



Nghiên cứu khả năng hấp phụ Arsenazo(III) và xanh methylen trong dung dịch nước bằng xơ dừa đã qua xử lý

Lê Võ Triệu Vy, Võ Văn Tân, Nguyễn Phạm Thanh Nga, Lê Hữu Đức, Nguyễn Uyên Vy, Trần Xuân Nghĩa

Khoa Hóa học, Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình xử lý:

Ngày nhận bài: 27/02/2025

Ngày nhận bản chỉnh sửa: 07/4/2025

Ngày nhận đăng: 14/4/2025

Ngày xuất bản: 20/10/2025

Từ khóa:

Arsenazo (III)

Xanh methylen

Hấp phụ

Xơ dừa xử lý

TÓM TẮT

Arsenazo (III) và xanh methylene trong dung dịch nước đã được hấp phụ bằng vật liệu xơ dừa xử lý với dung dịch HCl; HNO₃; NaOH. Vật liệu hấp phụ tốt nhất là xơ dừa xử lý bằng dung dịch HNO₃ 0,1 M với thời gian ngâm là 30 phút. Hiệu suất hấp phụ xanh methylene của vật liệu này là 92%. Bên cạnh đó, vật liệu xơ dừa xử lý bằng dung dịch HNO₃ 0,1 M cũng cho thấy khả năng hấp phụ arsenazo (III) rất tốt, với hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) là 96%, dung lượng hấp phụ cực đại là 25,20 mg/g và tuân theo phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir. Nghiên cứu này, chứng minh tiềm năng ứng dụng của vật liệu từ xơ dừa với giá thành thấp, thân thiện môi trường trong xử lý các chất gây ô nhiễm.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, kinh tế xã hội nước ta ngày càng tăng trưởng, nhiều tỉnh thành đã có các ngành công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp và các làng nghề phát triển với tốc độ và quy mô lớn. Rất nhiều chủng loại hàng hóa, từ dân dụng hằng ngày cho đến những hàng công nghiệp và hóa chất, được sản xuất rất nhiều để xuất khẩu và tiêu dùng trong nước. Các khu công nghiệp, làng nghề cũng như các cơ sở sản xuất đã chú trọng xử lý tất cả những chất thải rắn, lỏng, khí... Vấn đề xử lý triệt để các chất thải công nghiệp, đặc biệt là các chất độc hại như: mercury, lead, cadimium, chromium, arsen và các hợp chất hữu cơ khó phân hủy có trong nước thải (Võ, 2022; Alam et al., 2018) với phương pháp đơn giản và chi phí thấp, nhằm hạn chế thấp nhất ô nhiễm môi trường ảnh hưởng đến đời sống và sức khỏe, là việc chung của cơ quan nhà nước các cấp chính quyền và cả người dân (Đỗ et al., 2016; Lê et al., 2008).

Arsenazo (III) hay 2,7-Bis(2-arsenophenylazo)-1,8-dihydroxynaphthalene-3,6-disulfonic acid, là một loại thuốc nhuộm azo tổng hợp có phối tử vòng càng tạo thành phức có màu sắc và bền với các cation kim loại nặng. Do tính chất vòng càng, arsenazo (III) được sử dụng rộng rãi trong quá trình xác định quang phổ của các nguyên tố đất hiếm và actinides trong các mẫu môi trường. Nó còn được sử dụng rộng rãi trong các phòng thí nghiệm y tế để xác định calcium trong huyết tương, huyết thanh và nước tiểu của con người. Arsenazo (III) là một hợp chất nguy hiểm, đặc biệt đối với các hệ sinh vật dưới nước, có thể gây ung thư đường hô hấp, hệ tiêu hóa và da. Hơn nữa, arsenazo (III), cũng như các arsen hữu cơ khác, có thể được tích lũy trong các mô của sinh vật sống. Xử lý chất thải không phù hợp có thể dẫn đến ô nhiễm nước tự nhiên bởi arsenazo (III). Trong điều kiện môi trường thuận lợi, arsenazo (III) có thể phân hủy thành các hợp chất arsen độc hơn. Vì vậy, việc loại bỏ hiệu quả arsenazo (III) khỏi nước thải phòng thí nghiệm là một vấn đề cần thiết.

