Tạp chí KHLN Số 3/2020
©: Viện KHLNVN - VAFS
ISSN: 1859 - 0373 Đăng tải tại: www.vafs.gov.vn

ĐÁNH GIÁ TRỮ LƯỢNG VÀ KHẢ NĂNG HẤP THỤ CARBON CỦA RỪNG NGẬP MẶN TẠI HUYỆN NGHĨA HƯNG TỈNH NAM ĐỊNH

Vũ Tấn Phương[1] và Phạm Ngọc Thành[2]

[1]Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam
[2]Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng

TÓM TẮT

Rừng ngập mặn, đặc biệt là rừng ngập mặn ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái quan trọng, bao gồm gỗ, củi, dược liệu, nguồn lợi thủy sản, bảo vệ bờ biển, v.v. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, rừng ngập mặn được coi là một bể chứa carbon đáng kể và có tốc độ hấp thụ carbon cao, góp phần giảm nhẹ khí nhà kính và làm chậm sự nóng lên toàn cầu. Một số nghiên cứu tại Việt Nam đã được thực hiện để ước tính sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn, tuy nhiên, việc đánh giá trữ lượng và tiềm năng hấp thụ carbon cho khu vực rừng ngập mặn cụ thể còn hạn chế. Nghiên cứu này đánh giá trữ lượng carbon trong sinh khối (trên và dưới mặt đất) và tiềm năng hấp thụ carbon của rừng ngập mặn ở huyện Nghĩa Hưng tỉnh Nam Định. Thông tin viễn thám (ảnh SPOT5 và 6) được sử dụng để xây dựng bản đồ hiện trạng rừng. Trữ lượng carbon trong sinh khối và tốc độ hấp thụ carbon của rừng ngập mặn được phân tích từ các nghiên cứu sẵn có, kết hợp tính toán bổ sung dựa trên các phương trình ước tính sinh khối và số liệu đo đếm các ô điều tra. Kết quả cho thấy tổng diện tích rừng ngập mặn ở khu vực này là 1.087,5 ha phân bố ở vùng cửa sông ven biển thuộc 8 xã và thị trấn. Trữ lượng carbon của rừng ngập biến động khá lớn, từ 6,3 đến 91,2 tấn C/ha tùy thuộc vào loài cây, tuổi và mật độ. Tổng trữ lượng carbon của rừng ngập mặn ở khu vực này là 75.165 tấn C (hay 275.606 tấn CO_2e) và lượng carbon hấp thụ hàng năm là 13.823 tấn CO_2e.

Từ khóa: Carbon, biến đổi khí hậu, hấp thụ carbon, sinh khối, rừng ngập mặn

Assessment of biomass carbon stock and sequestration of mangrove forests in Nghia Hung district, Nam Dinh province

Mangrove forests, in particular tropical and sub-tropical mangrove forests, provide a range of ecosystem services such as timbers, fuel woods, medicine, fisheries, coastal protection etc. In the context of climate change, mangroves are considered a significant carbon sink and high sequestration rate which contribute to reducing emissions and slowing down global warming. Several studies in Vietnam were carried out to estimate biomass and carbon stock of mangroves, however, the assessment of carbon storage and sequestration for specific area is limited. This paper provides assessment of above and below ground biomass carbon storage and sequestration potential for mangrove forests in Nghia Hung district of Nam Dinh province. Remote sensing informationwas used to develop forest cover map and biomass carbon stock and carbon increment rate were derived from literature review and supplemental estimates using developed

Keywords: Biomass, carbon, climate change, carbon sequestration, mangroves

allometric equations and plot measurement. Results show that mangroves cover an area of 1,087.5 ha and distribute in estuaries and coastal areas of 8 communes and town. The carbon stock of mangroves varies greatly, from 6.3 to 91.2 tons C per hectare depending on species, age and tree density. The estimated carbon stock of mangroves for this area is 75,165 tons C (or 275,606 tons CO_2e) and annual sequestration amount is 13,823 tons CO_2e.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng ngập mặn là một hệ sinh thái đặc biệt quan trọng đối với các cộng đồng ven biển và giảm nhẹ tác động của biến đổi khí hậu. Rừng ngập mặn cung cấp các dịch vụ hệ sinh thái quan trọng như gỗ và củi (Palacios & Cantera, 2017), tích trữ trầm tích tạo bãi bồi (Kamal *et al.*, 2017), kiểm soát sạt lở bờ biển (Doughty *et al.*, 2017; Sheng & Zou, 2017), lưu giữ và hấp thụ carbon (Donato *et al.*, 2011; Kelleway *et al.*, 2016) và các giá trị văn hóa và lịch sử (Benzeev *et al.*, 2017; Goecke & Carstenn, 2017). Tuy nhiên, rừng ngập mặn được coi là một trong những hệ sinh thái bị đe dọa nhất ở vùng nhiệt đới và á nhiệt đới. Tổng diện tích rừng ngập mặn trên thế giới là khoảng 13,1 triệu ha (Hamilton, Casey, 2016) và nguyên nhân chủ yếu dẫn đến suy giảm nhanh chóng diện tích rừng ngập mặn là do phá rừng và chuyển đổi rừng sang các mục đích sử dụng khác (Duke *et al.,* 2007). Chỉ riêng ở Đông Nam Á, hơn 114.000 ha rừng ngập mặn đã được chuyển đổi sang nuôi trồng thủy sản, lúa và cọ dầu trong giai đoạn 2000-2012 (Richards, Friess, 2016).

