

NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP THAN HOẠT TÍNH TỪ VỎ TRẤU VÀ ỨNG DỤNG TRONG HẤP PHỤ XANH METHYLENE

Võ Thị Thanh Châu¹, Trần Sĩ Thành^{2,3}, Nguyễn Hoàng Tuấn²,
Lê Quang Tiến Thịnh², Trương Trung Kiên⁴, Phạm Khắc Liệu⁵, Đinh Quang Khiếu^{*}

¹Trường PTTH Trần Quốc Tuấn, TP Quảng Ngãi

²Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

³Sở Giáo dục và Đào tạo tỉnh Đắk Nông

⁴Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Quảng Trị

⁵Đại học Huế

* Email: dqkhiu@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 18/5/2021; ngày hoàn thành phản biện: 28/5/2021; ngày duyệt đăng: 7/6/2021

TÓM TẮT

Trong bài báo này trình bày tổng hợp carbon hoạt tính từ vỏ trấu và khả năng hấp phụ xanh methylene của nó. Vật liệu điều chế được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), hiển vi điện tử quét (SEM), phương pháp tán xạ năng lượng tia X (EDX) và đẳng nhiệt hấp phụ khử hấp phụ nitrogen. Kết quả cho thấy rằng carbon hoạt tính thu được có độ tinh khiết, diện tích bề mặt và độ tinh khiết cao. Carbon hoạt tính này có khả năng hấp phụ xanh methylene rất cao. Đây là vật liệu hấp phụ tiềm năng cho xử lý nước thải ô nhiễm.

Từ khóa: Hấp phụ, methylene blue, than hoạt tính

1. MỞ ĐẦU

Than hoạt tính (AC, Activated Carbon) đã được nghiên cứu và sử dụng từ rất lâu, đặc biệt trong lĩnh vực hấp phụ. Việc điều chế AC thường được tiến hành bởi hai giai đoạn trong đó nguyên liệu thô đầu tiên được carbon hóa ở nhiệt độ thấp, tiếp theo là hoạt hóa ở nhiệt độ cao hơn [1]. Các quá trình hóa nhiệt như nhiệt phân hay khí hóa được áp dụng để điều chế AC từ sinh khối do năng lượng cao của nó. Nhiệt phân là phương pháp phổ biến điều chế AC từ than đá, sản phẩm dầu khí [2]. Việc xử lý loại bỏ chất ẩm, chất bay hơi của sinh khối, AC thu được có nhiều tính chất khác với carbon ban đầu. Sự khác biệt đáng chú ý nhất là độ xốp, diện tích bề mặt, cấu trúc mao quản, tính chất hóa học như thành phần hóa học, các nhóm chức trên bề mặt than hoạt tính [3].

Trong các nghiên cứu gần đây, diện tích bề mặt riêng tính theo mô hình được công bố từ 250 - 2410 m².g⁻¹ và thể tích mao quản khoảng 0.022 - 91.4 cm³.g⁻¹ [4]. Các thay đổi này làm cho AC có khả năng ứng dụng trong các lĩnh vực xúc tác, hấp phụ xử lý ô nhiễm không khí và nước thải [5]. Gần đây, AC là vật liệu được sử dụng rộng rãi cho ứng dụng điện hóa, do chi phí thấp, diện tích bề mặt riêng cao và độ dẫn điện tốt [6, 7]. Có hai phương pháp chính hoạt hóa than, đó là hoạt hóa vật lý và hóa học. Hoạt hóa vật lý bao gồm hai bước. Đầu tiên là sự carbon hóa các vật liệu giàu carbon, tiếp theo là hoạt hóa ở nhiệt độ cao hơn với sự hiện diện các chất oxy hóa thích hợp như CO₂, không khí, hơi nước... Hoạt hóa hóa học cũng bao gồm hai giai đoạn được thực hiện đồng thời bằng cách trộn tiền chất carbon với các tác chất hoạt tính hóa học hay loại nước (NaCl, NaOH, H₃PO₄...) . Hoạt hóa hóa học có những ưu điểm hơn hoạt hóa vật lý vì chỉ thực hiện một giai đoạn ở nhiệt độ thấp và vì thế các cấu trúc xốp của AC phát triển hơn. Phương pháp này cũng thuận lợi cho việc biến tính AC bằng các chất vô cơ và hữu cơ khác. Ngoài ra một quá trình hai bước bao gồm hoạt hóa vật lý và hóa học cũng được công bố [4, 8, 9].

