



Original Article

Impacts of Vetiver Grass and DT2008 Soybean Cover Crop Practices on Soil Quality in Citrus Orchards in Cao Phong, Hoa Binh

Tran Thi Tuyet Thu^{1,*}, Lê Ngọc Hieu¹, Lê Nhật Hà¹,
Ngo Hong Anh Thu², Pham Minh Hà³

¹VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

²VNU University of Science, 19 Le Thanh Tong, Hoan Kiem, Hanoi, Vietnam

³Hanoi-Amsterdam High School for the Gifted, 1 Hoang Minh Giam, Hanoi, Vietnam

Received 9 September 2024

Revised 9 October 2024; Accepted 10 December 2024

Abstract: This study investigated the efficiency of biomass management, residue quantity, and quality from Vetiver grass and DT2008 soybean cover crops in improving soil quality, including carbon and nitrogen content and soil physiochemical properties. Mesocosm experiments in pots were conducted with six treatments, each was replicated three times: CT0 (control), CT1 (2% Vetiver grass mulch), CT2 (2% DT2008 mulch), CT3 (1% Vetiver grass and 1% DT2008 mulch), CT4 (1% Vetiver grass and 1% DT2008 buried), and CT5 (2% DT2008 buried). After 12 months, significant increases in total carbon, nitrogen, and humic and fulvic acids were observed, indicating enhanced soil physiochemical properties. CT5 and CT4 showed the highest carbon, nitrogen, and cation exchange capacity (CEC) improvements. Soil moisture, pH in water ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$), pH in KCl (pH_{KCl}), and hydrolytic acidity were higher in CT1, CT2, and CT3. Nitrogen accumulation efficiency was relatively lower than carbon (24.44% to 86.67%), while carbon accumulation efficiency was much higher (41.94% to 91.72%). The most effective methods were to bury soybean biomass or mulch Vetiver grass over a soybean plant mulching layer, with Vetiver grass mulch recommended for enhancing and conserving soil fertility.

Keywords: Vetiver grass, DT2008 soybean plant, citrus, soil properties, Cao Phong orange.

* Corresponding author.

E-mail address: tranthituyetthu@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5241>

Ảnh hưởng của quản lý sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008 đến tích lũy C, N và cải thiện tính chất đất trồng cây có múi ở Cao Phong, Hòa Bình

Trần Thị Tuyết Thu^{1,*}, Lê Ngọc Hiếu¹, Lê Nhật Hà¹,
Ngô Hồng Ánh Thu², Phạm Minh Hà³

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, 19 Lê Thánh Tông, Hoàn Kiếm, Hà Nội, Việt Nam

³Trường Trung học Phổ thông Chuyên Hà Nội-Amsterdam, 1 Hoàng Minh Giám, Cầu Giấy, Hà Nội

Nhận ngày 9 tháng 9 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 09 tháng 10 năm 2024; Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 12 năm 2024

Tóm tắt: Nghiên cứu này đã thực hiện 6 thí nghiệm trong chậu để đánh giá ảnh hưởng của biện pháp quản lý sinh khối, chất lượng tàn dư và tỷ lệ sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008 đến hiệu quả tích lũy Carbon (C), Nitrogen (N) và các tính chất của đất. Thí nghiệm gồm 6 công thức, mỗi công thức được lặp lại ba lần: CT0 (đối chứng), CT1 phủ 2% SKVetiver, CT2 phủ 2% SKDT2008, CT3 phủ 1% SKVetiver và 1% SKDT2008, CT4 vùi 1% SKVetiver và 1% SKDT2008, và CT5 vùi 2% SKDT2008. Kết quả sau 12 tháng bổ sung sinh khối, tổng lượng C, N và axit mùn (humic, fulvic) tăng lên đáng kể, đồng thời, một số tính chất đất được cải thiện. Hàm lượng C, N, axit mùn và dung tích trao đổi cation của đất (CEC) được cải thiện tốt nhất ở công thức CT5 và CT4. Ngược lại, độ ẩm đất, pH_{H₂O}, pH_{KCl} và độ chua thủy phân lại cao hơn ở công thức CT1, CT2 và CT3. Hiệu suất tích lũy N thấp, dao động từ 24,44% đến 86,67%, trong khi hiệu suất tích lũy C cao hơn, đạt từ 41,94% đến 91,72%. Biện pháp hiệu quả nhất là vùi sinh khối cây Đậu tương DT2008 vào đất hoặc phủ cỏ Vetiver lên trên lớp sinh khối cây Đậu tương. Cỏ Vetiver nên được sử dụng để che phủ nhằm cải thiện và bảo vệ độ phì đất.

Từ khóa: Cỏ Vetiver, cây Đậu tương DT2008, cây có múi, tính chất đất, Cam Cao Phong.

1. Mở đầu

Hiện nay, sản xuất cây có múi đang phát triển ở 140 quốc gia, Việt Nam nằm trong top 20 về diện tích và sản lượng quả thu hoạch. Từ năm 1961 đến 2022, diện tích cây có múi toàn cầu trong thời kỳ thu hoạch quả tăng từ 2,29 triệu ha lên 10,56 triệu ha, sản lượng quả tăng từ 25,1 triệu tấn lên 166,31 triệu tấn; ở Việt Nam, diện tích tăng từ 7,85 nghìn ha lên 163,171 nghìn ha, sản lượng quả tăng từ 47 nghìn tấn lên 2,95 triệu

tấn. Năm 2022, năng suất thu hoạch quả có múi ở Việt Nam đạt 18,09 tấn/ha, cao hơn mức trung bình thế giới (15,76 tấn/ha) [1].

Các loài cây có múi thuộc Họ Rutaceae như bưởi, cam, chanh, quýt có vòng đời 20-50 năm. Để đạt năng suất 25-40 tấn cam và 40-60 tấn bưởi/ha/năm cần bón lượng phân bón trung bình 100-200 kg N, 80-100 kg P₂O₅, và 60-190 kg K₂O/ha [2]. Đến hết năm 2023, Việt Nam đã trồng hơn 262 nghìn ha cây có múi, với khoảng 99 nghìn ha trồng mới, do đó, sẽ cần thêm hàng

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: tranhtuyetthu@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5241>

trăm nghìn tấn phân khoáng NPK mỗi năm. Thực tế, người trồng cam ở Cao Phong, Hòa Bình đã sử dụng phân khoáng vượt mức khuyến nghị: N nhiều hơn 2,2 - 6,7 lần, P_2O_5 nhiều hơn 1,5 - 13,8 lần và K_2O nhiều hơn 2-5 lần [3]. Hệ quả trồng thâm canh cây có múi đã làm tăng phát thải các khí nhà kính (CO_2 , NO_x), suy thoái độ phì đất. Trong đó, các biểu hiện điển hình nhất là suy thoái cacbon, gia tăng axit hóa, mất cân bằng dinh dưỡng, tăng tích lũy kim loại nặng và số lượng các loài tuyến trùng ký sinh thực vật gây hại trong đất [3-6].

