

XỬ LÝ NƯỚC THẢI TẬP TRUNG KHU CÔNG NGHIỆP BẰNG BỂ BÙN HOẠT TÍNH GIÁN ĐOẠN KẾT HỢP GIÁ THỂ DI ĐỘNG (MB – SBR)

Văn Nữ Thái Thiên¹, Đặng Viết Hùng², Trần Khương Duy³

¹*Phân hiệu Trường Đại học Lâm nghiệp*

^{2,3}*Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP HCM*

TÓM TẮT

Công nghệ MB – SBR (Moving Bed - Sequencing Batch Reactor) được đánh giá cao trong xử lý nước thải và giá thể Anox Kaldnes K1 là một trong những loại giá thể di động tốt nhất. Trong nghiên cứu này, hai mô hình làm bằng mica với cùng thể tích làm việc là 7,50 lít đã được sử dụng. Một mô hình chứa giá thể Anox Kaldnes K1 và được xem là mô hình MB – SBR kiểm chứng. Một mô hình không chứa giá thể và được xem là mô hình SBR đối chứng. Hai mô hình được vận hành ở lưu lượng 4 lít/chu kỳ với nước thải tập trung khu công nghiệp ở các tải trọng hữu cơ 0,64; 0,96; 1,28 kgCOD/m³/ngày tương ứng với các thời gian chu kỳ là 12, 8, 6 giờ. Kết quả thu được cho thấy cùng một tải trọng, hiệu quả xử lý COD, NH₄⁺-N, TN, TP của mô hình MB – SBR là cao hơn khi so với mô hình SBR truyền thống. Ở các tải trọng hữu cơ 0,64 và 0,96 kgCOD/m³/ngày, nước thải sau khi xử lý của mô hình MB - SBR có các giá trị COD, NH₄⁺-N, TN, TP nằm trong giới hạn cột A của QCVN 40:2011/BTNMT. Ở tải trọng hữu cơ 0,64 kgCOD/m³/ngày, hiệu quả xử lý tương ứng là 91, 89, 91, 64%. Ở tải trọng hữu cơ 0,96 kgCOD/m³/ngày, hiệu quả xử lý tương ứng là 88, 88, 82, 61%. Ở tải trọng hữu cơ 1,28 kgCOD/m³/ngày, giá trị đầu ra COD, NH₄⁺-N, TN, TP của mô hình MB - SBR vẫn nằm trong giới hạn cột B của QCVN 40:2011/BTNMT. Chuyển đổi từ các bể SBR truyền thống (sinh trưởng lơ lửng) sang các bể MB - SBR (sinh trưởng dính bám) sẽ giúp tăng cường cả tải trọng và hiệu quả xử lý.

Từ khóa: MB - SBR, nước thải tập trung khu công nghiệp.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu công nghiệp có mặt tại Việt Nam được hơn 20 năm và đã có những thành tựu cũng như đóng góp to lớn cho sự phát triển kinh tế đất nước trong suốt từ thời gian đó đến nay. Tính đến cuối năm 2009, cả nước đã có 249 khu công nghiệp. Trong đó, 170 khu công nghiệp đã bắt đầu đi vào hoạt động trong khi số khác vẫn đang trải qua nhiều công đoạn thi công. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển của khu công nghiệp là sự phát sinh các vấn đề về ô nhiễm môi trường ở những khu vực xung quanh các khu công nghiệp đó (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010). Theo ông Đặng Văn Lợi, Cục trưởng Tổng Cục Môi trường (VEA), Bộ Tài nguyên và Môi trường (MONRE), tại hội nghị “Quản lý Môi trường tại các Khu Công nghiệp/Khu Chế xuất” vào ngày 15/11/2013, chỉ có 72% các khu công nghiệp đang hoạt động có trạm xử lý nước thải tập trung nhưng nhiều trạm trong số đó trên thực tế hoạt động rất kém. Có thể nêu ra nhiều nguyên nhân cho tình trạng trên như thiếu hụt nguồn vốn, thiếu đất xây dựng, công tác quản lý còn yếu kém hay lựa chọn công nghệ xử lý không phù hợp với đặc điểm của nước thải.

Nước thải tập trung của các khu công nghiệp có sự biến động rất lớn về lưu lượng

cũng như nồng độ nên để xử lý nước thải này, công nghệ thường được áp dụng là sự kết hợp của các phương pháp cơ học, phương pháp hóa học hay hóa lý và phương pháp sinh học có độ linh hoạt và ổn định cao. Bể bùn hoạt tính gián đoạn SBR (Sequencing Batch Reactor) gồm 5 pha có thể điều chỉnh tùy theo nước thải đầu vào thường được lựa chọn ở trạm xử lý tập trung khu công nghiệp. Tuy nhiên, bể SBR truyền thống vẫn hoạt động theo quá trình vi sinh vật sinh trưởng lơ lửng và do đó vẫn còn nhiều hạn chế ở hiệu quả xử lý, kiểm soát vận hành, khả năng chịu sốc, mức độ ổn định... Bể phản ứng màng sinh học bám trên giá thể di động MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) sử dụng giá thể có trọng lượng nhẹ hơn nước và có diện tích bề mặt lớn thuận lợi cho vi sinh vật sinh trưởng bám dính với sự kết hợp các quá trình bùn hoạt tính và màng lọc sinh học ở trạng thái tầng sôi là một công nghệ mới được nghiên cứu và phát triển tại Thụy Điển vào cuối những năm 1980 đã được ứng dụng vào nhiều công trình xử lý hữu cơ, xử lý photpho, nitrat hóa và khử nitrat hóa trong xử lý nước thải đô thị và công nghiệp (Hallvard Odegaard, 2006).

