

SỬ DỤNG PHỤ PHẨM CÂY LÚA CẢI TẠO ĐẶC TÍNH ĐẤT, HẠN CHẾ TÍCH LŨY CADIMI (Cd) TRONG HẠT DƯỚI ĐIỀU KIỆN ĐẤT TRỒNG Ô NHIỄM

Vũ Thị Khắc¹, Đinh Thị Lan Phương², Lê Thị Thắng², Nguyễn Thị Hằng Nga³

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, đất trồng lúa ô nhiễm Cadimi (Cd) với nồng độ 5,125 ppm được lựa chọn, các vật liệu than sinh học từ trấu (BRH) và rơm rạ (RS) được phối trộn vào đất với mục đích thay đổi đặc tính đất (như tăng pH, tăng hàm lượng Si) để giảm thiểu sự tích lũy Cd vào hạt. Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhà lưới với các tỉ lệ phối trộn than sinh học và rơm rạ từ 1,25 – 5% về khối lượng. Kết quả thí nghiệm đã chỉ ra cả rơm rạ và than sinh học đều có khả năng hạn chế tích lũy Cd trong gạo, cụ thể là hàm lượng Cd trong gạo được kiểm soát theo thứ tự $RS\ 2,5\% < BRH\ 1,25\% + RS\ 1,25\% < BRH\ 2,5\% < (BRH\ 5\%, BS\ 5\%, BRH - BS\ 2,5\%-2,5\%)$. Trong đó, nhóm các công thức BRH và RS với tỷ lệ 5% về trọng lượng cho kết quả tốt nhất, cụ thể là các công thức BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5%-2,5% cho kết quả giảm tích lũy Cd trong gạo nhiều hơn so với các công thức còn lại. Hàm lượng Cd trong gạo của các công thức BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5%-2,5% đều giảm sâu so với đối chứng, từ 82,47 - 83,94%. Từ các kết quả thí nghiệm có thể kết luận, nếu áp dụng tỷ lệ trộn BRH - BS 2,5%-2,5% hoặc BRH 5% hoặc RS 5% đều cho kết quả tối ưu nhất trong nghiên cứu.

Từ khóa: Ô nhiễm Cd, giảm thiểu tích lũy Cd trong lúa, than sinh học.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay tại Việt Nam, Cadimi (Cd), chất gây ung thư hàng đầu cho con người với khả năng tích lũy sinh học cao (Lu et al. 2019), đã được tìm thấy trong đất nông nghiệp và trong các sản phẩm lúa gạo. Một nghiên cứu khảo sát hàm lượng Cd trong lúa gạo được thu thập và phân tích tại 61 địa điểm rải rác khắp miền Bắc đã tìm thấy sự có mặt Cd trong lúa gạo tại một số vùng. Trong số các mẫu phân tích, kết quả cho thấy hầu hết có sự tích lũy Cd trong gạo ở vùng trũng, còn rất ít số mẫu có Cd trong gạo vùng cao (Bui, Duong, and Nguyen. 2020). Hàm lượng Cd trung bình trong các mẫu gạo đã được khảo sát ở vùng trũng là 0,033 ppm. Một trong những nguyên nhân chính dẫn đến tích lũy Cd nhiều hơn trong gạo tại vùng trũng là do ô

nhiễm từ nguồn nước tưới có chứa nước thải. Ngược lại tại vùng cao, sự ô nhiễm Cd từ nước tưới ít bị ảnh hưởng vì nguồn nước tưới chủ yếu là tận dụng nước mưa. Các nghiên cứu đã chỉ ra, khi kim loại Cd có trong nước tưới sẽ dẫn đến tích tụ trong đất nông nghiệp và tích lũy trong gạo (Peng et al. 2019).

Cd có trong nước thải từ hoạt động khai thác khoáng sản, sản xuất linh kiện điện tử..., khi nguồn nước thải được tận dụng làm nước tưới này sẽ dẫn đến Cd có thể tích lũy trong cây trồng. Ngoài ra, sử dụng thuốc trừ sâu và phân bón hóa học cũng dẫn đến lúa và rau màu bị nhiễm Cd (Banerjee et al. 2020). Hơn nữa, sự có mặt của Cd trong gạo còn do Cd thuộc kim loại dễ hòa tan và khá di động nên thường được thực vật hấp thụ nhiều hơn (Adil et al. 2020).

