

ẢNH HƯỞNG CỦA TẢI TRỌNG HỮU CƠ ĐẾN QUÁ TRÌNH TẠO Bùn HẠT HIẾU KHÍ TRÊN BỂ PHẢN ỨNG THEO MẸ LUÂN PHIÊN CẢI TIẾN

Lê Thị Hải Ninh¹, Ngô Mạnh Linh¹, Trần Thị Thu Thủy¹, Đinh Văn Viện²

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng hữu cơ (OLR) đến quá trình hình thành và phát triển của bùn hạt hiếu khí trên bể phản ứng theo mẻ luân phiên (SBR) cải tiến quy mô phòng thí nghiệm. Nghiên cứu được thực hiện với hai mức tải trọng hữu cơ (OLR) là 2,4 kgCOD/m³.ngày và 3,6 kg COD/m³.ngày. Kết quả sau 24 ngày chạy vận hành ở tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày, kích thước bùn hạt chủ yếu <1mm và tăng dần lên kích thước từ 3-5mm sau 35 ngày, chỉ số thể tích bùn (SVI) ổn định và bằng 75,3 mL/g. Hiệu quả xử lý COD là 96,4±1,27%. Tuy nhiên, khi tăng tải trọng lên mức 3,6 kgCOD/m³.ngày, sau 2 tuần vận hành các hạt bùn có xu hướng bị vỡ và kích thước giảm từ 3-5 mm xuống còn 0,5-1mm, SVI giảm nhanh và đạt ổn định với 33 mL/g, hiệu quả xử lý COD là 94,5 ± 1,65%.

Từ khóa: Bùn hạt hiếu khí, Hệ SBR cải tiến, Xử lý COD.

Ban Biên tập nhận bài: 08/10/2019 Ngày phản biện xong: 28/11/2019 Ngày đăng bài: 25/12/2019

1. Mở đầu

Nghiên cứu quy trình tạo bùn hạt hiếu khí và ứng dụng của nó chỉ mới được thực hiện trên thế giới trong khoảng 10 -15 năm trở lại đây và bước đầu đã có một số kết quả khả quan. Moy và cs (2002)[15] cho thấy có thể sử dụng công nghệ bùn hạt hiếu khí để xử lý nước thải chứa các hợp chất hữu cơ có độ bền cao. Ngoài ra, bùn hạt hiếu khí cũng có thể xử lý hiệu quả một số chất độc như phenol[7], pyridine, p-nitrophenol (PNP), kim loại nặng[1].... Hiện nay, công nghệ bùn hạt hiếu khí đã được nghiên cứu xử lý nước thải trong một số ngành nghề công nghiệp như nước thải dệt nhuộm [11,12], nước thải cao su [20,21]. Các nghiên cứu quá trình tạo bùn hạt hiếu khí thường được thực hiện trên thiết bị SBR và cho thấy bùn hạt hiếu khí có nhiều ưu điểm hơn bùn hoạt tính thông thường như: khả năng lắng tốt, duy trì được nồng độ sinh khối cao, cấu trúc dày đặc, rắn chắc và có khả năng xử lý các hợp chất hữu cơ với tải trọng cao.

Thiết bị SBR đã được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong xử lý nước thải do có các ưu điểm: có thể xử lý đồng thời các chất hữu cơ

và nitơ; công nghệ linh hoạt; có thể thay đổi chế độ vận hành phù hợp với tính chất khác nhau của nhiều loại nước thải cũng như không cần bể lắng cuối [3-6,14,22].

Tại Việt Nam, trong những năm gần đây đã có một số nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí trong thiết bị SBR để xử lý nước thải chế biến tinh bột sắn, nước thải làng nghề, ... Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng hiệu quả xử lý đồng thời chất hữu cơ và nitơ của bùn hạt hiếu khí là tương đối tốt. Hiệu quả xử lý COD và N-NH₄⁺ lần lượt là trên 96% và 75-90% [13,18]. Tuy nhiên, đối với SBR thông thường để nâng cao khả năng xử lý đồng thời các chất hữu cơ và nitơ cần phải thực hiện nhiều chu trình phản ứng thiếu khí -hiếu khí luân phiên, kết hợp với áp dụng chế độ cấp nước thải nhiều lần vào giai đoạn đầu của mỗi chu trình thiếu khí -hiếu khí. Vì vậy, quá trình SBR thông thường với nhiều chu trình thiếu-hiếu khí trở nên phức tạp, khó áp dụng trong thực tế, đặc biệt là ở điều kiện Việt Nam [17].

