

NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC THẢI Lò GIẾT MỔ BẰNG PHƯƠNG PHÁP KEO TỤ QUY MÔ PHÒNG THÍ NGHIỆM VÀ MÔ HÌNH BỂ KEO TỤ TẠO BÔNG KẾT HỢP LẮNG

Lê Hoàng Việt¹, Nguyễn Võ Châu Ngân¹, Nguyễn Thị Mỹ Phương¹ và Đặng Thị Thúy¹

¹ Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 19/07/2014

Ngày chấp nhận: 30/10/2014

Title:

Study on treatment of slaughter house wastewater by a lab-scale coagulation and pilot coagulation - sedimentation tank

Từ khóa:

Bể keo tụ - tạo bông, keo tụ, lắng, nước thải lò giết mổ

Keywords:

Coagulation, coagulation - sedimentation tank, sedimentation, slaughter-house wastewater

ABSTRACT

The study on treatment of slaughter wastewater by coagulation was carried out by the lab-scale Jarrestest and a pilot coagulation - sedimentation tank in order to evaluate the efficiency and to determine corresponding parameters for process designing and operation. The wastewater used in this study was taken from the Food processing factory No 1 in the Can Tho city; the coagulants used were Ferric chloride hexahydrate ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) and Aluminum Sulfate Octadecahydrate ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$). The results from jarrestest experiments showed that $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ was of higher efficiency than $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$; the coagulant dosage of 400 mg/L $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ and 600 mg/L limestone could be considered economically and technically feasible. According to the coagulant dosage of 400 mg/L $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ and 600 mg/L limestone, the removal efficiencies of SS, BOD, COD, TKN, and TP of pilot coagulation - sedimentation tank were 79.54%, 64.75%, 70.61, 68.69%, and 71.33% respectively much higher than those without using chemicals. The parameters of clarified wastewater were suitable to continue treated by biological processes.

TÓM TẮT

Nghiên cứu xử lý nước thải lò giết mổ bằng phương pháp keo tụ được tiến hành qua các thí nghiệm Jarrestest và trên mô hình bể keo tụ tạo bông kết hợp lắng để đánh giá hiệu quả và xác định một số thông số liên quan đến vận hành và thiết kế qui trình. Đối tượng nghiên cứu là nước thải từ lò giết mổ gia súc của Xi nghiệp Chế biến Thực phẩm I, Thành phố Cần Thơ; hóa chất dùng để keo tụ là phèn sắt $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ và phèn nhôm $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Các kết quả của các thí nghiệm Jarrestest cho thấy $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ có hiệu quả keo tụ cao hơn $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$; liều lượng chất keo tụ là 400 mg/L $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ kết hợp 600 mg/L vôi là liều lượng khả thi về mặt kỹ thuật và kinh tế. Kết quả vận hành mô hình bể keo tụ tạo bông kết hợp lắng ở liều lượng 400 mg/L $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ kết hợp 600 mg/L vôi cho hiệu suất loại bỏ SS, BOD, COD, TKN, TP lần lượt là 79,54%, 64,75%, 70,61, 68,69%, 71,33%; cao hơn nhiều so với hiệu quả khi vận hành không sử dụng chất keo tụ. Các thông số của nước thải sau quá trình keo tụ - lắng đều đảm bảo điều kiện để tiếp tục đưa vào công đoạn xử lý sinh học.

1 GIỚI THIỆU

Hiện nay, kinh tế của nước ta ngày một phát triển, mức sống người dân ngày càng nâng cao do đó các nhu cầu thiết yếu cũng tăng lên, đặc biệt thực phẩm là một trong những nhu cầu không thể thiếu. Các hoạt động giết mổ gia súc, gia cầm diễn ra hàng ngày để đáp ứng các sản phẩm chế biến từ thịt gia súc, gia cầm của người dân. Hoạt động giết mổ gia súc sử dụng nước ở hầu hết các công đoạn như giết, cao lông, mổ moi ruột, xẻ thịt, làm lòng, rửa sản. Nước thải lò giết mổ chứa hàm lượng chất hữu cơ, chất rắn lơ lửng và ni-tơ và chất béo cao (Banks & Wang, 2006; Kỳ Quang Vinh, 1999; Johns, 1995). Tuy nhiên hầu hết các cơ sở giết mổ gia súc chưa có hệ thống xử lý nước thải hoặc có nhưng vận hành chưa hiệu quả. Nước được thải trực tiếp ra ngoài gây ô nhiễm môi trường đất, nước, không khí và ảnh hưởng đến sức khỏe người dân khu vực xung quanh.

Nước thải lò giết mổ gia súc được xử lý bằng dây chuyền công nghệ kết hợp các quá trình cơ học, hóa lý, sinh học. Trong đó các công đoạn xử lý cơ học như lược, lắng, tuyển nổi được dùng trong giai đoạn xử lý sơ cấp để loại chất rắn, một phần chất hữu cơ và chất béo để tạo điều kiện cho giai đoạn xử lý thứ cấp. Các qui trình xử lý sinh học là giai đoạn chính của công đoạn thứ cấp dùng để loại bỏ chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng như ni-tơ, phot-pho (Luong Đức Phẩm, 2009; Lê Văn Cát, 2007; Banks & Wang, 2006; Johns, 1995). Việc sử dụng bể lắng sơ cấp để loại bỏ SS và một phần BOD của nước thải sẽ tạo điều kiện để rút ngắn thời gian lưu và tăng tải nạp cho các bể xử lý sinh học, làm giảm chi phí xử lý (Metcalt & Eddy, 1991). Nếu tính theo chi phí bỏ ra để loại bỏ 1 kg chất ô nhiễm thì hiệu quả đầu tư của bể lắng sơ cấp cao hơn các loại bể khác (Kiely, 1997). Bể lắng sơ cấp có thể loại bỏ được 40 ÷ 70% SS, 25 ÷ 40% BOD, 20 ÷ 30% COD của nước thải đầu vào; nếu kết hợp keo tụ và lắng thì hiệu suất có thể tăng lên 60 ÷ 90% SS; 40 ÷ 70% BOD, 30 ÷ 60% COD (Metcalt & Eddy, 1991). Nhiều loại hóa chất được sử dụng làm chất keo tụ như phen nhôm $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$; phen sắt $Fe_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$; poly-aluminium chloride PAC (US Army Corps of Engineers, 2001). Hiệu quả của quá trình keo tụ phụ thuộc vào pH, độ kiềm (alkalinity), mật độ hạt, hiệu điện thế ze-ta, ái lực của hạt keo với nước, nhiệt độ và mật độ các ion âm trong nước thải (Lê Hoàng Việt & Nguyễn Võ Châu Ngân, 2014). Một số nghiên cứu liên quan đến sử dụng biện pháp keo tụ để xử lý nước thải lò giết mổ đã được tiến hành

như nghiên cứu của Sanchis *et al.* (2003), của Mahtab *et al.* (2009).

