

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ XỬ LÝ NƯỚC THẢI TRONG GIAI ĐOẠN VẬN HÀNH THỬ NGHIỆM CỦA BỆNH VIỆN ĐA KHOA THÀNH PHỐ CẦN THƠ

Nguyễn Thanh Giao, Nguyễn Lan Phương, Huỳnh Thị Hồng Nhiên
Trường Đại học Cần Thơ

Tóm tắt

Nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước thải bệnh viện và kiến nghị giải pháp cải thiện hiệu quả xử lý nước thải. Hiệu quả xử lý nước thải được đánh giá thông qua các chỉ số lưu lượng, nhiệt độ, độ dẫn điện (EC), chất rắn lơ lửng bay hơi (MLVSS), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), hàm lượng oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh học (BOD), hóa học (COD), sulfate (SO_4^{2-}), hydrosulfua (H_2S), đạm amoni (NH_4^+-N), đạm nitrite ($NO_2^- -N$), đạm nitrate ($NO_3^- -N$), tổng đạm (TN), orthophosphate ($PO_4^{3-} -P$), tổng lân (TP), coliform và chỉ số thể tích bùn (SVI). Hệ thống xử lý nước thải tập trung của bệnh viện có công suất 750 $m^3/ngày.đêm$ đáp ứng nhu cầu xử lý nước thải phát sinh trong thời gian hoạt động trong tháng cao điểm (672,3 $m^3/ngày.đêm$). Kết quả phân tích chất lượng nước thải đầu ra cho thấy các thông số quan trắc đều nằm trong khoảng cho phép của Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế - QCVN 28:2010/BTNMT-Cột B; ngoại trừ NH_4^+-N vượt quy chuẩn cho phép 2,5 lần. Cần tăng thời gian lưu nước của bể selector và bể SBR lên 2,0 giờ; tăng cường hoàn lưu bùn về bể selector để tăng hiệu quả xử lý NH_4^+-N .

Từ khóa: Amoni; Nhu cầu oxy sinh học; Nước thải bệnh viện; Thời gian tồn lưu nước; Thời gian tồn lưu bùn.

Abstract

Assessing the efficiency of wastewater treatment plant at testing stage for Can Tho General Hospital

This study aims to evaluate and then propose solutions for improving hospital wastewater treatment efficiency at Can Tho General Hospital. Wastewater treatment efficiency was assessed through water flow, temperature, electrical conductivity (EC), mixed liquored volatile suspended solids (MLVSS), total suspended solids (TSS), dissolved oxygen (DO), biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), sulfate (SO_4^{2-}), hydrosulfide (H_2S), ammonium (NH_4^+-N), nitrite ($NO_2^- -N$), nitrate ($NO_3^- -N$), total nitrogen (TN), orthophosphate ($PO_4^{3-} -P$), total phosphorus (TP), coliform and sludge volume index (SVI). The centralized wastewater treatment system of the hospital has a capacity of 750 m^3/day that meets the requirement for hospital operation during peak months (672.3 m^3/day). Results showed that wastewater quality parameters were within the allowable range of the National Technical Regulation on medical wastewater-QCVN 28:2010/BTNMT-Column B; except NH_4^+-N exceeded the permitted standard 2.5 times. It is necessary to increase the retention time of selector and SBR tanks up to 2.0 hours and enhance sludge circulation to selector tanks in order to increase treatment efficiency of NH_4^+-N .

Keywords: Ammonium; Biological oxygen demand; Hospital wastewater; Hydraulic retention time; Sludge retention time.

1. Mở đầu

Nước thải y tế chứa hàm lượng chất ô nhiễm phức tạp [1]. Ngoài những chất ô nhiễm thông thường, trong nước thải y tế có thể có những chất bản, khoáng, hữu cơ đặc thù như các chế phẩm thuốc, các chất khử trùng, các đồng vị phóng xạ được sử dụng trong quá trình chẩn đoán và điều trị bệnh. Vì thế, nếu không có biện pháp thu gom, xử lý thích hợp sẽ gây ô nhiễm nghiêm trọng môi trường xung quanh bệnh viện. Do đó, bệnh viện Đa khoa Cần Thơ đã được Bộ Y tế đầu tư xây dựng hệ thống xử lý nước thải (HTXLNT) tập trung công suất 750 m³/ngày.đêm. Hiện tại, công suất của HTXLNT tập trung tại bệnh viện đáp ứng đủ nhu cầu xử lý tất cả lượng nước thải phát sinh. Tuy nhiên, với nhu cầu khám chữa bệnh của người dân ngày càng tăng trong những năm tiếp theo sẽ gây áp lực không nhỏ cho quá trình thu gom và xử lý nước thải của bệnh viện và gây ảnh hưởng lớn hệ thống xử lý; điều này có thể gây ra tình trạng vượt quá công suất và chất lượng nước sau xử lý không đạt tiêu chuẩn. Đây cũng là thực trạng xảy ra nhiều bệnh viện khác trên cả nước như bệnh viện Bạch Mai với lưu lượng nước thải là 1.050 m³/ngày.đêm trong khi đó HTXLNT đã xây dựng chỉ có công suất 800 m³/ngày.đêm sử dụng công nghệ Aerotank; bệnh viện Phôi Trung ương phát sinh nước thải với lưu lượng 300 m³/ngày.đêm và hoạt động với HTXLNT tập trung với công nghệ Aerotank, có công suất 250 m³/ngày.đêm [1]. Từ đó, cho thấy quá trình xử lý nước thải y tế phát sinh từ các bệnh viện vẫn chưa nhận được sự quan tâm đúng mức của chủ đầu tư cũng như các đơn vị chức năng liên quan. Bên cạnh đó có thể nhận thấy rằng hiện nay các công nghệ phổ biến được áp dụng trong quá trình xử lý nước thải y tế thường kết hợp các biện pháp xử

lý lý học - hóa học và sinh học với công đoạn xử lý sinh học gồm bể xử lý yếm khí - bể Aerotank hoặc bể UASB kết hợp bể Aerotank; bể xử lý yếm khí - bể lọc sinh học nhỏ giọt. Tuy nhiên, các hệ thống xử lý nước thải vẫn chưa đáp ứng được quy chuẩn môi trường hiện hành [2]. Do đó, việc tiến hành nghiên cứu đánh giá về hiện trạng phát sinh nước thải, cũng như đặc tính và hiệu quả xử lý nhằm cung cấp các thông tin và đề xuất một số giải pháp cần xem xét trong quá trình đưa vào hoạt động của hệ thống xử lý.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu thứ cấp

Các số liệu liên quan đến nhu cầu sử dụng nước được tham khảo từ các hóa đơn thu tiền sử dụng nước của bệnh viện; số liệu về lưu lượng nước thải phát sinh trong một ngày đêm và các tháng trong năm được tham khảo từ số liệu từ đồng hồ đo lưu lượng nước thải đầu ra của HTXLNT tập trung và dựa vào thông tin ghi chép thực tế của bệnh viện. Ngoài ra, biện pháp quản lý bùn thải cũng được tham khảo từ quá trình hoạt động thực tế của bệnh viện.

