

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

**---oOo---**

**PHAN THẾ NHẬT**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG QUÁ TRÌNH NITRIT HÓA BÁN  
PHẦN VÀ ANAMMOX ĐỂ XỬ LÝ NITƠ TRONG NƯỚC RỈ  
RÁC CŨ**

Ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số ngành: 9520320

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ**

**TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2021**

Công trình được hoàn thành tại **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM**

Người hướng dẫn khoa học 1: **PGS.TS Nguyễn Phước Dân**

Người hướng dẫn khoa học 2: **PGS.TS Đặng Vũ Bích Hạnh**

Phản biện độc lập 1:

Phản biện độc lập 2:

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án đã được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án họp tại

.....

.....

vào lúc.....giờ.....ngày.....tháng.....năm.....

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM

- Thư viện Đại học Quốc gia Tp.HCM

- Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp.HCM

# 1 MỞ ĐẦU

## 1. TÍNH CẤP THIẾT

Nước rỉ từ bãi chôn lấp (nước rỉ rác) là nước bản thân qua lớp rác của các ô chôn lấp, kéo theo các chất ô nhiễm từ rác chảy vào tầng dưới của bãi chôn lấp.

Do thành phần rất phức tạp và khả năng gây ô nhiễm cao, nước rỉ rác từ bãi rác đòi hỏi một dây chuyền công nghệ xử lý kết hợp để đạt tiêu chuẩn thải. Ngoài việc xử lý ô nhiễm hữu cơ thì xử lý ammonia trong nước rỉ rác đang ngày càng trở thành một nhu cầu cấp thiết trong thời gian gần đây tại Việt Nam, cụ thể tại thành phố Hồ Chí Minh, điển hình bãi rác Gò Cát.

Đối với loại nước thải rỉ rác cũ có nồng độ  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  cao và nồng độ ô nhiễm chất hữu cơ thấp thì việc xử lý để loại bỏ chúng trước khi xả vào nguồn nước đang là nhu cầu cấp thiết hiện tại và tương lai. Hiện tại quá trình nitrat hóa và khử nitrat truyền thống đang được áp dụng rộng rãi trong thực tế xử lý nước thải. Tuy nhiên, quá trình loại bỏ truyền thống này đòi hỏi chi phí đầu tư và vận hành. Gần đây, một quá trình mới (Anammox) loại bỏ nitơ đã được phát hiện và chứng minh có khả năng loại bỏ nitơ với hiệu quả rất cao với chi phí đầu tư xây dựng và vận hành cạnh tranh hơn so với quá trình nitrat hóa và khử nitrat truyền thống.

Vì vậy, luận án này tập trung nghiên cứu vào ứng dụng công nghệ nitrit hóa bán phần và Anammox xử lý nitơ trong nước rỉ rác cũ nhằm đạt hiệu quả về kinh tế và môi trường.

## 2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Từ những vấn đề nêu trên, đề tài “**Nghiên cứu ứng dụng quá trình nitrit hóa bán phần- Anammox để xử lý nitơ trong nước rỉ rác cũ**” khảo sát hai quá trình: (1) quá trình nitrit hóa bán phần SBR – PNSBR và (2) quá trình anammox IC – AIC.

## 3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

➤ *Đối với quá trình nitrit hóa bán phần sử dụng công nghệ SBR (PNSBR)*

- Nghiên cứu chế độ vận hành ổn định lâu dài mô hình nitrit hóa bán phần sử dụng công nghệ SBR (PNSBR) bằng cách kiểm soát pH, độ kiềm, FA ở nồng độ Ammonium cao ( $\text{NH}_4^{+}\text{-N} = 3.500 - 4.000$ )

- Xác định các thông số động học của vi khuẩn AOB

- Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ FA khác nhau có trong nước rỉ rác lên vi khuẩn AOB

- Đánh giá khả năng xử lý COD của mô hình PNSBR

➤ *Đối với quá trình anammox dòng tuần hoàn nội bộ (IC- Internal Circulation)*

- Khảo sát khả năng xử lý của mô hình IC ở các tải trọng khác nhau, tìm ra tải trọng thích hợp (Lt) để vận hành mô hình đạt hiệu quả loại bỏ nitơ cao

- Xác định các thành phần COD (COD có khả năng phân hủy sinh học, COD không có khả năng phân hủy sinh học, COD phân hủy sinh học nhanh, COD phân hủy sinh học chậm, COD không phân hủy sinh học dạng tan, COD không phân hủy dạng hạt) của nước rỉ rác sau mô hình IC

- Khảo sát khả năng xử lý COD ở tải trọng Lt

- Xác định hoạt tính bùn Anammox (SAA- Specific Anammox Activity)

- Định danh vi khuẩn Anammox bằng kỹ thuật PCA đoạn gen 16rDNA

- Khảo sát đặc tính bùn hạt Anammox (tốc độ lắng, SVI, kích thước bùn hạt, MLSS, MLVSS).

#### **4. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU**

- *Đối tượng nghiên cứu:* Nước rỉ rác cũ từ bãi chôn lấp Gò Cát, huyện Bình Chánh, Tp.HCM.

- *Phạm vi nghiên cứu:* Nghiên cứu được thực hiện trên cơ sở lý thuyết và kiểm nghiệm trong phòng thí nghiệm khoa Môi trường và Tài nguyên – Đại học Bách Khoa TP.HCM.

## 5. TÍNH MỚI

Các nghiên cứu về công nghệ xử lý nitơ trong nước rỉ rác cũ chủ yếu là nghiên cứu ứng dụng các quá trình nitrat hóa – khử nitrat truyền thống. Các nghiên cứu ứng dụng các quá trình sinh học mới, điển hình là quá trình Anammox còn rất hạn chế và chưa được nghiên cứu rộng rãi ở Việt Nam. Nghiên cứu ứng dụng quá trình nitrit hóa bán phần- Anammox để xử lý nitơ trong nước rỉ rác cũ được xem như là một trong những nghiên cứu tiên phong trong lĩnh vực này..

## 6. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN

### - Ý nghĩa khoa học

Kết quả nghiên cứu là cơ sở lý thuyết để đánh giá khả năng thích nghi, sinh trưởng và phát triển của nhóm vi khuẩn nitrit hóa AOB sử dụng mô hình PNSBR và Anammox sử dụng mô hình AIC trong môi trường nước rỉ rác cũ.

### - Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả của đề tài cũng là cơ sở để triển khai ứng dụng quá trình Anammox trong xử lý nước rỉ rác có nồng độ Ammonium cao với chi phí đầu tư cơ bản và vận hành cạnh tranh hơn so với quá trình khử nitơ truyền thống (nitrat hóa-khử nitrat).

Hơn nữa, kết quả đề tài cũng làm tiền đề cho việc ứng dụng quá trình Anammox sử dụng công nghệ IC để xử lý nitơ ở các bãi rác cũ và các bãi rác mới.

## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

### 1.1. Đặc tính nước rỉ rác

Nước rỉ rác là nước thải ô nhiễm rất cao và phức tạp. Hỗn hợp các chất ô nhiễm hữu cơ và vô cơ cao được tìm thấy trong nước rỉ rác là kết quả của quá trình sinh học, hóa học và vật lý diễn ra trong bãi rác mà các quá trình này là sự kết hợp giữa các thành phần chất thải với chế độ nước của bãi rác [3]. Thành phần nước rỉ rác phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: tuổi bãi rác, khí hậu, bản chất của chất thải

phân hủy và cũng thay đổi từ vị trí này đến vị trí khác. Nước rỉ rác bao gồm bốn thành phần chính [4] [5]:

Các hợp chất hữu cơ bao gồm: các chất hữu cơ hòa tan, các axit béo dễ bay hơi và các hợp chất bền nhiệt: axit fulvic, axit humic,...

