



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu

website: [ctujsvn.ctu.edu.vn](http://ctujsvn.ctu.edu.vn)



DOI:10.22144/ctu.jsi.2021.026

## SỬ DỤNG ĐẤT PHÈN TIỀM TÀNG NUNG HẤP PHỤ LÂN TRONG NƯỚC THẢI SAU TÚI Ủ BIOGAS

Nguyễn Hữu Chiếm\*, Phạm Ngọc Thoa, Phạm Văn Toàn Nguyễn Xuân Lộc, Tăng Lê Hoài Ngân, Trương Thị Phiên và Huỳnh Thị Thanh Trúc

Khoa Môi Trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Hữu Chiếm (email: [nhchiem@ctu.edu.vn](mailto:nhchiem@ctu.edu.vn))

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 12/04/2021

Ngày nhận bài sửa: 27/07/2021

Ngày duyệt đăng: 15/11/2021

### Title:

Using pyrolytic potential acid sulphate soil to adsorb phosphorus in biogas solution

### Từ khóa:

Biogas, đất phèn, đất phèn tiềm tàng nung, hấp phụ lân

### Keywords:

Acid sulphate soil, biogas, phosphorus adsorption, pyrolytic potential acid sulphate soil

### ABSTRACT

Study on pyrolytic potential acid sulphate soil to adsorb phosphorus in biogas effluents was conducted in the lab. Two experiments were arranged randomly, with 5 repetitions: the first experiment used soil types consist of potential acid sulphate soil pyrolyzed with oxygen and the second experiment used soil types consist of potential acid sulphate soil pyrolyzed without oxygen. The soil weight of each type used included: 0 g, 5 g, 7.5 g, 10 g, 12.5g and 15g. The reaction time in both experiments was 30 min. The results showed that the treatment of 7,5 g soil material of both pyrolytic soils had the highest phosphorus absorbent capacity. However, the phosphorus absorbent capacity of pyrolytic potential acid sulphate soil without oxygen was higher than that with oxygen and they were 98,96% and 86,92%, respectively. The pyrolytic potential acid sulphate soil without oxygen can be used to adsorb phosphorus in the biogas effluents.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu sử dụng vật liệu đất phèn tiềm tàng nung hấp phụ lân trong nước thải sau túi ủ biogas được thực hiện trong điều kiện phòng thí nghiệm. Hai thí nghiệm đều được bố trí ngẫu nhiên, 5 lần lặp lại: thí nghiệm 1 sử dụng loại đất phèn nung trong điều kiện có oxy và thí nghiệm 2 sử dụng đất phèn nung trong điều kiện không oxy. Khối lượng đất của mỗi loại được sử dụng gồm: 0 g, 5 g, 7,5 g, 10 g, 12,5 g và 15 g. Thời gian phản ứng ở cả hai thí nghiệm là 30 phút. Kết quả nghiên cứu cho thấy, đất phèn tiềm tàng nung không có oxy, hiệu suất hấp phụ khá cao, đạt 98,96% ở nghiệm thức 7,5 g. Trong khi đất phèn tiềm tàng nung có oxy cũng đạt hiệu suất cao nhất ở nghiệm thức 7,5 g đất, nhưng có hiệu suất hấp phụ thấp hơn (86,92 %) so với đất nung không oxy. Kết luận, có thể sử dụng đất phèn tiềm tàng nung trong điều kiện không oxy để hấp phụ lân trong nước thải biogas là tốt nhất.

## 1. GIỚI THIỆU

Lân là nguyên tố cần thiết cho động vật và thực vật trên trái đất. Theo Nguyễn Thị Kiều Phương (2011), hàm lượng tổng lân (TP) trong nước thải biogas khá cao, dao động khoảng 139,52 mg/L. Tuy nhiên, lân hiện diện quá nhiều trong thủy vực nó

thể gây ra hiện tượng phú dưỡng. Khi nồng độ lân trong thủy vực cao hơn 0,02 mg/L, sự phú dưỡng sẽ xảy ra (Xiong et al., 2011). Vì vậy, việc loại trừ các ion lân ra khỏi nước là cần thiết.

Có nhiều kỹ thuật đã được áp dụng để loại trừ lân ra khỏi nước thải, và các phương pháp thường

được sử dụng bao gồm sự cô kết hóa học (Greenlee et al., 2010), xử lý sinh học (Wang et al., 2009), và sự hấp phụ (Liu & Hesterberg, 2011). Trong số này, sự hấp phụ được xem là kỹ thuật tương đối hiệu quả cho sự loại bỏ lân. Để lựa chọn phương pháp hấp phụ, khả năng hấp phụ cao và giá thành thấp, cả hai cách đều là chìa khóa để lựa chọn. Một sự cố gắng lớn đã được thực hiện dựa trên những sự hấp phụ ít tốn kém đã làm qua nhiều năm qua, đặc biệt là đối với chất thải khoáng tự nhiên và công nghiệp, như đá vôi (Johansson, 1999), hợp chất chứa sắt (Zeng et al., 2008), hợp chất chứa nhôm (Shin et al., 2004), zeolite tự nhiên (Sakadevan & Bavor, 1998), bitton chứa sắt (Zeng et al., 2004), nước thải chứa sắt (Song et al., 2011), chất thải lò nung (Kostura et al., 2005) và các vật liệu khác.

