

Nghiên cứu sử dụng đá ong biến tính trong quá trình Fenton dị thể để xử lý chất nhuộm màu

Vũ Huy Định^{1,*}, Đặng Thị Thơm^{2,3}, Đặng Thế Anh¹



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, đá ong được biến tính bằng muối sắt (III) sunfat (Lat-Fe) sử dụng cho quá trình Fenton dị thể để loại bỏ chất nhuộm màu hữu cơ *Reactive Yellow 160* (RY 160). Các đặc trưng cơ bản về thành phần hoá học, hình thái bề mặt và diện tích bề mặt riêng của đá ong sau biến tính được xác định thông qua phổ tán xạ năng lượng EDX, ảnh hiển vi điện tử quét SEM và phương pháp đo diện tích bề mặt riêng BET và được đánh giá hiệu quả tốt để có thể ứng dụng trong quá trình Fenton dị thể. Các khảo sát thực nghiệm về điều kiện tiến hành như pH, lượng chất oxy hóa H₂O₂, lượng vật liệu biến tính được thực hiện để tìm ra điều kiện thích hợp cho quá trình Fenton xử lý chất nhuộm màu. Kết quả thí nghiệm cho thấy: đá ong khi biến tính theo quy trình không có muối sắt thì hầu như không có hoạt tính xúc tác cho quá trình Fenton. Mặt khác, đá ong được biến tính bằng muối sắt có hoạt tính xúc tác, cho kết quả xử lý màu rất tốt khi sử dụng vào quá trình Fenton dị thể xử lý hợp chất nhuộm màu RY160. Loại bỏ RY 160 với nồng độ ban đầu 50 ppm tại các điều kiện thích hợp: Lat-Fe 1,25g/L, nồng độ H₂O₂ 2,45 mM, pH khởi đầu là 7, nhiệt độ 30°C; cho hiệu quả xử lý đạt 70% trong thời gian xử lý 120 phút.

Từ khoá: Đá ong, Fenton dị thể, Chất nhuộm, Reactive Yellow 160

MỞ ĐẦU

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của ngành công nghiệp dệt nhuộm trong những năm vừa qua, nước thải dệt nhuộm đang trở thành một vấn đề nghiêm trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người, môi trường sống của động thực vật nếu không được kiểm soát và xử lý kịp thời. Nước thải dệt nhuộm có thành phần chủ yếu là các hợp chất hữu cơ có khối lượng phân tử lớn, chứa các vòng thơm liên hợp và nhóm azo gây màu, khó phân hủy bằng các tác nhân sinh học. Các công nghệ và kỹ thuật truyền thống, phổ biến đang được sử dụng để xử lý nước thải dệt nhuộm hiện nay là keo tụ, hấp phụ, xử lý sinh học hiếu khí và yếm khí^{1,2}.

Tuy nhiên, các quá trình xử lý này còn nhiều hạn chế bởi thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải dệt nhuộm chủ yếu là các chất màu khó phân hủy sinh học¹⁻⁵. Các hướng nghiên cứu mới gần đây tập trung vào chế tạo vật liệu có đặc tính hấp phụ cao và có khả năng xử lý phẩm màu khi kết hợp vào một số quá trình xử lý oxy hóa nâng cao có nguồn gốc là các phế phẩm hoặc có sẵn trong tự nhiên như tro bay^{4,5}, bùn đỏ⁶, than hoạt tính xuất phát từ gạo dứa, vỏ trấu, lõi ngô^{7,8}, đá ong⁹⁻¹²... đang được quan tâm và đánh giá cao. Trong đó, đá ong được biết đến là loại đá phong hóa nhiệt đới, một nguồn nguyên liệu khoáng thạch có

tính hấp phụ cao do có bề mặt xốp, diện tích bề mặt riêng lớn.

Thành phần hóa học của đá ong có hàm lượng giàu oxit sắt, là một nguồn khoáng chất tiềm năng để biến tính và sử dụng cho phản ứng Fenton dị thể loại bỏ các chất màu hữu cơ độc hại, khó phân hủy sinh học. Ngoài ra, bề mặt đá ong có cấu trúc xốp, dễ dàng hấp phụ và cố định chất hữu cơ trên bề mặt vật liệu, gia tăng hoạt tính xúc tác so với các vật liệu có cùng đặc tính chứa sắt. Việc sử dụng đá ong kết hợp đặc điểm tính xốp và thành phần hóa học chứa sắt là một hướng nghiên cứu triển vọng, đầy tiềm năng⁹⁻¹⁴.

Trong bài báo này, đá ong được biến tính và sử dụng cho quá trình Fenton dị thể để xử lý chất nhuộm màu RY 160.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hóa chất và vật liệu

Đá ong là một vật liệu xây dựng phổ biến trước kia ở các vùng phía tây Hà Nội. Đá ong tự nhiên được lấy tại làng cổ Đường Lâm, thị xã Sơn Tây, Hà Nội; ngôi làng được mang danh hiệu “Làng cổ đá ong”. Đá ong sau khi rửa sạch, được nghiền và rây đến kích thước đồng đều cỡ 0,50 mm, sau đó rửa lại với nước cất hai lần và sấy khô ở 80°C, được bảo quản trong lọ polyetylen. Chất nhuộm màu Reactive Yellow 160

¹Bộ môn Hóa học, Trường Đại học Lâm nghiệp, Hà Nội

²Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học & Công nghệ Việt Nam

³Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học & Công nghệ Việt Nam

Liên hệ

Vũ Huy Định, Bộ môn Hóa học, Trường Đại học Lâm nghiệp, Hà Nội

Email: vuhuydinhh@vnu.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 03-12-2018
- Ngày chấp nhận: 09-7-2019
- Ngày đăng: 26-11-2019

DOI : 10.32508/stdjsee.v3i2.465



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Định V H, Thơm D T, Anh D T. **Nghiên cứu sử dụng đá ong biến tính trong quá trình Fenton dị thể để xử lý chất nhuộm màu.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 3(2):56-65.

(95%w/w) được cung cấp bởi Ciba Specialty Chemicals Inc., phân phối tại công ty Hóa chất Đức Giang. Dung dịch hydropeoxit (30%w/w) và các hóa chất khác thuộc loại tinh khiết phân tích.

