

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG TÁI CHẾ Bùn SINH HỌC TỪ QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI HỮU CƠ NỒNG ĐỘ CAO BẰNG PHƯƠNG PHÁP Bùn HOẠT TÍNH HIẾU KHÍ CÓ BỔ SUNG CHẾ PHẨM VI SINH CMs

Phạm Nguyệt Ánh¹, Nguyễn Thị Liên¹, Nguyễn Thị Lan Hương¹

Tóm tắt: Việc xác định thành phần và tính chất của bùn thải là căn cứ để lựa chọn hướng xử lý, quản lý phù hợp. Nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng tái chế thành phân hữu cơ của bùn sinh học từ quá trình xử lý nước thải chế biến sữa bằng bùn hoạt tính hiếu khí có bổ sung chế phẩm CMs. Kết quả cho thấy, bùn có pH trung tính, độ ẩm cao (99%). Hàm lượng chất hữu cơ tổng số (2,25 mg/kg), tổng nito (2.932 mg/kg), và tổng photpho (509 mg/kg) đều ở mức thấp nhưng tổng kali tương đối cao (5.559 mg/kg). Hàm lượng kim loại nặng Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Hg và một số thành phần nguy hại như Cr⁶⁺, tổng xyanua đều dưới ngưỡng cho phép của QCVN 50:2013/BTNMT của Bộ Tài nguyên và môi trường và Thông tư 41/2014/TT-BNTPTNT của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Không phát hiện thấy E. Coli và Salmonella trong bùn sinh học, và Coliforms ở mức 83 CFU/g. Như vậy, bùn sinh học phù hợp để tái chế thành phân hữu cơ nhưng cần nghiên cứu phối trộn với các vật liệu giàu hữu cơ và dinh dưỡng để thu được sản phẩm đạt chất lượng sử dụng.

Từ khóa: Bùn sinh học, chất nguy hại, dinh dưỡng, tái sử dụng, kim loại nặng.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Quản lý bùn thải là yêu cầu bắt buộc trong pháp luật bảo vệ môi trường của nước ta. Luật Bảo vệ môi trường 2020 số 72/2020/QH14 có hiệu lực từ 01/01/2022 quy định bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải phải được quản lý theo quy định của pháp luật về quản lý chất thải rắn; bùn thải có yếu tố nguy hại vượt ngưỡng quy định phải được quản lý theo quy định của pháp luật về quản lý chất thải nguy hại. Nghị định 80/2014/NĐ-CP về thoát nước và xử lý nước thải cũng đã quy định đặc tính của bùn thải là căn cứ để lựa chọn công nghệ xử lý. Bộ Tài nguyên và môi trường đã ban hành QCVN 50:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng nguy hại đối với bùn thải từ quá trình xử lý nước làm cơ sở để phân định và quản lý bùn thải.

Thành phần, tính chất của bùn thải thay đổi tùy thuộc đối tượng nước thải, công nghệ xử lý, điều kiện môi trường như nhiệt độ, độ ẩm (Wang et al., 2008) và là căn cứ để lựa chọn hướng xử lý, quản lý phù hợp (Yan et al., 2009).

Bùn sinh học được định nghĩa là chất rắn hữu cơ có nguồn gốc chủ yếu từ quá trình xử lý sinh học nước thải và có khả năng được tái chế an toàn thành chất dinh dưỡng cho đất, ổn định đất (Việt-Anh và nnk., 2017).

Ở Việt Nam đã có các nghiên cứu về thành phần tính chất của bùn từ hồ đô thị (Thắng, 2015; Tiên, 2013), bùn ao nuôi tôm (Vân & Duy, 2019) để ứng dụng để làm phân bón, hoặc làm chất đốt. Phương và nnk. (2016) nghiên cứu đặc tính bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của nhà máy sản xuất bia ở tỉnh Sóc Trăng, Tiền Giang và Bạc Liêu; và nhà máy chế biến thủy sản ở Đồng Tháp, An Giang, Hậu Giang, Tiền Giang, và Bạc Liêu cho thấy bùn thải của một số nhà máy phù hợp để tái sử dụng làm phân hữu cơ. Nghiên cứu bùn từ hệ thống xử lý nước thải tập trung của khu công nghiệp An Nghiệp, tỉnh Sóc Trăng với 80-90% là nước thải chế biến thủy sản cho thấy các chất độc hại trong bùn thải không gây ảnh hưởng nhiều cho quá trình ủ phân compost và có thể sử dụng làm phân bón (Khánh và nnk., 2017).