Trong nghiên cứu này, đất phèn tiềm tàng (ĐPTT) nung ở nhiệt độ 500°C, chứa hàm lượng sắt

và nhôm cao (lần lượt là 0,637% và 2,83 meq/100 g) được sử dụng để hấp phụ lân trong nước thải biogas. Đây là phương pháp rẻ tiền vì vật liệu đất phèn là tự nhiên, hiện diện rất nhiều và phổ biến ở Đồng bằng sông Cửu Long.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phương tiện

ĐPTT được lấy tại khu bảo tồn đa dạng sinh học đất ngập nước Hòa An, Hậu Giang bằng khoan muông dài 1 m, có đường kính 80 mm. Tầng ĐPTT nằm ở độ sâu 90-200 cm, có các đặc điểm hình thái được mô tả như sau:

Lớp sét pha thịt màu xám (2,5YR5/0) không cấu trúc dẻo dính bán thuận thực; một vài rễ cây bán phân hủy,  $pH/H_2O_2 < 2$ , chứa Fe.

Nước thải sau túi ủ biogas với nguyên liệu nạp là phân heo.



Hình 1. Máy ép đất và máy nung VMF 165

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các mẫu đất làm thí nghiệm được lấy trong tầng sinh phèn (pyrite horizon) tại khu Hòa An. Tầng sinh phèn được xác định khi tầng đất phản ứng với  $H_2O_2$  35% và có  $pH_{H_2O_2} < 2$ . Khoan muông dài 1 m, có đường kính 80 mm được dùng để lấy mẫu đất.

#### 2.2.1. Chuẩn bị ĐPTT được nung trong điều kiện có oxy

Mẫu đất sau khi lấy về được vo thành viên tròn có đường kính khoảng 0,8-1 cm cho vào cốc sứ, đem sấy ở nhiệt độ 105°C trong 2 giờ. Đất sau khi sấy được làm nguội ở nhiệt độ phòng và trữ trong bình hút ẩm, sau đó đất được đưa vào lò nung ở nhiệt độ 500°C trong 2 giờ, ở điều kiện có oxy.



Hình 2. Máy nung đất có oxy

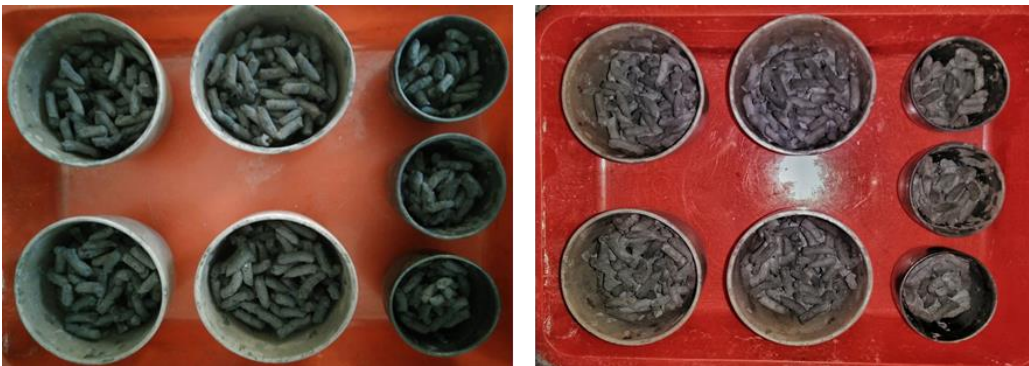


Hình 3. ĐPTT chưa nung (1) và đã nung trong điều kiện có oxy (2)

2.2.2. Chuẩn bị ĐPTT được nung trong điều kiện không có oxy

Mẫu đất sau khi lấy về được ép thành cọng dài có đường kính 0,6 cm, sau đó cắt thành đoạn nhỏ khoảng 1 cm. Máy ép đất nhanh được sử dụng thay

thế cho phương pháp thủ công (tốn thời gian, vò viên bằng tay, nhằm hạn chế sự oxy hóa của đất). Đất sau khi cắt được cho vào cốc sứ nung trong điều kiện không có oxy trong máy nung bằng khí nitơ, ở nhiệt độ 500°C trong 2 giờ. Sau đó, đất được làm nguội ở nhiệt độ trong phòng và trữ trong bình hút ẩm.



(1)

(2)

Hình 4. Mẫu đất trước (1) và sau khi nung (2) không có oxy

2.3. Tính chất của đất phèn sau khi nung

Tính chất vật lý và thành phần khoáng có trong

đất phèn sau khi nung trong điều kiện không có oxy được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất của đất phèn sau khi nung trong điều kiện không có oxy

Độ ẩm (%)	pH	EC (mS/cm)	CEC (cmol/kg)	Fe (%)	Al (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)
0,59	4,33	1,49	22	0,637	2,83	2,81	4,65	3,14

