



RESEARCH ON THE CD ADSORPTION CAPABILITY OF BIOCHAR GENERATED FROM THE BARK OF ACACIA PLANTS IN A WATER ENVIRONMENT

Tran Thi Pha^{1*}, Duong Thi Minh Hoa¹, Phan Thi Thu Hang¹, Nguyen Van Giap², Nguyen Duy Hai¹, Chu Van Ha¹, Nguyen Thi Thuy Linh¹

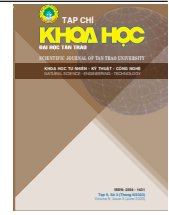
¹Thai Nguyen University of Agriculture and Forestry, Vietnam

²Tan Trao University, Vietnam

Email address: tranthipha@tuaf.edu.vn

<https://doi.org/10.51453/2354-1431/2023/997>

Article info	Abstract
<p>Received: 10/04/2023</p> <p>Revised: 15/06/2023</p> <p>Accepted: 8/8/2023</p>	<p>This paper focuses on studying the effect of pH and time on Cd adsorption capacity in aqueous medium of bio char produced from acacia shell. The results show that pH has an effect on the Cd adsorption capacity of acacia shell bio char which is calcined at different temperatures. The Cd adsorption capacity of them increased sharply when the pH of the solution is increased from 5 to 6. When the pH is increased from 6 to 8, the Cd adsorption capacity is almost unchanged. And in the experimental period from 5 minutes to 60 minutes, the longer the sample shaking time, the higher the Cd adsorption capacity.</p>
<p>Keywords</p> <p>Bio char produced from acacia shell, Aqueous medium, capacity, Cd, pH</p>	



NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG HẤP PHỤ Cd TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC CỦA THAN SINH HỌC ĐƯỢC SẢN XUẤT TỪ VỎ CÂY KEO

Trần Thị Phà^{1*}, Dương Thị Minh Hòa¹, Phan Thị Thu Hằng¹, Nguyễn Văn Giáp², Nguyễn Duy Hải¹, Chu Văn Hà¹, Nguyễn Thị Thùy Linh¹

¹Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên, Việt Nam

²Trường Đại học Tân Trào, Việt Nam

Địa chỉ email: tranthipha@tuaf.edu.vn

<https://doi.org/10.51453/2354-1431/2023/997>

Thông tin bài viết	Tóm tắt
<p>Ngày nhận bài: 10/4/2023</p> <p>Ngày sửa bài: 15/6/2023</p> <p>Ngày duyệt đăng: 8/8/2023</p> <p>Từ khóa</p> <p>Vỏ cây keo, than sinh học, hấp phụ, Cd, pH</p>	<p>Bài báo tập trung nghiên cứu khả năng hấp phụ Cd trong môi trường nước của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo. Kết quả cho thấy pH có ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo được nung ở các nhiệt độ khác nhau. Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo tăng mạnh khi pH dung dịch tăng từ 5 lên 6. Khi pH tăng từ 6 lên 8, dung lượng hấp phụ Cd gần như không thay đổi. Ngoài ra, dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo được nung ở các nhiệt độ khác nhau thì dung lượng hấp phụ cũng khác nhau và trong khoảng thời gian thí nghiệm từ 5 phút đến 60 phút, thời gian lắc càng lâu thì dung lượng hấp phụ Cd càng cao.</p>

1. Mở đầu

Than sinh học là một sản phẩm giàu cacbon thu được khi nhiệt phân các vật liệu hữu cơ như gỗ, phân chuồng, lá cây, phụ phẩm nông nghiệp (rom rạ) ở nhiệt độ (<700°C) trong điều kiện thiếu và không có oxy (Joseph và cộng sự, 2009).

Than sinh học đã được chứng minh là một chất hấp phụ hiệu quả các chất gây ô nhiễm khác nhau, chất hữu cơ và chất vô cơ vì chúng có diện tích bề mặt lớn và có cấu trúc đặc biệt (Jiang và cộng sự, 2012) [7].

