

## **ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT TẠI NGUỒN PHÂN TÁN BẰNG KỸ THUẬT PHỐI TRỘN CÁC TẦNG VẬT LIỆU CÓ NGUỒN GỐC TỪ ĐẤT**

**Khương Thị Hải Yên<sup>1</sup>, Lê Thị Thu Nga<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Hằng Nga<sup>1</sup>**

**Tóm tắt:** Đất là loại vật liệu tự nhiên có khả năng lọc, hấp phụ các chất ô nhiễm. Do đó sử dụng vật liệu có nguồn gốc từ đất sẽ có khả năng xử lý nước thải và làm sạch môi trường. Nghiên cứu đã thực hiện đánh giá khả năng xử lý nước thải sinh hoạt tại nguồn phân tán bằng kỹ thuật phối trộn các tầng vật liệu có nguồn gốc từ đất (Multiple soil layering/MSL). Kết quả thí nghiệm qua mô hình trong phòng và mô hình ngoài thực địa cho thấy nước thải sinh hoạt có nồng độ chất hữu cơ trung bình sau xử lý đảm bảo đạt chất lượng theo QCVN 14-MT:2008/BTNMT cột B. Sử dụng kỹ thuật phối trộn các tầng vật liệu có nguồn gốc từ đất làm giảm đáng kể nồng độ BOD<sub>5</sub> và COD. Do khả năng hấp phụ bề mặt của các ion Fe và Al trong thành phần của vật liệu nên đã loại bỏ hiệu quả photpho trong nước thải (80- 85%). Cơ chế yếm khí và hiếu khí trong các tầng đất đã giảm được nồng độ N- NH<sub>4</sub> trong nước thải hiệu suất xử lý nito đạt 60-70%. Kỹ thuật hoàn toàn sử dụng các vật liệu tự nhiên, tiết kiệm năng lượng vận hành, áp dụng rất hiệu quả cho nước thải sinh hoạt có nồng độ chất hữu cơ không quá đậm đặc.

**Từ khoá:** xử lý nước thải sinh hoạt, hấp phụ của đất, phối trộn các lớp đất đa tầng MSL.

### **1. MỞ ĐẦU**

Hiện nay, nhiều công trình thu gom và xử lý nước thải tập trung, đặc biệt là ở các đô thị lớn thường xuyên bị quá tải do vậy, việc xử lý nước thải tại nguồn phân tán là rất cần thiết góp phần cải thiện tình trạng ô nhiễm môi trường như hiện nay, đồng thời giảm tải công suất hoạt động cho các công trình hạ tầng xử lý nước thải tập trung.

Đất là loại vật liệu tự nhiên có khả năng lọc/hấp phụ rất tốt các chất ô nhiễm như P, kim loại nặng (Sato, K,2010, Nga, N.T.H, 2013) và là môi trường nuôi hệ vi sinh vật phân giải (T. Masunaga, 2007, T. Attanandata, 2001). Kỹ thuật phối trộn các lớp vật liệu có nguồn gốc từ đất (Multi Soil Layering - MSL) là kỹ thuật sử dụng phối trộn nhiều lớp vật liệu có nguồn gốc từ đất để xử lý các chất ô nhiễm trong nước thải (Xin Chen, 2007, Lia Liang Zhang, 2011). Kỹ thuật này đã dựa trên đặc tính hấp phụ của đất, phát huy được môi trường vi sinh vật có lợi trong đất, được S. Luanmanee và cộng sự nghiên cứu áp dụng tại Nhật Bản từ những năm 1990. Tuy nhiên, trong quá trình vận hành, việc tắc hệ thống

