



NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC THẢI DỆT NHUỘM BẰNG PHƯƠNG PHÁP FENTON CẢI TIẾN

STUDY OF IMPROVEMENT OF FENTON ON DYEING WASTEWATER

Phan Quang Huy Hoàng

Khoa Môi trường, Tài nguyên & Biến đổi khí hậu, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam
huyhoang.etc@gmail.com

TÓM TẮT: Nghiên cứu này đã khẳng định ưu thế của phương pháp Fenton cải tiến so với Fenton truyền thống trong xử lý nước thải dệt nhuộm. Đối với quá trình quang Fenton, khảo sát các thông số thích hợp với pH 4, thời gian phản ứng 60 phút, tỷ lệ H₂O₂/COD 1:1, tỷ lệ Fe²⁺/ H₂O₂ 1:1 cho hiệu quả xử lý cao nhất với COD 81,15%, độ màu 84,78%. Đối với quá trình Fenton oxalate với pH 2, tỷ lệ H₂O₂/COD 2:1, Fe³⁺/ H₂O₂ 2:1, Fe³⁺/ C₂O₄²⁻ cho hiệu quả xử lý độ màu 90,5%, COD 84,2% sau thời gian phản ứng là 120 phút. Nghiên cứu cho thấy rằng phương pháp Fenton cải tiến thay thế được hệ Fenton truyền thống để xử lý nước thải dệt nhuộm.

ABSTRACT: This study has confirmed the advantages of the improvement of Fenton to compare with traditional Fenton in dyeing wastewater. For Photo-Fenton, the suitable parameters for pH 4, the reaction time of 60 minutes, the ratio of H₂O₂ / COD 1:1, the ratio of Fe²⁺/ H₂O₂ 1:1 gives the highest efficiency treatment with COD and color, 81,15% and 84,78%, respectively. For Fenton oxalate with pH 2, ratio of H₂O₂ /COD 2:1; Fe³⁺/ H₂O₂ 2:1; Fe³⁺/ C₂O₄²⁻ with efficiency treatment COD and color, 90,5% and 84,2% after 120 minutes- reaction time, respectively. Research shows that the improvement of Fenton would be able to replace the traditional Fenton for dyeing wastewater.

TỪ KHOA: quang Fenton, Fenton oxalate, Fenton truyền thống, nước thải dệt nhuộm

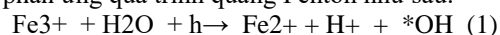
KEYWORDS: Photo- Fenton, Fenton oxalate, traditional Fenton, dyeing wastewater

1. GIỚI THIỆU

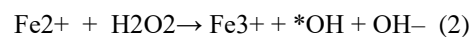
Nước thải dệt nhuộm nhìn chung rất phức tạp và đa dạng, có hàng trăm loại hóa chất đặc trưng như phẩm nhuộm, chất hoạt động bề mặt, chất điện ly, chất tạo môi trường, tinh bột men, chất oxy hóa, ... được đưa vào sử dụng. Trong quá trình sản xuất, lượng nước thải ra 12- 300m³/tấn vải, chủ yếu từ công đoạn nhuộm và nấu tẩy. Nước thải dệt nhuộm ô nhiễm nặng có các thành phần ô nhiễm như độ màu, pH, chất lơ lửng, BOD, COD, nhiệt độ đều vượt quá quy chuẩn cho phép xả vào nguồn tiếp nhận. Điều đó cho thấy để đạt hiệu quả xử lý cao, ở phương pháp này phải tốn nhiều hóa chất, từ đó dẫn đến chi phí cao. Như vậy, chất lượng nước thải của nhà máy dệt nhuộm đã gây ô nhiễm trầm trọng cho nguồn nước. Vì thế, việc xử lý nguồn nước thải này trước khi xả vào nguồn là việc làm bắt buộc, cấp thiết đòi hỏi phải được quan tâm, đầu tư thích đáng [1].

Việc lựa chọn quá trình Fenton vào nghiên cứu xử lý nước thải là nhờ những ưu điểm như: các tác nhân H₂O₂ và các muối sắt II tương đối rẻ và có sẵn, đồng thời không độc hại, dễ vận chuyển, dễ sử dụng; hiệu quả oxy hóa được nâng cao rất nhiều so với H₂O₂ sử dụng một mình. Quá trình Fenton cổ điển nói chung có hiệu quả cao trong khoảng pH 2-4, cao nhất ở pH khoảng 2,8. Do đó, trong điều kiện xử lý nước thường gặp (pH 5-9) quá trình xảy ra không hiệu quả. Ngoài ra còn phát sinh một vấn đề là cần tách ion sắt sau xử lý [2-3].

