

HIỆN TRẠNG VÀ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH SINH HÓA HIẾU KHÍ TẠI HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHÀ MÁY CHẾ BIẾN THỦY SẢN BẮC ĐÀU

CURRENT ISSUES AND SOLUTIONS TO IMPROVE THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF AEROBIC TANK IN THE WASTEWATER TREATMENT SYSTEM OF BAC DAU FISHERY FACTORY

Phan Thị Kim Thủy*, Nguyễn Ngọc Thành, Trần Văn Quang

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng¹

*Tác giả liên hệ: kimthuybk@gmail.com

(Nhận bài: 28/12/2021; Chấp nhận đăng: 4/4/2022)

Tóm tắt - Nghiên cứu trình bày kết quả đánh giá hiện trạng vận hành bể aeroten với chế độ hoạt động gián đoạn theo mẻ (SBR) tại nhà máy chế biến thủy sản Bắc Đẩu. Kết quả khảo sát cho thấy, công trình SBR đang vận hành với tải trọng khối lượng thấp ($0,039 \div 0,071$ g BOD₅/g MLVSS.ngđ; $0,018 \div 0,03$ g N-NH₄⁺/g MLVSS.ngđ) và mới chỉ đáp ứng dưới 50 % tải lượng so với công suất của nhà máy. Nước thải từ nhà máy chứa lượng lớn chất hữu cơ và chất dinh dưỡng, tỷ lệ C/N trong nước thải đầu vào công trình SBR rất thấp. Để nâng cao hiệu quả vận hành của công trình SBR, các kiến nghị bao gồm: (1) Điều chỉnh nồng độ bùn vận hành trong công trình SBR ở mức $3 \div 4$ g/L kết hợp vận hành các công trình xử lý bùn thải; (2) Bổ sung bể trung gian trước công trình SBR; (3) Xây dựng qui trình vận hành SBR đáp ứng với chế độ thải không ổn định của nhà máy.

Từ khóa - Bùn hoạt tính; bể aeroten; tải trọng chất hữu cơ; xử lý nước thải; chế biến thủy sản

1. Đặt vấn đề

Ngành chế biến thủy sản (CBTS) là một trong những ngành có đóng góp lớn cho sự phát triển kinh tế nhưng cũng là ngành góp phần gây ô nhiễm môi trường do lượng và thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải phức tạp phụ thuộc vào nguyên liệu, sản phẩm chế biến [1].

Các kết quả nghiên cứu [1-6] về nước thải CBTS ở Việt Nam nói chung và ở Đà Nẵng nói riêng cho thấy, thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải từ quá trình CBTS chứa lượng lớn chất hữu cơ (BOD và COD) và chất dinh dưỡng (N,P). Tỷ lệ BOD/TN thấp dao động trong khoảng từ 2 đến 15 tùy thuộc vào từng loại hình chế biến và với loại hình sản xuất surimi hoặc thủy sản hỗn hợp thì tỷ lệ này là rất thấp nằm trong khoảng 2 đến 6 [1, 7, 8].

Với thành phần các chất ô nhiễm chủ yếu là các hợp chất hữu cơ dễ phân hủy và chất dinh dưỡng, công nghệ xử lý nước thải (XLNT) đang được áp dụng tại các nhà máy chế biến thủy sản bao gồm: (i) Xử lý bậc I với các quá trình điều hòa kết hợp với phân hủy kỵ khí và bậc II với quá trình aeroten – lắng áp dụng cho các nhà máy sơ chế hoặc sản phẩm hỗn hợp; (ii) Xử lý bậc I, keo tụ - lắng hoặc tuyển nổi áp lực/keo tụ - tuyển nổi siêu nông, để tách triệt để các chất khó phân hủy như dầu và mỡ, xử lý bậc II với aeroten - lắng/SBR, hoặc kết hợp với quá trình anoxic để khử nitơ áp dụng cho các nhà máy có chế biến sản phẩm surimi và tôm; (iii) Xử lý bậc III, keo tụ - lắng hoặc lọc áp lực và khử trùng trong trường hợp nguồn tiếp nhận yêu

Abstract - The study presents the results of assessing the current status of operating in the sequencing batch reactor (SBR) of the wastewater treatment system of Bac Dau fishery factory. The results showed that SBR is operating with low loading ($0.039 \div 0.071$ g BOD₅/g MLVSS.day; $0.018 \div 0.03$ g N-NH₄⁺/g MLVSS.day) and can only meet less than 50 % of the loading compared with the capacity of the factory. Wastewater from the factory contains a high concentration of organics and nutrients; the C/N ratio in the influent of SBR is very low. In order to improve the operational efficiency of SBR, the recommendations include: (1) Adjusting the operating MLSS concentration about 3-4 g/L combined with operating the sludge waste treatment facilities; (2) Adding intermediate tank before the SBR; (3) Developing the operating procedures for SBR to respond to the unstable regime of the plant.

Key words - Activated sludge; aeration tank; organic matter loading; wastewater treatment, seafood processing

cầu đặt cột A của QCVN 11:2008/BTNMT [1, 6, 7, 9].

Tại khu công nghiệp (KCN) dịch vụ thủy sản Đà Nẵng, theo số liệu tổng hợp từ các tài liệu liên quan [6, 10, 11], các nhà máy CBTS đã đầu tư hệ thống xử lý nước thải và công nghệ sinh học hiếu khí bùn hoạt tính lơ lửng với chế độ vận hành liên tục hoặc gián đoạn theo mẻ được áp dụng là phổ biến nhưng vận hành không hiệu quả, chất lượng sau xử lý được đưa về trạm xử lý nước thải Sơn Trà với giá trị COD (mg/L) có mức dao động lớn ($1.151,1 \pm 628,8$) và tỷ lệ C/N thấp ($5,4 \pm 1,9$) [11] đã dẫn đến sự quá tải và ảnh hưởng quản lý vận hành tại trạm xử lý tập trung Sơn Trà. Nguyên nhân dẫn đến giá trị COD có mức dao động lớn & tỷ lệ C/N thấp của nước thải sau xử lý tại KCN dịch vụ thủy sản Đà Nẵng là do các tính toán thiết kế hệ thống XLNT ban đầu và vận hành tại các nhà máy chỉ quan tâm đến nồng độ các chất hữu cơ (COD) theo quy định của ban quản lý KCN mà không xem xét đến các yếu tố liên quan khác, cán bộ quản lý vận hành theo kinh nghiệm và thiếu các thông tin về thông số vận hành cho từng nhà máy khi có sự thay đổi về tải trọng chất bản [6, 10].

