

## HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHẾ BIẾN THỦY SẢN BẰNG BỂ LỌC SINH HỌC HIỆU KHÍ NGẬP NƯỚC

Lê Hoàng Việt<sup>1</sup>, Nguyễn Võ Châu Ngân<sup>1</sup>, Tạ Hoàng Hộ<sup>1</sup> và Nguyễn Văn Phú<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 08/08/2015

Ngày chấp nhận: 17/09/2015

### Title:

Treatment efficiency of fish processing wastewater by submerged biological aerated filter

### Từ khóa:

Bể lọc sinh học hiếu khí ngập nước, nước thải chế biến cá da trơn

### Keywords:

Submerged aerated biological filter (SBAF), catfish processing wastewater

### ABSTRACT

This study implemented two lab-scale submerged biological aerated filters (SBAF) which were operated in co-current and counter-current of air and wastewater modes. The results showed that the SBAF is suitable to use for treating catfish processing wastewater, and the counter-current SBAF having higher pollutants removal efficiency than that of the co-current one. At the hydraulic retention time of 8 hours, organic loading rate of 0.0066 kgBOD/m<sup>2</sup>\*day, counter-current SBAF owning the COD, BOD<sub>5</sub>, TKN and TP removal efficiency of 97.12%, 98.58%, 95.65%, and 78.43%, respectively. The concentrations of these pollutants in the effluent reach the Vietnamese limit standard for discharge wastewater into stream according to the QCVN 11:2008/BTNMT and QCVN 40:2011/BTNMT (column A).

### TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện trên hai mô hình bể lọc sinh học hiếu khí giá thể ngập nước vận hành theo hai nguyên tắc khí - nước cùng chiều và khí - nước ngược chiều. Các kết quả nghiên cứu cho thấy bể lọc sinh học hiếu khí giá thể ngập nước thích hợp để xử lý nước thải chế biến cá da trơn, trong đó loại khí - nước ngược chiều cho hiệu quả xử lý cao hơn loại khí nước cùng chiều. Ở thời gian lưu 8 giờ, tải nạp chất hữu cơ 0,0066 kg BOD/m<sup>2</sup>\*ngày, bể lọc sinh học có dòng khí - nước ngược chiều cho hiệu suất loại bỏ COD, BOD<sub>5</sub>, TKN, và TP lần lượt là 97,12%, 98,58%, 95,65%, 78,43%. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải đầu ra đạt qui chuẩn xả thải của QCVN 11:2018/BTNMT và QCVN 40:2011/BTNMT (cột A).

## 1 GIỚI THIỆU

Chế biến thủy sản là một trong những ngành công nghiệp mũi nhọn của nước ta, theo Tổng cục Thống kê Việt Nam (2014), vào năm 2013 toàn quốc có 570 cơ sở chế biến thủy sản với quy mô công nghiệp và hàng nghìn cơ sở chế biến gia công nhỏ lẻ, thủ công hộ gia đình với công suất chế biến khoảng 2,5 triệu tấn/năm. Bên cạnh các lợi ích kinh tế mà ngành công nghiệp này mang lại, nó cũng là một mối đe dọa đối với môi trường nước do nước thải chế biến thủy sản có nồng độ chất hữu cơ rất

cao, COD dao động trong khoảng 1.000 - 1.200 mg/L, BOD<sub>5</sub> từ 600 - 950 mg/L (Lâm Minh Triết và ctv., 2006).

Để xử lý loại nước thải này Nguyễn Thế Đồng và ctv. (2011) đã giới thiệu các qui trình xử lý tiêu biểu, trong đó công đoạn xử lý chính và quyết định đến hiệu suất xử lý chung của toàn hệ thống là công đoạn xử lý sinh học. Khâu xử lý sinh học đang được áp dụng đối với ngành chế biến thủy sản bao gồm qui trình sinh học hiếu khí, hay kết hợp qui trình yếm khí và hiếu khí. Hiện nay, hầu hết

các hệ thống xử lý nước thải ở các xí nghiệp chế biến thủy sản sử dụng bể bùn hoạt tính hay bể UASB kết hợp với bể bùn hoạt tính. Tuy nhiên, việc sử dụng bể bùn hoạt tính có một nhược điểm là tốn nhiều diện tích và vấn đề bùn khối khó lắng trong quá trình vận hành. Do đó, người ta đã nghiên cứu bể lọc sinh học hiếu khí ngập nước (LSH) để khắc phục các nhược điểm này (Osorio & Hontoria, 2002). Theo Nguyễn Văn Phước (2007), LSH là thiết bị được bố trí đệm và cơ cấu phân phối nước cũng như không khí, trong đó nước thải được lọc qua lớp vật liệu ngập trong nước được bao phủ bởi lớp màng vi sinh vật. Hệ vi khuẩn trong màng sinh học thường có hoạt tính cao hơn vi khuẩn trong bùn hoạt tính giúp gia tăng hiệu quả xử lý nước thải.