Sự kết hợp giữa 2 công nghệ MBBR và SBR trong một quá trình MR – SBR sẽ tạo ra

được một quá trình có nhiều ưu điểm của cả hai như độ linh hoạt và ổn định cao cùng với tiềm năng nâng cao được cả tải trọng và hiệu quả xử lý đáp ứng các yêu cầu ngày càng cao trên các khía cạnh kỹ thuật, kinh tế và môi trường tại các khu công nghiệp trong việc bảo vệ môi trường. Hiện nay các loại giá thể có trên thị trường rất đa dạng về chất liệu, kiểu dáng, kích thước và diện tích bề mặt nhưng giá thể Anox Kaldnes K1 truyền thống vẫn đang được sử dụng rộng rãi. Đặng Viết Hùng và cộng sự, 2013, đã nghiên cứu so sánh khả năng xử lý của mô hình MB – SBR so với mô hình MBR truyền thống trong xử lý nước thải tập trung khu công nghiệp. Mutag Biochip™ đã được sử dụng trong nghiên cứu này. Kết quả cho thấy trong cùng cấp tải trọng, mô hình MR – SBR luôn cho hiệu quả xử lý cao hơn mô hình SBR truyền thống ở các chỉ tiêu ô nhiễm như COD, NH₄⁺-N, TN, TP. Ở các tải trọng 0,64 và 0,96 kgCOD/m³/ngày, giá trị xử lý COD, NH₄⁺-N, TN, TP đều nằm trong giới hạn cột A của QCVN 40:2008/BTNMT (Vietnam National Technical Regulation on Industrial Wasterwater) với hiệu suất xử lý tương ứng là 91 và 88%; 91 và 89%; 91 và 81%; 62 và 61% (Đặng Viết Hùng, Cao Thu Thủy, 2013). Kwannate Sombatsompop và cộng sự (2011) cũng đã nghiên cứu so sánh khả năng xử lý nước thải chăn nuôi heo của hai mô hình MR – SBR và SBR truyền thống. Xốp Polyvinylchloride (PVC) được sử dụng trong nghiên cứu này. Hiệu quả xử lý COD của cả hai mô hình ở tải trọng 1,18 và 2,36 kgCOD/m³/ngày đều trên 80%. Mô hình MB – SBR cho hiệu quả khử TKN từ 86 - 93%, trong

khi mô hình SBR truyền thống thể hiện khả năng xử lý đạt 75 - 87% ở tất cả các cấp tải trọng. Khi tải trọng được tăng lên, mô hình MB – SBR mang lại khả năng xử lý đạt hiệu quả cao hơn mô hình công nghệ SBR truyền thống. Dòng nước thải đầu ra của mô hình MB – SBR đạt Tiêu chuẩn Kỹ thuật Quốc Gia của Thái Lan (Thailand National Technical Regulation) dành cho nước thải chăn nuôi heo ở tất cả các cấp tải trọng (Kwannate Sombatsompop, Anusak Songpim, Sillapa Reabroi và Prapatpong Inkong-ngam, 2011). Một số nghiên cứu khác từ Suntud Sirianuntapiboon và cộng sự (2005); Jun-Wei Lim và cộng sự (2012), cũng đã cho thấy tiềm năng xử lý của công nghệ MB – SBR là cao hơn so với công nghệ SBR truyền thống.

Trong bài báo này, công nghệ MB – SBR kết hợp với giá thể Anox Kaldnes K1 được nghiên cứu để đánh giá hiệu quả xử lý hữu cơ (COD) và dinh dưỡng (N, P) có trong nước thải tập trung khu công nghiệp ở các cấp tải trọng như 0,64; 0,96; 1,28 kgCOD/m³/ngày tương ứng với chu kỳ hoạt động 12 giờ (2 chu kỳ/ngày), 8 giờ (3 chu kỳ/ngày), 6 giờ (4 chu kỳ/ngày) trên cơ sở so sánh với công nghệ SBR truyền thống.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nước thải đầu vào

Nước thải đầu vào dùng trong nghiên cứu này được lấy từ trong bể điều hòa của Trạm xử lý nước thải tập trung tại khu công nghiệp Tân Bình. Thành phần chính và tính chất của nước thải sau khi để lắng sơ bộ được trình bày như bảng 1.