Gạo, lương thực chính của người Việt Nam, cũng là lương thực cho hơn 2 tỷ người Châu Á và hơn 50% dân số thế giới (Honma. 2017). Ở một số

¹Trung tâm Khoa học Công nghệ và Môi trường - Liên minh HTX Việt Nam

²Nghiên cứu sinh Trường Đại học Thủy lợi

³Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

³Khoa Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

vùng nông nghiệp trên thế giới như Trung Quốc, ô nhiễm Cd được phát hiện trong lúa gạo khi mà các vùng nông nghiệp tận dụng nguồn nước thải làm nước tưới (Xie et al. 2017). Sự tích lũy Cd trong gạo ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của con người. Các thí nghiệm khảo sát sự tích lũy sinh học của Cd cho thấy bình quân một người có thể dung nạp tới 20–40 μg Cd mỗi ngày nếu ăn gạo bị nhiễm Cd trong thời gian dài liên tục (Sebastian and Prasad. 2014). Tùy theo ngưỡng sinh học của mỗi cá thể, sự tích tụ Cd đến mức độ nào đó có thể làm con người bị tổn thương phổi, gan, thận, xương và các cơ quan sinh sản, gây độc cho hệ miễn dịch và tim mạch (Tian et al. 2012).

Cd từ nguồn nước tưới tích lũy vào đất và đi vào cây trồng, song việc loại bỏ Cd ra khỏi đất nông nghiệp ô nhiễm rất khó thực hiện trên diện rộng. Do đó, giải pháp hạn chế sự tích lũy Cd trong cây trồng được quan tâm hơn cả. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra Si là nguyên tố có thể cải thiện sự tích lũy Cd trong cây trồng (M. Rizwan et al. 2016, H. Y. Yu et al. 2016). Nhiều loài thực vật có khả năng tích lũy Si cao, chẳng hạn như cây lúa có thể tích lũy Si tới hơn 10% trọng lượng khô (Majumdar et al. 2019). Theo FAO, để tạo ra 1 tấn thóc, cây lúa ngoài hấp thụ dinh dưỡng NPK và các khoáng chất khác thì còn hấp thụ khoảng 80 - 103 kg SiO_2 . Cũng theo đó, nguồn phụ phẩm nông nghiệp chứa rất nhiều Si. Ước tính hàm lượng Si chiếm 27 kg trên tấn trấu và khoảng 40 kg Si trên tấn rơm rạ. Trong phụ phẩm nông nghiệp, Si dự trữ trong thành tế bào dưới dạng phytoliths, do đó việc tận dụng rơm rạ bón cho đất canh tác có thể bổ sung lại lượng Si bị lấy đi từ đất.

Si là nguyên tố cần thiết cho sự sinh trưởng và phát triển khỏe mạnh của cây trồng, tuy nhiên, hàm lượng Si di động trong đất rất thấp so với Si tổng số. Khi hàm lượng Si tích lũy trong đất và thực vật gia tăng có thể cải thiện đất ô nhiễm Cd (Imtiaz et al. 2016), theo cơ chế này Si có thể hấp thụ các ion Cd^{2+} góp phần làm giảm độc tính của Cd trong đất trồng lúa (Guerriero Hausman and Legay. 2016). Hơn nữa, Si có thể cố định các kim

loại nặng trong đất và giảm sự vận chuyển Cd vào cây lúa (P. Li et al. 2015) với vai trò thay đổi cơ chế bảo thực vật và tương tác sinh hóa trong điều kiện sinh trưởng bên ngoài (Wang, Stass and Horst. 2004). Si di động trong đất có thể làm giảm tính linh động của kim loại nặng bằng cách tạo các phức silicat, phức polyphenol của Si và silicat kim loại không hòa tan trong đất (Shim, Shea and Oh. 2014).

Do đó, bổ sung Si vào đất thông qua các phụ phẩm nông nghiệp (than sinh học từ trấu, rơm rạ) có thể làm giảm hàm lượng Cd di động trong đất ô nhiễm do tham gia vào kết tủa silicat hoặc liên kết với chất hữu cơ trong đất (Etesami and Jeong. 2018). Cụ thể là, than sinh học từ trấu và rơm rạ làm tăng độ pH của đất một cách hiệu quả, làm giảm dạng Cd di động trong dịch đất dưới các kết tủa hydroxit $\text{Cd}(\text{OH})_2$. Bên cạnh đó, rơm rạ và than sinh học có thể giảm sự hấp thụ Cd của thực vật bởi các phối tử hữu cơ liên kết với Cd tạo thành phức bền trong dịch đất (Huang et al. 2017; Yu et al. 2016).

Than sinh học được sử dụng để cải tạo đất nhằm tăng độ phì của đất và giảm độc tính kim loại nặng trong thực vật ngày càng được ứng dụng nhiều hơn trên thế giới. Việt Nam là nước nông nghiệp, ước tính để thu được 1 tấn thóc sẽ cho 1 tấn trấu và rơm. Mỗi năm nước ta có khoảng 52 triệu tấn phụ phẩm từ nông nghiệp, hiện nay mới khoảng 10% phụ phẩm nông nghiệp được sử dụng làm than sinh học hoặc phân bón, thức ăn gia súc, trồng nấm..., còn lại hơn 80% được thải bỏ ra môi trường hoặc đốt, gia tăng khối bụi gây ô nhiễm không khí.