Nghiên cứu “Hiệu quả xử lý nước thải chế biến thủy sản bằng bể lọc sinh học hiếu khí ngập nước” được tiến hành nhằm khai thác những ưu điểm của công nghệ sinh trưởng bám dính trong bể hiếu khí để nâng cao hiệu quả xử lý nước thải chế biến cá da trơn, làm cơ sở cho việc đưa ra các đề xuất công nghệ xử lý nước thải của các nhà máy chế biến cá da trơn.

## 2 PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU

### 2.1 Địa điểm và thời gian thực hiện

Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 8/2014 đến tháng 12/2014. Các thí nghiệm trên mô hình bể lọc sinh học hiếu khí ngập nước (LSH) được thực hiện tại phòng thí nghiệm (PTN) Xử lý nước thuộc Bộ môn Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ.

### 2.2 Đối tượng nghiên cứu

Nước thải sử dụng trong các thí nghiệm là nước thải trong quá trình chế biến cá tra được lấy từ hồ thu nước tập trung của Công ty Cổ phần Thủy sản Mekong (Khu công nghiệp Trà Nóc 1, thành phố Cần Thơ) vào những thời điểm tập trung các hoạt động cắt tiết, ngâm và fillet (là thời điểm nước thải có nồng độ chất hữu cơ cao nhất). Nước thải lấy về PTN được tiến hành phân tích và chạy mô hình ngay để đảm bảo tính chính xác của kết quả nghiên cứu.

Nghiên cứu được thực hiện trên hai mô hình LSH có dòng khí - nước cùng chiều và khí - nước

ngược chiều bố trí theo sơ đồ đề xuất của Mendoza-Espinosa & Stephenson (1999). Giá thể sử dụng trong mô hình là ống luồn điện Polyvinyl Chloride - PVC (được sản xuất bởi Công ty TNHH SXTM Nguyễn Tiến Phát, 1162/1A Tỉnh lộ 10, Phường Tân Tạo, Quận Bình Tân, TP. HCM). Hai mô hình này có các đặc điểm cấu tạo như sau:

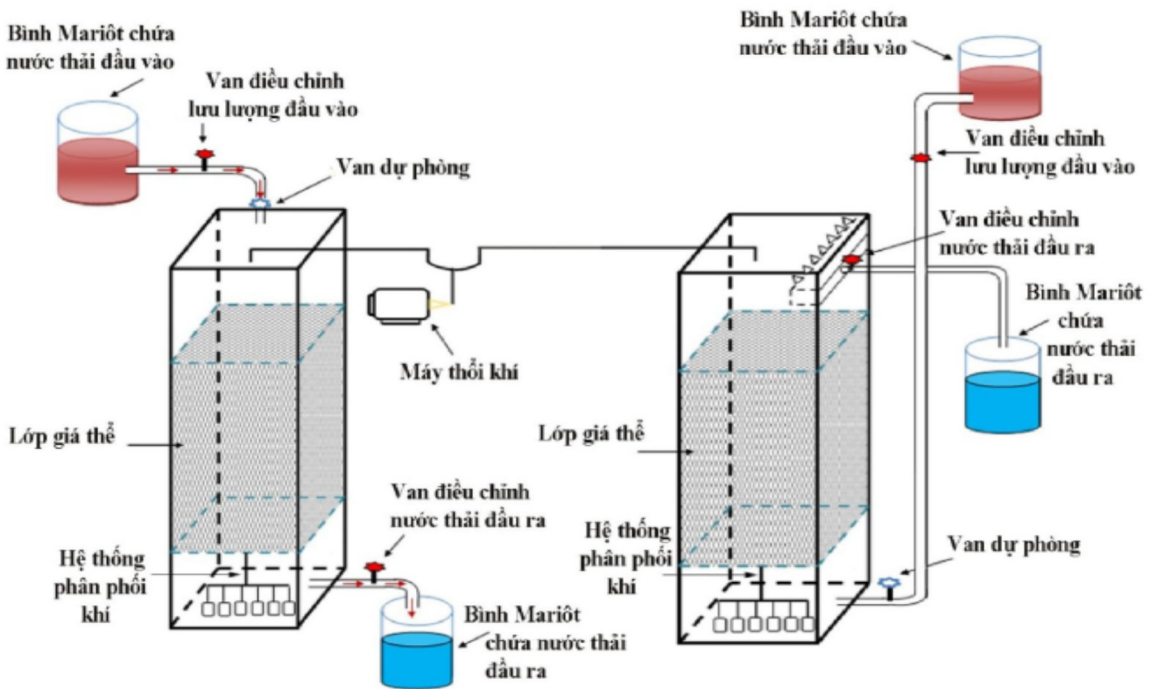
- Mô hình có hình trụ vuông đứng, mỗi cạnh 0,15 m.
- Chiều cao của mô hình là  $H = 1,2$  m, trong đó chiều cao công tác là  $H_{ct} = 1,15$  m.
- Thể tích tổng cộng của mô hình là  $V = 27$  L và thể tích làm việc là 26 L.