Bảng 1. Chỉ tiêu ô nhiễm của nước thải tập trung khu công nghiệp

STT	Thông số nước thải	Đơn vị	Giá trị trung bình
1	pH	-	6.8 – 8.2
2	COD	mg/l	594 ± 56
3	SS	mg/l	127 ± 25
4	NH ₄ ⁺ -N	mg/l	23 ± 11
5	TN	mg/l	57 ± 18
6	TP	mg/l	9 ± 4
7	Độ màu	Pt-Co	289 ± 61

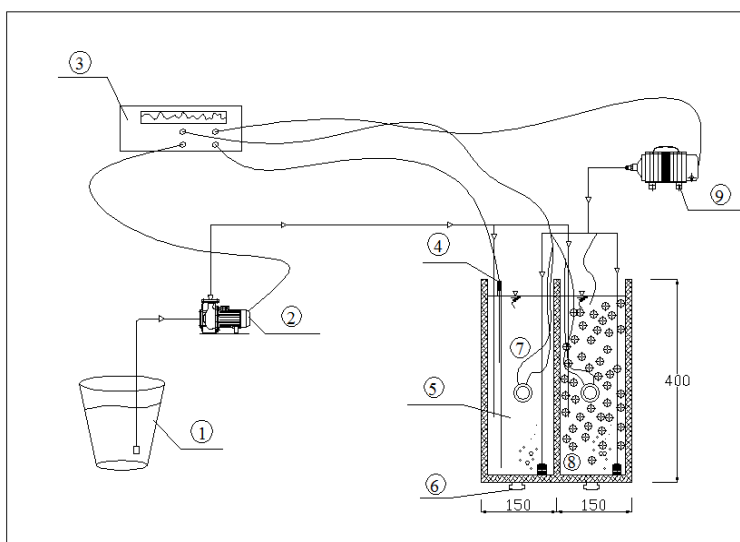
2.2. Bùn cây ban đầu

Bùn cây ban đầu trong các bể MB – SBR và SBR truyền thống cũng được lấy tại bể xử lý sinh học của Trạm xử lý nước thải tập trung của khu công nghiệp Tân Bình. Bùn cây này có màu nâu sáng, khả năng lắng tốt với SVI < 100 và có tỷ lệ MLVSS/MLSS vào khoảng 0,7.

2.3. Giá thể di động

Giá thể Anox Kaldnes K1 sử dụng trong nghiên cứu này được làm từ nhựa Polyethylene (PE) có đường kính 10 mm dài 7 mm với diện tích bề mặt là $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ và trọng lượng riêng $980 \text{ kg}/\text{m}^3$, là sản phẩm của Công ty Giải pháp và Công nghệ Môi trường Veolia, Thụy Điển, được dùng trong bể MBBR.

2.4. Mô hình nghiên cứu



Hình 1. Mô hình thí nghiệm

Mô hình nghiên cứu chính là 2 bể phản ứng làm bằng nhựa acrylic (mica) có cùng cấu tạo và kích thước. Một bể cho giá thể Anox Kaldnes K1 vào và được xem là mô hình MB – SBR kiểm chứng. Một bể không cho giá thể vào và được xem là mô hình SBR đối chứng. Mỗi bể có chiều dài x chiều rộng x chiều cao là 150 mm x 150 mm x 400 mm tương ứng với thể tích là 9,0 lít, trong đó thể tích làm việc là 7,5 lít. Lượng giá thể cho vào bể MB – SBR là vào khoảng 3,0 lít tương đương với 40% thể tích bể. Mô hình MR – SBR và SBR truyền thống được vận hành tự động hoàn toàn nhờ các thiết bị hẹn giờ, van điện điều khiển và bộ phận cảm biến. Một chu kỳ hoạt động sẽ bao gồm 5 pha: nạp nước, sục khí, lắng nước, xả nước và xả bùn. Sơ đồ nghiên cứu được bố trí như hình 1 dưới đây. Mỗi mô hình có kích thước chế tạo như hình vẽ bao gồm: 1/ Bể chứa nước thải: 100 lít (Nhựa PE, Việt Nam); 2/ Bơm định lượng: 7 lít/giờ (IWAKI, GM-LJB-P817381B, Nhật Bản); 3/ Tủ điện điều khiển

(Việt Nam); 4/ Phao báo mực nước (Dạng que, Việt Nam); 5/ Van xả nước (Ø21, Trung Quốc); 6/ Van xả bùn (PVC, Ø21, Việt Nam); 7/ Bể SBR: 9,0 lít (Mica, Việt Nam); 8/ Bể MB - SBR: 9,0 lít (Mica, Việt Nam); 9/ Máy thổi khí: 38 lít/phút (RESUN, Ap 001, Trung Quốc).

2.5. Trình tự thí nghiệm

Cho bùn cây ban đầu vào cả hai bể đến 60% thể tích với nồng độ MLSS vào khoảng 2500 mg/l. Hệ thống được khởi động bằng cách nạp nước thải đầu vào cho đầy 2 bể rồi sục khí cho đến khi hiệu quả xử lý COD đạt trên 80%. Sau khi lắng, xả sẽ nạp nước và sục khí tiếp. Quá trình này lặp lại nhiều lần cho đến khi vi sinh phủ đầy trên giá thể ở bể MB – SBR. Cho cả 2 bể hoạt động với các chu kỳ có thời gian giảm dần từ 24 đến 16 giờ và giai đoạn thích nghi kết thúc khi nồng độ sinh khối ở dạng dính bám trong bể MB – SBR và ở dạng lơ lửng trong bể SBR truyền thống trong khoảng 1000 – 2000 mg/l. Khi kết thúc giai đoạn thích nghi,

tiếp tục vận hành theo hướng giảm thời gian chu kỳ hay tăng tải trọng hữu cơ như trình bày trong Bảng 2. Các thông số vận hành và chỉ tiêu nước thải được theo dõi. Nước thải đầu vào trong nghiên cứu này có nồng độ COD trung bình là 600 mg/l được đưa vào với lưu lượng tăng dần là 8, 12, 16 lít/ngày tương ứng với thời gian của các chu kỳ được giảm dần là 12 giờ (2 chu kỳ/ngày), 8 giờ (3 chu kỳ/ngày),

