

NGHIÊN CỨU SỰ TÍCH LŨY CACBON CỦA MỘT SỐ LOẠI RỪNG NGẬP MẶN TRỒNG Ở MIỀN BẮC VIỆT NAM CƠ SỞ ĐÁNH GIÁ VAI TRÒ CỦA RỪNG TRỒNG TRONG VIỆC GIẢM KHÍ THẢI GÂY HIỆU ỨNG NHÀ KÍNH

TS. Nguyễn Thị Hồng Hạnh

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc đánh giá vai trò của rừng trồng trong việc giảm khí thải gây hiệu ứng nhà kính, làm cơ sở để xây dựng và triển khai các dự án trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch (CDM) ở Việt Nam, chúng tôi đã nghiên cứu sự tích lũy cacbon của một số loại rừng ngập mặn trồng ven biển miền Bắc Việt Nam. Sau một thời gian nghiên cứu (từ tháng 01 năm 2005 đến tháng 12 năm 2008) chúng tôi nhận thấy: Rừng ngập mặn có khả năng tích lũy một lượng lớn cacbon trong cây và trong đất rừng, tạo bể chứa cacbon, làm giảm lượng CO₂ trong khí quyển. Khả năng tích lũy cacbon cao của rừng ngập mặn là yếu tố quan trọng để xây dựng và thực hiện các dự án trồng rừng theo cơ chế (CDM) ở dải ven biển Việt Nam, nhằm bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu, nâng cao mức sống, xoá đói giảm nghèo cho người dân địa phương.

1. Mở đầu

Sự gia tăng khí gây hiệu ứng nhà kính là nguyên nhân gây ra biến đổi khí hậu làm tác động nghiêm trọng đến môi trường. Nhằm hạn chế sự gia tăng khí gây hiệu ứng nhà kính, Nghị định thư Kyoto đã đưa ra các cơ chế khác nhau, trong đó có cơ chế phát triển sạch (CDM: Clean Development Mechanism). Cơ chế CDM cho phép các nước phát triển đạt được các chỉ tiêu về giảm phát thải (reduce emission) khí nhà kính bắt buộc thông qua đầu tư thương mại các dự án (chẳng hạn như dự án trồng rừng) tại các nước đang phát triển, nhằm hấp thụ khí CO₂ từ khí quyển và làm giảm lượng phát thải khí nhà kính (Okimoto, 2007) [8].

Rừng ngập mặn được đánh giá là có khả năng tích lũy cacbon cao hơn các rừng khác trên bề mặt đất (Ong, 1995) [9] và có vai trò tạo bể chứa cacbon trong hệ sinh thái bờ biển (Kristensen, 2007) [5]. Rừng ngập mặn tích lũy và lưu giữ cacbon từ quá trình quang hợp, lượng cacbon chủ yếu được tích lũy ở dạng tăng sinh khối các bộ phận của cây rừng và trong đất rừng. Để đánh giá vai trò của rừng trồng

trong việc giảm khí thải gây hiệu ứng nhà kính, chúng tôi đã nghiên cứu sự tích lũy cacbon trong cây và trong đất của một số loại rừng ngập mặn trồng ở miền Bắc Việt Nam. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học cho việc xây dựng và thực hiện các dự án trồng rừng ngập mặn theo cơ chế CDM ở các dải ven biển Việt Nam, nhằm bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu, nâng cao mức sống, xoá đói giảm nghèo cho người dân địa phương.

2. Địa điểm, đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu được tiến hành tại rừng bần chua (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engler) trồng ở xã Nam Hưng, huyện Tiền Hải, tỉnh Thái Bình và rừng trang (*Kandelia obovata* Sheue, Liu & Yong) trồng ở xã Giao Lạc, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định.

Đối tượng nghiên cứu :

- Cây bần chua (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engler) 2 tuổi, 3 tuổi, 4 tuổi. Cây trồng với mật độ 1 m x 1 m. Đây là một trong 3 loài cây ngập mặn thuộc chi bần (*Sonneratia*), họ bần (*Sonneratiaceae*), phân bố ở vùng nước lợ cửa sông ven biển Việt Nam.