Bể LSH có dòng khí - nước cùng chiều hoạt động theo kiểu nước thải và không khí được cung cấp vào mô hình theo hướng từ dưới lên qua lớp vật liệu làm giá thể cho vi sinh vật, sau đó chảy tràn qua máng thu ra ngoài. Bể LSH có dòng khí - nước ngược chiều hoạt động theo chu trình nước thải được cung cấp từ trên xuống, không khí được cung cấp từ dưới lên, nước thải sau xử lý theo van xả ở phần dưới của mô hình chảy ra ngoài (Hình 1). Ngoài ra mô hình thí nghiệm hoàn chỉnh còn bao gồm các thiết bị phụ trợ khác như:

- Thiết bị sục khí gồm một máy thổi khí công suất 120 W, lưu lượng 120 L/phút sử dụng chung cho cả hai bể và hệ thống 6 ống phân phối khí dạng xương cá.
- Các ống dẫn nước thải đầu vào, đầu ra, ống phân phối nước.
- Hai bình Mariotte để cung cấp nước thải vào mô hình ở lưu lượng ổn định.
- Giá thể sử dụng trong thí nghiệm là ống luồn dây điện PVC được cắt thành từng đoạn dài 2,5 cm, giá thể chiếm một cột cao 0,7 m. Các đặc điểm của giá thể được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1: Các thông số kỹ thuật của giá thể ống luồn điện PVC**

Loại vật liệu	Polyvinyl Chloride (PVC)
Chiều dài đoạn giá thể (cm):	2,5
Độ rỗng (%):	89
Tổng diện tích bề mặt (m <sup>2</sup> ):	7,95



**Hình 1: Các thành phần chính trong mô hình bể LSH khí - nước ngược chiều (trái) và khí - nước cùng chiều (phải)**

**2.3 Các bước tiến hành nghiên cứu**

Nghiên cứu được tiến hành qua các bước:

- Lấy mẫu nước thải trong 3 ngày liên tục phân tích các chỉ tiêu cần thiết để đánh giá khả năng phân hủy sinh học và mức độ phù hợp của việc áp dụng biện pháp xử lý sinh học, đồng thời làm cơ sở để lựa chọn mốc thời gian lưu nước để tiến hành thí nghiệm.

- Vận hành mô hình để tạo màng sinh học trên các giá thể, theo dõi đến khi mô hình hoạt động ổn định.

- Tiến hành thí nghiệm với mốc thời gian lưu nước đã lựa chọn, lấy mẫu liên tiếp trong 03 ngày để đánh giá hiệu quả xử lý ở mốc thời gian lưu nước này.

- Dựa trên kết quả của thí nghiệm trước quyết định tăng hoặc giảm thời gian lưu nước và tiến hành tiếp thí nghiệm nhằm tìm ra thời gian lưu ngắn nhất mà mô hình có thể xử lý nước thải đạt các tiêu chuẩn xả thải hiện hành.

**2.4 Phương pháp và phương tiện phân tích**

Nước thải trước khi đi vào và sau khi ra khỏi mô hình bể LSH được phân tích các chỉ tiêu gồm pH, SS, COD, BOD<sub>5</sub>, TKN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TP theo các tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành 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.

Số liệu từ kết quả phân tích các mẫu nước được tổng hợp, vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel và tính toán thống kê bằng phần mềm thống kê IBM SPSS 20.0 để so sánh sai khác trung bình của các nghiệm thức.

**3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1 Đánh giá khả năng phân hủy sinh học của nước thải thí nghiệm**

Đối với nước thải thu gom từ nhà máy, về cảm quan nước thải có nhiều mỡ, mùi tanh, màu đỏ và hàm lượng cặn lơ lửng cao. Các kết quả phân tích các chỉ tiêu cần thiết được trình bày trong Bảng 2.

**Bảng 2: Đặc điểm của nước thải làm thí nghiệm**

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Nồng độ trung bình (n = 3)
1	pH	-	7,17 ± 0,15
2	DO	mg/L	0,66 ± 0,11
3	COD	mg/L	1724,45 ± 40,39
4	BOD <sub>5</sub>	mg/L	970,28 ± 65,64
5	SS	mg/L	702,39 ± 6,02
6	TKN	mg/L	120,86 ± 17,36
7	TP	mg/L	28,26 ± 6,61

Kết quả phân tích cho thấy pH của nước thải nằm trong khoảng trung tính và dao động rất ít ( $7,17 \pm 0,15$ ). Khoảng pH này thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật (VSV) nên trong quá trình vận hành không cần phải điều chỉnh pH của nước thải (Metcalf & Eddy, 2003).