do thời gian lưu nước ngắn, lưu lượng quá tải hoặc đất bị vớt các lỗ rỗng. Sau đó nhiều tác giả đã nghiên cứu cải tiến kỹ thuật, khắc phục nhược điểm hay tắc nghẽn hệ thống (S. Luanmanee, K. Sato, 2010, Kunyuki Sato, 2005). Các tác giả X.Chen, T.Matsunaga, T.Attanandana, Y.Yost, 2007 đã tiếp tục nghiên cứu, phát triển và ứng dụng như một giải pháp xử lý nước thải chi phí thấp để xử lý nước thải sinh hoạt xám tại Nhật Bản, Thái Lan, Ấn Độ, Mỹ, Philipin, Indonesia. Mặc dù Kỹ thuật MSL có rất nhiều ưu điểm như chi phí thấp, vận hành đơn giản, thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng nhưng chưa được áp dụng phổ biến ở Việt Nam. Kiểm soát nước thải tại nguồn là một trong những giải pháp quan trọng hàng đầu để kiểm soát ô nhiễm. Tuy nhiên, đây cũng là công việc rất khó khăn và phức tạp của cơ quan quản lý. Kỹ thuật xử lý nước thải MSL sẽ là một giải pháp hiệu quả góp phần kiểm soát nước thải tại nguồn trong bối cảnh thiếu cơ sở hạ tầng hiện nay. Bài báo này là kết quả của đề tài nghiên cứu kỹ thuật xử lý nước thải sinh hoạt phân tán tại nguồn bằng công nghệ thân thiện, chi phí thấp, áp dụng linh hoạt cho các hộ gia đình, cơ quan, trường

---

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

học, nhà hàng và khách sạn... qui mô nhỏ và chưa có hệ thống xử lý nước thải tập trung, nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu

### Đất kết von đá ong (Laterite soil)

Đá ong được thu thập tại huyện Thạch Thất, Hà Nội và huyện Quỳnh Tam - Nghệ An, sau đó được nghiền nhỏ  $\leq 2\text{mm}$  để làm vật liệu hấp phụ. Đặc tính khoáng vật học của vật liệu đất kết von đá ong thể hiện trong bảng sau.

**Bảng 2.1. Kết quả nhận diện khoáng vật học của các mẫu vật liệu**

Tên mẫu	Thành phần hạt	Nhận diện khoáng sét
Đất kết von đá ong	Sét	Mica; kaolinite; Geothite; feldspars
	Bụi	Kaolinite; Geothite; Quazt; Feldspars
	Cát mịn	Quazt; Geothite
	Cát thô	Kaolinite; Geothite; Quazt

Đặc tính điện tích bề mặt: Các mẫu vật liệu có điện tích rỗng giảm khi pH tăng và có dấu hiệu đảo ngược điện tích ở pH 5.1- 5.4. Những giá trị pH, tại điểm điện tích rỗng bằng không (PZNC) không khác nhiều so với giá trị pH đo được trong nước.

**Khoáng sét Zoethite:** Đường kính hạt 3-5 mm. Theo các tác giả Nga, N.T.H và Shin-Ichiro Wada, 2013, đá ong có thấy tiềm năng hấp phụ hay trao đổi ion với các chất ô nhiễm trong nước thải. Zeothite là biến thể chủ yếu của hydroxit sắt

haylimonit biến thể chứa 12-14% nước  $\text{FeO(OH).nH}_2\text{O}$ . Kết tinh ở hệ trục thoi, có cấu trúc dạng lớp, mỗi một cation  $\text{Fe}^{3+}$  được bao bọc bởi 6 nguyên tử O nhưng các nguyên tử O này không nằm thẳng hàng mà bị biến dạng thành các lớp, các lớp này liên kết với nhau các liên kết H theo dạng -O-H-O-H-O và dễ dàng phân li trong nước. Chính nhóm  $(\text{OH})^-$  trong cấu trúc tinh thể này tạo khả năng hấp phụ các ion trái dấu là các chất ô nhiễm có trong nước thải.

**Bảng 2.2. Đặc tính keo của mẫu vật liệu zeolite**

Mẫu	pH	EC/dS $\text{m}^{-1}$	Exchangeable cations/ $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$				Kích thước hạt/ nm	Thế năng zeta/ mV
			$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{2+}$		
Zeolite	6.86	0.04	77.41	1.96	14.83	4.82	384	-55.7

**Bảng 2.3. Thành phần hóa học của zeolite (%)**

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{P}_2\text{O}_5$	Khác
34,835	36,684	23,994	3,184	0,499	0,292	0,511

### Than hoạt tính

Là loại vật liệu mua trên thị trường. Trong nghiên cứu đã sử dụng loại hạt, kích thước 5-10mm, diện tích bề mặt từ 1.000 – 2.500  $\text{m}^2/\text{g}$ , gồm chủ yếu là nguyên tố carbon ở dạng vô định hình, có cấu trúc rỗng ở bên trong.

