



NGHIÊN CỨU XỬ LÝ CHẤT Ô NHIỄM HỮU CƠ (THỂ HIỆN QUA COD) NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ BẰNG CÔNG NGHỆ MÀNG SINH HỌC ĐỆM CHUYỂN ĐỘNG SỬ DỤNG GIÁ THỂ SỢI XƠ DỪA

Phạm Thị Ngọc Lan¹, Nguyễn Thị Tươi², Nguyễn Đức Long²

Tóm tắt: Sợi xơ dừa được sử dụng như vật liệu phân hủy sinh học làm giá thể cho công nghệ màng sinh học đệm chuyển động (Moving Bed Biofilm Reactor - MBBR) xử lý chất hữu cơ (COD) của nước thải đô thị. Các thí nghiệm trong điều kiện vận hành gián đoạn được thực hiện để xác định vai trò của giá thể sợi xơ dừa trong xử lý cũng như tìm các điều kiện vận hành tối ưu của MBBR. Nồng độ oxy hòa tan (DO) được duy trì ở điều kiện hiếu khí trong thời gian thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm cho thấy hiệu quả xử lý COD của MBBR giá thể sợi xơ dừa xấp xỉ 90%, cao hơn khoảng 10% so với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống ở cùng điều kiện. Hiệu quả xử lý COD đạt 80 - 90% khi nồng độ COD đầu vào dao động 300 - 600 mg/L. Nồng độ bùn hoạt tính MLSS trong MBBR giá thể sợi xơ dừa nên duy trì ở giá trị không nhỏ hơn 2000 mg/L. Tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa tối ưu 0,22% thể tích phụ thuộc hình dạng và kích thước được thiết kế. Giá thể sợi xơ dừa có tiềm năng ứng dụng làm giá thể cho MBBR trong xử lý chất hữu cơ của nước thải đô thị và đặc biệt là khi nâng cấp từ các công trình bùn hoạt tính truyền thống.

Từ khóa: MBBR; giá thể; sợi xơ dừa; nước thải; sinh học.

Summary: Coconut fiber was used as a biodegradable material for carriers to remove the chemical oxygen demand (COD) from municipal wastewater in a moving bed biofilm reactor (MBBR). A series of batch experiments were carried out in batch to find out the role of the coconut fiber bio-carriers in the treating process as well as the optimum operating conditions of the MBBR. The dissolved oxygen (DO) concentration was controlled in aerobic condition during the experimental period. The experiments demonstrated that the MBBR process removed approximately 90 % of COD (influent COD concentration = 500 mg/L), 10% higher than conventional activated sludge process. The COD removal efficiency was stable at 80 – 90% with increasing the influent COD concentration from 300 to 600 mg/L. It should be noted that the optimum mixed liquor suspended solids (MLSS) concentration should be maintained no less than 2000 mg/L. The experimental results also highlighted that optimum coconut fiber carrier filling ratio was 0,22% (volume per volume) depending on the carrier size and shape. In addition, the possibility of using coconut fiber in MBBR in treating different kinds of wastewater has been discussed.

Key words: MBBR; carriers; coconut fibers; wastewater; biological.

Nhận ngày 30/6/2014, chỉnh sửa ngày 15/7/2014, chấp nhận đăng 10/9/2014



1. Giới thiệu

Ngày nay, nhiều công nghệ xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học đã được nghiên cứu và phát triển thành công theo hướng kết hợp giữa công nghệ bùn hoạt tính truyền thống và công nghệ màng sinh học. Trong số đó, công nghệ màng sinh học đệm chuyển động (Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)) xuất hiện ở Scandinavia từ những năm 1980 - 1990 và cho đến nay đã được ứng dụng rộng rãi với trên 400 nhà máy xử lý nước thải quy mô lớn và hàng trăm nhà máy xử lý nước thải quy mô nhỏ ở nhiều nước trên thế giới [1][2][3]. Hiện nay, MBBR được đánh giá là có hiệu quả cao trong xử lý nước thải đô thị và nhiều loại nước thải công nghiệp [1][4][5][6].