Quy trình biến tính đá ong

Hòa tan 1,50 gam muối sắt (III) sunfat vào 20 mL nước cất và khuấy cơ học tại nhiệt độ phòng trong 30 phút. Dung dịch sau đó được bổ sung 10 gam đá ong và 80 mL nước cất. Khuấy hỗn hợp với tốc độ 120 vòng/phút trong vòng 1 giờ. Hỗn hợp sau đó được cô cạn nước rồi tiếp tục sấy qua đêm trong 8 giờ ở 80°C. Hỗn hợp rắn khô được nung ở nhiệt độ 500°C trong thời gian 2 giờ. Để nguội thu được đá ong biến tính (Lat-Fe).

Phân tích và kiểm tra đặc trưng vật liệu đá ong biến tính

Mẫu đá ong ban đầu và đá ong biến tính được chụp ảnh SEM và đo phổ EDX tại khoa Vật lý, trường Đại học Khoa học Tự nhiên trên máy Oxford Microanalysis ISIS 300.

Diện tích bề mặt riêng và kích thước các lỗ mao quản trên bề mặt của đá ong biến tính được xác định bằng phương pháp BET trên máy TriStar 3000.

Quy trình xử lý phẩm màu RY 160

Chuẩn bị 200 mL dung dịch chứa RY 160 có nồng độ 50 ppm đã điều chỉnh pH trên máy khuấy từ gia nhiệt. Bổ sung một hàm lượng xác định đá ong biến tính vào dung dịch phản ứng. Thêm tiếp một lượng thể tích chính xác H₂O₂ 30% và theo dõi thời gian phản ứng. Ở các mốc thời gian cách nhau 30 phút, mẫu được lấy ra và xác định nồng độ RY 160.

Phương pháp phân tích nồng độ chất nhuộm

Xác định nồng độ chất nhuộm màu Reactive Yellow 160 có trong dung dịch mẫu bằng phương pháp đo độ hấp thụ quang ở bước sóng hấp thụ cực đại trên máy đo UV - Vis HACH DR6000 tại bước sóng 422 nm (bước sóng hấp thụ cực đại của chất nhuộm màu).

Hiệu quả xử lý màu (H %) được xác định theo công thức:

$$H(\%) = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100\%$$

Trong đó C_o và C_t tương ứng là hàm lượng RY 160 trong mẫu nước trước (0 phút) và sau xử lý (t phút). Các phép đo và thí nghiệm được thực hiện ba lần và lấy kết quả trung bình.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Đặc trưng của vật liệu đá ong biến tính

Đặc điểm hình thái

Đặc điểm hình thái và thành phần hóa học của vật liệu Lat-Fe được phân tích trên ảnh SEM (**Hình 1**) và phổ EDX (**Hình 2**).

Ảnh chụp bề mặt vật liệu bằng kính hiển vi điện tử quét SEM cho thấy, vật liệu đá ong sau biến tính có cấu trúc tương đối xốp với nhiều hốc trống, giúp hấp phụ H₂O₂ trên bề mặt đá ong, trở thành tâm xúc tác phân hủy H₂O₂ tạo ra gốc hydroxyl hoạt động. Đồng thời các hốc trống này tạo điều kiện cho quá trình hấp phụ và phá hủy các phân tử RY 160 trên bề mặt khi có gốc hoạt động. Điều này có thể giải thích dễ dàng thông qua cơ chế của phản ứng Fenton dị thể trên các bề mặt hoạt động^{15,16}.

Thành phần nguyên tố của đá ong trước và sau biến tính

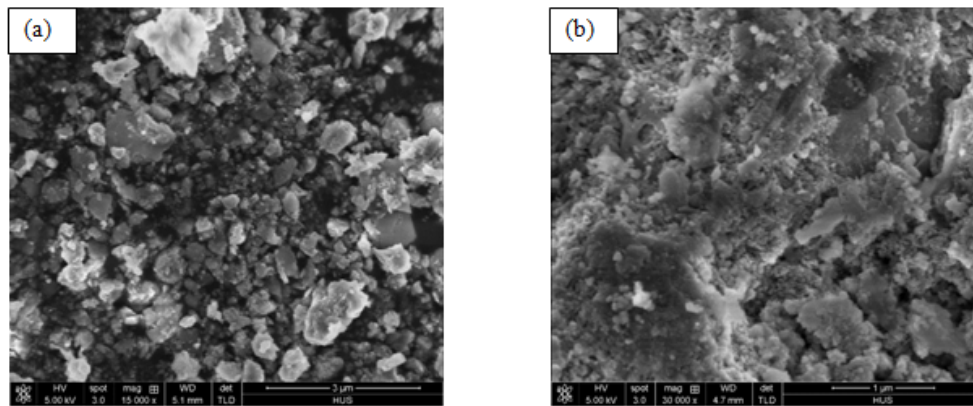
Mục tiêu chính của nghiên cứu này là biến tính bề mặt đá ong thành trung tâm xúc tác dị thể Fenton trong phân hủy chất màu RY 160 bằng cách gắn các tiểu phân sắt hoạt động vào cấu trúc đá ong, đồng thời hoạt hóa các oxit sắt có sẵn trong đá ong dưới dạng Fe₂O₃ hoặc FeOOH. Thành phần hóa học của mẫu đá ong trước và sau biến tính được xác định thông qua phổ EDX. Kết quả tương ứng được thể hiện trên **Hình 2(a,b)** và kết quả chi tiết thành phần nguyên tố được liệt kê trong **Bảng 1**.

Kết quả phổ tán xạ năng lượng tia X trên cho thấy có sự xuất hiện thành phần nguyên tố kim loại chính trong đá ong là sắt, nhôm, kali và titan. Hàm lượng sắt trong mẫu đá ong trước biến tính là 17,98% và sau biến tính là 23,19%. Như vậy, có thể khẳng định sắt đã thâm nhập được vào cấu trúc đá ong, thành phần khối lượng xác định được khá tương đồng với lượng sắt (III) sunfat ngấm tẩm trong quá trình biến tính vật liệu.