Mặc dù rừng ngập mặn chỉ chiếm 0,7% diện tích rừng nhiệt đới, nhưng mất rừng và chuyển đổi rừng ngập mặn gây ra khoảng 10% lượng phát thải khí CO_2 toàn cầu, tương đương với 0,09-0,45 tỷ tấn CO_2 mỗi năm (Donato *et al.,* 2011; Pendleton *et al.,* 2012). Trong những năm gần đây, đã có sự gia tăng đáng kể về số lượng nghiên cứu đánh giá sinh khối, trữ lượng carbon và phát thải khí nhà kính liên quan đến rừng ngập mặn (Donato *et al.,* 2011; Kauffman *et al.,* 2011; Donato *et al.*2012; Adame *et al.,* 2013; Jones *et al.,* 2014; Murdiyarso *et al.,* 2015; Phang *et al.,* 2015; Stringer *et al*. 2015; Bhomia *et al.,* 2016a; Bhomia *et al.,* 2016b; Nam *et al.,* 2016).

Ở Việt Nam, diện tích rừng ngập mặn hiện có là 225.802 ha, phân bố chủ yếu ở vùng Tây Nam Bộ và Đông Nam Bộ (chiếm trên 80% tổng diện tích), tiếp đến là vùng Đông Bắc và Đồng bằng sông Hồng (Bộ Nông nghiệp và PTNT 2019). Một số nghiên cứu về sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn đã được thực hiện, tập trung vào việc xây dựng các phương trình dự báo sinh khối, trữ lượng carbon cho một số loài cây ngập mặn (Tri N.H 1986; Ha Thanh Nguyen *et al.,* 2004; Viên Ngọc Nam 2010; Vũ Tấn Phương *et al.,* 2012; 2015; Tien Dien Vu *et al.,* 2014; Nguyễn Thị Hà 2017; Tien Dat Pham *et al.,* 2016, 2018; Huỳnh Đức Hoàn 2018). Tuy nhiên, các đánh giá tổng thể về trữ lượng carbon và khả năng hấp thụ carbon trên phạm vi toàn quốc và vùng cụ thể là khá hạn chế.

Nghiên cứu này tập trung vào phân tích trữ lượng carbon hiện tại, tăng trưởng sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn để đánh giá tổng thể trữ lượng và khả năng hấp thụ carbon của rừng ngập mặn tại huyện Nghĩa Hưng tỉnh Nam Định. Nghiên cứu cung cấp các cơ sở cho việc tính toán trữ lượng và khả năng hấp thụ carbon trên các quy mô khác nhau, làm cơ sở cho việc xây dựng các giải pháp giảm nhẹ phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực lâm nghiệp.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là rừng ngập mặn ở vùng cửa sông và ven biển thuộc huyện Nghĩa Hưng tỉnh Nam Định (Hình 1). Khu vực rừng ngập mặn phân bố thuộc vùng ven biển của 7 xã và 1 thị trấn, gồm Nghĩa Hải, Nghĩa Thành, Nghĩa Lâm, Nam Điền, Nghĩa Hưng, Rạng Đông, Nghĩa Lợi, Nghĩa Thắng và Nghĩa Phúc. Rừng ngập mặn chủ yếu phân bố ở ngoài đê biển và phía trong đê là diện tích nuôi trồng thủy sản, sản xuất nông nghiệp và khu dân cư.

Khu vực nghiên cứu có chế độ ngập triều trung bình, ngập sâu khoảng 40-60 cm, ngập 15-20 ngày/tháng, thời gian phơi bãi 7-8 h/ngày. Độ mặn nước biển trung bình dao động từ 3,5‰ - 5,2‰.

Hình 1. Bản đồ vị trí khu vực nghiên cứu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu thực hiện đối với rừng ngập mặn thuộc huyện Nghĩa Hưng tỉnh Nam Định. Đánh giá trữ lượng và khả năng hấp thụ carbon của rừng ngập mặn tính toán chỉ giới hạn trong hai bể chứa carbon là trong sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất. Hai thông tin quan trọng cho xác định trữ lượng carbon rừng ngập mặn gồm hiện trạng rừng (chi tiết đến loài cây và tuổi rừng) và trữ lượng carbon trung bình (theo loài cây và tuổi rừng).

