TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ GIÁO DỤC
ISSN: 1859-1612
Journal homepage: https://tckhgd.dhsphue.edu.vn

Khảo sát khả năng hấp phụ chất màu của vật liệu Fe_2O_3/Chitosan

Trần Thị Phương Nga, Đặng Thị Thanh Nhàn

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

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình xử lý:
Ngày nhận bài: 26/10/2023
Ngày nhận bản chỉnh sửa: 27/11/2023
Ngày nhận đăng: 09/12/2023
Ngày xuất bản: 20/4/2026

Từ khóa:
Vật liệu;
Fe_2O_3;
Chitosan;
Hấp phụ;
Chất màu hữu cơ.

TÓM TẮT

Ngày nay, nhiều nghiên cứu hướng đến việc chế tạo các vật liệu hỗ trợ xử lý các nguồn nước bị ô nhiễm bởi phẩm nhuộm và ion kim loại. Vật liệu nano oxide kim loại có tính từ tính đang là những ứng cử viên đáng tin cậy. Trong nghiên cứu này, vật liệu Fe_2O_3/CTS đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp thủy nhiệt. Vật liệu được đặc trưng bởi các phương pháp phổ hồng ngoại (IR), giản đồ nhiễu xạ Rơnghen (XRD), phân tích nhiệt trọng lượng (TGA) và kính hiển vi điện tử quét (SEM). Kết quả cho thấy Fe_2O_3 trong vật liệu Fe_2O_3/CTS có tính tinh thể cao, phân bố trên sợi polymer chitosan và chiếm hàm lượng 49%. Vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ các chất màu hữu cơ Methylene Blue (MB), Methyl Orange (MO), Congo Red (CR) và Rhodamine B (RhB) ở nhiệt độ phòng. Tiến hành thí nghiệm với 0,100 g vật liệu Fe_2O_3/CTS trong 30 mL dung dịch các chất màu MB, MO, CR và RhB nồng độ 10 mg/L, hiệu suất hấp phụ và dung lượng hấp phụ tương ứng lần lượt là 41,6%; 12,1%; 99,6%; 38,7% và 1,3; 0,4; 2,9; 1,2 mg/g.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thuốc nhuộm được sử dụng rộng rãi trong các ngành dệt nhuộm, da, mỹ phẩm, mực in, chế biến thực phẩm. Tuy nhiên, khoảng 15% thuốc nhuộm bị thất thoát trong quá trình nhuộm và thải vào các nguồn nước thải (Biswas et al., 2021). Do thuốc nhuộm azo có hàm lượng lớn các vòng thơm trong phân tử và có khả năng kháng sinh học nên các phương pháp xử lý sinh học thường không hiệu quả trong việc khử màu và loại bỏ thuốc nhuộm azo nguy hiểm. Ngoài ra, các thuốc nhuộm này còn có thể gây ra những thiệt hại đối với môi trường, sinh vật dưới nước và sức khỏe con người (Aizat & Aziz, 2019). Trong những năm gần đây, nhiều phương pháp xử lý đã được nghiên cứu và sử dụng để khử màu nước thải thuốc nhuộm như phương pháp đông tụ, lắng đọng, quang xúc tác, lọc màng... Các quá trình này đều có những hạn chế riêng, chẳng hạn như tạo bùn, hình thành các amin thơm và làm tắc nghẽn màng (Chenab et al., 2020). Sự hấp phụ trên bề mặt rắn đang ngày càng được quan tâm trong xử lý nước thải và được coi là phương pháp hiệu quả và kinh tế để loại bỏ thuốc nhuộm khỏi dung dịch nước.