Dương Văn Nam và cs (2017) [15] cho thấy thiết bị SBR cải tiến có khả năng xử lý đồng thời các chất hữu cơ và nitơ trong nước

¹Viện Khoa học vật liệu

²Viện Công nghệ môi trường

Email: lehaininh1111@gmail.com

thải với hiệu quả xử lý được nâng cao rõ rệt so với thiết bị SBR thông thường. Với thiết bị SBR cải tiến, các quá trình nitrit/nitrat hóa và khử nitrit/nitrat được thực hiện đồng thời chỉ trong một chu trình phản ứng, không cần tách riêng các giai đoạn thiếu khí và hiếu khí, không cần dùng thiết bị khuấy trộn nên quy trình vận hành được đơn giản hóa và thiết bị kiểu này có khả năng tiết kiệm năng lượng cao. Hiệu quả xử lý COD, N-amoni và TN tương ứng đạt 97%, gần 100% và 94-97% [16].

Dương Văn Nam và cs (2018)[16] khi nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TN, OLR, tải trọng N-amoni và tải trọng TN đến quá trình vận hành của thiết bị SBR cải tiến sử dụng bùn hoạt tính thông thường để xử lý đồng thời hợp chất hữu cơ và nitơ trong nước thải chế biến cao su thiên nhiên cho thấy hiệu suất xử lý COD ít bị ảnh hưởng trong khoảng OLR 0,8 -1,7 kgCOD/m³.ngày. Tuy nhiên, hiệu suất xử lý COD bị ảnh hưởng giảm khi nâng OLR. Một trong những giải pháp có thể nâng cao hiệu suất xử lý COD với mức OLR cao, lớn hơn 1,7 kgCOD/m³.ngày, là tạo bùn hạt hiếu khí. Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của OLR đến quá trình tạo bùn hạt hiếu khí trong thiết bị SBR cải tiến.

Do đó, nghiên cứu này được tiến hành với mục đích tạo bùn hạt hiếu khí với thiết bị SBR

cải tiến của nhóm tác giả Dương Văn Nam và cộng sự. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã xem xét tới ảnh hưởng của tải trọng hữu cơ tới việc tạo bùn hạt khi được thực hiện trong thiết bị SBR cải tiến.

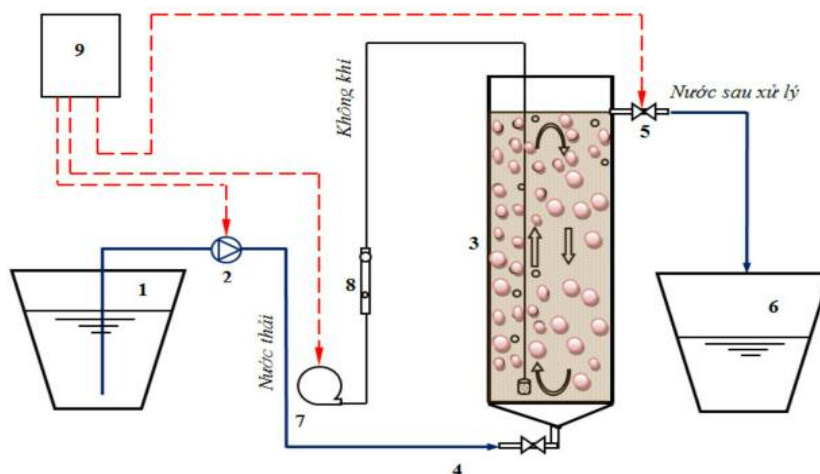
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1 Nước thải và bùn giống

Nước thải đầu vào sử dụng cho nghiên cứu là nước thải tổng hợp có nguồn cacbon là glucose và bổ sung thêm các chất dinh dưỡng, vi lượng để nuôi cấy bùn hạt hiếu khí. Nước thải tổng hợp được chuẩn bị bằng cách pha một khối lượng đã xác định trước các hóa chất vào nước máy. Nước máy được để qua đêm trong thùng chứa nước thải đầu vào để loại bỏ clo dư có trong nước, hạn chế ảnh hưởng đến vi sinh vật trong bùn. Nước thải có COD trong khoảng $1493 \pm 8,25$ mg/L và $2023 \pm 3,2$ mg/L nồng độ nitơ amoni (N-NH₄⁺) và tổng nitơ (TN) lần lượt trong khoảng 30 mg/L và 43mg/L. Nguồn bùn nuôi cấy trong thí nghiệm là bùn hoạt tính được lấy từ nhà máy xử lý nước thải với MLSS = 5.000 mg/L, SVI = 132,5 mL/g.

2.2 Thiết bị thí nghiệm

Các thiết bị chính của hệ thí nghiệm bao gồm: bể SBR cải tiến, bơm cấp nước thải, máy thổi khí và van xả tự động (Hình 1). Bể SBR cải tiến được chế tạo bằng nhựa mica trong suốt với thể tích làm việc là 8L, đường kính ống là 11 cm, chiều cao hữu ích là 105 cm.