Xác định hiện trạng rừng ngập mặn sử dụng ảnh vệ tinh SPOT5 và SPOT6 đã xử lý ở mức 3 (ảnh trực giao, đã tổng hợp màu tự nhiên và được nắn chỉnh hình học về hệ tọa độ quốc gia VN 2000). Sử dụng phần mềm eCognition phiên bản 9.0 để giải đoán ảnh và phân loại sơ bộ trạng thái rừng. Dựa trên kết quả phân loại sơ bộ, kết hợp với thông tin thứ cấp về trồng rừng tại địa phương (hồ sơ thiết kế trồng rừng, bản đồ hiện trạng rừng mới nhất) tiến hành điều tra thực địa để bổ sung thông tin cho giải đoán ảnh. Mã khóa giải đoán ảnh dựa trên

thông tin kiểm tra thực địa về hiện trạng rừng (loài cây, tuổi rừng). Các điểm kiểm tra xây dựng mã khóa ảnh được lựa chọn ngẫu nhiên và phân bố số điểm theo diện tích từng loại hiện trạng, đảm bảo tỷ lệ số điểm trên 1 loại hiện trạng rừng đạt tối thiểu 20%. Tổng số điểm điều tra xây dựng mã khóa ảnh là 276 điểm (phân bố điểm kiểm tra tại Hình 2). Trên cơ sở các thông tin giải đoán ảnh và hiệu chỉnh dựa trên điều tra hiện trường, sử dụng phần mềm MAPINFO để biên tập, xây dựng và tổng hợp số liệu về hiện trạng rừng.

Trữ lượng carbon rừng ngập mặn (trên mặt đất và dưới mặt đất) được tính toán dựa trên phân tích các nghiên cứu sẵn có thực hiện ở vùng Đồng bằng sông Hồng. Tiêu chí lựa chọn các nghiên cứu để phân tích gồm: (1) Công bố trên các tạp chí trong nước và quốc tế; (2) Phương pháp tính toán rõ ràng. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu sử dụng số liệu đo đếm năm 2019 của Dự án Quỹ khí hậu xanh để tính toán trữ lượng carbon. Các ô đo đếm được lập ngẫu nhiên trên một số loại rừng, tổng số ô đo đếm là 64 (26 ô cho rừng Trang gồm 10 ô cho rừng Trang trồng năm 1992; 8 ô cho rừng Trang trồng 2015; rừng Trang trồng 2004 và 2014 là 4 ô mỗi loại; và 38 ô cho rừng Bần chua, gồm 28 ô cho rừng Bần chua trồng năm 2019 và 10 ô cho rừng Bần chua trồng năm 2013). Diện tích ô điều tra là 100 m^2 (10 × 10 m) và tại các ô điều tra xác định loài cây, đường kính ngang ngực và chiều cao cây. Sinh khối trên mặt đất (AGB) được tính theo phương trình sau dựa trên đường kính ngang ngực (D) và khối lượng thể tích gỗ (WD) cho các loài cây ngập mặn:

Bần chua: $AGB = 0,258*D^{2,287}$ (Cecep Kusmana *et al.,* 2018)

Trang: $AGB = 0,251*WD*D^{2,46}$ (Akira Komiyama *et al.,* 2005), với WD = 0,506 g/cm^3.

Các hệ số chuyển đổi sinh khối và tính trữ lượng carbon kế thừa từ hướng dẫn của IPCC (2006), gồm: Hệ số sinh khối dưới mặt đất so với trên mặt đất (RS = 0,24) để tính sinh khối dưới mặt đất, hệ số carbon trong sinh khối (CF=0,47). Sinh khối và trữ lượng carbon được tính cho từng cây cá thể, sau đó tính cho các ô đo đếm và cho 1 ha.

Dựa trên phân tích kết quả nghiên cứu về sinh khối, carbon và kết quả tính toán bổ sung, tiến hành tính toán tăng trưởng sinh khối và carbon theo từng loài cây. Kết quả này sử dụng để tính toán trữ lượng carbon trung bình của từng loài cây theo tuổi rừng. Bản đồ phân bố carbon rừng ngập mặn được xây dựng thông qua sử dụng phần mềm GIS và MAPINFOR. Phân bố trữ lượng carbon chia theo các cấp: 0-20 tC/ha; 20-40 tC/ha; 40-60 tC/ha; 60-80 tC/ha và > 80 tC/ha.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Diện tích và phân bố rừng ngập mặn tại huyện Nghĩa Hưng

Diện tích rừng ngập mặn phân bố tại các xã nêu tại bảng 1 và hình 2. Tổng diện tích rừng ngập mặn hiện có là 1.087,5 ha, trong đó rừng Trang (*Kandelia ovata*) trồng thuần loài chiếm diện tích lớn nhất, với 814,6 ha (chiếm 75%), tiếp đến là rừng hỗn giao Trang và Bần chua (*Senneratia caseolaris),* với diện tích 218,2 ha (20%). Rừng Bần chua thuần loài chiếm tỷ lệ khoảng 5% (54,7 ha). Rừng Bần chua thuần loài có mật độ từ 800 - 1.250 cây/ha, rừng Trang thuần loài từ 2.500 - 4.000 cây/ha và mật độ của rừng hỗn giao Trang và Bần chua từ 1.500 - 3.000 cây/ha. Rừng Bần chua thường được trồng ở vùng ven các sông và các kênh rạch trong khi rừng Trang được trồng phổ biến ở các bãi bồi. Hầu hết rừng ngập mặn tại Nghĩa Hưng là rừng trồng thông qua các dự án của các tổ chức phi chính phủ (các hội chữ thập đỏ hỗ trợ), dự án trồng mới 5 triệu ha rừng và gần đây là dự án về bảo vệ và phát triển rừng ven biển ứng phó biến đổi khí hậu.