Nồng độ SS khoảng  $702,39 \pm 6,02$  mg/L cao hơn mức phù hợp để đưa vào hệ thống xử lý sinh học là  $< 125$  mg/L đề xuất bởi Eckenfelder & Wesley (2000), do đó cần có các biện pháp xử lý sơ cấp để loại bỏ bớt SS trước khi đưa vào mô hình.

Theo các số liệu trong Bảng 2 có thể tính được tỉ lệ  $BOD_5/COD = 0,563$ , tỉ lệ  $BOD_5 : N : P = 100 : 12,5 : 2,9$ . Theo Lê Hoàng Việt & Nguyễn Võ Châu Ngân (2014), điều kiện thích hợp cho quá trình xử lý sinh học là tỉ lệ  $BOD_5/COD > 0,5$  và tỉ lệ  $BOD_5 : N : P = 100 : 5 : 1$ . Như vậy, nước thải chế biến cá tra thích hợp cho quá trình xử lý sinh học, tuy nhiên do lượng N và P cao hơn nhiều so với mức cần thiết nên phải chọn các hệ thống có

hiệu quả xử lý N và P cao để nồng độ các chất này sau khi xử lý không vượt ngưỡng cho phép. Thêm vào đó, nồng độ  $BOD_5$  trong nước thải khá cao ( $970,28 \pm 65,64$  mg/L), do đó, cần phải có một thời gian lưu nước đủ dài để có thể đưa nồng độ chất hữu cơ và các dưỡng chất này xuống dưới ngưỡng cho phép. Từ các lý do này thời gian lưu nước (HRT) là 8 giờ được chọn làm mốc để tiến hành thí nghiệm chính thức.

### 3.2 Diễn biến nồng độ COD trong giai đoạn tạo màng sinh học

Sau khi đánh giá khả năng phân hủy sinh học của nước thải, mô hình được vận hành liên tục trong 8 giờ bằng nước thải của nhà máy đã qua lọc bằng vải để loại bớt mỡ và chất rắn lơ lửng. Khi thấy trên giá thể xuất hiện một lớp màng màu vàng sậm, tiến hành lấy mẫu đầu vào và đầu ra của mô hình để phân tích COD nhằm đánh giá nhanh hiệu quả xử lý và xem hệ thống đã hoạt động ổn định hay chưa. Kết quả phân tích nồng độ COD đầu vào và đầu ra của hai mô hình trong 7 ngày liên tiếp từ ngày 15 - 21/9/2014 được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 3: Nồng độ COD trước và sau xử lý trong giai đoạn tạo màng sinh học ở HRT = 8 giờ**

Thời gian theo dõi	Nồng độ COD đầu vào (mg/L)	Bể LSH cùng chiều		Bể LSH ngược chiều	
		COD đầu ra (mg/L)	Hiệu suất xử lý (%)	COD đầu ra (mg/L)	Hiệu suất xử lý (%)
Ngày 1	1216,00	160,00	86,84	133,33	89,04
Ngày 2	1109,33	122,67	88,94	112,00	89,90
Ngày 3	1429,33	101,33	92,91	85,33	94,03
Ngày 4	1536,00	68,80	95,52	45,33	97,05
Ngày 5	1408,00	66,67	95,26	43,73	96,89
Ngày 6	1301,33	65,50	94,97	42,67	96,72
Ngày 7	1299,20	66,13	94,91	41,60	96,80

Các số liệu trong Bảng 3 cho thấy hiệu suất loại bỏ COD của hai mô hình tăng dần theo thời gian và ở 3 ngày cuối gần như ổn định. Điều này có thể do trong các ngày đầu lớp màng sinh học chưa đủ dày, mật độ vi khuẩn còn thấp nên hiệu quả xử lý thấp, đến các ngày cuối màng sinh học đã đủ dày, mật độ VSV cao nên hiệu suất loại bỏ COD cao và duy trì ở mức ổn định gần 97% đối với mô hình LSH có dòng khí - nước ngược chiều và gần 95% đối với mô hình khí - nước cùng chiều. Điều này một lần nữa khẳng định bể LSH hiếu khí ngập nước thích hợp để xử lý nước thải chế biến cá tra và thời gian lưu nước 8 giờ là thời gian lưu phù hợp để tiến

hành thí nghiệm chính thức.

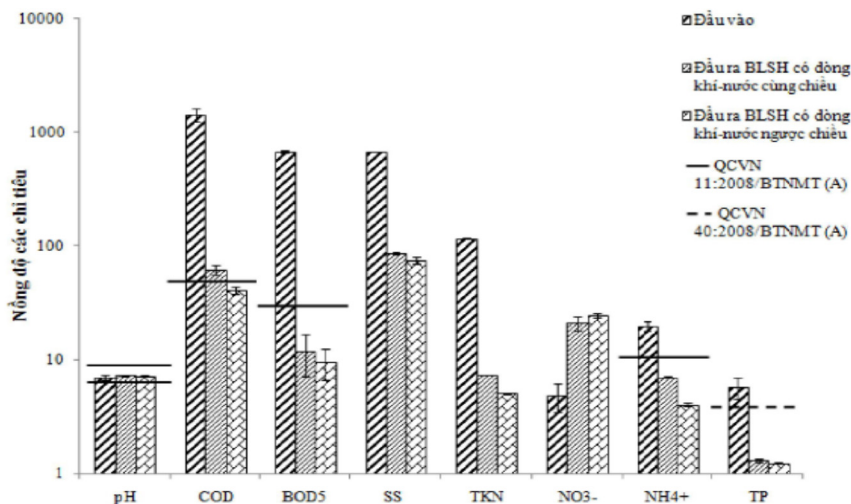
### 3.3 Hiệu quả xử lý nước thải chế biến cá tra của bể LSH ở HRT 8 giờ