2.2. Số liệu sơ cấp

2.2.1. Phương pháp và phân tích mẫu

Mẫu nước thải đầu vào và đầu ra được thu tại 3 vị trí của HTXLNT tập trung (bể gom, bể SBR, bể tiếp nhận nước thải sau xử lý) trong 2 đợt vào tháng 2 có lượng nước thải phát sinh thấp nhất và tháng 6 phát sinh nước thải cao nhất. Các mẫu nước được thu theo hướng dẫn của TCVN 5999:1995 - Tiêu chuẩn Việt Nam về chất lượng nước - Lấy mẫu - Hướng dẫn lấy mẫu nước thải [3], bảo quản ở nhiệt độ từ 0 đến 4°C và được vận chuyển về phòng thí nghiệm của đơn vị phân tích. Dựa vào QCVN 28:2010/ BTNMT và hiện trạng tại khu vực nghiên

cứ các chỉ tiêu như nhiệt độ, độ dẫn điện (EC), chất rắn lơ lửng bay hơi (MLVSS), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), hàm lượng oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh học (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), sulfate (SO_4^{2-}), hydrosulfua (H_2S), đạm amoni (NH_4^+-N),

đạm nitrite (NO_2^--N), đạm nitrate (NO_3^--N), tổng đạm (TN), orthophosphate ($\text{PO}_4^{3--}\text{P}$), tổng lân (TP), tổng coliform và chỉ số thể tích bùn (SVI) đã được phân tích. Các mẫu nước thải được phân tích theo phương pháp chuẩn APHA (1998) [4].

Bảng 1. Phương pháp phân tích các thông số

STT	Thông số	Phương pháp	Giới hạn phát hiện (đai đo)	Kí hiệu phương pháp
1	Nhiệt độ	Đo trực tiếp tại hiện trường	4 ÷ 50°C	SMEWW 2550B:2012
2	EC	Đo trực tiếp tại hiện trường	0 ÷ 50 mS/cm	SMEWW 2550B:2012
3	MLVSS	Lọc và sấy ở nhiệt độ 550°C	-	
4	TSS	Lọc qua sợi thủy tinh và cân trọng lượng	5 mg/L	TCVN 6625:2000
5	DO	Đo trực tiếp tại hiện trường	0 ÷ 16 mg/L	
6	BOD	Phương pháp pha loãng và cấy có bổ sung allylthiourea	1 mg/L	TCVN 6001-1:2008
7	COD	Phá mẫu bằng dung dịch KMnO_4 và chuẩn độ bằng dung dịch FAS 0.1N	2 mg/L	SMEWW 5220C:2012
8	SO_4^{2-}	Phương pháp so màu độ đục	2 mg/L	SMEWW 4500- SO_4^{2-}
9	H_2S	Phương pháp xanh metylen	0,04 mg/L	SMEWW 4500- S^{2-} .D2012
10	NH_4^+-N	Phương pháp salicylate	0,01 mg/L	TCVN 6660:2000 (ISO 14911:1988);
11	NO_2^--N	Phương pháp trắc phổ hấp thụ phân tử	0,003 mg/L	TCVN 6178:1996
12	NO_3^--N	Phương pháp phân hủy đạm và chưng cất Kjeldahl	0,04 mg/L	SMEWW 4500- NO_3^- .E:2012
13	TN	Vô cơ hoá xúc tác sau khi khử bằng hợp kim devarda	1 mg/L	TCVN 6638:2000
14	$\text{PO}_4^{3--}\text{P}$	Phương pháp đo phổ dùng amoni molipdat	0,01 mg/L	TCVN 6202:2008
15	TP	Phương pháp đo phổ dùng amoni molipdat	0,01 mg/L	TCVN 6202:2008
16	Coliform	Phát hiện và đếm Escherichia coli và vi khuẩn coliform - Phương pháp lọc màng	3 MPN/100mL	TCVN 6187-2:2009
17	SVI	Phương pháp lắng		

2.2.2. Đánh giá số liệu

Kết quả phân tích nước thải được so sánh với QCVN 28:2010/BTNMT-Cột B [5]. Quy trình quản lý nước thải y tế tại Bệnh viện so với Thông tư liên tịch số 58/2015/TTLT-BYT-BTNMT ngày 28 tháng 5 năm 2015 của Bộ Y tế và Bộ Tài nguyên và Môi trường về quản lý chất thải y tế nhằm đánh giá việc thực hiện quy định

pháp lý về quản lý chất thải y tế tại bệnh viện Đa khoa Trung ương Cần Thơ.

3. Kết quả thảo luận

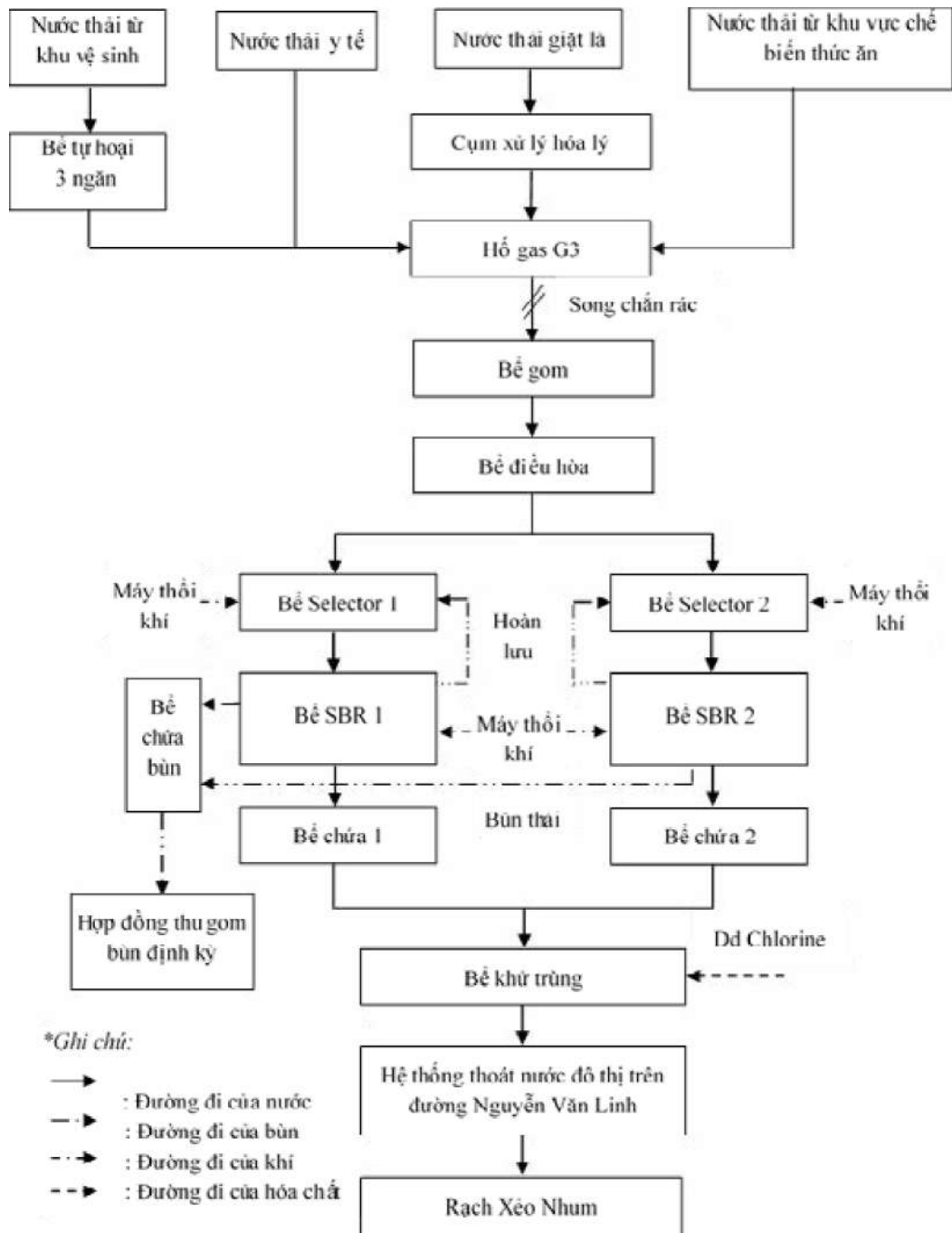
3.1. Hệ thống xử lý nước thải tập trung, công suất 750 m³/ngày.đêm

