

KHẢO SÁT KHẢ NĂNG XỬ LÝ COD, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻ TRONG NƯỚC THẢI THỦY SẢN BẰNG CÔNG NGHỆ MEMBRANE BIOREACTOR (MBR)

Trương Quốc Minh⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 20/11/2019; Ngày gửi phản biện 01/12/2019; Chấp nhận đăng 30/12/2020

Liên hệ email: ngobaobk@gmail.com

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2020.01.013>

Tóm tắt

Công nghệ Membrane Bioreactor (MBR) là sự kết hợp giữa quá trình xử lý sinh học hiếu các chất ô nhiễm và quá trình lọc màng để tách sinh khối vi khuẩn trong nước thải, làm tăng khả năng xử lý nước thải và tách sinh khối hiệu quả cao, tiết kiệm diện tích cho bể lắng mang lại lợi ích về kinh tế, kỹ thuật, môi trường. Báo cáo này đánh giá hiệu quả xử lý nước thải thủy sản bằng công nghệ MBR với một số thông số ô nhiễm ban đầu như: COD = 840 mg/l, NH₄⁺ = 212 mg/l, NO₃⁻ = 28 mg/l, PO₄³⁻ = 32 mg/l. Nghiên cứu được vận hành ở ba tải trọng khác nhau: 1,2 kgCOD/m³.ngày; 1,8 kgCOD/m³.ngày; 2,4 kgCOD/m³.ngày. Kết quả nghiên cứu cho thấy tải trọng hữu cơ tối ưu cho quá trình xử lý cả các chỉ tiêu hóa lý và sinh học trong mô hình nghiên cứu là 1,8 kgCOD/m³.ngày.

Từ khóa: nước thải thủy sản, chất ô nhiễm, tải trọng, hiệu suất xử lý

Abstract

SURVEY ON THE ABILITY OF COD, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻ TREATMENT OF AQUATIC WASTE WATER BY MEMBRANE BIOREACTOR (MBR) TECHNOLOGY

Membrane Bioreactor (MBR) Technology is a combination of biological treatment of pollutants and membrane filtration process to separate bacteria biomass in wastewater, increasing the ability of wastewater treatment and biomass separation. High efficiency, saving area for sedimentation tanks with economic, technical and environmental benefits. This report evaluates the efficiency of aquatic wastewater treatment by MBR technology with some initial pollution parameters such as: COD = 840 mg/l, NH₄⁺ = 212 mg/l, NO₃⁻ = 28 mg/l, PO₄³⁻ = 32 mg/l. The study was operated at three different loads: 1.2 kgCOD/m³.day; 1.8 kg COD/m³.day; 2.4 kgCOD/m³.day. The research results show that the optimal organic load for the treatment of both physicochemical and biological parameters in the research model is 1.8 kgCOD/m³.day.

