

TIỀN XỬ LÝ NƯỚC RỈ RÁC BẰNG KEO TỤ ĐIỆN HÓA KẾT HỢP FENTON-ÔZON

Nguyễn Xuân Hoàng, Lê Diệp Thùy Trang, Ngô Thị Thy Trúc và Lê Hoàng Việt

Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 28/07/2017

Ngày nhận bài sửa: 27/09/2017

Ngày duyệt đăng: 26/10/2017

Title:

Pretreatment of landfill leachate by electrocoagulation process combined with Fenton-Ozone

Từ khóa:

Fenton-ôzon, keo tụ điện hóa, nước rỉ rác, tiền xử lý, xử lý nước thải

Keywords:

Electrocoagulation, Fenton-ozone, leachate, pretreatment, wastewater treatment

ABSTRACT

Leachate often contains many organic compounds, inorganic substances, and heavy metals, which require appropriate treatment technology solutions to enhance treatment efficiency and cost saving. The electrocoagulation process combined with Fenton-ozone was studied as a pretreatment for landfill leachate of Phuoc Thoi - O Mon to determine suitable operating parameters. Firstly, the electrocoagulation process (electrode area of 486 cm^2 , current density of $A = 0.522 \text{ A/m}^2$, inclination of electrode of 45° , retention time of 1.66 h) was applied with removal efficiency of turbidity (58.16%), color (65.73%), COD (55.1%), SS (71.92%), BOD_5 (33.04%), TP (68.42%), Fe (55.16%), Cr^{6+} (76.13%), and TKN (11.9%). Next, leachate was treated with Fenton - ozone process (at pH 3, retention times of 70 minutes and $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{Fe}^{2+}$ ratio of 4 : 1). The removal efficiency of turbidity, color, SS, COD, BOD_5 , and TKN was found at 43.89%, 65.81%, 26.26%, 69.64%, 29.63%, and 7.9%, respectively, and none of Cr^{6+} , TP, and PO_4^{3-} was detected. The BOD_5/COD ratio after electrocoagulation and Fenton-ozone processes was enhanced from 0.19 ± 0.02 to 0.58 ± 0.04 which is suitable for next biological treatment steps.

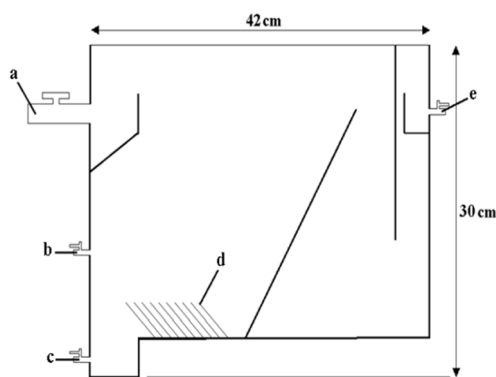
TÓM TẮT

Nước rỉ rác thường chứa nhiều các hợp chất hữu cơ, chất vô cơ và kim loại nặng, cần có giải pháp công nghệ xử lý thích hợp nhằm giúp tăng hiệu quả xử lý và tiết kiệm. Quá trình keo tụ điện hóa kết hợp với Fenton-ôzon được nghiên cứu áp dụng như bước tiền xử lý cho nước rỉ bãi rác Phước Thới - Ô Môn nhằm xác định các thông số vận hành thích hợp. Trước tiên, quá trình keo tụ điện hóa (diện tích bản điện cực 486 cm^2 ; mật độ dòng điện $A = 0,522 \text{ A/m}^2$; góc nghiêng 45° , thời gian lưu 1,66 h) được áp dụng với hiệu suất loại bỏ các thành phần ô nhiễm độ đục, màu, COD, SS, BOD_5 , TP, Fe, Cr^{6+} , TKN tương ứng là 58,16%; 65,73%; 55,1%; 71,92%; 33,04%; 68,42%; 55,16%; 76,13%; 11,9%. Bước tiếp theo, nước rỉ tiếp tục được xử lý bằng quá trình Fenton-ôzon (pH = 3, thời gian lưu 70 phút và tỉ lệ $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{Fe}^{2+} = 4 : 1$). Hiệu suất loại bỏ độ đục, độ màu, SS, COD, BOD_5 , TKN của quá trình Fenton-ôzon lần lượt là 43,89%; 65,81%; 26,66%; 69,64%; 29,63%; 7,9% và không phát hiện Cr^{6+} , TP và PO_4^{3-} . Tỷ lệ BOD_5/COD sau khi xử lý bằng quá trình keo tụ điện hóa và Fenton-ôzon được cải thiện từ $0,19 \pm 0,02$ lên $0,58 \pm 0,04$ rất phù hợp cho các công đoạn xử lý sinh học tiếp theo.

Trích dẫn: Nguyễn Xuân Hoàng, Lê Diệp Thùy Trang, Ngô Thị Thy Trúc và Lê Hoàng Việt, 2017. Tiền xử lý nước rỉ rác bằng keo tụ điện hóa kết hợp Fenton-Ôzon. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu (1): 153-161.

1 TỔNG QUAN

Lượng chất thải rắn gần đây tăng nhanh, tổng lượng chất thải rắn quốc gia phát sinh khoảng 17.682 tấn/ngày (năm 2007), 26.224 tấn/ngày (2010) lên 32.000 tấn/ngày (2014), mức tăng trung bình là 12% mỗi năm (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016). Hiện nay, cả nước chỉ mới có khoảng 26 nhà máy xử lý chất thải rắn (sản xuất phân compost, đốt và kết hợp cả ủ compost và đốt) và chỉ tập trung ở một số đô thị. Các giải pháp chôn lấp (cả chôn lấp không có xử lý, chôn lấp có phun chế phẩm EM, vôi bột, chôn lấp có sử dụng kỹ thuật kiểm soát, xử lý ô nhiễm) còn sử dụng phổ biến; một số nơi còn chôn cả chất thải công nghiệp lẫn với chất thải rắn đô thị. Thành phần chất ô nhiễm hữu cơ cao có thể do tỷ lệ rác hữu cơ trung bình trong rác ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long từ 60 – 85% (Nguyen Xuan Hoang & Le Hoang Viet, 2011); lượng COD và BOD biến thiên rất lớn. COD dao động ở mức lớn khoảng 3.000 – 60.000 mg/L, BOD biến thiên từ 2.000 – 30.000 mg/L, TSS trong khoảng 200 – 2.000 mg/L (Tchobanoglous & Kreith, 2002; N.P. Dan & N.T. Viet, 2009). Tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, bãi rác hỗn hợp nhiều loại rác chủ yếu là chôn lấp, nhiều bãi không có bờ bao, tình trạng ô nhiễm môi trường càng nghiêm trọng trong mùa mưa lũ; bãi rác Phước Thới – Ô Môn cũng không là ngoại lệ.



