



Original Article

Decolorization of Dye Wastewater by Activated Carbons Produced from Peanut Shell using $ZnCl_2$ Impregnation Method

Nguyen Truong Quan, Nguyen Minh Hanh, Le Thi Hoang Oanh*

VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Received 19 May 2021

Revised 02 May 2022; Accepted 22 June 2022

Abstract: This study assessed the adsorption capacity of different activated carbons produced from peanut shells for S3B dye (Sunfix Red 150%) in dye wastewater under various contact conditions. The pre-impregnation of input material by $ZnCl_2$ (weight ratio 1:1) increased the surface charge of produced activated carbon to a positive value; While activated carbons produced from non-impregnation and post-impregnation procedures had a negative charge. The optimal adsorption conditions were at pH 5 with 10 g/L activated carbon in original dye wastewater, for 180 minute contacting time. Under the optimal conditions, pre-impregnated activated carbon had the highest adsorption capacity, corresponding to 80.2% S3B dye removal; while the two other types of activated carbons obtained about 40% dye removal. The adsorption process is suited to the Freundlich isotherm model (multilayer adsorption) with K_F adsorption constants being 0.0377, 0.3314, and 0.0523 for non-, pre-, and post-impregnated activated carbons, respectively.

Keywords: Dye wastewater, activated carbon, impregnation, peanut shell.

* Corresponding author.

E-mail address: hoangoanh.le@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5228>

Xử lý màu trong nước thải nhuộm bằng than hoạt tính chế tạo từ vỏ lạc được biến tính bằng $ZnCl_2$

Nguyễn Trường Quân, Nguyễn Minh Hạnh, Lê Thị Hoàng Oanh*

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 19 tháng 5 năm 2021

Chỉnh sửa ngày 02 tháng 5 năm 2022; Chấp nhận đăng ngày 22 tháng 6 năm 2022

Tóm tắt: Nghiên cứu đánh giá khả năng hấp phụ màu S3B (Sunfix Red 150%) có trong nước thải nhuộm của các loại than hoạt tính biến tính được chế tạo từ vỏ lạc và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất hấp phụ của chúng. Quá trình biến tính trước nung bằng $ZnCl_2$ (tỉ lệ khối lượng 1:1) đã làm than hoạt tính tăng diện tích bề mặt và có điện tích bề mặt dương; Trong khi than hoạt tính không biến tính và biến tính sau nung có điện tích âm. Điều kiện hấp phụ tối ưu là ở pH = 5 với lượng than hoạt tính 10 g/L trong thời gian tiếp xúc 180 phút và sử dụng nước thải nhuộm không pha loãng. Ở điều kiện này, than hoạt tính biến tính trước nung có khả năng hấp phụ cao nhất 80,2%, trong khi hiệu quả này là khoảng 40% đối với 2 loại than hoạt tính còn lại. Quá trình hấp phụ của các vật liệu đều tuân theo mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Freundlich (hấp phụ đa lớp) với hằng số hấp phụ K_F của vật liệu không biến tính, biến tính trước và biến tính sau lần lượt là 0,0377; 0,3314 và 0,0523.

Từ khóa: Nước thải nhuộm, than hoạt tính, ngâm tẩm, vỏ lạc.

1. Mở đầu

Nước thải dệt nhuộm là nước thải có thành phần rất phức tạp, bao gồm các hợp chất hữu cơ khó phân hủy, thuốc nhuộm, các chất hoạt động bề mặt, có nhiệt độ cao và pH dao động trong dải rộng. Hàm lượng COD, BOD, TSS tương ứng trong khoảng 150 - 12,000, 80 - 6,000, 15 - 8,000 mg/L và độ màu trong khoảng 50 - 2,500 Pt-Co [1, 2]. Các phương pháp được sử dụng để xử lý loại nước thải này gồm phương pháp hóa lý (keo tụ, tuyển nổi, hấp phụ, trao đổi ion,...), phương pháp hóa học (trung hòa, oxi hóa) và phương pháp sinh học. Trong đó, hấp phụ bằng than hoạt tính là phương pháp hóa lý đơn giản.

Đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng than hoạt tính trong xử lý màu của nước thải nhuộm cho hiệu quả cao. Than hoạt tính được chế tạo từ nhiều nguyên vật liệu khác nhau, trong đó vỏ lạc được nhiều nhóm nghiên cứu quan tâm.

