Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ
website: sj.ctu.edu.vn

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHẾ BIẾN THỦY SẢN BẰNG BỂ LỌC SINH HỌC NHỎ GIỌT VỚI GIÁ THỂ MỤN DỪA VÀ GIÁ THỂ MÙN CƯA

Nguyễn Võ Châu Ngân[1], Nguyễn Thị Kim Ngân[2], Huỳnh Quốc Trưởng[2] và Lê Hoàng Việt[1]

[1] *Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ*
[2] *Lớp Kỹ thuật Môi trường K37, Khoa Môi trường & Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ*

Thông tin chung:
Ngày nhận: 19/03/2015
Ngày chấp nhận: 24/04/2015

Title:
Evaluating treatment efficient of fish processing wastewater by trickling filter tank with cocopeat medium and sawdust medium

Từ khóa:
Bể lọc sinh học nhỏ giọt, giá thể, mùn cưa, mụn dừa, nước thải chế biến thủy sản

Keywords:
Cocopeat, fish processing wastewater, medium, sawdust, trickling filter tank

ABSTRACT

The study on "Evaluating treatment efficient of fish processing wastewater by trickling filter tank with cocopeat medium and sawdust medium" was done on two lab-scale trickling filter models with the application of local materials as filter to treat fish processing wastewater. Two trickling filter models were set-up at lab-scale conditions. To evaluate wastewater quality, different indicators (including: pH, DO, SS, COD, BOD_5, N_{total}, P_{total}, NH_4^+, and NO_3^-) were used. When operating the models with input flow-rate of 162 L/m^2*day^{-1} and the return rate of 150%, the effluent wastewater analysis results showed that pH and N_{total} reached the standard of QCVN 11:2008/BTNMT (column A) and P_{total} reached QCVN 40:2011/BTNMT (column B). With input flow-rate of 180 L/m^2*day^{-1} and the return rate of 150%, the effluent wastewater of model with sawdust medium had pH, N_{total}, SS reached QCVN 11:2008/ BTNMT (column A) and P_{total} reached QCVN 40:2011/BTNMT (column A). In addition, effluent wastewater of model with cocopeat medium had pH, N_{total}, NH_4^+ reached QCVN 11:2008/BTNMT (column A) and P_{total} reached QCVN 40:2011/BTNMT (column A). The results showed that applying sawdust and cocopeat as medium for trickling filter tank to treat wastewater from fish processing industry is meaningful in terms of financial benefits with high treatment efficient.

TÓM TẮT

Nghiên cứu "Đánh giá khả năng xử lý nước thải chế biến thủy sản bằng bể lọc sinh học nhỏ giọt với giá thể mụn dừa và giá thể mùn cưa" được tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chế biến thủy sản của mô hình bể lọc sinh học nhỏ giọt với giá thể làm từ các vật liệu địa phương. Thí nghiệm được tiến hành trên 02 mô hình bể lọc sinh học nhỏ giọt ở quy mô phòng thí nghiệm. Các chỉ tiêu đánh giá gồm pH, DO, SS, COD, BOD_5, $N_{tổng}$, $P_{tổng}$, NH_4^+, NO_3^-. Kết quả vận hành với tải lượng nạp 162 $L/m^2*ngày^{-1}$, tỷ lệ hoàn lưu 150% cho thấy nước thải sau xử lý của cả 2 mô hình có các chỉ tiêu pH, $N_{tổng}$ đạt loại A QCVN 11:2008/BTNMT; $P_{tổng}$ đạt loại B QCVN 40:2011/BTNMT. Với lưu lượng 180 $L/m^2*ngày^{-1}$, tỉ lệ hoàn lưu là 150%, nước thải sau xử lý của mô hình sử dụng giá thể mụn dừa có các chỉ tiêu pH, $N_{tổng}$, SS đạt loại A QCVN 11:2008/BTNMT; $P_{tổng}$ đạt loại A QCVN 40:2011/BTNMT; nước thải sau xử lý của mô hình giá thể mùn cưa có các chỉ tiêu pH, $N_{tổng}$, NH_4^+ đạt loại A QCVN 11:2008/BTNMT; nồng độ $P_{tổng}$ đạt loại A QCVN 40:2011/BTNMT. Kết quả nghiên cứu cho thấy tận dụng mùn cưa và mụn dừa làm giá thể cho bể lọc sinh học nhỏ giọt để xử lý nước thải tiết kiệm được chi phí đầu tư và mang lại hiệu quả xử lý khá cao.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) chiếm 70,19% diện tích và 70,94% tổng sản lượng thủy sản của cả nước (Tổng Cục Thủy sản, 2013) nên có điều kiện thuận lợi để phát triển ngành nuôi trồng và chế biến thủy sản. Đây là những nhóm ngành kinh tế mang lại nguồn ngoại tệ cho đất nước và sự phát triển kinh tế trong vùng. Tuy nhiên, bên cạnh những thành quả đạt được thì ngành chế biến thủy sản cũng phải đối mặt với những vấn đề môi trường bị ô nhiễm nghiêm trọng do những phụ phế phẩm phát sinh trong quá trình chế biến thủy sản tồn tại ở dạng chất thải rắn và nước thải (máu, thịt vụn, xương…) gây ra. Theo Tổng Cục Môi trường (2011) lưu lượng nước thải phát sinh đối với quá trình sản xuất cá da trơn từ 5 - 7 m^3/tấn sản phẩm. Lưu lượng nước thải lớn, các thành phần ô nhiễm vượt quá nhiều lần tiêu chuẩn cho phép thải ra nguồn tiếp nhận. Nếu không có biện pháp xử lý phù hợp chúng sẽ gây ảnh hưởng đến môi trường sống.

Vấn đề đặt ra là phải thiết kế hệ thống xử lý nước thải thủy sản đạt chuẩn cho phép về xả thải. Vì một hệ thống xử lý như thế có giá thành cao nên đối với các cơ sở nhỏ, lẻ không thể đầu tư xây dựng hệ thống này hoặc có đầu tư lại vận hành không tốt dẫn đến nguy cơ về môi trường vẫn tồn tại. Bộ Tài nguyên Môi trường (2011) đã đề xuất quy trình để xử lý nước thải thủy sản bằng công nghệ sinh học hiếu khí, hiếu khí kết hợp yếm khí. Đối với quy trình xử lý này lượng bùn thải rất nhiều gây tốn kém cho công đoạn xử lý tiếp theo. Để giảm giá thành xây dựng, chi phí vận hành và hiệu quả xử lý vẫn đảm bảo nước thải đầu ra đạt chuẩn xả thải QCVN 11:2008/BTNMT (cột A) cần có công nghệ xử lý nước thải chế biến thủy sản phù hợp, vận hành đơn giản, chi phí đầu tư thấp mà hiệu quả xử lý cao.

Bể lọc sinh học nhỏ giọt (BLSHNG) - loại bể xử lý sinh học hiếu khí theo kiểu màng sinh học cố định - đã được dùng để xử lý nước thải hơn 100 năm qua với BLSHNG đầu tiên xuất hiện ở Anh vào năm 1893 (Lê Hoàng Việt và Nguyễn Võ Châu Ngân, 2014). Đây là một thiết bị phản ứng sinh học trong đó các vi sinh vật (VSV) sinh trưởng cố định trên lớp vật liệu lọc. Nước thải được phân phối trên lớp vật liệu lọc nhờ bộ phận phân phối. Nước thải đi qua lớp vật liệu này sẽ thấm hoặc nhỏ giọt trên đó. Chất hữu cơ sẽ bị phân hủy bởi quần thể VSV dính kết trên lớp vật liệu lọc. Các chất hữu cơ có trong nước thải sẽ bị hấp phụ vào màng vi sinh dày 0,1 - 0,2 mm và bị phân hủy bởi VSV hiếu khí.