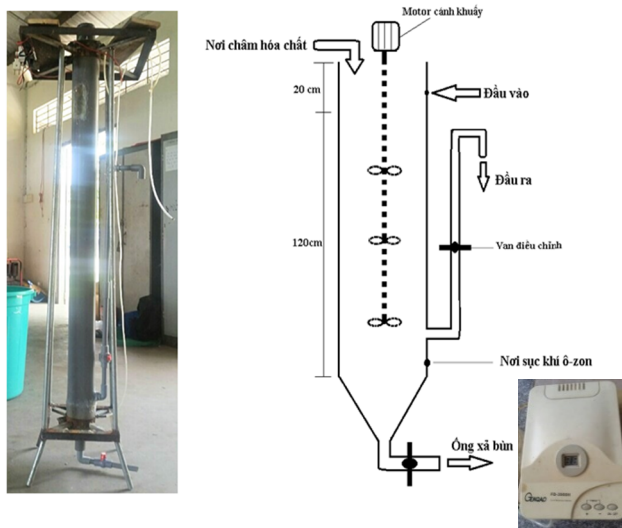
- a. Máng thu + van xả bột
- b. Van + cửa lấy nước
- c. Hố thu + van xả bùn
- d. Hệ thống điện cực
- e. Máng + van xả nước ra

Hình 1a: Mô hình keo tụ điện hóa

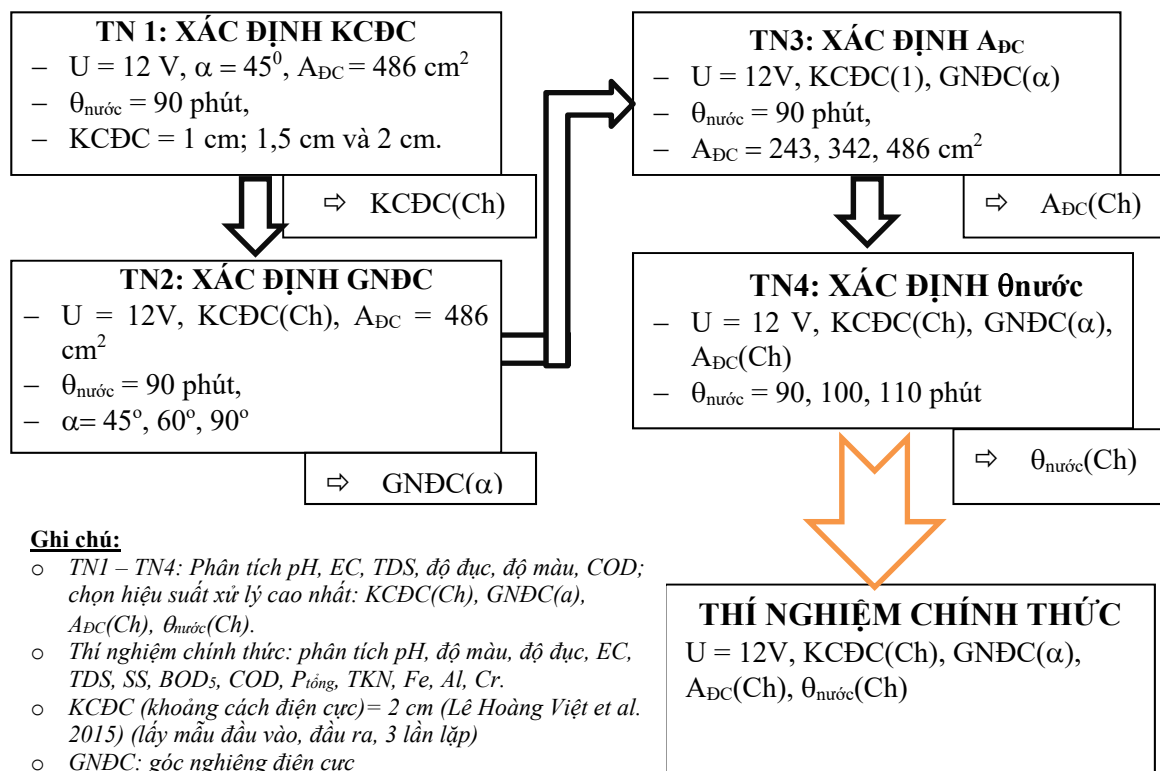
Nhiều công nghệ xử lý nước rỉ rác đã được nghiên cứu và ứng dụng gần đây như quá trình UV/Fenton (Trương Quý Tùng và *ctv.*, 2009), ô-xy hóa bằng ôzon và AOPs (Nguyễn Thị Ngọc Bích & Đặng Xuân Hiền, 2013), keo tụ (Van Huu Tap *et al.*, 2012; Lê Hoàng Việt & Nguyễn Võ Châu Ngân, 2014). Trong đó, quá trình keo tụ và tạo bông các chất rắn lơ lửng có kích thước rất nhỏ và mang điện tích sẽ được tạo điều kiện để kết lại với nhau thành các bông cặn đủ lớn và nặng để có thể loại bỏ khỏi nước thải một cách dễ dàng. Nghiên cứu này ứng dụng quá trình keo tụ kết hợp với Fenton-ôzon như bước tiền xử lý cho nước rỉ rác nhằm xác định các thông số vận hành phù hợp cho quá trình keo tụ điện hóa và Fenton-ôzon.