¹TS, Khoa Môi trường. Trường Đại học Thủy lợi. E-mail: ngoclanmt@gmail.com

²KS, Khoa Môi trường. Trường Đại học Thủy lợi.

Hoạt động của MBBR là giá thể ở trạng thái chuyển động lơ lửng trong bùn hoạt tính, trong khi màng sinh học hình thành trên bề mặt giá thể. Nhiều vật liệu thích hợp để chế tạo giá thể cho MBBR đã được nghiên cứu như polyethylene mật độ cao (HDPE)[1][3], đá núi lửa[5], polyvinyl alcohol (PVA) gel [7], polyurethane-than hoạt tính (PU-AC) [6] và polymer phân hủy sinh học [4]. Tuy nhiên, hiện tại chỉ có một số giá thể HDPE ví dụ như Kaldnes K1, K2, K3 [1,2] đã được thương mại hóa, còn các giá thể vật liệu tự nhiên hoặc phân hủy sinh học khác đang tiếp tục được nghiên cứu. Sợi xơ dừa cũng được đánh giá là vật liệu tiềm năng làm giá thể cho MBBR bởi vì sợi xơ dừa đã được ứng dụng thành công làm giá thể trong lọc sinh học [8][9] cho rằng sợi xơ dừa giúp hình thành màng sinh học khá hiệu quả, thường sẵn có ở những nước đang phát triển nên có giá thành thấp, có độ xốp cao giúp hấp phụ cơ chất cung cấp cho vi khuẩn bám dính và sinh trưởng, và chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học của sợi xơ dừa cũng là cơ chất cho vi khuẩn. Thời gian bán hủy của sợi xơ dừa khoảng một năm và màng sinh học trên sợi xơ dừa có thể tồn tại trong hai năm dù cho lignocellulose đang bị phân hủy [9].

Có nhiều yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả làm việc của MBBR như hình dạng và kích thước giá thể, tỷ lệ giá thể, tải trọng chất ô nhiễm, pH, DO, nhiệt độ đã được đề cập đến trong một số nghiên cứu [1,3,6,10]. Theo hiểu biết của các tác giả, hiện tại nghiên cứu ứng dụng sợi xơ dừa làm giá thể cho MBBR tương đối ít. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm xác định hiệu quả xử lý chất hữu cơ của nước thải đô thị bằng MBBR giá thể sợi xơ dừa. Ngoài ra, các yếu tố ảnh hưởng như nồng độ COD đầu vào, nồng độ MLSS và tỷ lệ giá thể cũng được nghiên cứu.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1 Chuẩn bị giá thể sợi xơ dừa

Vỏ dừa được thu thập từ các khu chợ nhỏ ở Hà Nội. Trước hết, các sợi xơ dừa được tách thủ công sao cho chiều dài mỗi sợi xơ dừa khoảng 0,15 - 0,2 m. Sợi xơ dừa được ngâm trong nước máy trong vòng một tuần để cải thiện độ bền, sau đó đem rửa sạch phần thịt mềm dính bám và sấy khô tự nhiên. Sợi xơ dừa được bó lại thành giá thể có dạng hình học như Hình 1, kích thước chiều dài khoảng 3 cm. Giá thể sợi xơ dừa được thiết kế có thể chuyển động lơ lửng trong nước nhờ sức khí. Trước khi thực hiện các thí nghiệm, giá thể sợi xơ dừa được giữ trong bùn hoạt tính để hình thành màng sinh học trên bề mặt.



Hình 1. Giá thể sợi xơ dừa

2.2 Chuẩn bị bùn hoạt tính

Bùn hoạt tính gốc được cung cấp từ Phòng thí nghiệm R&D công nghệ môi trường, Viện Khoa học & Công nghệ môi trường, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Bùn hoạt tính gốc sau đó được nuôi giữ trong aerotank bằng môi trường pha có thành phần cho 1 L gồm có 1 g đường trắng và 1 mL mỗi dung dịch dưỡng chất sau: NaNO_3 250 g/L, K_2HPO_4 60 g/L, KH_2PO_4 30 g/L, MgSO_4 100 g/L, Fe - citrate 0.25 g/L.