Nhóm nghiên cứu của Garg và cộng sự (2019) đã chế tạo than hoạt tính từ vỏ lạc để hấp phụ màu Acid Yellow 36 (AY36) bằng cách nung vỏ lạc đã ngâm tẩm với H_3PO_4 ở 650 °C trong 2 giờ, và đạt được dung lượng hấp phụ tối đa là 66,7 mg/g, tương đương với hiệu quả loại bỏ màu AY36 trên 90% tại pH = 2, với lượng than hoạt tính 4 g/L trong thời gian hấp phụ 150 phút [3]. Trong khi đó, Jordana và cộng sự chế tạo than hoạt tính bằng cách nhiệt phân bằng lò vi sóng để loại bỏ màu hữu cơ (DB38 và RR141) trong nước với dung lượng hấp phụ cực đại tương ứng là 110,6 và 284,5 mg/g [4]. Đối với nhóm Kamariya (2016), than hoạt tính chế tạo từ vỏ lạc được biến tính bằng KOH và Na_2CO_3 với tỉ lệ 1:1 và nung ở nhiệt độ từ 300 đến 600 °C trong thời gian 2 giờ để đánh giá đặc điểm vật lý và hình thái [5]. Theo nhóm nghiên cứu của Wu (2018), than hoạt tính biến tính từ vỏ lạc bằng H_3PO_4 và cacbon hóa ở 450 °C trong 3 giờ đã cho hiệu suất loại bỏ màu X-BR với nồng độ 0,1 g/L cao nhất ở liều lượng than tối ưu là 4 g/L và thời gian hấp phụ tối ưu là 2 giờ [6].

Nhiều nhóm tác giả nghiên cứu biến tính than hoạt tính bằng $ZnCl_2$. Nhóm của Angin

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: hoangoanh.le@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1140/vnunst.5228>

biến tính than hoạt tính được chế tạo từ hạt anh đào ở điều kiện tối ưu là nhiệt độ hoạt hóa 700 °C, tỉ lệ ngâm tẩm 3:1, than hoạt tính có diện tích bề mặt 1.704 m²/g và hàm lượng C là 80,8% [7]. Nhóm Garcia biến tính vỏ hạt cọ bằng ZnCl₂ với tỉ lệ 1:1 và nung ở 550 °C trong 1 giờ để hấp phụ màu xanh metylen và thu được dung lượng hấp phụ cực đại là 225,3 mg/g [8]. Nhóm nghiên cứu của Malik đánh giá khả năng hấp phụ màu xanh metylen của than hoạt tính chế tạo từ vỏ lạc được biến tính bằng ZnCl₂ cho thấy ở điều kiện tỉ lệ ZnCl₂/than là 1,75, nhiệt độ 650 °C trong thời gian 15 phút, với nồng độ dung dịch màu xanh metylen ban đầu là 100 ppm thì dung lượng hấp phụ đạt 55,5 mg/g [9]. Phạm Thị Ngọc Lan (2016) nghiên cứu khả năng hấp phụ màu và amoni trong nước tự pha của một số mẫu than hoạt tính chế tạo từ vỏ lạc và thân cây sắn bằng các phương pháp biến tính hoá học [10]. Than biến tính bằng ZnCl₂ (2M, 350 °C, 1h) cho hiệu quả hấp phụ màu cao nhất (88,65%) so với các loại than được chế tạo bởi các phương pháp biến tính hoá học được nghiên cứu. Các nghiên cứu cho thấy tiềm năng xử lý màu của than hoạt tính biến tính bằng ZnCl₂ nhưng chưa chỉ ra ứng dụng trên loại nước thải nhuộm thực tế.

Trong nghiên cứu này, than hoạt tính chế tạo từ vỏ lạc bằng phương pháp ngâm tẩm ZnCl₂ được đánh giá khả năng hấp phụ màu S3B (Sunfix Red 150%) có trong nước thải nhuộm thực.

2. Thục nghiệm

2.1. Chế tạo than hoạt tính từ vỏ lạc

Than hoạt tính sử dụng trong nghiên cứu gồm 3 loại được chế tạo từ vỏ lạc theo 3 phương pháp khác nhau: không biến tính (KBT), biến tính trước (BTT), và biến tính sau (BTS). Vỏ lạc được sấy khô ở 60 °C và nghiền nhỏ đến kích thước <0,25 mm để sử dụng làm nguyên liệu.

Quy trình chế tạo than hoạt tính biến tính trước (BTT) từ vỏ lạc được thực hiện theo trình tự các bước như sau:

Bước 1: Nguyên liệu vỏ lạc được ngâm với ZnCl₂ (1,47M) với tỉ lệ khối lượng 1:1 (tỉ lệ thể tích dung dịch và khối lượng nguyên liệu là 5:1) ở

nhiệt độ phòng, khuấy đều trên máy khuấy từ trong vòng 24 giờ, sau đó sấy khô trong tủ sấy ở 105 °C.