2 PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU

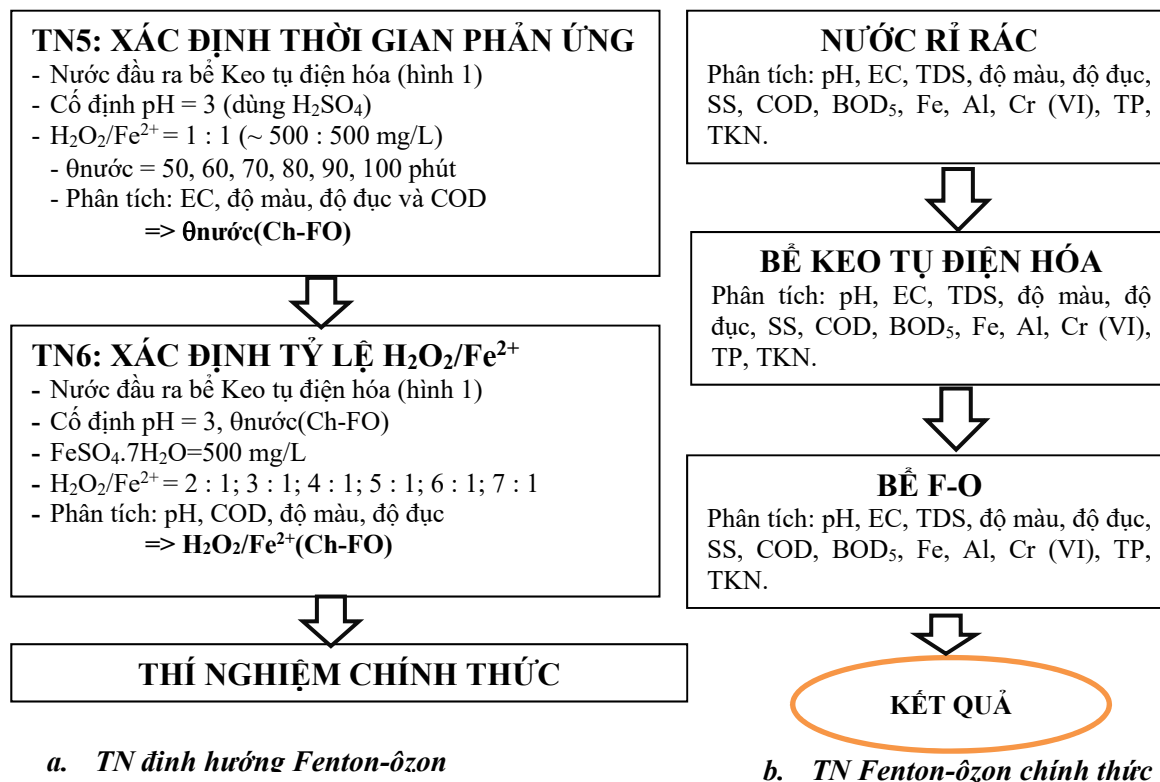
Nghiên cứu được thực hiện trên mô hình bể điện hóa và Fenton-ôzon. Bể keo tụ điện hóa vận hành liên tục, kích thước dài×rộng×cao = 42×13×30 cm, thể tích hữu dụng là 12 lít (Hình 1a). Mô hình bể phản ứng Fenton-ôzon có dạng hình trụ; đường kính $\phi = 0,14$ m, cao 1,4 m, thể tích hữu dụng 15,7 lít. Trong đó, bố trí hệ thống khuấy gồm motor và 3 cánh khuấy đồng trục, máy tạo ôzon (GENQAO FD 3000 II) công suất 200 - 400 mg/h (hình 1b).



Hình 1b: Mô hình bể phản ứng Fenton/ô-zon



Hình 2: Bố trí thí nghiệm định hướng keo tụ điện hóa



Hình 3: Thí nghiệm Fenton-ôzon (a. TN định hướng; b. TN chính thức)

Thí nghiệm (TN) keo tụ điện hóa (KTĐH) và Fenton-ôzon (F-O) được thực hiện theo quy trình cụ thể ở Hình 2 và Hình 3. Mỗi quy trình TN gồm TN định hướng và TN chính thức. Các thông số lý hóa được phân tích tại Trung tâm Kỹ thuật Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Cần Thơ CATECH.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bảng 1: Nồng độ các chất ô nhiễm của nước rỉ rác tại bãi rác Phước Thới

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị trung bình (n=3)	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị trung bình (n=3)
pH	-	7,30±0,06	TP	mg/L	144,165±126,10
EC	μS/cm	17.444,44±4.350,4	PO ₄ ³⁻	mg/L	429,585±370,64
TDS	ppm	8.333,33±2.362,91	TKN	mg/L	520,91±36
Độ đục	NTU	169,44±66,1	BOD/COD	-	0,18±0,02
Độ màu	PCU	6.922,22±271,49	SS	mg/L	415,55±123,35
COD	mg/L	5.315,26±574	Fe	mg/L	10,75±0,87
BOD	mg/L	1.008,33±200,17	Al	mg/L	KPH
			Cr ⁶⁺	mg/L	0,52±0,08

Do bãi rác Phước Thới là bãi rác mới (hoạt động được 2 năm) nên nước rỉ rác có nồng độ các chất ô nhiễm khá cao và dao động lớn. EC và TDS rất cao (EC khoảng $17.444,44 \pm 4.350,4$ μS/cm và TDS khoảng $8.333,33 \pm 2.362,91$ ppm) có thể sẽ là yếu tố ăn mòn điện cực do phóng điện nếu áp dụng KTĐH. Nước rỉ có pH = 7,30 nằm trong khoảng 5,5 – 7,5 vì thế nhôm sẽ được chọn làm điện cực để tiến hành các TN (Nguyễn Ngọc Dung, 1999). COD khá cao ở $5.315,26 \pm 574$ mg/L; tỷ số BOD₅/COD là $0,18 \pm 0,02$ (< 0,5) không thích hợp cho quá trình xử lý sinh học; cùng với lượng chất rắn lơ lửng khá cao khoảng $415,55 \pm 123,35$ mg/L

3.1 Thành phần và tính chất nước rỉ rác

Mẫu nước rỉ rác của bãi rác Phước Thới (quận Ô Môn, thành phố Cần Thơ), hoạt động từ năm 2015 và hiện tại vẫn chưa có hệ thống xử lý nước rỉ rác, được lấy theo đợt TN, vào thời điểm từ 7 giờ đến 8 giờ trong ngày. Các thành phần của nước thải được phân tích và trình bày trong Bảng 1.

