

XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG CARBON CƠ SỞ CHO RỪNG PHỤC HỒI SAU NƯỞNG RẦY TẠI TƯƠNG DƯƠNG, NGHỆ AN

Trần Quang Bảo

Trường Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Trồng rừng/tái trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch đã và đang trở nên phổ biến ở nhiều nơi trên thế giới. Một trong những tiêu chí để quyết định đầu tư trồng rừng CDM hay không đó là đường carbon cơ sở. Để xác định được đường carbon cơ sở cần căn cứ vào diễn thế tự nhiên của thảm thực vật trên đất hoang hóa. Đối với rừng phục hồi sau nương rẫy ở Tương Dương – Nghệ An, thảm thực vật được chia theo số năm ngừng canh tác nương rẫy trong vòng 10 năm. Kết quả tính toán lượng carbon cho thấy trong khoảng 4 năm đầu phục hồi, lượng carbon chủ yếu tập trung ở lớp cỏ lào, đến năm thứ 4 lượng carbon tích lũy được chia tập trung ở cả 3 lớp (cỏ lào, cây bụi và cây tái sinh) và từ năm thứ 6 đến năm thứ 10, lượng carbon lại tập trung chủ yếu ở tầng cây cao (do cây tái sinh hình thành). Từ số liệu carbon trong các trạng thái đất bỏ hóa khác nhau, đường carbon cơ sở được xây dựng theo dạng hàm liên hệ hồi quy tuyến tính một lớp như sau: $Y = 31,622\text{Ln}(X) + 17,149$ với hệ số tương quan rất cao ($R = 0,91$).

Từ khóa: A/R CDM, biến đổi khí hậu, đường carbon cơ sở, giảm phát thải, REDD

ĐẶT VẤN ĐỀ

Trồng rừng/tái trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch (A/R CDM), hay còn gọi là rừng hấp thụ carbon, là một trong những biện pháp tích cực nhằm bảo vệ môi trường, nhất là trong điều kiện thế giới đang phải đối mặt với biến đổi khí hậu. Hiệu quả của một dự án A/R CDM được đánh giá dựa trên nhiều tiêu chuẩn. Trong đó, đường carbon cơ sở là một tiêu chuẩn quan trọng, là một trong những căn cứ để quyết định đầu tư dự án A/R CDM và là cơ sở để tính toán hiệu quả hấp thụ carbon của dự án.

Đã có nhiều nghiên cứu về khả năng hấp thụ carbon của cây rừng, carbon được tích lũy trong rừng ở nhiều bộ phận khác nhau: sinh khối của cây tầng cao, thực vật tầng thấp, vật rơi rụng và mùn trong đất. Tuy nhiên, tổng sinh khối của cây trên mặt đất là bể chứa carbon quan trọng nhất và trực tiếp bị ảnh hưởng do suy thoái rừng. Vì vậy, ước tính tổng lượng sinh khối trên mặt đất là bước quan trọng trong việc đánh giá tổng lượng carbon và tuần hoàn của nó trong hệ sinh thái rừng. Quy trình đo lường bể chứa carbon được miêu tả cụ thể trong các công trình nghiên cứu của các tác giả như: Post et al., 1999; Brown, 2002; Pearson et al., 2005; IPCC, 2006.

Ở Việt Nam trong thời gian vừa qua, các nghiên cứu về hấp thụ carbon của các thảm thực vật ở Việt Nam đã nhận được sự quan tâm lớn của các nhà khoa học. Ngô Đình Quế (2005) đã tiến hành đánh giá khả năng hấp thụ CO₂ thực tế của một số loài rừng trồng như Thông nhựa, Keo lai và Bạch đàn Urô ở các tuổi khác nhau, làm cơ sở cho việc xây dựng các tiêu chí và chỉ tiêu trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam. Nghiên cứu của Vũ Tấn Phương (2006) về trữ lượng carbon trong sinh khối thảm tươi và cây bụi tại Hoà Bình và Thanh Hoá làm cơ sở để xác định đường carbon cơ sở trong dự án trồng rừng/tái trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam..., Võ Đại

Hải (2008) đã nghiên cứu khả năng hấp thụ carbon của một số dạng rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam như: Keo lá tràm, Mỡ, Thông mã vĩ, Keo tai tượng...