- Cây trang (*Kandelia obovata* Sheue, Liu & Yong) 1 tuổi, 5 tuổi, 6 tuổi, 8 tuổi, 9 tuổi trồng ở xã Giao Lạc, huyện Giao Thủy, tỉnh Nam Định. Cây trồng với mật độ 0,7 m x 0,7 m.

Thời gian nghiên cứu từ tháng 1 năm 2005 đến tháng 12 năm 2007.

3. Phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp xác định hàm lượng cacbon trong cây

Xác định hàm lượng cacbon hữu cơ (% C) trong cây theo phương pháp L. O. I (Loss on Ignition).

Lượng cacbon trong thân, lá, rễ cây (tấn/ha) ở mỗi rừng cây được tính bằng sinh khối thân, lá, rễ cây (tấn/ha) ở mỗi loại rừng nhân với hàm lượng cacbon (%) trong thân, lá, rễ. Xác định hàm lượng cacbon trong cây 3 tháng 1 lần.

Từ cacbon tích lũy suy ra hàm lượng CO₂ hấp thụ trong quá trình quang hợp để tạo thành sinh khối rừng trồng bằng cách, chuyển đổi từ cacbon tích lũy mà nhiều nơi trên thế giới áp dụng (N. Đ. Quế, 2006) [10], (N. H. Trí, 2006) [12] đó là:

Tổng lượng CO₂ hấp thụ (tấn/ha) = Tổng cacbon tích lũy (tấn/ha) x 3,67

3,67 là hằng số chuyển đổi được áp dụng cho tất cả các loại rừng, hằng số này tính từ công thức:

$$K = \frac{M_{CO_2}}{M_C}$$

Trong đó:

K : Hằng số chuyển đổi khối lượng từ cacbon hữu cơ CO₂

M_{CO_2} : Khối lượng phân tử của CO₂

M_C : Khối lượng phân tử của cacbon

b. Xác định hàm lượng cacbon trong đất

Lấy mẫu đất: Sử dụng khuôn lấy đất của Nhật Bản có kích thước 20 cm x 20 cm x 20 cm, lấy mẫu đất lần lượt từ tầng đất mặt sâu xuống 100 cm. Sau đó, đem mẫu đất về Phòng Phân tích đất và Môi trường thuộc Viện Quy hoạch và Thiết kế nông nghiệp để xử lý và phân tích. Thời điểm lấy mẫu đất là lúc thủy triều xuống.

Xác định lượng cacbon hữu cơ trong đất theo phương pháp Walkley-Black. Xác định hàm lượng cacbon trong đất rừng 3 tháng 1 lần

4. Kết quả và thảo luận

a. Sự tích lũy cacbon trong sinh khối rừng

1) Hàm lượng cacbon tích lũy trong rừng trang và rừng bần

Sự tích lũy cacbon tỷ lệ thuận với sinh khối của rừng. Hàm lượng cacbon tích lũy trong sinh khối thân là cao nhất sau đó đến rễ và lá (Bảng 1).

Bảng 1: Hàm lượng cacbon tích lũy trong rừng trang (*K. obovata*) và rừng bần (*S. caseolaris*) (tấn/ha)

Rừng	Tuổi rừng	Năm trồng	Lá	Thân	Rễ	Tổng cacbon tích lũy
Trang (<i>K. obovata</i>)	1	2005	0,022	0,039	0,954	1,015
	5	2001	2,244	22,134	2,856	27,234
	6	2000	2,327	22,855	3,895	29,077
	8	1998	3,276	29,929	6,800	40,005
	9	1997	2,621	32,614	12,793	48,028
Bần (<i>S. caseolaris</i>)	2	2004	0,228	1,642	0,547	2,417
	3	2003	0,748	4,805	2,327	7,880
	4	2002	1,029	8,302	3,119	12,450

