

# HIỆU QUẢ CHUYỂN HÓA VÀ XỬ LÝ CÁC CHẤT DINH DƯỠNG (NITƠ, PHỐT PHO) TRONG NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI HEO BẰNG CÔNG NGHỆ USBF

Huỳnh Ngọc Phương<sup>1</sup>, Trần Thị Tuyết Nhi<sup>2</sup>, Nguyễn Minh Kỳ<sup>3</sup>, Nguyễn Hoàng Lâm<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Trung tâm phát triển Môi trường và Con người

<sup>3</sup>Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

<sup>4</sup>Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng

## TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, bể phản ứng sinh học lọc ngược dòng (USBF) được thiết kế và vận hành nhằm cải thiện hiệu quả xử lý nitơ và phốt pho từ nước thải chăn nuôi heo. Hệ thống USBF là sự cải tiến từ quy trình bùn hoạt tính cổ điển kết hợp các quá trình thiếu khí (anoxic), hiếu khí (aerobic) và lắng lọc ngược trong một đơn vị xử lý nước thải. Mô hình nghiên cứu ở quy mô phòng thí nghiệm được chế tạo bằng thủy tinh với thể tích lần lượt các ngăn thiếu khí 13,5 lít; hiếu khí 32,25 lít và ngăn lắng 10,5 lít. Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ thống USBF có khả năng xử lý tốt các chất dinh dưỡng. Các nghiên cứu thực nghiệm chỉ ra rằng hiệu suất loại bỏ trung bình các chất gây ô nhiễm với thời gian lưu thủy lực (HRT) tương ứng 12 giờ. Ở tải trọng hữu cơ (OLR) 7,2 kg/m<sup>3</sup>.ngày, vai trò của hệ thống USBF trong quá trình loại bỏ nitơ và phốt pho tương ứng 79,7% và 85,1%.

**Từ khóa:** Bùn hoạt tính, nitơ, nước thải chăn nuôi, phốt pho, USBF.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đối với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống, quá trình xử lý chỉ đạt hiệu quả trong việc loại bỏ các hợp chất hữu cơ. Các quá trình này còn có nhược điểm sinh ra lượng bùn khá lớn. Các chất dinh dưỡng (N, P) đòi hỏi yêu cầu áp dụng các biện pháp và mức độ xử lý cao hơn. Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây cho thấy biện pháp lọc sinh học nhỏ giọt (trickling filters) chỉ thích hợp xử lý BOD và TSS. Liên quan đến hiệu suất loại bỏ nitơ và phốt pho chỉ đạt mức tương đương lần lượt 35% và 10 - 15%. Nghiên cứu áp dụng bể phản ứng sinh học theo mẻ (SBR) với hiệu suất loại bỏ nitơ và phốt pho cũng tương ứng 57,9 - 71,4 và 55,9 - 68,5% (Mahvi, Mesdaghinia, Karakani, 2004). Có thể thấy, các quá trình công nghệ trên không đáp ứng được nhu cầu xử lý triệt để các chất dinh dưỡng nitơ và phốt pho trong nước thải. Trong khi, công nghệ sinh học lọc ngược dòng (USBF) được cải tiến từ quy trình bùn hoạt tính cổ điển trong đó kết hợp với 3 quá trình thiếu khí (anoxic), hiếu khí (aerobic) và lắng trong một đơn vị xử lý nước thải (Mahvi, Nabizadeh, Pishrafi, Zarei, 2008).

Việc loại bỏ các chất ô nhiễm được diễn ra ở cả 3 ngăn thiếu khí, hiếu khí và ngăn lắng. Quá trình sinh học loại bỏ chất dinh dưỡng trong nước thải thông qua việc sử dụng vi sinh trong các điều kiện môi trường khác nhau. Vi sinh vật sử dụng oxi hòa tan để oxi hóa sinh hóa, đồng hóa các chất dinh dưỡng và chất nền (C, N, P). Đây là công nghệ thích hợp xử lý các chất dinh dưỡng nitơ, phốt pho đạt hiệu suất cao (Saud Bali Al-Shammari, Abualbasher Shahalam, Abdulallah Abusam, 2015). Các nghiên cứu trước đây áp dụng công nghệ USBF được tiến hành trên nhiều loại nước thải của các ngành nghề sản xuất khác nhau (Trương Thanh Cảnh, Trần Công Tấn, Nguyễn Quỳnh Nga, Nguyễn Khoa Việt Trường, 2007; Molina, Ruiz-Filippi, García, Roca, Lema, 2007; Noroozia, Safarib, Askaria, 2015). Công nghệ USBF có các ưu điểm vượt trội như không tiêu tốn hóa chất, hiệu quả xử lý cao và không gây mùi hôi khó chịu. Mặt khác nhu cầu dinh dưỡng thấp, lượng bùn sinh ra ít nên giảm được chi phí xử lý bùn thải.