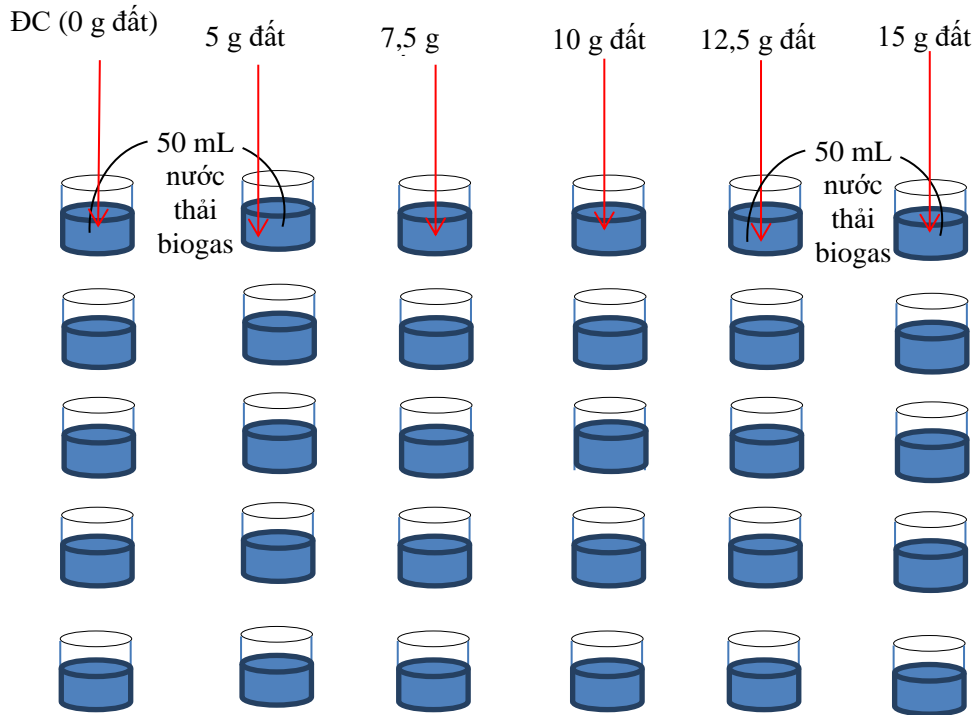
2.4. Bố trí thí nghiệm

**Thí nghiệm 1:** Khảo sát khả năng hấp phụ lân trong nước thải biogas của ĐPTT nung không có oxy ở nhiều khối lượng khác nhau.

Mẫu nước thí nghiệm được lấy từ nguồn nước thải biogas sau khi đã loại bỏ bọt đậm bằng than sinh học. Nồng độ lân hòa tan ban đầu trước khi sử dụng cho thí nghiệm là 174,95 mg/L.

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên, 5 lần lặp lại với 6 nghiệm thức:

- ĐC: không có đất
- NT1: với 5 g đất nung
- NT2: với 7,5 g đất nung
- NT3: với 10 g đất nung
- NT4: với 12,5 g đất nung
- NT5: với 15 g đất nung



**Hình 5. Sơ đồ bố trí các nghiệm thức của thí nghiệm**

Cách bố trí thí nghiệm: Các ống ly tâm có thể tích 50 mL được chuẩn bị, cho vào mỗi ống 50 mL biogas. Lượng đất như trên được cân và cho vào mỗi ống, lắc đều bằng máy lắc ngang trong 30 phút. Sau đó, mẫu được lọc để tách đất ra khỏi dung dịch, dung dịch được pha loãng để phân tích hàm lượng lân còn lại. Từ đó, khả năng hấp phụ lân của ĐPTT nung tương ứng với các khối lượng khác nhau được xác định, bên cạnh đó xác định được khả năng hấp phụ ở nghiệm thức nào là cao nhất.

**Thí nghiệm 2:** Khảo sát khả năng hấp phụ lân trong nước thải biogas của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy với các khối lượng khác nhau.

Mẫu nước thải biogas được đo nồng độ lân ban đầu trước khi dùng để thí nghiệm khảo sát khả năng hấp phụ lân. Nồng độ lân ban đầu trước khi sử dụng cho thí nghiệm là 174,95 mg/L



**Hình 6. Bố trí thí nghiệm hấp phụ lân trong nước thải biogas bằng đất phèn tiềm tàng nung không có oxy**



**Hình 7. Bố trí thí nghiệm hấp phụ lần trong nước thải biogas bằng ĐPTT nung trong điều kiện có oxy**

Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên, 5 lần lặp lại với 6 nghiệm thức tương tự như thí nghiệm 1.

**Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu**

Chỉ tiêu	Phương pháp	Thiết bị
pH	Đo trực tiếp bằng máy đo pH	Máy đo pH Horiba LAQUAtwin B-712
EC	Đo trực tiếp bằng máy đo EC	Máy đo pH Horiba LAQUAtwin B-712
PO <sub>4</sub> -P	Ascorbic acid	Máy so màu UV1800-SHIMADZU
Pts	Vô cơ hóa bằng H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> và HClO <sub>4</sub>	Máy so màu UV1800-SHIMADZU

**2.6. Phương pháp đánh giá khả năng hấp phụ và xử lý số liệu**

Khả năng hấp phụ của đất phèn nung được đánh giá thông qua công thức sau:

$$\% \text{ hấp phụ (hay \% P được loại bỏ)} = 100 * (C_i - C_f) / C_i$$

Lượng lần được hấp phụ trên một đơn vị khối lượng chất hấp phụ:

$$mP = Q * (C_i - C_f) / m \text{ (Tran et al., 2016)}$$

Trong đó:

mP: lượng lần được hấp phụ trên một đơn vị khối lượng vật liệu hấp phụ (mg/g)

C<sub>i</sub>: nồng độ lần trước hấp phụ (mg/L)

C<sub>f</sub>: nồng độ lần sau hấp phụ (mg/L)

Q: thể tích nước được xử lý (L)

m: khối lượng vật liệu (g)

Các số liệu phân tích mẫu được xử lý thông qua phần mềm Excel và SPSS (sử dụng phép thử Duncan).