Bể lọc hiện đại là một lớp vật liệu dễ thấm nước với VSV dính kết trên đó. Trước đây những vật liệu dùng làm giá thể thường là vật liệu trơ như cát, sỏi, gốm, xỉ quặng, chất dẻo. Tuy nhiên, những vật liệu trên có trọng lượng lớn làm chiếm chỗ, dễ gây tắc nghẽn dòng chảy và đắc tiền. Đối với BLSHNG hiếu khí đã có một số nghiên cứu sử dụng giá thể xơ dừa và dây cước nhựa để xử lý nước thải sinh hoạt (Võ Minh Mẫn, 2009); Đỗ Khánh Ngân (2012) và Phạm Anh Đào (2012) nghiên cứu xử lý nước thải căn-tin bằng bể lọc sinh học nhỏ giọt với giá thể xơ dừa. Việc khảo sát khả năng xử lý nước thải chế biến thủy sản bằng BLSHNG với giá thể từ một số loại nguyên liệu địa phương là một hướng nghiên cứu mới nhằm tìm kiếm một công nghệ xử lý nước thải chế biến thủy sản, chi phí vận hành và bảo dưỡng chấp nhận được, góp phần hạn chế vấn nạn ô nhiễm môi trường từ nước thải của các nhà máy chế biến thủy sản gây ra.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương tiện nghiên cứu

Nước thải thí nghiệm được lấy tại Nhà máy Chế biến Thủy sản Mekong Panga ở Khu Công nghiệp Trà Nóc 2, quận Ô Môn, thành phố Cần Thơ. Nước thải lấy tại hố thu gom của dây chuyền chế biến cá tra ở công đoạn cắt tiết và phi lê, đây là công đoạn có chứa nhiều đạm và máu. Lưu lượng và thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải biến động theo ngày, phụ thuộc vào lượng cá cắt tiết và fillet mỗi ngày.

Thí nghiệm được tiến hành trên mô hình BLSHNG ở quy mô phòng thí nghiệm với giá thể mụn dừa và mùn cưa. Mô hình này đã được thiết kế để thực hiện các thí nghiệm với giá thể xơ dừa trước đây của Đỗ Khánh Ngân (2012) và Phạm Anh Đào (2012). Trong thí nghiệm này, nhóm nghiên cứu sử dụng hai mô hình chạy song song, một cho giá thể mụn dừa và một cho giá thể mùn cưa.

Bảng 1: Mô tả chi tiết các bộ phận của hệ thống bể lọc sinh học nhỏ giọt

STT	Tên bộ phận	Mô tả	Chức năng
1	Bơm định lượng	Công suất 45 W, có 6 mức chỉnh lưu lượng, mỗi mức tương ứng với 5 L/h. Các mức định lượng được điều chỉnh bằng tay.	Điều chỉnh lưu lượng nước thải và lưu lượng nước hoàn lưu.
2	Bộ phận phân phối nước	Làm bằng ống nhựa PVC Φ 27 mm, lỗ phân phối nước Φ 1 mm.	Phân phối nước đều lên trên bề mặt giá thể.
3	Motor quay	Công suất 25 W.	Điều khiển hệ thống phân phối nước.
4	Khay chứa giá thể	Ba khay chứa giá thể đều có kích thước 1 m × 1 m × 0,1 m (dài × rộng × cao). Ba khay này đặt cách nhau 0,2 m, khay số 1 cách bộ phận phân phối nước 0,2 m.	Chứa mụn dừa hoặc mùn cưa, tạo điều kiện cho giá thể tiếp xúc với nước thải và là nơi hoạt động của vi sinh vật.
5	Ngăn thu nước	Kích thước của ngăn thu nước 1 m × 1 m × 0,25 m (dài × rộng × cao), được đặt cách khay chứa giá thể số 3 là 0,15 m.	Chứa nước sau khi qua 3 khay chứa giá thể, đồng thời đóng vai trò như ngăn lắng để loại bỏ SS cũng như xác VSV trong nước sau xử lý.

Nguyên lý hoạt động của mô hình BLSHNG: nước thải từ thùng chứa được bơm định lượng đưa lên bộ phận phân phối nước để phân phối đều lên khắp bề mặt giá thể. Nước thải tiếp xúc với khay 1 (có VSV bám trên đó) được xử lý, sau đó nước thải qua khay 2 rồi qua khay 3. Cuối cùng toàn bộ nước được thu lại trong ngăn thu nước. Ở đây các chất rắn cùng với màng vi sinh bị bong tróc sẽ lắng xuống. Bên cạnh đó, một phần nước thải sẽ được bơm hoàn lưu trở lại với tỉ lệ hoàn lưu 50% nhằm tăng cường lượng ô-xy hòa tan cần thiết cho quá trình phân hủy sinh học các chất hữu cơ, giảm mùi hôi, giúp pha loãng nước thải, tránh tình trạng màng bị bong tróc và tăng lượng VSV tiếp xúc với nước thải, tăng hiệu quả xử lý của hệ thống.

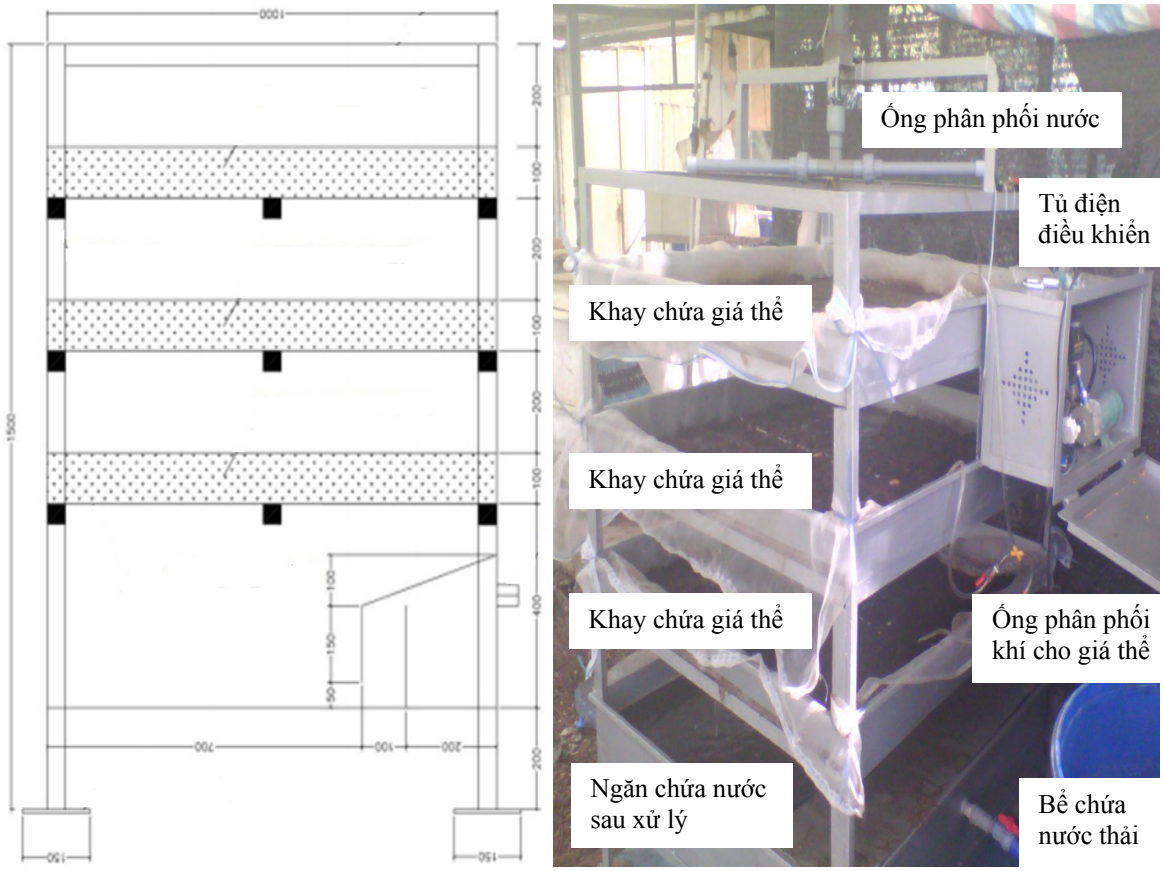
2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Giai đoạn chuẩn bị giá thể

