

Ảnh hưởng của các thông số vận hành hệ thống MBR lên hiệu quả xử lý chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt

Nguyễn Minh Kỳ^{1,*}, Nguyễn Hoàng Lâm²

¹Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, P. Linh Trung, Q. Thủ Đức, TP.HCM, Việt Nam

²Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng, 54 Nguyễn Lương Bằng, Đà Nẵng, Việt Nam

Nhận ngày 09 tháng 02 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 01 tháng 03 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 03 năm 2017

Tóm tắt. Bài báo trình bày kết quả ảnh hưởng của các thông số HRT, MLSS, DO lên hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt của hệ thống MBR. Bể phản ứng được thiết kế với dung tích hữu ích 36 lít (kích thước L.W.H = 24*20*75cm) và module màng nhúng chìm có kích thước lỗ lọc 0,4 μ m. Mô hình thí nghiệm được vận hành trong thời gian 4 tháng với các tải trọng hữu cơ (OLR) từ 1,7 đến 6,8 kgCOD/m³.ngày. Thời gian lưu (HRT) là thông số quan trọng trong quá trình vận hành hệ thống MBR. Ở các ngưỡng giá trị MLSS khác nhau, hiệu quả loại bỏ chất ô nhiễm cũng khá tương đồng. Nồng độ oxy hòa tan DO có vai trò quan trọng cung cấp dưỡng khí để vi sinh vật oxy hóa cơ chất. Ngoài ra, nghiên cứu còn cho thấy mối liên hệ tương quan giữa các thông số ô nhiễm sau xử lý với các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình vận hành hệ thống. Phần lớn hệ số tương quan thể hiện ở mức độ khá chặt và có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Từ khóa: Ảnh hưởng, MLSS, HRT, MBR, nước thải, hiệu quả.

1. Đặt vấn đề

Công nghệ màng lọc sinh học MBR (Membrane Bioreactor) là sự kết hợp quá trình bùn hoạt tính sinh học và màng lọc [1]. Với việc sử dụng màng lọc có kích thước lỗ màng dao động từ 0,01-0,4 μ m nên vi sinh vật, chất ô nhiễm, bùn bị giữ lại tại bề mặt màng. Mô hình thí nghiệm MBR là sự kết hợp giữa hai quá trình cơ bản: Phân hủy sinh học chất hữu cơ và kỹ thuật tách sinh khối vi sinh bằng màng. Nhờ nồng độ sinh khối cao nên gia tăng hiệu quả xử lý nước thải so với phương pháp truyền thống. Hiệu quả xử lý chất ô nhiễm thường đạt mức

cao đối với các thông số ô nhiễm như BOD₅, COD, TSS, TN, TP [2-4]. Nhìn chung, công nghệ màng MBR thích hợp xử lý nước thải công nghiệp và sinh hoạt (Roest, et al. 2002) [5, 6]. Đây là một trong những phương pháp hiện đại, đã được áp dụng xử lý thành công nhiều loại đối tượng khác nhau từ nước thải sinh hoạt cho tới các loại nước thải công nghiệp khó xử lý. MBR là công nghệ thích hợp cho mục đích kiểm soát ô nhiễm và bảo vệ môi trường.

Trong bể phản ứng MBR, các thông số vận hành như thời gian lưu thủy lực HRT, thời gian lưu bùn SRT, nồng độ sinh khối MLSS, nồng độ oxy hòa tan DO có vai trò rất quan trọng để duy trì hoạt động của hệ thống. Việc cung cấp oxy hoà tan nhằm đảm bảo hoạt động sống của vi sinh vật trong việc sử dụng cơ chất, thúc đẩy

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-916121204.
E-mail: nmky@hcmuaf.edu.vn

Bảng 1. Kết quả chất lượng nước thải sinh hoạt và giới hạn tiếp nhận

TT	Chi tiêu	Đơn vị	Kết quả		QCVN 14:2008/BTNMT (Cột A)
			Trung bình	Độ lệch chuẩn	
1	pH	-	7,6	0,4	5-9
2	DO	mg/l	1,1	0,13	$\geq 2^a$
3	BOD ₅	mg/l	312	14,5	30
4	COD	mg/l	630	27,8	75 ^b
5	TSS	mg/l	270,4	98,3	50
6	TN	mg/l	33	4,7	20 ^b
7	TP	mg/l	21	3,2	4 ^b
8	Coliforms	MPN/100 ml	2,1.10 ⁶	10 ²	3000