Quá trình bùn hoạt tính truyền thống có khả

¹ Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

năng xử lý chất hữu cơ với nồng độ COD < 1.000 mg/L (Tchobanoglous & Burton, 2003). Quá trình này bị ảnh hưởng bởi các yếu tố ban đầu như nhiệt độ, pH, nồng độ chất hữu cơ, nồng độ muối, kim loại nặng... Một số cải tiến như bổ sung chế phẩm vi sinh chứa enzyme giúp làm tăng hiệu quả xử lý của quá trình bùn hoạt tính nhưng có thể làm thay đổi thành phần, tính chất bùn sinh học. CMs (Catalyst Microorganism Support) là chế phẩm enzyme dạng bột được sản xuất tại Nhật Bản năm 2012 và đã được ứng dụng để xử lý thành công nước thải bị ô nhiễm chất hữu cơ (Kazumi, 2019). CMs cung cấp enzyme xúc tác cho quá trình xử lý bằng cách phá vỡ màng tế bào vi sinh vật giúp các chất hữu cơ và dinh dưỡng dễ dàng di chuyển qua vỏ tế bào, sau cùng chất hữu cơ được chuyển hoá thành CO₂ và nước. Việc bổ sung chế phẩm CMs làm giảm ảnh hưởng của nồng độ chất hữu cơ ban đầu lên quá trình xử lý nên ngay cả nước thải có

nồng độ cao như nước thải chế biến thủy sản, chế biến sữa... vẫn có thể xử lý tốt.

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm xác định thành phần, tính chất của bùn sinh học từ quá trình xử lý nước thải chế biến sữa bằng phương pháp bùn hoạt tính hiếu khí có bổ sung chế phẩm CMs và đánh giá khả năng tái chế thành phân hữu cơ compost.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nước thải hữu cơ nồng độ cao

Đối tượng nước thải hữu cơ nồng độ cao sử dụng trong nghiên cứu này là nước thải từ quá trình sản xuất sữa. Nước thải được lấy sau bể lắng sơ cấp từ hệ thống xử lý nước thải của một nhà máy sản xuất sữa có giá trị BOD₅ dao động từ 20.000 đến 40.000 mg/L sau đó pha loãng bằng nước máy đến các nồng độ nghiên cứu. Bảng 1 thể hiện tính chất của nước thải đầu vào quá trình xử lý.

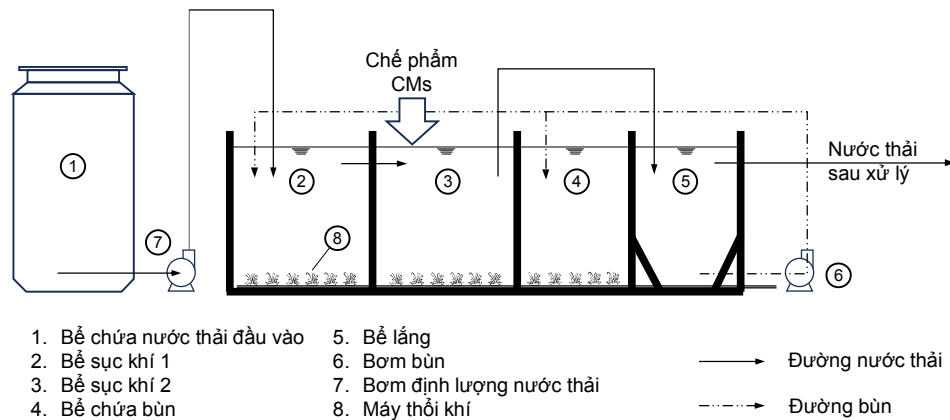
Bảng 1. Tính chất nước thải đầu vào quá trình xử lý hiếu khí có bổ sung chế phẩm CMs (B. T. Thủy và ntk., 2022)

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị	QCVN 40:2011 (cột B)
COD	mg/L	4300 ± 70	150
BOD ₅	mg/L	3960 ± 53	50
T-N	mg/L	50,0 ± 2,5	40
T-P	mg/L	7,0 ± 1,1	6
TSS	mg/L	550 ± 50	100

