

ẢNH HƯỞNG CỦA TRO BAY ĐẾN GIÁ THỂ HỮU CƠ VÀ SINH TRƯỞNG CỦA CÂY HOA ĐỒNG TIỀN

Nguyễn Thị Minh*, Nguyễn Tú Điệp, Phạm Minh Hiếu

Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: NguyenMinh@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 12.06.2023

Ngày chấp nhận đăng: 07.03.2024

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là xác định ảnh hưởng của tro bay đến giá thể hữu cơ trồng hoa, cây cảnh nhằm tái sử dụng hiệu quả nguồn phế thải công nông nghiệp. Tro bay được bổ sung vào nguyên liệu để sản xuất giá thể với các tỷ lệ 5%, 10%, 15%, 20% và ủ theo phương pháp bán hiếu khí. Kết quả cho thấy, giá thể hữu cơ từ phụ phẩm nông nghiệp được bổ sung tro bay có hàm lượng dinh dưỡng khá, hạn chế sự có mặt của *E. coli* và *Salmonella*, pH đạt trung tính, hàm lượng kim loại nặng không vượt quá QCVN 03-MT:2015/BTNMT đảm bảo cho sự sinh trưởng phát triển của hoa cây cảnh. Thí nghiệm trồng hoa đồng tiền trên giá thể hữu cơ có bổ sung tro bay cho hiệu quả rõ rệt đối với tốc độ sinh trưởng, năng suất thu hoạch ở mức sai số có ý nghĩa, số hoa thu hoạch ở công thức bổ sung 15% tro bay đạt 1,75 hoa, cao hơn so với đối chứng không bổ sung tro bay 40%. Tỷ lệ tro bay 10-15% là khoảng thích hợp để bổ sung vào đồng ủ giá thể hữu cơ, trong đó tỷ lệ 15% cho hiệu quả tốt nhất trên cây hoa đồng tiền, giúp cho hoa cây cảnh sinh trưởng và giảm chi phí trong quá trình chăm sóc.

Từ khóa: Tro bay, giá thể hữu cơ, hoa đồng tiền, hoa cây cảnh.

Effect of Fly Ash on Organic Substrates and Growth of *Gerbera jamesonii*

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of fly ash on the organic substrates for growing flower and ornamental plants in order to effectively reuse the agricultural and industrial waste sources. The fly ash was added into raw materials to produce organic substrate at different rates: 5%, 10%, 15% and 20% and incubated by the semi-aerobic method. The results indicated that the organic substrate from agricultural by-products supplemented with fly ash had good nutritional content, limited presence of *E. coli* and *Salmonella*, with neutral pH, and acceptable heavy metal content (not exceeding QCVN 03-MT:2015/BTNMT standard) that ensures the growth and development of flowers and ornamental plants. The experiment of growing *Gerbera jamesonii* on organic substrates supplemented with fly ash showed a clear effect on growth rate, harvested yield, and the number of flowers harvested in the treatment supplemented with 15% fly ash with 1.75 flowers higher than the control without fly ash supplement 40%. The fly ash rate of 10-15% appeared as appropriate range to add to the compost pile of organic substrates, of which 15% was most efficient for the growth of *Gerbera jamesonii* and reduction of expenses during the crop care.

Keywords: Fly ash, organic substrate, *Gerbera jamesonii*, flower and or tnametal plant.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tro bay là sản phẩm phụ công nghiệp thu được từ các nhà máy phát điện, là sản phẩm phụ của quá trình đốt than hoặc than non (Sideris & cs., 2018). Hàng năm, trên thế giới phát thải ra khoảng 750 triệu tấn tro bay (Zabihi-Samani & cs., 2018). Tại Việt Nam, theo

thống kê của Bộ Xây dựng năm 2020, có 25 nhà máy nhiệt điện đốt than đang hoạt động, phát thải ra tổng lượng tro, xỉ khoảng 13 triệu tấn/năm, trong đó tro bay chiếm từ 80% đến 85%. Lượng phát thải tập trung chủ yếu ở khu vực miền Bắc, chiếm 65%, miền Trung chiếm 23% và miền Nam chiếm 12% tổng lượng thải. Theo dự báo, tổng lượng tro xỉ phát sinh cộng dồn

sẽ tăng từ 71,3-71,6 triệu tấn/năm (2025) lên đến 173,7-176,6 triệu tấn/năm (2030) và lên tới 613,8-616,1 triệu tấn/năm (2045) theo các kịch bản phụ tải và quy hoạch phát triển ngành nhiệt điện (Lê Văn Tuấn & Nguyễn Quốc Toàn, 2021).