Các chất vô cơ:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  và  $\text{HCO}_3^-$ .

Kim loại nặng:  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  và  $\text{Zn}^{2+}$ .

Các hợp chất hữu cơ xenobiotic gồm: các hợp chất vòng thơm, phenol, thuốc trừ sâu,... Các hợp chất này thường tồn tại ở hàm lượng thấp.

Thành phần nước rỉ rác cũng chứa các chất độc và chúng được xác định bằng các thử nghiệm độc học (*Vibrio fischeri*, *Daphnia similis*, *Artemia salina*,...). Các chất độc này có hại đối với các vi sinh vật [1] [5]. Các thử nghiệm độc học xác nhận các căn bệnh tiềm ẩn từ nước rỉ rác và sự cần thiết phải xử lý nó.

Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nước rỉ rác. Tuy nhiên, trong nhiều yếu tố, tuổi thọ bãi rác là yếu tố ảnh hưởng nhiều nhất đến thành phần nước rỉ rác [1]. Kulikowska và Klimiuk, 2008 [6] đã đưa ra dữ liệu cho thấy tuổi thọ bãi rác có ảnh hưởng đáng kể đến các hợp chất hữu cơ và sự biến thiên các tham số này theo thời gian đóng vai trò quan trọng trong việc quản lý nước rỉ rác. Theo [5] đã phân loại các chất gây ô nhiễm thành bốn loại:

- Chất hữu cơ (Organic matter – OM): chất hữu cơ hòa tan, các hợp chất chịu nhiệt và axit béo dễ bay hơi.
- Thành phần vô cơ vĩ mô: natri, kali, canxi, sắt, magiê, mangan, clorua, sulfat, bicarbonate và amoni.
- Kim loại nặng: cadimi, đồng, chì, ...
- Chất cộng sinh (Xenobiotics): hợp chất hữu cơ dạng vết như phenol hoặc thuốc trừ sâu.

Nói chung, theo mô hình này, các bãi chôn lấp mới sẽ tạo ra nước thải có sự hiện diện VFA cao. Do đó, nước thải từ bãi rác mới là loại nước thải giàu amoni với một phần phân hủy sinh học cao trong thành phần các chất hữu cơ. Khi thời gian trôi qua, quá trình ổn định là kết quả của sự gia tăng của nồng độ amoni và giảm của các phần phân hủy sinh học của COD. Nước thải sinh ra ở giai đoạn cuối cùng được gọi là nước thải *trưởng thành*.

## 1.2. Các phương pháp loại bỏ nitơ trong nước rỉ rác

### 1.2.1. Tuần hoàn nước rỉ rác

### 1.2.2. Phương pháp hóa – lý

### 1.2.3. Tách khí (air-stripping)

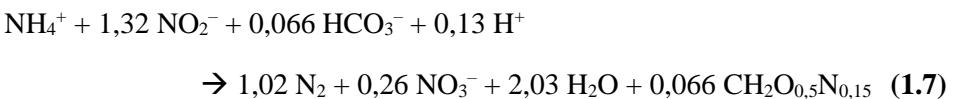
### 1.2.4. Kết tủa

### 1.2.5. Trao đổi ion

### 1.2.6. Phương pháp xử lý sinh học truyền thống

### 1.2.7. Các phương pháp sinh học mới loại bỏ nitơ

Phản ứng của quá trình anammox thể hiện ở phương trình như sau:



Từ phương trình 1.7, quá trình anammox cần một đầu vào phù hợp có tỉ lệ nitrit và ammonia là 1 – 1,32. Để có được tỉ lệ này ở đầu vào cần có một quá trình đứng trước nhằm chuyển một nửa ammonia trong nước thải đầu vào thành nitrit. Quá trình sinh học đứng trước này được đặt tên là quá trình nitrit hóa bán phần (partial nitrification). Phân loại theo lượng bề sử dụng, ứng dụng quá trình nitrit hóa bán phần và anammox để loại bỏ nitơ được chia làm 2 loại:

- Quá trình nitrit hoá bán phần - anammox trong hai bể phản ứng riêng biệt.
- Quá trình nitrit hoá bán phần - anammox trong một bể phản ứng duy nhất.

1.2.7.1. *Quá trình nitrit hoá bán phần và quá trình anammox trong hai bể phản ứng riêng biệt*

1.2.7.2. *Quá trình nitrit hoá bán phần và quá trình anammox trong một bể phản ứng*

Dựa trên khái niệm mới này, một số công nghệ kết hợp quá trình nitrit hóa bán phần – Anammox trong cùng một bể phản ứng được nghiên cứu rộng rãi trên thế giới là CANON (Complete Autotrophic Nitrogen Removal Over Nitrite), SNAP (Single- stage Nitrogen removal using Anammox and Partial nitritation), OLAND (Oxygen Limited Autotrophic Nitrification Denitrification), SNAD (Simultaneous partial Nitrification, Anammox and Denitrification).

### 1.3. Một số nghiên cứu ứng dụng quá trình Anammox xử lý nước thải giàu nitơ trong và ngoài nước

Tóm tắt các nghiên cứu về xử lý nước rỉ rác bằng quá trình nitrit hóa bán phần-Anammox như sau:

Bảng 1.1: Các nghiên cứu ứng dụng quá trình Anammox xử lý nước rỉ rác

Loại bể	Thể tích, m <sup>3</sup>	Ammonium, gNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N/m <sup>3</sup>	Nitrit, gNO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - N/m <sup>3</sup>	NLR, kgN/m <sup>3</sup> .ngày	EC, mS/cm	Tham khảo
BC	-	1.650	5,12	1,6 <sup>(1)</sup>		[183]
RBC	33	0,1- 0,4	-	1,5- 4 <sup>(1)</sup>	11,2- 12,3	[166]
RBC	40	349	-	5,8 <sup>(1)</sup>		[24]
RBC	0,014	1.500 <sup>(2)</sup>	-	0,93		[144]
FBBR	0,036	885	1.011	0,17		[56]
SBR	0,003	1.442	-	0,96		[172]
SBR	384	634	-	0,50		[170]
SBR	0,002 và 0,300	80- 120	-	0,444 và 1,11		[184]
SBR	0,4	423,3- 618,6	437 7- 617,9	0,40	19,3	[173]

Các nghiên cứu trên cho thấy công nghệ RBC và SBR được sử dụng nhiều cho quá trình Anammox xử lý nitơ trong nước rỉ rác. Tuy nhiên số lượng nghiên cứu còn rất hạn chế và hơn nữa các công nghệ này cho thấy tải trọng nitơ đầu vào chưa thật sự cao (chưa thật sự vượt trội so với công nghệ truyền thống). Chính vì



thể cần được nghiên cứu nhiều và sâu hơn việc ứng dụng các mô hình thiết kế mới sử dụng quá trình Anammox xử lý nitơ nhằm nâng cao tải trọng nitơ đầu vào và tải trọng loại bỏ nitơ góp phần đưa quá trình Anammox ra ứng dụng thực tế xử lý nước rỉ rác cho các bãi chôn lấp.