So với quá trình Fenton thông thường, quá trình quang Fenton hay Fenton cải tiến xảy ra tạo gốc *OH được phát triển rất thuận lợi cho quá trình oxy hóa các hợp chất ô nhiễm được tạo thành từ phân tử H₂O₂ [2]. Cụ thể phản ứng phân ứng quá trình quang Fenton như sau:



Sau đó, Fe²⁺ sinh ra từ phản ứng quang Fenton sẽ xảy ra như phản ứng Fenton thông thường theo phản ứng sau đây:



Do đó nhờ tác dụng bức xạ của UV, ion sắt được chuyển hóa trạng thái Fe³⁺ sang Fe²⁺ và sau đó ngược lại Fe²⁺ sang Fe³⁺ bằng quá trình Fenton thông thường tạo thành một chu kỳ không dừng. Đó chính là lợi thế ưu việt của quá trình quang Fenton so với quá trình Fenton thông thường [2].

Tốc độ khử quang hóa Fe³⁺ tạo ra gốc *OH và Fe²⁺ phụ thuộc vào chiều dài của bước sóng ánh sáng bức xạ. Bước sóng càng dài hiệu suất lượng tử tạo gốc *OH càng giảm

[4]. Một giải pháp khác của hệ Fenton cải tiến là sử dụng phức sắt oxalate được biết là hấp thụ ánh sáng mạnh ở bước sóng 550nm và phát sinh gốc hydroxyl với hiệu suất lượng tử cao trong quá trình quang Fenton, cải thiện hiệu suất quá trình oxy hóa các hợp chất ô nhiễm hữu cơ. Trong những năm gần đây sắt oxalate được ứng dụng trong phân hủy chất ô nhiễm [5]. Vì vậy phương pháp này được mong đợi sẽ là phương pháp có nhiều triển vọng [6].

Các nghiên cứu đây chỉ đánh giá dựa trên các chất ô nhiễm đặc thù như atrazine, phenol, 2,4-Dichlorophenol (2,4-DCP), Methyl tert butyl ether (MTBE) [7-10]. Việc

đánh giá và so sánh phương pháp Fenton cải tiến bằng quang Fenton và oxalat Fenton với Fenton truyền thống đối với nước thải vẫn còn ít nghiên cứu và hạn chế. Hơn nữa, phương pháp Fenton cải tiến góp phần làm giảm giá thành chi phí xử lý dựa trên hiệu quả xử lý của hai phương pháp

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Nước thải

Công ty TNHH Samil Vina tại Đường số 5, Khu công

Received: July, 07th, 2020

Accepted: September, 21st, 2020

*Corresponding Author

Email: huyhoang.etc@gmail.com

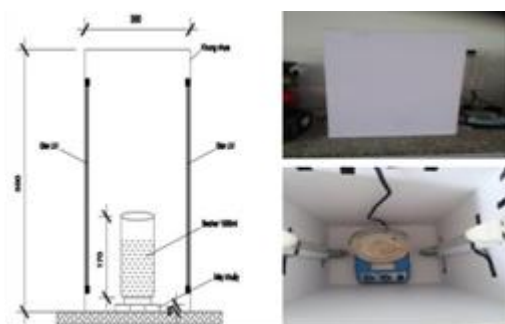
ngành Long Thành, Xã Tam An, Huyện Long Thành, Tỉnh Đồng Nai đã xây dựng trạm xử lý nước thải cục bộ tại nhà máy. Sau khi được xử lý cục bộ nước thải được xả vào tuyến ống thu nước thải của khu công nghiệp, sau đó được xử lý tại nhà máy xử lý nước thải tập trung Khu công nghiệp Long Thành.

Kết quả thử nghiệm do Trung tâm Quan trắc và Kỹ thuật Môi trường Đồng Nai thực hiện lấy mẫu và phân tích cho thấy độ màu 1040 Pt-Co; BOD 100 mg/l; COD 500 mg/l tại nước thải đầu vào trạm xử lý. Mẫu nước sử dụng cho nghiên cứu được lấy sau quá trình xử lý sinh học của hệ thống có giá trị độ màu 1003 Pt-Co, COD 260 mg/l.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu xác định các thông số thích hợp của hệ quang Fenton, hệ oxalate Fenton, đồng thời so sánh khả năng xử lý nước thải dệt nhuộm của hệ quang Fenton, Oxalate Fenton và hệ Fenton truyền thống.

