CHẾ TẠO THAN SINH HỌC TỪ VỎ SẮN PHẾ PHẨM ỨNG DỤNG LÀM CHẤT HẤP PHỤ MÀU XANH METHYLENE TRONG NƯỚC THẢI

ĐỖ QUÝ DIỄM, BÙI DUY TUYÊN, NGUYỄN VĂN SƠN, VÕ THÀNH CÔNG *
Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh
**Tác giả liên hệ: vothanhcong@iuh.edu.vn*
DOIs: https://doi.org/10.46242/jstiuh.v62i02.4777

Tóm tắt. Trong nghiên cứu, vỏ sắn phế phẩm được nhiệt hóa yếm khí tại nhiệt độ 600 ^{0}C trong 1 giờ thu được than sinh học, ký hiệu mẫu BC-S để ứng dụng làm chất hấp phụ màu xanh methylene. Các đặc tính hình thái và cấu trúc bề mặt của BC-S được đo đạc bằng phương pháp phân tích hiện đại như là kính hiển vi điện tử quét (SEM), nhiễu xạ tia X (XRD), quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR), và Brunauer-Emmett-Teller (BET). Dựa trên kết quả phân tích cho thấy rằng hình thái bề mặt của BC-S ở dạng các hạt phẳng xếp chồng lên nhau, chứa nhiều hóc, kích thước hạt trung bình 10 µm. Cấu trúc BC-S tồn tại dạng tinh thể carbon graphite chứa các nhóm dao động C-H, C=C, S=O, N-H, CO, và OH là các peak đặc trưng của than sinh học có diện tích bề mặt riêng là 2,66 m^2/g. Trong ứng dụng BC-S làm chất hấp phụ màu xanh methylene, khảo sát khả năng hấp phụ màu cho kết quả khả năng hấp phụ cực đại là 5,10 mg MB/g BC-S. Các kết quả cho thấy có thể sử dụng BC-S làm chất hấp phụ xử lý nước thải mang màu rộng rãi ở quy mô công nghiệp.
Từ khóa: than sinh học, vỏ sắn phế phẩm, xanh methylene, chất hấp phụ

1. GIỚI THIỆU

Trong lĩnh vực nông nghiệp cây trồng ở Việt Nam sau thu hoạch, bên cạnh sản phẩm chính sẽ phát sinh ra những phụ phẩm khác tùy vào loại cây trồng và mục đích canh tác [1, 2]. Theo số liệu thống kê năm 2020, có đến 88,9 triệu tấn phụ phẩm từ quá trình chế biến nông sản của ngành trồng trọt không quan tâm đến việc tái sử dụng, thậm chí còn bị bỏ lại ngay trên đồng ruộng hoặc đốt đi, gây lãng phí tài nguyên và ô nhiễm môi trường, làm tăng lượng phát thải khí nhà kính [3,4]. Thực trạng đốt phế thải nông nghiệp bỏ lại trên đồng ruộng, tạo ra khói bụi sẽ gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe và đời sống con người, cụ thể là gây bệnh về đường hô hấp và mắt [5].

Than sinh học (biochar) là một khoáng chất dạng rắn giàu carbon (C) thu được từ việc nhiệt phân yếm khí sinh khối (biomass) như là các phụ phẩm nông nghiệp [3-6]. Tùy thuộc vào nhiệt độ nhiệt phân và loại sinh khối mà sản phẩm biochar thu được có thành phần và tính chất khác nhau [6,7]. Theo số liệu của Viện năng lượng Việt Nam, phế phẩm cây trồng rất đa dạng như: rơm rạ, vỏ trấu, vỏ sắn, vỏ dừa, vỏ cà phê, phế thải gỗ… Đây là một trong những nguồn sinh khối tiềm năng để phục vụ cho nhu cầu sản xuất biochar [5,8]. Trong đó, vỏ sắn (vỏ mì) có hai dạng cấu trúc là vỏ gỗ và vỏ cùi. Vỏ gỗ chiếm 0,5 – 3% khối lượng củ, gồm các tế bào có cấu tạo từ cellulose và hemicellulose, hầu như không có tinh bột. Vỏ cùi dày hơn vỏ gỗ, chiếm khoảng 8 – 20% khối lượng củ gồm các tế bào được cấu tạo bởi cellulose và tinh bột [5,8,9]. Với loại này, tại các nhà máy sản xuất tinh bột sắn phải thải bỏ một lượng lớn, lượng vỏ sắn trực tiếp thải bỏ gây lãng phí, độc hại và ô nhiễm cho môi trường. Vì vậy, một phần mục tiêu quan trọng trong nghiên cứu là tìm giải pháp để xử lý chất thải rắn gây ô nhiễm như là vỏ sắn.

