



Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội:  
Các Khoa học Trái đất và Môi trường

Website: <https://js.vnu.edu.vn/EES>



# Ảnh hưởng của tỷ lệ hồi lưu đến hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn sau khi xử lý biogas bằng phương pháp lọc sinh học kết hợp sục khí luân phiên

Lê Sỹ Chính<sup>1</sup>, Phạm Anh Hùng<sup>2,\*</sup>, Phan Đỗ Hùng<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Hồng Đức, 565 Quang Trung, Thanh Hóa, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 23 tháng 5 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 21 tháng 8 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 21 tháng 8 năm 2018

**Tóm tắt:** Nghiên cứu tiến hành đánh giá ảnh hưởng tỷ lệ hồi lưu đến hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn đã qua hầm biogas bằng phương pháp lọc sinh học sục khí luân phiên, nghiên cứu bao gồm ba tỷ lệ hồi lưu khác nhau  $Q_{hl} = Q_v$ ,  $Q_{hl} = 2Q_v$ ,  $Q_{hl} = 3Q_v$ . Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ hồi lưu hầu như không ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý COD, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SS, T-P. Thay đổi tỷ lệ hồi lưu thì hiệu quả xử lý COD, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SS, T-P vẫn ổn định trong khoảng lần lượt là 81 - 87%, 95 - 99%, 80 - 95% và 49 - 55%. Khi thay đổi tỉ lệ hồi lưu có sự ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý tổng Nitơ (T-N), thay đổi tỷ tỉ lệ hồi lưu n=1, n=2 và n = 3 hiệu suất xử lý T-N đạt tỷ lệ tương ứng là 66 - 71%, 75 - 79% và 79 - 85%.

**Từ khóa:** Nước thải chăn nuôi lợn, Biogas, Tỷ lệ hồi lưu, Lọc sinh học, Sục khí.

## 1. Mở đầu

Với định hướng phát triển chăn nuôi tập trung, chăn nuôi lợn qui mô trang trại công nghiệp đang được phát triển nhanh ở Việt Nam trong những năm gần đây. Số lượng trang trại trong năm 2016 tăng 30,2% so với năm 2014 [1]. Quy mô đàn lợn cả nước năm 2017 khoảng 31,4 triệu con, dự kiến đến năm 2020 tăng lên

33,32 triệu con [2], so với tổng quỹ đất đai đây là một con số rất lớn. Chăn nuôi lợn tập trung qui mô lớn trong điều kiện diện tích trang trại hạn hẹp sẽ phát sinh một lượng lớn chất thải chứa nhiều phân và nước tiểu được xả thẳng ra tự nhiên, hoặc sử dụng không qua xử lý là những tác nhân gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Ở Việt Nam, nước thải chăn nuôi lợn chủ yếu được xử lý sơ bộ bằng bể biogas, hầm biogas chỉ xử lý được chất hữu cơ nhưng nồng độ vẫn còn rất cao, hồ sinh học có thể xử lý N và P nhưng thời gian lưu lâu dẫn đến khả năng ô nhiễm tích lũy. Vì vậy, nước thải sau xử

\*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-0357168288.

Email: [hungphamanh@vnu.edu.vn](mailto:hungphamanh@vnu.edu.vn)

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnu.ees.4258>

lý còn chứa nhiều chất hữu cơ và nitơ trực tiếp vào nguồn tiếp nhận gây ra ô nhiễm môi trường và hiện tượng phú dưỡng cho các thủy vực.

Phương pháp sinh học xử lý nitơ trong nước thải được ứng dụng phổ biến hiện nay là phương pháp kết hợp các quá trình hiếu khí (thực hiện quá trình nitrat hóa) và thiếu khí (thực hiện quá trình khử nitrat), các quá trình này đều giống nhau ở nguyên lý, nhưng có thể khác nhau ở cách sắp xếp trình tự các quá trình trong sơ đồ xử lý và nguồn cacbon sử dụng. Các quá trình này có thể là sinh trưởng lơ lửng hay sinh trưởng bám dính. Thông thường các quá trình nitrat hóa và khử nitrat được thực hiện riêng biệt ở các thiết bị khác nhau (trừ phương pháp SBR – bùn hoạt tính theo mẻ).