Xuất phát từ những vấn đề trên “Nghiên cứu xử lý nước thải lò giết mổ bằng phương pháp keo tụ quy mô phòng thí nghiệm và trên mô hình bể keo tụ tạo bông kết hợp lắng” được thực hiện nhằm lựa chọn chất keo tụ và xác định một số thông số vận hành thích hợp để đạt hiệu quả cao trong việc loại bỏ chất ô nhiễm trong nước thải giết mổ gia súc.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thời gian, địa điểm và đối tượng thực hiện đề tài

Nghiên cứu được thực hiện tại các phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ, từ tháng 8 đến tháng 12 năm 2013.

Vật liệu thí nghiệm là nước thải lò giết mổ được lấy từ cống xả nước thải của Xi nghiệp Chế biến Thực phẩm I - đường Nguyễn Văn Cừ nổi dài, phường An Khánh, quận Ninh Kiều, Thành phố Cần Thơ. Thời gian lấy mẫu từ 4 giờ đến 5 giờ sáng hàng ngày

2.2 Phương pháp và phương tiện nghiên cứu

2.2.1 Hóa chất thí nghiệm

Hai loại hóa chất được lựa chọn sử dụng trong nghiên cứu này là phen nhôm $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ (Aluminum Sulfate Octadecahydrate) và phen sắt $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (Ferric chloride hexahydrate). Cả hai loại phen đều có xuất xứ Trung Quốc, độ tinh khiết $\geq 99\%$.

Nhằm bổ sung alkalinity cho nước thải, với bột công nghiệp - canxi carbonate $CaCO_3$ - tinh khiết 98,5% do Việt Nam sản xuất được chọn để sử dụng.

2.3 Phương tiện nghiên cứu

Bộ Jarrest Lovibon được sử dụng để xác định liều lượng hóa chất cần thiết để keo tụ nước thải. Bộ Jarrest gồm có:

- Phần chứa mẫu: có 6 chỗ cho 6 beaker 2 lít.
- Hệ thống khuấy trộn: gồm 6 cánh khuấy có thể điều chỉnh được vận tốc khuấy và có định thời gian khuấy.

Mô hình bể keo tụ - lắng được chế tạo bằng thủy tinh (dày 5 mm) để dễ quan sát quá trình tạo bông, lắng của các bông cặn trong khi vận hành. Mô hình gồm 4 ngăn: ngăn khuấy trộn hóa chất với nước thải đầu vào; 02 ngăn để tạo bông cặn và cuối

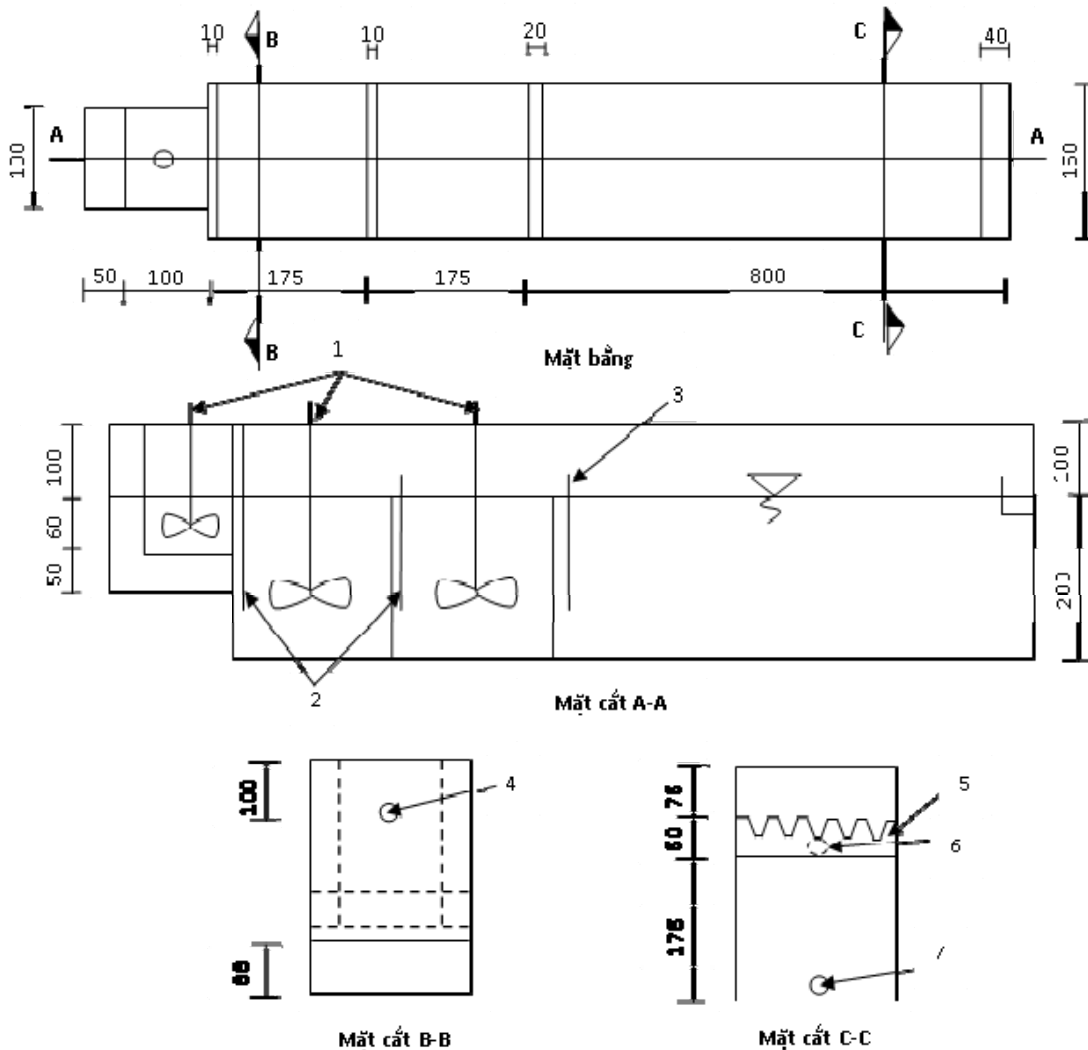
cùng là ngăn lắng. Kích thước của bể như mô tả trong Hình 1.