Mụn dừa được mua tại cơ sở chế biến xơ dừa ở Bến Tre. Mùn cưa được mua tại trại cưa Bình Thủy. Mụn dừa và mùn cưa sau khi mua về được làm sạch qua hai công đoạn:

– Loại bỏ lignin: theo Annele Hatakka (2001) trong quá trình phân hủy của lignin, các enzyme lignin perosidase, mangan perosidase, laccase và quinon roductase sẽ xúc tác cho phản ứng mở vòng thơm, sản phẩm phụ của quá trình phân hủy này là H_2O_2 - chất gây độc đối với VSV. Theo Nguyễn Ngọc Phương (2006) xử lý lignin trong mụn dừa bằng NaOH công nghiệp 5% với thời gian 2 ngày lượng lignin từ 50,83% giảm xuống còn 34,27%. Từ kết quả nghiên cứu đó tiến hành ngâm mụn dừa và mùn cưa trong NaOH 5% với thời gian 2 ngày nhằm loại bỏ lignin.

Rửa NaOH: giá thể sau khi ngâm trong NaOH được ngâm và xả lại với nước sạch mỗi ngày nhằm giảm bớt nồng độ NaOH trong giá thể. Trong thời gian xả tiến hành đo pH mỗi ngày, khi pH dao động từ 6,5 - 8,5 là thích hợp cho hoạt động của VSV (Đỗ Hồng Lan Chi và Lâm Minh Triết, 2005) sẽ bố trí giá thể để vận hành thí nghiệm.



Hình 1: Mô hình bể lọc sinh học nhỏ giọt

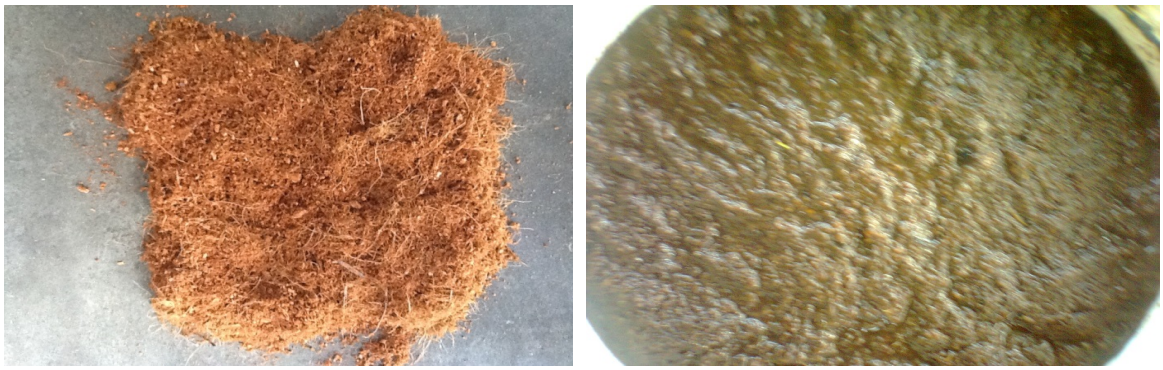
2.2.2 Giai đoạn tạo thích nghi cho VSV

Bùn hoạt tính và nước thải của Nhà máy Chế biến Thủy sản Panga Mekong được lấy về nuôi trong thùng 180 L, cung cấp khí liên tục bằng máy thổi khí. Sau 8 - 10 giờ ngưng sục khí, cho lắng 30 phút rồi hớt bỏ lớp nước trong và thay vào 90 L nước thải. Tiếp tục quá trình sục khí - lắng - thay nước đến khi bùn phát triển tốt (có màu vàng, bùn lắng tốt). Khi đó cho giá thể đã được làm sạch vào ngâm, sục khí và thay nước giống như giai đoạn nuôi bùn để tạo điều kiện cho VSV phát triển và tạo màng sinh học lên trên giá thể.

2.2.3 Tiến hành thí nghiệm

Theo Đỗ Khánh Ngân (2012) giá thể xơ dừa vận hành với lưu lượng nạp ở giai đoạn tạo màng là 150 L/m^2*ngày^{-1} và tỉ lệ hoàn lưu 50%, nồng độ DO sau xử lý là 2,89 mg/L còn khá cao cho thấy độ rỗng giá thể cao và khả năng thông khí tốt. Dựa trên cơ sở đó thí nghiệm bố trí với lưu lượng nạp trong giai đoạn tạo màng là 162 L/m^2*ngày^{-1} và tỉ lệ hoàn lưu 50%. Trước khi thí nghiệm, nước thải lấy từ nhà máy được phân tích các chỉ tiêu để kiểm tra xem có phù hợp cho quá trình xử lý sinh học hay không.

