

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TĂNG TẢI TRỌNG XỬ LÝ CHẤT HỮU CƠ CỦA CÁC LOẠI VẬT LIỆU ĐỆM CHO BỂ AEROTEN TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHẾ BIẾN THỦY SẢN

A STUDY ON EVALUATING THE POSSIBILITY OF INCREASING THE ORGANIC MATTER LOADING TREATMENT OF BIO-CARRIER IN THE AERATION REACTOR FOR SEAFOOD WASTEWATER

Phan Thị Kim Thủy, Trần Văn Quang

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; ptkthuy@dut.udn.vn, tvquang@dut.udn.vn

Tóm tắt - Nước thải từ quá trình chế biến thủy sản, sau giai đoạn tiền xử lý có nồng độ chất hữu cơ và dinh dưỡng cao. Với chế độ thải không ổn định, thay đổi theo lượng nguyên liệu trong ngày, việc duy trì và đảm bảo chất lượng nước sau xử lý đáp ứng yêu cầu xả thải, gặp nhiều khó khăn.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về khả năng tăng tải cho bể Aeroten và các thông số quá trình vận hành khi bổ sung thêm các loại vật liệu đệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy: (1) Bể Aeroten khi bổ sung thêm vật liệu đệm có khả năng tăng tải trọng xử lý so với bể truyền thống; (2) Trong các loại vật liệu đệm xem xét thì hiệu suất tăng khi có đệm lần lượt là BK-Biocarrier 4mm, BK-Biocarrier 2mm và PVAGel; (3) Khi vận hành bể Aeroten với hiệu suất xử lý BOD₅ mong đợi là 80%, mức tăng tải gấp 1,84 lần khi bổ sung 10% PVAGel (ứng với tải 0,95gBOD₅/g bùn.ngđ.) và 1,5 lần khi bổ sung 10% BK-Biocarrier 2mm (ứng với tải 0,78gBOD₅/g bùn.ngđ.).

Từ khóa - Bùn hoạt tính; bể aeroten; đệm sinh học; chế biến thủy sản; xử lý nước thải.

Abstract - After pre-treatment, the wastewater from seafood processing plant has a high concentration of organic matters and nutrients. With the unstable regime of influent depends on the changes of daily amount of raw seafood, it is fairly difficult to maintain the quality of treated water to discharge standards.

This paper presents the results of the possibility of increasing the organic loading and the parameters for aerobic process bio-carriers addition. The results show that: (1) With bio-carriers, the aeration tank has the ability to increase the organic loading compared to traditional one; (2) Among the bio-carriers considered, the efficiency increasing with carriers is BK-Biocarrier 4mm, BK-Biocarrier 2mm and PVAGel, respectively; (3) When operating the aeration tank with BOD₅ treatment efficiency of 80%, the organic loading increases 1.84 times with 10% PVAGel carrier addition (corresponding with 0.95gBOD₅/g(sludge).day) and 1.5 times when adding 10% BK-Biocarrier 2mm (corresponding with 0.78gBOD₅/g(sludge).day).

Key words - Activated sludge; aeration tank; bio carrier; seafood processing; wastewater treatment

1. Đặt vấn đề

Hoạt động chế biến thủy sản (CBTS) ở thành phố Đà Nẵng được tập trung chủ yếu ở khu công nghiệp (KCN) Dịch vụ Thủy sản Đà Nẵng (DVTSDN), nước thải từ các nhà máy, cơ sở sản xuất trong KCN được xử lý sơ bộ hoặc triệt để với quy mô và hiệu suất khác nhau, sau đó đưa về trạm xử lý nước thải (XLNT) Sơn Trà. Với phương pháp và công nghệ xử lý áp dụng được cho là phù hợp nhưng chất lượng nước sau xử lý ở nhiều thời điểm đưa về trạm xử lý có sự dao động lớn về nồng độ đã gây ảnh hưởng đến quá trình vận hành Trạm XLNT Sơn Trà. Nguyên nhân chính là nước thải từ các nhà máy có sự thay đổi đột ngột về lưu lượng và nồng độ, sự thay đổi này đã làm quá tải (sốc tải) cho bể Aeroten và việc xả thẳng về trạm XLNT tập trung đã gây nên hiệu ứng dây chuyền, gây sốc tải trạm tập trung [1, 2].