2.3 Nước thải

Nước thải sử dụng trong nghiên cứu này được lấy ở một cống xả nước thải ở khu đô thị Văn Quán, Hà Nội. Phân tích các thông số của nước thải được thực hiện theo các phương pháp chuẩn [11] như được mô tả ở 2.5. Tính chất của nước thải được tóm tắt trong Bảng 1.

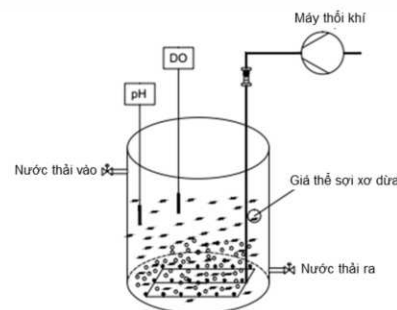
Bảng 1. Tính chất của nước thải sử dụng trong nghiên cứu

Thông số	Giá trị	Đơn vị
pH	7.2	-
TSS	156	mg/L
COD	370	mg/L
Ammonia (tính theo N)	67	mg/L
Phosphate (tính theo P)	32	mg/L

2.4 Thiết bị và thiết kế thí nghiệm

2.4.1 Mô tả thiết bị và điều kiện vận hành

MBBR quy mô phòng thí nghiệm sử dụng trong nghiên cứu được chế tạo từ polyethylene (PE), hình trụ, chiều cao 30 cm, đường kính 25 cm với thể tích làm việc 10 L (Hình 2). Điều kiện hiếu khí và sự đồng nhất của hỗn hợp lỏng trong MBBR được duy trì bằng một máy thổi khí (Hailea, Trung Quốc) và các quả phân phối khí pH và DO của hỗn hợp lỏng được xác định trong mỗi thí nghiệm. DO dao động trong khoảng 3 - 4 mg/L, còn pH ban đầu của nước thải xấp xỉ 7. MBBR được vận hành ở nhiệt độ phòng trung bình khoảng 26°C.



Hình 2. MBBR sử dụng trong nghiên cứu (với các kích thước không theo tỷ lệ)

2.4.2 Thiết kế thí nghiệm

Các thí nghiệm vận hành gián đoạn được thực hiện để xác định điều kiện vận hành tối ưu của MBBR tập trung vào hiệu quả xử lý COD. Trong thí nghiệm đầu tiên, hai MBBR có và không có giả thể sợi xơ dừa được vận hành để xác định vai trò của giả thể sợi xơ dừa. Với các thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của các yếu tố, MBBR được vận hành ở các điều kiện khác nhau gồm nồng độ COD đầu vào, nồng độ MLSS ban đầu và tỷ lệ giả thể sợi xơ dừa, như mô tả trong Bảng 2. Nồng độ COD đầu vào được điều chỉnh bằng cách thêm đường trắng hoặc nước cất vào nước thải theo tỷ lệ. Để xác định hiệu quả xử lý của MBBR, tiến hành lấy mẫu ở đầu ra sau mỗi hai giờ để phân tích COD và MLSS.

Bảng 2. Các thí nghiệm khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý COD

Thí nghiệm	Yếu tố ảnh hưởng	Đơn vị	Giá trị
1	Nồng độ COD đầu vào	mg/L	300; 410; 505; 600
2	Nồng độ MLSS ban đầu	mg/L	1000; 1500; 2000; 2500
3	Tỷ lệ giả thể sợi xơ dừa	% (v/v)	0,17; 0,22; 0,26

2.5 Phương pháp phân tích

COD được xác định theo phương pháp chuẩn độ dichromate. Hiệu quả xử lý COD (%) được tính toán như sau:

$$[(\text{COD}_{\text{đầu vào}} - \text{COD}_{\text{đầu ra}}) / \text{COD}_{\text{đầu vào}}] \times 100 \quad (1)$$

Ammonia và phosphate được xác định bằng máy quang phổ DR5000 (HACH, USA) theo các phương pháp tiêu chuẩn. Ammonia được xác định bằng phương pháp đo màu tác nhân Nessler, còn phosphate được xác định bằng phương pháp đo màu acid ascorbic. Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) và chất rắn lơ lửng trong hỗn hợp lỏng (MLSS) được xác định bằng phương pháp khối lượng. pH và DO được xác định bằng pH meter (HACH, USA) và DO meter (HACH, USA), tương ứng.



