

## ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH CỠ VÀ LOẠI VẬT LIỆU LÊN KHẢ NĂNG HẤP PHỤ VÀ BẮN CHẤT GIẢI HẤP PHỤ LÊN CỦA MỘT SỐ VẬT LIỆU TÁI CHẾ

Nguyễn Thị Ngọc Hạnh<sup>1</sup> và Ngô Thụy Diễm Trang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

### Thông tin chung:

Ngày nhận: 11/10/2012

Ngày chấp nhận: 19/06/2013

### Title:

The effects of sizes and types on phosphorus adsorption capacity and desorption characteristics of recycling materials

### Từ khóa:

Gốm, gạch, than tổ ong sau sử dụng, hấp phụ, giải hấp phụ, phú dưỡng

### Keywords:

Pottery, brick, honeycomb coal ash, adsorption, desorption, eutrophication

### ABSTRACT

The objectives in this work were to investigate the effects of materials sizes and types on phosphorus adsorption capacity and desorption characteristics of recycling pottery, brick, and honeycomb coal ash. Process of phosphorus adsorption was conducted in the laboratory condition for 24 h and then desorption process was carried out step-by-step (2 times 1 M  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 0.1 N  $\text{NaOH}$ , 0.5 N  $\text{HCl}$ ) in order to determine desorption characteristics. Three sizes of materials used in this study were  $0.1 < d_1 \leq 2.0$ ;  $2.0 < d_2 \leq 5.0$ ;  $d_3 > 5.0$  mm. The results showed that the smallest size had the highest P-adsorption capacity with the absorbed amount of P in honeycomb coal ash ( $0.037 \text{ mgPO}_4\text{-P/g}$ ) was higher than in pottery ( $0.022 \text{ mgPO}_4\text{-P/g}$ ). However, there was P released into solution from brick material leading to increasing final  $\text{PO}_4\text{-P}$  concentration. In addition, the highest desorbed amount of P recovered in solution as used catalyst 0.1N  $\text{NaOH}$  as compared with other catalytic agents. This indicates that the principle P-adsorption mechanism of these materials is characterized by Al and Fe contents.

### TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng kích cỡ và loại vật liệu lên khả năng hấp phụ và bắn chất giải hấp phụ lân của 3 loại vật liệu gốm, gạch và than tổ ong sau sử dụng. Quá trình hấp phụ lân được tiến hành sau 24 h ở nhiệt độ phòng và sau đó tiến hành giải hấp phụ qua nhiều bước (2 lần  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M;  $\text{NaOH}$  0,1 N;  $\text{HCl}$  0,5 N) để xác định bản chất của quá trình giải hấp phụ. Ba kích cỡ vật liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm  $0,1 < d_1 \leq 2,0$ ;  $2,0 < d_2 \leq 5,0$ ;  $d_3 > 5,0$  mm. Kết quả cho thấy kích cỡ nhỏ nhất có khả năng hấp phụ lân cao nhất, trong đó lượng lân được giữ lại ở than ( $0,037 \text{ mgPO}_4\text{-P/g}$ ) nhiều hơn gốm ( $0,022 \text{ mgPO}_4\text{-P/g}$ ). Tuy nhiên, ở gạch lại xảy ra hiện tượng phóng thích lân vào dung dịch làm tăng nồng độ sau cùng của  $\text{PO}_4\text{-P}$ . Ngoài ra, lượng lân thu hồi cao nhất khi sử dụng  $\text{NaOH}$  0,1 N so với các chất xúc tác khác. Điều đó cho thấy cơ chế hấp phụ lân chính của các loại vật liệu là do thành phần Al, Fe chứa trong vật liệu.