Tuy nhiên, cho đến nay những nghiên cứu về đường carbon cơ sở ở các trạng thái rừng phục hồi là chưa nhiều. Một số nghiên cứu đã tiến hành nhưng chưa mô phỏng được diễn biến của carbon hấp thụ theo thời gian. Trong khuôn khổ hợp tác với cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA) về khảo sát đất tiềm năng cho trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch ở Việt Nam, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu điểm ở Tương Dương, Nghệ An. Một trong những mục tiêu của nghiên cứu là xác định được đường carbon cơ sở cho các trạng thái rừng phục hồi sau nương rẫy.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cách tiếp cận

Đường carbon cơ sở được hiểu là đường biểu diễn lượng carbon tích lũy được của thảm thực vật hàng năm khi không có hoạt động dự án A/R CDM. Như vậy, để xác định được đường carbon cơ sở thì phải biết được diễn thế tự nhiên của thảm thực vật đó. Tuy nhiên, số liệu về diễn thế rừng hàng năm thực tế là không có và cần phải thu thập trong nhiều năm khác nhau. Để có thể mô phỏng được đường carbon cơ sở của trạng thái rừng này, nhóm nghiên cứu đã phân chia khu vực nghiên cứu thành các trạng thái khác nhau theo số năm đất nương rẫy bị bỏ hóa. Căn cứ vào kết quả tính toán sinh khối trên từng trạng thái bỏ hóa đó để xây dựng đường carbon cơ sở cho khu vực nghiên cứu.

Phương pháp thập và xử lý số liệu

Sinh khối được điều tra trên 18 ô tiêu chuẩn kích thước 20m x 20m, với mỗi ô tiêu chuẩn lập 5 ô dạng bản 2m x 2m để điều tra sinh khối cây bụi thảm tươi. Toàn bộ mẫu phân tích được bảo quản trong túi nylon 2 lớp bịt kín.

Phương pháp điều tra, thu thập mẫu

- Điều tra sinh khối trên mặt đất

Sinh khối trên mặt đất bao gồm toàn bộ lớp thảm tươi, cây bụi, tầng cây cao và lớp thảm khô.

+ Toàn bộ thảm tươi và thảm khô trong ô dạng bản được thu gom và cân khối lượng sau đó lấy mẫu phân tích (khoảng 500 gam).

+ Toàn bộ cây bụi trong ô dạng bản được thu gom và cân khối lượng theo từng bộ phận của cây (thân, cành, lá); với mỗi bộ phận cây cũng lấy mẫu phân tích (khoảng 500 gam).

+ Đối với tầng cây cao: sinh khối được xác định thông qua đường kính $D_{1.3}$ và chiều cao vút ngọn (H_{vn}), trong mỗi ô tiêu chuẩn chọn 03 cây tiêu chuẩn để điều tra sinh khối bộ phận (thân, cành, lá). Với mỗi bộ phận thân cây cũng được lấy mẫu phân tích (khoảng 500 gam).

- Điều tra sinh khối dưới mặt đất

Sinh khối dưới mặt đất là toàn bộ phần rễ cây có trong đất. Tại mỗi ô dạng bản lập 01 ô có kích thước 1m x 1m, đào và thu gom toàn bộ rễ cây trong ô 1m² để cân khối lượng. Mẫu rễ cũng được lấy để phân tích (khoảng 500g).

- Điều tra carbon trong đất

Tại mỗi ô nghiên cứu đào 01 phẫu diện, mẫu đất được thu thập để phân tích dung trọng, tỷ trọng, hàm lượng mùn tại các độ sâu: 0-10cm, 10-20cm và 20-30cm. Mẫu dung trọng được lấy bằng ống dung trọng có kích thước đường kính ống là 3cm và chiều cao ống là 3cm.

Phương pháp xử lý số liệu

- Mẫu sinh khối được đưa vào lò sấy ở nhiệt độ 105⁰C trong khoảng 2-3 giờ sau đó tiến hành cân nhiều lần cho đến khi trọng lượng không thay đổi.
- Lượng carbon trong sinh khối được xác định bằng công thức:

$$MC = M_K \times 0,5 \times \frac{44}{12} \text{ (IPCC, 2005)}$$

Trong đó: MC là lượng CO₂ tích lũy trong sinh khối;

M_K là trọng lượng khô kiệt của sinh khối;