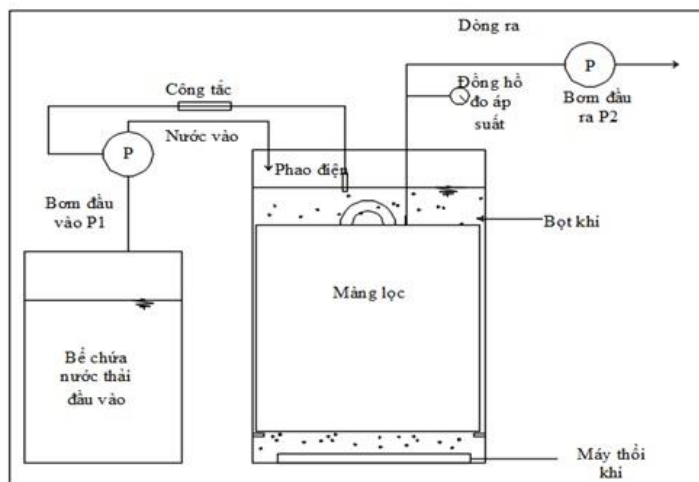
1. Giới thiệu

Việt Nam là một trong các nước xuất khẩu thủy sản hàng đầu trên thế giới, vì thế ngành thủy sản đóng một vai trò quan trọng trong nền kinh tế của đất nước. Thủy sản trong những năm gần đây phát triển với tốc độ rất nhanh. Tuy nhiên cùng với sự phát triển đó là sự gia tăng mức độ ô nhiễm môi trường do nước thải chế biến thủy sản gây ra. Nước thải này chứa rất nhiều hợp chất khó phân hủy sinh học, hàm lượng nitơ, photpho, COD, BOD... cao với mùi hôi thối khó chịu. Phần lớn nước thải chưa được xử lý và được thải thẳng các nguồn tiếp nhận, đây là nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, nước mặt và là nguyên nhân ảnh hưởng đến sức con người và môi trường (Tổng cục Môi trường, 2011). Nếu không có biện pháp xử lý phù hợp thì sẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và cuộc sống của người dân xung quanh. Trên cơ sở đó, đề tài “Khảo sát khả năng xử lý COD, NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} trong nước thải thủy sản bằng công nghệ Membrane Bioreactor (MBR)” được thực hiện để tìm ra phương pháp xử lý nước thải mới áp dụng trong xử lý nước thải thủy sản nói riêng cũng như các loại nước thải khác có đặc tính tương tự nói chung.

2. Vật liệu, phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Mô hình nghiên cứu: Mô hình MBR được sử dụng là bể kính có thể tích 36 lít với kích thước rộng x dài x cao = 120 x 500 x 600 mm thể tích sử dụng hữu ích 30 lít để phù hợp với thông lượng trong nghiên cứu, 1 module màng nhúng chìm trong bể. Hệ thống màng hoạt động tuần hoàn theo chu kỳ 8 phút lọc/2 phút nghỉ. Thời gian lưu bùn (SRT) được kiểm soát là 30 ngày ở các giai đoạn vận hành. Nồng độ oxy hòa tan (DO) được duy trì trong bể MBR ở mức 4 - 6 mg/l (J. Wiszniowski, 2010) bằng hệ máy thổi khí có lưu lượng tối đa 50 l/phút và hệ thống phân phối khí được sử dụng 2 thanh đá bọt dài 40cm.



Hình 1. Mô hình thiết kế

Đặc tính màng MBR: Màng được dùng trong nghiên cứu màng Flat Sheet Membrane LG G-Brane FN với các thông số màng được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của module màng

STT	Thông số	Giá trị
1	Model	MR-MFS20A
2	Loại màng	Dạng tấm (flat sheet)
3	Kích thước module	463 mm x 360 mm
4	Diện tích màng	0.333 m ²
5	Thông lượng thiết kế	15 - 65 L/m ² .h (4.5 – 19.5 L/module.h)
7	Vật liệu đỡ màng	Nhựa ABS (Acrylonitrin butadien styrene)
8	Kích thước lỗ lọc	0.2 μm
9	Áp suất đè nghị	< - 0.47 kgf/cm ²
10	pH	3-13
11	Hóa chất rửa màng	5000mg/l (NaOCl)
12	Vật liệu màng	PES (Polyethersulfone)

Nước thải: Nghiên cứu này được tiến hành với nước thải thủy sản để đánh giá hiệu quả xử lý ở các tải trọng khác nhau. Thành phần tính chất nước thải được thể hiện qua bảng sau:

Bảng 2. Đặc tính nước thải thủy sản nghiên cứu

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Giá trị trung bình
pH	-	6,6	8,2	6,9
COD	mg/l	352	840	596
NH ₄ ⁺	mg/l	70,5	212	141,3
NO ₃ ⁻	mg/l	1,3	28,4	14,9
PO ₄ ³⁻	mg/l	9,4	32,8	21,1
TSS	mg/l	1100	1700	1400

2.2. Phương pháp nghiên cứu:

Làm sạch màng: Khi áp suất bản màng đạt giá trị -0.4 bar thì màng sẽ rửa ngược.