Nước thải phát sinh trong quá trình hoạt động của bệnh viện chủ yếu là nước thải từ quá trình khám, chữa bệnh; nước

Nghiên cứu

thải sinh hoạt của bệnh nhân, thân nhân người bệnh và công nhân viên làm việc tại bệnh viện; bên cạnh đó, nước thải cũng phát sinh từ quá trình giặt ủi và nước thải từ các nhà ăn tại bệnh viện. Lượng nước thải phát sinh tại bệnh viện chứa hàm lượng chất ô nhiễm tương đối cao (không chứa chất phóng xạ) và do tính chất của từng nguồn phát sinh khác nhau nên một

phần nước thải được xử lý sơ bộ trước khi dẫn vào HTXLNT tập trung, công suất 750 m³/ngày.đêm. Nước thải phát sinh từ quá trình sinh hoạt được xử lý sơ bộ bằng bể tự hoại 3 ngăn và nước thải giặt là được thu gom và xử lý sơ bộ bằng cụm xử lý hóa lý trước khi đi vào hồ gas G3 để kết hợp cùng với các nguồn nước thải khác đi vào HTXLNT tập trung.



Hình 1: Sơ đồ công nghệ HTXLNT tập trung, công suất 750 m³/ngày.đêm

Nước thải giặt là chứa hàm lượng xà phòng và chất tẩy rửa cao nên được xử lý bằng cách châm dung dịch bazơ, dung dịch axit để trung hòa nước thải về ngưỡng trung tính cho hoạt động của các vi sinh vật trong HTXLNT tập trung. Tiếp theo, nước thải giặt là được bơm định lượng châm phenol để keo tụ và châm polymer trợ lắng cho bùn sau khi keo tụ. Sau đó, nước thải được dẫn vào bồn lắng Lamella. Tại đây, các tấm lắng PVC đặt nghiêng 45° đến 60°, bông bùn di chuyển từ dưới lên và bị mất động lực trượt dọc theo vách nghiêng rơi xuống đáy bể tập trung về hố thu bùn, bùn thải được xả theo chu kỳ. Phần nước trong phía trên được dẫn về hố gas G3 để kết hợp với các nguồn phát sinh nước thải khác đi vào HTXLNT tập trung, công suất 750 m³/ngày.đêm.

Bên cạnh đó, nước thải phát sinh từ quá trình khám, chữa bệnh; nước thải từ các khu chế biến thức ăn; nước thải sinh hoạt sau bể tự hoại và nước thải giặt là sau khi qua cụm xử lý hóa lý được thu gom tại hố gas G3.

Lượng nước thải phát sinh đi qua song chắn rác trước khi được dẫn vào hố gom để loại bỏ các loại rác thải có kích thước lớn ra khỏi nước thải nhằm đảm bảo hoạt động ổn định của vi sinh vật và tránh bị nghẹt, hư bơm của HTXLNT. Tại hố gom, nước thải được dẫn vào bể điều hòa để điều hòa lưu lượng và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải. Tiếp theo, nước thải được dẫn lần lượt vào bể Selector, tại đây nước thải được sục khí liên tục tạo điều kiện cho quá trình xử lý của các vi sinh vật hiếu khí. Sau đó, nước thải được dẫn vào bể SBR. Bể SBR hoạt động theo chu kỳ tuần hoàn với 5 pha (Làm đầy (1 - 3 giờ) → Sục khí (trung bình 2 giờ) → Lắng (nhỏ hơn 2 giờ) → Rút nước → Nghỉ (trong khoảng 1 giờ)). Tiếp theo, nước thải được dẫn vào bể chứa và đi vào

bể khử trùng, nước thải được khử trùng bằng dung dịch Chlorine để tiêu diệt các vi sinh vật gây bệnh có trong nước thải, đảm bảo nước thải sau xử lý đạt QCVN 28:2010/BTNMT - Cột B (C_{max}; K = 1,0) trước khi thải vào đường cống thoát nước thải của bệnh viện có kích thước D800 và chảy vào hệ thống thoát nước chung đô thị trên đường Nguyễn Văn Linh phía trước bệnh viện; sau đó, chảy vào rạch Xẻo Nhum.

3.2. Hiện trạng phát sinh nước thải của bệnh viện

Hoạt động khám chữa bệnh tại bệnh viện có xu hướng tăng từ tháng 2 đến tháng 6 năm 2019. Số liệu thống kê thực tế từ quá trình hoạt động của bệnh viện được thể hiện tại Bảng 2.

Bảng 2. Thống kê quá trình hoạt động của bệnh viện

Tháng Chỉ tiêu	Tháng 02/2019	Tháng 06/2019
Số lượt khám	27.482 lượt	35.697 lượt
Số lượt điều trị nội trú	4.504 lượt	8.894 lượt
Công suất giường bệnh	97,83%	120,99%
Phẫu thuật	1.230 lượt	1.518 lượt
Nước thải	18.481 m ³ /tháng	20.170 m ³ /tháng

Nguồn: Bệnh viện ĐKTV Cần Thơ, 2019

Theo Metcalf & Eddy (2003), lưu lượng nước thải của các bệnh viện trước hết phụ thuộc vào số giường bệnh, điều kiện cấp nước, mức độ hiện đại của bệnh viện, số lượng thân nhân của người bệnh kèm theo và mùa. Với diện tích sân bãi, đường nội bộ và cây xanh, sân vườn (bao gồm cả đất dự trữ) tại bệnh viện là 51.361 m², lấy định mức trung bình nhu cầu sử dụng nước cho mục đích tưới cây, rửa đường là 2,5 L/m²/ngày đêm (Căn cứ TCXDVN 33:2006 - Cấp nước - Mạng lưới đường ống và công trình tiêu chuẩn thiết kế) thì lượng nước sử dụng cho tưới cây, rửa đường tại bệnh