Xét về đặc tính và ứng dụng, cấu trúc bề mặt của biochar có cấu trúc xốp, chứa nhiều nhóm chức như OH, COOH, N-H…Mang ái lực làm tăng các đặc tính ưa nước, độ phân cực, hấp phụ khi ứng dụng cho cho loại vật liệu này [5]. Trong ứng dụng, ngoài khả năng lưu trữ carbon, nước và cải tạo đất, việc sử dụng biochar cho các lĩnh vực khác như làm nền chất mang trong sản xuất xúc tác, chất hấp phụ, hoặc làm vật liệu cho các quá trình công nghiệp hóa chất và dược phẩm [6, 8]. Tuy nhiên cho dữ liệu hiện tại, chưa tìm thấy sử dụng biochar được chế tạo từ vỏ sắn sử dụng làm chất hấp phụ màu hữu cơ xanh methylene xanh (MB) mà chúng tôi đang thực hiện trong nghiên cứu.

Quá trình hấp phụ xảy ra khi cho hai pha không hòa tan tiếp xúc với nhau như pha rắn biochar (chất hấp phụ) với pha lỏng MB (chất bị hấp phụ). Trong hấp phụ, quá trình xảy ra khác nhau giữa pha lỏng và rắn

© 2023 Trường Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh

gọi là quá trình trao đổi ion. Quá trình hấp phụ liên quan đến bản chất hóa học của sự tương tác giữa ion với chất rắn và sự khếch tán của các ion trong pha rắn [9-11].

Ở hướng khác, chúng ta đã biết rằng MB là hợp chất hữu cơ thuộc họ thiozin công thức phân tử $C_{16}H_{18}N_3SCl$, khi phân hủy sẽ sinh ra các khí độc như là Cl_2, NO, CO, SO_2, CO_2, H_2S. MB có những tác động độc hại đối với con người, động vật và các hệ thực vật. Đặc biệt, trong công nghiệp dệt nhuộm, MB tồn tại dạng hợp chất lơ lửng trong nước thải và bùn thải [12, 13]. Trong đó hiện nay việc xử lý màu trong nước thải dệt nhuộm là vấn đề cấp thiết trong việc xử lý và bảo vệ môi trường, mà cũng là mục tiêu đề tài nghiên cứu hướng đến.

Trong công nghệ hóa học, có nhiều phương pháp xử lý nước thải dệt nhuộm như là phương pháp hóa học, phương pháp vật lý, phương pháp điện hóa, phương pháp trao đổi ion… Tuy nhiên tìm kiếm một phương pháp hiệu quả để việc xử lý nước thải loại này là vấn đề cần thiết. Vì vậy, trên cơ sở dữ liệu khoa học đã trình bày ở trên, nghiên cứu ứng dụng biochar được chế tạo từ phế phẩm vỏ sắn để hấp phụ màu MB trong nước thải dệt nhuộm là một trong những hướng đi mới trong giải pháp xử lý nước thải dệt nhuộm công nghiệp ở Việt Nam.

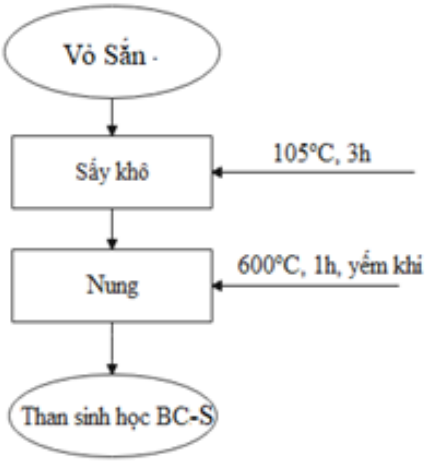
2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nguyên liệu

Mẫu phế phẩm vỏ sắn được lấy từ chợ nông sản tại Thành phố Hồ Chí Minh (Tp.HCM). Mẫu thu gom được sơ chế bằng cách làm sạch, cắt nhỏ rồi sấy khô tại phòng thí nghiệm.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mẫu biochar BC-S được tổng hợp theo quy trình ở hình 1. Các đặc tính bề mặt của BC-S được định tính và định lượng bằng các phương pháp phân tích như: XRD, FTIR, SEM, BET.