**3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Giá trị pH và EC của nước thải biogas sau quá trình hấp phụ lần bằng ĐPTT nung không có oxy**

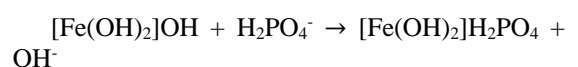
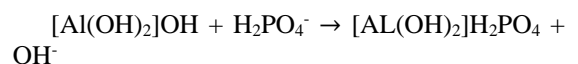
Giá trị pH và EC của nước sau quá trình hấp phụ lần bằng ĐPTT nung không có oxy với các khối lượng đất khác nhau được trình bày trong Bảng 3.

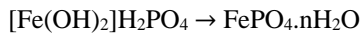
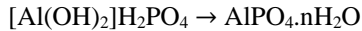
**2.5. Phương pháp phân tích**

**Bảng 3. Giá trị pH và EC của nước trong các nghiệm thức sau quá trình hấp phụ bằng ĐPTT nung không có oxy**

Nghiệm thức	pH	EC
ĐC: không đất	6,89±0,033c	2,66±0,021a
NT1: 5 g đất	4,38±0,179a	3,81±0,117b
NT 2: 7,5 g đất	4,36±0,383a	4,40±0,317c
NT3: 10 g đất	5,24±0,998b	4,41±0,354c
NT 4: 12,5 g đất	4,66±0,411ab	4,81±0,537cd
NT5: 15 g đất	4,66±0,380ab	4,96±0,496d

Kết quả Bảng 3 cho thấy pH nước của các nghiệm thức sau quá trình hấp phụ đều giảm và khác biệt có ý nghĩa với nghiệm thức đối chứng. Điều này cho thấy đất đã giải phóng thêm H<sup>+</sup> vào môi trường nước thải biogas làm cho trị số pH thấp. Bảng 3 cũng cho thấy độ dẫn điện EC càng cao khi lượng đất cho hấp phụ càng lớn; cao nhất ở nghiệm thức chứa 15 g đất (4,960 mS/cm) và thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng. Theo Lê Văn Khoa và ctv. (2000), trong môi trường pH thấp, đất phèn, các ion Fe<sup>3+</sup> và Al<sup>3+</sup> ở dạng linh động (Bảng 2) dễ dàng kết hợp với anion phosphat thành các phosphat sắt, nhôm khó tan bám trên bề mặt đất làm giảm lượng lần trong nước thải theo các phương trình phản ứng sau:





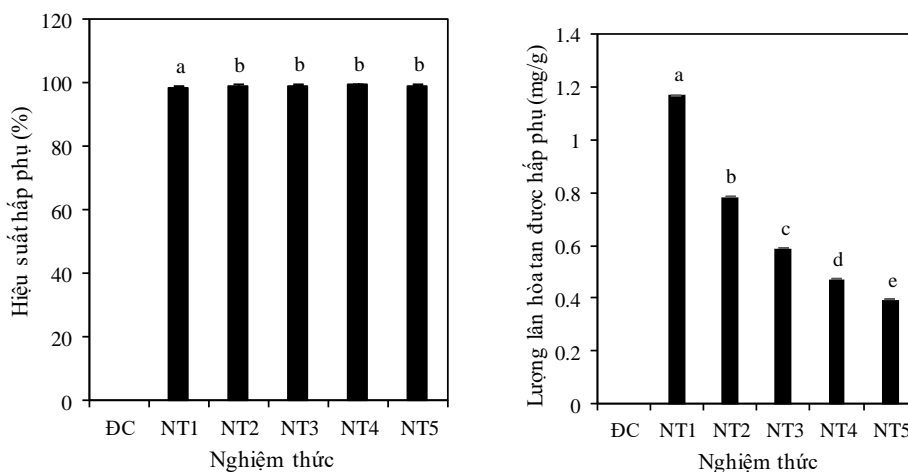
Như vậy, pH càng thấp thì khả năng hấp phụ lân trong nước thải càng cao và trị số EC cũng cao.

### 3.2. Khả năng hấp phụ lân trong nước thải biogas của ĐPTT nung không có oxy

#### 3.2.1. Khả năng hấp phụ lân hòa tan trong nước thải biogas của ĐPTT nung trong điều kiện không có oxy ở các khối lượng khác nhau

Kết quả Bảng 3 cho thấy lượng lân dễ tiêu được hấp phụ trên một đơn vị khối lượng vật liệu hấp phụ

giảm dần qua các nghiệm thức 5 g, 7,5 g, 10 g, 12,5 g, 15 g và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Hàm lượng lân hòa tan được hấp phụ nhiều nhất ở nghiệm thức chứa 5 g đất (1,17 mg/g) và hấp phụ thấp nhất ở nghiệm thức chứa 15 g đất (0,39 mg/g). Điều này cho thấy khối lượng đất càng tăng thì lượng lân được hấp phụ trên một đơn vị khối lượng vật liệu hấp phụ càng giảm. Điều này rất phù hợp với kết luận của (Liang et al., 2016) và được giải thích: khi tăng lượng đất lên trong cùng một thể tích dung dịch sẽ làm tăng sự cạnh tranh hấp phụ trên bề mặt của đất dẫn đến sự hấp phụ lân trên cùng một đơn vị khối lượng giảm.



**Hình 8. Khả năng hấp phụ lân hòa tan của ĐPTT nung trong điều kiện không có oxy ở các khối lượng khác nhau**

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng  $M \pm SD$  ( $n=3$ ), giá trị trung bình có kí tự a,b,c,d,e khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Duncan ( $p < 0,05$ ).