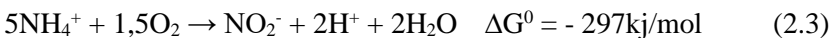
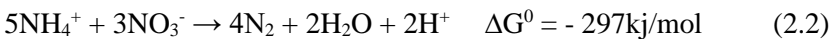
## **CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT QUÁ TRÌNH NITRIT HÓA BÁN PHẦN – ANAMMOX**

### **2.1. Quá trình nitrit hóa bán phần**

So sánh với quá trình loại bỏ nitơ truyền thống (nitrat hóa, khử nitrat), thuận lợi của quá trình nitrit hóa bán phần là nhu cầu oxy thấp hơn (ít hơn 25%), nhu cầu cacbon hữu cơ thấp hơn hoặc không cần tùy thuộc sau nó là quá trình khử nitrat hoặc Anammox [80] [134] [135]. Dựa trên khái niệm mới này, quá trình Single reactor High activity Ammonia Removal Over Nitrite (SHARON) được phát triển trường Đại học Delft, Hà Lan [17] [136]. Có nhiều yếu tố môi trường ảnh hưởng đến phản ứng của quá trình nitrit hóa bán phần và một trong số chúng là thông số quan trọng để kiểm soát quá trình nitrit hóa bán phần. Điểm quan trọng nhất của quá trình nitrit hóa bán phần là việc tích lũy nitrit ổn định hay không.

### **2.2. Quá trình Anammox**

Trên cơ sở tính toán nhiệt động học [37][185] đã dự báo về sự tồn tại của các vi khuẩn tự dưỡng có khả năng oxy hóa ammonium bởi nitrat, nitrit:



Theo đó, quá trình Anammox được xác định là một quá trình sinh học, trong đó ammonium được oxy hóa trong điều kiện kỵ khí với nitrit là yếu tố nhận điện tử để tạo thành nitơ phân tử với sự tham gia của vi khuẩn Anammox [44] [189].

Tiếp theo đó, phản ứng Anammox cũng đã lần lượt được phát hiện và nhận dạng vi khuẩn Anammox tại các hệ thống xử lý nước thải bởi các nhà khoa học Đức [190], Nhật Bản [191], Thụy Sĩ [192] và Bỉ [193].

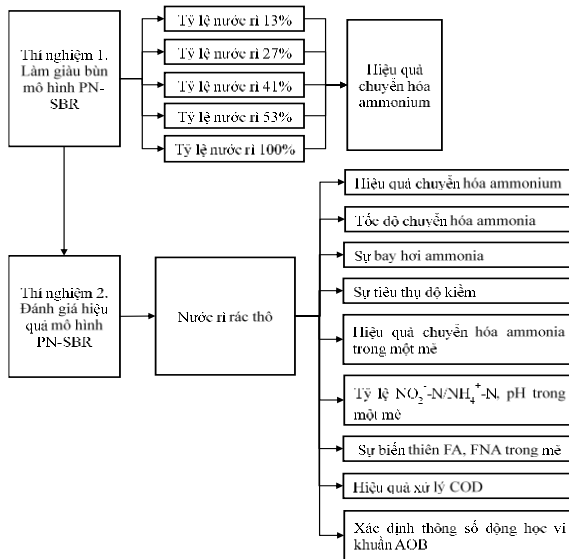
### 2.3. Động học quá trình

Động học là các phương trình mô tả mối quan hệ giữa các yếu tố trong quá trình sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật dưới dạng quan hệ toán học thông qua các thông số động học. Từ các nghiên cứu thực nghiệm có thể xác định được các thông số động học cho các quá trình, làm cơ sở cho việc thiết kế các hệ thống xử lý trong thực tế. Nghiên cứu này sử dụng phương trình Monod để tính toán các thông số động học của vi khuẩn.

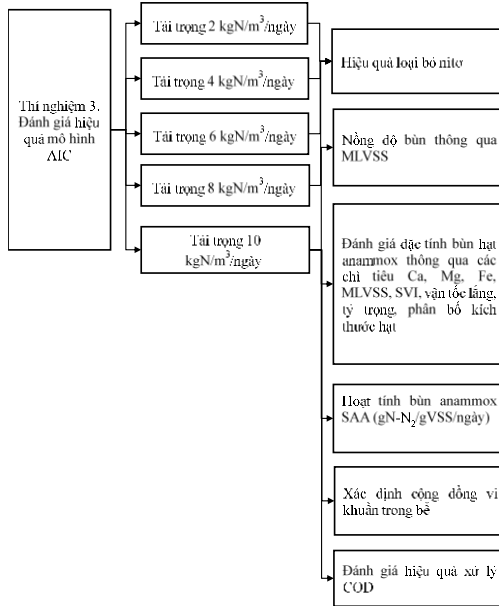
## CHƯƠNG 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 3.1. Nội dung nghiên cứu

Các nội dung nghiên cứu cụ thể của luận án này được trình bày như sau.:



Hình 3.1. Sơ đồ nội dung 1



Hình 3.2. Sơ đồ nội dung 2

## 3.2. Mô hình thí nghiệm

### 3.2.1. Thí nghiệm 1. Làm giàu bùn mô hình PNSBR (Partial Nitritation SBR)

#### 3.2.1.1. Mô hình

Hình 3.3. Mô hình thí nghiệm PNSBR

Mô hình thí nghiệm đặt tại phòng thí nghiệm Khoa Môi Trường, Trường Đại Học Bách Khoa TP HCM. Nghiên cứu thực hiện ở điều kiện nhiệt độ ngoài trời (ban ngày:  $28^{\circ}\text{C}$  -  $32^{\circ}\text{C}$ , ban đêm:  $25^{\circ}\text{C}$  -  $27^{\circ}\text{C}$ )

*Ghi chú: (1). Bơm đầu vào (2). Thùng đựng nước thải đầu vào (3). Máy khuấy (4). Máy thổi khí*

#### 3.2.1.2. Vật liệu thí nghiệm

1) Nước thải đầu vào

Nước rỉ rác cũ được lấy từ bãi rác Gò Cát, quận Bình Tân, TP.HCM như sau:

**Bảng 3.1. Thành phần tính chất nước rỉ rác bãi rác Gò Cát (n = 120)**

Chỉ tiêu	Đơn vị	Khoảng giá trị	Giá trị trung bình + độ lệch chuẩn
pH		8,4 – 8,9	8,7 ± 0,1
Độ kiềm	mgCaCO <sub>3</sub> /L	11300 - 16200	14380 ± 1160
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	mg/L	3261 - 3.998	3790 ± 172
TKN	mg/L	3640 - 4320	4.064 ± 169
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	mg/L	0,01 - 1	0,44 ± 0,31
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	mg/L	0,4 - 7,5	4,73 ± 1,94
COD	mg/L	2200 - 4440	3512 ± 543
BOD <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	100 - 300	193 ± 50
SS	mg/L	12 - 60	43 ± 17

## 2) Bùn nuôi cấy

Bùn trong thí nghiệm được lấy từ bể aerotank của trạm xử lý nước rỉ rác của bãi rác Gò Cát. Bùn khi lấy về có màu xám đen, tỷ lệ VSS/TSS = 0,25. Lượng bùn đưa vào bắt đầu nuôi cấy là 546 g, nồng độ VSS đạt được 1.500 mg/L.

