

CHẾ TẠO THAN HOẠT TÍNH TỪ GÁO DỪA: NGHIÊN CỨU TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ ION SẮT(II) TRONG NƯỚC

Nguyễn Chí Toàn* và Đinh Thị Thanh Loan
Trường Đại học Tây Đô
(*Email: nctoan@tdu.edu.vn)

Ngày nhận: 22/3/2024

Ngày phản biện: 16/4/2024

Ngày duyệt đăng: 24/6/2024

TÓM TẮT

Mục tiêu nghiên cứu nhằm chế tạo than hoạt tính từ gạo dừ và đánh giá hiệu quả trong việc loại bỏ ion Sắt (II) khỏi nước. Than hoạt tính từ gạo dừ được chế tạo trong môi trường nung hiếm khí bằng lò nung ở các nhiệt độ 650°C và 900°C trong thời gian 4 giờ, sau đó được hoạt hóa bằng acid H_3PO_4 10%, KOH 15%, than hoạt tính được rây để được kích cỡ nhất định và đo tỷ trọng là 0,5968 g/cm³. Đánh giá hiệu quả của than hoạt tính trong việc hấp thụ ion Sắt (II) trong nước trong phòng thí nghiệm qua tiến hành đo tính hấp phụ Sắt (II) với các nồng độ khác nhau để khảo sát khả năng hấp phụ. Kết quả cho thấy than hoạt tính từ gạo dừ được sản xuất có khả năng hấp thụ ion Sắt(II) trong nước với thời gian tối ưu là 180 phút, với khối lượng than hoạt tính gạo dừ là 4 g. Quá trình hấp phụ Sắt (II) tuân theo phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir và dung lượng hấp phụ cực đại là 625 mg/g.

Từ khóa: Gạo dừ, hấp phụ, ion sắt, than hoạt tính

Trích dẫn: Nguyễn Chí Toàn và Đinh Thị Thanh Loan, 2024. Chế tạo than hoạt tính từ gạo dừ: Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm đánh giá khả năng xử lý ion sắt (II) trong nước. Tạp chí Nghiên cứu khoa học và Phát triển kinh tế Trường Đại học Tây Đô. 20: 70-78.

*ThS. Nguyễn Chí Toàn - Giảng viên Khoa Dược - Điều Dưỡng, Trường Đại học Tây Đô

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô nhiễm kim loại nặng ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người và môi trường sinh thái. Kim loại nặng tồn tại trong nước có nguồn gốc từ nước thải do hoạt động từ làng nghề, sử dụng phân bón hóa học, thuốc bảo vệ thực vật trong nông nghiệp, hoạt động khai khoáng, nước thải công nghiệp. Ô nhiễm kim loại nặng thường được phát sinh nhiều tại các cơ sở sản xuất, chất thải chưa được xử lý tốt trước khi cho thải vào môi trường (Nguyễn Văn Dục, 2001; Trần Thị Phương, 2012). Trong nước tồn tại nhiều sắt gây ảnh hưởng xấu đến sức khỏe và cuộc sống của con người. Theo WHO mỗi người chỉ có thể bài tiết khoảng 1,2 mg/ngày bất kể hấp thụ nhiều hay ít, khi sắt đã được hấp phụ nhiều hơn lượng cần thiết, rất khó để loại ra khỏi cơ thể, phần lớn lượng dư thừa sẽ được tích trữ trong gan ở dạng phức hợp sắt - protein là ferritin. Khi ferritin bão hòa, một phức hợp sắt khác là hemosiderin được giải phóng và có thể dẫn đến hàng loạt các ảnh hưởng bất lợi lên tế bào gan (Trần Thị Phương, 2012). Tiêu chuẩn nước uống và nước sạch đều quy định hàm lượng sắt nhỏ hơn 0,5mg/L, (Bộ Khoa học và Công Nghệ, 2006). Các phương pháp xử lý kim loại nặng như phương pháp hóa học là đưa các kim loại nặng về dạng kết tủa hoặc oxy hóa thành dạng không độc, tuy nhiên với một số kim loại nặng mà giới hạn cho phép ở nồng độ thấp thì phương pháp trên không thực sự hiệu quả. Phương pháp hấp phụ và các vật liệu hấp phụ được nghiên cứu như than hoạt tính, nhựa trao đổi ion và zeolit, (Nguyễn Hữu Phú, 2013; Nguyễn Thị Luyện, 2018).

