

TÍNH CHẤT TRO BAY NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN PHẢ LẠI VÀ KHẢ NĂNG CẢI TẠO ĐẤT CÁT VEN BIỂN

Lê Văn Thiện, Ngô Thị Tường Châu, Lê Thị Thắm Hồng
*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên,
Đại học Quốc gia Hà Nội*

Tro bay là sản phẩm phế thải rắn được hình thành trong quá trình đốt than ở nhiệt độ cao tại các nhà máy nhiệt điện. Tính đến năm 2016 nước ta có tổng cộng 20 nhà máy nhiệt điện hoạt động với tổng công suất là 13.110 MW thải ra khoảng trên 15,7 triệu tấn tro/năm (Bộ Xây dựng 2016). Các nghiên cứu trước đây đã cho thấy tro bay có thể được tận dụng làm chất cải tạo đất nông nghiệp (Singh et al. 2011). Tuy nhiên hiệu quả đạt được phụ thuộc rất nhiều vào các tính chất tro bay mà chịu ảnh hưởng của công nghệ đốt than, công nghệ thu gom và nguyên liệu than mẹ. Mặt khác, khả năng cải tạo đất, tăng năng suất cây trồng của các loại tro bay là rất khác nhau trên các đối tượng đất và cây trồng khác nhau (Yunusa et al. 2006). Nghiên cứu này đặt mục tiêu (i) nghiên cứu một số tính chất cơ bản của tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại (nơi sử dụng công nghệ đốt than phun) và (ii) đánh giá khả năng cải tạo đất cát ven biển miền Trung Việt Nam... Các kết quả nghiên cứu đạt được sẽ góp phần giải quyết đồng thời vấn đề chất thải rắn công nghiệp và cải tạo đất nghèo dinh dưỡng trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu.

I. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp thu thập số liệu: Kế thừa có chọn lọc các tài liệu, tư liệu đã nghiên cứu về tro bay, khả năng tái sử dụng tro bay trong cải tạo đất; các nghiên cứu cải tạo đất nghèo dinh dưỡng, đất cát.

Phương pháp điều tra thực địa và lấy mẫu vật: Khảo sát, điều tra thực địa tại nhà máy nhiệt điện Phả Lại, lấy mẫu tro bay. Mẫu đất cát ven biển lấy từ xã Sen Thủy, huyện Lệ Thủy, tỉnh Quảng Bình ở độ sâu 0-20 cm và sử dụng bố trí thí nghiệm.

Phương pháp bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm chậu vại nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng bón tro bay đến một số tính chất đất cát ven biển Quảng Bình được bố trí trong các thùng xốp với 20 kg đất khô không khí trộn đều với các tỷ lệ tro bay khác nhau 0, 3, 5, 7,5 và 10% so với trọng lượng đất. Thí nghiệm được triển khai trong 3 tháng và mỗi công thức thí nghiệm được bố trí lặp lại 3 lần, cụ thể: (1) CT1: Đồi chứng (ĐC), (20 kg đất cát ven biển Quảng Bình); (2) CT2: ĐC + 3% tro bay; (3) CT3: ĐC + 5% tro bay; (4) CT4: ĐC + 7,5% tro bay; (5) CT5: ĐC + 10% tro bay.

Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm: Các mẫu tro bay và đất được phân tích theo các phương pháp hiện hành: Cấu trúc và kích thước tro bay đo bằng thiết bị NanoSEM-Lithography (Nanosem 450, Nova FEI, Mỹ); Cấp hạt tro bay và đất cát đo bằng thiết bị Laser scattering Particles size distribution spectrometer (LA 950V2, HORIBA); Điện tích bề đo bằng máy Mutek, Đức; Diện tích bề mặt đo bằng máy BET (Micrometrics Gemini VII); Thành phần vật chất của tro bay xác định bằng thiết bị đo X-RAY (Bruker XRD 5005, Đức); Thành phần nguyên tố chính (các ôxít) bằng phương pháp huỳnh quang tia X (XRF) (Shimadzu 1800); Độ ẩm đất theo phương pháp khối lượng (TCVN 4048: 2011); pH bằng phương pháp pH meter (TCVN 5979:2007); Cacbon hữu cơ tổng số (CHC) trong đất bằng phương pháp Walkley-Black (TCVN 8941:2011); CEC bằng phương pháp amoniacetat (TCVN 8568:2010); Ca^{2+} và Mg^{2+} trao đổi theo phương pháp Trilon B; Nitơ tổng số theo phương pháp Kjeldahl cải biên (TCVN 6498: 1999); Phốtpho tổng số theo phương pháp so màu trên quang phổ kế (TCVN 8940: 2011);