Trấu (RH) là một phụ phẩm nông nghiệp được tìm thấy rất nhiều ở các nước nhiệt đới. RH chứa nhiều hơn nguyên tố cacbon 37% theo khối lượng [10], do đó nó trở thành nguyên liệu tiềm năng để sản xuất AC. Các nghiên cứu là thế nào để tạo ra AC có độ tinh khiết cao, diện tích bề mặt lớn đã và đang được nghiên cứu.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tổng hợp vật liệu siêu hấp phụ carbon hoạt tính từ vỏ trấu có sự kết hợp hoạt hóa hóa học/ vật lý. AC thu được dùng để nghiên cứu khả năng ứng dụng hấp phụ phẩm màu xanh methylene.

2. THỰC NGHIỆM

Vật liệu

Vỏ trấu được lấy từ vùng địa phương Quảng Ngãi. Methylene blue (MB) (C₁₆H₁₈ClN₃S, M = 319.85 g.mol⁻¹), NaOH (> 98%), HCl (> 98%), KOH (> 98 %), Dimethylformamide (CH₃)₂NCHO (> 98 %) được mua từ hãng Merck (Đức).

Tổng hợp vật liệu

Vỏ trấu sau khi được rửa sạch, sấy khô đem ngâm với NaOH 1M trong 24 giờ ở 90 °C để loại bỏ SiO₂. Sản phẩm được đem nung trong điều kiện không có không khí ở 700 °C thu được than (BIOC). BIOC được trộn với KOH ở các tỷ lệ 1:3 rồi đem nung ở nhiệt độ 850 °C trong 2 giờ. Sản phẩm thu được đem siêu âm tách lớp với dung môi dimethylformamide (DMF), sau đó lọc, rửa, sấy khô ở 100 °C trong 24 giờ thu được vật liệu hấp phụ. Mẫu AC được tổng hợp theo qui trình như trên nung ở nhiệt độ 850 °C với tỷ lệ mKOH/mBIOC = 1:2; 1:3; 1:4 ký hiệu lần lượt là M12, M13 và M14. Mẫu được tổng hợp theo qui trình như trên với tỷ lệ mKOH/mBIOC = 1: 3 và nung ở các nhiệt độ khác nhau từ 800 °C đến 950 °C ký hiệu lần lượt là M800; M850; M900; M900.

Cách thức xác định điểm đẳng điện của AC tương tự như tài liệu [11]. Cho vào một loạt 9 bình tam giác (dung tích 250 mL) 25 mL dung dịch nước cất và 0,02 g AC. Giá trị pH ban đầu của dung dịch (pH_i) được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 2 đến 10 bằng HCl hay NaOH. Đậy kín và lắc bằng máy lắc trong 24 giờ. Sau đó, để lắng, lọc sạch huyền phù bằng giấy lọc, đo lại các giá trị pH gọi là pH_f . Đồ thị biểu diễn mối quan hệ sự khác nhau giữa các giá trị pH ban đầu và sau cùng ($\Delta pH = pH_f - pH_i$) theo pH_i là đường cong cắt trục hoành tại $\Delta pH = 0$ cho ta giá trị pH đẳng điện (pH_{pzc}). Trong đề tài này, pH của các dung dịch được đo trên máy HQ411d Hach của Đức.

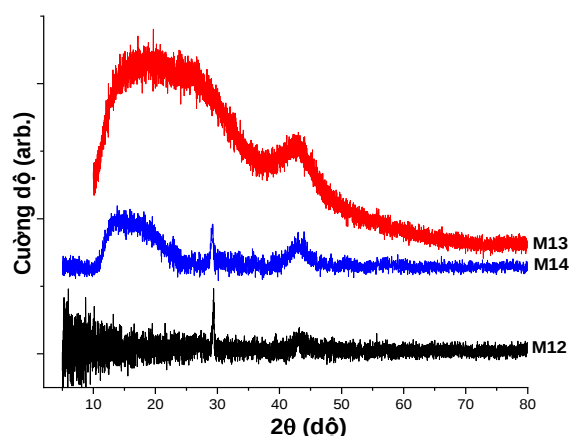
Thiết bị

Giản đồ nhiễu xạ XRD của mẫu nghiên cứu được ghi trên máy D8 Advance Eco (Bruker – Đức), ống phát tia X bằng Cu với bước sóng $\lambda=1,5406 \text{ \AA}$, điện áp 40kV, dòng 25mA, công suất 1000 W, góc quét từ 1 đến 80 độ, nhiệt độ phòng. Phổ hồng ngoại được ghi trên máy TENSOR37. Phổ EDX được ghi trên máy JED-2300 JEOL, ở 20 KV tại Viện khoa học vật liệu Hà Nội. Ảnh SEM được ghi trên máy SEM JMS-5300LV (Nhật) ở 10 kV. Phương pháp hấp phụ - khử hấp phụ nitơ ở 77 K được đo trên máy Micromeritics ASAP 2020, các mẫu được hoạt hóa ở 150 °C trong 3 giờ dưới áp suất chân không trước khi đo. Phương pháp phân tích nhiệt được thực hiện trên máy Labsys TG SETARAM của Pháp với tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút từ 20°C đến 800 °C. Phổ UV-Vis được đo trên máy Jasco V-730 Spectrophotometer của Nhật ở bước sóng từ 200 nm đến 800 nm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