Tiếp tục vận hành hai mô hình LSH với thời gian lưu nước là 8 giờ, ghi nhận, tính toán các thông số trong quá trình vận hành, thu mẫu nước thải đầu vào và phân tích các chỉ tiêu ô nhiễm chủ yếu để đánh giá hiệu quả xử lý của mô hình. Các thông số vận hành 02 mô hình này được trình bày trong Bảng 4.

Kết quả phân tích nồng độ các chỉ tiêu ô nhiễm trong 3 ngày liên tiếp ở HRT 8 giờ được trình bày trong Hình 2.

**Bảng 4: Các thông số vận hành mô hình ở HRT 8 giờ**

Thông số	Giá trị
Lưu lượng nước nạp vào bể:	0,078 m <sup>3</sup> /ngày
Thời gian lưu nước trong bể:	8 giờ
Tải nạp nước cho một đơn vị diện tích màng:	0,0098 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ngày
Tải nạp BOD <sub>5</sub> trung bình tính trên diện tích màng:	0,0066 kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> .ngày
Tải nạp BOD <sub>5</sub> trung bình tính trên thể tích hoạt động của bể:	2,024 kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> .ngày
Tải nạp COD trung bình tính trên diện tích màng:	0,014 kg COD/m <sup>2</sup> .ngày
Tải nạp COD trung bình tính trên thể tích hoạt động của bể:	4,27 kg COD/m <sup>3</sup> .ngày



**Hình 2: Nồng độ các chỉ tiêu theo dõi trước và sau xử lý ở HRT = 8 giờ**

Ghi chú: Giá trị trung bình ± SE, n=3

Trong Hình 2 các chỉ tiêu ô nhiễm của nước thải đầu ra được so sánh với QCVN 11:2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp chế biến thủy sản - gồm pH, COD, BOD<sub>5</sub>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; riêng chỉ tiêu TP được so sánh với QCVN 40:2011/ BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp); chỉ tiêu SS không so sánh với qui chuẩn vì đây là mẫu lấy ở đầu ra của mô hình LSH, chưa qua lắng thứ cấp; các chỉ tiêu TKN và N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> được đo đặc để theo dõi sự chuyển hóa ni-tơ trong hệ thống.

Về tổng thể ở HRT 8 giờ, hai mô hình LSH đạt hiệu suất xử lý rất cao và mô hình LSH khí - nước ngược chiều có hiệu quả xử lý cao hơn mô hình LSH khí - nước cùng chiều, nồng độ các chất ô nhiễm đầu ra của mô hình này đạt QCVN loại A, còn mô hình LSH khí - nước cùng chiều có chỉ tiêu COD đầu ra chỉ đạt loại B QCVN 11:2008/BTNMT. Điều này là do trong mô hình khí - nước ngược chiều hiệu quả truyền khối của ô-xy tốt hơn (Pramanik *et al.*, 2012).

*Đối với pH:* pH của nước thải đầu ra ở cả hai bể LSH đều nằm trong khoảng giới hạn cho phép của

QCVN và trong khoảng thích hợp cho VSV hoạt động. So với pH đầu vào, pH của nước thải đầu ra tăng do quá trình sục khí đã kéo theo CO<sub>2</sub> trong nước thải bay vào khí quyển, làm cho pH tăng; ngoài ra có thể do khí lớp màng sinh học phát triển dày, ô-xy trong nước khuếch tán vào trong màng sẽ giảm xuống dưới 1 mg/L tạo điều kiện cho quá trình khử ni-trát NO<sub>3</sub><sup>-</sup> thành N<sub>2</sub>, và tạo môi trường kiềm làm tăng pH. Mặc dù pH của nước thải sau xử lý có tăng nhưng vẫn nằm trong khoảng cho phép.