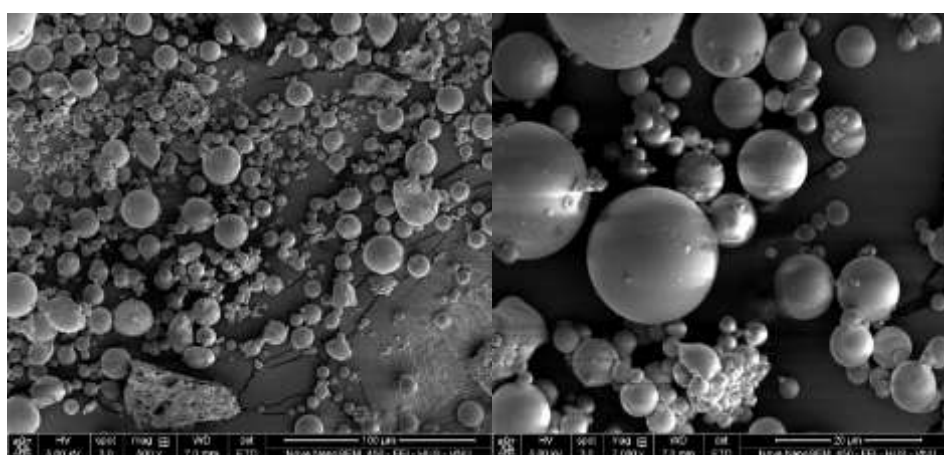
Kali tổng số theo phương pháp quang kế ngọn lửa (TCVN 8660: 2011); Nitơ thủy phân theo phương pháp quang phổ phát xạ plasma (TCVN 5255: 2009); Phốtpho dễ tiêu theo phương pháp Oniani (TCVN 5256: 2009); Kali dễ tiêu theo phương pháp quang phổ phát xạ plasma (TCVN 8662: 2011); Kim loại trong đất theo phương pháp quang phổ khối plasma cảm ứng (đo bằng máy ICP-MS) tại các Phòng thí nghiệm, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN và Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được xử lý thống kê sử dụng phần mềm Exel 2013.

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Một số tính chất của tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại phục vụ cho mục đích cải tạo đất cát ven biển

Tính chất vật lý, khoáng vật



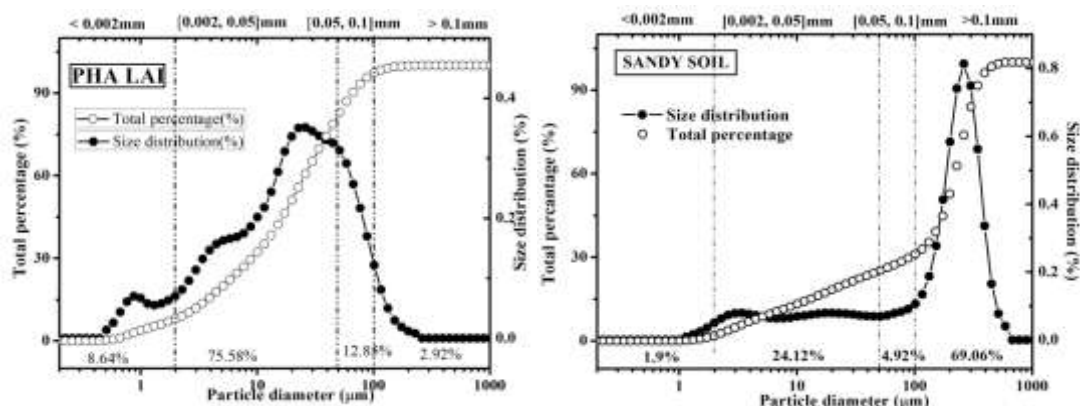
Hình 1: Ảnh SEM về cấu trúc của tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại

Tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại sử dụng công nghệ đốt than phun ở nhiệt độ cao 1400-1600°C, nên phần vật liệu bị nóng chảy khi được làm lạnh nhanh tạo thành chủ yếu pha thủy tinh và các hạt hình cầu, ngoài ra còn một lượng nhỏ pha tinh thể. Các hạt tro bay hình cầu có thể là hạt cầu rỗng hoặc đặc. Tro bay nhiệt điện Phả Lại có kích thước nhỏ khoảng 1-18 µm, dạng chủ yếu là hình cầu (Hình 1). Kích thước này chủ yếu là dạng các hạt phù sa nên tro bay có tiềm năng ứng dụng để cải tạo đất cát, đặc biệt là cải thiện các tính chất vật lý đất (cấp hạt, tính thấm nước, thoát nước...). Tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại (Hình 2) có thành phần cấp hạt theo Bộ Nông nghiệp Mỹ (USDA) chủ yếu cấp hạt limon (0,05-0,002 mm) chiếm 75,58%, cát rất mịn (0,1-0,05 mm) chiếm 12,85% và sét -8,64%, trong khi đó đất cát ven biển chủ yếu là cấp hạt cát > 0,05 mm chiếm 73,98% và limon chỉ có 24,12% nên khi kết hợp tro bay và đất cát sẽ làm tăng các cấp hạt mịn (<0,05 mm) trong đất cát, từ đó cải thiện các tính chất vật lý khác như tính thoát nước, giữ nước, độ ẩm cho đất cát (Gangloff et al. 2000).

Bảng 1

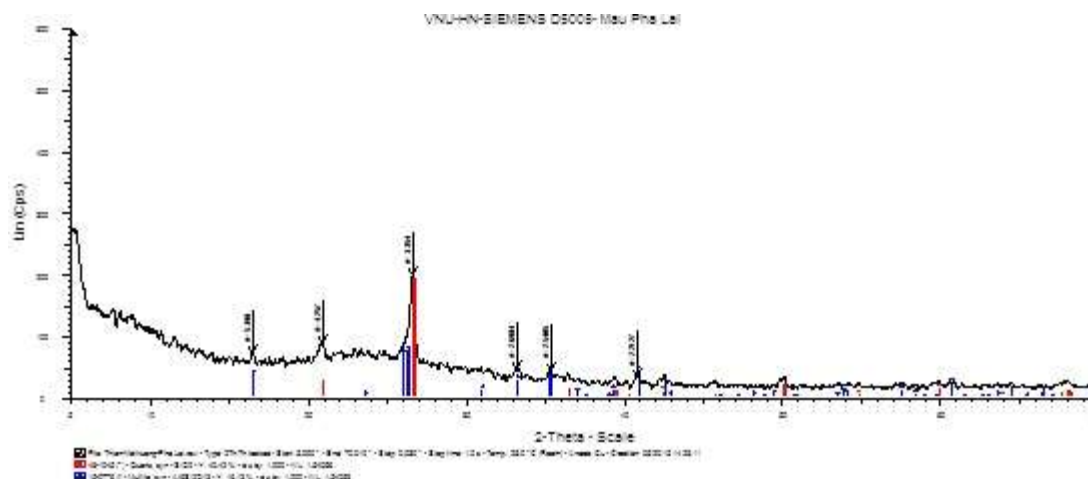
Một số tính chất vật lý của tro bay và đất cát ven biển (03 mẫu tro bay và 03 mẫu đất cát)

Ký hiệu mẫu	Dung trọng, g/cm ³	Độ dẫn (EC), dS/m	Diện tích bề mặt (BET), m ² /g	Điện tích bề mặt, -mol/kg
Tro bay Phả Lại	0,86 ± 0,01	0,15 ± 0,001	1,81 ± 0,02	0,15 ± 0,02
Đất cát	1,23 ± 0,06	0,04 ± 0,001	0,28 ± 0,02	0,004 ± 0,000



Hình 2: Thành phần cấp hạt của tro bay và đất cát

Qua bảng 1 cho thấy, tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại có diện tích, điện tích bề mặt và độ dẫn khá cao so với đất cát. Vì vậy khi bón tro bay vào đất cát, có khả năng cải thiện tính chất lý- hóa đất, đặc biệt điện tích bề mặt của tro bay là $-0,15 \text{ mol/kg}$ cao hơn nhiều so với đất cát nên sẽ cải thiện dung tích trao đổi cation (CEC) của đất (Singh et al. 2011). Ngoài ra, dung trọng tro bay thấp hơn đất cát nhưng khi kết hợp chúng với nhau sẽ làm thay đổi dung trọng đất theo chiều hướng tốt hơn (Chang et al. 1977).



