



ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ TUYỂN NỒI ĐIỆN HÓA NƯỚC THẢI CHẾ BIẾN CÁ DA TRON

Lê Hoàng Việt¹, Doãn Thị Ngọc Mai¹, Đào Tấn Phương¹ và Nguyễn Võ Châu Ngân¹

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

Thông tin chung:

Ngày nhận: 12/03/2015

Ngày chấp nhận: 17/08/2015

Title:

Evaluating the efficiency of electro-flotation of cat-fish processing wastewater

Từ khóa:

Nước thải chế biến cá da trơn, tuyển nổi điện hóa

Keywords:

Cat-fish processing wastewater, electroflotation

ABSTRACT

This study was to evaluate technical feasibility of the electro-flotation method as a primary treatment unit in wastewater treatment system at cat-fish processing enterprises. Four experiments were carried out to select suitable operational parameters for electro-flotation unit. The results at the lab-scale model operated at 45° inclined angle electrode, 486 cm² effective electrode area, 1 cm electrodes distance, and 30 minutes hydraulic retention time showed that the removal efficiency of SS, COD, BOD, TKN, P_{total} were 83.2%; 76.8%; 68.28%; 66.92% and 71.36%, respectively. The effluent from electro-flotation process met the criteria of wastewater loaded to further biological treatment unit.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành để đánh giá tính khả thi về mặt kỹ thuật của việc áp dụng phương pháp tuyển nổi điện hóa ở công đoạn xử lý sơ cấp trong hệ thống xử lý nước thải tại các cơ sở chế biến cá da trơn. Bốn thí nghiệm đã được tiến hành để lựa chọn các thông số vận hành thích hợp. Kết quả vận hành mô hình bể tuyển nổi điện hóa với các thông số được chọn như góc nghiêng điện cực 45°, diện tích bản điện cực 486 cm², khoảng cách điện cực 1 cm, thời gian lưu nước 30 phút cho kết quả loại bỏ SS, COD, BOD, TKN, P_{tổng} lần lượt là 83,2%; 76,8%; 68,3%; 66,9% và 71,4%. Nước thải sau tuyển nổi đạt yêu cầu đưa vào công đoạn xử lý sinh học phía sau.

1 GIỚI THIỆU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có tiềm năng lớn để phát triển nông nghiệp, đặc biệt là nuôi trồng và đánh bắt thủy sản. Trong những năm qua, sản lượng thủy sản nuôi trồng, khai thác của vùng ĐBSCL liên tục tăng, trong đó riêng sản lượng thủy sản nuôi chiếm hơn 65% tổng sản lượng thủy sản nuôi của cả nước (Đỗ Văn Thông, 2012). Sản lượng thủy sản tăng nhanh đã thúc đẩy sự phát triển của các cơ sở chế biến thủy sản xuất khẩu, góp phần phát triển kinh tế nước nhà và giải quyết vấn đề việc làm cho nhiều người lao động. Tuy nhiên bên cạnh các lợi ích, loại hình chế biến này cũng gây ra những tác động tiêu cực đến môi trường.

Theo Nguyễn Thế Đồng *et al.* (2011) nguồn gây ô nhiễm chính của các cơ sở chế biến thủy sản là nước thải từ quá trình sản xuất có nồng độ SS, COD, BOD₅, tổng ni-tơ và phốt-pho cao. Nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải phụ thuộc vào nguyên liệu thô (tôm, cá, mực, cua...) và lượng nước tiêu thụ trong quá trình sản xuất (cá da trơn từ 5 - 7 m³/tấn sản phẩm), đặc biệt nước thải từ chế biến cá da trơn có nồng độ dầu, mỡ cao từ 250 mg/L đến 830 mg/L. Với thành phần nước thải như thế, xử lý sinh học là công đoạn chính của qui trình xử lý nước thải. Tuy nhiên, đối với nước thải có nồng độ SS, BOD₅... đòi hỏi công đoạn xử lý sơ cấp có hiệu suất cao để nước thải sau xử lý đủ điều kiện vào hệ thống xử lý sinh học.

