

Phương pháp phân tích khí hồng ngoại buồng tĩnh kín và ứng dụng trong việc xác định lượng carbon phát thải qua hô hấp đất tại rừng ngập mặn Cần Giờ

Nguyễn Thái Sơn^{1*}, Phạm Hồng Nhật², Đỗ Phong Lưu³, Nguyễn Văn Thịnh³

¹Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP.HCM;

²Viện Nhiệt đới Môi trường, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự, Bộ Quốc phòng;

³Chi nhánh phía Nam/Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga, Bộ Quốc phòng.

*Email liên hệ: thaison.luat.ktmt@gmail.com.

Nhận bài ngày 19/9/2021; Hoàn thiện ngày 18/10/2021; Chấp nhận đăng ngày 12/12/2021.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.76.2021.104-111>

TÓM TẮT

Nghiên cứu hô hấp đất là một hướng nghiên cứu có đóng góp quan trọng vào việc đánh giá khả năng trao đổi và tích trữ Carbon (C) của hệ sinh thái rừng. Sự phát thải C của hệ sinh thái thông qua quá trình hô hấp của đất rừng có thể được xác định bằng nhiều phương pháp và thiết bị khác nhau, nhưng phổ biến nhất là phương pháp buồng tĩnh kín. Trong nghiên cứu này, hô hấp đất của hệ sinh thái tự nhiên rừng ngập mặn Cần Giờ (Thành phố Hồ Chí Minh) được đo bằng phương pháp buồng kín di động (DC-Dynamic chamber method) tại 12 sinh cảnh rừng tự nhiên với kích thước ô mẫu 20 m x 20 m. Thông lượng CO₂ phát thải từ đất vào khí quyển thu được qua buồng kín được lưu chuyển đến thiết bị phân tích khí hồng ngoại IRGA xách tay và quay trở lại buồng phục vụ việc đánh giá các thông số đo đạc. Kết quả cho thấy rừng ngập mặn Cần Giờ phát thải C qua hô hấp đất với thông lượng trung bình 4,39 $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Lượng CO₂ phát thải qua đất thay đổi theo không gian, thời gian và có mối tương quan với nhiệt độ và độ ẩm buồng đo. Nhiệt độ và độ ẩm buồng đo cùng chế độ thủy triều có tác động đến sự phát thải CO₂ qua hô hấp đất tại mỗi vị trí ô mẫu.

Từ khóa: Carbon dioxide (CO₂); Phát thải carbon; Hô hấp đất; Máy phân tích khí hồng ngoại; Hệ sinh thái rừng ngập mặn Cần Giờ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Xác định thông lượng CO₂ phát thải từ đất vào khí quyển thông qua nghiên cứu hô hấp đất cho phép chúng ta hiểu biết đầy đủ hơn về chu trình C toàn cầu, là cơ sở để dự đoán chính xác tác động của khí hậu đối với chu trình C. Hiện nay, có nhiều phương pháp để nghiên cứu hô hấp đất. Cùng với đó, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra các yếu tố có ảnh hưởng đến quá trình hô hấp đất. Công trình công bố của Singh và Gupta (1977) đã xác định thông lượng hô hấp đất ($F_{c,s}$) thông qua 02 phương pháp: (i) gián tiếp: đánh giá hô hấp đất liên quan đến năng lượng của động vật ăn cỏ trên mặt đất thu được từ sản lượng sơ cấp thuần – ATP; (ii) trực tiếp: thu mẫu khí ở các độ sâu mong muốn từ đất bởi các thiết bị khác nhau để phân tích giá trị hô hấp đất, trong đó thông lượng $F_{c,s}$ lớn nhất từ trước nay ở đồng cỏ ghi nhận là 8.130 - 9.540 $\text{mgCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$, ở rừng ôn đới là 100 - 2.340 $\text{mgCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$. Trong nghiên cứu này, các tác giả cho rằng sự chênh lệch giữa các kết quả là do phụ thuộc vào một số yếu tố sinh thái của khu vực nghiên cứu [1]. Witkamp và cộng sự (1966) đã sử dụng phương pháp hấp thụ kiềm (phương pháp AA; Alkali absorption method) nghiên cứu lượng khí CO₂ phát thải từ nền đất bên dưới một buồng kín được hấp thụ trong một dung dịch sút ăn da (NaOH, KOH) qua đó cho thấy mối tương quan cao giữa phát thải từ hô hấp đất với nhiệt độ, độ ẩm và tuổi cây của khu rừng trên cạn [2]. Với lợi thế dễ thực hiện và chi phí thấp, phương pháp AA đã được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng. Tuy nhiên, theo công bố của Freuerj và Boutenw (1991) thì phương pháp AA có thể đánh giá thấp quá trình hô hấp thực tế của đất vì hiệu suất hấp thụ CO₂ của dung dịch kiềm trong đĩa hoặc lọ giảm khi dung dịch được trung hòa [3].