Theo kết quả nghiên cứu trình diễn ứng dụng vật liệu PVAGel trong xử lý nước thải về chống quá tải cho bể Aeroten bằng biện pháp bổ sung vật liệu đệm tại nhà máy đồ hộp Hạ Long: Với tỷ lệ 20% đệm PVAGel, có thể đảm bảo duy trì hiệu suất xử lý chất hữu cơ đến 90%, chất lượng nước sau xử lý có COD luôn nhỏ hơn 300mg/l và chi phí đề xuất của 1m³ đệm PVAGel là 400 ngàn Yên Nhật là khá cao [3].

Các phân tích trên cho thấy, với đặc thù của ngành CBTS, lượng nước thải phát sinh thay đổi theo mùa, nên sự quá tải là không thể tránh khỏi và việc sử dụng đệm PVAGel có thể giải quyết được vấn đề nhưng gặp trở ngại

do chi phí cao, cách thức sử dụng và hiệu quả xử lý cũng chưa được làm rõ. Để giải quyết vấn đề, việc làm rõ các thông tin về khả năng tăng tải cho bể Aeroten và các thông số quá trình vận hành bể Aeroten khi bổ sung thêm các loại vật liệu đệm giúp cho người quản lý và vận hành đưa ra được các quyết định phù hợp, hiệu quả là rất cần thiết.

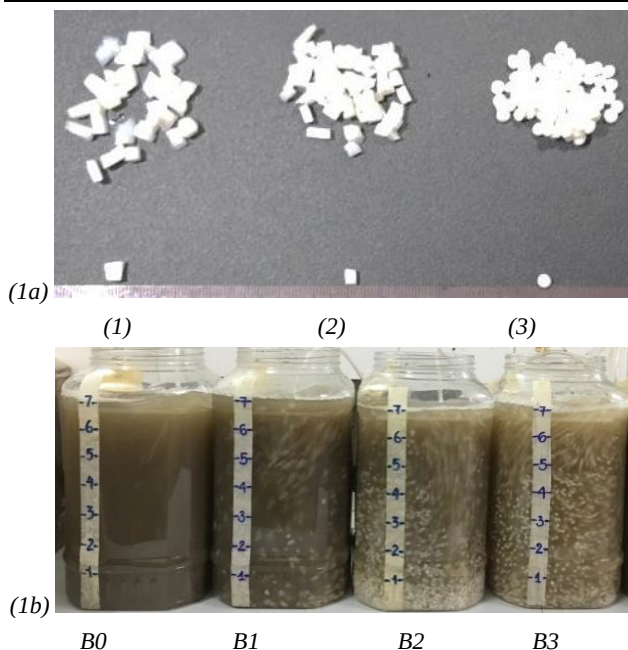
2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Vật liệu

Nước thải sử dụng trong nghiên cứu thực nghiệm là nước thải sau xử lý sơ bộ từ các nhà máy thủy sản tại KCN DVTSDN trước khi đưa về trạm XLNT tập trung Sơn Trà. Các vật liệu đệm sử dụng trong các thực nghiệm bao gồm: (1) BK-Biocarrier 4mm, (2) BK-Biocarrier 2mm và (3) PVAGel (Hình 1a).

Đệm PVAGel là hạt xốp hình cầu có đường kính 4mm, tỷ trọng 1,025g/cm³, cấu trúc dạng lưới với khe hở đơn vị 20μm và đệm BK-Biocarrier là hạt hình khối kích thước dao động từ 2-4mm, có cấu trúc lỗ liên thông kích thước lỗ xốp từ 4-20 μm, tỷ trọng 1,04 g/cm³.