Với mục đích đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành công trình sinh hóa hiếu khí tại nhà máy Bắc Đẩu, nội dung nghiên cứu bao gồm: (i) Thu thập tài liệu, số liệu liên quan bằng phỏng vấn trực tiếp cán bộ quản lý, công nhân vận hành hệ thống XLNT tại nhà máy; (ii) Triển khai quan trắc, đánh giá hiệu quả xử lý chất hữu cơ và chất dinh dưỡng bằng quá trình sinh hóa hiếu khí; (iii) Xử lý số

¹ The University of Danang - University of Science and Technology (Phan Thị Kim Thủy, Nguyễn Ngọc Thành, Trần Văn Quang)

liệu, đánh giá, phân tích làm rõ các trở ngại và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành công trình SBR. Các kết quả có được sẽ giúp cho cán bộ vận hành có khả năng điều chỉnh qui trình vận hành công trình SBR phù hợp khi có sự dao động về tải vận chất bẩn trong quá trình sản xuất cũng như làm cơ sở tham khảo cho cơ quan quản lý đề xuất các giải pháp quản lý nước thải phù hợp tại KCN dịch vụ thủy sản Đà Nẵng.

2. Đối tượng, nội dung và phương pháp

2.1. Đối tượng

Nghiên cứu tập trung vào nước thải từ quá trình chế biến thủy sản và quá trình sinh hóa hiếu khí/quá trình bùn hoạt tính xử lý chất hữu cơ và chất dinh dưỡng (amoni). Hệ thống xử lý nước thải được xem xét là hệ thống xử lý nước thải tại nhà máy Bắc Đẩu thuộc KCN dịch vụ thủy sản Đà Nẵng với công trình sinh hóa hiếu khí là bể SBR.

2.2. Nội dung

Thu thập tài liệu, số liệu và các thông tin liên quan thông qua phỏng vấn trực tiếp cán bộ quản lý, công nhân vận hành hệ thống XLNT. Các thông tin thu thập bao gồm: Lưu lượng nước thải, tính chất – thành phần nước thải và các quá trình công nghệ XLNT đang áp dụng.

Từ các thông tin thu thập được, kế hoạch khảo sát, thu thập số liệu bổ sung được thiết lập, triển khai quan trắc, đánh giá đặc điểm nước thải, hiệu quả xử lý chất hữu cơ và chất dinh dưỡng bằng quá trình sinh hóa hiếu khí. Quá trình quan trắc được tiến hành với các thông số chất lượng nước thải và bùn thải: pH, độ kiềm, TSS, BOD₅, COD, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, PO₄³⁻, MLSS, MLVSS, SV30 được thực hiện 4 đợt trong khoảng thời gian từ tháng 01/2021 đến tháng 12/2021.

Từ các số liệu quan trắc, các thông tin liên quan, tiến hành xử lý số liệu và đánh giá đặc điểm nước thải, hiệu quả xử lý chất hữu cơ và chất dinh dưỡng (amoni) bằng quá trình sinh hóa hiếu khí, phân tích làm rõ các trở ngại và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả quá trình xử lý.

2.3. Phương pháp

Các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu bao gồm:

Khảo sát và tham vấn: Khảo sát hệ thống XLNT, hiện trạng hoạt động các công trình. Thu thập thông tin thông qua hình thức phỏng vấn trực tiếp cán bộ quản lý, vận hành hệ thống làm cơ sở xác định và đánh giá các trở ngại trong quá trình vận hành.

Quan trắc và phân tích chất lượng nước: Được thực hiện theo các quy trình tiêu chuẩn với các thiết bị đo, lấy mẫu và phân tích các thông số chất lượng nước thải, bùn thải theo các phương pháp tiêu chuẩn. Các thông số chất lượng nước và bùn quan trắc bao gồm: pH và DO được xác định bằng các thiết bị đo nhanh; độ kiềm, TSS, BOD₅, COD, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, PO₄³⁻, MLSS, MLVSS được lấy mẫu và phân tích theo các phương pháp tiêu chuẩn [12, 13]. Danh mục các thiết bị đo và phương pháp phân tích được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Các thiết bị và phương pháp phân tích

TT	Thông số	Thiết bị/Phương pháp
1	pH	Eco Sense pH 10A
2	Độ kiềm	SMEWW 2320
3	DO	HACH HQ40d Portable
4	MLSS	SMEWW 2540
5	MLVSS	SMEWW 2540

6	TSS	SMEWW 5220
7	BOD ₅	SMEWW 5210B
8	COD	SMEWW 5220 C
9	N-NH ₄ ⁺	SMEWW 4500 - NH ₄ ⁺
10	N-NO ₃ ⁻	SMEWW 4500 - NO ₃ ⁻
11	P-PO ₄ ³⁻	SMEWW 4500 - NO ₂ ⁻

Thống kê, tổng hợp và so sánh: Kết hợp với việc thống kê và kiểm chứng bằng các số liệu khảo sát hiện trạng, được sử dụng trong quá trình thu thập, xử lý các số liệu, tài liệu và các thông tin liên quan đến lưu lượng, đặc điểm nước thải. So sánh kết quả khảo sát có được với các nghiên cứu liên quan trước đây. Đánh giá khả năng xử lý dựa trên cơ sở so sánh các thông số tính toán với các giá trị tương ứng trong các tài liệu liên quan [1, 7, 14-16] và khả năng đáp ứng yêu cầu xả thải được đánh giá theo quy định của quản lý nhà nước tại địa phương. Giá trị độ lệch chuẩn (SD) của các thông số đánh giá được xử lý thống kê theo công thức:

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x^*)^2}$$

Trong đó: x_i - giá trị của thành phần i trong bộ dữ liệu; x^* - giá trị trung bình của bộ dữ liệu; n - số thành phần trong bộ dữ liệu.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm nước thải và công nghệ xử lý nước thải

3.1.1. Lưu lượng

Số liệu thu thập về lưu lượng nước thải tại nhà máy liên tục trong 3 năm 2019-2021 được thể hiện tại Hình 1.

