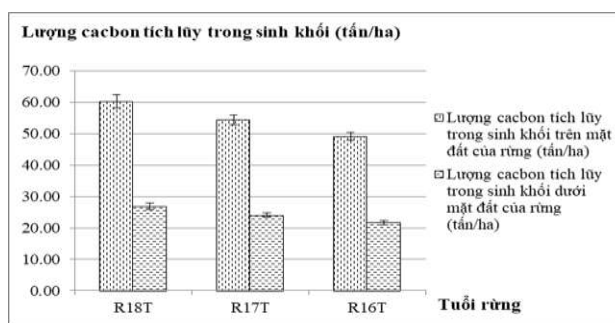
đất của cây cũng tăng theo tuổi rừng. Rừng 18 tuổi có lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của cây cao nhất (1,49 kg/cây), tiếp đến là rừng 17 tuổi (1,38 kg/cây), thấp nhất là rừng 16 tuổi (1,30 kg/cây). Nguyên nhân là do cây rừng đang trong giai đoạn phát triển, nên bộ rễ của cây phát triển mạnh làm tăng sinh khối của rễ, vì vậy lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của cây tăng lên.

Bảng 2. Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của cây và quần thể rừng trang ở các độ tuổi khác nhau

Tuổi rừng	Mật độ (cây/ha)	Sinh khối dưới mặt đất của cây (kg/cây)	Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của cây (kg/cây)	Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của rừng (tấn/ha)
16	16700	2,62 ± 0,07	1,30 ± 0,04	21,67 ± 0,60
17	17400	2,79 ± 0,08	1,38 ± 0,04	24,06 ± 0,71
18	18000	3,01 ± 0,12	1,49 ± 0,06	26,83 ± 1,03

Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của rừng: lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của rừng cũng tăng theo tuổi rừng. Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của rừng trang 18 tuổi là lớn nhất (26,83 tấn/ha), tiếp đến là rừng 17 tuổi (24,06 tấn/ha), thấp nhất là ở rừng trang 16 tuổi (21,67 tấn/ha).

So sánh lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất với dưới mặt đất của rừng thây, lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất cao hơn lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của rừng. Lượng cacbon trong sinh khối trên mặt đất của R18T, R17T, R16T dao động trong khoảng 49,27-60,31 tấn/ha chiếm 69 - 70 % lượng cacbon trong sinh khối tổng số của rừng (hình 2).



Hình 2. So sánh lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất với dưới mặt đất của quần thể rừng trang trồng tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, Thanh Hóa.

So sánh lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất với dưới mặt đất của cây trang với cây bản chua (*Sonneratia caseolaris*) thây,

lượng cacbon tích lũy trong sinh khối của cây bản chua cao hơn 6 lần so với cây trang. Cây bản chua 13 tuổi trồng ven biển huyện Tiên

Lãng, thành phố Hải Phòng có lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất là 24,42 kg/cây, trong sinh khối dưới mặt đất là 4,41 kg/cây (Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự, 2016) [4]), còn cây trang 16 tuổi có độ tuổi lớn hơn nhưng lượng cacbon tích lũy được trong sinh khối trên mặt đất chỉ đạt 2,95 kg/cây, trong sinh khối dưới mặt đất chỉ đạt 1,30 kg/cây. Điều này là do đặc điểm sinh học giữa hai loài này khác nhau. Cây bản chua có thân gỗ to hơn cây trang. Bộ rễ cây bản chua bao gồm rễ gỗ, rễ dinh dưỡng, trong khi đó rễ cây trang chủ yếu là rễ xốp. Nhưng ở cấp độ quần thể, lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất của quần thể rừng trang cao

hơn quần thể bản chua (lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất của rừng 16 tuổi lần lượt là 49,27 tấn/ha; 21,67 tấn/ha, còn rừng bản chua 13 tuổi là 36,80 tấn/ha; 6,57 tấn/ha), do mật độ rừng trang cao hơn rừng bản (mật độ rừng trang 16 tuổi là 16700 cây/ha, mật độ rừng bản chua là 1490 cây/ha). Kết quả nghiên cứu cho thấy, lượng cacbon tích lũy trong rừng phụ thuộc vào loài cây, độ tuổi và mật độ rừng trồng.