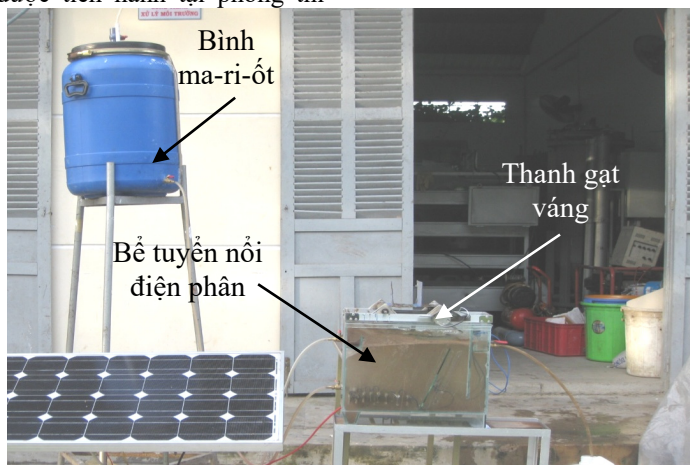
Hiện nay, xử lý sơ cấp nước thải bằng bể tuyển nổi được ứng dụng khá rộng rãi vì nó có vận tốc lắng chậm trong một thời gian ngắn giúp loại bỏ dầu mỡ, các hạt chất rắn nhỏ (Gerard, 1997). Bên cạnh đó, quá trình keo tụ điện hóa đã được nghiên cứu để xử lý nước thải của lò giết mổ (Budiyono *et al.*, 2010), nước thải thuộc da (Murugananthan *et al.*, 2004), loại bỏ dầu mỡ, tăng hiệu quả loại bỏ SS và COD trong nước thải (Mohammed *et al.*, 2010; Othman *et al.*, 2006; Ni'am *et al.*, 2007) và nhiều ứng dụng khác. Ở Việt Nam, các công bố về lĩnh vực này chưa nhiều, các công trình của Hồ Văn Khánh (2004) và Nguyễn Thị Hương (2009) cũng chỉ mới tập trung vào cơ sở của quá trình keo tụ điện hóa.

Nghiên cứu “Đánh giá hiệu quả tuyển nổi điện hóa nước thải chế biến cá da trơn” được tiến hành ở qui mô phòng thí nghiệm để nghiên cứu một số thông số ảnh hưởng đến việc ứng dụng phương pháp này.

2 PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN

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

Các thí nghiệm được tiến hành tại phòng thí



Hình 1: Các bộ phận của mô hình thí nghiệm

2.3 Phương pháp tiến hành thí nghiệm

Bốn thí nghiệm (TN) định hướng được thực hiện nhằm xác định các thông số thích hợp vận hành mô hình gồm: góc nghiêng điện cực (GNĐC) so với phương ngang, diện tích bản điện cực (DTBĐC), khoảng cách điện cực (KCBĐC), thời gian lưu nước (TGL). Độ đục và COD được chọn phân tích trong các thí nghiệm này.

Các thông số lựa chọn từ TN định hướng sẽ được sử dụng để tiến hành thí nghiệm chính thức

thí nghiệm (PTN) Xử lý Nước, các chỉ tiêu theo dõi được phân tích tại PTN Hóa Kỹ thuật Môi trường của Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ, trong khoảng thời gian từ 8/2014 đến 12/2014.

Đối tượng thí nghiệm là nước thải lấy từ hồ thu nước thải tập trung tại các thời điểm tiếp nhận và cất tiết cá (sáng từ 7 - 8 giờ; chiều từ 14 - 15 giờ) của Công ty Cổ phần Thủy sản Mekong, lô 24 Khu Công nghiệp Trà Nóc, quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ.

2.2 Mô hình hệ thống tuyển nổi sử dụng cho các thí nghiệm

Mô hình hệ thống tuyển nổi bao gồm:

- Bể tuyển nổi làm bằng kính có kích thước dài × rộng × cao là 41 cm × 12 cm × 30 cm, dưới đáy bể có giá đặt các điện cực; phía trên bể có hệ thống gạt váng vận hành bằng mô-tơ điện một chiều.
- Bình ma-ri-ốt để cung cấp nước thải cho bể ở một lưu lượng ổn định. Các bộ phận chủ yếu của mô hình thí nghiệm được thể hiện ở Hình 1.

đánh giá hiệu quả xử lý sơ cấp nước thải bằng phương pháp tuyển nổi điện hóa. Cách bước tiến hành thí nghiệm được trình bày trong Hình 2.