**Đá vôi:** Thu thập ở Huyện Kim Sơn, Ninh Bình. Qua kết quả thí nghiệm xác định thành phần cho thấy: Thành phần hóa học chủ yếu là khoáng chất canxit (tức cacbonat canxi  $\text{CaCO}_3$ ), ngoài ra còn có một số tạp chất khác như  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ....

**Bảng 2.4. Thành phần hóa học của đá vôi (%)**

$\text{SiO}_2$	$\text{CaCO}_3$	MgO	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Feldspat
5-6%	90-95%	<1%	0,3-0,4%	0,1-0,3%

### Cát vàng

Được mua từ kho cung cấp vật liệu tại Hà Nội,

là vật liệu dạng hạt nguồn gốc tự nhiên. Kích thước cát hạt cát theo đường kính trung bình nằm

trong khoảng từ 0,0625 mm tới 2 mm (thang Wentworth- Hoa Kỳ) hay từ 0,05 mm tới 1 mm (thang Kachinskii- Nga và Việt Nam ).

### Nước thải sinh hoạt:

- Mẫu nước thải cho các thí nghiệm trong phòng được lấy tại mương tiêu thoát nước thải của các hộ dân trên địa bàn khu dân cư số 11 phường Khương Thượng. Khu vực này là mương hở nên khá ô nhiễm. Nước thải được lấy và chở về và chứa trong các bồn nhựa dung tích 200L, các thí nghiệm thực hiện trong điều kiện nhiệt độ phòng tại trường Đại học Thủy Lợi

- Mẫu nước thải thí nghiệm tại hiện trường: Được lấy tại bể chứa số 1 (nước thải sinh hoạt tại KTX của ĐH Thủy Lợi, Phố Hiến, Hưng Yên), là nước thải hỗn hợp gồm nước thải đen đã qua bể tự hoại 3 ngăn; nước thải xám từ tắm giặt; bếp ăn căng tin. Theo tác giả Khương Thị Hải yến, 2016, tỉ lệ nước thải đen từ nhà vệ sinh chiếm khoảng 40%, còn lại là nước thải xám từ nhà bếp và tắm giặt. Trước khi thử nghiệm, nước thải đã được qua thanh chắn rác thô. Tại thời điểm thí nghiệm, tổng số sinh viên trong KTX có khoảng gần 800 người. Lưu lượng thải khoảng 70 m<sup>3</sup>/ngày đêm. Nước thải khá đậm đặc.

## 2.2. Bố trí thí nghiệm

### Bố trí thí nghiệm xử lý nước thải tại phòng thí nghiệm

Được thực hiện ở điều kiện nhiệt độ phòng, xử lý riêng cho từng đợt mẫu, nhằm đánh giá hiệu quả xử lý của các lớp vật liệu và tìm các thông số tối ưu cho vận hành.

- Cột thí nghiệm có kích thước rộng x cao: 0,3x2,0m làm bằng inox. Diện tích của 01 cột: 0,07 m<sup>2</sup> (3,14\*0,15\*0,15m). Thể tích cột: 0,14 m<sup>3</sup>. Mỗi cột gồm ống PVC dẫn nước thải vào, đường kính trong 1cm, có đục lỗ phun nước đặt phía trên đầu cột thí nghiệm diện tích 0,07 m<sup>2</sup>. Chiều cao cột phía trên h=0-80cm để chứa nước thải; Phần tiếp theo chứa vật liệu, chiều cao cột chứa vật liệu kể từ H 80-200 cm. Để theo dõi hiệu quả xử lý NT qua chiều cao lớp vật liệu, hệ thống bố trí 04 vòi dẫn nước ra được lắp ở các độ sâu kể từ lớp chứa vật liệu đầu tiên bao gồm H1 (30 cm); H2 (60 cm), H3 (90 cm) và vòi cuối cùng đặt ở đáy cột thí nghiệm để dẫn nước sau

xử lý ra ngoài. Hệ thống gồm 02 cột song song, 01 cột được dự phòng trong tình huống cần thiết như vật liệu lựa chọn trong thí nghiệm này chưa được thì cần thí nghiệm với các loại vật liệu thử nghiệm và tỉ lệ phối trộn khác.