### 3.2.1.3. Điều kiện vận hành

Bể phản ứng PNSBR được vận hành theo dạng mẻ, gồm 4 pha hoạt động: (1) pha nạp 10 phút; (2) pha phản ứng phụ thuộc vào tỷ lệ NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N:NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N đầu ra mà được điều chỉnh theo từng thí nghiệm; (3) pha lắng 45 phút; (4) pha xả 5 phút. Bể phản ứng vận hành được điều chỉnh ở DO > 3,0 mg/L, pH đầu vào điều chỉnh ở 7,5±0,2 bằng dung dịch HCl 20%. Tỷ số trao đổi thể tích là 0,58.

**Bảng 3.2. Điều kiện vận hành mô hình PNSBR**

Thời gian (ngày)	Phần trăm nước rỉ (%)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/L)	HRT (giờ)
0 - 75	13%	506 ± 5	19/15/12
76 - 110	27%	1.038 ± 34	19/21
111-145	41%	1.561 ± 63	20
146 – 210	53%	2.007 ± 10	25/29/34
210 – 314	100%	3.870 ± 89	69/91

### 3.2.2. Thí nghiệm 2. Đánh giá hiệu quả mô hình PN SBR

#### 3.2.2.1. Mô hình thí nghiệm

Mô hình thí nghiệm đặt tại phòng thí nghiệm Khoa Môi Trường, Trường Đại Học Bách Khoa TP HCM.

Bể phản ứng có dạng trụ với chiều cao 1 m và đường kính trong là 0,6 m, thể tích làm việc 190 l. Thể tích vận hành nhỏ nhất là 40 l, tỷ số trao đổi thể tích là 0,79. Mô hình được xáo trộn hoàn toàn nhờ vào máy thổi khí và 01 đĩa thổi khí được cố định dưới đáy bể. Nước thải đầu ra tiếp tục nghiên cứu mô hình AIC.

#### 3.2.2.2. Vật liệu thí nghiệm

##### Nước thải đầu vào

Nước thải trong thí nghiệm 2 là nước rỉ rác thô từ bãi chôn lấp Gò Cát có các đặc tính được trình bày trong bảng như sau:

Bảng 3.3. Thành phần tính chất nước rỉ rác bãi rác Gò Cát (n = 76)

Chỉ tiêu	Đơn vị	Khoảng giá trị	Giá trị trung bình + độ lệch chuẩn
pH		8,1 - 8,9	8,6 ± 0,4
Độ kiềm	mgCaCO <sub>3</sub> /L	8100 - 19600	11999 ± 1741
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	mg/L	2352 - 3506	3154 ± 195
TKN	mg/L	2541 - 4159	3401 ± 173
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	mg/L	0,62 - 0,93	0,52 ± 0,25
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	mg/L	0,79 - 6,71	3,71 ± 1,02
COD	mg/L	2173 - 3512	3018 ± 123
BOD <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	91 - 276	132 ± 61
SS	mg/L	15 - 58	38 ± 20

##### Bùn hoạt tính

Sau khi được làm giàu trong thí nghiệm 1, bùn hoạt tính được lưu giữ để thực hiện thí nghiệm 2.

#### 3.2.2.3. Điều kiện vận hành

Mô hình PNSBR được vận hành liên tục trong 250 ngày ở nhiệt độ phòng từ 28 – 32°C. Quan sát từ thí nghiệm 1 cho thấy pH trong khoảng 8,1 – 8,9 trong nước

rỉ rác là thích hợp cho quá trình vận hành mô hình PNSBR, vì vậy pH trong thí nghiệm 2 không cần điều chỉnh. Mô hình được vận hành dạng mẻ với chu kỳ 73h gồm 4 pha: (1) pha nạp 10 phút, (2) pha phản ứng 72h, (3) pha lắng 40 phút và (4) pha xả 10 phút. Mô hình xáo trộn hoàn toàn ở pha phản ứng với  $DO \geq 2$  mg/l. Với tỷ số trao đổi thể tích là 0,79, thời gian lưu nước HRT là 3,85 ngày trong suốt thí nghiệm 2.

Trong suốt quá trình thí nghiệm 2 không tiến hành xả bùn. Vì vậy, thời gian lưu bùn được tính dựa vào nồng độ SS đầu ra ( $SS = 100 \pm 25$  mgTSS/l) và nồng độ MLSS duy trì trong bể phản ứng ( $MLSS = 3200 \pm 70$  mgTSS/l,  $VSS/TSS = 72\%$ ). Thời gian lưu bùn trong thí nghiệm 2 là 122 ngày.

### **3.2.3. Thí nghiệm 3. Đánh giá hiệu quả mô hình AIC (anammox IC)**

#### *3.2.3.1. Mô hình IC*

Mô hình IC được làm bằng ống mica hình trụ có đường kính hiệu dụng là 90mm, tổng thể tích là 13,8 lít với thể tích hiệu dụng là 10 lít, được chia thành 2 vùng: vùng phản ứng phía dưới chứa nồng độ bùn đậm đặc có thể tích là 7 lít được xáo trộn bằng dòng tuần hoàn và dòng xuống; vùng phía trên nồng độ bùn thấp hơn có thể tích là 3 lít. Thuyết kế dạng bể này nhằm mục đích tăng khả năng tạo hạt, hạn chế hiện tượng nổi bùn và pha loãng nồng độ cơ chất đầu vào tránh gây sốc cho vi khuẩn anammox.

Nước thải được bơm từ thùng chứa 450 lít vào dưới đáy mô hình bằng bơm định lượng với lưu lượng  $Q = 0,5 - 5$  l/h của hãng pulselder, USA. Tại đây nước thải đầu vào được pha loãng bằng dòng tuần hoàn ( $Q=1,5$   $Q_{\text{đầu vào}}$ ) được bơm định lượng từ đầu ra của mô hình nước thải đi qua tầng bùn đậm đặc giúp xáo trộn bùn, khí  $N_2$  sinh ra được thu vào 2 phễu thu khí được bố trí cuối tầng bùn đậm đặc và tầng bùn loãng. Hỗn hợp khí  $N_2$ , nước thải và bùn sẽ được tách tại thiết bị tách khí.

#### *3.2.3.2. Vật liệu thí nghiệm*

##### Nước thải đầu vào

Nước rỉ rác sau khi qua quá trình nitrit hóa bán phần SBR sẽ được cho vào thùng chứa có thể tích 500 lít có các tính chất sau:

Bảng 3.4. Thành phần nước rỉ rác sau quá trình nitrit hóa bán phần

Thông số	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/L)	TKN (mg/L)	Độ kiềm mgCaCO <sub>3</sub> /L	COD (mg/L)	pH
Dãy giá trị	941-1.949	1.239 -2.168	29-93	441-588	800-1.700	2.237-2.864	7,0 – 7,5
Trung bình	1.479±281	1.706±230	20±13,5	520±58,5	953±215	2.576±178	7,2 ± 0,3

### Bùn hoạt tính

Bùn được lấy từ mô hình HGSS đặt trong phòng thí nghiệm khoa Môi Trường – trường Đại học Bách Khoa, Tp Hồ Chí Minh (Mai *et al.*, 2013). Bùn anammox ban đầu trong bể IC có nồng độ MLSS là 13g/L và MLVSS là 6,5 g/L