Chitosan (CTS) là sản phẩm được điều chế bằng cách deacetyl hóa chitin, một loại polymer sinh học phổ biến thứ hai trên thế giới sau cellulose. Vật liệu CTS dạng thô, dạng ghép và có liên kết ngang được sử dụng làm chất hấp phụ đang thu hút nhiều sự chú ý và cho thấy đây là dạng vật liệu hấp phụ tiềm năng để loại bỏ các loại thuốc nhuộm khác nhau vì trong mạch phân tử chitosan có mặt các nhóm chức amino ($–NH_2$) và hydroxy (–OH) có thể tạo liên kết phối trí và tương tác tĩnh điện (Sakib et al., 2021). Tuy nhiên, nhược điểm của vật liệu CTS là việc tách CTS ra khỏi dung dịch gặp nhiều khó khăn nên hạn chế các ứng dụng thực tế của loại vật liệu này. Công nghệ tách vật liệu hấp phụ có sự hỗ trợ từ tính đã cung cấp một phương pháp thay thế để tách các chất hấp phụ dạng bột khỏi dung dịch một cách hiệu quả và dễ dàng bằng quy trình từ tính đơn giản (Akın Şahbaz et al., 2019). Magnetite (Fe_3O_4) và maghemite (Fe_2O_3) đã được sử dụng rộng rãi làm vật liệu từ tính do có đặc tính từ tính, tính ổn định hóa học và khả năng tương thích sinh học (Al-Anber & Al-Qaisi, 2019). Gần đây đã có nhiều công trình nghiên cứu về vật liệu composite Fe_2O_3/CTS từ tính và ứng dụng của chúng trong việc loại bỏ các ion kim loại cũng như chất màu hữu cơ. Trong nghiên cứu này, vật liệu

Tác giả liên hệ: Đặng Thị Thanh Nhàn;
Địa chỉ e-mail: dangthithanhnhan@dhsphue.edu.vn;
DOI: https://doi.org/10.26459/jse.053.2026.

Fe_2O_3/CTS được tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt. Vật liệu được đặc trưng và khảo sát khả năng hấp phụ một số chất màu hữu cơ như Methylene Blue (MB), Methyl Orange (MO), Congo Red (CR) và Rhodamine B (RhB).

2. THỰC NGHIỆM

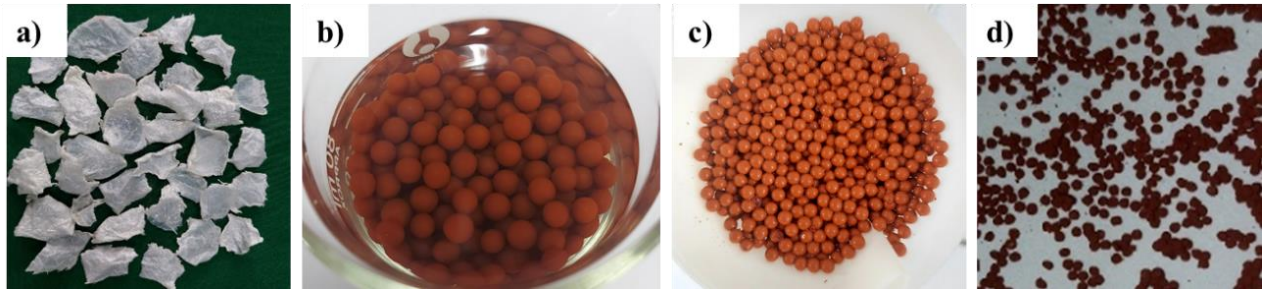
2.1. Hóa chất

CTS (hình 1a) được điều chế từ vỏ cua có độ deacetyl DDA > 90% theo quy trình (Đặng et al., 2018). Các hóa chất ferric chloride $FeCl_3$ (từ Sigma Aldrich, Hoa Kỳ) có độ tinh khiết cao (≥ 99,0%). Sodium hydroxide NaOH, hydrochloric acid HCl và các chất màu Methylene Blue (MB), Methyl Orange (MO), Congo Red (CR) và Rhodamine B (RhB) từ Xilong Scientific, Trung Quốc.