Xanh methylene, còn được gọi là methylthioninium chloride, là một loại thuốc chữa bệnh kiềm thuốc nhuộm. Trong y tế nó được sử dụng chủ yếu để điều trị bệnh tăng methemoglobin huyết, trước đây còn được sử dụng để điều trị ngộ độc cyanide và nhiễm trùng đường tiết niệu, nhưng việc sử dụng thuốc này không

Tác giả liên hệ: Võ Văn Tân;

Địa chỉ e-mail: vovantan@dhsphue.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.26459/jse.071.2025>

còn được khuyến khích, vì có các phản ứng phụ thường gặp bao gồm nhức đầu, nôn mửa, nhầm lẫn, thờ đốc, và huyết áp cao. Xanh methylene còn là loại thuốc nhuộm thiazine: cơ chế hoạt động bằng cách chuyển đổi Fe^{3+} trong hemoglobin thành Fe^{2+} . Trong nuôi trồng thủy sản xanh methylene được sử dụng để điều trị nhiễm nấm cho tôm, cá nuôi trong ao hồ. Nó thường được sử dụng để bảo vệ trứng cá bị nhiễm nấm hoặc vi khuẩn.

Các phương pháp hoá học, hoá lý có thể xử lý nước nhiễm arsenazo (III) và xanh methylene như: Kết tủa, hấp thụ, hấp phụ, trao đổi ion, oxi hoá khử, tạo phức, keo tụ, sa lắng, lọc màng và thẩm thấu ngược (Lê et al., 2008; Igwe et al., 2005). Tùy theo yêu cầu cụ thể mà chọn phương pháp xử lý đơn lẻ hay tổ hợp. Trong đó hấp phụ là phương pháp có nhiều ưu điểm và đang được sử dụng rộng rãi vì các vật liệu sử dụng làm chất hấp phụ tương đối phong phú, dễ điều chế và không đắt tiền, cũng như không đưa thêm vào môi trường các chất độc hại khác (Võ, 2022; McSweeney et al., 2006). Các vật liệu sử dụng làm chất hấp phụ có thể là oxide kim loại có kích thước nanomet, than hoạt tính, đá ong hay các chất tự nhiên như xơ dừa xử lý... (Võ, 2022; Maiti et al., 2010).

Các vật liệu xơ dừa, trấu, vỏ các loại đậu, bã mía, than bùn, gỗ dương... (Võ, 2022; Lê et al., 2008), (Adesola Babarinde et al., 2006; McSweeney et al., 2006) đã được nghiên cứu cho thấy có khả năng tách các kim loại nặng hòa tan trong nước nhờ vào cấu trúc nhiều lỗ xốp và thành phần gồm các polymer như cellulose, hemicelluloses, pectin, lignin và protein. Các polymer này có thể hấp phụ nhiều loại chất tan đặc biệt là các ion kim loại hóa trị hai. Các hợp chất polyphenol như tannin, lignin trong gỗ được cho là những thành phần hoạt động có thể hấp phụ các kim loại nặng. Reddad (2002) cho rằng các vị trí anionic phenolic trong lignin có ái lực mạnh đối với các kim loại nặng. Mykola (1999) cũng chứng tỏ rằng các nhóm galacturonic acid trong peptide là những vị trí liên kết mạnh với các cation. Các nhóm hydroxyl trên cellulose cũng đóng một vai trò quan trọng trong khả năng trao đổi ion của các lignocelluloses. Bản thân các nhóm này có khả năng trao đổi yếu vì liên kết -OH ở đây phân cực chưa đủ mạnh. Nhiều biện pháp biến tính đã được công bố như oxi hóa các nhóm hydroxyl thành các nhóm chức acid hoặc sulfo hóa bằng sulfuric acid (Igwe et al., 2005).

Xơ dừa chứa một hàm lượng khoảng 43% cellulose, đây là một loại polymer tự nhiên được tạo thành từ glucose với các nhóm hydroxyl sơ cấp và thứ cấp phổ biến mà cây dừa tổng hợp nên. Xơ dừa cũng chứa 45 % hàm lượng lignin, loại này có mạng lưới cấu trúc là methoxy và các nhóm hydroxyl tự do. Cả hai hợp chất này đều có khả năng hấp phụ các ion kim loại nặng. Ngoài ra xơ dừa xử lý, được giải thích là do sự hình thành của nhóm cacboxylic acid nhờ xử lý oxi hóa nên có khả năng xử lý ion kim loại nặng và các chất hữu cơ tốt hơn.

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi sử dụng xơ dừa xử lý làm vật liệu hấp phụ, nhằm hấp phụ xử lý arsenazo (III) và xanh methylene có trong dung dịch.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất, nguyên liệu

- Các loại hóa chất sử dụng (hãng Merck) đều có độ tinh khiết phân tích: HCl 0,1 M, HNO₃ 0,1 M, NaOH 0,1 M, arsenazo (III), xanh methylene (MB) và một số hóa chất khác.
- Xơ dừa có nguồn gốc tại Thành Phố Huế.