Chú thích: QCVN 14:2008/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt

^aQCVN 39:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dùng cho tưới tiêu

^bQCVN 40:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp (cột A)2.2. Mô hình thí nghiệm

các quá trình hóa sinh và giảm thiểu các chất ô nhiễm. Nồng độ MLSS có vai trò quan trọng trong quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ (Xing et al., 2000) [7]. Thời gian lưu thủy lực HRT quyết định tải trọng và dung tích của bể phản ứng. Nhìn chung, các thông số vận hành trong bể phản ứng MBR có tầm quan trọng duy trì hoạt động hiệu quả xử lý nước thải nên có nhiều công trình nghiên cứu đã được thực hiện [8, 9, 10]. Mục đích của nghiên cứu nhằm khảo sát và đánh giá ảnh hưởng của các thông số vận hành lên hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ màng lọc MBR.

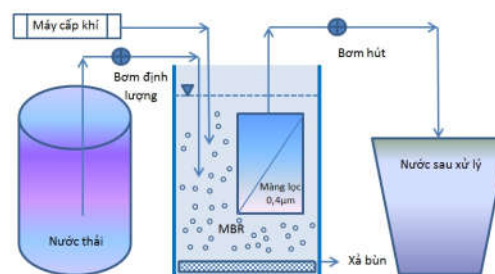
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu mô hình nghiên cứu

Màng MBR sử dụng là màng sợi rỗng và có kích thước lỗ lọc 0,4 μ m (nhãn hiệu Mitsubishi, Japan). Nước thải nghiên cứu được lấy từ một số khu dân cư ở TP. Hồ Chí Minh. Thành phần và hàm lượng các chất ô nhiễm được thể hiện chi tiết ở Bảng 1.

2.2. Mô hình thí nghiệm

Bể phản ứng được thiết kế với dung tích hữu ích 36 lít (kích thước L.W.H = 24*20*75cm) và module màng nhúng chìm có diện tích bề mặt 0,9 m². Thời gian lưu bùn SRT được kiểm soát theo chế độ 25 ngày. Chu kỳ hoạt động và nghỉ của màng lọc với thời gian 10:1 phút. Để duy trì DO $\geq 2,0$ mg/l trong quá trình vận hành, nghiên cứu sử dụng thiết bị cấp khí có lưu lượng 1,7 m³/h. Hiệu suất lọc qua màng tương đương 15-20 l/(m².h). Không khí được cung cấp để vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ, thúc đẩy quá trình nitrate hóa và giảm tắc nghẽn màng. Nồng độ MLSS ban đầu trong bể phản ứng duy trì tương đương 10.000 mg/l.



Hình 1. Sơ đồ mô hình thí nghiệm.

Bảng 2. Điều kiện vận hành bể phản ứng MBR

Thông số	Đơn vị	OLR			
		OLR ₁	OLR ₂	OLR ₃	OLR ₄
Q	lít/giờ	4	8	12	16
SRT	ngày	25	25	25	25
F/M	ngày ⁻¹	0,006±0,0009	0,013±0,0017	0,018±0,0045	0,027±0,0058
OLR	kgCOD/m ³ .ngày	1,7	3,4	5,1	6,8
HRT	giờ	9,0	4,5	3,0	2,25
MLSS	mg/l	10431,1±1114,5	11092,5±1886,9	11403,5±2501,9	10773,4±2756,8
pH	-	7,4±0,5	8,0±0,2	7,2±0,4	7,5±0,4
DO	mg/l	6,1±0,4	5,2±0,3	4,1±0,2	3,9±0,1
Nhiệt độ	°C	32,0±1,6	34,9±2,1	37,0±1,9	40,6±1,2

Nghiên cứu điều chỉnh pH dao động trong khoảng 6,5-8,0 và vận hành trong thời gian 121 ngày với chế độ HRT, MLSS, DO khác nhau (Bảng 2) để khảo sát, đánh giá ảnh hưởng lên hiệu quả xử lý BOD₅, COD, TSS, N, P. Trong quá trình vận hành chỉ rửa súc màng bằng nước máy, sục khí bề mặt và không bổ sung dinh dưỡng. Thí nghiệm với dòng nước thải: 4, 8, 12, 16 lít/giờ. Tương ứng HRT lần lượt 9,0; 4,5; 3,0 và 2,25 giờ. Giá trị OLR dao động trong khoảng 1,7 đến 6,8 kgCOD/m³.ngày.