Ưu điểm các vật liệu này là khả năng hấp phụ kim loại trong nhiều loại nước thải, giá thành thấp.

Than hoạt tính được sản xuất bằng cách than hóa hỗn hợp các nguyên liệu có nguồn gốc từ thực vật trong sự có mặt của hơi nước hoặc CO_2 . Than hoạt tính được sử dụng suốt chiến tranh thế giới thứ nhất trong các mặt nạ phòng độc bảo vệ binh lính khỏi các khí độc nguy hiểm (Bansal and Goyal, 2005). Carbon là thành phần chủ yếu của than hoạt tính. Ngoài ra than hoạt tính còn có các nguyên tố khác như hydro, oxy, nitơ và lưu huỳnh. Các nguyên tử khác loại này được tạo ra từ nguồn nguyên liệu ban đầu hoặc liên kết với carbon trong suốt quá trình hoạt hóa và các quá trình khác. Than hoạt tính thường có diện tích bề mặt nằm trong khoảng 800 đến 1500m²/g và thể tích lỗ xốp từ 0,2 đến 0,6cm³/g. Diện tích bề mặt than hoạt tính chủ yếu là do nhiều mao quản nhỏ có bán kính nhỏ hơn 2nm (Trịnh Xuân Đại, 2013). Quá trình chế tạo gồm hai giai đoạn: than hóa ở nhiệt độ dưới 800°C trong môi trường trơ, hoạt hóa sản phẩm của quá trình than hóa ở nhiệt độ khoảng 950°C - 1000°C.

Than hoạt tính được sử dụng để hấp phụ các hơi chất hữu cơ, chất độc, lọc xử lý nước sinh hoạt và nước thải, xử lý làm sạch môi trường trong Y học, khử mùi và các tác nhân gây ảnh hưởng có hại đến sức khỏe con người, đem lại một môi trường sống trong sạch cho con người. Các ngành công nghiệp chế biến thực phẩm, công nghiệp hóa dầu, sản xuất dược phẩm, khai khoáng, nông nghiệp, bảo quản sử dụng than hoạt tính với khối lượng rất lớn. Than hoạt tính sinh học

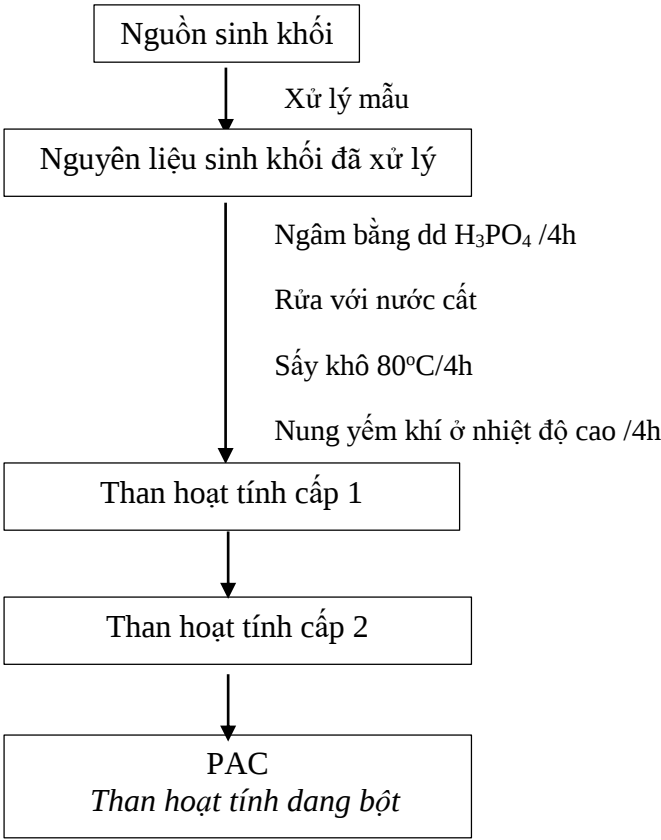
không làm thay đổi các tính chất hóa lý của nước, là vật liệu lọc được bán rộng rãi ở thị trường, có giá thành hợp lý và đã sản xuất được trong nước. Sau một thời gian sử dụng có thể tái chế để sử dụng lại, không gây ô nhiễm môi trường (Trần Tử An, 2000).