Thành phần hóa học của tro bay chủ yếu là hỗn hợp các ôxit vô cơ như SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , K_2O , SO_3 , Na_2O , P_2O_5 , MnO và có thể chứa một lượng than chưa cháy (Bhatt & cs., 2019). Phần lớn tro bay phát thải được xử lý bằng cách chôn lấp, chiếm đến khoảng 80% (Amran & cs., 2020), phần còn lại được ứng dụng trong xây dựng: sản xuất bê tông, vật liệu nền đường, ổn định/hóa rắn (S/S) gốc xi măng, tạo Clinker xi măng và gần đây là bê tông geopolymer (Hemalatha & Ramaswamy, 2017). Tro bay còn được áp dụng trong nông nghiệp làm phân bón, đất nhân tạo, bảo quản nông sản,... (Đỗ Quang Huy & cs., 2007). Ở Việt Nam, tro bay chủ yếu được tận dụng trong chế tạo vật liệu xây dựng. Tuy nhiên, tổng lượng tro xỉ đã tiêu thụ cộng dồn qua các năm hiện vẫn chỉ đạt khoảng 48% so với tổng lượng phát thải từ trước đến nay. Lượng tro, xỉ nhiệt điện vẫn còn tồn đọng tương đối nhiều (khoảng hơn 48 triệu tấn), chưa được thực hiện phân loại riêng biệt tro với xỉ và thiếu công nghệ để xử lý. Các tài liệu về vấn đề xử lý tro bay còn hạn chế, tro bay chưa được xử lý triệt để và sử dụng hiệu quả. Với lượng tro bay được thải ra hàng năm khá lớn, đặc biệt loại phế thải này chứa các thành phần dinh dưỡng, nếu được tận dụng hợp lý trong lĩnh vực nông nghiệp theo xu hướng của nền kinh tế trong tương lai sẽ là một giải pháp hữu ích, an toàn và hiệu quả.

Giá thể hữu cơ giữ vai trò quan trọng với các loại hoa và cây cảnh dùng để trang trí không gian sống. Giá thể tạo môi trường sống tốt cho rễ cây phát triển một cách ổn định. Ngoài việc cung cấp các chất dinh dưỡng thiết yếu cho cây, giá thể còn hấp thụ và trữ nước, gia tăng độ ẩm và lưu trữ không khí cho cây, giúp cây giữ nhiệt và chống lại sự khô hạn (Nguyễn Duy Hạng, 2006). Ngày nay, với nhu cầu tạo không gian sống xanh sạch, đạt chuẩn chất lượng, hạn chế sự phát sinh của sâu bệnh, đảm bảo nguồn dinh dưỡng, thì nhu cầu về thẩm mỹ đang được chú trọng. Trồng

hoa trên giá thể là một hướng đi mới được coi là giải pháp tối ưu cho việc thay thế đất trồng nhằm tận dụng phụ phẩm nông nghiệp và tiết kiệm diện tích đất trồng trọt (Nguyễn Thị Mỹ Thanh & Phạm Thị Mỹ Trâm, 2018), mang đến nguồn cây tạo cảnh quan đáp ứng được mọi yêu cầu nâng cao giá trị, đời sống tinh thần của con người và ngày càng được ưa thích.

Nhằm mục đích tìm kiếm giải pháp sử dụng triệt để và hiệu quả tro bay để có thể tạo thành các sản phẩm có giá trị ứng dụng, cũng như hạn chế ảnh hưởng đến môi trường sống và sức khỏe của con người, việc nghiên cứu ảnh hưởng của tro bay khi bổ sung vào nguyên liệu sản xuất giá thể trồng hoa, cây cảnh có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Tro bay phát sinh từ Nhà máy nhiệt điện Phả Lại, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Giống cây hoa đồng tiền (*Gerbera jamesonii*) cao hoa vàng từ trang trại trồng hoa xã Xuân Quan, huyện Văn Giang, tỉnh Hưng Yên được sử dụng để đánh giá hiệu quả của giá thể vì là loại cây cảnh phổ biến, cho hoa bền, màu sắc đẹp và có thời gian ra hoa phù hợp từ xuân sang hè.

Các loại phụ phẩm: Lõi ngô khô, rơm rạ, bã mía được thu gom tại khu vực Gia Lâm, Hà Nội.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp xác định đặc tính của tro bay

Thành phần hoá học của vật liệu tro bay và hàm lượng các kim loại nặng trong tro bay được phân tích bằng máy quang phổ hấp thụ nguyên tử (PinAAcle 900T, PerkinElmer) theo phương pháp của Lê Ngọc Anh (2019).

2.2.2. Phương pháp ủ giá thể hữu cơ

Các loại nguyên liệu sử dụng để sản xuất giá thể hữu cơ bao gồm: lõi ngô nghiền, rơm rạ, bã mía được phối trộn theo tỷ lệ: 5:3:2 theo khối lượng để có thành phần chất xơ cao, giúp giá thể

có độ xốp phù hợp cho sự phát triển của rễ cây hoa và cây cảnh.

Nguyên liệu	Thành phần (%)			
	Xellulo	Protein	Tinh bột	H ₂ O
Rơm rạ	39,38	4,13	5,06	43,62
Bã mía	45,56	1,39	2,24	35,75
Lõi ngô	33,17	2,32	4,55	22,83

Bổ sung 20% phân trùn quế vào hỗn hợp vừa trộn nhằm đảm bảo tỷ lệ C/N trong khoảng thích hợp với hoạt động sống của vi sinh vật trong quá trình ủ và làm tăng dinh dưỡng của giá thể, cung cấp cho cây trồng phát triển.

Thí nghiệm ủ giá thể hữu cơ được bố trí gồm 5 công thức tại khu thí nghiệm đồng ruộng Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam vào thời điểm xuân hè. Trong đó, nguyên liệu ủ được bổ sung tro bay với các tỷ lệ khác nhau (từ 0-20% w/w), tổng khối lượng mỗi đồng ủ là 200kg.