Phân tích mẫu: Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích được thể hiện trong bảng 3

Bảng 3. Chỉ tiêu phân tích và phương pháp phân tích

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp	Đơn vị	Thiết bị
1	pH	4500 - H ⁺ B. lectrometric Method		pH Meter
2	COD	5220 C. Closed Reflux, Titrimetric Method	mg/L	Tủ nung 150 ⁰ C

3	Nitrat	4500-NO ₃ ⁻ -A Nitrogen (Nitrate)	mg/L	Spectrophotometer
4	DO	Điện cực oxy hoà tan- máy đo oxy	mg/L	OAKTON 110
5	MLSS	2540 Standard Method	mg/L	Bộ hút chân không Cân phân tích Giấy lọc Tủ nung
6	TSS	Sấy khô ở nhiệt độ 105 ^o C	mg/L	Giấy lọc, bộ hút chân không, tủ nung, cân điện tử

2.3. Bố trí thí nghiệm

Xử lý sơ bộ: Lọc nước thải qua lưới lọc trước khi pha, đầu vào bơm định lượng được gắn đầu lọc cặn, tránh quá nhiều cặn vào bể, điều chỉnh: pH trong khoảng 6-9, dinh dưỡng theo tỉ lệ COD: N: P là 150:5:1.

Giai đoạn 1: vận hành thích nghi

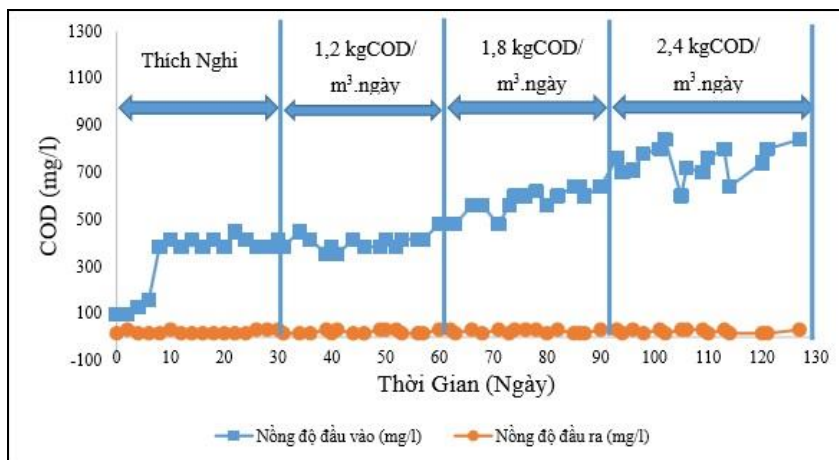
- Chuẩn bị bùn hoạt tính để cho vào bể sao cho MLSS trong bể là 4000 mg/l.
- Ở giai đoạn thích nghi sẽ chạy với nước thải thủy sản ở tải trọng 0,9 kgCOD/m³.ngày. Tiến hành đo COD mỗi ngày.
- Quá trình chạy thích nghi sẽ kết thúc khi hiệu quả xử lý COD ổn định.

Giai đoạn 2: Khảo sát COD, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻ ở các tải trọng khác nhau

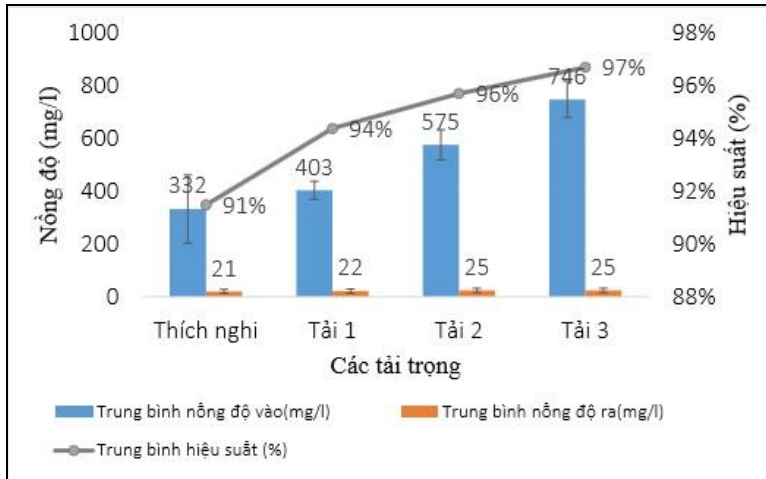
- Khảo sát khả năng xử lý: COD, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻ và hiệu suất xử lý.
- Tiến hành khảo sát nước thải với tải trọng 1,2 kgCOD/m³.ngày, 1,8 kgCOD/m³.ngày và 2,4 kgCOD/m³.ngày.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiệu quả xử lý COD