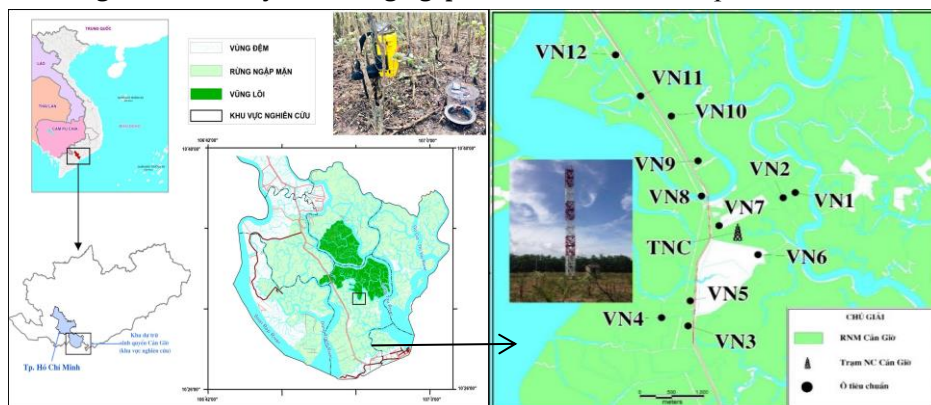
Một phương pháp khác được Mariko và cộng sự (1994) sử dụng nhằm ước tính $F_{c,s}$, đó là phương pháp buồng kín (phương pháp CC-Closed chamber method), trong đó, CO_2 trong buồng kín được lấy mẫu định kỳ bằng các ống kim tiêm, nồng độ CO_2 trong mỗi mẫu đo được kiểm tra tại phòng thí nghiệm từ đó ước tính thông lượng phát thải dựa trên tốc độ tăng nồng độ CO_2 trong buồng [4]. Năm 1993, phương pháp phân tích khí hồng ngoại dòng mở (phương pháp OF; Open-Flow infrared gas analyzer method) được Nakadait và cộng sự ứng dụng cho nghiên cứu hô hấp đất. Kết quả cho thấy sự phát thải của hô hấp đất khi được quan sát trong phương pháp OF là gần bằng với giá trị CO_2 phát thải từ nền đất và thể hiện chính xác hơn so với phương pháp AA [5]. Phương pháp OF kết hợp máy phân tích khí hồng ngoại (IRGA) được xem là giải pháp thay thế cho phương pháp AA. Tuy vậy, phương pháp OF thiếu tính cơ động đối với các phép đo tại hiện trường vì đòi hỏi nguồn điện cùng nhiều kết nối phức tạp. Trong khi đó, phương pháp CC thích hợp cho các phép đo tại chỗ, vì nó đơn giản, nhanh chóng và có khả năng thu được ở nhiều ô đo. Nhược điểm của phương pháp CC nằm ở số lượng giới hạn của các ống kim tiêm mà các nhà nghiên cứu có thể đem theo mỗi khi thu mẫu tại hiện trường. Để giải quyết vấn đề này, phương pháp buồng kín khác đã được phát triển bởi Rochette và cộng sự (1992): phương pháp buồng kín di động (DC-Dynamic chamber method), trong đó, không khí thu được qua buồng kín được lưu chuyển đến thiết bị phân tích khí hồng ngoại IRGA xách tay và quay trở lại buồng [6]. Ưu điểm của phương pháp buồng kín di động là cung cấp dữ liệu có độ chính xác cao, dễ vận hành trong điều kiện thực địa,... và được sử dụng tương đối phổ biến hiện nay.

Bài báo này trình bày kết quả bước đầu đo đặc thông số hô hấp đất tại một số sinh cảnh thuộc hệ sinh thái rừng ngập mặn Cần Giờ bằng phương pháp buồng kín di động sử dụng máy phân tích khí hồng ngoại Li-COR 820.

2. VẬT LIÊU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Vị trí nghiên cứu

Hồi cứu các thông tin khoa học liên quan đã công bố và do Ban quản lý rừng ngập mặn Cần Giờ cung cấp để lựa chọn các điểm nghiên cứu. Lập các ô nghiên cứu có diện tích 20m x 20m tại 12 sinh cảnh rừng tự nhiên chủ yếu tại rừng ngập mặn Cần Giờ, Thành phố Hồ Chí Minh (hình 1).



Hình 1. Khu vực thử nghiệm hệ thống buồng tĩnh kín sử dụng máy phân tích khí hồng ngoại (IRGA) Li-COR 820 đo hô hấp đất.