## 1 GIỚI THIỆU

Lân (P) là một trong những yếu tố cần thiết cho sự sinh trưởng và phát triển của sinh vật hữu sinh. Tuy nhiên, đây cũng là một yếu tố quan trọng gây nên hiện tượng phú dưỡng trong các thủy vực nếu nước thải tiếp tục xả vào các nguồn tiếp nhận tự nhiên không được kiểm soát chặt chẽ, tạo điều kiện cho các loài tảo phát triển mạnh, tảo nở hoa. Khi tảo chết đi làm tăng nhu cầu oxy trong nước, suy giảm chất lượng nước, gây ảnh hưởng đến các hệ động thực vật thủy sinh. Vì vậy, cần thiết phải xử lý và làm giảm nồng độ P trong nước thải đến mức cho phép trước khi thải vào môi trường để hạn chế hiện tượng trên. Có nhiều phương pháp xử lý P trong nước thải bao gồm ba loại chính: vật lý, hóa học và sinh học. Trong đó, phương pháp hóa học, kết tủa P bằng muối kim loại đã được ứng dụng rộng rãi (Yeoman *et al.*, 1988; Wang *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2003). Các chất kết tủa thường dùng bao gồm  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  và  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Metcalf & Eddy, 2003). Nghiên cứu của Trần Đức Hạ (2002), dùng các hóa chất keo tụ gốc sắt và nhôm để khử muối phosphate trong nước thải, tuy nhiên phương pháp này nếu áp dụng thì chi phí xử lý tăng, khó định lượng hóa chất theo thời gian và tạo nên lớp bùn hoạt tính. Do đó, việc sử dụng các loại vật liệu sẵn có, thân thiện với môi trường để xử lý P trong nước thải đã và đang được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu. Đất sét nung (gồm gạch, gốm vụn) và than tổ ong sau khi sử dụng là các loại vật liệu dễ tìm ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) với thành phần chứa nhiều ion  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , ... có khả năng hấp phụ P tốt. Trong những nghiên cứu của Suguishita (1995) và Ito (1994) (trích từ Lê Anh Kha và Masayuki Seto (2003)) đã chứng minh rằng việc sử dụng hạt đất nung và khối bê tông hay chỉ sử dụng những hạt đất nung có thể làm giảm nồng độ nitơ và lân trong nước máy đến một nồng độ rất thấp (< 3 ppb). Nghiên cứu của Seo *et al.* (2005) và Prochaska & Zouboulis (2006) về các vật liệu lọc trong hệ thống đất ngập nước kiến tạo cho thấy kích cỡ của vật liệu nhỏ (0,1 - 2,0 mm) sẽ có khả năng hấp phụ lân tốt.

Thêm vào đó, vật liệu sau khi hấp phụ lân có thể được giải hấp phụ bằng các phương pháp đơn giản như: tăng nhiệt độ, thay đổi pH, sử dụng tác nhân hấp phụ mạnh hơn, ... Sự cần thiết tái sinh chất hấp phụ nhằm thu hồi chất bị hấp phụ và phục hồi khả năng của chất hấp phụ. Việc tái sử dụng các vật liệu này sẽ góp phần tiết kiệm một phần chi phí, giảm công sức cho quá trình chuẩn bị vật liệu để xử lý nước thải. Điều quan trọng nhất, nguồn lân tự nhiên trong tương lai gần sẽ là yếu tố giới hạn trong canh tác nông nghiệp. Chính vì thế, việc tái sử dụng lân trong nước thải hay chất thải làm nguồn lân thay thế là cấp thiết. Tuy nhiên có ít thông tin về khả năng hấp phụ lân ở các kích cỡ khác nhau và bản chất hấp phụ của các loại vật liệu trên. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá khả năng hấp phụ lân của các kích cỡ vật liệu, từ đó tiến hành giải hấp phụ để xác định nguyên nhân của quá trình hấp phụ và lượng lân có thể thu hồi.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Chuẩn bị vật liệu hấp phụ

Vật liệu gạch, gốm vụn phế thải (thu tại các lò gạch) và than tổ ong sau khi sử dụng (thu từ các căn tin Trường Đại học Cần Thơ) được sử dụng làm vật liệu hấp phụ lân. Vật liệu được nghiền và sàng qua rây với ba kích cỡ  $0,1 < d_1 \leq 2,0$ ;  $2,0 < d_2 \leq 5,0$ ;  $d_3 > 5,0$  mm và sấy ở nhiệt độ  $60^\circ\text{C}$  trong 2 h để đồng nhất mẫu trước khi tiến hành thí nghiệm hấp phụ. Trọng lượng vật liệu sử dụng cho từng nghiệm thức được ghi nhận lại.