Đồng ủ được xử lý bằng chế phẩm vi sinh Vnua-MiosV do Học viện Nông nghiệp Việt Nam sản xuất theo tỷ lệ 0,1% theo từng lớp, bổ sung nước đạt độ ẩm 50-55% và ủ theo phương pháp bán hiếu khí, tiến hành đảo trộn vào ngày thứ 10 và 20 sau ủ. Giá thể hữu cơ trong quá trình ủ được theo dõi diễn biến nhiệt độ, đo bằng nhiệt kế vào 9h hàng ngày tại vị trí giữa đồng ủ. Các chỉ tiêu về cảm quan (màu sắc, mùi, độ hoai mục) được xác định theo phương pháp quan sát đánh giá trực tiếp. Độ hoai (chín) của giá thể được xác định theo phương pháp theo dõi nhiệt độ trong bao gói ủ theo TCVN 7185:2002.

Sau 8 tuần ủ, tiến hành phân tích các chỉ tiêu đánh giá chất lượng giá thể tạo thành theo các phương pháp thông dụng hiện hành theo tiêu chuẩn Việt Nam của Viện Thổ nhưỡng nông hoá bao gồm: Hàm lượng chất hữu cơ (OM); Hàm lượng N, P, K tổng số; Hàm lượng lân, kali

hữu hiệu; Hàm lượng kim loại nặng: Pb, Zn, Cu, Cd theo các phương pháp Walkley-Black, Kjeldah, Onsen, so màu,... quang phổ hấp phụ nguyên tử tương ứng. pH được xác định bằng máy đo để bàn. Mật độ vi khuẩn *E. coli*, *Salmonella* được xác định theo phương pháp pha loãng Koch. Xác định mật độ *E. coli* theo TCVN 6846:2007 (ISO 7251:2005); Xác định mật độ *Salmonella* theo TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017).

2.2.3. Phương pháp đánh giá hiệu quả của giá thể hữu cơ đến sinh trưởng của cây hoa

Sau ủ, giá thể hữu cơ được dùng để trồng cây hoa đồng tiền (*Gerbera jamesonii*) tương ứng các công thức ủ, mỗi công thức thí nghiệm được lặp lại 4 lần với 2kg giá thể hữu cơ/chậu (chậu plastic, kích thước 20 × 25cm) và trồng 1 cây/chậu, sử dụng giống cây hoa đồng tiền 1,5 tháng tuổi có chiều cao đồng đều (khoảng 3cm) đặt trong nhà lưới, tiến hành tưới nước và đảo vị trí chậu trong cùng công thức và giữa các công thức với nhau mỗi 2 ngày 1 lần. Các chỉ tiêu sinh trưởng và phát triển được theo dõi trong suốt quá trình từ khi trồng cây đến khi nở hoa, gồm có: Chiều cao hoa (cm): được đo bằng thước mét từ sát mặt đất (từ gốc) đến đỉnh sinh trưởng; Độ bền hoa quan sát sự thay đổi màu sắc hoa; Đường kính hoa đo tại thời điểm lớn nhất; Số lá trên cây, số hoa trên cây được đếm trực tiếp tại thời điểm khảo sát sau mỗi tuần trong thời gian trồng.

2.2.4. Phân tích số liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phần mềm Excel và chương trình IRRISTAT 5.0 và kết quả xử lý đã được thể hiện trong bảng 5, 6, 7 ở chỉ số sai số và độ biến động của thí nghiệm LSD5% và CV%.

Bảng 1. Công thức thí nghiệm ủ giá thể

Công thức	Nguyên liệu ủ (kg)	Tro bay (kg)
Đối chứng	200	0
CT1 (5%)	190	10
CT2 (10%)	180	20
CT3 (15%)	170	30
CT4 (20%)	160	40

Bảng 2. Thành phần hoá học của vật liệu tro bay

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	QCVN 03:2023/BTNMT
O	%	42,6	
Si		15,3	
Al		25,8	
K		9,2	
Fe		6,1	
Cu	mg/kg	40,96	150
Pb		23,15	200
Zn		33,09	300
Cr		72,68	150
Ni		35,53	100
Mn		251,21	-
Cd		0,25	4
As		13,40	25
Hg		0,96	12

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc tính của vật liệu tro bay

Tro bay của Nhà máy nhiệt điện Phả Lại sử dụng trong nghiên cứu có thành phần chủ yếu là chất khoáng, trong đó Si (15,3%), Al (25,8%), K (9,2%), Fe (6,1%), có tính kiềm ($pH_{KCl} = 8,9$); có kích thước nhỏ mịn khoảng 1-8 μ m. Tro bay có thể 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...) do kích thước tương tự hạt phù sa. Tro bay có chứa nhiều nguyên tố đa, trung vi lượng khác như Mg, Ca, P, trong đó Al có hàm lượng cao nhất đạt trên 25%. Ngoài hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng chính như K, Fe cao, trong tro bay còn chứa khá nhiều nguyên tố dinh dưỡng trung và vi lượng khác như Fe, Cr, Zn, Cu, Mn, Ni. Trong đó, nguyên tố vi lượng Mn có hàm lượng khá cao (đạt 251,21 mg/kg) nên có thể ứng dụng tro bay để cải tạo đất thoái hóa nghèo dinh dưỡng, tăng kết cấu đất, khả năng giữ nước cho đất có thành phần cơ giới nhẹ và các loại đất có tính axit (Lê Văn Thiện & cs., 2016). Mặc dù trong mẫu tro bay khảo sát có chứa các nguyên tố kim loại nặng nhưng với hàm lượng khá thấp, đều nằm dưới ngưỡng của QCVN 03:2023/BTNMT đối với đất nông nghiệp, ngoại trừ As với hàm lượng 13,40 mg/kg thấp hơn ngưỡng 11,6 mg/kg (Bảng 2).