Nguyên lý của phương pháp lọc sinh học (sinh trưởng bám dính) hiếu khí là dựa trên quá trình hoạt động của màng sinh học phát triển trên bề mặt vật liệu mang. Màng sinh học là tập hợp các vi sinh vật hiếu khí (ở lớp phía ngoài của màng sinh học), và các vi sinh vật thiếu khí và kỵ khí (ở lớp phía trong của màng sinh học). Các chất hữu cơ và nitơ trước hết bị oxy hóa bởi vi sinh vật hiếu khí, sau đó tiếp tục bị chuyển hóa bởi các vi sinh vật thiếu khí và kỵ khí ở lớp phía trong của màng sinh học. Chính vì vậy phương pháp lọc sinh học hiếu khí có thể xử lý đồng thời các thành phần hữu cơ và nitơ.

Phương pháp lọc sinh học sục khí luân phiên là một dạng cải tiến của phương pháp lọc sinh học hiếu khí thông thường, trong đó quá trình cấp khí không phải là quá trình liên tục mà

được thực hiện theo chu trình sục khí – ngừng sục khí luân phiên. Theo phương thức cấp khí như vậy, các giai đoạn hiếu khí và thiếu khí được tạo ra một cách luân phiên trong cùng một thiết bị, do đó hiệu quả xử lý đồng thời hữu cơ và nitơ của phương pháp sẽ được nâng cao. Tuy nhiên, cũng do các quá trình hiếu khí và thiếu khí được thực hiện luân phiên trong cùng một thiết bị, vì vậy chu trình thời gian sục – ngừng sục khí sẽ là một nhân tố quan trọng ảnh hưởng lớn đến hiệu quả xử lý T-N của phương pháp.

Trong nghiên cứu này, khái niệm tỷ lệ hồi lưu trong nghiên cứu này để chỉ tỷ lệ giữa lưu lượng dòng nước hồi lưu từ dòng nước thải ra ( $Q_{hl}$ ) với lưu lượng dòng vào ( $Q_v$ ). Với mục đích tìm ra tỷ lệ hồi lưu dòng nước thải phù hợp nhằm nâng cao hiệu suất xử lý nước thải chăn nuôi lợn đã qua xử lý hầm biogas bằng hệ lọc sinh học sục khí luân phiên.

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nước thải

Nước thải sử dụng cho các thí nghiệm của nghiên cứu này là nước thải chăn nuôi lợn đã qua xử lý kỵ khí bằng hầm biogas, được lấy tại 15 trang trại chăn nuôi lợn tại huyện Yên Định – tỉnh Thanh Hóa. Các chỉ tiêu cơ bản trong mẫu nước thải được phân tích tại Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Môi trường – Trường Đại học Hồng Đức, kết quả phân tích được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Thành phần mẫu nước thải chăn nuôi lợn sau xử lý kỵ khí

STT	Thông số	Khoảng dao động	QCVN 62-MT:2016/BTNMT (*)	
			A	B
1	pH	6,8 - 7,5	6 - 9	5,5 - 9
2	COD <sub>Cr</sub> (mg/l)	1.110 - 1.700	100	300
3	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	290 - 400	-	-
4	T-N (mg/l)	300 - 410	50	150
5	Tổng Photpho (mg/l)	56 - 98	-	-
6	SS (mg/l)	700 - 1.400	50	150

Ghi chú: (\*): Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải chăn nuôi (Cột A giá trị các thông số ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi khi xả ra nguồn nước được dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt; Cột B giá trị các thông số ô nhiễm trong nước thải chăn nuôi khi xả ra nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt).

Kết quả bảng 1 cho thấy, trong mẫu này các thông số COD, tổng N (T-N) và SS vượt quá Quy chuẩn nhiều lần cho phép so với mức ở cột B thì COD vượt 3-5,6 lần, T-N vượt 2-2,7 lần, SS vượt 4- 9 lần.