Hình 3: Phổ X-Ray của tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại

Kết quả đo X-Ray (Hình 3) cho thấy, có một góc nhiễu xạ chính ở 26,80 đặc trưng của quartz (SiO_2) và các đỉnh khác của quartz ở 20,90; 36,50; 39,40; 40,10; 42,40; 45,90; 50,0; 54,80; 60,0. Các góc nhiễu xạ đặc trưng của mullite ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) ở 16,40; 23,50; 25,20; 33,10; 40,80; 42,50; 53,90; 57,50. Thành phần khoáng chủ yếu của tro bay nhà máy nhiệt điện Phả Lại là quartz (SiO_2) với 40,42% và mullite ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) với 16,13%.

Các chỉ tiêu lý-hóa, hóa học và nguyên tố dinh dưỡng

Kết quả phân tích 03 mẫu tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại và 03 mẫu đất cát ven biển của huyện Lệ Thủy, Quảng Bình cho thấy, tro bay nhà máy nhiệt điện Phả Lại có tính kiềm cao ($\text{pH}_{\text{KCl}}=9,7$) so với đất cát ven biển Quảng Bình có tính axit (Bảng 2), vì vậy bón tro bay cho đất cát như chất cải tạo đất (thay vôi) để cải thiện độ chua đất (Matsi & Keramidas 1999). Ngoài

ra, các chỉ tiêu như CEC, Ca^{2+} , Mg^{2+} trao đổi của tro bay đều cao hơn nhiều so với đất cát, do đó khi bón tro bay vào đất cát sẽ cải thiện các tính chất lý-hóa không thuận lợi của loại đất này.

Bảng 2

Một số chỉ tiêu lý-hóa và nguyên tố dinh dưỡng của tro bay và đất cát (03 mẫu mỗi loại)

Mẫu	pH _{KCl}	CEC, cmol/kg	Tổng C, %	Tổng N, %	P dễ tiêu, mg/kg	K dễ tiêu, mg/kg	Ca ²⁺ , mg/kg	Mg ²⁺ , mg/kg
Tro bay	9,7	8,44±0,12	1,09	0,27	112,4±1,3	397,9±1,2	5,26±0,12	0,88±0,02
Đất cát	4,8	3,75±0,11	0,14	0,025	11,1±0,2	12,8±1,0	0,15±0,10	0,10±0,01

Thành phần các nguyên tố hóa học có trong tro bay được phân tích bằng phương pháp Huỳnh quang tia X (XRF 1800 Shimadzu) và thể hiện ở Bảng 3. Kết quả bảng 3 cho thấy, thành phần chủ yếu của tro bay là oxite silic (SiO₂) chiếm 57,02%, Al₂O₃ - 23,82%, K₂O - 6,56% và Fe₂O₃ - 4,69%. Hàm lượng K₂O cao và các nguyên tố dinh dưỡng như photpho, canxi, magie trong thành phần tro bay khá cao là nguồn dinh dưỡng rất cần thiết cho thực vật, khi bổ sung vào đất cát ven biển nghèo dinh dưỡng sẽ tăng khả năng cung cấp các nguyên tố dinh dưỡng này cho cây trồng.