Kết quả số liệu thu thập cho thấy, lưu lượng nước thải trung bình tại nhà máy trong các năm 2019, 2020 và 2021 lần lượt là 462 ± 206 ; 447 ± 198 và 460 ± 165 m³/ngày. Lưu lượng nước thải giữa các năm không có sự thay đổi đáng kể nhưng lại có sự dao động rất lớn giữa các ngày trong tháng và giữa các tháng trong năm. Giữa các ngày trong tháng có biên độ dao động rộng trong khoảng từ không có đến lớn nhất là 1.330 m³/ngày.

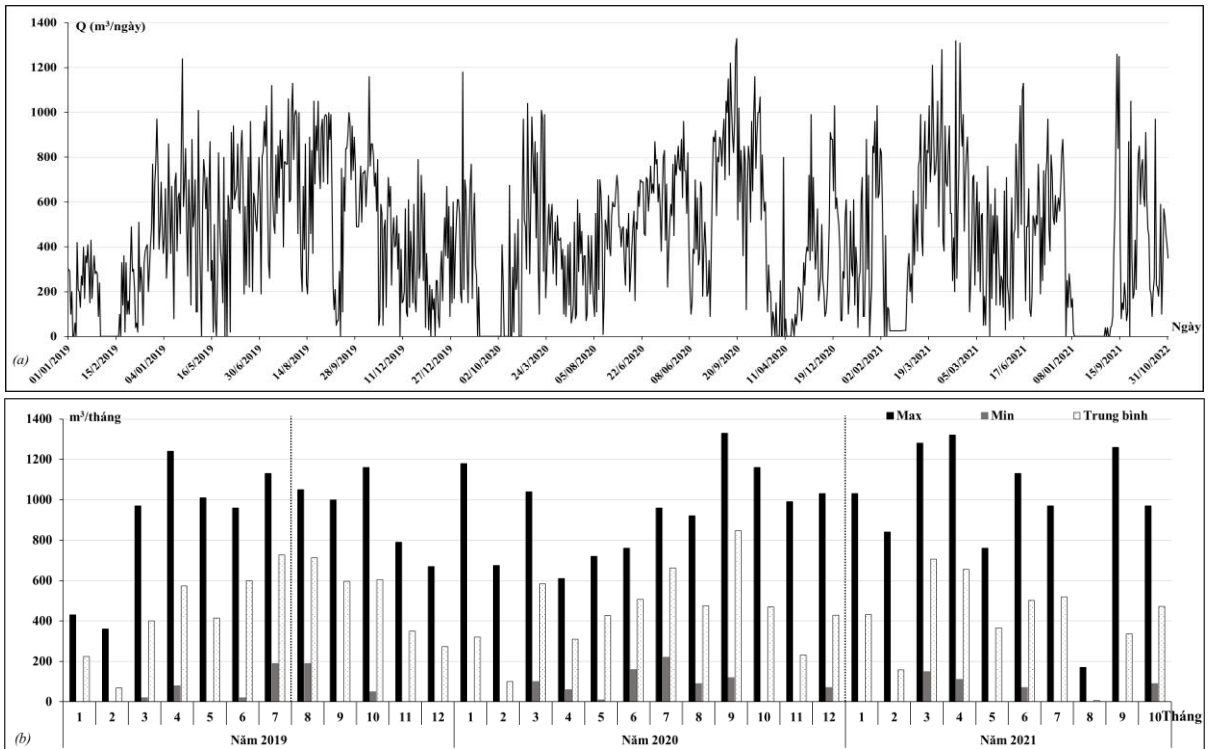
3.1.2. Đặc điểm nước thải

Các số liệu khảo sát và thu thập về đặc điểm nước thải từ quá trình chế biến của nhà máy được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất, thành phần nước thải

Thông số	Nồng độ	
	(1)	(2) ^(a)
pH	7,4 ÷ 8,3 (7,7) ^(a)	7,0 ÷ 7,5 (7,3)
TSS, mg/l	784 ÷ 2.660 (1.692)	1836 ÷ 2.824 (2.207)
BOD ₅ , mg/l	786 ÷ 2.013 (1.692)	900 ÷ 1.968 (1.454)
COD, mg/l	1.250 ÷ 3.285 (2.518)	1.570 ÷ 3.482 (2.663)
N-NH ₄ ⁺ , mg/l	124,7 ÷ 146,9 (134,6)	141,1 ÷ 208,5 (171,8)
T-N, mg/l	427,5 ÷ 504,4 (474,6)	182,1 ÷ 343,3 (239,8)
T-P, mg/l	15,9 ÷ 25,2 (20,4)	8,5 ÷ 27,8 (20,5)

Ghi chú: (1) - Số liệu khảo sát; (2) - Số liệu thu thập - ^(a) Giá trị nhỏ nhất ÷ giá trị lớn nhất (giá trị trung bình)