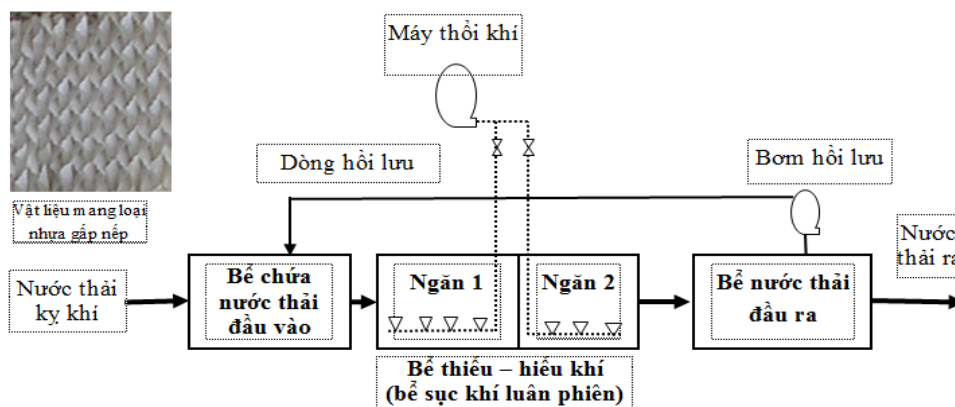
### 2.2. Hệ thiết bị lọc sinh học trong phòng thí nghiệm

Từ các cơ sở lý thuyết và các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, nghiên cứu này bố trí sơ đồ hệ thống thiết bị thực nghiệm được thể hiện ở Hình 1. Trong ngăn 1 và ngăn được nhồi vật liệu mang vi sinh. Vật liệu mang vi sinh (vật liệu lọc sinh học) sử dụng trong nghiên cứu là loại đệm nhựa gấp nếp có sẵn trên thị trường có diện tích bề mặt riêng khoảng  $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$  và độ rỗng > 95%. Bể lọc sinh học được chia làm hai ngăn, thông nhau ở mặt dưới và mặt trên thiết bị. Nước thải được xử lý ở bể thiếu khí – hiếu khí thứ nhất được đi qua ống phía dưới sang bể lọc sinh học thiếu khí – thiếu khí thứ hai, cơ chế và các chế độ sục khí – ngừng sục khí tại bể lọc sinh học thiếu khí – hiếu khí thứ hai giống hệt bể lọc sinh học thiếu khí – hiếu khí thứ nhất.

Nước thải sau khi được xử lý một phần chảy tràn ra thùng chứa nước thải ra, một phần được tuần hoàn lại nước thải đầu vào. Không khí được sục vào hệ lọc sinh học thông qua hai ống phân phối khí đặt dưới đáy bể bằng máy thổi khí và có thể điều chỉnh được tốc độ. Bơm cấp nước thải, bơm tuần hoàn là bơm định lượng có thể điều chỉnh được lưu lượng. Chế độ hoạt động (thời gian hoạt động, dừng) của các bơm, máy thổi khí có thể cài đặt, thay đổi được và được điều khiển tự động.

### 2.3. Các chế độ nghiên cứu

Mục đích của hồi lưu dòng nước thải đầu ra là nâng cao hiệu suất khử nitrat của hệ lọc sinh học. Do sau quá trình xử lý bằng phương pháp lọc sinh học kết hợp sục khí luân phiên lần thứ nhất vẫn còn một lượng  $\text{N-NO}_3^-$ ,  $\text{N-NO}_2^-$  nên hồi lưu trở lại đầu vào để thực hiện tiếp quá trình khử. Tỷ lệ hồi lưu ( $n = Q_{hl}/Q_v$ ) được xác định là tỷ lệ giữa lưu lượng dòng nước hồi lưu từ dòng nước thải ra ( $Q_{hl}$ ) với lưu lượng dòng vào ( $Q_v$ ). Thí nghiệm được thực hiện với các tỷ lệ hồi lưu là  $n=1$ ,  $n= 2$  và  $n = 3$  (bảng 2).



Hình 1. Sơ đồ hệ thống thiết bị thực nghiệm.