Với đặc điểm riêng biệt, nguồn nước thải từ các hoạt động nuôi heo chứa hàm lượng các

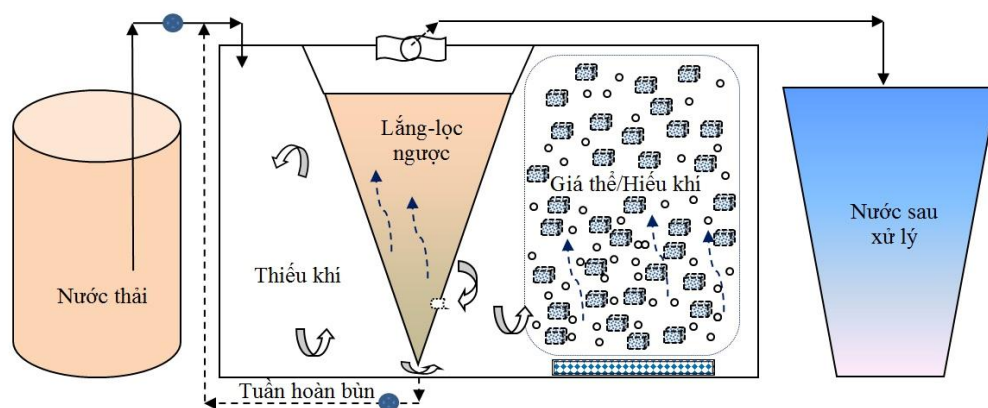
hợp chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng (N, P) dễ gây ô nhiễm môi trường. Sự có mặt các chất dinh dưỡng như nitơ, phốt pho là mối đe dọa lên tình trạng sức khỏe các thủy vực và trở thành mối quan tâm lớn của cộng đồng. Để xử lý các nguồn nước thải có hàm lượng chất ô nhiễm mức độ cao như nước thải chăn nuôi heo cần tiến hành áp dụng kết hợp các quá trình xử lý nước thải khác nhau như kỵ khí, hiếu khí và thiếu khí. Trên cơ sở đó, trong nghiên cứu này hệ thống sinh học lọc ngược dòng kết hợp sử dụng giá thể vi sinh nhằm mục đích đánh giá khả năng chuyển hóa và xử lý nitơ, phốt pho trong nước thải chăn nuôi heo để góp phần bảo vệ môi trường, sức khỏe cộng đồng.

**II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

**2.1. Mô hình hệ thống thí nghiệm**

Bể phản ứng được thiết kế bằng vật liệu thủy tinh với độ dày 4 mm và có thể tích công tác 56,25 lít ( $L*W*H = 75*25*30$  cm). Thể tích các ngăn thiếu khí, hiếu khí và lắng lần lượt 13,5; 32,25 và 10,5 lít. Tương ứng kích thước chiều dài, chiều rộng và chiều cao mỗi ngăn là 25\*25\*30 (thiếu khí); 50\*25\*30 (hiếu khí) và 30\*25\*28 (lắng).

Giá thể vi sinh linh động (polyethylene) được sử dụng của hãng Nisshinbo (Nhật Bản) trong ngăn hiếu khí ở dạng xốp, đường kính 4 mm, tỷ trọng 1 g/cm<sup>3</sup>, diện tích tiếp xúc 3000 - 4000 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.