2.3.1 Phương pháp thí nghiệm

Các thí nghiệm Jarrest được tiến hành theo hướng dẫn của ASTM D 2035-80. Các thí nghiệm Jarrest được thực hiện với vận tốc khuấy nhanh 150 vòng/phút trong vòng 3 phút đồng thời cho hóa chất vào, tiếp theo khuấy chậm với vận tốc 50 vòng/phút trong 20 phút, sau đó tắt máy khuấy để lắng trong 30 phút, cuối cùng lấy phần nước trong phân tích các chỉ tiêu cần theo dõi, so sánh.

Các thí nghiệm trên mô hình được tiến hành theo kiểu vận hành liên tục với các liều lượng hóa chất, thời gian khuấy phù hợp (đã được xác định từ các thí nghiệm Jarrest). Mẫu nước thải đầu vào và đầu ra của mô hình được thu để phân tích các chỉ tiêu cần theo dõi.

Các chỉ tiêu về chất lượng nước theo dõi trong các thí nghiệm bao gồm pH, độ đục, SS, BOD, COD, TKN và TP được phân tích bằng những phương pháp và thiết bị được hướng dẫn bởi APHA, AWWA & WEF (2005).



Hình 1: Sơ đồ kích thước bể keo tụ tạo bông kết hợp lắng

1. Cánh khuấy; 2. Vách ngăn hướng dòng; 3. Vách ngăn hướng dòng (thiết kế linh hoạt có thể thay đổi vị trí nước vào); 4. Lỗ dẫn nước vào; 5. Máng tràn răng cưa; 6. Lỗ dẫn nước ra; 7. Lỗ xả bùn

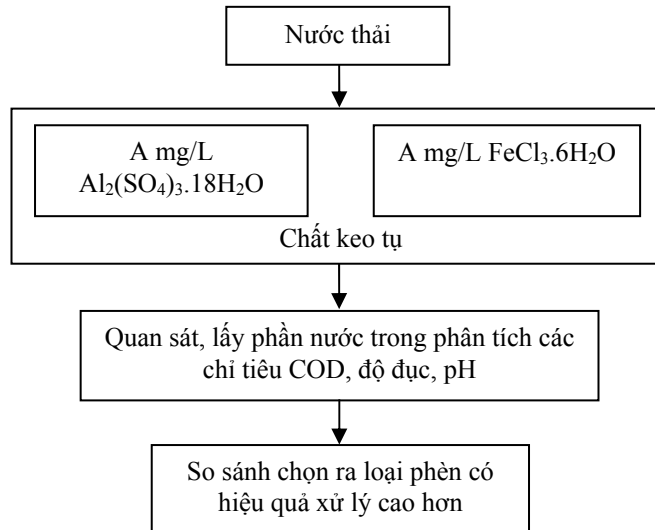
2.4 Các bước tiến hành thí nghiệm

Đầu tiên nước thải lò giết mổ được thu và phân tích các chỉ tiêu cơ bản để định hướng cho việc lựa chọn liều lượng hóa chất làm thí nghiệm.

Tiến hành thí nghiệm Jarrest định hướng với 02 loại phèn nêu trên để tìm ra khoảng liều lượng thích hợp của 02 loại phèn này làm cơ sở tiến hành cho các thí nghiệm chính thức. Trong thí nghiệm định hướng chỉ theo dõi chỉ tiêu độ đục và pH của nước trước và sau thí nghiệm.

Thí nghiệm 1: so sánh hiệu quả xử lý giữa $FeCl_3$ và $Al_2(SO_4)_3$

Dựa trên liều lượng của loại phèn cho hiệu quả keo tụ tốt nhất trong thí nghiệm định hướng, tiến hành thí nghiệm Jarrest cho cả 02 loại phèn ở cùng liều lượng này với 3 lần lặp lại. Trong thí nghiệm này ngoài chỉ tiêu pH và độ đục, chỉ tiêu COD cũng được tiến hành phân tích để đánh giá khả năng loại bỏ chất hữu cơ bằng biện pháp keo tụ.

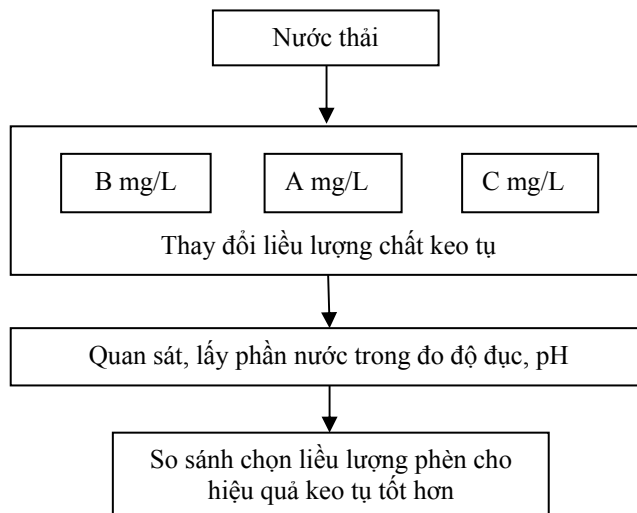


Hình 2: Sơ đồ bố trí thí nghiệm so sánh giữa phèn nhôm và phèn sắt

Thí nghiệm 2: xác định liều lượng chất keo tụ thích hợp

Loại phèn được lựa chọn từ thí nghiệm 1 sẽ dùng để thực hiện thí nghiệm này. Liều lượng chất

keo tụ được cho biến thiên xung quanh khoảng liều lượng của thí nghiệm 1 với khoảng biến thiên nhỏ hơn. Thí nghiệm thực hiện với 3 lần lặp lại. Độ đục và pH được đo để so sánh chọn ra liều lượng cho hiệu quả keo tụ tốt nhất.