2.2. Thiết bị và phương pháp nghiên cứu

Phổ UV-Vis được ghi trên máy SHIMADZU, model UV 1800, Nhật Bản để xác định nồng độ dung dịch Arsenazo(III) và MB; phổ hồng ngoại được đo trên máy PRESIRE SHIMADZU, tại khoa Hóa học, trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế.

2.3. Xử lý vật liệu

Xơ dừa được tách ra từ quả dừa tươi, xé thành sợi nhỏ đường kính $\leq 1,0$ mm, cắt ngắn 1 cm, sấy khô, gọi là xơ dừa thô. Sau đó xử lý xơ dừa thô thành 3 loại sau

- Ngâm xơ dừa thô bằng dung dịch HCl 0,1 M với tỷ lệ khối lượng thể tích 1:1, trong 5 phút, sau đó rửa sạch ion H⁺ còn dư bằng nước cất cho đến pH = 7 và sấy khô, rồi bảo quản trong túi nylon.
- Ngâm xơ dừa thô bằng dung dịch HNO₃ 0,1 M với tỷ lệ khối lượng thể tích 1:1, trong 5 phút, sau đó rửa sạch ion H⁺ còn dư bằng nước cất cho đến pH = 7 và sấy khô, rồi bảo quản trong túi nylon.
- Ngâm xơ dừa thô bằng dung dịch NaOH 0,1 M với tỷ lệ khối lượng thể tích 1:1, trong 5 phút, sau đó rửa sạch ion OH⁻ còn dư bằng nước cất cho đến pH = 7 và sấy khô, rồi bảo quản trong túi nylon.

2.4. Khảo sát khả năng hấp phụ arsenazo(III) của vật liệu

Sử dụng lượng vật liệu hấp phụ là 1,000 g xơ dừa thích hợp cho vào cột sắc ký, sau đó cho dung dịch arsenazo (III) có nồng độ biết trước vào cột sắc ký với điều kiện, thời gian phù hợp bằng cách điều chỉnh

khóa của cột sắc ký. Cuối cùng hứng lấy dung dịch arsenazo (III) còn dư chảy ra và xác định nồng độ arsenazo (III) còn lại bằng phổ UV-Vis ở bước sóng 550 nm để tính lượng arsenazo (III) đã được hấp phụ trên vật liệu.

- Dung lượng hấp phụ Q của vật liệu được tính theo phương trình (1):

$$Q = \frac{C_0 - C_{cb}}{m} \cdot V \quad (1)$$

Trong đó:

Q : dung lượng hấp phụ arsenazo (III) của xơ dừa (mg/g)

C_0 : nồng độ arsenazo (III) ban đầu (g/L)

C_{cb} : nồng độ arsenazo (III) khi cân bằng hấp phụ được thiết lập (g/L)

m : lượng vật liệu xơ dừa dùng trong thí nghiệm hấp phụ (g)

V : thể tích dung dịch arsenazo (III) trong mỗi thí nghiệm (L)

- Hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) $H\%$ được tính theo phương trình:

$$H \% = \frac{C_0 - C_{cb}}{C_0} \cdot 100 \quad (2)$$

Từ các kết quả thu được, tiến hành xây dựng phương trình hồi quy tuyến tính bằng phần mềm chuyên dụng Origin 6.0 để xác định các hằng số của phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir và Freundlich.

2.5. Khảo sát khả năng hấp phụ xanh methylen của vật liệu

Lấy 1,000 g xơ dừa thích hợp cho vào cột sắc ký tương tự trường hợp trên, sau đó cho dung dịch MB có nồng độ biết trước vào cột sắc ký với điều kiện, thời gian phù hợp bằng cách điều chỉnh khóa của cột sắc ký. Cuối cùng hứng lấy dung dịch MB còn dư chảy ra và xác định nồng độ MB còn lại bằng phổ UV-VIS ở bước sóng 650 nm để tính lượng MB đã được hấp phụ trên vật liệu.

Hiệu suất khả năng hấp phụ MB ($H\%$) được tính theo công thức (2).