2.2. Hệ thống xử lý hiếu khí bằng bùn hoạt tính

Hình 1 mô tả hệ thống xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính công suất 40 L/ngày được vận hành tại phòng thí nghiệm Kỹ thuật môi trường, thuộc Khoa Hóa & Môi trường, trường Đại học Thủy lợi. Hệ thống chạy liên tục trong 20 ngày để xử lý nước thải có tính chất như Bảng 1. Nước thải được đưa vào bể chứa nước thải đầu vào có dung tích 80 L. Bơm định lượng cấp nước thải với lưu lượng 1,7 L/h vào hệ thống. Nước thải được đưa vào bể sục khí 1, sau đó sang bể sục khí 2 để thực hiện quá trình oxy hóa

các chất hữu cơ và chuyển hóa nitơ. Thể tích vận hành mỗi bể sục khí là 48 L. Thời gian lưu nước trong mỗi bể là 28 h. Hàm lượng MLSS trong bể sục khí được duy trì ở mức 5.000 mg/L. Chế phẩm CMs được bổ sung vào bể sục khí 2 nhằm tăng cường hiệu quả xử lý. Sau quá trình sục khí, nước thải được đưa sang bể lắng để lắng các bông bùn hoạt tính. Nước sau lắng sẽ tràn qua máng thu ra ngoài. Bùn ở đáy bể lắng được bơm một phần quay trở lại bể sục khí 1 để duy trì lượng vi sinh vật trong bể, một phần sẽ đưa vào bể chứa bùn. Lượng bùn tuần hoàn về bể sục khí 1 là 6,5 L mỗi 4 h.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống xử lý hiệu khí nước thải bằng bùn hoạt tính

2.3. Bùn sinh học

Mẫu bùn sinh học được lấy một lần từ bể lắng bùn của hệ thống xử lý hiệu khí nước thải chế biến sữa có bổ sung chế phẩm CMs (bể 5, Hình 1) vào ngày thứ 15 của quá trình xử lý. Mẫu được phân tích

tại Phòng phân tích độc chất môi trường (Vilas 386 – Vimcerts 079) thuộc Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm khoa học và công nghệ Việt Nam.

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu trong mẫu bùn sinh học được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu của mẫu bùn sinh học

TT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp phân tích
1	pH	-	US EPA Method 9040C+ US EPA Method 9045D
2.	Tổng photpho (P)	mg/kg	TCVN 8940:2011
3.	Tổng kali (K)	mg/kg	TCVN 8660:2011 + US EPA Method 6020A
4.	Tổng nitơ (N)	mg/kg	TCVN 6498:1999
5.	Chất hữu cơ tổng số (OM)	mg/kg	TCVN 6642:2000
6.	Tổng xyanua	mg/kg	US EPA Method 9013A + US EPA Method 9010C + US EPA Method 9014
7.	Độ ẩm	%	TCVN 6648:2000
8.	K ₂ O	%	TCVN 8662:2011 + US EPA Method 6020A
9.	P ₂ O ₅	%	TCVN 8661:2011
10.	Nitơ hữu hiệu	mg/kg	TCVN 5255:2009
11.	<i>E.coli</i>	CFU/g	TCVN 6187-1:2019
12.	<i>Coliforms</i>	CFU/g	SMEWW 9221.B&E:2017
13.	<i>Salmonella</i>	CFU/g	TCVN 9717:2017
14.	Đồng (Cu)	mg/kg	US EPA Method 3051B + SMEWW 3125:2012
15.	Cadimi (Cd)	mg/kg	US EPA Method 3051A + SMEWW 3125B:2017
16.	Chì (Pb)	mg/kg	US EPA Method 3051A + SMEWW 3125B:2017
17.	Kẽm (Zn)	mg/kg	US EPA Method 3051A + SMEWW 3125B:2017
18.	Niken (Ni)	mg/kg	US EPA Method 3051A + SMEWW 3125B:2017
19.	Hg	mg/kg	US EPA Method 3051A + SMEWW 3125B:2017
20.	Cr ⁶⁺	mg/kg	US EPA Method 3060A + US EPA Method 7196A

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. pH và độ ẩm của bùn sinh học

pH là một trong những thông số quan trọng để đánh giá khả năng tái sử dụng hoặc tái chế bùn cho đất trồng vì pH của bùn ảnh hưởng trực tiếp tới độ pH của đất và sự hấp thu kim loại của đất cũng như của cây trồng trên đất (Yan et al., 2009). Mẫu bùn sinh học trong nghiên cứu này có pH = 7,1. Kết quả này cũng tương đồng với các nghiên cứu về bùn hoạt tính pH = 6,5 – 8,0 (Tchobanoglous & Burton, 2003), bùn thải của hệ thống xử lý nước thải sản xuất bia, chế biến thủy sản pH = 6,15 – 7,6 (Phuong và nnk., 2016), chế biến cá da trơn pH = 7,3 (Oanh & Diệu, 2015).