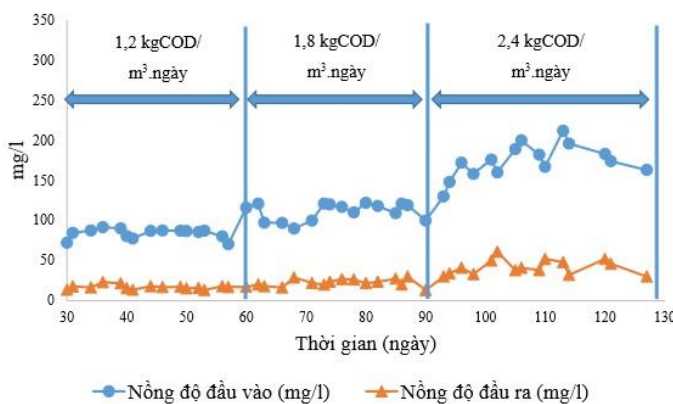
Hình 2. Biến thiên COD theo thời gian



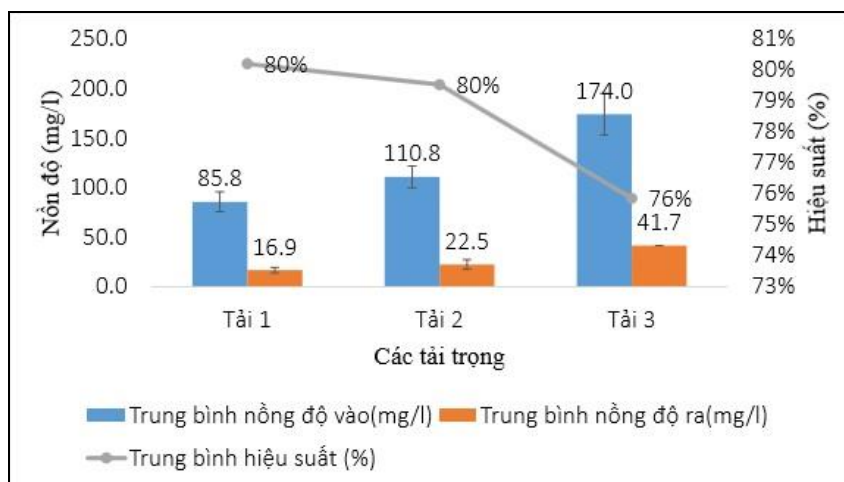
Hình 3. Nồng độ và hiệu suất xử lý COD trung bình

Nồng độ COD đầu vào trung bình của các tải dao động: tải 1 (350 – 450 mg/l), tải 2 (550 – 650 mg/l), tải 3 (680-850 mg/l) tương ứng với những tải trọng được lựa chọn để vận hành hệ thống. Nồng độ COD sau xử lý trung bình dao động từ 16 – 32 mg/l đối với tất cả các tải, như vậy đối với tải 3 thì nồng độ COD đầu vào cao nhất nhưng đầu ra vẫn thấp trung bình khoảng 24 mg/l (đạt hiệu suất cao nhất trong 3 tải nghiên cứu, hiệu suất đạt 97%). với các tải còn lại (tải 1 COD ra là 22 mg/l, hiệu suất xử lý cao đạt 94%; tải 2 COD ra là 24 mg/l, hiệu suất đạt 96%). Có thể giải thích COD giảm là do các nguyên nhân sau: một là, nước thải thủy sản chứa chủ yếu là chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học nên vi sinh vật dễ dàng tiêu thụ và thích nghi; hai là, môi trường thí nghiệm thuận lợi như pH ổn định khoảng 6,6 - 8 phù hợp cho quá trình sinh trưởng của vi sinh vật, thêm vào đó điều kiện hiếu khí luôn được đảm bảo làm cho lượng oxy hòa tan trong bể phản ứng luôn được duy trì ở mức 4-6 mg/l, nồng độ chất ô nhiễm trong nước tương đối ổn định; ba là, chất hữu cơ là nguồn thức ăn của vi sinh vật, vi sinh vật sử dụng nguồn thức ăn này để tham gia các quá trình tổng hợp tế mới.