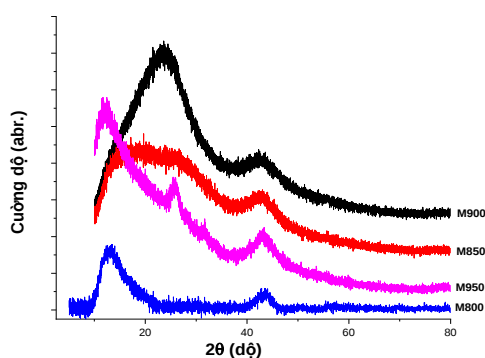
3.1 Tổng hợp than hoạt tính

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ $m_{KOH}:m_{BIOC}$ thể hiện trên Hình 1 cho thấy đây là các giản đồ nhiễu xạ của vật liệu vô định hình. Tuy nhiên, ở mẫu M12 và M14, chúng ta có thể quan sát được pic ở khoảng $2\theta \sim 27^\circ$ đặc trưng cho cấu trúc của graphite [12] và pic này biến mất ở mẫu M13 và tạo ra một pic to, rộng trong khoảng 10 đến 30 độ là do các lớp than đã được giãn ra nên bán độ rộng của pic đặc trưng của than chì tăng lên mạnh. Kết quả giãn nở của các lớp than chì còn thể hiện ở hiện tượng thực nghiệm, mẫu M13 sau khi tổng hợp xong tồn tại dạng huyền phù trong nước trong khi đó mẫu M12 và M14 chìm hết xuống nước. Vì vậy chúng tôi chọn tỷ lệ $m_{KOH}:m_{BIOC} = 1:3$ cho những nghiên cứu tiếp theo.



Hình 1. Giản đồ XRD của AC tổng hợp ở các tỷ lệ $m_{\text{KOH}}:m_{\text{BIoc}}$ khác nhau.

Hình 2 thể hiện kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình tổng hợp AC. Kết quả cho thấy peak đặc trưng cho C giãn rộng nhất ở mẫu M850 và M900, hoàn toàn phù hợp với hiện tượng thực nghiệm chỉ các mẫu nung ở 850 °C và 900 °C sản phẩm thu được mới ở dạng huyền phù trong nước. Ở đây chúng tôi đã chọn nhiệt độ 850 °C để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 2. Giản đồ XRD của AC tổng hợp ở các nhiệt độ khác nhau.

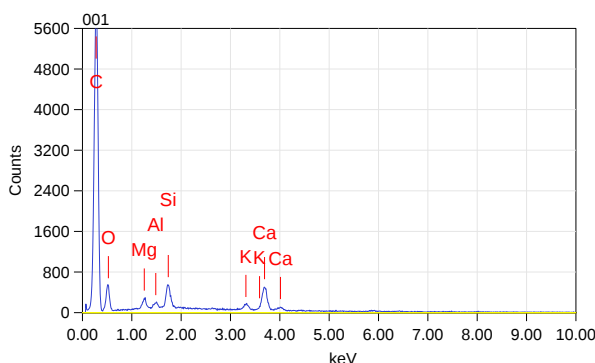
AC sau khi tổng hợp ở điều kiện tối ưu được đánh giá các tính chất đặc trưng thông qua kết quả phân tích EDX, ảnh SEM và kết quả BET.

Bảng 1. Thành phần phần trăm khối lượng các nguyên tố trong mẫu VLHP (M là giá trị trung bình, SD là độ lệch chuẩn, N là số điểm phân tích)

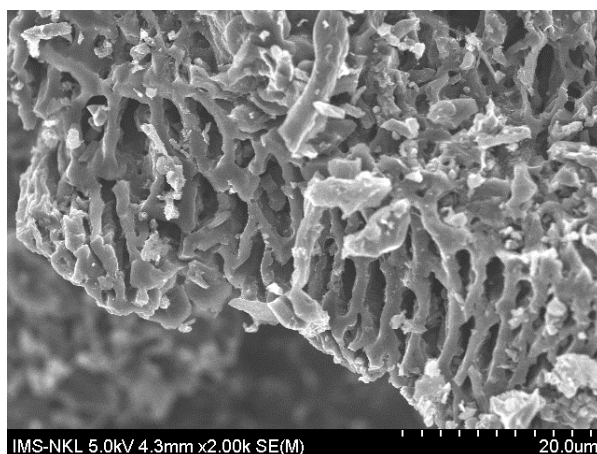
Nguyên tố	C	O	Si	Mg	Al	Ca	K
M	71,89	21,48	1,65	0,92	0,41	2,93	0,71
SD	2,80	1,65	0,28	0,94	0,13	0,58	0,10
N	5	5	5	5	5	5	5