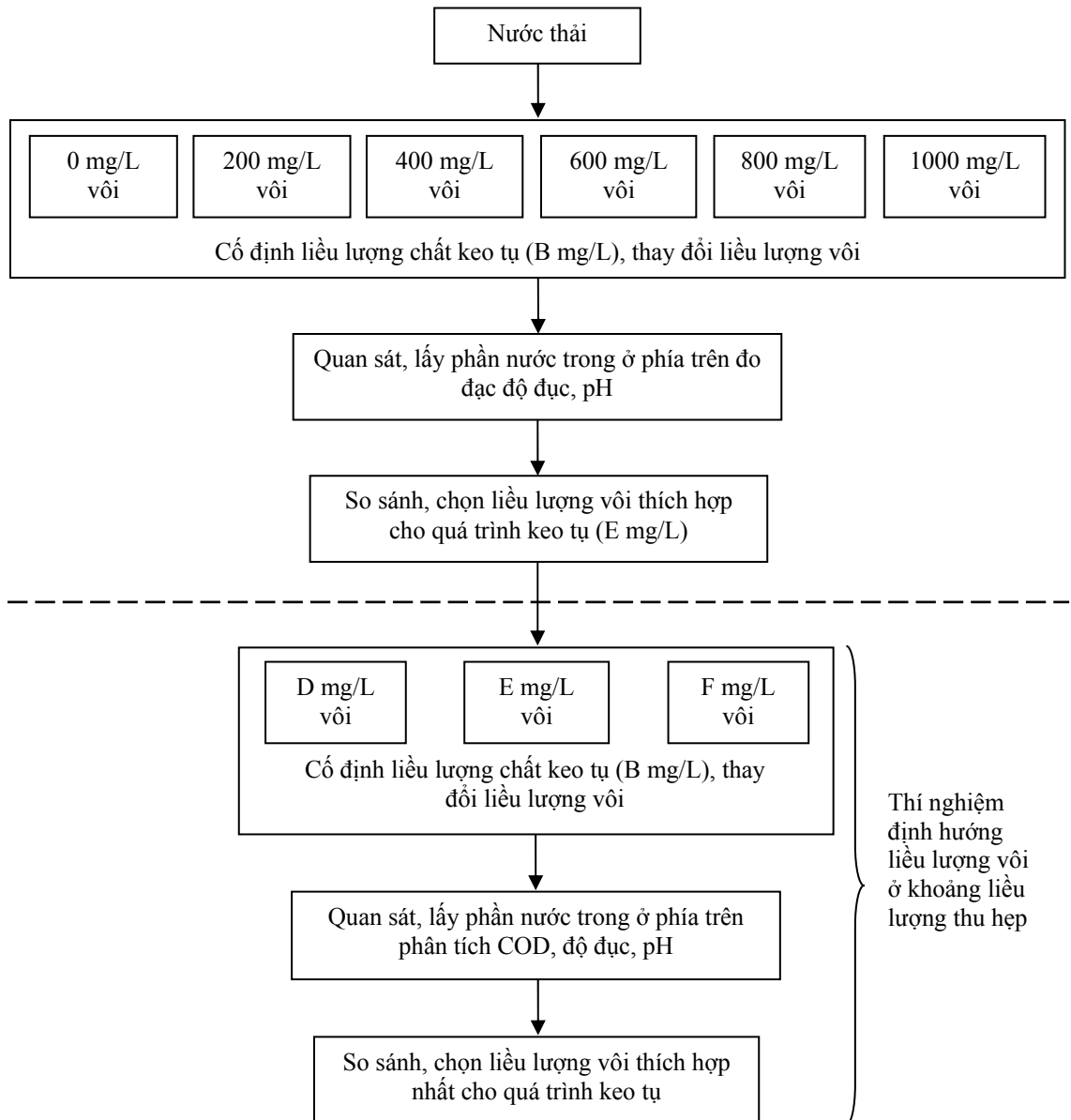


Hình 3: Sơ đồ bố trí thí nghiệm định hướng liều lượng chất keo tụ thích hợp

Thí nghiệm 3: xác định liều lượng vôi cần thiết để bổ sung alkalinity cho quá trình keo tụ

Sử dụng liều lượng phèn ở thí nghiệm 2 để tiến hành thí nghiệm định hướng liều lượng vôi thích hợp cho quá trình keo tụ. Trong thí nghiệm này liều lượng vôi (CaCO_3) thêm vào mỗi cốc lần lượt là 0, 200, 400, 600, 800, 1000 mg/L, mỗi nghiệm

thức thực hiện với 3 lần lặp lại. Đo độ đục, pH để chọn ra liều lượng vôi thích hợp cho quá trình keo tụ. Tiếp tục tiến hành thí nghiệm khoảng liều lượng thu hẹp xung quanh liều lượng chọn ra từ thí nghiệm định hướng liều lượng vôi cần bổ sung, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Các chỉ tiêu độ đục, pH, COD được phân tích so sánh để chọn ra liều lượng vôi thích hợp để vận hành mô hình.

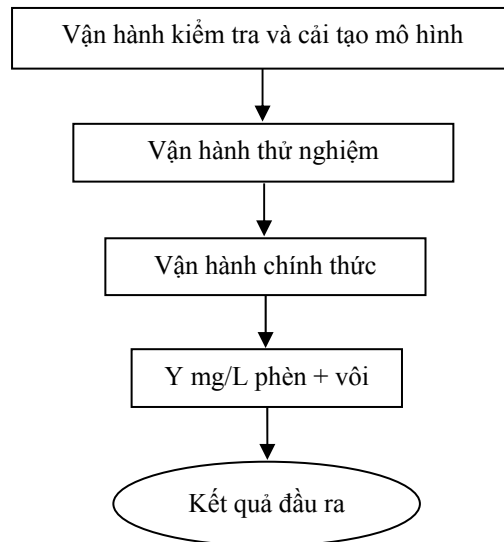


Hình 4: Sơ đồ bố trí thí nghiệm định hướng liều lượng vôi

Thí nghiệm 4: thí nghiệm trên mô hình

Vận hành mô hình với các thông số thu được từ thí nghiệm 3 (liều lượng phèn và vôi, thời gian, vận tốc khuấy). Mô hình hoạt động liên tục, khi nước

thải đầu ra ổn định sau nửa giờ tiến hành thu mẫu liên tiếp trong 3 lần, mỗi lần thu mẫu cách nhau một giờ. Các chỉ tiêu theo dõi trong thí nghiệm bao gồm pH, độ đục, SS, BOD, COD, TKN và TP.



Hình 5: Thí nghiệm trên bể keo tụ tạo bông kết hợp lắng

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Đặc điểm nước thải lò giết mổ

Để định hướng cho các thông số trong thí nghiệm, nước thải lò giết mổ được lấy và phân tích các chỉ tiêu để đánh giá xem đặc điểm của nước thải có phù hợp với phương án xử lý đã chọn hay không. Mẫu nước thải được lấy tại cống xả của lò mổ vào lúc 4h30 sáng (thời điểm hoạt động giết mổ diễn ra nhiều nhất) và phân tích các chỉ tiêu pH, SS, độ đục, BOD, COD, TKN, TP.