6 giờ (4 chu kỳ/ngày); thời gian lưu giảm dần là 22,5, 15 và 11,25 giờ; tải trọng hữu cơ ở các bể được tăng dần là 0,64; 0,96; 1,28 kgCOD/m³/ngày. Giá trị pH của nước thải trong khoảng thích hợp từ 6,5 đến 8,5. Do trong cả 2 bể luôn được kiểm soát từ 2 đến 4 mg/l. Lượng bùn sinh ra được thải bỏ nhằm duy trì thời gian lưu bùn trong cả 2 bể là khoảng 15 ngày.

Bảng 2. Thời gian các pha trong các chu kỳ vận hành

Lưu lượng (lít/ngày)	Tải trọng (kgCOD/m ³ /ngày)	Thời gian lưu nước (giờ)	Chu kỳ (giờ)	Nạp nước (giờ)	Sục khí (giờ)	Lắng tĩnh, Xả nước, Xả bùn (giờ)
8	0,64	22,50	12	1	8	3
12	0,96	15,00	8	1	4	3
16	1,28	11,25	6	1	2	3

2.6. Phương pháp phân tích

Mẫu nước được lấy tại các vị trí là nước thải đầu vào cũng như đầu ra các mô hình MB – SBR kiểm chứng và SBR đối chứng. Các chỉ tiêu ô nhiễm của nước thải như pH, COD, SS, NH₄⁺-N, TN, TP và độ màu được phân tích theo các phương pháp trong Quy chuẩn Việt Nam (QCVN) kết hợp với Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, Eaton DA, and AWWA) tại Phòng Thí nghiệm Công nghệ Môi trường thuộc Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP HCM. Nồng độ sinh khối được đánh giá ở những ngày cuối của từng tải trọng. Đối với mô hình MB – SBR, 20 giá thể được lấy ở nhiều vị trí khác nhau, được loại bỏ hoàn toàn vi sinh vật bám dính và được phân tích tương tự chỉ tiêu VSS. Tất cả các thí nghiệm được lặp lại ba lần và kết quả biện luận bên dưới được lấy theo giá trị trung bình và tính độ lệch chuẩn cho từng nghiệm thức bằng phần mềm Excel.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

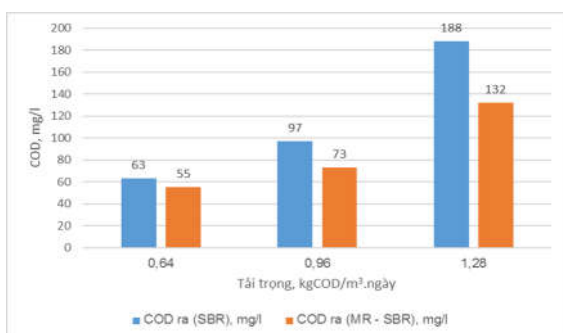
3.1. Đánh giá hiệu quả xử lý COD

Sau khi kết thúc giai đoạn thích nghi, cả 2 bể được nghiên cứu nhằm xác định khả năng xử lý từ tải trọng 0,64 kgCOD/m³/ngày cùng với 0,024 kgNH₄⁺-N/m³/ngày hay 0,06 kgTN/m³/ngày ứng với chu kỳ 12 giờ; tải trọng

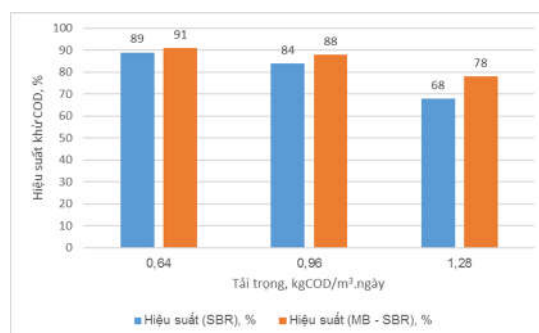
0,96 kgCOD/m³/ngày cùng với 0,036 kgNH₄⁺-N/m³/ngày hay 0,09 kgTN/m³/ngày ứng với chu kỳ 8 giờ; đến tải trọng 1,28 kgCOD/m³/ngày cùng với 0,048 kgNH₄⁺-N/m³/ngày hay 0,12 kgTN/m³/ngày ứng với chu kỳ 6 giờ. Sự thay đổi nồng độ và hiệu quả xử lý COD được thể hiện ở hình 2 và hình 3. Ở tải trọng 0,64 kgCOD/m³/ngày, hiệu quả loại bỏ COD đạt được trung bình là 91% đối với MB – SBR và 89% đối với SBR truyền thống tương ứng với nồng độ COD nước thải đầu ra là 55 và 63 mg/l. Ở tải trọng 0,96 kgCOD/m³/ngày, hiệu quả loại bỏ COD đạt được trung bình đạt 88% đối với MB – SBR và 84% đối với SBR truyền thống tương ứng với nồng độ COD nước thải đầu ra là 73 và 97 mg/l. Ở tải trọng 1,28 kgCOD/m³/ngày, hiệu quả loại bỏ COD đạt được trung bình đạt 78% đối với MB – SBR và 68% đối với SBR truyền thống tương ứng với nồng độ COD nước thải đầu ra là 132 và 188 mg/l. Kết quả thu được cho thấy hiệu quả xử lý giảm dần khi tăng tải trọng hữu cơ hay giảm thời gian chu kỳ. Điều này là phù hợp khi xử lý nước thải tập trung khu công nghiệp là một loại nước thải nhiều thành phần và khó phân hủy hơn nước thải chăn nuôi hay nước thải thủy sản. Tuy nhiên ở tải trọng thấp sự khác biệt giữa MB – SBR và