Hình 2: Giá thể mùn cưa trước và sau khi tạo thích nghi



Hình 3: Giá thể mụn dừa trước và sau khi tạo thích nghi

a. Thí nghiệm 1

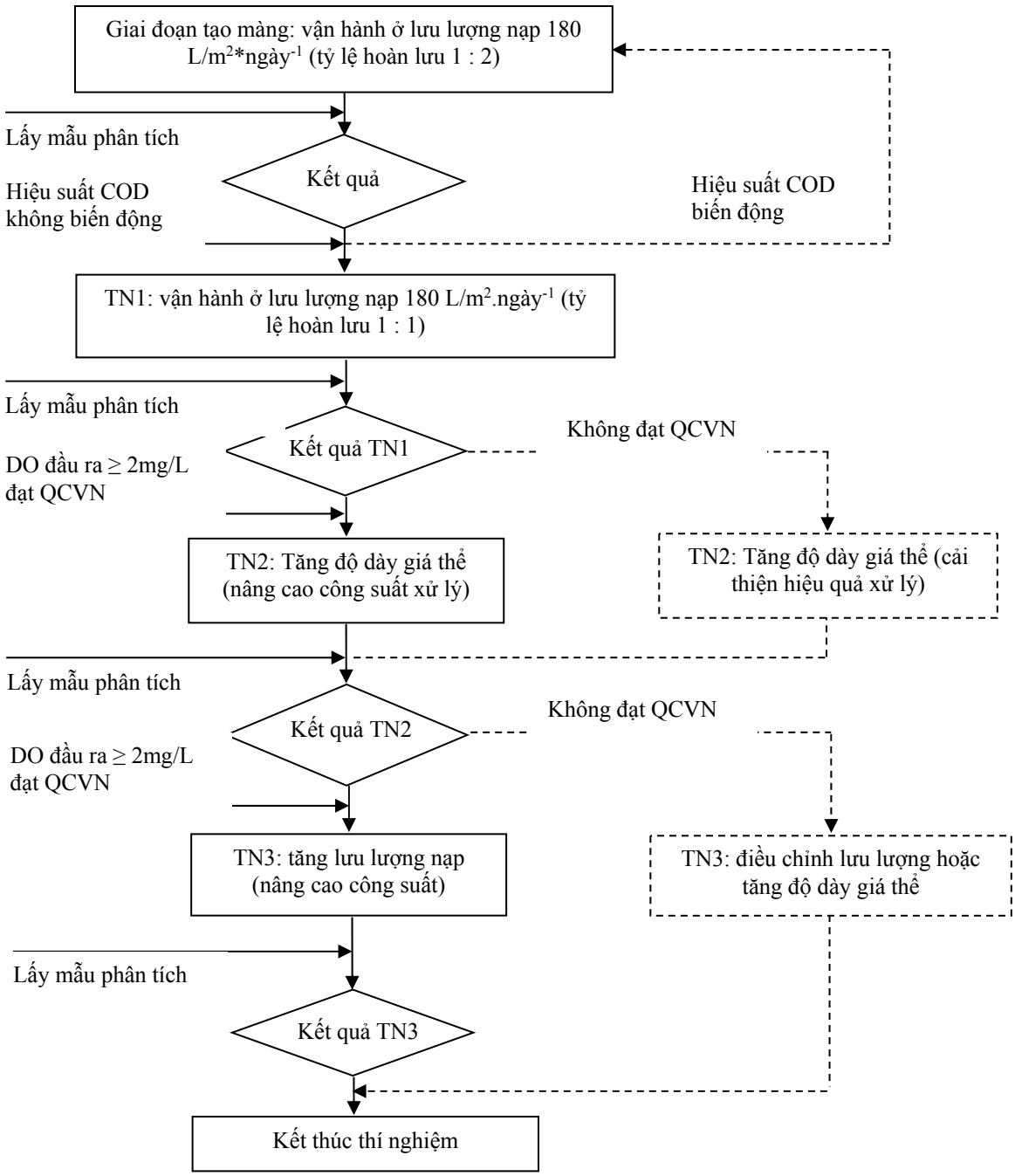
Vận hành cả hai mô hình với lưu lượng nạp 162 L/m^2*ngày^{-1}, tỉ lệ hoàn lưu 50% và độ dày giá thể bố trí trên mô hình 3 cm. Theo dõi quá trình tạo màng trên giá thể khi vận hành với lưu lượng nạp và tỉ lệ hoàn lưu này cho thấy giá thể bị khô nên tăng tỉ lệ hoàn lưu 100%. Trong quá trình vận hành với tỉ lệ hoàn lưu 100% do DO < 2 mg/L không phù hợp cho VSV hoạt động nên tiến hành thí nghiệm tăng tỉ lệ hoàn lưu lên 150%. Sự ổn định của chỉ tiêu COD trong nước thải sau xử lý đầu ra là dấu hiệu nhận biết quá trình tạo màng đã ổn định. Theo dõi COD trước và sau xử lý liên tục trong nhiều ngày. Khi COD đầu ra ổn định tiến hành lấy mẫu đo đạc và phân tích các thông số pH, SS, BOD_5, NH_4^+, NO_3^-, $N_{tổng}$, $P_{tổng}$. Nếu COD đầu ra chưa ổn định thì tiếp tục vận hành.

b. Thí nghiệm 2

Lưu lượng nạp cho mô hình ở thí nghiệm 2 dựa trên kết quả của thí nghiệm 1. Có 2 trường hợp xảy ra:

– Trường hợp 1: khi các chỉ tiêu ô nhiễm của nước thải trong thí nghiệm 1 đạt loại A theo QCVN 11:2008/BTNMT và QCVN 40:2008/BTNMT và nồng độ DO sau xử lý ≥ 2 mg/L, tiếp tục vận hành với lưu lượng lớn hơn kết hợp tăng độ dày giá thể để nâng cao công suất xử lý của mô hình. DO còn cao chứng tỏ giá thể có độ rỗng cao và khả năng thông khí tốt.

– Trường hợp 2: khi các chỉ tiêu ô nhiễm của nước thải trong thí nghiệm 1 không đạt loại A theo QCVN 11:2008/BTNMT, QCVN 40:2008/BTNMT và DO ≥ 2 mg/L tiến hành bổ sung thêm độ dày giá thể hay điều chỉnh lưu lượng nạp hợp lý cho mô hình. Ở thí nghiệm này khi vận hành hệ thống cũng tiến hành theo dõi quá trình tạo màng đến khi COD đầu ra của hệ thống hoạt động ổn định và tiến hành phân tích các chỉ tiêu cần theo dõi. So sánh các chỉ tiêu với cột A của QCVN 11:2008/BTNMT và QCVN 40:2008/BTNMT.



Hình 4: Tóm tắt quá trình bố trí thí nghiệm

Các chỉ tiêu theo dõi chất lượng nước như pH, SS, BOD_5, COD, NH_4^+, NO_3^-, $N_{tổng}$, $P_{tổng}$ được đo đạc và phân tích theo "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" quy định bởi APHA, AWWA & WEF (2005).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý của nước thải trước khi làm thí nghiệm

Để xác định các chỉ tiêu hóa lý định hướng cho các thí nghiệm, tiến hành lấy mẫu nước thải tại Nhà máy Chế biến Thủy sản Panga Mekong vào lúc 9h30 ngày 12/8/2014 và ngày 14/8/2014 để phân tích các chỉ tiêu. Nước thải lúc thu mẫu có màu đỏ và nhiều dầu mỡ, thịt vụn, xương…

Bảng 2: Đặc tính hóa lý của nước thải thí nghiệm

Thông số	Đơn vị	12/8/2014	14/8/2014	Trung bình
pH	-	7,6	7,3	7,45 ± 0,21
DO	mgO_2/L	1,3	1,5	1,4 ± 0,14
SS	mg/L	185	160	172,5 ± 17,68
COD	mg/L	800	640	720 ± 113,14
BOD_5	mg/L	480	440	460 ± 28,28
$N_{tổng}$	mg/L	79	70	74,5 ± 6,36
$P_{tổng}$	mg/L	39	37	38 ± 1,41
NH_4^+	mg/L	30	20	25 ± 7,07
NO_3^-	mg/L	2,6	3	2,8 ± 0,28

Nhận xét:

– Giá trị pH = 7,45 của nước thải nằm trong khoảng 6,5 đến 8,5 thích hợp cho hoạt động của VSV (Đỗ Hồng Lan Chi và Lâm Minh Triết, 2005), do vậy không cần điều chỉnh pH của nước thải khi làm thí nghiệm.