**Hình 1. Sơ đồ mô hình thí nghiệm**

**Bảng 1. Thông số vận hành bể phản ứng USBF**

Giai đoạn	Ngày thứ	Lưu lượng, lít/giờ	HRT, giờ	OLR, kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày
1	1 - 25	3,8	15	5,8
2	26 - 50	4,7	12	7,2
3	51 - 75	6,3	9	9,6
4	76 - 100	9,4	6	14,4

*Chú thích: HRT: Thời gian lưu thủy lực, OLR: Tải trọng hữu cơ*

Bể USBF được vận hành với thời gian lưu bùn SRT = 20 ngày và nồng độ MLSS duy trì ở mức 4500 - 5000 mg/l. Bể phản ứng duy trì dòng lọc ngược 0,5 m/h, đây là tốc độ thích hợp ngăn chặn rửa trôi sinh khối và thúc đẩy tạo hạt bông bùn (Omil, Lens, Hulshoff, Lettinga, 1996). Bùn hồi lưu từ ngăn lắng sang bể thiếu khí với lưu lượng hồi lưu bằng 3 lần dòng vào. Bể sinh học lọc ngược dòng có khả

năng chịu tải và thích hợp xử lý các nguồn nước thải tải trọng cao. Trong nghiên cứu này, mô hình thí nghiệm được tiến hành khảo sát trong thời gian 100 ngày với các tải trọng 5,8; 7,2; 9,6; 14,4 kg COD/m<sup>3</sup>.ngày. Bể phản ứng thiết kế với ngăn thiếu khí được thiết kế giảm nitrate (khử nitrate) và hấp thụ phốt pho (tích lũy polyphosphate vào sinh khối vi sinh vật). Bể hiếu khí duy trì mức trung bình DO ≥ 3,5

mg/l để thúc đẩy quá trình nitrat hóa. Nhiệt độ được kiểm soát ở khoảng giá trị dao động trung bình 36,7 đến 39,7<sup>0</sup>C. Độ pH được duy trì ở 6,6 - 7,9 bằng dung dịch KOH 5% và CH<sub>3</sub>COOH 10%. Tỷ lệ C/N/P trong bể phản ứng tương ứng thỏa mãn yêu cầu dinh dưỡng 100/5/1 cho quá trình xử lý sinh học (Metcalf, Eddy, 2003).

## 2.2. Phương pháp lấy mẫu, phân tích và xử lý số liệu

Mẫu nước thải được lấy tại thời điểm buổi sáng (vào lúc 9h00), sau đó vận chuyển về phòng thí nghiệm và bảo quản để sử dụng cho mục đích vận hành mô hình nghiên cứu. Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước theo phương pháp chuẩn (APHA, AWWA, WEF, 2005). Tần suất đo đạc các chỉ tiêu chất lượng nước được thực hiện 3 lần/tuần. Các giá trị pH, nhiệt độ, hàm lượng oxy hòa tan (DO) được đo bằng thiết bị đo nhanh. Nồng

độ nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitơ tổng (TN), photpho tổng (TP) đo bằng máy quang phổ hấp thụ phân tử UV-VIS. Hàm lượng SS, MLSS, MLVSS được xác định theo phương pháp trọng lượng (lọc bằng giấy lọc có kích thước 0,45 μm rồi sấy khô đến khối lượng không đổi ở các nhiệt độ 105 và 550<sup>0</sup>C. Đối với chỉ số thể tích bùn (SVI) xác định theo công thức: SVI (ml/g) = (Thể tích bùn lắng sau 30 phút (ml/l) x 1000)/ MLSS(mg/l). Các số liệu nghiên cứu được thống kê và xử lý bằng các phần mềm Excel và SPSS.

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Đặc điểm nước thải và thông số vận hành hệ thống