*Đối với chất hữu cơ:* nồng độ các chất hữu cơ (phản ánh qua nồng độ BOD<sub>5</sub> và COD) trong nước thải đầu vào rất cao và có biến động lớn, nhưng trong nước thải đầu ra giảm đáng kể và tương đối ít biến động. Nồng độ chất hữu cơ giảm mạnh là do quá trình ô-xy hóa sinh hóa các VSV đã sử dụng một phần chất hữu cơ để phân hủy (chủ yếu ở dạng hòa tan) để tổng hợp tế bào và phân hủy thành các chất khí và khoáng. Ngoài ra các chất hữu cơ dạng rắn lơ lửng bị hấp phụ trên bề mặt của lớp màng sinh học, vừa góp phần loại bỏ SS vừa làm cho BOD<sub>5</sub> và COD giảm. Kết quả phân tích thống kê

với kiểm định F cho thấy nồng độ COD, BOD<sub>5</sub> sau xử lý của mô hình LSH khí - nước ngược chiều thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với COD, BOD<sub>5</sub> sau xử lý của mô hình LSH khí - nước cùng chiều.

**Đối với SS:** nồng độ SS trong nước thải đầu vào rất cao nhưng trong nước thải đầu ra giảm rất nhiều. Hàm lượng SS trong nước thải đầu ra giảm là do một phần cặn lơ lửng được hấp phụ bởi lớp màng sinh học và một phần được giữ lại bởi giá thể. Hàm lượng SS đầu ra thấp góp phần làm giảm tải nạp chất rắn cho bể lắng thứ cấp. Kết quả phân tích thống kê với kiểm định F cho thấy nồng độ SS sau xử lý của hai mô hình LSH khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ), hiệu quả loại bỏ SS của bể LSH có dòng khí - nước ngược chiều cao hơn bể LSH có dòng khí - nước cùng chiều.

**Đối với TKN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:** kết quả phân tích cho thấy nồng độ TKN trong nước thải đầu vào khá cao và ít biến động, nồng độ ni-trát trong nước thải đầu vào thấp, điều này là do ni-tơ trong nước thải đầu vào chủ yếu nằm trong các hợp chất hữu cơ và a-môn. Trong quá trình phân hủy sinh học ni-tơ trong các hợp chất hữu cơ bị chuyển hóa đầu tiên thành NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, sau đó NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tiếp tục bị ô-xy hóa thành NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, và nếu trong bể có các khu vực thiếu khí (anoxic) thì NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sẽ bị khử thành khí N<sub>2</sub>. Hình 2 cho thấy nồng độ TKN và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> trong nước thải đầu ra đều giảm mạnh so với đầu vào, điều này cho thấy quá trình ni-trát hóa diễn ra rất mạnh chẳng những nó chuyển hóa lượng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> có sẵn trong nước thải còn chuyển hóa luôn các NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tạo thành từ quá trình chuyển hóa các ni-tơ trong hợp chất hữu cơ. Việc này được chứng minh thông qua việc tăng mạnh của hàm lượng ni-trát trong nước thải đầu ra. Đây cũng là một ưu điểm của của công nghệ màng sinh học, do các vi khuẩn ni-trát hóa có tốc độ tăng trưởng chậm bám vào màng sinh học, do đó thời gian tồn lưu của chúng trong bể đủ lớn để phát triển. Thêm vào đó trong các bể LSH ngập nước này các vi khuẩn ni-trát hóa thường xuất hiện ở phần dưới của khối giá thể, nơi ô-xy được cung

cấp đầy đủ, do đó hiệu quả ni-trát hóa rất cao (Pramanik *et al.*, 2012).

Các kết quả phân tích thống kê cho thấy nồng độ TKN và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đầu ra của mô hình khí - nước ngược chiều thấp hơn và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với nồng độ TKN và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đầu ra của mô hình khí - nước cùng chiều. Trong khi đó nồng độ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> đầu ra của mô hình khí - nước ngược chiều cao hơn và khác biệt có ý nghĩa (ở mức 5%) so với nồng độ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> đầu ra của mô hình khí - nước cùng chiều. Các số liệu này đã khẳng định hiệu quả chuyển hóa ni-tơ của mô hình khí - nước ngược chiều cao hơn.

**Đối với TP:** chỉ tiêu TP không được qui định trong QCVN 11:2008/BTNMT do trước đây nước thải chế biến thủy sản chứa nồng độ photpho không cao; tuy nhiên sau này các nhà máy sử dụng thêm sodium tripolyphosphate trong qui trình chế biến thủy sản thì nồng độ photpho trở thành một vấn đề cần quan tâm và theo qui định TP được kiểm soát bởi QCVN 40:2011/BTNMT. Tổng photpho trong nước thải đầu ra của 02 mô hình đều đạt loại A QCVN 40:2011/BTNMT. Nồng độ photpho sau xử lý giảm do VSV không chỉ được sử dụng để tổng hợp, duy trì và vận chuyển năng lượng, mà còn được VSV trữ lại bên trong tế bào để sử dụng cho các hoạt động về sau. Kết quả phân tích cho thấy tổng photpho của nước thải đầu ra của mô hình khí - nước ngược chiều thấp hơn nhưng không khác biệt có ý nghĩa ( $p > 0,05$ ) so với mô hình khí - nước cùng chiều.