Than sinh học đã được công nhận rộng rãi như một ứng cử viên đầy triển vọng cho việc xử lý nước và đất do các tính năng độc đáo và linh hoạt, đặc biệt là để loại bỏ các ion cation (Cu, Pb, Cd, v.v.) trong môi trường nước và đất (Jiang và cộng sự, 2012; Qi và cộng sự, 2022; Wu và cộng sự, 2019) [7], [8].

Than hoạt tính là chất hấp phụ thông thường nhất để loại bỏ ion kim loại nặng trong nước thải nhờ cấu trúc vi biến và bề mặt chức năng hóa học. Tuy nhiên, việc tách than hoạt tính ra khỏi dung dịch nước thải gặp nhiều khó khăn và chi phí cao đã hạn chế việc sử dụng rộng rãi. Gần đây, sự xuất hiện của các vật liệu mới khác nhau cũng cho thấy khả năng cạnh tranh của chúng trong việc loại bỏ ion kim loại nặng. Những vật liệu mới đầy hứa hẹn này thể hiện một số thuộc tính tuyệt vời, chẳng hạn như diện tích bề mặt lớn, độ bền cơ học lớn và độ bền hóa học cao. Trong những năm gần đây, các nhà nghiên cứu đã thực hiện các nghiên cứu về phát triển các chất hấp phụ mới, đặc biệt là các vật liệu có cấu trúc nano như ống nano carbon, graphene, fullerene, MXene và các loại khác (Chai và cộng sự, 2021) [4].

Sự ô nhiễm các kim loại nặng (Cd) trong nước hiện nay là một trong những vấn đề môi trường nghiêm trọng có thể ảnh hưởng đến chất lượng môi trường và sức khỏe con người do khả năng tích tụ sinh học của kim loại nặng, đặc biệt là những khu vực khai thác khoáng sản. Do đó, việc tìm ra các phương pháp để xử lý ô nhiễm kim loại nặng có ý nghĩa rất quan trọng. Hiện nay, đã có rất nhiều phương pháp được áp dụng để xử lý ô nhiễm các kim loại nặng như kết tủa hóa học, hấp phụ, quang xúc tác, xử lý sinh học, trao đổi ion và lọc màng. Trong số các phương pháp này, phương pháp hấp phụ thể hiện hoạt động dễ dàng và hiệu quả loại bỏ cao, là một trong những phương pháp hứa hẹn nhất cho các quy trình xử lý tiên tiến (Huang và cộng sự, 2015) [6].

Vỏ cây keo, một sản phẩm phụ của quá trình chế biến gỗ, được thải bỏ hàng chục triệu tấn mỗi năm. Phần lớn vỏ cây keo được sử dụng làm nhiên liệu rẻ tiền hoặc bị bỏ quên, được chất đống để tự phân huỷ, gây ô nhiễm môi trường, gây lãng phí tài nguyên. Việc tận dụng vỏ cây keo làm vật liệu hấp phụ để loại bỏ chất ô nhiễm sẽ có ý nghĩa lớn về mặt môi trường trong việc giải quyết chất thải bằng chất thải.

2. Đối tượng, nội dung, phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

* Đối tượng nghiên cứu:

- Vật liệu hấp phụ: than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo. Vỏ cây keo được cắt nhỏ, cho vào chén sứ, đập dập, nung ở nhiệt độ 300°C, 400°C, 500°C trong 1 giờ.

- Nước chứa Cd: dung dịch Cd được pha bằng nước cất 2 lần tại phòng thí nghiệm.

* **Phạm vi nghiên cứu:** nghiên cứu ảnh hưởng của pH, thời gian hấp phụ và nồng độ Cd đầu vào để khả năng hấp phụ Cd của các vật liệu hấp phụ.