Hình 1. Cấu tạo thiết bị SBR cải tiến trong nghiên cứu: 1.Thùng chứa nước thải đầu vào; 2.Thùng chứa nước sau xử lý;3. Bơm cấp nước thải; 4. Máy thổi khí; 5. Cột SBR cải tiến; 6. Lưu lượng kế khí; 7. Ống cấp nước thải; 8. Bộ điều khiển tự động; 9. Van động cơ điện

2.3 Quy trình và chế độ thí nghiệm

2.3.1 Quy trình thí nghiệm

Chu trình vận hành của các thiết bị thí nghiệm như Hình 2, bao gồm ba giai đoạn tuần tự nối tiếp nhau trong 180 phút: cấp và tháo nước đồng thời, phản ứng và lắng.

Giai đoạn cấp và tháo nước đồng thời (10 phút): Khi bắt đầu mẻ xử lý mới, van xả tự động mở ra, bơm nước thải bắt đầu tự động làm việc để cấp nước thải từ thùng chứa vào bể SBR cải tiến. Nước thải vào bể phản ứng SBR cải tiến đi theo hướng từ dưới lên đẩy phần nước sau lắng ở phần trên thiết bị đã được xử lý từ mẻ trước đi

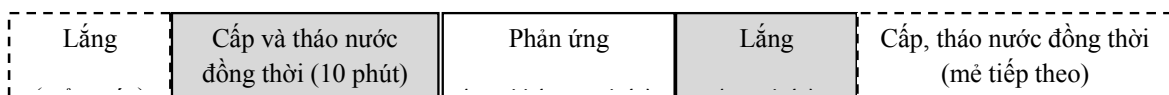
ra ngoài.

Giai đoạn hiếu khí (sục khí, 140 phút): Sau khi kết thúc giai đoạn cấp và tháo nước, van xả tự động đóng lại, lúc này máy thổi khí bắt đầu làm việc. Lưu lượng không khí sục vào được kiểm soát bằng lưu lượng kế khí. Trong giai đoạn này, các quá trình oxy hóa các hợp chất hữu cơ và nitrit/nitrat hóa xảy ra

Giai đoạn lắng (30 phút): Sau khi kết thúc giai đoạn hiếu khí, máy thổi khí cấp khí tự động dừng hoạt động, quá trình lắng diễn ra.

Sau giai đoạn lắng, một chu trình xử lý mới lại được lặp lại.

Một mẻ xử lý (180 phút)



Hình 2. Chu trình làm việc của hệ thiết bị thí nghiệm

2.3.2 Chế độ thí nghiệm

Các thí nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ phòng 28 - 34°C, pH nước thải đầu vào trong khoảng 6,0 - 7,0 (pH trong thiết bị thay đổi trong khoảng 7,6 - 8,6).

Trong giai đoạn khởi động, MLSS ban đầu là 5.000 mg/L, thiết bị được vận hành với nước giá trị COD đầu vào là 1.500 mg/L, OLR là 2,4 kgCOD/m³.ngày.

Khi thiết bị hoạt động ổn định, MLSS được duy trì trong khoảng 6.000 - 6.500 mg/L, giá trị COD đầu vào là 1.500 mg/L và 2.200 mg/L tương ứng với OLR 2,4 kgCOD/m³.ngày và 3,6kgCOD/m³.ngày.

2.4 Phương pháp phân tích

a. Đo kích thước hạt bùn

Kích thước hạt bùn hiếu khí được xác định bằng thước đo có độ phân vạch nhỏ nhất là 1 mm.

b. Xác định chỉ số thể tích bùn lắng

Chỉ số thể tích (SVI) xác định theo công thức:

$$SVI (mL/g) = \frac{V_{\text{bùn lắng}} (mL/L)}{Nồng độ SS (mg/L)} \times 1000 \quad (1)$$

Trong đó SS xác định theo phương pháp trọng lượng(mg/L); V_{bùn lắng} là thể tích bùn lắng

sau 30 phút được xác định như sau: Cho 1 L mẫu bùn trong bể phản ứng vào ống lắng Imhoff, khuấy trộn để bùn phân tán trong ống lắng (mL/L). Để lắng tự do do sau 30 phút rồi đo thể tích bùn lắng.

c. Xác định các thông số môi trường

Các thông số được phân tích trong quá trình nghiên cứu bao gồm: pH: đo bằng máy pH cầm tay Horiba; SS: xác định theo phương pháp trọng lượng, TCVN 6625-2000; VSS: xác định theo phương pháp trọng lượng, TCVN 6625-2000; COD: xác định theo phương pháp trắc quang, SMEWW 5220-D:2012.