Kết quả khảo sát này khá tương đồng với nghiên cứu của Nguyen Ngoc Tu & cs. (2022) nhưng có sự khác biệt không lớn so với nghiên cứu trước đây của Lê Văn Thiện & cs. (2016) về hàm lượng kim loại nặng, có thể là do sự khác nhau về vật liệu sử dụng trong nhà máy nhiệt điện tại thời điểm khảo sát.

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của tro bay đến sản xuất giá thể hữu cơ

3.2.1. Biến thiên nhiệt độ trong quá trình ủ của các công thức thí nghiệm

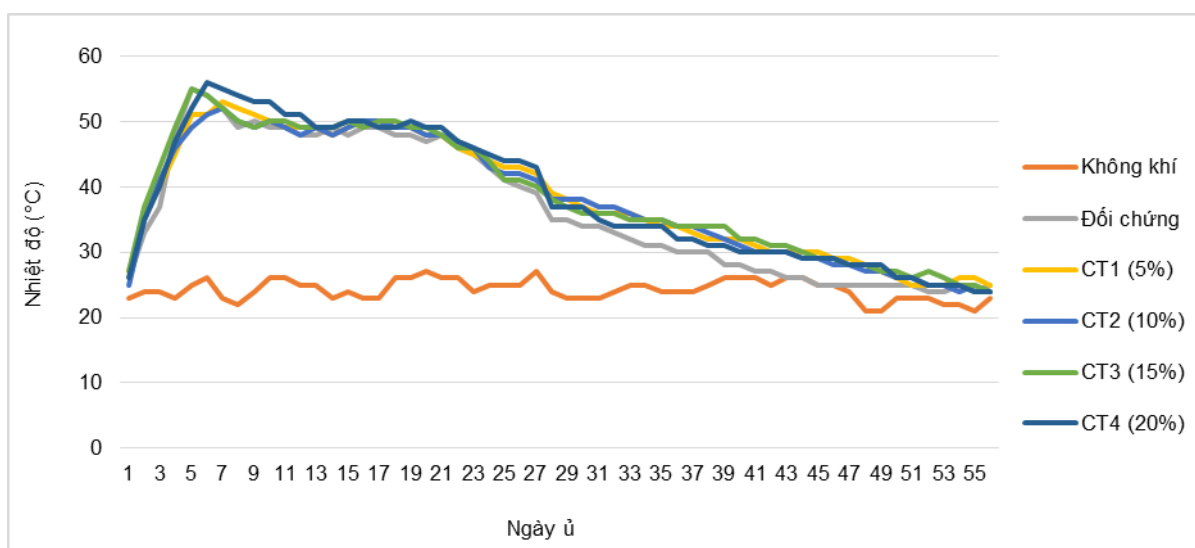
Nhiệt độ là yếu tố quan trọng trong quá trình ủ, luôn thay đổi và không đồng nhất, nó phụ thuộc vào mức độ phân huỷ của vi sinh vật trong đống ủ và nhiệt sản sinh ra trong quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ. Giá trị nhiệt độ giữa các công thức không có sự chênh lệch lớn khi bổ sung các mức tro bay khác nhau. Nhiệt độ ở các công thức có bổ sung tro bay gia tăng cao hơn so với đối chứng, làm thúc đẩy quá trình chuyển hoá chất hữu cơ trong đống ủ. Trong 3 tuần đầu tiên ủ, nhiệt độ ở các đống ủ dao động khoảng 24-56°C, cao nhất là 56°C ở CT4 bổ sung 20% tro bay tại ngày ủ thứ 6, nhiệt độ bắt đầu giảm xuống từ từ ở mức nhiệt khoảng 45-47°C ở tuần thứ 3 và giảm mạnh còn 30-37°C ở tuần thứ 4, sau đó tiếp tục giảm nhẹ

và duy trì mức 24-30°C ở 2 tuần cuối cùng, ngang bằng nhiệt độ của không khí (Hình 1). Như vậy, sau 8 tuần ủ, các đống ủ không còn sinh nhiệt, cho thấy quá trình phân huỷ của vi sinh vật đã kết thúc. Kết quả diễn biến nhiệt độ đống ủ cho thấy có sự tương đồng so với nghiên cứu của Phạm Thị Hà Nhung & cs. (2016).

3.2.2. Tính chất cảm quan của giá thể

Đống ủ sang đến tuần thứ 4 có sự thay đổi về màu sắc và mùi hôi rõ ràng, CT3 với tỷ lệ tro

bay 15% và CT4 với tỷ lệ tro bay 20% cho độ hoai mục lần lượt là hơn 40% và 50%, cao hơn so với các công thức khác. Đến tuần thứ 8, các đống ủ đã chuyển màu nâu sậm, nâu đen và mùi hôi giảm hẳn, thậm chí không còn mùi ở CT3 và CT4. Độ hoai mục ở CT3 và CT4 đạt trên 80%, cao hơn so với các công thức khác (Bảng 3), đặc biệt đã hoai nhanh hơn rõ rệt so với đối chứng (chỉ đạt khoảng trên 65%) giúp rút ngắn thời gian ủ khoảng 7-10 ngày. Với độ hoai mục trên 80% đã có thể sử dụng giá thể để trồng cây.