### 3.4 Hiệu quả xử lý nước thải chế biến cá tra của bể LSH ở HRT 7 giờ

Thí nghiệm này được tiến hành nhằm xác định xem việc giảm thời gian lưu nước có thể duy trì chất lượng nước sau xử lý đạt QCVN 11:2008/BTNMT và QCVN 40:2011/BTNMT (cột A) hay không. Thời gian lưu nước của mô hình trong thí nghiệm này được chọn 7 giờ. Các thông số vận hành mô hình ở HTR 7 giờ được trình bày trong Bảng 5.

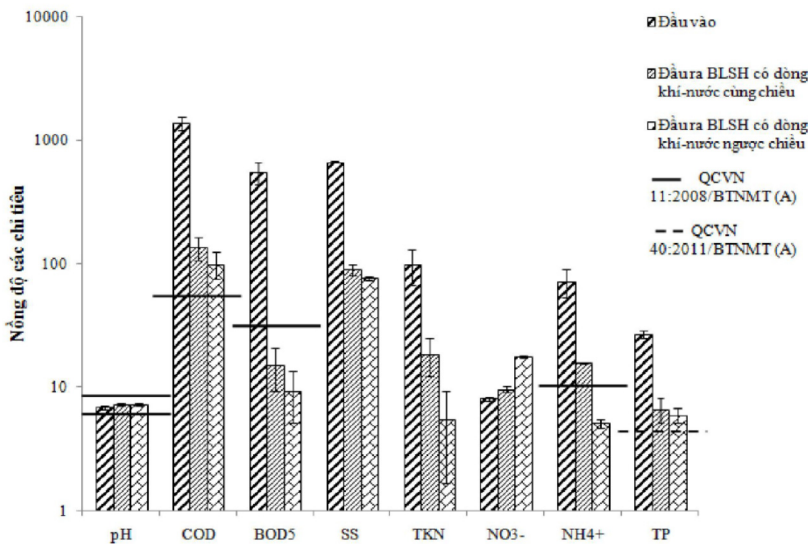
**Bảng 5: Các thông số vận hành mô hình ở HRT 7 giờ**

Thông số	Giá trị
Lưu lượng nước nạp vào bể:	0,09 m <sup>3</sup> /ngày
Thời gian lưu nước trong bể:	7 giờ
Tải nạp nước cho một đơn vị diện tích màng:	0,011 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ngày
Tải nạp BOD <sub>5</sub> trung bình tính trên diện tích màng:	0,0062 kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> .ngày
Tải nạp BOD <sub>5</sub> trung bình tính trên thể tích hoạt động của bể:	1,91 kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> .ngày
Tải nạp COD trung bình tính trên diện tích màng:	0,016 kg COD/m <sup>2</sup> .ngày
Tải nạp COD trung bình tính trên thể tích hoạt động của bể:	4,75 kg COD/m <sup>3</sup> .ngày

Các số liệu trong Bảng 5 cho thấy tuy tải lượng nạp nước tăng, HRT ngắn hơn, nhưng tải lượng nạp BOD<sub>5</sub> lại giảm và tải lượng nạp COD chỉ tăng nhẹ. Điều này là do nước thải trong thí nghiệm này có nồng độ chất hữu cơ thấp hơn so với nồng độ chất hữu cơ của nước thải ở HRT 8 giờ (BOD<sub>5</sub> là 551,67 ± 109,81 mg/L ở thí nghiệm HRT 7 giờ so với 674,5 ± 11,32 mg/L ở thí nghiệm HRT 8 giờ; COD là 1372 ± 165,59 mg/L ở thí nghiệm HRT 7 giờ so với 1422,22 ± 192,39 mg/L ở thí nghiệm HRT 8 giờ).

Kết quả phân tích các chỉ tiêu ô nhiễm trong 3 ngày liên tiếp ở HRT 7 giờ được trình bày trong Hình 3. Về tổng thể ở HRT 7 giờ, hai mô hình LSH đạt hiệu suất xử lý vẫn còn cao và mô hình LSH

khí - nước ngược chiều vẫn cho hiệu quả xử lý cao hơn mô hình LSH khí - nước cùng chiều. Tuy nhiên, nồng độ các chất ô nhiễm đầu ra của mô hình khí nước ngược chiều chỉ đạt QCVN loại A ở các chỉ tiêu pH, BOD<sub>5</sub> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, còn mô hình LSH khí - nước cùng chiều chỉ đạt QCVN loại A ở các chỉ tiêu pH, BOD<sub>5</sub>. Kết hợp với các thông số vận hành cho thấy tuy tải lượng nạp BOD<sub>5</sub> giảm, tải nạp COD chỉ tăng nhẹ, nước thải sau xử lý có chất lượng kém hơn nhiều so với ở HRT 8 giờ, như vậy HRT là một thông số quan trọng quyết định đến hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm. Hiệu suất xử lý giảm là do ở thời gian lưu ngắn hơn các hoạt động của VSV trong bể không kịp đưa nồng độ chất hữu cơ và dưỡng chất xuống dưới ngưỡng tối đa cho phép.