Hình 1. Quy trình tổng hợp biochar từ vỏ sắn

Dựa trên quy trình ở hình 1 cho thấy, mẫu vỏ sắn sau khi thu gom, rửa sạch, cắt nhỏ, sau đó sấy khô ở nhiệt độ 105^{o}C trong 3h. Tiếp theo, mẫu được cân và nung yếm khí ở nhiệt độ 600 ^{o}C trong 1 giờ, thu được sản phẩm mẫu than sinh học BC-S. Trong ứng dụng BC-S làm chất hấp phụ MB. Mẫu thí nghiệm khảo sát hấp phụ, nồng độ sau khi hấp phụ được phân tích bằng phương pháp quang trắc, bước sóng quang của màu MB là 650 nm.

Trong nghiên cứu, tính toán hiệu suất quá trình tổng hợp BC-S [12-14] được áp dụng theo phương trình 1,

$$H_i = (M_0 - M_T) \times \frac{100}{M_0} \qquad (1)$$

Trong đó, H_i là hiệu suất tổng hợp BC-S (đơn vị, %); M_0 khối lượng vỏ sắn ban đầu (đơn vị, g); M_T khối lượng của BC-S (đơn vị, g).

Ngoài ra, tính toán khả năng hấp phụ [14,15] MB trên mẫu BC-S được áp dụng theo phương trình 2,

$$q_e = (C_0 - C_t) \times \frac{V}{M} \qquad (2)$$

Trong đó, q_e là lượng vật chất hấp phụ, đơn vị (mg/g); C_0 là nồng độ MB ban đầu, đơn vị (mg/L); $C_t$là nồng độ MB tại thời gian khảo sát, đơn vị (mg/L); M là khối lượng của BC-S, đơn vị (g); V là thể tích dung dịch nước thải, đơn vị (mL).

Trong nghiên cứu ứng dụng biochar làm chất hấp phụ, chúng tôi tiến hành thí nghiệm: chuẩn bị 3 mẫu, mỗi mẫu chứa 100 mL dung dịch MB có nồng độ đầu (C_0) 5,0 ppm trong becher. Thêm vào mẫu lần lượt là 0,1g, 0,15g, và 0,2g BC-S. Tiến hành thí nghiệm hấp phụ bằng cách đặt becher trên máy khuấy từ tốc độ 300 vòng/phút. Một thí nghiệm khác tương tự 3 mẫu gồm mỗi mẫu chứa 100 mL dung dịch chất màu MB có nồng độ ban đầu lần lượt là 5 ppm, 10 ppm và 15 ppm trong becher. Thêm vào mẫu 0,2g BC-S. Tiến hành thí nghiệm hấp phụ bằng cách đặt becher khuấy trộn dung dich với tốc độ 300 vòng/phút tại nhiệt độ phòng.

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Kết quả tính hiệu suất chế tạo mẫu BC-S

Trong thí nghiệm, mẫu vỏ sắn được cân để xác định khối lượng ban đầu là M_0. Sau đó, mẫu được nung ở nhiệt độ 600 ^oC, thời gian 1h, thu được BC-S có màu đen, không mùi. Mẫu sau đó được hút ẩm, làm nguội, và cân xác định khối lượng M_T. Thí nghiệm được lặp lại ba lần để thu được giá trị trung bình cho mỗi mẫu. Kết quả thí nghiệm thu được trình bày ở bảng 1,

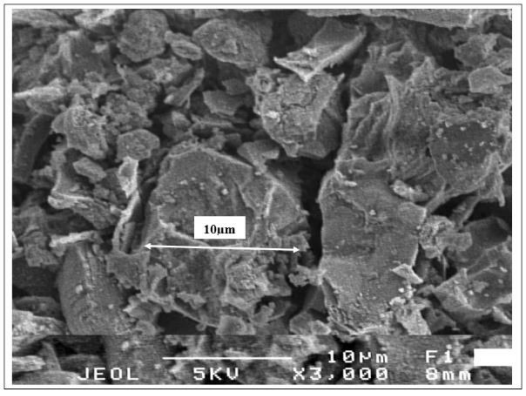
Bảng 1. Kết quả tính toán hiệu suất chế tạo biochar từ phế liệu vỏ sắn

Mẫu BC-S/số lần	1	2	3
M_0 (g)	12,50	12,50	12,50
M_T (g)	2,97	2,95	2,88
H_i (%)	23,76	23,60	23,04

Bảng 1 cho thấy, hiệu suất tổng hợp biochar tương đối thấp, khoảng từ 20 - 25 %. Như vậy, khoảng từ 75 - 80 % bị hao hụt khi tổng hợp biochar có thể là do phế thải vỏ sắn bị mất nước ở dạng hơi. Lượng biochar thu hồi được bao gồm các nguyên tố hữu cơ như: C, H, O, N là những nguyên tố liên kết của biochar.