Hiện nay, ở Việt Nam các nguồn nguyên liệu chính được sử dụng để sản xuất than hoạt tính là tre, chủ yếu tập trung ở một số tỉnh ở Nam Bộ và Bắc Bộ với qui mô lớn được sản xuất trong các nhà máy công nghiệp (Phạm Huy Vũ, 2020). Ở đồng bằng sông Cửu long gạo dứa là sản phẩm thải của các ngành khai thác dứa, nếu tận dụng nguồn gạo dứa này sản xuất than hoạt tính ngay tại mỗi địa

phương chính là nguồn sinh khối quan trọng với giá thành rẻ. Vì thế việc nghiên cứu tìm ra quy trình thích hợp nhằm tận dụng những nguồn nguyên liệu có sẵn trong lĩnh vực xử lý môi trường là cần thiết và có ý nghĩa khoa học. Mục tiêu của nghiên cứu là sử dụng nguyên liệu gạo dứa tạo thành than hoạt tính để đánh giá khả năng hấp phụ ion kim loại Fe trong nước. Kết quả có thể cung cấp cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo trong thực tế nhằm giảm ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường nước.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Quy trình sản xuất than hoạt tính được tóm tắt như sau

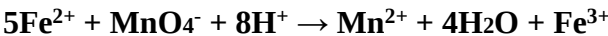


Hình 1. Quy trình chế tạo than hoạt tính

2.1. Khảo sát khả năng hấp phụ Fe^{2+} trong nước nhiễm độc của than hoạt tính

Sử dụng phương pháp oxy hóa - khử như sau: Xác định điểm tương đương bằng chất chỉ thị trường hợp này chất chỉ

thị chính là KMnO_4 , điểm tương đương là thời điểm mà dung dịch phản ứng từ không màu chuyển sang màu hồng nhạt (Phan An, 2011).



2.2. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian hấp phụ đến khả năng hấp phụ của ion Fe^{2+} của than hoạt tính gáo dừa (THTGD)

Cho vào mỗi bình tam giác 100ml dung dịch Fe^{2+} có nồng độ 5,269g/l và 4 gam than hoạt tính qua thời gian hấp phụ là 60, 90, 120, 180, 240, 360 phút. Sau đó lấy dung dịch đã ngâm lọc qua giấy lọc và xác định nồng độ Fe^{2+} còn lại trong dung dịch lọc bằng chuẩn độ oxy hóa khử.

2.3. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ ion Fe^{2+} đến khả năng hấp phụ của THTGD

Chuẩn bị mỗi bình 100ml dung dịch Fe^{2+} có nồng độ lần lượt là (0,05; 0,1; 0,25; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1N) và cho vào mỗi bình một khối lượng than hoạt tính là 4 g và thời gian hấp phụ là 180 phút, sau đó lấy dung dịch đã ngâm đem lọc bằng giấy lọc và xác định nồng độ Fe^{2+} còn lại trong dung dịch lọc bằng chuẩn độ oxy hóa khử.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tạo than hoạt tính từ gáo dừa

Than hoạt tính gáo dừa có kích thước đồng nhất với 2 dạng là: than hoạt tính dạng hạt (kích thước < 0,5 mm) và than hoạt tính dạng bột (kích thước 0,5 - 1 mm) Hình 2.



(a)



(b)

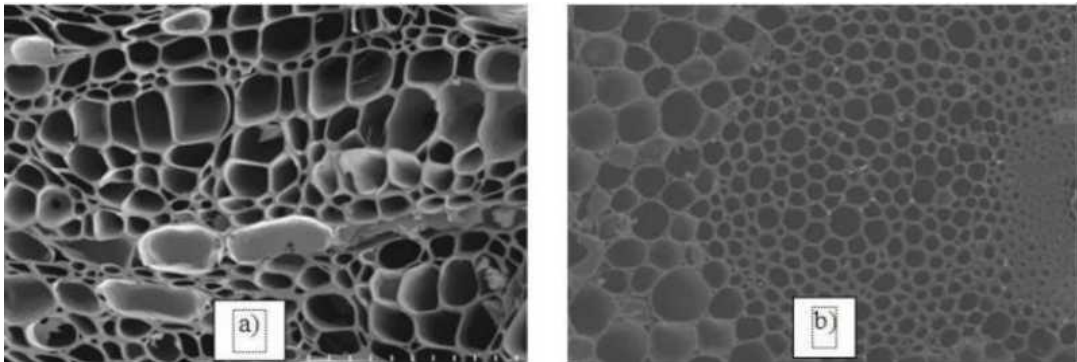


(c)

Hình 2. (a) Than hoạt tính dạng hạt, (b), (c) Than hoạt tính dạng bột

Các sản phẩm than hoạt tính từ nguyên liệu gáo dừa nung yếm khí ở nhiệt độ 900°C, điện áp 15KV, kích thước mao quản là 100nm, có cấu trúc gần giống

than hoạt tính từ tre (Nguyễn Thị Huyền, 2015) nên than hoạt tính từ gáo dừa phù hợp để làm vật liệu xử lý các kim loại nặng.