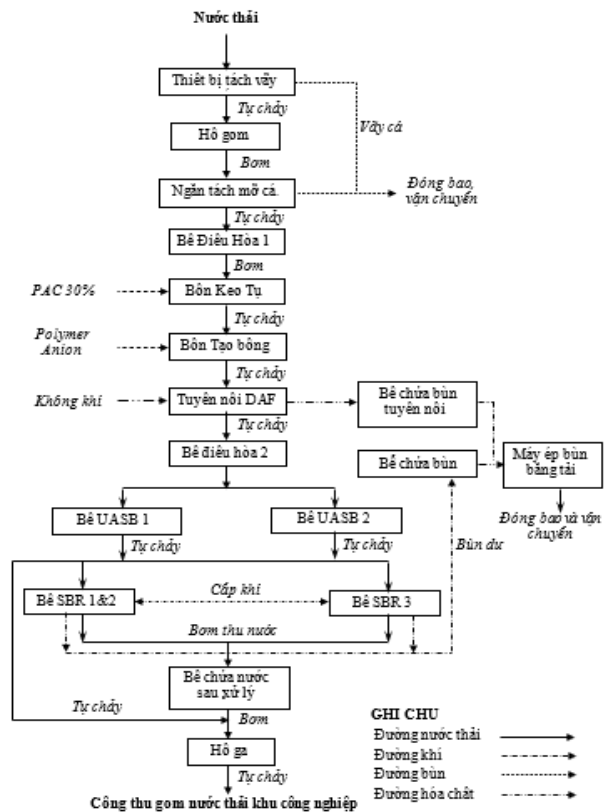
Hình 1. Lưu lượng nước thải trong các năm 2019, 2020 và 2021 tại nhà máy Bắc Đẩu
(a). Lưu lượng theo ngày; (b) Lưu lượng lớn nhất – trung bình – nhỏ nhất các tháng trong năm

Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải từ nhà máy: chất lơ lửng (TSS), chất hữu cơ (BOD₅, COD) và chất dinh dưỡng (N,P) đều có giá trị cao và dao động lớn. Nồng độ TSS: $1.692,2 \pm 633,8$; COD: $2.518,1 \pm 683,9$ và T-N: $474,6 \pm 27,3$. So sánh các số liệu khảo sát được với các số liệu thu thập từ các nghiên cứu trước [6, 10] và số liệu thống kê trong sổ tay chuyên ngành [1,7] cho thấy, các kết quả khảo sát là hợp lý và phù hợp với đặc điểm nước thải của quá trình chế biến thủy sản của nhà máy. Với thành phần các chất ô nhiễm chủ yếu là các chất hữu cơ và chất dinh dưỡng cao với khoảng dao động rộng, để kiểm soát tốt vấn đề ô nhiễm và sự ổn định của hệ thống, ngoài việc áp dụng công nghệ XLNT phù hợp với lượng và thành phần các chất ô nhiễm nhà máy phải có các hướng dẫn chi tiết về quá trình, thông số vận hành cũng như cán bộ đủ năng lực quản lý vận hành hệ thống xử lý nước thải.

3.1.3. Công nghệ xử lý

Nhà máy đã đầu tư hệ thống XLNT, các phương pháp xử lý được nhà máy lựa chọn và áp dụng bao gồm: phương pháp cơ học với các quá trình: lọc mảnh vụn, gạn/keo tụ -tuyển nổi nhằm tách các chất không tan có kích thước, dầu, mỡ và chất béo. Phương pháp sinh học với quá trình sinh hóa trong điều kiện: kỵ khí để phân hủy các mảnh vụn nhỏ thành dạng phân tán nhỏ và hiếu khí chuyển hóa các chất hữu cơ ở dạng hòa tan và phân tán nhỏ. Sơ đồ dây chuyền công nghệ XLNT được trình bày tại Hình 2.

Với đặc điểm nước thải và các quá trình công nghệ đã đầu tư xây dựng tại nhà máy, theo các tài liệu [1, 7, 9, 14,] và các nghiên cứu liên quan [6, 10], công nghệ XLNT đang được áp dụng tại nhà máy là phù hợp. Tuy nhiên, theo kết quả khảo sát thực tế tại nhà máy và số liệu thống kê từ [11] cho thấy: hiện tại, lượng nước thải sau công trình UASB không được đưa 100% vào công trình SBR mà chỉ có khoảng $270 \div 405 \text{ m}^3$ được đưa vào công trình SBR (tương



Hình 2. Sơ đồ dây chuyền công nghệ XLNT

ứng khoảng $31 \div 58 \%$ tổng lưu lượng nước thải) và khoảng $42 \div 69 \%$ lưu lượng nước thải sau khi qua UASB sẽ được hòa trộn cùng với dòng nước sau bể SBR để đưa vào hệ thống thoát nước của khu công nghiệp; tần suất hút bùn dư tại bể SBR, bùn cặn tại bể UASB và bể điều hòa là rất thấp;

hệ thống xử lý nước thải hoạt động không ổn định và thường xuyên bị quá tải; chất lượng nước sau xử lý rất nhiều thời điểm nồng độ COD vẫn không đáp ứng được yêu cầu xả thải của Ban quản lý khu công nghiệp.

3.2. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ và chất dinh dưỡng bằng quá trình sinh hóa hiếu khí

3.2.1. Điều kiện của quá trình sinh hoá hiếu khí

Kết quả đo đạc các thông số điều kiện môi trường, thông số bùn trong công trình sinh hóa hiếu khí (SBR) tại HTXL nước thải được thể hiện tại Bảng 3.

Bảng 3. Thông số điều kiện môi trường, thông số bùn trong công trình SBR

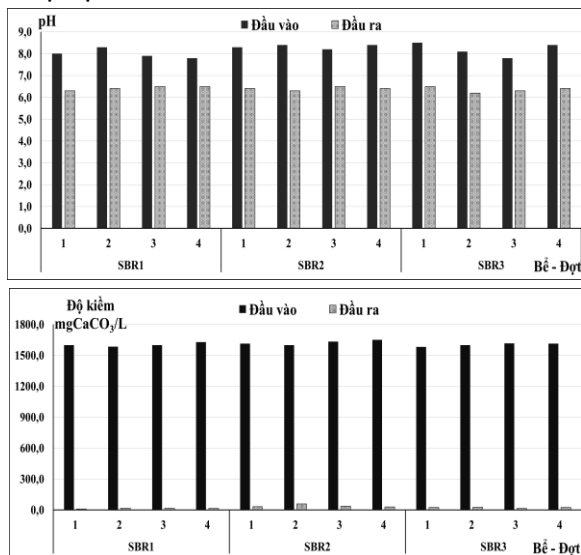
TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị	Yêu cầu [14]
1	pH	-	7,5 ± 0,3	6,5 ÷ 7,5
2	DO	mg/l	3,7 ± 0,9	> 2
3	SV30	ml/l	341,4 ± 52,5	-
4	MLSS	g/l	8,5 ± 1,6	-
5	MLVSS	g/l	7,9 ± 1,2	2 ÷ 5
6	SRT	ngày	70 ÷ 125 ^(*)	10 ÷ 30

Ghi chú: ^(*): Kết quả tính toán trong 3 tháng 8, 9 và 10/2021.