2.2. Tổng hợp vật liệu Fe_2O_3/chitosan

Quy trình điều chế vật liệu Fe_2O_3/CTS được thực hiện dựa trên công bố khoa học (Đặng et al., 2021). Quá trình được thực hiện như sau: Tiến hành hòa tan 1,3 g CTS trong 100 mL dung dịch $FeCl_3$ 0,1 M thu được dung dịch gel $FeCl_3$/CTS màu nâu đỏ. Sau đó, nhỏ từng giọt dung dịch gel $FeCl_3$/CTS vào bình chứa 250 mL dung dịch NaOH 0,1 M thông qua syringe đồng thời khuấy nhẹ và sau đó để yên trong 3 giờ thu được các hạt cầu gel $Fe(OH)_3$/CTS (hình 1b). Tiến hành thủy nhiệt hạt cầu $Fe(OH)_3$/CTS trong dung dịch NH_3 5% ở nhiệt độ 160 ^oC trong 6 giờ. Quá trình thủy nhiệt kết thúc thu được sản phẩm là các hạt gel cầu Fe_2O_3/CTS màu nâu đỏ (hình 1c). Tiến hành sấy đông khô các hạt gel cầu Fe_2O_3/CTS ở -20 ^oC trong 24 giờ thu được các hạt cầu xốp Fe_2O_3/CTS (hình 1d).

Hạt cầu CTS cũng được tổng hợp theo quy trình tương tự như hạt cầu Fe_2O_3/CTS bằng cách hòa tan 1,3 g CTS trong 100 mL dung dịch CH_3COOH 0,1 M thu được dung dịch gel CTS trong suốt không màu. Sau đó, nhỏ từng giọt dung dịch gel CTS vào bình chứa 250 mL dung dịch NaOH 0,1 M thông qua syringe đồng thời khuấy nhẹ và để yên trong 3 giờ thu được các hạt cầu gel CTS màu trắng đục. Tiến hành sấy đông khô các hạt gel cầu CTS ở -20 ^oC trong 24 giờ thu được các hạt cầu CTS.



Hình 1. Các sản phẩm thu được trong các giai đoạn tổng hợp vật liệu Fe_2O_3/CTS.

(a) Màng CTS thu được từ vỏ cua; (b) Hạt gel cầu $Fe(OH)_3$/CTS; (c) Hạt gel cầu Fe_2O_3/CTS và (d) Hạt cầu Fe_2O_3/CTS sau khi sấy đông khô.

2.3. Đặc trưng vật liệu

Các mẫu vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS được đặc trưng bằng các phương pháp sau: Phổ hồng ngoại (IR) được đo trên máy IR-Prestige-21 spectrometer (Shimadzu) trong vùng có bước sóng từ 400 - 4000 cm^{-1}. Giản đồ nhiễu xạ Rơnghen (XRD) được ghi trên máy nhiễu xạ Rơnghen Advance Bruker D8 X-ray diffractometer, sử dụng nguồn bức xạ CuK_α với bước sóng λ = 1,5406 Å, góc quét 2θ thay đổi từ 10-80°. Phân tích nhiệt trọng lượng được thực hiện trên thiết bị Labsys TG/DSC-SETARAM thermogravimetric analyzer: gia nhiệt 5–10 mg mẫu vật liệu trong không khí từ nhiệt độ phòng đến 900 °C với tốc độ gia nhiệt 20 °C/phút. Hình thái của vật liệu được quan sát trên kính hiển vi điện tử quét (SEM). Ảnh SEM chụp bề mặt được ghi trên máy Jeol JSM-6490LV ở các độ phân giải khác nhau.

2.4. Khảo sát khả năng hấp phụ chất màu của vật liệu Fe_2O_3/chitosan

Vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS được tiến hành khảo sát khả năng hấp phụ 4 chất màu MB, MO, CR và RhB. Quy trình thực hiện: Chuẩn bị 0,100 gam hạt cầu CTS và 0,100 gam hạt cầu Fe_2O_3/CTS và 8 cốc có dung tích 100 mL. Cho vào mỗi cốc riêng biệt đó 30 mL dung dịch các chất màu MB, MO, CR và RhB có nồng độ 10 mg/L. Tiến hành khuấy trên máy khuấy từ trong thời gian 60 phút ở nhiệt độ phòng với tốc độ khuấy 200 vòng/phút. Trích lấy dung dịch các chất màu ban đầu và sau 60 phút, tiến hành ly tâm, tách vật liệu Fe_2O_3/CTS và đo mật độ quang A các dung dịch chất màu MB, MO, CR và RhB tại các bước sóng λ_{max} tương ứng với bốn chất màu lần lượt là 664, 465, 498 và 553 nm.