3. Kết quả và thảo luận

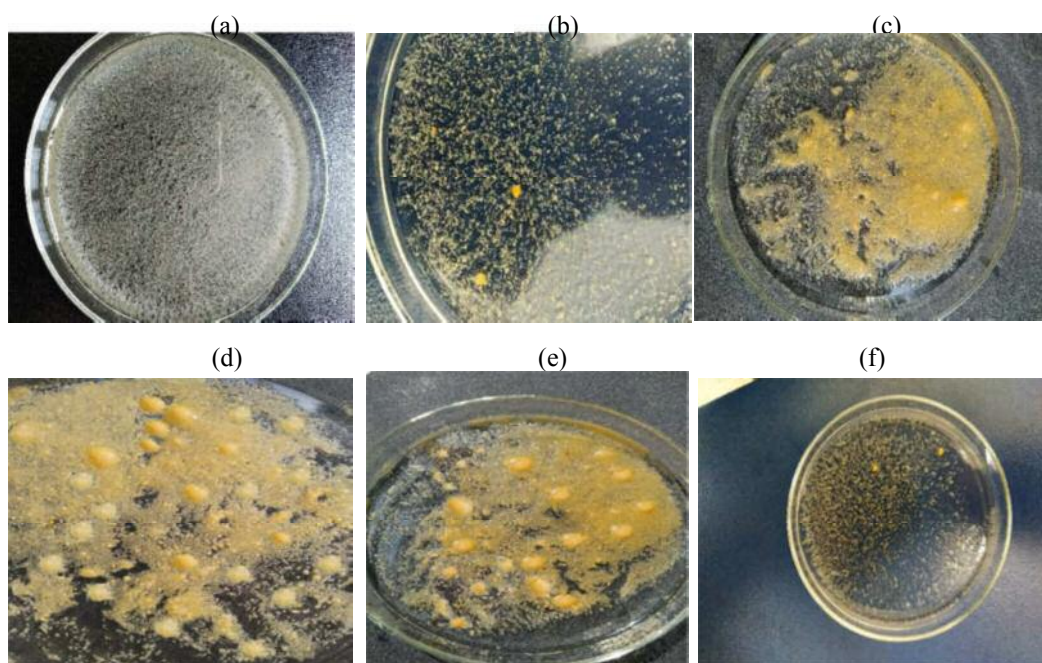
3.1 Thời gian hình thành bùn hạt hiếu khí

Sau một tuần chạy khởi động và thích nghi với tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày, màu sắc của bùn thay đổi từ nâu đen sang màu vàng nâu. Sau giai đoạn chạy thích nghi, hệ SBR cải tiến được vận hành tạo bùn với tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày. Mầm bùn hạt ban đầu có hình thái không đồng đều, bông bùn to có cấu trúc mềm và màu bùn màu vàng nâu. Vào ngày thứ 17, có sự xuất hiện các hạt bùn nhỏ có kích thước khoảng < 1mm chiếm ưu thế và không đồng đều nhưng đã có hình dạng tròn của hạt bùn. Đến

ngày thứ 23, từ các mầm bùn hạt đã phát triển thành các hạt bùn có cấu trúc tròn đều, nhẵn màu vàng nâu với kích thước từ 3 mm đến 5 mm. Tuy nhiên, phân bố kích thước hạt không đều, kích thước hạt khoảng 1 mm chiếm ưu thế hơn. Sang ngày thứ 28, kích thước hạt bùn tiếp tục tăng lên nhanh chóng, các hạt bùn có kích thước từ 3-5 mm xuất hiện nhiều hơn. Sang ngày thứ 35, xuất hiện các hạt bùn có kích thước hơn 5 mm nhưng không nhiều, chiếm ưu thế là các hạt bùn từ 3-5 mm tròn đều và có màu vàng nâu. Các hạt bùn chiếm ưu thế có cấu trúc rắn chắc, nhẵn và mịn. Hình ảnh hạt bùn hiếu khí hình thành trong quá trình vận hành với nước thải tổng hợp trên bể SBR cải tiến thể hiện ở Hình 3.

Tải trọng hữu cơ (*Organic loading rate – OLR*) là một thông số quan trọng ảnh hưởng đến quá trình tạo hạt, kích thước hạt, khả năng lắng và hoạt động vi sinh trong bùn hạt. Nghiên cứu

của Liu và Tay (2004) [9] cho thấy OLR thấp dẫn đến sự hình thành bùn hạt thấp và mất thời gian dài hạt đạt đến trạng thái ổn định. Tại tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày, kích thước hạt bùn tăng chậm hơn khi tải trọng tăng lên 3,6 kgCOD/m³.ngày. Trong một tuần đầu tiên, kích thước hạt bùn tăng lên nhanh chóng khi hệ SBR cải tiến vận hành với tải trọng mới. Tuy nhiên, sang tuần tiếp theo, các hạt bùn có xu hướng bị vỡ và kích thước giảm đáng kể, chiếm ưu thế là các hạt chỉ từ 0,5 tới 1 mm do các hạt được hình thành lỏng hơn so với các hạt được hình thành với tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước đó về ảnh hưởng của tải trọng hữu cơ lên quá trình tạo bùn hạt hiếu khí của Kim L.S và các cộng sự [8]. Hình 3 thể hiện quá trình tạo bùn hạt hiếu khí của hệ SBR cải tiến với tải trọng hữu cơ 2,4 kgCOD/m³.ngày và 3,6 kgCOD/m³.ngày.