Bước 2: Vật liệu được đặt vào cốc nung có đáy nắp, nèn chặt tối đa và bọc kín bằng giấy bạc để tạo điều kiện thiếu khí, rồi được nung tại nhiệt độ 600 °C trong vòng 1 giờ, sau đó để nguội tự nhiên trong lò nung.

Bước 3: vật liệu được hoạt hóa bằng cách ngâm trong dung dịch HCl 0,1M trong 4 tiếng, sau đó rửa sạch bằng nước cất cho đến khi pH về trung tính. Sau khi sấy khô ở 105 °C, vật liệu được bảo quản trong túi zip ở bình hút ẩm.

Quy trình chế tạo than hoạt tính không biến tính (KBT) giống như than BTT nhưng bỏ qua bước 1; Trong khi, đảo trình tự hai bước 1 và 2 thì tạo ra than biến tính sau (BTS).

2.2. Xác định đặc tính và đánh giá khả năng hấp phụ màu S3B của than hoạt tính tạo được

2.2.1. Xác định đặc tính của than hoạt tính chế tạo từ vỏ lạc

Hình thái bề mặt được xác định bằng kính hiển vi điện tử quét SEM (Hitachi TM400Plus).

Nhóm chức bề mặt được xác định bằng máy quang phổ hồng ngoại (Jasco FT/IR - 4600). Thế zeta và điện tích bề mặt được xác định bằng máy PCD-05 Muetek (Germany) trên huyền phù than hoạt tính tạo ra bằng cách cân 0,25 g vật liệu mỗi loại cho vào 150 mL nước cất đã chỉnh ở các giá trị pH từ 5 - 9 bằng HCl 0,1M và NaOH 0,1M, rồi lắc mẫu trong vòng 1 giờ. Điện tích bề mặt được tính theo công thức:

$$Q (\mu\text{eq}) = V.N.10^6/m$$

Trong đó:

Q là điện tích bề mặt (μeq)

V là thể tích chuẩn độ (L)

N là nồng độ mol điện tích của dung dịch polyDADMAC (M)

m là khối lượng mẫu (g)

2.2.2. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ màu

Các thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình hấp phụ màu được thực hiện trên nước thải nhuộm chứa màu hoạt tính S3B được thu tại đầu ra của công đoạn nhuộm màu hồng nhạt 18 cho khăn cotton, tại công ty

nhuộm Minh Khai, Mỹ Đức, Hà Nội. Nước thải có pH 10,26 và độ hấp thụ quang 1,013 tại bước sóng có độ hấp thụ cực đại (518 nm).

Quy trình thí nghiệm chung gồm lần lượt các thao tác: Cân 0,25 g than hoạt tính cho vào bình nón, thêm 25 mL nước thải nhuộm chứa màu hoạt tính S3B (Sunfix Red 150%), lắc mẫu với tốc độ 150 vòng/phút, lọc dung dịch sau hấp phụ và đo độ màu của dung dịch này bằng máy quang phổ UV - Vis (Hitachi UH5300) ở bước sóng 518 nm.

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ màu hoạt tính S3B trong nước thải nhuộm được khảo sát theo 4 thí nghiệm bằng cách thay đổi pH nước thải trong khoảng 5 - 9, khối lượng than hoạt tính trong khoảng 0,1 - 1,0 g/25 mL, thời gian hấp phụ trong khoảng 30 - 420 phút và nồng độ ban đầu của chất màu trong khoảng 10 - 100% nồng độ trong nước thải ban đầu. Các thí nghiệm hấp phụ được thực hiện trong máy lắc điều nhiệt và giữ ở 25 °C.

2.2.3. Mô hình đẳng nhiệt và cân bằng hấp phụ

Mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir và Freundlich được lựa chọn để mô tả cân bằng hấp phụ của quá trình hấp phụ màu bởi các loại than hoạt tính.

Đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir, phù hợp với cơ chế hấp phụ đơn lớp đối với số lượng điểm hấp phụ xác định, có phương trình biểu diễn là:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_0 K_L} + \frac{C_e}{q_0}$$

C_e : nồng độ màu ở trạng thái cân bằng.

q_e : lượng màu hấp phụ trên than hoạt tính (%màu/g).

q_0 và K_L là hằng số Langmuir liên quan đến dung lượng hấp phụ (%màu/g) và năng lượng hấp phụ (L/%màu).