Diện tích bề mặt của Lat-Fe

Mẫu đá ong sau biến tính được đuổi hết không khí trong buồng đo ở 200°C trong vòng 3 giờ. Thí nghiệm đo diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp hấp phụ và giải hấp khí nitơ ở nhiệt độ hóa lỏng khí.

Kết quả đo thể hiện ở **Hình 3** cho thấy đường hấp phụ đẳng nhiệt khí nitơ và giải hấp có dạng tương ứng với mẫu đường hấp thụ IV theo dạng đường chuẩn hấp phụ - giải hấp của IUPAC¹⁷. Đây là đường đặc trưng cho vật liệu hấp phụ đơn lớp trong điều kiện áp suất thấp, đường cong giải hấp có độ trễ thấp hơn chứng tỏ trên bề mặt vật liệu có các lỗ mao quản hấp phụ



Hình 1: Ảnh SEM của mẫu đá ong sau biến tính ở kích thước (a) phóng đại 15000 lần và (b) phóng đại 30000 lần

Bảng 1: Kết quả hàm lượng nguyên tố

Thành phần	Trước biến tính		Sau biến tính	
	% Nguyên tố	% Nguyên tử	% Nguyên tố	% Nguyên tử
C	1,66	3,99	1,99	5,12
O	8,34	15,02	7,81	15,10
Mg	-	-	1,27	1,61
Al	8,27	8,83	11,33	12,98
Si	53,66	55,07	47,89	41,72
S	3,11	2,8	0,27	0,27
K	5,90	4,35	5,39	4,26
Ti	1,09	0,65	0,86	0,56
Fe	17,98	9,28	23,19	18,38
Tổng	100	100	100	100

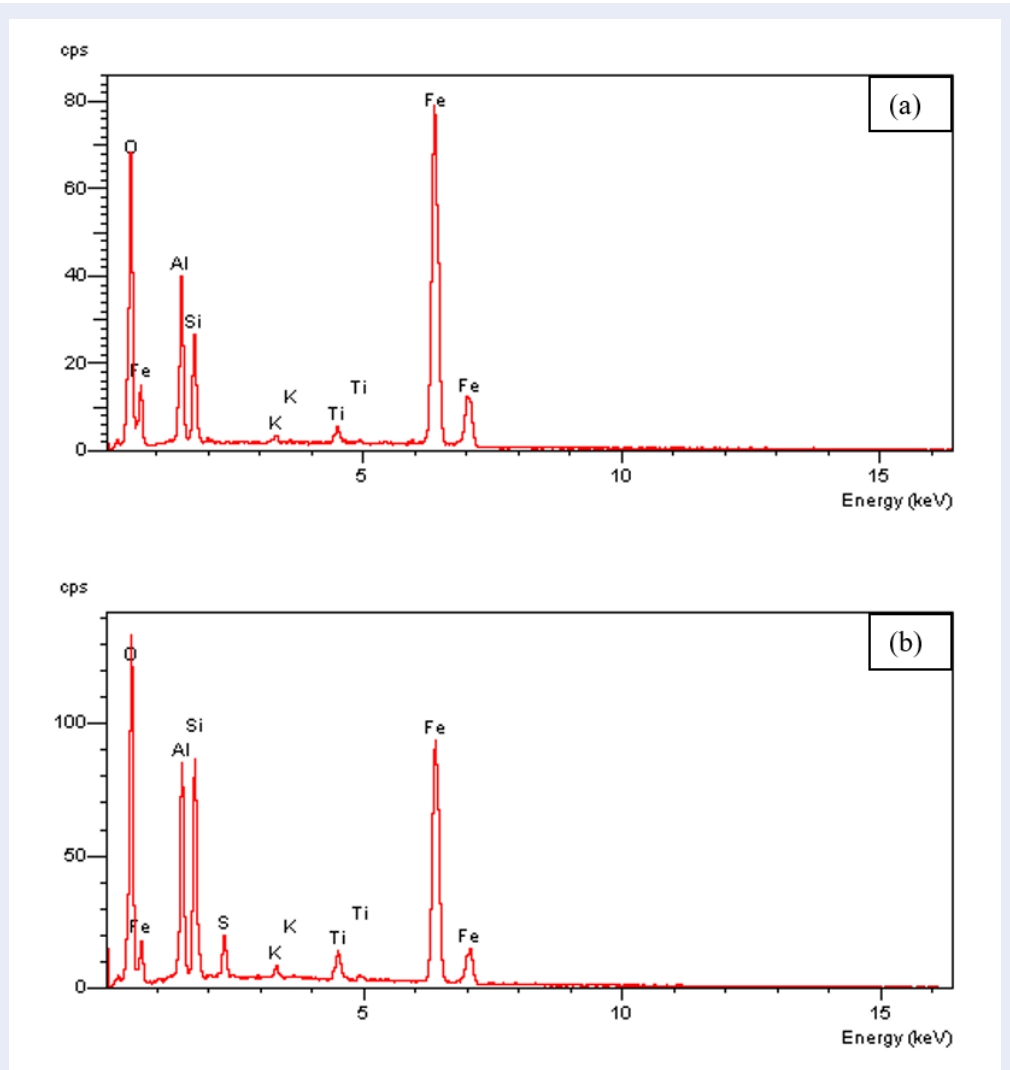
khí, tạo độ xốp cho vật liệu. Theo phương pháp tính BJH, diện tích bề mặt riêng của đá ong biến tính $S_{BET} = 12,1 \text{ m}^2/\text{g}$ và kích thước lỗ mao quản trung bình trên bề mặt là 27,66 nm. Kết quả xác định thể tích các lỗ xốp theo đường kính trên **Hình 4** cho thấy các lỗ xốp chủ yếu phân bố ở các kích thước nhỏ, tập trung chủ yếu ở đường kính 10-20 nm và thể tích 6-9 μL . Kết quả này củng cố thêm các kết quả thu được trên hình ảnh SEM của vật liệu.