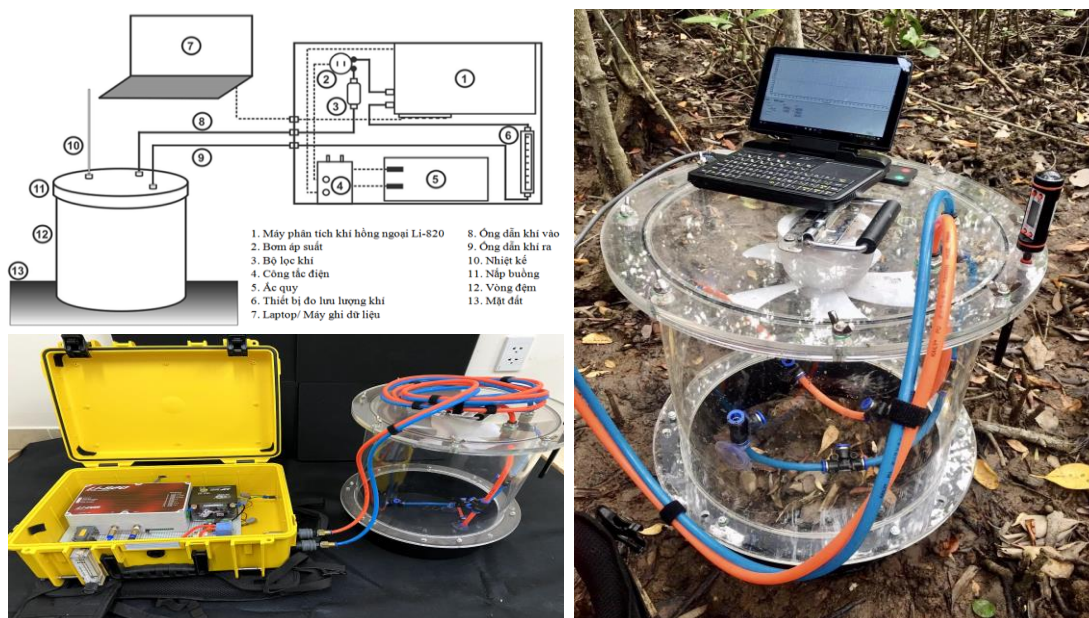
Tại mỗi ô được chọn, tiến hành xác định thành phần thực vật ưu thế, chiều cao thân cây và đếm số lượng thực vật,... theo hướng dẫn của Thông tư 33/2018/TT-BNNPTNT ngày 16/11/2018 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng [7].

2.2. Thiết bị đo hô hấp đất

Thiết bị được cấu tạo bởi 2 phần chính gồm buồng tĩnh kín thu gom phát thải CO₂ và hệ

thống phân tích nồng độ CO₂. Buồng tĩnh kín thu gom CO₂ phát thải từ nền đất làm bằng nhựa acrylic trong suốt dung tích 4,7 lít (đường kính 30 cm, chiều cao 50 cm), được kết nối với máy phân tích CO₂ di động (LI-8200, LI-COR Inc, Lincoln, NE) thông qua hệ thống ống dẫn khí cùng các thành phần cấu kiện khác được mô tả trong hình 2 [8].

Hệ thống phân tích nồng độ CO₂ với trung tâm là máy phân tích khí IRGA (model Li-820) phân tích khí CO₂ bằng đầu dò hồng ngoại (Non-Dispersive Infrared-NDIR) có độ ổn định cao (370 ± 1 ppm) có thể đo nồng độ CO₂ trong khoảng 0-20.000 ppm và nhiệt độ làm việc từ -25 °C tới 45 °C. Li-820 được cấp nguồn bởi 01 bình acquy khô 14V-2Am, kết nối với một đồng hồ đo lưu lượng không khí và thiết bị ghi dữ liệu. Trong nghiên cứu này, thiết bị ghi dữ liệu được thay thế bằng máy tính xách tay cài đặt phần mềm Li-820 CO₂ gas analyzer (LI-COR Inc, Lincoln, NE) giúp hiển thị sự thay đổi nồng độ CO₂ trong quá trình đo tại hiện trường theo thời gian thực. Trước khi sử dụng, IRGA được hiệu chuẩn bằng Zero air gas (Nito 5.5) và khí tiêu chuẩn CO₂ 600 ppm. Quá trình hiệu chuẩn được thực hiện bằng cách dẫn khí chuẩn đi trực tiếp vào ống dẫn khí của hệ thống. Thiết bị được xem là ổn định khi đường chuẩn có R² > 0,999.



Hình 2. Sơ đồ thiết kế và ảnh thực tế của hệ thống buồng tĩnh kín sử dụng máy phân tích khí hồng ngoại (IRGA) kiểu Li-COR 820 với các bộ phận hỗ trợ.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Cơ sở lý thuyết

Thông lượng CO₂ phát thải từ đất ($F_{C,s}$) được tính theo công thức đề xuất từ công trình nghiên cứu của Kanemasu và cộng sự (1974) [9] và bổ sung bởi nghiên cứu từ Healy và cộng sự (1996) [10] như sau:

$$F_{C,s} = \frac{10VP(1 - \frac{W}{1000})}{RS(T+273,15)} \frac{\partial C'}{\partial t} \quad (1)$$

Trong đó: $F_{C,s}$ là thông lượng của CO₂ phát thải qua đất ($\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$); V là thể tích của buồng tích tụ (cm^3); P là áp suất khí quyển (kPa); W là lượng mol nước trong buồng ($\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$); R là hằng số khí phổ quát ($8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$); S là diện tích của buồng tích tụ (cm^2); T là nhiệt độ (tính bằng °C); $\frac{\partial C'}{\partial t}$ là tốc độ thay đổi nồng độ CO₂ bên trong buồng đo theo thời gian t, tính bởi:

$$C'(t) = \frac{C}{1 - \frac{w}{1000}} \quad (2)$$

Trong đó: $C'(t)$ là nồng độ CO_2 bên trong buồng đo tại thời điểm t ($\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$); C là nồng độ CO_2 đo được trong buồng vào đầu giai đoạn thử nghiệm ($\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$).