Hình 1. Biểu đồ diễn biến nhiệt độ đống ủ

Bảng 3. Sự thay đổi tính chất cảm quan của giá thể

Công thức	Chỉ tiêu								
	Màu sắc			Mùi			Độ hoai mục (%)		
	Tuần 1	Tuần 4	Tuần 8	Tuần 1	Tuần 4	Tuần 8	Tuần 1	Tuần 4	Tuần 8
Đối chứng	Vàng nhạt	Vàng nâu	Nâu sậm	Mùi đặc trưng	Hôi nồng	Hôi nhẹ	Bắt đầu hoai mục	15	> 65
CT1 (5%)	Vàng nhạt	Vàng nâu	Nâu sậm	Mùi đặc trưng	Hôi nồng	Hôi nhẹ	> 10	35	> 70
CT2 (10%)	Vàng nhạt	Vàng nâu sậm	Nâu đen	Mùi đặc trưng	Hôi nồng	Hôi nhẹ	> 10	> 35	> 70
CT3 (15%)	Vàng nhạt	Xám đen	Nâu đen	Mùi đặc trưng	Hôi nhẹ	Hôi rất nhẹ	> 15	> 40	> 80
CT4 (20%)	Vàng nhạt	Xám đen	Đen sậm	Mùi đặc trưng	Hôi nhẹ	Không mùi	> 20	> 50	> 80



Hình 2. Độ hoai mục của các công thức ủ sau 8 tuần

3.2.3. Chất lượng giá thể hữu cơ

Sau thời gian ủ 8 tuần, các loại giá thể hữu cơ tạo thành được lấy mẫu để đánh giá chất lượng. Kết quả chất lượng giá thể hữu cơ được trình bày ở bảng 4. Kết quả phân tích cho thấy: Mật độ *E. coli* và *Salmonella* có xu hướng giảm dần theo tỷ lệ tăng của tro bay. Trong đó, CT4 với tỷ lệ tro bay 20% có mật độ vi khuẩn thấp nhất, *E. coli* giảm 98,2% và *Salmonella* giảm 96,9% so với đối chứng không bổ sung tro bay. Kết quả này có sự tương đồng với nghiên cứu của Eswaran & Manivannan (2007) đã áp dụng phương pháp xử lý bổ sung tro bay giúp làm giảm đáng kể số lượng virus và dịch bệnh lây lan.

Các chỉ tiêu dinh dưỡng tổng số như nitơ, lân và kali tổng số của giá thể không có sự khác biệt nhiều giữa các công thức thí nghiệm, nhưng đặc biệt ở các công thức có bổ sung tro bay cho hàm lượng lân và kali hữu hiệu trong giá thể đều đạt mức khá cao. Trong đó, hàm lượng phospho hữu hiệu ở công thức bổ sung 15-20% tro bay tăng 13,1-34,3% so với đối chứng, lượng kali hữu hiệu cũng tăng từ 8,3-18,8% tương ứng. Điều này có thể giải thích do trong tro bay có chứa lượng dinh dưỡng nhất định kết hợp với

dinh dưỡng có sẵn trong hỗn hợp nguyên liệu ủ. Mặt khác, tro bay cũng có tác dụng hỗ trợ cho vi sinh vật hữu ích trong chế phẩm sử dụng hoạt động mạnh, thúc đẩy quá trình phân huỷ chất hữu cơ và chuyển hoá thành dinh dưỡng dễ hấp thụ cho cây trồng. Kết quả chất lượng giá thể trong nghiên cứu này cho hàm lượng chất dinh dưỡng cao hơn khá nhiều so với chỉ ủ từ bã mía, vỏ trấu, xơ dừa trong nghiên cứu của Nguyễn Thị Mỹ Thanh & Phạm Thị Mỹ Trâm (2017), điển hình hàm lượng N_{ts} đạt 1,28-1,33% một phần là do đã bổ sung 20% phân trùn quế và tro bay vào đồng ủ.

Các chỉ tiêu kim loại nặng đều nằm dưới ngưỡng cho phép đối với đất nông nghiệp theo QCVN 03:2023/BTNMT. Tuy nhiên, khi tăng tỷ lệ tro bay vào các công thức ủ đã làm tăng hàm lượng kim loại nặng trong giá thể hữu cơ nên cần kiểm soát liều lượng tro bay sao cho các KLN gây độc hại tới cây trồng và môi trường như Pb, Cd, As luôn nằm dưới ngưỡng cho phép. Các nguyên tố như Cu, Zn cũng là nguồn cung cấp vi lượng nhất định cho đất, nên rất cần đối với đất nghèo dinh dưỡng. Kết quả phân tích mẫu giá thể hữu cơ cũng cho thấy bổ sung tro bay giúp cân bằng pH của đất và cải tạo đất chua.

Bảng 4. Chất lượng giá thể hữu cơ có bổ sung tro bay

Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả				
		Đối chứng	CT1	CT2	CT3	CT4
pH	-	6,35	6,37	6,41	6,52	6,63
OM	%	39,31	36,54	32,38	30,12	29,84
N tổng số		1,30	1,33	1,31	1,35	1,32
P tổng số		0,86	0,85	0,86	0,88	0,87
P_2O_{5hh}		2,05	2,36	2,53	3,09	3,12
K tổng số		1,75	1,81	1,78	1,82	1,79
K_2O_{hh}		2,42	2,64	2,83	2,95	2,98
Cu	mg/kg	1,69	5,22	8,45	12,08	16,17
Zn		1,01	4,18	6,36	9,07	11,32
Pb		-	1,35	2,28	3,74	5,02
Cd		-	0,01	0,04	0,05	0,07
As		-	0,56	1,08	1,63	2,21
<i>E. coli</i>	$\times 10^2$ CFU/100g	0,57	0,54	0,31	0,17	0,11
<i>Salmonella</i>		0,39	0,31	-	-	-

Ghi chú: “-” không phát hiện.