3. Kết quả và thảo luận

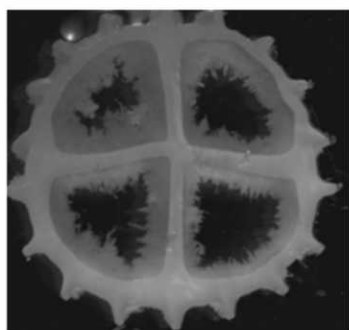
3.1 Ảnh hưởng của giả thể sợi xơ dừa đến hiệu quả xử lý COD

Hiệu quả xử lý COD và sự biến đổi MLSS của MBBR có và không có giả thể sợi xơ dừa được thể hiện như sau. Nhìn chung, hiệu quả xử lý COD và MLSS của MBBR có giả thể sợi xơ dừa cao hơn so với không có giả thể sợi xơ dừa khoảng 10%. Sau 8 giờ thổi khí có khoảng 90% và 80% COD với nồng độ COD đầu vào 500 mg/L được xử lý bởi MBBR có và không có giả thể sợi xơ dừa, tương ứng. Hiệu quả xử lý COD của MBBR có giả thể sợi xơ dừa cao hơn khi không có giả thể sợi xơ dừa vì có màng sinh học trên giả thể và sự chuyển động của giả thể giúp điều kiện vi sinh vật tiếp xúc với nước thải tốt hơn. Sự hình thành màng sinh học trên giả thể sợi xơ dừa có thể quan sát như trong Hình 3. Tuy nhiên, chỉ trong 8 giờ thổi khí nhưng hiệu quả xử lý COD của MBBR có và không có giả thể sợi xơ dừa đều cao 80 - 90% vì nước thải đô thị chứa chủ yếu các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học.

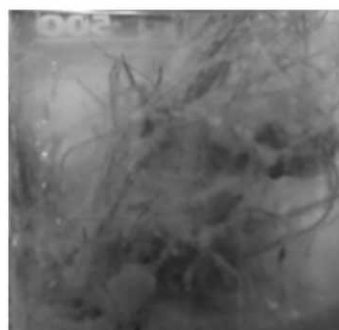
Bảng 3. Hiệu quả xử lý COD và biến đổi MLSS của MBBR có và không có giá thể sợi xơ dừa (COD đầu vào = 500 mg/L; - Không phân tích)

Thời gian (giờ)	Hiệu quả xử lý COD (%)		MLSS (mg/L)	
	có giá thể sợi xơ dừa	không có giá thể sợi xơ dừa	có giá thể sợi xơ dừa	không có giá thể sợi xơ dừa
0	-	-	2000	2000
2	36	31	2533	2100
4	70	54	3766	2633
6	85	70	4366	3000
8	89	81	3766	2733

Cũng xác định được MLSS trong MBBR có giá thể sợi xơ dừa cao hơn khoảng 500 - 1000 mg/L so với không có giá thể sợi xơ dừa (). Có thể giải thích điều này dựa theo nghiên cứu thì chiều dày màng sinh học có thể tới khoảng 300 - 800 μm , nồng độ sinh khối và độ xốp ở màng sinh học cao hơn, tương ứng, 5 - 13 lần và 3 - 5 lần so với bùn hoạt tính ở cùng điều kiện nên khi giá thể sợi xơ dừa chuyển động thì một phần sinh khối từ màng sinh học dễ dàng bị bong tróc ra làm tăng MLSS. Theo quan hệ giữa MLSS được tạo thành và COD được xử lý là 0,12 kg MLSS/ kg COD khi nồng độ COD đầu vào 500 mg/L. Giá trị chỉ số thể tích lắng của bùn (SVI) trong MBBR có và không có giá thể sợi xơ dừa đều nằm trong khoảng 60 - 100 mL/g (số liệu không trình bày cụ thể ở đây) chứng tỏ bùn hoạt tính lắng tốt.