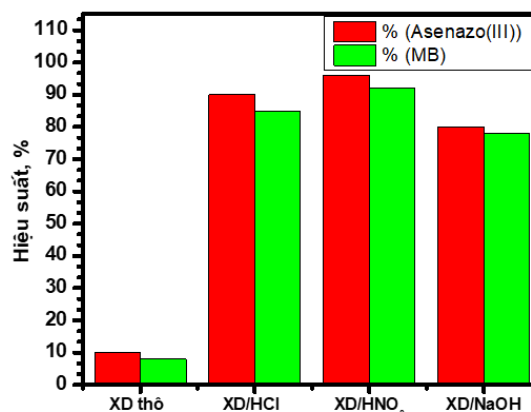
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu xử lý xơ dừa

Qua các thí nghiệm thăm dò khả năng hấp phụ arsenazo (III) và MB trong dung dịch nước bằng xơ dừa thô ở các điều kiện bình thường (XD thô hình 1), nhận thấy khả năng hấp phụ arsenazo (III) cũng như MB có hiệu suất hấp phụ yếu, vào khoảng 9,8 % và 8,4 % trong khoảng thời gian 30 phút. Do đó để nâng cao hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB trong dung dịch, chúng tôi khảo sát xử lý xơ dừa thô, để tăng hiệu quả quá trình hấp phụ arsenazo (III) và MB trong dung dịch nước được tốt hơn với khoảng thời gian nhanh hơn.

Hiệu suất quá trình hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng các loại xơ dừa thô; xơ dừa xử lý bởi HCl 0,1 M; HNO₃ 0,1 M; NaOH 0,1 M được trình bày trên hình 1. Từ kết quả nghiên cứu khả năng hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng các loại xơ dừa thô; xơ dừa xử lý bởi HCl 0,1 M; xơ dừa xử lý bởi HNO₃ 0,1 M; xơ dừa xử lý bởi NaOH 0,1 M trên hình 1. Có thể thấy khi xử lý xơ dừa thô bằng dung dịch HNO₃ 0,1 M trong khoảng thời gian 30 phút, để hấp phụ arsenazo (III) và MB thì cho hiệu suất khoảng 96% và 92% là lớn hơn các loại: xơ dừa thô, xơ dừa xử lý bởi HCl và xơ dừa xử lý bởi NaOH.

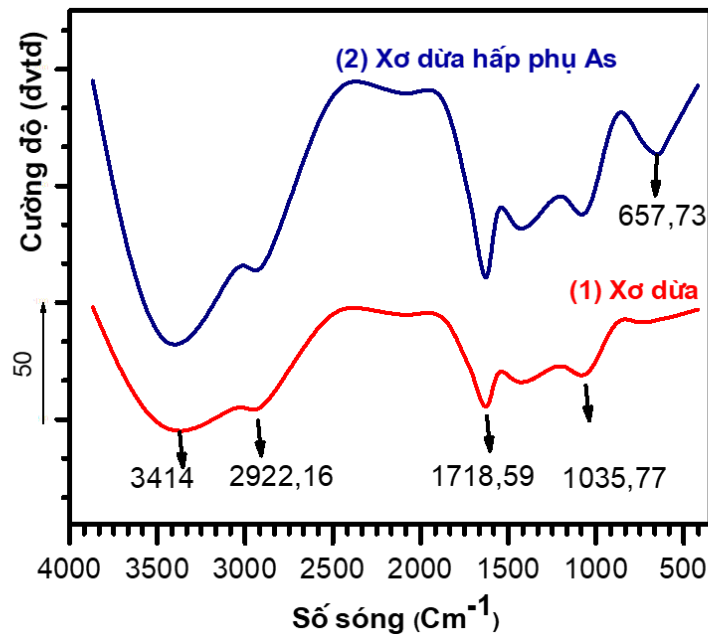
Vì vậy chúng tôi chọn loại xơ dừa xử lý bằng dung dịch HNO₃ 0,1 M để nghiên cứu tiếp các thí nghiệm tiếp theo.



Hình 1. Hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng các loại xơ dừa thô; xơ dừa xử lý bởi HCl; xơ dừa xử lý bởi HNO₃ và xơ dừa xử lý bởi NaOH.

3.2. Phổ hồng ngoại của xơ dừa

Kết quả phổ hồng ngoại của xơ dừa xử lý bởi dung dịch HNO₃ và xơ dừa xử lý bởi dung dịch HNO₃ đã hấp phụ arsenazo (III) được trình bày trên hình 2.



Hình 2. Phổ hồng ngoại của xơ dừa xử lý và xơ dừa xử lý đã hấp phụ arsenazo (III).

- Phổ hồng ngoại của xơ dừa xử lý bởi dung dịch HNO₃ (hình 2 (1)) xuất hiện peak ở 3414,00 cm⁻¹ đặc trưng cho hấp thụ ν(OH) trong cellulose. Peak 2922,16 cm⁻¹ đặc trưng cho hấp thụ biến dạng ν(OH) trong các hợp chất hữu cơ khác như lignin có trong xơ dừa. Các peak ở 1718,59 cm⁻¹ đặc trưng cho sự dao động của các nhóm carbonyl và peak 1035,77 cm⁻¹ của nhóm methoxy và đến các nhóm hydroxyl tự do... có trong xơ dừa.