Cột thí nghiệm được lắp bơm định lượng và gắn bộ điều chỉnh lưu tốc.

Các lớp đất chặt được bố trí xen kẽ lớp đất thấm (MSL). Lớp cuối cùng là đá cuội (lớp đệm) kích thước >= 10cm (hình vẽ). Kích thước các lớp như sau:

Lớp đệm: Dày xấp xỉ 10 cm là đá sỏi

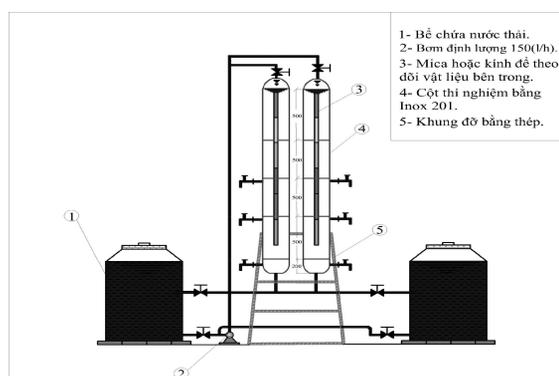
Lớp vật liệu chặt: Dày 20 cm, dùng đá ong tự nhiên dạng tảng

Lớp vật liệu thấm: Dày 20 cm, gồm hạt đá ong đập nhỏ 5mm, zeolite, than hoạt tính dạng hạt và cát trộn lại.

Tốc độ thấm của toàn khối là 30L/h. Tương đương với tải trọng thủy lực 2000L/ngày/m<sup>2</sup>.

Các lớp đất chặt được bố trí xen kẽ lớp đất thấm (MSL). Lớp cuối cùng là đá cuội (lớp đệm) kích thước >= 10cm.

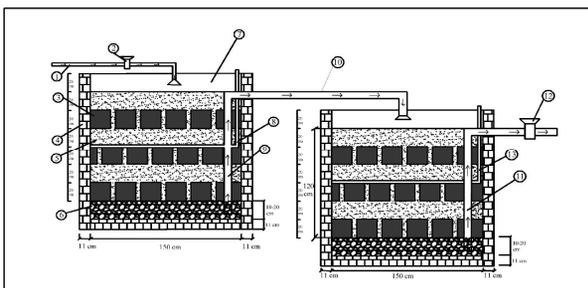
- Nước thải được đưa vào bể chứa dung tích 1000L. Lưới lọc đường kính 1cm được đặt tại đầu hệ thống để lọc rác và chất rắn kích thước lớn trước khi đưa vào hệ thống. Mẫu nước thải đầu vào được kiểm tra thông số hóa học tại mỗi thời điểm đưa nước mới vào bể chứa. Do diện tích của 01 cột: 0,07 m<sup>2</sup>, nên dòng chảy nước vào được bố trí với lưu lượng 300L/ngày tương ứng với tải trọng thủy lực 2000L/ngày/m<sup>2</sup> (Sato. K, 2000). Nước được đưa liên tục vào hệ thống.



Hình 2.1. Sơ đồ bố trí cột thí nghiệm trong điều kiện phòng thí nghiệm

## Bố trí thí nghiệm xử lý nước thải tại hiện trường

Mô hình được thực hiện tại KTX Đại học Thủy Lợi, huyện Tiên Lữ, tỉnh Hưng Yên. Công suất xử lý  $10\text{m}^3/\text{ngày đêm}$ . Hệ thống XLNT là công trình ngầm, tổng diện tích toàn bộ khu xử lý là  $6\text{m}^2$ , trong đó phân lõi vật liệu là  $5\text{m}^2$ . Diện tích còn lại được đổ cát và đất xung quanh để trồng cây tạo cảnh quan. Phần lõi công trình gồm 2 hố vật liệu ngầm được bố trí song song (hình vẽ). Trong đó kích thước mỗi hố ngầm có diện tích  $2,5\text{m}^2$ , kích thước các chiều rộng x dài là  $1,5 \times 1,6\text{m}$ . Chiều cao hố ngầm là  $1,6\text{m}$ , bao gồm phần chứa nước thải vào ( $h=20\text{cm}$ ), phần đá cuội ở phía dưới đáy hố dùng để giữ vật liệu phía trên và chống tắc đầu ra ( $h=20\text{cm}$ ), phần vật liệu xử lý  $H=1,2\text{m}$  bao gồm các lớp vật liệu xen kẽ (lớp đất thấm - lớp đất chặt - lớp thấm - lớp chặt - lớp thấm - lớp chặt), mỗi lớp có chiều dày  $20\text{cm}$ . Sơ đồ bố trí mô hình pilot và cấu tạo lớp lõi (vật liệu xử lý) được mô tả ở hình vẽ dưới đây.