Mô hình nghiên cứu hệ quang Fenton



Hình 1. Mô hình thí nghiệm hệ quang Fenton

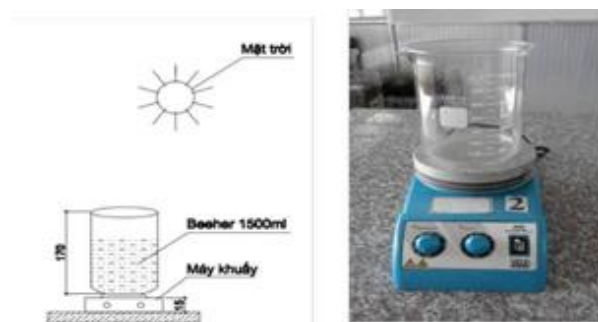
- Bình phản ứng V= 1500ml, đèn UV, máy khuấy từ, khung nhựa đục dày 3mm; đèn UV: dài 45 cm, công suất 15w/ đèn, có quang phổ nằm trong vùng UV-C.

- Khung nhựa được dán 5 mặt, đèn UV bên trong khung nhựa, nước trong hệ thống được khuấy trộn nhờ máy khuấy.

Xác định các thông số thích hợp của pH, tỷ lệ H₂O₂/COD, tỷ lệ Fe²⁺/H₂O₂ đối với hệ quang Fenton

Sử dụng Becher 1500ml, cường độ UV với bước sóng 254nm; khảo sát giá trị pH 2-8; thời gian tiếp xúc 5, 10, 20, 30, 60, 120 phút; tỷ lệ H₂O₂/ COD 1:3, 1:2, 1:1, 2:1, 3:1; tỷ lệ Fe²⁺/H₂O₂ 1:3, 1:2, 1:1, 2:1, 3:1.

Mô hình nghiên cứu hệ oxalate Fenton



Hình 2. Mô hình thí nghiệm hệ oxalate Fenton

Mô hình nghiên cứu hệ Fenton truyền thống

Sử dụng bình phản ứng Becher 1500ml, sau đó Fe²⁺/H₂O₂ được cho vào nước thải với tỷ lệ tối ưu 1:2 dựa vào

kết quả thí nghiệm Fenton truyền thống của Kuo tại pH 3,0 [3].

Xác định các thông số thích hợp của pH, tỷ lệ H₂O₂/COD, tỷ lệ Fe³⁺/H₂O₂, Fe³⁺/C₂O₄²⁻ đối với hệ oxalate Fenton

pH và thời gian tiếp xúc tương tự như hệ quang Fenton; tỷ lệ: Fe³⁺/H₂O₂ 1:3, 1:2, 1:1, 3:1, 2:1; tỷ lệ Fe³⁺/C₂O₄²⁻ 1:3, 1:2, 1:1, 2:1, 3:1.

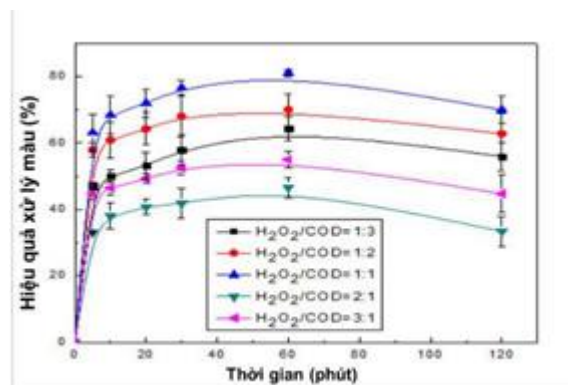
Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

Stt	Chỉ tiêu	Phương pháp	Đơn vị	Thiết bị
1	pH	4500-H+B. Electrometric Method		pH 211 Meter
2	COD	TCVN 4565 :88	mgCOD/l	-
3	Độ màu	2120C.Spectrophotometric Method	Pt-Co	Máy Spectrophotometer

3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1 Xác định các thông số thích hợp của quá trình quang Fenton

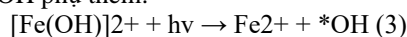
3.1.1 Xác định thời gian và ảnh hưởng của H₂O₂/COD



Hình 3. Khảo sát ảnh hưởng của H₂O₂/COD theo thời gian ở các tỷ lệ khác nhau 1:3; 1:2; 1:1; 2:1; 3:1 với tỷ lệ Fe²⁺/H₂O₂ = 1:1 và pH 4

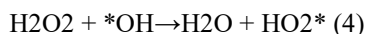
Dựa vào Hình 3, hiệu suất xử lý tăng dần từ 5 đến 60 phút và giảm dần ngay sau đó vì phản ứng Fenton tạo gốc *OH chỉ diễn ra mãnh liệt ngay trong thời gian phản ứng khi H₂O₂ được xúc tác bởi Fe²⁺ làm cho COD, độ màu của nước thải giảm nhanh. Giai đoạn sau thì quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ trong nước thải do H₂O₂ mà H₂O₂ là tác nhân oxy hóa yếu hơn gốc *OH nên hiệu suất xử lý giảm.