Do đó, bài báo này tập trung vào nghiên cứu giải pháp hạn chế tích lũy Cd trong gạo trên đất bị ô nhiễm Cd nhằm giảm thiểu các tác động tiêu cực đối với con người bằng các phụ phẩm nông nghiệp trấu và rơm rạ. Trong đó, than sinh học được tạo từ trấu được đốt cháy trong điều kiện yếm khí và rơm rạ được đưa vào phối trộn với đất ô nhiễm. Một số đặc tính của đất sau phối trộn (hàm lượng Si, pH) và nồng độ Cd trong hạt sẽ được phân tích trong thí nghiệm.

Thí nghiệm trồng lúa trong hệ thống chậu vai được tiến hành trong điều kiện nhà lưới với đất lúa nhiễm Cd có nồng độ là 5,125 ppm. Than sinh học và rơm rạ từ trấu được bổ sung vào đất trồng lúa với các tỉ lệ khác nhau bao gồm 1,25 - 5% về khối lượng để cải tạo đất.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Các mẫu đất thuộc nhóm phù sa trung tính với pH_{KCl} từ 6,4-6,7, hàm lượng chất hữu cơ trong đất (organic matter - OM) 32,4 ppm, hàm lượng N tổng số 3,27 ppm, dung tích trao đổi cation của đất (CEC) từ 20,19–22,21 mmol⁺/kg, Cd tổng số 5,125 ppm, Cd di động 0,048 ppm. Thành phần cấp hạt gồm: sét 35,6%, limon 43,1% và cát 21,3%. Mẫu đất được phơi khô tự nhiên trong không khí, làm nhỏ và cho qua rây 2 mm. Tiếp theo cân khoảng 5 kg đất chuyển vào mỗi chậu vai có kích thước đường kính 30 cm, cao 40 cm.

Than sinh học từ trấu được đốt trong điều kiện gia nhiệt kỵ khí ở 400-450 °C trong 04 giờ. Rơm rạ sau khi thu hoạch được phơi khô và cắt nhỏ thành những mảnh có độ dài 2 cm.



Hình 1. Chuẩn bị đất trồng

2.2. Bố trí thí nghiệm

Địa điểm nghiên cứu: Để hạn chế rủi ro ô nhiễm Cd ra đất ruộng và kênh nước tưới, thực nghiệm được thực hiện nghiêm ngặt trong hệ thống chậu vai tại khu nhà lưới Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội (21°0'35" B, 105°49'29" E). Thời gian thực hiện 02 năm, từ 5/2019 tới 5/2021 trên diện tích 30 m² bao gồm 02 vụ xuân hè và 02 vụ hè thu. Đất sau khi thí nghiệm được thu gom theo thông tư 36/2015/TT-BTNMT ngày 30 tháng 6 năm 2015 về Quản lý chất thải nguy hại.

Cd được bổ sung vào đất thí nghiệm bằng hóa chất $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$. Một lượng chính xác 0,14 gam $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ được hòa tan trong 5 lít nước cất trước khi trộn đều với 5 kg mẫu đất trong mỗi chậu. Sau đó phơi khô đất tự nhiên, lấy 05 mẫu ngẫu nhiên theo đường chéo phân tích hàm lượng Cd tổng số và di động. Hàm lượng Cd tổng số trong đất thí nghiệm sau khi trộn được xác định là 5,125 ppm, hàm lượng Cd di động là 0,048 ppm.

Số chậu thí nghiệm: tổng số chậu là 21, bao gồm 18 chậu cho phối trộn than sinh học và rơm Cd, mỗi công thức được lặp lại 03 lần, đối chứng là 03 chậu.



Hình 2. Lúa trên các CT đang trổ

2.3. Các công thức thí nghiệm

Thí nghiệm bắt đầu ngay sau khi bổ sung kim loại Cd vào đất. Đất bị ô nhiễm Cd được bổ sung than sinh học từ trấu (BRH, biochar rice husk) và rơm rạ (RS, rice straw) với 06 tỷ lệ bao gồm: (1) RS 2,5%, (2) BRH 2,5%, (3) RS-BRH theo tỉ lệ

1,25% -1,25%, (4) RS 5,0%, (5) BRH 5%, (6) RS-BRH theo tỉ lệ 2,5% -2,5% về trọng lượng. Mỗi nghiệm thức thí nghiệm được lặp lại ba lần với tổng số 18 chậu.

Công thức đối chứng (CF) là đất không trộn than sinh học và rơm, bao gồm 03 chậu.

2.4. Giống lúa và phân bón

Thí nghiệm sử dụng giống bắc thơm số 7, đã được trồng phổ biến ở miền bắc với chất lượng gạo dẻo, thơm. Đây là giống lúa sinh trưởng khỏe mạnh, chống hạn và chống rét, có thời gian sinh trưởng từ 125 - 135 ngày trong vụ đông xuân và 105 - 110 ngày trong vụ hè thu.