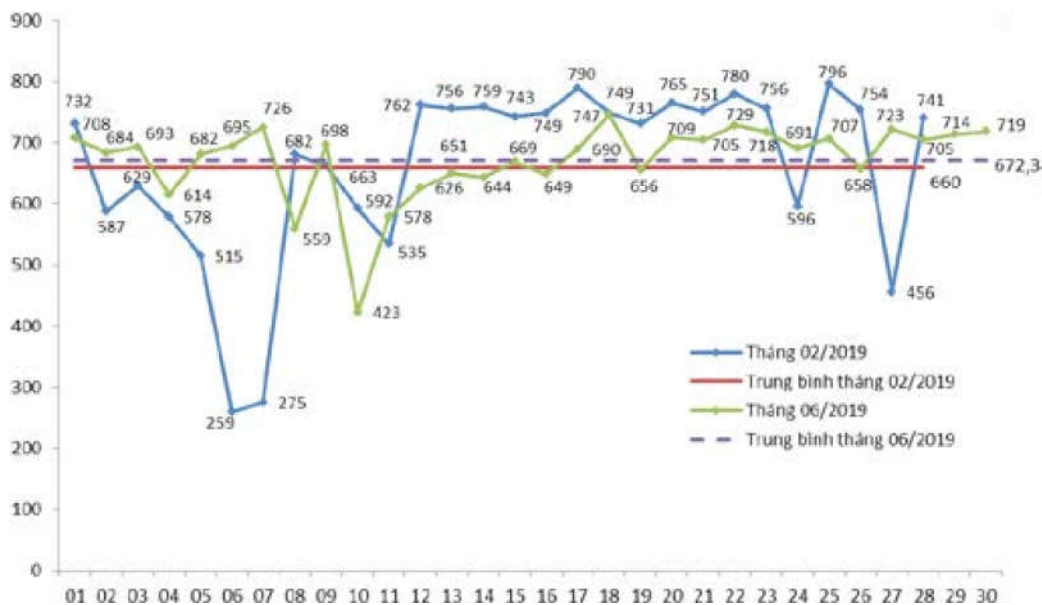
Nghiên cứu

viện: $51.361 \times 2,5 = 128.403$ lít/ngày đêm ≈ 129 m³/ngày.đêm. Lượng nước thải phát sinh trung bình khoảng 666,4 m³/ngày.đêm. Tuy nhiên, bệnh viện đã lắp đặt đồng hồ quan trắc lưu lượng nước thải phát sinh tại HTXLNT tập trung của bệnh viện nhằm quản lý lượng nước thải phát sinh và phát hiện sự cố, cũng như đưa ra các biện pháp khắc phục sự cố kịp thời. Lượng nước thải phát sinh hằng ngày trong tháng hoạt động thấp điểm (tháng 02/2019) và tháng hoạt động cao điểm (tháng 6/2019) (Hình 2).

Lượng nước thải phát sinh trong quá trình hoạt động của bệnh viện có sự chênh lệch lớn vào tháng hoạt động thấp điểm (tháng 2) do tháng 2 dương lịch thường trùng với kỳ nghỉ Tết nguyên đán nên lượng bệnh nhân được cho ra

viện nhiều và số lượng bệnh nhân đến khám tại bệnh viện giảm đáng kể so với ngày bình thường. Sau thời gian nghỉ Tết nguyên đán, hoạt động của bệnh viện dần đi vào tình trạng ổn định nên lượng nước thải phát sinh không có sự thay đổi lớn. Trong tháng hoạt động cao điểm (tháng 6), lượng nước thải phát sinh khá cao nhưng HTXLNT tập trung của bệnh viện vẫn đảm bảo đáp ứng nhu cầu xử lý tất cả lượng nước thải phát sinh trong quá trình hoạt động của bệnh viện.

Hiện trạng phát sinh nước thải của bệnh viện khá cao so với hiện trạng phát sinh nước thải của bệnh viện Việt Đức với lưu lượng nước thải phát sinh trung bình 600 m³/ngày.đêm khi có cùng công suất giường bệnh [1].

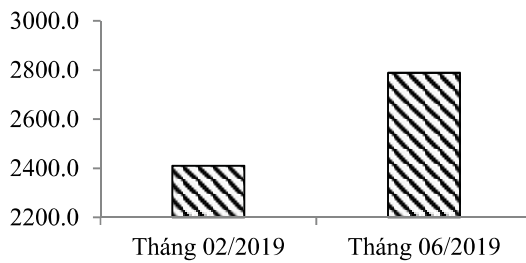


Hình 2: Biểu đồ thể hiện lưu lượng nước thải trong tháng hoạt động thấp điểm và tháng hoạt động cao điểm của bệnh viện trong năm 2019

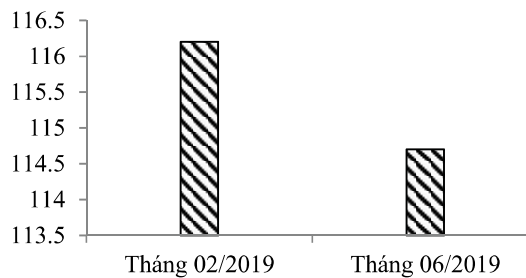
3.3. Hiệu quả xử lý nước thải

Nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước thải và khả năng lắng của bùn thải sau khi qua quá trình xử lý sinh học, bài báo phân tích hàm lượng chất rắn lơ lửng bay hơi (MLVSS) và chỉ số thể tích bùn (SVI), kết quả phân tích các thông số được thể hiện trong hình 3.

Hàm lượng MLVSS trong bể SBR của cả 02 đợt thu mẫu có kết quả phân tích lần lượt là 2.410,6 mg/L và 2.788,8 mg/L cho thấy, hiệu quả xử lý nước thải của bể SBR khá cao, hàm lượng MLVSS nằm trong khoảng thiết kế của bể SBR, góp phần xử lý hiệu quả nước thải và vận hành ổn định HTXLNT tập trung.



Hình 3: Hàm lượng thông số MLVSS tại bể SBR



Hình 4: Hàm lượng chỉ số thể tích bùn (SVI) tại bể SBR

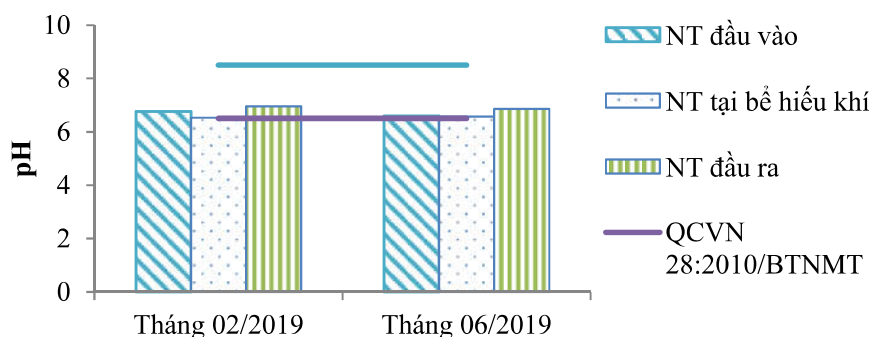
Chỉ số thể tích bùn quan trắc trong cả 02 thời điểm bệnh viện hoạt động thấp điểm (tháng 02) và hoạt động cao điểm (tháng 06) tương đối ổn định với chỉ số SVI trong bể SBR quan trắc tại 02 thời điểm (tháng 2 và tháng 6) lần lượt là 116,2 mL/g và 114,7 mL/g. Điều này cho thấy, bùn tạo thành trong quá trình xử lý nước thải của bệnh viện rất tốt, khả năng lắng tốt và nước thải đầu ra không bị đục. Lượng bùn thải phát sinh trong quá trình xử lý nước thải của HTXLNT tập trung không cao, thể tích bùn phải xả sau 01 chu kỳ xử lý của 01 modul là 0,57 m³. Do đó, thể tích bùn phát sinh trong 01 ngày sau khi đã hoàn lưu 20% lượng bùn trong quá trình xử lý khoảng 4,58 m³ (bao gồm lượng bùn từ bể lắng nước giặt); lượng bùn thải phát sinh được bơm vào bể chứa bùn và bệnh viện cũng đã hợp đồng với đơn vị thu và phân tích hàm lượng chất ô nhiễm trong bùn thải, kết quả cho thấy bùn thải của quá trình xử lý nước thải của Bệnh viện không phải chất thải nguy hại khi so sánh với QCVN 50:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng

nguy hại đối với bùn thải từ quá trình xử lý nước [6].