Hình 3 và Bảng 1 thể hiện kết quả phân tích thành phần trăm khối lượng các nguyên tố trong AC với giá trị SD nhỏ chứng tỏ có sự phân bố đồng đều của các nguyên

tổ trong vật liệu. Từ kết quả phân tích EDX cho thấy ngoài thành phần chính là C, thì O cũng chiếm một tỷ lệ rất lớn, các nguyên tố còn lại có hàm lượng không đáng kể. Điều này giải thích tại sao AC có khả năng hấp phụ rất lớn ion kim loại nặng cũng như dung dịch phẩm nhuộm, vì lượng oxygen nhiều tồn tại trong AC dưới dạng các nhóm chức sẽ là các trung tâm hấp phụ tốt. Ngoài ra, ta cũng có thể thấy hàm lượng Si không đáng kể cho thấy quá trình chiết tách SiO_2 thành công, góp phần tạo nên độ xốp lớn của vật liệu.



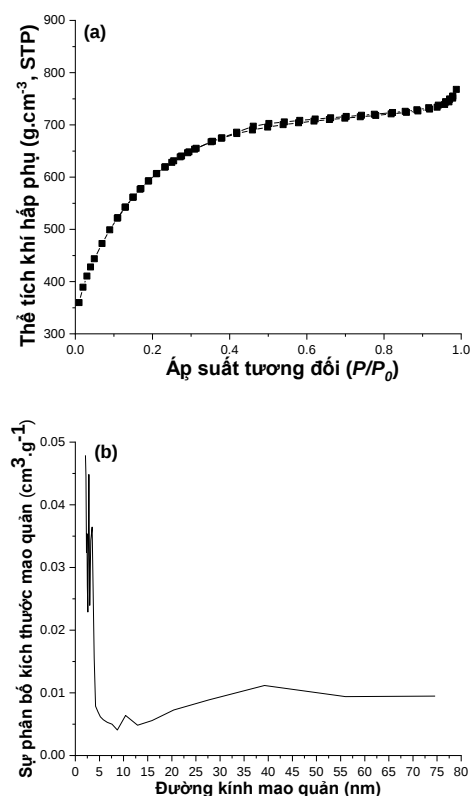
Hình 3. Phổ EDX của AC.



Hình 4. Ảnh SEM của AC.

Hình thái của vật liệu được quan sát qua ảnh SEM thể hiện trên Hình 4. Kết quả cho thấy có sự tạo khe, lớp ở VLHP nên sẽ tạo ra độ xốp lớn và tăng diện tích bề mặt của vật liệu. Điều này sẽ được chứng minh ở kết quả BET.

Kết quả đẳng nhiệt hấp phụ và khử hấp phụ N_2 được thể hiện ở Hình 5 và Bảng 2. Kết quả đã chứng minh rằng nhờ phương pháp hoạt hóa có hiệu quả nên đã chế tạo được vật liệu đa mao quản có cấu trúc lớp và có diện tích bề mặt rất cao $2118 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Kích thước mao quản dao động trong một khoảng rất rộng từ kích thước mao quản trung bình đến đại mao quản. Nhờ vậy AC dự đoán có khả năng hấp phụ rất tốt những phân tử nhỏ cũng như những phân tử động học kích thước như phẩm nhuộm.



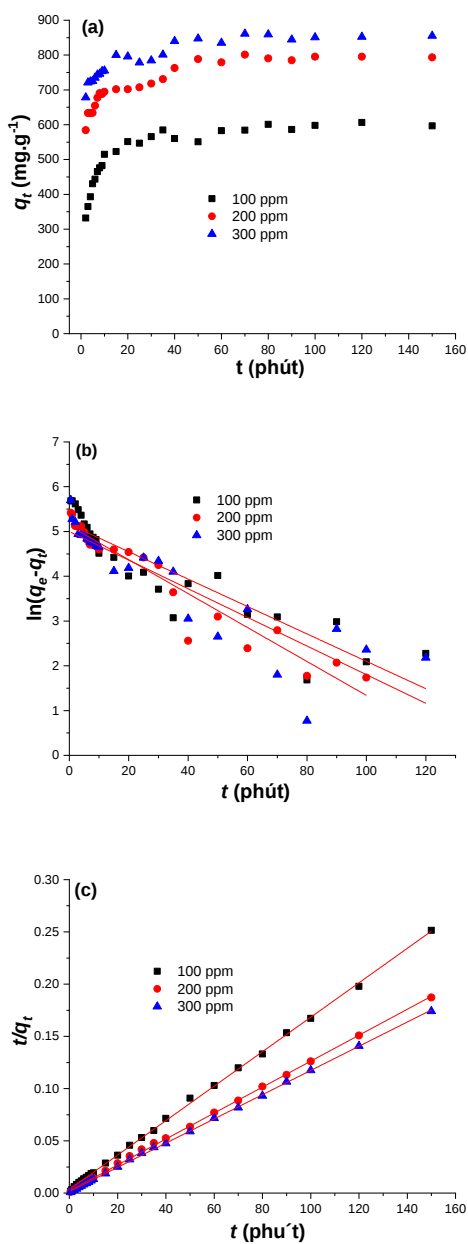
Hình 5. Đẳng nhiệt hấp phụ và giải hấp phụ N₂ của AC (a) và đường phân bố mao quản (b)