#### 3.2.3.3. Điều kiện vận hành

Mô hình được vận hành trong điều kiện kỵ khí và ở nhiệt độ phòng. Dòng vào của mô hình là nước rỉ rác sau quá trình nitrit hóa bán phần. Các thông số cần theo dõi như sau: Nồng độ oxy hòa tan DO < 0,5 mg/L, pH = 6,5 – 7,1

Bảng 3.5 Điều kiện vận hành mô hình IC qua các giai đoạn

Giai đoạn	Thời gian tiến hành (ngày)	TN <sub>A</sub> (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N: NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N	Tỉ lệ pha loãng	Lưu lượng (lít/ngày)	HRT (h)	Tải trọng (kgN/ m <sup>3</sup> / ngày)
I	28	519±13	1-1,1	8-10	40	6,0	2,1±0,05
II	17	572±6	1-1,3	8-10	70	3,4	4,0±0,04
III	25	809±12	1-1,3	5-8	74	3,2	6,0±0,08
IV	17	1.300±9	1,3-1,39	3-5	62	3,9	8,0± 9
V	189	1.500±6	1,3-1,35	2-3	67	3,6	10,0± 6

### 3.3. Vật liệu và phương pháp phân tích

#### 3.3.1. Phân tích hóa học

Các phương pháp phân tích được sử dụng trong nghiên cứu này để xác định các thông số của nước thải được phân tích theo APPHA [11].

### 3.3.2. Phương pháp xác định thông số động học của AOB

Phương pháp xác định thông số động học của AOB của nghiên cứu này được tham khảo từ phương pháp của Ciudad et al., (2006) [185].

### 3.3.3. Phương pháp xác định hoạt tính bùn anammox (SAA)

Phương pháp xác định hoạt tính bùn anammox (SAA) của nghiên cứu này được tham khảo từ phương pháp của Dapena-Mora et al., (2007) [91].

### 3.3.4. Phương pháp xác định các thành phần COD

Phương pháp xác các thành phần COD của nghiên cứu này được tham khảo từ nghiên cứu của Busch (1958) [186].

### 3.3.5. Phương pháp xác định cộng đồng vi khuẩn anammox

Thí nghiệm sinh học phân tử được hợp tác thực hiện với Khoa Xây dựng và Môi trường, trường đại học Yonsei, Seoul, Hàn Quốc hình. Mẫu bùn trong bể IC được thu giữ, bảo quản và gửi đến phòng thí nghiệm của đại học Yonsei tại Hàn Quốc nhằm xác định các chủng vi khuẩn tồn tại trong mô hình bằng các phương pháp sinh học phân tử như sau:

#### 3.3.5.1. Kỹ thuật Metagenomics DNA

#### 3.3.5.2. Kỹ thuật FISH

## CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 4.1. Nội dung 1. quá trình nitrit hóa bán phần ứng dụng công nghệ SBR

#### 4.1.1. Thí nghiệm 1. Giai đoạn làm giàu bùn

Thí nghiệm 1 là thí nghiệm làm giàu bùn AOB trong mô hình PN-SBR, được thực hiện ở các phần trăm nước rỉ rác thô đầu vào tăng dần từ 13; 27; 41; 53 và 100%. Kết quả được biểu diễn ở hình 4.1 cho thấy diễn biến của nồng độ  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  đầu vào, tải trọng nitơ xử lý (NLR – nitrogen loading rate). Hình 4.2, 4.3 cho thấy sự chuyển hóa các thành phần nitơ và tỷ lệ  $\text{NO}_2^-\text{-N}/\text{NH}_4^+\text{-N}$  đầu ra trong thí nghiệm này.



Hình 4.1. Nồng độ  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  đầu vào và tải trọng nitơ xử lý NLR ở các tỷ lệ nước rỉ rác thô khác nhau trong thí nghiệm 1

Hình 4.2. Sự chuyển hóa các thành phần nitơ đầu ra mô hình PNSBR ở thí nghiệm 1

Hình 4.3. Diễn biến tỷ lệ  $\text{NO}_2^-\text{-N}/\text{NH}_4^+\text{-N}$  đầu ra trong thí nghiệm 1

Trong giai đoạn vận hành hoàn toàn bằng nước rỉ rác thô, thì hiệu quả chuyển hóa nitrit đầu ra đạt 50% ổn định ở những ngày cuối thí nghiệm (từ ngày 301) do trong những ngày này mô hình được bổ sung thêm độ kiềm bicarbonate vào để đạt được 17.000  $\text{mgHCO}_3^-/\text{L}$ . Từ đó, cho thấy tiền đề để triển khai ở giai đoạn đánh giá là quá trình nitrit hóa bán phần đối với nước rỉ rác thô cần được bổ sung kiềm để duy trì hiệu quả ổn định.

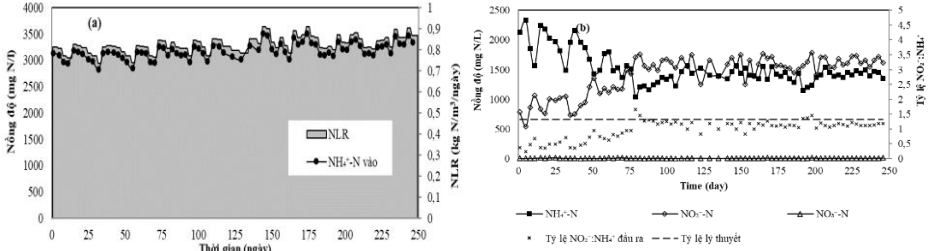
#### **4.1.2. Thí nghiệm 2. Đánh giá hiệu quả mô hình PN-SBR**

Sau khi làm giàu bùn ở thí nghiệm 1 đạt được nước rỉ rác thô 100% trong đầu vào, thí nghiệm 2 sử dụng bùn từ thí nghiệm 1 để thực hiện nghiên cứu này,

##### *4.1.2.1. Hiệu quả chuyển hóa nitơ amonium*

Giai đoạn đánh giá được nghiên cứu hoàn toàn bằng nước rỉ rác thô và quá trình diễn ra thành công trong 250 ngày nghiên cứu.

Mô hình vận hành với HRT = 3,85 ngày, pH nằm trong khoảng  $7,8 \pm 0,2$ . Kết quả thấy thì tỷ lệ  $\text{NO}_2^-\text{-N}/\text{NH}_4^+\text{-N}$  dần có xu hướng ổn định,  $\text{NO}_2^-\text{-N}/\text{NH}_4^+\text{-N} = 1,24 \pm 0,05$ . Quá trình đã đạt được tỷ lệ mong muốn phù hợp với anammox.



Hình 4.4: Nồng độ ammonium đầu vào và tải trọng nitơ xử lý NLR (a); diễn biến các thành phần nitơ đầu ra và tỷ lệ  $\text{NO}_2^-:\text{NH}_4^+$  đầu ra (b)

Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình SBR đã thành công trong việc đạt được tỷ lệ mong muốn  $\text{NO}_2^-/\text{NH}_4^+$  là 1- 1,32 phù hợp cho quá trình anammox ở phía sau.

#### 4.1.2.2. Tốc độ chuyển hóa ammonia

thấp hơn nhiều so với nghiên cứu của Mosquera-Corral và cộng sự (2005) là 115 mg  $\text{NH}_4^+-\text{N}/\text{g VSS.h}$  với nước thải nhân tạo [107], do nghiên cứu này vận hành ở nồng độ FA cao (FA = 117 mg/l) và nước rỉ rác có nhiều chất độc gây ức chế AOB.