a) Giá thể HDPE K1 trong nghiên cứu [1]

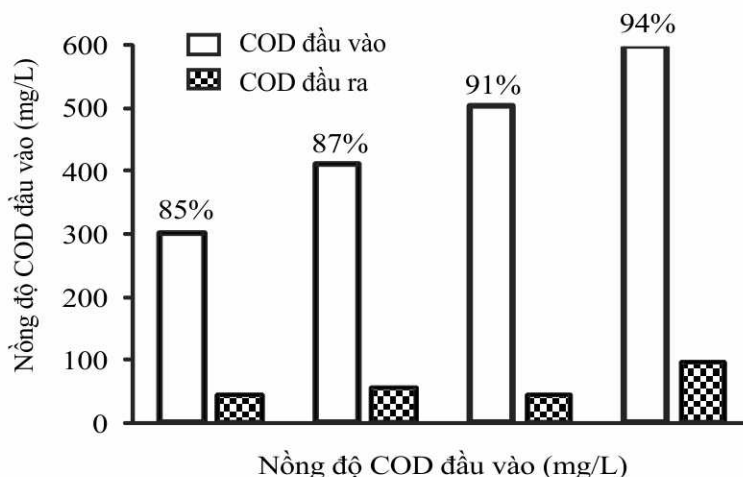


b) Giá thể sợi xơ dừa trong nghiên cứu này

Hình 3. Màng sinh học hình thành trên giá thể

3.2 Ảnh hưởng của nồng độ COD đầu vào

Tải lượng chất hữu cơ là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý của MBBR [1, 10, 13]. Với mục đích xử lý chất hữu cơ thì khuyến cáo thiết kế MBBR có tải trọng khối 4 - 7 kg BOD₇/m³.d với tỷ lệ giá thể (loại có bề mặt riêng 335 m²/m³) 67% thể tích và ở 15° [1] .

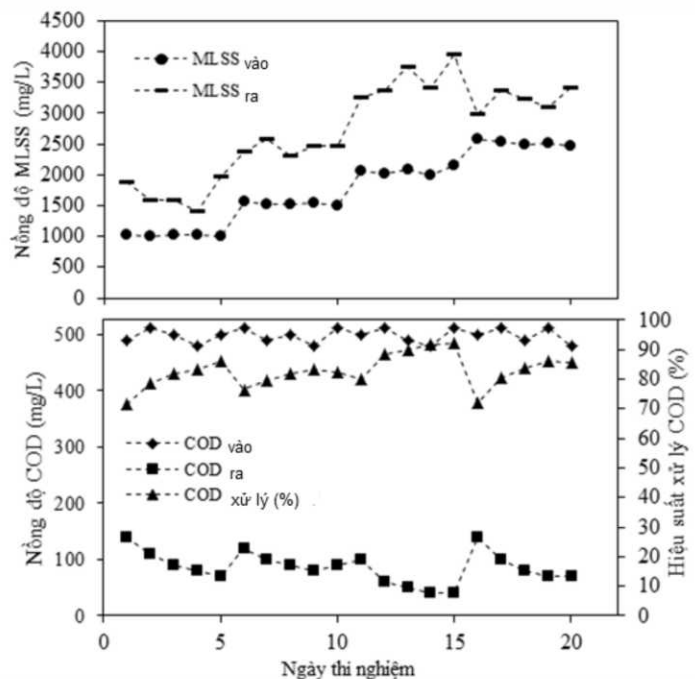


Hình 4. Hiệu quả xử lý COD của MBBR giá thể sợi xơ dừa sau 8 giờ thổi khí với các nồng độ COD đầu vào khác nhau