Canh tác hóa học và biến đổi khí hậu đã ảnh hưởng mạnh đến sản xuất nông nghiệp, đặc biệt trên cây có múi. Việt Nam đang thúc đẩy phát triển nông nghiệp hữu cơ để thực hiện các cam kết quốc tế về sáng kiến C4/1000 và Netzero [7], với mục tiêu ổn định diện tích cây có múi khoảng 210-220 nghìn ha vào năm 2030 [8]. Hiện nay, tỉnh Hòa Bình đang triển khai Đề án tái canh 1500 ha cam, quýt ở Cao Phong, hướng tới trên 70% diện tích đạt tiêu chuẩn hữu cơ và GAP [9].

Vấn đề quan trọng là lựa chọn giải pháp sản xuất cây có múi theo hướng hữu cơ sao cho hiệu quả và đúng cách. Từ năm 2020, việc chuyển đổi giảm mức sử dụng phân hóa học sang tăng lượng phân hữu cơ ở vùng trồng cây có múi tại Cao Phong đã tăng chi phí phân bón gấp 3-5 lần, trung bình tăng 30-50 triệu đồng/ha/năm [4]. Sử dụng phân hữu cơ động vật làm tăng phát thải CO_2 , NO_x hơn cả canh tác truyền thống [10], đồng thời, sự tích lũy C, N trong đất tăng được trong 3 năm đầu, sau đó giảm theo thời gian và không cải thiện được C, N theo độ sâu [11]. Giải pháp trồng xen cây Họ Đậu (thực vật C3) và Họ Hòa thảo (thực vật C4) để tận dụng CO_2 , N_2 , nước mưa và năng lượng mặt trời đang được ưu tiên nhằm tăng lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường trong các hệ thống sản xuất nông nghiệp [12]. Đến nay, những nghiên cứu về ảnh hưởng của chất lượng tàn dư thực vật (tỷ lệ C/N) đến tích lũy C, N và cải thiện độ phì của đất tập trung

vào biện pháp che phủ bề mặt nên hiệu quả chưa cao. Trong đất, phân sinh khối C, N vi sinh vật và các sản phẩm trao đổi chất từ quá trình khoáng hóa và mùn hóa sẽ liên kết với khoáng sét để hình thành phức hệ hữu cơ-khoáng bền vững nên C, N được làm giàu theo thời gian [13-18].

Cây cỏ Vetiver - *Vetiveria zizanioides* (L) Nash là loài thực vật C4 cho sinh khối lớn, có nhiều đặc điểm ưu thế về thích nghi sinh thái và thành phần hóa học, được ưu tiên lựa chọn trong phòng chống xói mòn, cải tạo và bảo vệ đất [13, 19]. Cây Đậu tương (*Glycine max*), giống DT2008 là loài thực vật C3 cố định đạm cao, thích nghi rộng [20]. Hai loài thực vật này đã được trồng xen trong vườn cây có múi ở huyện Cao Phong, tỉnh Hòa Bình để phục hồi đất bị thoái hóa [4]. Nghiên cứu này được đặt ra với giả thuyết khi vùi sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008 vào đất sẽ làm chậm quá trình khoáng hóa, tăng mùn hóa nên hàm lượng C, N tích lũy trong đất sẽ nhiều hơn so với phủ bề mặt. Từ đây sẽ đề xuất biện pháp quản lý hiệu quả sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008 trong các vùng sản xuất cây có múi.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mẫu đất: đất thí nghiệm là đất xám *Feralit* (*Ferralsic Acrisols*), thuộc địa bàn khu I, thị trấn Cao Phong, huyện Cao Phong, tỉnh Hòa Bình. Đất được lấy ở độ sâu 0-30 cm tại vườn đã trồng cam từ năm 1980 đến nay, vườn đang trồng giống cam Xã Đoài chu kỳ 4 được 5 năm tuổi. Đất được phơi khô không khí, giã nhỏ và rây qua rây có đường kính $d \leq 2$ mm, bảo quản để xác định các tính chất đất và bố trí thí nghiệm. Tính chất của đất trước thí nghiệm được trình bày chi tiết trong Bảng 1 như sau:

Bảng 1. Tính chất lý, hóa học của đất ở thời điểm trước khi bố trí thí nghiệm (tháng 11/2020) [4]

Thành phần cấp hạt (%)			Độ ẩm	Dung trọng	Độ chua			Chất tổng số (%)				Chất dễ tiêu (mg/100 g đất)			Ca, Mg (meq/100 g đất)	
Cát	Limon	Sét	w	dv	pH _{H2O}	pH _{KCl}	H _p	OC	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	P ₂ O _{5t}	K ₂ O _t	Ca ²⁺	Mg ²⁺
28,44	40,45	31,11	12,8	1,49	4,97	4,34	3,57	0,86	0,10	0,46	0,82	7,10	40,08	38,56	1,72	1,04

Cỏ Vetiver: giống cỏ *Vetiveria zizanioides* (L) Nash được trồng xen trong vườn cam đã lấy mẫu đất làm thí nghiệm (Hình 1a). Sinh khối Cỏ Vetiver (SKVetiver) được cắt cách mặt đất 15-20 cm, rửa sạch, đồng nhất kích thước 2-3 cm, một phần được sấy đến khối lượng không đổi để

xác định % nước, sau đó nghiền mịn để xác định thành phần hóa học, phần còn lại để bố trí thí nghiệm. Mẫu SKVetiver khô có tỷ lệ C/N 41,13, chứa 52,65%C, 1,28%N, 0,27%P, 2,41%K, 0,3%Ca, 0,13%Mg, 0,52%Si (Bảng 2).