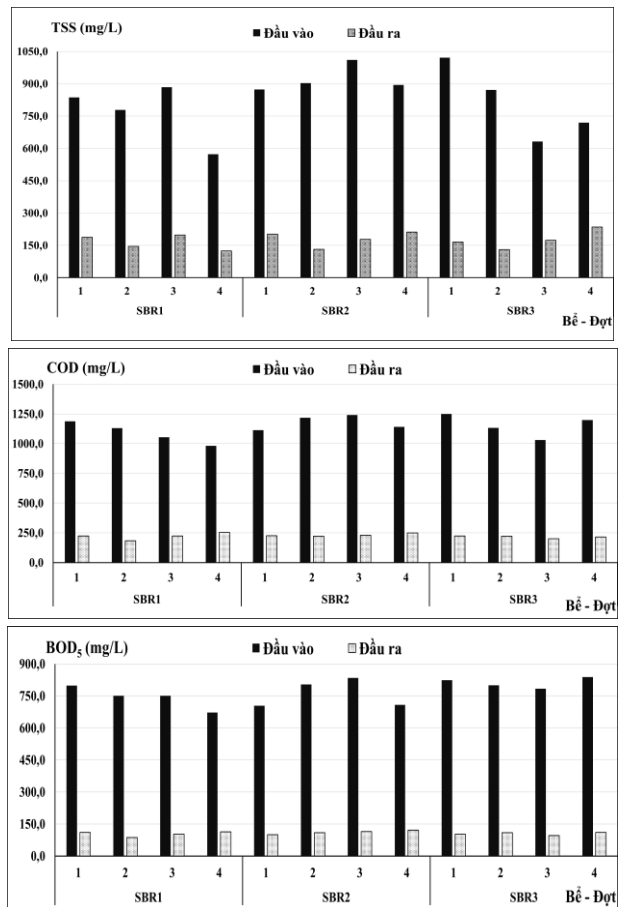
Kết quả khảo sát điều kiện quá trình sinh hoá hiếu khí tại hệ thống xử lý nước thải nhà máy Bắc Đẩu và so với các số liệu liên quan [14] cho thấy: giá trị thông số pH và DO đo được nằm trong khoảng cho phép; nồng độ bùn (MLSS, MLVSS) trong bể quá cao. Điều kiện môi trường của quá trình sinh hóa là đảm bảo nhưng quá trình sốc tải xảy ra thường xuyên, cán bộ quản lý vận hành sợ mất bùn nên việc xả bùn dư trong quá trình vận hành là rất ít. Ngoài ra, tại các thời điểm khảo sát bùn trong bể SBR có màu xám đen và do được lưu giữ lâu trong công trình SBR (SRT lớn) nên khả năng hoạt hóa của bùn kém đã ảnh hưởng lớn đến hiệu quả xử lý của công trình sinh hóa hiếu khí SBR.

3.2.2. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ và chất dinh dưỡng

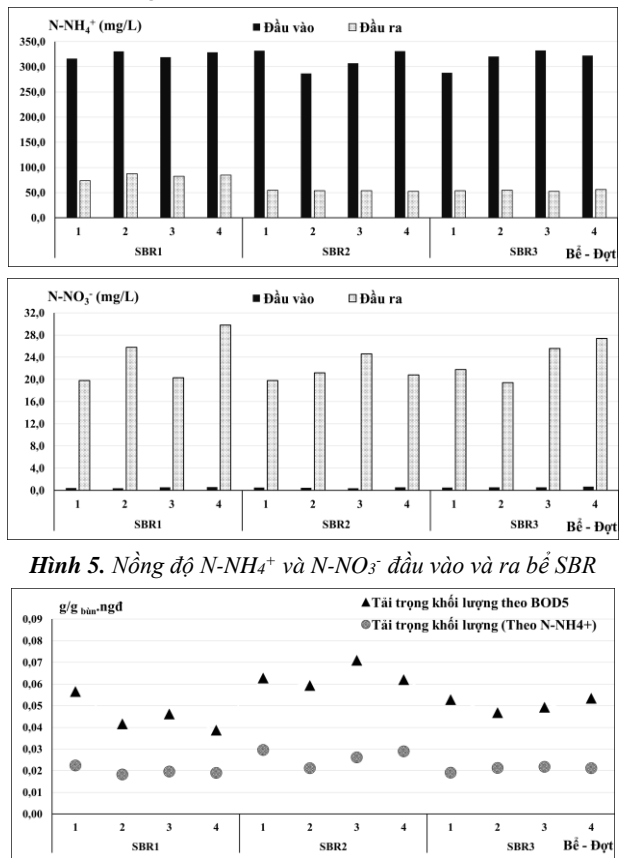
Kết quả phân tích chất lượng nước thải đầu vào và đầu ra công trình SBR được thể hiện tại các Hình 3, 4 & 5. Kết quả tính toán tải trọng vận hành công trình và hiệu suất xử lý chất hữu cơ (BOD₅) và chất dinh dưỡng (N-NH₄⁺) được thể hiện tại Hình 6 và Hình 7.