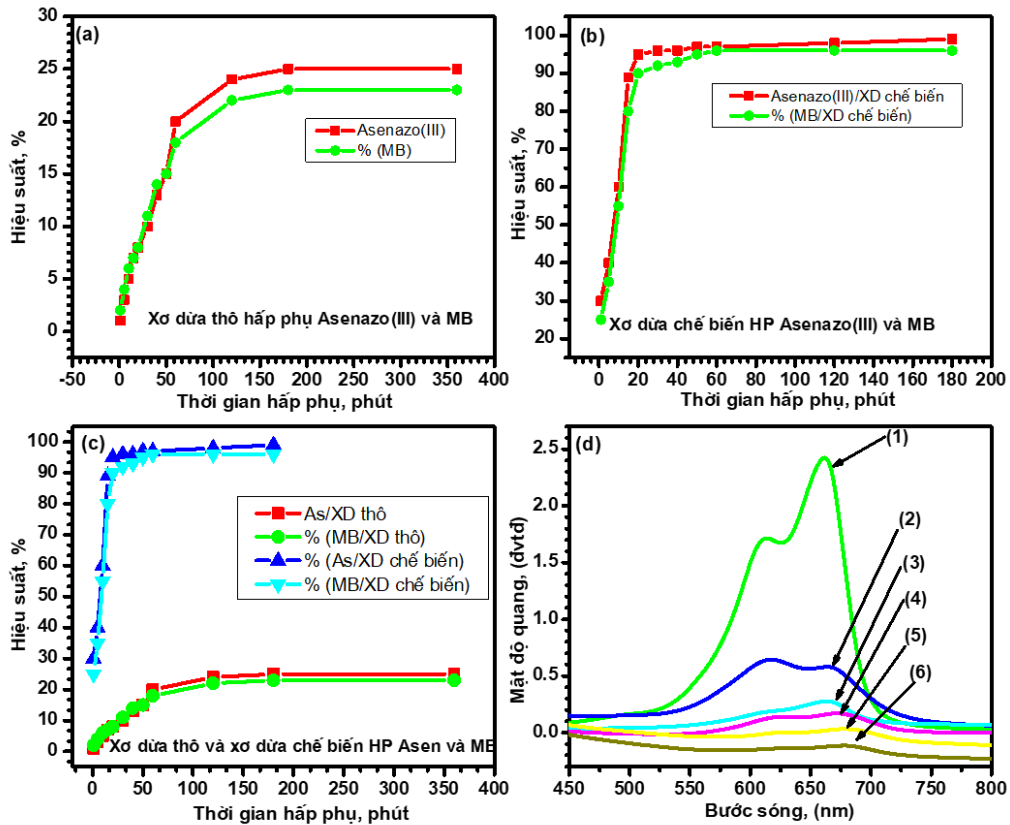
- Phổ hồng ngoại của xơ dừa xử lý bởi dung dịch HNO₃ đã hấp phụ arsenazo (III) (hình 2 (2)) tương tự như phổ hồng ngoại của xơ dừa xử lý bởi dung dịch HNO₃. Tuy nhiên, trong phổ hồng ngoại của xơ dừa xử lý bởi dung dịch HNO₃ đã hấp phụ arsenazo (III) xuất hiện thêm peak 657,73 cm⁻¹ đặc trưng cho dao động của liên kết arsenazo (III) với các hợp chất hữu cơ trong xơ dừa (Nguyễn, 2001). Điều này chứng tỏ arsenazo (III) đã được hấp phụ lên xơ dừa xử lý này.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ của xơ dừa

Các thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ 10 mL dung dịch arsenazo (III) 0,001 g/L và 10 mL dung dịch MB 0,0001 g/L bằng 1,000 g các loại xơ dừa có kích thước 1 mm được tiến hành tại nhiệt độ phòng, trong cùng điều kiện pH = 7,0. Thời gian hấp phụ arsenazo (III) và MB trên các loại xơ dừa thô và xơ dừa xử lý bằng dung dịch HNO₃ được tăng dần từ 1 phút đến 360 phút.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng hai loại xơ dừa thô và xơ dừa xử lý bằng HNO₃ được trình bày ở hình 3. Từ kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa thô và xơ dừa xử lý bởi HNO₃ trên hình 3. Có thể thấy khi thời gian hấp phụ kéo dài từ 1 phút đến 360 phút, thì khả năng hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa thô và xơ dừa xử lý bởi HNO₃ tăng lên (hình 3 (a-b)). Hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB tăng dần từ 3-2% đến 25-23% trong khoảng thời gian 360 phút (đối với xơ dừa thô) và từ 30-25% đến 96-92% trong khoảng thời gian 30 phút (đối với xơ dừa xử lý bởi HNO₃) (hình 3 (c)). Điều này là phù hợp với phổ hồng ngoại của xơ dừa xử lý bởi dung dịch HNO₃ đã hấp phụ arsenazo (III) (hình 2) xuất hiện thêm peak tại 657,73 cm⁻¹. Phổ UV-Vis trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ MB bằng xơ dừa xử lý bởi HNO₃ trên hình 3 (d) cho thấy hiệu suất hấp phụ dung dịch MB tăng dần từ 25% đến 92% là trong khoảng thời gian từ 1 phút đến 30 phút.