Bảng 2. Thành phần hóa học trong sinh khối khô của cỏ *Vetiveria zizanioides* và cây Đậu tương DT2008 (tháng 12/2021) [4]

Thành phần	Hàm lượng nước (%)	%C	%N	C/N	%P	%K	%Ca	%Mg	%Si
Cỏ Vetiver	~ 80	52,95	1,28	41,13	0,27	2,41	0,30	0,13	0,52
DT2008	> 80	51,87	1,68	30,88	0,34	2,01	0,97	0,28	0,004

Cây Đậu tương: giống cây Đậu tương DT2008 được gieo ngoài tán cây cam trong vườn trồng cỏ Vetiver. Thu toàn bộ sinh khối cây Đậu tương (SKDT2008) sau 3 tháng gieo hạt, gồm phần trên mặt đất: thân, lá và quả đã đông sữa, có nhiều quả chắc hạt. Tiến hành rửa sạch sinh khối, đồng nhất kích thước 2-3 cm, rồi xử lý mẫu tương tự như cỏ Vetiver (Hình 1a). Mẫu SKDT2008 sau sấy khô có tỷ lệ C/N 30,88, chứa 51,87%C, 1,68%N, 0,34%P, 2,01%K, 0,97%Ca, 0,28%Mg, 0,004%Si (Bảng 2).

lượng sấy khô. Bổ sung nước trong ngày đầu tiên và sau mỗi 7 ngày để duy trì độ ẩm 35% trong 12 tháng. Theo dõi độ ẩm đất bằng cách cân khối lượng để xác định lượng nước bay hơi. Tại thời điểm kết thúc thí nghiệm, mẫu đất được phơi khô, nghiền nhỏ, rây qua các kích thước rây 2 mm, 1 mm và 0,25 mm để phân tích các chỉ tiêu tính chất đất cần nghiên cứu. Chi tiết các CTTN được mô tả trong Bảng 3 và Hình 1b.

Bảng 3. Phương pháp bố trí thí nghiệm (12/2021)

CNTT	Tỷ lệ bổ sung vật liệu thí nghiệm
CT0	Công thức đối chứng (CTĐC)
CT1	Đất + phủ 2%SKVetiver
CT2	Đất + phủ 2%SKDT2008
CT3	Đất + phủ 1%SKVetiver+1%SKDT2008
CT4	Đất + vùi 1%SKVetiver+1%SKDT2008
CT5	Đất + vùi 2%SKDT2008

2.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

Tiến hành bố trí 6 công thức thí nghiệm (CTTN), ký hiệu là CT0, CT1, CT2, CT3, CT4 và CT5, mỗi công thức lặp lại 3 lần. Cân chính xác 3 kg đất đã rây qua rây 2 mm rồi cho vào hộp chứa đất có cùng kích thước 20 x 30 cm và bổ sung 0%, 2% SKVetiver, 2% cây Đậu tương và 1% SKVetiver + 1% Đậu tương, tính theo khối



Hình 1. Chuẩn bị mẫu vật liệu (a) và các công thức thí nghiệm (b).

2.3. Phương pháp phân tích đất, thực vật

Phân tích mẫu đất và thực vật tại Bộ môn Tài nguyên và Môi trường đất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội và Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Mẫu đất: Xác định thành phần cấp hạt theo phương pháp tỷ trọng; Độ ẩm (W%) theo phương pháp khối lượng; Dung trọng (dv) bằng ống đóng; pH_{H2O} (tỷ lệ đất : nước deion = 1:2,5); pH_{KCl} (tỷ lệ đất : muối KCl 1N = 1:2,5), đo pH bằng máy pH meter Starer 3100, Ohaus, Mỹ; Độ chua thủy phân theo phương pháp Kappen-Ghincovich, %OC (Walkley-Black), CEC (Schachtschabel); Ca, Mg trao đổi (tỷ lệ đất : muối KCl 1N = 1:5, chuẩn độ Trilon B) [21]; N tổng số (Kjeldahl); N dễ tiêu (Chiurin-Cononova) P₂O_{5s} (TCVN 5256:2009); K₂O_s (TCVN 8662:2011), P₂O_{5dt} (TCVN 8661:2011); K₂O_{dt} (TCVN 8662:2011), Axit humic và fulvic (TCVN 11456:2016); Xác định các nhóm chức đặc trưng tồn tại trong chất hữu cơ trong đất bằng máy quang phổ hồng ngoại IR (Spectro100 Perkin Elmer) tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Mẫu thực vật: phá mẫu thực vật theo

phương pháp tro hóa ướt, rồi xác định thành phần hóa học [21].

2.4. Phương pháp xử lý thống kê số liệu

Xử lý thống kê số liệu trên phần mềm thống kê Excel, SPSS, R (R Core Team, 2022) và vẽ đồ thị với package “ggplot2” (Wickham et al., 2016), chạy chương trình Python trên Visual Studio Code để làm rõ giá trị có ý nghĩa của kết quả nghiên cứu và kiểm tra sự khác biệt giữa CTTN và CTĐC.

Hiệu suất tích lũy (%) C và N = (Lượng C, N tích lũy tăng thêm so với đối chứng không bổ sung tàn dư/Lượng C, N bổ sung vào đất thí nghiệm) x 100.

3. Kết quả nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của biện pháp phủ, vùi sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008 đến tích lũy C, N và các tính chất đất sau 12 tháng thí nghiệm đã cho thấy rõ được hiệu quả khác biệt giữa các CTTN và CTĐC. Chi tiết được trình bày trong Bảng 4 như sau:

Bảng 4. Kết quả cải thiện một số tính chất của đất sau 12 tháng bổ sung vật liệu hữu cơ vào đất