Sử dụng dung dịch  $\text{PO}_4\text{-P}$  nồng độ khoảng  $20,0 \text{ mgPO}_4^{3-}/\text{L}$  (tương đương  $6,5 \text{ mgPO}_4\text{-P}/\text{L}$ ) được pha từ  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (sấy ở  $105^\circ\text{C}$ ) với dung dịch chất điện phân  $\text{CaCl}_2$  0,01 M và cố định bằng 2 giọt dung dịch chloroform vào mỗi nghiệm thức (Nair *et al.*, 1984). Điều chỉnh pH = 2 cho dung dịch  $\text{PO}_4\text{-P}$  bằng dung dịch HCl 1 N và NaOH 0,1 M (Rordrigues *et al.*, 2010).

Nghiệm thức đối chứng chỉ chứa vật liệu và nước cất, nhằm xác định một phần lượng lân phóng thích (do bản chất vật liệu có chứa lân) từ đó tính toán lượng lân hấp phụ và giải hấp

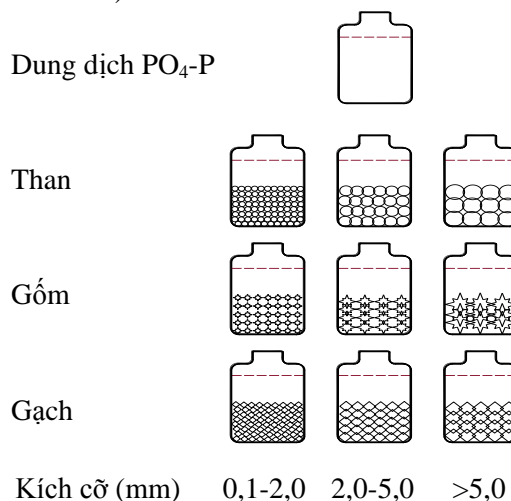
phụ chính xác hơn (số liệu không trình bày). Sử dụng nước cất để pha tất cả các dung dịch trong thí nghiệm.

## 2.2 Bố trí thí nghiệm hấp phụ

Thí nghiệm được bố trí trong điều kiện phòng thí nghiệm với hai nhân tố: loại vật liệu (than, gôm và gạch) và kích cỡ vật liệu ( $0,1 < d_1 \leq 2,0$ ;  $2,0 < d_2 \leq 5,0$ ;  $d_3 > 5,0$  mm). Các nghiệm thức được bố trí ngẫu nhiên với ba lần lặp lại. Cân 5 g vật liệu cho vào chai nhựa có

nắp đậy (thể tích 110 mL) và 50 mL dung dịch  $PO_4\text{-P}$  (pH = 2). Đậy kín nắp và cho lên máy lắc ngang với tốc độ 150 vòng/phút, lắc 4 lần trong 24 h thí nghiệm (1 h/lần) ở điều kiện nhiệt độ phòng. Sau 24 h, ly tâm dung dịch thu được với tốc độ 4000 vòng/phút trong 10 phút, rồi lọc dung dịch qua giấy lọc ( $\varnothing = 45 \mu\text{M}$ ), tiến hành đo pH, EC và phân tích nồng độ  $PO_4\text{-P}$ . Hàm lượng  $PO_4\text{-P}$  được xác định bằng phương pháp acid ascorbic (APHA *et al.*, 1998).

**Hình 1: Thí nghiệm hấp phụ lân của than, gôm và gạch ở các kích cỡ 0,1 <math>d\_1 \leq 2,0</math>; 2,0 <math>d\_2 \leq 5,0</math> và <math>d\_3 > 5,0</math> mm (hình vẽ không theo tỷ lệ thực tế)**



## 2.3 Bố trí thí nghiệm giải hấp phụ (xác định bản chất hấp phụ)

Lọc lấy vật liệu sau khi hấp phụ lân ở thí nghiệm trên, tiếp tục quá trình giải hấp phụ với các loại hóa chất:  $NH_4Cl$  1 M, NaOH 0,1 N và HCl 0,5 N (Arnold & Lijklema, 1980). Các bước như sau:

**Bước 1:** Cho 50 mL dung dịch  $NH_4Cl$  1 M vào chai chứa vật liệu sau khi hấp phụ lân, đậy nắp và lắc với tốc độ 150 vòng/phút (trong 1 h) ở điều kiện nhiệt độ phòng. Ly tâm dung dịch thu được với tốc độ 4000 vòng/phút (10 phút), sau đó lọc dung dịch qua giấy lọc ( $\varnothing = 45 \mu\text{M}$ ) đo pH, EC và phân tích  $PO_4\text{-P}$ .