3.2. Hiệu quả xử lý $N-NH_4^+$



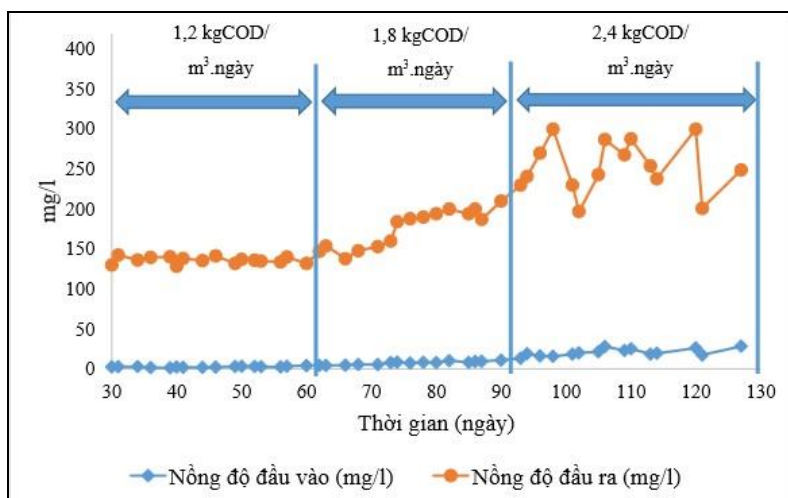
Hình 4. Biến thiên NH_4^+ theo thời gian



Hình 5. Nồng độ và hiệu suất xử lý Amonia trung bình

Nồng độ Amoni đầu vào rất cao ở hầu hết các tải: tải 1 khoảng 70 - 100 mg/l, tải 2 khoảng 90 – 120 mg/l, tải 3 khoảng 170 – 190 mg/l. Ta thấy hiệu quả xử lý tốt nhất là ở tải 1 và 2 với nồng độ Amonia đầu ra tương ứng là 16mg/l và 22 mg/l đều đạt hiệu suất xử lý 80%; nồng độ Amonia đầu ra ở tải 3 cao hơn ở mức 47 mg/l, hiệu suất xử lý chỉ đạt 70,6%. Nồng độ Amonia giảm là do Amonia bị oxy hóa thành Nitrit và Nitrat, một phần bị bay hơi và một phần amonia được tổng hợp trong các mô tế bào gây ra toàn bộ quá trình oxy hóa và phản ứng tổng hợp.

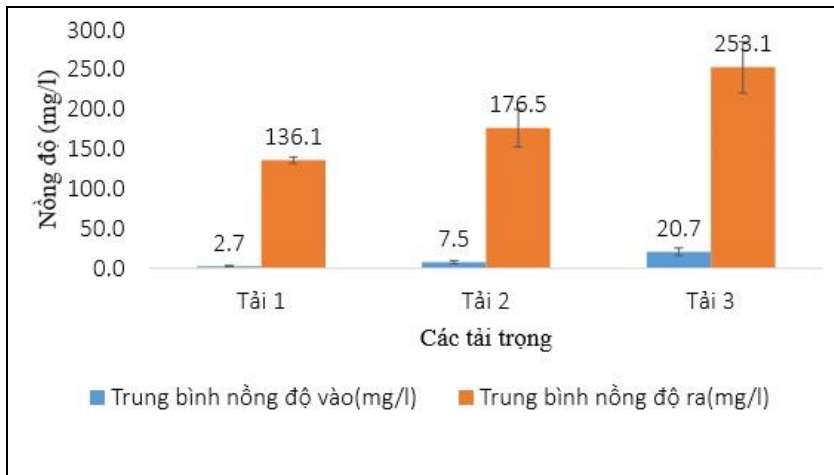
3.3. Hiệu suất chuyển hóa nitrat ($N-NO_3^-$)