2.3.2. Các phép đo tại thực địa

Quá trình đo thực địa được thực hiện trong mùa mưa từ ngày 28/8/2020 đến 28/10/2020, tại mỗi sinh cảnh, các ô mẫu có diện tích 20 m x 20 m được thiết lập, mỗi ô được chia thành 4 dãy, trong mỗi dãy phép đo hô hấp đất được thực hiện tại 4 điểm với khoảng cách giữa các điểm là 5 m. Như vậy, tại mỗi ô thu được bộ dữ liệu của 16 điểm đo.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kiểm tra, đánh giá dữ liệu các thông số của quá trình hô hấp đất

Các dữ liệu thông lượng phát thải CO_2 , nhiệt độ và độ ẩm buồng đo được kiểm tra để xác định giá trị ngoại lệ, mức phân bố và trung vị (median) của những chuỗi dữ liệu đã đo đạc. Kết quả cho thấy trong 12 vị trí khảo sát và thực hiện các phép đo hô hấp đất có ý nghĩa với 6 ô nghiên cứu với giá trị phát thải CO_2 thấp nhất, đó là các ô VN1, VN3, VN7, VN9, VN10, VN11; tuy nhiên ô nghiên cứu VN8 có sự phát thải CO_2 cao nhất so với các ô khác. Dữ liệu cho thấy một số ô mẫu có nhiệt độ cao cùng với cường độ ánh sáng cao của nền rừng (28 - 30 °C, giá trị cao hơn nhiệt độ trung bình 25,8 °C khu vực Cần Giờ) và độ ẩm khi đo ở một số ô lên tới 33 - 35 $\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$, nhưng khi xuất hiện thủy triều dâng làm nền đất bị ngập nước thì độ ẩm xuống giá trị 10 - 11 $\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$.

3.2. Thông lượng phát thải trung bình CO_2 qua hô hấp đất

Rừng ngập mặn Cần Giờ phát thải C qua đất vào khí quyển với thông lượng trung bình là 4,39 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Kết quả các phép đo cho thấy sự khác nhau của lượng CO_2 trung bình phát thải qua hô hấp đất tại 12 vị trí được đưa ra ở bảng 1 (với khoảng trung vị từ 25% là 3,74 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ đến trung vị 75% là 5,67 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Theo đó, thông lượng CO_2 trung bình phát thải qua đất trong ngày dao động từ 3,00 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ đến 7,17 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ và có giá trị rất khác nhau theo không gian và thời gian lấy mẫu.

Bảng 1. Lượng CO_2 trung bình phát thải qua hô hấp đất trong ngày (Đơn vị: $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).

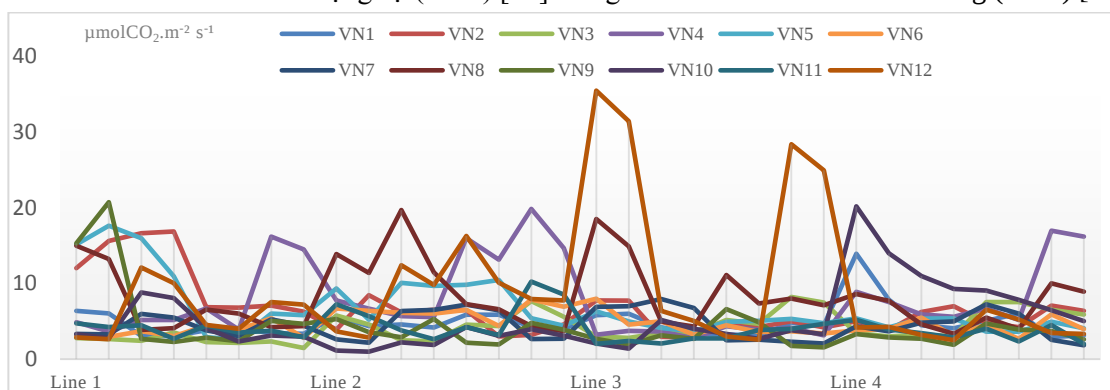
VN1	VN2	VN3	VN4	VN5	VN6	VN7	VN8	VN9	VN10	VN11	VN12
4,28	6,25	3,44	5,63	5,32	4,40	4,37	7,17	3,00	3,56	3,80	5,80
Trung bình 12 vị trí ô mẫu: 4,39											