Hình 3. Sự thay đổi của bùn hạt theo thời gian: (a) Bùn hoạt tính ban đầu; (b) Bùn hạt sau 17 ngày với tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày; (c) Bùn hạt sau 23 ngày với tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày; (d) Bùn hạt sau 35 ngày với tải trọng 2,4 kgCOD/m³.ngày; (e) Bùn hạt sau 7 ngày chạy với tải trọng 3,6 kgCOD/m³.ngày; (f) Bùn hạt bị vỡ với tải trọng 3,6 kgCOD/m³.ngày

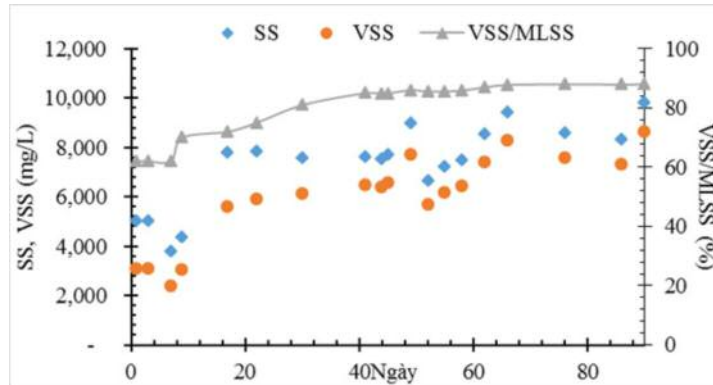
3.2 Sự thay đổi hàm lượng sinh khối trong bể SBR cải tiến

Sự thay đổi hàm lượng sinh khối giúp đánh giá sự phát triển của hệ vi sinh trong bể SBR cải

tiến. Sự thay đổi nồng độ sinh khối trong bể SBR cải tiến theo thời gian được thể hiện trong Hình 4. Sau 7 ngày khởi động hệ thí nghiệm có sự giảm nhẹ sinh khối từ mức ban đầu là 5.000

mg/L đến 3.800 mg/L do một lượng sinh khối khó lắng bị rửa trôi ra ngoài ngoài hệ thí nghiệm. Tỷ lệ VSS/SS không có sự thay đổi đáng kể vẫn duy trì ở mức 62% sau một tuần vận hành. Trong quá trình vận hành hệ, nhằm duy trì lượng MLSS trong bể ở mức 6500-7000 mg/L nên một lượng bùn thường xuyên được rút bớt ra để hàm lượng

sinh khối trong bể không quá cao. Có thể thấy rằng, 40 ngày vận hành, tỷ lệ VSS/MLSS đạt được giá trị ổn định dao động từ 85-88%. So với bùn hoạt tính thì bùn hạt có tỷ lệ cao hơn. Tỷ lệ VSS/MLSS trong bùn hoạt tính thông thường là 85%.



Hình 4. Sự thay đổi của SS và VSS theo thời gian

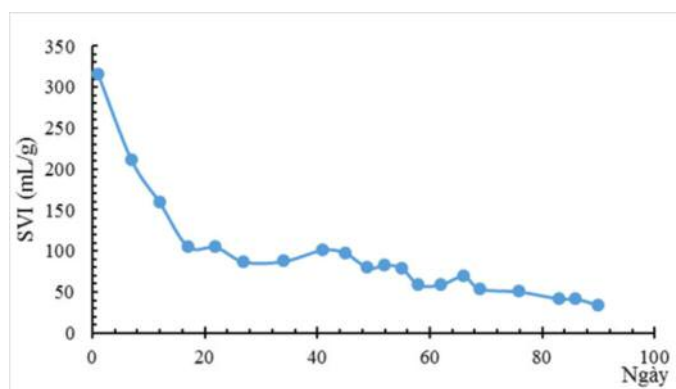
3.3. Khả năng lắng của bùn hạt hiếu khí

Khả năng lắng của bùn hạt được đánh giá thông qua chỉ số thể tích bùn (SVI). Chỉ số này đóng vai trò quan trọng trong xử lý nước thải vì nó đánh giá được sự tách pha rắn - lỏng của bùn. Sự thay đổi giá trị SVI theo thời gian được thể hiện ở Hình 5.