Bảng 2. Các chế độ vận hành thí nghiệm

Chế độ	Tỷ lệ hồi lưu (n)	$(Q_{hl})/(Q_v)$
Chế độ 1 (CĐ 1)	1	$Q_{hl} = Q_v$
Chế độ 2 (CĐ 2)	2	$Q_{hl} = 2 \cdot Q_v$
Chế độ 3 (CĐ 3)	3	$Q_{hl} = 3 \cdot Q_v$

Trong quá trình thí nghiệm DO được duy trì trong khoảng 4 – 6 mg/l (trong lúc đang sục khí), pH duy trì trong khoảng 7,5 – 8,5 và thí nghiệm ở điều kiện nhiệt độ phòng. Thời gian sục khí – ngừng sục khí được duy trì là 110 phút: 70 phút.

Nếu quá trình khử nitrat xảy ra hoàn toàn, hiệu suất xử lý tổng Nitơ (T-N) lý thuyết chỉ phụ thuộc vào tỉ lệ hồi lưu n như sau:  $H = n/(n + 1) \cdot 100 (\%)$ , trong đó, n là tỷ lệ hồi lưu, được xác định theo công thức  $n = Q_{hl}/Q_v$ .

#### 2.4. Phương pháp phân tích mẫu

Nghiên cứu này sử dụng các phương pháp phân tích mẫu như sau:

- Chỉ tiêu COD được xác định bằng phương pháp chuẩn độ đicromat kali theo TCVN 6491:1999, sử dụng thiết bị phản ứng Thermoreactor TR 320 (Merck, Đức).

- Chỉ tiêu N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> xác định bằng phương pháp Phenate, theo Standard Methods 1995 [3].

- Chỉ tiêu P-tổng số (T-P) được xác định theo phương pháp so màu axit ascorbic, theo standard Method 1995 [3].

- Chỉ tiêu N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> xác định bằng phương pháp trắc phổ dùng axit sunfosalixylic, theo TCVN 6180:1996.

- Chỉ tiêu N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> xác định bằng phương pháp trắc phổ hấp thụ phân tử theo TCVN 6178:1996.

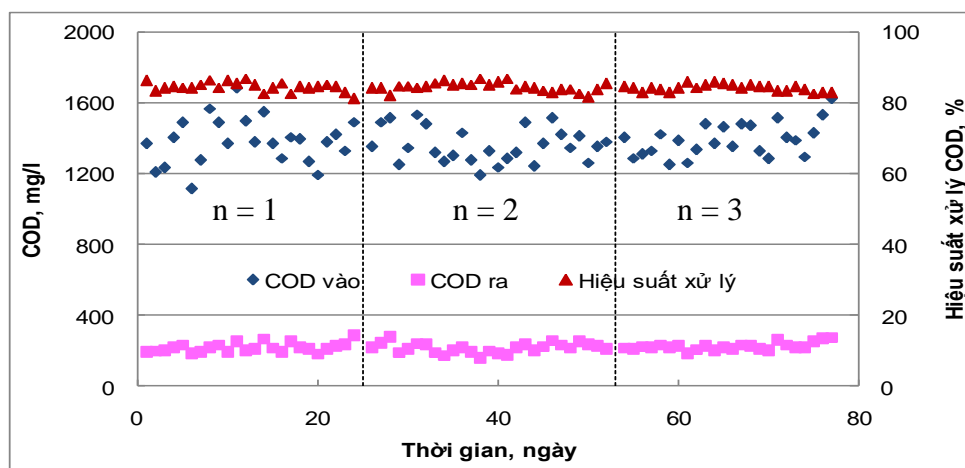
- Chỉ tiêu N-tổng số (T-N) được xác định trên máy phân tích TOC-N (model TNM-1, Shimadzu, Nhật Bản) bằng phương pháp đốt các hợp chất nitơ thành NO ở 720°C có xúc tác và phát hiện bằng detector quang hóa.

- Các chỉ tiêu pH, DO, ORP được xác định bằng các bộ đo có gắn các đầu điện cực chip 7111, 5401, 7311 của hãng Horiba.

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

#### 3.1. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý chất hữu cơ

Biểu đồ Hình 2 cho thấy, khi thay đổi tỉ lệ hồi lưu thì hiệu suất xử lý COD hầu như không bị ảnh hưởng, dao động trong khoảng 81 – 87%. Nguyên nhân do chất hữu cơ sau quá trình xử lý đã được giảm đến mức tối đa, phần chất hữu cơ còn lại tồn tại ở dạng khó phân hủy, vì vậy quá trình hồi lưu nhiều lần thì cũng không thể xử lý triệt để được nên việc thay đổi tỉ lệ hồi lưu không làm cho hiệu suất xử lý COD tăng lên.