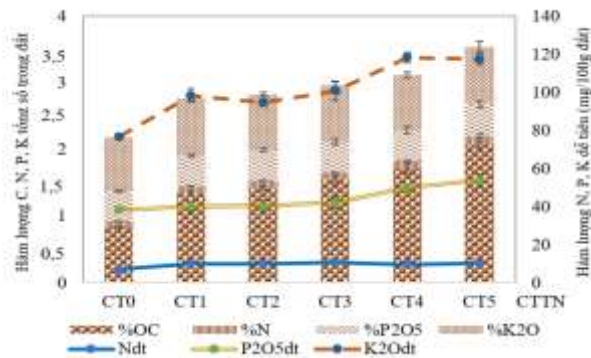
CTTN	Độ chua			Hàm lượng tổng số (%)					Hàm lượng dễ tiêu (mg/100 g đất)			Cation trao đổi (meq/100 g đất)			Hiệu suất tích lũy (%)	
	Hiện tại	Trao đổi	Thủy phân	OC	(H+F)	N _s	P ₂ O _{5s}	K ₂ O _s	N _{dt}	P ₂ O _{5dt}	K ₂ O _{dt}	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CEC	C	N
	pH _{H2O}	pH _{KCl}	H _{tp}													
CT0	4,97 ±0,02	4,34 ±0,14	3,56 ±0,13	0,83 ±0,02	0,076 ±0,008	0,094 ±0,002	0,438 ±0,016	0,821 ±0,05	7,01 ±0,42	31,06 ±1,47	38,56 ±1,36	1,69 ±0,18	0,91 ±0,11	11,54 ±0,09	-3	-6
CT1	6,27 ±0,03	5,02 ±0,05	2,82 ±0,02	1,34 ±0,03	0,093 ±0,00	0,103 ±0,004	0,462 ±0,019	0,853 ±0,028	9,94 ±0,32	29,96 ±2,44	58,34 ±3,46	2,17 ±0,04	1,28 ±0,21	12,40 ±0,05	41,94 ±0,04	32,14 ±0,03
CT2	6,47 ±0,04	5,32 ±0,14	2,54 ±0,21	1,42 ±0,03	0,087 ±0,00	0,105 ±0,002	0,460 ±0,023	0,836 ±0,026	9,81 ±0,22	30,53 ±3,15	54,29 ±2,25	2,55 ±0,25	1,13 ±0,34	12,53 ±0,05	44,00 ±0,06	24,44 ±0,03
CT3	6,29 ±0,03	5,31 ±0,06	2,81 ±0,18	1,54 ±0,06	0,088 ±0,001	0,112 ±0,005	0,464 ±0,045	0,854 ±0,037	10,36 ±0,35	31,59 ±2,81	58,61 ±5,22	2,18 ±0,04	1,21 ±0,31	12,74 ±0,06	55,51 ±0,05	48,65 ±0,04
CT4	5,87 ±0,06	4,79 ±0,18	3,37 ±0,19	1,71 ±0,08	0,095 ±0,003	0,121 ±0,002	0,459 ±0,049	0,823 ±0,043	9,52 ±0,51	40,36 ±1,25	68,27 ±2,66	2,04 ±0,17	1,51 ±0,44	13,02 ±0,03	68,80 ±0,07	72,97 ±0,03
CT5	5,89 ±0,11	5,17 ±0,11	3,49 ±0,15	2,06 ±0,06	0,103 ±0,003	0,133 ±0,03	0,489 ±0,052	0,852 ±0,08	10,08 ±0,46	43,51 ±3,48	63,53 ±2,66	2,48 ±0,28	1,52 ±0,21	13,61 ±0,03	91,72 ±0,05	86,67 ±0,02

3.1. Kết quả tích lũy C, N và các axit mùn humic, fulvic trong đất sau 12 tháng thí nghiệm

Chất hữu cơ là chỉ thị quan trọng bậc nhất trong đánh giá sức khỏe và độ phì của đất, là “kho dự trữ” và cung cấp C, N, chất dinh dưỡng

dễ tiêu và năng lượng cho hệ sinh thái đất. Kết quả thực nghiệm đã xác định được hàm lượng C, N, axit mùn (humic và fulvic) tổng số trong các mẫu đất từ CT0 đến CT5 đạt trung bình 0,83-2,06%OC, 0,094-0,133%N và 0,076-0,103% axit mùn (humic và fulvic), thấp nhất ở CTĐC

và cao nhất ở CT5 và CT4 vùi tàn dư (Bảng 4). Hàm lượng C, N và axit mùn (%H+F) trong đất đều tăng lên ở CT1 đến CT5, kết quả đạt tương ứng là 0,51-1,23% OC, 0,009-0,039% N và 0,017-0,027% axit mùn humic và fulvic. Sự khác biệt cũng đã thể hiện rất rõ giữa các CTTN phủ, vùi và giữa các CTTN bổ sung cỏ Vetiver, cây

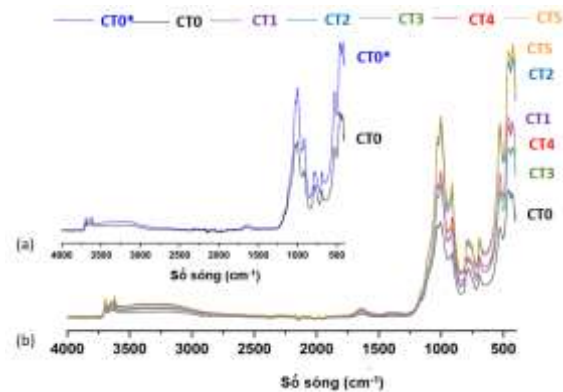


Hình 2. Biến thiên hàm lượng C, N, P, K tổng số và dễ tiêu trong các mẫu đất ở 6 công thức sau 12 tháng bổ sung sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008.

Nghiên cứu thực địa đã chỉ rõ thời gian phân hủy sinh khối cây Đậu tương DT2008 nhanh hơn nhiều so với cỏ Vetiver [18]. Trong 5 công thức bổ sung sinh khối, tại CT1 phủ 2% cỏ Vetiver có thời gian tồn lưu tàn dư lâu nhất, tiếp đến là CT3 phủ tỷ lệ 1:1 và phân hủy nhanh nhất tại CT2 phủ 2% SKDT2008. Nguyên nhân liên quan đến đặc điểm tính chất của tàn dư (Bảng 2) và ảnh hưởng của hình thức phủ, vùi mỗi loại tàn dư [14, 22]. Tại công thức CT3, SKVetiver được phủ phía trên SKDT2008 đã góp phần làm chậm quá trình khoáng hóa C và giảm mất N khỏi đất. Kết quả này rất có ý nghĩa trong quá trình quản lý sinh khối tàn dư cây Họ Đậu trong các hệ thống canh tác nông nghiệp theo định hướng hữu cơ.

Kết quả phổ hồng ngoại (IR) xác định các đỉnh peak liên quan đến % độ truyền qua và dải tần số sóng (cm^{-1}), phản ánh sự hiện diện của các nhóm chức hữu cơ trong đất. Hình 3 cho thấy sự tăng cường độ các peak hấp thụ đặc trưng thể hiện trong các công thức từ $\text{CT0} < \text{CT3} < \text{CT4} < \text{CT1} < \text{CT2} < \text{CT5}$. Kết quả này cho thấy sự sụt giảm %OC trong đất đối chứng CT0 sau 12

tháng, hỗn hợp cỏ Vetiver và cây Đậu tương. Tại công thức CT5 đạt hiệu suất tích lũy C và N cao nhất là 91,72% C và 86,67% N. Tiếp đến là công thức CT4 vùi tỷ lệ 1:1 và CT3 phủ tỷ lệ 1:1 đã cho sự tích lũy C và N cao hơn so với CT1 và CT2 phủ hoàn toàn 2% sinh khối phía trên mặt đất (Bảng 4, Hình 2).