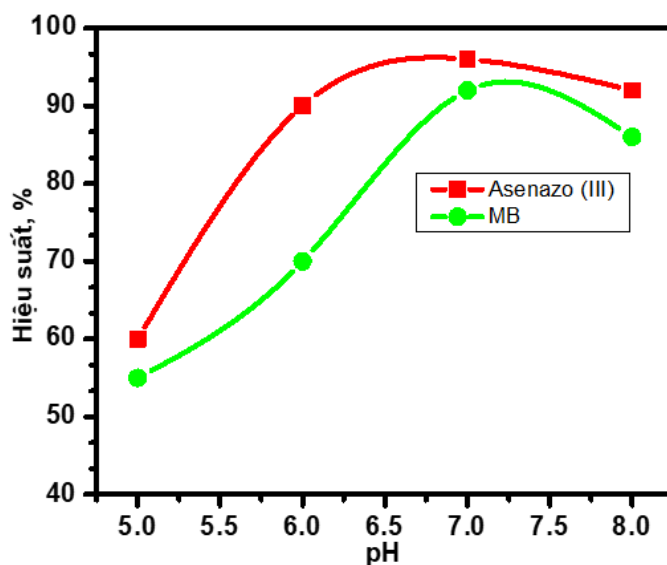
Vì vậy, chúng tôi chọn loại xơ dừa xử lý bởi HNO₃ và gọi tắt là xơ dừa xử lý để hấp phụ arsenazo (III) và MB trong dung dịch nước ở khoảng thời gian 30 phút.



Hình 3. Hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB theo thời gian bằng các loại xơ dừa: (a) xơ dừa thô; (b) xơ dừa xử lý bằng HNO₃; (c) các loại xơ dừa; (d) Phổ UV-VIS xơ dừa xử lý bằng HNO₃ hấp phụ MB sau khoảng thời gian: (1) Ban đầu; (2) 1 phút; (3) 5 phút; (4) 10 phút; (5) 15 phút; (6) 30 phút.

3.4. Nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ của xơ dừa xử lý

Các thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa xử lý bởi HNO₃ được tiến hành trong cùng điều kiện tương tự ảnh hưởng của thời gian. Nhưng pH được khảo sát từ 5 đến 8.



Hình 4. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa xử lý.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa xử lý bởi HNO₃ được trình bày ở hình 4. Từ kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH dung dịch đến hiệu suất hấp phụ

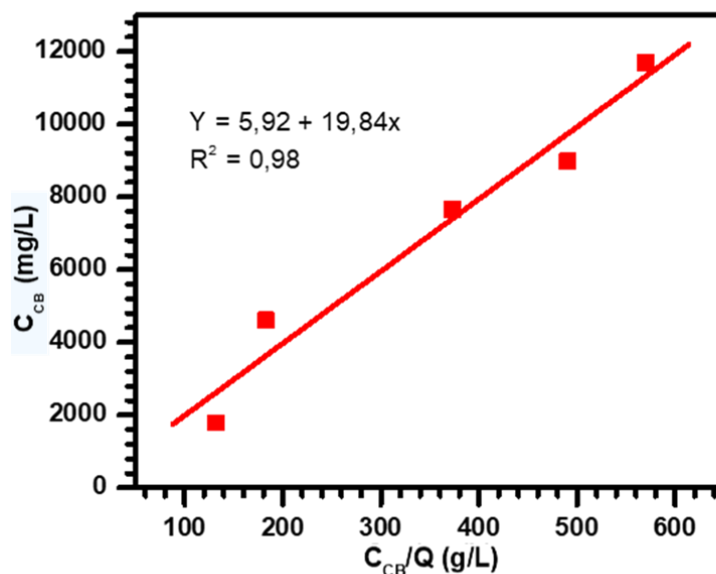
arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa xử lý bởi HNO_3 trên hình 4. Có thể thấy khi dung dịch có $\text{pH} < 7$ và khi dung dịch có $\text{pH} > 7$, thì khả năng hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa xử lý thấp hơn khi $\text{pH} = 7$. Vì rằng khi dung dịch $\text{pH} < 7$, xơ dừa xử lý có khả năng hấp phụ đồng thời ion H^+ trong dung dịch. Do đó khả năng hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa xử lý thuận lợi nhất là trong dung dịch có $\text{pH} = 7$.