Hình 2. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý COD.

### 3.2. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý Nito

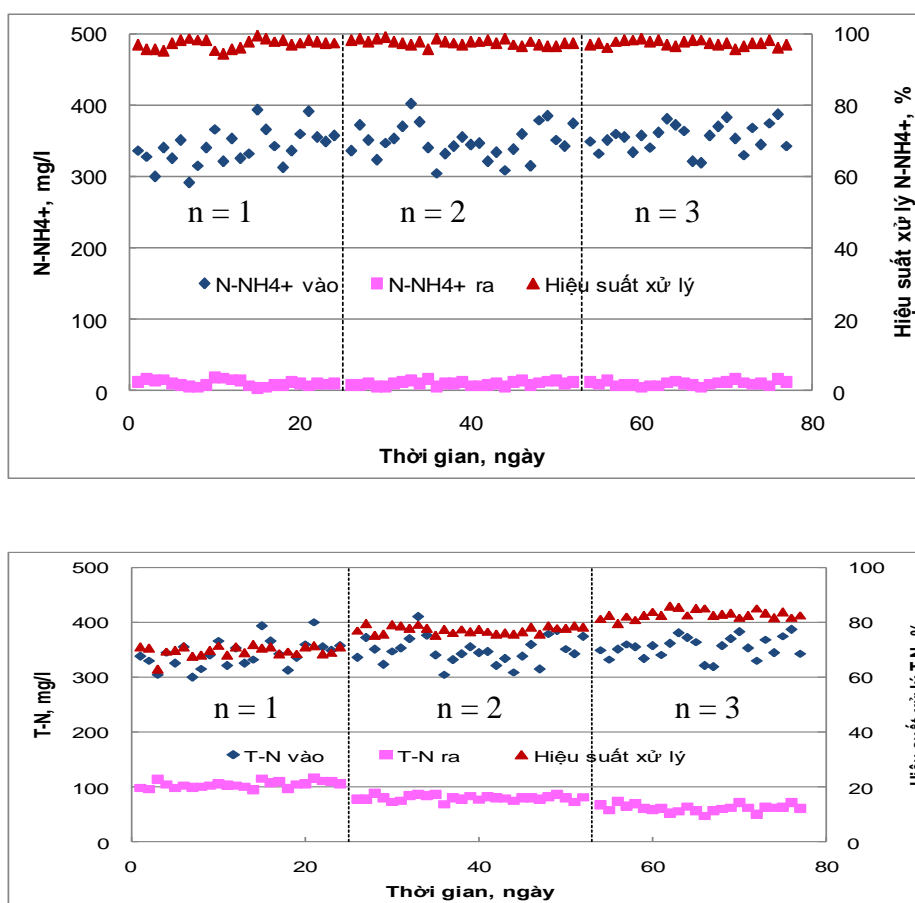
#### a. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Biểu đồ hình 3 thể hiện sự thay đổi hàm lượng và hiệu suất xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup> khi thay đổi tỷ lệ hồi lưu. Kết quả này cho thấy, khi thay đổi tỷ lệ hồi lưu thì hiệu suất xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup> hầu như không có sự thay đổi. Ở cả ba chế độ thí nghiệm thì hiệu suất xử lý N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> đều đạt khá cao khoảng 95 – 99%, do việc sắp xếp thời gian cho quá trình amoni hóa hợp lý. Sự thay đổi tỉ lệ hồi lưu không làm cho hiệu suất xử lý N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> thay đổi là do: thứ nhất là do hiệu suất xử lý N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> phụ thuộc vào thời gian sục khí, thứ hai là do trong dòng ra hầu như không còn N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nên

việc hồi lưu trở lại không làm thay đổi hiệu suất xử lý N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

#### b. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý T-N

Biểu đồ hình 4 cho thấy rằng khi thay đổi tỉ lệ hồi lưu có sự ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý N-tổng số (T-N). Hiệu suất xử lý T-N đạt cao nhất trong trường hợp n = 3. Đối với trường hợp tỉ lệ hồi lưu n = 1, hiệu suất xử lý T-N chỉ đạt trong khoảng 66 - 71%, n = 2; 3 hiệu suất xử lý T-N đạt tương ứng là 75 - 79%; 79 - 85%. Thay đổi tỉ lệ hồi lưu làm thay đổi hiệu suất xử lý T-N là do trong dòng ra vẫn còn chứa một lượng NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> nên sẽ thực hiện tiếp quá trình khử nitrit/nitrat hóa.



Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý T-N

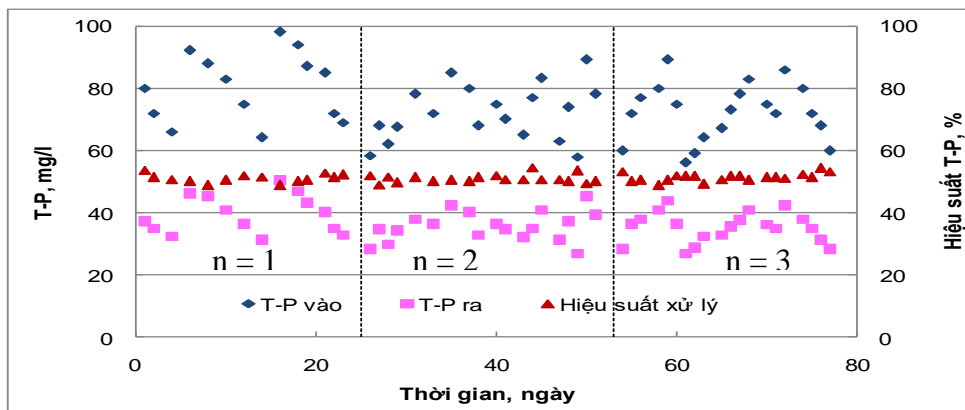
Theo lý thuyết thì tỉ lệ hồi lưu càng lớn thì hiệu suất xử lý càng cao, tuy nhiên nếu tỉ lệ hồi lưu nhiều quá, dẫn đến làm thay đổi tốc độ dòng trong hệ phản ứng, và dòng vào bị pha loãng quá nhiều, dẫn đến lượng chất hữu cơ trong dòng vào thấp dẫn đến quá trình khử nitrat không đạt được hiệu quả cao. Như vậy, với trường hợp  $n = 1; 2; 3$  thì hiệu suất xử lý T-N lý thuyết tương ứng sẽ là 50%, 66,7% và 75%. Nhưng trong thực tế hiệu suất xử lý đạt cao hơn theo lý thuyết có thể là do, cấu tạo bể lọc sinh học sử dụng trong nghiên cứu có hai ô thoáng thông giữa hai ngăn ở phía trên và phía dưới vật liệu đệm nên có thể trong giai đoạn sục khí một phần nước thải trong hệ đã được tuần hoàn vì thế dẫn đến hiệu suất xử lý T-N đạt cao hơn so với tính toán theo lý thuyết.

### 3.3. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý tổng Phốt pho (T-P)

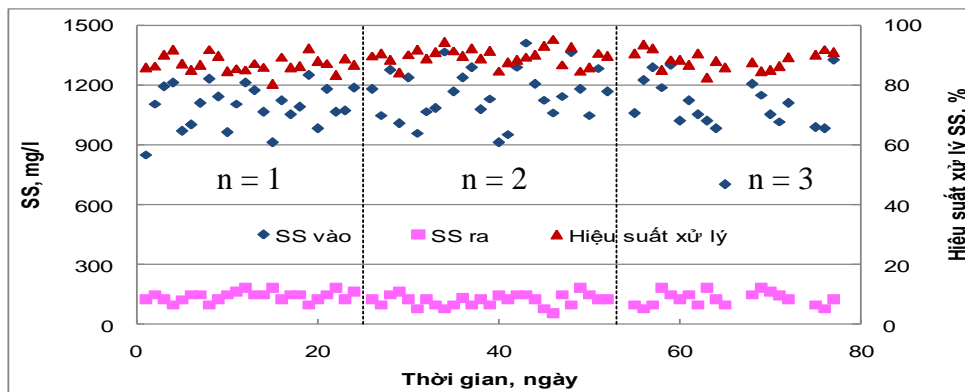
Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu quả xử lý T-P được thể hiện trên hình 5. Nhận thấy rằng khi thay đổi tỉ lệ hồi lưu thì không ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý T-P, ở cả ba chế độ thí nghiệm hiệu suất xử lý T-P đều đạt trong khoảng 49 - 55%.