Độ ẩm của bùn sinh học là 99%. Có thể thấy độ ẩm của bùn khá lớn, đồng nghĩa với thể tích bùn lớn cần được lưu ý về cả vấn đề kỹ thuật và chi phí trong quá trình thu gom, xử lý. Giá trị này phù hợp với nghiên cứu về độ ẩm của bùn thứ cấp 98,5 – 99,6% (Việt-Anh và nnk., 2017) nhưng cao hơn độ ẩm của bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải sản xuất bia và chế biến thủy sản (74,95% – 86,19%) (Phuong và nnk., 2016). Có thể giải thích nguyên nhân là mẫu bùn sinh học trong nghiên cứu là bùn thứ cấp (bùn hoạt tính) còn mẫu bùn trong nghiên cứu của Phuong và nnk. là bùn thải phát sinh từ toàn bộ hệ thống xử lý nước thải nên bao gồm cả bùn sơ cấp và

bùn từ các quá trình xử lý khác trong dây chuyền công nghệ xử lý và đã được ép loại nước hoặc lắng trong bể lắng bùn. Độ ẩm của mẫu bùn sinh học trong nghiên cứu cũng cao hơn bùn từ nhà máy xử lý nước thải chế biến cá da trơn đã qua máy ép tách nước (85%) (Oanh & Diệu, 2015).

Như vậy có thể thấy giá trị pH và độ ẩm của bùn sinh học từ quá trình xử lý hiếu khí bằng bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm CMs phù hợp để phối trộn ủ phân hữu cơ.

3.2. Hàm lượng hữu cơ và dinh dưỡng của bùn sinh học

Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng của bùn sinh học từ hệ thống xử lý hiếu khí nước thải chế biến sữa có bổ sung chế phẩm CMs được thể hiện trong bảng 3. Đây là các thành phần cần thiết cho sự phát triển của cây trồng, thể hiện đặc tính “phân bón” của bùn thải. Kết quả cho thấy hàm lượng chất hữu cơ trong mẫu bùn sinh học thấp (2,25 mg/kg). Hàm lượng đạm tổng số (tổng N) là 2.932 mg/kg. Giá trị này cao hơn bùn từ hệ thống thoát nước ở Đà Nẵng (1.290 – 1450 mg/kg), bùn đáy hồ Tây ở Hà Nội (2,2 – 28,2 mg/kg). Hàm lượng đạm hữu hiệu (N hữu hiệu) của mẫu bùn sinh học là 47,9 mg/kg, thấp hơn rất nhiều so với bùn thải của nhà máy xử lý nước thải bia, thủy sản (1.200 – 7.400 mg/kg).

Bảng 3. Hàm lượng dinh dưỡng trong mẫu bùn sinh học từ bể xử lý hiếu khí nước thải chế biến sữa có bổ sung chế phẩm CMs so sánh với các nghiên cứu khác

Vật liệu	Chất hữu cơ tổng số (mg/kg)	Tổng nitơ (mg/kg)	Tổng kali (mg/kg)	Tổng photpho (mg/kg)	Nitơ hữu hiệu (mg/kg)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)
Bùn sinh học trong nghiên cứu này	2,25	2.932	5.559	509	47,9	0,67	0,002
Bùn hệ thống thoát nước ở Đà Nẵng ⁽¹⁾	-	1.290 – 1.450	-	620 – 920	-	-	-
Bùn đáy hồ Tây ⁽²⁾	-	2,2 – 28,2	-	254,7	-	-	-
Bùn xử lý nước thải bia, thủy sản ⁽³⁾	-	-	-	-	1.200 – 7.400	0,05 – 0,36	1,04 – 5,54
Bùn ao nuôi tôm Nghệ An ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	-	0,03 – 0,5

Ghi chú: “-”: số liệu thiếu

Nguồn: ⁽¹⁾Thủy và nnk., 2017; ⁽²⁾Ban QLDĐTĐ công trình cấp nước, thoát nước và môi trường, 2018; ⁽³⁾Phuong và nnk., 2016; ⁽⁴⁾Vân & Duy, 2019

Hàm lượng photpho tổng số (lân tổng số) của mẫu bùn sinh học (bảng 3) là 509 mg/kg, thấp hơn so với bùn từ hệ thống thoát nước ở Đà Nẵng (620 – 920 mg/kg) và cao gấp 2 lần lượng P có trong trầm tích đáy hồ Tây (254,7 mg/kg). Hàm lượng lân hữu hiệu (P_2O_5) là 0,002% (tương đương 20 mg/kg), thấp hơn 40 – 700 lần so với hàm lượng lân hữu hiệu của bùn thải ao nuôi tôm của một số khu vực tại Nghệ An (0,03 – 0,5% tương đương 687 – 11.455 mg/kg). So với bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải bia và thủy sản (1,04 – 5,54%), hàm lượng lân hữu hiệu của mẫu bùn sinh học trong nghiên cứu thấp hơn từ vài trăm đến vài nghìn lần.