3.2. Kết quả phân tích SEM của BC-S

Mẫu BC-S sau khi tổng hợp, xác định hình thái bề mặt bằng phương pháp SEM. Kết quả thu được hình ảnh ở hình 2,



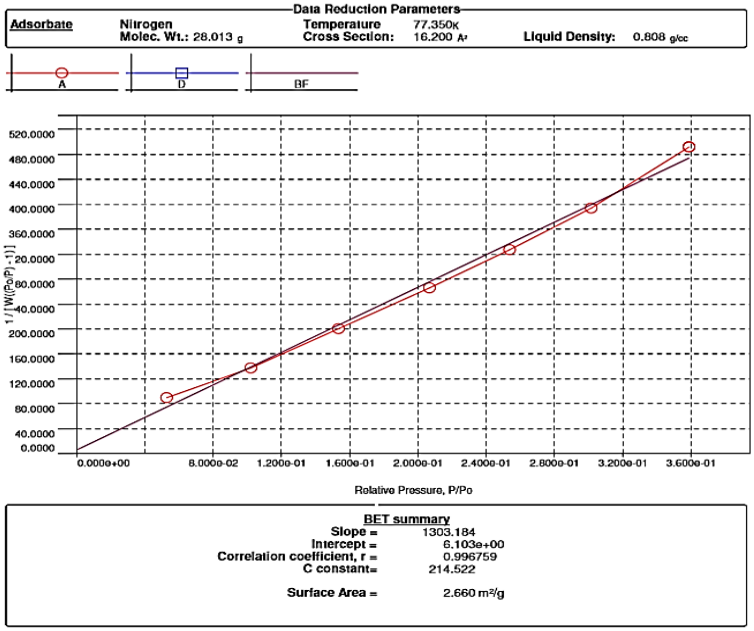
Hình 2. Ảnh SEM của mẫu BC-S

Quan sát hình 2 cho thấy bề mặt của BC-S thể hiện cấu trúc là các hạt phẳng xếp chồng lên nhau, kích thước hạt trung bình là 10µm, xen giữa các hạt phẳng là các rảnh mao quản, hạt phẳng tương

đối đều nhau, các lỗ trống xen kẽ nhiều và sâu làm tăng diện tích bề mặt riêng, vì vậy sẽ làm tăng khả năng hấp phụ. Ngoài ra, trong mao quản trên bề mặt BC-S chứa nhiều lỗ trống, hóc mang ái lực mà được biết như là các tâm hấp phụ. Kết quả SEM trong nghiên cứu này cho kết quả tương tự với nghiên cứu SEM của vật liệu biochar làm chất xúc tác [16,17], điều này cho thấy nghiên cứu của chúng tôi đang thực hiện là phù hợp trong phương pháp chế tạo biochar.

3.3. Kết quả phân tích BET của BC-S

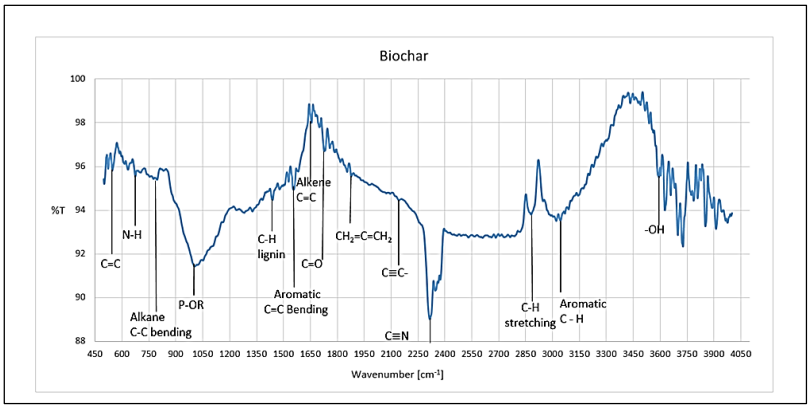
Mẫu biochar được định tính bằng phương pháp phân tích BET để xác định diện tích bề mặt riêng. Kết quả đo BET trên hai mẫu được thể hiện ở hình 3 phía dưới. Ở đây, quan sát kết quả từ giản đồ hấp phụ BET ở hình 3 cho ta thấy rằng diện tích bề mặt riêng của BC-S thu được là 2,66 m^2/g. Kết quả này chứng tỏ rằng khả năng hấp phụ vật lý trên mẫu BC-S không cao do bề mặt riêng thấp. Tuy nhiên, với tính đa dạng của các tâm hấp phụ mang ái lực tại các hốc gồ ghề (gặp ảnh SEM), dự đoán rằng các tâm hấp phụ này sẽ làm tăng khả năng hấp phụ hóa học. Kết quả phân tích BET cho kết quả bề mặt riêng tương đồng với nghiên cứu trở lại [18], chứng tỏ phương pháp chế tạo biochar trong nghiên cứu là phù hợp.