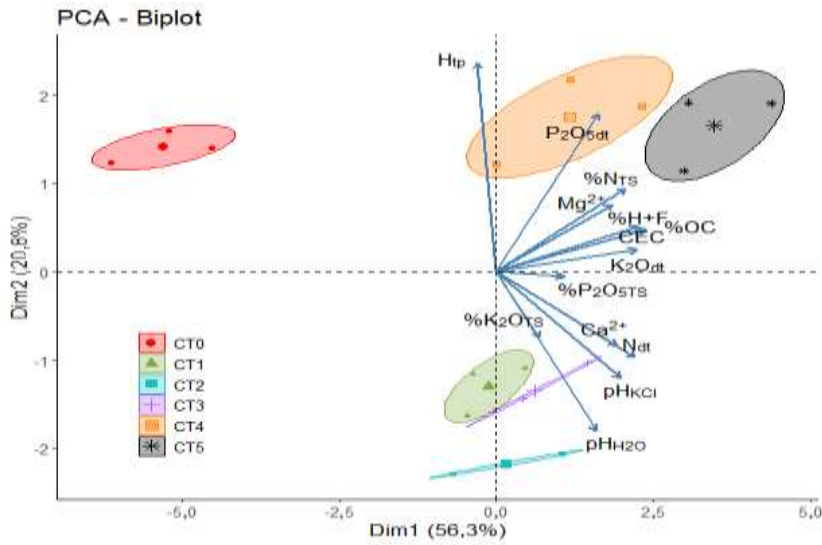


Hình 3. Kết quả đo phổ hồng ngoại (IR) trong các mẫu đất sau 12 tháng bổ sung sinh khối hữu cơ (CT0* là mẫu đất tại thời điểm trước thí nghiệm).

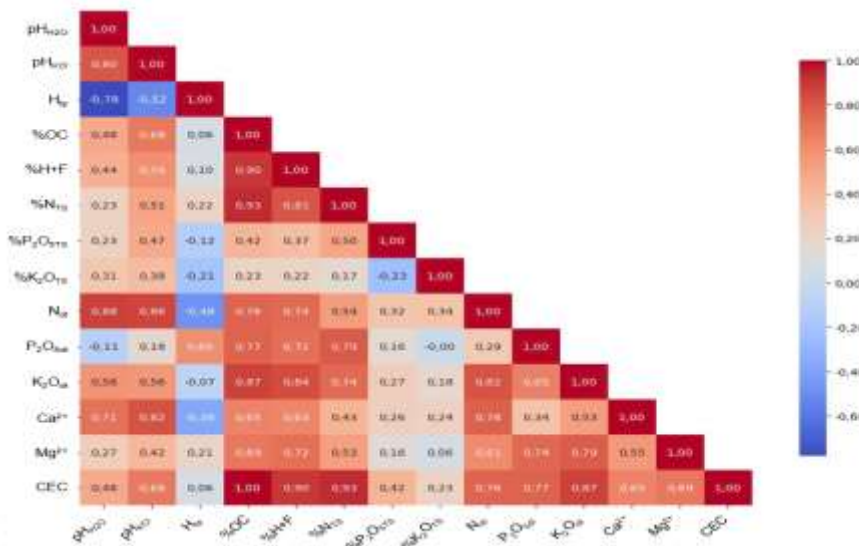
tháng, và hiệu quả tích lũy C trong các mẫu đất thí nghiệm. Các đỉnh peak tập trung dày nhất trong dải $500-1100 \text{ cm}^{-1}$, biểu thị sự biến dạng liên kết của các hợp chất hữu cơ đang phân hủy và chuyển hóa. Cụ thể là tập trung dao động biến dạng liên kết C-H của các hợp chất ankan $\delta(\text{CH})$, hydrocarbon $\delta\text{C-H}$, polysaccharit $\nu_{\text{C-O}}$ và các amin bậc 1, 2, 3 $\nu_{\text{C-N}}$. Tiếp đến đỉnh peak tăng nhẹ trong dải bước sóng $1250-1750 \text{ cm}^{-1}$ và $1750-3000 \text{ cm}^{-1}$, theo thứ tự đại diện cho nhóm chức ưa nước và kỵ nước hiện diện trong thành phần của chất hữu cơ trong đất. Sau đó, đỉnh peak tăng cao hơn và thể hiện rõ sự khác biệt trong dải bước sóng $3000-3750 \text{ cm}^{-1}$ là minh chứng cho sự tồn tại của các hợp chất hữu cơ cao phân tử [23]. Các kết quả này là căn cứ quan trọng giúp đánh giá được sự chuyển pha từ khoáng hóa sang mùn hóa để tái tổng hợp và tích lũy các axit mùn cao phân tử. Dải phổ đo được hoàn toàn phù hợp với sự tăng lên của tổng hàm lượng axit mùn (%H+F) trong các mẫu đất từ CT1 đến CT5 (Bảng 4). Cụ thể nhất trong dải

bước sóng 3000-3500 cm^{-1} tập trung các dao động hóa trị ν_{OH} của gốc -OH trong hợp chất phenol và -COOH trong axit hữu cơ và các liên kết $\nu_{\text{C-H}}$ trong cấu trúc hydrocarbon thơm. Trong dải 3500-3750 cm^{-1} thì tập trung các liên kết ν_{NH_2} , $\nu_{\text{N-H}}$ đặc trưng cho sự hiện diện của các amin và amit trong cấu trúc nhân thơm của các

axit mùn. Thêm nữa, đỉnh peak đã tăng lên trong dải phổ hẹp 3617-3694 cm^{-1} là minh chứng quan trọng cho sự hình thành phức hệ liên kết hữu cơ-khoáng trong đất [24, 25]. Kết quả này rất có ý nghĩa đối với sự hình thành các liên kết vi đoàn lạp và cải thiện các đặc tính của keo đất qua sự thay đổi diện tích bề mặt và mật độ điện tích bề mặt, góp phần cải thiện CEC của đất [15, 24].