Hình 4 thể hiện ảnh hưởng của nồng độ COD đầu vào tới hiệu quả xử lý của MBBR giá thể sợi xơ dừa. Có thể thấy khi COD đầu vào tăng từ 300 đến 600 mg/L hiệu quả xử lý COD tương đối cao khoảng 85 - 90%. Hiệu quả xử lý COD cao nhất bằng 91 % khi nồng độ COD đầu vào 500 mg/L. Mặc dù vậy hiệu quả xử lý COD ít có sự khác biệt khi nồng độ COD đầu vào thay đổi trong khoảng giá trị đang xét. Chứng tỏ MBBR giá thể sợi xơ dừa trong nghiên cứu này có khả năng chịu đựng thay đổi tải lượng COD đầu vào. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu [1][2][3] cho rằng MBBR có khả năng xử lý hiệu quả chất hữu cơ của nước thải đô thị và công nghiệp ở tải lượng và nồng độ cao. Ngược lại, trong nghiên cứu trước đây của [13] khi thay đổi tải lượng chất hữu cơ tăng dần 6, 12, 24, 48 và 96 g COD/m².d thì hiệu quả xử lý COD của MBBR hiệu suất giảm dần 95,1%, 94,9%, 89,3%, 68,7% và 45,2%, tương ứng. Nhưng trong nghiên cứu của [13] nồng độ COD dao động ở dải nồng độ cao từ 500 - 8000 mg/L, còn trong nghiên cứu này COD dao động ở mức thấp từ 300 - 600 mg/L. Nghiên cứu [10] cũng cho biết ở khoảng nồng độ chất hữu cơ thấp hiệu quả xử lý ít ảnh hưởng bởi nồng độ chất hữu cơ.

3.3 Ảnh hưởng của nồng độ MLSS ban đầu

Sinh khối trong MBBR gồm có sinh khối lơ lửng (bùn hoạt tính) và sinh khối bám dính (màng sinh học). Vai trò của màng sinh học được đánh giá cao trong MBBR bởi có nồng độ sinh khối cao hơn nhiều so với bùn hoạt tính [12] vì vậy hiệu quả xử lý chất ô nhiễm phụ thuộc nhiều vào sự hình thành màng sinh học trên giá thể. Thực tế thì MBBR không cần tuần hoàn bùn hoạt tính [1]. Trong nghiên cứu này không xác định được nồng độ sinh khối bám dính nhưng sự hình thành màng sinh học có thể quan sát ở Hình 3. Mặc dù vậy, bùn hoạt tính cũng có vai trò quan trọng, chẳng hạn như theo [14] cho thấy bùn hoạt tính đóng góp khoảng một nửa trong xử lý chất ô nhiễm trong MBBR.



Hình 5. Ảnh hưởng của MLSS đầu vào đến hiệu quả xử lý COD

Ảnh hưởng của nồng độ MLSS ban đầu đến hiệu quả xử lý COD của MBBR giá thể sợi xơ dừa được thể hiện như . Nồng độ MLSS ban đầu bằng 2000 mg/L thì hiệu suất xử lý COD cao nhất đạt xấp xỉ 90%, và nồng độ MLSS sau đạt 3500 mg/L. Nồng độ MLSS ban đầu bằng 1000 và 1500 mg/L thì hiệu suất xử lý COD thấp hơn, chỉ đạt xấp xỉ 80%. Có thể thấy ảnh hưởng của nồng độ MLSS ban đầu ở 1000 và 1500 mg/L không khác nhau nhiều bởi vai trò xử lý chất hữu cơ chủ yếu bởi màng sinh học. Khi nồng độ MLSS ban đầu tăng lên 2500 mg/L thì hiệu quả xử lý COD cũng chỉ xấp xỉ 80%. Có thể do thời gian thổi khí 8 giờ quá dài trong khi nồng độ bùn hoạt tính khá cao (cùng với sinh khối bám dính trên giá thể sợi xơ dừa) dẫn đến chất hữu cơ cạn kiệt nhanh chóng và có hiện tượng phân hủy nội bào nên hiệu quả xử lý COD giảm xuống.

Sự tăng nồng độ MLSS sau 8 giờ thổi khí mô tả như ở cho thấy MBBR giá thể sợi xơ dừa có khả năng tăng nồng độ MLSS nhanh chóng khi nồng độ MLSS đầu vào thấp. Điều này rất có ý nghĩa khi MBBR giá thể sợi xơ dừa được vận hành liên tục không tuần hoàn bùn hoạt tính. Tuy nhiên, để đảm bảo hiệu quả xử lý COD duy trì ở mức cao hơn 90% thì nên duy trì nồng độ MLSS trong MBBR giá thể sợi xơ dừa không nhỏ hơn 2000 mg/L.