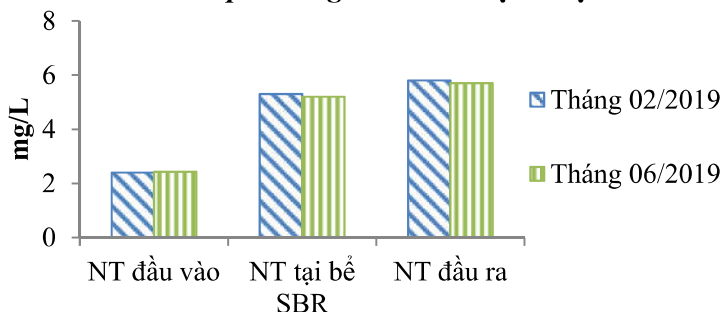
pH trong nước thải đầu vào, nước thải tại bể SBR và nước thải đầu ra HTXLNT tập trung đều nằm trong khoảng cho phép của QCVN 28:2010/BTNMT - Cột B [5]. pH trong nước thải phát sinh từ quá trình hoạt động của bệnh viện không có sự chênh lệch nhiều so với tính chất của nước thải y tế phát sinh từ quá trình hoạt động của một số bệnh viện khác như bệnh viện Đa khoa Hoàn Mỹ Cửu Long, bệnh viện Đa khoa tỉnh Hậu Giang, bệnh viện Việt Đức,... [1, 7]. Hàm lượng pH trong nước thải đầu vào, đầu ra của HTXLNT các bệnh viện trên dao động trong khoảng từ 6,8 đến 7,8 và đều nằm trong khoảng cho phép của QCVN 28:2010/BTNMT – Cột B [5].

Nồng độ oxy hòa tan (DO) trong nước thải đầu ra của HTXLNT tập trung nằm trong khoảng cho phép để duy trì hoạt động của các sinh vật trong nguồn nước tiếp nhận nước thải (DO ≥ 6 mg/L). Nước thải được đầu ra được so sánh với QCVN 08-MT:2015/BTNMT là do nguồn tiếp nhận rạch Xẻo Nhum. Bên cạnh đó, nồng độ oxy hòa tan trong bể SBR góp phần làm tăng hiệu suất xử lý và chất lượng nước thải sau xử lý; tăng khả năng lắng của bùn; tuy nhiên, trong quá trình vận hành cần phải thường xuyên kiểm tra nồng độ oxy hòa tan trong bể SBR và kiểm tra tại nhiều vị trí khác nhau do nồng độ oxy hòa tan cao sẽ dẫn đến giảm khả năng lắng của bùn, phá vỡ các bông bùn, nước thải sau xử lý bị đục và tiêu hao năng lượng do quá trình sục khí. Mặc dù, áp dụng công nghệ xử lý nước thải khác nhau nhưng quá trình xử lý sinh học của các bệnh viện Đa khoa tỉnh Hậu Giang, bệnh viện Hoàn Mỹ Cửu Long và Đa khoa TP. Cần Thơ đều duy trì tình trạng hiếu khí trong quá trình xử lý sinh học thứ cấp nên hàm lượng DO sau quá trình xử lý khá cao [7] và nằm trong khoảng cho phép của tiêu chuẩn thiết kế HTXLNT.

Nghiên cứu



Hình 5: pH trong nước thải bệnh viện



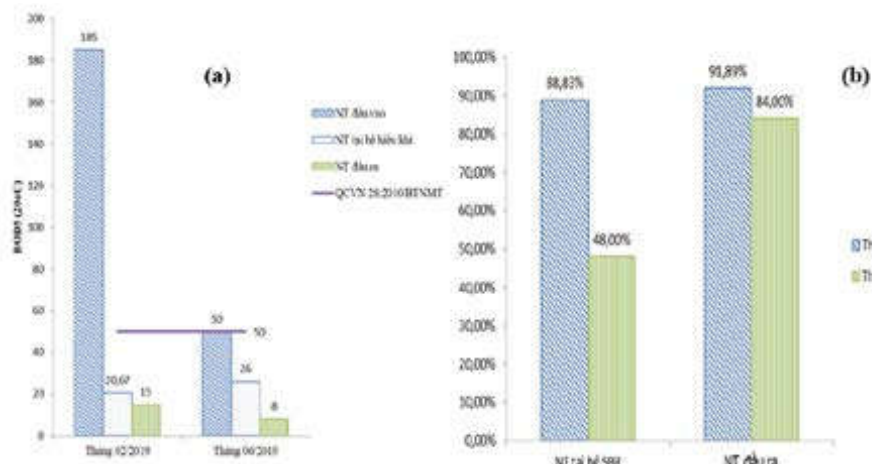
Hình 6: Hàm lượng DO trong nước thải bệnh viện

Đối với thông số BOD₅, hàm lượng BOD₅ trong nước thải đầu vào khá cao (185 mg/L đợt 1, và 50 mg/L vào đợt 2). Mặc dù có lượng bệnh nhân và lượng nước thải tương đối thấp, tuy nhiên hàm lượng BOD và COD cao trong đợt 1 có thể là do lượng nước thải tại thời điểm này chủ yếu là nước thải sinh hoạt. Hàm lượng BOD₅ trong nghiên cứu được ghi nhận cao hơn đáng kể so với Bệnh viện Đa khoa tỉnh Hậu Giang ($99,87 \pm 1,76$ mg/L) [7]. Tuy nhiên, trong cả hai đợt quan trắc vào tháng 02 và tháng 06 năm 2019, hàm lượng BOD₅ trong nước thải thu tại bể SBR giảm thấp lần lượt là 20,67 mg/L và 26 mg/L; nước thải đầu ra có hàm lượng BOD₅ giảm đáng kể lần lượt còn 15 mg/L và 8,0 mg/L, đều nằm dưới ngưỡng cho phép của QCVN 28:2010/BTNMT - Cột B [5]. Hiệu suất xử lý BOD₅ tại bể SBR và của toàn HTXLNT lần lượt là 88,83% và 91,89% của đợt thu mẫu vào tháng 02 năm 2019 và trong đợt thu mẫu vào tháng 06 năm 2019, hiệu suất xử lý hàm lượng BOD₅ tại bể SBR và của toàn HTXLNT lần lượt là 48% và 84%. Hiệu suất xử lý hàm lượng BOD₅ trong nước thải của HTXLNT tập trung của bệnh viện cao hơn hiệu suất xử lý nước thải của

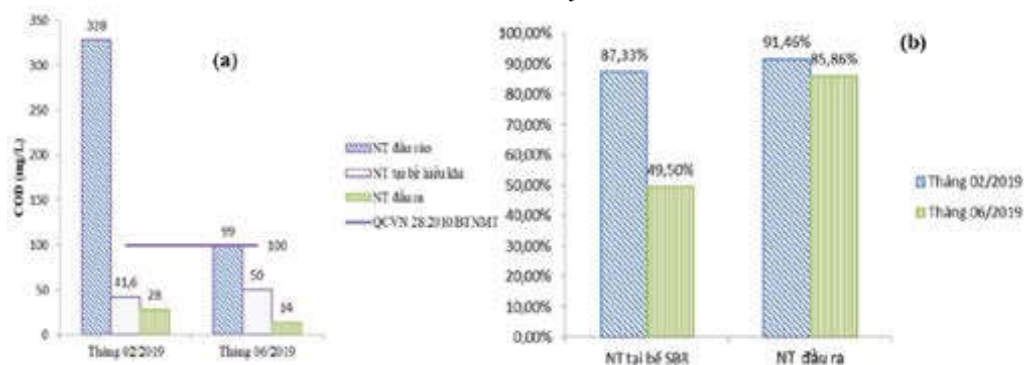
hệ thống khi áp dụng công nghệ truyền thống tại bệnh viện Việt Đức là 72% [1].