2.3. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước theo phương pháp chuẩn APHA, 2005 [11]. Tần suất đo đạc các chỉ tiêu chất lượng nước được thực hiện 3 lần/tuần. Các giá trị pH, nhiệt độ, DO được đo bằng thiết bị đo nhanh WTW 340i (Đức). Xác định chỉ tiêu BOD₅ bằng phương pháp ủ trong tủ cấy ở điều kiện 20⁰C và 5 ngày (Tủ ủ BOD Aqualytic, Đức). Nồng độ COD, TN, TP đo bằng máy quang phổ UV-VIS. Chỉ số TSS, MLSS, MLVSS được xác định theo phương pháp trọng lượng TCVN 6625:2000 (lọc bằng giấy lọc có kích thước 0,45µm rồi sấy khô đến khối lượng không đổi ở các nhiệt độ 105 và 550⁰C).

Các số liệu nghiên cứu được thống kê và xử lý bằng các phần mềm Microsoft Excel 2010, SPSS 13.0 for Windows.

Hiệu quả xử lý chất ô nhiễm được tính toán theo công thức: $H = [(C_i - C_e) * 100] / C_i$ (%).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của HRT lên hiệu quả xử lý chất ô nhiễm

Quá trình khảo sát ảnh hưởng của HRT đối với các thông số ô nhiễm như TSS, BOD₅, COD, TN, TP được thực hiện và có kết quả trình bày ở Bảng 3. Thời gian lưu HRT là thông số quan trọng trong quá trình vận hành hệ thống MBR. HRT thấp, tương ứng là kết quả của việc tăng tải trọng hữu cơ OLR và qua đó sẽ tăng cường hoạt động của vi sinh vật. Ở cả 4 giai đoạn vận hành với thời gian lưu HRT khác nhau, hiệu quả loại bỏ BOD₅ và COD đều đạt trên 90%. Trong khi khả năng xử lý chất dinh dưỡng TN, TP lần lượt nhỏ hơn 13 mg/l và 4,0 mg/l. Trong bể phản ứng MBR, quá trình cấp khí liên tục có vai trò thúc đẩy quá trình loại bỏ N và P dựa trên các cơ chế nitrate hóa - khử nitrate hóa và hấp thụ - giải phóng Photpho. MBR hiếu khí được xem là giải pháp thích hợp để loại bỏ Nito trong nước thải sinh hoạt nhờ vào sự khử nitrate hóa không hoàn toàn [12]. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ có xu hướng tăng dần theo thời gian khi tăng tải trọng hữu cơ OLR từ 1,7 lên 6,8 kgCOD/m³.ngày.

Bảng 3. Hiệu quả loại bỏ chất ô nhiễm theo các tải trọng khác nhau

Thông số	HRT (OLR)								
	9,00 (1,7)		4,50 (3,4)		3,00 (5,1)		2,25 (6,8)		
	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	
BOD ₅	mg/l	21,4	4,7	17,7	4,8	13,6	3,3	13,4	4,4
	H,%	93,2	1,7	94,4	1,6	95,3	1,0	95,6	1,5
COD	mg/l	48,5	4,3	46,6	5,9	40,1	7,1	44,7	5,2
	H,%	91,9	0,9	92,4	1,2	93,1	1,5	92,9	0,7
TSS	mg/l	40,2	5,7	31,0	7,6	23,8	4,6	24,0	2,7
	H,%	86,4	3,4	88,2	2,5	90,2	2,7	93,2	0,8
TN	mg/l	12,5	1,3	9,2	2,5	8,3	2,3	11,7	1,8
	H,%	59,0	5,3	65,9	9,0	69,7	8,0	64,4	6,9
TP	mg/l	3,7	0,3	2,4	0,6	3,1	0,4	3,0	0,4
	H,%	78,0	5,2	79,6	7,8	78,0	3,9	81,2	2,6