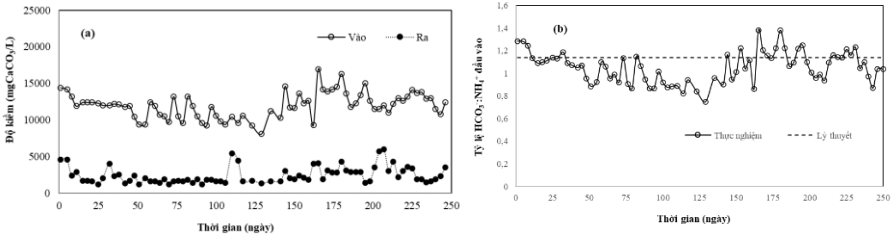
#### 4.1.2.3. Sự bay hơi ammonia

Giai đoạn thực nghiệm sử dụng số liệu nghiên cứu ở những ngày có tỷ lệ chuyển hóa đạt yêu cầu (n = 45), nồng độ ammonia bay hơi dao động từ 6,03% – 11,7%, trung bình là  $7\% \pm 1,2$  thấp hơn so với giai đoạn làm giàu bùn là 10% cho thấy sau khi được kiểm soát chặt chẽ về pH thì giá trị tỷ lệ bay hơi ammonia cũng thấp hơn. Vì vậy, pH là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến việc bay hơi ammonia.

#### 4.1.2.4. Sự tiêu thụ kiềm

Nhìn chung độ kiềm có sẵn trong nước rỉ rác thô là rất cao gần bằng độ kiềm lý thuyết. Vì vậy, giai đoạn nghiên cứu này độ kiềm bổ sung vào rất thấp khoảng 0,6 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ . Lượng tiêu thụ kiềm đạt  $6,27 \pm 0,57$  mg  $\text{CaCO}_3/\text{mgN}$  thấp hơn nghiên cứu ở giai đoạn làm giàu bùn với 100% nước rỉ rác thô trong đầu vào là

$8,84 \pm 0,5$  mg  $\text{CaCO}_3/\text{mg NH}_4^+-\text{N}$ , cho thấy pH đầu ra trong nghiên cứu đã được kiểm soát ở khoảng giá trị ổn định hầu hết lớn hơn 7,5 làm giảm lượng chuyển hóa của  $\text{HCO}_3^-$  sang  $\text{CO}_2$ .



Hình 4.5. Độ kiềm đầu vào và ra (a); tỷ lệ  $\text{HCO}_3^-:\text{NH}_4^+$  đầu vào (b)

#### 4.1.2.5. Hiệu quả chuyển hóa ammonia của PN – SBR ở nồng độ nitơ cao trong một mẻ

Trong 72h nồng độ kiềm có sự giảm dần theo thời gian. Từ 0h tới 3h độ kiềm tăng do FA cao dẫn đến amonium thất thoát, sau đó giá trị giảm từ (13.400 – 7.500 mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ) ở 31h, sau đó giảm nhanh từ (7.600 – 6.400 mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ), ở thời điểm 35h giá trị xuống thấp do sự phát triển mạnh của VSV AOB tiêu thụ lượng kiềm nhiều, giá trị dần ổn định tại 2.200 mg/L tại 72h. Trong khi đó, nồng độ  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  sinh ra không đáng kể và vẫn giữ dưới 10mg/L. Điều này chứng tỏ nhóm VSV NOB đã bị ức chế hoàn toàn đồng thời nhóm VSV AOB trong bể chiếm ưu thế.

#### 4.1.2.6. Sự tiêu thụ độ kiềm trong một mẻ

Hình 4.6: Thể hiện tỷ lệ  $\text{NO}_2^- - \text{N}/\text{NH}_4^+ - \text{N}$  và pH trong một mẻ phản ứng

So với nghiên cứu của Huosheng và cộng sự (2013) điểm dừng pH khoảng 8,17 – 8,19 quá trình nitrite thành công, SRT = 60 – 80 ngày, tốc độ sục khí 0,8 – 0,16  $\text{m}^3/\text{h}$ . Điều này cho thấy quá trình nitrite hóa bán phần trong thí nghiệm này là tốt hơn về mặt hiệu quả so với các nghiên cứu khác.

#### 4.1.2.7. Biến thiên của FA và FNA trong một chu trình SBR

Hình 4.7: Đồ thị thể hiện nồng độ của FA và FNA trong một mẻ

Nồng độ FA tăng khi pH trong bể tăng dần, khi pH = 8,7 ta thấy khả năng chuyển hóa không tăng nhiều điều này cho thấy khi pH lớn nhất thì FA ức chế lên vi khuẩn AOB nhưng khả năng thích nghi của vi khuẩn AOB cao nên vẫn hoạt động và sử dụng kiềm để chuyển hóa ammonia thành nitrite làm cho pH giảm dần ở các giờ sau đó. Tại giờ cuối cùng FA giảm còn 89 mg/L nằm trong ngưỡng 10 – 150 mg/L ức chế AOB.

#### 4.1.2.8. Đánh giá hiệu quả xử lý COD

Các kết quả cho thấy có sự dao động bất thường về hiệu quả loại bỏ COD từ giờ thứ 6 trở đi do là trong thời điểm này vi khuẩn xử lý COD đã bắt đầu bị nhóm vi khuẩn AOB ức chế.

Hình 4.8: Biểu hiện nồng độ và hiệu quả xử lý COD

#### 4.1.2.9. Thông số động học vi khuẩn AOB trong nước rỉ rác

Tốc độ tiêu thụ oxy riêng lớn nhất  $SOUR_{max}$  của AOB không quá khác biệt so với những nghiên cứu khác. Ứng dụng lớn nhất của hệ số  $SOUR_{max}$  là để tính toán lượng oxy cần thiết cung cấp cho quá trình.

Bảng 4.1 So sánh với các nghiên cứu khác

Hệ số	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	
$K_o$ (mgO <sub>2</sub> /L)	1,07	0,33	0,99	1,00	-	0,94
$K_s$ (mgN-NH <sub>3</sub> /L)	4,93	0,20	0,30	0,68	1,41	0,75
$SOUR_{max}$ (mgO <sub>2</sub> /mgVSS.h <sup>-1</sup> )	0,054	0,053	0,069	-	-	-

## 4.2. Nội dung 2: Quá trình anammox ứng dụng công nghệ IC

### 4.2.1. Thí nghiệm 3. Đánh giá hiệu quả mô hình AIC

#### 4.2.1.1. Hiệu quả xử lý nitơ

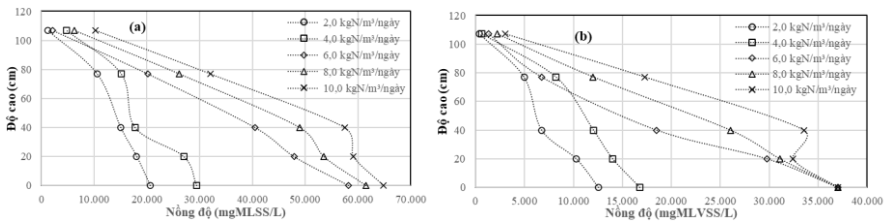
Hiệu suất của quá trình anammox IC được mô tả trong hình 4.11 bao gồm các thành phần: tải trọng nitơ đầu vào (NLR, kgN/m<sup>3</sup>/ngày), tải trọng nitơ đầu ra (NDR, kgN/m<sup>3</sup>/ngày) và hiệu quả loại bỏ nitơ (%), được tính trên hiệu quả loại bỏ NH<sub>4</sub>-N và NO<sub>2</sub>-N) được trình bày như sau.