Các bể phản ứng sinh học (Bioreactor) sử dụng trong các nghiên cứu thực nghiệm bao gồm: 04 bình vật liệu polyetylen có dung tích hữu ích 7 lít (Hình 1b). Hệ thống cấp khí gồm thiết bị cấp khí và đá bọt nhằm duy trì đảm bảo lượng oxy hòa tan (DO) trong các bể phản ứng luôn lớn hơn 2mg/l. Bùn hoạt tính sử dụng trong các nghiên cứu được lấy từ bể Aeroten của trạm XLNT Sơn Trà, được lưu trữ trong điều kiện phòng thí nghiệm.



Hình 1. Các vật liệu đệm và hình ảnh mô hình tại phòng thí nghiệm EPRC, (1) BK-Biocarrier 4mm, (2) BK-Biocarrier 2mm, (3) PVAGel

2.2. Phương pháp

Với mục đích đánh giá khả năng tăng tải trọng xử lý chất hữu cơ của các loại vật liệu đệm trong bể Aeroten, các nội dung sau đã được thực hiện:

Nội dung 1. Thích nghi, tạo khả năng dinh bám và xác định thời gian nước lưu: Thích nghi và tạo khả năng dinh bám, vận hành 04 bể phản ứng quy mô phòng thí nghiệm có dung tích hữu ích 7 lít với 20% bùn + 10% VLĐ đệm các loại BK-Biocarrier 4mm, BK-Biocarrier 2mm và PVAGel (theo khuyến cáo của nhà cung cấp) vào lần lượt các bể B1, B2 và B3. Bể không có vật liệu B0 được vận hành song song để làm cơ sở so sánh. Chạy thích nghi bằng nước thải thủy sản có nồng độ COD khoảng 300mg/l trong 04 bể phản ứng (thời gian vận hành 05 ngày với 10 mẻ). **Xác định thời gian nước lưu (HRT),** vận hành tương tự mô hình thích nghi; nồng độ bùn hoạt tính trong các bể là như nhau (2g/l) và nồng độ BOD₅ ban đầu khoảng 350mg/l. Quan trắc sự thay đổi các thông số chất lượng nước (pH, độ kiềm, BOD₅ và COD) theo thời gian, cho đến khi sự thay đổi là không đáng kể và quá trình được lặp lại 03 lần liên tiếp.

Nội dung 2. Vận hành xác định khả năng tăng tải trọng xử lý chất hữu cơ của các loại đệm với các tải trọng (F/M) thay đổi trong khoảng từ 0,5 đến 1,3gCOD/gbùn.ngđ. Thay đổi nồng độ đầu vào cho mỗi bể phản ứng để được các tải trọng vận hành. Tiến hành vận hành mô hình và quan trắc sự thay đổi về các điều kiện môi trường: pH, độ kiềm; sự chuyển hóa các chất hữu cơ (BOD₅, COD) theo thời gian; các thông số quan trắc chất lượng nước theo thời gian: pH, độ kiềm, BOD₅, COD ở các thời điểm: 1h, 2h, 4h, 6h, 8h, 10h và 12h vận hành.

Các thông số chất lượng nước quan trắc: Được đo nhanh bằng thiết bị và được lấy mẫu, phân tích tại phòng thí nghiệm của Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ Môi trường (EPRC), Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng

theo các phương pháp tiêu chuẩn [4].

Đánh giá khả năng tăng tải của các loại vật liệu đệm dựa trên cơ sở so sánh hiệu suất xử lý ở cùng tải trọng hoặc ở cùng một hiệu suất xử lý mong đợi, thì lượng chất hữu cơ được xử lý tăng thêm khi so sánh với không có vật liệu đệm và giữa các loại vật liệu đệm khác nhau.