Bảng 1. Diện tích rừng ngập mặn tại huyện Nghĩa Hưng

TT	Loại rừng	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
1	Rừng Bần chua thuần loài trồng năm 2013	12,7	1,2
2	Rừng Bần chua thuần loài trồng năm 2019	42,0	3,9
3	Rừng hỗn giao Bần+Trang trồng năm 2001	208,3	19,2
4	Rừng hỗn giao Bần+Trang trồng năm 2013	9,9	0,9
5	Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 1992	628,1	57,8
6	Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 2004	75,7	7,0
7	Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 2014	7,6	0,7
8	Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 2015	103,2	9,5
Tổng		1.087,5	100,0

Trong số 8 xã và thị trấn của huyện Nghĩa Hưng, 4 xã có diện tích rừng ngập mặn lớn nhất là Nghĩa Thành (280,3 ha), Nghĩa Lâm (279,1 ha), Nghĩa Hải (216,9 ha) và Nam Điền (193,5 ha) (xem Bảng 2 và Hình 2). Tổng diện tích rừng ngập mặn của 4 xã này chiếm tới 89% tổng diện tích rừng ngập mặn của huyện Nghĩa Hưng.

Bảng 2. Diện tích rừng ngập mặn phân bố theo các xã thuộc huyện Nghĩa Hưng

TT	Tên xã	Rừng Bần chua thuần loài (ha)	Rừng Trang thuần loài (ha)	Rừng hỗn giao Bần chua và Trang (ha)	Tổng (ha)
1	Thị trấn Rạng Đông	0,0	14,2	0	14,2
2	Xã Nam Điền	22,8	170,6	0	193,5
3	Xã Nghĩa Hải	14,8	116,8	85,4	216,9
4	Xã Nghĩa Hùng	0	64,2	0	64,2
5	Xã Nghĩa Lâm	7,4	258,9	12,8	279,1
6	Xã Nghĩa Lợi	0	36,7	0	36,7
7	Xã Nghĩa Thắng	0	2,8	0,0	2,8
8	Xã Nghĩa Thành	9,7	150,6	120,0	280,3
Tổng		54,7	814,6	218,2	1,087.5

3.2. Trữ lượng và tiềm năng hấp thụ carbon của rừng ngập mặn tại huyện Nghĩa Hưng

Sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn có sự biến động lớn và phụ thuộc nhiều vào các yếu tố: Điều kiện tự nhiên, loài cây, tuổi rừng và các biện pháp lâm sinh áp dụng (mật độ, cự ly, giống). Kết quả phân tích nghiên cứu về sinh khối của rừng ngập mặn dựa trên các phương trình lập sẵn cho từng loài cây nêu tại bảng 3.

Với sự biến động mạnh về sinh khối và tăng trưởng sinh khối liên quan đến loài cây, tuổi, mật độ cây và nhằm tránh ước tính quá mức sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn (hay phương pháp ước tính cẩn trọng), chúng tôi sử dụng chỉ số tăng trưởng sinh khối trung bình năm cho từng loại rừng ở tất cả các tuổi quan sát để tính toán trữ lượng carbon cho từng loại rừng. Kết quả phân tích cho thấy tăng trưởng sinh khối trung bình của rừng Bần chua thuần loài là: 13,35±4,45 tấn khô/ha/năm

(tương ứng với 6,26±2,09 tấn C/ha/năm); rừng Trang thuần loài là 7,18±2,18 tấn khô/ha/năm (tương ứng với 3,38±1,02 tấn C/ha/năm) và rừng hỗn giao Trang và Bần chua là 6,59±4,71 tấn khô/ha/năm (tương đương với 3,10±2,21 tấn C/ha/năm). Trữ lượng carbon của rừng ngập mặn tại huyện Nghĩa Hưng được ước tính như bảng 4 và phân bố trữ lượng carbon tại hình 2.

Bảng 3. Sinh khối và tăng trưởng rừng khối rừng trồng cây ngập mặn tại một số tỉnh

Loài cây (địa điểm)	Tuổi (năm)	Mật độ (cây/ha)	Số ô đo đếm	Tổng sinh khối (tấn khô/ha)	Tăng trưởng sinh khối (tấn khô/ha/năm)	Nguồn
Bần chua (Thanh Hóa)	4	750-1150	5	76,0±4,5	19,0±1,1	[1]
Bần chua (Thanh Hóa)	5	750-1200	29	144,5±24,2	28,9±4,8	[1]
Bần chua (Hải Phòng)	10	800-1000	4	30,8±3,7	3,4±3,1	[2]
Bần chua (Thanh Hóa)	15	700-1050	4	126,3±3,1	8,4±1,6	[1]
Bần chua (Hải Phòng)	17	700-1050	9	97,9±69,0	13,2±5,8	[2]
Bần chua (Hải Phòng)	23	750-950	3	269,9±135,0	7,2±11,7	[2]
Trang (Nam Định)	9	2.500-3.000	3	140,7±15,6	15,6±4,5	[3]
Trang (Nam Định)	16	2.100-3.000	17	45,0±19,8	2,6±1,5	[1]
Trang (Thanh Hóa)	30	2.500-3.000	9	98,2±16,1	3,3±0,54	[1]
Hỗn giao Trang, Bần chua (Hải Phòng)	16	850-1.500	25	91,01±36,24	6,59±4,71	[4]