Mặc dù quá trình làm giàu bùn cho thấy hiệu quả loại nitơ cũng rất cao và có khả năng duy trì ổn định ở các tải trọng đầu vào thay đổi tăng dần lần lượt từ  $2,0 \pm 0,05$ ;  $4,0 \pm 0,042$ ;  $6,0 \pm 0,09$ ;  $8,0 \pm 0,06$  và  $10 \pm 0,04$  kgN/m<sup>3</sup>/ngày, nhưng cũng cần tiến hành kiểm tra một số yếu tố để cho thấy các phản ứng diễn ra trong bể là phản ứng anammox.

Hình 4.9. Diễn biến nồng độ các thành phần nitơ trong quá trình thí nghiệm

#### 4.2.1.2. Diễn biến nồng độ MLSS, MLVSS trong bể

Quá trình làm giàu bùn trải qua 87 ngày với diễn biến tăng dần các nồng độ MLSS, MLVSS cho thấy được khả năng lưu trữ sinh khối trong bể IC là rất tốt và tầng bùn đậm đặc chịu trách nhiệm chính cho hiệu quả xử lý nitơ cao của mô hình.



Hình 4.10. Nồng độ MLSS (a) và nồng độ MLVSS (b) theo từng chiều cao trong bể anammox IC ở các tải trọng đầu vào khác nhau

#### 4.2.1.3. Các đặc tính bùn hạt anammox IC

Trong mô hình, bùn hạt không có một kích thước nhất định mà thay đổi từ 0,5mm đến lớn hơn 3mm. Đối với bùn hạt Anammox trong mô hình IC, chia thành 4 nhóm: hạt từ 0,5-1mm; hạt từ 1-2mm; hạt từ 2-3mm và hạt lớn hơn 3mm.

Bảng 4.2: Đặc tính bùn hạt phân theo kích thước

Đường kính hạt	0,5 – 1 mm	1 – 2 mm	2 – 3 mm	> 3 mm
Vận tốc lắng (m/h)	$73 \pm 4$	$104 \pm 22$	$287 \pm 24$	$355 \pm 29$
Tỷ trọng (g/cm <sup>3</sup> )	1,05 - 1,06	1,06 - 1,07	1,08 - 1,09	1,09 - 1,10
Calcium (mg Ca/gVSS)	$180 \pm 3,97$	$211 \pm 2,83$	$277 \pm 8,30$	$373 \pm 1,48$
Phosphorus (mg P/gVSS)	$155 \pm 0,70$	$164 \pm 0,25$	$157 \pm 0,27$	$163 \pm 0,34$
Tỷ lệ Ca/P	1,16	1,29	1,76	2,29

<b>Đường kính hạt</b>	<b>0,5 – 1 mm</b>	<b>1 – 2 mm</b>	<b>2 – 3 mm</b>	<b>&gt; 3 mm</b>
Magnesium (mg Mg/ gVSS)	9,50 ± 1,81	24,50 ± 1,70	41,00 ± 4,97	58,90 ± 0,89
Sắt (mg Fe/gVSS)	11,71 ± 0,62	7,12 ± 0,58	4,28 ± 0,46	3,82 ± 0,11
Phân số lượng bố hạt (%)	57,59 ± 3,86	9,48 ± 3,04	2,23 ± 0,92	0,84 ± 0,16
Phân bố khối lượng hạt (%)	35,18	16,30	22,57	25,94
VSS:SS ratio	0,63	0,61	0,61	0,51

#### 4.2.1.4. Hoạt tính bùn anammox (SAA)

Giá trị SAA tuy có sự biến đổi như trên đồ thị, nhưng các giá trị thu được có độ tin cậy tương đối cao với kết quả từ bảng SAA với  $SAA_{IC} = 0,543 \pm 0,034 \text{ gN-N}_2/\text{gVSS/ngày}$  ( $n = 32$ ).

Theo nghiên cứu này cho thấy giá trị SAA của bùn hạt anammox trong mô hình IC cao hơn so với các loại bùn anammox của nghiên cứu trước đó trong mô hình SBR (Seaglione *et al.*, 2012; Dapena Mora A., 2006; Lotti T., 2012)

#### 4.2.1.5. Cộng đồng vi khuẩn trong bể anammox IC

Sử dụng hình ảnh từ phân tích FISH và phần mềm toán học Matlab® cho thấy vi khuẩn Anammox và AOB lần lượt chiếm khoảng 41,6% và 40%. Kết quả này gần tương tự với kết quả phân tích bằng phương pháp Metagenomics DNA (37,45%). Kết quả phân tích này cho thấy sự đồng tồn tại của vi khuẩn Betaproteobacterial AOBs. Điều này có thể lý giải ở điều kiện  $DO < 0,5$  thì vẫn có sự tồn tại của vi khuẩn AOB, sự xuất hiện của chúng trong bùn hạt bể IC có thể do trôi ra theo dòng nước rỉ rác cũ ở đầu ra của bể PNSBR.

#### 4.2.1.6. Đánh giá hiệu quả xử lý COD

Sự biến đổi các thành phần COD diễn ra trong bể phản ứng anammox IC được thể hiện như sau:

Hình 4.11: Sự biến đổi các thành phần COD bể phản ứng anammox IC

COD đầu ra của quá trình nitrit hóa bán phần chủ yếu là nbCOD không phân hủy sinh học, quá trình khử COD dường như không liên quan đến quá trình anammox mà liên quan đến quá trình khử nitrate và vi khuẩn khử nitrate không trực tiếp sử

dụng COD khó phân hủy sinh học mà có thể do một loại vi khuẩn khác đã phân hủy COD khó phân hủy sinh học này (Liang *et al.*, 2008). Có hai cơ chế để khoáng hóa các chất hữu cơ khó phân hủy sinh học: (1) COD khó phân hủy sinh học được khoáng hóa trực tiếp bởi các vi khuẩn dị dưỡng; (2) đầu tiên COD khó phân hủy sinh học được phân hủy thành COD dễ phân hủy sinh học bởi các vi khuẩn dị dưỡng, sau đó COD dễ phân hủy sinh học mới được sử dụng cho quá trình khử nitrate (Liang *et al.*, 2008)

## **CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ**

### **5.1. KẾT LUẬN**

#### **5.1.1. Đối với quá trình nitrit hóa bán phần**

- Nghiên cứu đã xác định DO từ 2 – 3 mg/L và pH đầu vào 7,3 – 7,5 là phù hợp cho quá trình nitrit hóa bán phần.
- Đối với nước rỉ rác cũ, nghiên cứu đã đạt được quá trình nitrit hóa bán phần ở HRT 5,78 ngày (NLR 0,66 kg N/m<sup>3</sup>.ngày) với nồng độ trung bình ammonia đầu vào là 3.864 mg/L.
- FA cao (lên đến 976 mg/L) đã gây ức chế mạnh lên NOB, và làm giảm một phần hoạt tính AOB. Sự tích lũy của NOB đối với FA không xuất hiện khi bể phản ứng vận hành trong thời gian dài với phần trăm nồng độ nitrat đầu ra so với nồng độ ammonia đầu vào luôn nhỏ hơn 3 %.
- Sự tiêu thụ độ kiềm trong nghiên cứu (4,01 – 8,16 mg CaCO<sub>3</sub>/mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) cao hơn giá trị lý thuyết. Sự tiêu thụ độ kiềm và pH đầu ra có tương quan nghịch với mức độ tương quan khá chặt ( $R^2 = 0,759$ ).
- Sự bay hơi ammonia xuất hiện khi vận hành ở nồng độ ammonia đầu vào cao.
- Tốc độ tiêu thụ ammonia giảm khi thời gian lưu bùn lớn hơn 20 ngày.

