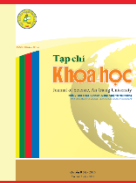




Tạp chí Khoa học Trường Đại học An Giang

ISSN 0866 - 8086



SỰ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN CỦA BÙN HẠT HIẾU KHÍ Ở CÁC TẢI TRỌNG HỮU CƠ KHÁC NHAU

Trần Quang Lộc, Nguyễn Đăng Hải, Nguyễn Quang Hưng, Trần Thị Tú, Trần Đăng Bảo Thuyền
Viện Tài nguyên và Môi trường, Trường Đại học Huế

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 18/08/2015

Ngày nhận kết quả bình duyệt:
23/10/2015

Ngày chấp nhận đăng: 12/2016

Title:

A formation and development of aerobic granular sludge under different organic loading rates

Keywords:

Granular sludge, organics removal, granular sludge diameter, organic loading rate, sludge volumetric index

Từ khóa:

Bùn hạt, xử lý chất hữu cơ, kích thước hạt bùn, tải trọng hữu cơ, chỉ số bùn

ABSTRACT

The paper presented the formation, development, and organic matter removal efficiency of aerobic granular sludge in sequencing batch reactor (SBR) at different organic loading rates (OLRs) from 2.4 up to 8.1 kg COD/m³.day. The results shown that the aerobic granular sludge with the diameter of 1-2mm and SVI of 50,3 mL/g was cultivated successfully after 35 days of the operation at OLR 3,6 kg COD/m³.day. When increasing OLR from 3,6 to 8,1 kg COD/m³.day, the size of granular sludge would continue increasing, and the diameter of granules reached 3-4mm within SVI fluctuating around 52.6-65.8mL/g. Moreover, biomass of sludge that was also strongly developed because of the increasing of OLR increased from 3.840 mg/L up to 9.045 mg/L. It was also found that the aerobic granular sludge could remove COD efficiently, ranking around 93-95%, due to the OLR operation, even at the high OLR of 8,1 kg COD/m³.day.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sự hình thành, phát triển và khả năng xử lý chất hữu cơ của bùn hạt hiếu khí trên bể phản ứng theo mẻ luân phiên (SBR) ở các tải trọng hữu cơ (OLR) khác nhau từ 2,4 đến 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm. Kết quả đã tạo thành công bùn hạt với đường kính khoảng 1 đến 2 mm, có SVI 50,2 mL/g được hình thành sau 35 ngày hoạt động ở OLR 3,6 kgCOD/m³.ngày đêm. Khi tăng giá trị OLR từ 3,6 lên 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm, kích thước hạt bùn tăng dần, hạt bùn đạt kích thước ổn định 3-4 mm, giá trị SVI dao động trong khoảng 52,6 đến 65,8 mL/g, sinh khối bùn phát triển mạnh khi tăng OLR, nồng độ sinh khối đo được tăng từ 3.840 mg/L lên 9.045 mg/L. Bùn hạt hiếu khí có khả năng loại COD cao ở hầu hết các mức OLR vận hành, hiệu suất loại COD dao động trong khoảng 93 đến 95% khi bể vận hành ở các mức OLR khác nhau, ngay với mức OLR 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm.

1. GIỚI THIỆU

Quá trình tạo bùn hạt được nghiên cứu vào những thập niên 1980, tập trung chủ yếu với bùn hạt kỵ khí trên bể UASB và đã có nhiều ứng dụng thực tế trong xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ cao (Lương Đức Phẩm, 2007). Tuy nhiên, các

nghiên cứu cũng chỉ ra rằng bùn kỵ khí có một số nhược điểm như: thời gian hình thành hạt bùn dài (thường >5 tháng) và khó kiểm soát các điều kiện vận hành, khó duy trì kích thước hạt bùn ổn định, không xử lý hiệu quả các loại nước thải có hàm lượng chất hữu cơ thấp và đặc biệt hiệu quả xử lý dinh dưỡng rất thấp (Lương Đức Phẩm, 2007).

Một loại bùn hạt đã được nghiên cứu kế thừa được đặc tính tốt của bùn hạt kỵ khí và bùn hoạt tính là bùn hạt hiếu khí. Các nghiên cứu trước đó cho thấy, bùn hạt hiếu khí được hình thành trong thời gian ngắn hơn so với bùn hạt kỵ khí, khả năng lắng tốt, duy trì được nồng độ sinh khối cao, cấu trúc dày đặc, rắn chắc và có khả năng xử lý đồng thời chất hữu cơ và nitơ (Beun và cs., 1999; Tay và cs., 2003; Adav và cs., 2007; Nguyễn Trọng Lực và cs., 2009; Monica, 2011; Nguyen Thanh Phuong và cs., 2013).