Bảng 1: Thành phần, đặc điểm của nước thải

Chỉ tiêu	Đơn vị	Nồng độ trung bình (n = 3)
pH	-	7,2 ± 0,04
Độ đục	NTU	356,0 ± 33,42
SS	mg/L	476,0 ± 56,97
BOD	mg/L	928,5 ± 16,26
COD	mg/L	1886,4 ± 94,98
TKN	mg/L	143,5 ± 8,00
TP	mg/L	24,4 ± 1,69

Bảng 1 cho thấy hàm lượng SS trong nước thải rất cao và biến động lớn theo ngày. Với nồng độ SS > 150 mg/L cần có biện pháp xử lý thích hợp để làm giảm lượng SS trước khi đưa vào hệ thống sinh học (Lê Hoàng Việt & Nguyễn Võ Châu Ngân,

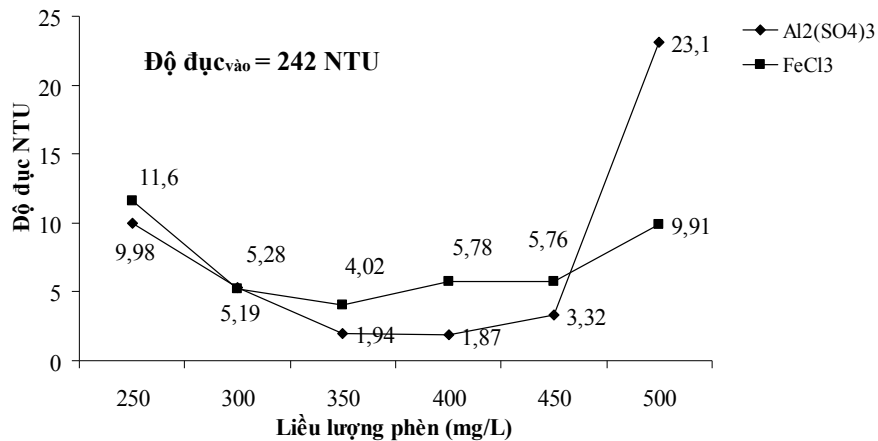
2014), do đó biện pháp keo tụ và lắng là giải pháp được chọn để giảm nồng độ SS. Nồng độ BOD, COD trong nước thải cao và biến động lớn ở thời điểm khảo sát, tỷ lệ BOD/COD xấp xỉ 0,5 khá thấp, không đảm bảo hiệu quả xử lý sinh học. TKN có trong nước rất cao, TP cao và có giá trị trung bình ít biến động so với các chỉ tiêu khác.

pH là một trong những thông số quan trọng của quá trình keo tụ tạo bông, pH nước thải có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thủy phân của chất keo tụ. Kết quả đo đạc cho thấy pH ít biến động qua 3 ngày khảo sát, và nằm trong khoảng hoạt động tốt của $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ (pH từ 6,5 đến 8,5) và $FeCl_3.6H_2O$ (pH từ 4 đến 11) (US Army Corps of Engineers, 2001).

3.2 Các kết quả Jartest

3.2.1 Thí nghiệm định hướng

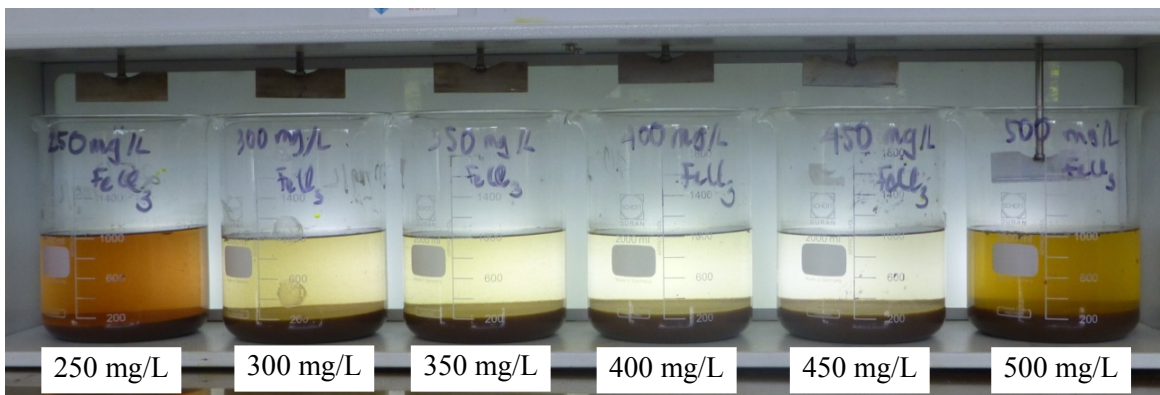
Trong thí nghiệm này cả hai loại phèn $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ và $FeCl_3.6H_2O$ được thay đổi ở cùng liều lượng khác nhau 250; 300; 350; 400; 450; 500 mg/L. Thí nghiệm chỉ tiến hành một lần và diễn tiến của độ đục theo liều lượng phèn được sử dụng làm cơ sở xác định mức liều lượng để tiến hành thí nghiệm 1.



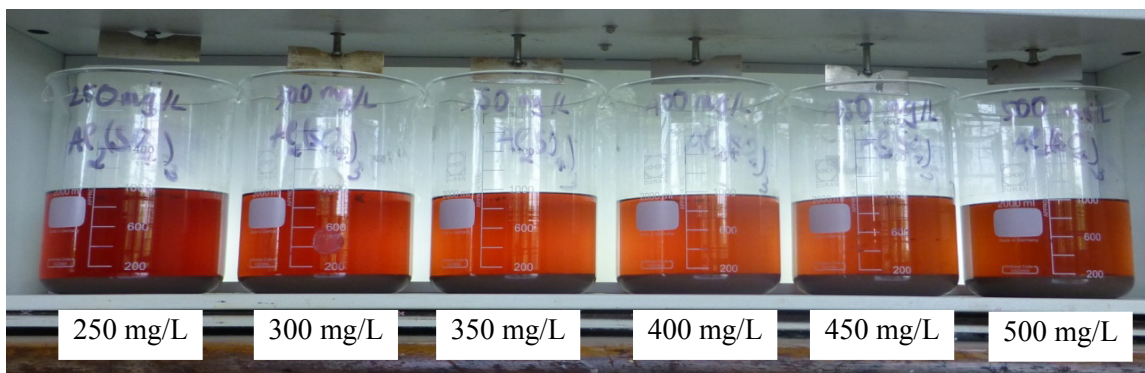
Hình 6: Độ đục nước thải sau keo tụ ở các liều lượng phèn nhôm và phèn sắt khác nhau