3.5. Nghiên cứu đẳng nhiệt quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý theo phương trình Langmuir và Freundlich

Để mô tả quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý thông qua đường đẳng nhiệt hấp phụ, chúng tôi tiến hành biểu diễn sự phụ thuộc của dung lượng hấp phụ Q (mg/g) vào nồng độ cân bằng của arsenazo (III) C_{cb} , (mg/L). Đường đẳng nhiệt hấp phụ được mô tả thông qua các phương trình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir và Freundlich. Từ các kết quả thu được trên bảng 1, tiến hành hồi qui các số liệu thực nghiệm để xác định các hằng số của phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir và Freundlich.

Bảng 1. Kết quả xác định các tham số theo phương trình Langmuir và Freundlich của quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý

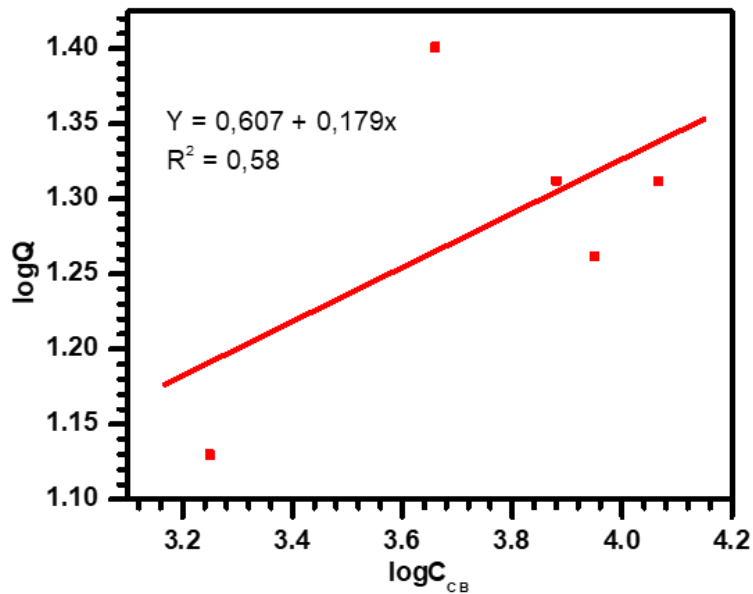
C_{cb} , (mg/L)	Q , (mg/g)	C_{cb}/Q , (g/L)	$\lg C_{cb}$	$\lg Q$
1790,2	13,56	132,0	3,25	1,13
4606,7	25,20	182,8	3,66	1,40
7654,6	20,52	373,1	3,88	1,31
8975,1	18,30	490,4	3,95	1,26
11690,8	20,51	570,0	4,08	1,31



Hình 5. Dạng tuyến tính của phương trình Langmuir biểu diễn quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý.

Đẳng nhiệt hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý theo phương trình Langmuir được trình bày trên hình 5. Từ các kết quả của phương trình đẳng nhiệt Langmuir trên hình 5 có thể thấy hệ số tương quan $R^2 = 0,98$ biểu diễn chính xác quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý. Dung lượng hấp phụ cực đại Q_{\max} của arsenazo (III) trong dung dịch nước bằng xơ dừa xử lý là 25,20 mg/g phù hợp với thực nghiệm (24,95 mg/g).

Đẳng nhiệt hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý theo phương trình Freundlich được trình bày trên hình 6. Từ các kết quả của phương trình đẳng nhiệt Freundlich trên hình 6, có thể thấy hệ số tương quan $R^2 = 0,58$ biểu diễn chưa chính xác quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý, nên mô hình đẳng nhiệt Freundlich không phù hợp. Như vậy, quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý là tuân theo phương trình đẳng nhiệt Langmuir và không tuân theo phương trình đẳng nhiệt Freundlich.