Kết quả trong bảng 3 cho thấy hàm lượng K tổng số và K hữu hiệu lần lượt là 5.559 mg/kg và 0,67%. Có thể thấy rằng mẫu bùn sinh học chứa thành phần K hữu hiệu cao hơn các mẫu bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải bia và thủy sản (0,05 – 0,36%).

Với các thành phần dinh dưỡng được xác định ở bảng 3, có thể thấy ngoại trừ hàm lượng K tương đối cao so với một số loại bùn thải khác, hàm lượng chất hữu cơ, N và P của mẫu bùn sinh học đều ở mức thấp. Do vậy, để làm nguyên liệu cho quá trình ủ phân compost, bùn sinh học trong nghiên cứu này cần được bổ sung các nguyên liệu giàu hữu cơ, N, P với tỷ lệ phối trộn phù hợp để cho sản phẩm phân compost đạt yêu cầu chất lượng.

3.3. Thành phần kim loại và chất nguy hại trong bùn sinh học

Bùn xử lý nước thải có thể chứa kim loại. Ở hàm lượng thấp, một số kim loại là chất vi lượng cần thiết cho cây trồng, nhưng sẽ trở thành độc tố cho cây trồng và con người nếu ở nồng độ cao. Bảng 4 trình bày kết quả phân tích một số kim loại trong mẫu bùn sinh học so sánh với các nghiên cứu khác. Các nguyên tố vi lượng như đồng (Cu), kẽm (Zn) có hàm lượng lần lượt là 4,06 và 98,35 mg/kg. Hàm lượng đồng trong mẫu bùn sinh học nằm trong khoảng giá trị của bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt Thủ Dầu Một (0,55 – 10,75 mg/kg), nhưng lại thấp hơn khoảng 25 – 50 lần so với bùn từ nhà máy xử lý nước thải Kim Liên, Trúc Bạch, Yên Sở. Giá trị này cũng thấp hơn khá nhiều so với bùn thải nhà máy xử lý nước thải sản xuất thủy sản tỉnh Sóc Trăng (45,91 mg/kg), bùn xử lý nước thải bia và thủy sản với giá trị dao động trong khoảng 13,3 – 539 mg/kg. Hàm lượng Zn trong mẫu bùn sinh học thấp hơn rất nhiều so với bùn từ nhà máy xử lý nước thải bia, thủy sản (104 – 771 mg/kg), cao hơn trong bùn thải nhà máy xử lý nước thải sản xuất thủy sản tỉnh Sóc Trăng (37,8 mg/kg). Kết quả này đạt giá trị cao hơn bùn từ nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt Thủ Dầu Một (3,1 – 73,75 mg/kg) nhưng thấp hơn 9 - 12 lần bùn từ nhà máy xử lý nước thải Kim Liên, Trúc Bạch, Yên Sở.

Bảng 4. Hàm lượng kim loại trong mẫu bùn sinh học từ bể xử lý hiếu khí nước thải chế biến sữa có bổ sung chế phẩm CMs (mg/kg) so sánh với các nghiên cứu khác

Vật liệu	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Hg	Cr ⁶⁺	CN ⁻
Bùn sinh học trong nghiên cứu này	4,06	98,35	0,05	0,32	5,07	0,02	<1,6	<0,18
Bùn nhà máy XLNTSH Thủ Dầu Một ⁽¹⁾	0,55 – 10,75	3,1 – 73,75	<0,001 – 0,071	<0,05 – 3,91	-	-	-	-
Bùn nhà máy XLNTSH Kim Liên ⁽²⁾	114,94± 24,85	869,12± 69,49	49,49± 14,04	0,23± 0,08	-	-	-	-
Bùn nhà máy XLNTSH Trúc Bạch ⁽²⁾	125,63± 19,84	1.106,19± 156,39	67,63± 6,84	1,16± 0,23	-	-	-	-
Bùn nhà máy XLNTSH Yên Sở ⁽²⁾	205,55± 12,48	1.179,77± 53,19	120,73± 10,15	0,42± 0,16	-	-	-	-
Bùn XLNT thủy sản Sóc Trăng ⁽³⁾	45,91	37,8	<LOD	3,32	3,24	<LOD	-	-
Bùn XLNT bia, thủy sản ⁽⁴⁾	13,3 – 539	104 - 771	0,08 – 5,03	0,09 – 8,66	-	-	-	-