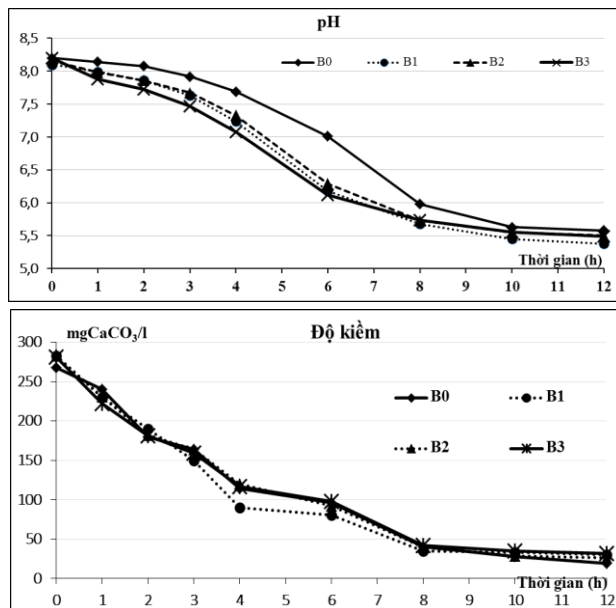
Các thông số của quá trình: thời gian nước lưu (HRT), hiệu suất xử lý (E) theo tải trọng được xác định từ các số liệu thực nghiệm dựa trên cơ sở kết quả vận hành mô hình tại phòng thí nghiệm trong khoảng thời gian từ 20/06/2019 đến 10/08/2019. Đánh giá độ tin cậy của kết quả dựa trên cơ sở so sánh với các giá trị tương ứng trong các sổ tay kỹ thuật chuyên ngành [5, 6] và các kết quả nghiên cứu có liên quan [1, 7, 8] cũng như các thông tin của nhà cung cấp vật liệu đệm.

3. Kết quả và thảo luận

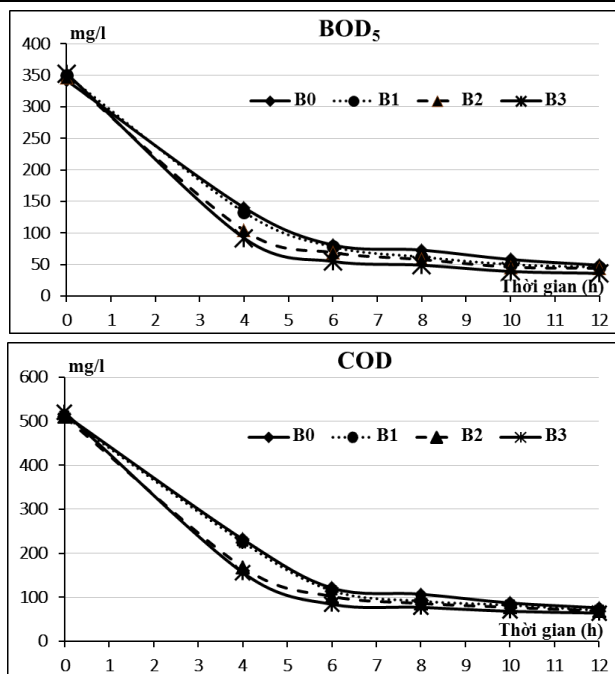
3.1. Điều kiện môi trường và thời gian nước lưu

Sau 5 ngày vận hành thích nghi và tạo khả năng dinh bám cho thấy, bùn đã hoàn toàn thích nghi tốt trong nước thải chế biến thủy sản ở điều kiện phòng thí nghiệm và lắng tốt, các vật liệu đệm không còn tình trạng nổi lên trên bề mặt của các bể phản ứng và đã được trộn đều trong toàn bộ bể phản ứng. Sau thời gian vận hành để xác định thời gian nước lưu (HRT), các số liệu quan trắc về điều kiện môi trường (pH, Độ kiềm) của quá trình chuyển hóa chất hữu cơ được trình bày ở Hình 2 và sự chuyển hóa các chất hữu cơ (BOD₅, COD) theo thời gian được trình bày ở Hình 3.