2.4 Phương pháp và phương tiện phân tích các chỉ tiêu

Nước thải trước và sau tuyển nổi được tiến hành đo đạc và phân tích các chỉ tiêu gồm độ mặn, độ dẫn điện, độ đục, pH, DO, SS, BOD₅, COD, TKN, P_{tổng} theo các qui trình hướng dẫn bởi APHA, AWWA & WEF (2005).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

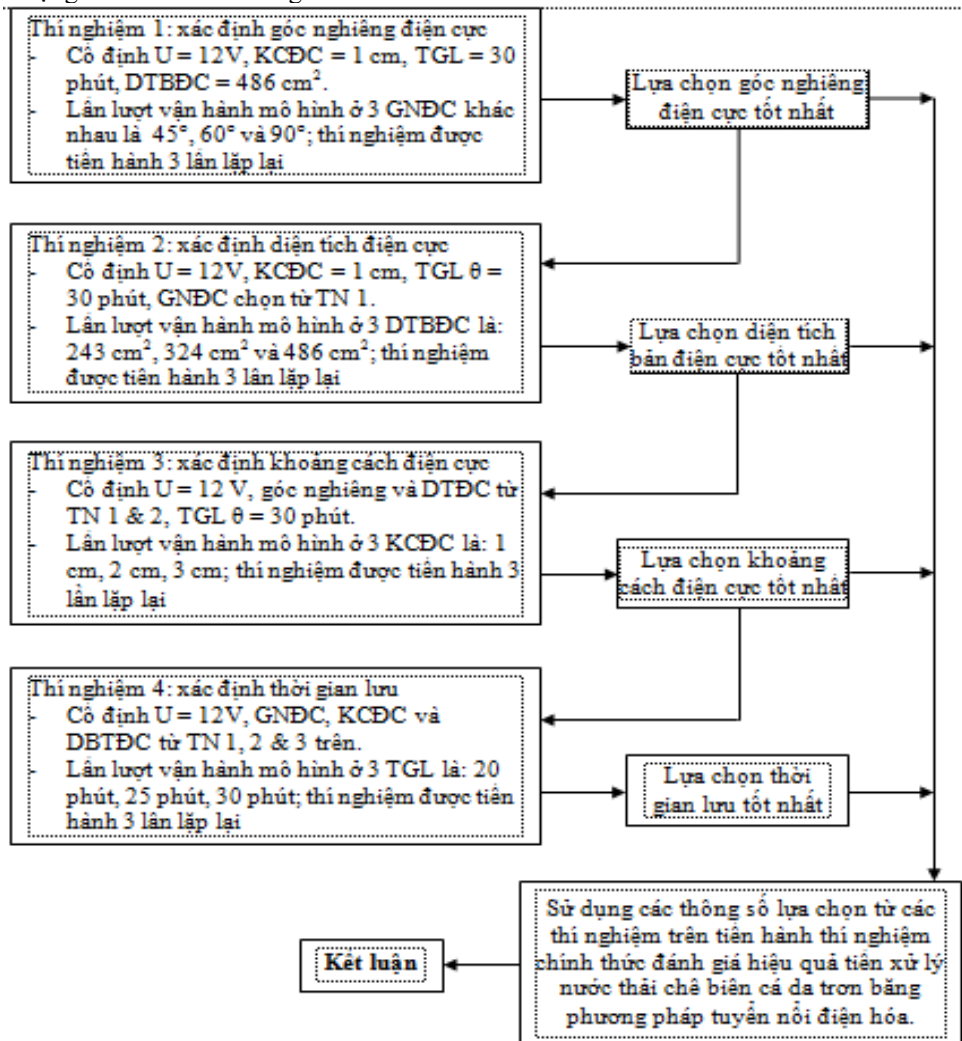
3.1 Đặc điểm hóa lý của nước thải

Kết quả lấy và phân tích mẫu trong 3 ngày liên tiếp cho thấy nước thải thí nghiệm có nhiều máu, cặn lơ lửng, dầu mỡ và có mùi tanh, pH = $7,17 \pm 0,15$, do vậy nhôm được chọn làm điện cực để tiến hành các thí nghiệm (Trần Hiếu Nhuê, 2001).

Hàm lượng dầu mỡ 147 mg/L và SS là

702 mg/L khá cao, nếu đưa trực tiếp vào hệ thống xử lý sinh học sẽ làm giảm hiệu quả xử lý. Nồng độ BOD₅ = $970,28 \pm 65,64$ mg/L cao hơn nồng độ thích hợp để đưa vào bể bùn hoạt tính truyền thống.