Do vậy cần phải xử lý sơ bộ để làm giảm nhỏ hơn 150 mg/L để thích hợp cho xử lý sinh học. Bên cạnh đó, kim loại nặng như Cr, Fe với nồng độ lần lượt là $10,75 \pm 0,87$ mg/L, $0,52 \pm 0,08$ mg/L, có thể gây ức chế cho quá trình xử lý sinh học (Eckenfelder *et al.*, 2008).

3.2 Xác định các thông số vận hành thích hợp cho quá trình keo tụ điện hóa

Để xác định các thông số vận hành của KTĐH, TN định hướng và TN chính thức được thực hiện. Thông số TN và kết quả được trình bày trong Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2: Các thông số vận hành trong 3 TN KTĐH định hướng

Thông số	TN1 - GNĐC	TN2 - DTĐC AĐC	TN3 – θnước
Hiệu điện thế U (V)	12	U = 12 V	U = 12 V
DTĐC A _{ĐC} (cm ²)	486	243, 324 và 486	486
KCĐC d _{ĐC} (cm)	2	2 cm	2 cm
θnước (phút)	90	90	90, 100 và 110
Góc nghiêng α _{ĐC} (°)	45°, 60° và 90°	α = 45°	α = 45°

Từ Bảng 3 cho thấy pH, EC, TDS, độ đục, độ màu, COD có mối liên hệ với sự thay đổi GNĐC, diện tích điện cực (DTĐC) và thời gian lưu nước; trong đó, EC, độ đục, độ màu, COD có ảnh hưởng nhiều nhất. Thêm vào đó, điện cực dương hòa tan tạo thành các ion Al³⁺ có thể làm mất tính ổn định của các hạt keo, và kết hợp với gốc OH[•] để tạo thành sản phẩm kết tủa có độ nhớt cao Al(OH)₃. Các chất rắn lơ lửng và các hạt keo bị hấp phụ vào sản phẩm kết tủa này tạo thành bông cặn lớn giúp cho quá trình tuyển nổi hiệu quả hơn. Các ion hòa tan cũng bị hấp phụ vào bông cặn nên EC trong nước rỉ rác giảm. Độ màu của nước rỉ rác sau KTĐH giảm do các chất hữu cơ dạng rắn bị hấp phụ và bị ô-xy hóa bởi gốc HO[•].

Căn cứ vào kết quả TN trên GNĐC, COD là thành phần quan trọng có ảnh hưởng quyết định đến khả năng xử lý nước thải của quá trình KTĐH. Nồng độ COD (hiệu suất xử lý tương ứng%) ở 3 TN GNĐC 45°C, 60°C và 90°C lần lượt là 3089,65 (36,11%), 3688,65 (26,11%) và 4000 mg/L (19,44%) cho thấy GNĐC 45°C có khả năng loại bỏ COD tốt hơn so với các góc nghiêng khác. Thêm vào đó, độ đục cũng có diễn biến tương tự; độ đục (hiệu suất loại bỏ tương ứng%) ở 3 TN GNĐC 45°C, 60°C và 90°C lần lượt là 111,78 NTU (62,2%), 141,22 NTU (52,18%) và 151,89 NTU (48,57%). Do đó, chọn GNĐC là 45°C cho các TN kế tiếp.

Căn cứ vào kết quả TN trên DTĐC, có sự diễn biến ăn mòn điện cực dương và bám dính ở điện

cực âm. Sau khi xử lý được 14,7 lít nước thải (ứng với thời gian 110 phút) thì điện cực dương của bản điện cực (BĐC) 486 cm² bị tan 18,92 g; bản 324 cm² tan 12,22 g và bản 243 cm² tan 8,45 g. Điều này có thể giải thích do quá trình ôxy hóa nhôm trong quá trình điện phân làm cho điện cực dương bị hòa tan. Ngược lại, quá trình khử cation xảy ra ở điện cực âm, các ion kim loại sẽ bám vào làm cho khối lượng BĐC âm tăng lên; cụ thể, khối lượng BĐC 486 cm² tăng 4,2 g; 324 cm² tăng 3,7 g

và 243 cm² tăng 3,1 g. Tương tự, độ đục và COD giảm khi tăng DTĐC, có nghĩa là hiệu suất xử lý cũng tăng; cụ thể ở DTĐC 243 cm² cho hiệu suất loại bỏ COD và độ đục là 16,48% và 53,3%; DTĐC 324 cm² là 22,53% và 58,9%; và DTĐC 486 cm² là 36,26% và 61,7%. Như vậy, DTĐC 486 cm² cho hiệu suất xử lý COD và độ đục tốt nhất và được chọn làm thông số thiết kế vận hành ở bước tiếp theo.

Bảng 3: Nồng độ các chất ô nhiễm trước và sau KTĐH các chế độ khác nhau

Chỉ Tiêu	Mẫu đầu vào	Góc nghiêng điện cực (GNĐC)		
		45°	60°	90°
pH	7± 0,1	7,23 ±0,06	7,2	7,10± 0,1
EC (μS/cm)	22.667±3.055	16.222±2.795,5	17.667±2.517	18.111± 2.502
TDS (ppm)	11.556± 5.591	9.778±5.975,26	10.333± 4.910	10.667± 4.619
Độ đục (NTU)	295,34± 24,19	111,78±34,86	141,22± 48,59	151,89± 44,98
Độ màu (PCU)	5.389± 2.261,4	3.633±2.426	4.222± 2.377	4.356± 2.378
COD (mg/L)	4.965,52± 827,59	3.089,65±505,66	3.668,9± 498,85	4.000± 238,9
H(%) COD	-	36,11	26,11	19,44
Chỉ Tiêu	Mẫu đầu vào	Diện tích bản điện cực (DTĐC)		
		243 cm ²	423 cm ²	486 cm ²
pH	6,89± 0,1	7,13± 0,06	7,13± 0,06	7,2± 0,1
EC (μS/cm)	15.778± 3.672	13.444± 3.949	13.000± 4.359	11.222± 5.274
TDS (ppm)	6.667± 1.155	5.333± 577,35	5.111± 509,18	5.000± 333,33
Độ đục (NTU)	255,22±72,45	119,11± 37,15	104,89± 229,62	97,78± 27,53
Độ màu (PCU)	5.222±167,77	3.844±291,23	3.511± 491,41	3.144± 216,88
COD (mg/L)	5.021± 416,54	4.193± 95,56	3.890± 143,34	3.200± 95,56
H(%) COD	-	16,48	22,53	36,26
Chỉ Tiêu	Mẫu đầu vào	Thời gian lưu nước (TGLN)		
		90 phút	100 phút	110 phút
pH	7,37±0,59	7,93±0,12	8,12±0,08	8,12±0,03
EC (μS/cm)	32.333±11.930	20.667±3.512	17.667±3.055	15.667±577,35
TDS (ppm)	13.333±7.572	9.333±2.309	8.000	7.333±577,35
Độ đục (NTU)	383,33±111,5	149,33±78,23	146±98,61	140,33±90,23
Độ màu (PCU)	6.933±814,45	4.500±1.664	3.933±1.620	3.767±1.674
COD (mg/L)	5.683±997,69	3.366±424,68	2.648±573,37	2.538±626,64
H(%) COD	-	40,78	53,4	55,34

