

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TÍCH LŨY CARBON HỮU CƠ ĐẤT DƯỚI ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU, TÍNH CHẤT ĐẤT VÀ HOẠT ĐỘNG CANH TÁC

Nguyễn Thùy Phương^{1,*}, Võ Phan Nhật Quang¹

¹ Khoa Tài nguyên đất và Môi trường nông nghiệp,

Trường Đại học Nông lâm, Đại học Huế

*Email: ntp.huaf@hueuni.edu.vn

TÓM TẮT

Sự tích lũy carbon hữu cơ trong đất ảnh hưởng đến sức khỏe đất, sự hấp thụ CO₂ khí quyển và cô lập carbon trong đất, đóng góp quan trọng đến sự ấm lên toàn cầu. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá khả năng tích lũy carbon hữu cơ trong đất (SOC) dưới các điều kiện khí hậu, thổ nhưỡng, tính chất đất và loại hình sử dụng đất (keo, lúa, thanh trà, đất đồng cỏ và đất trống). Nghiên cứu sử dụng phương trình hồi quy tuyến tính đa biến chạy trên phần mềm SPSS để xây dựng mô hình và đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến trữ lượng SOC. Nghiên cứu được tiến hành tại thành phố Huế. Kết quả cho thấy, 4 yếu tố đất gồm: pH, N tổng số, K₂O tổng số và chất hữu cơ bề mặt quyết định 85,4% sự thay đổi của SOC. Trong đó, chất hữu cơ bề mặt tuyến tính tốt nhất với trữ lượng SOC ($R^2 = 0,74$). Đối với loại hình sử dụng đất ít bị xáo trộn, sự tương quan giữa giá trị pH đất, chất hữu cơ bề mặt với trữ lượng SOC là tốt hơn so với các yếu tố khác. Ngược lại, hàm lượng N và K₂O tương quan tốt hơn với SOC trong các loại hình sử dụng đất có bón phân bổ sung và làm đất.

Từ khóa: Tích lũy SOC, các yếu tố tác động, loại hình sử dụng đất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Carbon hữu cơ đất (SOC) là một trong những thành phần quan trọng quyết định đến sức khỏe và hệ sinh thái đất [1]. SOC liên quan đến chức năng hệ sinh thái bề mặt, cung cấp nguồn năng lượng cho hoạt động của các vi sinh vật, chi phối cấu trúc đất, làm chất đệm cho các chất dinh dưỡng và tăng khả năng giữ nước cho đất. Vai trò của SOC đặc biệt quan trọng đối với đất sản xuất nông nghiệp, giúp gia tăng năng suất cây trồng và phát triển nông nghiệp bền vững. Bên cạnh đó, đất cũng đóng vai trò là kho dự trữ carbon toàn cầu, dưới dạng SOC. Trữ lượng carbon này có mối liên hệ chặt chẽ với CO₂ trong môi trường không khí, thông qua chu trình carbon. Quá trình quang hợp của thực vật giúp cô lập được CO₂ không khí và chuyển thành SOC [2]. Ngược lại, vi sinh vật đất có thể phân hủy SOC và giải phóng CO₂ trở lại vào môi trường không khí [3, 4]. Do đó, SOC có tác động trực tiếp và hai chiều đến biến đổi khí hậu

toàn cầu. Nếu việc cô lập carbon từ môi trường không khí diễn ra mạnh hơn quá trình giải phóng CO₂ vào không khí sẽ giúp giảm lượng khí nhà kính. Nhưng nếu việc mất SOC chiếm ưu thế, điều này sẽ thúc đẩy hiện tượng ấm lên toàn cầu diễn ra nhanh hơn.

SOC có nguồn gốc chủ yếu từ quá trình phân hủy xác thực, động vật (lá rơi rụng, thực vật chết, xác động vật). Tuy nhiên, khả năng giữ SOC không chỉ phụ thuộc vào lượng chất hữu cơ đầu vào mà còn bị chi phối mạnh bởi các yếu tố khác như: Cấu trúc và tính chất đất (pH, hàm lượng N, K₂O và P₂O₅ tổng số), loại hình sử dụng đất, thực hành nông nghiệp, điều kiện khí hậu và đặc điểm địa hình [5 - 11].