Nồng độ H₂O₂ phụ thuộc vào nồng độ chất ô nhiễm cần xử lý, đặc trưng là nồng độ COD. Khi có mặt của tia UV trong điều kiện pH thấp (pH 4), ion sắt(III) nằm dưới dạng phức [Fe(OH)]²⁺ chính dạng này hấp thụ ánh sáng UV rất mạnh [2]. Dưới tác dụng của tia UV nó tạo ra một số gốc *OH phụ thêm:



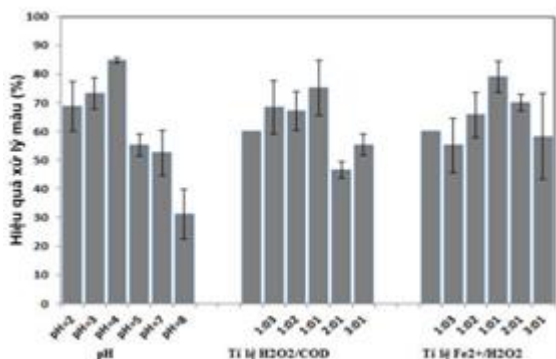
Ngoài ra, sự có mặt tia UV không chỉ góp phần tạo ra nhiều *OH hơn mà dưới tác dụng của nó, các chất hữu cơ chuyển từ trạng thái cơ bản sang trạng thái kích thích, chúng càng dễ dàng tham gia phản ứng oxi hóa khử [2]. Điều này cho thấy khi có mặt của tia UV giúp quá trình phản ứng diễn ra tốt hơn. Khi tăng hàm lượng H₂O₂ sẽ tạo ra nhiều gốc *OH hơn thì hiệu quả xử lý sẽ tăng nhưng khi cho lượng H₂O₂ quá mức cần thiết thì sẽ có phản ứng giữa

H₂O₂ với gốc *OH vừa mới sinh ra thể hiện qua phương trình phản ứng sau:



Do đó, kết quả đã cho thấy tỷ lệ H₂O₂/COD = 1:1 và thời gian phản ứng 60 phút là thích hợp cho quá trình quang Fenton khi xét tỷ lệ của H₂O₂/COD và tỷ lệ này cũng nằm trong khoảng thích hợp 0,5-1:1, điều này phù hợp với nghiên cứu của Kuo [3].

3.1.2 Ảnh hưởng của pH

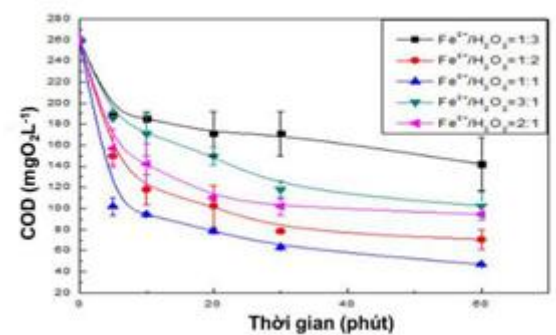


Hình 4. Ảnh hưởng của pH ở các giá trị khác nhau từ pH 2 đến pH 8 (ngoại trừ pH 6) với tỷ lệ Fe²⁺/H₂O₂ = 1:1 và H₂O₂/COD 1:1

Dựa vào **Hình 4**, hiệu suất xử lý tăng khi pH tăng từ 2 đến 4 và giảm dần từ 5 đến 8, đạt hiệu quả cao nhất ở pH 4 tại thời điểm phản ứng 60 phút. Hiệu suất xử lý độ màu là 84,87%.

Khi ở môi trường pH cao, hiệu suất phản ứng sụt giảm do sự chuyển đổi của sắt từ ion Fe²⁺ thành dạng keo Fe(OH)₂. Dạng Fe(OH)₃ xúc tác phân hủy H₂O₂ thành oxy và nước mà không tạo nên gốc hydroxyl. Vì vậy với pH 4 thích hợp cho quá trình quang Fenton.

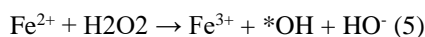
3.1.3 Ảnh hưởng của Fe²⁺/H₂O₂



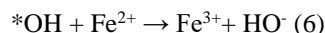
Hình 5. Khảo sát ảnh hưởng của Fe²⁺/H₂O₂ ở các tỷ lệ khác nhau: 1:3; 1:2; 1:1; 2:1; 3:1 với tỷ lệ H₂O₂/COD = 1:1 và pH 4 trong thời gian phản ứng 60 phút.