Về TGLN, kết quả ghi nhận cho thấy độ đục của nước thải giảm khi TGLN tăng. Điều này có thể giải thích rằng TGLN dài thì điện cực tan nhiều; chất keo tụ sinh ra nhiều sẽ làm tăng khả năng đẩy nổi chất rắn lơ lửng và ô-xy hóa các chất hòa tan. Hiệu suất xử lý độ đục ở 3 TGLN 90, 100, và 110 phút lần lượt là 61%, 61,9% và 63,4%. Tương tự, nồng độ COD giảm khi tăng TGLN, hiệu suất xử lý COD cao nhất là 55,34% ở TGLN 110 phút, 53,4% ở TGLN 100 phút và 40,78% ở TGLN 90 phút. Tuy nhiên, khi tăng TGLN từ 90 phút lên 100 phút, hiệu suất tăng thêm 12,6%; khi tăng TGLN từ 100 phút lên 110 phút, hiệu suất chỉ

tăng 1,94%. Do đó, thời gian lưu nước đề nghị chọn là 100 phút vì lý do vận hành và kinh tế.

Qua các TN đã thực hiện, điện cực nhôm được chọn làm TN KTĐH với các thông số GNĐC 45°, DTĐC 486 cm², KCĐC 2 cm và TGLN 100 phút cho vận hành TN chính thức (mục 3.3).

3.3 Xử lý nước rỉ bằng quá trình keo tụ điện hóa

Kết quả TN trên nước rỉ rác vận hành liên tục trong 3 ngày; tiến hành khảo sát chất lượng nước pH, EC, TDS, độ màu, độ đục, SS, COD, BOD₅, P _{tổng}, TKN, Fe, Cr⁶⁺ trước và sau quá trình KTĐH. Kết quả TN được ghi nhận trong Bảng 4.

Bảng 4: Kết quả xử lý nước rỉ qua KTĐH

Chỉ tiêu	Đơn vị	Trước KTĐH (n=3)	Sau KTĐH (n=3)	Hiệu suất xử lý (%)
pH	-	7,3±0,06	8,17±0,06	-
EC	μS/cm	17.444±4.350	13.967±1.501	19,9
TDS	ppm	8.333±2.363	6.667±1.041	20
Độ đục	NTU	169,44±66,1	70,9±7,22	58,16
Độ màu	PCU	6.922±271,49	2.372±510,27	65,73
Fe	mg/L	10,75±0,87	4,82±2,45	55,16
Cr ⁶⁺	mg/L	512,78±79,86	125±36,33	75,62
TP	mg/L	144,17±126,1	45,5±18,44	68,42
PO ₄ ³⁻	mg/L	429,59±370,64	85,01±56,58	80,2
COD	mg/L	5.315±574	2.386±287	55,1
BOD ₅	mg/L	1.008±200,17	675±150,23	33,04
BOD/COD	-	0,19±0,02	0,28±0,03	-
SS	mg/L	415,55±123,35	116,67±37,56	71,92
TKN	mg/L	520,913±36	459,12±24,69	11,9

Qua kết quả trình bày Bảng 4 cho thấy khi qua công đoạn xử lý KTĐH độ đục và màu nước thải giảm từ 169,44 NTU và 6922 PCU xuống còn 70,9 NTU và 2372 PCU; tương ứng với hiệu suất xử lý là 58,16% và 65,73%. Tương tự, SS cũng giảm từ 415,55 xuống còn 116,67 mg/L; tương ứng với hiệu suất loại bỏ 71,92%. Hiệu suất xử lý này tương đối cao và có thể giải thích bằng cơ chế oxy hóa chất hữu cơ hòa tan bởi gốc HO[•] hoặc sự hấp phụ vào bông cặn nổi lên bề mặt. Các chất rắn cũng có thể bám vào các bọt khí nổi lên mặt nước do bọt khí luôn được sinh ra trong quá trình điện phân.

Hơn nữa, kim loại nặng cũng là thành phần quan trọng trong quá trình xử lý nước thải bằng KTĐH. Fe, Cr⁶⁺ trong nước thải đầu vào là 10,75 ± 0,87 mg/L và 512,78 ± 79,86 mg/L, sau KTĐH chúng giảm xuống lần lượt là 4,82 ± 2,45 mg/L và 125 ± 36,33 mg/L; tương ứng với hiệu suất xử lý là 55,16 % và 75,62 %. Lượng kim loại loại bỏ khỏi nước thải có thể giải thích qua 2 cơ chế: (1) quá trình khử (điện phân nước rỉ) tạo ra các gốc OH[•], gốc OH[•] sẽ kết hợp với các kim loại nặng trong nước tạo thành hydroxid kim loại kết tủa bám vào các bông cặn và được tuyển nổi lên trên mặt nước hoặc lắng xuống đáy bể; và (2) Một số ion kim loại có điện tích dương sẽ di chuyển và bám vào điện cực âm.

Về dưỡng chất N và P, các thành phần khảo sát TKN, TP, và PO₄³⁻ sau KTĐH giảm. Trong đó, TP và PO₄³⁻ giảm đáng kể còn 45,5 và 85,01 mg/L; đạt hiệu suất xử lý lần lượt là 68,42 và 40,2%. Trong

khi đó, TKN giảm ít từ 520,91 xuống 459,12 đạt hiệu suất 11,9%. Hiệu suất loại bỏ TP và PO₄³⁻ cao có thể quá trình điện hóa tạo ra AlPO₄ kết tủa, chúng bám theo bông cặn và loại bỏ ra ngoài qua quá trình tuyển nổi (Lê Văn Cát, 2007).