Phân bón NPK của hãng Việt Nhật được sử dụng để bón thúc cho lúa theo tỉ lệ 1,25g N + 0,75 g P₂O₅ + 0,75 g K₂O cho mỗi chậu. Phân hữu cơ được sử dụng trong bón lót là phân trùn quế với liều lượng 125 g/chậu. Loại thuốc trừ sâu có nhãn hiệu Nouvo3.6EC đã được phun phòng bệnh trong thời kỳ lúa đẻ nhánh và làm đồng.

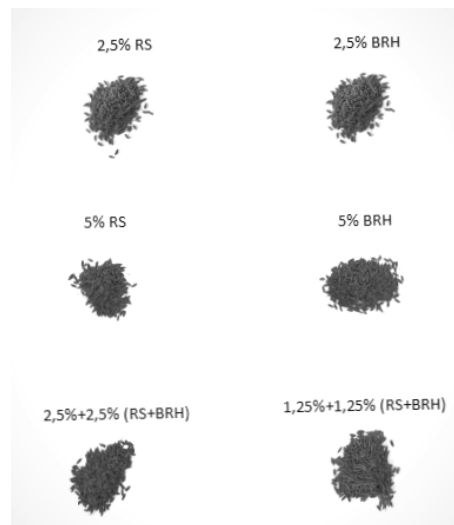
2.5. Hóa chất

Để chiết Cd từ hạt gạo, sử dụng các axit đặc HClO₄ 30%, HNO₃ 98% của hãng Xichlong, Trung Quốc. Dung dịch chuẩn Cd 1000 ppm của Merck cho lập đường chuẩn.

2.6. Thu mẫu và phân tích mẫu

Thu mẫu: Sau thu hoạch, hạt lúa được rửa sạch và sau đó được sấy ở 70°C trong 72 giờ.

Phân tích: Chiết Cd trong hạt bởi phương pháp chiết ướt bằng hỗn hợp HNO₃- HClO₄ (3:1, v:v) và phân tích trên hệ thống máy quang phổ hấp phụ nguyên tử (John Ryan, George Estefan, and Abdul Rashid. 2001).



Hình 3. Mẫu thu

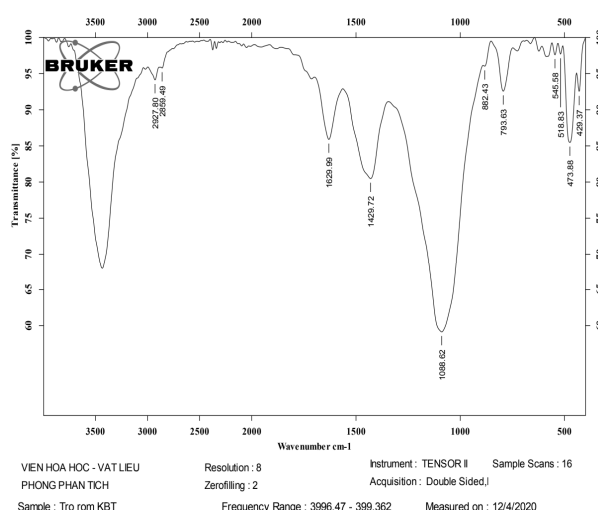
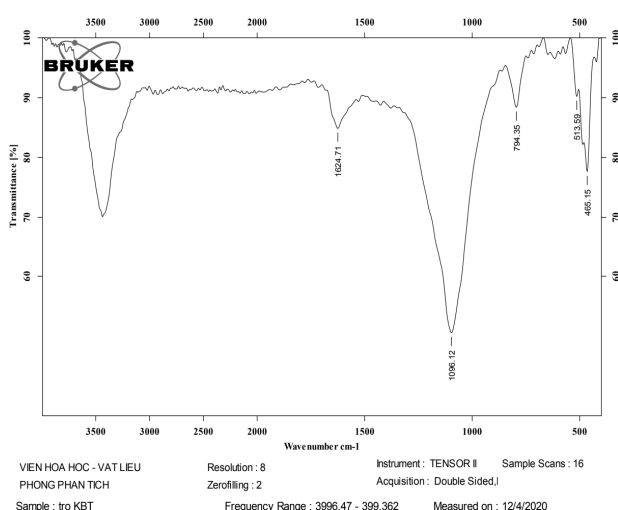
2.7. Xử lý số liệu

Dữ liệu thí nghiệm được phân tích trên phần mềm Microsoft Excel version 5.5 (Microsoft, USA). Các kết quả thu được là trung bình của 03 lần phân tích. Sử dụng chương trình ANOVA để đánh giá sự khác nhau có ý nghĩa ($P < 0,05$).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng Si và một số tính chất của BRH từ trấu và rơm rạ

Hàm lượng silic trong rơm rạ và BRH được đo bởi Phòng phân tích Viện Hóa học và Vật liệu. Kết quả phân tích quang phổ cho thấy than sinh học từ trấu có hàm lượng Si và dung tích trao đổi cation CEC cao hơn rơm rạ.