Đường đẳng nhiệt Freundlich được biểu diễn với phương trình:

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e$$

K_F (%màu/g) và n là các hằng số của đường đẳng nhiệt Freundlich, phản ánh dung lượng hấp phụ và cường độ hấp phụ.

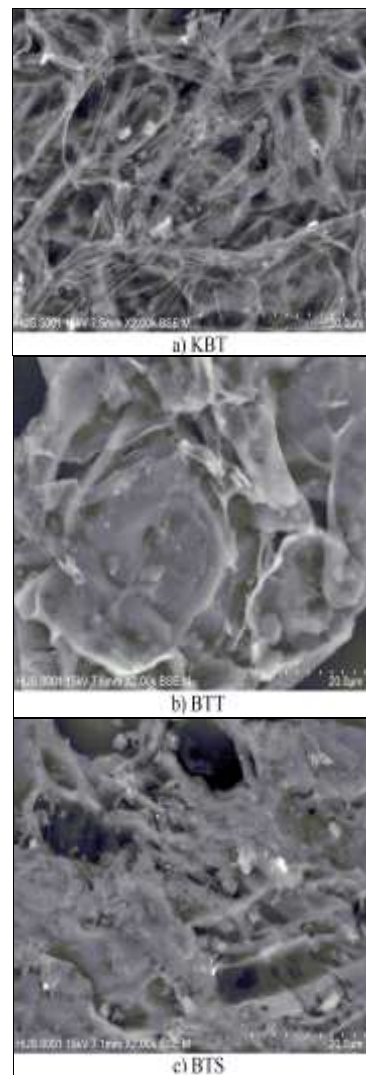
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc tính của than hoạt tính

3.1.1. Hình thái bề mặt của than hoạt tính

Hình thái bề mặt của 3 loại than hoạt tính (KBT, BTT và BTS) theo kết quả đo SEM được thể hiện ở Hình 1.

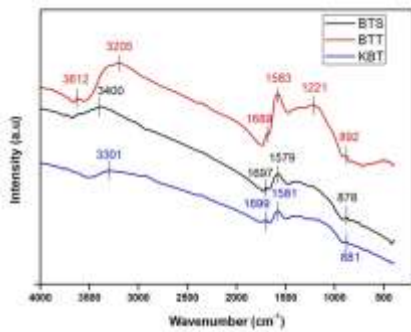
Hình ảnh SEM của ba loại vật liệu KBT, BTT và BTS cho thấy trên bề mặt vỏ lọc không biến tính có các nếp nhăn, mạng lưới sợi chằng chịt. Sau quá trình biến tính, bề mặt của vật liệu có sự khác biệt; Vật liệu BTT và BTS mịn và nhẵn hơn.



Hình 1. Hình ảnh đo SEM của 3 loại than hoạt tính KBT (a), BTT (b) và BTS (c).

3.1.2. Nhóm chức bề mặt của than hoạt tính

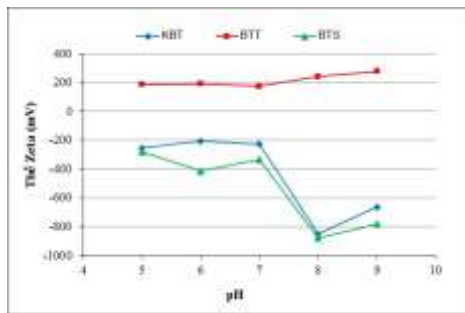
Kết quả chụp phổ hồng ngoại của các loại than (Hình 2) cho thấy bề mặt của ba loại vật liệu đều chứa các nhóm chức O-H ($3.100 - 3.800 \text{ cm}^{-1}$), C=C trong vòng thơm ($1.450 - 1.680 \text{ cm}^{-1}$) và C=O của nhóm cacbonyl ($1.680 - 1.850 \text{ cm}^{-1}$). Tuy nhiên than hoạt tính biến tính trước có sự tăng cường nhóm O-H tại bước sóng 3.612 cm^{-1} và nhóm chức C-O của các alcol tại bước sóng 1.221 cm^{-1} so với hai loại vật liệu còn lại [11, 12].



Hình 2. Phổ hồng ngoại của 3 loại than hoạt tính.

3.1.3. Thế zeta và điện tích bề mặt của than hoạt tính

Kết quả đo thế zeta của 3 loại than được thể hiện ở Hình 3 và điện tích bề mặt được trình bày trong Bảng 1.