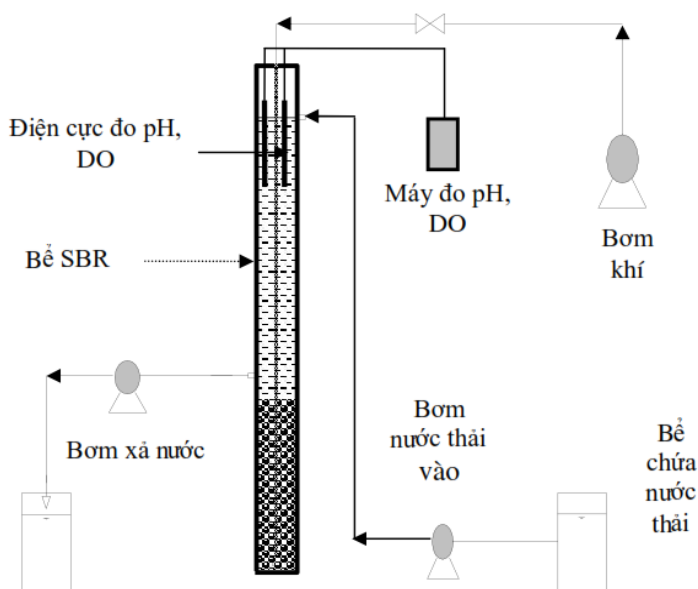
Một trong những đặc điểm nổi bật của bùn hạt hiếu khí là khả năng chịu được tải trọng hữu cơ (OLR) cao, tuy nhiên với mỗi loại bùn hạt được nuôi tạo ở các điều kiện khác nhau lại cho thấy khả năng chịu tải ở các mức OLR khác nhau (Tay và cs., 2003; Adav và cs., 2007; 2008; Jiang và cs., 2004). Do đó, trong nghiên cứu này, chúng tôi đánh giá sự hình thành, phát triển, sự ổn định của bùn hạt hiếu khí được nuôi tạo với nguồn cacbon

là glucose và vận hành ở bể SBR ở các giá trị OLR từ mức 2,4 đến 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mô hình nghiên cứu

Nghiên cứu tạo bùn hạt và đánh giá sự ổn định được thực hiện trên mô hình bể SBR (xem Hình 1). Bể được làm từ nhựa acrylic, đường kính ống 9 cm, cao 85 cm, trong đó chiều cao chứa nước là 80 cm. Thể tích làm việc của bể là 5,0 L. Không khí được đưa vào bể bằng máy sục khí với bộ khuếch tán khí bằng đá bọt được đặt ở đáy bể, chọn lưu lượng 4 L/phút (tạo ra vận tốc khí nâng khoảng 1 cm/s) thích hợp cho việc hình thành hạt bùn hiếu khí (Trần Quang Lộc và cs., 2015). Van xả được đặt cách đáy bể khoảng 40 cm để thể tích xả khoảng 50% lượng nước sau một chu kỳ hoạt động. Hệ thống được kiểm tra pH, DO bằng máy đo pH, DO cầm tay gắn trực tiếp vào giá treo.



Hình 1. Mô hình bể SBR trong nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí

Bể SBR vận hành tự động theo từng mẻ nhờ các bộ điều khiển thời gian. Mỗi mẻ hoạt động trong 3 giờ, gồm 4 giai đoạn: bơm nước thải vào, sục khí, lắng và xả nước ra. Thời gian cụ thể cho từng mẻ

và tải trọng hữu cơ (OLR) áp dụng tại các thời điểm thí nghiệm khác nhau được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Các mức OLR và thông số vận hành cho một mẻ trong bể SBR

Giai đoạn	Ngày	OLR (kgCOD/m ³ .ngày đêm) (COD đầu vào – mg/L)	Bơm nước	Cấp khí	Lắng	Thải nước
			Thời gian (phút)			
Khởi động	1-7	2,4	2	164	10-8*	4
	8-15	(600 mg/L)	2	166	8-4*	4
Hình thành bùn hạt	16-35	3,6 (900 mg/L)	2	170	4	4
	36-56	5,4 (1.350 mg/L)	2	170	4	4
Nuôi kéo dài	57-77	8,1 (2.025 mg/L)	2	170	4	4

* Mục đích giảm thời gian lắng để giữ lại các phần tử bùn để lắng, tạo điều kiện quá trình tạo hạt bùn

2.2 Thành phần nước thải tổng hợp sử dụng

Để đảm bảo kiểm soát nước thải đầu vào, sử dụng nước thải tổng hợp có thành phần cơ chất là glucose và bổ sung các chất dinh dưỡng, vi lượng để nuôi cấy bùn hạt hiếu khí (Nguyễn Trọng Lực và cs. (2009). Nước thải tổng hợp được chuẩn bị bằng cách hòa tan khối lượng đã xác định trước

các hóa chất (cụ thể xem trong Bảng 2) vào nước máy. Nước máy được để qua đêm trong bể chứa để loại bỏ lượng clo dư có trong nước, hạn chế ảnh hưởng đến vi sinh vật trong bùn. Đặc điểm, thành phần nước thải tổng hợp được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Thành phần nước thải tổng hợp sử dụng trong thí nghiệm

Thành phần	Đơn vị	OLR – kgCOD/m³.ngày đêm			
		2,4	3,6	5,4	8,1
		Khối lượng cân trong 1 L nước			
Glucose	mg/L	664	996	1.494	2.241
NH ₄ Cl	mg/L	127	191	286	428
K ₂ HPO ₄	mg/L	30	45	67	101
NaHCO ₃	mg/L	270	405	607	910
CaCl ₂ .2H ₂ O	mg/L	30	45	60	60
MgSO ₄ .7H ₂ O	mg/L	12	12	41	41

Dung dịch vi lượng:(1 mL/L): H₃BO₃ 0,15 g/L; CoCl₂.6H₂O 0,15 g/L; CuSO₄.5H₂O 0,03 g/L; MnCl₂.2H₂O 0,12 g/L; Na₂MoO₄.2H₂O 0,06 g/L; ZnSO₄.7H₂O 0,12 g/L; KI 0,03 g/L.