### 3.4. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu suất xử lý Chất rắn lơ lửng (SS)

Kết quả nghiên cứu ở đồ thị hình 6 cho thấy khi thay đổi tỉ lệ hồi lưu thì không ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý SS, ở cả ba chế độ thí nghiệm hiệu suất xử lý SS đều dao động trong khoảng 80 - 95%.



Hình 5. Ảnh hưởng của tỉ lệ hồi lưu đến hiệu quả xử lý T-P.



Hình 6. Ảnh hưởng của tải lượng SS đến hiệu quả xử lý SS.

Một số kết quả nghiên cứu xử lý nước thải bằng phương pháp lọc sinh học và phương pháp SBR của các tác giả khác nhau được tổng hợp để so sánh với phương pháp của nghiên cứu này được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Tổng hợp một số kết quả nghiên cứu và so sánh với kết quả của nghiên cứu này

Tác giả	Điều kiện thí nghiệm			Hiệu quả xử lý (%)				Ghi chú
	Thời gian lưu (ngày)	Tải trọng (kg/(m <sup>3</sup> ·ngày))		COD	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	T-N	T-P	
		COD	T-N					
A.F. Ramos và nnk (2006) [4]	2,36	1,19	0,169	95,75±0,72	-	41 - 77	-	Phương pháp lọc sinh học xử lý nước thải ngành công nghiệp muối
Jiayang Cheng và nnk (2011) [5]	3	0,23	0,095	57	92	(91)	-	Sục khí luân phiên cấp nước liên tục
Mohammad N. và nnk (2011) [6]	4,7	0,42	0,36	80,3	-	61	-	SBR cấp nước một lần
R. Nabizadeh và nnk (2006) [7]	0,33	1,93 - 5,9	0,116 - 0,318	93,8 - 95,6	-	-	-	Phương pháp lọc sinh học xử lý nước thải nhân tạo
Jácome A. và nnk (2013) [8]	3,3	0,9	0,18	(90)	-	75	-	Phương pháp lọc sinh học xử lý nước thải đô thị
Phạm Thị Hải Thịnh và nnk (2012) [9]	2	0,7 ± 0,2	0,18 ± 0,05	90 - 93	97 - 100	80 - 85	-	SBR cấp nước một lần xử lý nước thải chăn nuôi
Nghiên cứu này	2	0,4 - 1,1	0,1 - 0,33	81 - 87	95 - 99	79-85	49 - 55	Phương pháp lọc sinh học kết hợp sục khí luân phiên

So với các các nghiên cứu của các tác giả khác, nghiên cứu này cho hiệu quả xử lý COD và T-N gần tương đương nhưng ở điều kiện tải trọng COD và T-N khá cao. Hiệu quả xử lý T-N trong nghiên cứu này cũng tương đương với kết quả nghiên cứu của tác giả thực hiện trên hệ SBR [9], nhưng tải trọng COD và T-N trong nghiên cứu này đạt được cao hơn nhiều. Mặt khác, so với hệ SBR hệ lọc sinh học có ưu điểm là ít nhạy cảm hơn đối với sự thay đổi của điều kiện môi trường (pH, tải trọng ...).

#### 4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ hồi lưu đến hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi

lợn sau khi xử lý yếm khí qua bể biogas của quá trình lọc sinh học sục khí luân phiên, có thể đưa ra một số kết luận như sau:

1. Tỷ lệ hồi lưu hầu như không ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý COD, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SS, T-P. Thay đổi tỷ lệ hồi lưu thì hiệu quả xử lý COD, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SS và T-P vẫn ổn định trong khoảng lần lượt là 81 - 87%, 95 - 99%, 80 - 95% và 49 - 55%.