Bảng 2. Tính chất xốp của AC

Mẫu	S_{BET} (m ² .g ⁻¹)	$S_{Langmuir}$ (m ² .g ⁻¹)	D_{pore} (nm)	V_{pore} (cm ³ .g ⁻¹)
VLHP	2118	3096	3,22	0,88

3.2 Nghiên cứu khả năng hấp phụ phẩm nhuộm MB

Ảnh hưởng của nồng độ dung dịch phẩm nhuộm ban đầu đến dung lượng hấp phụ MB trên AC trong khoảng từ 100 đến 300 ppm được mô tả ở Hình 6:



Hình 6. (a) Động học hấp phụ ở các nồng độ khác nhau; (b) Mô hình động học bậc 1 tuyến tính, (c) Mô hình động học bậc 2 tuyến tính đối với sự hấp phụ của MB trên AC.

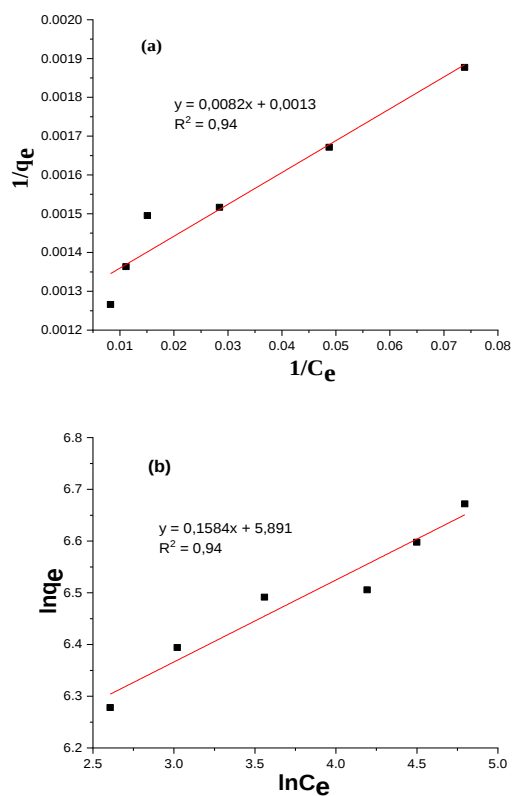
Từ Hình 6 nhận xét bằng cách nhìn trực quan ta thấy rằng các điểm thực nghiệm phân bố gần với các đường của mô hình bậc 2 hơn mô hình bậc 1. Hồi qui tuyến tính số liệu động học theo mô hình động học hấp phụ bậc 1 hay bậc 2, kết quả thu được trình bày ở Bảng 3. Mô hình động học bậc hai có hệ số xác định R^2 cao gần bằng 1 nghĩa là mô hình bậc 2 mô tả dữ liệu thực nghiệm tốt hơn bậc 1.

Bảng 3. Kết quả hồi quy tuyến tính mô hình động học bậc 1 và bậc 2

C_0 (ppm)		Mô hình động học tuyến tính bậc 1		Mô hình động học tuyến tính bậc 2			
		Độ tin cậy 95,0%					
		p - $value$		R^2		p - $value$ R^2	
100	Đoạn cắt trục tung	5,160	0,000	0,838	0,0034	0,000	0,9997
	Hệ số góc	-0,031	0,000		0,0016	0,000	
200	Đoạn cắt trục tung	5,120	0,000	0,931	0,0021	0,000	0,9998
	Hệ số góc	-0,004	0,000		0,0012	0,000	
300	Đoạn cắt trục tung	4,999	0,000	0,796	0,0014	0,000	0,9998
	Hệ số góc	-0,032	0,000		0,0012	0,000	

Kết quả hồi quy tuyến tính ở Bảng 3 đã khẳng định lần nữa rằng dữ liệu hấp phụ thực nghiệm của MB trên AC hoàn toàn phù hợp với mô hình động học tuyến tính bậc hai với R^2 đều gần bằng 1, mà không phù hợp với mô hình bậc 1 ở tất cả các nồng độ khảo sát.