Hình 3. Thế zeta của 3 loại than hoạt tính.

Bảng 1. Điện tích bề mặt của 3 loại than hoạt tính

pH	Điện tích bề mặt (μeq)		
	KBT	BTT	BTS
5	-0,016	0,027	-0,014
6	-0,012	0,064	-0,022
7	-0,012	0,068	-0,016
8	-0,048	0,084	-0,048
9	-0,046	0,076	-0,048

Trong khoảng pH khảo sát 5 - 9, thế zeta của than KBT thay đổi từ -206 đến -850 mV, thế zeta của than BTT thay đổi từ 174 đến 276 mV và thế zeta của than BTS thay đổi từ -280 đến -877 mV. Tương ứng, than KBT có điện tích bề mặt âm thay đổi từ -0,012 đến -0,048 μeq , than BTT có điện tích bề mặt dương thay đổi từ 0,027 đến 0,084 μeq và than BTS có điện tích bề mặt âm thay đổi từ -0,014 đến -0,048 μeq .

Quá trình biến tính trước làm cho than hoạt tính BTT có thế zeta dương, khác biệt so với thế zeta âm của than hoạt tính BTS và KBT tạo ra từ quá trình biến tính sau và không biến tính; tương đồng với kết quả của nhóm nghiên cứu Spagnoli khi hấp phụ màu xanh metylen trên vỏ hạt điều [13]. Theo Spagnoli và cộng sự, phương pháp chế tạo than hoạt tính từ vỏ hạt điều biến tính bằng ZnCl_2 trước nung đã làm thay đổi pH vật liệu từ bazơ đối với than không biến tính, đến axit mạnh đối với tất cả than được biến tính. Quá trình biến tính trước nung bằng ZnCl_2 đã làm cấu trúc bề mặt than hoạt tính có nhiều khoang xốp với kích thước nhỏ, và tăng diện tích bề mặt [7, 8]. Quá trình rửa vật liệu hấp phụ sau quá trình cacbon hoá bằng HCl và nước cất giúp loại bỏ tro trên bề mặt của vật liệu sau quá trình cacbon hoá, ZnCl_2 dư, axit và ion Cl^- [7-9]. Quá trình rửa có vai trò quan trọng trong việc tăng điện tích bề mặt và tạo thành điện tích bề mặt dương của than thành phẩm. Điều này rất có ý nghĩa trong quá trình hấp phụ các anion có trong nước thải.

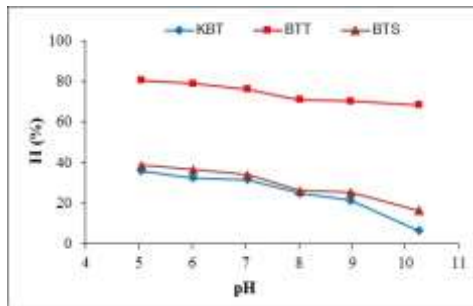
3.2. Ảnh hưởng của các yếu tố đến quá trình hấp phụ

3.2.1. Ảnh hưởng của pH nước thải

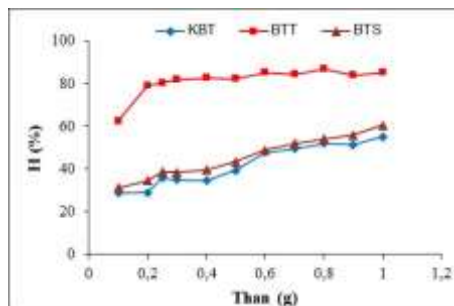
Khảo sát ảnh hưởng của pH nước thải nhuộm trong khoảng từ 5 - 9 trong thời gian 120 phút (Hình 4) cho thấy khả năng hấp phụ của cả ba loại than hoạt tính đều có xu hướng giảm khi tăng giá trị pH nước thải. Ở giá trị pH ban đầu của nước thải là 10,26, hiệu suất hấp phụ của ba loại than hoạt tính KBT, BTT, BTS lần lượt là 6,5%, 68,4% và 16,4%. Khi thay đổi pH từ 5 đến 9 thì hiệu suất hấp phụ của than giảm dần, tại pH = 5 hiệu suất hấp phụ của ba

loại than KBT, BTT và BTS đạt lớn nhất là 35,8%, 80,3% và 38,6%.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự ảnh hưởng của pH nước thải đến hiệu suất xử lý màu có xu hướng là khả năng hấp phụ màu của than hoạt tính tăng khi giảm pH. Kết quả này phù hợp với các kết quả nghiên cứu của nhóm Garg (2019) [3] và nhóm Jordana (2016) [4]. pH ảnh hưởng đến điện tích bề mặt, mức độ ion hoá và mức độ phân ly của các nhóm chức ở các điểm hoạt hoá, mức độ ion hoá của của vật liệu hấp phụ, cũng như cấu trúc của phân tử màu [14]. pH giảm làm tăng số lượng vị trí hoạt động mang điện tích dương trên than hoạt tính, nên tăng cường khả năng liên kết với nhóm phản ứng của thuốc nhuộm hoạt tính và khả năng hấp phụ với nhóm ion dương của thuốc nhuộm.