Tổng hợp các yêu cầu đối với các chỉ tiêu SS, dầu mỡ, BOD₅, COD, TKN, P_{tổng} thì tuyển nổi điện hóa là giải pháp thích hợp để giảm tải cho hệ thống xử lý sinh học.



Hình 2: Các bước tiến hành thí nghiệm

Bảng 1: Thành phần nước thải của công ty cổ phần thủy sản Mekong

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị trung bình (n = 3)	QCVN 11:2008/BTNMT (cột A)
pH	-	7,17 ± 0,15	6 - 9
SS	mg/L	702,39 ± 6,02	50*
Độ đục	NTU	266,11 ± 12,67	-
BOD ₅	mg/L	970,28 ± 65,64	30
COD	mg/L	1724,45 ± 40,39	50
TKN	mg/L	120,86 ± 17,36	30
P _{tổng}	mg/L	28,26 ± 6,61	4*
Dầu mỡ	mg/L	147,00 ± 27,18	10
Alkalinity	mgCaCO ₃ /L	343,33 ± 92,92	-

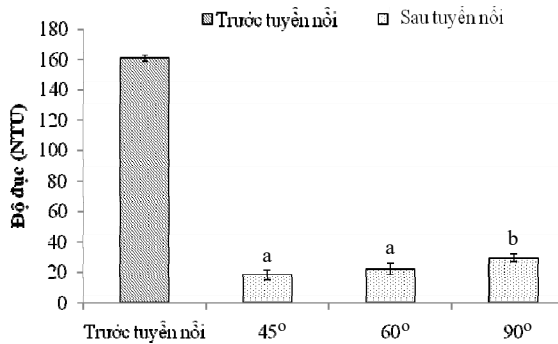
Ghi chú: * QCVN 40:2011/BTNMT

3.2 Các thí nghiệm định hướng

3.2.1 Xác định góc nghiêng điện cực thích hợp

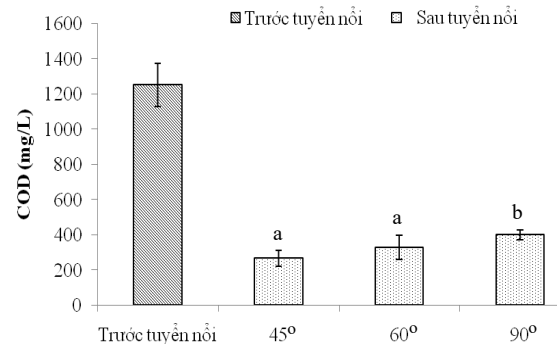
Thí nghiệm tiến hành với các thông số cố định gồm: DTBĐC 486 cm², hiệu điện thế 12 V, KCBĐC 1 cm và TGL 30 phút (ứng với tải lượng nạp nước bề mặt q = 8,33 L/m².phút). Thông số biến thiên GNĐC so với phương ngang là 45°, 60° và 90°. Thí nghiệm tiến hành trong 3 ngày, mỗi ngày vận hành khoảng 360 phút (khoảng 120 phút cho một góc nghiêng). Khi bề hoạt động ổn định cứ 30 phút vận hành lấy mẫu một lần để đo độ đục và phân tích COD.

Quan sát cho thấy ở góc nghiêng 45° bọt khí



xuất hiện nhiều và phân bố đều trong bể, lớp váng phía trên mặt nước dày và mịn; ở góc nghiêng 60° bọt khí nhiều, đều nhưng to hơn các bọt khí tạo bởi góc 45°, lớp váng dày nhưng loãng hơn; ở góc 90° các bọt khí lớn và phân bố không đều, lớp váng dày nhưng loãng.

Độ đục sau tuyển nổi tăng khi GNĐC biến thiên từ 45 - 90°, tuy nhiên không có sự khác biệt giữa góc 45° và 60° (p > 0,05). Chỉ tiêu COD cũng có khuynh hướng tương tự và các nghiệm thức góc 45° và 60° khác biệt có ý nghĩa (p < 0,05). Từ đó GNĐC 45° được lựa chọn để tiến hành thí nghiệm tiếp theo.