Đối với rừng trang, hàm lượng cacbon tích lũy của rừng 9 tuổi đạt giá trị cao nhất (48,028 tấn/ha), kế tiếp là R8T (40,005 tấn/ha), R6T (29,077 tấn/ha), R5T (27,234 tấn/ha), thấp nhất là R1T (1,015

tấn/ha). Rừng 1 tuổi được trồng vào tháng 4 năm 2005, R1T có bộ rễ chưa phát triển nên khả năng hấp thụ dinh dưỡng còn hạn chế. Bộ lá R1T cũng kém phát triển trung bình mỗi cây chỉ có khoảng 14 - 50 lá vì vậy khả năng cố định CO₂ để tổng hợp cacbon hữu cơ không cao. Mặt khác, rừng 1 tuổi nằm trong khu vực có độ cao nền đáy thấp nên hàng ngày phải chịu ngập trong nước biển trung bình khoảng 10 - 14 giờ/ngày nên quá trình quang hợp bị hạn chế. Mặc dù lượng cacbon tích lũy trong cây rừng mới trồng không cao, sức sinh trưởng của cây không mạnh nhưng tỷ lệ sống sót rất cao (> 70 %), chứng tỏ cây trang có khả năng chống chịu tốt với môi trường, kể cả khi độ mặn nước biển cao.

Đối với rừng bản, hàm lượng cacbon tích lũy của rừng 4 tuổi là cao nhất (12,450 tấn/ha), kế tiếp là rừng 3 tuổi (7,880 tấn/ha), rừng 2 tuổi (2,417 tấn/ha).

So sánh mức độ tích lũy cacbon của cây trang

với cây bản thì, mức độ tích lũy cacbon của cây bản cao hơn của cây trang. Cây bản chưa 4 tuổi tích lũy lượng cacbon là 2,008 kg/cây, gần tương đương với cacbon tích lũy trong cây trang 8 tuổi (2,227 kg/cây). Nhưng ở cấp độ quần thể, lượng cacbon tích lũy trong quần thể rừng trang cao hơn quần thể rừng bản, do mật độ rừng trang cao hơn rừng bản. Chứng tỏ khả năng tích lũy cacbon không chỉ phụ thuộc vào tuổi rừng mà còn phụ thuộc vào loài cây và mật độ của rừng.

2) Sự hấp thụ CO₂ của rừng trang và rừng bản

Khi nghiên cứu sự hấp thụ CO₂ của rừng thì việc nghiên cứu sinh khối rừng là cần thiết. Từ sinh khối rừng ta xác định được hàm lượng cacbon tích lũy và từ đó xác định được hàm lượng CO₂ hấp thụ trong quá trình quang hợp để tạo ra sinh khối rừng trồng. Kết quả nghiên cứu hàm lượng CO₂ hấp thụ của rừng trang và rừng bản được tổng hợp trong bảng 2.

Bảng 2. Hàm lượng CO₂ hấp thụ của rừng trang (*K. obovata*) và rừng bản (*S. caseolaris*)

Rừng	Tuổi rừng	Năm trồng	Mật độ (số cây/ha)	Sinh khối (tấn/ha)	Cacbon tích lũy (tấn/ha)	CO ₂ hấp thụ (tấn/ha)
Trang (<i>K. obovata</i>)	1	2005	15400	2,15	1,015	3,725
	5	2001	17300	51,21	27,234	99,949
	6	2000	17500	57,58	29,077	106,713
	8	1998	17900	72,32	40,005	146,818
	9	1997	18200	82,26	48,028	176,263
Bản (<i>S. caseolaris</i>)	2	2004	7600	5,85	2,417	8,870
	3	2003	8400	17,06	7,880	28,920
	4	2002	6200	27,46	12,450	45,692

Kết quả bảng 2 cho thấy, rừng càng nhiều tuổi hấp thụ được càng nhiều CO₂ trong không khí. Rừng trang, lượng CO₂ hấp thụ trong cây rừng cao nhất ở R9T (176,263 tấn/ha), kế đến là R8T (146,818 tấn/ha), R6T (106,713 tấn/ha), R5T (99,949 tấn/ha), thấp nhất là R1T (3,725 tấn/ha). Rừng bản, hàm lượng CO₂ hấp thụ cao nhất là R4T (45,692 tấn/ha), kế tiếp là R3T (28,920 tấn/ha) rồi đến R2T (8,870 tấn/ha).

