



HIỆU QUẢ XỬ LÝ CHẤT HỮU CƠ TRONG QUÁ TRÌNH NUÔI Bùn HẠT HIẾU KHÍ

PHẠM VĂN DOANH

Bộ môn Công nghệ nước - Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường đô thị
Đại học Kiến trúc Hà Nội

Tóm tắt:

Nuôi cấy và ứng dụng thành công bùn hạt hiếu khí trong xử lý nước thải (XLNT) đã được thực hiện trên thế giới từ nhiều năm qua. Các đề tài nghiên cứu về lĩnh vực này phát triển cả về số lượng và chất lượng. Trong đó, nghiên cứu về hiệu quả xử lý cơ chất trong nước thải của bùn hạt hiếu khí phát triển mạnh mẽ, đặc biệt là nghiên cứu hiệu quả xử lý cơ chất trong quá trình nuôi bùn hạt hiếu khí.

Bài báo trình bày hiệu quả xử lý COD và $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ trong quá trình hình thành và phát triển của bùn hạt hiếu trong điều kiện phòng thí nghiệm tại Việt Nam, với nước thải nhân tạo, chất nền là acetate, bùn nuôi cấy là bùn hoạt tính lấy từ bể điều hòa của Nhà máy XLNT Yên Sở. Nghiên cứu nuôi bùn hạt hiếu khí được thực hiện trên mô hình bể xử lý theo mẻ (SBR) có kích thước: Đường kính bể là 0,110m; chiều cao bể là 1 m; thể tích làm việc của bể là 2,5 lít. Một chu kỳ làm việc của bể là 4 giờ, trong 1 chu kỳ gồm 4 pha: Pha cấp nước vào, thời gian 1 - 2 phút; pha sục khí 180 phút; pha nghỉ 20 - 30 phút; pha xả 10 - 15 phút. Nước đầu vào cho mô hình là nước thải nhân tạo có tải trọng hữu cơ từ 2,7 - 3,0 kg COD/m³.ngày; Tổng thời gian thí nghiệm là 120 ngày. Kết quả cho thấy hiệu quả loại bỏ COD luôn lớn hơn 90%; hiệu quả loại bỏ $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ luôn lớn hơn 80%.

Từ khóa: Bể xử lý theo mẻ SBR, bùn hạt hiếu khí, hiệu quả xử lý COD, hiệu quả xử lý Ni-tơ.

Ngày nhận bài: 3/7/2023. Ngày sửa chữa: 13/7/2023. Ngày duyệt đăng: 24/7/2023.

Effectiveness of organic removal in the growth of Aerobic granulation

Abstract:

Growth and application of aerobic granulation in wastewater treatment has been in recent years in the World. Research on aerobic granules has greatly increased in number and quality. Research on the wastewater treatment efficiency of aerobic granular sludge has developed, especially research on the efficiency of wastewater treatment in the growth of aerobic.

This essay describes the process of effectiveness of COD removal and Nitrification in growth of aerobic granulation with artificial wastewater, acetate is the main component at the laboratory in Viet Nam. The culture sludge is activated sludge taken from the conditioning tank of Yen So treatment. Research is carried out on the reactor SBR technology with 0,11 m in diameter and 1 m in height, working volume of 2,5 lit.

The time of one cycle is 4 hours, each cycle is divided into 4 periods: 1 - 2 min of influent filling, 180 min of aeration, 20 - 30 min of settling and 10 - 15 min of effluent... The input wastewater is wastewater with high strength and has an OLR of 2,7 - 3,0 kg COD/m³.day, the time for research is 120 days. As a result, after 120 days COD removal is more than 90%, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ removal is more than 80%.

Keywords: Sequencing batch reactor, Aerobic granules, COD removal, Nitrification removal.

JEL Classifications: O13, O44, Q53, Q56.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong quá trình nuôi cấy bùn hạt hiếu khí, song song với quá trình phát triển của bùn hạt là quá trình xử lý cơ chất trong nước thải. Hiệu quả của quá trình xử lý các chất trong nước thải phụ thuộc vào sự ổn định của hệ bùn hạt hiếu khí trong bể. Bùn hạt hiếu khí có nhiều ưu điểm như: Kết cấu hạt bền, có khả năng duy trì sinh khối cao, lắng tốt và có thể xử lý được nhiều hợp chất phức tạp trong nước thải [8; 9; 10]. Vì vậy, bùn hạt hiếu khí được ứng dụng rộng rãi trong XLNT như: XLNT sinh hoạt, nước thải đô thị, nước thải công nghiệp [8; 9; 10]...