Trong suốt các giai đoạn vận hành mô hình MBR, hiệu suất xử lý BOD₅ và COD đều thỏa mãn Quy chuẩn xả thải hiện hành đối với nước thải sinh hoạt QCVN 14:2008/BTNMT và nước thải công nghiệp QCVN 40:2011/BTNMT (Cột A). Điều này cho thấy tính hiệu quả của công nghệ màng lọc sinh học trong việc ứng dụng xử lý nước thải. Mức độ loại bỏ hàm lượng TSS dao động từ 86,4% (giai đoạn 1) tăng nhẹ lên 88,2; 90,2% (giai đoạn 2,3) và đạt cao nhất ở giai đoạn 4 (tương ứng 93,2%). Đối với các chất dinh dưỡng (N, P), tuy hiệu quả xử lý thấp hơn so với mức độ loại bỏ chất rắn và chất hữu cơ nhưng vẫn duy trì ở mức độ ổn định và đạt mức tối thiểu 59%. Mối liên hệ giữa thời gian lưu HRT với hàm lượng các thông số chất lượng nước đầu ra được thể hiện ở Bảng 2. Nồng độ chất ô nhiễm BOD₅, COD, TSS, TN, TP có xu hướng gia tăng ở các pha vận hành theo thời gian. Trong trường hợp BOD₅, mức độ hiệu quả xử lý gia tăng thể hiện từ 93,2% (pha 1) lên lần lượt 94,4; 95,3% (pha 2, 3) và cao nhất ở pha 4 (tương ứng 95,6%). Kết quả nghiên cứu cho thấy sự tương đồng mức độ xử lý chất ô nhiễm với tải trọng hữu cơ. Trong quá trình vận hành, do thời gian lưu ngắn nên giảm được nguy cơ tắc nghẽn màng lọc và góp phần tăng hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm (Chae et al., 2006) [13]. Ngoài ra, quá trình phân tích phương sai ANOVA cho thấy mức độ ảnh hưởng khác nhau của các thời gian lưu HRT lên hiệu quả loại bỏ các chất ô nhiễm có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Trong đó, ảnh hưởng khác nhau của thời gian lưu HRT lên hiệu quả loại

bỏ các hợp chất hữu cơ lần lượt với các đại lượng $df=3$; $F=9,018$; $p < 0,001$ (trường hợp BOD₅) và $df=3$; $F=4,179$; $p=0,012 < 0,001$ (trường hợp COD). Qua đó, củng cố giả thuyết về sự ảnh hưởng khác nhau của HRT lên khả năng xử lý các chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thải sinh hoạt bằng công nghệ màng lọc sinh học MBR. Đối với hiệu quả xử lý TSS khá ổn định với các điều kiện vận hành và đều đạt mức $> 80\%$. Sự khác nhau cũng được thể hiện bởi các đại lượng kiểm định lần lượt: $df=3$; $F=21,182$ và $Sig. < 0,001$. Tương tự với trường hợp của TN và TP, chỉ số kiểm định lần lượt như sau: TN ($df=3$; $F=10,373$; $Sig. < 0,001$) và TP ($df=3$; $F=13,350$; $Sig. < 0,001$). Như vậy, phép kiểm định ANOVA khẳng định mức độ ảnh hưởng của HRT lên kết quả nồng độ các chất ô nhiễm sau xử lý có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.2. Ảnh hưởng của MLSS lên hiệu quả xử lý chất ô nhiễm

Theo Metcalf & Eddy, 2002 [14], bể phản ứng MBR duy trì nồng độ bùn ở mức cao và hiệu quả sau xử lý cao hơn các bể phản ứng bùn hoạt tính truyền thống. Bùn sinh học sẽ được giữ lại trong bể phản ứng, mật độ vi sinh cao nên nâng cao hiệu suất xử lý chất ô nhiễm [15]. Bảng 4 trình bày biến động hàm lượng chất ô nhiễm theo các ngưỡng tác động của MLSS. Hiệu suất xử lý BOD₅, COD, TSS, TN, TP lần lượt tương ứng 94,6; 92,6; 89,4; 64,6 và 79,2%. Ở các ngưỡng giá trị MLSS khác nhau, hiệu quả loại bỏ chất ô nhiễm cũng khá tương đồng.

Bảng 4. Hiệu quả xử lý trong môi liên hệ với nồng độ MLSS

Thông số		MLSS							
		MLSS ₁		MLSS ₂		MLSS ₃		Tổng	
		Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
BOD ₅	mg/l	15,1	5,1	18,4	5,3	14,3	6,1	16,6	5,4
	H,%	95,0	1,7	94,1	1,7	95,4	1,8	94,6	1,7
COD	mg/l	42,8	5,6	46,2	5,9	51,0	8,7	45,1	6,3
	H,%	92,8	1,2	92,4	1,2	92,3	1,2	92,6	1,2
TSS	mg/l	28,1	8,4	32,6	8,6	24,0	5,6	30,0	8,7
	H,%	89,7	3,9	89,2	3,3	89,5	4,7	89,4	3,6
TN	mg/l	10,3	2,6	10,8	2,5	9,1	4,1	10,5	2,6
	H,%	65,8	8,0	62,8	7,8	69,5	11,0	64,6	8,1
TP	mg/l	3,1	0,5	3,1	0,7	2,7	1,2	3,1	0,6
	H,%	79,2	4,9	79,0	5,5	80,3	6,1	79,2	5,2