Bùn hoạt tính ban đầu có SVI khoảng 132,5 mL/g. Sau một tuần khởi động và thích nghi, SVI giảm xuống còn 125,6 mL/g và các mầm bùn hạt mới chỉ bắt đầu hình thành nên giá trị SVI của bùn vẫn còn cao. Vào giai đoạn vận hành, vào ngày thứ 17, khi các hạt bùn bắt đầu xuất hiện, SVI tiếp tục giảm xuống còn khoảng 101,3 mL/g. Giá trị SVI tiếp tục giảm trong các ngày tiếp theo tới khi hạt bùn đạt được kích

thước ổn định thì giá trị SVI giảm còn khoảng 75,3mL/g. Lúc này trong bể SBR cải tiến các hạt bùn hiếu khí chiếm ưu thế và có giá trị SVI thấp hơn nhiều so với bùn hoạt tính. Như vậy, có thể thấy rằng khả năng lắng của bùn hạt hiếu khí tốt hơn hẳn so với bùn hoạt tính.

Khi tăng tải trọng hữu cơ lên 3,6 kgCOD/m³.ngày, giá trị SVI ban đầu có xu hướng tăng nhẹ trong tuần đầu tiên khi tăng tải trọng tới 101 mL/g. Tuy nhiên, theo thời gian thì giá trị SVI giảm nhanh hơn theo thời gian tới giá trị 33 mL/g. Giá trị SVI của nghiên cứu phù hợp với bùn hạt hiếu khí được nghiên cứu bởi Beun và các cộng sự. Theo Beun và các cộng sự, giá trị SVI của bùn hạt thường dao động từ 30 -80 mL/g [2].



Hình 5. Chỉ số thể tích SVI của bùn hạt theo thời gian

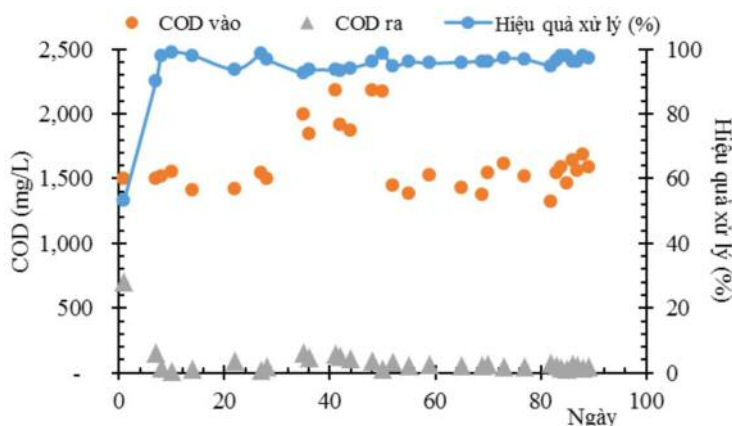
3.4. Hiệu quả xử lý COD của hệ thí nghiệm

Hình 6 trình bày hiệu quả xử lý chất hữu cơ của bùn hạt hiếu khí theo thời gian thông qua giá trị COD. Trong giai đoạn khởi động, khi hệ thí nghiệm chạy thích nghi với tải trọng COD là 2,4 kgCOD/m³.ngày, hiệu quả xử lý COD tăng từ 53,3% những ngày đầu tiên lên 90% sau 7 ngày vận hành. Trong các tuần tiếp theo, hiệu suất xử lý COD của hệ thí nghiệm vẫn luôn ổn định dao động trong khoảng từ 90% tới 99% cùng với đó là sự gia tăng kích thước hạt bùn đạt khoảng hơn 5 mm. Hiệu suất xử lý đạt được giá trị cao do sự phát triển sinh khối mạnh mẽ trong hệ SBR cải tiến cùng với sự xuất hiện của bùn hạt hiếu khí thúc đẩy sự chuyển hóa chất hữu cơ của vi sinh vật trong hệ.

Trong các tuần tiếp theo, khi hệ SBR cải tiến chạy với tải trọng hữu cơ là 3,6 kgCOD/m³.ngày thì hiệu quả xử lý COD vẫn giữ ổn định tuy giá

trị bị giảm sút. Hiệu quả xử lý COD trong thời gian này dao động từ 92,5% tới 96,1%. Trong giai đoạn này, các hạt bùn hiếu khí theo thời gian bị vỡ ra nên hiệu suất xử lý COD bị giảm sút. Tuy nhiên, có thể thấy rằng, hiệu quả xử lý COD vẫn ổn định và đạt giá trị cao hơn so với hệ SBR thông thường sử dụng bùn hạt trong một số các nghiên cứu trước [10,13,19]. Hiệu quả xử lý COD trong giai đoạn này đạt giá trị cao có thể do sự cải tiến của hệ SBR trong nghiên cứu này khi gộp hai quá trình cấp nước và tháo nước thành một quá trình cấp tháo nước đồng thời. Việc này làm cho thời gian phản ứng được lâu hơn và nâng cao hiệu quả xử lý các chất hữu cơ

So sánh với các nghiên cứu khác thấy rằng, hiệu quả loại COD của bùn hạt hiếu khí tạo được cao hơn với các nghiên cứu của các tác giả khác nhau đã được công bố.