Diện tích bề mặt riêng của đá ong biến tính là khá nhỏ khi so sánh với các vật liệu hấp phụ mạnh như than hoạt tính hoạt hóa bằng muối sắt $824 \text{ m}^2/\text{g}$ ¹⁸ hay các vật liệu dạng than hoạt tính khác, tuy nhiên với định hướng biến tính bằng phương pháp đơn giản, chế tạo vật liệu có hoạt tính xúc tác cao cho quá trình Fenton dị thể, diện tích bề mặt riêng và kích thước các lỗ xốp

cũng lớn hơn các vật liệu có nguồn gốc khoáng hay vật liệu thải như bùn đỏ hay quặng pirit sắt tự nhiên^{15,19}.

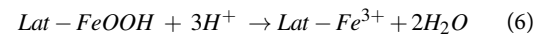
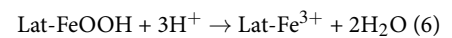
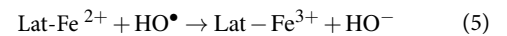
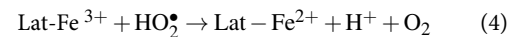
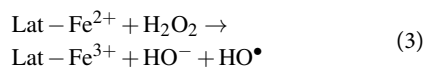
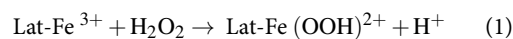
Nghiên cứu xử lý RY 160 bằng phản ứng Fenton dị thể sử dụng vật liệu Lat-Fe

Trong phản ứng Fenton dị thể, hiệu quả xử lý được quyết định bởi số lượng gốc OH^\bullet có trong dung dịch, một trong các yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng tới số lượng gốc OH^\bullet này là lượng Fe^{3+} có trong dung dịch. Vì vậy, lượng muối Fe (III) được ngâm tẩm vào đá ong là một trong các yếu tố cần được tối ưu hóa. Kết quả nghiên cứu hiệu suất xử lý RY 160 trong phản ứng Fenton dị thể, sử dụng đá ong biến tính trong trường hợp dùng muối sắt và khi không sử dụng muối sắt được thể hiện ở **Hình 5**.

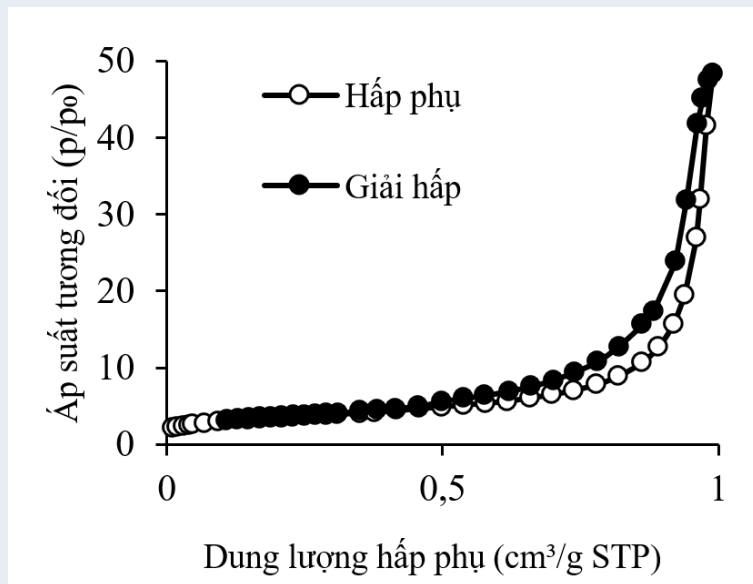


Hình 2: Phổ EDX của đá ong (a) chưa biến tính và (b) sau biến tính.

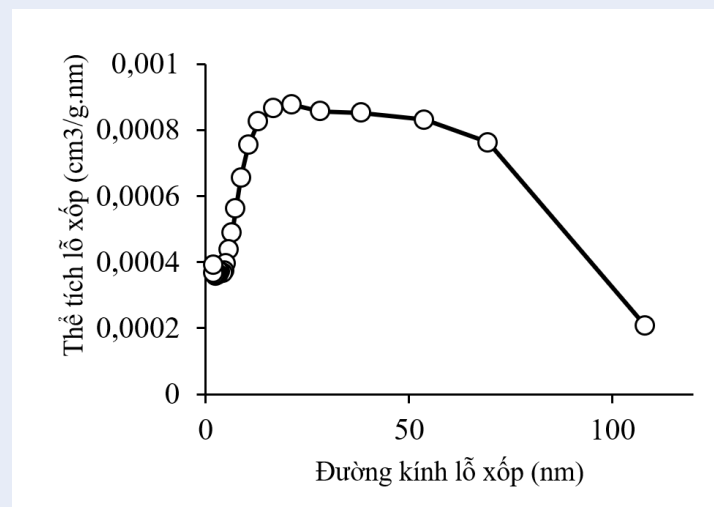
Kết quả thực nghiệm thể hiện ở Hình 5 cho thấy sự khác nhau rõ rệt giữa đá ong có sử dụng muối sắt (III) sunfat và không sử dụng muối sắt (III) sunfat, thể hiện tầm quan trọng của việc ngâm tẩm muối sắt (III) lên đá ong. Đá ong được ngâm tẩm muối sắt (III) ở thời gian từ 30 phút cho đến 120 phút thì hiệu suất xử lý đạt 70%, sự tăng hiệu suất này do sự gia tăng Fe(III) làm tăng số lượng gốc OH^\bullet . Ảnh hưởng của hàm lượng Fe(III) có thể giải thích thông các phản ứng cơ bản của quá trình Fenton dị thể, như sau²⁰⁻²⁴:



Với mẫu đá ong không ngâm tẩm muối sắt (III) thì hiệu suất xử lý rất thấp, chưa đạt được 10% sau 120 phút. Điều này có thể giải thích do Fe_2O_3 tồn tại ở 3 dạng cấu trúc tinh thể khác nhau là α , β và γ , trong đó dạng α là bền nhất trong các cấu trúc, tương đối trơ về mặt hoá học, thực tế các mẫu khoáng có thành



Hình 3: Đường hấp phụ và giải hấp nitơ của vật liệu Lat-Fe.



Hình 4: Sự phân bố thể tích lỗ xốp theo kích thước của vật liệu Lat-Fe.