3.3. Sự sai khác thông lượng CO_2 phát thải tại các vị trí

Sự phân bố của các giá trị phát thải CO_2 qua hô hấp đất tại các khu rừng ngập mặn tự nhiên Cần Giờ tương ứng của 12 ô mẫu được thể hiện ở hình 3. Theo đó, thông lượng CO_2 phát thải qua đất trong 12 vị trí dao động từ 0,99 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ đến 35,45 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, với khoảng trung vị 4,52 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, từ trung vị 25% đến trung vị 75% là 3,25 - 6,61 $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Sự chênh lệch các giá trị phát thải CO_2 ở các ô mẫu có thể do sự khác biệt về mức độ phân giải các hợp chất hữu cơ liên quan đến hoạt động của vi khuẩn trong nền đất rừng ngập mặn, nhận định này tương tự như trong các báo cáo của Hanpattanakit và cộng sự (2009) [11]. Trong báo cáo của mình, Hanpattanakit còn chỉ rõ chính sự biến động của nhiệt độ nền đất rừng là nguyên nhân kích thích hoặc ức chế hoạt động của hệ vi sinh vật phân huỷ chất hữu cơ từ đó tác động đến thông lượng CO_2 phát thải qua đất rừng ngập mặn.

Ngoài yếu tố nhiệt độ còn có một số yếu tố môi trường có thể tác động đến hoạt động của hệ vi sinh nền rừng như độ ẩm, chế độ triều, lượng ánh sáng tại nền rừng (kiểm soát bởi chỉ số lá LAI ở mỗi ô mẫu). Nồng độ hô hấp đất cũng có thể chịu ảnh hưởng bởi sự phân bố của rễ cây

trong đất - phụ thuộc vào loài thực vật và phân bố thực vật tại điểm đo; loại đất tại khu vực (độ chặt của đất liên quan đến tình trạng ngập nước); và của sinh vật sống trong nền đất ngập mặn (các ô phát thải hô hấp đất cao, không ngập nước có các loài giáp xác như cua, còng,... sinh sống trong hang đất). Nghiên cứu của Twilley và cộng sự (1992) cho thấy với đặc điểm thổ nhưỡng rừng ngập mặn được đánh giá là yếm khí nên tốc độ oxy hóa C rất thấp [12]. Ryan và Law (2005) đã chỉ ra rằng, phần lớn CO_2 phát thải qua hô hấp đất chủ yếu là từ hô hấp của rễ thực vật và hoạt động của vi sinh vật, phần còn lại là sự phân hủy của rễ và lá, do đó, đóng góp C trong trầm tích vào quá trình hô hấp đất rất ít [13]. Vì vậy, thủy triều đã tạo tình trạng đất ngập nước và tác động đến sự hô hấp rễ cây, vào hoạt động của vi sinh vật trong đất nên làm giảm đi thông lượng CO_2 phát thải từ đất ở các ô mẫu nghiên cứu tại Cần Giờ. Điều này giống như trong công bố trước đó của Arnaud và cộng sự (2018) [14] và nghiên cứu của Van Vinh Truong (2018) [15].



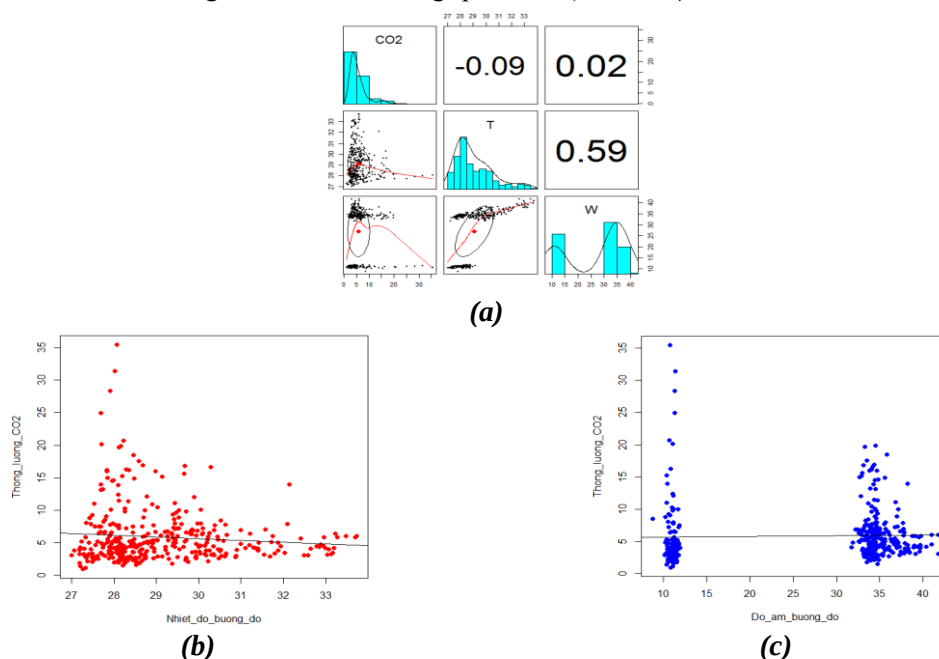
Hình 3. Thông lượng CO_2 phát thải qua hô hấp đất tại 12 vị trí mẫu.