Bảng 3

Hàm lượng một số nguyên tố chính của tro bay (03 mẫu)

Hàm lượng, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	MnO
	57,02	23,82	4,69	0,81	1,16	6,56	0,09	0,13	0,78	0,04
Độ lệch chuẩn	0,17	0,13	0,15	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00

Tuy nhiên, khi nghiên cứu tận dụng tro bay để cải tạo đất cần quan tâm đến vấn đề kim loại nặng (KLN) có trong tro bay. Kết quả phân tích KLN bằng thiết bị PerkinElmer Elan 9000 ICP/MS System, USA trong tro bay và đất cát ven biển miền Trung Việt Nam thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4

Hàm lượng các kim loại nặng trong tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại và đất cát ven biển miền Trung Việt Nam

Nguyên tố KLN	Hàm lượng tổng số trong tro bay, mg/kg	Hàm lượng tổng số trong đất cát, mg/kg	QCVN 03-MT:2015/BTNMT cho đất nông nghiệp	Hàm lượng dạng linh động trong tro bay, mg/L	Hàm lượng linh động trong đất cát, mg/L	Ngưỡng giới hạn linh động (Testa 1997), mg/L
As	20,07	0,474	15	0,22	kphđ	5
Cd	0,34	0,209	1,5	0,002	kphđ	1
Pb	4,80	0,705	70	0,02	kphđ	5
Cu	16,93	3,478	100	1,10	0,001	25
Mn	89,88	2,060	-	0,14	0,121	-
Ni	23,96	1,106	-	0,03	0,002	20
Zn	25,95	5,287	200	2,20	1,842	250
Cr	19,27	0,524	150	0,10	0,003	5
Al	6260	16,05	-	16,66	3,912	-
Hg	4,95	0,465	-	0,06	kphđ	0,2
Fe	1624,3	18,80	-	3,86	1,021	-
Co	4,18	0,078	-	2,13	0,001	80

Kết quả Bảng 4 cho thấy, hàm lượng của hầu hết các KLN tổng số trong tro bay đều nằm trong ngưỡng QCVN 03-MT:2015/BTNMT đối với đất nông nghiệp, ngoại trừ As. Tuy nhiên, hàm lượng KLN dạng linh động trong tro đều nằm dưới ngưỡng cho phép, kể cả As (theo Testa 1997). Mặt khác, các KLN linh động trong đất cát ven biển Quảng Bình rất thấp, hầu hết không phát hiện được, nên khi bón tro bay với tỷ lệ thích hợp sẽ không làm ảnh hưởng đến khả năng tích lũy chúng trong đất và hoạt động của hệ sinh vật đất.

2. Ảnh hưởng của việc bón tro bay đến một số tính chất đất cát ven biển

Bảng 5

Ảnh hưởng của liều lượng bón tro bay đến một số tính chất vật lý của đất cát ven biển sau 12 tuần thí nghiệm

Ký hiệu mẫu	Độ ẩm đất (%)	Độ trữ ẩm không khí của đất (%)	Thành phần cấp hạt đất (%)		
			2-0,02 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm
CT1 (ĐC)	10,54	0,13	90,73	3,47	5,80
CT2	10,69	0,19	89,74	3,92	6,34
CT3	11,69	0,19	88,71	4,31	6,98
CT4	11,70	0,20	84,14	6,32	9,54
CT5	11,98	0,29	82,36	9,57	8,07
LSD _{0,05}	0,05	0,02	0,50	0,20	0,15

Kết quả ở bảng 5 cho thấy, bón tro bay vào đất cát ven biển đã cải thiện được độ ẩm đất và độ trữ ẩm không khí của đất. Độ ẩm đất tăng dần tỷ lệ thuận với lượng tro bón vào đất, cụ thể độ ẩm đất là 10,69-11,98% so với đối chứng không bón tro là 10,54% và là sự sai khác có ý nghĩa khi LSD_{0,05} = 0,05. Kết quả tương tự đối với độ trữ ẩm không khí của đất khi chúng tăng dần tỷ lệ thuận với lượng tro bay bón vào đất cát sau 12 tuần nghiên cứu, độ trữ ẩm không khí của đất là 0,19-0,29% so với đối chứng là 0,13% và sự sai khác có ý nghĩa. Thành phần cấp hạt của đất thí nghiệm chủ yếu là cát với cấp hạt cát (2-0,02 mm) ở công thức đối chứng là 90,73%, sau khi bón tro bay vào đất đã làm tăng tỷ lệ các cấp hạt limon và sét, giảm tỷ lệ cấp hạt cát xuống khoảng 82,36-89,74% và sự sai khác có ý nghĩa. Tương tự, cấp hạt limon tăng tỷ lệ thuận với lượng tro bón vào đất, khoảng 3,92-9,57% so với đối chứng là 3,47%; Cấp hạt sét cũng tăng khoảng 6,34-9,54% so với đối chứng là 5,80% và là sự sai khác có ý nghĩa.