Sự hấp thụ CO₂ của rừng trang cao hơn rừng

bản là do mật độ rừng bản thấp hơn rừng trang. Điều này cho ta thấy hiệu quả của việc trồng trang trong việc tích lũy cacbon.

So với kết quả nghiên cứu của Ngô Đình Quế và cộng sự, 2006 [10] về khả năng hấp thụ CO₂ của rừng nội địa trồng ở Việt Nam nhìn chung cao hơn hẳn so với rừng bản, nhưng tương đương hoặc cao hơn không đáng kể so với rừng trang (Bảng 3).

Bảng 3. So sánh khả năng hấp thụ CO₂ của rừng ngập mặn với rừng nội địa trồng ở Việt Nam

Loại rừng	Tuổi rừng	Mật độ (số cây/ha)	CO ₂ hấp thụ (tấn/ha)
Rừng keo lai	3 – 12	800 – 1.350	60 - 407
Rừng keo tai tượng	3 – 12	825 – 1.254	57,63 - 281,40
Rừng keo lá tràm	5 – 12	1.033 – 1.517	66,20 - 292,39
Rừng trang	5 – 9	17.300 – 18.200	99,95 - 176,26
Rừng bần	2 – 4	6.200 – 8.400	8,87 - 45,69

Hàng năm lượng cacbon tích lũy trong cây rừng tương ứng với lượng CO₂ do cây rừng hấp thụ là rất lớn, điều này có ý nghĩa trong việc giảm lượng CO₂

trong bầu khí quyển. Cụ thể, lượng cacbon tích lũy trung bình hàng năm của rừng trang và rừng bần như sau (Bảng 4):

Bảng 4. Lượng cacbon tích lũy trung bình hàng năm của rừng trang (*K. obovata*) và rừng bần (*S. caseolaris*) (tấn/ha/năm)

Rừng	Tuổi rừng	Lượng sinh khối thay đổi theo năm (tấn/ha/năm)	% cacbon trong cây	Lượng cacbon tích lũy trong cây (tấn/ha/năm)	Lượng CO ₂ hấp thụ (tấn/ha/năm)
Trang (<i>K. obovata</i>)	1	1,694	49,53	0,839	3,079
	5	14,544	50,25	7,308	26,821
	6	15,789	50,89	8,035	29,488
	8	25,960	51,70	13,421	49,256
	9	29,239	51,61	15,090	55,381
Bần (<i>S. caseolaris</i>)	2	8,246	51,56	4,252	15,604
	3	14,339	52,09	7,469	27,411
	4	24,713	52,11	12,878	47,262

Rừng trang, lượng cacbon tích lũy trung bình hàng năm của R1T đến R9T dao động trong khoảng (0,839 - 15,090 tấn/ha/năm), tương ứng với lượng CO₂ hấp thụ là (3,079 - 55,381 tấn/ha/năm). Còn rừng bần, lượng cacbon tích lũy trung bình hàng năm của R2T đến R4T dao động trong khoảng (4,252 - 12,878 tấn/ha/năm), tương ứng với lượng CO₂ hấp thụ là (15,604 - 47,262 tấn/ha/năm).

Có thể nói, sự hấp thụ CO₂ của rừng ngập mặn nói chung và của rừng trang và rừng bần nói riêng là tương đối lớn, nhưng để đánh giá chính xác vai trò của rừng trồng trong việc cắt giảm khí nhà kính

(các dự án CDM) thì ta cần phải quan tâm tới cả quá trình tích lũy cacbon trong đất rừng.

b. Sự tích lũy cacbon trong đất rừng

Sự tích lũy cacbon trong đất rừng tăng theo tuổi của rừng. Lượng cacbon tích lũy trong đất ở độ sâu 0 - 100 cm của rừng trang (*K. obovata*) trong khoảng (68,373 - 92,183 tấn/ha), giá trị cao nhất là R9T với 92,183 tấn/ha; thấp nhất là R1T với 68,373 tấn/ha. Lượng cacbon tích lũy trong đất ở độ sâu 0 - 100 cm của rừng bần (*S. caseolaris*) trong khoảng (72,874 - 85,801 tấn/ha) (Bảng 5).