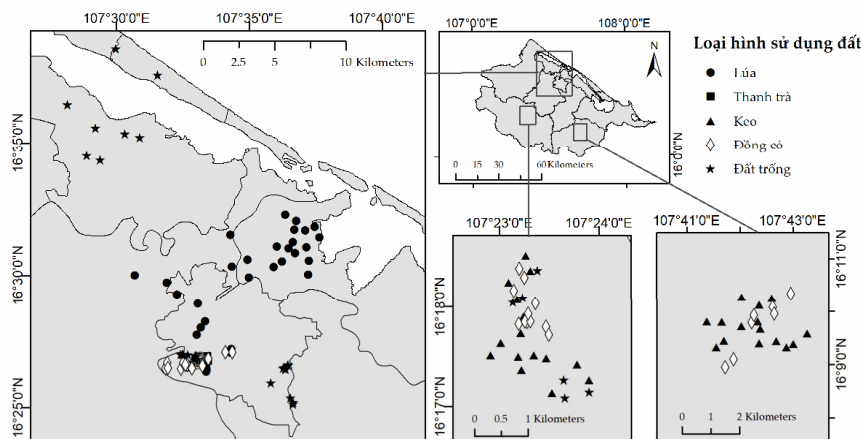
Mức độ ảnh hưởng của các yếu tố lên sự tích lũy của SOC là khác nhau, tùy thuộc vào nhiều yếu tố. Để đánh giá mức độ ảnh hưởng này, các mô hình ước tính được sử dụng gồm: Mô hình truyền thống như hồi quy tuyến tính đa biến (MLR) và

mô hình học máy hiện đại như ANN, SVM, RF, SVR, XGBoost... [12, 13]. Các mô hình học máy mặc dù có thể đạt được độ chính xác tốt nhưng cần đảm bảo bộ dữ liệu đủ lớn và thiếu tính ổn định. Kết quả của các mô hình này chỉ đánh giá được trọng số của các biến mà không xây dựng được phương trình cụ thể. Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến là mô hình truyền thống nhưng đơn giản và độ chính xác đạt kết quả ước tính tốt trong nhiều trường hợp [12, 14].

Do đó, nghiên cứu này nhằm mục đích phân tích các yếu tố thổ nhưỡng, khí hậu, một số tính chất đất đai và chất hữu cơ bề mặt tác động đến khả năng tích lũy SOC trên một số loại hình sử dụng đất tại thành phố Huế dựa trên mô hình hồi quy tuyến tính đa biến.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vị trí nghiên cứu và thu thập mẫu



Hình 1. Vị trí nghiên cứu và lấy mẫu

Vị trí lấy mẫu được thể hiện trong hình 1. Tổng số điểm nghiên cứu là 150 điểm được thu thập tại 5 loại hình sử dụng đất: Đất trồng keo, đất trồng lúa, đất trồng thanh trà, đất đồng cỏ và đất trống. Các điểm nghiên cứu thuộc 6 loại thổ nhưỡng: Đất đỏ vàng trên đá biến chất, đất đỏ vàng trên đá mácma axit, đất đỏ vàng trên đá sét và biến chất, đất phù sa, đất cát biển, đất xói mòn trơ sỏi đá. Nghiên cứu được bố trí tại 3 khu vực khí hậu: Miền núi cao xã A Lưới (nhiệt độ 21,7°C và lượng mưa 3.559 mm); miền núi với độ cao vừa xã Nam Đông (24,5°C và 3.748 mm) và vùng đồng bằng ở thành phố Huế (25,1°C và 2.897 mm).

- Chất hữu cơ bề mặt (OM): Nghiên cứu thu thập toàn bộ tàn dư thực vật (cành, lá rơi rụng) và thảm phủ sát bề mặt (cỏ bề mặt) để đánh giá khối lượng chất hữu cơ bề mặt trên 1 ô tiêu chuẩn kích thước 1 x 1 m. Phương pháp thu thập mẫu thực hiện theo quy tắc 5 ô phụ (20 x 20 cm). Mẫu được bảo quản trong túi nilong để đưa về phòng thí nghiệm cân, sấy (70 - 80°C) đến khối lượng không đổi để xác định độ ẩm. Từ đó tính khối lượng chất hữu cơ bề mặt của 1 ô tiêu chuẩn (1 m²).

- Phương pháp thu thập mẫu đất: Mẫu đất được thu thập thẳng đứng từ bề mặt đến độ sâu 30 cm tại đúng các ô tiêu chuẩn thu thập mẫu OM. Lấy và bảo quản mẫu đất được thực hiện theo TCVN 7538-6:2010 (ISO 10381-6:2009) [15].