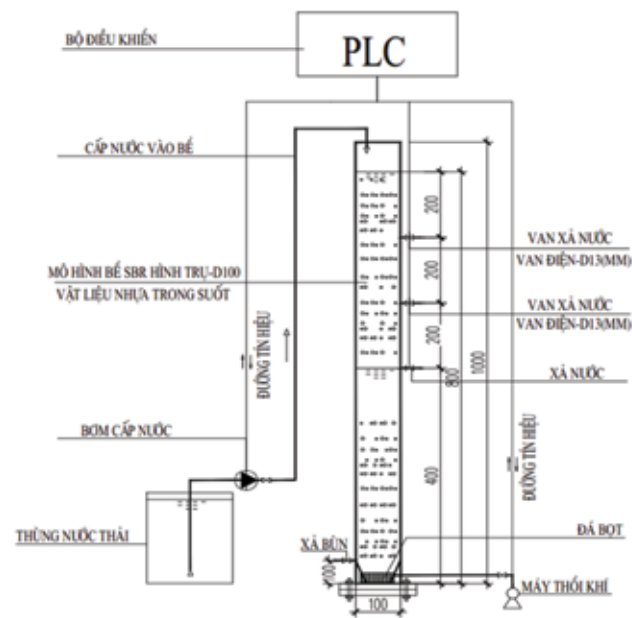
Hiện nay, trong và ngoài nước có nhiều công trình khoa học nghiên cứu liên quan đến bùn hạt hiếu khí với mức độ và lĩnh vực khác nhau như: Nghiên cứu sự ảnh hưởng của các yếu tố đến sự hình thành bùn hạt, nghiên cứu hiệu quả xử lý của bùn hạt hiếu khí đối với nước thải sinh hoạt, nước thải chế biến giấy, nước thải chế biến bột sắn, nước thải lò mổ có tải trọng hữu cơ nghiên cứu từ 0,5 - 15 kg COD/m³.ngày là phổ biến... Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả nghiên cứu khả năng loại bỏ COD và $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ của bùn hạt hiếu khí trong quá trình nuôi bùn hạt trên mô hình công nghệ SBR với nước thải nhân tạo

có chất nền là acetate, tải trọng hữu cơ OLR từ 2,7 - 3,0 kg COD/m³.ngày, tương ứng với tải trọng hữu cơ nước thải đô thị đặc tại một số đô thị ở Việt Nam.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp xây dựng mô hình thí nghiệm

Nghiên cứu trên mô hình bể SBR hình trụ làm bằng nhựa acrylic có đường kính 0,110 m, chiều cao là 1 m, thể tích làm việc của bể là 2,5 lít. Trong một ngày bể SBR làm việc với 6 chu kỳ, thời gian một chu kỳ là 4 giờ, các pha trong 1 chu kỳ như sau: Pha nạp cấp nước vào có thời gian 1 - 2 phút, pha sục khí có thời gian 180 phút, pha lắng có thời gian 20 - 30 phút, pha xả có thời gian 10 - 15 phút. Không khí cấp vào bể SBR qua hệ thống máy sục khí và đĩa khuếch tán khí bằng đá bọt được đặt ở đáy bể SBR, lưu lượng sục khí tăng dần từ 1,5 - 5 (lít/phút) trong thời gian làm thí nghiệm, trên đường ống dẫn khí lắp đặt bộ van điều chỉnh lưu lượng sục khí, nồng độ oxy trong quá trình thí nghiệm luôn đảm bảo DO từ 2 - 4 (mg/l). Van xả nước được đặt cách đáy bể 0,4m để thể tích xả khoảng 50% lượng nước sau một chu kỳ hoạt động. Kiểm tra pH, DO theo chu kỳ, sử dụng máy đo cầm tay, mỗi ngày đo 1 lần. Toàn bộ các thiết bị như: Bơm cấp nước, máy thổi khí, van điện xả nước... đều được điều khiển tự động bằng chương trình lập trình sẵn theo yêu cầu thí nghiệm.



▲ Hình 1. Sơ đồ công nghệ mô hình bể SBR trong phòng thí nghiệm

2.2. Nước thải nhân tạo

Thành phần chính của nước thải nhân tạo là chất nền acetate và các hóa chất được pha vào nước máy lấy tại vòi của Phòng thí nghiệm để đạt COD 900 - 1000 (mg/l), NH₄⁺-N đạt 30 - 60 (mg/l). Nước sử dụng để pha hóa chất là nước máy đã được xử lý đạt tiêu chuẩn, đảm bảo không ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật trong bể phản ứng.