2.2. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ Cd trong môi trường nước của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian hấp phụ đến khả năng hấp phụ Cd trong môi trường nước của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phương pháp kế thừa

- Thu thập, kế thừa các tài liệu, tư liệu, sách báo trong và ngoài nước, các công trình nghiên cứu có liên quan đến vật liệu hấp phụ từ tự nhiên trong xử lý KLN.

- Tổng hợp tài liệu: thu thập số liệu và tổng hợp tài liệu có liên quan đến việc xử lý kim loại nặng trong nước.

2.3.2. Bố trí thí nghiệm

- Thí nghiệm 1: Nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ Cd trong môi trường nước của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo.

4 công thức thí nghiệm: pH = 5, 6, 7, 8 và 3 lần nhắc lại, thí nghiệm bố trí kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn.

- Thí nghiệm 2: Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian hấp phụ đến khả năng hấp phụ Cd trong môi trường nước của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo.

4 công thức thí nghiệm: t = 5, 10, 20, 40 phút và 3 lần nhắc lại, thí nghiệm bố trí kiểu ngẫu nhiên hoàn toàn.

2.3.3. Phương pháp lấy mẫu và phân tích

- Phương pháp lấy mẫu: Mẫu sau khi thí nghiệm được lọc qua giấy lọc và mang đi phân tích.

- Phương pháp phân tích: Mẫu được phân tích bằng máy ICP tại phòng thí nghiệm Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên.

2.3.4. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm SAS để tính giá trị trung bình, độ lệch chuẩn từ số liệu thô thu được từ kết quả của các thí nghiệm, sau đó tính dung lượng hấp phụ

* Tính toán dung lượng hấp phụ Cd:

Dung lượng hấp phụ (q) là lượng chất bị hấp phụ (độ hấp phụ) bởi 1 gam vật liệu hấp phụ được tính theo công thức (Lê Văn Cát, 1999) (Lê Văn Cát, 2002) (Hoàng Nhâm, 2002) [1] [2]:

$$q = \frac{V \cdot (C_0 - C)}{m}$$

Trong đó:

q là lượng chất bị hấp phụ (mg/g).

C₀ là nồng độ Cd ban đầu (mg/L)

C là và nồng độ Cd sau thí nghiệm (mg/L).

V là thể tích dung dịch (L).

m là khối lượng vật liệu hấp phụ (g).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ Cd của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo

Để khảo sát ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ Cd của than sinh học được xuất từ vỏ keo, đề tài tiến hành thí nghiệm với 4 công thức (pH = 5, 6, 7, 8), 3 lần nhắc lại với các loại than sinh học được nung ở các nhiệt độ khác nhau, thí nghiệm được thực hiện với nồng độ Cd ban đầu là 100 mg/l, thời gian lắc là 60 phút, kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 3.1 dưới đây

Bảng 3.1. Ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ và dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo

Công thức	Than sinh học được nung ở 300°C	Than sinh học được nung ở 400°C	Than sinh học được nung ở 500°C
<i>Hàm lượng Cd trong nước sau khi được xử lý bằng than sinh học vỏ cây keo (mg/l)</i>			
CT1	62,45 ± 0,34 ^a	63,26 ± 0,29 ^a	61,64 ± 0,70 ^a
CT2	55,74 ± 0,78 ^b	56,92 ± 0,81 ^b	53,48 ± 0,44 ^b
CT3	55,97 ± 0,59 ^b	56,72 ± 0,38 ^b	53,29 ± 0,66 ^b
CT4	55,56 ± 0,13 ^b	56,47 ± 0,16 ^b	52,74 ± 0,66 ^b
<i>Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo (mg/g)</i>			
CT1	22,53	22,04	23,02
CT2	26,55	25,85	27,91
CT3	26,42	25,97	28,03
CT4	26,66	26,12	28,36

(Nguồn: Kết quả thí nghiệm và xử lý)

Qua bảng 3.1 ta thấy, hàm lượng Cd trong nước giảm mạnh ở tất cả các công thức thí nghiệm, tất cả các loại than sinh học được nung ở các nhiệt độ khác nhau.