Hiệu suất xử lý BOD₅ và COD cao và được thể hiện bởi hiệu suất thấp nhất cũng lần lượt đạt 90,5 và 89,6%. Trong khi, mức độ loại bỏ chất ô nhiễm cao nhất đạt 97,1 và 94,9% lần lượt đối với BOD₅ và COD. Kết quả loại các chất rắn lơ lửng TSS và dinh dưỡng N, P thấp nhất và cao nhất tương ứng 80,8; 52,5; 64,6% và 94,2; 81,3; 85,1%. Quá trình loại nitơ khá cao do nguyên nhân thời gian lưu bùn SRT dài (25 ngày) nên vi khuẩn nitrat hóa được giữ lại trong bể phản ứng MBR và qua đó thúc đẩy việc xử lý nitơ [16]. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ bùn MLSS không có tác động tiêu cực nào đến hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm trong bể phản ứng. Thông thường, nồng độ bùn cao trong bể phản ứng thường ảnh hưởng đến chất lượng nước đầu ra trong hệ thống bùn hoạt tính truyền thống. Tuy nhiên, đối với bể MBR có ưu điểm có thể khắc phục và hạn chế tình trạng này nhờ màng lọc với kích thước siêu nhỏ, có chức năng lọc các hạt chất bẩn trong hệ thống.

Nghiên cứu tiến hành xem xét đánh giá ảnh hưởng của nồng độ MLSS tác động lên hiệu quả xử lý các chất rắn, chất hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải với các ngưỡng giá trị khác nhau: MLSS₁<10 g/l; MLSS₂=10-14 g/l và MLSS₃>14 g/l. Những ảnh hưởng của hàm lượng MLSS được thể hiện ở Bảng 3. Phần lớn các thông số ô nhiễm sau xử lý thấp, ổn định và

thuộc trong ngưỡng giới hạn xả thải cho phép của Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt và công nghiệp. Bởi lẽ, với thời gian lưu bùn dài, bể phản ứng MBR duy trì nồng độ sinh khối ở mức cao và dẫn đến tăng hiệu quả xử lý chất các chất ô nhiễm (Katayon et al., 2004) [17]. Hàm lượng BOD₅ và COD đầu ra duy trì ở mức khá thấp, điều này cho thấy khả năng xử lý hiệu quả chất hữu cơ của bể phản ứng màng lọc sinh học MBR. Kết quả phân tích ANOVA cho thấy không có sự khác nhau giữa các nhóm nồng độ MLSS lên quá trình xử lý (p>0,05). Điều này có thể lý giải khoảng biến thiên MLSS trong bể phản ứng rộng hơn so với quá trình bùn hoạt tính truyền thống.

3.3. Ảnh hưởng của DO lên hiệu quả xử lý chất ô nhiễm

Trong quá trình vận hành bể phản ứng MBR, nồng độ oxy hòa tan có vai trò quan trọng cung cấp dưỡng khí để vi sinh vật oxy hóa cơ chất. Nồng độ các thông số chất ô nhiễm đầu ra và hiệu suất xử lý được trình bày ở Bảng 5. Đồng thời, để đánh giá sự ảnh hưởng và khác biệt liên quan đến chất lượng sau xử lý, nghiên cứu tiến hành kiểm định thống kê bằng phép phân tích ANOVA với các khoảng giá trị DO₁₋₃: DO₁ <4,0 mg/l; DO₂ = 4,0-5,0 mg/l và DO₃ >5,0 mg/l.

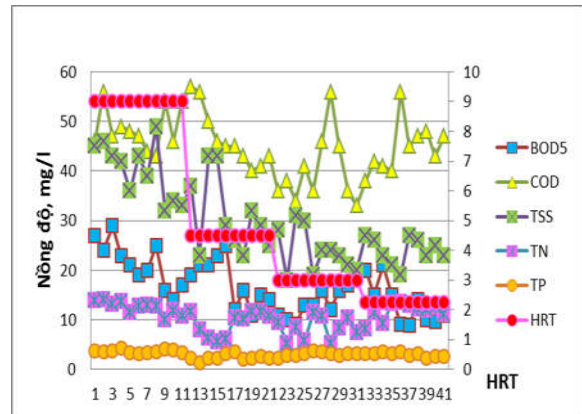
Bảng 5. Hiệu quả xử lý chất ô nhiễm trong mối liên hệ với nồng độ DO