Hình 4. Hàm lượng Si trong BRH (trái) và rơm (phải) (DOM)

Một số tính chất của BRH và rơm rạ được mô tả trên bảng sau:

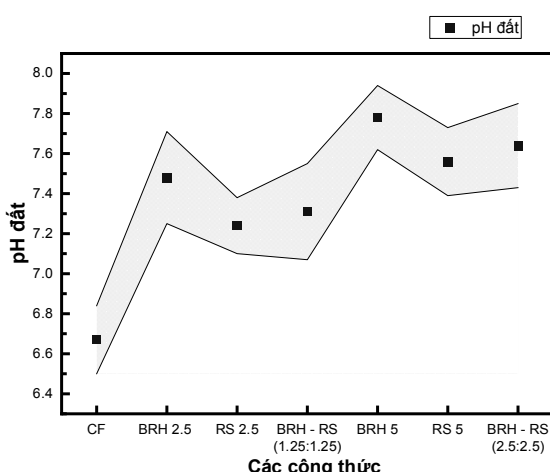
Bảng 1. Một số tính chất của BRH và rơm rạ

Tính chất	BRH	Rơm rạ
pH	8,7 – 8,9	8,6 – 8,8
CEC	49,8–55,2 mmol₊/kg	45,6 – 47,8 mmol₊/kg
Độ rỗng	57,24 – 60,14%	55,32 – 56,13%

3.2. pH của đất

Rơm và than sinh học được sản xuất từ trấu có vai trò như những chất cải thiện làm tăng giá trị pH trong đất giúp giảm tính di động của kim loại Cd thông qua sự hấp thụ Cd trong các hidroxit $\text{Cd}(\text{OH})_2$.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, cả BRH và RS đều có tác động đến độ pH của đất một cách hiệu quả. Độ pH của đất cao hơn 16,64% so với đối chứng (CF). Trong khi đó, ở công thức RS tăng pH lần lượt là 8,54% của nghiệm thức RS 2,5% và 13,34% của nghiệm thức RS 5% ($P < 0,05$). Nghiệm thức BRH 2,5% có pH tăng 12,14%, và tăng nhiều hơn khoảng 16,64% ở nghiệm thức BRH 5% so với đối chứng. Trung bình, độ pH của tất cả các nghiệm thức tăng khoảng 12,46% so với CF. Các kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về sử dụng phụ phẩm từ cây lúa trong sản xuất phân compost hoặc than sinh học cho canh tác cây trồng đã giúp cải tạo các đặc tính của đất, bao gồm dinh dưỡng, độ ẩm và làm tăng đáng kể độ pH của đất (Catalan et al. 2006).



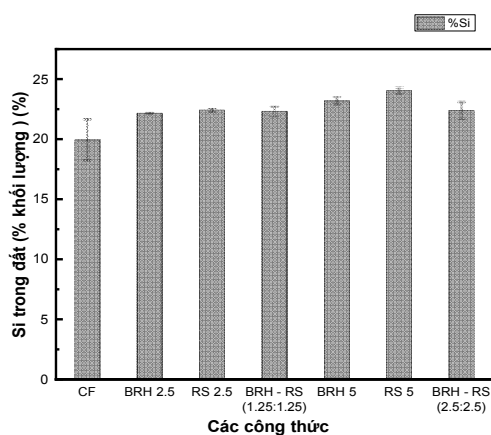
Hình 5. pH của đất trong các công thức BRH và RS

Do đó bổ sung rơm rạ và than sinh học từ trấu có thể làm giảm hàm lượng Cd di động trong đất (Yuan, Xu and Zhang. 2011). Cơ chế này được giải thích do độ pH của đất tăng lên sẽ dẫn đến sự giảm Cd linh động do tạo thành kết tủa hydroxit $\text{Cd}(\text{OH})_2$, mặt khác sự gia tăng pH còn thúc đẩy sự hình thành kết tủa CdCO_3 , do Cd liên kết với cacbonat trong đất (Lu et al. 2019).

3.3. Hàm lượng Si trong đất

Các vật liệu bổ sung từ BRH và RS giàu silic làm tăng hàm lượng Si trong đất, điều này có thể dẫn đến làm tăng nồng độ Si của cây lúa khi được bổ sung thêm rơm rạ và than sinh học. Cụ thể là, nồng độ Si trong các công thức BRH 2,5% và BRH 5% cao hơn CF từ 11,05 - 16,28% ($p < 0,05$). Tỷ lệ trộn khác nhau cũng dẫn đến hàm lượng Si trong đất khác nhau, trong thí nghiệm này kết quả cho thấy tỷ lệ trộn than sinh học của công thức BRH 5% làm tăng hàm lượng Si lên 4,7% so với công thức BRH 2,5% ($p < 0,05$). Nguồn Si có trong rơm rạ cũng góp phần cải thiện hàm lượng Si trong đất, cụ thể là hàm lượng Si trong các công thức RS 2,5% và RHB - RS 2,5-2,5% cao hơn 1,12 - 1,2 lần so với CF ($p < 0,05$). Ngoài ra, công thức RS 5% làm hàm lượng Si trong đất cao hơn đáng kể so với CF 20,48%. So với BRH, hàm lượng Si trong đất của các công thức trộn RS cao hơn.