Bảng 5. Động thái tăng trưởng chiều cao của cây hoa đồng tiền trên giá thể

Công thức	Chiều cao cây (cm)				
	Ngày 1	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 28
Đối chứng	3,23	5,56	7,23	10,34	14,56
CT1 (5%)	3,31	5,89	8,09	11,59	16,73
CT2 (10%)	3,26	6,65	8,36	12,75	17,52
CT3 (15%)	3,25	6,72	9,51	12,93	20,80
CT4 (20%)	3,28	7,14	9,80	13,87	19,34
CV%	5,4	8,1	9,5	3,5	1,6
LSD5%	0,29	2,42	1,38	1,25	2,63



Hình 3. Cây hoa đồng tiền trồng trên giá thể bổ sung tro bay (sau 1 tuần)



Hình 4. Cây hoa đồng tiền trồng trên giá thể bổ sung tro bay (sau 4 tuần)

Bảng 6. Sự phát triển của lá cây đồng tiền trên giá thể

Công thức	Số lá		Độ rộng tán lá (cm)	
	Ngày 7	Ngày 14	Ngày 21	Ngày 28
Đối chứng	6,56	8,76	16,25	24,51
CT1 (5%)	6,43	8,69	17,50	25,75
CT2 (10%)	6,58	8,81	17,75	28,53
CT3 (15%)	6,72	9,25	18,55	31,68
CT4 (20%)	7,01	9,03	17,86	29,12
LSD5%	1,08	0,97	1,23	2,34
CV%	6,7	8,9	4,6	5,8

3.3. Đánh giá hiệu quả của giá thể hữu cơ có bổ sung tro bay trên hoa, cây cảnh

Sau 4 tuần thí nghiệm theo dõi sinh trưởng của cây hoa đồng tiền trên các loại giá thể hữu cơ tạo thành có bổ sung tro bay 5-20%, kết quả khảo sát đã chỉ rõ sự khác biệt giữa chiều cao cây của các công thức thí nghiệm. Sự thay đổi về chiều cao cây hoa giữa các công thức được thể hiện ở bảng 5.

Kết quả theo dõi cho thấy có sự thay đổi khác biệt về chiều cao và sinh trưởng của cây hoa đồng tiền khi trồng trên giá thể. Nhìn chung, ở các công thức được bổ sung tro bay, chiều cao cây đều được cải thiện so với đối chứng. Số liệu theo dõi từ ngày thứ 21 cho thấy chiều cao cây ở tất cả các công thức đều cao hơn công thức đối chứng ở mức sai số có ý nghĩa. Ngày thứ 28, chiều cao cây của các công thức thí nghiệm dùng giá thể có bổ sung tro bay có sự sai khác và cao hơn đối chứng rõ rệt, ở CT3 (15% tro bay) chiều cao cây đạt 20,8cm cao hơn 30% so với đối chứng (chỉ đạt 14,56cm). Điều này có thể do giá thể sử dụng có tính chất khác nhau.

Sự thay đổi về số lượng lá và độ rộng tán lá trên cây hoa đồng tiền sau 4 tuần trồng được thể hiện ở bảng 6. Số lá gia tăng theo thời gian và giữa các công thức có sự biến động không đáng kể, độ rộng tán cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa các công thức. Nhìn chung ở công thức có bổ sung tro bay, độ rộng của tán lá được cải thiện hơn so với đối chứng ở mức sai số có ý nghĩa, ở CT3 (15% tro bay) cho độ rộng tán lá phát triển tốt nhất; đạt 31,68cm sau 4 tuần trồng trên giá thể.

Sự phát triển và năng suất của hoa trồng trên giá thể được thể hiện tại bảng 7. Đối với tốc độ phát triển của hoa, CT3 với tỷ lệ tro bay 15% cây nở hoa đầu tiên, tiếp đến lần lượt là CT4 (20%) và CT2 (10%), CT1 với tỷ lệ tro bay 5% hoa nở vào ngày thứ 26 và cuối cùng là công thức đối chứng. Có thể thấy rằng, từ CT2 đến CT4 có bổ sung 10-20% tro bay thì cây có chiều cao hoa và tốc độ tăng trưởng khá tốt. Năng suất hoa cũng có sự khác biệt rõ rệt, hai công thức cho số hoa cao nhất đạt 1,73-1,85 bông là CT2 và CT3 (được bổ sung 10-15% tro bay), cao hơn so với đối chứng 27,7-32,4%. Chiều cao hoa tại thời điểm tuần 2 chưa có sự khác biệt. Tuy nhiên ở tuần 3 và 4 có sự khác nhau rõ hơn, cho thấy sự tương đồng với khả năng sinh trưởng của cây đạt tốt nhất ở CT2 và CT3 với tỷ lệ tro bay 10-15% (đạt từ 39,25-39,86cm). Kết quả này có phần nhỉnh hơn so với thí nghiệm sử dụng xỉ than trong giá thể trồng hoa cúc đồng tiền của Nguyễn Thị Tân & cs., (2018), có thể là do giống hoa sử dụng và ảnh hưởng của tro bay. Thêm vào đó, tro bay cũng có tác động tích cực đến đường kính hoa và độ bền của hoa, đạt giá trị cao nhất ở công thức sử dụng giá thể có bổ sung 10-15% tro bay. Kết quả về độ bền hoa khá tương đồng với thí nghiệm trồng hoa trong nhà màng của Lê Văn Hòa & cs. (2021).