Thông số		DO							
		DO ₁		DO ₂		DO ₃		Tổng	
		Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Trung bình	Độ lệch chuẩn
BOD ₅	mg/l	14,3	4,3	13,0	3,2	20,7	4,6	16,6	5,4
	H,%	95,3	1,4	95,7	1,1	93,4	1,6	94,6	1,7
COD	mg/l	42,6	4,7	42,1	6,8	48,7	4,7	45,1	6,3
	H,%	93,1	1,1	93,0	1,1	92,0	1,1	92,6	1,2
TSS	mg/l	23,5	2,4	25,1	4,5	37,0	8,0	30,0	8,7
	H,%	93,0	0,7	89,9	3,3	87,4	3,2	89,4	3,6
TN	mg/l	10,9	2,3	9,7	2,6	10,9	2,7	10,5	2,6
	H,%	66,0	7,3	65,5	8,7	63,2	8,2	64,6	8,1
TP	mg/l	3,0	0,3	3,0	0,5	3,2	0,8	3,1	0,6
	H,%	79,9	2,8	80,4	4,2	77,9	6,5	79,2	5,2

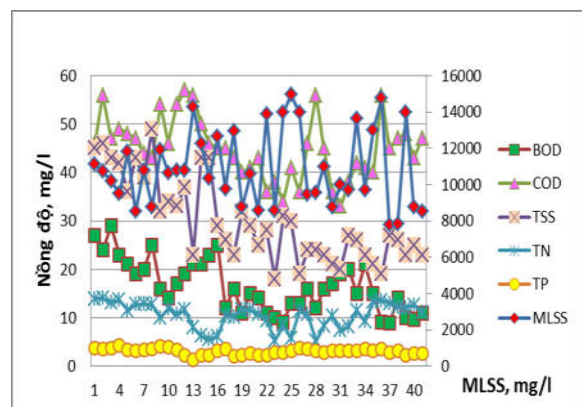
Trung bình hiệu quả xử lý BOD₅ lần lượt có giá trị 95,3% (SD=1,4); 95,7% (SD=1,1) và 93,4% (SD=1,6) ứng với các khoảng trị số DO₁₋₃. Mức độ loại bỏ hàm lượng COD trung bình ổn định và được dao động từ 92,0% đến 93,1%. Giá trị COD sau xử lý trong các khoảng giá trị DO tương ứng 42,6 (SD=4,7); 42,1 (SD=6,8) và 48,7 (SD=4,7) mg/l. Mức độ xử lý khác nhau giữa các khoảng giá trị DO được khẳng định bởi quá trình kiểm định ANOVA với các đại lượng thống kê $df=2$; $F=16,200$; $Sig.<0,001$ (BOD₅) và $df=2$; $F=6,682$; $Sig.=0,003$ (COD). Tương tự, sự khác nhau về hàm lượng TSS trong quá trình vận hành bể phản ứng MBR cũng được thể hiện rõ trong các khoảng DO ($df=2$; $F=21,315$; $Sig.<0,001$). Tuy nhiên, sự chênh lệch hàm lượng các chất dinh dưỡng N và P không có sự khác biệt mang ý nghĩa thống kê ($p>0,05$).

3.4. Phân tích tương quan giữa các thông số ô nhiễm và yếu tố ảnh hưởng

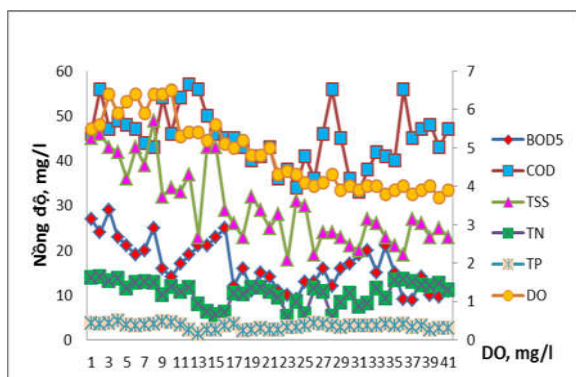
Hình 2-4 thể hiện mối liên hệ tương quan giữa các thông số ô nhiễm sau xử lý với các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình vận hành hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ màng lọc sinh học MBR. Phần chi tiết hệ số tương quan được thống kê và tổng hợp ở Bảng 6.



Hình 2. Mối liên hệ giữa nồng độ chất ô nhiễm sau xử lý với HRT.