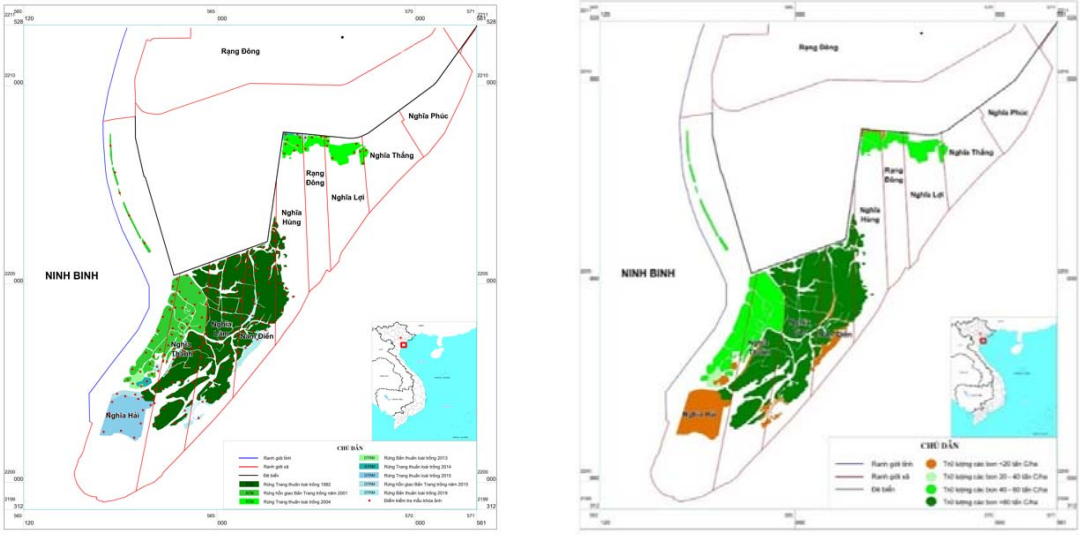
Nguồn: [1] Số liệu tính toán bổ sung (2019); [2] Tien Dat Pham *et al.* (2016); [3] Ha Thanh Nguyen *et al.* (2004); [4] Tien Dat Pham *et al.* (2018).

Kết quả cho thấy tổng trữ lượng carbon trong sinh khối rừng ngập mặn tại huyện Nghĩa Hưng là 75.165 tấn C (tương đương 275.606 tấn CO_2e), trong đó cao nhất là rừng Trang thuần loài trồng năm 1992 với trữ lượng carbon chiếm 76,2% tổng trữ lượng carbon). Khả năng hấp thụ carbon hàng năm của rừng ngập mặn là 13.823 tấn CO_2e.

Bảng 4. Ước tính trữ lượng carbon rừng ngập mặn thuộc huyện Nghĩa Hưng

Loại rừng	Diện tích (ha)	Mật độ (cây/ha)	Trữ lượng carbon (tấn C/ha)	Tổng trữ lượng carbon (tấn C)	Khả năng hấp thụ carbon hàng năm (tấn CO_2e/năm)
Rừng Bần chua thuần loài trồng năm 2013	12,7	750-950	37,64	478,0	292,1
Rừng Bần chua thuần loài trồng năm 2019	42,0	800-1.250	6,27	263,5	966,1
Rừng hỗn giao Bần+Trang trồng năm 2001	208,3	650-850	55,77	11.616,6	2.366,4
Rừng hỗn giao Bần+Trang trồng năm 2013	9,9	750-950	18,59	184,0	112,5
Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 1992	628,1	2.500-4.500	91,17	57.266,4	7.776,9
Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 2004	75,7	2.500-5.000	50,65	3.834,4	937,3
Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 2014	7,6	2.500-3.500	16,88	128,3	94,1
Rừng Trang trồng thuần loài trồng năm 2015	103,2	2.500-3.500	13,51	1.393,9	1.277,8
	Tổng			75.165,3	13.823.2

Phân tích phân bố trữ lượng carbon của rừng ngập mặn cho thấy cấp trữ lượng carbon trên 80 tấn C/ha chiếm tỷ lệ 58%, phân bố chủ yếu ở các xã Nghĩa Thành, Nghĩa Lâm và Nam Điền. Cấp trữ lượng carbon từ 40-60 tấn C/ha chiếm 26%, phân bố ở các xã Nghĩa Hải, Nghĩa Thành, Nghĩa Hùng, thị trấn Rạng Đông và Nghĩa Lợi. Cấp trữ lượng carbon dưới 20 tấn C/ha phân bố chủ yếu ở xã Nghĩa Hải và chiếm 15% (xem Hình 2).