2.3 Nguồn bùn sử dụng

Bùn hạt hiếu khí được nuôi tạo từ bùn hoạt tính lấy từ bể Trạm xử lý nước thải khu công nghiệp

Phú Bài, tỉnh Thừa Thiên Huế với các thông số như sau:

- Giá trị SS: 3.840 mg/L

- Giá trị VSS: 2.488 mg/L
- Chỉ số SVI₃₀: 130,2 mL/g
- Tỷ lệ VSS/SS: 64%

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. Chỉ số thể tích bùn SVI

Chỉ số thể tích bùn SVI xác định theo phương pháp trong Standard Method for water and wastewater treatment (2005), ở đây áp dụng SVI:

$$SVI \text{ (mL / g)} = \frac{\text{Thể tích bùn lắng}}{\text{Nồng độ SS}} \times 1000$$

- Thể tích bùn lắng: thể tích bùn (tính bằng mL) lắng trong 30 phút trong ống đong thể tích 1 L.
- Nồng độ chất rắn lơ lửng SS (mg/L): xác định theo phương pháp trọng lượng.

c. Tốc độ tiêu thụ oxy riêng phần (Specific Oxygen Uptake Rate – SOUR)

SOUR được sử dụng để đo mức độ tiêu thụ oxy của một đơn vị sinh khối trong một đơn vị thời gian, được dùng để xác định mức độ hoạt động của vi sinh vật trong bùn và tính theo công thức (APHA, AWWA, APCF, 2005):

$$SOUR = \frac{OUR}{\text{Khối lượng sinh khối}} \times \frac{60}{t}$$

Trong đó:

- SOUR: Tốc độ tiêu thụ oxy riêng phần (mgO₂/gSS.h).
- Khối lượng sinh khối: được tính toán từ thể tích bùn sử dụng trong thí nghiệm xác định SOUR (mg/L).
- OUR biểu diễn khả năng sử dụng oxy của vi sinh vật khi chúng tiêu thụ cơ chất trong môi trường hiếu khí (mgO₂/L.phút).

Để xác định OUR, mẫu bùn được xử lý bằng chu trình: gạn - ly tâm, sau đó rửa sạch vài lần bằng nước cất để loại các chất nhiễm bẩn hòa tan; tiếp đó cho tiếp xúc với một môi trường chứa cơ chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học (sử dụng glucose nồng độ 500 mg/L) và chất dinh dưỡng trong chai BOD có lắp điện cực DO có ổn nhiệt, được khuấy liên tục. Từ chuỗi số đo DO ghi được sau từng khoảng thời gian đều nhau, trị tuyệt đối của độ dốc của đường biểu diễn các giá trị DO theo thời gian chính là OUR.

c. Phương pháp phân tích thông số môi trường

Các thông số sau sẽ được phân tích trong quá trình nghiên cứu bao gồm: pH, DO, MLSS, MLVSS, COD. Các phương pháp phân tích thông số môi trường được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Phương pháp phân tích các thông số môi trường

STT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp đo, phân tích
1	pH	-	Đo bằng sensor, máy pH cầm tay WTW 340i, Đức
2	DO	mg/L	Đo bằng sensor, máy đo DO cầm tay, Oron, Mỹ
3	SS	mg/L	Phương pháp trọng lượng, TCVN 6625-2000
4	VSS	mg/L	Phương pháp trọng lượng, TCVN 6625-2000
5	COD	mg/L	Phương pháp trắc quang, SMEWW 5220 - D:2005

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

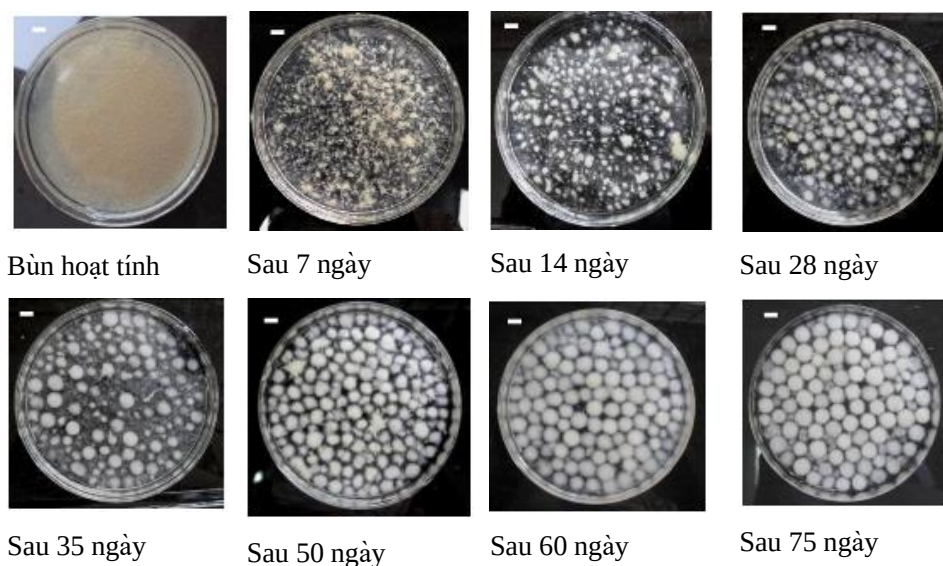
3.1 Sự hình thành và phát triển bùn hạt hiếu khí với các mức OLR khác nhau