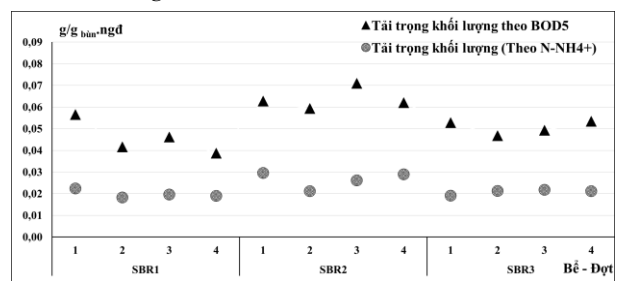
Hình 3. pH và độ kiềm đầu vào và ra bể SBR



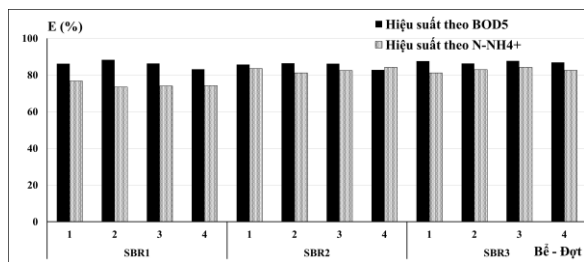
Hình 4. Nồng độ TSS, COD và BOD₅ đầu vào và ra bể SBR



Hình 5. Nồng độ N-NH₄⁺ và N-NO₃⁻ đầu vào và ra bể SBR



Hình 6. Kết quả tính toán tải trọng vận hành của bể SBR



Hình 7. Hiệu suất xử lý BOD₅ và N-NH₄⁺ của bể SBR

Kết quả khảo sát cho thấy: Lượng nước thải nạp vào mỗi mẻ chiếm 20% thể tích bể và thời gian vận hành 1 mẻ là 8 giờ. Nước thải tự chảy trực tiếp từ công trình UASB vào công trình SBR với thời gian làm đầy tại mỗi mẻ dao động từ 40 ÷ 60 phút thông qua hệ thống van khóa và đường ống được vận hành thủ công bởi công nhân tại nhà máy.

Nồng độ lơ lửng (TSS) đầu vào là 573 ÷ 1.021 mg/L (TB 833,7), đầu ra còn lại 124 ÷ 235 mg/L (TB 173,6). Giá trị nồng độ TSS đầu vào bể SBR đo được so với giá trị khuyến cáo theo các tài liệu liên quan [14, 16] là cao hơn gấp 3,8 ÷ 6,8 (TB 5,5). Kết quả khảo sát có được là hoàn toàn phù hợp do nước thải từ công trình UASB được chảy trực tiếp vào bể SBR đã kéo theo lượng lớn chất rắn và bùn cặn từ công trình UASB vào công trình SBR và là nguyên nhân dẫn đến bể SBR hoạt động kém ổn định do nồng độ TSS cao.

Với nồng độ chất hữu cơ (COD và BOD₅), đầu vào lần lượt là 981 ÷ 1.250 mg/L (TB 1.139,7) và 672 ÷ 838 mg/L (TB 772,3), đầu ra còn lại 182,6 ÷ 254 mg/L (TB 222,3) và 87,4 ÷ 121,5 mg/L (TB 106,5). Tương tự, nồng độ chất dinh dưỡng (N-NH₄⁺ và N-NO₃⁻) đầu vào lần lượt là 286,6 ÷ 332,3 mg/L (TB 317,9) và 0,38 ÷ 0,69 mg/L (TB 0,52), đầu ra lần lượt là 52,3 ÷ 87,7 mg/L (TB 63,4) và 19,4 ÷ 29,8 mg/L (TB 23,1). Kết quả tính toán về tải trọng vận hành, công trình SBR đang vận hành với tải trọng khối lượng thấp (0,039 ÷ 0,071 g BOD₅/g MLVSS.ngđ; 0,018 ÷ 0,03 g N-NH₄⁺/g MLVSS.ngđ), hiệu suất xử lý chất hữu cơ (BOD₅) đạt 82,8 ÷ 88,4 %; chất dinh dưỡng (N-NH₄⁺) đạt 73,5 ÷ 84,2 %. So với các tài liệu, kết quả nghiên cứu liên quan [1, 6, 14, 16], các kết quả có được là hoàn toàn phù hợp vì khi vận hành công trình sinh hóa hiếu khí với tải trọng thấp thì hiệu suất xử lý các chất hữu cơ và chất dinh dưỡng đạt được cao.

Công trình SBR đang vận hành với tải trọng khối lượng thấp và tỷ lệ C/N của dòng nước thải nạp vào C/N < 5 thì quá trình chuyển hóa chất hữu cơ đã gần như là đạt mức cao nhất và quá trình nitrat hóa, oxi hóa amoni đã bắt đầu hình thành nhưng có hiệu suất thấp do độ kiềm đã hầu như nhỏ hơn 50 mgCaCO₃/L (TB < 25) và pH đã chuyển dần sang trạng thái axit (pH < 6,5).

Từ số liệu thu thập trong tháng 10/2021, kết quả tính toán về tải lượng cần xử lý và khả năng xử lý của công trình SBR đang vận hành tại nhà máy được trình bày tại Bảng 4.

Bảng 4. Tải lượng cần xử lý và khả năng xử lý của công trình SBR

Thông tin	Đơn vị tính	Lớn nhất	Trung bình
Tải lượng theo BOD ₅	kg BOD ₅ /ngày	705,2 ^[1]	343,1 ^[1]
Tải lượng theo N-NH ₄ ⁺	kg N-NH ₄ ⁺ /ngày	269,3 ^[2]	199,5 ^[2]
Tải lượng theo N-NH ₄ ⁺	kg N-NH ₄ ⁺ /ngày	307,5 ^[1]	149,6 ^[1]
Tải lượng theo N-NH ₄ ⁺	kg N-NH ₄ ⁺ /ngày	102,9 ^[2]	76,2 ^[2]

Ghi chú: ^[1] – Lượng cần xử lý & ^[2] – Lượng có khả năng xử lý

Kết quả tính toán về tải lượng, công trình SBR đang vận hành mới chỉ đáp ứng được khoảng 38 ÷ 58% tải lượng theo BOD₅ và 33 ÷ 51% theo N-NH₄⁺ trong khi đó tại các thời điểm khảo sát nhà máy chỉ sản xuất đạt khoảng 40 ÷ 50% công suất. Như vậy, khi nhà máy hoạt động với 100% công suất thì nguy cơ quá tải là hiện hữu và việc xả nước thải sau xử lý vượt nhiều lần so với quy định xả thải của Ban quản lý khu công nghiệp là việc không thể tránh khỏi sẽ gây ảnh hưởng lớn đến hoạt động sản xuất của nhà máy.