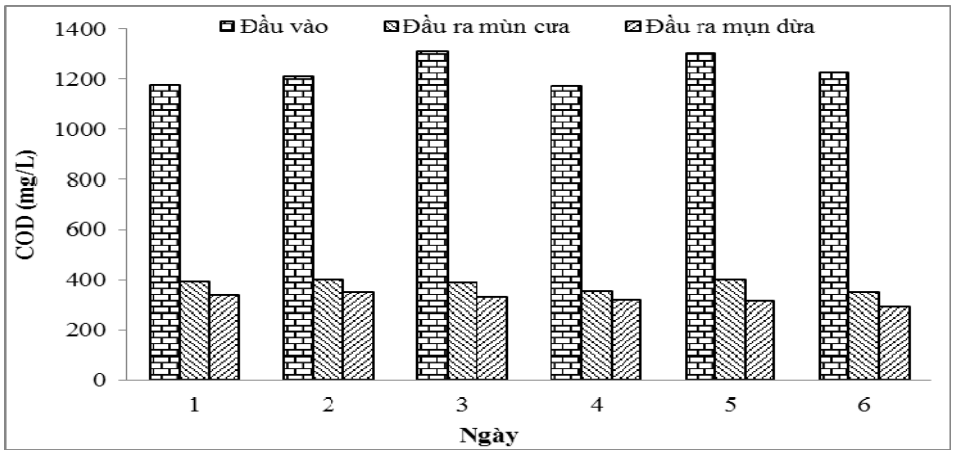
– Tỷ lệ BOD_5 : COD là 460 : 720 = 0,64 > 0,5 thích hợp cho xử lý sinh học (Lê Hoàng Việt và Nguyễn Võ Châu Ngân, 2014).

– Tỷ lệ BOD_5 : N : P = 460 : 74,5 : 38, so với tỉ lệ 100 : 5 : 1 có hàm lượng N và P cao đảm bảo đủ dưỡng chất đủ cho VSV hoạt động, không cần phải bổ sung dưỡng chất (Lương Đức Phẩm, 2009).

3.2 Kết quả theo dõi biến động COD giai đoạn tạo màng

Nước thải của Nhà máy Chế biến Thủy sản Panga Mekong có lưu lượng và nồng độ các chất ô nhiễm biến động chủ yếu phụ thuộc vào lượng cá chế biến mỗi ngày. Điều này ảnh hưởng đến hoạt động phân hủy các chất hữu cơ của VSV. Để xác định sự biến động này tiến hành xác định chỉ tiêu COD sau xử lý của hệ thống, nếu chỉ tiêu COD ổn định chứng tỏ quá trình xử lý các chất hữu cơ không bị biến động và VSV không bị ảnh hưởng trong quá trình xử lý.

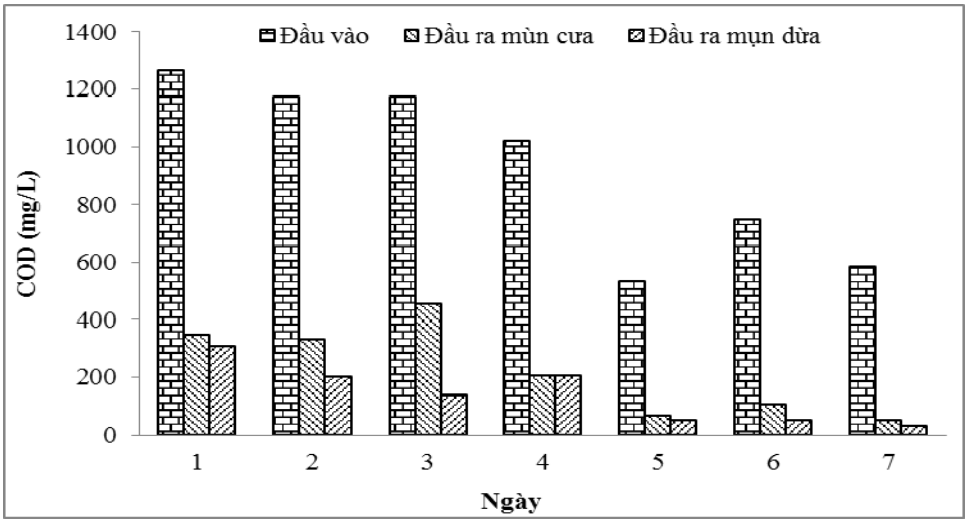
Kết quả theo dõi COD trong 6 ngày liên tục (từ 15/9/2014 đến 20/9/2014) thể hiện trong Hình 5. Nồng độ COD sau xử lý ở 6 ngày liên tục ổn định, dù giá trị COD trước xử lý biến động chứng tỏ quá trình hoạt động của VSV cũng như quá trình tạo màng vi sinh trên giá thể mụn dừa và mùn cưa là ổn định. Tuy nhiên, lượng DO còn thấp ($DO_{mùn\ cưa}$ = 1,6 mg/L, $DO_{mụn\ dừa}$ = 1,4 mg/L) và màng vi sinh có dấu hiệu bị khô, để hạn chế ruồi và mùi hôi nên tiến hành thí nghiệm tăng tỷ lệ hoàn lưu lên 150%.



Hình 5: Sự biến động COD trong quá trình tạo màng của giá thể

3.3 Kết quả thí nghiệm 1

Mô hình vận hành với lưu lượng 162 $L/m^2*ngày^{-1}$ và tỉ lệ hoàn lưu 150%. Khi đó tổng tải lượng nạp nước $Q_t = Q_v + Q_{hl}$ = 0,150 + 0,243 = 0,393 $m^3/m^2*ngày^{-1}$. Kết quả theo dõi biến động COD trình bày trong Hình 6 cho thấy hiệu quả xử lý của mô hình tăng lên đáng kể, hoạt động của VSV ngày càng ổn định. Từ đó tiến hành lấy mẫu chính thức trong 3 ngày liên tục để xác định hiệu suất xử lý của mô hình.



Hình 6: Sự biến động COD ở thí nghiệm 1 của các giá thể

Tiến hành thu mẫu vào lúc 7 giờ ngày 27/9/2014 đến ngày 29/9/2014. Đặc điểm của nước thải trước xử lý nhiều cặn lơ lửng, có màu đỏ của máu cá, có nhiều mỡ cá, thịt vụn và có mùi tanh. Nước thải sau xử lý tương đối trong, có màu vàng rất nhạt, hàm lượng cặn lơ lửng rất thấp, không còn mùi tanh.

Tổng chiều dày của 3 lớp giá thể của hai mô hình BLSHNG lúc thu mẫu là 9 cm, mỗi lớp có bề dày là 3 cm. Sau thí nghiệm độ dày của lớp giá thể giảm đáng kể. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa: khay 1 có độ dày giá thể là 2 cm, khay 2 có độ dày giá thể là 2,2 cm, khay 3 có độ dày giá thể là 2,5 cm. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa: khay 1 có độ dày giá thể là 1,3 cm, khay 2 có độ dày giá thể là 1,7 cm, khay 3 có độ dày giá thể là 2 cm. Kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3: Các chỉ tiêu ô nhiễm của nước thải sau lọc trong 3 ngày thu mẫu liên tục

Thông số	Trước xử lý	Sau xử lý mùn cưa	Hiệu suất (%)	Sau xử lý mụn dừa	Hiệu suất (%)	QCVN 11:2008 (cột A)
pH	7,61 ± 0,34	7,84 ± 0,19	-	7,80 ± 0,14	-	6,0 - 9,0
DO (mgO_2/L)	1,40 ± 0,05	2,62 ± 0,10	-	3,13 ± 0,05	-	≥ 2*
BOD_5 (mg/L)	335 ± 21,79	38,17 ± 12,00	88,61	34,50 ± 15,40	89,7	30
SS (mg/L)	343,33 ± 49,33	91,82 ± 2,56	73,26	86,81 ± 3,27	74,72	50
$N_{tổng}$(mg/L)	81,41 ± 6,12	22,34 ± 1,85	72,56	20,86 ± 1,22	74,38	60
NO_3^-(mg/L)	2,26 ± 0,15	0,22 ± 0,02	90,27	0,16 ± 0,02	92,92	N/A
NH_4^+ (mg/L)	33,67 ± 4,50	15,05 ± 1,84	55,30	13,82 ± 1,87	58,95	20
$P_{tổng}$ (mg/L)	26,54 ± 3,48	4,97 ± 0,36	81,27	4,62 ± 0,41	82,59	4**