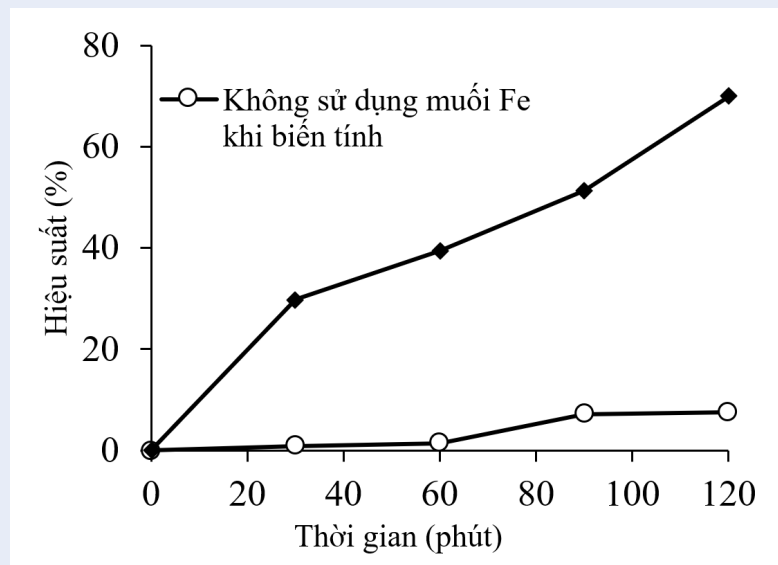
phần chứa Fe_2O_3 cũng tồn tại chủ yếu ở dạng này. Mặt khác, các vật liệu chứa sắt có đặc điểm dễ dàng hấp phụ muối sắt lên bề mặt, đóng vai trò chất mang trong quá trình chế tạo vật liệu^{9,10}. Như vậy, việc ngâm tẩm sắt trên bề mặt đá ong là phù hợp và cần thiết.

Ảnh hưởng hydro peroxit (H_2O_2)

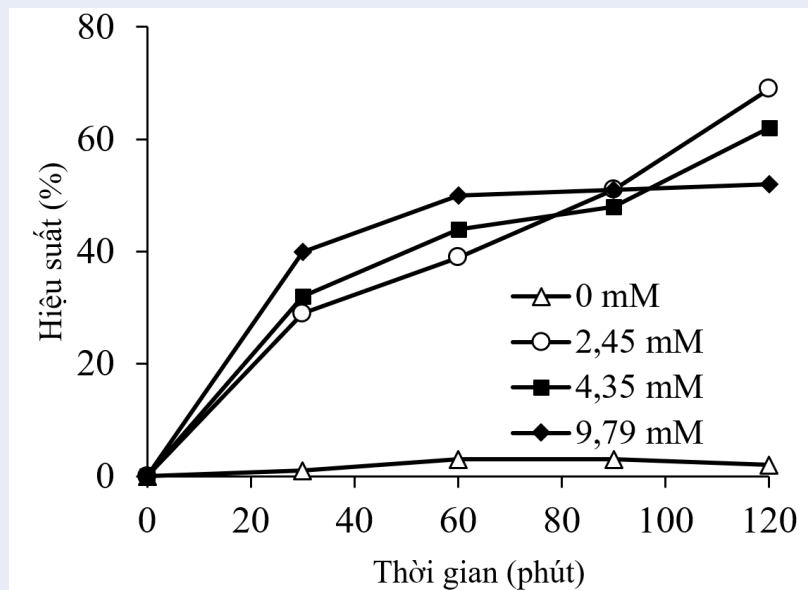
Trong hệ phản ứng Fenton, nồng độ H_2O_2 là một trong những yếu tố ảnh hưởng mạnh tới sự hình thành và tiêu thụ nhóm hydroxyl, vì thế nó cũng quyết

định hiệu quả của quá trình xử lý. Sự ảnh hưởng của hàm lượng H_2O_2 tới hiệu suất phân hủy phẩm màu được thể hiện ở Hình 6.

Kết quả thí nghiệm cho thấy, tăng nồng độ H_2O_2 , hiệu quả loại bỏ phẩm màu có sự thay đổi nhưng không khác biệt không nhiều. Sau 60 phút đầu tiên, hiệu suất xử lý chỉ đạt trên 40%. Khi tăng thời gian xử lý lên đến 90 phút, 120 phút thì hiệu suất xử lý ở nồng độ 2,45 mM đạt được trên 70%. Sự tăng lên của hiệu suất theo sự tăng nồng độ H_2O_2 có thể giải thích là do hấp phụ H_2O_2 trên bề mặt đá ong biến tính, khi tăng



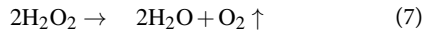
Hình 5: Ảnh hưởng của việc bổ sung Fe (III) sunfat khi biến tính đã ong đến hiệu suất xử lý RY 160 (điều kiện ban đầu: [RY 160] = 50ppm; [H₂O₂] = 2,45 mM; pH 7; [Lat-Fe] = 1,25 g/L; t° = 30°C)



Hình 6: Ảnh hưởng của nồng độ H₂O₂ ([RY 160]₀ = 50ppm; pH 7; [Lat-Fe] = 1,25 g/L; t° = 30°C)

hàm lượng H_2O_2 trong dung dịch đồng thời làm tăng lượng H_2O_2 phân bố trên pha rắn là bề mặt đá ong biến tính, qua đó làm tăng hàm lượng số gốc tự do được hình thành, được thể hiện qua cơ chế (1) – (6) của phản ứng Fenton dị thể.

Với thời gian xử lý 120 phút, khi tăng nồng độ hydro peroxit thì hiệu suất lại giảm khi tăng từ 2,45 mM lên 9,79 mM, điều này có thể giải thích khi lượng H_2O_2 tăng lên cao, xảy ra phản ứng phân hủy H_2O_2 , làm giảm số lượng gốc hydroxyl tự do trong dung dịch³⁻⁵:



Như vậy, nồng độ H_2O_2 là 2,45 mM là phù hợp.