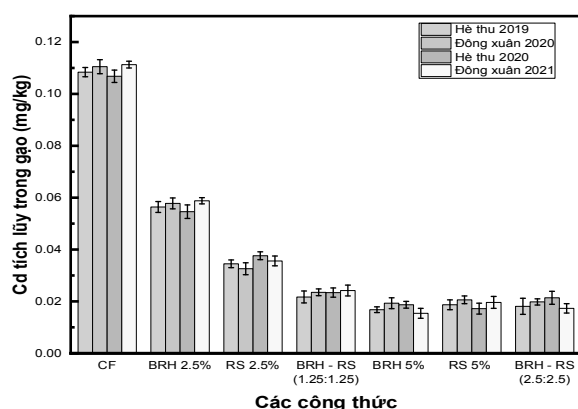
Mặc dù hàm lượng Si trong vật liệu than sinh học cao hơn rơm rạ, nhưng do quá trình phân giải chậm trong đất nên hàm lượng Si trong các nghiệm thức BRH đều thấp hơn RS. Cụ thể là hàm lượng Si trong đất của công thức BRH 2,5% thấp hơn RS 2,5% là 1,16%. Tương tự, hàm lượng Si trong nghiệm thức BRH 5% thấp hơn RS 5% là 3,6%.



Hình 6. Hàm lượng Si (%) trong đất của các công thức BRH và RS

3.4. Than sinh học từ trấu và rơm rạ kiểm soát sự tích lũy Cd trong gạo

Khi trong đất xuất hiện Si, có sự cạnh tranh của Si với Cd trong quá trình hấp thụ của rễ và chuyển vào hạt (Seyfferth et al. 2016). Trong sự cạnh tranh này, Si được ưu tiên hơn dẫn đến hàm lượng Si trong hạt cao. Do đó, sự tích lũy Si tăng lên trong lúa giúp giảm hàm lượng Cd trong cây, kết quả là kiểm soát được sự chuyển Cd vào hạt (Liang et al. 2007).



Hình 7. Hàm lượng Cd trong gạo

Các thí nghiệm bổ sung than sinh học cho kết quả tối ưu trong việc hạn chế tích lũy Cd trong cây lúa. Cụ thể, tỷ lệ phối trộn với rơm của công thức RS 2,5% làm giảm hàm lượng Cd trong gạo khoảng 47,92% so với CF. Với cùng một tỷ lệ phối trộn về khối lượng 2,5%, than sinh học từ

trấu làm giảm 67,89% Cd trong gạo so với CF. Như vậy, so sánh kết quả phối trộn cùng tỷ lệ 2,5% khối lượng cho thấy BRH làm giảm mạnh quá trình tích lũy Cd trong hạt. Kết quả này cũng được chứng minh trong các thí nghiệm trộn BRH với tỉ lệ thấp hơn BRH – RS 1,25% - 1,25%, giúp giảm 61,37% hàm lượng Cd trong gạo so với CF.

Từ các kết quả thí nghiệm đã chỉ ra, khả năng kiểm soát Cd tích lũy trong gạo theo thứ tự RS 2,5% < BRH 1,25% + RS 1,25% < BRH 2,5% < các công thức (BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5%-2,5%). Từ số liệu thực nghiệm cho thấy BRH và RS được trộn theo tỷ lệ 5% về trọng lượng cho kết quả tốt nhất. Trong các công thức BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5%-2,5%, mặc dù cho kết quả giảm tích lũy Cd trong gạo nhiều hơn so với các công thức còn lại, nhưng không thấy sự khác biệt có ý nghĩa về khả năng giảm Cd trong gạo giữa các công thức này ($p > 0,05$).

Nhìn chung, hàm lượng Cd trong gạo của các công thức BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5%-2,5% đều giảm nhiều so với đối chứng, từ 82,47 - 83,94%. Như vậy, nếu áp dụng tỷ lệ hỗn hợp 2,5% khối lượng của BRH và 2,5% RS trong BRH - BS 2,5%-2,5% hoặc 5% BRH hoặc 5% RS đều cho kết quả tốt nhất trong thí nghiệm này. Cũng do không có sự khác biệt đáng kể về tích lũy Cd trong gạo nên nếu áp dụng tỉ lệ 5% theo khối lượng của cả hai vật liệu hoặc trộn đều với tỉ lệ 2,5% đều hạn chế tích lũy Cd trong hạt.