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 300°C, hàm lượng Cd giảm xuống còn 62,45 ± 0,34 mg/l (pH = 5); 55,74 ± 0,78 mg/l (pH = 6); 55,97 ± 0,59 mg/l (pH = 7); 55,56 ± 0,13 mg/l (pH = 8).

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 400°C, hàm lượng Cd giảm xuống còn 63,26 ± 0,29 mg/l (pH = 5); 56,92 ± 0,81 mg/l (pH = 6); 56,72 ± 0,38 mg/l (pH = 7); 56,47 ± 0,16 mg/l (pH = 8). So với than sinh học vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C, hàm lượng Cd ở các công thức sau thí nghiệm có xu hướng cao hơn, nghĩa là mức độ xử lý thấp hơn.

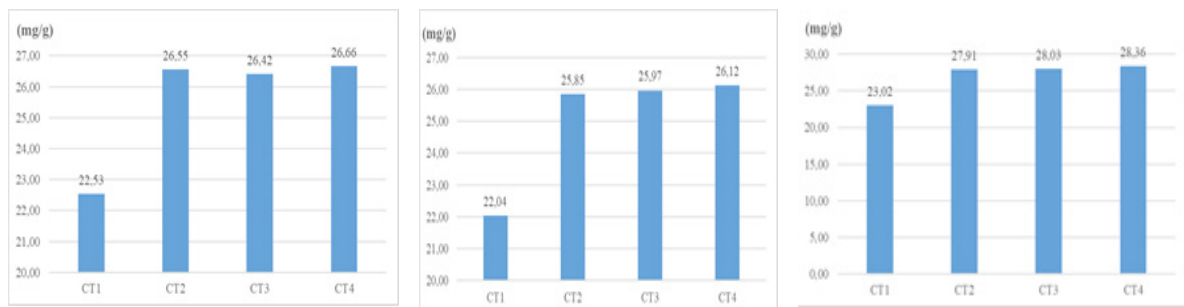
Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 500°C, hàm lượng Cd giảm xuống còn 61,64 ± 0,70

mg/l (pH = 5); 53,48 ± 0,44 mg/l (pH = 6); 53,29 ± 0,66 mg/l (pH = 7); 52,74 ± 0,66 mg/l (pH = 8). So với than sinh học vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C và 400°C, hàm lượng Cd ở các công thức thí nghiệm có xu hướng thấp nhất, cho hiệu quả xử lý cao nhất.

Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo ứng với các mức pH khác nhau dao động từ 22,04 mg/g - 28,36 mg/g.

Ở cả 3 loại vật liệu, pH = 5 cho dung lượng hấp phụ Cd thấp nhất và dung lượng hấp phụ Cd tăng mạnh khi pH tăng lên 6. Sau đó ở các mức pH = 7, 8 dung lượng hấp phụ Cd trong dung dịch tăng không đáng kể. Qua đó ta có thể thấy pH = 6 là pH tối ưu cho quá trình hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo. Kết quả này tương tự như kết quả nghiên cứu khả năng hấp phụ Cd của than sinh học lá thông (Huỳnh Phương Thảo, 2021) [3].

Ảnh hưởng của pH đến dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ khác nhau



a. Than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C b. Than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 400°C c. Than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 500°C

Hình 3.1. Ảnh hưởng của pH đến dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo

Theo bảng 3.1 và hình 3.1 cho thấy:

+ Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo ở nhiệt độ 300°C khi pH = 5 đạt 22,53 mg/g; pH = 6 đạt 26,55 mg/g; pH = 7 đạt 26,42 mg/g và pH = 8 đạt 26,66 mg/g. Dung lượng hấp phụ của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo ở nhiệt độ 300°C tăng mạnh khi pH của dung dịch thay đổi từ 5 lên 6. Ở các giá trị pH = 6, 7, 8, dung lượng hấp phụ gần như không đổi. pH tối ưu cho quá trình hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo ở nhiệt độ 300°C là pH = 6, tương tự với kết quả nghiên cứu khả năng hấp phụ Cd của than sinh học lá thông (Huỳnh Phương Thảo, 2021).

+ Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 400°C khi pH = 5 đạt 22,04 mg/g; pH = 6 đạt 25,85 mg/g; pH = 7 đạt 25,97 mg/g và pH = 8 đạt 26,12 mg/g. So với dung lượng hấp phụ của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C, dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 400°C có xu hướng giảm. Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo ở nhiệt độ 400°C tăng mạnh khi pH của dung dịch thay đổi từ 5 lên 6. Ở các giá trị pH = 6, 7, 8, dung lượng hấp phụ gần như không đổi. pH tối ưu cho quá trình hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo ở nhiệt độ 400°C là pH = 6, tương tự như kết quả nghiên cứu với than sinh học vỏ cây keo được nung ở nhiệt độ 300°C.

+ Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 500°C khi pH = 5 đạt 23,02 mg/g; pH = 6 đạt 27,91 mg/g; pH = 7 đạt 28,03 mg/g và pH = 8 đạt 28,36 mg/g. So với dung lượng hấp phụ của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C và 400°C, dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 500°C là cao nhất. Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo ở nhiệt độ 500°C cũng tăng mạnh khi pH của dung dịch thay đổi từ 5 lên 6. Ở các giá trị pH = 6, 7, 8, dung lượng hấp phụ gần như không đổi. pH tối ưu cho quá trình hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo ở nhiệt độ 500°C là pH = 6, tương tự như kết quả nghiên cứu với than sinh học vỏ cây keo được nung ở nhiệt độ 300°C và 400°C

3.2. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ Cd của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo

Để khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ Cd của than sinh học được xuất từ vỏ keo, đề tài tiến hành thí nghiệm với 5 công thức (thời gian lắc = 5, 10, 20, 40 và 60 phút), 3 lần nhắc lại với các loại than sinh học được nung ở các nhiệt độ khác nhau, thí nghiệm được thực hiện với nồng độ Cd ban đầu là 100 mg/l, kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 3.2.

Bảng 3.2. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ và dung tích hấp phụ Cd của than sinh học được sản xuất từ vỏ cây keo

Công thức	Than sinh học được nung ở 300°C	Than sinh học được nung ở 400°C	Than sinh học được nung ở 500°C
<i>Hàm lượng Cd trong nước sau khi được xử lý bằng than sinh học vỏ cây keo (mg/l)</i>			
CT1	93,22 ± 0,29 ^a	93,45 ± 0,40 ^a	92,55 ± 0,45 ^a
CT2	83,52 ± 0,65 ^b	84,85 ± 0,08 ^b	82,85 ± 0,08 ^b
CT3	74,56 ± 0,47 ^c	73,23 ± 0,48 ^c	72,56 ± 0,47 ^c
CT4	65,80 ± 0,90 ^d	64,80 ± 0,90 ^d	63,13 ± 0,61 ^d
CT5	55,78 ± 0,64 ^e	57,68 ± 0,39 ^e	53,18 ± 0,42 ^e
Dung tích hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo (mg/g)			
CT1	4,07	3,93	4,47
CT2	9,89	9,09	10,29
CT3	15,26	16,06	16,46
CT4	20,52	21,12	22,12
CT5	26,53	25,39	28,09

(Nguồn: Kết quả thí nghiệm và xử lý)

Qua bảng 3.2 ta thấy, thời gian hấp phụ có ảnh hưởng đến khả năng xử lý Cd trong nước. Hàm lượng Cd trong nước giảm mạnh ở tất cả các công thức thí nghiệm, tất cả các loại than sinh học được nung ở các nhiệt độ khác nhau. Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài, thời gian lọc từ 5 phút đến 60 phút thì ta thấy, thời gian lọc càng lâu thì hàm lượng Cd trong nước còn lại càng thấp.