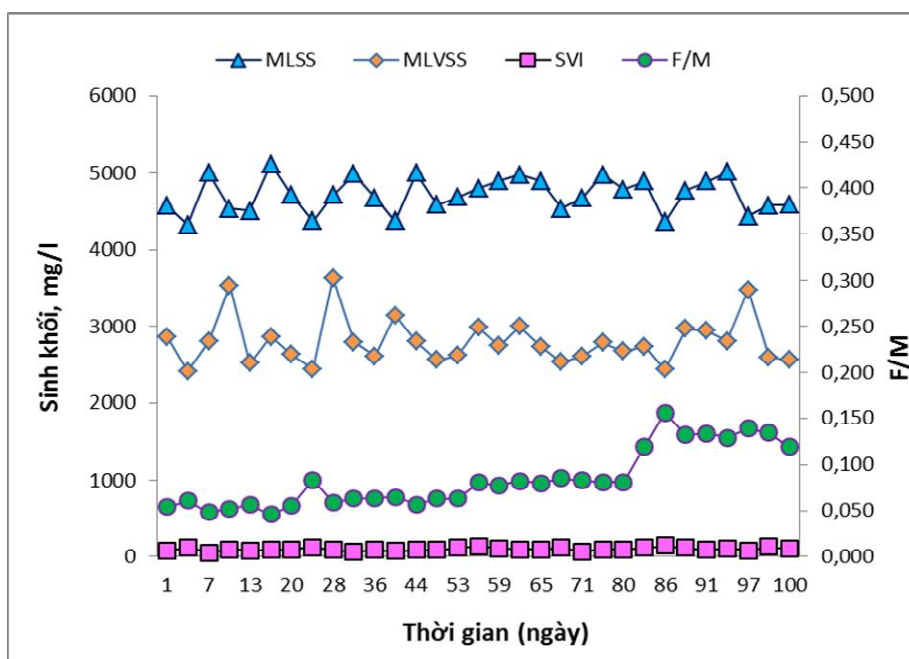
Thành phần và hàm lượng các chất ô nhiễm từ nước thải chăn nuôi heo (xã Vĩnh Lộc A, huyện Bình Chánh, TP. Hồ Chí Minh) được sử dụng cho quá trình thí nghiệm được thể hiện ở bảng 2.

**Bảng 2. Thành phần nước thải chăn nuôi heo**

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	
			Trung bình (Mean)	Độ lệch chuẩn (SD)
1	pH	-	6,9	0,25
2	SS	mg/l	1496	141,59
3	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	47,1	3,99
4	TN	mg/l	414	7,81
5	TP*	mg/l	144	51,73

Thông số pH được duy trì trong khoảng giá trị trung bình dao động từ 6,6 đến 7,9. Trong khi, hàm lượng oxy hoàn tan DO biến thiên từ 3,5 đến 5,0 mg/l và có trung bình 4,1 mg/l (SD = 0,35). Nhiệt độ bể phản ứng trung bình 38,5<sup>0</sup>C (SD = 0,81), các giá trị thấp nhất - cao nhất lần lượt tương ứng 36,7<sup>0</sup>C và 39,7<sup>0</sup>C. Hình 2 biểu diễn nồng độ sinh khối và chỉ số F/M trong bể phản ứng theo các tải trọng vận hành thí nghiệm. Nồng độ MLSS trung bình bể phản ứng được duy trì tương đương 4713,7 ± 229,24 mg/l. Giá trị MLSS theo các giai đoạn

vận hành thí nghiệm có giá trị lần lượt 4678,6 ± 287,29 mg/l (OLR<sub>1</sub>); 4669,4 ± 240,28 mg/l (OLR<sub>2</sub>); 4816,0 ± 155,33 mg/l (OLR<sub>3</sub>) và 4686,6 ± 237,34 mg/l (OLR<sub>4</sub>). Nồng độ MLSS cao được duy trì trong bể phản ứng gia tăng hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm. Hoạt động vận hành có tỷ số F/M khá thấp với trung bình 0,084 ± 0,032 (ngày<sup>-1</sup>) và dao động từ 0,046 đến 0,156 (ngày<sup>-1</sup>). Thông thường, giá trị F/M thấp do sinh khối được giữ lại để duy trì nồng độ MLSS ở mức độ cao (Metcalf, Eddy, 2003).



Hình 2. Nồng độ sinh khối và chỉ số F/M trong bể phản ứng theo các tải trọng

Đối với chỉ số thể tích bùn SVI đạt mức trung bình bằng  $97,0 \pm 21,33$  ml/g và dao động khoảng giá trị thấp nhất và cao nhất tương ứng 48,6 và 145,5 ml/g. Trung bình SVI theo các giai đoạn vận hành thí nghiệm có giá trị lần lượt  $85,2 \pm 22,68$  ml/g ( $OLR_1$ );  $91,9 \pm 18,26$  ml/g ( $OLR_2$ );  $99,6 \pm 19,76$  ml/g ( $OLR_3$ ) và  $109 \pm 21,33$  ml/g ( $OLR_4$ ). Kết quả chỉ số thể tích bùn SVI dao động trong khoảng 50 - 150 ml/g cho thấy quá trình hoạt động sinh học tốt. Giá trị SVI nhỏ chứng tỏ bùn dễ lắng và nó phản ánh mức độ hiệu quả xử lý nước thải.