2. Khi thay đổi tỉ lệ hồi lưu có sự ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý tổng Nitơ (T-N), thay đổi tỷ lệ hồi lưu n=1, n=2 và n = 3 hiệu suất xử lý T-N đạt tỷ lệ tương ứng là 66 - 71%, 75 - 79% và 79 - 85%.

**Tài liệu tham khảo**

- [1] Cục chăn nuôi (2016), Báo cáo Tổng kết công tác quản lý, chỉ đạo phát triển sản xuất chăn nuôi năm 2016 theo định hướng tái cơ cấu và triển khai kế hoạch 2017, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Hà Nội.
- [2] Cục chăn nuôi (2017), Sản phẩm chăn nuôi giai đoạn 2010-2017 và kế hoạch phát triển đến năm 2020, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Hà Nội.
- [3] APHA/AWWA/WEF (1995), Standard methods of for the examination of water and wastewater, 19, ed, Washington, D.C.
- [4] Ramos A. F., Gómez M. A., Hontoria E. và González-López J. (2007), "Biological nitrogen and phenol removal from saline industrial wastewater by submerged fixed-film reactor", *Journal of Hazardous Materials*. 142(1), p. 175-183.
- [5] Cheng Jiayang và Liu Bin (2001), "Nitrification/Denitrification in Intermittent Aeration Process for Swine Wastewater Treatment", *Journal of Environmental Engineering*. 127(8), p. 705-711.
- [6] Islam Mohammad N., Park Keum J. và Alam Md J. (2011), "Treatment of Swine Wastewater using Sequencing Batch Reactor", *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 4(2), p. 47-53.
- [7] Nabizadeh R. và A. Mesdaghinia (2006), "Behavior of an Aerated Submerged Fixed-Film Reactor (ASFFR) under Simultaneous Organic and Ammonium Loading", *Journal of Environmental Quality*. 35(3), p. 742-748.
- [8] Jácome A., Molina J., Novoa R., Suárez J. và Ferreiro S. (2013), Simultaneous carbon and nitrogen removal from municipal wastewater in full-scale unaerated/aerated submerged filters, 9th International Conference on Biofilm Reactors (IWA), Paris, France.
- [9] Phạm Thị Hải Thịnh, Phan Đỗ Hùng và Trần Thị Thu Lan (2012), "Xử lý đồng thời hữu cơ và nitơ trong nước thải chăn nuôi lợn bằng phương pháp SBR: Ảnh hưởng của chế độ vận hành và tỉ lệ giữa cacbon hữu cơ và nitơ", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ* 50(2B), tr. 153 – 161.

## Effect of Reflux Ratio on Piggery Wastewater Treatment Efficiency after Biogas Processing of Bio-filtration System Combined with Alternate Aeration

Le Sy Chinh<sup>1</sup>, Pham Anh Hung<sup>2</sup>, Phan Do Hung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hong Duc University, 565 Quang Trung, Thanh Hoa, Vietnam

<sup>2</sup>VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup>Institute of Environmental Technology, Vietnam Academy of Science and Technology, 18 Hoang Quoc Viet, Hanoi, Vietnam

**Abstract:** This study aims to assess the effect of reflux ratio on piggery wastewater treatment efficiency after biogas tank treatment (high organic matter, nitrogen and suspended solids) of bio-filtration system combines with alternate aeration, there were three reflux ratios were used in this study including: (i)  $Q_{hl} = Q_v$ , (ii)  $Q_{hl} = 2Q_v$  and (iii)  $Q_{hl} = 3Q_v$ . The results show that reflux ratio did not have effect on the treatment efficiency of COD,  $N-NH_4^+$ , SS, T-P. When changed reflux ratio the treatment efficiency of these parameters were still stable with the values are 81-87%, 95-99%, 80-95% and 49- 55% respectively. When the return rate change affected the total nitrogen (T-N) removal efficiency, the rate of return of  $n = 1$ ,  $n = 2$  and  $n = 3$  of the T-N treatment efficiency were equal to the corresponding ratio is 66 - 71%, 75 - 79% and 79 - 85% respectively.

**Keywords:** Piggery wastewater, Biogas, Reflux ratio, Bio-filtration, Aeration.