Ảnh hưởng của hàm lượng đá ong biến tính (Lat-Fe)

Nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng đá ong biến tính được tiến hành trong điều kiện cố định về pH = 7, nồng độ H_2O_2 là 2,45 mM, hàm lượng vật liệu được khảo sát tại các giá trị 0 g/L, 0,5g/L, 1,25g/L và 2,5g/L. Tiến hành xử lý 200 ml ở điều kiện ban đầu RY 160 (50ppm); ở 30°C; tốc độ khuấy cơ học (120 phút/vòng). Kết quả được thể hiện ở **Hình 7**.

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của hàm lượng Lat-Fe tới hiệu quả phân hủy phẩm màu RY 160 với nồng độ ban đầu 50ppm cho thấy, nhìn chung hiệu suất xử lý tăng khi hàm lượng Lat-Fe tăng từ 0 g/L lên 2,5 g/L. Trong khoảng hàm lượng này, việc tăng hàm lượng Lat-Fe kéo theo sự tăng về số lượng gốc tự do tạo thành, hiệu suất xử lý tăng. Trong khi đó hiệu suất xử lý của hàm lượng 2,5 g/L thấp hơn hiệu suất xử lý của 1,25 g/L, ở tất cả các thời gian được khảo sát. Việc giảm hiệu suất xử lý ở hàm lượng vật liệu cao hơn 1,25g/L có thể được giải thích là do chính xúc tác chứa sắt cũng là các tác nhân bẫy, tiêu thụ các gốc tự do hydroxyl^{4,5}. Các kết quả thực nghiệm cho thấy hàm lượng vật liệu biến tính phù hợp là 1,25 g/L.

Ảnh hưởng pH

pH là một trong các yếu tố ảnh hưởng quyết định tới hiệu quả xử lý của kỹ thuật Fenton dị thể. Thông thường, các kỹ thuật Fenton được tiến hành thuận lợi trong môi trường pH 2-3. Tuy nhiên, trong môi trường pH thấp, khả năng hoà tan oxit kim loại vào dung dịch phản ứng từ pha rắn trên bề mặt đá ong biến tính là cao. Kết hợp với các thử nghiệm ban đầu về ảnh hưởng của pH quá trình xử lý, pH được khảo sát trong các giá trị 6-9, ở các điều kiện phù hợp về nồng độ phẩm nhuộm, hàm lượng vật liệu biến tính, hàm lượng H_2O_2 đã được khảo sát ở các phần trên. Kết quả thí nghiệm trên **Hình 8** cho thấy, pH trung tính vẫn đảm bảo hiệu suất xử lý chất nhuộm màu.

Quá trình diễn ra thuận lợi và cho hiệu tương đương nhau ở ba giá trị pH là 7, 8 và 9, đạt từ 60% trở lên. Trong khoảng pH trung tính hạn chế được sự hòa tan của các oxit sắt, gây ô nhiễm thứ cấp lên nguồn nước do sắt bị hòa tan, giảm thiểu được axit sử dụng để duy trì pH thấp và thu hồi sắt so với các phương pháp Fenton truyền thống. Điều này có thể giải thích đơn giản thông qua sự phân bố của các oxit trên bề mặt đá ong sau biến tính trở thành các trung tâm hoạt hóa, các lỗ xốp hấp phụ phân tử RY 160 trên bề mặt và bị phân hủy dưới tác dụng của gốc hydroxyl. Tuy nhiên, để giải thích chi tiết hơn về cơ chế tác động của đá ong tới khoảng pH hoạt động cần các nghiên cứu sâu hơn về động học phản ứng.

Kết quả bước đầu cho thấy triển vọng của đá ong biến tính Lat-Fe khi tiến hành phản ứng Fenton dị thể trong khoảng pH trung tính, đây cũng là điểm độc đáo của đá ong so với các vật liệu có nguồn gốc khoáng khác.

KẾT LUẬN

Đá ong sau khi biến tính (Lat-Fe) bằng quy trình ngâm tẩm và gia nhiệt vật lý đơn giản đã cải thiện đặc tính vật liệu ban đầu thành vật liệu chứa nhiều lỗ xốp, diện tích bề mặt riêng đạt 12,16 m²/g, kích thước mao quản trung bình 27,66 nm, hàm lượng sắt sau biến tính đạt 23,19% về nguyên tố. Kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy, điều kiện thích hợp áp dụng kỹ thuật Fenton dị thể dùng đá ong biến tính cho phẩm màu Reactive Yellow 160: hàm lượng Lat-Fe 1,25g/L, nồng độ H_2O_2 2,45 mM; pH khởi đầu là 7, nhiệt độ 30°C, thời gian xử lý 120 phút; hiệu suất xử lý màu tương ứng đạt 70%. Đá ong sau khi biến tính có vai trò là một chất mang có chứa sắt, tạo điều kiện cho ion sắt bám trên bề mặt và chuyển hoá thành nhóm hay trung tâm hoạt hoá, vì vậy hoạt tính mạnh hơn so với ban đầu. Tuy nhiên, vấn đề đặt ra là cấu trúc nghiên cứu sâu hơn về việc biến tính và sự tham gia của muối sắt vào cấu trúc đá ong.

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

BET (Brunauer-Emmet-Teller): Phương pháp đo diện tích bề mặt riêng BET.

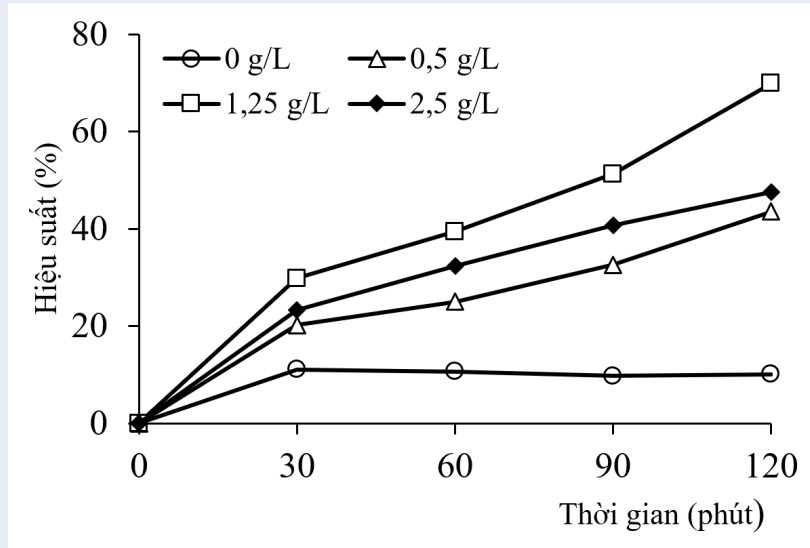
EDX (Energy-dispersive X-ray spectroscopy): Phổ tán sắc năng lượng tia X.