Hình 4. Ảnh hưởng của pH nước thải. (Nước thải ban đầu, 0,25 g than/25 mL nước thải, 25 °C).



Hình 5. Ảnh hưởng của liều than hoạt tính sử dụng. (Nước thải ban đầu, pH 5, 25 °C).

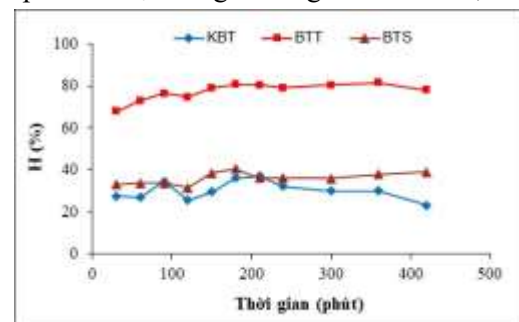
3.2.2. Ảnh hưởng của liều than hoạt tính sử dụng

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của liều sử dụng 3 loại than (0,1 - 1,0 g/25 mL) tới quá trình hấp phụ màu S3B trong nước thải nhuộm

tại pH = 5 trong thời gian 120 phút (Hình 5) cho thấy, hiệu suất hấp phụ của vật liệu KBT và BTS có xu hướng tăng liên tục trong khoảng 28,8% đến 55,2% và 31,3% đến 60,5% khi tăng liều than hoạt tính từ 0,1 g đến 1,0 g/25 mL. Hiệu suất hấp phụ của vật liệu BTT tăng mạnh từ 62,7% đến 80,3% khi tăng lượng than từ 0,1 đến 0,25 g/25 mL, sau đó thì hiệu suất hấp phụ thay đổi không đáng kể. Đây là kết quả của việc tăng số lượng tâm hấp phụ có sẵn bằng cách tăng liều hấp phụ [14]. Tuy nhiên, với trường hợp vật liệu BTT, số lượng tâm hấp phụ rất lớn và chưa được sử dụng hết trong khi lượng màu cố định; nên sự tăng liều chất hấp phụ lớn hơn 0,25 g/25 mL (tức 10 g/L) không làm thay đổi đáng kể hiệu quả hấp phụ [3]. Do đó, liều chất hấp phụ 10 g/L được chọn để khảo sát các nội dung tiếp theo.

3.2.3. Ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc

Khảo sát sự ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc đến quá trình hấp phụ màu S3B trong nước thải nhuộm ở pH = 5 và liều than 10 g/L trong khoảng thời gian từ 30 đến 420 phút được trình bày ở Hình 6. Kết quả cho thấy, thời điểm đạt cân bằng hấp phụ của vật liệu BTT là 180 phút với hiệu suất hấp phụ đạt 80,5%; Tương đương với kết quả của nhóm Malik là 81,0% [9]. Đối với vật liệu KBT và BTS, hiệu suất hấp phụ thấp và chỉ đạt trong khoảng từ 30 đến 40,4%.

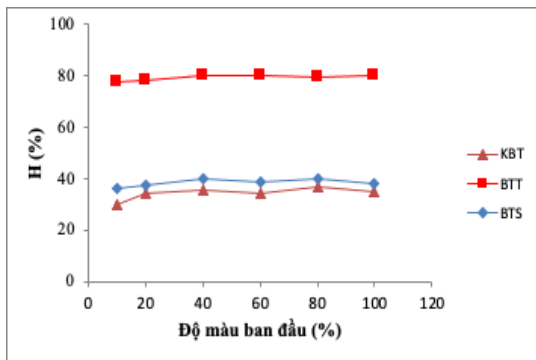


Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc. (Nước thải ban đầu, pH 5, 0,25 g than/25 mL nước thải, 25 °C).