Các kết quả quan trắc cho thấy, giá trị pH đầu vào mô hình dao động trong khoảng 8,0- 8,2. Trong toàn bộ chu kỳ vận hành, giá trị pH ở tất cả các bể phản ứng có sự thay đổi, giảm dần theo thời gian. Sau 6h, giá trị pH đã được nằm trong khoảng 6-7 và sau 12h tất cả giá trị pH quan trắc được đều xấp xỉ 5,5. Với độ kiềm, ở thời điểm bắt đầu dao động trong khoảng 255 đến 283mgCaCO₃/l, sau 12h còn lại là 30-40 mgCaCO₃/l. Các kết quả quan trắc cho thấy, các điều kiện môi trường trong các bể phản ứng cho quá trình sinh hóa là đảm bảo.



Hình 2. Sự thay đổi giá trị pH và độ kiềm

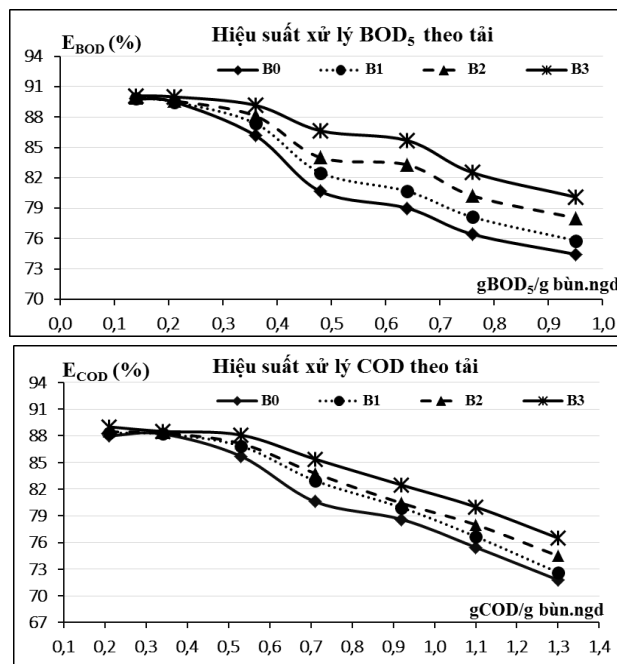


Hình 3. Sự chuyển hóa các chất hữu cơ (BOD_5 , COD)

Tương tự, với nồng độ chất hữu cơ, khoảng dao động nồng độ đầu vào trong các bể phản ứng với BOD_5 là 342-353 mg/l và COD là 510 – 520 mg/l, sau 6h đầu vận hành nồng độ các chất hữu cơ (BOD_5 và COD) ở tất cả các bể phản ứng giảm nhanh, sau 10h giá trị BOD_5 , COD thay đổi không đáng kể và ổn định sau gần 12h với giá trị còn lại lần lượt trong các bể phản ứng B0, B1, B2 và B3 là 76 mg/l, 70mg/l, 69 mg/l và 64 mg/l với COD tương ứng với hiệu suất chuyển hóa lần lượt là 85,2%, 86,3%, 86,5% và 87,7%. Tương tự với BOD_5 , sau gần 12h với giá trị còn lại lần lượt trong các bể phản ứng là 49 mg/l, 46 mg/l, 44 mg/l và 36 mg/l tương ứng với hiệu suất chuyển hóa chất hữu cơ (BOD_5) lần lượt là 85,7%, 86,9%, 87,3% và 89,8%. So sánh giá trị BOD_5 còn lại trong các bể không có đệm (B0) và các bể có bổ sung vật liệu đệm (B1, B2 và B3) cho thấy, tốc độ chuyển hóa trong các bể có đệm nhanh hơn và sau 10h nồng độ các chất hữu cơ có giảm nhưng mức giảm là không đáng kể và sau khoảng 12h, sự chuyển hóa các chất hữu cơ đã xảy ra gần như hoàn toàn. So với các nghiên cứu trước đây ở tài liệu [1, 7], kết quả có được là tương đương vì với cấu trúc xốp và có khe hở nhỏ, lượng vi sinh vật hiếu khí, vi khuẩn nitrit và nitrat hóa trong bể sẽ tồn tại nhiều hơn do có nơi cư trú thuận lợi trong cấu trúc hạt, nên tốc độ chuyển hóa sẽ nhanh hơn, pH và độ kiềm sẽ giảm theo quá trình chuyển hóa. Kết quả cũng cho thấy, việc kéo dài thời gian sau 12h là không có ý nghĩa và việc lựa chọn thời gian nước lưu là 12h làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo là hợp lý và sát với điều kiện thực tiễn. Xem xét kết hợp đồng thời các kết quả nghiên cứu trong [1, 7, 8], có thể rút ra kết luận: (i) Hiệu quả xử lý của bể phản ứng có bổ sung vật liệu đệm là cao hơn so với không có vật liệu đệm và trong các vật liệu đệm xem xét thì PVAGel có hiệu quả cao nhất; (ii) Thời gian nước lưu (HRT) ít nhất là 12h sẽ đảm bảo cho quá trình sinh hóa hiếu khí xảy ra hoàn toàn.