3.3. Lượng cacbon tích lũy trong đất rừng trang

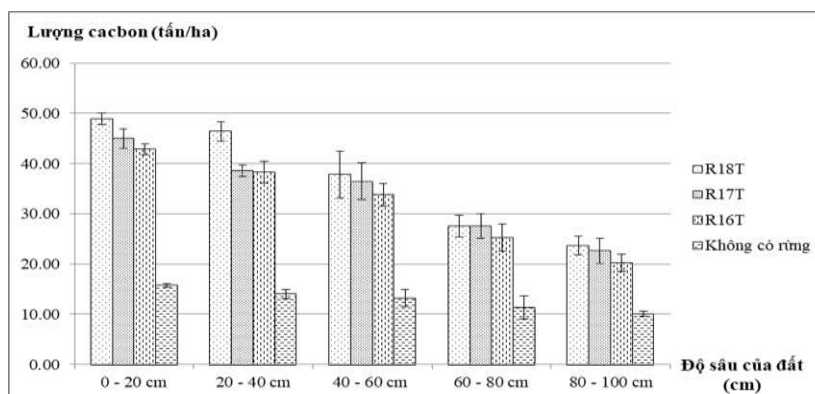
Lượng cacbon tích lũy trong đất rừng trang (*K. obovata*) tăng theo tuổi của rừng (bảng 3).

Bảng 3. Lượng cacbon tích lũy trong đất rừng trồng thuần loài trang 16, 17, 18 tuổi và khu vực không có rừng (tấn/ha)

Độ sâu của đất (cm)	R18T	R17T	R16T	Không có rừng
0 - 20	48,90 ± 1,12	44,97 ± 1,96	42,83 ± 1,12	15,77 ± 0,37
20 - 40	46,43 ± 1,91	38,59 ± 1,09	38,32 ± 2,17	14,01 ± 0,91
40 - 60	37,80 ± 4,70	36,45 ± 3,67	33,78 ± 2,17	13,21 ± 1,66
60 - 80	27,51 ± 2,16	27,59 ± 2,42	25,23 ± 2,71	11,37 ± 2,28
80 - 100	23,68 ± 1,87	22,61 ± 2,45	20,24 ± 1,76	10,10 ± 0,48
Tổng cacbon (0 - 100 cm)	184,30 ± 3,72	170,22 ± 3,25	160,40 ± 2,78	64,45 ± 1,96

Kết quả bảng 3 cho thấy, lượng cacbon tích lũy trong đất rừng giảm dần theo độ sâu của đất, lượng cacbon tích lũy chủ yếu ở độ sâu 0 - 40 cm. Lượng cacbon tích lũy ở độ sâu 0 - 40 cm trong đất của R18T dao động trong khoảng

46,43 - 48,90 tấn/ha; R17T dao động trong khoảng 38,59 - 44,97 tấn/ha; R16T dao động trong khoảng 38,32 - 42,83 tấn/ha cao hơn nhiều so với lượng cacbon tích lũy trong đất ở độ sâu 40 - 100 cm (hình 3).

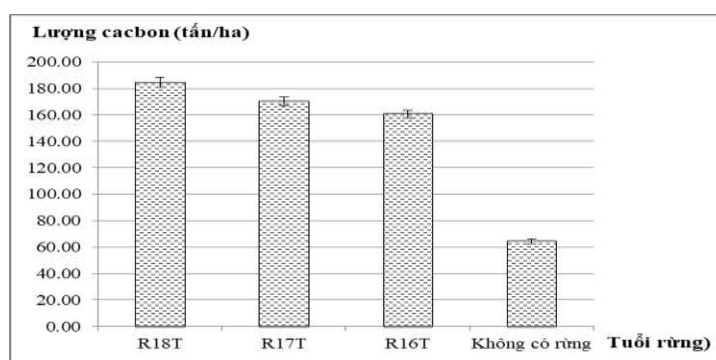


Hình 3. Lượng cacbon tích lũy ở các độ sâu khác nhau của đất có rừng và đất không có rừng.

Khu vực đất không có rừng, lượng cacbon ở các tầng đất không có nhiều biến động, đặc biệt là tầng đất từ 40 - 80 cm lượng cacbon dao động trong khoảng 11,37 - 13,21 tấn/ha. Kết quả này cho thấy, trồng rừng ngập mặn có ảnh hưởng đến sự tích lũy cacbon trong đất rừng, lượng rơi (cành, lá, ...), rễ của cây là nguồn đóng góp cacbon quan trọng cho đất rừng, góp phần tạo cho đất rừng là bể chứa cacbon.