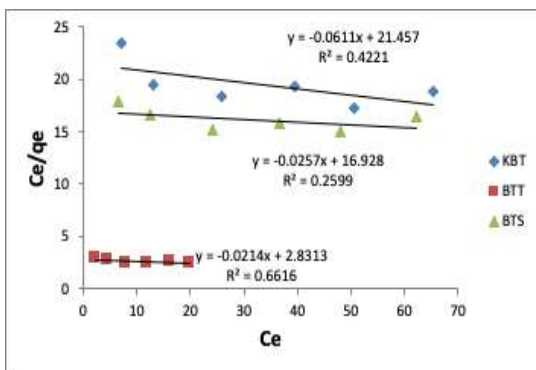
3.2.4. Ảnh hưởng của độ màu ban đầu của nước thải

Khảo sát sự ảnh hưởng của nồng độ màu trong khoảng 10-100% độ màu ban đầu (bằng cách pha loãng nước thải ban đầu) đến

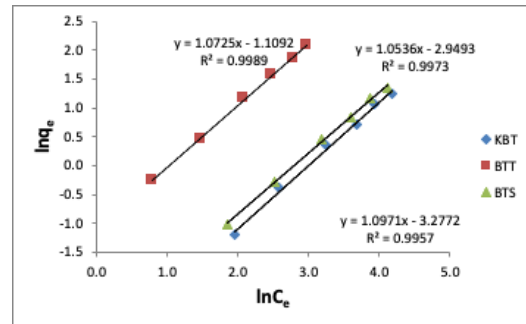
quá trình hấp phụ màu S3B trong nước thải nhuộm ở pH = 5, liều than 10 g/L trong 180 phút được trình bày ở Hình 7. Kết quả cho thấy độ màu ban đầu của nước thải không ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất hấp phụ của than. Hiệu suất hấp phụ cao nhất của vật liệu KBT và BTS đạt là 36,7 và 40,1% ở độ màu ban đầu 80%, còn vật liệu BTT đạt 80,2% ở độ màu ban đầu 100% (không pha loãng). Tuy độ hấp phụ màu trên khối lượng than giảm tỉ lệ thuận với nồng độ màu ban đầu, nhưng độ màu và lượng than sử dụng có giá trị thấp nên hiệu suất loại bỏ độ màu không thay đổi đáng kể. Độ màu không bị hấp phụ hoàn toàn (tối đa khoảng 80%) có thể do các hạt nano tồn tại trong dung dịch chứa thuốc nhuộm gây hiện tượng tán xạ trong quá trình đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 518 nm. Ở mẫu đối chứng chỉ chứa than và nước cất, độ hấp thụ quang của mẫu sau quá trình lắc và lọc đo được vẫn có giá trị bằng không.



Hình 7. Ảnh hưởng của độ màu trong nước thải. (pH 5, 0,25 g than/25 mL nước thải, 25 °C, độ màu trong nước thải được điều chỉnh bằng cách pha loãng nước thải ban đầu với độ pha loãng theo %).



(a)



(b)

Hình 8. Đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir (a) và Freundlich (b) biểu diễn cân bằng hấp phụ màu S3B bởi 3 loại than hoạt tính.

Quá trình hấp phụ màu không tuân theo mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir mà tuân theo mô hình Freundlich, với giá trị các thông số như Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị các thông số của đường đẳng nhiệt Freundlich

Than hoạt tính	Freundlich		
	K_F	R^2	n
Không biến tính	0,0377	0,9957	0,9114
Biến tính trước	0,3314	0,9989	0,9354
Biến tính sau	0,0523	0,9973	0,9491

Kết quả tính toán cho thấy cả ba loại than hoạt tính đều có khả năng hấp phụ đa lớp. Than biến tính trước có khả năng hấp phụ cao nhất ($K_F = 0,3314$), còn than không biến tính và biến tính sau nhìn chung có khả năng hấp phụ tương đương nhau. Như vậy, có thể khẳng định quá trình biến tính trước nung đã cải thiện rõ rệt khả năng hấp phụ của vật liệu, khác với quá trình biến tính sau.