Kết quả theo dõi quá trình sinh trưởng phát triển của cây hoa đồng tiền trên giá thể hữu cơ đã gợi ý rằng tro bay có tác dụng hỗ trợ cây hoa, kích thích sự ra hoa sớm, cải thiện chất lượng hoa của cây đồng tiền với tỷ lệ bổ sung thích hợp từ 10-15%, trong đó tỷ lệ tro bay bổ sung vào nguyên liệu ủ giá thể phù hợp nhất là CT3 với tỷ lệ bổ sung 15% tro bay.

Bảng 7. Ảnh hưởng của tro bay đến chất lượng của hoa đồng tiền

Công thức	Số hoa (bông/cây)	Chiều cao cành hoa (cm)			Đường kính tán hoa (cm)	Độ bền hoa (ngày)
		Tuần 2	Tuần 3	Tuần 4		
Đối chứng	1,25	13,52	25,45	31,53	6,92	10,75
CT1 (5%)	1,55	12,45	26,15	35,42	7,03	12,24
CT2 (10%)	1,73	13,74	28,55	39,25	7,59	13,02
CT3 (15%)	1,85	14,59	29,63	39,86	7,91	12,87
CT4 (20%)	1,69	14,42	28,87	36,95	7,83	12,56
LSD 5%	0,37	2,66	0,73	2,85	0,21	0,62
CV%	7,5	9,8	6,9	8,2	7,3	8,4

4. KẾT LUẬN

Tro bay của Nhà máy nhiệt điện Phả Lại sử dụng trong nghiên cứu có thành phần chủ yếu là chất khoáng, trong đó Si (15,3%), Al (25,8%), K (9,2%), Fe (6,1%), có tính kiềm ($pH_{KCl} = 8,9$); có kích thước nhỏ, mịn (khoảng 1-8 μ m); có chứa các nguyên tố kim loại nặng nhưng với hàm lượng khá thấp (đều nằm dưới ngưỡng của QCVN 03:2023/BTNMT đối với đất nông nghiệp).

Giá thể hữu cơ được bổ sung tro bay sau 8 tuần ủ có hàm lượng chất dinh dưỡng khá cao. Công thức giá thể có bổ sung 15-20% tro bay vào nguyên liệu ủ cho hàm lượng lân hữu hiệu tăng 13,1-34,3%, kali hữu hiệu tăng từ 8,3-18,8% so với đối chứng không chứa tro bay, độ hoại mục sau 8 tuần ủ đều đạt trên 80%, đồng thời hạn chế sự phát triển của vi khuẩn gây hại (*E. coli* và *Salmonella*), có thể đảm bảo cho sự sinh trưởng phát triển của hoa cây cảnh.

Sử dụng giá thể hữu cơ có bổ sung tro bay có tác dụng hỗ trợ sự sinh trưởng phát triển của cây hoa, kích thích sự phát triển lá, ra hoa sớm và cải thiện chất lượng hoa của cây hoa đồng tiền. Trong đó, tỷ lệ tro bay bổ sung phù hợp nhất với sinh trưởng và phát triển của cây hoa đồng tiền là 15%. Tuy nhiên, để đảm bảo hàm lượng kim loại nặng trong giá thể đạt tiêu chuẩn cho phép và tránh gây ảnh hưởng đến cây trồng và môi trường chỉ nên bổ sung tro bay vào nguyên liệu ủ với tỷ lệ 10-15%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Amran Y.M., Soto M.G., Alyousef R., El-Zeadani M., Alabduljabbar H. & Aune V. (2020). Performance investigation of high-proportion Saudi-fly-ash-based concrete. *Results in Engineering*, 6: 100-118.

Bộ Xây dựng (2020). Báo cáo tình hình triển khai thực hiện Quyết định số 452/QĐ-TTg, Hà Nội.

Bộ Khoa học và Công nghệ (2002). TCVN 7185:2002. Phân hữu cơ vi sinh vật. Truy cập từ <https://thuvienphapluat.vn/TCVN/Cong-nghiep/TCVN-7185-2002-Phan-huu-co-vi-sinh-vat-907119.aspx> 22/10/2023.

Bộ Khoa học và Công nghệ (2017). TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017). Tiêu chuẩn Việt Nam về Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp phát hiện,

định lượng và xác định typ huyết thanh của *Salmonella* - Phần 1: Phương pháp phát hiện *Salmonella* spp. Truy cập từ <https://caselaw.vn/van-ban-phap-luat/343653-tieu-chuan-quoc-gia-tcvn-10780-1-2017-iso-6579-1-2017-ve-vi-sinh-vat-trong-chuoi-thuc-pham-phuong-phap-phat-hien-dinh-luong-va-xac-dinh-typ-huyet-thanh-cua-salmonella-phan-1-phuong-phap-phat-hien-salmonella-spp-nam-2017> ngày 22/10/2023.