Hình 3: Độ đục và nồng độ COD của nước thải ở các GNĐC khác nhau

Ghi chú: các nghiệm thức khác chữ cái khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%

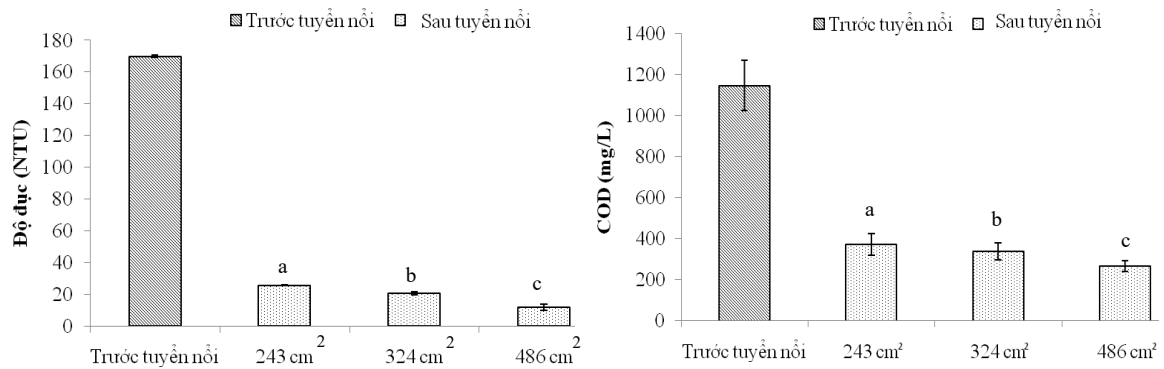
3.2.2 Xác định diện tích điện cực thích hợp

Thí nghiệm này tiến hành với các thông số: hiệu điện thế 12 V, TGL là 30 phút (ứng với tải lượng nạp nước bề mặt q = 8,33 L/m².phút), KCBĐC là 1 cm, GNĐC là 45°. DTBĐC thay đổi ở các diện tích thí nghiệm với 3 giá trị 243 cm², 324 cm², 486 cm² ứng với mật độ dòng điện lần lượt là 0,0142 A/cm², 0,0132 A/cm², 0,0105 A/cm².

Trong quá trình thí nghiệm bọt khí xuất hiện nhiều và mịn khi vận hành DTBĐC ở 486 cm². Ở

hai DTBĐC là 324 cm² và 243 cm² bọt khí xuất hiện ít hơn. Kết quả đo đạc cho thấy độ đục nước thải giảm khi DTBĐC tăng lên, cụ thể là giảm 84,9% đối với 243 cm²; 87,9% đối với 324 cm² và 93,1% đối với 486 cm².

Tương tự, nồng độ COD sau tuyển nổi giảm khi tăng DTBĐC, hiệu suất loại bỏ COD cụ thể 67,44% đối với 243 cm², 70,54% đối với 324 cm² và 76,7% đối với 486 cm². Kết quả phân tích thống kê cho thấy độ đục và COD trong nước thải sau tuyển nổi của các nghiệm thức có mật độ dòng điện khác nhau khác biệt có ý nghĩa (p < 0,05).



Hình 4: Độ đục và nồng độ COD của nước thải ở các DTBĐC khác nhau

Ghi chú: các nghiệm thức khác chữ cái khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%

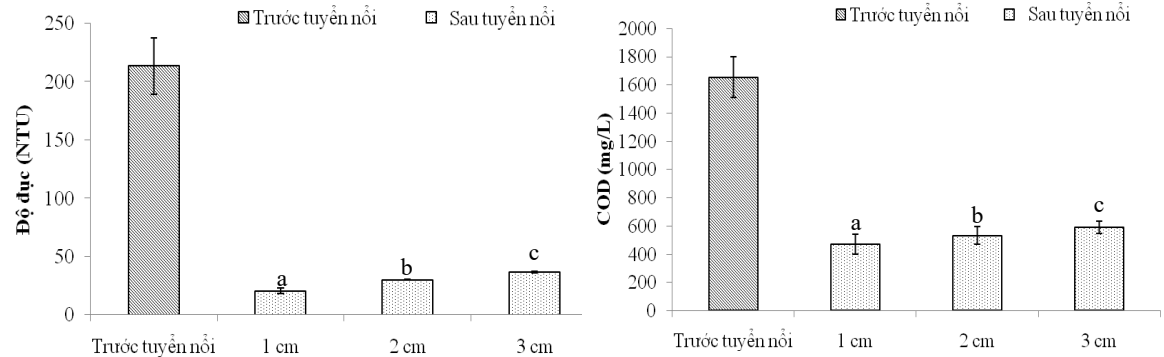
Bên cạnh đó, diện tích điện cực nhôm càng lớn thì bị tan càng nhiều. Sau thời gian lưu 30 phút điện cực nhôm diện tích 486 cm² bị tan 318,5 mg; 324 cm² tan 174,8 mg và 243 cm² tan 143,6 mg. Như vậy, hiệu suất xử lý tỉ lệ thuận với lượng nhôm hòa tan trong quá trình vận hành mô hình.