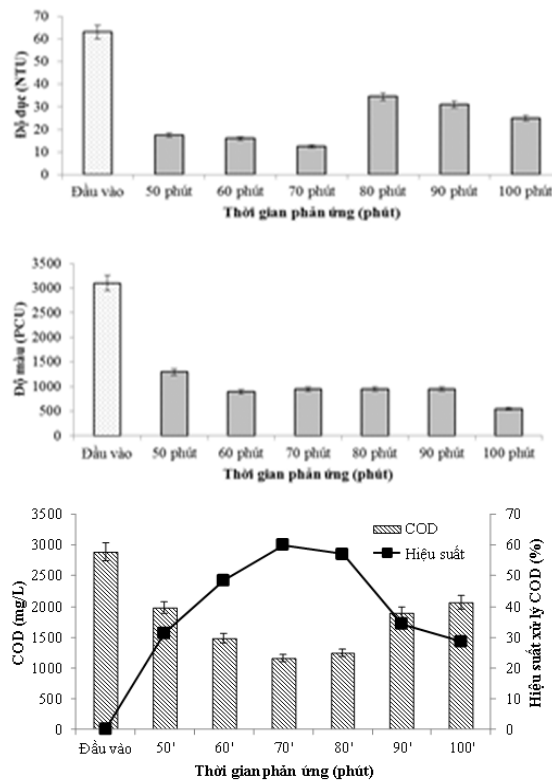
Kết quả TN (Bảng 4) cho thấy nồng độ COD trong nước thải giảm đáng kể sau KTĐH; tuy nhiên COD đầu ra vẫn còn khá cao. Nồng độ COD giảm từ 5315mg/L xuống còn 2386 mg/L; tương ứng với hiệu suất xử lý 55,1%. Tương tự BOD₅ cũng giảm từ 1008 xuống còn 675 mg/L với hiệu suất loại bỏ đạt 33,04%. Các chất rắn lơ lửng và chất hữu cơ hòa tan có thể được hấp phụ vào bông cặn hay bị oxy hóa bởi gốc HO[•], các chất rắn lơ lửng được tuyển nổi lên phía trên tạo thành lớp váng và bị loại bỏ. Tỷ lệ BOD₅/COD tăng từ 0,19±0,02 lên 0,28±0,03.

Như vậy, quá trình KTĐH với GNĐC 45o, DTBĐC 486 cm², KCĐC 2 cm, TGLN 100 phút thì hiệu suất loại bỏ độ màu, độ đục, SS, COD, BOD₅, TP, TKN trong nước rỉ rác lần lượt là 65,73%; 58,16%; 71,92%; 55,1%; 33,04%; 68,42%; 11,9%.

3.4 Xử lý nước rỉ sau KTĐH bằng Fenton/O₃-zon

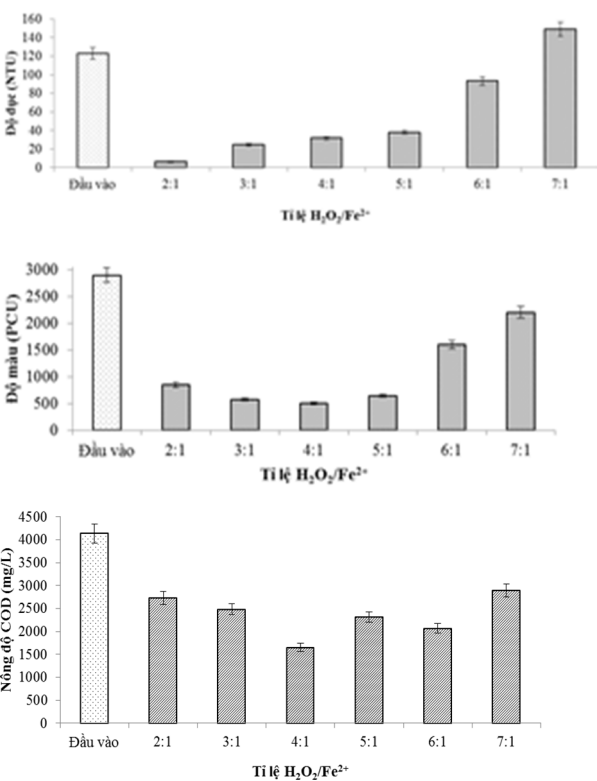
3.4.1 TN định hướng xác định thời gian phản ứng và tỷ lệ H₂O₂/Fe²⁺

Thực hiện TN theo sơ đồ TN định hướng TN5 và TN6 (theo Hình 3a); đo và phân tích độ màu, độ đục và COD. Các kết quả ghi nhận ở Hình 4a và Hình 4b.



Hình 4a: Diễn biến độ đục, màu, COD theo thời gian phản ứng (TN5)

Theo kết quả Hình 4a, giá trị độ đục và màu đều giảm; tuy nhiên, COD và độ đục giảm thấp nhất ở phút thứ 70. Tại đây, hiệu suất xử lý độ đục và COD cao nhất lần lượt là 80,15% và 60%. Do đó, thời gian 70 phút được chọn cho TN6. Theo kết quả diễn biến độ đục, độ màu và COD theo tỷ lệ H_2O_2/Fe^{2+} cho thấy độ đục thấp nhất là 6 NTU ở tỷ lệ $H_2O_2 : Fe^{2+} = 2 : 1$ (hiệu suất xử lý 95%); còn độ màu và COD thấp nhất đạt 500 PCU và 1655,17 mg/L ở tỷ lệ $H_2O_2 : Fe^{2+} = 4 : 1$ (tương ứng hiệu



Hình 4b: Diễn biến độ đục, màu, COD theo tỷ lệ H_2O_2/Fe^{2+} (TN6)

suất xử lý là 82,8% và 60%). Do đó, chọn tỷ lệ $H_2O_2 : Fe^{2+} = 4:1$ cho TN kế tiếp.

3.4.2 Xác định liều lượng H_2O_2 và liều lượng Fe^{2+} thích hợp

Tiến hành TN7 với thời gian lưu nước 70 phút và tỷ lệ $H_2O_2 : Fe^{2+} = 4 : 1$; trong đó, thay đổi liều lượng H_2O_2 và Fe^{2+} ở các cặp liều lượng 2000 : 500 mg/L; 3000 : 750 mg/L; 4000 : 1000 mg/L. Các kết quả EC, độ đục, độ màu và COD được tổng hợp trong Bảng 5.