SBR truyền thống là không nhiều nhưng ở tải trọng cao sự khác biệt này là rõ rệt, khả năng xử lý của MB - SBR là tốt hơn hẳn SBR truyền thống. Điều này hoàn toàn phù hợp với sự vượt

trội của quá trình sinh trưởng dính bám chủ động khi so sánh với quá trình sinh trưởng lơ lửng truyền thống của vi sinh vật trong bể xử lý.



Hình 2. Nồng độ COD sau xử lý theo tải trọng hữu cơ

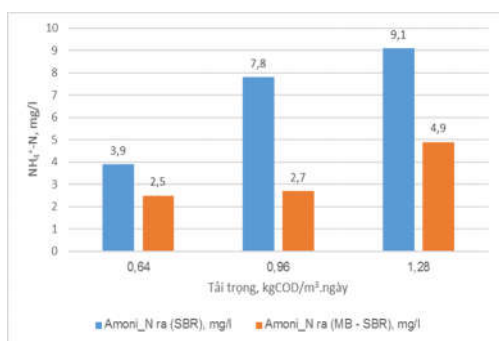


Hình 3. Hiệu suất xử lý COD theo tải trọng hữu cơ

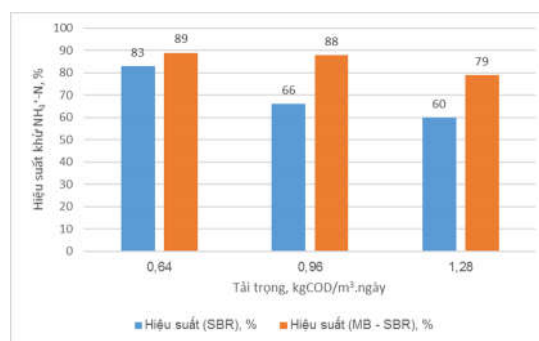
Tham khảo kết quả nghiên cứu trước đây của Kwannate Sombatsompop và cộng sự, 2011 khi xử lý nước thải chăn nuôi heo cũng cho thấy ở tải trọng 0,59 và 1,18 kgCOD/m³/ngày hiệu quả xử lý là tương tự giữa MB - SBR và SBR truyền thống nhưng ở tải trọng 1,77 và 2,36 kgCOD/m³/ngày hiệu quả xử lý của MB - SBR là cao hơn hẳn SBR truyền thống (Kwannate Sombatsompop, Anusak Songpim, Sillapa Reabroi, and Prapatpong Inkong-ngam, 2011). Hơn nữa đối với mô hình MB - SBR thì cả 2 tải trọng 0,64 và 0,96 kgCOD/m³/ngày nồng độ COD nước thải đầu ra nhỏ hơn 75 mg/l nên đạt quy chuẩn cột A theo QCVN 40:2011/BTNMT, còn ở tải trọng 1,28 kgCOD/m³/ngày nồng độ COD nước thải đầu ra nhỏ hơn 150 mg/l nên đạt quy chuẩn cột B theo QCVN 40:2011/BTNMT trong khi đó đối với mô hình SBR truyền thống thì chỉ 2 tải trọng 0,64 và 0,96

kgCOD/m³/ngày nồng độ COD nước thải đầu ra mới đạt quy chuẩn cột B, còn ở tải trọng 1,28 kgCOD/m³/ngày nồng độ COD nước thải đầu ra đã vượt quy chuẩn cột B. Mô hình MB – SBR sử dụng giá thể Anox Kaldnes K1 cho khả năng xử lý COD cao hơn nhờ diện tích bề mặt tiếp xúc lớn tạo khả năng bám dính cho vi sinh vật tốt hơn. Với chế độ sục khí và xáo trộn được sử dụng trong nghiên cứu này, có thể dễ dàng nhận thấy được là giá thể Anox Kaldnes K1 di chuyển lên xuống dễ dàng và có sự tiếp xúc liên tục tốt, do đó lớp vi sinh bám dính lên giá thể có bề dày đều nhau và sự tiếp xúc giữa vi sinh với cơ chất đạt hiệu quả cao. Điều này phụ thuộc rất lớn vào chất liệu, hình dáng, kích thước và diện tích bề mặt của giá thể được sử dụng. Đó là lí do vì sao hiện nay Anox Kaldnes K1 đang là loại giá thể được ưa chuộng nhất.