▲ Hình 2a. Mô hình bể SBR trong phòng thí nghiệm

Bảng 1. Thành phần các chất trong nước thải nhân tạo

STT	Công thức hóa học các hợp chất pha COD	Tên hóa chất	Nồng độ (g/l)
1	C ₂ H ₃ O ₂ Na ₃ H ₂ O	Sodium Acetate Trihydrate	2,1184
2	NH ₄ Cl	Ammonium chloride	0,212
3	KH ₂ PO ₄	Potassium dihydrogen phosphat	0,0352

2.3. Bùn hoạt tính

Bùn hoạt tính dùng thí nghiệm là bùn hoạt tính được lấy tại bể phản ứng của Nhà máy XLNT Yên Sở - Hà Nội và có tính chất như sau: MLSS từ 900 - 1020 (mg/l); MLVSS/MLSS khoảng 79,14%; SVI₃₀ từ 227 - 245 (ml/gSS).

2.4. Vận hành mô hình thí nghiệm

Khởi động mô hình và để mô hình chạy tự động bằng chương trình đã được cài đặt sẵn; Đưa vào bể phản ứng của mô hình 2,5 lít bùn hoạt tính lấy từ Nhà máy XLNT Yên Sở để làm nguồn bùn vi sinh vật cho mô hình; Duy trì lưu lượng khí cung cấp theo tính toán, sử dụng máy thổi khí lưu lượng cố định, kiểm soát bằng lưu lượng kế; Tiến hành kiểm tra các thiết bị, van khóa hàng ngày, lấy mẫu định kỳ theo kế hoạch.

Thông số vận hành mô hình như sau: Thời gian làm thí nghiệm là 120 ngày; Tải trọng hữu cơ đầu vào OLR từ 2,7 - 3,0 kg COD/m³.ngày; nồng độ oxy DO là 2,0 - 4,0 (mg/l); nhiệt độ thí nghiệm t°C là 25 - 35°C; độ pH là 6,1 - 8,0.

2.5. Phân tích kết quả thí nghiệm

Các thông số sẽ được phân tích trong quá trình nghiên cứu bao gồm: Chỉ số COD; chỉ số NH₄⁺-N. Các chỉ số được phân tích theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) và được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Các thông số và phương pháp phân tích

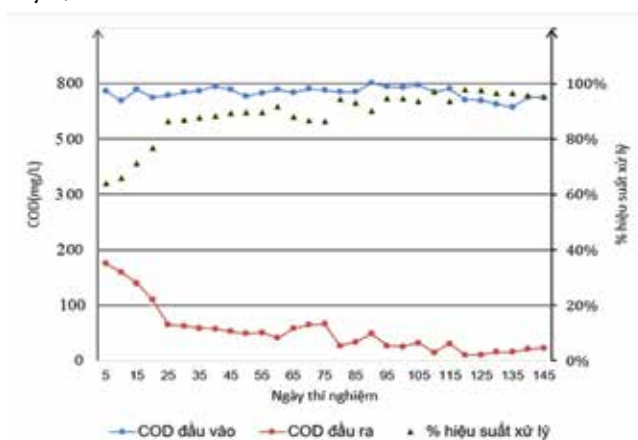
Chỉ số	Đơn vị	Phương pháp phân tích	Thời gian phân tích
COD	mg/l	Phương pháp trắc quang, SMEWW 5220 - D:2012	5 ngày 1 lần phân tích
NH ₄ ⁺ -N	mg/l	Theo chỉ dẫn của thiết bị Method 10031 - Hach	
pH	-	Đo bằng sensor, máy pH cầm tay WTW 340i, Đức	Đo hàng ngày
DO	mg/l	Đo bằng sensor, Máy đo DO cầm tay, Oron, Mỹ	
Nhiệt độ	-	Nhiệt kế điện tử	