Ghi chú **: so sánh với QCVN 39:2011/BTNMT quy định về chất lượng nước cho tưới tiêu*

***: so sánh với QCVN 40:2011/BTNMT quy định về nước thải công nghiệp*

Nhận xét chung:

– pH: thông số pH của nước thải sau xử lý cao hơn trước xử lý - tăng từ 7,61 đến 7,84 đối với mô hình BLSHNG có giá thể là mùn cưa, tăng từ 7,61 đến 7,8 đối với mô hình BLSHNG có giá thể là mụn dừa nhưng vẫn nằm trong khoảng cho phép. pH sau xử lý tăng là do màng sinh học ở lớp ngoài cùng tiếp xúc tốt với ô-xy trong không khí nên xảy ra quá trình phân hủy hiếu khí, theo chiều sâu của lớp màng nồng độ ô-xy giảm dần làm hình thành các vùng phân hủy thiếu khí, kỵ khí. Trong quá trình phân hủy kỵ khí các a-xít hữu cơ chuyển hóa thành các chất khí (Trịnh Xuân Lai, 2013) làm pH nước thải sau xử lý tăng lên. Ngoài ra, ở đây có quá trình khử ni-trát diễn ra hình thành alkalinity cũng làm pH tăng.

– DO: nồng độ DO trong nước thải sau xử lý cao hơn so với trước xử lý - tăng từ 1,4 mg/L lên 2,62 mg/L đối với mô hình giá thể mùn cưa, tăng từ 1,4 mg/L lên 3,13 mg/L đối với mô hình giá thể

mụn dừa. Nồng độ DO sau xử lý tăng là do mô hình hoạt động theo phương thức thông khí tự nhiên kết hợp thông khí cưỡng bức. Trong quá trình thông khí tự nhiên do mô hình được để hở ngoài trời nên có lượng ô-xy trong không khí khuếch tán vào trong giá thể và trong nước thải sau khi đã được phân phối vào trong mô hình bể lọc sinh học nhỏ giọt. Quá trình thông khí cưỡng bức được tiến hành bằng máy thổi khí, không khí được thổi vào giàn ống phân phối khí có dạng xương cá được lắp vào dưới lớp giá thể nên lượng ô-xy khuếch tán vào trong nước thải và giá thể làm cho DO sau xử lý tăng.

– BOD_5: nồng độ BOD_5 sau xử lý giảm đáng kể, giảm từ 335 mg/L xuống 38,17 mg/L đối với mô hình BLSHNG có giá thể mùn cưa và từ 335 mg/L xuống 34,5 mg/L đối với mô hình BLSHNG có giá thể mụn dừa, tuy nhiên vẫn chưa đạt mức xả thải. Sự giảm BOD_5 này có thể được giải thích là khi nước chảy qua lớp vật liệu lọc các VSV đã phân giải các chất hữu cơ trong nước thải để phục vụ cho quá trình sinh trưởng và phát triển của chúng (Lương Đức Phẩm, 2009) dẫn đến làm giảm nồng độ BOD_5.

– SS: hàm lượng SS sau xử lý có giảm nhưng còn khá cao. Đối với mô hình BLSHNG giá thể mùn cưa giảm từ 343,33 mg/L xuống 91,82 mg/L, mô hình BLSHNG có giá thể mụn dừa giảm từ 343,33 mg/L xuống 86,81 mg/L còn cao so với quy định xả thải. Nguyên nhân là do một phần giá thể mịn và màng sinh học bị bong tróc rơi xuống ngăn thu nước làm hàm lượng SS sau xử lý còn cao.

– TKN: nồng độ ni-tơ tổng sau xử lý đạt yêu cầu xả thải. Đối với mô hình BLSHNG có giá thể là mùn cưa giảm từ 83,07 mg/L xuống 22,34 mg/L, mô hình BLSHNG có giá thể là mụn dừa giảm từ 83,07 mg/L xuống 20,86 mg/L. Nguyên nhân do nước thải tiếp xúc với giá thể và trải qua quá trình lọc sinh học bởi màng vi sinh, ở đây VSV sử dụng ni-tơ làm nguồn dưỡng chất để sinh trưởng và phát triển làm giảm lượng ni-tơ trong nước thải. Ngoài ra còn có quá trình lọc cơ học bởi giá thể, quá trình này giữ lại được một lượng lớn cặn lơ lửng (thịt vụn, da vụn nhỏ…) cũng góp phần làm giảm lượng ni-tơ tổng do nó giữ lại lượng lớn ni-tơ hữu cơ. Do sự hiện diện của hai quá trình này làm giảm lượng ni-tơ tổng giảm đáng kể.

– NO_3^-: nồng độ ion NO_3^- giảm đáng kể. Đối với mô hình BLSHNG có giá thể mùn cưa giảm từ 2,26 mg/L xuống 0,22 mg/L. Đối với mô hình BLSHNG có giá thể mụn dừa giảm từ 2,26 mg/L xuống 0,16 mg/L. Kết quả này là do trong bể quá trình ni-trát quá diễn ra ít nên lượng ni-trát đầu ra thấp.

– NH_4^+: nồng độ NH_4^+ sau xử lý giảm nhưng chưa đạt quy chuẩn xả thải. Đối với mô hình BLSHNG giá thể mùn cưa giảm từ 33,67 mg/L xuống 15,05 mg/L, mô hình BLSHNG giá thể mụn dừa giảm từ 33,67 mg/L xuống 13,82 mg/L. Nguyên nhân này là do độ dày giá thể còn thấp nên thời gian nước thải tiếp xúc với giá thể thấp do đó VSV trong giá thể không có tiếp xúc lâu với nước thải để tiêu thụ lượng NH_4^+ dẫn đến làm cho nước thải sau xử lý nồng độ NH_4^+ còn cao.

– Tổng phốt-pho: nồng độ phốt-pho tổng sau xử lý có giảm nhưng chưa đạt quy chuẩn xả thải. Đối với mô hình BLSHNG có giá thể là mùn cưa giảm từ 26,54 mg/L xuống 4,97 mg/L, mô hình BLSHNG có giá thể là mụn dừa giảm từ 26,54 mg/L xuống 4,62 mg/L. Nguyên nhân là do trong quá trình loại bỏ phốt-pho VSV tích lũy phốt-pho trong đại phân tử, một số vi khuẩn còn có khả năng dự trữ phốt-pho ở dạng polyphosphate trong tế bào (Trịnh Xuân Lai, 2013). Phần cặn lắng gồm sinh khối VSV giàu phốt-pho được xả đi (Lâm Minh Triết và Lê Hoàng Việt, 2009) làm nồng độ phốt-pho tổng trong nước thải giảm xuống.