Hình 3. Ảnh SEM than hoạt tính từ gáo dừa (a), than hoạt tính từ tre (b) (Trần Thị Tú, 2016)

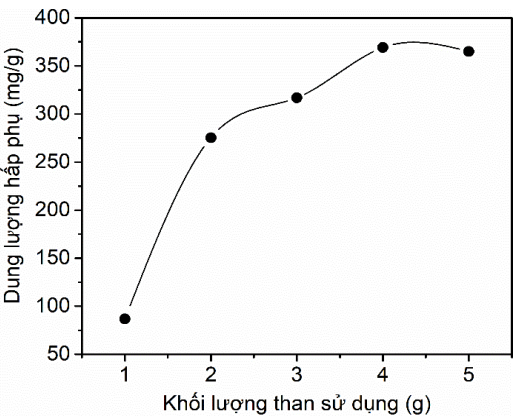
3.2. Ảnh hưởng của khối lượng vật liệu THTGD đến khả năng hấp phụ ion Fe^{2+}

Theo kết quả ở Bảng 1 và Hình 4 cho thấy, THTGD có khả năng hấp phụ ion Fe^{2+} trong dung dịch khi khối lượng vật

liệu tăng thì hấp phụ tăng, do các ion Fe^{2+} được giữ lại trong các mao quản. Dung lượng hấp phụ tăng lên và dần đạt đến trạng thái bão hòa khi khối lượng vật liệu tăng lên đến 4 g. Vì vậy, 4 g là khối lượng được chọn để hấp phụ Fe^{2+} .

Bảng 3. Ảnh hưởng của khối lượng THTGD đến dung lượng hấp phụ

STT	Khối lượng than sử dụng (g)	Nồng độ (g/L)		Dung lượng hấp phụ (mg/g)
		C_0	C_{cb}	
1	1,002	13,328	12,748	86,826
2	2,002	13,328	9,654	275,274
3	3,003	13,328	6,984	316,883
4	4,008	13,328	3,465	369,124
5	5,007	13,328	1,143	365,038



Hình 4. Dung lượng hấp phụ Fe^{2+} theo khối lượng THTGD

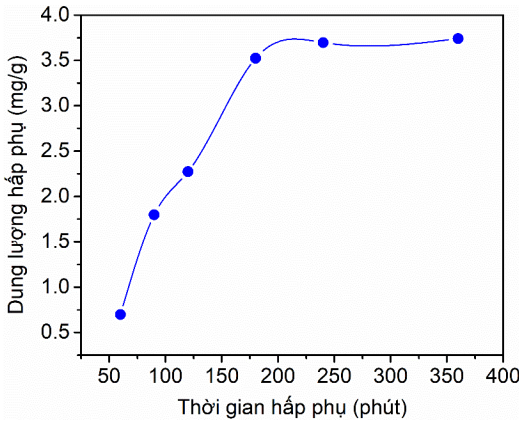
3.3. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ ion Fe^{2+} của THTGD

Từ kết quả ở Bảng 4 và Hình 7 cho thấy với khối lượng than sử dụng là 4g, dung lượng hấp phụ tăng theo thời gian. Điều này có thể được giải thích là trong thời gian đầu thì các trung tâm hấp phụ

của vật liệu vẫn chưa bị lấp đầy bởi các ion Fe^{2+} nên khả năng hấp phụ tăng nhưng sau đó bão hòa sau thời gian 180 phút, dung lượng hấp phụ của vật liệu tăng tương đối ổn định và gần bão hòa. Do đó, chọn thời gian hấp phụ Fe^{2+} tối ưu đối với vật liệu này là 180 phút để tiến hành các khảo sát tiếp theo.