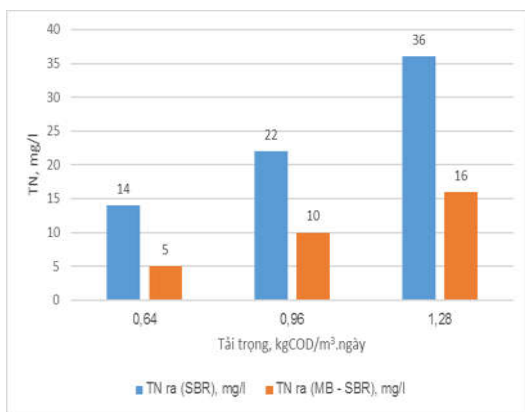
3.2. Đánh giá hiệu quả xử lý Nitơ



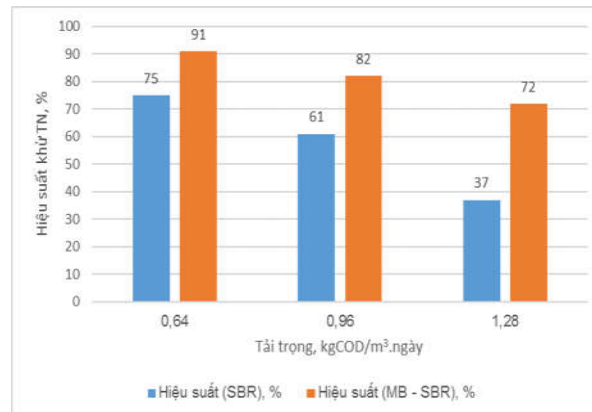
Hình 4. Nồng độ NH₄⁺-N sau xử lý theo tải trọng hữu cơ



Hình 5. Hiệu suất xử lý NH₄⁺-N theo tải trọng hữu cơ



Hình 6. Nồng độ TN sau xử lý theo tải trọng hữu cơ

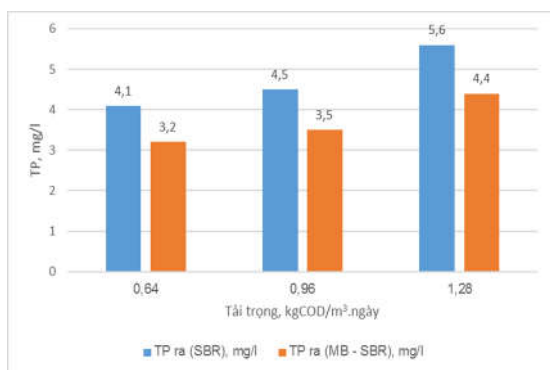


Hình 7. Hiệu suất xử lý theo tải trọng hữu cơ

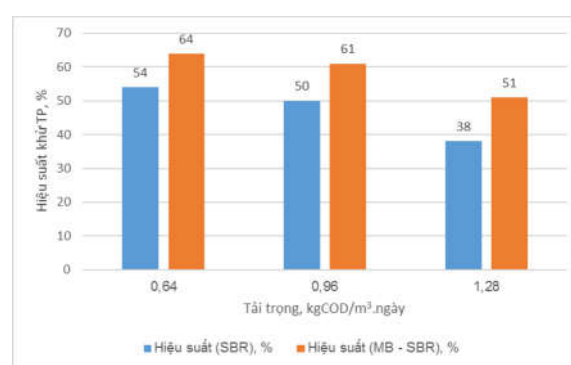
Nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN trong nước thải tập trung khu công nghiệp ở nghiên cứu này là $23 \pm 11 \text{ mg/l}$ và $57 \pm 18 \text{ mg/l}$, trong khi đó theo QCVN 40:2011/BTNMT giới hạn nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN là 5 và 20 mg/l ứng với cột A; 10 và 40 mg/l ứng với cột B. Kết quả thu được từ các hình 4, 5, 6, 7 cho thấy hiệu quả xử lý $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN đạt được trung bình ở các tải trọng 0,64; 0,96; 1,28 kgCOD/m³/ngày ứng với 0,024; 0,036; 0,048 kgNH₄⁺-N/m³/ngày hay 0,06; 0,09; 0,12 kgTN/m³/ngày đối với mô hình MB – SBR là 89 và 91%, 88 và 82%, 79 và 72% và mô hình SBR truyền thống là 83 và 75%; 66 và 61%; 60 và 37%. Như vậy là hiệu quả xử lý $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN cũng giảm dần khi tăng tải trọng hữu cơ hay giảm thời gian chu kỳ. Ở tải trọng cao như 1,28 kgCOD/m³/ngày, hiệu quả xử lý xuống thấp là do thời gian phản ứng trong bể chỉ là 2 giờ trong khi tốc độ sử dụng cơ chất là khá chậm. Đối với $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN, hiệu quả xử lý của bể MB - SBR là cao hơn khi so với bể SBR truyền thống. Điều này có thể lý giải qua lớp