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 300°C, hàm lượng Cd giảm xuống còn 93,22 ± 0,29 mg/l (sau 5 phút lọc mẫu); 83,52 ± 0,65 mg/l (sau 10 phút lọc mẫu); 74,56 ± 0,47 mg/l (sau 20 phút lọc mẫu); 65,80 ± 0,90 mg/l (sau 40 phút lọc mẫu) và 55,78 ± 0,64 mg/l (sau 60 phút lọc mẫu).

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 400°C, hàm lượng Cd giảm xuống còn 93,45 ± 0,40 mg/l (sau 5 phút lọc mẫu); 84,85 ± 0,08 mg/l (sau 10 phút lọc mẫu); 73,23 ± 0,48 mg/l (sau 20 phút lọc mẫu); 64,80 ± 0,90 mg/l (sau 40 phút lọc mẫu) và 57,68 ± 0,39 mg/l (sau 60 phút lọc mẫu).

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 500°C, hàm lượng Cd giảm xuống còn 92,55 ± 0,45 mg/l (sau 5 phút lọc mẫu); 82,85 ± 0,08 mg/l (sau 10 phút lọc mẫu); 72,56 ± 0,47 mg/l (sau 20 phút lọc mẫu);

63,13 ± 0,61 mg/l (sau 40 phút lọc mẫu) và 53,18 ± 0,42 mg/l (sau 60 phút lọc mẫu). So với than sinh học vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C và 400°C, hàm lượng Cd ở các công thức thí nghiệm có xu hướng thấp nhất, cho hiệu quả xử lý cao nhất.

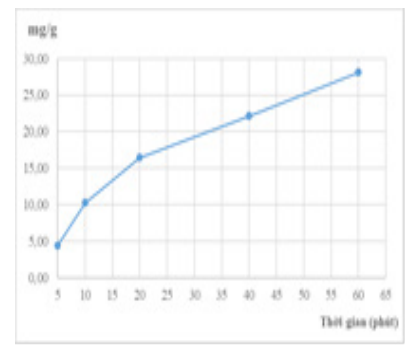
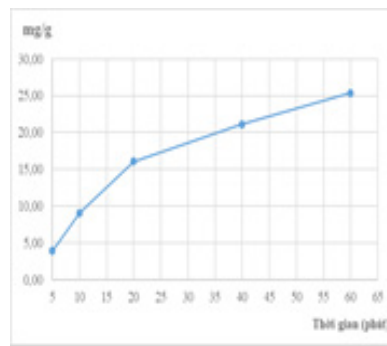
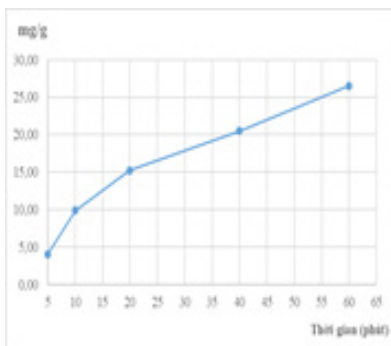
Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo ứng với các thời gian khác nhau là khác nhau. Kết quả này tương tự như kết quả nghiên cứu Huỳnh Phương Thảo (2021); Deng và cộng sự (2017) [3] [5].

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 300°C, dung lượng hấp phụ Cd tăng từ 4,07 mg/g đến 26,53 mg/g khi thời gian lọc tăng từ 5 phút lên 60 phút.

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 400°C, dung lượng hấp phụ Cd tăng từ 3,93 mg/g đến 25,39 mg/g khi thời gian lọc tăng từ 5 phút lên 60 phút.

Đối với than sinh học vỏ cây keo được nung ở 500°C, dung lượng hấp phụ Cd tăng từ 4,47 mg/g đến 28,09 mg/g khi thời gian lọc tăng từ 5 phút lên 60 phút.