Bảng 5. Hàm lượng cacbon tích lũy trong đất của rừng trang (*K. obovata*) với rừng bản (*S. caseolaris*) (tấn/ha)

Rừng	Tuổi rừng	Năm trồng	Mật độ (cây/ha)	Cacbon tích lũy trong đất (tấn/ha)
Trang (<i>K. obovata</i>)	1	2005	15.400	68,373
	5	2001	17.300	72,397
	6	2000	17.500	76,820
	8	1998	17.900	86,140
	9	1997	18.200	92,183
Bản (<i>S. caseolaris</i>)	2	2004	7.600	72,874
	3	2003	8.400	78,688
	4	2002	6.200	85,801

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 của chúng tôi về hàm lượng cacbon trong cây (Bảng 1) cho thấy, sự đóng góp của năng suất rễ đến vật chất hữu cơ trong đất có thể quan trọng hơn lượng rơi. Sự tích lũy cacbon cao trong đất rừng ngập mặn là thuận lợi bởi tốc độ phân hủy chậm các chất hữu cơ trong đất (chủ yếu là rễ). Albright L. J. (1976) [3] cho rằng, 90 % lá bị phân hủy trong vòng gần 7 tháng nhưng 50 - 88 % mô rễ vẫn được giữ lại trong một năm, khi rễ bị chôn vùi trong đất thì tốc độ phân hủy rễ còn chậm hơn nữa. Những nghiên cứu khác về sự phân hủy của rễ cũng đã chỉ ra rằng trong điều kiện bình thường rễ phân hủy chậm so với các thành phần trên mặt đất (Thormaun và cs, 2001) [13]. Lượng rơi (lá) phân hủy rất nhanh hoặc bị nước triều mang đi, ngược lại rễ phân hủy chậm và tích lũy trong thời gian dài vì vậy rễ có vai trò quan trọng trong sự tích lũy cacbon trong đất RNM (Middleton B. A. và cs, 2001) [6].

So sánh lượng cacbon tích lũy trong đất rừng trang (*K. obovata*) với rừng bản (*S. caseolaris*) thấy, hàm lượng cacbon tích lũy trong đất rừng trang cao hơn rừng bản, có thể lý giải điều này là do mật độ rừng bản thấp hơn mật độ rừng trang.

Sự tích lũy cacbon trong đất rừng trang (*K. obovata*) và rừng bản (*S. caseolaris*) trồng ở miền Bắc Việt Nam thấp hơn rừng đước (*R. apiculata*) của rừng ngập mặn (RNM) Cà Mau và Cần Giờ ở miền Nam Việt Nam, lượng cacbon tích lũy trong đất rừng

ngập mặn Cà Mau ở độ sâu 0 cm - 100 cm dao động trong khoảng 25,851 - 47,929 kg/m² tương ứng là 258,51 - 479,29 tấn/ha; còn trong đất RNM Cần Giờ ở độ sâu 0 cm - 100 cm dao động trong khoảng 24,520 - 30,990 kg/m² tương ứng là 245,20 - 309,90 tấn/ha (Fujimoto và cs, 2000 [11]). Nguyên nhân có thể là do đặc điểm khí hậu của các địa điểm nghiên cứu là khác nhau, nhiệt độ không khí trung bình năm của miền Nam là 27,10C và tháng có nhiệt độ trung bình thấp nhất là 25,20C cao hơn nhiệt độ của miền Bắc (nhiệt độ trung bình năm là 230C - 240C), hơn nữa cây RNM ở miền Nam lâu năm hơn cây trang và cây bản trồng ở miền Bắc, bởi vì sự tích lũy cacbon trong rừng là một quá trình tích lũy theo thời gian, có khuynh hướng tăng cùng với sự phát triển của cây rừng.