3.2. Khả năng nâng cao hiệu suất xử lý (tăng tải) của bể Aeroten

Từ các kết quả vận hành 4 bể phản ứng B0, B1, B2 và B3 với nồng độ chất hữu cơ (BOD_5 và COD) ban đầu thay đổi trong khoảng từ: 342–940mg/l và COD: 508-1310mg/l tương ứng với tải trọng khối lượng lần lượt là: 0,14; 0,21; 0,36; 0,48; 0,64; 0,76 và 0,95 g BOD_5 /g bùn.ngđ. và 0,21; 0,34; 0,53; 0,71; 0,92; 1,1 và 1,31 gCOD/g bùn.ngđ. Với thời gian nước lưu là 12h, ta có được mối quan hệ giữa hiệu suất xử lý chất hữu cơ theo tải trọng khối lượng được thể hiện tại Hình 4.



Hình 4. Hiệu suất xử lý chất hữu cơ (BOD_5 , COD) theo tải trọng khối lượng

Từ đường hiệu suất xử lý theo tải trọng khối lượng dễ dàng nhận thấy, hiệu suất xử lý giảm khi tải trọng tăng và với cùng một tải trọng, hiệu suất xử lý tăng khi có bổ sung vật liệu đệm. Ở tải trọng càng cao thì mức tăng hiệu suất càng lớn và theo thứ tự tăng lần lượt là BK-Biocarrier 4mm, BK-Biocarrier 2mm và cao nhất là PVAGel.

Với kết quả vận hành mô hình có được kết hợp so sánh với các kết quả nghiên cứu trong [1, 7, 8] cho thấy, ở tải trọng thấp ($<0,3$ g BOD_5 /g bùn.ngđ. và $<0,45$ gCOD/g bùn.ngđ.)

việc bổ sung thêm vật liệu đệm trong các bể phản ứng là không hiệu quả vì hiệu suất xử lý chất hữu cơ của các bể có và không bổ sung vật liệu đệm là có tăng nhưng mức tăng không đáng kể. Tuy nhiên, ở các tải trọng cao ($>0,4$ g BOD_5 /g bùn.ngđ. và $>0,55$ gCOD/g bùn.ngđ.), việc sử dụng vật liệu đệm để nâng cao hiệu suất xử lý các chất hữu cơ là hiệu quả và mức tăng hiệu suất xử lý là rất rõ khi tải trọng lớn hơn 0,5g BOD_5 /g bùn.ngđ và 0,7 gCOD/g bùn.ngđ. Cụ thể, xét về việc chuyển hóa các chất hữu cơ theo BOD_5 , với hiệu suất xử lý BOD_5 mong đợi là 80%, việc thêm 10% vật liệu đệm các loại BK-Biocarrier 4mm, BK-Biocarrier 2mm và PVAGel có thể vận hành ở tải trọng lần lượt là 0,67; 0,78 và 0,95 g BOD_5 /g bùn.ngđ.

thay vì phải vận hành ở tải trọng khoảng 0,5gBOD₅/g bùn.ngđ. Hay nói một cách khác, việc bổ sung thêm 10% đệm có thể tăng thêm tải là 0,17; 0,28 và 0,45gBOD₅/g bùn.ngđ. lần lượt cho các loại vật liệu đệm BK-Biocarrier 4mm, BK-Biocarrier 2mm và PVAGel (tương ứng với lượng chất hữu cơ được xử lý tăng thêm 1,34; 1,56 và 1,84 lần so với không bổ sung vật liệu đệm).