0,5 là hệ số quy đổi sinh khối khô sang khối lượng carbon và

44/12 là tỷ lệ giữa phân tử lượng của CO₂ với phân tử lượng của C

- Carbon trong đất được xác định dựa vào hàm lượng mùn, dung trọng và tỷ trọng của đất theo công thức:

$$SOC = DB \times D \times UFC \times OC \times 58\% \text{ (IPCC, 2003)}$$

Trong đó: SOC: carbon trong đất (g/m²)

BD: tỷ trọng đất (g/cm³)

D: chiều sâu lớp đất tính toán (cm)

$UFC = 100\text{cm}^2/\text{m}^2$

OC : hàm lượng mùn (%)

- Kịch bản đường carbon cơ sở được xây dựng theo phương trình liên hệ hồi quy tuyến tính một lớp dạng: $Y = a\ln(X) + b$; trong đó Y là lượng carbon của thảm thực vật tại theo năm bỏ hóa, X là số năm bỏ hóa của nương rẫy và a, b là hệ số của phương trình.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hiện trạng thảm thực vật khu vực nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu ở đây là thảm thực vật phục hồi sau nương rẫy. Toàn bộ diện tích khu vực nghiên cứu do Ban quản lý rừng phòng hộ Tương Dương, huyện Tương Dương, tỉnh Nghệ An quản lý. Khu vực này trước đây là nơi canh tác nương rẫy của cộng đồng người dân địa phương. Sau khi có dự án xây dựng công trình thủy điện Bản Vẽ (xã Yên Na, huyện Tương Dương), một số bản làng và nhiều người dân đã phải di cư đi nơi khác, đồng thời hoạt động canh tác nương rẫy trong vùng lòng hồ Bản Vẽ cũng bị ngăn cấm.

Với hiện trạng đất canh tác nương rẫy bị bỏ hóa thì hiện tượng diễn thế tự nhiên đã diễn ra. Theo kết quả điều tra khảo sát cho thấy, đối với những diện tích bị bỏ hóa dưới 4 năm thì thảm thực vật chủ yếu là Cỏ lào (*Eupatorium odoratum* L.) với chiều cao từ 1,5 mét đến 2 mét, mật độ dày đặc với tỷ lệ che phủ trên 80% và một vài loài cây bụi; đối với những nơi bị bỏ hóa từ 4 năm trở lên (đến 10 năm) thì xuất hiện những loài cây gỗ tiên phong như Ba soi (*Mallotus paniculatus* (Lamk.) Muell.-Arg.), Ba bét (*Mallotus barbatus*), Săng lẻ (*Lagerstroemia calyculata* Kurz), v.v...



Cỏ lào ở đất bỏ hóa 1 năm



Cỏ lào ở đất bỏ hóa 2 năm

Lượng carbon ở các trạng thái

Lượng carbon trong mỗi trạng thái bằng tổng lượng carbon ở trên mặt đất và dưới mặt đất. Trong đó, carbon trên mặt đất bằng tổng lượng carbon trong sinh khối và carbon trong đất. Cụ thể như sau:

Lượng carbon trong sinh khối

Lượng carbon trong sinh khối bằng tổng lượng carbon chứa sinh khối trên mặt đất (bao gồm: thân, cành, lá và thảm khô) và carbon dưới mặt đất (chính là carbon chứa trong rễ của cây), nó được xác định thông qua 54 mẫu phân tích sinh khối được lấy tại các trạng thái nương rẫy bị bỏ hóa từ 1 – 10 năm. Kết quả tính toán lượng carbon trong các thành phần và trạng thái được thể hiện ở bảng sau:

Bảng 1. Kết quả tính toán lượng carbon trong sinh khối

Đơn vị: tấn CO₂/ha

OTC	Năm bỏ hóa	Tầng cây cao	Thảm tươi	Cây bụi	Thảm khô	Rễ	Tổng lượng CO ₂ trong sinh khối
1	1	0	6,39	0	3,88	4,26	14,53
2	1	0	5,15	0	0	8,78	13,93
3	1	0	7,55	2,32	8,15	7,07	25,09
4	1	0	14,2	0	0	4,01	18,21
5	2	0	18,65	3,41	9,78	6,99	38,83
6	2	0	20,79	4,52	0	7,07	32,38
7	2	0	14,51	6,26	0	5,28	26,05
8	2	0	16,11	2,04	0	5,03	23,18
9	2	0	24,5	2,76	5,39	8,33	40,98
10	2	0	15,64	4,38	4,47	6,02	30,51
11	2	0	19,7	6,71	10,63	4,47	41,51
12	4	25,37	12,18	13,3	6,61	7,59	65,05
13	4	19,46	10,28	16,23	9,26	8,67	63,9
14	6	38,89	5,8	8,92	10,71	9,75	74,07
15	6	40,05	3,26	1,32	8,88	5,71	59,22
16	8	54,66	2,15	2,14	3,45	5,01	67,41