Bên cạnh đó, hàm lượng COD trong nước thải đầu vào HTXLNT tập trung khá cao trong cả 02 đợt thu mẫu và cũng được ghi nhận cao hơn so với bệnh viện Đa khoa tỉnh Hậu Giang [7]. Ngoài ra, tỉ lệ BOD₅/COD xấp xỉ 0,56, điều này cho thấy chất lượng nước đầu vào hầu như không ảnh hưởng đến quá trình xử lý sinh học [8]. Chính vì vậy, sau khi được xử lý, hàm lượng COD trong nước thải tại bể SBR và nước thải đầu ra HTXLNT đã giảm đáng kể, xuống dưới ngưỡng cho phép của Cột B - QCVN 28:2010/BTNMT [5].

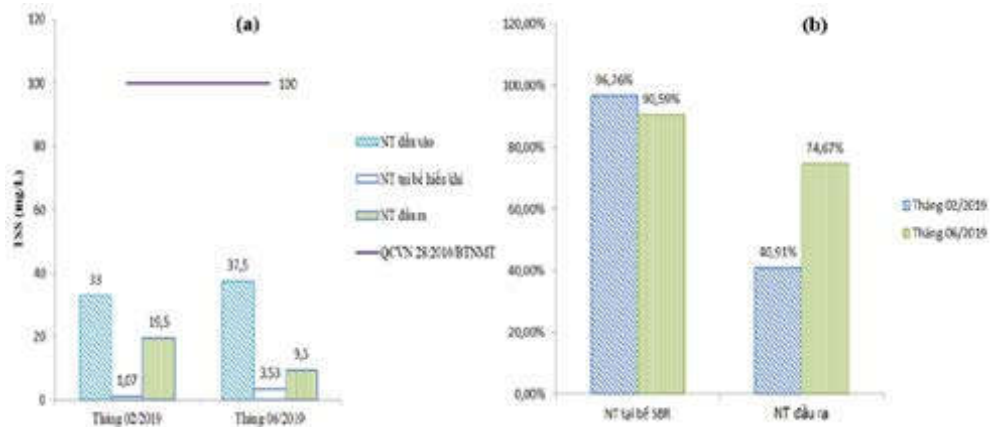
Hiệu suất xử lý hàm lượng COD trong nước thải của bể SBR trong tháng 02 và tháng 06 năm 2019 lần lượt là 87,33% và 49,5%. Hiệu suất xử lý hàm lượng COD trong nước thải sau khi được xử lý tại HTXLNT tập trung của bệnh viện lần lượt là 91,46% và 85,86% trong tháng 02 và tháng 06 năm 2019. Hiệu suất xử lý hàm lượng COD của HTXLNT tập trung tại bệnh viện rất cao so với hiệu suất xử lý hàm lượng COD đạt 76,1% của HTXLNT tại bệnh viện Việt Đức [1] và 81,36% của HTXLNT tập trung tại bệnh viện Đa khoa Hoàn Mỹ Cửu Long [9].



Hình 7: Hàm lượng BOD₅ (a) và hiệu suất xử lý (b)



Hình 8: Hàm lượng COD (a) và hiệu suất xử lý (b)



Hình 9: Hàm lượng TSS (a) và hiệu suất xử lý (b)

Kết quả quan trắc trong cả hai đợt thu mẫu vào tháng 02 và tháng 06 năm 2019 cho thấy, hàm lượng TSS trong nước thải đầu vào, tại bể SBR và nước thải đầu ra HTXLNT tập trung đều nằm dưới ngưỡng cho phép của QCVN 28:2010/BTNMT - Cột B [5]. Hàm lượng TSS trong nước thải bệnh viện thấp hơn rất nhiều so với hàm

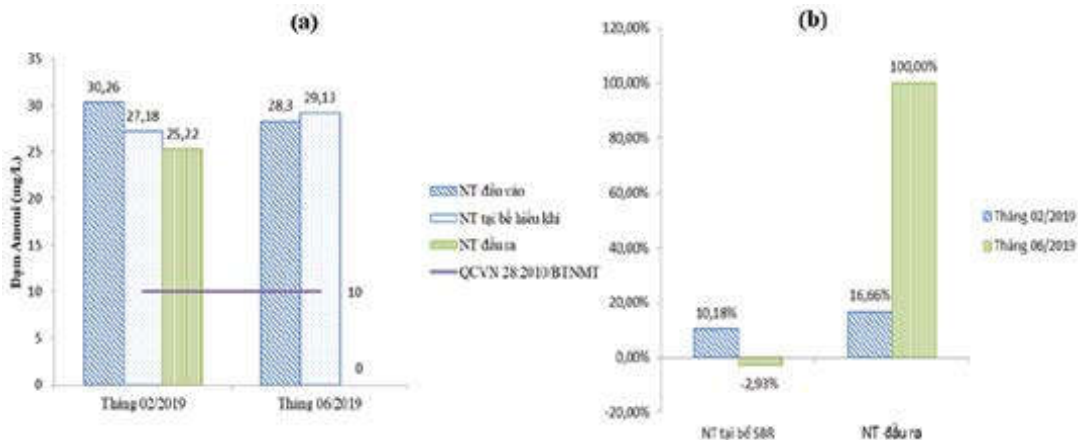
lượng TSS của bệnh viện Việt Đức với hàm lượng TSS đầu vào và đầu ra lần lượt là 73 mg/L và 19,7 mg/L [1].

Hiệu suất xử lý hàm lượng TSS của HTXLNT khá cao, hiệu suất xử lý hàm lượng TSS của bể SBR trong 02 đợt quan trắc vào tháng 02 và tháng 06 năm 2019 lần lượt là 96,76% và 90,59%; bên cạnh

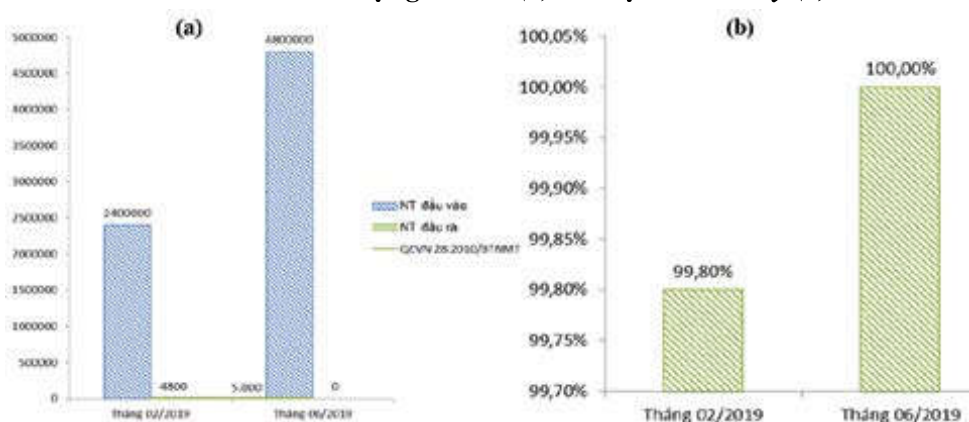
Nghiên cứu

đó, của HTXLNT tập trung lần lượt là 40,91% và 74,67%. Hàm lượng TSS trong nước thải đầu ra HTXLNT tập trung đều đạt quy chuẩn cho phép và với hiệu suất xử lý TSS như trên cho thấy, công nghệ

đang sử dụng tại Bệnh viện hoạt động có hiệu suất tương đương với công nghệ xử lý nước thải truyền thống đang được sử dụng tại bệnh viện Việt Đức với hiệu suất xử lý TSS đạt 73,3% [1].