### 3.2. Hiệu quả chuyển hóa và khả năng xử lý các chất dinh dưỡng (N, P)

Sự kết hợp các quá trình thiếu khí, hiếu khí và kỵ khí có tiềm năng loại bỏ các chất hữu cơ lẫn nitơ trong nước thải (Del Pozo, Diez, 2005). Thông thường, quá trình sinh học loại

bỏ nitơ được mô tả theo trình tự: amôn hóa (chuyển hóa nitơ hữu cơ thành amoni), nitrate hóa ( $NH_4^+ \rightarrow NO_3^-$ ), khử nitrate ( $NO_3^- \rightarrow N_2$ ). Trong bể phản ứng USBF, hàm lượng nitơ được loại thông qua quá trình nitrate hóa và khử nitrate. Đối với quá trình loại photpho dựa trên cơ chế hấp thụ photpho sinh học. So với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống, công nghệ USBF có ưu điểm ở khả năng hấp thụ photpho cao nhờ việc thiết kế kết hợp các quá trình thiếu khí, hiếu khí và kỵ khí trong một hệ thống. Ngoài việc loại bỏ cacbon, bể phản ứng USBF còn diễn ra quá trình nitrat hoá/khử nitrat và loại bỏ các chất dinh dưỡng như nitơ, photpho (Mahvi, Nabizadeh, Pishrafti, Zarei, 2008). Nhờ việc bổ sung thêm giá lơ lửng đã tăng cường mật độ của các vi sinh vật dẫn đến gia tăng hiệu quả loại bỏ các chất ô nhiễm.

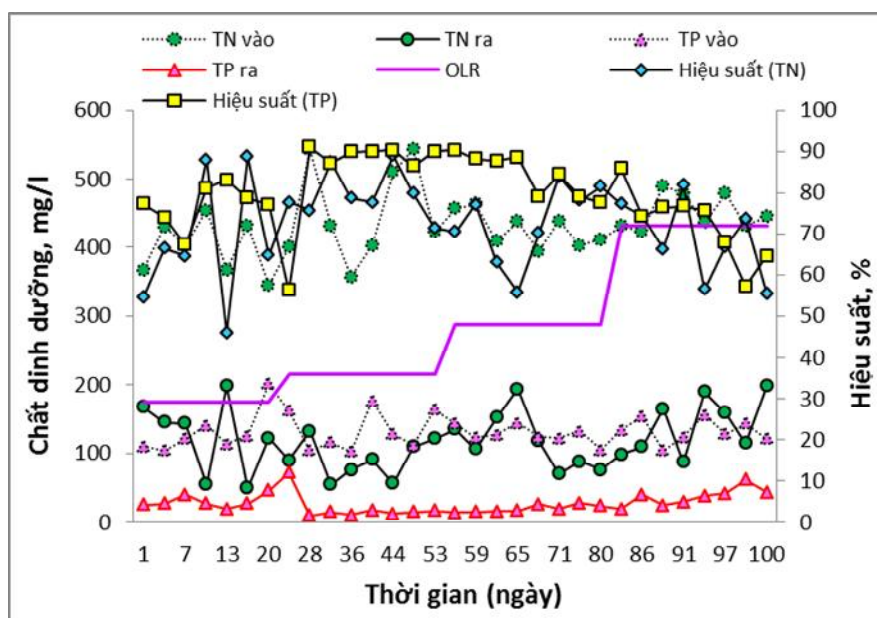
Bảng 3. Hiệu suất xử lý TN và TP theo các tải trọng khác nhau

OLR	Kết quả	Nitơ tổng (TN)			Photpho tổng (TP)		
		Vào	Ra	H, %	Vào	Ra	H, %
$OLR_1=5,8$ kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	399,9	125,5	67,6	130,9	30,0	77,0
	SD	41,01	55,60		33,61	9,36	
$OLR_2=7,2$ kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	451,5	90,9	79,7	132,9	20,9	85,1
	SD	71,06	28,61		29,91	20,45	
$OLR_3=9,6$ kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	427,0	117,3	72,6	127,6	19,6	84,4
	SD	25,95	41,94		12,67	5,36	
$OLR_4=14,4$ kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	451,8	140,0	69,0	133,0	36,9	72,4
	SD	26,25	43,25		17,56	13,04	

Chú thích: OLR: Tải trọng hữu cơ, Mean: Trung bình, SD: Độ lệch chuẩn, H: Hiệu suất