Hình 6. Biến thiên NO_3^- theo thời gian

Các hệ thống xử lý nitơ thường được thiết kế theo trình tự nitrat hóa – phản ứng nitrat hóa hay ngược lại, và trong nghiên cứu này hệ thống chỉ thực hiện được quá trình nitrat hóa như vậy nitơ ở mô hình này hoạt động hiệu quả diễn ra mạnh mẽ sẽ loại bỏ được BOD và nitrat hóa ammonia. NO_2^- là sản phẩm oxy hóa trung gian của nitơ giữa NH_4^+ và NO_3^- , quá

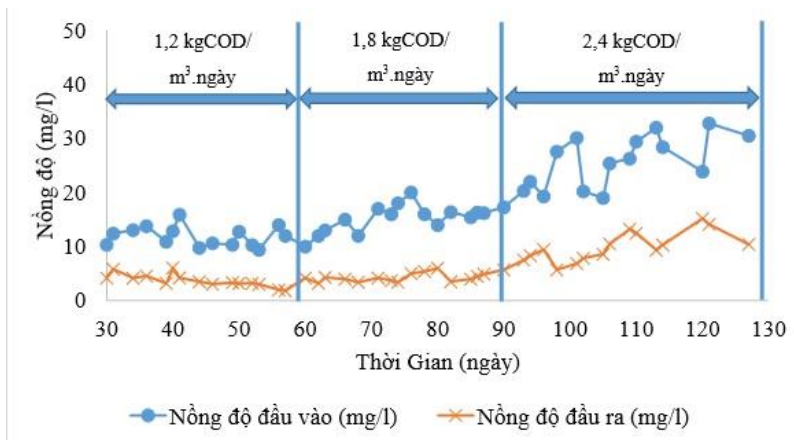
trình này diễn ra rất nhanh chóng nên nồng độ NO_2^- có nồng độ rất thấp thường nhỏ nên chúng ta không xem xét chủ yếu là xem xét NO_3^- . Nitrat sau khi được chuyển hóa vẫn tồn tại trong nước thải đi ra ngoài. Do vậy nên hàm lượng NO_3^- sau xử lý luôn ở mức cao.



Hình 7. Nồng độ NO_3^- trung bình

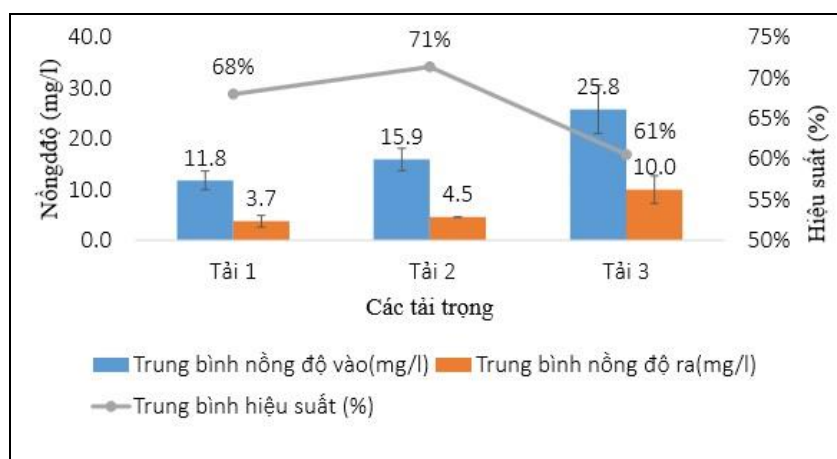
Nồng độ NO_3^- sau xử lý thay đổi theo các tải trọng vận hành: trung bình tải 1 khoảng 135 mg/l, ở tải 2 khoảng 176 mg/l ở tải 3 là 253 mg/l. Các nồng độ này đều lớn hơn rất nhiều so với ngưỡng giới hạn cho phép của QCVN 11-2015/BTNMT quy định mức A là 30 mg/l và mức B là 60 mg/l.

3.4. Hiệu quả xử lý Photpho (PO_4^{3-})



Hình 8. Biến thiên PO_4^{3-} theo thời gian

Nồng độ PO_4^{3-} đầu vào tăng dần qua các tải, dao động trong khoảng 10-14 mg/l ở tải 1, tải 2 khoảng 13 -16 mg/l, trung bình 25 ở tải 3. Theo kết quả nghiên cứu, nồng độ PO_4^{3-} của nước thải đầu ra ở các tải còn tương đối cao. Tại tải 1, nồng độ PO_4^{3-} trung bình dao động khoảng 3,72 mg/l đạt hiệu suất 68%, ở các tải còn lại trung bình dao động khoảng 4,54 mg/l ở tải 2 đạt hiệu suất xử lý cao nhất 71%; 9,9 mg/l ở tải 3 với hiệu suất thấp nhất 61 %.