Hình 3. Kết quả đo BET của BC-S

3.4. Kết quả phân tích FTIR của BC-S

Xác định thành phần các nhóm hoạt động có trong cấu trúc bề mặt của BC-S được phân tích FTIR cho kết quả như phổ ở hình 4,

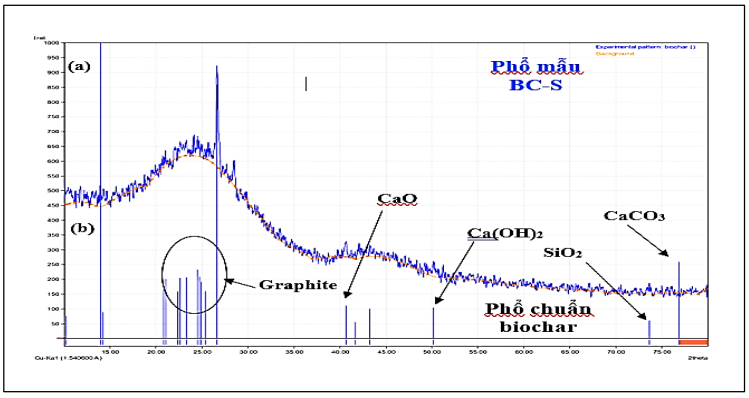


Hình 4. Phổ FTIR của BC-S

Quan sát phổ FTIR của mẫu BC-S ở hình 4, peak ở bước sóng hấp thu tại 3600 cm^{-1} là nhóm OH liên kết của mạch cellulose. Peak tại bước sóng 2850, 3000 và 1350 cm^{-1} là của liên kết lần lượt C-H stretching, C-H aromatic, và C-H của hợp chất lignin. Peak tại bước sóng 1600, 1550, và 500 cm^{-1} lần lượt là của liên kết C=C alken, C=C aromatic, và C=C liên kết cellulose. Peak tại bước sóng 1645 cm^{-1} là của liên kết C=O của axit carboxylic, 650 cm^{-1} liên kết N-H, 750 cm^{-1} liên kết C-C của ankan, 1850 cm^{-1} liên kết CH_2=C=CH_2, 2100 cm^{-1} liên kết C≡C, và 2300 cm^{-1} liên kết C≡N. Kết quả phân tích FTIR cho thấy rằng, BC-S có nhiều nhóm chức hoạt động, nghĩa là có nhiều loại tâm hấp phụ. Mỗi tâm hấp phụ đều chứa ái lực ion, cho thấy hấp phụ xảy ra trên BC-S chủ yếu là quá trình hấp phụ hóa học. Kết quả phổ FTIR đang tương đồng với tài liệu [16-18], khẳng định rằng phương pháp trong nghiên cứu một lần nữa là phù hợp.

3.5. Kết quả phân tích XRD của BC-S

Để định tính thành phần pha và cấu trúc tinh thể trên BC-S. Mẫu được phân tích XRD cho kết quả như phổ ở hình 5,



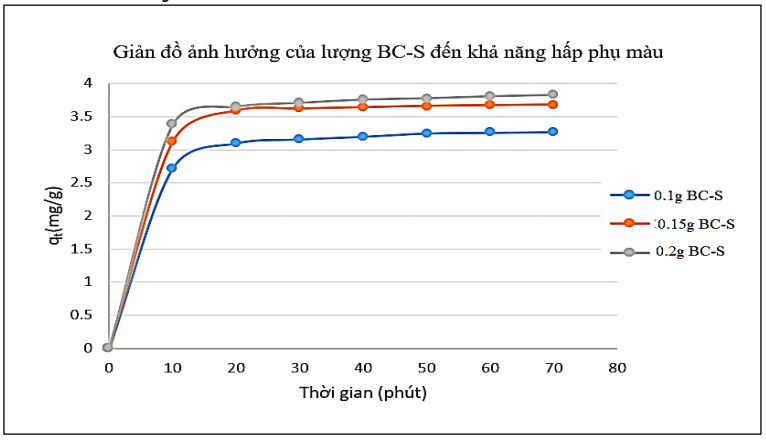
Hình 5. Phổ XRD của BC-S (a), XRD chuẩn của biochar (b)

Quan sát kết quả XRD ở hình 5 trên BC-S (hình 5(a)) so với phổ chuẩn biochar (hình 5 (b)) thấy rằng BC-S chứa tinh thể carbon graphite tại vùng góc nhiễu xạ $2\theta = 27^0$. Ngoài ra, sự vắng mặt của các peak trên mẫu BC-S so với mẫu biochar chuẩn cho thấy là không tồn tại tinh thể trên BC-S. Kết quả XRD tương đồng với nghiên cứu [19], chứng tỏ rằng kết quả XRD trong nghiên cứu là hợp lý.