Đối với việc ứng dụng công nghệ USBF xử lý nước thải chứa các chất dinh dưỡng cho thấy kết quả khá khả quan (Mahvi, Nabizadeh, Pishrafi, Zarei, 2008). Trong nghiên cứu này, hàm lượng nitơ tổng (TN) sau xử lý 118,2 mg/l (SD = 44,7). Giá trị photpho tổng (TP) đầu ra trung bình đạt 26,7 mg/l (SD = 14,64) và dao động 9,4 - 71 mg/l. Nhìn chung, hiệu suất xử lý các chất dinh dưỡng thấp nhất đạt 67,6% (TN) ở  $OLR_1 = 5,8 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngày}$  và 72,4% (TP) ở giai đoạn tăng tải trọng lên  $OLR_4 = 14,4 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngày}$ . Trong thời gian vận hành, hiệu suất xử lý nitơ và photpho cao nhất ở giai

đoạn 2 (với  $OLR_2 = 7,2 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngày}$ ) lần lượt đạt 79,7 và 85,1%. Dòng photpho hoà tan từ ngăn thiếu khí theo dòng nước qua ngăn hiếu khí được các vi khuẩn ưa photpho hấp thụ và tích lũy. Trong ngăn lắng, nhờ quá trình lắng của bùn hoạt tính nên photpho sẽ được loại bỏ. Vai trò của ngăn lắng trong bể USBF sẽ tách các hạt cặn ra khỏi nước bằng cách lọc qua tầng vật liệu lọc bùn hoạt tính lơ lửng. Lượng photpho trong nước thải được loại bỏ nhờ sự kết hợp và đi vào tế bào sinh khối và được loại bỏ thông qua việc loại bỏ bùn.



Hình 3. Biến thiên hàm lượng chất dinh dưỡng và hiệu suất xử lý trong quá trình vận hành

Hình 3 chỉ ra sự biến thiên hàm lượng chất dinh dưỡng (nitơ tổng, photpho tổng) ở các ngưỡng vận hành tải trọng khác nhau. Xu hướng chính về hiệu suất xử lý các chất dinh dưỡng tăng khi giảm thời gian lưu và đạt tối ưu ở ngưỡng  $HRT = 12$  giờ. Quá trình nitrate hóa trong bể USBF được mô tả bằng phản ứng:  $NH_4^+ + 2O_2 \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$ . Ở trong điều kiện thiếu khí, vi khuẩn dị dưỡng sẽ chuyển hóa các chất hữu cơ và nitrate thành các khí  $N_2$ ,  $CO_2$  dưới dạng tự do:  $NO_3^- + \text{Chất hữu cơ} \rightarrow N_2 + CO_2 + OH^- + H_2O$ . Quá trình khử nitrate được khái quát hóa như sau:  $NO_3^-$

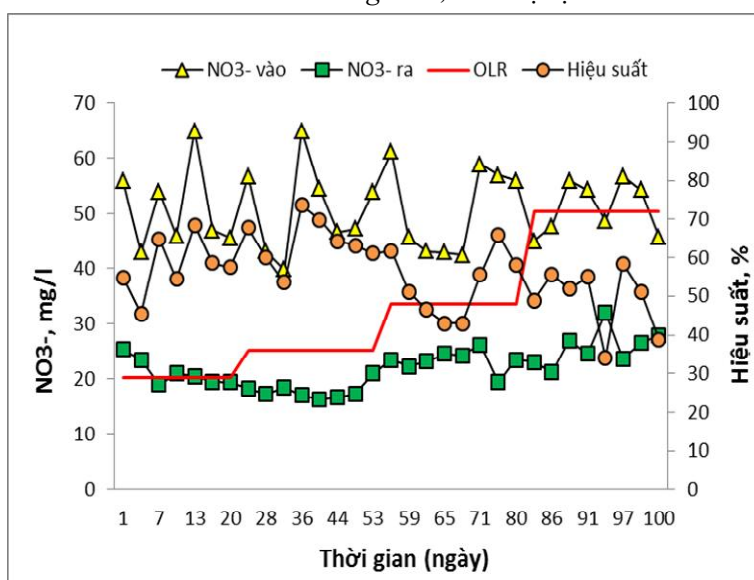
$\rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$ . Quá trình khử nitrate sinh học được xem là giải pháp hữu hiệu loại bỏ nitrate trong điều kiện thiếu khí. Các kết quả quan trắc biến động hàm lượng  $NO_3^-$  trước và sau xử lý được thể hiện ở bảng 4 và hình 4. Đối với khả năng chuyển hóa và hiệu suất xử lý  $NO_3^-$  trong quá trình vận hành dao động trong khoảng giá trị cao nhất ở tải trọng  $7,2 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngày}$  (ứng với hiệu suất 64,2%). Quá trình loại bỏ nitrate trong bể phản ứng có khuynh hướng giảm tương ứng mức tăng tải trọng lên 9,6 và  $14,4 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngày}$ .