Bảng 4. Ảnh hưởng thời gian đến dung lượng hấp phụ với nồng độ ban đầu là 5,269 g/L

Thời gian hấp phụ (phút)	C_{cb}	Dung lượng hấp phụ (mg/g)
60	5,241	0,699
90	5,197	1,797
120	5,178	2,273
180	5,134	3,524
240	5,121	3,696
360	5,119	3,741

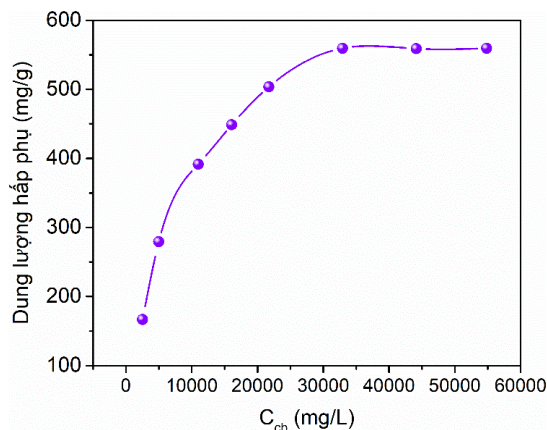


Hình 5. Dung lượng hấp phụ ion Fe^{2+} theo thời gian hấp phụ

3.4. Ảnh hưởng của nồng độ ion Fe^{2+} đến khả năng hấp phụ của vật liệu THTGD

Ảnh hưởng của nồng độ đến dung

lượng hấp phụ, khối lượng THTGD 4 g và thời gian hấp phụ 180 phút, được trình bày ở hình 6.

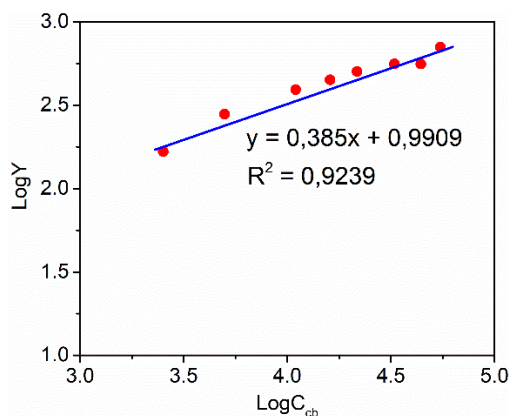


Hình 6. Ảnh hưởng của nồng độ cân bằng lên dung lượng hấp phụ

Theo kết quả ở Hình 6 cho thấy, khi nồng độ ban đầu (C_0) của Fe^{2+} tăng từ (0,05- 0,6)N thì nồng độ tại thời điểm cân bằng (C_{cb}) của Fe^{2+} tăng mạnh. Khi nồng độ ban đầu của Fe^{2+} tăng từ (0,6 - 1)N thì nồng độ tại thời điểm cân bằng của Fe^{2+} tăng chậm do đạt đến trạng thái bão hòa.

Từ kết quả đo đạc cho thấy đường hấp phụ đẳng nhiệt của vật liệu THTGD đối với Fe^{2+} được tuyến tính hóa theo mô

hình Freundlich được trình bày ở hình 7. Quá trình hấp phụ ion Fe^{2+} không tuân theo phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Freundlich vì hệ số tương quan $R^2 = 0,94$. Theo kết quả Hình 6 và phương trình tuyến tính Hình 7 ta được dung lượng hấp phụ cực đại Y_{max} của vật liệu THTGD là 625 mg/g. Qua các kết quả của nghiên cứu cho thấy, vật liệu THTGD có khả năng hấp phụ hiệu quả đối với ion Fe^{2+} trong môi trường nước.



Hình 7. Hấp phụ đẳng nhiệt Freundlich của than hoạt tính gáo dừa

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu đã tạo được than hoạt tính từ gáo dừa. Khả năng hấp phụ của than hoạt tính gáo dừa đối với ion

Fe^{2+} trong nước có thời gian tối ưu là 180 phút, với khối lượng vật liệu hấp phụ than hoạt tính gáo dừa là 4 g. Kết quả khảo sát cho thấy quá trình hấp phụ ion Fe^{2+} tuân

theo phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir và có dung lượng hấp phụ cực đại là 625 mg/g. Vật liệu hấp phụ chế tạo than hoạt tính từ gáo dừa có triển vọng tốt trong việc hấp phụ kim loại Fe trong môi trường nước.. Kết quả nghiên cứu cũng