Từ kết quả này DTBĐC 486 cm² được chọn để

sử dụng trong thí nghiệm tiếp theo.

3.2.3 Xác định khoảng cách điện cực thích hợp

Trong thí nghiệm này thông số cố định gồm: hiệu điện thế 12 V, TGL 30 phút, DTBĐC là 486 cm², GNĐC là 45° (lựa chọn ở 2 thí nghiệm trước). KCBĐC thay đổi ở các khoảng cách thí nghiệm lần lượt là 1 cm, 2 cm và 3 cm.



Hình 5: Độ đục và nồng độ COD của nước thải ở các KCBĐC khác nhau

Ghi chú: các nghiệm thức khác chữ cái khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%

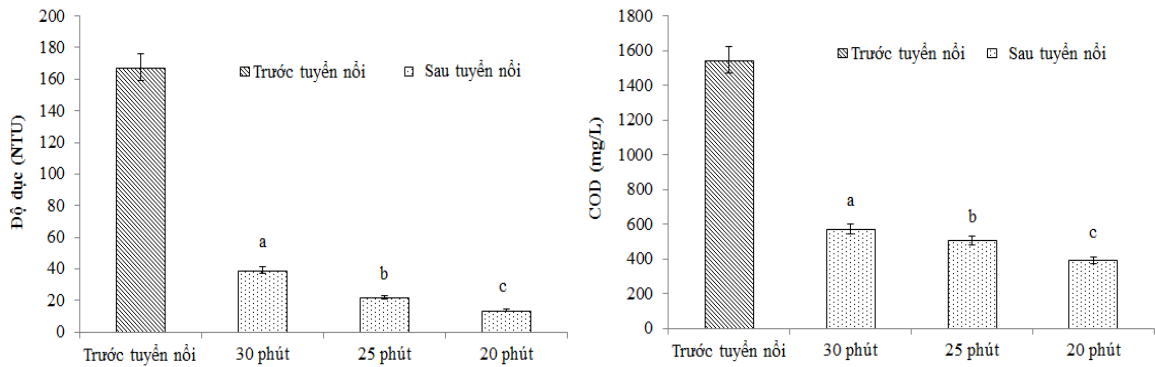
Trong quá trình vận hành bọt khí sinh ra nhiều nhất ở KCBĐC 1 cm tạo thành dòng khí xáo trộn mạnh các chất rắn. Ở KCBĐC 2 cm và 3 cm bọt khí xuất hiện ít và không mạnh như ở KCBĐC 1 cm. Kết quả phân tích độ đục và COD cho thấy khi tăng khoảng cách điện cực thì độ đục sẽ tăng lên, ứng với giảm hiệu suất loại bỏ độ đục, cụ thể ở KCBĐC là 1 cm hiệu suất làm giảm độ đục là 90,4%, so với 85,9% ở 2 cm và 82,9% ở 3 cm. Tương tự, nồng độ COD giảm khi KCBĐC giảm. Ở KCBĐC 1 cm hiệu quả loại bỏ COD là cao nhất.

Do hiệu suất xử lý có khuynh hướng giảm khi tăng khoảng cách điện cực nên không tiến hành thêm thí nghiệm ở khoảng cách điện cực lớn hơn 3 cm. Ở thí nghiệm này không giảm khoảng cách

dưới 1 cm do khi điện cực càng gần thì lượng điện tiêu thụ tăng, dễ gây sự cố chập điện làm hư hỏng thiết bị khi vận hành. Ngoài ra, điện năng tiêu thụ để xử lý 1 L nước thải của các KCBĐC khác nhau chênh lệch không đáng kể, cụ thể với khoảng cách 1 cm là 1,98 W/L, 2 cm là 1,86 W/L và 3 cm là 1,64 W/L; do đó KCBĐC 1 cm được chọn để tiến hành thí nghiệm tiếp theo.

3.2.4 Xác định thời gian lưu thích hợp

Trong thí nghiệm này các thông số cố định gồm: hiệu điện thế 12 V, GNĐC 45°, DTBĐC 486 cm², KCBĐC 1 cm (chọn từ các thí nghiệm trước). Thông số biến thiên là thời gian lưu nước trong bể tuyển nổi với các mức 20 phút, 25 phút và 30 phút (ứng với tải nạp nước bề mặt lần lượt là 12,50 L/m².phút; 10,00 L/m².phút và 8,33 L/m².phút).