Bảng 6

Ảnh hưởng của liều lượng bón tro bay đến một số tính chất lý-hóa và chất hữu cơ (CHC) của đất cát ven biển sau 12 tuần thí nghiệm

Ký hiệu mẫu	pH _{H2O}	pH _{KCl}	CHC, %	CEC, cmol/kg	Ca ²⁺ , cmol/kg	Mg ²⁺ , cmol/kg
CT1 (ĐC)	5,70	4,80	0,04	3,75	0,15	0,10
CT2	5,85	5,09	0,07	4,00	0,35	0,15
CT3	5,91	5,12	0,09	4,00	0,45	0,25
CT4	6,09	5,18	0,09	4,00	0,55	0,35
CT5	6,18	5,22	0,10	4,05	0,70	0,45
LSD _{0,05}	0,02	0,03	0,02	0,05	0,01	0,02

Qua bảng 6 có thể thấy, bón tro bay vào đất cát đã cải thiện độ chua của đất, pH đất tăng dần tỷ lệ thuận với lượng tro bón vào đất, pH_{KCl} khoảng 5,09-5,22 cao hơn so với đối chứng là 4,80. Kết quả tương tự đối với độ chua hoạt tính của đất cát khi bón tro bay. Chất hữu cơ, CEC của đất thí nghiệm bón tro bay cũng tăng lên so với đối chứng, nhưng khi tăng liều lượng bón tro bay thì sự sai khác không có ý nghĩa. Hàm lượng CHC của mẫu đất thí nghiệm (0,07-0,10%)

cao hơn so với đối chứng (0,04%); CEC đất thí nghiệm (4,00-4,05 cmol/kg) cũng cao hơn so với đối chứng (3,75 cmol/kg). Ca^{2+} trao đổi ở công thức thí nghiệm bón tro bay là 0,35-0,70 cmol/kg so với đối chứng là 0,15 cmol/kg; Mg^{2+} trao đổi là 0,15-0,45 cmol/kg so với đối chứng là 0,10 cmol/kg. Ca^{2+} , Mg^{2+} trao đổi đều có xu hướng tăng tỷ lệ thuận với lượng tro bón vào đất với sự sai khác có ý nghĩa với tất cả các công thức thí nghiệm và đối chứng.

Bảng 7

Ảnh hưởng của liều lượng bón tro bay đến một số nguyên tố dinh dưỡng dạng tổng số và dễ tiêu của đất cát ven biển sau 12 tuần thí nghiệm

Ký hiệu mẫu	Dạng tổng số, %			Dạng dễ tiêu, mg/100g đất		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CT1 (ĐC)	0,024	0,017	0,022	0,41	5,09	3,08
CT2	0,025	0,023	0,121	0,78	5,12	3,20
CT3	0,029	0,026	0,300	0,83	5,18	3,21
CT4	0,035	0,027	0,260	1,20	5,11	3,27
CT5	0,049	0,031	0,411	1,57	5,19	3,30
LSD _{0,05}	0,05	0,002	0,02	0,13	0,01	0,06

Bón tro bay vào đất cũng làm tăng một số nguyên tố dinh dưỡng N, P, K của đất cát so với đối chứng (Bảng 7). Nitơ tổng số chỉ có xu hướng tăng nhưng sự sai khác không có ý nghĩa, trong khi đó photpho tổng số (tính theo P₂O₅) tăng có ý nghĩa khi bón tro bay vào đất cát, hàm lượng P₂O₅ tổng số trong đất thí nghiệm (0,023-0,031%) so với đối chứng (0,017%); kết quả tương tự đối với kali tổng số khi K₂O (0,121-0,411%) cao hơn so với đối chứng (0,022%) và sự sai khác có ý nghĩa. Hàm lượng nitơ, photpho và kali dễ tiêu trong đất thí nghiệm cũng biến động theo chiều hướng tăng dần khi tăng tỷ lệ bón tro bay vào đất cát. Cụ thể, N dễ tiêu là 0,78-1,57 mg/100g đất cao hơn đất đối chứng là 0,41 mg/100g đất; P₂O₅ dễ tiêu là 5,12-5,19 mg/100g đất so với đối chứng là 5,09 mg/100g đất; K₂O dễ tiêu là 3,20-3,30 mg/100g đất so với đối chứng là 3,08 mg/100g đất và sự sai khác đều có ý nghĩa.