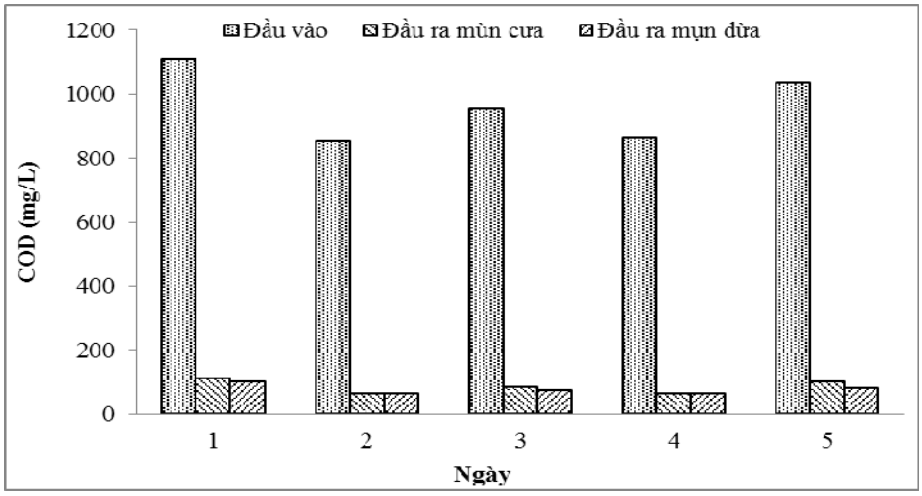
3.4 Kết quả thí nghiệm 2

Từ kết quả thí nghiệm 1 tiến hành tăng độ dày giá thể và tăng lưu lượng ở thí nghiệm 2 nhằm cải thiện hiệu quả xử lý và nâng cao công suất cho hệ thống đạt hiệu quả kinh tế. Theo dõi biến động COD ở thí nghiệm 2 (Hình 7) cho thấy hoạt động của VSV đã được ổn định. Thông số vận hành ở thí nghiệm 2 như sau:

– Lưu lượng nước thải vào: Q_v = 180 L/m^2 *ngày = 0,18 m^3/m^2*ngày

– Lưu lượng nước hoàn lưu: Q_{hl} = 270 L/ m^2*ngày = 0,27 m^3/m^2*ngày

– Tổng tải nạp nước: $Q_t = Q_v + Q_{hl}$ = 0,18 + 0,27 = 0,45 m^3/m^2*ngày



Hình 7: Sự biến động COD ở thí nghiệm 2 của các loại giá thể

Từ đó tiến hành lấy mẫu chính thức trong 3 ngày liên tục để xác định hiệu suất xử lý của mô hình. Mẫu được thu vào 7 giờ các ngày 19/10/2014 đến 21/10/2014. Tổng chiều dày của 3 lớp giá thể của mô hình BLSHNG với giá thể là mùn cưa lúc thu mẫu là 18 cm, trong đó giá thể mùn cưa ở khay thứ nhất có độ dày trung bình 7 cm, giá thể mùn cưa ở khay thứ hai có độ dày trung bình 6 cm, giá thể mùn cưa ở khay thứ 3 có độ dày trung bình 5 cm. Tổng chiều dày của 3 lớp giá thể của mô hình BLSHNG với giá thể mụn dừa lúc đầu là 13 cm, trong đó giá thể mụn dừa ở khay thứ nhất có độ dày trung bình 5 cm, giá thể mụn dừa ở khay thứ hai có độ dày trung bình 4,5 cm, giá thể mụn dừa ở khay thứ ba có độ dày trung bình 3,5 cm. Sau thí nghiệm độ dày của giá thể giảm. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa: khay 1 có độ dày giá thể là 4,5 cm, khay 2 có độ dày giá thể là 4 cm, khay 3 có độ dày giá thể là 3,5 cm. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa: khay 1 có độ dày giá thể là 6 cm, khay 2 có độ dày giá thể là 5 cm, khay 3 có độ dày giá thể là 4,5 cm. Kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4: Các chỉ tiêu ô nhiễm của nước thải sau lọc trong 3 ngày thu mẫu liên tục

Thông số	Trước xử lý	Sau xử lý mùn cưa	Hiệu suất (%)	Sau xử lý mụn dừa	Hiệu suất (%)	QCVN 11:2008 (cột A)
pH	6,97 ± 0,06	7,06 ± 0,27	-	7,17 ± 0,25	-	6,0 - 9,0
DO (mgO_2/L)	1,33 ± 0,08	2,19 ± 0,13	-	2,33 ± 0,09	-	≥ 2*
BOD_5 (mg/L)	528 ± 65,37	43 ± 9,64	91,86	36,67 ± 7,63	93,05	30
SS (mg/L)	314 ± 65,12	55,33 ± 6,50	82,37	49,33 ± 3,06	84,30	50
$N_{tổng}$(mg/L)	81,7 ± 2,91	11,36 ± 1,90	86,59	12,46 ± 1,78	84,75	60
NO_3^-(mg/L)	2,07 ± 0,31	0,33 ± 0,01	84,05	0,2 ± 0,02	90,34	N/A
NH_4^+ (mg/L)	37,5 ± 5,78	8,91 ± 1,31	76,24	10,79 ± 1,79	71,23	20
$P_{tổng}$ (mg/L)	20,27 ± 0,95	2,81 ± 0,13	86,14	3,73 ± 0,47	81,60	4**

Ghi chú **: so sánh với QCVN 39:2011/BTNMT quy định về chất lượng nước cho tưới tiêu*

***: so sánh với QCVN 40:2011/BTNMT quy định về nước thải công nghiệp*

Nhận xét chung:

– DO: nồng độ DO trong nước thải sau xử lý cao hơn trước xử lý. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa nồng độ DO tăng từ 1,33 mg/L lên 2,19 mg/L, mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa tăng lên 2,33 mg/L. Nồng độ DO sau xử lý tăng là do mô hình hoạt động theo phương thức thông khí tự nhiên kết hợp với thông khí cưỡng bức như đã giải thích ở trên.

– pH: giá trị pH của nước thải sau xử lý cao hơn trước xử lý - pH tăng từ 6,97 lên 7,06 đối với mô hình BLSHNG với giá thể mùn cưa và tăng từ 6,97 lên 7,17 đối với mô hình BLSHNG với giá thể mụn dừa.

– BOD_5: nồng độ BOD_5 sau xử lý giảm đáng kể nhưng vẫn chưa đạt quy định về xả thải. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa giảm từ 528 mg/L xuống còn 43 mg/L, mô hình

BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa giảm còn 36,67 mg/L. Nguyên nhân này có thể giải thích do khi nước chảy quá lớp vật liệu lọc các vi sinh vật đã phân giải các chất hữu cơ trong nước thải để phục vụ cho quá trình sinh trưởng và phát triển của chúng dẫn đến làm giảm nồng độ BOD_5.

– SS: hàm lượng SS sau lọc giảm đáng kể nhưng vẫn còn cao. Đối với mô hình sử dụng giá thể mùn cưa giảm từ 314 mg/L xuống còn 55,33 mg/L đạt yêu cầu, mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa giảm từ 314 mg/L xuống còn 49,33 mg/L chưa đạt yêu cầu. Nguyên nhân là do một phần giá thể mịn và màng sinh học bị bong tróc rơi xuống ngăn thu nước làm hàm lượng SS sau xử lý còn cao.