Vật liệu	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Hg	Cr ⁶⁺	CN ⁻
Bùn ao nuôi tôm Nghệ An ⁽⁵⁾	-	-	0,28 – 0,96	26,83 – 39,06	-	0,06 – 0,17	-	-
QCVN 50:2013/BTNMT	-	5000	10	300	1.400	4	100	590
QCVN 03:2008/BTNMT (đất nông nghiệp)	50	200	2	70	-	-	-	-
TT41/2014/TT- BNNPTNT	-	-	<5	<200	-	<2	-	-

Ghi chú: XLNTSH: xử lý nước thải sinh hoạt, LOD: giới hạn phát hiện, “-”: số liệu thiếu

Nguồn: ⁽¹⁾Quang, 2021; ⁽²⁾Cam, 2020; ⁽³⁾Khánh và nnk., 2017; ⁽⁴⁾Phương và nnk., 2016; ⁽⁵⁾Vân & Duy, 2019.

Hàm lượng của một số kim loại nặng như Cd, Pb, Ni, Hg cũng được thể hiện trong bảng 4. Hàm lượng Cd (0,05 mg/kg) nằm trong khoảng giá trị của bùn thải nhà máy xử lý nước thải sản xuất bia và thủy sản với giá trị dao động trong khoảng 0,08 – 5,03 mg/kg. Kết quả này cao hơn hàm lượng Cd trong bùn thải của nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt Thủ Dầu Một (<0,001 – 0,071 mg/kg) và thấp hơn từ 30 – 50 lần Cd trong bùn từ nhà máy xử lý nước thải Kim Liên, Trúc Bạch, Yên Sở. So với bùn đáy ao nuôi tôm ở Nghệ An (0,28 – 0,96 mg/kg), Cd trong mẫu bùn sinh học cũng có giá trị thấp hơn. Pb trong mẫu bùn sinh học (0,32 mg/kg) thấp hơn 10 lần trong bùn nhà máy xử lý nước thải sản xuất thủy sản tỉnh Sóc Trăng (3,32 mg/kg) và nằm trong khoảng giá trị bùn thải nhà máy xử lý nước thải sản xuất bia và thủy sản (0,09 – 8,66 mg/kg). Giá trị này cao hơn trong bùn của nhà máy xử lý nước thải Kim Liên (0,23 mg/kg) nhưng thấp hơn trong bùn của nhà máy xử lý nước thải Yên Sở (0,42 mg/kg), nhà máy xử lý nước thải Trúc Bạch (1,16 mg/kg) và nằm trong khoảng giá trị của nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt Thủ Dầu Một (<0,05 – 3,91 mg/kg).

Hàm lượng Ni (5,07 mg/kg) trong mẫu nghiên cứu cao hơn trong bùn nhà máy xử lý nước thải sản xuất thủy sản tỉnh Sóc Trăng (3,24 mg/kg). Hàm lượng Hg là 0,02 mg/kg. Giá trị này cao hơn trong bùn nhà máy xử lý nước thải sản xuất thủy sản tỉnh Sóc Trăng (dưới ngưỡng phát hiện) và thấp hơn Hg trong các mẫu bùn

đáy ao nuôi tôm ở Nghệ An (0,06 – 0,17 mg/kg). Hàm lượng Cr (VI) và xyanua lần lượt là <1,6 mg/kg và <0,18 mg/kg.

Có thể nhận thấy kết quả phân tích hàm lượng kim loại nặng và một số thành phần nguy hại trong mẫu bùn sinh học đều thấp hơn ngưỡng cho phép của QCVN 50:2013/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về ngưỡng nguy hại đối với bùn thải từ quá trình xử lý nước, QCVN 03:2008/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của kim loại nặng trong đất (đối với đất nông nghiệp) và Thông tư 41/2014/TT-BNTPTNT quy định về sản xuất, kinh doanh, sử dụng phân bón. Do vậy, bùn sinh học có thể tái sử dụng để sản xuất phân bón hữu cơ dùng cho nông nghiệp, đồng thời có khả năng cung cấp thêm nguồn vi lượng cần thiết trong quá trình ủ phân hữu cơ.