Hình 9. Nồng độ và hiệu suất xử lý PO_4^{3-} trung bình

4. Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu xử lý nước thải chế biến thủy sản bằng công nghệ Membrane Bioreactor (MBR) với công nghệ sinh học hiếu khí kết hợp lọc màng làm tăng khả năng xử lý nước thải trọng và tách sinh khối hiệu quả cao, tiết kiệm diện tích cho bể lắng mang lại lợi ích về kinh tế, kỹ thuật, môi trường. Với mỗi tải trọng hữu cơ được vận hành trong thời gian 30 ngày, vi sinh vật đã kịp thời thích nghi, sinh trưởng và phát triển mạnh, tạo điều kiện thuận lợi cho khả năng xử lý ở các tải trọng sau. Tải trọng hữu cơ tối ưu cho quá trình xử lý cả các chỉ tiêu hóa lý và sinh học trong mô hình nghiên cứu là $1,8 \text{ kgCOD/m}^3 \cdot \text{ngày}$, ứng với các thông số vận hành là lưu lượng nước là 120 l/ngày , thời gian lưu nước khoảng 8h. Tuy nhiên, hiệu quả xử lý PO_4^{3-} vẫn còn khá thấp, kết quả đầu ra vẫn chưa đạt quy chuẩn quy định. Quá trình nitrat hóa diễn ra tốt, dẫn đến nồng độ NO_3^- ở đầu ra các tải trọng nghiên cứu thường rất lớn, đây là điều không mong muốn ở mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Tổng cục Môi trường (2011). 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.
- [2] Lê Nguyễn Tuyết Nguyễn (2013). Ảnh hưởng của thời gian lưu nước đến hiệu quả khử chất hữu cơ và đặc tính bản màng của hệ thống sponge membrane bioreactor xử lý nước thải ao nuôi cá tra. *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (29), pp. 45- 50.
- [3] Nguyễn Văn Phước (2007). Giáo trình Xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp bằng phương pháp sinh học. NXB Xây dựng.
- [4] APHA (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, *American Public Health Association*, Washington.
- [5] Guo W., Ngo H.H., Dharmawan F., Palmer C.G (2010). Roles of polyurethane foam in

- aerobic moving and fixed bed bioreactors”. *Bioresource Technology*, (101),pp. 1435–1439.
- [6] Guo W., Ngo H.H., Palmer C.G., Xing W., Hu A.Y.J., Listowski A. (2009). Roles of sponge sizes and membrane types in a single stage sponge-submerged membrane bioreactor for improving nutrient removal from wastewater for reuse. *Desalination*, 249, pp. 672–676.
- [7] Guo W., Ngo H.H., Nguyen T.T, Johnston A., Listowski A. (2010). Effects of sponge size and type on the performance of an up-flow sponge bioreactor in primary treated sewage effluent treatment. *Bioresource Technology*, (101), pp. 1416–1420.
- [8] Khan S.J, Shazia I., Sadaf J., Visvanathan C., Jegatheesan V. (2011). Performance of suspended and sponge MBR systems in treating high strength synthetic wastewater. *Bioresource Technology*, (102), pp. 5331–5336.
- [9] Metcalf and Eddy (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Fourth Edition*, McGraw-Hill Inc.
- [10] Parameshwaran K. (1997). Membrane as air diffuser and solid/liquid separator in a bioreactor for domestic wastewater treatment. *Asian Institute of Technology*, 10, pp. 97-32.
- [11] Stephenson T., Judd S., Jefferson B, Brindle K. (2000). *Membrane Bioreactors for Wastewater Treatment*, IWA Publishing, UnatedK.
- [12] Bui X.T, Visvanathana C., Ben R.A (2009). Characterization of aerobic granular sludge at various organic loadingrates. *Process Biochemistry*, 44(2), pp.242-245.