Hình 6. Hiệu quả xử lý COD của bùn hạt trên hệ SBR cải tiến theo thời gian

Bảng 1. So sánh bùn hạt hiếu khí với các nghiên cứu khác

	Nghiên cứu này	Nguyễn Trọng Lực và cs (2009) [13]	Nguyễn Thị Thanh Phương và các cs [18]	Trần Quang Lộc và cs [10]
Loại bể sử dụng	SBR cải tiến	SBAR	SBR	SBR
Nguồn bùn nuôi	bùn hoạt tính	Bùn hoạt tính	Bùn kỵ khí	Bùn hoạt tính
Nguồn cacbon	Glucose	Glucose	Nước thải sản xuất tinh bột mì	Glucose
Kích thước hạt bùn (mm)	3-5	1-1,2	2-3	2-3
Thời gian hình thành hạt bùn (ngày)	35	61	77	35
Hiệu quả xử lý COD (%)	92-99	>90	93-97	90-95

4. Kết luận

Sau 35 ngày vận hành bể SBR cải tiến, bùn hạt hiếu khí đã hình thành với kích thước hạt trong khoảng 2 mm chiếm ưu thế trong bể. Hạt bùn tròn đều, màu vàng đục. Bùn hạt hiếu khí hình thành có khả năng lắng tốt, chỉ số thể tích bùn SVI đạt 75,3 mL/g. Bùn hạt hiếu khí có cấu trúc ổn định với tải trọng hữu cơ là 2,4 kgCOD/m³.ngày. Khi tải trọng hữu cơ tăng lên, bùn hạt hiếu khí hình thành nhanh hơn và to hơn nhưng không ổn định và rắn chắc, dễ vỡ. Tỷ lệ

VSS/MLSS đạt giá trị cao dao động từ 82-89%, cao hơn so với bùn hoạt tính. Hiệu quả xử lý COD của bùn hạt hiếu khí với hai tải trọng đều ổn định và tương đối cao từ 92-99%. Giá trị này cao hơn so với hiệu quả xử lý COD của bùn hạt hiếu khí tạo nên bởi hệ SBR thông thường. Như vậy, khi sử dụng hệ SBR cải tiến, bùn hạt hiếu khí được tạo thành với thời gian ngắn hơn và hiệu quả xử lý COD cao hơn so với bùn hạt hiếu khí tạo thành sử dụng hệ SBR thông thường.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hỗ trợ bởi đề tài “Nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí trên hệ SBR cải tiến nhằm nâng hiệu quả xử lý đồng thời chất hữu cơ và nitơ”.

Tài liệu tham khảo

1. Adav, S.S., Lee, D.J., Show, K.Y., Tay, J.H., (2008), Aerobic granular sludge: Recent advances. *Biotechnology Advances*, 26(5), 411-423.
2. Beun, J., Hendriks, A., van Loosdrecht, M.C.M., Morgenroth, E., Wilderer, P.A., Heijnen, J.J., (1999), Aerobic granulation in a sequencing batch reactor. *Water Resources*, 33, 2283-2299.
3. Bob, M.M., Azmi, S.I., Halim, M.H.A., Jamal, N.S., Nor-Anuar, A., Ujang, Z., (2015), Sequencing Batch Reactors Operation at High Temperature for Synthetic Wastewater Treatment Using Aerobic Granular Sludge. *International Water Technology Journal*, 5(1), 69-76.
4. Dangcong, P., Bernet, N., Delgenes, J.P., Moletta, R., (2001), Simultaneous Organic Carbon and Nitrogen Removal in an SBR Controlled at Low Dissolved Oxygen Concentration. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 76, 553-558.
5. Debsarkar, A., Mukherjee, S., Datta, S., (2006), Sequencing Batch Reactor (SBR) Treatment for Simultaneous Organic Carbon and Nitrogen Removal- A Laboratory Study. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 78(3), 169-178.
6. Ghehi, T.J., (2014), Performance evaluation of enhanced SBR in simultaneous removal of nitrogen and phosphorous. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 12 (1), 134.
7. Jiang, H., Tay, J.H., Tay, S.T.L., (2002), Aggregation of immobilized activated sludge cells into aerobically grown microbial granules for the aerobic biodegradation of phenol. *Letter of Applied Microbiology*, 35(5), 439-445.
8. Kim, I.S., Kim, S.M., Jang, A., (2008), Characterization of aerobic granules by microbial density at different COD loading rates. *Bioresources Technology*, 99, 18-25.
9. Liu, Y., Tay, J.H., (2004), State of the art of biogranulation technology for wastewater treatment. *Biotechnol Advance*, 22, 533-563.
10. Lộc, T.Q., Hải, N.Đ., Thuyên, T.Đ.B., Yên, N.T.C., Kiêu, L.T.D., (2015), Nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí trên bể phản ứng theo mẻ luân phiên. Tạp chí Khoa học Trường Đại học An Giang, 8 (4), 79-88.
11. Lotito, A.M., De Sanctis, M., Di Iaconi, C., Bergna, G., (2014), Textile wastewater treatment: aerobic granular sludge vs activated sludge systems. *Water Resources*, 54, 337-346.
12. Lotito, A.M., Fratino, U., Mancini, A., Bergna, G., Di Iaconi, C., (2012), Effective aerobic granular sludge treatment of a real dyeing textile wastewater. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 69, 62-68.
13. Lực, N.T., Dân, N.P., Nam, T.T., (2009), Nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí khử COD và Am-