Hiệu suất hấp phụ (H%) và dung lượng hấp phụ (q_t) các chất màu của hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS được

tính theo các phương trình (1) và (2):

$$H\% = \frac{C_o - C_t}{C_o} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$q_t = \frac{(C_o - C_t)V}{m} \quad (2)$$

Trong đó:

C_o, C_t: nồng độ của dung dịch chất màu ban đầu và tại thời điểm t (mg/L)

m: Khối lượng chất hấp phụ (g)

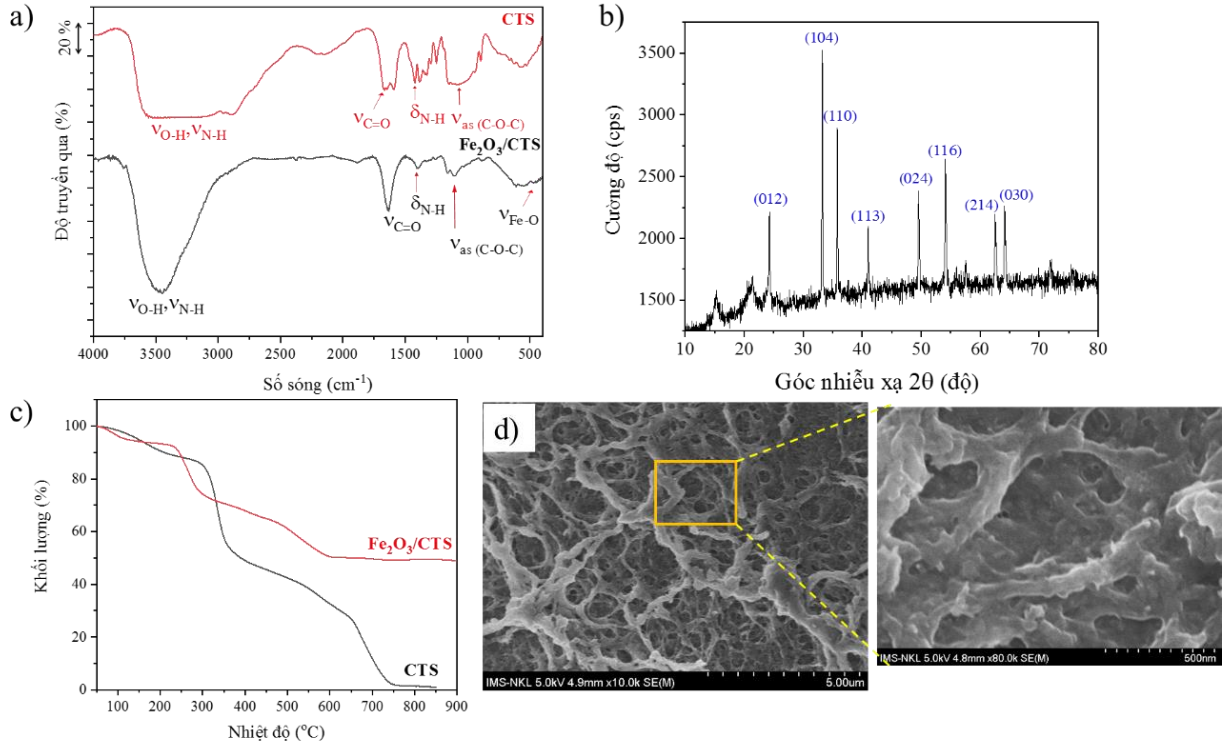
V: Thể tích dung dịch chất màu (L)

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tổng hợp và đặc trưng vật liệu Fe_2O_3/chitosan