3.4. Vi sinh vật trong bùn sinh học

Các chỉ tiêu *Coliforms*, *E. Coli*, *Salmonella* (một số vi sinh vật gây bệnh) trong mẫu bùn sinh học được thể hiện ở bảng 5. Kết quả phân tích cho thấy bùn sinh học chứa một lượng nhỏ *Coliforms* (83 CFU/g). *E. Coli* và *Salmonella* (vi khuẩn gây bệnh tiêu chảy) đều không phát hiện thấy trong mẫu vật liệu nghiên cứu. So sánh với các nghiên cứu tương tự, *E. Coli* được phát hiện rất nhiều trong bùn thải nhà máy xử lý nước thải sản xuất bia và thủy sản với giá trị dao động trong khoảng $1,6 \times 10^3 - 2,7 \times 10^5$ CFU/g, bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải thủy sản tỉnh Sóc Trăng với giá trị

$9,2 \times 10^2$ CFU/g. Mặc dù phát hiện *Coliforms* nhưng mật độ thấp hơn rất nhiều so với bùn thải nhà máy xử lý nước thải sản xuất bia và thủy sản với giá trị dao động trong khoảng $3,2 \times 10^4$ –

$2,7 \times 10^5$ CFU/g. Quá trình sản xuất phân hữu cơ với nhiệt độ ủ thích hợp sẽ tiêu diệt các vi khuẩn có hại. Các nghiên cứu tương tự đều không phát hiện *Salmonella* trong bùn thải.

Bảng 5. Thành phần vi sinh trong mẫu bùn sinh học từ bể xử lý hiếu khí nước thải chế biến sữa có bổ sung chế phẩm CMs (CFU/g) so sánh với các nghiên cứu khác

Vật liệu	<i>E.coli</i>	<i>Coliforms</i>	<i>Salmonella</i>
Bùn sinh học trong nghiên cứu này	KPH	83	KPH
Bùn XLNT bia, thủy sản ⁽¹⁾	$1,6 \times 10^3 - 2,7 \times 10^5$	$3,2 \times 10^4 - 2,7 \times 10^5$	KPH
Bùn nhà máy XLNT thủy sản Sóc Trăng ⁽²⁾	9×10^2	-	KPH
TT 41/2014/TT-BNNPTNT	$< 1,1 \times 10^3$	-	KPH

Ghi chú: XLNT: xử lý nước thải; KPH: Không phát hiện, “-”: số liệu thiếu

Nguồn: (1)Phuong và nnk., 2016; (2)Khánh và nnk., 2017.

4. KẾT LUẬN

Bùn sinh học từ quá trình xử lý nước thải hữu cơ nồng độ cao bằng bùn hoạt tính có bổ sung chế phẩm CMs có khả năng tái chế thành phân hữu cơ sử dụng cho nông nghiệp. Thành phần kim loại và nguy hại đều dưới ngưỡng cho phép, thành phần vi sinh có phát hiện *Coliforms* ở mức thấp, hoàn toàn có thể bị tiêu diệt trong quá trình ủ phân. *E. Coli* và

Salmonella đều không phát hiện. Tuy nhiên, hàm lượng hữu cơ và dinh dưỡng của bùn không cao nên cần phải phối trộn với các vật liệu giàu hữu cơ, dinh dưỡng để có sản phẩm phân hữu cơ đạt chất lượng sử dụng. Độ ẩm của bùn lớn đồng nghĩa với thể tích bùn lớn, làm tăng chi phí khi vận chuyển và xử lý. Vì vậy, cần có biện pháp tại chỗ để giảm bớt độ ẩm của bùn trước khi đưa đi tái chế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình cấp nước thoát nước và môi trường Hà Nội (2018). Báo cáo đánh giá tác động môi trường dự án: Nạo vét bùn, bổ cập nước và xây dựng cột phun nước hồ Tây, hạng mục: Nạo vét bùn.
- Cam, B. D. (2020). Nghiên cứu xử lý, ổn định và đánh giá tiềm năng tái sử dụng bùn thải sinh hoạt đô thị - Báo cáo tổng kết: Kết quả thực hiện đề tài KH&CN cấp Đại học Quốc gia. Mã số QG17.25. https://repository.vnu.edu.vn/flowpaper/simple_document.php?subfolder=16/41/90/&doc=164190430034587381935784249601309077842&bitsid=515cac26-b01d-4d28-9c4a-7bf56d8e8145&uid=
- Kazumi, T. (2019). Tài liệu xử lý nước thải có nồng độ ô nhiễm hữu cơ cao (tài liệu của Công ty cổ phần JFILLS được dịch sang tiếng Việt).
- Khánh, H. C., Nam, T. S., Đạo, N. V., & Thủy, N. T. N. (2017). Nghiên cứu sử dụng bùn thải của nhà máy chế biến thủy sản ủ phân compost kết hợp với rơm và lục bình. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, 3(112.2), tr. 10–14. <https://jst-ud.vn/jst-ud/article/view/2250>
- Oanh, L. T. K., & Diệu, T. T. M. (2015). Nghiên cứu sản xuất compost nhằm tái sử dụng bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải chế biến cá da trơn. Tạp chí Phát triển KH&CN, 18(M2), tr. 99-115.
- Phuong, N. T., Hoa, N. M., Xuân, Đ. T., Trân, V. T. T., & Tuyết, L. N. (2016). Đặc tính bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của nhà máy sản xuất bia và chế biến thủy sản. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 45a, tr. 74–81.