phủ sinh học trên bề mặt giá thể Anox Kaldnes K1 trong bể MB - SBR ngoài việc chuyển hóa NH_4^+ thành NO_3^- trong điều kiện hiếu khí như sinh khối lơ lửng trong bể SBR truyền thống còn giúp tăng cường quá trình khử NO_3^- trong điều kiện thiếu khí. Hơn nữa đối với mô hình MB - SBR thì cả 2 tải trọng 0,64 và 1,28 kgCOD/m³/ngày, nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN nước thải đầu ra nhỏ hơn 5 và 20 mg/l nên trong giới hạn cột A trong khi đó đối với mô hình SBR truyền thống thì ở 2 tải trọng này, nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN nước thải đầu ra nhỏ hơn 10 và 40 mg/l nên trong giới hạn cột B. Kết quả nghiên cứu của Đặng Viết Hùng và cộng sự, 2013, cũng cho thấy ở tải trọng 1,28 kgCOD/m³/ngày, nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN nước thải đầu ra của cả mô hình MB - SBR vẫn trong giới hạn cột B. Vì thế kết quả thu được ở đây khả quan hơn vì nồng độ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ và TN của nước thải đầu vào nhỏ hơn khoảng từ 10 – 20 mg/l so với nước thải đầu vào của những nghiên cứu trước đây.

3.3. Đánh giá hiệu quả xử lý Photpho



Hình 8. Nồng độ TP sau xử lý theo tải trọng hữu cơ



Hình 9. Hiệu suất xử lý TP theo tải trọng hữu cơ

Nồng độ TP trong nước thải tập trung khu công nghiệp ở nghiên cứu này là 9 ± 4 mg/l, trong khi đó theo QCVN 40:2011/BTNMT giới hạn nồng độ TP là 4 mg/l ứng với cột A và 6 mg/l ứng với cột B. Sự thay đổi nồng độ và hiệu quả xử lý TP được thể hiện ở hình 8 và hình 9. Đối với mô hình MB – SBR, ở tải trọng 0,64 và 0,96 kgCOD/m³/ngày, nồng độ TP đầu ra nhỏ hơn 4 mg/l nên đạt qui chuẩn cột A ứng với hiệu quả xử lý đạt được trung bình là 64 và 61%. Đối với mô hình SBR truyền thống ở tải trọng 0,64 và 0,96 kgCOD/m³/ngày, nồng độ TP đầu ra nhỏ hơn 6 mg/l nên đạt qui chuẩn cột B ứng với hiệu quả xử lý đạt được trung bình là 54 và 50%. Ở tải trọng 1,28 kgCOD/m³/ngày, nồng độ TP đầu ra của cả 2 bể đều nhỏ hơn 6 mg/l nên đạt qui chuẩn cột B ứng với hiệu quả xử lý đạt được trung bình là 51 và 38%. Quá trình loại bỏ photpho của mô hình MB - SBR kết hợp trội hơn mô hình SBR truyền thống là do ngoài khả năng đồng hóa vào tế bào vi sinh trong quá trình sinh trưởng phát triển còn có khả năng hấp thu bởi các vi sinh tích lũy photphat (PAOs) ở lớp phủ sinh học trong các vùng kỵ khí bên trong và hiếu khí bên ngoài. Đối với nước thải tập trung khu công nghiệp khi hàm lượng nitơ và photpho không quá cao, áp dụng công nghệ SBR truyền thống hoàn toàn có thể xử lý nước thải đầu ra đạt qui chuẩn cột B ứng với thời gian chu kỳ từ 8 đến 12 giờ. Điều này đã được kiểm chứng ở hầu hết các hệ thống xử lý nước thải tập trung khu công nghiệp khi áp dụng công nghệ SBR truyền thống này. Tuy nhiên khi cải tiến và áp dụng công nghệ MB - SBR, nước thải đầu ra có thể đạt qui chuẩn cột A đáp ứng yêu cầu xả thải ngày càng nghiêm ngặt hoặc có thể nâng cao tải trọng lên 1,28 kgCOD/m³/ngày với thời gian chu kỳ là 6 giờ mà vẫn đạt qui chuẩn cột B như hiện nay. Ngoài ra, khả năng xử lý độ màu của mô hình MB - SBR và mô hình SBR truyền thống cũng đã được khảo sát. Kết quả thu được cho thấy khả năng xử lý độ màu của bể MB - SBR là rất tốt. Nước thải sau khi xử lý

trong vất với hiệu suất đạt được trung bình đạt 92 - 96% ở cả 3 cấp tải trọng, đáp ứng yêu cầu đạt quy chuẩn cột A cho khu công nghiệp.

3.4. Đánh giá nồng độ sinh khối tạo thành

Sự hình thành lớp phủ sinh học lên trên bề mặt giá thể Anox Kaldnes K1 trong bể MB - SBR được quan sát trong suốt quá trình vận hành mô hình thí nghiệm. Sau thời gian chạy thích nghi, sự hình thành vi sinh bám đầy trên bề mặt giá thể khá chậm vì phủ sinh học ở thời điểm này khá yếu và dễ bị phá hỏng bởi quá trình sục khí và sự va đập giữa các giá thể với nhau. Kể từ ngày thứ 30 của thời gian chạy thích nghi, bề dày của lớp vi sinh đã bắt đầu ổn định và tăng đều theo cấp tải trọng. Tuy nhiên ở 3 tải trọng hữu cơ nghiên cứu là 0,64; 0,96; và 1,28 kgCOD/m³/ngày, chiều dày lớp phủ và nồng độ sinh khối không có sự chênh lệch nhiều. Kết quả thu được cho thấy tổng nồng độ sinh khối trung bình của mô hình MB – SBR sử dụng giá thể Anox Kaldnes K1 lần lượt là 1963, 2045, 2287 mg/l tương ứng với 3 tải trọng 0,64; 0,96; 1,28 kgCOD/m³/ngày.