Hình 2. Phân bố diện tích rừng ngập mặn theo tuổi (trái) và các cấp trữ lượng carbon của rừng ngập mặn (phải) tại huyện Nghĩa Hưng

IV. THẢO LUẬN

Hầu hết các tính toán sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn dựa trên các phương trình dự báo sinh khối đã lập sẵn cho các loài cây dựa trên số liệu nghiên cứu thực nghiệm ở một số nước. Các phương trình dự báo dựa vào biến đường kính ngang ngực (D) là phổ biến. Ngoài ra một số phương trình dựa vào 2 hoặc 3 biến như D và chiều cao (H); D, H và khối lượng thể tích gỗ. Trong các nghiên cứu ở Việt Nam, sinh khối và trữ lượng carbon cũng dựa trên các phương trình này. Sự sai khác trong áp dụng các mô hình toán này để tính toán sinh khối và trữ lượng carbon rừng ngập mặn biến động từ 15-25%. Hiện nay, chưa có các nghiên cứu kiểm chứng về độ chính xác của các mô hình toán này tại Việt Nam, do đó vẫn còn khoảng trống trong xác định độ tin cậy và sai số của các tính toán này.

Nhìn chung, số liệu công bố về sinh khối của rừng ngập mặn ở khu vực và trên thế giới biến động rất lớn. Giá trị sinh khối áp dụng trong kiểm kê khí nhà kính cho các vùng khí hậu nhiệt đới ẩm, nhiệt đới khô và á nhiệt đới lần lượt là 192 (8,7-384,0) tấn khô/ha, 92 (3,2-201,0) tấn khô/ha và 75 (3,9-129,0) tấn khô/ha. Tăng trưởng sinh khối bình quân cho rừng ngập là 9,9 (0,1-27,4) tấn khô/ha cho vùng nhiệt đới ẩm; 3,3 (0,1-7,5) tấn khô/ha/năm cho vùng nhiệt đới khô và 18,1 (5,3-29,1) tấn khô/ha/năm cho vùng á nhiệt đới (Guangcheng *et al.,* 2013). Với đặc điểm của rừng ngập mặn ở phía Bắc nói chung, sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn là khá thấp so với phía Nam. Rừng đước đôi (*Rhizophara apiculata*) ở Cà Mau có sinh khối trung bình là 266,2±110,5 tấn khô/ha (tương đương với 125,1±51,9 tấn C/ha) (Nguyễn Hoàng Trí, 1986; Đặng Trung Tấn, 1999; Vũ Tấn Phương, 2012; Nguyễn Thị Hà, 2017); ở

Cần Giờ là 171,4±108,3 (80,5±50,9 tấn C/ha) (Viên Ngọc Nam, 2010; Huỳnh Đức Hoàn 2018); rừng Mắm trắng ở Kiên Giang và Cà Mau có sinh khối trung bình là 200,0±67,5 tấn khô/ha (94,0±31,7 tấn C/ha) (Viên Ngọc Nam, 2010; Vũ Tấn Phương, 2012); rừng Bần chua ở Kiên Giang có sinh khối trung bình là 252,0±12,0 tấn khô/ha (118,6±5,6 tấn C/ha) (Vũ Tấn Phương, 2012); sinh khối trung bình cho rừng ngập ở phía Bắc là 74,9 tấn khô/ha (Vũ Tấn Phương *et al.,* 2015). Do vậy, việc cải thiện độ chính xác trong tính toán sinh khối, trữ lượng carbon và tăng trưởng sinh khối đối với rừng ngập mặn cần được thực hiện một cách hệ thống làm cơ sở theo dõi và giám sát trữ lượng carbon của rừng ngập mặn.

V. KẾT LUẬN

Rừng ngập mặn ở huyện Nghĩa Hưng tỉnh Nam Định có diện tích là 1.087,5 ha, phân bố tại 7 xã và 1 thị trấn. Bốn xã có diện tích rừng ngập mặn lớn nhất là Nghĩa Thành (280,3 ha), Nghĩa Lâm (279,1 ha), Nghĩa Hải (216,9 ha) và Nam Điền (193,5 ha). Toàn bộ diện tích rừng ngập mặn là rừng trồng với hai loài cây là Trang và Bần chua, trong đó rừng Trang thuần loài có diện tích 815 ha, chiếm 75% tổng diện tích rừng ngập mặn. Rừng Trang được gây trồng sớm nhất (từ năm 1992) và Bần chua được trồng từ năm 2013. Trữ lượng carbon của rừng biến động mạnh, phụ thuộc vào loài cây, tuổi và mật độ. Trữ lượng carbon trung bình của rừng ngập mặn ở khu vực này là 61,1 (6,3 - 91,2) tấn C/ha. Tổng trữ lượng carbon của rừng ngập mặn ở khu vực nghiên cứu là 75.165 tấn C (275.606 tấn CO_2e) và lượng carbon hấp thụ hàng năm là 13.823 tấn CO_2e.