Lat-Fe: Đá ong biến tính

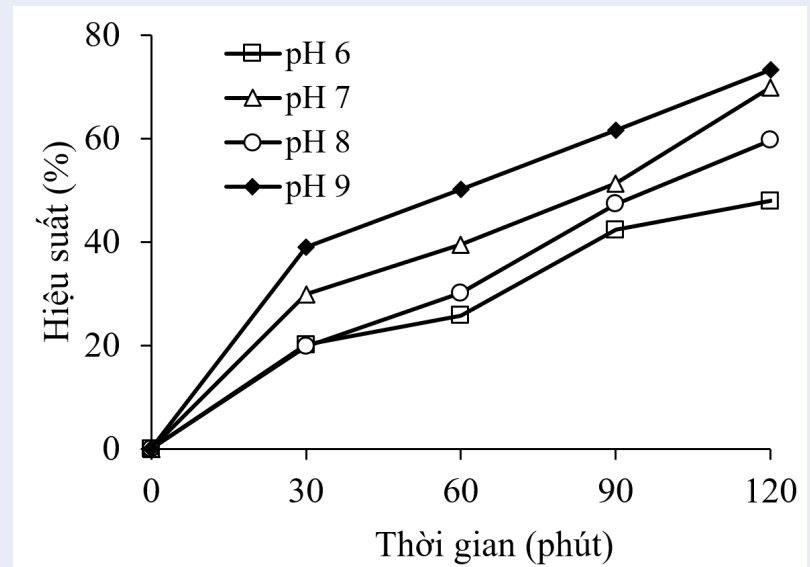
RY160 (Reactive Yellow 160): Chất nhuộm màu vàng 160.

SEM (Scanning Electron Microscopy): Kính hiển vi điện tử quét.

UV-vis (Ultraviolet-visible): Tử ngoại khả kiến



Hình 7: Ảnh hưởng của hàm lượng Lat-Fe khác nhau tới hiệu suất xử lý ($[RY\ 160]_0 = 50\text{ppm}$; $\text{pH}\ 7$; $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 2,45\ \text{mM}$; $t^\circ = 30^\circ\text{C}$)



Hình 8: Ảnh hưởng pH đến hiệu suất của quá trình xử lý RY ($[RY\ 160]_0 = 50\text{ppm}$; $[\text{Lat-Fe}] = 1,25\ \text{g/L}$; $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 2,45\ \text{mM}$; $t^\circ = 30^\circ\text{C}$)

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả cam đoan không có xung đột lợi ích trong công bố bài báo “Nghiên cứu sử dụng đá ong biến tính trong quá trình Fenton dị thể để xử lý chất nhuộm màu”.