Để mô tả quá trình hấp phụ đẳng nhiệt của AC đối với phẩm nhuộm MB, hai mô hình đẳng nhiệt Langmuir và Freundlich được sử dụng. Kết quả cho thấy quá trình hấp phụ đẳng nhiệt của MB trên AC phù hợp với cả mô hình đẳng nhiệt Langmuir và Freundlich với dung lượng hấp phụ cực đại tính theo mô hình Langmuir $q_{\max} = 769$ mg/g. Kết quả này rất cao so với nhiều công bố trước đây thể hiện trên Bảng 4.

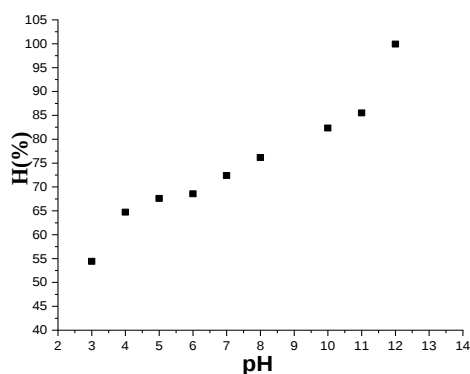


Hình 7. Đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir (a) và Freundlich (b) của MB trên AC

Bảng 4. So sánh dung lượng hấp phụ MB trên AC trong nghiên cứu này với các công bố trước đây

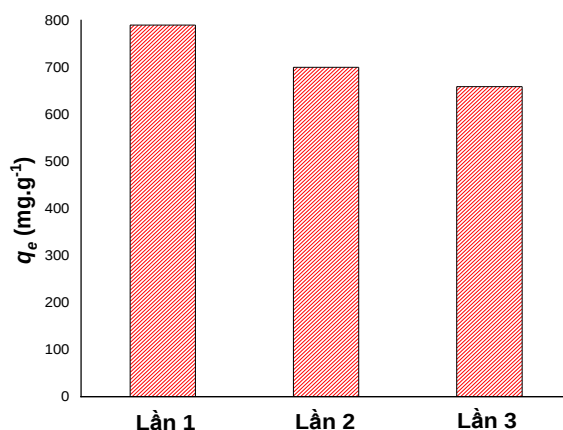
Chất hấp phụ	Diện tích bề mặt ($m^2.g^{-1}$)	Chất bị hấp phụ	Dung lượng hấp phụ ($mg.g^{-1}$)	Tài liệu
rGO	300	RR195	250	[13]
C được điều chế từ tre	1896	MB	454,5	[14]
C được điều chế từ vỏ quả - dưa hấu	-	MB	200	[15]
C được điều chế từ lá đu đu	-	MB	231,65	[16]
C được điều chế từ bitum	-	MB	345	[17]
AC	2118	MB	769	Nghiên cứu này

Đối với các quá trình hấp phụ trong đó tương tác tĩnh điện chiếm ưu thế thì pH ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất hấp phụ do sự thay đổi nồng độ H^+ (pH) dẫn đến thay đổi điện tích bề mặt vật liệu. Sự ảnh hưởng của pH đối với quá trình hấp phụ MB trên VLHP được thể hiện ở Hình 8. Kết quả cho thấy hiệu suất của quá trình hấp phụ tăng khi tăng pH. Ở đây chúng ta có thể giải thích rằng khi pH dưới điểm đẳng điện thì bề mặt vật liệu tích điện tích dương, ngược lại trên điểm đẳng điện, bề mặt vật liệu tích điện âm. Do vậy pH càng cao thì lực hút tĩnh điện giữa phẩm nhuộm và vật liệu hấp phụ càng tốt vì phẩm nhuộm MB thuộc loại phẩm nhuộm cation nên quá trình hấp phụ đạt hiệu suất càng cao, hiệu suất hấp phụ đạt gần 100% khi pH = 12.



Hình 8. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ phẩm nhuộm MB của của AC

Vấn đề tái sử dụng chất hấp phụ luôn luôn là vấn đề quan trọng trong quá trình hấp phụ khi ứng dụng trong thực tế. Các phương pháp tái sử dụng thường được dùng phổ biến như đốt phân hủy, trao đổi ion. Trong đề tài, chúng tôi sử dụng hỗn hợp ethanol và NaOH 1M ($V_{\text{etanol}}:V_{\text{NaOH}} = 1:1$) để giải hấp phụ MB trên AC. Kết quả tái sử dụng được thể hiện trên Hình 9. Kết quả cho thấy dung lượng hấp phụ giảm nhưng không đáng kể sau ba lần tái sinh.