17	10	71,68	10,95	1,05	6,73	4,77	95,18
18	10	64,43	2,07	8,75	4,83	6,73	86,81

Số liệu trên chỉ ra rằng, ở những năm đầu bỏ hóa, lượng carbon tập trung chủ yếu ở lớp thảm tươi. Cho đến năm thứ 4 trở đi, cây tái sinh bắt đầu phát triển thành tầng cây cao do vậy lượng carbon cũng tập trung nhiều vào tầng này. Theo quy luật tự nhiên, sinh khối cây bụi và thảm tươi giảm đi, khối lượng thảm khô cũng tăng lên vì vậy mà lượng carbon cũng giảm tương ứng. Lượng carbon trong rễ không có sự biến động nhiều giữa các trạng thái.

Lượng carbon trong đất

Carbon trong đất được xác định thông qua hàm lượng mùn của đất. Kết quả phân tích 54 mẫu đất đại diện cho 18 ô tiêu chuẩn, tương ứng với các trạng thái đất bỏ hóa được trình bày dưới bảng sau:

Bảng 2. Kết quả tính toán lượng carbon trong đất

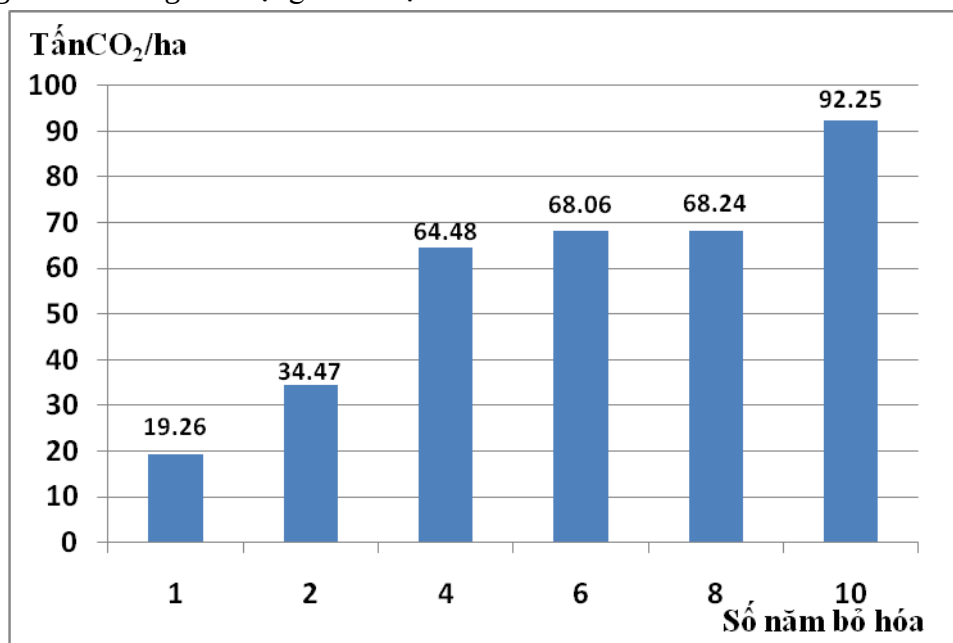
OTC	Năm bỏ hóa	BD (gram/cm ³)	OC (%)	UFC (100cm ² /m ²)	D (cm)	SOC (tấnCO ₂ /ha)
1	1	1,200	0,019	100	30	1,453
2	1	1,367	0,014	100	30	1,236
3	1	1,300	0,015	100	30	1,212
4	1	1,267	0,017	100	30	1,362
5	2	1,267	0,012	100	30	0,990
6	2	1,233	0,014	100	30	1,071
7	2	1,167	0,012	100	30	0,869
8	2	1,267	0,013	100	30	1,070
9	2	1,000	0,021	100	30	1,360
10	2	1,067	0,022	100	30	1,487
11	2	1,233	0,013	100	30	0,995
12	4	1,200	0,014	100	30	1,042
13	4	1,200	0,017	100	30	1,318
14	6	1,200	0,019	100	30	1,438
15	6	1,167	0,019	100	30	1,398
16	8	1,133	0,011	100	30	0,830
17	10	1,200	0,018	100	30	1,351
18	10	1,333	0,014	100	30	1,158