Tổng lượng cacbon tích lũy trong đất ở độ sâu 0-100 cm của rừng trang (*K.obovata*) trồng

ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa ở độ tuổi 18, 17, 16 trong khoảng (160,40 - 184,30 tấn/ha). Sự tích lũy cacbon trong đất rừng ngập mặn tăng theo tuổi rừng, giá trị cao nhất là R18T với 184,30 tấn/ha, tiếp theo là R17T với 170,22 tấn/ha, thấp nhất là R16T với 160,40 tấn/ha. Khu vực đất không có rừng lượng cacbon trong đất là ít hơn nhiều với 64,45 tấn/ha (hình 4).



Hình 4. Tổng lượng cacbon (tấn/ha) tích lũy trong đất ở độ sâu 0 - 100 cm của rừng 18, 17, 16 tuổi và đất không có rừng.

Như vậy, khả năng tích lũy cacbon trong đất phụ thuộc vào tuổi của rừng, có nghĩa là phụ thuộc vào sự gia tăng sinh khối của cây rừng, đặc biệt là sinh khối rễ cây. Kết quả nghiên cứu về lượng cacbon tích lũy trong cây, trong đất cho thấy, sự đóng góp của sinh khối rễ đến vật chất hữu cơ trong đất có thể quan trọng hơn lượng rơi của rừng, bởi vì lượng rơi của cây, sau khi rơi xuống sàn rừng, hầu hết lượng rơi sẽ bị thủy triều cuốn đi, một phần nhỏ nằm lại trên sàn rừng nhờ quá trình hô hấp trong điều kiện yếm khí đã tạo cho đất rừng là bể chứa cacbon (Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự, 2008) [9].

3.4. Đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng

- Đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon

trong sinh khối trên và dưới mặt đất của rừng trang trồng ven biển huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa

Từ kết quả nghiên cứu vào năm 2016 và 2017 về lượng cacbon tích lũy trong sinh khối cây và quần thể rừng trang 18, 17, 16 tuổi trồng ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa, đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon trong sinh khối trên và dưới mặt đất của rừng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, lượng cacbon trong sinh khối trên mặt đất sau một năm tăng lên một lượng đáng kể, cụ thể R18T với 5,08 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 18,64 tấn/ha/năm), rừng 17 tuổi với 3,44 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 12,62 tấn/ha/năm), cuối cùng là rừng 16 tuổi với 3,92 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 14,38 tấn/ha/năm) (bảng 4).

Bảng 4. Sự thay đổi bể chứa cacbon trong sinh khối trên, dưới mặt đất và tổng số của rừng trang trồng ven biển huyện Hậu Lộc, Thanh Hóa

Bể chứa cacbon	Đánh giá sự thay đổi bể chứa	R18T		R17T		R16T	
		Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng	Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng	Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng
Cacbon trong sinh khối trên mặt đất	Năm 2016	59,04	216,68	53,55	196,53	48,29	177,22
	Năm 2017	61,58	226,00	55,27	202,84	50,25	184,42
	Cacbon tích lũy sau 6 tháng	2,54	9,32	1,72	6,31	1,96	7,19
	Cacbon tích lũy sau 1 năm (tấn/ha/năm)	5,08	18,64	3,44	12,62	3,92	14,38
Cacbon trong sinh khối dưới mặt đất	Năm 2016	26,20	96,15	23,63	86,72	21,19	77,77
	Năm 2017	27,45	100,74	24,48	89,84	22,15	81,29
	Cacbon tích lũy sau 6 tháng	1,25	4,59	0,85	3,12	0,96	3,52
	Cacbon tích lũy sau 1 năm (tấn/ha/năm)	2,50	9,18	1,70	6,24	1,92	7,04

Tương tự, lượng cacbon trong sinh khối trên mặt đất, lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất sau 1 năm cũng tăng lên nhưng không tăng theo tuổi của rừng, cụ thể R18T với 2,50 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 9,18 tấn/ha/năm), rừng 17 tuổi với 1,70 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 6,24 tấn/ha/năm), rừng 16 tuổi với 1,92 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 7,04 tấn/ha/năm).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, mặc dù lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên, dưới mặt đất của rừng là tăng theo tuổi của rừng (bảng 1; 2),

nhưng tốc độ tích lũy cacbon sau một năm của R16T cao hơn R17T, điều đó cho thấy cây rừng 16 tuổi đang trong giai đoạn sinh trưởng, phát triển tốt. Rừng 17 tuổi bắt đầu có dấu hiệu sinh trưởng chậm, do đó lượng cacbon trong sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất của cây thấp hơn lượng cacbon trong sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất của rừng 16 và 18 tuổi.