Vật liệu Fe_2O_3/CTS được tổng hợp theo quy trình mục 2.2 và đặc trưng bởi các phương pháp IR, XRD, TGA và SEM. Phổ IR của 2 vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS (hình 2a) đều xuất hiện các dao động của các liên kết và nhóm chức đặc trưng trong phân tử CTS như dao động hóa trị của các liên kết O–H và N–H/amin (chồng lên nhau) tại số sóng 3200 – 3550 cm^{-1}, dao động hóa trị của liên kết C=O/amide tại 1647 – 1655 cm^{-1}, dao động biến dạng hình kéo của liên kết N–H/NH_2 tại số sóng 1404 cm^{-1} và dao động hóa trị của liên kết C–O–C/glycoside tại 1072 – 1078 cm^{-1} (Patnaik et al., 2016). Ngoài ra, phổ IR của Fe_2O_3/CTS còn ghi nhận sự xuất hiện tín hiệu của liên kết Fe-O đặc trưng của α-Fe_2O_3 tại số sóng 551 và 611 cm^{-1} (Wang et al., 1998).

Giản đồ XRD của vật liệu Fe_2O_3/CTS (hình 2b) xuất hiện các peak tinh thể tại các góc nhiễu xạ 2θ = 24,3°; 33,3°; 35,8°; 41,1°; 49,5°; 54,1°; 62,5° và 64,2° tương ứng với các mặt phản xạ (012), (104), (110), (113), (024), (116), (214) và (030). Đây là các peak tinh thể đặc trưng cho cấu trúc của α-Fe_2O_3 phù hợp với dữ liệu JCPDS Card, No. 33-0664 với a = b = 5.038 A°, c = 13.772 A° (Tadić et al., 2019). Các peak tinh thể có cường độ lớn và sắc nhọn, chứng tỏ các hạt nano Fe_2O_3 mức độ tinh thể cao. Kích thước hạt tinh thể nano Fe_2O_3 trong hạt cầu Fe_2O_3/CTS được tính theo phương trình Sherrer dựa trên peak (104) có giá trị trung bình là 30 nm.



Hình 2. (a) Phổ IR; (b) Giản đồ XRD;(c) Giản đồ TGA và (d) Ảnh SEM của các vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS.

Hình 2c trình bày giản đồ TGA của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS. Kết quả cho thấy hình dạng giản đồ TGA của hai mẫu vật liệu là tương tự nhau và Fe_2O_3 chiếm 49% trong mẫu vật liệu Fe_2O_3/CTS. Mặt khác, nhiệt độ phân hủy hoàn toàn CTS trong mẫu vật liệu Fe_2O_3/CTS là ở khoảng 650 °C và thấp hơn so với mẫu CTS (750 °C). Điều này chứng tỏ đã có sự tương tác giữa Fe_2O_3 với mạng polymer trong màng CTS và vì vậy, CTS

trong vật liệu Fe_2O_3/CTS có độ bền nhiệt thấp hơn so với CTS ban đầu. Ảnh SEM của vật liệu Fe_2O_3/CTS (hình 2d) quan sát thấy hình thái sợi polymer của CTS và các hạt tinh thể Fe_2O_3 trên sợi CTS.

3.2. Khả năng hấp phụ các chất màu hữu cơ của vật liệu Fe_2O_3/chitosan

3.2.1. Đánh giá khả năng hấp phụ chất màu MB của chitosan và Fe_2O_3/chitosan

Hình 3. Dung dịch MB trước và sau khi hấp phụ bởi vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS.

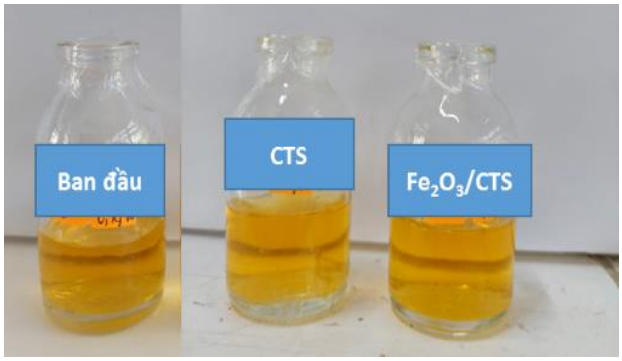
Khả năng hấp phụ chất màu MB của hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS đã được đánh giá (hình 3). Kết quả đo phổ UV – Vis của dung dịch MB ban đầu và dung dịch MB sau khi hấp phụ bởi hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS trong 60 phút được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Khả năng hấp phụ chất màu MB của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS

Vật liệu	A_o	C_o (mg/L)	A_{1h}	C_{1h} (mg/L)	Hiệu suất hấp phụ H (%)	Dung lượng hấp phụ q_t (mg/g)
CTS	1,593	10,31	1,016	6,34	38,5%	1,2
Fe_2O_3/CTS	1,593	10,31	0,970	6,02	41,6%	1,3

Kết quả từ bảng 1 cho thấy cả hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS đều có khả năng hấp phụ MB với hiệu suất hấp phụ sau 60 phút tương ứng là 38,5% và 41,6%. Dung lượng hấp phụ của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS lần lượt là 1,2 và 1,3 mg/g. Như vậy, vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ MB với hiệu suất và dung lượng cao hơn so với vật liệu CTS. Tuy nhiên, hiệu suất cũng như dung lượng hấp phụ của hai vật liệu này không có nhiều sự chênh lệch.

3.2.2. Đánh giá khả năng hấp phụ chất màu MO của chitosan và Fe_2O_3/chitosan



Hình 4. Dung dịch MO trước và sau khi hấp phụ bởi vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS.

Khả năng hấp phụ chất màu MO của hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS cũng đã được tiến hành khảo sát (hình 4). Kết quả đo phổ UV – Vis dung dịch MO ban đầu và sau khi hấp phụ trong thời gian 60 phút bởi hai vật liệu trên được trình bày ở bảng 2.

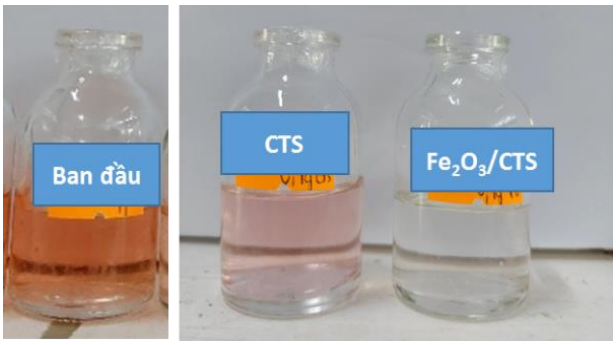
Bảng 2. Khả năng hấp phụ chất màu MO của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS

Vật liệu	A_o	C_o (mg/L)	A_{1h}	C_{1h} (mg/L)	Hiệu suất hấp phụ H (%)	Dung lượng hấp phụ q_t (mg/g)
CTS	0,767	10,01	0,727	9,48	5,3%	0,2
Fe_2O_3/CTS	0,767	10,01	0,675	8,8	12,1%	0,4

Kết quả bảng 2 cho thấy cả hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS đều có khả năng hấp phụ MO nhưng hiệu suất

và dung lượng hấp phụ khá thấp. Trong đó, vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ MO cao hơn so với CTS với hiệu suất hấp phụ của hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS tương ứng là 5,3% và 12,1%. Dung lượng hấp phụ của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS lần lượt là 0,2 và 0,4 mg/g. Như vậy, vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ chất màu MO với hiệu suất và dung lượng cao hơn so với vật liệu CTS.

3.2.3. Đánh giá khả năng hấp phụ chất màu CR của chitosan và Fe_2O_3/chitosan



Hình 5. Dung dịch CR trước và sau khi hấp phụ bởi vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS.

Chúng tôi đã tiến hành khảo sát khả năng hấp phụ chất màu CR của hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS (hình 5). Kết quả đo phổ UV – Vis của dung dịch CR ban đầu và sau khi hấp phụ bởi hai vật liệu trên được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Khả năng hấp phụ chất màu CR của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS

Vật liệu	A_o	C_o (mg/L)	A_{1h}	C_{1h} (mg/L)	Hiệu suất hấp phụ H (%)	Dung lượng hấp phụ q_t (mg/g)
CTS	0,262	9,80	0,084	2,95	69,9	2,1
Fe_2O_3/CTS	0,262	9,80	0,008	0,03	99,6	2,9

Kết quả ở bảng 3 cho thấy cả hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS đều có khả năng hấp phụ CR với hiệu suất hấp phụ sau 60 phút tương ứng là 69,9% và 99,6%. Dung lượng hấp phụ của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS lần lượt là 2,1 và 2,9 mg/g. Như vậy, hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS đều có khả năng hấp phụ tốt chất màu CR, trong đó vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ CR với hiệu suất và dung lượng cao hơn so với vật liệu CTS.