Hình 3: Nồng độ các chỉ tiêu theo dõi trước và sau xử lý ở HRT 7 giờ

Ghi chú: Giá trị trung bình ± SE, n=3

Các kết quả cho thấy diễn biến về nồng độ các chất ô nhiễm trước và sau xử lý giống như ở thí nghiệm với HRT là 8 giờ. Nồng độ COD, BOD<sub>5</sub>, TKN, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> của mô hình khí - nước ngược chiều thấp hơn của mô hình khí - nước cùng chiều và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ). Mô hình khí - nước ngược chiều vẫn cho hiệu quả cao hơn về việc ni-trát hóa nước thải, nồng độ ni-trát của nước thải đầu ra của mô hình này cao hơn và khác biệt có ý nghĩa ( $p < 0,05$ ) so với mô hình khí - nước cùng chiều. Nồng độ TP đầu ra của hai mô hình khác biệt không ý nghĩa và đều không đạt QCVN 40:2011/BTNMT (cột A).

Như vậy, khi giảm HRT xuống 7 giờ, nước thải đầu ra của cả hai mô hình LSH chỉ còn đạt QCVN 40:2011/BTNMT (cột A) ở một số chỉ tiêu theo

đôi, vì vậy không tiến hành thêm các thí nghiệm ở các thời gian lưu ngắn hơn.

## 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

### 4.1 Kết luận

- Ở các chỉ tiêu thí nghiệm, bể LSH hiệu khí ngập nước có dòng khí - nước ngược chiều cho hiệu quả loại bỏ chất ô nhiễm cao hơn bể LSH hiệu khí ngập nước có dòng khí - nước cùng chiều.
- Thời gian lưu nước 8 giờ là thích hợp để bể LSH hiệu khí ngập nước có dòng khí - nước ngược chiều xử lý nước thải chế biến cá tra có nồng độ chất ô nhiễm tương đương với nước thải làm thí nghiệm đạt cột A theo các QCVN hiện hành.
- Bể LSH hiệu khí ngập nước có thể dùng để xử lý nước thải chế biến cá tra.

## 4.2 Đề xuất

– Cần đánh giá hiệu quả làm việc của bể LSH với các chiều cao lớp giá thể khác nhau.

– Đánh giá hiệu quả làm việc của bể LSH với các vật liệu làm giá thể có diện tích bề mặt lớn hơn, kích thước giá thể nhỏ hơn.

– Nghiên cứu các biện pháp xử lý sơ cấp hiệu quả để loại bỏ bớt SS và chất hữu cơ trong nước thải và tiến hành các thực nghiệm xử lý nước thải đã qua các biện pháp sơ cấp này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Eckenfelder Jr., Wesley W., 2000. *Industrial water quality*. McGraw-Hill, Inc.
- Lâm Minh Triết, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Phước Dân, 2006. *Xử lý nước thải đô thị và công nghiệp - Tính toán thiết kế công trình*. NXB ĐHQG TP. HCM.
- Lê Hoàng Việt, Nguyễn Võ Châu Ngân, 2014. *Giáo trình Kỹ thuật xử lý nước thải*. NXB Đại học Cần Thơ.
- Mendoza-Espinosa L., Tom Stephenson, 1999. A review of biological aerated filters (BAFs) for wastewater treatment. *Environmental engineering science*, 16, No. 3. Mary Ann Liebert, Inc.
- Metcalf & Eddy, 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and reuse*. McGraw-Hill Inc.
- Nguyễn Thế Đồng, Trần Hiếu Nhuệ, Cao Thế Hà, Đặng Văn Lợi, 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. Hà Nội.
- Nguyễn Thị Thanh Phương, Nguyễn Văn Phước, Thiệu Cẩm Anh, 2010. *Nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý nước thải tinh bột mì bằng công nghệ lọc sinh học hiếu khí trên các loại vật liệu lọc khác nhau*. ĐHQG TP. HCM.
- Nguyễn Văn Phước, 2007. *Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*. Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP. HCM.
- Osorio F., Hontoria E., 2002. Wastewater treatment with a double-layer submerged biological aerated filter, using waste materials as biofilm support. *Journal of Environmental Management* 65, 79–84.
- Pramanik B. K., Suja Fatimah, Zain Shahrom, Elshafie Ahmed, 2012. Biological aerated filters (BAFs) for carbon and nitrogen removal: a review. *Journal of Engineering Science and Technology*, 7, No. 4, 428–446.
- Tổng Cục Môi trường, 2011. QCVN 40:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp. Hà Nội.
- Tổng Cục Môi trường, 2008. QCVN 11:2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp chế biến thủy sản. Hà Nội.
- Tổng Cục Thống kê, 2014. *Niên giám Thống kê Việt Nam 2013*. NXB Thống kê.