Hình 6. Dạng tuyến tính của phương trình Freundlich biểu diễn quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu khả năng hấp phụ arsenazo (III) và xanh methylene trong dung dịch nước bằng xơ dừa xử lý bằng dung dịch: HCl 0,1 M; HNO₃ 0,1 M; NaOH 0,1 M cho thấy hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và xanh methylene của các loại xơ dừa xử lý đều tăng hơn xơ dừa thô. Hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và xanh methylene tốt nhất là loại xơ dừa xử lý bằng dung dịch HNO₃ 0,1 M. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ arsenazo (III) và xanh methylene bằng xơ dừa thô và xơ dừa xử lý bởi HNO₃ cho thấy hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và xanh methylene tăng dần từ 3-2% đến 25-23% trong khoảng thời gian 360 phút (đối với xơ dừa thô) và từ 30-25% đến 96-92% trong khoảng thời gian 30 phút (đối với xơ dừa xử lý bởi HNO₃). Thêm vào đó, nghiên cứu ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ arsenazo (III) và xanh methylene bằng xơ dừa thô và xơ dừa xử lý bởi HNO₃. Kết quả cho thấy khả năng hấp phụ arsenazo (III) và xanh methylene khi dung dịch có pH < 7 và khi dung dịch có pH > 7 đều thấp. Hiệu suất hấp phụ arsenazo (III) và MB bằng xơ dừa xử lý thuận lợi nhất là trong dung dịch có pH = 7. Quá trình hấp phụ arsenazo (III) bằng xơ dừa xử lý là tuân theo phương trình đẳng nhiệt Langmuir và không tuân theo phương trình đẳng nhiệt Freundlich.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế trong đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường, mã số T.24-TN-104.09.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adesola Babarinde, N. A., Babalola, J. O., & Sanni, R. A. (2006). Biosorption of lead ions from aqueous solution by maize leaf. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(11), 926–930.
- Alam, M. A. A., Shaikh, W. A., Alam, M. O., Bhattacharya, T., Chakraborty, S., Show, B., & Saha, I. (2018). Adsorption of As(III) and As(V) from aqueous solution by modified *Cassia fistula* (golden shower) biochar. *Applied Water Science*, 8, Article 198. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0836-9>
- Đỗ, T. H., Hà, M. T., Nguyễn, T. H., Phan, H. T., & Nguyễn, T. T. (2016). Nghiên cứu khả năng hấp thu kim loại nặng trong nước thải của xơ dừa hoạt hóa. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, (6), 52–57.
- Igwe, J. C., Nwokennaya, E. C., & Abia, A. A. (2005). The role of pH in heavy metal detoxification by biosorption from aqueous solutions containing chelating agents. *African Journal of Biotechnology*, 4(10), 1109–1112.
- Lê, T. H., Phạm, T. Q., Lê, M. T., & Nguyễn, X. T. (2008). Nghiên cứu khả năng hấp phụ và trao đổi ion của xơ dừa và vỏ trấu biến tính. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 11(8), 45–52.
- Maiti, A., Basu, J. K., & De, S. (2010). Removal of arsenic from synthetic and natural groundwater using acid-activated laterite. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 29(4), 457–470. <https://doi.org/10.1002/ep.10452>
- McSweeney, J. D., Rowell, R. M., & Min, S.-H. (2006). Effect of citric acid modification of aspen wood on sorption of copper ion. *Journal of Natural Fibers*, 3(1), 43–54. https://doi.org/10.1300/J395v03n01_04
- Nguyễn, Đ. T. (2001). *Các phương pháp phân tích vật lý và hóa lý* (Tập 1). Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

Võ, V. T. (2022). Nghiên cứu xử lý Cr(VI) trong dung dịch bằng vật liệu than bùn Tân Phú với xo dừa. *Tạp chí Hóa học và Ứng dụng*, (2), 76–81.

Studies on the adsorption of Arsenazo(III) and methylene blue in aqueous solutions by processed coconut fiber

Le Vo Trieu Vy, Vo Van Tan, Nguyen Pham Thanh Nga, Le Huu Duc, Nguyen Uyen Vy, Tran Xuan Nghia

Faculty of Chemistry, University of Education, Hue University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 February 2025

Received in revised form 07 April 2025

Accepted 14 April 2025

Published 20 October 2025

Keywords:

Arsenazo (III)

Methylene blue

Adsorption

Treated coconut fiber

Corresponding author:

Vo Van Tan

E-mail address:

vovantan@dhsphue.edu.vn

ABSTRACT

In this report, arsenazo (III) and methylene blue in aqueous solutions were adsorbed using coconut fiber materials treated with HCl, HNO₃, and NaOH solutions. The most effective adsorbent was coconut fiber treated with 0.1 M HNO₃ solution for 30 minutes. This material achieved a methylene blue adsorption efficiency of 92%. Additionally, the coconut fiber treated with 0.1 M HNO₃ solution demonstrated excellent adsorption capacity for arsenazo (III), with an adsorption efficiency of 96%, a maximum adsorption capacity of 25.20 mg/g, and followed with Langmuir adsorption isotherm equation. This study shows the potential application of low-cost, environmentally friendly coconut fiber materials in the treatment of pollutants.