3.2.4. Đánh giá khả năng hấp phụ chất màu RhB của chitosan và Fe_2O_3/chitosan

Hình 6. Dung dịch RhB trước và sau khi hấp phụ bởi vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS.

Chất màu RhB cũng đã được khảo sát khả năng bị hấp phụ bởi hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS (hình 6). Kết quả đo phổ UV – Vis của dung dịch CR ban đầu và các dung dịch CR sau khi hấp phụ bởi hai vật liệu trên được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Khả năng hấp phụ chất màu RhB của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS

Vật liệu	A_o	C_o (mg/L)	A_{1h}	C_{1h} (mg/L)	Hiệu suất hấp phụ H (%)	Dung lượng hấp phụ q_t (mg/g)
CTS	1,607	10,16	1,123	7,01	31,0	0,9
Fe_2O_3/CTS	1,607	10,16	1,003	6,23	38,7	1,2

Kết quả ở bảng 4 cho thấy cả hai vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS đều có khả năng hấp phụ RhB nhưng không cao. Hiệu suất hấp phụ sau 60 phút của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS tương ứng là 31,0% và 38,7%. Dung lượng

hấp phụ của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS lần lượt là 0,9 và 1,2 mg/g. Kết quả trên cũng cho thấy vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ RhB với hiệu suất và dung lượng cao hơn so với vật liệu CTS.

Như vậy, từ kết quả khảo sát khả năng hấp phụ các chất màu MB, MO, CR và RhB của vật liệu CTS và Fe_2O_3/CTS, chúng tôi nhận thấy rằng vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ bốn chất màu khảo sát và đều hấp phụ tốt hơn so với CTS. Trong đó, khả năng hấp phụ chất màu CR của vật liệu Fe_2O_3/CTS cao nhất, giảm dần đến MB, RhB và cuối cùng là MO.

4. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu cho thấy vật liệu Fe_2O_3/CTS đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp thủy nhiệt với quy trình đơn giản. Fe_2O_3 trong vật liệu Fe_2O_3/CTS có tính tinh thể cao, phân bố trên sợi polymer chitosan và chiếm hàm lượng 49%. Vật liệu Fe_2O_3/CTS có khả năng hấp phụ các chất màu hữu cơ Methylene Blue, Methyl Orange, Congo Red và Rhodamine B với hiệu suất và dung lượng hấp phụ giảm dần từ Congo Red đến Methylene Blue, Rhodamine B và cuối cùng là Methyl Orange. Trong đó, tiến hành thí nghiệm với 0,10 g vật liệu Fe_2O_3/CTS với 30 mL dung dịch Congo Red nồng độ 10 mg/L thì hiệu suất hấp phụ thu được là 99,6% và dung lượng hấp phụ là 2,9 mg/g. Với những kết quả trên, vật liệu Fe_2O_3/CTS có thể được xem là vật liệu tiềm năng trong ứng dụng hấp phụ, xử lý chất màu hữu cơ trong dung dịch nước.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế trong nhiệm vụ mã số T23-TN-02.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Aizat, M. A., & Aziz, F. (2019). Chitosan nanocomposite application in wastewater treatments. In *Nanotechnology in water and wastewater treatment: Theory and applications* (pp. 243–265). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813902-8.00012-5

Akın Şahbaz, D., Yakar, A., & Gündüz, U. (2019). Magnetic Fe_3O_4-chitosan micro- and nanoparticles for wastewater treatment. *Particle & Particle Systems Characterization*

Al-Anber, M. A., & Al-Qaisi, W. (2019). The applicability of Fe(III)-chitosan complex for the sorption of single-phase Acid Blue-15 dye from water. *Journal of Environmental Pollution and Management, 2*(1), 105–117.