– TKN: nồng độ ni-tơ tổng sau xử lý giảm đáng kể và đạt quy định xả thải. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa giảm từ 81,7 mg/L xuống còn 11,36 mg/L, mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa giảm từ 81,7 mg/L còn 12,46 mg/L. Nguyên nhân là do độ dày giá thể đã được tăng lên làm cho quá trình lọc cơ học của giá thể tốt hơn và thời gian của nước thải tiếp xúc với vi sinh trong giá thể lâu hơn nên lượng ni-tơ được vi sinh vật và giá thể giữ lại dẫn đến làm giảm lượng ni-tơ tổng của nước thải sau xử lý.

– NO_3^-: nồng độ NO_3^- đầu ra giảm đáng kể. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa giảm từ 2,07 mg/L xuống còn 0,33 mg/L, mô hình sử dụng giá thể mụn dừa giảm còn 0,2 mg/L. Nguyên nhân là do trong giá thể hình thành những vùng thiếu khí do vậy có khử ni-trát diễn ra làm giảm lượng ni-trát đầu ra.

– NH_4^+: nồng độ NH_4^+ sau xử lý giảm đáng kể. Đối với mô hình BLSNHG sử dụng giá thể mùn cưa giảm từ 37,5 mg/L xuống còn 8,91 mg/L đạt quy định xả thải. Đối với mô hình giá thể mùn dừa giảm từ 37,5 mg/L xuống còn 10,79 mg/L chưa đạt quy định xả thải. Nguyên nhân làm giảm nồng độ NH_4^+ là do VSV trong giá thể sử dụng lượng NH_4^+ để phục vụ cho hoạt động sinh trưởng và phát triển của chúng.

– Tổng phốt-pho: nồng độ phốt-pho trong nước thải sau xử lý giảm mạnh và đạt yêu cầu xả thải. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa giảm từ 20,27 mg/L xuống còn 2,81 mg/L, mô hình giá thể mụn dừa giảm từ 20,27 mg/L xuống còn 3,73 mg/L. Nguyên nhân là do trong quá trình loại bỏ phốt-pho VSV tích lũy phốt-pho trong đại phân tử, một số vi khuẩn có khả năng dự trữ phốt-pho ở dạng polyphosphate trong tế bào (Trịnh Xuân Lai, 2013). Phần cặn lắng gồm sinh khối VSV làm nồng độ phốt-pho tổng trong nước thải giảm xuống.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Kết quả vận hành thí nghiệm xử lý nước thải chế biến thủy sản bằng bể lọc sinh học nhỏ giọt với giá thể mụn dừa và giá thể mùn cưa cho thấy:

– Ở lưu lượng nạp 162 $L/m^2*ngày^{-1}$, tỷ lệ hoàn lưu là 150% và với tổng chiều dày giá thể của cả hai mô hình BLSHNG lúc thu mẫu đều là 9 cm. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa nước thải sau xử lý có các chỉ tiêu pH, BOD_5, ni-tơ tổng đạt loại A QCVN 11:2008/BTNMT; nồng độ DO đạt QCVN 39:2011/BTNMT; hàm lượng SS, NH_4^+ đạt loại B QCVN 11:2008/ BTNMT, phốt-pho đạt loại B QCVN 40:2011/ BTNMT. Đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa nước thải sau xử lý có các chỉ tiêu pH, ni-tơ tổng đạt loại A QCVN 11:2008/BTNMT; nồng độ DO đạt QCVN 39:2011/BNTNMT; BOD_5, SS, NH_4^+ đạt loại B của QCVN 11:2008/ BTNMT.

– Ở lưu lượng 180 $L/m^2*ngày^{-1}$, tỉ lệ hoàn lưu là 150% và tổng chiều dày của giá thể lúc thu mẫu đối với mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa là 11 cm, mô hình sử dụng giá thể mùn cưa là 16 cm. Nước thải sau xử lý của mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mụn dừa có các chỉ tiêu pH, ni-tơ tổng, SS, NH_4^+ đạt loại A QCVN 11:2008/BTNMT; nồng độ DO đạt QCVN 39:2011/BTNMT; phốt-pho đạt loại A QCVN 40:2011/BTNMT; BOD_5 đạt loại B của QCVN 11:2008/BTNMT. Nước thải sau xử lý của mô hình BLSHNG sử dụng giá thể mùn cưa có các chỉ tiêu pH, ni-tơ tổng, NH_4^+ đạt loại A QCVN 11:2008/BTNMT; nồng độ DO đạt QCVN 39:2011/BTNMT; phốt-pho đạt loại A QCVN 40:2011/BTNMT; BOD_5, SS đạt cột B QCVN 11:2008/BTNMT.

Một số đề xuất:

– Giá thể sau xử lý có chứa nhiều dưỡng chất cần được tiếp tục đánh giá sử dụng làm nguồn phân bón hữu cơ.

– Nồng độ DO đầu ra lớn hơn 2 mg/L chứng tỏ mô hình có thể tăng độ dày giá thể để cải thiện hiệu quả xử lý hay tăng lưu lượng để nâng cao công suất xử lý của mô hình.

– Cần tiến hành vận hành mô hình BLSHNG với nhiều loại nước thải khác nhau để có thể đánh giá được khả năng xử lý của hai loại giá thể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Annele Hatakka, 2001. Biodegradation of Lignin. University of Helsinki Finland.
2. APHA, AWWA & WEF, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington DC.
3. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, 2008. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp chế biến thủy sản (QCVN 11:2008/BTNMT). Bộ Tài nguyên và Môi trường.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2011. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp (QCVN 40:2011/BTNMT). Bộ Tài nguyên và Môi trường.
5. Đỗ Hồng Lan Chi và Lâm Minh Triết, 2009. Vi sinh vật môi trường. NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội.
6. Đỗ Khánh Ngân, 2012. Xử lý nước thải căn tin Khoa MT&TNTN bằng bể lọc sinh học nhỏ giọt với giá thể xơ dừa. Luận văn Thạc sĩ ngành Khoa học Môi trường. Trường Đại học Cần Thơ.
7. Lâm Minh Triết và Lê Hoàng Việt, 2009. Vi sinh vật nước và nước thải. NXB Xây dựng.
8. Lê Hoàng Việt và Nguyễn Võ Châu Ngân, 2014. Kỹ thuật xử lý nước thải. NXB Đại học Cần Thơ.
9. Lương Đức Phẩm, 2009. Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học. NXB Giáo dục.
10. Nguyễn Ngọc Phương, 2006. Xác định một số điều kiện hoạt động tối ưu cho các chủng xạ khuẩn có khả năng phân giải lignin và celulose trong mạt dừa. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP. Hồ Chí Minh.
11. Phạm Anh Đào, 2012. Xử lý nước thải căn tin Khoa MT&TNTN bằng bể lọc sinh học nhỏ giọt với giá thể xơ dừa. Luận văn Kỹ sư ngành Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Cần Thơ.
12. Tổng Cục Môi trường, 2011. Sổ tay tài liệu kỹ thuật. Tổng Cục Môi trường.
13. Tổng Cục Thủy sản, 2013. Báo cáo tình hình sản xuất thủy sản 9 tháng đầu năm 2013. Tổng Cục Thủy sản.
14. Trịnh Xuân Lai, 2013. Tính toán thiết kế công trình xử lý nước thải. NXB Xây dựng.
15. Võ Minh Mẫn. 2009. Nghiên cứu và đánh giá xử lý sinh học bằng giá thể xơ dừa và dây cước nhựa trong xử lý nước thải sinh hoạt. Luận văn tốt nghiệp ngành Công nghệ Sinh học. Trường Đại học Dân lập Kỹ thuật Công nghệ TP. Hồ Chí Minh.