Cụ thể giá trị COD giảm từ 260 mgO₂/l xuống còn 47 mgO₂/l tương đương với hiệu suất xử lý 81,92% (phụ lục A –bảng A-3) đạt quy chuẩn cột A, QCVN 40:2011/ BTNMT. Điều này được giải thích rằng khi lượng phenol cho vào càng ít thì gốc *OH sinh ra càng hạn chế. Vai trò oxy hóa hữu cơ lúc này còn phụ thuộc vào H₂O₂ [2].

Khi lượng phenol sử dụng cho quá trình là hợp lý sẽ sản sinh ra nhiều gốc *OH và tăng tính oxy hóa cho quá trình theo phương trình phản ứng:



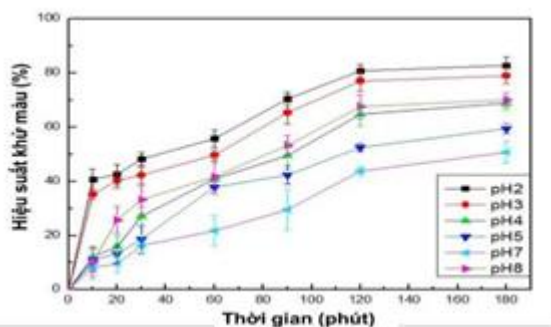
Tuy nhiên nếu lượng phenol cho vào quá nhiều thì có một lượng gốc hydroxyl được hình thành sẽ phản ứng với Fe²⁺ theo phản ứng:



Làm chậm quá trình phân hủy và giảm hiệu suất xử lý. Do đó tỷ lệ Fe²⁺/H₂O₂=1:1 là thích hợp cho quá trình quang Fenton.

3.2 Xác định các thông số thích hợp của quá trình Fenton Oxalate

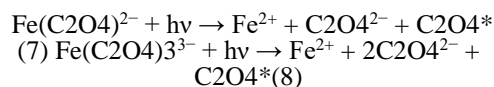
3.2.1. Ảnh hưởng pH



Hình 6. Khảo sát ảnh hưởng của pH ở các giá trị từ pH 2 – pH 8 (ngoại trừ pH 6) ở tỉ lệ H₂O₂/COD = 1:1, H₂O₂/Fe³⁺=1:1, Fe³⁺/C₂O₄²⁻ = 1:1.

Dựa vào **hình 6**, hiệu suất xử lý độ màu là 88,9% đạt hiệu quả cao tại thời gian phản ứng là 180 phút. Tuy nhiên ở thời điểm phản ứng 120 phút cũng cho hiệu suất xử lý độ màu 88,5% cao xấp xỉ với hiệu suất xử lý ở thời điểm 180 phút. Do đó ta chọn thời gian phản ứng thích hợp cho quá trình này là 120 phút để rút ngắn thời gian phản ứng.

Kết quả nghiên cứu này cho thấy pH 2 thích hợp cho phản ứng Fenton oxalate có thể giải thích vì khi pH thấp, phức oxalate tồn tại chủ yếu ở dạng Fe(C₂O₄)²⁻ và Fe(C₂O₄)₃³⁻ có tính quang hoạt cao. Do đó gốc tự do *OH sẽ được tạo ra nhiều hơn nên hiệu quả xử lý cao hơn được thể hiện qua 2 phản ứng sau:



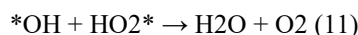
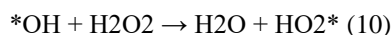
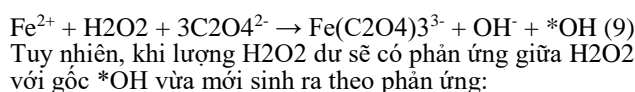
Ngoài ra, ở pH cao tốc độ phân hủy bị giảm mạnh vì các ion sắt tự do bị giảm trong dung dịch do sự tạo thành kết tủa Fe(OH)₃ làm ngăn cản sự tái sinh ion Fe²⁺. Vì thế, làm giảm hiệu suất xử lý của quá trình. Do đó pH 2 là thích hợp cho nghiên cứu này.