- Quang, N. T. (2021). *Đánh giá công tác quản lý bùn thải tại nhà máy xử lý nước thải Thủ Dầu Một*. Tạp chí Khoa học Đại học Thủ Dầu Một, 5(54).
- Thắng, H. Đ. (2015). *Nghiên cứu tận dụng bùn thải đô thị tại Bắc Ninh làm chất đốt* (Luận văn ThS khoa học chuyên ngành kỹ thuật môi trường). Trường Đại học Khoa học tự nhiên.
- Thủy, B. T., Nguyễn, N. T. T., Hòa, N. T., & Liên, N. T. (2022). *Trường Đại học Thủy lợi - Báo cáo tổng hợp đề tài: Nghiên cứu xử lý nước thải hữu cơ bằng công nghệ lên men hoạt tính CMs*.
- Thủy, P. T., Đức, D. G., & Quang, T. V. (2017). *Bùn thải đô thị tại thành phố Đà Nẵng: hiện trạng và khả năng xử lý bằng phương pháp phân hủy kỵ khí*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, 7(116), tr. 79-83.
- Tiên, Đ. T. (2013). *Nghiên cứu khả năng sử dụng bùn thải đô thị làm phân bón* (Luận văn ThS chuyên ngành Khoa học môi trường). Trường Đại học Khoa học tự nhiên.
- Vân, Đ. T. C., & Duy, V. Đ. (2019). *Nghiên cứu thành phần, đặc tính của các mẫu bùn thải ao nuôi tôm tỉnh Nghệ An và đánh giá chất lượng bùn thải cho mục đích sản xuất phân compost*. Tạp chí Khoa Học và Công Nghệ - ĐH Công Nghiệp, 53, tr. 90-95.
- Việt-Anh, N., Thủy, B. T., & Thanh, V. T. M. (2017). *Xử lý bùn của trạm xử lý nước thải*. Nhà xuất bản Xây dựng.
- Tchobanoglous, G., & Burton, F. L. (2003). *Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse* (4th ed.). /MetCalf and Eddy, McGraw-Hill Book Co, New York.
- Wang, L. K., Shammas, N. K., & Evanylo, G. (2008). *Engineering and Management of Agricultural Land Application*. In *Biosolids Engineering and Management* (pp. 343–414). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-59745-174-1_7
- Yan, S., Subramanian, S. B., Tyagi, R. D., & Surampalli, R. Y. (2009). *Wastewater Sludge Characteristics*. In *Sustainable Sludge Management* (pp. 6–36). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784410516.ch02>

Abstract:

ASSESSMENT OF BIOSOLIDS RECYCLABILITY FROM HIGH ORGANIC CONTENT WASTEWATER TREATMENT BY ACTIVATED SLUDGE PROCESS WITH THE PRESENCE OF CMs

Composition and properties of waste sludge are necessary for the selection of appropriate treatment, proper disposal and management. This study aimed to evaluate the possibility to recycle biosolids from high organic content wastewater treatment by activated sludge process with the presence of CMs into organic fertilizers. The results show that the biosolids have neutral pH and high moisture content (99%). Total organic matter content (2.25 mg/kg), total nitrogen (2,932 mg/kg), and total phosphorus (509 mg/kg) were at quite low level but total potassium was relatively high (5,559 mg/kg). Metals such as Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Hg and hazardous substances likely Cr⁶⁺, total cyanide were under the thresholds regulated by Ministry of Natural Resources and Environment and Ministry of Agriculture and Rural Development. E. Coli and Salmonella were not detected in the biosolids, but Coliforms was detected at 83 CFU/g. The biosolids; therefore, could be co-composting with other nutrient-rich organic materials to obtain good quality organic fertilizer product.

Keywords: Biosolids, hazardous substances, nutrients, reuse, heavy metals.

Ngày nhận bài: 23/10/2023

Ngày chấp nhận đăng: 19/11/2023