**Bảng 4. Hiệu suất xử lý NO<sub>3</sub><sup>-</sup> theo các tải trọng khác nhau**

Tải trọng hữu cơ	Kết quả	Hàm lượng NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l		
		Vào	Ra	Hiệu suất, %
OLR <sub>1</sub> = 5,8 kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	50,9	21,2	57,7
	SD	7,79	2,35	
OLR <sub>2</sub> = 7,2 kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	50,9	17,8	64,2
	SD	8,19	1,47	
OLR <sub>3</sub> = 9,6 kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	50,9	23,3	53,2
	SD	8,04	1,96	
OLR <sub>4</sub> = 14,4 kgCOD/m <sup>3</sup> .ngày	Mean	51,1	25,7	49,2
	SD	4,76	3,42	

Chú thích: Mean: Trung bình, SD: Độ lệch chuẩn



**Hình 4. Biến thiên hàm lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và hiệu suất xử lý trong quá trình vận hành**

Với những ưu điểm đặc thù, công nghệ USBF có khả năng xử lý và loại bỏ các tác nhân ô nhiễm trong các nguồn nước thải. Xem xét ở các nghiên cứu trước đây, hiệu suất trung bình loại bỏ NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> tương ứng lần lượt 59,7% và 49,6% (Saud Bali Al-Shammari, Abualbasha Shahalam, Abdulallah Abusam, 2015). Hiệu quả quá trình xử lý nitơ đạt mức tối đa lên tới 94,3%, đồng thời hiệu suất loại phốt pho trung bình đạt ngưỡng 75% (Trương Thanh Cảnh, Trần Công Tấn, Nguyễn Quỳnh Nga, Nguyễn Khoa Việt Trường, 2007). Trong nghiên cứu này, nhờ quá trình vận hành trong điều kiện nồng độ MLSS cao (4500 - 5000 mg/l) nên tạo điều kiện gia tăng hiệu suất xử lý sinh học các chất ô nhiễm. Quá trình nitrat hóa diễn ra trong ngăn hiếu khí và khử nitrat diễn ra trong ngăn thiếu khí. Kết quả nghiên cứu

cho thấy sự biến thiên hiệu suất loại bỏ thành phần dinh dưỡng (N, P) dao động theo chiều hướng giảm dần khi thí nghiệm tăng tải trọng hữu cơ và giảm thời gian lưu thủy lực. Khoảng thời gian tối ưu cho quá trình khử nitơ và phốt pho ở mức HRT = 12 giờ. Đối với nitơ, kết quả khảo sát chỉ ra hiệu suất xử lý đạt cực đại 79,7% ở mức tải trọng OLR<sub>2</sub>. Trong khi, hiệu suất xử lý phốt pho của bể phản ứng cao hơn với hiệu suất lên tới 85,1%. Có thể thấy, sự hấp thụ sinh học cho quá trình phát triển sinh khối qua đó góp phần loại bỏ nitơ và phốt pho trong nước thải.

#### IV. KẾT LUẬN

Từ những kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình sinh học lọc ngược dòng có khả năng xử lý các chất dinh dưỡng ở các tải trọng cao. Khoảng thời gian lưu thủy lực tối ưu cho quá trình khử nitơ và phốt pho ở mức tương đương