Kết quả nghiên cứu phù hợp với các nghiên cứu trước, khi bổ sung than sinh học và rơm rạ làm Cd trong đất được cố định trong silicat và hydroxit trong điều kiện pH tăng lên, làm giảm Cd linh động trong đất (Liang, Wong and Wei. 2005). Sự gia tăng pH trong đất dẫn đến gia tăng hàm lượng của các cation bazơ (G. Li et al. 2018). Do đó, các cation cơ bản tồn tại trên bề mặt than sinh học có thể được chuyển hóa thành các oxit, hydroxit và cacbonat góp phần vào việc cố định Cd di động dưới dạng kết tủa như $\text{Cd}(\text{OH})_2$, CdCO_3 (Bashir et al. 2018). Ngoài ra, các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng việc ứng dụng rơm rạ và than

sinh học có thể cung cấp các vật liệu hữu cơ cho đất, ảnh hưởng đến cơ chế hấp thụ và giải hấp của kim loại Cd (Wu, Zhan and Zhou. 2007). Than sinh học và rơm rạ góp phần đưa vào đất với một lượng lớn chất hữu cơ hòa tan. Các chất hữu cơ này rất dễ tạo phức với Cd và làm giảm hàm lượng Cd di động trong đất (Chen and Chen. 2002).

So với các nghiên cứu trước, việc bổ sung than sinh học đã ức chế sự hấp thụ Cd vào cây lúa. Như vậy, kết quả của thí nghiệm này chỉ ra việc bổ sung than sinh học và rơm rạ sẽ làm giảm khả năng hấp thụ Cd trong cây lúa và tích lũy Cd trong hạt gạo.

4. KẾT LUẬN

Kết quả của nghiên cứu cho thấy các vật liệu than sinh học từ trấu và phụ phẩm rơm rạ làm tăng pH đất, tăng hàm lượng Si trong đất và kiểm soát

hàm lượng Cd trong hạt. Trong đó khả năng kiểm soát Cd tích lũy trong gạo theo thứ tự $RS\ 2,5\% < BRH\ 1,25\% + RS\ 1,25\% < BRH\ 2,5\% < \text{các công thức}$ (BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5%-2,5%). Tỷ lệ vật liệu trộn tăng làm hàm lượng Cd tích lũy trong hạt giảm. Với tỷ lệ 5% về trọng lượng, các công thức BRH và RS theo cho kết quả tốt nhất. Hàm lượng Cd trong gạo của các công thức BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5% -2,5% giảm mạnh so với đối chứng từ 82,47 - 83,94%. Tuy nhiên, giữa các công thức BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2,5%-2,5% không có sự khác biệt lớn về hàm lượng Cd trong gạo. Do đó, kết quả thí nghiệm chỉ ra nếu áp dụng tỷ lệ hỗn hợp 2,5% khối lượng của BRH và 2,5% RS trong BRH - BS 2,5%-2,5% hoặc 5% BRH hoặc 5% RS đều cho kết quả tốt nhất trong thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adil, Muhammad Faheem et al. 2020. "Cadmium-Zinc Cross-Talk Delineates Toxicity Tolerance in Rice via Differential Genes Expression and Physiological / Ultrastructural Adjustments." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 190: 110076.
- Banerjee, Aditya, Santanu Samanta, Ankur Singh, and Aryadeep Roychoudhury. 2020. "Deciphering the Molecular Mechanism behind Stimulated Co-Uptake of Arsenic and Fluoride from Soil, Associated Toxicity, Defence and Glyoxalase Machineries in Arsenic-Tolerant Rice." *Journal of Hazardous Materials* 390: 121978.
- Bashir, Saqib et al. 2018. "Efficiency of C3 and C4 Plant Derived-Biochar for Cd Mobility, Nutrient Cycling and Microbial Biomass in Contaminated Soil." *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 100(6).
- Bui, Anh T.K., Lim T. Duong, and Minh N. Nguyen. 2020. "Accumulation of Copper and Cadmium in Soil-Rice Systems in Terrace and Lowland Paddies of the Red River Basin, Vietnam: The Possible Regulatory Role of Silicon." *Environmental Geochemistry and Health* 42(11).
- Catalan, Jordi et al. 2006. "High Mountain Lakes: Extreme Habitats and Witnesses of Environmental Changes." *Limnetica* 25(1-2).
- Etesami, Hassan, and Byoung Ryong Jeong. 2018. "Silicon (Si): Review and Future Prospects on the Action Mechanisms in Alleviating Biotic and Abiotic Stresses in Plants." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 147: 881-96.
- Guerriero, Gea, Jean Francois Hausman, and Sylvain Legay. 2016. "Silicon and the Plant Extracellular Matrix." *Frontiers in Plant Science* 7(APR2016).
- Honma, Masayoshi. 2017. "Agricultural Policy in Japan." In *Handbook of International Food and Agricultural Policies* (In 3 Volumes),.