3.4 Ảnh hưởng của tỷ lệ giá thể

Tỷ lệ giá thể là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý chất ô nhiễm của MBBR [1,2]. Theo [2] đối với các loại giá thể thương mại hóa hiện nay như Kaldnes K1, K2, K3 thì tỷ lệ giá thể trong MBBR nên nhỏ hơn 70% để không ảnh hưởng đến chế độ thủy động. Trong nhiều nghiên cứu khác, tỷ lệ giá thể của MBBR thường vào khoảng 10 - 50% tùy theo loại giá thể [4-7]. Trong nghiên cứu xử lý nước thải đô thị nhân tạo bằng MBBR, giá thể bọt polyether với tỷ lệ giá thể rất thấp chỉ có 0,14% [10]. Trong nghiên cứu này tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa cũng được khảo sát ở các giá trị tương đối thấp 0,17; 0,22 và 0,26% (ước tính với khối lượng riêng của sợi xơ dừa 1150 kg/m³) tương ứng với khối lượng giá thể sợi xơ dừa 20, 25 và 30 g.

Bảng 4 . Ảnh hưởng của khối lượng giá thể sợi xơ dừa tới hiệu quả xử lý COD của MBBR

Tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa (%)	Khối lượng giá thể sợi xơ dừa (g)	COD đầu vào (mg/L)	MLSS ban đầu (mg/L)	COD đầu ra (mg/L)	Hiệu suất xử lý COD (%)	MLSS đầu ra (mg/L)
0,17	20	500	2000	95	81	2585
0,22	25			55	89	3025
0,26	30			80	84	2580

Bảng 4 thể hiện ảnh hưởng của tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa đến hiệu quả xử lý COD của MBBR. Có thể thấy tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa bằng 0,22% là phù hợp nhất vì hiệu suất xử lý COD đạt gần 90%, nồng độ COD giảm từ 500 mg/L xuống 55 mg/L. Tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa 0,17 và 0,26% thì hiệu suất xử lý COD của MBBR chỉ đạt 80 - 85%. Tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa 0,26% gây khó khăn cho khuấy trộn của MBBR nên ảnh hưởng đến việc tạo thành màng sinh học cũng như khả năng tiếp xúc của sinh khối bám dính với nước thải. Tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa 0,17% thì bề mặt giá thể cho tạo thành màng sinh học thấp. So sánh với nghiên cứu của [6] cũng quan sát thấy hiệu quả xử lý COD của nước thải dệt nhuộm của MBBR giá thể polyurethane-than hoạt tính tăng khi tỷ lệ giá thể tăng từ 10 - 20 % nhưng không tăng thêm khi tỷ lệ này lên đến 30% [6]. Cũng cần chú ý rằng ảnh hưởng của hình dạng, kích thước đến tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa chưa nghiên cứu kỹ càng ở đây. Tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa rất thấp nhưng do cấu tạo phần rỗng tương đối lớn (Hình 1) nên không thể tăng thêm lượng giá thể sợi xơ dừa được nữa bởi sẽ gây khó khăn cho chế độ thủy động. Theo [3] hình dạng và kích thước giá thể không quan trọng miễn là diện tích bề mặt giá thể giống nhau nhưng tỷ lệ giá thể có ảnh hưởng đến diện tích bề mặt giá thể.



4. Kết luận và kiến nghị

Sợi xơ dừa là loại vật liệu sợi lignocellulose tự nhiên thân thiện với môi trường rất thích hợp làm giá thể cho công nghệ MBBR bởi nhiều ưu điểm. Hiệu quả xử lý nước thải đô thị của MBBR giá thể sợi xơ dừa cao hơn khoảng 10% so với bùn hoạt tính truyền thống ở cùng điều kiện vận hành. MBBR giá thể sợi xơ dừa có khả năng chịu được dao động nồng độ chất hữu cơ đầu vào 300 - 600 mg/L mà ít ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý chất hữu cơ. Nồng độ bùn hoạt tính MLSS trong MBBR giá thể sợi xơ dừa nên duy trì ở giá trị không nhỏ hơn 2000 mg/L. Tỷ lệ giá thể sợi xơ dừa tối ưu bằng 0,22% phụ thuộc hình dạng và kích thước được thiết kế.