Diễn tiến của độ đục theo liều lượng phèn phù hợp với lý thuyết keo tụ. Khi tăng liều lượng chất keo tụ thì hiệu quả tăng dần đến độ đục còn lại thấp, tuy nhiên nếu sử dụng quá liều thì độ đục sẽ tăng trở lại do các hạt keo trong nước thải tái ổn định (Metcalf & Eddy, 1991). Đối với phèn sắt liều lượng 400 mg/L cho độ đục thấp nhất (1,87 NTU), nước thải không còn màu đỏ của máu. Phèn nhôm

cho độ đục thấp nhất ở liều lượng 350 mg/L (4,02 NTU) tuy nhiên nước thải sau khi lắng vẫn còn màu đỏ của máu cho thấy khả năng làm mất tính ổn định các hạt keo của Al₂(SO₄)₃ không tốt bằng FeCl₃. Nước thải còn nhiều máu đồng nghĩa với hàm lượng chất hữu cơ trong nước thải còn cao. Do đó, liều lượng phèn 400 mg/L được chọn để làm thí nghiệm so sánh hiệu quả xử lý giữa hai loại phèn.



Hình 7: Nước thải sau khi keo tụ bằng phèn sắt ở thí nghiệm định hướng



Hình 8: Nước thải sau khi keo tụ bằng phèn nhôm ở thí nghiệm định hướng

3.2.2 So sánh hiệu quả xử lý giữa $Al_2(SO_4)_3$ và $FeCl_3$ ở liều lượng 400 mg/L

Thí nghiệm này sử dụng liều lượng 400 mg/L cho cả 02 loại phèn và được tiến hành 03 lần lặp lại. Các chỉ tiêu theo dõi là độ đục và COD.

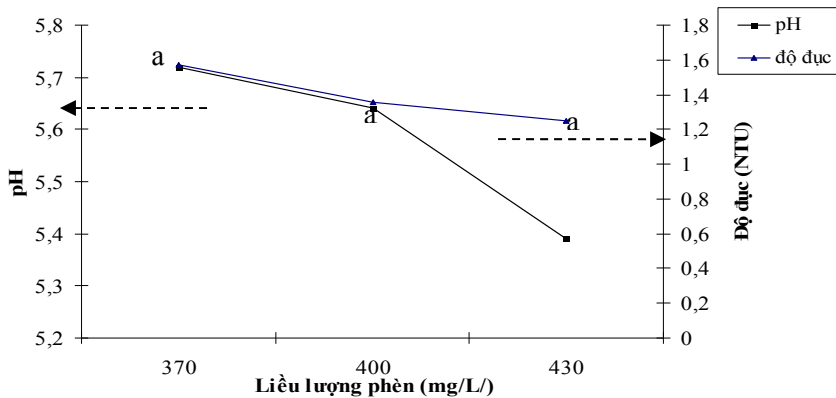
Bảng 2: Độ đục và COD của nước thải trước và sau keo tụ ở liều lượng 400 mg/L

	$Al_2(SO_4)_3$		$FeCl_3$		
	Đầu vào	Đầu ra (n = 3)	Hiệu suất (%)	Đầu ra (n = 3)	Hiệu suất (%)
Độ đục (NTU)	240,67	2,9 ± 0,02	98,8	1,54 ± 0,23	99,36
COD (mg/L)	1541	702 ± 8,00	54,45	330,33 ± 8,62	78,56

Kết quả cho thấy hiệu quả keo tụ của $FeCl_3$ và $Al_2(SO_4)_3$ đều cao, COD được loại bỏ rất tốt bởi $FeCl_3$ (78,56%) cao hơn $Al_2(SO_4)_3$ (54,45%). Phân tích thống kê cho thấy giá trị COD sau keo tụ khác biệt có ý nghĩa ở mức 5% giữa $Al_2(SO_4)_3$ và $FeCl_3$. Vì vậy, $FeCl_3$ được chọn để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo.

3.2.3 Thí nghiệm xác định liều lượng $FeCl_3$ thích hợp

Các thí nghiệm trước cho thấy hiệu quả lắng của $FeCl_3$ cao ở khoảng liều lượng 400 mg/L nên ở thí nghiệm này liều lượng $FeCl_3$ sẽ được chọn biến thiên xung quanh giá trị 400 mg/L. Thí nghiệm được thực hiện ở các liều lượng 370 mg/L, 400 mg/L, 430 mg/L.



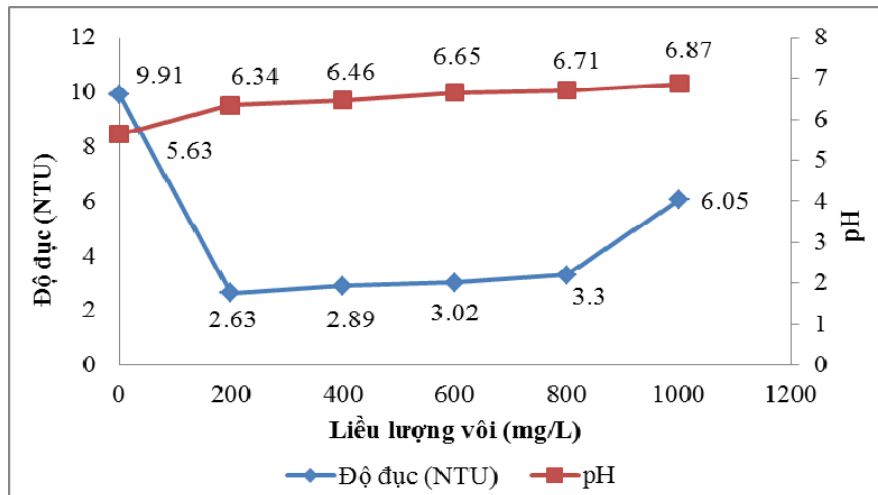
Hình 9: Độ đục và pH của nước thải sau keo tụ ở các liều lượng $FeCl_3$ khác nhau

* Độ đục đầu ra ở các liều lượng nếu có cùng chữ cái là khác biệt không ý nghĩa

Kết quả cho thấy khi tăng liều lượng $FeCl_3$ thì pH và độ đục của nước thải giảm dần. Phân tích thống kê cho thấy độ đục đầu ra ở các liều lượng $FeCl_3$ 370 mg/L, 400 mg/L, 430 mg/L không khác biệt có ý nghĩa (5%). Ở liều lượng phèn sắt 430 mg/L, nước thải sau keo tụ có độ đục thấp nhất đồng thời pH của nước thải đầu ra giảm mạnh nên nếu chọn liều lượng này để xử lý sẽ tốn thêm chi phí cho việc điều chỉnh pH ở đầu ra cũng như chi phí xử lý bùn thải bỏ. Do nồng độ của SS, COD trong nước thải lò giết mổ biến thiên rất lớn theo ngày, để đảm bảo an toàn về hiệu suất trong vận hành mô hình và thực tế sau này, liều lượng 400 mg/L $FeCl_3$ được chọn để làm các thí nghiệm tiếp theo.