Bảng 8

Hàm lượng KLN tổng số trong đất cát thí nghiệm sau 12 tuần bón tro bay, ppm

Kim loại nặng	CT1 (ĐC)	CT2	CT3	CT4	CT5	QCVN 03-MT:2015/BTNMT
Cu	3,478	6,733	9,607	6,486	7,564	100
Pb	0,705	1,622	2,317	2,430	2,520	70
Zn	5,287	9,588	26,135	10,776	14,887	200
Cd	0,209	0,274	0,274	0,247	0,266	1,5
Mn	2,060	5,172	8,491	7,606	10,748	-
Fe	18,80	133,16	271,04	260,37	321,14	-
As	0,474	3,210	2,376	3,545	4,539	15
Co	0,078	0,293	0,547	0,483	0,632	-
Cr	0,524	2,691	3,903	2,538	6,600	150
Hg	0,465	1,210	0,989	0,980	1,971	-
Ni	1,106	2,119	2,688	2,632	3,504	-
Sn	0,207	0,690	0,130	0,2715	0,139	-

Kết quả phân tích KLN trong đất (Bảng 8) cho thấy, đã phát hiện được 12 nguyên tố dạng tổng số trong đất cát thí nghiệm. Một số KLN có trong QCVN 03-MT:2015/ BTNMT đều nằm dưới ngưỡng cho phép đối với đất nông nghiệp, số còn lại hàm lượng tổng số không đáng kể.

Tuy nhiên, cũng cần lưu ý thêm vì khi tăng tỷ lệ bón tro bay vào đất cát đã làm tăng hàm lượng KLN trong đất thí nghiệm nên cần kiểm soát liều lượng bón tro bay sao cho các KLN độc hại cao như Pb, As, Hg, Cd luôn dưới ngưỡng cho phép. Các KLN như Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Ni thì là nguồn cung cấp vi lượng nhất định cho đất, nên cũng rất cần đối với đất nghèo dinh dưỡng như đất cát ven biển khi bón với liều lượng thích hợp.

III. KẾT LUẬN

1. Tro bay Nhà máy nhiệt điện Phả Lại có cấu trúc hình cầu, kích thước 1-18 μm với cấp hạt chủ yếu là limon và sét chiếm trên 84%, điện tích bề mặt âm (-0,15 mol/kg) và diện tích bề mặt cao (1,81 m^2/g). Thành phần khoáng chủ yếu là quartz (SiO_2) với 40,42% và mullite ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$) với 16,13%, có tính kiềm ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 9,7$), CEC, Ca, Mg trao đổi và photpho, kali dễ tiêu cao hơn nhiều so với đất cát ven biển Quảng Bình. Tro bay chứa chủ yếu các nguyên tố như SiO_2 - 57,02%, Al_2O_3 - 23,82%, K_2O - 6,56% và Fe_2O_3 - 4,69% và một số nguyên tố KLN với hàm lượng thấp, đặc biệt là dạng linh động thấp hơn rất nhiều so với ngưỡng cho phép nên tiềm năng tái sử dụng để cải tạo các loại đất cát chua, nghèo dinh dưỡng là rất cao.

2. Sau 12 tuần thí nghiệm bón tro bay vào đất cát ven biển Quảng Bình đã cải thiện một số tính chất vật lý, lý-hóa đất cát thí nghiệm. Cụ thể, độ ẩm, độ trữ ẩm không khí đất tăng so với đối chứng (độ ẩm đất 10,69-11,98% so với đối chứng 10,54%; độ trữ ẩm không khí của đất 0,19-0,29% so với đối chứng là 0,13%); cấp hạt limon và sét của đất cát đã được cải thiện so với đất không bón tro bay (cấp hạt limon 3,92-9,57% so với đối chứng 3,47% và sét 6,34-9,54% so với đối chứng 5,80%). pH_{KCl} , chất hữu cơ, CEC, Ca, Mg trao đổi của đất thí nghiệm tốt hơn so với không bón tro bay vào đất.