Hình 3 cho thấy ở các ô nghiên cứu VN1, VN2, VN4, VN5, VN6, VN7, VN8 với điều kiện nền đất không ngập nước, nhiệt độ buồng đo cao từ 28 - 30 °C, độ ẩm buồng đo 33 - 35 mmol.mol⁻¹ cho thấy sự phát thải CO_2 qua hô hấp đất có giá trị cao. Các ô còn lại do tình trạng nền đất bị ngập nước ngay lúc thực hiện phép đo, độ ẩm xuống 10 - 11 mmol.mol⁻¹ tương ứng sự phát thải CO_2 qua đất có giá trị thấp hơn. Có thể kết luận, sự phát thải CO_2 qua đất tại khu vực Cần Giờ có xu hướng tăng khi nhiệt độ cao cùng với nền đất khô và giảm khi nền đất bị ngập nước.

3.4. Mối tương quan giữa thông lượng phát thải CO_2 với nhiệt độ và độ ẩm buồng đo

Qua chuỗi dữ liệu đo đạc quá trình hô hấp đất tại 12 ô mẫu khác nhau với các khoảng thời gian khác nhau và không liên tục, tính toán tương quan giữa thông lượng CO_2 trong hô hấp đất với nhiệt độ và độ ẩm buồng đo cho thấy ở mỗi ô nghiên cứu sự tương quan là khác nhau. Chuỗi dữ liệu thông lượng CO_2 và nhiệt độ, độ ẩm buồng đo của ô nghiên cứu VN1, VN4, VN5, VN7, VN8, VN12 không có tương quan với nhau (hệ số tương quan $r^2 \sim 0$; kiểm định $a = 0$ thì p lớn hơn mức ý nghĩa α , $p > 0,1$). Trong khi đó, chuỗi dữ liệu ở các ô nghiên cứu VN6, VN9, VN10 chỉ cho thấy mối tương quan giữa thông lượng CO_2 và nhiệt độ buồng đo (hệ số tương quan r^2 lần lượt là -0,46, -0,30, -0,61), và ô nghiên cứu VN11 cho thấy mối tương quan giữa thông lượng CO_2 với độ ẩm (kiểm định $a = 0$, $p < 0,1$, $r^2 = -0,44$). Riêng ô nghiên cứu VN2 và VN3 đều cho thấy mối tương quan giữa thông lượng CO_2 với nhiệt độ ($r^2 = -0,40$ ở ô VN2 và -0,49 ở ô VN3) và cả độ ẩm buồng đo ($r^2 = -0,45$ ở ô VN2 và -0,68 ở ô VN3) với kiểm định $a = 0$, $p < 0,1$. Kết quả này tương tự với báo cáo của Hanpattanakit và cộng sự (2009) tiến hành ở huyện Chombung, tỉnh Ratchaburi của Thái Lan đã định lượng quá trình hô hấp đất bằng phương pháp buồng kín tự động cũng cho thấy tỷ lệ hô hấp của đất rừng cây họ Dầu có mối tương quan thuận với độ ẩm nhưng tương quan nghịch với nhiệt độ không khí [11]. Mức độ tương quan thấp của nghiên cứu này có thể giải thích do môi trường đất ngập nước ngoài các yếu tố sinh thái rừng tự nhiên như mật độ tán phủ, nhiệt độ, độ ẩm còn chịu tác động rất lớn của chế độ thủy triều mỗi ngày và độ mặn của nền đất rừng.

Loại bỏ mối tương quan giữa thông lượng CO_2 trong hô hấp đất với nhiệt độ và độ ẩm buồng đo theo xu hướng phân bố không gian của 12 ô mẫu, nghiên cứu xác định mối tương quan chung (giá trị của từng chuỗi phép đo được quy thành giá trị chung) cho thấy giữa thông lượng CO_2 trong hô hấp đất với nhiệt độ buồng đo có mối tương quan thấp với hệ số tương quan nghịch $r^2 = -0,09$; trong khi $r^2 = 0,02$ ($r^2 \sim 0$) thể hiện mối tương quan rất thấp giữa thông lượng CO_2 với độ ẩm buồng đo và biểu đồ ở hình 4 (a) thể hiện mối tương quan tuyến tính thuận giữa nhiệt độ buồng đo và độ ẩm buồng đo với hệ số tương quan cao ($r^2 = 0,59$).



Hình 4. Biểu đồ (a) thể hiện mối tương quan giữa thông lượng CO_2 ($\mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) với nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$), độ ẩm buồng đo ($\text{mmol}.\text{mol}^{-1}$); (b) Thể hiện mối tương quan giữa thông lượng CO_2 ($\mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) với nhiệt độ buồng đo ($^{\circ}\text{C}$); và (c) thể hiện mối tương quan giữa thông lượng CO_2 ($\mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) với độ ẩm buồng đo ($\text{mmol}.\text{mol}^{-1}$). Giá trị của 12 chuỗi phép đo được quy thành giá trị chung.