Hình 3. Mối liên giữa nồng độ chất ô nhiễm với hàm lượng MLSS.



Hình 4. Mối liên giữa nồng độ chất ô nhiễm với hàm lượng DO.

Hình 2 biểu diễn mối liên hệ tương quan giữa nồng độ các chất ô nhiễm sau xử lý theo các pha vận hành với HRT khác nhau. Thời gian lưu thủy lực HRT có mối tác động thuận với chất lượng các thông số đầu ra như BOD₅, COD, TSS, TN và TP. Nhìn chung, hệ số tương quan thể hiện mối liên hệ khá tốt giữa thông số chất lượng nước sau xử lý với thời gian lưu HRT và đều có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Trong đó, mối liên hệ giữa HRT với TSS thể hiện rõ nhất với hệ số tương quan chặt, với $r = 0,8$ ($p < 0,01$). Các mối tương tác còn lại lần lượt thể hiện với hệ số tương quan khá chặt, tương ứng lần lượt bằng 0,4 (COD-HRT, TN-HRT); 0,5 (TP-HRT) và 0,6 (BOD₅-HRT).

Khác với những ảnh hưởng của HRT, ảnh hưởng của MLSS lên chất lượng nước đầu ra không có ý nghĩa thống kê, $p > 0,05$. Hệ số tương giữa chúng cũng khá thấp và dao động từ

-0,2 đến 0,2 (Bảng 6). Có thể thấy, mối liên hệ hay tác động của hàm lượng MLSS lên nồng độ BOD₅, COD, TSS, TN, TP là không được thể hiện rõ ràng với các khoảng giá trị MLSS được khảo sát. Trong khi, mức độ tương quan cùng chiều của hàm lượng DO với các thông số chất lượng nước được thể hiện khá tốt, cụ thể như trường hợp của BOD₅ ($r = 0,6$; $p < 0,01$); COD ($r = 0,4$; $p < 0,001$ và TSS ($r = 0,8$; $p < 0,01$). Đối với hệ số tương quan Pearson giữa hàm lượng DO với nồng độ TN và TP khá nhỏ ($r = 0,2$; $p > 0,05$). Từ đó, cho thấy mức độ ảnh hưởng qua lại giữa chúng không thực sự chặt chẽ.

4. Kết luận

Bê phản ứng MBR kết hợp quá trình bùn hoạt tính với màng để tách bùn ra khỏi dòng sau xử lý được vận hành trong thời gian 4 tháng với thời gian lưu bùn SRT = 25 ngày. Ảnh hưởng của HRT, MLSS được khám phá và cho thấy kết quả chất lượng nước đầu ra đảm bảo sự đáp ứng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 40:2011/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp.

Hiệu suất loại bỏ các chất hữu cơ BOD₅ và COD cao và ổn định trên ngưỡng 90%. Hàm lượng chất rắn lơ lửng, nitơ, photpho đầu ra khá thấp. Xem xét dưới góc độ tính hiệu quả, công nghệ màng lọc sinh học MBR thích hợp cho việc xử lý các chất ô nhiễm và có tiềm năng lớn cho mục đích tái sử dụng các nguồn nước thải sinh hoạt./.

Bảng 6. Hệ số tương quan giữa các thông số chất ô nhiễm với các yếu tố vận hành.

		BOD ₅	COD	TSS	TN	TP
HRT	Hệ số Pearson	0,6(**)	0,4(*)	0,8(**)	0,4(*)	0,5(**)
	Sig.(2-tailed)	0,000	0,016	0,000	0,017	0,003
	N	41	41	41	41	41
MLSS	Hệ số Pearson	-0,1	0,04	-0,2	-0,2	-0,2
	Sig.(2-tailed)	0,627	0,802	0,356	0,345	0,320
	N	41	41	41	41	41
DO	Hệ số Pearson	0,6(**)	0,4(**)	0,8(**)	0,2	0,2
	Sig.(2-tailed)	0,000	0,008	0,000	0,184	0,125
	N	41	41	41	41	41

Chú thích: ** $\alpha = 0,01$; * $\alpha = 0,05$.