- *Đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon trong đất rừng trang trồng ven biển huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa*

Bảng 5. Sự thay đổi bể chứa cacbon trong đất của rừng trồng thuần loài trang 18, 17, 16 tuổi trồng ven biển huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa

Đánh giá sự thay đổi bể chứa cacbon trong đất rừng	R18T		R17T		R16T	
	Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng	Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng	Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng
Kết quả nghiên cứu năm 2016 (tấn/ha)	181,40	665,74	167,81	615,86	158,20	580,59
Kết quả nghiên cứu năm 2017 (tấn/ha)	187,20	687,02	172,62	633,52	162,60	596,74
Sự thay đổi trữ lượng cacbon sau 6 tháng (tấn/ha)	5,80	21,29	4,81	17,65	4,40	16,15
Sự thay đổi trữ lượng cacbon sau 1 năm (tấn/ha/năm)	11,60	42,57	9,62	35,31	8,80	32,30

Từ kết quả nghiên cứu năm 2016 và năm 2017 về lượng cacbon tích lũy trong đất của rừng trang 18, 17, 16 tuổi, xác định được số tín chỉ cacbon trong 1 năm của rừng (bảng 5).

Kết quả nghiên cứu trong bảng 5 cho thấy, lượng cacbon tích lũy trong đất rừng trang 18, 17, 16 tuổi sau một năm tăng lên một lượng đáng kể. Các bể chứa có sự khác nhau giữa các tuổi rừng, lượng cacbon tích lũy thêm vào đất rừng tương ứng với lượng CO₂ đạt giá trị cao nhất là R18T với 11,60 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 42,57 tấn/ha/năm), tiếp theo là R17T với 9,62 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 35,31 tấn/ha/năm), cuối cùng là

R16T với 8,80 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 32,30 tấn/ha/năm).

- *Đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng trang 18, 17, 16 tuổi trồng ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa*

Từ kết quả nghiên cứu về lượng cacbon trong sinh khối trên, dưới mặt đất của rừng (bảng 4) và lượng cacbon tích lũy trong đất (bảng 5), theo hướng dẫn của IPCC (2006), đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng trồng thuần loài trang (*K. obovata*) 18, 17, 16 tuổi ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa. Kết quả nghiên cứu được thể hiện qua bảng 6.

Bảng 6. Định lượng cacbon của rừng trồng thuần loài trang (*K. obovata*) 18, 17, 16 tuổi tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa (tấn/ha)

Tuổi rừng	Mật độ (cây/ha)	Cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất	Cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất	Cacbon tích lũy trong đất	Tổng lượng cacbon của rừng	
					Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng
16	16700	49,27	21,67	160,40	231,34	849,02
17	17400	54,41	24,06	170,22	248,69	912,69
18	18000	60,31	26,83	184,30	271,44	996,18

Kết quả nghiên cứu trong bảng 6 cho thấy, tổng lượng cacbon tích lũy của rừng tăng theo tuổi rừng, cao nhất là rừng 18 tuổi với 271,44 tấn/ha (tương ứng với lượng CO₂ là 996,18 tấn/ha), tiếp theo là rừng 17 tuổi với 248,69 tấn/ha (tương ứng với lượng CO₂ là 912,69 tấn/ha), thấp nhất là rừng 16 tuổi với 231,34 tấn/ha (tương ứng với lượng CO₂ là 849,02 tấn/ha).

So sánh tổng lượng cacbon tích lũy trong rừng trang trồng ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự (2016) về tổng lượng cacbon tích lũy trong rừng trồng thuần loài trang, bần chua và rừng trồng hỗn giao vùng ven biển Bắc Bộ thấy, lượng cacbon tích lũy của rừng trang tăng theo tuổi của rừng (bảng 7).

Rừng trồng thuần loài trang (*K. obovata*) có lượng cacbon tích lũy trong rừng (tương ứng với lượng CO₂ do cây rừng hấp thụ) cao hơn rừng trồng thuần loài bần chua (*S. caseolaris*) và rừng trồng hỗn giao hai loài trang và bần chua, điều này cho thấy hiệu quả của trồng trang trong việc hấp thụ CO₂, góp phần giảm khí thải nhà kính.