2.2. Phương pháp phân tích

Các thông số được tiến hành phân tích tại Phòng thí nghiệm Môi trường và Biến đổi khí hậu, Khoa Tài nguyên đất và Môi trường nông nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế theo phương pháp sau:

- Hàm lượng pH đất được đo trong dung dịch KCl 1M (1: 5) bằng máy Hanna HI5521-02. Thành phần cơ giới được xác định theo phương pháp rây và sa lắng theo TCVN 6862:2012 [16]. Hàm lượng SOC được xác định bằng phương pháp Walkley-Black.

- Hàm lượng N, K₂O và P₂O₅ tổng số: Mẫu đất sau khi xử lý được công phá hoàn toàn bằng hỗn hợp axit HClO₄ và H₂SO₄. N tổng số được phân tích theo phương pháp Kjeldahl theo TCVN 6498:1999 [17], nitrogen được cất trên máy VELP

UDK129. K_2O tổng số được xác định bằng máy quang kế ngọn lửa HINOTEK FP640. P_2O_5 tổng số được xác định theo phương pháp so màu theo TCVN 8940:2011 [18] và đo trên máy quang phổ UV-Vis một chùm tia UV1700 Series.

2.3. Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến

Nghiên cứu sử dụng mô hình hồi quy tuyến tính đa biến để phân tích ảnh hưởng của 5 nhóm yếu tố đến khả năng tích lũy SOC, bao gồm: (1) loại thổ nhưỡng; (2) vùng khí hậu; (3) tính chất đất: pH, thành phần cơ giới, N tổng số, P_2O_5 tổng số và K_2O tổng số; (4) chất hữu cơ bề mặt; (5) loại hình sử dụng đất. Đánh giá khả năng tích lũy SOC đối với các yếu tố được thể hiện bằng phương trình sau:

$$SOC = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i \pm \varepsilon$$

Trong đó: x_i là biến độc lập I; β_i là hệ số tác động của biến độc lập I; α là hằng số hồi quy của mô hình; ε là sai số của mô hình tác động.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

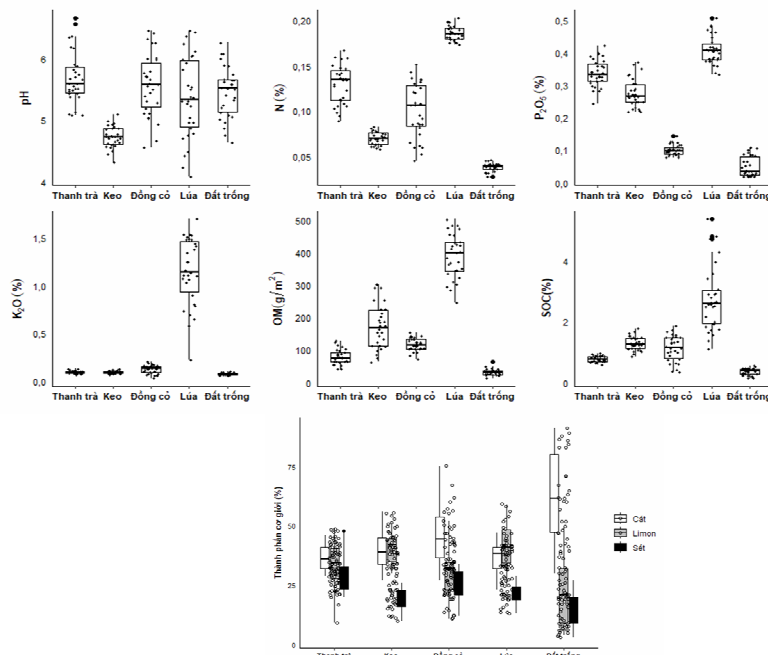
3.1. Dữ liệu các yếu tố

Thành phần cơ giới của 5 loại hình sử dụng đất được thể hiện trong hình 2. Đồn điền trồng keo có thành phần cơ giới chủ yếu là thịt nhẹ. Đất

trồng thanh trà có thành phần cơ giới là thịt nhẹ và thịt pha sét. Đất trồng lúa có thành phần cơ giới từ thịt nhẹ đến thịt trung bình. Đất đồng cỏ có thành phần cơ giới là thịt pha cát, thịt pha sét và thịt nhẹ. Đất trống có thành phần cơ giới là cát, cát pha thịt và thịt pha cát.