Hiệu suất hấp phụ lân của ĐPTT nung trong điều kiện không có oxy được thể hiện trong kết quả Hình 8 đã cho thấy hiệu suất hấp phụ lân thấp nhất ở nghiệm thức chứa 5 g đất (98,45%) và cao nhất ở nghiệm thức chứa 12,5 g đất (99,32%). Các nghiệm thức còn lại ở các khối lượng 7,5 g, 10 g và 15 g đất lần lượt có hiệu suất hấp phụ là 98,96%, 99,23% và 99,22%. Do hiệu suất hấp phụ giữa các nghiệm thức 7,5 g, 10 g, 12,5 g và 15 g không có sự khác biệt nên có thể chọn khối lượng 7,5 g là khối lượng tối ưu cho hấp phụ lân trong nước thải. Ở mức khối lượng 7,5 g, đất phèn nung cho hiệu suất hấp phụ lân rất cao, tuy nhiên nếu xét về mặt ứng dụng thực tế sẽ không được khả thi vì cần phải dùng đến một nguồn

nguyên liệu rất lớn. Bên cạnh đó, khi so sánh với kết quả nghiên cứu của tác giả trước nhận thấy rằng nếu sử dụng 1 g than sinh học, ở pH =2,3 và thời gian hấp phụ kéo dài trong 200 phút thì hiệu suất hấp phụ lân có thể đạt đến 79 % (Mekonnen et al., 2020). Điều này cho thấy, quá trình hấp phụ lân không chỉ phụ thuộc vào lượng vật liệu hấp phụ mà còn chịu ảnh hưởng bởi nhiều nhân tố khác như pH dung dịch, thời gian hấp phụ. Vì vậy, trong tương lai có thể tiếp tục hướng nghiên cứu kéo dài thời gian phản ứng, thay đổi pH dung dịch để có thể làm giảm lượng chất hấp phụ mà vẫn giữ hiệu suất cao.

#### 3.2.2. Lân tổng số (TP)

**Bảng 4. Giá trị tổng lân còn lại sau khi cho hấp phụ bằng ĐPTT nung không có oxy ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức chứa 12,5 g đất**

Nghiệm thức	Nồng độ TP ban đầu (mg/L)	Nồng độ TP trong các nghiệm thức (mg/L)	Lượng TP được hấp phụ (mg/g)	Hiệu suất hấp phụ (%)
ĐC: 0 g đất	174,95	174,95±2,638 <sup>a</sup>	0	0
NT4:12,5 g đất	174,95	7,62±2,504 <sup>b</sup>	0,669	95,88±1,360

Ghi chú: - Nồng độ lân tổng số của nước thải biogas đầu vào là 174,957 mg/L.

- Các chữ cái a,b so sánh trên cùng 1 cột, các chữ cái giống nhau thì không khác biệt nhau theo bảng Duncan ở mức ý nghĩa 5%.

Từ kết quả phân tích lượng lân hòa tan được hấp phụ bởi đất ở các khối lượng khác nhau: 5 g, 7,5 g, 10 g, 12,5 g và 15 g. Nghiệm thức 12,5 g đạt hiệu suất hấp phụ cao nhất. Chọn nghiệm thức 12,5 g để khảo sát khả năng hấp phụ tổng P của ĐPTT so với đối chứng (không đất). Kết quả cho thấy hàm lượng tổng lân trong nghiệm thức chứa 12,5 g đất chỉ còn lại 7,62 mg/L đạt hiệu suất hấp phụ 95,88%. Điều này cho thấy khả năng hấp phụ lân trong nước thải của ĐPTT nung trong điều kiện không có oxy rất tốt và lượng lân được hấp phụ gần như chỉ có lân hòa tan. Nguyên nhân có thể là do đất phèn chua và có tính acid, pH khoảng 2-4. Trong môi trường pH thấp, ion Fe<sup>3+</sup> và Al<sup>3+</sup> ở dạng linh động dễ dàng kết hợp với anion phosphat thành các phosphat sắt, nhôm khó tan, làm giảm lượng lân trong nước thải (Lê Văn Khoa và ctv., 2000)

**3.3. Khả năng hấp phụ lân của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy ở các khối lượng khác nhau**

**3.3.1. Giá trị pH và EC của nước thải biogas sau quá trình hấp phụ của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy**

Trị số pH và EC của nước thải biogas sau quá trình hấp phụ của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy được thống kê và thể hiện qua Bảng 5.

**Bảng 5. Trị số pH và EC của nước thải biogas sau quá trình hấp phụ của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy**

Nghiệm thức	pH	EC
ĐC: 0 g đất	6,97±0,034 <sup>c</sup>	2,65±0,029 <sup>a</sup>
NT1: 5 g đất	4,93±1,128 <sup>b</sup>	3,60±0,365 <sup>b</sup>
NT2: 7,5 g đất	3,65±0,154 <sup>a</sup>	4,04±0,121 <sup>c</sup>
NT3:10 g đất	3,46±0,033 <sup>a</sup>	4,32±0,225 <sup>c</sup>
NT4: 12,5 g đất	3,44±0,046 <sup>a</sup>	4,76±0,174 <sup>d</sup>
NT5: 15 g đất	3,44±0,098 <sup>a</sup>	4,71±0,356 <sup>d</sup>