- Ảnh hưởng của thời gian đến dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung khi nhiệt độ thay đổi



3.2.a. Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C

3.2.b. Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 400°C

3.2.c. Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 500°C

Hình 3.2. Ảnh hưởng của thời gian đến dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung khi nhiệt độ thay đổi

Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C sau khi lọc mẫu 5 phút đạt 4,07 mg/g; sau 10 phút đạt 9,89 mg/g; sau 20 phút đạt 15,26 mg/g; sau 40 phút đạt 20,52 mg/g và sau 60 phút đạt 26,53 mg/g.

Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 400°C sau khi lọc mẫu 5 phút đạt 3,93 mg/g; sau 10 phút đạt 9,09 mg/g; sau 20 phút đạt 16,06 mg/g; sau 40 phút đạt 21,12 mg/g và sau 60 phút đạt 25,39 mg/g.

Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 500°C sau khi lọc mẫu 5 phút đạt 4,47 mg/g; sau 10 phút đạt 10,29 mg/g; sau 20 phút đạt 16,46 mg/g; sau 40 phút đạt 22,12 mg/g và sau 60 phút đạt 28,09 mg/g.

Tương tự như than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung ở nhiệt độ 300°C, 400°C và 500°C, dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học sản xuất từ vỏ cây keo nung

ở nhiệt độ 300°C, 400°C và 500°C cũng tăng mạnh khi khi thời gian lắc tăng.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã đưa ra được, pH có ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo được nung ở các nhiệt độ khác nhau. Dung lượng hấp phụ của than sinh học vỏ cây keo tăng mạnh khi pH dung dịch tăng từ 5 lên 6. Khi pH tăng từ 6 lên 8, dung lượng hấp phụ Cd gần như không thay đổi. Dung lượng hấp phụ Cd của than sinh học vỏ cây keo được nung ở các nhiệt độ khác nhau tăng khi thời gian hấp phụ tăng từ 5 phút đến 60 phút.

REFERENCES

[1] Cat, V. (1999). *Water treatment technology and chemical foundations*, Youth Publishing House, Hanoi.

[2] Nham, H. (2002). *2nd edition of inorganic chemistry*, Education Publishing House, Hanoi.

[3] Thao, H.P (2021). Analytical chemistry doctoral dissertation from Da Lat University: “*Study on the Adsorption Capacity of Some Heavy Metal Ions (As⁵⁺/As³⁺, Cr⁶⁺/Cr³⁺, Pb²⁺, Cd²⁺) in Aqueous Environment by the Three-Leaf Pine Needles*”.

[4] Chai, W. S., Cheun, J. Y., Kumar, P. S., Mubashir, M., Majeed, Z., Banat, F., ... & Show, P. L. (2021). A review on conventional and novel materials towards

heavy metal adsorption in wastewater treatment application. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126589.

[5] Deng, J., Liu, Y., Liu, S., Zeng, G., Tan, X., Huang, B., ... & Yan, Z. (2017). Competitive adsorption of Pb (II), Cd (II) and Cu (II) onto chitosan-pyromellitic dianhydride modified biochar. *Journal of colloid and interface science*, 506, 355-364.

[6] Huang, G., Wang, D., Ma, S., Chen, J., Jiang, L., & Wang, P. (2015). A new, low-cost adsorbent: Preparation, characterization, and adsorption behavior of Pb (II) and Cu (II). *Journal of colloid and interface science*, 445, 294-302.

[7] Jiang J., Xu R. K., Jiang T. Y., Li Z. (2012), “Immobilization of Cu (II), Pb (II) and Cd (II) by the addition of rice straw derived biochar to a simulated polluted Ultisol”, *Journal of Hazardous Materials* 229-230, pp. 145 - 150.

[8] Jiang, J., Xu, R. K., Jiang, T. Y., & Li, Z. (2012). Immobilization of Cu (II), Pb (II) and Cd (II) by the addition of rice straw derived biochar to a simulated polluted Ultisol. *Journal of hazardous materials*, 229, 145-150