3.2.2 Ảnh hưởng của H₂O₂/COD

Bảng 2. Giá trị hằng số tốc độ phản ứng k và hệ số tương quan R² với ảnh hưởng của H₂O₂/COD

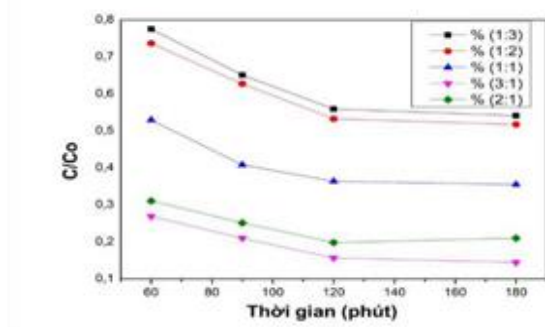
STT	H ₂ O ₂ /COD	k	R ²
1	3:1	0,0094 ± 0,0003	0,8946
2	2:1	0,0147±0,0005	0,9119
3	1:1	0,0085±0,0016	0,9311
4	1:2	0,0072±0,0011	0,9051
5	1:3	0,005±0,009	0,8974

Nhìn vào **bảng 2** cho thấy nồng độ H₂O₂ có ảnh hưởng tốc độ phản ứng và hiệu suất xử lý. Hằng số tốc độ phản ứng càng cao thì hiệu suất xử lý càng tăng tương ứng với tăng nồng độ H₂O₂. Cụ thể, ở tỷ lệ H₂O₂/COD=2:1 cho hiệu suất xử lý COD và độ màu cao nhất lần lượt là 81,1%, 89,6%. Nguyên nhân là do khi tăng nồng độ H₂O₂ sẽ làm tạo nhiều gốc *OH hơn do phản ứng:



Điều này làm giảm số lượng gốc *OH, dẫn đến hiệu suất xử lý giảm. Ngoài ra việc dư H₂O₂ nhiều dẫn đến kém hiệu quả về mặt kinh tế. Vì vậy tỷ lệ H₂O₂/COD= 2:1 phù hợp trong nghiên cứu này.

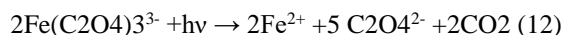
3.2.3 Ảnh hưởng H₂O₂/Fe³⁺



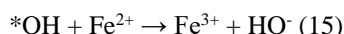
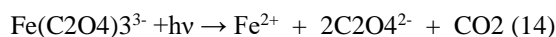
Hình 7. Hiệu quả xử lý màu của phản ứng Fenton Oxalate. Với tỉ lệ H₂O₂/Fe³⁺ là 1:3; 1:2; 1:1; 2:1; 3:1. Ở pH 2, H₂O₂/COD 2:1, Fe³⁺/C₂O₄²⁻ 1:1

Dựa vào **hình 7** ta thấy C/Co càng nhỏ thì cho hiệu suất xử lý càng cao. Hiệu suất xử lý tăng dần từ tỷ lệ H₂O₂/Fe³⁺ lần lượt là 1:3, 1:2, 1:1, 2:1 và giảm dần ở tỷ lệ H₂O₂/Fe³⁺ 3:1 tại thời gian phản ứng 120 phút. Tỷ lệ H₂O₂/Fe³⁺ 2:1 cho hiệu suất xử lý màu cao nhất 84,3% tương đương với tỷ lệ C/Co là 0,21.

Điều này được giải thích rằng khi tăng hàm lượng Fe³⁺ thì sẽ tăng quá trình tạo gốc *OH làm tăng nhanh quá trình phân hủy các chất hữu cơ dẫn đến hiệu suất xử lý cao.

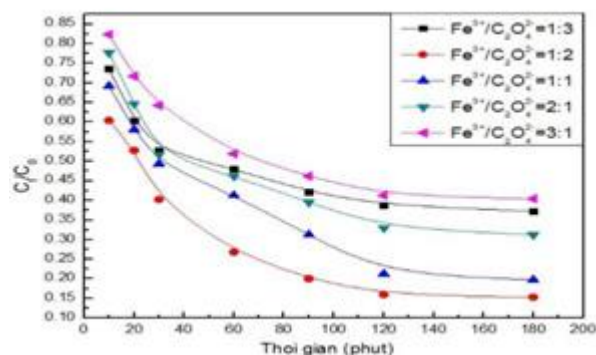


$\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-} + \text{OH}^- + *OH \quad (13)$
Nhưng khi hàm lượng Fe³⁺ tăng quá mức cần thiết thì hiệu quả xử lý sẽ giảm do một lượng gốc tự do *OH được hình thành sẽ phản ứng với Fe²⁺ ở phản ứng sau:



Do đó, ở tỷ lệ Fe³⁺/H₂O₂ 2:1 là thích hợp cho nghiên cứu này.