Những kết quả của nghiên cứu này cho thấy tiềm năng ứng dụng sợi xơ dừa khi nâng cấp các công trình bùn hoạt tính truyền thống thành MBBR để nâng cao hiệu quả xử lý chất hữu cơ. Tuy nhiên, ảnh hưởng của hình dạng và kích thước giá thể sợi xơ dừa cũng như cấu trúc và nồng độ của màng sinh học hình thành trên đó cần tiếp tục được nghiên cứu. Ngoài ra, nghiên cứu MBBR giá thể sợi xơ dừa xử lý nước thải đô thị trong điều kiện vận hành liên tục với quy mô lớn hơn cũng cần được tiến hành.

Lời cảm ơn

Các tác giả chân thành cảm ơn Phòng thí nghiệm Hóa học - Môi trường, Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Môi trường, Khoa Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi đã giúp đỡ thiết bị và hóa chất để thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Ødegaard H (1999), *The moving bed biofilm bioreactor*, In Igarashi T, Watanabe Y, Asano T, Tambo N (eds): *Water environmental engineering and reuse of water*, 1st Edition Hokkaido Press, 250-305.
2. Rusten B, Eikebrokk B, Ulgenes Y, Lygren E (2006), "*Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors*", *Aquacultural Engineering*, Vol. 34, 322-331.
3. Ødegaard H, Gisvold B, Strickland J (2000), "*The influence of carrier size and shape in the moving bed biofilm process*", *Water Science & Technology*, Vol. 41, 383-391.
4. Chu L, Wang J (2011), "*Nitrogen removal using biodegradable polymers as carbon source and biofilm carriers in a moving bed biofilm reactor*", *Chemical Engineering Journal*, Vol. 170, 220-225.
5. Zhao Y, Cao D, Liu L, Jin W (2006), "*Municipal wastewater treatment by moving-bed-biofilm reactor with diatomaceous earth as carriers*", *Water Environment Research*, Vol. 78, 392-396.
6. Park HO, Oh S, Bade R, Shin WS (2010), "*Application of A2O moving-bed biofilm reactors for textile dyeing wastewater treatment*", *Korean Journal of Chemical Engineering*, Vol. 27, 893-899.
7. Rouse JD, Burica O, Stražar M, Levstek M. A (2007), "*Pilot-plant study of a moving-bed biofilm reactor system using PVA gel as a biocarrier for removals of organic carbon and nitrogen*", *Water Science & Technology*, Vol. 55, 135-141.
8. Jechalke S, Vogt C, Reiche N et al. (2010), "*Aerated treatment pond technology with biofilm promoting mats for the bioremediation of benzene, MTBE and ammonium contaminated groundwater*", *Water Research*, Vol. 44, 1785-1796.
9. Chanakya HN, Khuntia HK (2014), "*Treatment of gray water using anaerobic biofilms created on synthetic and natural fibers*", *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 92, 186-192.
10. Marques JJ, Souza RR, Souza CS, Rocha ICC (2008), "*Attached biomass growth and substrate utilization rate in a moving bed biofilm reactor*", *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 25, 665-670.
11. APHA/ AWWA/ WEF (2005), *Standard methods for the examination of water and wastewater*, Washington DC, USA.
12. Xiao GY, Ganczarczyk J (2006), "*Structural features of biomass in a hybrid MBBR reactor*", *Environmental Technology*, Vol. 27, 289-298.
13. Aygun A, Nas B, Berkay A (2008), "*Influence of high organic loading rates on COD removal and sludge production in moving bed biofilm reactor*", *Environmental Engineering Science*, Vol. 25, 1311-1316.
14. Broch-Due A, Andersen R, Kristoffersen O (1994), "*Pilot plant experience with an aerobic moving bed biofilm reactor for treatment of NSSC wastewater*", *Water Science & Technology*, Vol. 29, 283-294.