3.6. Kết quả nghiên cứu khả năng hấp phụ MB trên BC-S

3.6.1. Khảo sát ảnh hưởng của khối lượng BC-S đến khả năng hấp phụ màu MB

Khảo sát thời gian hấp phụ (t) từ 10 đến 70 phút, mỗi 10 phút lấy mẫu sau hấp phụ để tiến hành phân tích UV-Vis ở bước sóng của vùng màu MB tại $\lambda = 650nm$ để xác định nồng độ sau hấp phụ (C_t). Kết quả thu được giản đồ tính toán sự thay đổi khả năng hấp phụ (q_t) theo thời gian của 3 mẫu thí nghiệm được trình bày ở hình 6.

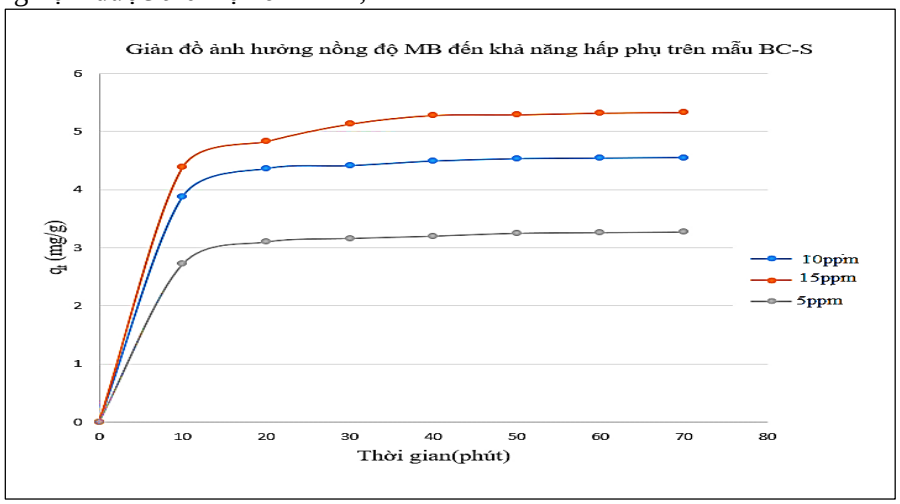


Hình 6. Sự phụ thuộc của khối lượng BC-S đến khả năng hấp phụ màu MB

Quan sát kết quả thí nghiệm tại hình 6 cho thấy rằng, q_t tăng tuyến tính theo thời gian hấp phụ tại t = 10 phút. Ở đây sau đó, q_t tăng chậm tại khoảng t = 10 - 20 phút, và quá trình hấp phụ đạt cân bằng tại thời gian 30 phút cho cả 3 mẫu thí nghiệm. Ngoài ra, hình 6 cũng thể hiện rằng, mẫu có khối lượng chất hấp phụ (BC-S) lớn, khả năng hấp phụ lớn. Dựa trên điều kiện thí nghiệm, chúng tôi chọn mẫu chứa lượng chất hấp phụ 0,2g BC-S khi tiến hành thí nghiệm tiếp theo. Ở điều kiện thí nghiệm hấp phụ MB nồng độ 5 ppm bị hấp phụ trong 0,2g BC-S, chúng tôi tìm thấy rằng khả năng hấp phụ cực đại là q_t (max) = 3,7 mgMB/gBC-S, thời gian hấp phụ 15 phút. Vượt qua khoảng thời gian này, quá trình cân bằng hấp phụ xảy ra, nghĩa là quá trình nhả hấp phụ bắt đầu trên BC-S.