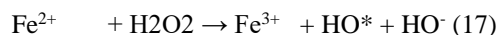
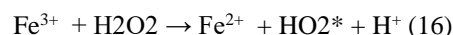
3.2.4 Ảnh hưởng Fe³⁺/C₂O₄²⁻



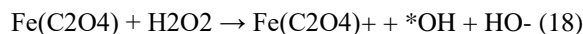
Hình 8. COD_t/COD_o với Fe³⁺/C₂O₄²⁻ 1:2; tỷ lệ H₂O₂/COD 2:1; H₂O₂/Fe³⁺ 2:1 và pH 2

Dựa vào **hình 8** nồng độ oxalate càng cao thì cho hiệu suất xử lý càng cao. Cụ thể hiệu suất xử lý COD đạt 84,2% tỷ lệ Fe³⁺/C₂O₄²⁻ =1:2, tương ứng với nồng độ C₂O₄²⁻ là 18 mg L⁻¹ sau 120 phút xử lý. Như vậy, oxalate vai trò rất quan trọng trong xử lý nước thải bằng ánh sáng mặt trời.

Nếu dùng hệ Fenton- Fe³⁺ không có oxalate thì việc tạo ra gốc tự do *OH sẽ rất chậm và xảy ra theo phản ứng sau:

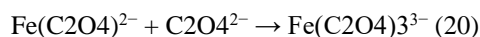
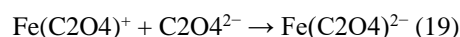


Tuy nhiên, nếu tăng nồng độ oxalate lên thì nồng độ Fe(C₂O₄) sẽ tăng lên, do đó Fe(C₂O₄) bị oxy hóa bởi H₂O₂ nên gốc *OH sẽ được tạo ra nhiều hơn theo phản ứng sau:



Mặt khác, nếu nồng độ oxalate cho vào ít thì phức Fe³⁺/oxalate chủ yếu tồn tại ở dạng Fe(C₂O₄)⁺ và Fe(C₂O₄)²⁻ thì khả năng quang hoạt còn thấp.

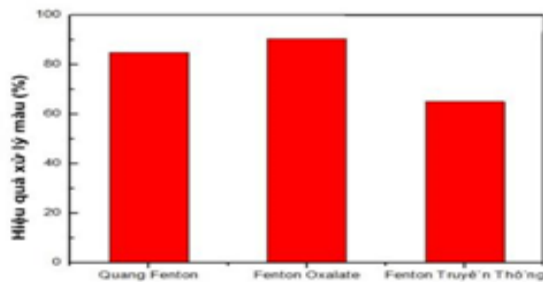
Khi nâng nồng độ oxalate lên thì Fe(C₂O₄)⁺ và Fe(C₂O₄)²⁻ lần lượt bị chuyển thành Fe(C₂O₄)₃³⁻ sẽ quang hoạt tốt hơn và xảy ra theo phản ứng sau:



Ngoài ra phức oxalate có khả năng quang hoạt cao dưới điều kiện ánh sáng mặt trời, nguyên nhân là do sắt oxalate có hệ số hấp thụ phân tử cao ở bước sóng 550 nm và tạo ra gốc *OH với hiệu suất lượng tử cao [5].

Như vậy, oxalate đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra gốc *OH, phức Fe³⁺/oxalate sẽ bị quang hóa tốt hơn so với Fe³⁺, phức Fe²⁺/oxalate sẽ bị oxy hóa tốt hơn Fe²⁺ và đặc biệt phức oxalate có khả năng quang hóa rất tốt dưới ánh sáng mặt trời.

3.3 So sánh hiệu quả xử lý của phương pháp Fenton cải tiến và Fenton truyền thống



Hình 9. Hiệu suất xử lý màu của các quá trình Fenton

Từ đồ thị cho ta thấy hiệu quả xử lý độ màu của 2 hệ Fenton cải tiến dựa trên các thông số thích hợp của nghiên cứu trên cao hơn nhiều so với Fenton truyền thống. Cụ thể với Fenton truyền thống xử lý màu đạt 65%, quang Fenton đạt 84,87%, Fenton oxalate đạt 90,5%. Cùng với hiệu quả xử lý cao, chi phí rẻ, hóa chất dễ mua, thân thiện với môi trường thì phương pháp Fenton cải tiến có thể thay thế Fenton truyền thống trong việc xử lý nước thải dệt nhuộm.