Hình 2.2. Sơ đồ cấu tạo phần công trình XLNT mô hình ngoài hiện trường

### Ghi chú:

- 1- Ống dẫn nước thải đầu vào
- 2- Van khóa trên ống dẫn nước
- 3- Lớp đất chặt
- 4- Tường xây
- 5- Lớp thấm (Zeolite, cát, đá ong nhỏ, than hoạt tính)
- 6- Sỏi
- 7- Khoảng chứa nước thải đầu vào

8,13- Ống thông khí  $\phi 21\text{mm}$

10- Ống đầu nổi

9,11- Ống đứng gom nước sau xử lý

12- Van khóa trên đường ống nối với hệ thống thoát nước chung

## 2.3 Các thông số thí nghiệm và phương pháp phân tích chất lượng nước

Các thông số CLN thuộc qui định QCVN14:2008/BTNMT, gồm pH, TDS, TSS,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , BOD<sub>5</sub>, COD. Qui trình lấy mẫu, bảo quản và phân tích được thực hiện theo các tiêu chuẩn qui định TCVN hoặc ISO tương ứng. Nước thải sau xử lý được đối chiếu với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 14:2008/BTNMT cột B.

## 2.4 Qui trình theo dõi thí nghiệm

*Thí nghiệm trong phòng:* Nhằm đánh giá khả năng xử lý của vật liệu phối trộn để tìm thông số thiết kế bể thí nghiệm tại hiện trường, điều kiện được kiểm soát gồm nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải đầu vào, nhiệt độ, nước thải được xử lý trong ngày để hạn chế biến đổi sinh học. Thời gian từ 24/11/2017-24/06/2018, cứ 10 ngày/01 lần. Mẫu nước được lấy vào khoảng thời gian từ 10-12h trưa là thời điểm có lưu lượng xả thải lớn.

*Thí nghiệm ngoài hiện trường:* Triển khai thử nghiệm kết quả trong phòng thí nghiệm ra ngoài thực tiễn để đưa ra qui trình áp dụng xử lý nước thải sinh hoạt. Thời gian thực hiện từ 10/09/2018-15/10/2018, cứ 07 ngày/01 lần. Mẫu phân tích được lấy vào khoảng thời gian từ 10-12h trưa là thời điểm có lưu lượng xả thải lớn. Để lấy mẫu nước thải phân tích đầu vào, lấy mẫu tại bể trước khi bơm vào hệ thống xử lý.

## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

### 3.1 Hiệu quả xử lý

*Thí nghiệm trong phòng:* Kết quả phân tích nồng độ và hiệu suất xử lý của 18 lần lấy mẫu (24/11/2017-24/06/2018), 10 ngày/1 lần, được thể hiện trong bảng sau:

**Bảng 3.1. Sự thay đổi của các chất ô nhiễm trong nước thải trước và sau khi xử lý (mô hình trong phòng thí nghiệm) \***

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	NT đầu vào	NT sau xử lý (nước ra ở độ sâu H <sub>4</sub> =90-120cm)	Hiệu suất xử lý %	QCVN14:2008/BT NMT, Cột B
BOD <sub>5</sub>	mg/L	122,54	43,96	64,63	50
COD	mg/L	161,43	68,69	56,74	175
TSS	mg/L	197,42	65,28	67,11	100
TDS	mg/L	516,52	268,24	48,03	1000
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	22,34	8,69	61,57	10
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	27,93	10,86	61,57	50
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	7,02	0,63	89,97	10
Coliform	MPN/100ml	15095	4661	67,7	10000