- Huang, Rong, Muling Lan, Jiang Liu, and Ming Gao. 2017. "Soil Aggregate and Organic Carbon Distribution at Dry Land Soil and Paddy Soil: The Role of Different Straws Returning." *Environmental Science and Pollution Research* 24(36).
- Imtiaz, Muhammad et al. 2016. "Silicon Occurrence, Uptake, Transport and Mechanisms of Heavy Metals, Minerals and Salinity Enhanced Tolerance in Plants with Future Prospects: A Review." *Journal of Environmental Management* 183.
- John Ryan, George Estefan, and Abdul Rashid. 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*.
- Li, G. et al. 2018. "Urban Soil and Human Health: A Review." *European Journal of Soil Science* 69(1).
- Li, Ping et al. 2015. "Silicon Ameliorates Manganese Toxicity by Regulating Both Physiological Processes and Expression of Genes Associated with Photosynthesis in Rice (*Oryza Sativa* L.)." *Plant and Soil* 397(1–2).
- Liang, Yongchao, Wanchun Sun, Yong Guan Zhu, and Peter Christie. 2007. "Mechanisms of Silicon-Mediated Alleviation of Abiotic Stresses in Higher Plants: A Review." *Environmental Pollution* 147(2): 422–28.
- Liang, Yongchao, J. W.C. Wong, and Long Wei. 2005. "Silicon-Mediated Enhancement of Cadmium Tolerance in Maize (*Zea Mays* L.) Grown in Cadmium Contaminated Soil." *Chemosphere* 58(4).
- Lu, Qinhui et al. 2019. "Cadmium Contamination in a Soil-Rice System and the Associated Health Risk: An Addressing Concern Caused by Barium Mining." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 183: 109590.
- Peng, Hao et al. 2019. "Comparisons of Heavy Metal Input Inventory in Agricultural Soils in North and South China: A Review." *Science of The Total Environment* 660: 776–86.
- Sebastian, Abin, and Majeti Narasimha Vara Prasad. 2014. "Cadmium Minimization in Rice. A Review." *Agronomy for Sustainable Development* 34(1).
- Seyfferth, Angelia L. et al. 2016. "Soil Incorporation of Silica-Rich Rice Husk Decreases Inorganic Arsenic in Rice Grain." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(19).
- Shim, Jaehong, Patrick J. Shea, and Byung Taek Oh. 2014. "Stabilization of Heavy Metals in Mining Site Soil with Silica Extracted from Corn Cob." *Water, Air, and Soil Pollution* 225(10).
- Tian, Z Ryan et al. 2012. "Nanowired Drug Delivery to Enhance Neuroprotection in Spinal Cord Injury." *CNS & neurological disorders drug targets* 11(1).
- Wang, Yunxia, Angelika Stass, and Walter J. Horst. 2004. "Apoplastic Binding of Aluminum Is Involved in Silicon-Induced Amelioration of Aluminum Toxicity in Maize." *Plant physiology* 136(3).
- Wu, Wen Zhu, Xin Hua Zhan, and Li Xiang Zhou. 2007. "Effect of Dissolved Organic Matter on Phenanthrene Sorption-Desorption in Soil System." *Huanjing Kexue/Environmental Science* 28(2).
- Xie, L. H. et al. 2017. "The Cadmium and Lead Content of the Grain Produced by Leading Chinese Rice Cultivars." *Food Chemistry* 217: 217–24.
- Yu, Huan Yun et al. 2016. "The Availabilities of Arsenic and Cadmium in Rice Paddy Fields from a Mining Area: The Role of Soil Extractable and Plant Silicon." *Environmental Pollution* 215: 258–65.
- Yuan, Jin Hua, Ren Kou Xu, and Hong Zhang. 2011. "The Forms of Alkalis in the Biochar Produced from Crop Residues at Different Temperatures." *Bioresource Technology* 102(3): 3488–97.

Abstract:
**GROWTH, YIELD AND CADIMI ACCUMULATION IN RICE UNDER CONDITION
OF CONTAMINATED IRRIGATION WATER**

In this study, contaminated paddy soil with Cd concentration of 5.125 ppm was used for the experiment, biochar from rice husk (BRH) and rice straw (RS) were mixed into the soil for the purpose of changing soil properties (increasing pH and Si content) to limit Cd accumulation in grain. The experiment was carried out under the net house conditions, the experimental results showed that the control ability of Cd accumulation in grains in the order $RS\ 2.5\% < BRH\ 1.25\% + RS\ 1.25\% < BRH\ 2.5\% < formulas\ (BRH\ 5\%, BS\ 5\%, BRH - BS\ 2.5\%-2.5\%)$. Formulations of BRH and RS with 5% have the best results. Formulas of BRH 5%, BS 5% and BRH - BS 2.5%-2.5%, there was no significant difference of Cd content in grain. However, the grain Cd of the BRH 5%, BS 5%, BRH - BS 2.5%-2.5% treatments decreased significantly compared with the control from 82.47 - 83.94%. Therefore, applying ratio of 2.5% of BRH and 2.5% RS in BRH - BS 2.5%-2.5% or 5% BRH or 5% RS (w:w) provides good results about the control ability of Cd accumulation in grains.

Keywords: Cd pollutant, limiting Cd accumulation in grain, biochar.

Ngày nhận bài: 13/01/2022

Ngày chấp nhận đăng: 20/02/2022