3.3 Thí nghiệm xác định liều lượng vôi cần thiết cho quá trình keo tụ

Alkalinity là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình keo tụ, nhưng do nước thải có màu của máu nên việc phân tích alkalinity bằng phương pháp so màu quang phổ sẽ cho kết quả không chính xác. Vì vậy, việc phân tích, tính toán để đáp ứng nhu cầu về alkalinity đến hiệu quả keo tụ được thay bằng các thí nghiệm bổ sung alkalinity bằng vôi. Thí nghiệm được chia thành 02 bước nhỏ: bước 1 nhằm xác định khoảng liều lượng vôi để làm mốc cho thí nghiệm chính thức, bước 2 xác định liều lượng vôi cần bổ sung. Ở thí nghiệm này liều lượng cố định $FeCl_3$ ở 400 mg/L, và thay đổi liều lượng vôi. Ở bước 1 chỉ tiến hành một lần và chỉ theo dõi thông số độ đục và pH của nước thải sau keo tụ. Bước 2 tiến hành ba lần lặp lại và chỉ theo dõi thông số COD của nước thải sau keo tụ.



Hình 10: Biến thiên pH và độ đục của nước thải sau khi xử lý bằng FeCl₃ có kết hợp vôi ở các liều lượng khác nhau

pH có xu hướng tăng khi liều lượng vôi tăng do vôi đã tạo hệ đệm tốt và trung hòa các gốc a-xít sinh ra trong quá trình keo tụ.

Khi bổ sung vôi độ đục của nước thải giảm mạnh. Ở liều lượng vôi 200 mg/L độ đục nước thải thấp nhất, độ đục tăng trở lại khi tăng dần liều lượng vôi; điều này là do liều lượng vôi cao sẽ làm tăng chất hòa tan và kết tủa trong nước thải.

Mặc dù, liều lượng vôi 200 mg/L và 400 mg/L cho độ đục đầu ra thấp nhưng pH của nước thải sau xử lý quá trình keo tụ thấp hơn 6,5 không đủ điều kiện để đưa vào công đoạn xử lý sinh học. Do đó, để đảm bảo pH thích hợp cho quá trình xử lý sinh học và để đảm bảo lượng alkalinity cho quá trình ni-trat hóa [cần khoảng 8,64 mg HCO₃⁻ cho 1 mg

a-môn bị ô-xy hóa (Lê Hoàng Việt & Nguyễn Võ Châu Ngân, 2014), liều lượng vôi được chọn cho các thí nghiệm về sau là 600 mg/L.

Ở bước 2 liều lượng vôi sử dụng biến thiên xung quanh liều lượng 600 mg/L, thí nghiệm được tiến hành 3 lần lặp lại. Khi tăng liều lượng vôi từ 500 lên 700 mg/L nồng độ COD giảm. Hiệu quả xử lý COD tăng nhiều khi tăng liều lượng vôi từ 500 mg/L lên 600 mg/L (tăng thêm 5,76%), tuy nhiên khi tăng liều lượng vôi từ 600 mg/L lên 700 mg/L thì hiệu quả xử lý COD chỉ tăng thêm 0,82%. Kết quả phân tích thống kê cho thấy COD có sự khác biệt có ý nghĩa (5%) giữa ba liều lượng vôi khác nhau; giữa 600 mg/L và 700 mg/L COD không khác biệt có ý nghĩa (5%).

Bảng 3: Giá trị COD (mg/L) trước và sau quá trình keo tụ bằng FeCl₃ kết hợp vôi

Liều lượng vôi (mg/L)	COD đầu vào (mg/L)	COD đầu ra (mg/L)			Trung bình	Hiệu suất (%)
		Lần 1	Lần 2	Lần 3		
500	1987,63	658,87	632,55	627,73	639,72±16,76	67,82
600	1987,63	516,6	523,67	535,33	525,20±9,46	73,58
700	1987,63	509,68	503,53	513,34	508,85±4,96	74,40

Tổng hợp kết quả các thí nghiệm FeCl₃ được chọn làm chất keo tụ, liều lượng sử dụng là 400 mg/L FeCl₃ kết hợp với 600 mg/L CaCO₃.

3.4 Kết quả thí nghiệm trên mô hình

Mô hình được vận hành liên tục theo 02 nghiệm thức lắng không có keo tụ và keo tụ kết hợp lắng. Liều lượng hóa chất sử dụng là liều lượng lựa chọn từ phần trên. Vận hành mô hình đến khi hoạt động ổn định rồi tiến hành lấy mẫu để phân tích các chỉ tiêu cần theo dõi, lấy mẫu 3 lần, mỗi lần cách nhau 1 giờ.

Kết quả cho thấy nồng độ ô nhiễm của nước thải đầu vào rất cao. Khi vận hành mô hình không có hóa chất tuy hiệu suất loại bỏ SS khá cao (56,61%) nhưng lượng SS còn lại rất lớn 205 mg/L > 150 mg/L không phù hợp đưa vào hệ thống xử lý sinh học. Do lượng SS giảm đáng kể nên BOD và COD đầu ra giảm khá nhiều nhưng vẫn còn rất lớn, khi lắng không có hóa chất TKN, TP giảm rất ít. Bên cạnh đó, màu của nước thải vẫn còn.