Số liệu ở bảng trên cho thấy rằng tỷ trọng và hàm lượng mùn trên các ô tiêu chuẩn ở các trạng thái bỏ hóa không có sự khác biệt rõ ràng, dẫn đến kết quả tính toán hàm lượng carbon trong đất cũng không có khác biệt. Nhìn chung, hàm lượng carbon trong đất ở các trạng thái nương rẫy bỏ hóa rất thấp, chúng dao động từ 0,8 đến 1,5 tấn CO₂/ha.

Xây dựng đường carbon cơ sở

- So sánh lượng carbon tích lũy trong các trạng thái đất bỏ hóa sau nương rẫy

Lượng carbon trong các trạng thái được biểu diễn ở biểu đồ sau:

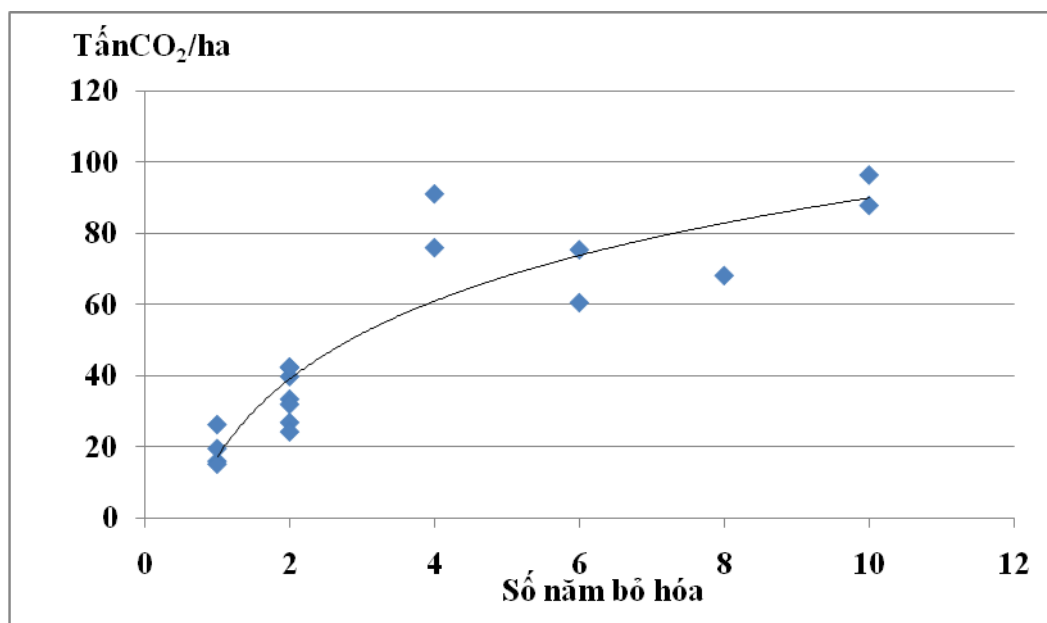


Biểu đồ 1. Lượng carbon trung bình trong các trạng thái đất bỏ hóa sau nương rẫy

Biểu đồ trên cho thấy rằng lượng carbon trong các trạng thái đất bỏ hóa sau nương rẫy có sự khác biệt khá rõ rệt, chúng có xu hướng tăng dần cùng với số năm đất canh tác bị bỏ hóa. Biểu đồ cũng thể hiện rõ rệt các giai đoạn tăng khác nhau: lượng carbon tăng nhanh từ năm 1 đến năm thứ 4 và từ năm thứ 8 đến năm thứ 10. Nguyên nhân có thể giải thích như sau: Ban đầu sau khi đất ngừng canh tác, lớp thảm tươi phát triển mạnh mẽ vì theo kết quả điều tra thì lớp cỏ lào mọc dày đặc ở các trạng thái dưới 4 năm; từ năm thứ 4 đến năm thứ 8 đã xuất hiện thêm cây bụi và cây tái sinh, tuy nhiên do ảnh hưởng của lớp cỏ lào dày đặc nên chúng chưa thể sinh trưởng mạnh nên mức tăng trưởng ở giai đoạn này là không đáng kể; phải đến năm thứ 8 trở đi, cây tái sinh bắt đầu bứt khỏi lớp cỏ lào và phát triển thành tầng cây cao, lượng carbon tích lũy phần nhiều trong tầng này nên tổng lượng carbon tăng lên rõ rệt.