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả loại bỏ COD

Trong quá trình nuôi bùn hạt hiếu khí, hình thành hạt và loại bỏ các chất hữu cơ trong nước thải luôn diễn ra đồng thời. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu quả XLNT trong quá trình hình thành bùn hạt rất tốt; Giai đoạn đầu (4 - 5 ngày đầu tiên), bùn hoạt tính lấy từ Nhà máy XLNT Yên Sở được cho vào bể phản ứng chưa kịp thích nghi với môi trường trong bể nên hiệu suất xử lý chưa cao, với hiệu suất xử lý 64 - 65% COD. Trong các tuần tiếp theo, bùn hạt hiếu khí dần hình thành, kích thước bùn hạt tăng từ 1,5 - 3,0 mm, cấu trúc hạt đặc và bền hơn, hạt có dạng hình cầu là phổ biến, hiệu quả xử lý cũng tăng theo hiệu suất xử lý COD từ 65% lên 91%. Đến giai đoạn bùn hạt hiếu khí hình thành và phát triển ổn định, kích thước bùn hạt tăng từ 3,5 - 4,0 mm, cấu trúc hạt đặc và bền, hạt có dạng hình cầu là phổ biến, hiệu quả xử lý cũng ổn định và duy trì ở mức cao. Hiệu quả loại bỏ trên 95% COD. So sánh kết quả xử lý cơ chất của nghiên cứu với các nghiên cứu khác cũng cho kết quả tương đồng như: Nghiên cứu của nhóm tác giả trường Đại học TN&MT, Đại học Huế (2015) cho thấy, kết quả loại bỏ COD từ 85 - 95% khi nghiên cứu với nước thải của khu công nghiệp Phú Bài [1]; Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả Trương Thị Bích Hồng và cộng sự - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh (2016) cho kết quả loại bỏ trên 90% COD khi nghiên cứu với nước thải Nhà máy chế biến bột sắn [2]; Nohayati Abdullah và cộng sự (2011) cho kết quả loại bỏ trên 91 - 97% COD khi nghiên cứu với nước thải Nhà máy chế biến dầu cọ [6]; Gaetano Di Bella và cộng sự (2014) cho kết quả loại bỏ 50 - 60% COD nghiên cứu với nước rỉ rác [5].

Từ các kết quả so sánh trên có thể thấy, kết quả loại bỏ COD trong nghiên cứu này là rất tốt. Kết quả phân tích COD của nước thải đầu vào và nước thải đầu ra được trình bày tại Hình 3.



▲ Hình 3. Kết quả xử lý COD

3.2. Hiệu quả loại bỏ NH₄⁺-N

Tương tự quá trình loại bỏ COD, quá trình loại bỏ NH₄⁺ - N trong nước thải luôn diễn ra đồng thời với quá trình nuôi bùn hạt hiếu khí và hình thành hạt. Quá trình



▲ Hình 2b. Bùn hoạt tính lấy từ trạm XLNT

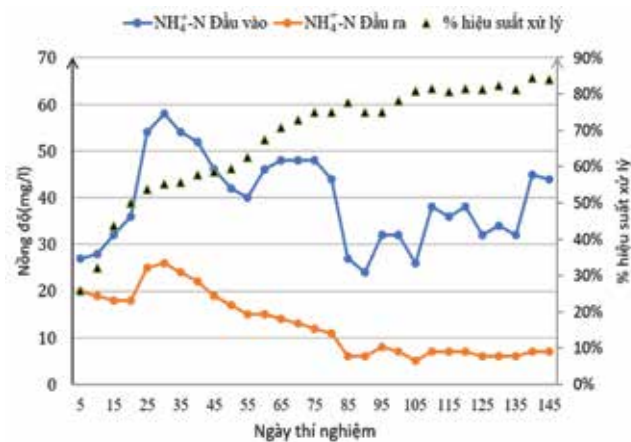
loại bỏ NH₄⁺ - N khi thời gian lưu bùn (SRT) tăng lên đủ để các vi khuẩn amoni hóa phát triển trên bề mặt hạt. Do thiếu chất nền nitrit, vi khuẩn oxy hóa nitrit phát triển chậm hơn. Nguyên nhân là quá trình oxy hóa nitrit thành nitrat. Hiệu quả xử lý sẽ ổn định dần, khi cấu trúc và sự tăng trưởng của bùn hạt đạt tới sự ổn định. Giai đoạn từ 1 - 4 ngày đầu tiên là giai đoạn khởi động của bể phản ứng, bùn hoạt tính cho vào mô hình chưa thích nghi hoàn toàn với môi trường trong bể, nên hiệu suất xử lý chưa cao, với hiệu suất loại bỏ 25 - 30% NH₄⁺ - N. Trong các tuần tiếp theo, bùn hạt hiếu khí dần hình thành, nên hiệu quả xử lý cũng tăng theo hiệu suất loại bỏ NH₄⁺ - N từ 32% lên 60%. Đến giai đoạn bùn hạt hiếu khí hình thành và phát triển ổn định, hiệu quả xử lý cũng ổn định và duy trì ở mức cao. Hiệu quả loại bỏ trên 84% NH₄⁺ - N. Nếu so sánh kết quả nghiên cứu này với các kết quả của nghiên cứu khác có cùng xu hướng nghiên cứu thì thấy kết quả đạt được rất tốt.