3.6.2. Khảo sát ảnh hưởng nồng độ chất màu MB trên BC-S

Khi thay đổi thời gian hấp phụ (t) từ 10 phút đến 70 phút, mỗi 10 phút lấy mẫu sau hấp phụ để tiến hành phân tích UV-Vis xác định nồng độ sau hấp phụ. Kết quả sự thay đổi khả năng hấp phụ theo thời gian của 3 mẫu thí nghiệm được thể hiện ở hình 7,



Hình 7. Ảnh hưởng nồng độ hấp phụ màu MB trên lượng BC-S

Quan sát kết quả thí nghiệm tại hình 7 thấy rằng q_t tăng tuyến tính tại t = 10 phút. Tiếp tục, q_t tăng chậm tại t = 10 - 25 phút và quá trình hấp phụ đạt cân bằng tại t = 30 phút cho cả 3 mẫu thí nghiệm. Hình 7 cũng thể hiện rằng, nồng độ ban đầu của MB lớn, khả năng hấp phụ lớn, Dựa trên điều kiện thí nghiệm, mẫu MB chứa nồng độ đầu 15ppm được chọn khi tiếp tục tiến hành thí nghiệm. Ở đây, khả năng hấp phụ MB cực đại trên BC-S được kết quả là q_t (max) = 5,1 mgMB/gBC-S tại thời gian hấp phụ 25 phút. Vượt qua khoảng thời gian 25 phút, quá trình cân bằng hấp phụ xảy ra.

4. KẾT LUẬN

Dựa trên các nghiên cứu, chúng tôi đã đạt được một số kết quả như sau; (1) BC-S được tổng hợp từ phế phẩm vỏ mì. Thực hiện các phân tích như là SEM trên BC-S xác định được hình dạng hạt mảnh phẳng kích thước10 µm, BET xác định diện tích bề mặt riêng là 2,66 m^2/g, XRD tồn tại tinh thể carbon graphite, FTIR tìm được các nhóm dao động như C-H, C=C, S=O, N-H, CO, và O-H là những peak đặc trưng của biochar. Các kết quả phân tích cho thấy trong cấu trúc của biochar là một dạng khoáng chứa nhiều nhóm chức hữu cơ và carbon làm cho biochar có khả năng hấp phụ hóa học tốt; (2) Nghiên cứu khả năng ứng dụng BC-S làm chất hấp phụ MB tại nồng độ 15ppm, thời gian hấp phụ là 25 phút cho kết quả khả năng hấp phụ cực đại là 5,10 mg MB/g BC-S. Kết quả này cho thấy rằng BC-S có thể làm chất hấp phụ để xử lý nước thải dệt nhuộm chứa MB được triển khai ở quy mô công nghiệp,