monia trên bề phản ứng khí nâng từng mẻ luân phiên. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, 12(02).

14. Mekonnen, A., Leta, S., (2011), Effect of Cycle and Fill Period Length on the Performance of a Single Sequencing Batch Reactor in the Treatment of Composite Tannery Wastewater. *Nature and Science*, 9(10),1-8.

15. Moy, B., Tay, J.H., Toh, S., Liu, Y., Tay, S., (2002), High organic loading influences the physical characteristics of aerobic sludge granules. *Letter of Applied Microbiology*, 34(6), 407-412.

16. Nam, D.V., Chau, N.H., Tatsuhide, H., Vien, D.V., Hung, P.D., (2018), Effects of COD/TN Ratio and Loading Rates on Performance of Modified SBRs in Simultaneous Removal of Organic Matter and Nitrogen from Rubber Latex Processing Wastewater. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 56(2), 236-245.

17. Nam, D.V., Hùng, P.Đ., Châu, N.H., Viện, Đ.V. (2017), Thiết bị SBR cải tiến hiệu năng cao trong xử lý đồng thời chất hữu cơ và nitơ trong nước thải chế biến cao su sau xử lý kỵ khí. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 22(11), 48-53.

18. Phương, N.T.T., Phước, N.V., Anh, T.C. (2013), Study on aerobic granula sludge formation in sequencing batch reactor for tapioca wastewater treatment. *Science and Tehcnolog Development*, 16, 40-48.

19. Phương, N.T.T., Phước, N.V., Hồng, T.T.B., Hà, B.M., (2016), The formation and stablization of aerobic granular sludge in a sequecing batch airlift reactor for treating tapioca-processing wastewater. *Journal of Environmental Studies*, 25(5), 2077-2084.

20. Rosman, N.H., Nor Anuar, A., Chelliapan, S., Md Din, M.F., Ujang, Z., (2014), Characteristics and performance of aerobic granular sludge treating rubber wastewater at different hydraulic retention time. *BioresourcesTechnology*, 161, 155-161.

21. Rosman, N.H., Nor Anuar, A., Othman, I., Harun, H., Sulong Abdul Razak, M.Z., Elias, S.H., Mat Hassan, M.A., Chelliapan, S., Ujang, Z., (2013), Cultivation of aerobic granular sludge for rubber wastewater treatment. *BioresourcesTechnology*, 129, 620-623.

22. Thịnh, P.T.H., Hùng, P.Đ., Lan, T.T.T. (2012), Xử lý đồng thời hữu cơ và nitơ trong nước thải chăn nuôi lợn bằng phương pháp SBR: Ảnh hưởng của chế độ vận hành và tỷ lệ giữa cacbon hữu cơ và nitơ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 50(2B), 143-152.

IMPACT OF ORGANIC LOADING RATES ON THE FORMATION OF AEROBIC GRANULES IN MODIFIED SEQUENCING BATCH REACTORS

Le Thi Hai Ninh¹, Ngo Manh Linh¹, Tran Thi Thu Thuy¹, Dinh Van Vien²

¹Institute of Materials Science-Vietnam Academy of Science and Technology;

²Institute of Environmental Technology-Vietnam Academy of Science and Technology

Abstract: This research presented the impacts of organic loading rates (OLR) on formation of aerobic granules in modified sequencing batch reactors (SBR) in laboratory. The two organic loading rates applied in the experiment were 2,4 kgCOD/m³.day and 3,6 kgCOD/m³.day. The results showed that aerobic granules size of <1mm dominated after 24-day operation with 2,4 kgCOD/m³.day and increased to 3-5 mm after 35-day operation. Sludge volume index (SVI) was 75,3 mL/g, and COD removal was 96,4±1,27 %. However, when OLR increased to 3,6 kgCOD/m³.day, after 2 week opearation, aerobic granules tended to break and the size decreased from 3-5 mm to 0,5-1 mm. SVI decreased dramatically to 33 mL/g. COD removal was 94,5 ± 1,65 %.

Keywords: Aerobic granules, modified SBR, COD removal.