IV. KẾT LUẬN

Về khả năng xử lý nước thải tập trung khu công nghiệp, mô hình MB – SBR luôn cho kết quả vận hành tốt hơn mô hình SBR truyền thống ở các tải trọng hữu cơ 0,64; 0,96; 1,28 kgCOD/m³/ngày hay thời gian chu kỳ 12, 8, 6 giờ khi xử lý nước thải tập trung khu công nghiệp ở những chỉ tiêu như COD, NH₄⁺-N, TN và TP.

Khả năng xử lý loại bỏ Nitơ của công nghệ MB – SBR còn hạn chế. Ở các cấp tải trọng 0,64 và 0,96 kgCOD/m³/ngày, hiệu quả xử lý đầu ra của chỉ tiêu NH₄⁺-N và TN đạt giá trị cột A nhưng đến cấp tải trọng 1,28 kgCOD/m³/ngày thì hiệu quả xử lý chỉ đạt cột B.

Việc thay thế bể SBR truyền thống (sinh trưởng lơ lửng) bằng bể MB – SBR (sinh trưởng dính bám) sẽ tăng cường cả tải trọng và hiệu quả xử lý nước thải, giúp xử lý nước thải đạt Tiêu chuẩn Việt Nam ở các chỉ tiêu Nitơ và Photpho.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường (2010). *Báo cáo môi trường Quốc gia: Tổng quan về tình trạng môi trường ở Việt Nam*, tr. 15.
2. Hallvard Odegaard (2006). Innovations in wastewater treatment: the moving bed biofilm process. *Journal of Water Science and Technology*, 53(9): 17-33.
3. Đặng Việt Hùng, Cao Thu Thủy (2013). Nghiên cứu công nghệ MB – SBR trong xử lý nước thải công nghiệp tập trung, *Hội nghị số 13 về Khoa học và Công nghệ*, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Việt Nam - Thành phố Hồ Chí Minh, tr. 1-10.
4. Kwannate Sombatsompop, Anusak Songpim, Sillapa Reabroi, and Prapatpong Inkong-ngam (2011). A

comparative study of sequencing batch reactor and moving-bed sequencing batch reactor for piggery wastewater treatment. *Maejo International Journal of Science and Technology* 5(02): 191-203.

5. Suntud Sirianuntapiboon and Suriyakit Yommee (2005). Application of a new type of moving bio- Im in aerobic sequencing batch reactor (aerobic-SBR). *Journal of Environmental Management*, 78: 149-156.

6. Jun-WeiLim, Poh-EngLim and Chye-EngSeng (2012). Enhancement of nitrogen removal in moving bed sequencing batch reactor with intermittent aeration during REACT period. *Journal of Chemical Engineering*, 197: 199-203.

STUDY ON CONCENTRATED INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT BY MB – SBR TECHNOLOGY WITH ANOX KALDNES K1 MEDIA IN COMPARISON WITH TRADITIONAL SBR TECHNOLOGY

Van Nu Thai Thien¹, Dang Viet Hung², Tran Khuong Duy²

¹Vietnam National University of Forestry - Southern Campus

²University of Technology, Vietnam National University - Ho Chi Minh City

SUMMARY

MB – SBR (Moving Bed - Sequencing Batch Reactor) technology has shown positive results in wastewater treatment and Anox Kaldnes K1 media is one of the best for this technology. In this research, two acrylic reactors with the same work capacity of 7.50 liters were used. The one contained Anox Kaldnes K1 media and it was MB - SBR verified reactor. The other contained nothing and it was SBR reactor as a control. Two reactors were operated at 4 liters/cycle with concentrated industrial wastewater in the loadings of 0.64, 0.96, 1.28 kg COD/m³/day together with the corresponding cycle times of 12, 8, 6 hours. The results showed that in the same loading, treatment efficiencies of COD, NH₄⁺-N, TN, TP of MB – SBR reactor were higher than those of traditional SBR reactor. In the loadings of 0.64 and 0.96 kg COD/m³/day, output values of COD, NH₄⁺-N, TN, TP of MB - SBR reactor were within the limits of QCVN 40:2011/BTNMT, column A. In the loading of 0.64 kgCOD/m³/day, corresponding efficiencies were 91, 89, 91, 64%, respectively. In the loading of 0.96 kg COD/m³/day, corresponding efficiencies were 88, 88, 82, 61%, respectively. In the loading of 1.28 kg COD/m³/day, output values of COD, NH₄⁺-N, TN, TP of MB - SBR reactor were still within the limits of QCVN 40:2008/BTNMT, column B. Changing from traditional SBR tanks (suspended growth) to MB - SBR tanks (attached growth) will raise both loading capacity and treatment efficiency.

Keywords: Concentrated industrial wastewater, MB - SBR, SBR.

Ngày nhận bài : 24/10/2017

Ngày phản biện : 16/11/2017

Ngày quyết định đăng : 27/11/2017