cấp cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo trong thực tế để có thể tiến hành tạo ra sản phẩm như cột hấp phụ, viên hấp phụ giúp giảm ô nhiễm môi trường nước đối với ion kim loại Fe và kim loại khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Thanh Bình, Nguyễn Nho Dũng, Hà Công Văn, Trần Thanh Thảo, Hà Khánh Linh và Nguyễn Mậu Thành, 2023 .Than hoạt tính từ vỏ trấu: tổng hợp, đặc trưng và ứng dụng trong hấp phụ cr (iii) và pb (ii) từ dung dịch nước. Hue University Journal of Science: Natural Science, Số 132. 83-93.
- Nguyễn Thị Luyến, Hà Minh Việt, Vũ Tiến Thành, 2018. Triển vọng ứng dụng vật liệu tổ hợp cấu trúc nano oxit sắt từ-than sinh học để xử lý nguồn nước bị ô nhiễm. Tạp chí Khoa học và công nghệ. Số 14. 119-126.
- Nguyễn Văn Dục, Trần Ngọc Lan và Phan Thị Lan, 2001. Ô nhiễm các kim loại nặng Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd, As và Hg trong nước ăn, nước công nghiệp và nước thải ở khu công nghiệp Thượng Đình . Luận văn cao học. Trường Đại học Quốc Gia Hà Nội.
- Nguyễn Văn Hương, 2017. Nghiên cứu biến tính bề mặt than hoạt tính trà bắc và khảo sát khả năng hấp phụ phẩm màu trong nước thải dệt nhuộm. Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Lâm Nghiệp.
- Phạm Ngọc Bùng, Võ Quốc Ánh, Lê Xuân Kỳ, Đào Văn Nam, Lê Thị Thu Trang, 2014. Hóa Lý Dược. Nhà Xuất Bản Y Học, Hà Nội.
- Phạm Thị Ngọc Lan, 2016. Nghiên cứu biến tính than hoạt tính chế tạo từ các phế phẩm nông nghiệp làm vật liệu hấp phụ xử lý amoni trong nước. Tạp Chí Khoa Học Kỹ thuật thủy lợi và Môi trường, 52: 129-137
- Phan An, Nguyễn Thị Hồng Thúy, Nguyễn Mạnh Pha, 2011. Hóa Phân Tích sách đào tạo cử nhân kỹ thuật xét nghiệm Y Học. Nhà xuất bản Y Học Hà Nội.
- Sujiono. E. H. , D. Zabrian , Zurnansyah, 2022. Fabrication and characterization of coconut shell activated carbon using variation chemical activation for wastewater treatment application vol.4: 2211-7156.
- Trần Thị Phương, 2012. Phân tích và đánh giá hàm lượng kim loại nặng trong một số nhóm sinh vật tại hai hồ Trúc Bạch và Thanh Nhàn ở Hà Nội, Luận văn Cao học, Trường Đại học Khoa học tự nhiên.
- Trần Thị Tú, 2016. Đặc điểm hóa lý của than sinh học điều chế từ vỏ trấu. Tạp chí Khoa học Đại học Huế 120:233-247.
- Trần Tử An, 2007. Môi Trường và Độc Chất Môi Trường. Trường Đại Học Hà Nội.
- Trần Tử An, Trần Tích, Nguyễn Mạnh Pha, Phí Văn Thâm, 2007. Hóa Phân Tích Tập 1. Nhà Xuất Bản Y Học, Hà Nội.

ACTIVATED CARBON PRODUCTION FROM COCONUT HUSKS: LABORATORY STUDY ITS ABILITY TO TREAT IRON (II) IN WATER

Nguyen Chi Toan* and Dinh Thi Thanh Loan

Tay Do University

(*Email: nctoan@tdu.edu.vn)

ABSTRACT

The research aimed to produce activated carbon from coconut husks and to evaluate its effectiveness in removing Iron(II) ions in water. Activated carbon from coconut husks was synthesized in a low oxygen environment using a furnace at temperatures of 650°C and 900°C for 4 hours, followed by activation with 10% H₃PO₄ and 15% KOH. The activated carbon was sieved to a specific particle size and had a density of 0.5968 g/cm³. The efficiency of the activated carbon in adsorbing Iron(II) ions from water was evaluated in the laboratory by measuring the adsorption capacity at different concentrations. The results showed that the coconut husks activated carbon exhibited the highest adsorbance of Iron(II) ions from water, with the adsorption period 180 minutes and using 4 grams of coconut husk activated carbon. The adsorption process of Fe(II) followed the Langmuir isotherm equation, with a maximum adsorption capacity of 625 mg/g.

Keywords: Activated carbon, adsorption, coconut shells, iron ions