4. Kết luận và kiến nghị

Từ các kết quả nghiên cứu có liên quan và kết quả ban đầu về khả năng tăng tải của các loại vật liệu đệm cho bể Aeroten với nước thải có chứa nồng độ chất hữu cơ cao từ quá trình CBTs, có các kết luận và kiến nghị sau:

Bể Aeroten khi bổ sung thêm vật liệu đệm có khả năng tăng tải trọng xử lý so với bể truyền thống. Trong các loại vật liệu đệm xem xét (BK-Biocarrier 4mm, BK-Biocarrier 2mm và PVAGel) thì đệm PVAGel là tốt nhất, sau đó là đệm BK-Biocarrier 2mm và cuối cùng là BK-Biocarrier 4mm.

Mức tăng tải trọng (hiệu suất xử lý) khi bể Aeroten vận hành ở tải trung bình và cao, khi bể Aeroten vận hành với tải càng lớn, hiệu suất xử lý (mức tăng tải) càng cao khi có bổ sung vật liệu đệm. Với hiệu suất xử lý BOD₅ mong đợi là 80%, mức tăng tải gấp 1,84 lần khi bổ sung 10% đệm PVAGel (ứng với tải 0,95 gBOD₅/g bùn.ngđ và 1,5 lần khi bổ sung 10% đệm BK-Biocarrier 2mm (ứng với tải 0,78 gBOD₅/g bùn.ngđ.)

Để có thể áp dụng việc bổ sung vật liệu đệm vào bể Aeroten khi quá tải vào điều kiện thực tiễn của các nhà máy chế biến thủy sản, rất cần thiết triển khai các nghiên cứu: (i) Đánh giá hiệu quả xử lý của các loại vật liệu đệm khác,

tỷ lệ đệm tối ưu cho quá trình vận hành của từng loại vật liệu đệm; (ii) Hiệu quả kinh tế kỹ thuật với từng loại bể Aeroten.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được thực hiện với nguồn kinh phí ngân sách từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở mã số T2019-02-34 do Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng quản lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Văn Quang và cộng sự (2017), *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.
- [2] 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 năm 2011.
- [3] Trần Văn Quang và cộng sự (2018), *Báo cáo tổng kết đề tài NCKH cấp cơ sở*. Nghiên cứu áp dụng quá trình sinh hóa hiếu khí với vật liệu đệm PVAGel nâng cao hiệu quả xử lý nước thải cho các nhà máy chế biến thủy sản. Đà Nẵng 3/2018.
- [4] Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Seventeenth Edition. Washington, DC. 2004.
- [5] Metcalf & Eddy, Inc. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Fourth Edition. Pp. 615-616. Mac.Graw-Hill. Singapore.
- [6] Robert A. Corbitt, Standard Handbook of Environmental Engineering, Pp. 6.99-6.105. Mac.Graw-Hill. New York 1990.
- [7] Trần Văn Quang, Phan Thị Kim Thủy, “Nghiên cứu xác định các thông số quá trình sinh hóa hiếu khí xử lý chất hữu cơ trong nước thải chế biến thủy sản”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, số 09 (118). 2017 Quyển 1, 44-49.
- [8] Gani, K. M., Singh, J., Singh, N. K., Ali, M., Rose, V. & Kazmi, A. A. 2016, “Nitrogen and carbon removal efficiency of a polyvinyl alcohol gel based moving bed biofilm reactor system”, *Water Sci. Technol*, số 73 (7), 1511-1519.

(BBT nhận bài: 30/10/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 20/12/2019)