Từ kết quả nghiên cứu và những dẫn liệu phân tích ở trên đã giúp chúng tôi đi đến nhận định là sự tích lũy cacbon trong đất rừng không những phụ thuộc vào yếu tố tuổi cây, sự ngập triều mà còn phụ thuộc vào loài cây trồng, mật độ cây và điều kiện tự nhiên. Nhận định của chúng tôi phù hợp với kết quả nghiên cứu của Matsui (2000) [7] về sự tích lũy cacbon trong RNM ở vịnh Sawi của miền Nam Thái Lan, tác giả ước tính hàm lượng cacbon hữu cơ trong đất rừng rặng (*Acrostichum* sp) tới độ sâu 40 cm là 347 tấn/ha, đất rừng dứa (*Cerriops* sp.) tới độ sâu 45 cm là 312 tấn/ha, đất rừng đước (*Rhizophora* sp.) tới độ sâu 40 cm là 312 tấn/ha, đất rừng mắm (*Avicennia* sp.) tới độ sâu 50 cm là 45 tấn/ha. Hàm lượng cacbon hữu cơ tích lũy trong

rừng đưng (*R. stylosa*) ở Australia dao động từ 140 - 330 tấn/ha và rừng mắm (*A. marina*) từ 120 - 360 tấn/ha (Alongi, 2003) [1]. Ngoài ra, đặc điểm sinh học của loài cây cũng là một trong những yếu tố tác động đến sự tích lũy cacbon trong đất rừng.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, rừng ngập mặn nói chung và rừng trang, rừng bần nói riêng có khả năng tích lũy một lượng lớn cacbon trong cây và đặc biệt là trong đất rừng. Với khả năng này, việc xây dựng các dự án trồng rừng ngập mặn theo cơ chế phát triển sạch (CDM) 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. Nếu tính theo giá thị trường trên thế giới hiện nay khoảng 25 USD/tấn CO₂ (Ban Tư vấn - Chỉ đạo về cơ chế phát triển sạch, 2006) [4] thì riêng hàm lượng cacbon tích lũy trong cây của rừng trang 1 tuổi đến rừng 9 tuổi là 0,839 - 15,090 tấn/ha/năm tương ứng với lượng CO₂ là 3,079 - 55,381 tấn/ha/năm, tương đương với 77 - 1385 USD/ha/năm. Như vậy chỉ riêng giá trị về CO₂ cũng đã tương đương toàn bộ giá trị đầu tư trồng rừng, ngoài ra còn chưa tính đến giá trị về gỗ, củi, nuôi thủy sản....

Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, trồng RNM có khả năng tích lũy cacbon, tạo bể chứa khí nhà kính. Sự mất RNM sẽ tác động đến tổng lượng cacbon trên toàn cầu (Alongi D. M., 2005) [2]. Vì vậy, cần phải quản lý và bảo vệ rừng để RNM là nơi lưu trữ và tích lũy cacbon (bể chứa cacbon), giảm hiệu ứng nhà kính. Khả năng tích lũy cacbon cao của

RNM là yếu tố quan trọng để xây dựng và thực hiện các dự án trồng rừng theo cơ chế CDM.

5. Kết luận

1. Rừng ngập mặn có khả năng tích lũy một lượng lớn cacbon trong cây và trong đất rừng, tạo bể chứa cacbon, làm giảm lượng CO₂ trong khí quyển. Khả năng tích lũy cacbon cao của RNM là yếu tố quan trọng để xây dựng và thực hiện các dự án trồng rừng theo cơ chế CDM ở dải ven biển Việt Nam, nhằm bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu, nâng cao mức sống, xoá đói giảm nghèo cho người dân địa phương.

2. Hàm lượng cacbon tích lũy trong cây thấp hơn hàm lượng cacbon tích lũy trong đất rừng. Rừng 1 tuổi đến 9 tuổi có hàm lượng cacbon tích lũy trong cây là 1,015 - 48,028 tấn/ha, trong đất là 68,373 - 92,183 tấn/ha. Ngược lại, khu vực đất trống không có rừng, lượng cacbon trong đất là rất thấp (50,763 tấn/ha) so với nơi có rừng.