Hình 6: Độ đục và nồng độ COD của nước thải ở các TGL khác nhau

Ghi chú: các nghiệm thức khác chữ cái khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%

Kết quả đo độ đục của nước thải giảm khi thời gian lưu tăng. Hiệu suất làm giảm độ đục tốt nhất ở TGL 30 phút đạt 91,83%, 86,88% ở TGL 25 phút và 76,67% ở TGL 20 phút. Tương tự, COD giảm khi tăng thời gian lưu. Hiệu suất loại COD cao nhất ở thời gian lưu 30 phút và thấp nhất ở 20 phút. Độ đục, COD và SS trong nước thải có liên hệ với nhau nên khi độ đục giảm thì SS và COD cũng giảm theo.

Từ hiệu suất loại độ đục và COD cũng như kết quả phân tích thống kê, thời gian lưu 30 phút được chọn để tiến hành thí nghiệm tiếp theo.

Qua 4 thí nghiệm đã thực hiện, các thông số vận hành thích hợp của bể tuyển nổi điện hóa là GNĐC 45°, DTBĐC 486 cm², KCĐC 1 cm, và TGL 30 phút được sử dụng làm thông số vận hành trong thí nghiệm chính thức xác định hiệu quả xử lý nước thải thủy sản bằng phương pháp tuyển nổi điện hóa.

3.3 Hiệu quả xử lý nước thải chế biến cá da trơn bằng phương pháp tuyển nổi điện hóa

Thí nghiệm này cố định các thông số đã chọn từ các thí nghiệm định hướng được tiến hành trong ba ngày: 04, 13 và 20/10/2014. Mỗi ngày thu mẫu nước thải sau tuyển nổi 3 lần, trong đó lần 1 sẽ được thu sau 40 phút vận hành mô hình, sau đó cách 30 phút lấy mẫu một lần cho hai lần thu mẫu còn lại. Cả 3 mẫu nước thải sau tuyển nổi được trộn lẫn với nhau để phân tích như là kết quả của mẫu nước đầu ra.

Hiệu quả loại bỏ SS của phương pháp tuyển nổi điện hóa khá cao đạt 83,2%, nồng độ SS sau tuyển nổi đủ điều kiện đưa vào công đoạn xử lý sinh học tiếp theo (< 150 mg/L). COD đạt hiệu suất xử lý 76,8%. Các hiệu suất này phần nào chênh lệch với các kết quả thực hiện bởi Butler *et al.* (2011), tuy nhiên sự khác biệt này chủ yếu là do khác điều kiện vận hành cũng như khác loại nước thải xử lý.

Bảng 2: Nồng độ nước thải trước và sau tuyển nổi bằng phương pháp tuyển nổi điện hóa

Chỉ tiêu	Trước tuyển nổi (n = 3)	Sau tuyển nổi (n = 3)
pH	7,34 ± 0,10	7,49 ± 0,14
DO (mgO ₂ /L)	0,95 ± 0,02	3,11 ± 0,07
SS (mg/L)	575,78 ± 126,84	96,44 ± 13,51
COD (mg/L)	1717,33 ± 66,61	398,22 ± 26,85
BOD ₅ (mg/L)	1025,83 ± 124,75	325,39 ± 43,20
TKN (mg/L)	155,37 ± 17,67	51,39 ± 6,78
P _{tổng} (mg/L)	20,21 ± 13,26	5,84 ± 3,77
Alkalinity (mgCaCO ₃ /L)	343,33 ± 92,92	283,33 ± 76,38

Hiệu suất loại bỏ TKN là 66,9%, P_{tổng} là 71,4% TKN, BOD₅ là 68,3% giúp giảm tải rất lớn cho hệ thống xử lý sinh học phía sau. BOD₅ đầu ra là 325 mg/L < 500 mg/L đủ yêu cầu đưa vào bể bùn hoạt tính truyền thống để xử lý tiếp phía sau. Sau quá trình xử lý tỉ số BOD₅/COD từ 0,60 đã tăng lên