Hình 4. Kết quả phân tích PCA các tính chất đất trong 6 công thức thí nghiệm sau 12 tháng bổ sung sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008.



Hình 5. Kết quả phân tích tương quan giữa các tính chất đất trong 6 công thức thí nghiệm sau 12 tháng bổ sung sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008.

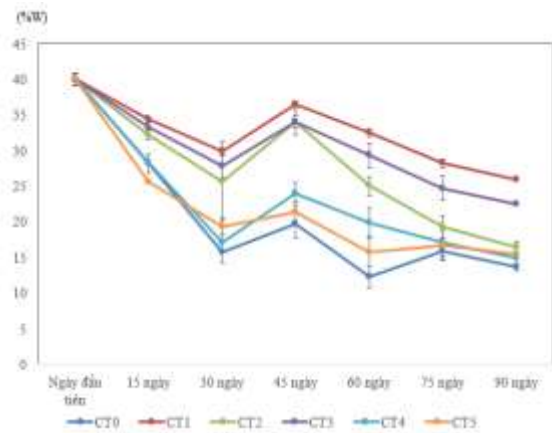
3.2. Hiệu quả tích lũy các chất dinh dưỡng và cải thiện tính chất đất sau 12 tháng thí nghiệm

Kết quả xử lý số liệu thống kê bằng phân tích tương quan Pearson để xác định hệ số tương quan r ở mức rất có ý nghĩa với độ tin cậy rất cao (99%) $r < 0,01$ và ở mức có ý nghĩa với độ tin cậy cao (95%) $r < 0,05$. Phân tích PCA (Hình 4) và chạy chương trình Python trên Visual Studio Code (Hình 5) đã cho thấy rõ được hiệu quả phủ hoặc vùi sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương trong bảo vệ độ ẩm đất, tăng tích lũy các chất dinh dưỡng tổng số và dễ tiêu cũng như cải thiện rõ một số tính chất đất sau thí nghiệm.

Độ ẩm đất (%W) rất quan trọng với cây có múi, đặc biệt trong 4 tháng mùa khô và thời điểm mùa hè nắng hạn trong năm. Cây có múi ở Cao Phong cần tưới ít nhất 3-4 lần/tháng, 2-3 lần/tuần vào những ngày nắng hạn, và sau khi bón phân. Tổng chi phí tưới ~20-30 triệu đồng/ha/năm. Đất nghèo hữu cơ, tăng độ chặt làm giảm khả năng thấm và giữ nước. Các vườn thiếu che phủ sẽ tăng bốc hơi, gây thiếu nước cho cây. Trong 90 ngày đầu xác định lượng nước bốc hơi cho thấy việc phủ tàn dư bề mặt đã tăng hiệu quả giữ ẩm đất (Hình 6). So với CT0 không bổ sung tàn dư và CT4, CT5 vùi tàn dư, độ ẩm đất được bảo vệ tốt nhất tại CT1 và CT3 phủ tàn dư, theo thứ tự: CT1 > CT3 > CT2 > CT4 > CT5 > CT0. Như vậy, phủ đất bằng SKVetiver bảo vệ độ ẩm đất tốt hơn. Lượng nước bốc hơi tại CT0 tăng nhiều hơn khi đất không phủ bề mặt hoặc vùi sinh khối. Khi vùi SKDT2008, cần phủ thêm lớp tàn dư khó phân hủy để chống cỏ dại và bảo vệ độ ẩm đất.

Hiệu suất tích lũy N trong đất bổ sung tàn dư thấp hơn so với C, thấp nhất ở công thức CT2, tiếp đến là CT1 và CT3 và cao nhất ở CT5, sau đó là CT4. Căn cứ vào %N trong sinh khối (Bảng 2), lượng bổ sung vào đất và %N còn lại trong mẫu đất đối chứng CT0 đã tính được hiệu suất tích lũy N (Bảng 4). Kết quả lượng N mất khỏi đất nhiều nhất tại CT2 là 75,56%. Trong công thức CT4 và CT5, sinh khối được vùi dưới lớp đất phía trên ~15 cm giúp giảm mất N. Phân tích Pearson và Python cho thấy N dễ tiêu có tương quan mạnh với %OC, %H+F, CEC và pH (Hình 5). Từ kết quả phân tích phổ IR và tính chất đất

cho thấy rõ các dạng N dễ tiêu gồm NH_4^+ , N hữu cơ trong nhóm amino, amin và amit đã được hấp phụ và liên kết với các hợp phần khoáng sét góp phần cải thiện CEC của đất [26, 27].



Hình 6. Biến thiên độ ẩm đất trong 6 CCTN trong thời gian 90 ngày đầu bổ sung sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008.

Trong vườn trồng cam, cỏ Vetiver sẽ bị phân hủy hoàn toàn sau 3 tháng mùa mưa và 4 tháng mùa khô, còn toàn bộ sinh khối cây đậu tương DT2008 sẽ bị phân hủy hết sau 2-3 tháng che phủ [3, 4]. Trong điều kiện phòng thí nghiệm không có ánh nắng mặt trời, độ ẩm luôn được duy trì ổn định 35% suốt 12 tháng, các tàn dư hữu cơ đã bị phân hủy hoàn toàn. Hiệu suất tích lũy C trong đất đạt ở mức rất cao, từ 41,94% tại CT1 đến 91,72% tại CT5 (Bảng 4). Đây là kết quả lý tưởng trong điều kiện phòng thí nghiệm, tuy nhiên, ngoài thực địa, trung bình > 95°C từ nguồn sinh khối tàn dư bị mất đi do khoáng hóa nên hiệu suất tích lũy C rất thấp, khoảng 1-5% [15]. Đặc biệt, trong điều kiện thuận lợi cho quá trình khoáng hóa hoặc có bổ sung thêm vi sinh vật giàu hoạt tính chuyển hóa C thì hiệu suất tích lũy C đất đã đạt cân bằng âm sau thời gian 18-24 tháng thí nghiệm [16]. Do đó, để giảm thiểu tác động của quá trình thoái hóa đất cần tiếp tục có thêm nghiên cứu sâu hơn về biện pháp che phủ hoặc vùi các loại tàn dư vào đất để tăng hiệu quả cố định và cải tạo C trong đất trồng cây có múi.