Sự tích lũy cacbon trong cây và trong đất rừng chịu ảnh hưởng của các yếu tố như: mật độ cây, loài cây, tuổi cây, sự phân giải vật chất hữu cơ trong đất và sự ngập nước thường xuyên của thủy triều. Trong đó, sự ngập nước thường xuyên của thủy triều và sự phân huỷ vật chất hữu cơ trong môi trường yếm khí là yếu tố chủ đạo tạo điều kiện cho đất rừng ngập mặn trở thành bể chứa khí nhà kính.

3. Ở miền Bắc nước ta, rừng trang (*Kandelia obovata*) tích lũy cacbon cao hơn rừng bần chua (*Sonneratia caseolaris*).

Tài liệu tham khảo

1. Alongi D. M., Clough B. F., Dixon P and Tirendi F. (2003), "Nutrient partitioning and storage in arid-zone forest of the mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina*", *Trees* 17, pp. 51- 60.
2. Alongi D. M. (2005), "Carbon flow in mangrove ecosystems of Southeast Asia: Implications for greenhouse gas emissions". *International symposium on greenhouse gas and carbon balances in mangrove coastal ecosystems greenmang*, pp. 45 -52.
3. Albright L. J. (1976), *In situ degradation of mangrove tissues (Note)*, *N. Z. Journal of Marine and freshwater research* 10, pp. 385-389.
4. Ban Tư vấn - Chỉ đạo về cơ chế phát triển sạch, Bộ Tài nguyên và Môi trường (2006), *Thông tin Biến đổi khí hậu*, Số 1, tr. 20- 21.

5. Kristensen E. (2007), "Carbon balance in mangrove sediments: the driving processes and their controls Greenhouse gas and carbon balances in mangrove coastal ecosystems, pp. 61-78.
6. Middleton B. A. and McKee K. L. (2001), "Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests", *Journal of ecology* 89, pp. 818-828.
7. Matsui N., Yamatani Y. (2000), "Estimated total stocks of sediment carbon in relation to stratigraphy underlying the mangrove forest of Sawi Bay", *Phuket marine Biological center special publication* 22, pp. 15- 25.
8. Okimoto Y., Nose A., Agarie S., Tateda Y., Ikeda K., Ishii T. and Nhan. D. D. (2007), "An estimation of CO_2 fixation capacity in mangrove forest by CO_2 gas exchange analysis and growth curve analysis: A case study of *Kandelia candel* grown in the estuary of River Len, Thanh Hoa, Vietnam", *Greenhouse gas and carbon balances in mangrove coastal ecosystems*, pp. 11-26.
9. Ong J. E., Gong W. K., Clough B. F. (1995), "Structure and productivity of a 20- year- old stand of *Rhizophora apiculata* Bl. Mangrove forest", *Journal of Biogeography* 22, pp. 417- 424.
10. Ngô Đình Quế, Nguyễn Đức Minh, Vũ Tấn Phương, Lê Quốc Huy, Đinh Thanh Giang, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Thắng (2006), Khả năng hấp thụ CO_2 của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam, www.fsiv.org.vn.
11. Fujimoto K., Miyagi T., Adachi H., Murofushi T., Hiraide M., Kumada T., Tuan M. S., Phuong D. X., Nam V. N. & Hong P. N. (2000), Belowground carbon sequestration of mangrove forests in Southern Vietnam In: T. Miyagi (ed.) *Organic material and sea-level change in mangrove habitat*. Sendai, Japan, pp. 30-36.
12. Nguyễn Hoàng Trí (2006), *Lượng giá kinh tế hệ sinh thái rừng ngập mặn nguyên lý và ứng dụng*, Nhà xuất bản Đại học Kinh tế Quốc dân, tr. 11-34.
13. Thormaun M. N., Bayley S. E. and Currah R. S. (2001), "Comparison of decomposition of belowground and aboveground plant litters in peatlands of boreal Alberta, Canada", *Can. J. Bot.* 79, pp. 9-22.