ĐÓNG GÓP CỦA TÁC GIẢ

Quá trình thực hiện thí nghiệm, lấy mẫu, phân tích và đo đạc kết quả do tác giả Vũ Huy Định và Đặng Thế Anh thực hiện. Quá trình viết bản thảo, sửa chữa bản thảo do tập thể tác giả Vũ Huy Định, Đặng Thị Thơm và Đặng Thế Anh thực hiện.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Lâm nghiệp đã hỗ trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Phòng ĐT. Xử lý nước cấp và nước thải dệt nhuộm. vol. 7. NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội; 2005.
- Phòng ĐT. Sinh thái môi trường trong dệt nhuộm. vol. 6. NXB Khoa học và kỹ thuật Hà Nội; 2004.
- Đức ĐS, Mai VT, Lan ĐTP. Xử lý màu nước thải giấy bằng phản ứng Fenton. Tạp chí phát triển KHCN. 2009;5:37–45.
- Đức ĐS, Hào TTT. Loại bỏ phẩm nhuộm Reactive Blue 181 bằng kỹ thuật Fenton dị thể sử dụng tro bay biến tính/H₂O₂. Tạp chí Khoa học và Công nghệ. 2012;50(3):375–384.
- Đức ĐS, Ninh VT. Phân hủy phẩm nhuộm Reactive blue 182 bằng kỹ thuật Fenton dị thể sử dụng tro bay biến tính/H₂O₂. Tạp chí phát triển Khoa học và công nghệ. 2013;16(T3):13–21.
- Anh TĐ, et al. Kinetics of the treatment of organic dye based on modified red mud. Journal of Forestry science and technology. 2016;2:34–42.
- Malik PK. Dye removal from wastewater using activated carbon developed from sawdust: adsorption equilibrium and kinetics. Journal of Hazardous Materials. 2004;113(1):81–89. Available from: [10.1016/j.jhazmat.2004.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.05.022).
- Namasivayam C, Kavitha D. Removal of Congo Red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste. Dyes and Pigments. 2002;54(1):47–58. Available from: [10.1016/S0143-7208\(02\)00025-6](https://doi.org/10.1016/S0143-7208(02)00025-6).
- Gao Jm, Cheng F. Study on the preparation of spinel ferrites with enhanced magnetic properties using limonite laterite ore as raw materials. Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2018;460:213–22. Available from: [10.1016/j.jmmm.2018.04.010](https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2018.04.010).
- Kasthurba AK, Santhanam M, Mathews MS. Investigation of laterite stones for building purpose from Malabar region, Kerala state, SW India – Part 1: Field studies and profile characterisation. Construction and Building Materials. 2007;21(1):73–82. Available from: [10.1016/j.conbuildmat.2005.07.006](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.07.006).
- Khataee AR, Pakdehi SG. Removal of sodium azide from aqueous solution by Fenton-like process using natural laterite as a heterogeneous catalyst: Kinetic modeling based on non-linear regression analysis. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2014;45(5):2664–72. Available from: [10.1016/j.jtice.2014.08.007](https://doi.org/10.1016/j.jtice.2014.08.007).
- Sangami S, Manu B. Synthesis of Green Iron Nanoparticles using Laterite and their application as a Fenton-like catalyst for the degradation of herbicide Ametryn in water. Environmental Technology & Innovation. 2017;8:150–63. Available from: [10.1016/j.eti.2017.06.003](https://doi.org/10.1016/j.eti.2017.06.003).
- Karale RS, Manu B, Shrihari S. Fenton and Photo-Fenton Oxidation Processes for Degradation of 3-Aminopyridine from Water. APCBEE Procedia. 2014;9:25–9. Available from: [10.1016/j.apcbee.2014.01.005](https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.01.005).
- Gao JM, et al. Process development for selective precipitation of valuable metals and simultaneous synthesis of single-phase spinel ferrites from saprolite-limonite laterite leach liquors. Hydrometallurgy. 2017;173:98–105. Available from: [10.1016/j.hydromet.2017.08.004](https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2017.08.004).
- Khataee A, Gholami P, Sheydaei M. Heterogeneous Fenton process by natural pyrite for removal of a textile dye from water :Effect of parameters and intermediate identification. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2015;58:366–73. Available from: [10.1016/j.jtice.2015.06.015](https://doi.org/10.1016/j.jtice.2015.06.015).
- Dindarsafa M, et al. Heterogeneous sono-Fenton-like process using martite nanocatalyst prepared by high energy planetary ball milling for treatment of a textile dye. Ultrasonics Sonochemistry. 2017;34:389–99. Available from: [10.1016/j.ultsonch.2016.06.016](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.016).
- Sing KSW, Everett DH, Haul RAW, Moscou L, Pierotti RA, Rouqurol J, et al. Reporting Physisorption Data for Gas/Solid Systems with Special Reference to the Determination of Surface Area and Porosity. Pure and Applied Chemistry. 1985;57(4):603–19. Available from: [10.1351/pac198557040603](https://doi.org/10.1351/pac198557040603).
- Rodrigues CSD, et al. p-Nitrophenol degradation by heterogeneous Fentons oxidation over activated carbon-based catalysts. Applied Catalysis B: Environmental. 2017;219:109–22. Available from: [10.1016/j.apcatb.2017.07.045](https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.07.045).
- Hajjaji W, et al. Aqueous Acid Orange 7 dye removal by clay and red mud mixes. Applied Clay Science. 2016;126:197–206. Available from: [10.1016/j.clay.2016.03.016](https://doi.org/10.1016/j.clay.2016.03.016).
- Herney-Ramirez J, Vicente MA, Madeira LM. Heterogeneous photo-Fenton oxidation with pillared clay-based catalysts for wastewater treatment. Applied Catalysis B: Environmental. 2010;98:10–26. Available from: [10.1016/j.apcatb.2010.05.004](https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2010.05.004).
- Dükkancı M, et al. Heterogeneous Fenton-like degradation of Rhodamine 6G in water using CuFeZSM-5 zeolite catalyst prepared by hydrothermal synthesis. Journal of Hazardous Materials. 2010;181:343–50. Available from: [10.1016/j.jhazmat.2010.05.016](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.05.016).
- Navalon S, Alvaro M, Garcia H. Heterogeneous Fenton catalysts based on clays, silicas and zeolites. Catalysis B: Environmental. 2010;99(1-2):1–26. Available from: [10.1016/j.apcatb.2010.07.006](https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2010.07.006).
- Aleksić M, et al. Heterogeneous Fenton type processes for the degradation of organic dye pollutant in water-The application of zeolite assisted AOPs. Desalination. 2010;257(1-3):22–9. Available from: [10.1016/j.desal.2010.03.016](https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.03.016).
- Flores Y, Flores R, Gallegos AA. Heterogeneous catalysis in the Fenton-type system reactive black 5/H₂O₂. Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. 2008;81(1-2):184–91. Available from: [10.1016/j.molcata.2007.10.019](https://doi.org/10.1016/j.molcata.2007.10.019).

Study on using modified laterite in the heterogeneous Fenton process for removing dye compound

Vu Huy Dinh^{1,*}, Dang Thi Thom^{2,3}, Dang The Anh¹



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

In this work, laterite was modified by iron (III) sulfate (Lat-Fe), and it was used in heterogeneous Fenton for the removal of Reactive Yellow 160 dye (RY 160). Properties of chemical composition, surface morphology and specific surface area of modified laterite were characterized by Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX), scanning electron microscopes (SEM) and BET method and that laterite was assessed effectively to apply in the heterogeneous Fenton process. Experimental investigations about conditions such as pH, H₂O₂ concentration, and modified materials were conducted to look for the suitable conditions for removing dye compound by Fenton process. Studied results showed that modified laterite by procedure without iron Fe³⁺ had not catalyzed activation in Fenton process. However, using modified laterite by iron (III) sulfate (Lat-Fe) get good results in the heterogeneous Fenton process for removing Reactive Yellow 160 dye. Removing Reactive Yellow 160 dye (RY 160) with initial concentration of 50ppm with investigated optimal conditions of Lat-Fe: 1,25g/L, H₂O₂ 2,45 mM, pH 7 at 30°C get 70% of removal efficiency in 120 minutes.

Key words: Laterite, heterogeneous Fenton, Reactive Yellow 160 dye

¹Department of Chemistry, VietNam National University of Forestry, Hanoi, Viet Nam

²Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Viet Nam

³Graduate University of Science and Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, Viet Nam

Correspondence

Vu Huy Dinh, Department of Chemistry, VietNam National University of Forestry, Hanoi, Viet Nam

Email: vuhuydinh@vnuf.edu.vn

History

- Received: 03-12-2018
- Accepted: 09-7-2019
- Published: 26-11-2019

DOI : 10.32508/stdjsee.v3i2.465



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Dinh V H, Thom D T, Anh D T. **Study on using modified laterite in the heterogeneous Fenton process for removing dye compound.** *Sci. Tech. Dev. J. - Sci. Earth Environ.*; 3(2):56-65.