Hàm lượng P_2O_5 , K_2O tổng số và dễ tiêu trong đất tăng ở các CCTN và tương quan thuận

với lượng có trong sinh khối (Bảng 2), cao hơn so với đối chứng (CT0). Tuy nhiên, chỉ hàm lượng dễ tiêu thể hiện tương quan ý nghĩa với biện pháp vùi tàn dư, đặc biệt ở CT4 và CT5. Kết quả P_2O_5 và K_2O dễ tiêu cao hơn so với CT0 và các công thức phủ tàn dư (CT1, CT2, CT3). Điều này cho thấy khi độ ẩm và chất hữu cơ trong đất tăng lên đã làm tăng photpho và kali dễ tiêu. Ca và Mg rất quan trọng cho cây có múi, giúp tổng hợp diệp lục và tăng cường độ cứng cho cây, rễ, và vỏ quả. Khi đất thiếu Ca^{2+} và Mg^{2+} dễ tiêu cung cấp cho cây sẽ làm tăng hiện tượng gầy nứt và rụng quả [4]. Kết quả cho thấy Ca^{2+} đạt 1,69-2,55 meq/100 g đất, cao nhất ở CT2 và CT5 do đậu tương chứa nhiều Ca, trong khi Mg^{2+} cao ở CT4 và CT5 (1,51-1,52 meq/100g đất). Đất sau thí nghiệm đáp ứng đủ Ca nhưng thiếu Mg, cần bổ sung thêm vật liệu giàu Mg như Dolomite.

Hiệu quả cải thiện độ chua của đất: độ chua thích hợp cho sự phát triển của cây có múi khi $pH_{KCl} \sim 5,5 - 6,5$ [4]. Đất trước thí nghiệm có biểu hiện axit hóa mạnh, pH_{H_2O} và pH_{KCl} đều $< 5,5$, độ chua thủy phân cao, H_{tp} 3,57 meq/100 đất, tiềm ẩn nhiều nguy cơ cho cây (Bảng 1). Sau thí nghiệm, độ chua đất được cải thiện, đặc biệt ở các công thức phủ tàn dư, trong khi đất đối chứng CT0 không thay đổi (Bảng 4). Nguyên nhân, tàn dư có tỷ lệ C/N thấp, hàm lượng K, Ca, Mg ở mức khá đã làm tăng K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , N dễ tiêu trong đất; đồng thời, chất hữu cơ và CEC tăng đã góp phần cải thiện khả năng đệm, làm thay đổi pH_{H_2O} , pH_{KCl} và độ chua thủy phân (H_{tp}) của đất. Như vậy, khi bổ sung tàn dư SKVetiver và SKDT2008 đã góp phần cải thiện độ chua của đất.

Hiệu quả cải thiện dung tích trao đổi cation của đất (CEC): CEC là chỉ số quan trọng đánh giá dung tích hấp phụ và trao đổi cation của đất. Sau thí nghiệm, CEC đạt trung bình 11,54-13,61 meq/100g đất, thấp nhất ở CTĐC và cao nhất ở CT5, tiếp theo là CT4 và CT3, không có sự khác biệt rõ ở CT1 và CT2. Phân tích tương quan cho thấy khi tăng hàm lượng C, axit mùn và N tổng số đã cải thiện CEC với mức tương quan cao, $r > 0,9$. Kết quả này nhấn mạnh vai trò của C, N và axit mùn trong cải thiện CEC của đất.

4. Kết luận và kiến nghị

Sau 12 tháng bổ sung sinh khối cỏ Vetiver và cây Đậu tương DT2008 đã rõ hiệu quả tích lũy C, N và cải thiện một số tính chất của đất thí nghiệm so với đất đối chứng. Hàm lượng C, N, axit humic và fulvic, các chất tổng số, dễ tiêu và CEC được cải thiện nhiều nhất tại công thức CT5 vùi 2% SKDT2008 và CT4 vùi hỗn hợp 2 loại sinh khối. Độ ẩm đất đã được cải thiện nhiều hơn ở 3 công thức phủ tàn dư CT1 và CT3, CT2 so với vùi tàn dư ở CT4 và CT5. Độ chua hiện tại (pH_{H_2O}), độ chua trao đổi (pH_{KCl}) và độ chua thủy phân (H_{tp}) được cải thiện so với đối chứng không bổ sung tàn dư. Hiệu suất tích lũy C, N cao nhất ở công thức CT5 vùi 2% SKDT2008 và thấp nhất ở CT1 phủ 2% SKVetiver và CT2 phủ 2% SKDT2008. Hiệu suất tích lũy N thấp hơn so với C, đạt 24,44-86,67%, hiệu suất tích lũy C từ cao đến rất cao, đạt 41,94-91,72%.

Các vườn cây có múi nên trồng xen cỏ Vetiver kết hợp với gieo Đậu tương DT2008 để thu sinh khối phủ hoặc cây vùi vào đất sẽ giải quyết được vấn đề giảm chi phí mua phân khoáng và phân hữu cơ, thúc đẩy nhanh quá trình thực hóa đất, phục hồi hàm lượng C, N và độ phì của đất.

Lời cảm ơn

Một phần trong kết quả nghiên cứu này được tài trợ kinh phí từ đề tài QG 21.23 của Đại học Quốc gia Hà Nội.

Tài liệu tham khảo

- [1] Faostat, 2023, Food and Agriculture Statistical Databases, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed on: August 4th, 2024).
- [2] FAO, Land & Water, Citrus, <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/citrus/en/> (accessed on: August 4th, 2024).
- [3] T. T. T. Thu, Report of The Project: The Investigation on Some Solutions to Protect, Recover, and Improve The Soil Health Quality in the Mountainous Fruit Trees: for Example, The Orange Growing Areas in Cao Phong District, Hoa Binh Province, and Ham Yen District, Tuyen