Sau 7 ngày vận hành với OLR 2,4 kgCOD/m³.ngày đêm, một vài mầm bùn hạt khá nhỏ đã xuất hiện nhưng bông bùn hoạt tính vẫn chiếm ưu thế trong bể SBR, đến ngày 14 các hạt bùn tròn (đường kính <1 mm) xuất hiện nhiều hơn. Màu sắc của bùn chuyển từ bông bùn màu xám của bùn hoạt tính hạt bùn có lõi màu vàng. Từ ngày 16, OLR tăng từ 2,4 lên 3,6 kgCOD/m³.ngày đã kích thích sinh khối phát triển và các hạt bùn cũng có điều kiện phát triển kích thước nhanh hơn. Vào ngày 28, trong bể SBR đã chiếm ưu thế bởi các hạt bùn có kích thước khoảng 1 mm và đến ngày 35, kích thước hạt bùn đạt khoảng 1 đến 2 mm, hạt bùn có lõi màu vàng, xung quanh quan sát được có sự phát triển các sợi màu trắng.

Từ ngày 36 đến ngày 56, tăng nồng độ COD nước thải đầu vào lên khoảng 1.350 mg/L, tương ứng vận hành với OLR 5,4 kgCOD/m³.ngày đêm. Lúc này bùn sinh ra nhiều, kích thước bùn hạt cũng lớn hơn, có thể quan sát được các hạt bùn trong quá trình sục khí và lắng. Vào ngày thứ 50, kích thước hạt bùn tăng lên đạt 3 mm và chiếm ưu thế trong bể SBR. Hạt bùn vẫn duy trì sự ổn định về kích thước trong suốt thời gian vận hành bể ở giá trị OLR này. Từ ngày thứ 57 đến 77, tiếp tục nâng OLR của bể từ 5,4 lên 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm bằng cách tăng nồng độ COD nước thải đầu vào

lên mức 2025 mg/L. Hệ thống bùn hạt lúc này vẫn hoạt động ổn định, hạt bùn tiếp tục có sự phát triển kích thước, hạt bùn kích thước rất lớn khoảng 4 mm xuất hiện nhiều và chiếm ưu thế trong bể SBR vào ngày thứ 75.

Quan sát hạt bùn thấy rằng, hạt bùn có cấu trúc gồm lõi bên trong màu vàng đậm bên ngoài cùng của hạt bùn nhận thấy có sự phát triển của vi khuẩn dạng sợi màu trắng. Theo các nghiên cứu trước đó của Tay và Adv, màu sắc của bùn hạt tạo thành với nước thải tổng hợp có nguồn cacbon từ glucose và acetat thường có màu trắng đặc trưng và có sự phát triển mạnh của các dạng sợi xung quanh hạt bùn (Tay và cs., 2003; Adav và cs., 2008). Ngoài ra, quan sát thấy xung quanh hạt bùn có hình thành lớp màng nhầy, đây có thể là lớp chứa các hợp chất cao phân tử ngoại bào (EPS) được hình thành trong quá trình hoạt động của các vi sinh vật trong bùn hạt, lớp EPS này có tác dụng như một dạng keo sinh học để kết dính các thành phần trong hạt bùn. Theo các nghiên cứu của Tay, Adv, Jiang, khi vận hành với OLR càng cao sẽ càng kích thích vi sinh vật phát triển mạnh và tạo ra EPS nhiều hơn, do đó sẽ giúp tạo điều kiện thuận lợi cho sự gắn kết các phần tử bùn trong bể thành các hạt bùn lớn hơn (Tay và cs., 2003; Jiang và cs., 2004, Adav và cs., 2007; 2008; Nguyễn Trọng Lực và cs., 2008). Hình 2 thể hiện sự phát triển của bùn hạt hiếu khí khi vận hành theo thời gian vận hành trong bể SBR.