thành 0,81 giúp cải thiện hiệu quả công đoạn xử lý sinh học. Thêm vào đó, DO trong nước sau tuyển nổi tăng từ 0,95 mg/L lên 3,11 mg/L giúp tiết kiệm chi phí năng lượng nếu công đoạn tiếp theo là xử lý sinh học hiếu khí. Đây là một lợi điểm của phương pháp tuyển nổi so với phương pháp keo tụ hóa học.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Trong nghiên cứu này với các thông số vận hành được lựa chọn là điện cực nhôm với GNĐC 45°, DTBĐC là 486 cm², KCĐC là 1 cm, TGL 30 phút và hiệu điện thế là 12 V, bể tuyển nổi điện hóa dùng để xử lý nước thải chế biến cá da trơn cho hiệu suất loại bỏ SS, COD, BOD₅, TKN, P_{tổng} lần lượt 83,2; 76,8; 68,3; 66,9 và 71,4%. Sau quá trình tuyển nổi nồng độ DO trong nước tăng lên, giúp giảm chi phí vận hành cho công đoạn xử lý sinh học hiếu khí tiếp theo. Như vậy, phương pháp tuyển nổi điện hóa là một biện pháp khả thi để xử lý sơ cấp nước thải chế biến cá da trơn đạt yêu cầu đầu vào hệ thống xử lý sinh học.

Để có thể áp dụng kết quả này vào thực tiễn nên tiến hành thêm các nghiên cứu:

- Nghiên cứu khảo sát thêm những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tuyển nổi điện hóa như kích thước, số lượng các bọt khí, loại kim loại làm điện cực...

- Nghiên cứu bổ sung chất keo tụ với liều lượng thích hợp nhằm tăng khả năng loại bỏ SS cũng như các thành phần khác trong nước thải thủy sản.

- Nghiên cứu áp dụng phương pháp tuyển nổi điện hóa để xử lý sơ bộ cho các loại nước thải khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. APHA, AWWA & WEF, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington DC.
2. Budiyo, Widiastuti I.N, Johari S., 2010. Study on Treatment of Slaughterhouse Wastewater by Electro-coagulation Technique. Internat. J. of Sci. and Eng. Vol. 1(1):25-28, July 2010.
3. Butler E., Yung-Tse Hung, Ruth Yu-Li Yeh, Mohammed Suleiman Al Ahmad, 2011. Electrocoagulation in Wastewater Treatment. Water 2011, 3, 495-525

4. Đỗ Văn Thông, 2012. Hội thảo “Xúc tiến đầu tư vào lĩnh vực thủy hải sản vùng ĐBSCL”, Tạp chí Thương mại thủy sản. Số 156, 12/2012.
5. Gerard K., 1996. Environmental Engineering. Mc.Graw-Hill.
6. Hồ Văn Khánh, 2004. Nghiên cứu ứng dụng dòng điện xoay chiều trong xử lý nước thải dệt nhuộm. NXB Viện Hóa học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
7. Mohammed A.A., Al-Gurany A.J.M, 2010. Separation of oil from O/W emulsion by electroflotation technique. Journal of Engineering.
8. Muruganathan M., G. Bhaskar Raju, S. Prabhakar, 2004. Separation of pollutants from tannery effluents by electro flotation. Separation and Purification Technology.
9. Nguyễn Thế Đồng, Trần Hiếu Nhuệ, Cao Thế Hà, Nguyễn Thị Thiên Phương, Đỗ Thanh Bái, Nguyễn Phạm Hà, Nguyễn Thị Phương Loan, Phạm Thị Kiều Oanh, 2011. Tài liệu kỹ thuật Hướng dẫn đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải và giới thiệu một số công nghệ xử lý nước thải đối với ngành Chế biến thủy sản - Dệt may - Giấy và bột giấy. Tổng Cục Môi trường.
10. Nguyễn Thị Hương, 2009. Hiệu quả xử lý nước thải dệt nhuộm của hai phương pháp đông tụ điện hóa và oxi hóa bằng hợp chất Fenton. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng. 6(35).
11. Ni'am M.F., F. Othman, J. Sohaili, Z. Fauzia, 2007. Electrocoagulation technique in enhancing COD and suspended solids removal to improve wastewater quality. Water Science & Technology. Vol 56 (7), pp 47-53.
12. Othman F, Sohaili J, Ni'am M.F, Fauzia Z, 2006. Enhancing suspended solids removal from wastewater using Fe electrodes. Malaysian Journal of Civil Engineering.
13. Trần Hiếu Nhuệ, 2001. Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp. NXB Khoa học và Kỹ thuật.