Hình 10: Hàm lượng amoni (a) và hiệu suất xử lý (b)



Hình 11: Coliform (a) và hiệu suất xử lý (b)

Hàm lượng amoni trong nước thải đầu ra HTXLNT tập trung tại bệnh viện của 02 đợt thu mẫu cho thấy HTXLNT tập trung hoạt động không ổn định. Đối với mẫu nước thải được thu trong tháng 02 năm 2019, hàm lượng amoni trong nước thải đầu ra vượt QCVN 28:2010/BTNMT - Cột B [5] khoảng 2,5 lần và trong đợt thu mẫu vào tháng 06 năm 2019, hàm lượng amoni không phát hiện trong nước thải đầu ra. Điều này cho thấy, hiệu suất xử lý hàm lượng amoni của hai đợt quan trắc có sự chênh lệch lớn. Hiệu suất xử lý amoni trong đợt quan trắc vào tháng 02

năm 2019 phản ảnh HTXLNT tập trung của Bệnh viện hoạt động không hiệu quả, nước thải đầu ra không đạt QCVN 28:2010/BTNMT - Cột B [5]. Nguyên nhân ảnh hưởng đến hàm lượng amoni trong nước thải đầu ra HTXLNT tập trung do lưu lượng và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải không ổn định tại các thời điểm trong ngày, khi thì rất cao (thường vào khoảng thời gian từ 7 giờ đến 10 giờ; từ 13 giờ đến 15 giờ) chủ yếu là nước thải từ quá trình khám, chữa bệnh và khi thì rất thấp chủ yếu là nước thải sinh hoạt trong khoảng thời gian từ 11 giờ đến 13

giờ và từ 17 giờ đến 7 giờ sáng hôm sau; nước thải có chứa các chất gây ức chế sự phát triển của vi sinh vật và sự hiện diện của các vi khuẩn tham gia quá trình nitrat hóa như *Nitrosomonas* và *Nitrobacter* thấp dẫn đến hiệu quả của quá trình Nitrat hóa trong bể SBR kém (hiệu suất âm) nên hàm lượng amoni trong nước thải đầu ra vượt quy chuẩn cho phép.

Tuy nhiên, hiệu suất xử lý hàm lượng amoni đạt 100% trong lần quan trắc vào tháng 6 năm 2019 của nước thải đầu ra HTXLNT tập trung, cho thấy, quá trình quản lý và vận hành HTXLNT tập trung của bệnh viện đã được cải thiện. HTXLNT tập trung của bệnh viện có hiệu suất xử lý hàm lượng amoni tốt khi áp dụng biện pháp vận hành thích hợp khi so với công nghệ xử lý nước thải truyền thống đang được vận hành tại bệnh viện Việt Đức có hiệu suất xử lý hàm lượng amoni khá cao đạt 96,86%. Tuy nhiên, khá khó khăn trong quá trình vận hành HTXLNT tập trung nhằm đảm bảo hàm lượng amoni trong nước thải đầu ra đạt quy chuẩn do hiệu quả xử lý hàm lượng amoni được quyết định tại giai đoạn xử lý sinh học và phụ thuộc vào nhiều yếu tố từ lưu lượng, hàm lượng chất ô nhiễm đầu vào; quá trình vận hành, lượng nước thải, quần xã vi sinh vật chuyển hóa đạm amoni, lượng bùn hoàn lưu về bể xử lý sinh học,...

Coliform trong nước thải đầu ra HTXLNT tập trung giảm đáng kể so với hàm lượng Coliform trong nước thải đầu vào và đạt Cột B - QCVN 28:2010/BTNMT [5] trước khi thải vào nguồn tiếp nhận với nồng độ lần lượt là 4.800 MPN/100 mL và không phát hiện trong nước thải đầu ra HTXLNT tập trung của đợt quan trắc vào tháng 2 và tháng 6 năm 2019. Hiệu suất xử lý hàm lượng Coliform đạt lần lượt là 99,8% và 100% trong đợt thu mẫu vào tháng 02 và tháng 6

năm 2019. Do hàm lượng vi sinh vật gây bệnh trong nước thải từ các bệnh viện rất cao nên tất cả các HTXLNT của các bệnh viện như bệnh viện Đa khoa Hoàn Mỹ Cửu Long, bệnh viện Việt Đức, mặc dù khác nhau về công nghệ xử lý nước thải nhưng hàm lượng Coliform trong nước thải đầu ra đều đạt quy chuẩn hiện hành.

3.4. Một số điểm cần chú ý giải quyết vấn đề xử lý đạm amoni

Đạm trong môi trường nước tồn tại ở nhiều dạng khác nhau do sự chuyển hóa qua lại của chúng. Cụ thể, đạm có thể tồn tại dưới dạng hợp chất vô cơ, hữu cơ hòa tan hoặc không hòa tan. Các hợp chất vô cơ hòa tan chủ yếu của nitơ là $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{NO}_2^-\text{-N}$, $\text{NO}_3^-\text{-N}$. Đạm ở dạng hữu cơ sẽ được chuyển sang các dạng vô cơ qua nhiều bước khác nhau. Đầu tiên, qua quá trình amon hóa các dạng đạm hữu cơ này dưới tác dụng của vi sinh vật tạo thành $\text{NH}_3\text{-N}/\text{NH}_4^+\text{-N}$. Đạm amon sẽ được các nhóm vi khuẩn (*Nitrosospira*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosococcus*, và *Nitrosomonas*) oxy hóa $\text{NH}_4^+\text{-N}$ thành $\text{NO}_2^-\text{-N}$ qua quá trình nitrite hóa.

Trong điều kiện yếm khí, quá trình khử nitrate, nitrite và đạm amon xảy ra với sự tham gia của nhiều loài vi sinh vật yếm khí như *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paracoccus*, *Alcaligenes*,... cuối quá trình sẽ chuyển hóa tạo ra khí N_2O và N_2 thoát vào không khí [10].

Để thúc đẩy quá trình nitrate hóa, các yếu tố sau cần lưu ý trong quá trình vận hành:

Nồng độ oxy hòa tan: quá trình chuyển hóa các dạng đạm trong ao nuôi chịu ảnh hưởng của nồng độ oxy hòa tan vì các quá trình diễn ra trong điều kiện hiếu khí. Quá trình chuyển hóa sẽ có tốc độ thấp nhất tại $\text{DO} = 0,5 \text{ mg/L}$, tốc độ chuyển hóa bình thường tại giá trị $\text{DO} = 1 \text{ mg/L}$ và tốc

Nghiên cứu

độ đạt cực đại tại $DO = 2 \text{ mg/L}$. Theo lý thuyết, chuyển hóa $1 \text{ mg NH}_4^+-\text{N}$ cần $4,57 \text{ mg O}_2 \text{ L}$.