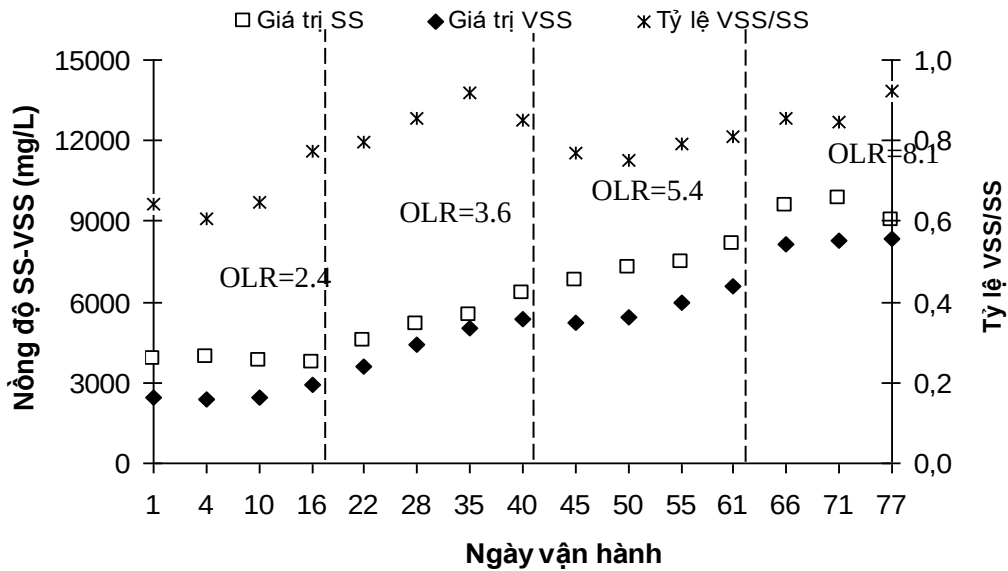


Hình 2. Sự thay đổi kích thước hạt bùn sau 75 ngày vận hành trong bể SBR (thanh tỷ lệ: - 2mm)

3.2 Sự thay đổi sinh khối và khả năng lắng của bùn hạt hiếu khí khi vận hành với các mức OLR khác nhau

Sinh khối thể hiện cho sự tăng trưởng của hệ vi sinh vật trong bể SBR, được thể hiện qua nồng độ SS và VSS. Hình 3 thể hiện sự thay đổi giá trị SS và VSS trong bể SBR theo thời gian. Sau 4 ngày đầu tiên bể vận hành với OLR 2,4 kgCOD/m³.ngày đêm, nồng độ SS có sự tăng nhẹ từ 3.840 mg/L lên 3.970 mg/L. Tuy nhiên, khi bắt đầu giảm thời gian lắng từ 10 phút xuống còn 6 phút, sinh khối bể giảm xuống chỉ còn 3.820 mg/L vào ngày thứ 10 và tiếp tục giảm xuống chỉ còn 3.580 mg/L vào ngày thứ 13 khi thời gian lắng được cố định là 4 phút, làm một phần bùn khó lắng bị trôi ra khỏi bể. Từ ngày 16, khi tăng OLR từ 2,4 lên 3,6 kgCOD/m³.ngày đêm và bể hoạt động với thời gian cho mỗi mẻ (3 giờ) ổn định, sinh khối phát triển trở lại, nồng độ SS đo được khoảng 5.160 mg/L vào ngày thứ 28 và tiếp tục tăng lên đạt 5.490 mg/L vào ngày 35. Ngoài ra, tỷ lệ VSS/SS tăng lên nhanh chóng từ mức 64% khi khởi động hệ thống đến 92% sau 35 ngày vận hành. Điều này cho thấy vi sinh vật trong hệ thống bùn thích nghi và phát triển tốt trong bể.

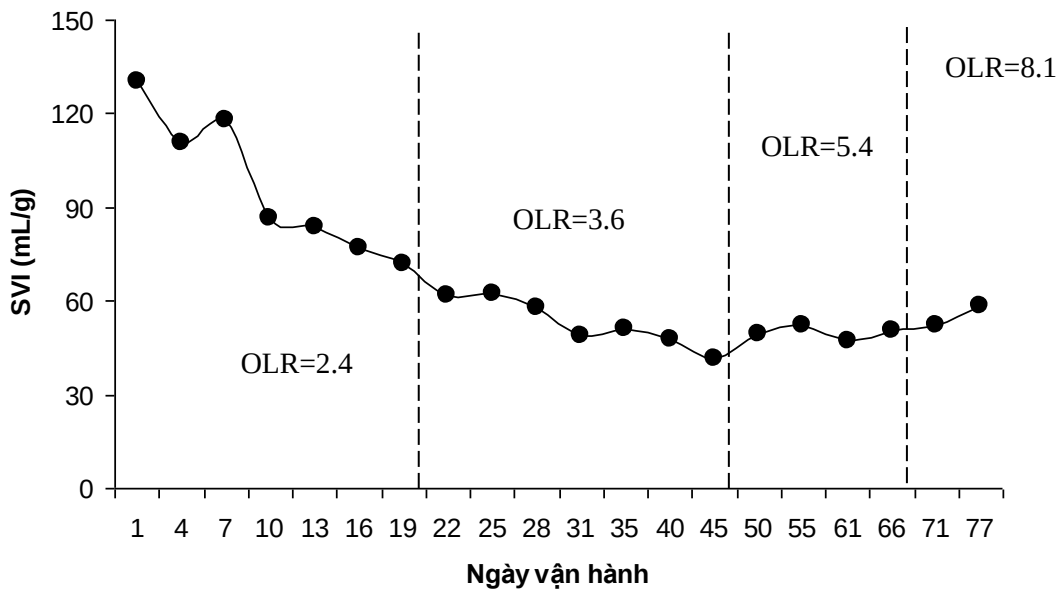
Tiếp tục tăng OLR lên 5,4 kgCOD/m³.ngày đêm, sinh khối bùn tiếp tục tăng đều trong thời gian vận hành bể. Khi ở OLR này, sinh khối tăng đều và đạt mức 7.500 mg/L vào ngày thứ 56. Ngoài ra, tỷ lệ VSS/SS cũng được duy trì ổn định, dao động trong khoảng 79 đến 85%. Từ ngày 57, tăng OLR lên 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm, hàm lượng sinh khối trong bể SBR tăng lên nhanh, nồng độ sinh khối tăng lên và đạt 8.120 mg/L vào ngày thứ 61 và lên đến 9.830 mg/L vào ngày thứ 71. Do được bổ sung nguồn cacbon từ glucose đã tạo điều kiện cho hệ vi sinh vật phát triển mạnh mẽ hơn nên sinh khối trong bể tăng lên nhanh chóng khi tăng mức OLR của bể. Tuy nhiên, vào ngày 75, bể SBR bị sự cố ở bộ điều khiển thời gian đã làm cho một lượng sinh khối trong bể bị trôi ra ngoài bể. Hàm lượng sinh khối lúc này giảm từ 9.830 mg/L xuống chỉ còn khoảng 9.045 mg/L. Tỷ lệ VSS/SS vẫn được duy trì trong khoảng 85 đến 87%. Hàm lượng sinh khối tăng lên nhanh chóng khi tăng OLR chứng tỏ vi sinh vật trong bùn vẫn thích nghi được và phát triển ổn định khi tăng nồng độ chất hữu cơ đầu vào.