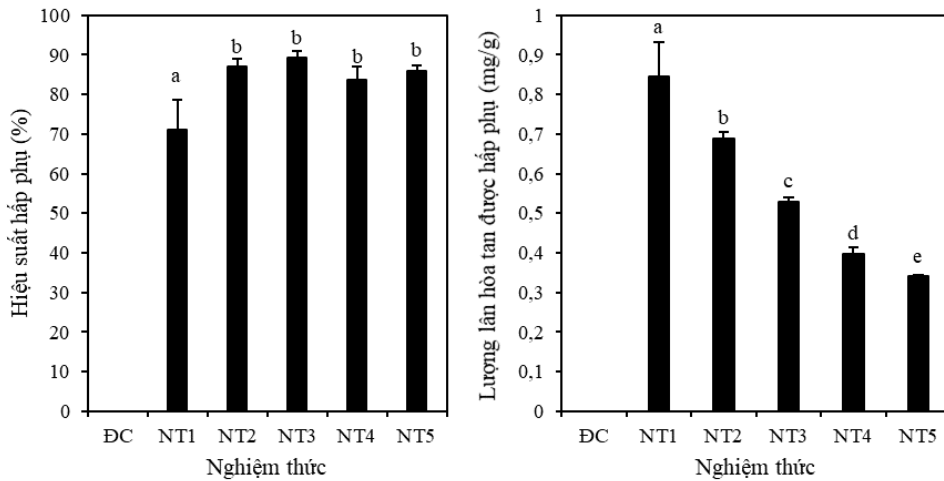
Ghi chú: Số liệu được trình bày dạng TB±SD. Giá trị trung bình có kí tự a,b,c,d khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức khác nhau dựa vào kiểm định Duncan (p<0,05).

Kết quả Bảng 5 cho thấy trị số pH của nước thải biogas ban đầu (6,97) cao hơn nhiều so với pH của nước thải biogas sau khi cho đất phèn hấp phụ ở các khối lượng khác nhau: 5 g, 7,5 g, 12,5 g, 10 g và 15 g. Trong khi pH của nghiệm thức 0 g là trung tính (6,98), thì ở các nghiệm thức có đất, pH dao động từ 3,44 đến 4,93 và trị số này có xu hướng giảm dần từ nghiệm thức 5 g đến nghiệm thức 15 g. Nguyên nhân có thể là do đất phèn chua và có tính acid, pH khoảng 2-4. Trong môi trường pH thấp, ion Fe<sup>3+</sup> và Al<sup>3+</sup> ở dạng linh động dễ dàng kết hợp với anion phosphat thành các phosphat sắt, nhôm khó tan, làm giảm lượng lân trong nước thải (Lê Văn Khoa và ctv., 2000). Nếu so với thí nghiệm ĐPTT nung không có oxy thì trị số pH của tất cả các nghiệm thức này đều thấp hơn. Điều này có thể được giải thích là do ĐPTT nung trong điều kiện có oxy nên pyrite (FeS<sub>2</sub>) bị oxy hóa và giải phóng axit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) làm cho trị số pH thấp (Nguyễn Mỹ Hoa và ctv., 2012).

Kết quả thí nghiệm (Bảng 5) cho thấy trị số EC của các nghiệm thức đều có sự khác biệt so với nghiệm thức 0 g (đối chứng). Trị số EC của nước thải biogas sau khi cho hấp phụ lân đều có sự tăng dần cùng với sự gia tăng của khối lượng đất: 5 g, 7,5 g, 10 g, 12,5 g và 15 g tương ứng với các giá trị là 3,60 mS/cm, 4,04 mS/cm, 4,32 mS/cm, 4,76 mS/cm và 4,71 mS/cm. Trong đó, tất cả các nghiệm thức đều khác biệt với đối chứng. Trị số EC của NT 2 và NT3 không khác biệt, cũng như NT4 và NT5, nhưng giữa 2 cặp nghiệm thức này có khác biệt. Nguyên nhân có thể được giải thích tương tự như trên (phần 3.1). Do đó, khối lượng vật liệu hấp phụ càng lớn thì độ dẫn điện EC trong nước thải biogas sau khi hấp phụ sẽ càng cao.

**3.3.2. Lân hòa tan (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)**

Khả năng hấp phụ lân hòa tan của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy ở các khối lượng đất khác nhau cho thấy kết quả ở Hình 9 như sau:



**Hình 9. Khả năng hấp phụ lân hòa tan của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy ở các khối lượng khác nhau**

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng  $M \pm SD$  ( $n=3$ ), giá trị trung bình có kí tự a,b,c,d,e khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức dựa vào kiểm định Duncan ( $p < 0,05$ ).

Hình 9 cho thấy lượng lân hòa tan hấp phụ trên một đơn vị khối lượng vật liệu hấp phụ khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Lượng lân hòa tan được hấp phụ có giá trị cao nhất ở nghiệm thức 5 g (0,84 mg/g) và có giá trị thấp nhất là 0,34 mg/g ở nghiệm thức 15 g. Giá trị lượng lân hấp phụ trên một đơn vị khối lượng vật liệu giảm dần qua các nghiệm thức 5 g, 7,5 g, 10 g, 12,5 g và 15 g. Điều này có thể giải thích là do khi tăng khối lượng đất lên trong cùng một thể tích dung dịch sẽ làm tăng sự cạnh tranh hấp phụ trên bề mặt của đất dẫn đến sự

hấp phụ lân trên cùng một đơn vị khối lượng giảm (Liang et al., 2016).

Kết quả hiệu suất hấp phụ lân hòa tan của ĐPTT nung trong điều kiện có oxy được thể hiện qua Hình 9, trong đó nghiệm thức 10 g có hiệu suất hấp phụ lân cao nhất đạt 89,17% và nghiệm thức có hiệu suất hấp phụ lân thấp nhất đạt 71,14 % ở nghiệm thức 5 g. Bên cạnh đó, theo kết quả thống kê cho thấy hiệu suất hấp phụ giữa các nghiệm thức: 7,5 g, 10 g, 12,5 g và 15 g không có sự khác biệt thống kê.