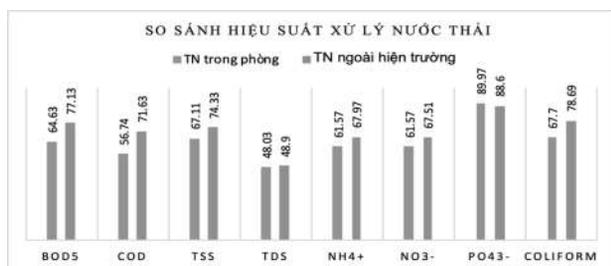
(\* Giá trị trung bình, số mẫu: n\*m=18\*3; n=18 lần; m=03 lần lặp)

- Thí nghiệm tại hiện trường:

**Bảng 3.2. Sự thay đổi của các chỉ tiêu phân tích trong nước thải trước và sau khi xử lý (mô hình tại hiện trường) \***

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Trước xử lý	Sau xử lý	Hiệu suất xử lý (%)	QCVN14:2008/ BTNMT, Cột B
BOD <sub>5</sub>	mg/L	204,25	46,72	77,13	50
COD	mg/L	272,45	77,30	71,63	175
TSS	mg/L	301,92	77,52	74,33	100
TDS	mg/L	532,03	271,87	48,90	1000
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	37,78	12,10	67,97	10
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	46,56	15,13	67,51	50
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	6,45	0,68	88,60	10
Coliform	MPN/100ml	21400	4561	78,69	10000

(\* Giá trị trung bình, số mẫu: n\*m=6\*3; n=6 lần; m=03 lần lặp)



*Hình 3.1. So sánh hiệu suất xử lý qua thí nghiệm trong phòng và ngoài hiện trường (số liệu trung bình)*

**- Hiệu suất xử lý COD:**

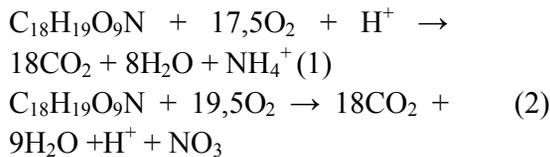
+ TN trong phòng:

Nồng độ COD ở các lớp vật liệu giảm chủ yếu là do BOD<sub>5</sub> giảm. Nồng độ COD trong nước thải sinh hoạt sau xử lý qua mô hình đều thấp hơn giới hạn là 175 mg/L. Tuy nhiên hiệu suất xử lý COD nhỏ hơn hiệu suất xử lý của BOD<sub>5</sub>, do bản chất của COD gồm nhiều chất khó phân hủy hơn BOD<sub>5</sub> nên cần môi trường thiếu khí và thời gian phân hủy lâu hơn.

+ TN tại hiện trường: Nồng độ COD trung bình sau khi xử lý 75-80±5,6 mg/L thấp hơn QCVN 14:2008/BTNMT. Nồng độ COD giảm sau khi là do trong môi trường hiếu khí và yếm khí một phần chất hữu cơ có trong nước thải phản ứng

trong điều kiện hiếu khí và thiếu khí bên trong các lớp vật liệu tạo thành CO<sub>2</sub> và CH<sub>4</sub> thoát ra ngoài môi trường:

- Quá trình loại bỏ chất hữu cơ nên diễn ra chủ yếu trong điều kiện hiếu khí, tại quá trình tăng trưởng của vi sinh vật thông qua các phản ứng.



- Trong điều kiện kỵ khí các chất hữu cơ (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>) được loại bỏ theo phản ứng



Và quá trình tạo metan diễn ra theo phản ứng.



#### - Hiệu suất xử lý TSS:

+ *TN trong phòng*: Kết quả phân tích cho thấy ngay sau khi qua lớp lọc vật liệu đầu tiên, các giá trị của độ đục đều giảm xuống rất nhanh (40-50%), qua các lớp vật liệu còn lại và ở đầu ra thì các giá trị này chênh lệch không nhiều. trên các lớp màng bám dính hình thành tự nhiên sau 14 ngày ngâm trong nước thải.