Khả năng tích lũy cacbon hàng năm của rừng trồng thuần loài trang (*K. obovata*) tương ứng với lượng CO₂ “tín dụng” (credit) tăng theo tuổi của rừng, hiệu quả tích lũy đạt giá trị cao nhất trong nghiên cứu này là R18T với 19,18 tấn/ha (tương ứng với lượng CO₂ là 70,39 tấn/ha), tiếp theo là R17T với 14,76 tấn/ha (tương ứng với lượng CO₂ là 54,17 tấn/ha), thấp nhất là R16T với 14,64 tấn/ha (tương ứng với lượng CO₂ là 53,73 tấn/ha) (bảng 8).

Bảng 7. So sánh tổng lượng cacbon tích lũy trong rừng trồng thuần loài và rừng trồng hỗn giao vùng ven biển đồng bằng Bắc Bộ

Nguồn số liệu	Tuổi rừng	Rừng trang		Rừng bản		Rừng hỗn giao	
		C tích lũy	CO ₂ tương ứng	C tích lũy	CO ₂ tương ứng	C tích lũy	CO ₂ tương ứng
Nguyễn Thị Hồng Hạnh và cộng sự (2016) [4]	3	89,83	329,68	-	-	-	-
	4	99,94	366,78	-	-	-	-
	5	114,47	420,10	-	-	-	-
	10	150,35	551,78	132,19	485,14	121,41	445,57
	11	167,81	615,86	143,22	525,62	119,38	438,12
Kết quả nghiên cứu, 2017	13	205,55	754,37	167,46	614,58	165,35	606,83
	16	231,34	849,02	-	-	-	-
	17	248,69	912,69	-	-	-	-
	18	271,44	996,18	-	-	-	-

Bảng 8. Lượng cacbon tích lũy hàng năm của rừng trồng ven biển xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa (tấn/ha/năm)

Tuổi rừng	Mật độ (cây/ha)	Cacbon tích lũy trong sinh khối thực vật trên mặt đất	Cacbon tích lũy trong sinh khối thực vật dưới mặt đất	Cacbon tích lũy trong đất	Tổng lượng cacbon tích lũy của rừng	
					Cacbon tích lũy	CO ₂ tương ứng
18	18000	5,08	2,50	11,60	19,18	70,39
17	17400	3,44	1,70	9,62	14,76	54,17
16	16700	3,92	1,92	8,80	14,64	53,73

Với khả năng tích lũy cacbon cao trong cây và đặc biệt là trong đất rừng, việc xây dựng dự án trồng rừng ngập mặn theo các chương trình cắt giảm khí nhà kính là rất cần thiết nhằm bảo vệ môi trường, giảm thiểu khí thải gây hiệu ứng nhà kính, ứng phó với biến đổi khí hậu, đồng thời nâng cao mức sống, giảm đói nghèo cho người dân địa phương.

4. Kết luận

1. Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên, dưới mặt đất của rừng và lượng cacbon tích lũy trong đất rừng tăng theo tuổi của rừng:

Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối trên mặt đất của rừng: R18T với 60,31 tấn/ha, tiếp theo là R17T với 54,41 tấn/ha, thấp nhất là R16T với 49,27 tấn/ha.

Lượng cacbon tích lũy trong sinh khối dưới mặt đất của rừng: R18T với 26,83 tấn/ha, tiếp

theo là R17T với 24,06 tấn/ha, thấp nhất là R16T với 21,67 tấn/ha.

Lượng cacbon tích lũy trong đất: R18T là 184,30 tấn/ha, tiếp theo là R17T với 170,22 tấn/ha, thấp nhất là R16T với 160,40 tấn/ha. Sự tích lũy cacbon trong đất có khuynh hướng tăng theo thời gian cùng với sự tích lũy sinh khối của rừng.

2. Tổng lượng cacbon tích lũy của rừng đạt giá trị cao nhất là R18T với 271,44 tấn/ha, tiếp đến là R17T với 248,69 tấn/ha, thấp nhất là R16T với 231,34 tấn/ha.