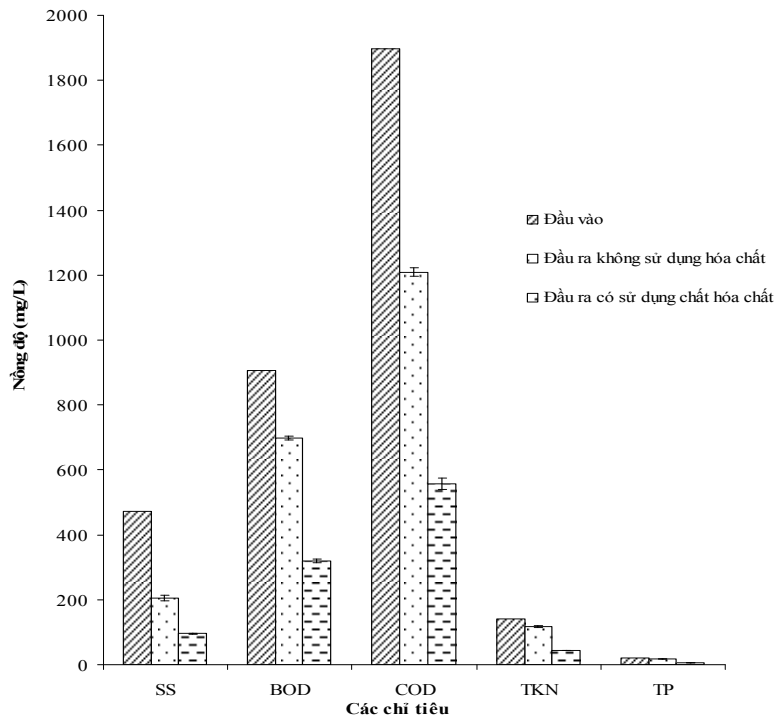
Khi vận hành mô hình ở liều lượng 400 mg/L FeCl₃ (có bổ sung 600 mg/L vôi) hiệu suất xử lý

tăng lên đáng kể thể hiện qua: hiệu suất xử lý SS là 79,54%, lượng SS sau xử lý 96,67 mg/L < 150 mg/L có thể đưa vào hệ thống xử lý sinh học. Hiệu suất loại bỏ BOD, COD, TKN, TP khá cao, hiệu suất loại bỏ BOD là 64,75%, COD là 70,61%, TKN là 68,69%, TP là 71,33%. Hiệu suất loại bỏ TKN và TP cao do hiệu suất loại bỏ SS tăng cao dẫn theo N và P nằm trong các chất rắn bị loại bỏ thêm, các sản phẩm keo tụ hấp phụ NH₄⁺ và lắng xuống, phốt-pho bị kết tủa dưới dạng Fe(PO₄)₃.

Do hiệu suất loại bỏ COD cao hơn BOD nên tỷ

lệ BOD/COD sau lắng tăng lên. Tỷ lệ BOD/COD sau lắng có keo tụ và không keo tụ là 0,57 so với tỷ lệ BOD/COD của nước thải đầu vào là 0,47; tỷ lệ BOD/COD cao sẽ nâng cao hiệu quả xử lý sinh học. Tỷ lệ của nước thải sau keo tụ BOD : TKN : TP = 100 : 13,6 : 1,8 đủ để đảm bảo dưỡng chất N và P cho các vi sinh vật trong hệ thống xử lý sinh học.

Kết quả phân tích thống kê cho thấy các chỉ tiêu so sánh theo cặp giữa lắng có keo tụ và không có keo tụ đều khác biệt có ý nghĩa (mức 5%).



Hình 11: Nồng độ các chỉ tiêu ô nhiễm trước và sau xử lý không sử dụng hóa chất và sử dụng 400 mg/L FeCl₃ kết hợp 600 mg/L vôi

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Một số kết luận rút ra từ kết quả nghiên cứu như sau:

- Phèn sắt FeCl₃.6H₂O thích hợp để keo tụ nước thải lò giết mổ.
- Nên sử dụng phèn sắt kết hợp với vôi để nâng cao hiệu quả xử lý và cho pH đầu ra nằm trong khoảng thích hợp cho quá trình xử lý sinh học theo sau.
- Vận hành mô hình ở liều lượng phèn 400 mg/L kết hợp với 600 mg/L vôi cho hiệu quả

xử lý cao gần tương đương với kết quả Jarrest. Nước thải đầu ra của mô hình thích hợp để tiếp tục xử lý bằng biện pháp sinh học. Điều này chứng tỏ kết quả nghiên cứu có thể ứng dụng vào thực tế.

4.2 Đề xuất

- Nghiên cứu chi mới thực hiện trên hai loại phèn FeCl₃ và Al₂(SO₄)₃. Cần tiến hành trên nhiều loại hóa chất keo tụ khác để có thêm nhiều lựa chọn hơn.
- Nghiên cứu thêm việc sử dụng các loại polymer trợ keo tụ để so sánh hiệu quả và giá thành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA, AWWA & WEF (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
2. ASTM - American Society for Testing and Materials (1995). Standard practice for coagulation - flocculation jar test of water E1-1994 R(1995), D 2035-80. In Annual book of ASTM standards, volume 11.02.
3. Banks C. J. & Wang Z (2006). Treatment of Meat Wastes. In Waste treatment in the food processing industry / edited by Lawrence K. Wang *et al.* CRC Press - Taylor & Francis Group.
4. Johns M. R. (1995). Developments in wastewater treatment in the meat processing industry: A review. *Bioresource Technology*, vol 54, (1995), 203-216. Elsevier Science.
5. Kiely G. (1997). Environmental engineering. McGrawHill.
6. Kỹ Quang Vinh (1999). Báo cáo phương án cải tạo hệ thống xử lý nước thải lò giết mổ gia súc TP. Cần Thơ. Trường Đại học Cần Thơ.
7. Lê Hoàng Việt và Nguyễn Võ Châu Ngân (2014). Giáo trình Kỹ thuật xử lý nước thải. NXB Đại học Cần Thơ.
8. Lê Văn Cát (2007). Xử lý nước thải giàu hợp chất Nitơ và Phospho. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Hà Nội.
9. Lương Đức Phẩm (2009). Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học. NXB Giáo dục.
10. Mahtab A., M. Tariq, T. Shafiq, & A. Nasir (2009). Coagulation/adsorption combined treatment of slaughterhouse wastewater. *Journal of desalination and waste treatment*. Taylor – Francis group.
11. Metcalf & Eddy (1991). Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. McGrawHill.
12. Sanchis M. I. A., Jod Sez, Mercedes Uorbns, Antonio Soler, & Juan F. Oltuiio (2003). Particle Size Distribution in Slaughterhouse Wastewater Before and After Coagulation-Flocculation. *Environmental Progress* (V01.22, No.3).
13. US Army Corps of Engineers (2001). Engineering and design: Precipitation/Coagulation/ Flocculation. EM 1110-1-4012.