+ *TN hiện trường*: Hàm lượng TSS đã thay đổi đáng kể, hiệu suất tăng cao hơn so với thí nghiệm trong phòng, có thể do tăng khối lượng vật liệu. Hiệu suất trung bình đạt trên 70%. Chất lơ lửng giảm là do hầu hết bị giữ lại qua các lỗ rỗng của đá ong, và bị vi sinh vật yếm khí phân hủy, tiêu thụ trong quá trình xử lý (Khương Thị Hải Yến, 2016).

#### - Hiệu suất xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:

+ *TN trong phòng*: Amoni (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) được loại bỏ phần lớn do quá trình nitrat hóa, khử nitrat hóa hoặc oxi hóa trong điều kiện kỵ khí tạo thành N<sub>2</sub> tự do thoát ra khí quyển (chiếm 80-85%) hoặc biến đổi thành NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> chỉ khoảng 5-10% là được loại bỏ nhờ cơ chế hấp phụ bề mặt và cân bằng ion của hạt khoáng zoethite và hemathite trong thành phần đá ong.

+ *TN hiện trường*: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> của nước thải sinh

hoạt sau khi qua xử lý đều giảm và kết quả của nước đầu ra đều nằm trong khoảng cho phép được quy định trong QCVN 14:2008/BTNMT (B) là 10mg/L. Kết quả xử lý ngày 10/7/2018 có hiệu suất trung bình trên 60%. Điều này chứng tỏ amoni chủ yếu được loại bỏ trong môi trường hiếu khí tương ứng với quá trình nitrat hóa (Khương Thị Hải Yến, 2016, SaTo.K, 2010).

#### - Hiệu suất xử lý PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>:

+ *TN trong phòng*: Thông số trong nước đầu ra đều nằm trong khoảng cho phép QCVN 14:2008/BTNMT (B) là 10 mg/L. Càng xuống lớp đất phái dưới thì hiệu suất càng cao. Điều này chứng tỏ tiềm năng loại bỏ phốt phát trong nước thải bằng hệ thống xử lý phối trộn các lớp đất rất hiệu quả.

+ *TN ngoài hiện trường*: Hiệu suất xử lý P đạt khoảng 90%, thời gian đầu hiệu suất

thấp hơn do chưa phát huy được khả năng phân hủy của VSV trong các lỗ rỗng của vật liệu. Càng trở về sau thì khả năng xử lý càng tốt hơn. Phốt pho trong nước thải được loại bỏ là do cơ chế hấp phụ bề mặt của đá ong tự nhiên là chính (Nga.N.T.H và Wadda.S.I, 2013). Trong thành phần đá ong có chứa hạt khoáng sét geothite và hemathite. Nhóm chức bề mặt hydroxit sắt của chúng sẽ tạo phức chất với ion P theo phản ứng hóa học dưới đây (Nga.N.T.H và Wadda.S.I, 2013). Và P bị giữ lại cố định trên lớp vật liệu đá ong trong lớp đất chặt.



Cũng theo tác giả Nga, N.T.H (2017), một số loại đá ong ở Việt Nam (Thạch Thất, Hòa Lạc-Hà Nội và Quỳnh Tam-Nghệ An) có khả năng hấp phụ P cao ở nước có pH 6.

#### 4. KẾT LUẬN

- Sử dụng kỹ thuật phối trộn các lớp vật liệu có nguồn gốc từ đất xử lý hiệu quả 60-70% các thông số BOD<sub>5</sub> và COD trong nước thải. Chất hữu cơ nền (thể hiện qua thông số BOD<sub>5</sub> và COD) đã giảm nồng độ rõ rệt khi qua xử lý. Giá trị BOD<sub>5</sub> và COD của nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn nước thải sinh hoạt QCVN 14:2008/BTNMT.

- Nồng độ N- NH<sub>4</sub> trong nước thải sau xử lý đã giảm đáng kể so với nước thải ban đầu, hiệu suất xử lý nito tăng khoảng 60%-70%.

- Kỹ thuật phối trộn vật liệu đất xử lý được Phốt pho trong nước thải với hiệu suất rất cao do khả năng hấp phụ bề mặt của các ion Fe và Al trong thành phần của vật liệu. Hiệu suất xử lý đạt trên 80%. Kết quả này cho thấy khả năng loại bỏ nitơ và phốt pho trong nước thải của kỹ thuật xếp các lớp đất là hiệu quả.