Kết quả này là bước đầu trong nghiên cứu và ứng dụng biochar làm chất hấp phụ. Nhiều nghiên cứu ứng dụng của BC-S tiếp theo như là làm chất xúc tác, chất cải tạo đất, hoặc làm điện cực trong lĩnh vực điện hóa sẽ được chúng tôi tiếp tục nghiên cứu trong thời gian tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Vũ Duy Hoàng, Nguyễn Tất Cảnh, Nguyễn Văn Biên, Nhữ Thị Hồng Linh. Ảnh hưởng của biochar và phân bón lá đến sinh trưởng và năng suất cà chua trồng trên đất cát. *Tạp chí Khoa học và phát triển*, số 11(5), Tr. 603-613, 2013.
[2] Vũ Thùy Dương, Nguyễn Minh Khánh, Nguyễn Thị Hạnh Nguyên, Nguyễn Ngọc Phi, Nguyễn Tấn Đức. Than sinh học và những tác động đối với sức khỏe của đất. *Khoa học và đời sống, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, số 7(10), 2018.
[3] T.T. Tú. Đặc Điểm Hóa Lý Của Than Sinh Học Điều Chế Từ Vỏ Trấu. *Tạp chí Khoa học – Đại học Huế*, số 6, Tr. 233-247, 2016.
[4] S. Nanda, A. K. Dalai, F. Berruti, J. A. Kozinski. Biochar as an exceptional bioresource for energy, agronomy, carbon sequestration, activated carbon and specialty materials. *Waste Biomass Valor*, vol. 7, pp. 201 – 235, 2016.
[5] N. A. Qambrani, M. M. Rahman, S. Won, S. R. Shim. Biochar properties and eco-friendly applications for climate change mitigation, waste management, and wastewater treatment: a review, vol. 79, pp. 255 – 273, 2017.
[6 K. S. Nikolas Hagemann, Hans-Peter Schmidt, Ralf Kägi, Marc Anton Böhler and Thomas D. Bucheli. Activated Carbon, Biochar and Charcoal: Linkages and Synergies across Pyrogenic Carbon's ABCs. *Water*, vol., 10, pp. 182-189, 2018.
[7] D. A. S. Şensöz. Effect of Pyrolysis Temperature on Chemical and Surface Properties of Biochar of Rapeseed. *International Journal of Phytoremediation*, vol. 16, pp. 684–693, 2014.
[8] A. S. Dinesh Mohan, Yong Sik Ok, U. Charles, Jr. Pittman. Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent – A critical review. *Bioresource Technology*, vol. 160, pp. 191–202, 2014.
[9] L. Meili, R. P. S. Godoy, J. I. Soletti, S. H. V. Carvalho, L. M. O. Ribeiro, M. G. C. Silva, M. G. A. Vieira & M, L, Gimenes. Cassava (Manihot esculenta Crantz) stump biochar: Physical/chemical characteristics and dye affinity. *Chemical Engineering Communication*, vol. 206, pp.7-16, 2019.
[10] P. Liang, H. Yu, J. Huang, J. Zhang, H. Cao. The review on adsorption and removing ammonia nitrogen with biochar on its mechanism. *MATEC Web of Conferences*, vol. 67, pp. 1-11, 2016.
[11] H. Zollinger. Color Chemistry-Synthesis: Propertis and Application of Organic Dyes and Pigments. VCH Publishers, New York, 1991.
[12] A. F. Baybars, Ö. Cengiz, K. Mustafa. Cationic Dye (Methylene Blue) Removal from Aqueous Solution by Montmorillonite. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, vol. 33, pp. 3184–3190, 2012.
[13] Lê Bá Huy. Độc học môi trường cơ bản, (2018). *Nhà sản xuất Đại học Quốc gia TP, HCM*; Cao Việt Hà. Đánh giá tình hình ô nhiễm chì và đồng trong đất nông nghiệp huyện Văn Lâm tỉnh Hưng Yên. *Tạp chí khoa học và phát triển*, tập 10, 2012.
[14] V. T. Cong, T. T. Nhat, D. Q. Diem, N. V. Son. The Study of Vietnamese Bonechar Synthesis and its Applications in Removal Organic Color. *Asian Journal of Applied Sciences*, vol.7, 2019.
[15] Jorge Bedia, Almudena Gómez-Avilés, J. Juan Rodriguez and C. Belver. A Review on the Synthesis and Characterization of Biomass-Derived Carbons for Adsorption of Emerging Contaminants from Water. *Jounal of Carbon Research*, vol. 4, no. 63, 2018.
[16] C. E. Brewer. Biochar characterization and engineering. Graduate Theses and Dissertations. *Iowa State University*, 2012.
[17] J. Vakros. Biochars and Their Use as Transesterification Catalysts for Biodiesel Production: A Short Review, *Catalysts*, vol. 8, No. 562, 2018.
[18] P. L. Che Zhao, Lingmei Yang, Shiyou Xing, Wen Luo, Zhongming Wang. Biodiesel synthesis over biochar-based catalyst from biomass waste pomelo peel. *Energy Conversion and Management*, vol. 160, pp. 477–485, 2018.
[19] K. A. Dinesh Mohan, Ankur Sarswat, Manvendra Patel, Prachi Singh and U. Charles, Jr. Pittman. Biochar Production and Applications in Soil Fertility and Carbon Sequestration-A sustainable solution to Crop- Residue Burning in India. *The Royal Society of Chemistry*, vol. 8, pp. 508-520, 2018.

FIBRICATION OF BIOCHAR FROM WASTE CASSAVA PEEL FOR APPLICATION AS METHYLENE BLUE ADSORBENT IN WASTEWATER

DO QUY DIEM[1], BUI DUY TUYEN[2], NGUYEN VAN SON[3], AND VO THANH CONG[*]
Faculty of Chemical Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City, Ho Chi minh City, Viet Nam
[*]*Corresponding author: vothanhcong@iuh.edu.vn*

Abstract. In this study, waste cassava peel was calcinated without oxygen at 600 ^{0}C for 1 hour to obtain biochar, namely BC-S sample for application as methylene blue adsorbent. The morphological and surface structural properties of BC-S were measured using modern analytical methods such as scanning electron

microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), and Brunauer-Emmett-Teller (BET). Based on the analysis results, it was shown that the surface morphology of BC-S was in the form of flat particles stacked on top of each other, containing many holes, with an average particle size of 10 µm. The BC-S sample structure existed in the form of carbon graphite crystals containing the vibration groups C-H, C=C, S=O, N-H, CO, and OH which were characteristic peaks of biochar with specific surface area of 2,66 m^2/g. In application of BC-S as methylene blue adsorbent, the color adsorption capacity survey showed that the maximum adsorption capacity was 5,10 mg MB/g BC-S. The results show that it is possible to use of BC-S as an adsorbent for the treatment of colored wastewater widely on an industrial scale.

Keywords: biochar, waste cassava peel, methylene blue, adsorbent

Ngày nhận bài: 24/08/2022

Ngày chấp nhận đăng: 22/02/2023