3.3. Các trở ngại và giải pháp nâng cao hiệu quả vận hành công trình sinh hóa hiếu khí SBR

Với các dữ liệu và số liệu có được, các trở ngại chính trong vận hành công trình sinh hóa hiếu khí SBR tại nhà máy Bắc Đầu bao gồm:

Lưu lượng nước thải, sự thay đổi lượng nước thải theo ngày lớn (Hình 1), hiệu suất xử lý quá trình sinh hóa hiếu khí phụ thuộc vào tải trọng khối lượng (F/M) và thời gian nước lưu (HRT), sự dao động và tăng lưu lượng thường dẫn đến hệ quả làm giảm hiệu quả xử lý và có thể xảy ra hiện tượng sốc tải do hệ vi khuẩn trong bùn hoạt tính chưa kịp thích nghi. Đây là nguyên nhân chính dẫn đến chất lượng nước sau xử lý ở nhiều thời điểm theo thống kê từ [11] có giá trị COD cao hơn giá trị đầu vào và chất lượng nước nhiều thời điểm không đáp ứng được yêu cầu xả thải của Ban quản lý Khu công nghiệp.

Thành phần các chất ô nhiễm đầu vào, trong nước thải đầu vào công trình SBR chứa lượng lớn các chất rắn, chất hữu cơ và chất dinh dưỡng với khoảng dao động rộng. Nước thải tự chảy trực tiếp từ công trình UASB sang công trình SBR sẽ kéo lượng lớn chất rắn và bùn cặn vào công trình sinh hóa SBR đã gây trở ngại cho quá trình vận hành công trình SBR. Ngoài ra, do nước thải sau ổn định kỵ khí có nồng độ amoni (N-NH₄⁺) và TN cao, tỷ lệ C/N thấp (C/N < 5) – đây là tỷ lệ không mong muốn trong việc vận hành các công trình sinh hóa hiếu khí xử lý chất hữu cơ (COD). Trong khi đó, các tính toán thiết kế hệ thống XLNT ban đầu và hướng dẫn vận hành chỉ quan tâm đến giá trị COD (theo quy định của ban quản lý KCN) mà không xem xét sự ảnh hưởng của các yếu tố khác có liên quan nên dẫn đến việc vận hành hệ thống XLNT không có được kết quả như mong đợi.

Xử lý bùn dư, với sự dao động lớn về lưu lượng, đặc điểm nước thải và quá trình sốc tải xảy ra thường xuyên nên cán bộ quản lý vận hành hệ thống sợ mất bùn và bùn được lưu giữ lâu trong công trình SBR. Việc xả bùn dư trong quá trình vận hành hầu như rất ít, nhà máy đã có đầu tư bể chứa bùn và máy ép bùn nhưng không hoạt động hoặc hiệu quả rất thấp nên đã ảnh hưởng đến hiệu quả vận hành công trình SBR trong hệ thống XLNT của nhà máy.

Bên cạnh các trở ngại trên, với thời gian sản xuất chủ yếu là ban ngày hoặc hai ca kéo dài, để duy trì tỷ lệ F/M ổn định đòi hỏi cán bộ vận hành ngoài kiến thức chuyên môn và có đủ các điều kiện, thiết bị - công cụ để thực hiện thì nhà máy cần phải có quy trình hướng dẫn vận hành khi có sự thay đổi về lưu lượng nước thải. Nhưng thực tế nhà máy tổ chức quản lý theo dạng kiêm nhiệm, thiếu trang thiết bị hỗ trợ vận hành. Quá trình vận hành chủ yếu theo kinh nghiệm và thiếu các thông tin về thông số vận hành khi có sự thay đổi về tải lượng chất bẩn do đó rất khó có thể đáp ứng được yêu cầu xả thải.

Với các trở ngại nêu trên, một số giải pháp góp phần nâng cao hiệu quả vận hành công trình sinh hóa hiếu khí SBR tại nhà máy có thể được đề xuất:

(1) Nồng độ bùn công trình SBR quá lớn đã làm giảm tải của hệ thống, do đó việc điều chỉnh lượng bùn trong quá trình vận hành là cần thiết. Lượng bùn trong bể cần duy trì ở mức $3 \div 4$ g/L [9, 14, 16] và việc xả bùn dư phải được thực hiện thường xuyên để giảm thời gian lưu bùn trong hệ thống. Với lượng bùn dư nhiều, nhà máy cần chủ động giải quyết bằng cách tăng cường công năng từ bể chứa bùn kết hợp với vận hành hệ thống máy ép để chủ động trong công tác xử lý bùn dư góp phần giúp ổn định chế độ vận hành công trình SBR

(2) Nồng độ TSS trong nước thải đầu vào công trình SBR vượt $3,8 \div 6,8$ lần so với giá trị khuyến cáo tại [14, 16] do nước thải tự chảy trực tiếp từ công trình UASB vào công trình SBR đã kéo theo lượng lớn chất rắn và bùn cặn. Để giảm lượng bùn cặn từ công trình UASB vào công trình SBR, nhà máy cần tăng cường thực hiện định kỳ hút bùn cặn tại bể UASB. Cần xem xét bổ sung công trình bể trung gian trước công trình SBR để chủ động điều chỉnh - phân phối nước thải trong quá trình vận hành công trình sinh hóa SBR và góp phần giảm nồng độ TSS trong nước thải đầu vào công trình SBR.

(3) Cần xây dựng qui trình vận hành công trình SBR đáp ứng với sự thay đổi và dao động lớn về lưu lượng, đặc điểm nước thải kết hợp nâng cao năng lực cho cán bộ quản lý và vận hành hệ thống XLNT để đáp ứng được nhu cầu sản xuất của nhà máy.