Ảnh hưởng của pH và độ kiềm: Hoạt động của vi sinh vật tham gia vào quá trình chuyển hóa đạm. Hoạt tính của vi sinh vật tốt nhất ở khoảng pH 7,5 - 8,5. Giá trị pH dưới 6 hoặc cao hơn 10 sẽ ảnh hưởng đến hoạt tính của vi sinh vật. Độ kiềm là một yếu tố quan trọng đến quá trình chuyển hóa đạm trong nước vì các vi sinh vật tham gia vào quá trình này là vi sinh vật tự dưỡng sử dụng carbon vô cơ dưới dạng bicarbonate làm nguồn cung cấp carbon. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng mỗi $1 \text{ mg NH}_4^+-\text{N}$ cần $7,1 \text{ mg}$ độ kiềm (tính theo CaCO_3).

Ảnh hưởng của nhiệt độ: Nhiệt độ thích hợp cho quá trình chuyển hóa các dạng đạm vô cơ là 4 đến 45°C nhưng nhiệt độ tối ưu nằm trong khoảng 28 đến 26°C . Khi nhiệt độ nước tăng khoảng 10°C (trong khoảng nhiệt độ $<40^\circ\text{C}$) thì tốc độ phân hủy đạm hữu cơ có thể tăng gấp đôi. Sự phân hủy vật chất hữu cơ diễn ra nhanh ở pH 7 đến 8 [11].

Ảnh hưởng của nồng độ đạm amoni: Có nhiều loài vi sinh vật oxy hóa đạm ở các nồng độ khác nhau. Nồng độ đạm đầu vào không ổn định dẫn đến sự thay đổi cộng đồng vi sinh vật liên tục, có thể ảnh hưởng đến sự chuyển hóa đạm.

Ảnh hưởng của chất hữu cơ: Nhiều hợp chất hữu cơ gây ức chế quá trình phát triển của vi sinh vật chuyển hóa đạm. Hơn nữa cộng đồng vi sinh vật chuyển hóa chất hữu cơ cũng cạnh tranh với cộng đồng vi sinh vật chuyển hóa đạm, hàm lượng chất hữu cơ đầu vào ổn định cũng là cơ sở quan trọng để ổn định hàm lượng đạm ở đầu ra của hệ thống xử lý nước thải.

Ảnh hưởng của SRT: SRT có ảnh hưởng đến quá trình nitrata hóa. Thời gian lưu tồn bùn ít nhất 10 ngày mới đảm bảo

tốt quá trình chuyển hóa đạm. Thời gian lưu tồn bùn lâu hơn 15 ngày có thể dẫn đến bất hoạt một phần vi sinh vật chuyển hóa đạm. Thời gian lưu tồn bùn ngắn dẫn đến sự thiếu hụt vi sinh vật chuyển hóa đạm trong hệ thống xử lý nước thải.

Chất ức chế: Trong môi trường bệnh viện, sự hiện diện của chất kháng sinh trong hệ thống xử lý nước thải là không thể tránh khỏi. Chất kháng sinh có tác động tiêu cực đến hoạt tính của vi sinh vật chuyển hóa đạm. Cần kiểm tra nồng độ chất kháng sinh trong nước thải để có giải pháp hạn chế tác động tiêu cực [12].

4. Kết luận

Hệ thống thu gom nước thải và HTXLNT tập trung của bệnh viện với công suất $750 \text{ m}^3/\text{ngày.đêm}$ đảm bảo đủ khả năng xử lý toàn bộ lượng nước thải phát sinh trong quá trình hoạt động của bệnh viện. Dựa vào kết quả phân tích chất lượng nước thải đầu vào, nước thải tại bể SBR và nước thải đầu ra HTXLNT tập trung của bệnh viện tính toán được hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm của bể SBR và của toàn HTXLNT tập trung của bệnh viện cho thấy, hiệu suất xử lý chất ô nhiễm của bể SBR và của toàn HTXLNT tập trung khá cao, mặc dù, một vài chỉ tiêu có nồng độ đầu ra cao hơn đầu vào như nitrit, nitrat và tổng đạm nhưng vẫn đảm bảo nằm trong khoảng cho phép của QCVN 28:2010/BTNMT - Cột B trước khi thải vào nguồn tiếp nhận. Ngoại trừ, hàm lượng đạm amoni trong nước thải đầu ra HTXLNT tập trung không ổn định, vượt quy chuẩn cho phép. Cần lưu ý để một số đặc điểm của cộng đồng vi sinh vật oxy hóa đạm amon để tăng hiệu quả xử lý đạm của hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Võ Thị Minh Anh (2012). *Đánh giá công nghệ của một số hệ thống xử lý nước*

thải bệnh viện ở Hà Nội và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả. Luận văn Thạc sĩ, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

[2]. Nguyễn Thanh Hà (2015). *Hướng dẫn áp dụng công nghệ xử lý nước thải y tế*. NXB Y học, Hà Nội.

[3]. Tổng Cục môi trường (1995). *TCVN 5999:1995 - Tiêu chuẩn Việt Nam về Chất lượng nước - Lấy mẫu - Hướng dẫn lấy mẫu nước thải*.

[4]. American Public Health Association (APHA) (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th edition, Washington DC, USA.

[5]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010). *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế (QCVN 28:2010/BTNMT)*.

[6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2013). *QCVN 50:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng nguy hại đối với bùn thải từ quá trình xử lý nước*.

[7]. Lê Hoàng Việt, Nguyễn Lam Sơn, Huỳnh Lương Kiều Loan, Nguyễn Võ Châu Ngân (2019). *Nghiên cứu xử lý nước thải y tế bằng phản ứng Fenton/ozon kết hợp lọc sinh học hiếu khí*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 55 (1A), 14 - 22.

[8]. Lê Hoàng Việt, Nguyễn Võ Châu Ngân (2016). *Giáo trình Kỹ thuật xử lý nước thải (tập 1)*. NXB Đại học Cần Thơ, Cần Thơ.

[9]. Bệnh viện Hoàn Mỹ Cửu Long (2015). *Báo cáo xả nước thải vào nguồn nước của bệnh viện Đa khoa Hoàn Mỹ Cửu Long năm 2015*.

[10]. Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. & Verstraete, W. (2007). *Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production*. *Aquaculture*, 270, 1 - 14.

[11]. Hea, Y., Tao, W., Wang, Z. & Shayya, W. (2012). *Effects of pH and seasonal temperature variation on simultaneous partial nitrification and anammox in free-water surface wetlands*. *Journal of Environmental Management*, 110, 103 - 109.

[12]. Schmidt, I., Sliemers, O., Schmidt, M. S., Bock, E., Fuerst, J., Kuenen, J. G., Jetten, M. S. M. & Strous M. (2003). *New concepts of microbial treatment processes for the nitrogen removal in wastewater*. *FEMS Microbiology Reviews*, 27, 481 - 492.

BBT nhận bài: 01/12/2020; Phản biện xong: 08/12/2020; Chấp nhận đăng: 29/3/2021