Hình 3. Sự thay đổi hàm lượng SS và VSS trong bể SBR theo thời gian

Khả năng lắng là một đặc tính quan trọng của bùn hạt và được thể hiện thông qua chỉ số thể tích bùn (SVI). Chỉ số SVI càng nhỏ chứng tỏ bùn càng dễ lắng. Sau khi nuôi tạo thành công sau 35 ngày vận hành, bùn hạt có SVI khoảng 51 mL/g (thấp hơn nhiều so với bùn hoạt tính ban đầu 130,2 mL/g). Khảo sát với các OLR khác nhau cho thấy, bùn hạt có thể duy trì khả năng lắng tốt khi tăng OLR. Khi OLR càng cao, sự phát triển kích thước hạt

bùn cũng lớn hơn nên góp phần tăng khả năng lắng của hạt bùn. Đặc biệt khi ở tải trọng OLR mức 5,4 và 8,1 kgCOD/m³.ngày, hạt bùn phát triển tốt nhất, kích thước lớn đạt được trong khoảng 3 đến 4mm, độ ổn định cao nên trong giai đoạn này chỉ số SVI là tốt nhất, dao động trong khoảng 47,2 đến 53,5 mL/g. Như vậy có thể thấy rằng, bùn hạt hiếu khí có SVI thấp hơn nhiều so với bùn hoạt tính.



Hình 4. Chỉ số SVI ở các thời điểm vận hành khác nhau

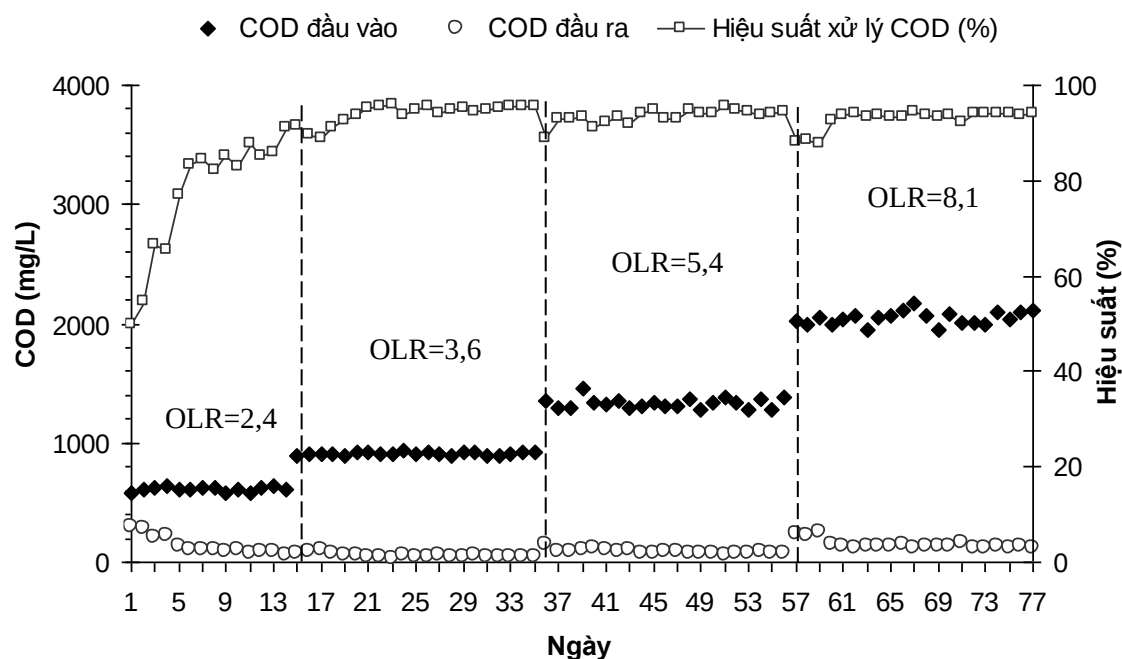
3.3 Khả năng loại bỏ chất hữu cơ của bùn hạt hiếu khí ở các OLR khác nhau