- Quang Province, Code QG 16.19, 2020, VNU (in Vietnamese).
- [4] T. T. T. Thu, Report of the Project: Investigation of the Water Holding Capacity and Soil Fertility Restoration Using Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* L.) Intercropped with Soybean for Citrus Gardens in Hoa Binh Province Towards Achieving Sustainable Farming, Code QG 21.23, 2023, VNU (in Vietnamese).
- [5] D. T. Trang, T. T. T. Thu, N. M. Anh, N. N. Ly, P. T. M. Phuong, T. Tsubota, N. N. Minh, Fungicide Application Can Intensify Clay Aggregation and Exacerbate Copper Accumulation in Citrus Soils, *Environmental Pollution*, Vol. 288, No. 117703, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117703>.
- [6] Y. H. Niu, L. Wang, X. G. Wan, Q. Z. Peng, Q. Huang, Z. H. Shi, A Systematic Review of Soil Erosion in Citrus Orchards Worldwide, *Catena*, Vol. 206, No. 105558, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105558>.
- [7] Ministry of Agriculture and Rural Development, Organic Agriculture Development Project for 2020-2030, Decision No. 885/QĐ-TTg, Dated March 23rd, 2020 (in Vietnamese).
- [8] Ministry of Agriculture and Rural Development, Key Fruit Crop Development Project to 2025-2030, Decision No. 4084/QĐ-BNN, Dated October 27th, 2022 (in Vietnamese).
- [9] Hoa Binh Provincial People's Committee, Project: Replanting Citrus Fruit Trees in Hoa Binh Province for the Period 2021-2025, with Orientation to 2030, Decision No. 2078/QĐ-UBND, Dated September 16th, 2021 (in Vietnamese).
- [10] A. S. B. Escanhoela, L. M. Pitombo, C. B. Brandani, A. A. Navarrete, C. B. Bento, J. B. D. Carmo, Organic Management Increases Soil Nitrogen but not Carbon Content In A Tropical Citrus Orchard with Pronounced N₂O Emissions, *Journal of Environmental Management*, Vol. 234, 2019, pp. 326-335, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.109>.
- [11] Y. Hu, P. Zhan, B. W. Thomas, J. Zhao, X. Zhang, H. Yan, Z. Zhang, S. Chen, X. Shi, Y. Zhang, Organic Carbon and Nitrogen Accumulation in Orchard Soil with Organic Fertilization And Cover Crop Management: A Global Meta-Analysis, *Science of the Total Environment*, Vol. 852, No. 158402, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158402>.
- [12] Y. Wang, P. Wu, Y. Qiao, Y. Li, S. Liu, C. Gao, C. Liu, J. Shao, H. Yu, Z. Zhao, X. Guan, P. Wen, T. Wang, the Potential for Soil C Sequestration and N Fixation Under Different Planting Patterns Depends on the Carbon and Nitrogen Content And Stability of Soil Aggregates, *Science of the Total Environment*, Vol. 897, No. 165430, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165430>.
- [13] K. S. Are, S. O. Oshunsanya, G. A. Oluwatosin, Changes in Soil Physical Health Indicators of an Eroded Land as Influenced By Integrated Use of Narrow Grass Strips and Mulch, *Soil and Tillage Research*, Vol. 184, 2018, pp. 269-280, <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.08.009>.
- [14] K. R. Ball, J. A. Baldock, C. Penfold, S. A. Power, S. J. Woodin, P. Smith, E. Pendall, Soil Organic Carbon and Nitrogen Pools Are Increased by Mixed Grass and Legume Cover Crops in Vineyard Agroecosystems: Detecting Short-Term Management Effects Using Infrared Spectroscopy, *Geoderma*, Vol. 379, No. 114619, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114619>.
- [15] N. T. Siem, Integrated Management of Organic Matter and Nutrients for Sustainable Use of Sloping Land, Conference Ministry of Science, Technology, and Environment: Protection and Sustainable Use of Sloping Land, Agricultural Publishing House, 2001 (in Vietnamese).
- [16] H. T. T. Doan, N. V. Toan, L. T. T. Thuy, N. H. Hong, T. T. T. Thu, Selection and Evaluation of Microorganisms Capability of A Single Flash of Foliage Prune Tea Plant in the Laboratory and Out of Production, *Science and Technology Journal of Agriculture and Rural Development*, No. 23, 2023, pp. 20-26.
- [17] N. X. Cu, T.T.T. Thu, Organic Matter in Soil, Vietnam National University Publishing House, Hanoi, 2016 (in Vietnamese).
- [18] T. T. T. Thu, D. T. Hoan, P. V. Quang, N. X. Huan, N. D. Tho, Soil Fertility and Carbon Sequestration as Affected by Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* L.) Intercropped in Citrus Orchards in Cao Phong, Hoa Binh, Vietnam *Soil Science*, No. 71, 2023, pp. 18-25 (in Vietnamese).
- [19] J. K. Raman, C. M. Alves, E. Gnansounou, A Review on Moringa Tree And Vetiver Grass - Potential Biorefinery Feedstocks, *Bioresource Technology*, Vol. 249, 2018, pp. 1044-1051, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.10.094>.
- [20] M. Q. Vinh, P. T. B. Chung, N. V. Manh, L. T. A. Hong, Techniques for Planting and Cultivating New Soybean Varieties, Agricultural Publishing House, 2012.
- [21] L. V. Khoa, N. X. Cu, B. T. N. Dung, L. Duc, T. K. Hiep, C. V. Trinh, Methods of Analysis of Soils,

- Waters, Fertilizers and Plants, Vietnam Education Publishing House, Ha Noi, 2001 (in Vietnamese).
- [22] V. Jílková, A. Sim, B. Thornton, E. Paterson, Grass Rather Than Legume Species Decrease Soil Organic Matter Decomposition with Nutrient Addition, *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 177, No. 108936, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2022.108936>.
- [23] K. Baumann, I. Schöning, M. Schrumpf, R. H. Ellerbrock, P. Leinweber, Rapid assessment of soil organic matter: Soil color analysis and Fourier transform infrared spectroscopy, *Geoderma*, Vol. 278, 2016, pp. 49-57, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.05.012>.
- [24] S. Pärnpuu, A. Astover, T. Tõnutare, P. Penu, K. Kauer, Soil Organic Matter Qualification with FTIR Spectroscopy Under Different Soil Types in Estonia, *Geoderma Regional*, Vol. 28, No. e00483, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2022.e00483>.
- [25] B. H. Stuart, *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*, Wiley Publishing House, 2005, <https://doi.org/10.1002/0470011149>.
- [26] R. Wang, Z. Fang, J. Yu, Y. Chen, X. Li, Z. Zhang, C. Xiao, R. Chi, The Adsorption Mechanism of NH_4^+ On Clay Mineral Surfaces: Experimental and Theoretical Studies, *Separation and Purification Technology*, Vol. 354, Part 1, 2024, No. 128521, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.128521>.
- [27] T. Zhao, S. Xu, F. Hao, Differential Adsorption of Clay Minerals: Implications for Organic Matter Enrichment, *Earth Science Reviews*, Vol. 246, No. 104598, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104598>.