Bảng 5: Chất lượng nước rỉ của quá trình Fenton với 3 cặp liều lượng H_2O_2 và Fe^{2+}

Chỉ tiêu	Đơn vị	Đầu vào KTDH	Đầu ra KTDH	Cặp liều lượng H_2O_2 và Fe^{2+} (mg/L)		
				2000 : 500	3000 : 750	4000 : 1000
EC	μS/cm	40.000	20.000	19.000	19.000	19.000
Độ đục	NTU	265±63,6	120±25,5	62±4,2	38±2,8	37±2,8
Độ màu	PCU	7.100±141,4	2.600±282,8	950±353,5	900	800±141,4
COD	mg/L	7.034,48	3.310,34	1.448,28	1.103,45	1.793,10
H(%) COD	%	-	-	56,25	66,67	45,83

Kết quả TN Bảng 5 cho thấy giá trị độ đục và độ màu đạt thấp nhất ở cặp liều lượng H_2O_2 và Fe^{2+} 4000 : 1000 mg/L; tuy nhiên, COD lại có nồng độ thấp nhất ở cặp liều lượng 3000 : 750 mg/L (tương ứng hiệu suất xử lý 66,67%). Do đó, để tiết kiệm hóa chất, cặp liều lượng H_2O_2 và Fe^{2+} 3000 : 750 mg/L sẽ được chọn để tiến hành các TN tiếp theo.

3.5 Xử lý nước rỉ rác bằng quá trình Fenton-ôzon

Sau TN định hướng, các thông số vận hành bề phản ứng Fenton-ôzon được chọn như bên dưới. Các thông số pH, EC, TDS, DO, độ đục, độ màu, COD, BOD₅, SS, P_{tổng}, Fe, Cr⁶⁺, TKN được khảo

sát trong quá trình TN. Kết quả được thể hiện ở Bảng 6 và Hình 5.

Thông số vận hành	Giá trị	Ghi chú
pH	3	(dùng H ₂ SO ₄)
Thời gian phản ứng	70 phút	Chọn từ TN5
Liều lượng H ₂ O ₂ /Fe ²⁺	3000:750	Chọn từ TN7

Căn cứ vào kết quả Bảng 6 cho thấy pH được điều chỉnh trong quá trình KTĐH và Fenton-ôzon dùng axit H₂SO₄ xút NaOH 6N. Đây là công đoạn phức tạp; tuy nhiên, cần phải điều chỉnh để đạt được kết quả mong đợi.

Bảng 6: Chất lượng nước rỉ ở bể KTĐH trước và sau Fenton-ôzon

Chỉ tiêu	Trước KTĐH (n = 3)	Sau KTĐH (n = 3)	Sau Fenton-ôzon (n = 3)	Hiệu suất KTĐH	Hiệu suất Fenton /ôzon
pH	7,3±0,06	8,17±0,06(3)*	3,6(7)**	-	-
EC (µS/cm)	17.444,44±4.350	13.967±1.501,11	23.500±6.928	-	-
TDS (ppm)	8.333,33±2.363	6.667±1.040,83	10.166,7±1.443,38	-	-
Độ đục (NTU)	169,44±66,1	70,9±7,22	39,78±8,85	58,16	43,89
Độ màu (PCU)	6.922,22±271,49	2.372,22±510,27	811,11±269,43	65,73	65,81
Fe (mg/L)	10,75±0,87	4,82±2,45	13,39±1,63	55,16	0
Cr ⁶⁺ (mg/L)	0,52±0,08	0,12±0,04	KPH	76,13	100
TP (mg/L)	144,165±126,1	45,52±18,44	KPH	68,42	100
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	429,59±270,64	85,01±56,58	KPH	80,21	100
COD (mg/L)	5.215,26±574	2.386,44±287	867,8±195,56	55,1	63,64
BOD (mg/L)	1.008,33±200,17	675±150,23	502,78±142,49	33,06	25,51
BOD/COD	0,189±0,02	0,28±0,03	0,58±0,04	-	-
SS (mg/L)	415,55±123,35	116,67±37,56	85,56±10,18	71,92	26,66
TKN (mg/L)	520,91±36	459,12±24,69	422,68±19,62	11,86	7,94

Chi chú: * Trước khi đưa vào xử lý Fenton-ôzon nước thải được điều chỉnh về pH 3 bằng a-xít H₂SO₄

** Sau quá trình Fenton-ôzon nước thải được chỉnh pH lên 7 bằng NaOH 6N.



Hình 5: Độ trong của rỉ ở đầu vào sau KTĐH và sau Fenton/ô-zon

Độ đục và SS: Hiệu suất loại bỏ độ đục của quá trình fenton-ôzon đạt 43,89%, độ đục trước và sau khi xử lý Fenton-ôzon là 70,9 mg/L và 39,78 mg/L. Hiệu suất loại bỏ SS của quá trình Fenton-ôzon đạt 26,66%, từ 116,67 mg/L giảm còn 85,56 mg/L. Nồng độ SS sau xử lý đủ điều kiện (SS < 150 mg/L) để đưa vào quá trình xử lý sinh học.

Nồng độ COD, BOD₅ và tỷ lệ BOD₅/COD: Các chất hữu cơ trong nước thải bị ô-xy hóa bởi gốc hydrô-xyl được tạo ra trong quá trình fenton-ôzon, do đó làm giảm nồng độ COD và BOD₅ trong nước thải. COD sau quá trình fenton-ôzon giảm từ 2.386,44±287 mg/L xuống còn 867,8±195,56 mg/L, hiệu suất loại bỏ COD khá cao 69,64%. Tương tự, BOD₅ sau quá trình Fenton-

ôzon giảm từ 675±150,23 mg/L xuống còn 502,78±142,49 mg/L, hiệu suất xử lý là 29,63%. Trong quá trình Fenton-ôzon những chất hữu cơ cao phân tử khó phân hủy sinh học bị ô-xy hóa và bị cắt ngắn mạch thành những chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học nên tỷ số BOD₅/COD tăng từ 0,28±0,03 lên 0,58±0,04, điều này sẽ tạo thuận lợi cho quá trình xử lý sinh học phía sau.