3.3.3. Lân tổng số (TP)

**Bảng 7: Giá trị tổng lân trong nước thải biogas sau khi cho hấp phụ bằng ĐPTT nung có oxy ở nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức chứa 10 g đất**

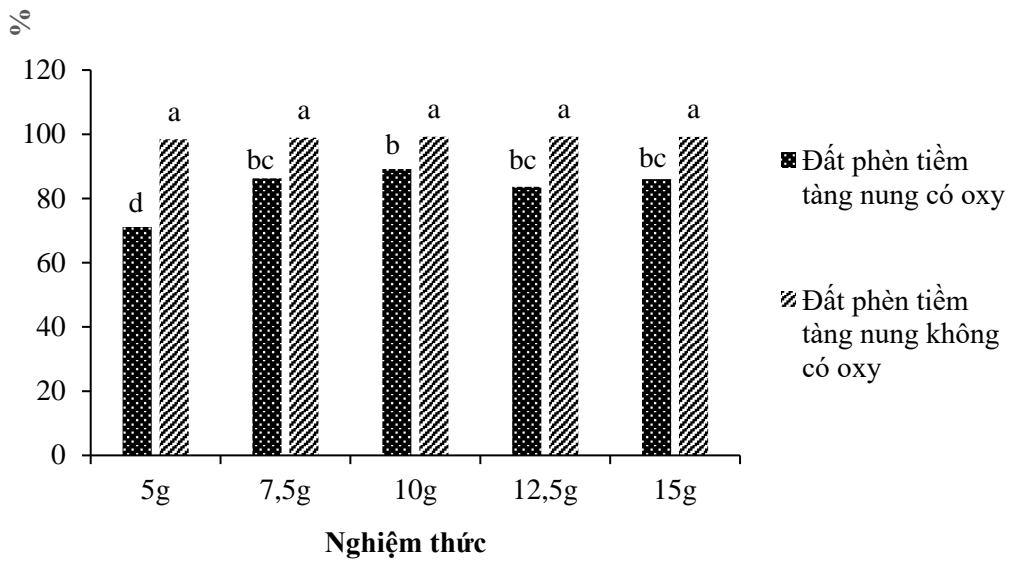
Nghiệm thức	Tổng TP ban đầu (mg/L)	Nồng độ TP trong các nghiệm thức (mg/L)	Lượng TP được hấp phụ (mg/g)	Hiệu suất hấp phụ (%)
ĐC: 0 g đất	174,95	174,95±3,268a	0	0
NT4: 10 g đất	174,95	29,30±4,502b		84,08±3,610

Kết quả phân tích lân hòa tan ở trên (3.4.2) cho thấy nghiệm thức 10 g đạt được hiệu suất hấp phụ cao nhất. Tiếp tục tiến hành phân tích tổng lân ở nghiệm thức 10 g và nghiệm thức đối chứng. Kết quả cho thấy hàm lượng tổng lân trong nghiệm thức 10 g còn lại là 29,30 mg/L và đối chứng là 174,95 mg/L. Qua đó cho thấy hiệu suất hấp phụ là 84,08 %.

**3.4. So sánh khả năng hấp phụ lân của ĐPTT được nung trong điều kiện không có oxy và có oxy**

Thí nghiệm được bố trí với cùng một loại vật liệu hấp phụ lân là ĐPTT nung không có oxy và có oxy. Bố trí thí nghiệm được thực hiện trong cùng một thời điểm và cùng một loại nước thải biogas có nồng độ lân ban đầu giống nhau.





**Hình 10. Hiệu suất hấp phụ lân hòa tan trong nước thải biogas của ĐPTT nung có oxy và không có oxy**

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng  $TB \pm SD$  ( $n=3$ ), giá trị trung bình có kí tự a,b,c khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức khác nhau trong cùng một loại vật liệu dựa vào kiểm định Duncan ( $p < 0,05$ ).

Kết quả Hình 10 cho thấy hiệu suất hấp phụ lân của ĐPTT được nung trong điều kiện không có oxy là tốt hơn và khác biệt có ý nghĩa so với ĐPTT được nung trong điều kiện có oxy tương ứng là 99,32% và 89,17%. Khả năng hấp phụ lân của đất phèn nung ở 2 điều kiện không có oxy và có oxy đạt tương ứng là 1,171 mg/g và 0,846 mg/g. Nguyên nhân có thể là do khi nung trong điều kiện có oxy các chất hữu cơ trong đất đã bị đốt cháy, đất trở thành gạch nền gần như không còn các lỗ rỗng bên trong vật liệu hấp phụ. Ngược lại, khi nung trong điều kiện không có oxy, các chất hữu cơ trong đất bị biến thành than (biochar) nên có thể tạo ra nhiều lỗ rỗng bên trong vật liệu. Chính yếu tố khác biệt này làm cho khả năng tiếp xúc của ĐPTT nung trong điều kiện không oxy cao hơn ĐPTT nung có oxy. So sánh với các kết quả trước đây cho thấy ĐPTT nung có khả năng hấp phụ lân cao hơn than tổ ong và gạch tương ứng là 0,037 mg/g và 0,022 mg/g (Nguyễn Thị Ngọc Hạnh & Ngô Thụy Diễm Trang, 2013; Lê Anh Kha và ctv., 2003).