- *Xây dựng đường carbon cơ sở*

Dữ liệu để xây dựng đường carbon cơ sở bao gồm: số năm đất bị bỏ hóa (1, 2, 4, 6, 8, 10) và lượng carbon tương ứng với mỗi trạng thái. Từ số liệu này, nhóm nghiên cứu đã mô hình hóa phân bố lượng carbon theo số năm bỏ hóa như sau:



Biểu đồ 2. Sự phân bố lượng carbon tích lũy theo số năm đất nương rẫy bỏ hóa

Số liệu cho thấy, lượng carbon tăng dần theo số năm bỏ hoá theo dạng phương trình logarit. Sử dụng phần mềm thống kê, mô phỏng được phương trình liên hệ giữa lượng carbon tích lũy ở các trạng thái thảm thực vật phục hồi sau nương rẫy với số năm bỏ hoá như sau:

$$Y = 31,622\ln(X) + 17,149 \text{ với } R = 0,91$$

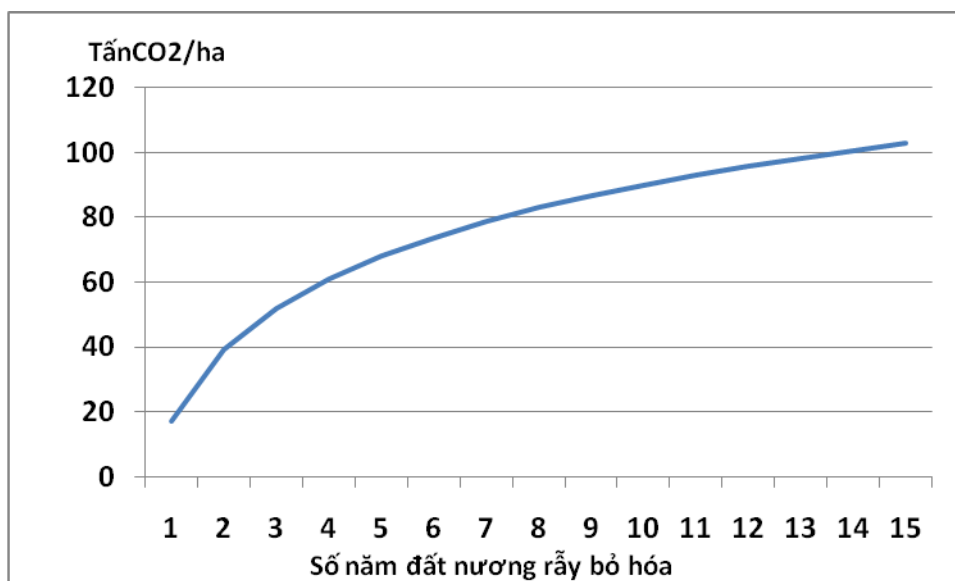
Trong đó: Y là lượng carbon tích lũy,
X là số năm đất nương rẫy bỏ hóa.

Đường carbon cơ sở được xác định theo phương trình trên bằng cách thay X bằng số năm bỏ hóa của đất nương rẫy. Như đã phân tích ở trên, đường carbon cơ sở là một trong những căn cứ để quyết định đầu tư trồng rừng/tái trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch (CDM). Do vậy, số năm tính toán đường carbon cơ sở phải tương ứng với số năm của chu kỳ trồng rừng CDM. Theo kết quả nghiên cứu về phát triển năng lực xúc tiến A/R CDM ở Việt Nam (2008) được triển khai tại huyện Cao Phong, tỉnh Hòa Bình thì một chu kỳ trồng rừng CDM tối thiểu là 15 năm. Do đó, trong nghiên cứu này, đường carbon cơ sở sẽ được tính đến năm thứ 15. Kết quả tính toán như sau:

Bảng 3. Kết quả tính toán đường carbon cơ sở

Năm bỏ hóa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lượng carbon (tấnCO ₂ /ha)	17	39	52	61	68	74	79	83	87	90	93	96	98	101	103

Đường carbon cơ sở được biểu diễn như sau:



Biểu đồ 3. Đường carbon cơ sở cho rừng phục hồi sau nương rẫy

Qua đây có thể đánh giá rằng nếu đất canh tác nương rẫy ở Tương Dương – Nghệ An ngừng canh tác và thảm thực vật được phục hồi tự nhiên thì rừng phục hồi có khả năng tích lũy một lượng carbon nhất định và đạt được trên 100 tấn CO₂/ha ở năm thứ 15.