Môi trường đất có tính chất axit ($pH_{KCl} = 4,08$) đến gần trung tính ($pH_{KCl} = 6,65$). Đất trồng thanh trà, đồng cỏ và đất trống có môi trường axit khá xấp xỉ nhau, với giá trị pH_{mean} dao động 5,45 - 5,68. Các đất trồng lúa có môi trường axit thấp hơn ($pH_{mean} = 5,33$) và có sự khác nhau đáng kể giữa các vị trí nghiên cứu ($Stdev = 0,67$). Ngược lại, các đất trồng keo có tính axit khá ổn định, không chênh lệch đáng kể với $Stdev = 0,17$ và loại hình sử dụng đất này cũng có tính axit cao nhất với $pH_{mean} = 4,73$.

Nguyên tố dinh dưỡng chính của đất N, K_2O và P_2O_5 tổng số: N tổng số, P_2O_5 tổng số và K_2O tổng số dao động trong khoảng 0,022 - 0,203%, 0,017 - 0,506%, 0,026 - 1,697% tương ứng. Trong 5 loại hình sử dụng đất, đất trồng lúa có hàm lượng của 3 nguyên tố này cao hơn đáng kể so với các loại hình sử dụng đất khác với $N_{mean} = 0,187\%$, $P_{2O_{5mean}} = 0,408\%$, $K_{2O_{mean}} = 1,148\%$. Trong khi đó, đất trống có hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng thấp nhất $N_{mean} = 0,037\%$, $P_{2O_{5mean}} = 0,048\%$, $K_{2O_{mean}} = 0,070\%$.



Hình 2. Các thông số của đất và OM theo loại hình sử dụng đất

Chất hữu cơ bề mặt (OM): Đất trồng lúa có lượng OM cao hơn so với các loại hình sử dụng đất còn lại, đạt trung bình 390 g/m². Các ruộng lúa sau thu hoạch, gốc rạ được cày vùi vào đất để làm phân bón hữu cơ cho đất. Bên cạnh đó, nhiều ruộng được bón phân trong các giai đoạn sinh trưởng của lúa, trung bình quy đổi nguyên chất trên một hecta là 99 kg N + 67 kg P₂O₅ + 53 kg K₂O (theo quá trình điều tra). Đối với đất trồng keo, khi cây đã trưởng thành thường ít được làm cỏ, toàn bộ vật liệu rơi rụng được bỏ lại và trở thành chất hữu cơ cho đất, do đó lượng OM trung bình của loại đất này đạt 174 g/m². Trong khi đó, các vườn thanh trà thường được làm đất đều đặn nên lượng OM thấp hơn đáng kể với 78 g/m². Đất đồng cỏ có lượng OM trung bình là 117 g/m². Cuối cùng, đất trồng có khối lượng OM là thấp nhất với 32 g/m².

Trữ lượng SOC tại các vị trí nghiên cứu dao động từ 0,157 - 5,346%, trung bình 1,267%. Chất hữu cơ trong các loại hình sử dụng đất khác nhau đáng kể (Stdev = 0,953%). Đất trồng lúa hàm lượng SOC lớn nhất với trung bình 2,739% (1,105 - 5,346%) và cao hơn đáng kể so với các loại hình sử dụng đất khác. Tiếp theo là đất trồng keo có trữ lượng SOC là 1,298%, đất đồng cỏ 1,136%, đất trồng thanh trà 0,789% và thấp nhất là đất trống 0,372%.

3.2. Đánh giá mô hình tác động

Để đánh giá ảnh hưởng của yếu tố khí hậu và thổ nhưỡng tác động đến khả năng tích lũy SOC, nghiên cứu đánh giá trên cùng một loại hình sử dụng đất nhưng khác nhau về yếu tố thổ nhưỡng và/hoặc yếu tố khí hậu bằng phương pháp Two-way ANOVA. Có 3 loại hình sử dụng đất đáp ứng yêu cầu đánh giá là: Đất trồng keo, đất đồng cỏ và đất trống. Kết quả đánh giá cho thấy, đối với đất trồng keo, không có sự khác nhau ý nghĩa về trữ lượng SOC giữa các loại hình thổ nhưỡng, khí hậu, cũng như sự kết hợp hai yếu tố thổ nhưỡng và khí hậu. Như vậy, thổ nhưỡng và khí hậu ảnh hưởng không đáng kể lên khả năng tích lũy SOC trên loại hình sử dụng đất trồng keo. Tuy nhiên, đối với đất đồng cỏ và đất trống, có sự khác nhau ý nghĩa về hàm lượng SOC giữa các loại thổ nhưỡng, khí hậu, cũng như sự kết hợp hai yếu tố này. Ảnh hưởng của thổ nhưỡng và khí hậu đến khả năng tích lũy