### 5.1.2. Đối với quá trình anammox

-Để hiệu suất xử lý cũng như quá trình vận hành của mô hình IC được tốt, thì việc kiểm soát quá trình nitrit hóa bán phần phải đạt được tỷ lệ  $\text{NO}_2^- \text{-N}/\text{NH}_4^+ \text{-N}$  thích hợp ( $\text{NO}_2^- \text{-N}/\text{NH}_4^+ \text{-N} = 1-1,32$ ) đồng thời hạn chế  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  sinh ra trước khi đưa nước thải qua mô hình IC, quan trọng hơn là việc kiểm soát các điều kiện pH, DO một cách chặt chẽ (pH=6,5-7,2, DO<1,0 mgO<sub>2</sub>/L).

- Phân tích bùn trong mô hình IC nhận thấy cỡ hạt 0,5-1mm có những đặc tính tối ưu nhất, hàm lượng sắt tích lũy là 11,71 mgFe/gVSS; canxi là 179,9 mgCa/gVSS; magie là 9,5 mgMg/gVSS; tỷ trọng 1,05-1,06 g/cm<sup>3</sup>; tốc độ lắng 2,04 cm/s. Đồng thời cỡ hạt này chiếm đến 87,45±3,86 % về số lượng và 35,18% về khối lượng, tỷ lệ VSS/SS là 0,63 nên hiệu quả xử lý của mô hình phụ thuộc chủ yếu vào loại bùn hạt này.

- Những hạt bùn anammox có kích thước lớn hơn 3mm chứa hàm lượng chất vô cơ quá cao 373,5 mgCa/gVSS, 58,9 mgMg/gVSS làm hạn chế điều kiện sống của cộng đồng vi sinh trong bùn, ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý cũng như tốc độ sinh trưởng của bùn. Cần loại bỏ chúng ra khỏi mô hình ở thời điểm thích hợp tạo điều kiện hình thành sinh khối mới, thúc đẩy quá trình phản ứng diễn ra tốt hơn.

- Thiết kế của mô hình IC đã giúp cho trữ lượng bùn được lưu giữ tốt trong bể, quyết định đến hiệu quả lắng và khả năng tăng trưởng sinh khối của bùn hạt Anammox.

- Kết quả phân tích Metagenomic DNA cho thấy chủng vi khuẩn Anammox *Candidatus Kuenenia stuttgartiensis* chiếm đến 37,45%. Điều này cho thấy đây là chủng vi khuẩn chiếm ưu thế nhất trong bể và quyết định đến hiệu quả xử lý cao của bể IC

- Kết quả phân tích FISH cũng tiết lộ rằng các chủng vi khuẩn Anammox (chiếm 41,6%) cùng tồn tại với các chủng vi khuẩn khác (AOB chiếm 40%) trên bùn hạt bể IC.



## 5.2. KIẾN NGHỊ

- Trong nghiên cứu này, đầu vào mô hình AIC vẫn còn pha loãng và mới chỉ đạt đến nồng độ nitơ là 1.500 mg/L ở tải trọng 10,0 kgN/m<sup>3</sup>/ngày. Do đó, cần tăng nồng độ nitơ hoặc tăng tải trọng hơn nữa để đạt đến nitơ đầu vào 3.000 mgN/L.
- Nghiên cứu này thực hiện trên nước rỉ rác. Tuy nhiên, trên thực tế còn nhiều loại nước rỉ rác chứa nồng độ ammonia cao như nước sau bể biogas, nước thải lò mổ, nước thải chế biến thủy sản,... Vì vậy, cần mở rộng áp dụng quá trình Anammox để xử lý các loại nước thải trên.
- Khảo sát tỷ lệ tuần hoàn nước để đánh giá tải trọng loại bỏ nitơ cũng như khả năng xử lý của mô hình.
- Khảo xác tỷ lệ canxi/phospho trong quá trình hình thành bùn hạt.
- Thiết lập mô hình hóa để xác định các thông số thủy trong bể như vận tốc dòng dâng, tỷ lệ tuần hoàn, tốc độ sinh khí....
- Xác định thời gian tháo bỏ bùn có hoạt tính kém theo mô hình lắng và lượng Ca, P tích lũy trong bùn.

## **DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ**

### **Tạp chí quốc tế**

1. Nhat, P. T., Biec, H. N., Mai, N. T. T., Thanh, B. X., & Dan, N. P., “Application of a partial nitrification and anammox system for the old landfill leachate treatment”, *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol 95, pp. 144-150, 2014.
2. Nhat, P. T., Biec, H. N., Van, T. T. T., Van Tuan, D., Trung, N. L. H., Nghi, V. T. K., & Dan, N. P., “Stability of partial nitrification in a sequencing batch reactor fed with high ammonium strength old urban landfill leachate”, *International Biodeterioration & Biodegradation*, vol 124, pp. 56-61, 2017.
3. Phan, T. N., Van Truong, T. T., Ha, N. B., Nguyen, P. D., Bui, X. T., Dang, B. T., ... & Ngo, H. H., “High rate nitrogen removal by ANAMMOX internal circulation reactor (IC) for old landfill leachate treatment”, *Bioresource technology*, vol 234, pp. 281-288, 2017.

### **Tạp chí trong nước**

1. Nhat, P.T., Vân, T.T.T., Sơn, L.T., Biéc, H.N. and Dân, N.P., “Quản lý nitơ trong nước rỉ rác: ứng dụng kết hợp quá trình nitrit hóa bán phần, sharon và anammox”, *Tạp chí Phát triển khoa học và công nghệ - Đại học Quốc gia Tp.HCM*, vol. 19, no. M2, pp. 39-49, 2017.

### **Kỹ yếu hội nghị quốc tế**

1. Phan The Nhat, Ha Nhu Biec, Nguyen Phuoc Dan, “Efficiency of Partial Nitrification process in Treating Old Landfill Leachate”, *The ninth annual conference on the Challenges in Environmental Science and Engineering (CESE)*, Đà Loan, 2016.

## **Đề tài nghiên cứu khoa học**

1. Đề tài “Ứng dụng công nghệ nitrit hóa bán phần- anammox để xử lý nitơ trong nước rỉ rác cũ”, ĐHQG TP.HCM loại B, 2016.

## **Sở hữu trí tuệ**

1. “Phương pháp xử lý amonium của nước rỉ từ bãi chôn lấp rác thải sinh hoạt”, đã được Quyết định chấp nhận đơn hợp lệ số 39633/QĐ-SHTT ngày 20/05/2019 của Cục Sở hữu Trí tuệ.