Hình 10. Nước thải trước và sau xử lý của hệ oxalate Fenton

4. KẾT LUẬN

Nhìn chung công tác quản lý môi trường ở Việt Nam còn nhiều hạn chế, đặc biệt là trong xử lý nước thải ở các công ty, doanh nghiệp, các cơ sở sản xuất, điều này ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe con người, các loại động thực vật thủy sinh và gây ô nhiễm môi trường ngày càng nghiêm trọng. Do đó việc tìm ra giải pháp để khắc phục và giảm thiểu tác động của nó là rất cần thiết. Xử lý nước thải bằng phương pháp Fenton cải tiến có thể coi là một công cụ hữu hiệu trong việc xử lý nước thải có chứa các chất hữu cơ độc và khó phân hủy. Qua quá trình nghiên cứu, chúng tôi rút ra được một số kết luận như sau:

+ Đối với quá trình quang Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$): tại pH=4, thời gian phản ứng 60 phút, tỷ lệ $\text{H}_2\text{O}_2/\text{COD}=1:1$, tỷ lệ $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2=1:1$ cho hiệu quả xử lý cao nhất với COD là 81,15%; độ màu 84,78%.

+ Đối với quá trình Fenton oxalate ($\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}/\text{ánh sáng mặt trời}$): tại pH=2, tỷ lệ $\text{H}_2\text{O}_2/\text{COD}=2:1$, $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2=2:1$, $\text{Fe}^{3+}/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ cho hiệu quả xử lý độ màu 90,5%; COD 84,2% sau thời gian phản ứng là 120 phút.

Hiệu suất xử lý độ màu, COD của 2 quá trình quang Fenton và Fenton oxalate rất cao. Bên cạnh đó quá trình Fenton cải tiến còn có nhiều ưu điểm như giá thành xử lý thấp, thân thiện với môi trường tận dụng được nguồn năng lượng mặt trời. Nên có thể thay thế được hệ Fenton truyền thống trong quá trình áp dụng công nghệ Fenton để xử lý nước thải dệt nhuộm. Mặt khác trong điều kiện khí hậu

nhật đới của Việt Nam, thì việc sử dụng năng lượng mặt trời để ứng dụng xử lý nước thải là rất khả thi.

5. CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại Học Lạc Hồng đã tạo điều kiện trang thiết bị và các bạn sinh viên Trường Đại Học Lạc Hồng đã góp phần rất lớn để tác giả thực hiện nghiên cứu này.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Võ Hồng Thi. Một số ứng dụng của quá trình oxi hóa nâng cao (AOPs) bằng phương pháp Fenton trong xử lý chất thải ở Việt Nam, **2011**, Kỷ yếu hội nghị khoa học và công nghệ.
- [2] Trần Mạnh Trí và Trần Mạnh Trung. “Các quá trình oxy hóa nâng cao trong xử lý nước và nước thải – Cơ sở khoa học và ứng dụng”, **2006**, NXB Khoa học kỹ thuật.
- [3] Kuo, W.G. “Decolorizing dye wastewater with Fenton’s reagent”, *Water Res.*, **1992**, 7, 881-886.
- [4] Trần Kim Hoa và cộng sự. “Xử lý nước thải nhuộm bằng phương pháp kết hợp keo tụ - oxy hóa xúc tác”, *Tạp chí Hóa học*, **2005**, 43, (4), 452-456.
- [5] Fupeng L. và cộng sự. “Oxalic Acid Recovery from High Iron Oxalate Waste Solution by a Combination of Ultrasound Assisted Conversion and Cooling Crystallization”, *ACS Sustainable Chem. Eng.*, **2019**, (7), 17372–17378.
- [6] Balmer, M.E. và Sultzberger, B. “Atrazine degradation in irradiated iron/oxalate systems: effect of pH and oxalate”, *Environ. Sci. Technol.*, **1999**, (33), 2418-2424.
- [7] Cheng M. và cộng sự. “Degradation of atrazine by a novel Fenton-like process and assessment the influence on the treated soil”, *Journal of Hazardous Materials*, **2016**, (312), 184-191.
- [8] Yalfani M.S. và cộng sự. “Phenol degradation by Fenton’s process using catalytic in situ generated hydrogen peroxide”, *Appl. Catal. B: Environ.*, **2009**, (89), 519–526.
- [9] Ranjit P.J.D. và cộng sự. Degradation of 2,4-dichlorophenol in aqueous solution by sono-Fenton method, *Korean J. Chem. Eng.*, **2008**, (25), 112–117.
- [10] Burbano A.A. và cộng sự. “Oxidation kinetics and effect of pH on the degradation of MTBE with Fenton reagent”, *Water Res.*, **2005**, (39), 107–118.
- [11] Kim E. J. và Baek K., “Selective recovery of ferrous oxalate and removal of arsenic and other metals from soil-washing wastewater using a reduction reaction”, *Journal of Cleaner Production*, **2019**, (221), 635-643.