SOC liên quan đến khả năng rửa trôi, năng suất cây trồng và khả năng phân hủy chất hữu cơ, tuy nhiên mức độ ảnh hưởng còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác. Do yếu tố thổ nhưỡng và điều kiện khí hậu là các biến định tính nên mô hình đánh giá khả năng tích lũy được xây dựng trên các biến định lượng còn lại.

Mô hình hồi quy tuyến tính đa biến được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của loại hình sử dụng đất, pH, thành phần cơ giới (limon, sét), N tổng số, K₂O tổng số, P₂O₅ tổng số và OM lên trữ lượng SOC. Mô hình loại trừ biến "cát" vì hàm lượng cát là tổ hợp tuyến tính hoàn hảo của biến limon và sét (%cát = 100 - %limon - %sét).

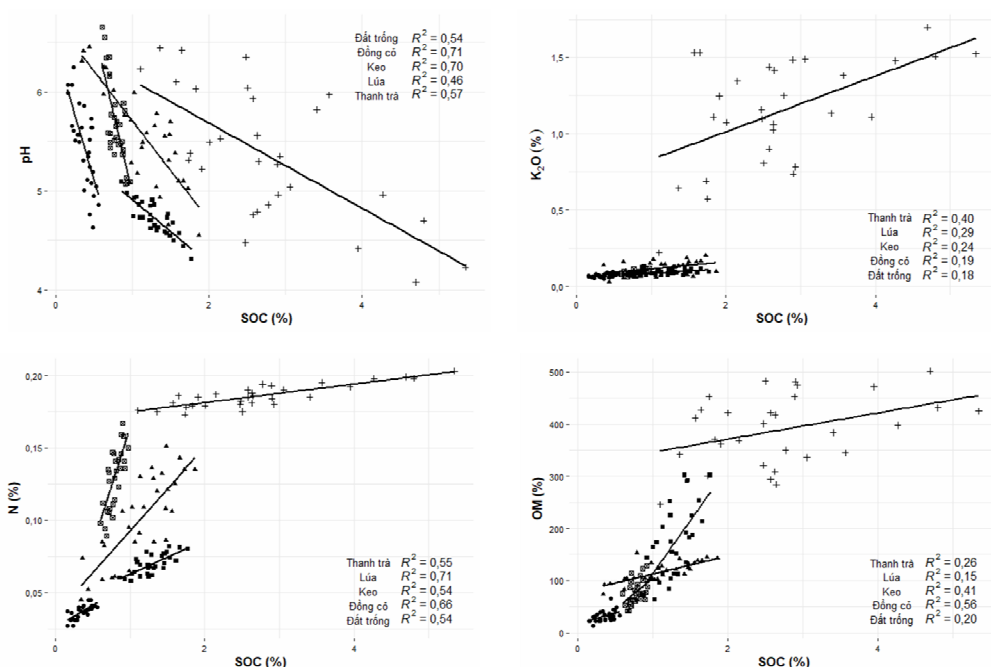
Mô hình hồi quy được xây dựng với 8 biến cho kết quả giá trị sig. của kiểm định F là 0,000 < 0,05 là phù hợp. Tuy nhiên, biến loại hình sử dụng đất và thành phần cơ giới tác động không có ý nghĩa trong mô hình ước tính SOC (sig. của kiểm định t > 0,05). Bên cạnh đó, biến P₂O₅ có hiện tượng đa cộng tuyến (VIF > 10) nên được loại khỏi mô hình. Mô hình không vi phạm giả định tự tương quan chuỗi bậc nhất (Giá trị Durbin-Watson = 1,76, nằm trong khoảng giá trị được phép 1,5 - 2,5). Kết quả cho thấy, 4 biến: pH, N tổng số, K₂O tổng số, OM đóng góp ý nghĩa vào mô hình trữ lượng SOC. Giá trị R² của mô hình đạt được là 0,854. Kết quả này cho thấy mô hình ước tính tốt trữ lượng SOC. Các biến: pH, N tổng số, K₂O tổng số, OM tác động 85,4% sự biến thiên của trữ lượng carbon hữu cơ trong đất. Từ đó, mô hình ước tính SOC được xây dựng dựa trên 4 thông số này như sau:

$$SOC = 3,012 - 0,14 * pH + 3,879 * N + 0,802 * K_2O + 0,002 * OM \pm 0,243$$

Trữ lượng SOC được ước tính từ mô hình có sai số bình phương trung bình RMSE = 0,358% và sai số tuyệt đối trung bình MSE = 0,243%. Phương trình cho thấy giá trị pH có sự tương quan nghịch với trữ lượng SOC. Ngược lại, hàm lượng N, K₂O, OM tương quan thuận với sự tích lũy SOC. Sự tương quan của từng yếu tố với hàm lượng SOC theo loại hình sử dụng đất được thể hiện trong hình 3.

Nhiều nghiên cứu cũng cho thấy một sự tương quan nghịch giữa pH và hàm lượng SOC [10, 19]. Điều này là do, khi hàm lượng chất hữu cơ trong

đất càng lớn thì lượng axit hữu cơ - sản phẩm của quá trình phân hủy các chất hữu cơ đất càng lớn. Mặt khác, trong môi trường axit, quá trình phân hủy chất hữu cơ trong đất bị cản trở, dẫn đến sự tích lũy carbon hữu cơ trong đất nhiều hơn. Sự tương quan giữa pH với SOC rõ rệt hơn khi xem



Hình 3. Sự tương quan giữa các thông số đất (pH, N, K₂O, OM) với SOC

Hàm lượng N và SOC thể hiện sự tương quan rõ rệt trên đất lúa và đồng cỏ với $R^2 = 0,71$ và $0,66$ tương ứng. Các loại hình sử dụng đất còn lại có hệ số tương quan thấp hơn một ít và xấp xỉ nhau ($R^2 \approx 0,54$). Sự tương quan tốt của hàm lượng N tổng số và SOC là do nitrogen và carbon là thành phần cần thiết của chất hữu cơ. Do đó, các loại hình sử dụng đất được bón một lượng lớn phân hữu cơ/vật liệu rơi rụng sẽ có sự tương quan tốt hơn giữa hai thành phần này. Sự tương quan giữa K₂O và SOC xấp xỉ nhau giữa các loại hình sử dụng đất. Sự tương quan giữa hai thành phần này thấp hơn giữa pH và N với SOC, với hệ số R^2 là 0,40 trên đất trồng thanh trà và các hệ số xấp xỉ 0,2 trong các loại hình sử dụng đất còn lại.

Tương tự, pH, OM cũng có mối tương quan rõ rệt trong đất trồng keo và đất đồng cỏ. Lượng chất hữu cơ bề mặt thể hiện sự tương quan thấp với SOC trên các loại hình sử dụng đất được bón nhiều phân như đất lúa, nhưng thể hiện sự tương quan tốt hơn trên các đất không/ít làm đất như đất trồng keo và đất đồng cỏ ($R^2 = 0,41$ và $0,56$). Đối

xét riêng trên từng loại hình sử dụng đất. Cụ thể, giá trị R^2 đạt 0,71, 0,70, 0,57, 0,54, 0,46, tương ứng với đất đồng cỏ, đất trồng keo, đất trồng thanh trà, đất trồng và đất trồng lúa. pH và SOC tương quan tốt hơn trong các loại hình sử dụng đất ít bị tác động như đất trồng keo và đồng cỏ.

với đất trồng thanh trà, do thường xuyên được làm cỏ và dọn lá rơi rụng nên sự tương quan giữa hai thành phần này thấp hơn. Ngược lại, đất lúa được bổ sung một lượng lớn chất hữu cơ từ gốc rơm rạ và được bón phân hữu cơ qua mỗi vụ, điều này cũng làm cho sự tương quan giữa chúng thấp. Tuy nhiên, khi đánh giá cùng lúc đối với 5 loại hình sử dụng đất đều thể hiện sự tương quan khá tốt giữa OM và SOC ($R^2 = 0,74$).