Hình 9. Tái sử dụng VLHP (nồng độ đầu MB $C_0=200 \text{ mg.L}^{-1}$, $V = 200 \text{ ml}$, nhiệt độ phòng, khối lượng của VLHP: $m = 0,03 \text{ gam}$, thời gian lắc: $t = 24 \text{ giờ}$)

4. KẾT LUẬN

Tổng hợp thành công vật liệu hấp phụ có diện tích bề mặt rất cao lên đến 2118 m²/g từ nguồn phế thải nông nghiệp đó là vỏ trấu. Than hoạt tính có khả năng hấp phụ rất cao đối với phẩm nhuộm, dung lượng hấp phụ cực đại lên đến 769 mg/g tính theo mô hình Langmuir. Kết quả nghiên cứu động học và đẳng nhiệt hấp phụ của MB trên AC cho thấy quá trình hấp phụ hoàn toàn phù hợp với mô hình động học bậc hai tuyến tính. Than hoạt tính sau khi hấp phụ methylene blue được tái sử dụng dễ dàng bằng hỗn hợp ethanol và NaOH 1M. Dung lượng hấp phụ giảm không đáng kể sau ba lần sử dụng.

LỜI CẢM ƠN

Công trình này được tài trợ bởi đề tài cấp Đại học Huế DDH2021-01-189.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. H. Basta, V. Fierro, H. El-Saied, and A. Celzard (2009). 2-Steps KOH activation of rice straw: An efficient method for preparing high-performance activated carbons, *Bioresource Technology*, Vol. 100, No. 17, pp. 3941–3947.
- [2] A. E. Pütün, N. Özbay, E. P. Önal, and E. Pütün (2005). Fixed-bed pyrolysis of cotton stalk for liquid and solid products, *Fuel Processing Technology*, Vol. 86, No. 11, pp. 1207–1219.
- [3] H. Haykiri-Acma, S. Yaman, and S. Kucukbayrak (2006). Gasification of biomass chars in steam-nitrogen mixture, *Energy Conversion and Management*, Vol. 47, Nos. 7–8, pp. 1004–1013.
- [4] O. Ioannidou, and A. Zabaniotou (2007, December 1). Agricultural residues as precursors for activated carbon production-A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Pergamon, 1966–2005
- [5] M. Fan, W. Marshall, D. Daugaard, and R. C. Brown (2004). Steam activation of chars produced from oat hulls and corn stover, *Bioresource Technology*, Vol. 93, No. 1, pp. 103–107.
- [6] G. P. Pandey, A. C. Rastogi, and C. R. Westgate (2014). All-solid-state supercapacitors with poly(3,4-ethylenedioxythiophene)- coated carbon fiber paper electrodes and ionic liquid gel polymer electrolyte, *Journal of Power Sources*, Vol. 245, pp. 857–865.
- [7] J. Jiang, L. Zhang, X. Wang, N. Holm, K. Rajagopalan, F. Chen, and S. Ma (2013). Highly ordered macroporous woody biochar with ultra-high carbon content as supercapacitor electrodes, *Electrochimica Acta*, Vol. 113, pp. 481–489.
- [8] B. S. Girgis, S. S. Yunis, and A. M. Soliman (2002). Characteristics of activated carbon from peanut hulls in relation to conditions of preparation, *Materials Letters*, Vol. 57, No. 1, pp. 164–172.
- [9] W. T. Tsai, C. Y. Chang, S. Y. Wang, C. F. Chang, S. F. Chien, and H. F. Sun (2001). Cleaner production of carbon adsorbents by utilizing agricultural waste corn cob, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 32, No. 1, pp. 43–53.

- [10] A. Salanti, L. Zoia, M. Orlandi, F. Zanini, and G. Elegir (2010). Structural characterization and antioxidant activity evaluation of lignins from rice husk, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 58, No. 18, pp. 10049–10055.
- [11] A. Kumar, B. Prasad, and I. M. Mishra (2008). Adsorptive removal of acrylonitrile by commercial grade activated carbon: Kinetics, equilibrium and thermodynamics, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 152, No. 2, pp. 589–600.
- [12] V. S. Channu, R. Bobba, and R. Holze (2013). Graphite and graphene oxide electrodes for lithium ion batteries, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Vol. 436, pp. 245–251.
- [13] Hà Quang Ánh (2016). "Nghiên cứu tổng hợp và đặc trưng vật liệu mới cấu trúc nano trên cơ sở graphen ứng dụng trong xử lý môi trường", Luận án Tiến sĩ, Chuyên ngành Hóa lý thuyết và Hóa lý, Học Viện Khoa Học và Công Nghệ - Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam.
- [14] B. H. Hameed, A. T. M. Din, and A. L. Ahmad (2007). Adsorption of methylene blue onto bamboo-based activated carbon: Kinetics and equilibrium studies, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 141, No. 3, pp. 819–825.
- [15] A. H. Jawad, R. Razuan, J. N. Appaturi, and L. D. Wilson (2019). Adsorption and mechanism study for methylene blue dye removal with carbonized watermelon (*Citrullus lanatus*) rind prepared via one-step liquid phase H_2SO_4 activation, *Surfaces and Interfaces*, Vol. 16, pp. 76–84.
- [16] R. R. Krishni, K. Y. Foo, and B. H. Hameed (2014). Adsorption of methylene blue onto papaya leaves: comparison of linear and nonlinear isotherm analysis, *Desalination and Water Treatment*, Vol. 52, Nos. 34–36, pp. 6712–6719.
- [17] E. N. El Qada, S. J. Allen, and G. M. Walker (2006). Adsorption of Methylene Blue onto activated carbon produced from steam activated bituminous coal: A study of equilibrium adsorption isotherm, *Chemical Engineering Journal*, Vol. 124, Nos. 1–3, pp. 103–110.