3. Khả năng tích lũy cacbon hàng năm của rừng ngập mặn tương ứng với lượng CO₂ “tín dụng” (credit) tăng theo tuổi của rừng. Hiệu quả tích lũy cacbon hàng năm của rừng 18 tuổi đạt 19,18 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 70,39 tấn/ha/năm); kể đến là rừng 17 tuổi đạt 14,76 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là 54,17 tấn/ha/năm); thấp nhất là rừng 16 tuổi với 14,64 tấn/ha/năm (tương ứng với lượng CO₂ là

53,73 tấn/ha/năm). Khả năng tích lũy cacbon trong rừng cao là cơ sở khoa học để xây dựng và thực hiện các dự án trồng rừng ngập mặn, kết hợp với bảo tồn, quản lý bền vững và tăng cường trữ lượng cacbon rừng trồng ở các dải ven biển Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] IPCC, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., (eds). Published: IGES, Japan, 2006.
- [2] Phan Nguyên Hồng (Chủ biên), Trần Văn Ba, Viên Ngọc Nam, Hoàng Thị Sân, Lê Thị Trê, Nguyễn Hoàng Trí, Mai Sỹ Tuấn, Lê Xuân Tuấn, Vai trò của rừng ngập mặn Việt Nam, kỹ thuật trồng và chăm sóc, Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 1997.
- [3] Nguyen Thi Hong Hanh, Pham Hong Tinh, Mai Sy Tuan, Allometry and biomass accounting for mangroves *Kandelia obovata* Sheue, Liu & Yong and *Sonneratia caseolaris* (L.) Engler planted in coastal zone of red river delta, Vietnam, *International Journal of Development Research* Vol.06, Issue, 05 (2016): 7804-7808.
- [4] Nguyễn Thị Hồng Hạnh và nkk, Nghiên cứu định lượng cacbon tích lũy để đánh giá khả năng tạo bể chứa cacbon của rừng ngập mặn ở vùng ven biển Đồng bằng Bắc Bộ, Đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Bộ, mã số: TNMT.04.57/10-15, 2016.
- [5] Nguyễn Hoàng Trí, Lượng giá kinh tế hệ sinh thái rừng ngập mặn nguyên lý và ứng dụng, Nhà xuất bản Đại học Kinh tế Quốc dân, 2006.
- [6] Le Van Khoa, Nguyen Xuan Cu, Bui Thi Ngoc Dung, Le Đức, Tran Khac Hiep, Cai Van Tranh, Methods of soil, water, fertilizer and plant analysis. Viet Nam Education Publishing House, 2000.
- [7] Nguyen Thanh Ha, Yoneda R., Ninomiya I., Harada K., Tan D. V., Tuan M. S., Hong P. N., The effects of stand-age and inundation on the carbon accumulation in soil of mangrove plantation in Namdinh, northern Vietnam, *The Japan society of tropical ecology*, 14 (2004): 21-37.
- [8] Kauffman J. B., & Donato D., Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR), 2012.
- [9] Nguyễn Thị Hồng Hạnh, Mai Sỹ Tuấn, Đặc tính của thể nền rừng ngập mặn - yếu tố tạo cho rừng ngập mặn là bể chứa khí thải nhà kính, Tạp chí sinh học, Tập 30 (3), 2008.

Assessment of Carbon Pool Formation by Pure Planted *Kandelia obovata* Sheue, Liu & Yong Forest in the Coastal Area of Da Loc Commune, Hau Loc District, Thanh Hoa Province

Nguyen Thi Hong Hanh, Dam Trong Duc

Ha Noi University of Natural Resources and Environment, 41A Phu Dien, Bac Tu Liem, Hanoi, Vietnam

Abstract: Assessment of carbon pool formation in the coastal mangroves that serve the greenhouse gas emissions management, providing scientific basis and information for international discussion in implementation of GHG reductions programs such as REDD, REDD⁺. Research showed results of the possibility of carbon pool formation of *K. obovata* at the ages of 18, 17, 16 years in the coastal areas of Da Loc commune, Hau Loc district, Thanh Hoa province, that based on 3 carbon pool of the forest: (1) Carbon pool in plants above the ground; (2) carbon pool in plants below ground; (3)

carbon pool in the soil, in the organic forms of carbon following the guidance of the IPCC (2006). The results showed that the carbon accumulation ability of the forests corresponded to the amount of CO₂ that increased with forest ages. The annual carbon accumulation of the 18-years-old forest reaches 19.18 tons/ha.year (equal to 70.39 tons/ha.year of CO₂); following is the 17-years-old forest reaching 14.76 tons/ha.year (equal to 54.17 tons/ha.year of CO₂). The lowest is the 16-years-old forest reaching 14.64 tons/ha.year (equal to 53.73 tons/ha.year of CO₂). The high carbon accumulation ability of the forest is a scientific basis for the development and implementation of mangrove plantation projects, in the combination with conservation, sustainable management, and improvement of forest carbon pools in coastal areas of Vietnam.

Keywords: Accumulated carbon, *Kandelia obovata*, greenhouse gas, mangroves, REDD⁺.