3. Sau 12 tuần thí nghiệm bón tro bay vào đất cát Quảng Bình đã cải thiện hàm lượng dinh dưỡng đa lượng, vi lượng của đất cát thí nghiệm và không gây ảnh hưởng xấu đến sự tích lũy các KLN trong đất. Hàm lượng P_2O_5 tổng số trong đất cát thí nghiệm là 0,023-0,031% so với đối chứng là 0,017% và K_2O tổng số là 0,121-0,411% cao hơn so với đối chứng là 0,022%. N dễ tiêu là 0,78-1,57 mg/100g đất so với đối chứng là 0,41 mg/100g đất, P_2O_5 dễ tiêu là 5,12-5,19 mg/100g đất so với là 5,09 mg/100g đất và K_2O dễ tiêu là 3,20-3,30 mg/100g đất so với đối chứng là 3,08 mg/100 đất. Các KLN có dấu hiệu tích lũy thêm khi tăng tỷ lệ bón tro bay vào đất cát nhưng vẫn nằm dưới ngưỡng cho phép của QCVN 03-MT:2015/BTNMT khi bón đến tỷ lệ 10% tro bay so với trọng lượng đất cát thí nghiệm.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.08-2014.31.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bộ Xây dựng**, 2016. Đẩy mạnh việc xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao từ sản xuất nhiệt điện, hóa chất phân bón để làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng và sử dụng trong các công trình xây dựng.
2. **Chang A. C., Lund L. J., Page A. L. & Warneke J. E.**, 1977. Physical properties of fly ash amended soils. *J. Environ. Qual.*, 6: 267-270.
3. **Gangloff W. J., Ghodrati M., Sims J. T. & Vasilas B. L.**, 2000. Impact of fly ash amendment and incorporation method on hydraulic properties of a sandy soil. *Water, Air, & Soil Pollution*, 119: 231-245.

4. **Matsi T. & Keramidas V. Z.**, 1999. Fly ash application on two acid soils and its effect on soil salinity, pH, B, P and on ryegrass growth and composition. *Environ. Pollut.*, 104: 107-112.
5. **Singh J. S., Pandey V. C., Singh D. P. & Singh R. P.**, 2011. Coal fly ash and farmyard manure amendments in dry-land paddy agriculture field: effect on N-dynamics and paddy productivity. *Appl. Soil Ecol.*, 47: 133-140.
6. **Testa S. M.**, 1997. *Laboratory considerations*. In: Testa S.M. (ed.): The reuse and recycling of contaminated soil, pp. 81-101. Lewis Publishers, New York.
7. **Yunusa A. M., Eamus D., De Silva D. L., Murray B. R., Burchett M. D., Skilbeck G. C. & Heidrich C.**, 2006. Fly-ash: An exploitable resource for management of Australian agricultural soils. *Fuel*, 85: 2337-2344.

PROPERTIES OF FLY ASH FROM PHA LAI THERMAL POWER PLANT AND ITS POTENTIAL FOR IMPROVEMENT OF SEASIDE SANDY SOIL

Le Van Thien, Ngo Thi Tuong Chau, Le Thi Tham Hong

SUMMARY

Fly ash from Pha Lai thermal power stations and sandy soil from Quang Binh seaside were evaluated for their physical and physio-chemical properties. The fly ash was alkaline and dominated by silt-sized and spherical particles, negative surface charge, and large surface area. The CEC and contents of exchangeable Ca^{2+} , Mg^{2+} , available P, K of the fly ash were higher than those of the sandy soil. Quartz was considered as the primary mineral present in the fly ash. The fly ash was mainly constituted of silica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), K_2O and Fe_2O_3 . Heavy metals were found in the fly ash at quite low contents, except As that exceed the allowable value by the QCVN 03-MT:2015/BTNMT. After 12 weeks of the fly ash amendment, the physical and physicochemical properties of the sandy soil (moisture content, water holding capacity, silt- and clay-sized particles, pH_{KCl} , organic matter content, CEC, Ca^{2+} and Mg^{2+}) and its micro and macro nutrients (total and available contents of N, P_2O_5 , K_2O) were considerably improved. The contents of heavy metals in the sandy soil amended with 10% fly ash were below the permitted standards set by the QCVN 03-MT:2015/BTNMT.