- Kỹ thuật kỹ thuật phối trộn vật liệu có nguồn gốc từ đất có khả năng ứng dụng cao trong xử lý nước thải qui mô phân tán. Ngoài chi phí thấp do vật liệu có sẵn, dễ tìm kiếm thì kỹ thuật xử lý này còn có nhiều ưu điểm như bảo vệ môi trường, hạn chế ô nhiễm, giảm tải cho các hệ thống xử lý nước thải tập trung.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Khương Thị Hải Yến, *Nghiên cứu xử lý NH<sub>4</sub><sup>+</sup> bằng kỹ thuật xếp lớp đa tầng*, Hội thảo KHTN năm 2014.
- Khương Thị Hải Yến, *Nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt xám bằng vật liệu laterite*, luận án tiến sỹ, 2016.
- Kunyki Sato et al, "*Moving of water inside the Multi Soil Layering system*, *Water Science*," J. Japan. Civil Eng, vol. 2, pp. 121-129, 2005.
- Kuniaki Sato et al, "*Water movement characteristic in a multi soil layering system*," *Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 51:1, pp. 75-82, December 2010.
- LiaLiang Zhang et al, "*Adsorption characteristics studies phosphorus onto laterite*," *J.Chemosphere*, vol. 51, pp. 98-105, 2011.
- Luanmanee. S et al, "*The efficiency of a multi -soil-layering system on domestic wastewater treatment during the ninth and tenth years of operation*," *Ecological Engineering*, vol. 18, pp. 198-199, 2001.
- Nguyen Thi Hang Nga, "*Application ash soil and laterite for water treatment*," Kyusu university, Doctorat thesis 2013.
- Nguyen Thi Hang Nga, Wada.Sh.I, Mori Yuki *Mineralogy of laterite samples from Viet Nam and their use as flocculating agents for the removal of clay suspensions*, Agriculture - Kyushu Univ, ISSN:0023-6152, 2013.
- T.Masunaga et al, "*Characteristics of wastewater treatment using a Multi Soil Layering system in relation to wastewater contamination level and hydrolic loading rates*," *Soil Science and Plant Nutrition*, pp. 123-125, 2007.
- Xin CHEN et al, "*Effect of structural difference on wastewater treatment efficiency in Multil Soil Layering systems: Relationship between soil mixture*," *Soil Science and Plant Nutrition*, vol. 53, pp. 206-214, 2007.
- T.Attanandata et al, "*The efficiency of a multi soil layering system on domestic wastewater treatment* ," *Ecological Engineering* , vol. 18, pp. 185-190, 2001.
- T.Attanandana et al, "*Treatment of domestic wastewater with a Multi-Soil-Layering (MSL) system in a temperate and a tropical climate*," 2007.
- Sato K., Masunaga T., Inada K., Tanaka T., Arai Y., Unno S. and Wakatsuki T., "*The development of high speed treatment of polluted river water by the multi-soil-layering method, Examination of various materials and structure*," *Japan J. Soil Sci. Plant Nutr.*, vol. 200, 2005.

**Abstract:**  
**ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF DECENTRALIZED DOMESTIC  
WASTEWATER TREATMENT BY MULTIPLE SOIL LAYERING TECHNIQUE**

*Soil is a natural material performing a good ability in removing pollutants in water. Therefore, using soil materials are able to purify water environment. The present study aims to investigate treatment of decentralized domestic wastewater using Multiple soil layering/MSL technique. Both experiments of pilot and in-site were carried, the results shows that effluent wastewater meets requirement of discharge into drainage channel (QCVN 14-MT:2008/BTNMT). Using MSL technique significantly reduces BOD<sub>5</sub> và COD parameters in wastewater. Besides that, this technique is very effective in removing phosphorous in wastewater (80- 85%) due to surface absorption on goethite mineral and Fe and Al complex. N- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> was also treated with efficiency of 60-70% based on active mechanism of aerobic and anaerobic organisms in soil. The MSL uses environment friendly materials, saves energy to operation and requires low costs that brings a benefit chance to apply to domestic waste water treatment.*

**Keywords:** Wastewater treatment, Multiple soil layering/MSL technique, Soil derived materials

---

*Ngày nhận bài: 28/5/2020*

*Ngày chấp nhận đăng: 11/6/2020*