SYNTHESIS OF ACTIVATED CARBON DRIVED FROM RICE HURSK AND ITS APPLICATION TO METHYLENE BLUE ADSORPTION

Vo Thi Thanh Chau¹, Tran Si Thanh^{2,3}, Nguyen Hoang Tuan²,
Le Quang Tien Thinh², Truong Trung Kien⁴, Pham Khac Lieu⁵, Dinh Quang Khieu^{2*}

¹Tran Quoc Tuan High School, Quang Ngai Province

²University of Sciences, Hue University

³Department of Education and Training, Dak Nong Province

⁴Department of Natural Resources and Enviroment, Quang Tri Province

⁵Hue University

*Email: dqkhieu@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

In the present paper, the activated carbon derived from rice husk and its methylene blue adsorption is demonstrated. The obtained materials were characterized by XRD, SEM, and nitrogen adsorption/desorption isotherms. It was found that the high purity activated carbon with high specific area has obtained. It exhibited the excellent adsorption of methylene blue in aqueous solution. This material is expected as a promising adsorbent for wastewater treatments.

Keywords: Activated carbon, adsorption, methylene blue.



Võ Thị Thanh Châu nhận bằng tiến sĩ vào năm 2017. Hiện tại bà đang công tác tại trường Trung học phổ thông Trần Quốc Tuấn, thành phố Quảng Ngãi.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu mao quản trung bình (MOFs) và ứng dụng hấp phụ và xúc tác.



Trần Sĩ Thành hiện tại là nghiên cứu sinh chuyên ngành Hóa lý thuyết và Hóa lý tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện ông đang công tác tại Sở giáo dục và Đào tạo tỉnh Đắk Nông.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu tiên tiến ứng dụng trong xúc tác và cảm biến điện hóa.



Nguyễn Hoàng Tuấn sinh tại Quảng Ngãi. Ông tốt nghiệp cử nhân Sư phạm Hóa học tại Đại học Sư phạm, Đại học Huế năm 2019. Hiện nay, ông đang là học viên cao học chuyên ngành Hóa lý - Hóa lý thuyết tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: tổng hợp vật liệu ferrite trên nền carbon hoạt tính ứng dụng phân tích điện hóa.



Lê Quang Tiến Thịnh là sinh viên của trường Đại học Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: tổng hợp $\text{TiO}_2/\text{g-C}_3\text{N}_4$ làm xúc tác quang hóa dùng ánh sáng khả kiến.



Trương Trung Kiên tốt nghiệp cử nhân hóa học năm 1995 tại Trường Đại Học Tổng Hợp Huế (nay là Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế) và tốt nghiệp thạc sĩ Khoa học Môi trường năm 2014 tại Trường Đại Học Khoa học - Đại học Huế. Hiện ông công tác tại Chi cục Bảo vệ Môi trường, Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Trị.

Lĩnh vực nghiên cứu: Quản lý và kiểm soát ô nhiễm môi trường; Quan trắc và đánh giá chất lượng môi trường.



Phạm Khắc Liệu sinh năm 1965 tại Thừa Thiên Huế. Ông tốt nghiệp Cử nhân Hóa học năm 1987 tại Trường Đại học Tổng hợp Huế (nay là Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế); Thạc sĩ ngành Kỹ thuật Môi trường năm 1997 tại Viện Công nghệ Châu Á (Thái Lan) và Tiến sĩ ngành Khoa học Môi trường năm 2006 tại Đại học Kumamoto (Nhật Bản). Ông được bổ nhiệm Phó Giáo sư năm 2016. Ông đã từng giảng dạy tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế và hiện công tác tại Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học môi trường, Xử lý nước và nước thải, Quản lý chất thải rắn.



Đinh Quang Khiếu được phong học hàm giáo sư năm 2019. Hiện ông công tác tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu tiến tiến và ứng dụng trong xúc tác, hấp phụ và cảm biến.