Tài liệu tham khảo

- [1] Baker R.W., (2004). Membrane Technology and Application, 2nd Ed. John Wiley & Sons Ltd, USA.
- [2] Trần Đức Hạ, Trần Thị Việt Nga, Trần Hoài Sơn (2012). Ứng dụng công nghệ AO-MBR để xử lý nước thải sinh hoạt Hà Nội. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Viện KH&CN Việt Nam, 50(2B): 40-47.
- [3] Porntip, C.S., Jansongkod, K., Anthony, P., & Christelle, W. (2006). Benefits of MBR in seafood wastewater treatment and water reuse: study case in Southern part of Thailand. Desalination., 200: 712-714.
- [4] Saima Fazal, Beiping Zhang, Zhengxing Zhong, Lan Gao, Xiejuan Lu (2015). Membrane Separation Technology on Pharmaceutical Wastewater by Using MBR (Membrane Bioreactor). Journal of Environmental Protection, 6: 299-307.
- [5] Van der Roest, H.F., Lawrence, D.P., Van Bentem, A.G.N., (2002). Membrane bioreactors for municipal wastewater treatment. IWA Publishing, Cornwall, UK.
- [6] Rosenburger, S., Kruger, U., Witzig, W., Manz, W., Szewzyk, U., Kraume, M. (2002). Performance of a Bioreactor with Submerged membranes for Anaerobic Treatment of Municipal Waste Water. Water Research., 36(2): 413-420.
- [7] Xing C.H., Tardieu E., Qian Y., Wen W.H., (2000). Ultrafiltration membrane bioreactor for urban wastewater reclamation. J. Membr. Sci., 177: 73-82.
- [8] Zhang J., H.C.Chua, J.Zhou, Fane A.G., (2006). Factors affecting the membrane performance in submerged membrane bioreactors. J. Membr. Sci., 284: 54-66.
- [9] Bai R. and Leow H.F., (2002). Microfiltration of activated sludge wastewater: the effect of system operation parameters. Sep. Purif. Technol., 29: 189-198.
- [10] Ren N., Z. Chen, A. Wang, D. Hu (2005). Removal of organic pollutants and analysis of MLSS-COD removal relationship at different HRTs in a submerged membrane bioreactor. Int. Biodeterior. Biodegrad., 55: 279-284.
- [11] APHA, AWWA, WEF (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Ed. American Public Health Association, Washington DC.
- [12] Ueda, T., Hata, K., and Kikuoka, Y., (1996). Treatment of domestic sewage from rural settlements by a membrane bioreactor. Water Sci. Technol., 34:189-196.
- [13] Chae S.-R., Ahn Y.-T., Kang S.-T., Shin H.-S., (2006). Mitigated membrane fouling in a vertical submerged membrane bioreactor (VSMBR). J. Membr. Sci. 280: 572-581.
- [14] Metcalf & Eddy (2002). Wastewater Engineering, Treatment, Reuse, 4th Edition. MC Graw-Hill, New York.
- [15] Water Environment Federation (2006). Membrane systems for wastewater treatment. Press McGraw-Hill, New York.
- [16] Muller E.B., A.H. Stouthamer, Van Verseveld H. W., (1995). A novel method to determine maximal nitrification rates by sewage sludge at a non-inhibitory nitrite concentration applied to determine maximal rates as a function of the nitrogen load. Water Research 29(4), 1191-1197
- [17] Katayon S., M.J. Megat Mohd Nool, J. Ahmad, L.A. Abdul Ghani, H. Nagaoka, H. Aya, (2004). Effects of mixed liquor suspended solid concentrations on membrane bioreactor efficiency for treatment of food industry wastewater. Journal of Desalination, 167: 153-158.

Effects of MBR Operational Parameters on Pollutants Removal Efficiency from Domestic Wastewater

Nguyen Minh Ky¹, Nguyen Hoang Lam²

¹*Nong Lam University of Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc Dist., Ho Chi Minh City, Vietnam*

²*Danang University of Technology, 54 Nguyen Luong Bang, Danang City, Vietnam*

Abstract: This paper presents the results of effects of MBR operational parameters HRT, MLSS, DO on polluted matters removal efficiency from domestic wastewater. Reactors are designed with

working volume of 36 liters (L.W.H = 24*20*75cm) and submerged membrane modules with a pore size 0.4 μ m. Laboratory pilot model is operated for 4 months with the organic loading rates OLRs from 1.7 to 6.8 kgCOD/m³.d. Hydraulic retention time HRT is an important parameter in the operating process of MBR system. At the different MLSS values, pollutant removal efficiency are equal in studying results. Dissolved oxygen is an important parameter and supply oxygen during the substrate oxidation process in microbial cells. In addition, the study also showed the strong correlation relationship between effluent polluted parameters and MBR operational parameters. A most of correlation coefficient show the strong relation and the statistically significant ($p < 0.05$).

Keywords: Effect, MLSS, HRT, MBR, wastewater, efficiency.