Khi bể SBR vận hành với OLR 2,4 kgCOD/m³.ngày đêm, với COD đầu vào của nước khoảng 600 mg/L, hiệu quả loại COD tăng lên 80% sau 7 ngày vận hành. Trong tuần tiếp theo, mặc dù hàm lượng sinh khối có suy giảm do giảm thời gian lắng nhưng hiệu suất vẫn ổn định và đạt khoảng 86% vào ngày thứ 14. Từ ngày 15 đến 35, bể được vận hành với OLR 3,6 kgCOD/m³.ngày đêm, hiệu quả xử lý vẫn ổn định, dao động trong khoảng 91 đến 95%. Sở dĩ hiệu quả xử lý COD cao do sự phát triển sinh khối mạnh mẽ trong bể SBR, cùng với đó là kích thước hạt bùn tăng nhanh, thúc đẩy sự chuyển hóa chất hữu cơ của vi sinh vật trong bể.

Khi OLR được tăng lên 5,1 kgCOD/m³.ngày đêm từ ngày 36 đến ngày 56, hiệu quả loại COD vẫn được duy trì ở mức cao 95 đến 96,2% và ổn định trong suốt thời gian vận hành ở OLR này. Điều này chứng tỏ, sự gia tăng tải trọng hữu cơ không ảnh hưởng sự phát triển và hiệu quả xử lý của bùn hạt. Từ ngày 57, tiếp tục tăng OLR từ 5,4 lên 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm, tương ứng tăng nồng độ chất hữu cơ từ khoảng 1.300 mg/L lên 2.025 mg/L. Trong 3 ngày đầu tiên khi vận hành với OLR này (từ ngày 57 đến 60), hiệu quả loại COD không được ổn định, chỉ dao động trong khoảng 87 đến 88%. Nguyên nhân có thể do khi mới tăng nồng độ COD đầu vào, bể vận hành với OLR cao

lên tới 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm nên hệ thống bùn hạt chưa thích nghi kịp, làm cho hiệu quả loại COD không được cao. Tuy nhiên, khi tiếp tục vận hành, hiệu suất loại chất hữu cơ đã tăng lên dao động trong khoảng 92,4 đến 93,8%, hiệu quả đạt được ổn định trong suốt thời gian còn lại (từ ngày 61 đến 77) khi vận hành ở mức OLR này.

Như vậy, bùn hạt hiếu khí trong thí nghiệm này đạt được sự ổn định trong thời gian dài khi vận hành với mức OLR từ 2,4 đến 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm, bùn hạt có thể chịu được mức OLR cao nhất 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm. Các nghiên cứu trước đó của Bùi Xuân Thành và cs. (2002) cho thấy bùn hạt hiếu khí có khả năng chịu được mức OLR lên tới 20 kgCOD/m³.ngày đêm, nghiên cứu của Adv và cs. (2005) xác định mức vận hành cao nhất ứng OLR 10 kgCOD/m³.ngày đêm. Nguyễn Trọng Lực và cs. (2009) công bố OLR cao nhất đảm bảo bùn hạt vận hành ổn định khoảng 7,2 kgCOD/m³.ngày đêm. Nguyen Thanh Phuong và cs. (2013) cho thấy bùn hạt hiếu khí vận hành ổn định ở mức 5 kgCOD/m³.ngày đêm. So sánh với các nghiên cứu trước đó thấy rằng, bùn hạt hiếu khí tạo được trong nghiên cứu này có khả năng chịu được mức OLR (8,1 kgCOD/m³.ngày đêm) cao hơn trong nghiên cứu của Nguyễn Trọng Lực, Nguyen Thanh Phuong nhưng thấp hơn nghiên cứu của Adv và Bùi Xuân Thành.

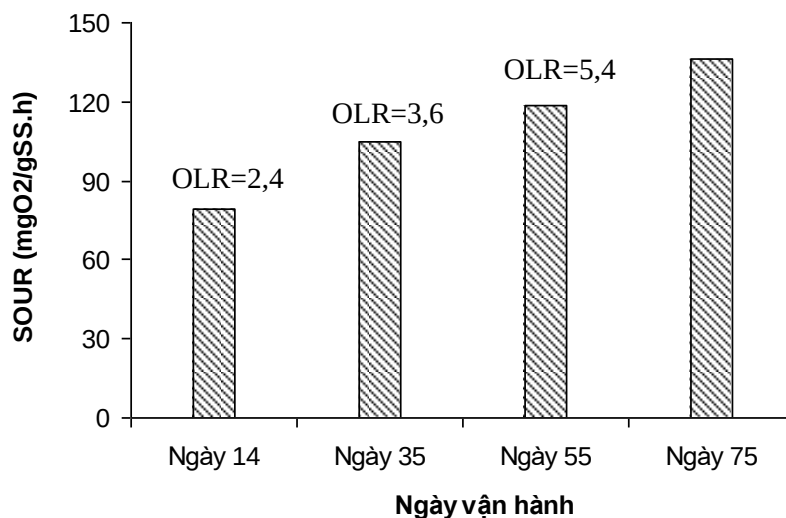


Hình 5. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ ở các giá trị OLR khác nhau

Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng tiến hành đo tốc độ tiêu thụ oxy riêng phần (SOUR) của bùn hạt khi vận hành với các OLR khác nhau. Hình 5 biểu diễn giá trị SOUR đo được của bùn hạt hiếu khí ở các thời điểm khác nhau. Bùn hạt hình thành sau 35 ngày có SOUR đo được 104 $\text{mgO}_2/\text{gSS.h}$. Vào ngày thứ 55 (khi vận hành với OLR 5,4 $\text{kgCOD}/\text{m}^3.\text{ngày}$ đêm), giá trị SOUR đo được tăng lên đạt 118 $\text{mgO}_2/\text{gSS.h}$, điều này chứng tỏ vi sinh vật trong hệ thống bùn hạt bể SBR hoạt động mạnh mẽ, chính điều này đã giúp cho bùn hạt vẫn đạt được xử lý chất hữu cơ cao và ổn định, dao động trong khoảng 92 đến 96%. Khi tiếp tục tăng OLR lên mức 8,1 $\text{kgCOD}/\text{m}^3.\text{ngày}$

đêm, sau 3 tuần vận hành ở OLR này, giá trị SOUR tiếp tục tăng lên và đạt 136,5 $\text{mgO}_2/\text{gSS.h}$ vào ngày 75, điều này chứng tỏ sự hoạt động của vi sinh vật trong bùn hạt tiếp tục được cải thiện. Do đó, có thể thấy, khi vận hành với mức OLR này, hiệu quả xử lý COD vẫn khá cao dao động trong khoảng 93-95%. Như vậy, giá trị SOUR đo được tăng lên khi tăng OLR từ mức 2,4 lên 8,1 $\text{kgCOD}/\text{m}^3.\text{ngày}$ đêm đã chứng tỏ sự hoạt động của sinh vật trong bùn hạt hiếu khí tăng dần theo thời gian vận hành. Chính điều này đã giúp hệ thống ổn định khi vận hành với các mức OLR cao.

OLR = 8,1



Hình 6. Giá trị SOUR đo được của bùn hạt hiếu khí ở các thời điểm khác nhau

4. KẾT LUẬN

- Kết quả thí nghiệm cho thấy bùn hạt được tạo thành công trên bể SBR sau 35 ngày vận hành với OLR 3,6 kgCOD/m³.ngày đêm với kích thước 1 đến 2 mm. Kích thước hạt bùn tăng dần khi tăng giá trị OLR. Kích thước hạt bùn đạt 3 đến 4 mm khi tăng OLR lên từ 3,6 lên 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm, giá trị SVI được duy trì ổn định và dao động trong khoảng 52,6 đến 65,8 mL/g.
- Hệ thống bùn hạt đạt được hiệu quả loại bỏ COD ổn định ở mức 90 đến 95% khi thay đổi các mức OLR khác nhau từ 2,4 đến 8,1 kgCOD/m³.ngày đêm. Điều này có chứng minh rằng, hệ thống bùn hạt hiếu khí ổn định, có khả năng loại chất hữu cơ cao tại nhiều giá trị OLR khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- APHA, AWWA, APCF. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington DC, USA: American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation.
- Adav SS, Lee DJ, Tay JH (2007). Activity and structure of stored aerobic granules. *Environ Technol* 2007. f 28:12, pp 27–35.
- Adav SS, Duu-Jong Lee, Kuan-Yeow Show, Joo-Hwa Tay. (2008). Aerobic granular sludge: Recent advances. *Biotechnology Advances*. 26 (2008), p 411–423.
- Beun JJ, Hendriks A, van Loosdrecht MCM, Morgenroth E, Wilderer PA, Heijnen JJ. (1999). Aerobic granulation in a sequencing batch reactor. *Water Res* 33.
- Jiang HL, Tay JH, Tay STL. (2004). Changes in structure, activity and metabolism of aerobic granules as a microbial response to high organic loading. *Appl Microbiol Biotechnol* 2004. 63, 602–628.
- Trần Quang Lộc, Nguyễn Đăng Hải, Trần Thị Tú, Nguyễn Quang Hưng, Hoàng Ngọc Tường Vân. (2015). Sự hình thành và phát triển của bùn hạt hiếu khí ở các mức lưu lượng sục khí khác nhau. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*. Tập 38A.
- Nguyễn Trọng Lực, Nguyễn Phước Dân, Trần Tây Nam. (2008). Nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí khử COD và Amoni trên bể phản ứng nâng từng mẻ luân phiên (SBAR). *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*. Tập 12, số 2/2009. NXB Khoa học Kỹ thuật.
- Lương Đức Phẩm. (2007). *Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học*. Nhà Xuất bản Giáo dục. 375 trang

- Monica Figueroa. (2011). *Aerobic granular systems for biological treatment of industrial wastewater: operation and characterization of microbial populations*. PhD Thesis. University of Santiago, Spain.
- Marta Coma Bech. (2011). *Biological nutrient removal in SBR technology: From floccular to granular sludge*. PhD Thesis. University of Girona, Spain.
- Nguyen Thi Thanh Phuong, Nguyen Van Phuoc, Thieu Cam Anh. (2013). Study on aerobic granular sludge formation in sequencing batch reactors for tapioca wastewater treatment. *Science and Technology Development Journal*. Vol 16. M1-2013, pp 40-48.
- Tay, J.H., Pan S., Tay S., Ivanov V., Liu Y. (2003). The effect of organic loading rate on aerobic granulation: The development of shear force theory. *Water Science and Technology*. 47, p235-240.