Đánh giá trữ lượng carbon của rừng ngập mặn chủ yếu sử dụng các phương trình lập sẵn dựa vào các biến số là đường kính ngang ngực (D), chiều cao (H) và khối lượng thể tích gỗ (WD). Do đó, độ chính xác trong tính toán trữ lượng carbon của rừng ngập mặn phụ thuộc vào nhiều yếu tố, bao gồm sai số của phương trình, sai số trong thiết kế ô mẫu, đo đếm số liệu, vv. Do vậy, cần tiếp tục thực hiện các nghiên cứu về đánh giá độ chính xác của các mô ước tính sinh khối để cải thiện độ chính xác trong giám sát và đánh giá trữ lượng carbon rừng ngập mặn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Adame MF, Kauffman JB, Medina I, Gamboa JN, Torres O, Caamal JP, Reza M and Herrera-Silveira JA. 2013. Carbon stocks of tropical coastal wetlands within the karstic landscape of the Mexican Caribbean. *PLoS One* 8(2):e56569
2. Benzeev, R., N. Hutchinson & D. A. Friess, 2017. Quantifyingfisheries ecosystem services of mangroves and tropicalartificial urban shorelines. Hydrobiologia. doi:10.1007/s10750-017-3299-8.
3. Bhomia RK, MacKenzie RA, Murdiyarso D, Sasmito SD and Purbopuspito J. 2016a. Impacts of land use on Indian mangrove forest carbon stocks: Implications for conservation and management. Ecological Applications 26(5):1396-408. doi: 10.1890/15-2143.
4. Bhomia RK, Kauffman JB and McFadden TN. 2016b. Ecosystem carbon stocks of mangrove forests along the Pacific and Caribbean coasts of Honduras. Wetlands Ecology and Management 24(2):187-201. doi: 10.1007/s11273-016-9483-1.
5. Bộ Nông nghiệp và PTNT. 2019. Quyết định số 911/QD-BNN-TCLN ngày 19 tháng 3 năm 2019 công bố hiện trạng rừng toàn quốc đến 31 tháng 12 năm 2018.
6. Cecep Kusmana,Topik Hidayat,Tatang Tiryana, Omo Rusdiana, Istomo. 2018. Allometric models for above- and below-ground biomass of Sonneratia spp.. Global Ecology and Conservation 15 (2018) e00417. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00417.

7. Doughty, C. L., K. C. Cavanaugh, C. R. Hall, I. C. Feller & S.K. Chapman, 2017. Impacts of mangrove encroachmentand mosquito impoundment management on coastal protection services. Hydrobiologia. doi:10.1007/s10750-017-3225-0.
8. Donato, D. C., J. B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M.Stidham & M. Kanninen, 2011. Mangroves among themost carbon-rich forests in the tropics. Nature Geoscience4: 293-297.
9. Donato DC, Kauffman JB, Mackenzie RA, Ainsworth A and Pfleeger AZ. 2012. Whole-island carbon stocks in the tropical Pacific: implications for mangrove conservation and upland restoration. Journal of Environmental Management 97:89-96. doi: 10.1016/j.jenvman.2011.12.004.
10. Duke NC, Meynecke J-O, Dittmann S, Ellison AM, Anger K, Berger U, Cannicci S, Diele K, Ewel KC and Field CD. 2007. A world without mangroves? *Science* 317(5834):41-2.
11. Đặng Trung Tấn. 1999. Sinh khối rừng trồng Đước ở Cà Mau. Kết quả nghiêncứu khoa học và công nghệ giai đoạn 1996 - 2000. NXB Nông nghiệp Hà Nội.
12. Jones T, Ratsimba H, Ravaoarinorotsihoarana L, Cripps G and Bey A. 2014. Ecological variability and carbon stock estimates of mangrove ecosystems in northwestern Madagascar. Forests 5(1):177-205. doi:10.3390/f5010177
13. Guangcheng Chen, Gail L. Chmura, Stephen Crooks, James G. Kairo, Baowen Liao and Guanghui Lin. 2013: Chapter 4: Coastal wetland: In: 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for NationalGreenhouse Gas Inventories: Wetlands. https://www.ipcc nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands_separate_files/WS_Chp4_Coastal_Wetlands.pdf
14. Goecke, S. D. & S. Carstenn, 2017. Fish communities andjuvenile habitat associated with non-native Rhizophoramangle L. in Hawai'i. Hydrobiologia. doi:10.1007/s10750-017-3182-7.
15. Hamilton SE and Casey D. 2016. Creation of a high spatio-temporal resolution global database of continuous mangrove forest cover for the 21st century (CGMFC-21). Global Ecology and Biogeography 25(6):729-38. doi: 10.1111/geb.12449
16. Ha Thanh NGUYEN, Reiji YONEDA, Ikuo NINOMIYA, Ko HARADA, Tan Van DAO, Tuan Mai SY and Hong Nguyen PHAN. 2004. The effects of stand-age and inundation on carbon accumulation in mangrove plantation soil in Namdinh, Northern Vietnam. TROPICS Vol. 14 (1): 21-37
17. Huỳnh Đức Hoàn. 2018. Xác định trữ lượng carbon của rừng Đước đôi trồng tại Khu dự trữ sinh quyển rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh. Luận án tiến sỹ Lâm nghiệp. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.
18. IPCC, 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 4, Agriculture, forestry and other land use (AFLOLU). Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.
19. Kamal, S., J. Warnken, M. Bakhtiyari & S. Y. Lee, 2017. Sediment distribution in shallow estuaries at fine scale: in situevidence of the effects of three-dimensional structuralcomplexity of mangrove pneumatophores. Hydrobiologia.doi:10.1007/s10750-017-3178-3.
20. Kauffman JB and Donato D. 2012. Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia
21. Kelleway, J. J., N. Saintilan, P. I. Macreadie, C. G. Skilbeck, A.Zawadzki & P. J. Ralph, 2016. Seventy years of continuousencroachment substantially increases 'blue carbon'capacity as mangroves replace intertidal saltmarshes.Global Change Biology 22:1097-1109.
22. Komiyama, A., Poungparn, S., Kato, S., 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. J. Trop. Ecol. 21, 471-477.
23. Murdiyarso D, Purbopuspito J, Kauffman JB, Warren MW, Sasmito SD, Donato DC, Manuri S, Krisnawati H, Taberima S and Kurnianto S. 2015. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. Nature Climate Change 5(12):1089-92. doi:10.1038/ nclimate2734