Trong kiểm định $a = 0$: với $F = 2,91$, $p = 0,089 < \alpha = 0,1$ (giá trị ý nghĩa p nhỏ hơn mức ý nghĩa α), giữa thông lượng CO_2 và nhiệt độ buồng đo có mối tương quan tuyến tính với nhau. Tuy nhiên, chỉ có khoảng 7,6% sự thay đổi thông lượng CO_2 hô hấp trong đất được giải thích bởi nhiệt độ buồng đo. Với giá trị ý nghĩa 0,089, phương trình hồi quy tuyến tính có dạng $y = -0,2588x + 13,3854$ và tốc độ giảm là $0,2588 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Mối tương quan giữa thông lượng CO_2 ($\mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) với nhiệt độ buồng đo ($^{\circ}\text{C}$) được biểu diễn bởi biểu đồ tán xạ như hình 4 (b), đường thẳng màu đen là phương trình hồi quy tuyến tính thể hiện xu hướng giảm giá trị phát thải CO_2 của hô hấp đất khi giá trị nhiệt độ tăng. Khi xét kiểm định $a = 0$, với $F = 0,202$ và $p = 0,65 > 0,1$: giữa thông lượng CO_2 và độ ẩm buồng đo không có mối tương quan tuyến tính với nhau, thể hiện như trong hình 4 (c).

Một báo cáo khác từ Fung và cộng sự (1987) cho thấy hệ số tương quan r^2 cao (dao động 0,45 - 0,64) giữa hô hấp đất với nhiệt độ không khí các nơi đồng cỏ, thảm thực vật ôn đới, thảm thực vật nhiệt đới và cận nhiệt đới (Kitchener-Waterloo-Guelph, Ontario, Canada) bằng máy đo bức xạ có độ phân giải cao trên vệ tinh [16]. Hay trong nghiên cứu của Raich và Schlesinger (1992) đã điều tra mối quan hệ giữa nhiệt độ và hô hấp đất hàng năm (trong rừng quần xã thực vật ở các hệ sinh thái trên cạn và đất ngập nước), nhận thấy có mối tương quan tuyến tính giữa chúng với nhau (ở trong các khu rừng khác nhau với sự dao động r^2 từ 0,34 đến 0,50) [17]. Từ kết quả sơ

bộ của nghiên cứu này và các nghiên cứu tương tự trên thế giới có thể thấy phát thải C qua hô hấp đất phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm của mỗi hệ sinh thái và tính chất đất, nhiệt độ, độ ẩm tại khu vực nghiên cứu, cho nên các mối quan hệ giữa hô hấp đất và các biến môi trường có sự tương tác, đan xen phức tạp và có thể không phải là những hàm tuyến tính đơn giản.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này cho thấy khả năng phát thải C của hô hấp đất hệ sinh thái rừng ngập mặn Cần Giờ vào khí quyển (qua phương pháp phân tích khí hồng ngoại - buồng tĩnh kín DC) với thông lượng trung bình $4,39 \mu\text{molCO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Hô hấp đất theo không gian và thời gian tại mỗi ô mẫu có sự khác nhau và có xu hướng tăng khi nhiệt độ cao ($28 - 30^\circ\text{C}$) nơi có nền đất khô và có xu hướng giảm khi nền đất bị ngập nước. Phân tích ảnh hưởng của các yếu tố đến thông lượng CO_2 phát thải qua đất tại mỗi vị trí ô mẫu cho thấy quá trình hô hấp đất có mối tương quan với nhiệt độ và độ ẩm buồng đo cùng chế độ thủy triều, cường độ ánh sáng nền rừng cũng như tính chất đất tại khu vực và yếu tố sinh vật sống trong nền đất ngập nước. Nghiên cứu này có hạn chế về thời gian và số lượng mẫu, và sự phụ thuộc vào thiết bị và nhân lực không cho phép đo đạc tại các ô nghiên cứu vào cùng một thời điểm. Mặc dù vậy, các kết quả có thể làm cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo theo hướng mở rộng nhiều sinh cảnh, trong mùa khô và đánh giá sự phụ thuộc vào thành phần thực vật, các loài sinh vật trong đất, kể cả sự phát thải CH_4 của hô hấp đất.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ Tp. HCM đã tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài “Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến khả năng dự trữ Carbon của các hệ sinh thái tự nhiên rừng ngập mặn Cần Giờ và đề xuất các giải pháp thích ứng”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Singh, J. S. and Gupta, S. R., “Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystem”, Bot. Rev, Vol. 43, No. 4 (1977), pp. 449-528.
- [2]. Witkamp M., “Rates of carbon dioxide evolution from the forest floor”, Ecology, Vol. 47, No. 3 (1966), pp. 492-494.
- [3]. Freurer, I. & Bouten, W., “A comparison of field methods for measuring soil carbon dioxide evolution: Experiments and simulation”, Plant and Soil, Vol. 135, No. 1 (1991), pp. 133-142.
- [4]. Mariko S., Bekku, Y. & Kolzumih., “Efflux of carbon dioxide from snow covered forest floors”, Ecological Research, Vol. 9, No. 3 (1994), pp. 343-350.
- [5]. Nakadait, Koizumih., Usamiy., Satohm. & Oikawat., “Examination of the methods for measuring soil respiration in cultivated land: Effect of carbon dioxide concentration on soil respiration”, Ecological Research, Vol. 8, No. 1 (1993), pp. 65-71.
- [6]. Rochette, P., Gregorich, E.G. and Desjardins, R.L., “Comparison of static and dynamic closed chambers for measurement of soil respiration under field conditions”, Can. J. Soil Sci., Vol. 72, No. 4 (1992), pp. 605-609.
- [7]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, “Thông tư 33/2018/TT-BNNPTNT ngày 16/11/2018 của Bộ NN&PTNT về quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng”, (2018).
- [8]. Nguyễn Văn Thịnh, Đỗ Phong Lưu, Ngô Trung Dũng, Avilov Vitaly, Zhirenko Nicolay Georgievich, Huỳnh Đức Hoàn, Đặng Văn Đông, Trần Tuấn Hoàng, Hồ Công Toàn, Nguyễn Thái Sơn, “Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến khả năng dự trữ Carbon của các hệ sinh thái tự nhiên rừng ngập mặn Cần Giờ và đề xuất các giải pháp thích ứng”, Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh (2020), 171 trang.
- [9]. Kanemasu E, Powers W, Sij J, “Field chamber measurements of CO_2 flux from soil surface”, Soil Science, Vol. 118, No. 4 (1974), pp. 233-237.
- [10]. Healy R W, Striegl R G, Russell T F, Hutchinson G L, et al, “Numerical Evaluation of Static-Chamber Measurements of Soil-Atmosphere Gas Exchange: Identification of Physical Processes”, Soil Science Society of America Journal, Vol. 60, No. 3 (1996), pp. 740-747.
- [11]. Hanpattanakit P, Panuthai S, Chidthaisong A, “Temperature and moisture controls of soil respiration in a dry Dipterocarp forest, Ratchaburi province”, Agriculture and Natural Resources, Vol. 43, No. 4 (2009), pp. 650-661.