KẾT LUẬN

Từ kết quả phân tích mẫu được thu thập ở 18 ô tiêu chuẩn rừng phục hồi sau nương rẫy với thời gian bỏ hoá biến động từ 1 – 10 năm, cho thấy lượng carbon hấp thụ tăng lên theo thời gian. Bắt đầu từ năm thứ 4, khi lớp cây bụi và cây tái sinh phát triển, lượng carbon hấp thụ có xu hướng sự tăng rõ rệt. Phương trình liên hệ giữa lượng carbon hấp thụ và số năm bỏ hoá theo dạng hàm logarit với hệ số tương quan cao ($r = 0.91$). Từ phương trình thực nghiệm này, đã xác định được đường carbon cơ sở cho khu vực nghiên cứu. Đường carbon cơ sở là một căn cứ quan trọng để tính lượng tín chỉ carbon thu được, khi tiến hành trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch ở khu vực nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Tuấn Dũng, 2005. Nghiên cứu sinh khối và lượng carbon tích lũy của một số trạng thái rừng trồng tại Núi Luột trường Đại học Lâm nghiệp. Kết quả nghiên cứu khoa học của sinh viên, Trường Đại học Lâm nghiệp.
2. Phạm Văn Điền, 2004. Phương pháp xác định sinh khối và carbon tích lũy của hệ sinh thái rừng. Tài liệu giảng dạy chuyên môn hoá kỹ thuật lâm sinh, Đại học Lâm nghiệp.
3. Võ Đại Hải, 2008. Nghiên cứu khả năng hấp thụ và giá trị thương mại carbon của một số dạng trồng rừng chính ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
4. Phạm Xuân Hoàn, 2005. Cơ chế phát triển sạch và cơ hội thương mại carbon trong lâm nghiệp. Nxb Nông nghiệp và PTNT.
5. Vũ Tấn Phương, 2006. Nghiên cứu carbon thảm tươi cây bụi: Cơ sở để xác định lượng carbon cơ sở trong các dự án trồng rừng/tái trồng rừng theo cơ chế phát

triển sạch Việt Nam. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Số 8/2006, p. 81-84.

6. Ngô Đình Quế và cộng sự, 2005. Khả năng hấp thụ CO₂ của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam. Báo cáo khoa học, Viện Khoa học Lâm nghiệp.

7. Tran Quang Bao et al., 2010. A model land survey on potential of afforestation and reforestation project activities under clean development mechanism or voluntary approaches in Nghe an province. Final report, JICA.

8. Brown S., 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. Environment Pollution 116: 363–72

9. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change.

10. Pearson T, Brown S, Petrova S, Moore N and Slaymaker D, 2005. Application of multispectral three-dimensional aerial digital imagery for estimating carbon stocks in a closed tropical forest. Report to The Nature Conservancy, Winrock International.

IDENTIFYING CARBON BASELINE FOR REHABILITATED FOREST AFTER SHIFTING CULTIVATION IN TUONG DUONG, NGHE AN

Tran Quang Bao

Vietnam Forestry University

SUMMARY

Afforestation/reforestation under the clean development mechanism has become popular in many countries of the world. Carbon baseline is one of the criteria to implement A/R CDM project activities. Carbon baseline is calculated based on the natural recovery of vegetation. For the rehabilitated forest after shifting cultivation in Tuong Duong - Nghe An, the vegetation is classified by the number of fallow years that stop farming within 10 years. The results of calculation show that most of carbon is removed by sink that is the grass layer in the first four-years. From the 4th year to 6th year, carbon is accumulated in 3 vegetative types (grass, shrubs and regenerated trees) and from 6th year to 10th year, the amount of carbon re-concentrated mainly in the tree layer (formed by the regenerated trees). Based on the results of calculation, the carbon baseline scenario is established by using the equation: $Y = 31.622\ln(X) + 17.149$ with correlation coefficient (r) of 0.91.

Key words: A/R CDM, climate change, baseline of carbon, reduce emissions, REDD