24. Nam VN, Sasmito SD, Murdiyarso D, Purbopuspito J and MacKenzie RA. 2016. Carbon stocks in artificially and naturally regenerated mangrove ecosystems in the Mekong Delta. *Wetlands Ecology and Management* 24(2):231-44. doi: 10.1007/s11273-015-9479-2

25. Nguyễn Thị Hà, 2017. Nghiên cứu mô hình ước tính sinh khối, trữ lượng carbon rừng ngập mặn trên cơ sở ứng dụng viễn thám và GIS tại Cà Mau. Luận án tiến sỹ Lâm nghiệp. Trường Đại học Lâm nghiệp, Hà Nội.

26. Nguyễn Hoàng Trí. 1986. Góp phần nghiên cứu sinh khối và năng suất quần xã Đước đôi *(Rhizophora apliculata* BL*.)* ở Cà Mau, tỉnh Minh Hải, Luận án Phó tiến sỹ Sinh học, Khoa Sinh vật - Kỹ thuật Nông nghiệp, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, Hà Nội.

27. Phang VXH, Chou LM and Friess DA. 2015. Ecosystem carbon stocks across a tropical intertidal habitat mosaic of mangrove forest, sea grass meadow, mudflat and sandbar. Earth Surface Processes and Landforms 40(10):1387-1400. doi: 10.1002/esp.3745.

28. Sheng, Y. P. & R. Zou, 2017. Assessing the role ofmangrove forest in reducing coastal inundation duringmajor hurricanes. Hydrobiologia. doi:10.1007/s10750-017-3201-8

29. Stringer CE, Trettin CC, Zarnoch SJ and Tang W. 2015. Carbon stocks of mangroves within the Zambezi River Delta, Mozambique. Forest Ecology and Management 354:139-48. doi: 10.1016/j. foreco.2015.06.027

30. Tien Dat Pham, Kunihiko Yoshino & Dieu Tien Bui, 2016. Biomass estimation of Sonneratia caseolaris (l.) Engler at a coastal area of Hai Phong city (Vietnam) using ALOS-2 PALSAR imagery and GIS-based multi-layer perceptron neural networks, GIScience & Remote Sensing, DOI: 10.1080/15481603.2016.1269869

31. Tien Dat Pham, Kunihiko Yoshino, Nga Nhu Le & Dieu Tien Bui, 2018. Estimating aboveground biomass of a mangrove plantation on the Northern coast of Vietnam using machine learning techniques with an integration of ALOS-2 PALSAR-2 and Sentinel-2A data, International Journal of Remote Sensing, DOI: 10.1080/01431161.2018.1471544

32. Tien Dien VU, Wataru TAKEUCHI2) and Ngoc An VAN. 2014. Carbon Stock Calculating and Forest Change Assessment Toward REDD+ Activities for The Mangrove Forest in Vietnam. Vol. 12, No. ists29, pp. Pn_23-Pn_31, 2014. Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan. https://doi.org/10.2322/tastj.12.Pn_23

33. Richards DR and Friess DA. 2016. Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000-2012. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America 113(2):344-9. doi: 10.1073/pnas.1510272113

34. Pendleton L, Donato DC, Murray BC, Crooks S, Jenkins WA, Sifleet S, Craft C, Fourqurean JW, Kauffman JB, Marba N., 2012. Estimating global "blue carbon" emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. PLoS One 7(9):e43542. doi: 10.1371/journal. pone.0043542

35. Vu Tan Phuong, Tran Thi Thu Ha, Nguyen Thi Hai, Ha Thi Mung, 2015. Development of emission factors for a national REL/FRL for REDD+ for government's submission to the UNFCCC. UNREDD Programme, Hanoi.

36. Vũ Tấn Phương, Trần Thị Thu Hà, Nguyễn Thùy Mỹ Linh. 2012. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu lượng giá giá trị kinh tế và môi trường của rừng phòng hộ ven biển vùng Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ. Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Hà Nội.

Email tác giả liên hệ: phuong.vt@vafs.gov.vn

Ngày nhận bài: 27/04/2020

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 09/05/2020

Ngày duyệt đăng: 16/05/2020