TP và PO₄³⁻: Nồng độ TP và PO₄³⁻ trước xử lý Fenton-ôzon là 45,52±18,44 mg/L và 85,01±56,58 mg/L, sau khi xử lý bằng quá trình Fenton-ôzon đều không phát hiện các chỉ tiêu này. Hiệu suất xử lý TP và PO₄³⁻ đạt 100%, hiệu quả xử lý TP và PO₄³⁻ cao do trong quá trình Fenton-ôzon Fe³⁺ phân

ứng với PO_4^{3-} hình thành FePO_4 kết tủa và được loại bỏ khỏi nước thải.

TKN: Hàm lượng TKN sau xử lý còn khá cao (khoảng $422,68 \pm 19,62$ mg/L) có thể gây độc cho quá trình xử lý sinh học. Do đó, nên có quá trình xử lý TKN nhằm làm giảm hàm lượng TKN trong nước thải trước khi đưa vào quy trình xử lý sơ cấp bằng phương pháp KTĐH kết hợp Fenton/ô-zon.

Kim loại nặng Fe, Cr^{6+} : Hàm lượng Fe sau xử lý tăng từ $4,82 \pm 2,45$ mg/L lên $13,39 \pm 1,63$ mg/L có thể do thiếu alkalinity nên quá trình lắng không hiệu quả. Hàm lượng Cr^{6+} trước xử lý là $0,12 \pm 0,038$ mg/L. Sau khi xử lý bằng quá trình Fenton-ôzon đều không phát hiện các chỉ tiêu này. Hiệu suất xử lý Cr^{6+} đạt 100%.

Như vậy, nước rỉ rác sau khi xử lý bằng quá trình KTĐH kết hợp Fenton-ôzon với thời gian phản ứng là 70 phút, tỉ lệ $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{Fe}^{2+} = 4 : 1 = 3.000 : 750$ mg/L, ở pH = 3 cho kết quả về hiệu suất xử lý độ đục, độ màu, SS, COD, BOD_5 , TP, PO_4^{3-} , TKN và Cr^{6+} lần lượt là 43,89%; 65,81%; 26,66%; 69,64%; 29,63%; 100%; 100%; 7,9% và 100%. Tỷ lệ BOD_5/COD sau khi xử lý Fenton-ôzon là 0,58 rất thích hợp để đưa vào hệ thống xử lý sinh học.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Qua nghiên cứu này có thể kết luận rằng quá trình keo tụ điện hóa kết hợp với Fenton/ôzon hoàn toàn có thể áp dụng để xử lý nước rỉ rác – một trong các loại nước thải khó xử lý nhất. Hai giai đoạn xử lý kết hợp này với các kết quả ghi nhận cụ thể như sau:

– Quá trình keo tụ điện hóa (diện tích bản điện cực 486 cm^2 ; mật độ dòng điện $A = 0,522 \text{ A/m}^2$; góc nghiêng 45° , thời gian lưu 1,66 h) được áp dụng với hiệu suất loại bỏ các thành phần ô nhiễm độ đục, màu, COD, SS, BOD_5 , TP, Fe, Cr^{6+} , TKN tương ứng là 58,16%; 65,73%, 55,1%; 71,92%; 33,04%; 68,42%; 55,16%; 76,13%; 11,9%.

– Quá trình Fenton/ôzon (pH = 3, thời gian lưu 70 phút và tỉ lệ $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{Fe}^{2+} = 4 : 1$), hiệu suất loại bỏ độ đục, độ màu, SS, COD, BOD_5 , TKN của quá trình Fenton/ô-zôn lần lượt là 43,89%; 65,81%; 26,66%; 69,64%; 29,63%; 7,9% và không

phát hiện Cr^{6+} , TP và PO_4^{3-} . Tỷ lệ BOD_5/COD sau khi xử lý bằng quá trình keo tụ điện hóa và Fenton/ôzon được cải thiện từ 0,19 lên 0,58 rất phù hợp cho các công đoạn xử lý sinh học tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Tài Nguyên và Môi Trường (2016). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2011 - 2015.
- Eckenfelder Jr. W. W., Davis L. Ford, Jr and Andrew Englande (2008). Industrial water quality. McGrawhill, Inc.
- Lê Hoàng Việt & Nguyễn Võ Châu Ngân (2014). Giáo trình Kỹ Thuật Xử Lý Nước Thải. NXB Đại học Cần Thơ.
- Lê Hoàng Việt, Doãn Thị Ngọc Mai, Đào Tấn Phương & Nguyễn Võ Châu Ngân. (2015). Đánh giá hiệu quả tuyển nổi điện hóa nước thải chế biến cá da trơn. NXB Đại học Cần Thơ (Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số tạp chí 39, trang 83-89).
- Lê Văn Cát (2007). Xử lý nước thải giàu hợp chất chứa nitơ và photpho. NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
- N.P. Dan and N.T. Viet, (2009). "Status and strategies on solid waste management in Ho Chi Minh City". Int. J. Environment and Waste Management, Vol. 4, Nos. 3/4, 2009.
- Nguyễn Ngọc Dung (1999). Xử lý nước cấp. NXB Xây dựng.
- Nguyễn Thị Ngọc Bích & Đặng Xuân Hiên (2013). Nghiên cứu so sánh khả năng xử lý nước rỉ rác bằng phương pháp oxy hóa bằng O_3 và oxy hóa tiên tiến (AOPs). Tạp chí Khoa học và Công nghệ Lâm nghiệp, số 4, trang 15-20.
- Nguyen Xuan Hoang and Le Hoang Viet (2011). "Solid waste management in Mekong Delta". Journal of Vietnamese Environment Vol. 1, No. 1, pp. 27-33.
- Tchobanoglous G. and Kreith F. (2002). Handbook of Solid Waste Management. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Trương Quý Tùng, Lê Văn Tuấn, Nguyễn Thị Khánh Tuyền, & Phạm Khắc Liệu (2009). Xử lý nước rỉ rác bằng tác nhân UV-Fenton trong thiết bị gián đoạn. Tạp chí Khoa học Đại học Huế, số 53, trang 165-175.
- Van Huu Tap, Trinh Van Tuyen, & Dang Xuan Hien (2012). Treatment of leachate by combining PAC and UV/ O_3 processes. Journal of Vietnamese Environment, Vol. 3, pp. 38-42.