Nhìn chung, trong 4 yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi trữ lượng SOC, chất hữu cơ bề mặt là một nguồn vật liệu đầu vào của carbon hữu cơ trong đất, ảnh hưởng trực tiếp đến trữ lượng SOC. Trong khi đó, N và K₂O có mối quan hệ với SOC vì chủ yếu cùng là thành phần trong nguồn vật liệu hữu cơ đầu vào. Do đó, đối với những loại hình sử dụng đất được bón phân và làm đất thường xuyên, thường thể hiện sự tương quan tốt giữa các thành phần này. Cuối cùng, giá trị pH không chỉ ảnh hưởng quá trình phân hủy chất hữu cơ đất mà còn phản ánh phần nào lượng axit hữu cơ trong đất. Các điều kiện như loại thổ nhưỡng và khí hậu có

thể gây ảnh hưởng ý nghĩa lên khả năng tích lũy SOC khi các điều kiện khác nhau đáng kể giữa các vị trí nghiên cứu.

4. KẾT LUẬN

Kết quả đánh giá khả năng tích trữ SOC trong 5 loại hình sử dụng đất cho thấy đất lúa có trữ lượng SOC cao nhất và đất trống có trữ lượng thấp nhất. Trong các yếu tố được đánh giá, thành phần cơ giới tác động không có ý nghĩa lên trữ lượng SOC. Trong khi đó, yếu tố thổ nhưỡng và khí hậu ảnh hưởng ý nghĩa đến sự tích lũy SOC trong một số loại hình sử dụng đất. Bốn yếu tố có sự tương quan tốt và giải thích sự biến động của SOC là pH, N, K₂O, OM. Các biến này giải thích 85,4% sự thay đổi của trữ lượng carbon hữu cơ trong đất. Trong đó, lượng chất hữu cơ bề mặt là yếu tố tương quan tốt nhất với SOC với $R^2 = 0,74$, tiếp theo là N với $R^2 = 0,59$. Giá trị pH và K₂O thể hiện sự tương quan tốt hơn khi đánh giá trên từng loại hình sử dụng đất. Mối liên hệ giữa các thành phần này với SOC liên quan đến nguồn chất hữu cơ đầu vào, bao gồm cả phân bón và chất hữu cơ bề mặt.

Nghiên cứu này chưa xem xét đến yếu tố địa hình, ngoài ra số lượng mẫu khi đánh giá ảnh hưởng của yếu tố thổ nhưỡng và khí hậu trong từng loại hình sử dụng đất chưa nhiều, điều này có thể hạn chế về ý nghĩa thống kê.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Parvej R., Brandt D., Myers R., Nelson K., Singh G. & Reinbott T. (2025). Soil organic carbon: A Foundational indicator of soil health. University of Missouri. <https://extension.missouri.edu/publications/g9071>
2. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025). FAO launches practical tools to encourage soil organic carbon sequestration. Retrieved from <https://www.fao.org/newsroom/detail/practical-tools-to-encourage-soil-organic-carbon-sequestration/en>
3. Ontl T. A. & Schulte L. A. (2012) Soil carbon storage - Soil carbon storage is a vital ecosystem service, resulting from interactions of ecological processes. Human activities affecting these processes can lead to carbon loss or improved storage. *Nature Education Knowledge*, 3(10): 1 - 10.

Retrieved from <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/soil-carbon-storage-84223790/>

4. PennState (2024). Soil organic carbon sequestration, the microbial carbon fee, and the microbial premium. *Institute of Energy and the Environment*. Retrieved from <https://iee.psu.edu/news/blog/soil-organic-carbon-sequestration-microbial-carbon-fee-and-microbial-premium>
5. Abebe G., Tsunekawa A., Haregeweyn N., Takeshi T., Wondie M., Adgo E., Masunaga T., Tsubo M., Ebabu K., Berihun M. L. & Tassew, A. (2020). Effects of land use and topographic position on soil organic carbon and total nitrogen stocks in different agro-ecosystems of the upper blue Nile basin. *Sustainability*, 12(6), 2425. <https://doi.org/10.3390/su12062425>
6. Zhu G., Shangguan Z., Hu X. & Deng L. (2021). Effects of land use changes on soil organic carbon, nitrogen and their losses in a typical watershed of the Loess Plateau, China. *Ecological Indicators*, 133, 108443. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108443>
7. Malla R., Neupane P. R. & Köhl M. (2022). Modelling soil organic carbon as a function of topography and stand variables. *Forests*, 13(9): 1 - 14. <https://doi.org/10.3390/f13091391>
8. Woo D. K., Seo Y. (2022). Effects of elevated temperature and abnormal precipitation on soil carbon and nitrogen dynamics in a Pinus densiflora forest. *Front. For. Glob. Change*, 5, 1051210. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.1051210>
9. Feng J., Song Y., Zhu B. (2023). Ecosystem-dependent responses of soil carbon storage to phosphorus enrichment. *New Phytologist*, 238(6): 2363 - 2374. <https://doi.org/10.1111/nph.18907>
10. Shen Z., Tianfu H., Huang J., Li J., Daba N. A., Gilbert N., Khan M. N., Shah A. & Zhang H. (2024). Soil organic carbon regulation by pH in acidic red soil subjected to long-term liming and straw incorporation. *Journal of Environmental Management*, 367, 122063. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122063>
11. Xu H., Huang L. & Wang S. (2025). Effects of warming on change rate of soil organic carbon content in forest soils. *Forests*, 16(1): 1 - 12. <https://doi.org/10.3390/f16010059>