- [12]. Twilley R, Chen R, Hargis T, “Carbon sinks in mangroves and their implications to carbon budget of tropical coastal ecosystems”, *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 64, No. 1 (1992), pp. 265-288.
- [13]. Ryan M G, Law B E, “Interpreting, measuring, and modeling soil respiration”, *Biogeochemistry*, Vol. 73, No. 1 (2005), pp. 3-27.
- [14]. Arnaud M, Baird A J, Morris P J, Dang H, “Response of mangrove soil respiration to climate change”, *AGU Fall Meeting Abstracts 2018* (2018), OS43F-2154.
- [15]. Van Vinh T, “Carbon stocks and fluxes in tropical mangrove (Southern Vietnam)”, Thesis Doctor of Philosophy presented at the University of New Caledonia, Specialty: Earth and Environmental Sciences - Université de la Nouvelle-Calédonie (2018).
- [16]. Fung, I. Y., Tucker, C. J., & Prentice, K. C, “Application of advanced very high resolution radiometer vegetation index to study atmosphere- biosphere exchange of CO₂”, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 92, No. D3 (1987), pp. 2999-301.
- [17]. Raich J W, Schlesinger W H, “The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate”, *Tellus B*, Vol. 44, No. 2 (1992), pp. 81-99.

ABSTRACT

INFRARED GAS ANALYSIS METHOD OF THE CLOSED CHAMBER AND APPLICATIONS IN DETERMINATION OF CARBON EMISSIONS THROUGH THE SOIL RESPIRATION IN THE CAN GIO MANGROVE FOREST

Soil respiration is a research direction that makes important contributions for assessing the carbon exchange and storage capacity of forest ecosystems. The carbon emissions of the ecosystem through the respiration of woodland ground can be determined by various methods and devices, but the most common is the closed static chamber manner. In this research, soil respiration of the native ecosystem of Can Gio mangrove forest (Ho Chi Minh City) was measured by the DC-Dynamic chamber technique at 12 natural forest habitats with typical plots size 20 m x 20 m. The CO₂ flux emitted from the soil into the atmosphere obtained through a closed chamber is transferred to a portable IRGA infrared gas analyzer and returned to the chamber for evaluation of measurement parameters. The results show Can Gio mangrove forest emits carbon through soil respiration with an average flux of 4.39 $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. The amount of CO₂ emitted via the soil varies in space and time and is correlated with chamber temperature and humidity. Chamber temperature and humidity, tidal regime have impacts on CO₂ emission through soil respiration at each sample plot location.

Keywords: Carbon dioxide (CO₂); Carbon emission; Soil respiration; Infrared gas analyzer; Can Gio mangrove ecosystem.