Bộ Khoa học và Công nghệ (2007). TCVN 6846:2007 (ISO 7251:2005). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp phát hiện và định lượng *Escherichia coli* giả định - Kỹ thuật đếm số có xác suất lớn nhất. Truy cập từ <https://luatminhkhue.vn/tieu-chuan-quoc-gia-tcvn-6846-2007-iso-7251-2005-ve-vi-sinh-vat-trong-thuc-pham-va-thuc-an-chan-nuoi-phuong-phap-phat-hien-va-dinh-luong-escherichia-coli-gia-dinh-ky-thuat-dem-so-co-xac-suat-lon-nhat.aspx> ngày 22/10/2023.

Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). QCVN 03:2023/BTNMT. Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng đất. Truy cập từ <https://datafiles.chinhphu.vn/cpp/files/vbqp/2023/3/01-btnmt-qc03.pdf> ngày 15/11/2023.

Bhatt A., Priyadarshini S., Mohanakrishnan A.A., Abri A., Sattler M. & Techapaphawit S. (2019). Physical, chemical, and geotechnical properties of coal fly ash: A global review. *Case Studies in Construction Materials*, 11: e00263.

Đỗ Quang Huy, Đàm Quốc Khánh, Nghiêm Xuân Trường & Nguyễn Đức Huệ (2007). Chế tạo vật liệu hấp phụ từ tro than bay sử dụng trong phân tích môi trường. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học tự nhiên và Công nghệ* 23(3): 160-165.

Eswaran Manivannan (2007). Effect of foliar application of lignite fly ash on the management of papaya leaf curl disease. *Acta Hort (ISHS)*, 740: 271-275.

Hemalatha AnanthRamaswamy (2017). A review on fly ash characteristics - Towards promoting high volume utilization in developing sustainable concrete. *Journal of Cleaner Production*, 147: 546-559

Lê Ngọc Anh (2019). Phương pháp xác định hàm lượng một số kim loại nặng và kích thước hạt trong các mẫu trầm tích ven bờ. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Hồng Đức*, 45: 15-21.

Lê Văn Hòa, Lê Bảo Long & Phạm Thị Xuân Quyên (2021). Ảnh hưởng của dung dịch dinh dưỡng và giá thể lên sự sinh trưởng và phát triển của cây cúc đồng tiền (*Gerbera jamesonii Bolus ex Hooker F.*) trồng chậu trong nhà màng sử dụng hệ thống tưới nhỏ giọt. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 57(1B): 125-131.

- Lê Văn Thiện, Ngô Thị Tường Châu, Trần Thị Thu Trang & Nguyễn Thị Ánh Ngọc (2016). Nghiên cứu ảnh hưởng của tro bay nhà máy nhiệt điện Phả Lại đến một số tính chất đất cát trồng cây khoai lang. Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường. 32(15): 342-349.
- Lê Văn Tuấn & Nguyễn Quốc Toàn (2021). Giải pháp thúc đẩy sử dụng tro, xỉ nhà máy nhiệt điện than làm vật liệu xây dựng trong xu thế nền kinh tế tuần hoàn tại Việt Nam. Tạp chí Xây dựng 10: 176-182.
- Nguyễn Duy Hạng (2006). Nghiên cứu sản xuất giá thể tổng hợp phục vụ trồng hoa lan và các loại hoa cảnh có giá trị kinh tế ở Lâm Đồng. Báo cáo đề tài khoa học cấp tỉnh Lâm đồng .
- Nguyễn Thị Mỹ Thanh & Phạm Thị Mỹ Trâm (2018). Nghiên cứu sản xuất giá thể trồng hoa từ một số phụ phẩm nông nghiệp. Tạp chí Khoa học Đại học Thủ Dầu Một. 1(36): 51-58.
- Nguyễn Thị Tần, Trần Nhật Tân, Ngô Thanh Xuân, Lưu Thị Cúc & Nguyễn Thị Yên (2018). Ảnh hưởng của giá thể trồng đến sinh trưởng phát triển và năng suất một số giống hoa đồng tiền tại thành phố Lào Cai. Tạp chí Khoa học & Công nghệ ĐHTN. 193(17): 55-60.
- Nguyen Ngoc Tu, Trinh Quang Huy, Vo Huu Cong, Nguyen Thi Thu Ha, Dinh Thi Ha & Ho Thi Thu Hang (2022). Study on the Application of Fly Ash for Soil Amelioration. Vietnam Journal of Agricultural Sciences. 5(3): 1551-1562.
- Phạm Thị Hà Nhung, Nguyễn Thị Chinh, Đỗ Phương Mai, Phạm Khánh Ly & Nguyễn Trí Tú (2016). Nghiên cứu tiềm năng sản xuất phân hữu cơ từ lá táo theo quy mô hộ gia đình tại xã Đồng Tân, huyện Hiệp Hòa, tỉnh Bắc Giang. Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Khoa Tự nhiên và Công nghệ. 32(1s): 289-295.
- Sideris K., Justnes H., Soutsos M. & Sui T. (2018). Fly ash. In Properties of fresh and hardened concrete containing supplementary cementitious materials. Springer, Cham. pp. 55-98.
- Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (1998). Sổ tay phân tích đất, nước, phân bón, cây trồng. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- Zabihi-Samani M., Mokhtari S.P. & Raji F. (2018). Effects of Fly Ash on Mechanical Properties of Concrete. Journal of Applied Engineering Sciences. 8(2): 35-40.