12. El Jamaoui I., Sánchez M. J. M., Sirvent C. P. & *et al.* (2024). Machine learning-driven modeling for soil organic carbon estimation from multispectral drone imaging: A case study in Corvera, Murcia (Spain). *Model. Earth Syst. Environ*, 10, 3473 - 3494. <https://doi.org/10.1007/s40808-024-01963-y>
13. Sunantha O., Shao Z., Pattama P., Potchara A., Huang X. & Zeeshan A. (2025). Machine learning-based estimation of soil organic carbon in Thailand's cash crops using multispectral and SAR data fusion combined with environmental variables. *Geo-Spatial Information Science*, 28(6): 2721 - 274. <https://doi.org/10.1080/10095020.2024.2440608>
14. Nozari S. & Borůvka L. (2023). The effects of slope and altitude on soil organic carbon and clay content in different land-uses: A case study in the Czech Republic. *Soil & Water Res*, 18(3): 204 - 218. <https://doi.org/10.17221/105/2022-SWR>
15. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 7538-6:2010. Chất lượng đất - Lấy mẫu - Phần 6: Hướng dẫn về thu thập, xử lý và bảo quản mẫu đất ở điều kiện hiếu khí để đánh giá các quá trình hoạt động, sinh khối và tính đa dạng của vi sinh vật trong phòng thí nghiệm.
16. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6862:2012. Chất lượng đất - Xác định thành phần cấp hạt trong đất khoáng - Phương pháp rây và sa lắng.
17. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6498:1999. Chất lượng đất - Xác định nitơ tổng - Phương pháp Kjeldahl cải biên.
18. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 8940:2011. Chất lượng đất - Xác định phospho tổng số - Phương pháp so màu.
19. Apori S. O., Giltrap M. & Tian F. (2023). Topsoil organic carbon and soil pH across different peatland use types in Co-Offaly, Ireland. *Soil Science Annual*, 74(4), 183768. <https://doi.org/10.37501/soilsa/183768>

ACCUMULATION OF SOIL ORGANIC CARBON UNDER THE EFFECTS OF CLIMATE, SOIL PROPERTIES AND AGRICULTURAL PRACTICE

Nguyễn Thuy Phương¹, Võ Phan Nhật Quang¹

¹ Faculty of Land Resource and Agricultural Environment,
University of Agriculture and Forestry, Hue University

Abstract

Soil organic carbon accumulation affects soil health, atmospheric CO₂ absorption and carbon sequestration in soil. This study aims to evaluate the effects of climate conditions, soil types, soil texture and properties, agricultural practices, surface organic material and use types (acacia, rice, pomelo, grassland, bare land) on soil organic carbon (SOC). The study applied a multivariate linear regression model using SPSS to build a predictive model and appreciate the effects of the factors on SOC accumulation. The results indicated that four factors, including pH, total N, total K₂O and surface organic material, accounted for 85.4% of the SOC changes. Of which, surface organic material correlated the best with SOC reserves ($R^2 = 0.74$). For the less disturbed land use types, the correlations of pH and surface organic material with SOC contents were better than other factors. In contrast, total N and total K₂O had the best linear correlation with SOC contents in land use types with additional fertilizer application and tillage.

Keywords: SOC accumulation, affecting factors, land use type.

Ngày nhận bài: 22/9/2025

Ngày chuyển phản biện: 10/11/2025

Ngày thông qua phản biện: 28/11/2025

Ngày duyệt đăng: 10/02/2026