#### 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

##### 4.1. Kết luận

Trị số EC trong các nghiệm thức tăng dần khi tăng khối lượng vật liệu hấp phụ. Ngược lại trị số pH của dung dịch lại giảm dần khi tăng khối lượng chất hấp phụ ở cả 2 cách xử lý đất.

Hiệu suất hấp phụ lân của ĐPTT nung có oxy đạt tối ưu ở nghiệm thức chứa 7,5 g đất với hiệu suất hấp phụ trung bình 86,26%. ĐPTT nung trong điều kiện không có oxy có hiệu suất hấp phụ lân trung bình lên đến 98,96% và cũng đạt tối ưu ở nghiệm thức chứa 7,5 g đất.

##### 4.2. Kiến nghị

Trong tương lai có thể tiếp tục nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ lân khác như pH dung dịch, thời gian hấp phụ, kích thước vật liệu hấp phụ để tìm ra điều kiện hấp phụ lân tối ưu cho đất phèn nung và giúp làm giảm lượng đất cần dùng để tiết kiệm chi phí.

##### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Dự án Cải tạo nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6, được hỗ trợ từ nguồn vốn vay ODA của Nhật Bản (E6).

##### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Mekonnen, Dereje Tadesse, Esayas Alemayehu & Bernd Lennartz. (2020). Removal of Phosphate Ions from Aqueous Solutions by Adsorption onto Leftover Coal. *Water (Switzerland)*, 12(5), 1–15.
- Liang, P., Yu, H., Huang, J., Zhang, Y. & Cao, H., (2016). The Review on Adsorption and Removing Ammonia Nitrogen with Biochar on

- Its Mechanism. MATEC Web of Conferences, 67, 1–11.
- Greenlee, L. F., Testa, F., Lawler, D. F., Freeman, B. D., & Moulin, P. (2010). The effect of antiscalant addition on calcium carbonate precipitation for a simplified synthetic brackish water reverse osmosis concentrate. *Water Research*, 44(9), 2957–2969.
- Johansson, L., (1999). Industrial by-products and natural substrata as phosphorus sorbents. *Environmental Technology*, 20(3), 309–316.
- Kostura B. , Kulveitov’a, H., & Leřsko, J. (2005). Blast furnace slags as sorbents of phosphate from water solution. *Water Research*, 39(9), 1795-1802.
- Lê Anh Kha (2003). Sử dụng hạt đất nung và khối bê tông để loại bỏ lân và đạm trong nước. *Tạp chí khoa học Đại học Cần Thơ*, 2012(23a), 11-19.
- Lê Văn Khoa, Nguyễn Xuân Cự, Lê Đức, Trần Khắc Hiệp và Trần Cẩm Vân. 2000. *Đất và môi trường*. NXB Giáo dục.
- Liu, Y.T. & Hesterberg, D. (2011). Phosphate bonding on noncrystalline Al/Fe-hydroxyde coprecipitates. *Environmental Science & Technology*, 45(15), 6283–6289.
- Nguyễn Mỹ Hoa, Lê Văn Khoa, Trần Bá Linh, 2012. *Giáo trình hóa lý đất*. Nhà xuất bản Đại Học Cần Thơ.
- Nguyễn Thị Ngọc Hạnh & Ngô Thụy Diễm Trang (2013). Ảnh hưởng của kích cỡ và loại vật liệu lên khả năng hấp phụ và bản chất giải hấp phụ lân của một số vật liệu tái chế. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (26), 10 – 16.
- Nguyễn Thị Kiều Phương (2011). *Đánh giá khả năng hấp phụ đạm và lân trong nước thải biogas bằng tro trấu, tro than đá* (Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Môi trường). Đại học Cần Thơ.
- Sakadevan, K. & Bavor, H. J. (1998). Phosphate adsorption characteristics of soils, slags and zeolite to be used as substrates in constructed wetland systems. *Water Research*, 32(2), 393–399.
- Shin, E. W., Han, J. S., Jang, M., Min, S.-H., Park, J. K., & Rowell, R. M. (2004). Phosphate adsorption on aluminum-impregnated mesoporous silicates: surface structure and behavior of adsorbents. *Environmental Science and Technology*, 38(3), 912–917.
- Song, X., Pan, Y., Wu, Q., Cheng, Z., & Ma, W. (2011). Phosphate removal from aqueous solutions by adsorption using ferric sludge. *Desalination*, 280(1–3), 384–390.
- Tran, H. N., You, S. J., & Chao, H. P. (2016). Effect of Pyrolysis Temperatures and Times on the Adsorption of Cadmium onto Orange Peel Derived Biochar. *Waste Management and Research*, 34(2), 129–38.
- Wang, F., Lu, S., Wei, Y., & Ji, M. (2009). Characteristics of aerobic granule and nitrogen and phosphorus removal in a SBR. *Journal of Hazardous Materials*, 164(2-3), 1223–1227.
- Xiong, J. B., Qin, Y., Islam, E., Yue, M., & Wang, W. F. (2011). Phosphate removal from solution using powdered freshwater mussel shells. *Desalination*, 276(2-3), 317–321.
- Zeng, L., Li, X. M., & Liu, J. D. (2004). Adsorptive removal of phosphate from aqueous solutions using iron oxide tailings, *Water Research*, 38(5), 1318–1326.
- Zeng, H., Fisher, B., & Giammar, D. E. (2008). Individual and Competitive Adsorption of Arsenate and Phosphate To a High-Surface-Area Iron Oxide-Based Sorbent. *Environmental Science and Technology*, 42(1), 147–152.