4. Kết luận và kiến nghị

Nước thải chế biến thủy sản sau xử lý sơ bộ tại nhà máy chứa lượng lớn chất hữu cơ và chất dinh dưỡng, tỷ lệ C/N trong nước thải đầu vào công trình SBR thấp ($C/N < 5$). Công trình SBR đang vận hành với tải trọng khối lượng rất thấp ($0,039 \div 0,071$ g BOD₅/g MLVSS.ngđ; $0,018 \div 0,03$ g N-NH₄⁺/g MLVSS.ngđ) chỉ đáp ứng được khoảng $38 \div 58\%$ tải lượng theo BOD₅ và $33 \div 51\%$ theo N-NH₄⁺ tại thời điểm mà nhà máy chỉ sản xuất đạt khoảng $40 \div 50\%$ công suất.

Các trở ngại chính trong vận hành công trình SBR là do sự dao động lớn về lưu lượng và thành phần chất ô nhiễm; việc lưu giữ bùn lâu trong công trình SBR do tâm lý sợ mất bùn khi vận hành; năng lực và qui trình vận hành chưa đáp ứng được yêu cầu và thiếu các công cụ hỗ trợ cũng như biện pháp kỹ thuật kiểm soát vấn đề.

Trong điều kiện hiện hữu tại nhà máy, để nâng cao hiệu quả xử lý của công trình SBR, các kiến nghị sau được đề xuất: (1) Nồng độ bùn vận hành trong công trình SBR cần duy trì ở mức $3 \div 4$ g/L và việc xả bùn dư phải được thực hiện thường xuyên nhằm giảm thời gian lưu bùn trong hệ thống; (2) Bổ sung công trình bể trung gian trước công trình SBR và kết hợp định kỳ hút bùn cặn từ công trình UASB; (3) Xây dựng qui trình vận hành công trình SBR đáp ứng với sự thay đổi và dao động lớn về lưu lượng, đặc điểm nước

thải. Các nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung đánh giá khả năng tăng tải trọng của công trình SBR và từng bước xây dựng quy vận hành công trình SBR phù hợp với thực tiễn sản xuất giúp nhà máy chủ động trong việc kiểm soát ô nhiễm cũng như làm cơ sở tham khảo cho các nhà máy có quy mô tương tự trong KCN dịch vụ thủy sản Đà Nẵng.

Lời cảm ơn: Bài báo này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng với đề tài có mã số T2021-02-21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tổng Cục Môi trường, *Tài liệu kỹ thuật - Hướng dẫn đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải và giới thiệu một số công nghệ xử lý nước thải đối với ngành Chế biến thủy sản, Dệt may, Giấy và bột giấy*, Hà Nội, 2011.
- [2] Nguyễn Xuân Hoàng, Lê Anh Thư, Nguyễn Thị Minh Thư, Lê Hoàng Việt, “Nghiên cứu xử lý nước thải thủy sản bằng công nghệ A₂O-MBR”, *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*, Tập 55 (2019)(1), 149-156, 2019. DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.123.
- [3] Lê Hoàng Việt, Nguyễn Võ Châu Ngân, Tạ Hoàng Hộ, Nguyễn Văn Phú, “Hiệu quả xử lý nước thải thủy sản bằng bể lọc sinh học hiếu khí ngập nước”, *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu* (2015): 94-101, 2015.
- [4] Trần Thùy Dung, Nghiên cứu sự ảnh hưởng của nước thải chế biến Surimi đến quá trình làm sạch sinh học và đề xuất biện pháp kiểm soát ô nhiễm, *Luận văn thạc sĩ Kỹ thuật Môi trường*, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, 2015.
- [5] Phạm Thị Ái Kiều, Nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý thành phần hữu cơ bằng công nghệ giá thể chuyển động PVA Gel trong nước thải chế biến thủy sản, *Luận văn thạc sĩ Kỹ thuật Môi trường*, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, 2017.
- [6] Trần Văn Quang và cộng sự, *Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp thành phố Đà Nẵng. Đánh giá các trở ngại và đề xuất biện pháp nâng cao hiệu quả quản lý nước thải cho khu công nghiệp dịch vụ thủy sản Thọ Quang*, Đà Nẵng 12/2017.
- [7] Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, *Fisheries technical paper – 355 Wastewatertreatment in the fishery industry*, Rome, 1996.
- [8] Phong Tan Nguyen, Luan Thanh Mai, “Study on Fish Processing Wastewater Treatment by Swim-bed and Stick-bed Processes”, *Journal of Water Sustainability*, Volume 3, Issue 2, June 2013, 79–84, 2013.
- [9] U. Parvathy, K. H. Rao, A. Jayakumari, A. A. Zynudheen, “Biological Treatment Systems for Fish Processing Wastewater - A Review”, *Nature Environment and Pollution Technology*, Vol. 16, No. 2, pp. 447-453, 2017.
- [10] Trần Văn Quang, Phan Thị Kim Thủy, Trịnh Vũ long, Hoàng Ngọc Ân, “Quản lý nước thải khu công nghiệp dịch vụ thủy sản Đà Nẵng: hiện trạng và trở ngại”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, Số: 7(116).2017, 67-72, 2017.
- [11] Liên danh UPL Environment Engineers Ltd. và KHLARI Infrastructure PVT. Ltd., Báo cáo vận hành trạm xử lý nước thải Sơn Trà, Báo cáo trình Sở Xây dựng thành phố Đà Nẵng các năm 2019, 2020 & 2021.
- [12] Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. *Seventeenth Edition*. Washington, DC. 2004.
- [13] Bộ tài nguyên và môi trường, QCVN 11-MT:2015/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải chế biến thủy sản, 2016.
- [14] Metcalf & Eddy, Inc, *Wastewater engineering treatment and reuse* (Fourth Edition), The McGraw Hill Companies, 2003.
- [15] Robert A. Corbitt, *Standard Handbook of Environmental Engineering*, Pp. 6.99-6.105. Mac.Graw-Hill, New York, 1990.
- [16] Bộ Xây dựng, TCVN 7957:2008 – Thoát nước – mạng lưới và công trình bên ngoài – Tiêu chuẩn thiết kế, 2008.