12 giờ. Hiệu suất xử lý các chất dinh dưỡng thấp nhất đạt 67,6% (TN) ở  $OLR_1 = 5,8$   $kgCOD/m^3.ngày$  và 72,4% (TP) ở giai đoạn tăng tải trọng lên  $OLR_4 = 14,4$   $kgCOD/m^3.ngày$ . Đối với hiệu suất xử lý nitơ và photpho cao nhất ở giai đoạn 2 (với  $OLR_2 = 7,2$   $kgCOD/m^3.ngày$ ) lần lượt đạt 79,7 và 85,1%. Bể phản ứng USBF có ưu điểm và thích hợp cho việc ứng dụng xử lý nước thải chứa hàm lượng các chất ô nhiễm cao như nước thải chăn nuôi heo và góp phần bảo vệ môi trường.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trương Thanh Cảnh, Trần Công Tấn, Nguyễn Quỳnh Nga, Nguyễn Khoa Việt Trường (2007). Nghiên cứu xử lý nước thải đô thị bằng công nghệ sinh học kết hợp lọc dòng ngược. *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ*, Số 9: 65 - 71.
2. APHA, AWWA, WEF (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21<sup>st</sup> Ed. American Public Health Association, Washington DC.
3. Del Pozo, R., and Diez, V. (2005). Integrated anaerobic-aerobic fixed-film reactor for slaughterhouse wastewater treatment. *Water Res.* 39: 1114 - 1122.
4. Mahvi A.H., Mesdaghinia A., Karakani F., (2004). Feasibility of continuous flow sequencing batch reactor

in domestic wastewater treatment. *American J App Sci*, 1 (4): 348 - 53.

5. Mahvi, A.H., Nabizadeh, R., Pishrafti, M. H., Zarei, Th., (2008). Evaluation of single stage USBF in removal of nitrogen and phosphorus from wastewater. *Eur. J. Sci. Res.*, 23 (2): 204 - 211.

6. Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater engineering treatment and reuse*, 4<sup>th</sup> Ed. McGraw Hill.

7. Molina F, Ruiz-Filippi G, García C, Roca E, Lema JM (2007). Winery effluent treatment at an anaerobic hybrid USBF pilot plant under normal and abnormal operation. *Water Sci Technol.*, 56 (2): 25 - 31.

8. Noroozia A., M. Safarib, N. Askaria (2015). Innovative hybrid-upflow sludge blanket filtration (H-USBF) combined bioreactor for municipal wastewater treatment using response surface methodology. *Desalination and Water Treatment*, 56 (9): 2344 - 2350.

9. Omil F., Lens P., Hulshoff Pol L. and Lettinga G., (1996). Effect of upward velocity and sulphide concentration on volatile fatty acid degradation in a sulphidogenic granular sludge reactor. *Process Biochem.*, 31 (7): 699 - 710.

10. Saud Bali Al-Shammari, Abualbasher Shahalam and Abdullallah Abusam (2015). Removal of Nitrogen and Phosphorus from Saline Wastewater Using Up-Flow Sludge Blanket Filtration Process. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 4: 347 - 353.

## THE EFFICIENCY OF NITROGEN AND PHOSPHORUS REMOVAL BY UPFLOW SLUDGE BLANKET FILTRATION (USBF) SYSTEM FROM PIGGERY WASTEWATER

Huynh Ngoc Phuong<sup>1</sup>, Tran Thi Tuyet Nhi<sup>2</sup>, Nguyen Minh Ky<sup>3</sup>, Nguyen Hoang Lam<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Center for Development for Environment and People

<sup>3</sup>Nong Lam University of Ho Chi Minh City

<sup>4</sup>Danang University of Science and Technology

### SUMMARY

In this research, a laboratory scale upflow sludge blanket filtration (USBF) bioreactor was designed and operated to improve the efficiency of nitrogen and phosphorus removal from piggery wastewater. USBF system is a modification of the conventional activated sludge process that incorporates an anoxic zone with an upflow sludge blanket filtration clarifier in one bio-reactor. The laboratory pilot scale plant was made of glass consists of 13.5 liter anoxic zone, 32.25 liter aerobic zone and 10.5 liter clarifier. The results showed that the USBF system had a better ability in terms of nutrients removal. Experimental studies indicated that average removal efficiency of pollutants with hydraulic retention time (HRT) of 12 hours. At organic loading rate (OLR) of 7.2  $kg/m^3.d$ , role of fixed bed in nitrogen and phosphorus removal were 79.7% and 85.1%, respectively.

**Keywords:** Activated sludge, nitrogen, phosphorus, piggery wastewater, USBF.

**Ngày nhận bài** : 25/4/2017

**Ngày phản biện** : 02/5/2017

**Ngày quyết định đăng** : 12/5/2017