Đối với các đề tài trong nước như: Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả Trương Thị Bích Hồng và cộng sự - Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh (2016) cho kết quả loại bỏ NH₄⁺ - N từ 79 - 82% khi nghiên cứu với nước thải của Nhà máy chế biến bột sắn [2].

Đối với các đề tài khác ở nước ngoài, điển hình có các đề tài sau: Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả Yong Qiang Liu, Benjamin Moy và cộng sự (2010) cho kết quả loại bỏ trên 50% NH₄⁺ - N khi nghiên cứu với Nhà máy XLNT sinh hoạt thông thường [10]. Kết quả phân tích chỉ số NH₄⁺ - N của nước thải đầu vào và nước thải đầu ra được trình bày tại Hình 4.



▲ Hình 2c. Lắp đặt mô hình thí nghiệm



▲ Hình 4. Kết quả xử lý NH₄⁺ - N

4. KẾT LUẬN

Trong quá trình nuôi bùn hạt hiếu khí, hình thành hạt và loại bỏ các chất hữu cơ trong nước thải diễn ra đồng thời. Hiệu quả loại bỏ trên 90% COD, trên 80% NH₄⁺ - N. So sánh kết quả nghiên cứu xử lý cơ chất của luận án, kết quả của các nghiên cứu trong và ngoài nước cũng cho kết quả tương tự [1]; [2]; [5]; [6]■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Nguyễn Đăng Hải, Trần Quang Lộc, Trần Thị Tú, Hoàng Ngọc Tường Vân và Nguyễn Quang Hưng. Sự hình thành và phát triển của bùn hạt hiếu khí ở các lưu lượng sục khí khác nhau trên bể SBR. Viện TN&MT. Đại học Huế - ngày 24/4/2015.
2. Trương Thị Bích Hồng, Nguyễn Phương Thanh, Bùi Việt Hà, Nguyễn Văn Phước, Sự hình thành và ổn định của bùn

hạt hiếu khí trên mô hình công nghệ SBR trong XLNT chế biến tinh bột sắn. Viện Tài nguyên Môi trường - Đại học Quốc gia - TP. Hồ Chí Minh - ngày 19/4/2016.

3. Adav SS, Lee DJ, Show KY, Tay JH. Aerobic granular sludge: recent advances. *Biotechnol Adv* 2008;26:411-23.
4. Boston: McGraw Hill. McSwain, BS.; Irvine, RL.; Wilderal, PA. (2003) *The effect of intermittent feeding on aerobic granule structure*. 5th International Conference on Biofilm Systems by International Water Association. South Africa: Cape Town.
5. Gaetano Di Bellaa, Michele Torregrossa. *Aerobic Granular Sludge for Leachate Treatment*. Facoltà di Ingegneria e Architettura dell'Università Kore di Enna, Cittadella Universitaria 94100 Enna, Italy, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale, dei Materiali, Università degli Studi di Palermo - 2014.
6. Norhayati Abdullah, Zaini Ujang, Adibah Yahya. *Aerobic granular sludge formation for high strength agro-based wastewater treatment*. Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia 2011.
7. Meyer, RL; Saunders, AM.; Zeng, RJ.; Keller, J.; Blackall, LL. (2003). *Microscale structure and function of anaerobic-aerobic granules containing*
8. Liu Y, Yang SF, Tay JH. Elemental compositions and characteristics of aerobic granules cultivated at different substrate N/C ratios. *Appl Microbiol Biotechnol*, 61, 556.
9. Liu, Y.; Tay, JH. (2004). *State of the art of biogranulation technology for wastewater treatment* *Biotechnology Advances*. *Environ Technol* 22, 533.
10. Liu, QS; Liu, Y.; Tay, STL.; Show, KY.; Ivanov, V.; Moy, B.Y.P. (2010) *Startup of pilot-scale aerobic granular sludge reactor by stored granules*. *Environ Technol*, 26, 1363.