Biswas, S., Fatema, J., Debnath, T., & Rashid, T. U. (2021). Chitosan–clay composites for wastewater treatment: A state-of-the-art review. *ACS ES&T Water, 1*(5), 1055–1085. https://doi.org/10.1021/acsestwater.0c00207

Chenab, K. K., Sohrabi, B., Jafari, A., & Ramakrishna, S. (2020). Water treatment: Functional nanomaterials and applications from adsorption to photodegradation. *Materials Today Chemistry, 16*, 100262. https://doi.org/10.1016/j.mtchem.2020.100262

Đặng, T. T. N., Lê, L. S., & Lê, Q. T. (2018). Nghiên cứu tổng hợp, đặc trưng và ứng dụng màng chitosan–ferrite từ tính có cấu trúc quang học. *Vietnam Journal of Chemistry, 56*(3), 384–388. https://doi.org/10.15625/vjc.2018-0038

Đặng, T. T. N., Trương, T. Đ., Lê, Q. T., Trần, Đ. T., & Lê, L. S. (2021). Nghiên cứu tổng hợp và đặc trưng hạt cầu xốp Fe_2O_3/chitosan. *Vietnam Journal of Catalysis and Adsorption, 10*(1), 75–79.

Patnaik, S., Mishra, P. C., Nayak, R. N., & Giri, A. K. (2016). Removal of fluoride from aqueous solution using chitosan–iron complex. *Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques, 7*(4), Article 326. https://doi.org/10.4172/2155-9872.1000326

Sakib, M. N., Mallik, A. K., & Rahman, M. M. (2021). Update on chitosan-based electrospun nanofibers for wastewater treatment: A review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications, 2*, 100064. https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100064

Tadić, M., Trpkov, D., Kopanja, L., Vojnović, S., & Vujanović, S. (2019). Hydrothermal synthesis of hematite (α-Fe_2O_3) nanoparticle forms: Synthesis conditions, structure, particle shape analysis, cytotoxicity and magnetic properties. *Journal of Alloys and Compounds, 792*, 599–609. https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.03.414

Wang, Y., Muramatsu, A., & Sugimoto, T. (1998). FTIR analysis of well-defined α-Fe_2O_3 particles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 134*(3), 281–297. https://doi.org/10.1016/S0927-7757(97)00102-7

Evaluating organic dye adsorption ability of Fe_2O_3/Chitosan

Tran Thi Phuong Nga, Dang Thi Thanh Nhan

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

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 26 October 2023
Received in revised form: 27 November 2023
Accepted: 09 December 2023
Published: 20 April 2026

Keywords:
Nanomaterials;
Fe_2O_3;
Chitosan;
Adsorption;
Organic pigments.

Corresponding author:
Dang Thi Thanh Nhan
E-mail address:
dangthithanhnhan@dhsphue.edu.vn

ABSTRACT

To date, more research is aimed to fabricate nanomaterials that support the treatment of wastewater containing harmful chemicals such as dyes and metal ions. Magnetic oxide nanomaterials are the potential candidates. In this study, Fe_2O_3/CTS was successfully synthesized by hydrothermal method. The asproduct was characterized by Infrared Spectroscopy (IR), X-ray Diffraction (XRD), Thermogravimetric Analysis (TGA) and Scanning Electron Microscope (SEM). The results showed that Fe_2O_3 in Fe_2O_3/CTS was highly crystalline, formly distributed on chitosan polymer fibers and accounted for 49%. Fe_2O_3/CTS was investigated the organic dyes adsorbing ability including Methylene Blue (MB), Methyl Orange (MO), Congo Red (CR) and Rhodamine B (RhB) at room temperature. When conducting experiments with 0.10 g of Fe_2O_3/CTS in 30 mL of MB, MO, CR and RhB solutions with a concentration of 10 mg/L, the adsorption efficiency and adsorption capacity were 41.6%; 12.1%; 99.6%; 38.7% and 1.3; 0.4; 2.9; 1.2 mg/g, respectively.