4. Kết luận

Quá trình biến tính trước nung bằng $ZnCl_2$ đã làm điện tích bề mặt than hoạt tính chế tạo từ vỏ lạc có giá trị dương có ý nghĩa trong việc hấp phụ các phân tử màu anion của thuốc nhuộm hoạt tính S3B; Trong khi than hoạt tính không biến tính và biến tính sau có điện tích âm. Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng tới khả năng hấp phụ của ba loại than hoạt tính cho thấy điều

kiện hấp phụ tối ưu đối với màu S3B là pH = 5, lượng than hoạt tính 10 g/L, thời gian hấp phụ 180 phút với nước thải nhuộm không pha loãng. Trong đó, than hoạt tính biến tính trước nung có khả năng hấp phụ cao nhất, với hiệu suất xử lý màu đạt 80,2%; Trong khi hiệu suất xử lý màu của 2 loại than hoạt tính còn lại đạt khoảng 40%. Quá trình hấp phụ của các vật liệu đều tuân theo mô hình đẳng nhiệt hấp phụ Freundlich (hấp phụ đa lớp) với hằng số hấp phụ K_F của vật liệu không biến tính, biến tính trước và biến tính sau lần lượt là 0,0377; 0,3314 và 0,0523.

Tài liệu tham khảo

- [1] A. Ghaly, R. Ananthashankar, M. Alhattab, V. Ramakrishnan, Production, Characterization and Treatment of Textile Efuents: a Critical Review, *J. Chem Eng Proc Technol*, Vol. 5, 2014, pp. 1-18.
- [2] F. O. Kehinde, H. A. Aziz, Textile Wastewater and the Advanced Oxidative Treatment Process, an Overview, *Int. J. Innovat. Res. Sci. Eng. Technol.*, Vol. 3, 2014, pp. 15310-15317.
- [3] D. Garg, S. Kumar, K. Sharma, C. B. Majumder, Application of Waste Peanut Shells to form Activated Carbon and Its Utilization for the Removal of Acid Yellow 36 from Wastewater, Groundwater for Sustainable Development, Vol. 8, 2019, pp. 512-519.
- [4] G. Jordana, L. Guilherme, A. Marcio, L. Edson, Preparation of Activated Carbon from Peanut Shell by Conventional Pyrolysis and Microwave Irradiation-Pyrolysis to Remove Organic Dyes from Aqueous Solutions, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Vol. 4, 2016, pp. 266-275.
- [5] S. Kamariya, J. Pandya, Preparation and Characterization of Activated Carbon from Agricultural Waste, Peanut Shell by Chemical Activation, *International Journal of Trend in Research and Development*, Vol. 3, No. 3, 2016, pp. 138-141.
- [6] H. Wu, R. Chen, H. Du, J. Zhang, L. Shi, Y. Qin, L. Yue, J. Wang, Synthesis of Activated Carbon from Peanut Shell as Dye Adsorbents for Wastewater Treatment, *Adsorption Science and Technology*, 2018, pp. 1-15.
- [7] D. Angin, Production and Characterization of Activated Carbon from Sour Cherry Stones by Zinc Chloride, *Fuel*, Vol. 115, 2014, pp. 804-811.
- [8] J. R. Garcia, U. Sedran, M. A. A. Zaini, Z. A. Zakaria, Preparation, Characterization, and Dye Removal Study of Activated Carbon Prepared from Palm Kernel Shell, *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 25, No. 6, 2017, pp. 5076-5085.
- [9] R. Malik, D. S. Ramteke, S. R. Wate, Physico-chemical and Surface Characterization of Adsorbent Prepared from Groundnut Shell by $ZnCl_2$ Activation and Its Ability to Adsorb Colour, *Indian Journal of Chemical Technology*, Vol. 13, 2006, pp. 319-328.
- [10] P. T. N. Lan, Study on Modification of Activated Carbon Produced from Agricultural Waste for Adsorption Materials, *Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, Vol. 52, 2016, pp. 129-137 (in Vietnamese).
- [11] E. M. Fuente, J. A. Menéndez, M. A. Suárez, M. A. Montes-Morán, Infrared Spectroscopy of Carbon Materials: A Quantum Chemical Study of Model Compounds, *J. Phys. Chem. B*, Vol. 107, 2003, pp. 6350-6359.
- [12] J. Zawadzki, Infrared Spectroscopy in Surface Chemistry, In P. A. Thrower (Ed.), *Chemistry and Physics of Carbon*, Marcel Dekker, New York, Vol. 21, 1989, pp. 147-386.
- [13] A. A. Spagnoli, D. A. Giannakowdakis, S. Bashkova, Adsorption of Methylene Blue on Cashew Nut Shell Based Carbons Activated with Zinc Chloride: The Role of Surface and Structural Parameters, *Journal of Molecular Liquids*, Vol. 229, 2017, pp. 465-471.
- [14] L. Wang, J. Zhang, R. Zhao, C. Li, Y. Li, C. Zhang, Adsorption of Basic Dyes on Activated Carbon Prepared from Polygonum Orientale Linn: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies, *Desalination*, Vol. 254, 2010, pp. 68-74.