**Bước 2:** Tiến hành như bước 1. Hai bước giải hấp phụ với dung dịch  $NH_4Cl$  1 M xác định lượng P còn sót lại của dung dịch hấp phụ trong quá trình thu mẫu và phần P liên kết yếu trên bề mặt vật liệu.

**Bước 3:** Cho 50 mL dung dịch NaOH 0,1 N vào vật liệu đã lọc sau bước 2, đậy nắp và lắc

với tốc độ 150 vòng/phút, lắc 4 lần trong 17 h thí nghiệm (1 h/lần) ở điều kiện nhiệt độ phòng. Sau 17 h, ly tâm dung dịch thu được với tốc độ 4000 vòng/phút trong 10 phút, sau đó lọc dung dịch qua giấy lọc ( $\varnothing = 45 \mu\text{M}$ ) đo pH, EC và phân tích  $PO_4\text{-P}$ . Quá trình giải hấp phụ với dung dịch NaOH 0,1 N xác định lượng P được hấp phụ do Fe và Al.

**Bước 4:** Cho 50 mL dung dịch HCl 0,5 N vào vật liệu đã lọc ở bước 3, đậy nắp và lắc với tốc độ 150 vòng/phút, lắc 4 lần trong 24 h thí nghiệm (1 h/lần) ở điều kiện nhiệt độ phòng. Sau 24 h, ly tâm dung dịch thu được với tốc độ 4000 vòng/phút trong 10 phút, sau đó lọc dung dịch qua giấy lọc ( $\varnothing = 45 \mu\text{M}$ ) đo pH, EC và phân tích  $PO_4\text{-P}$ . Quá trình giải hấp phụ với dung dịch HCl 0,5 N xác định lượng P được hấp phụ do Ca.

## 2.4 Phân tích và xử lý số liệu

Tất cả số liệu được thu thập, tính toán giá trị trung bình và sai số chuẩn bằng phần mềm

Excel. Phân tích phương sai hai nhân tố (Two-way ANOVA) và so sánh kết quả trung bình giữa các nghiệm thức bằng phần mềm thống kê Statgraphics Centurion XV (StatPoint, Inc., USA) dựa trên kiểm định Turkey Test 5%.

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Thông số pH, EC, nồng độ PO<sub>4</sub>-P và lượng lân hấp phụ

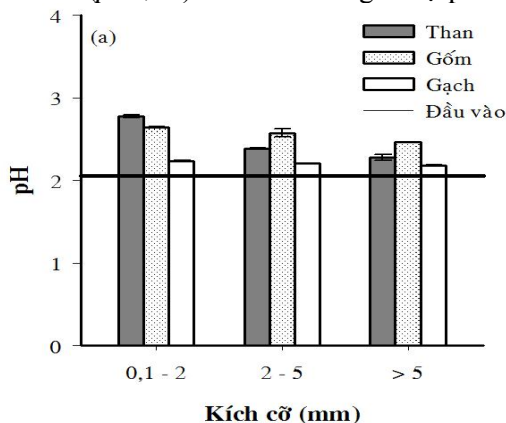
Tất cả các thông số (pH, EC, nồng độ PO<sub>4</sub>-P và lượng lân hấp phụ) trong quá trình hấp phụ đều chịu ảnh hưởng của hai nhân tố loại vật liệu và kích cỡ, đồng thời có sự tương tác giữa hai nhân tố ( $p < 0,001$ ) qua kết quả phân tích thống kê phương sai hai nhân tố (Two-way ANOVA) (Bảng 1).

**Bảng 1: Kết quả phân tích phương sai hai nhân tố (F-Ratios) các giá trị pH, EC, nồng độ PO<sub>4</sub>-P và lượng lân hấp phụ ở 3 kích cỡ (0,1 < d<sub>1</sub> ≤ 2,0; 2,0 < d<sub>2</sub> ≤ 5,0; d<sub>3</sub> > 5,0 mm) của than, gôm và gạch**

Thông số	Nhân tố chính		Tương tác Loại vật liệu x Kích cỡ
	Loại vật liệu	Kích cỡ	
pH	229,29***	104,71***	34,82***
EC (mS/cm)	127,01***	82,40***	10,72***
PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	25,08***	17,80***	10,18***
mgP/g	20,83***	15,88***	8,66***

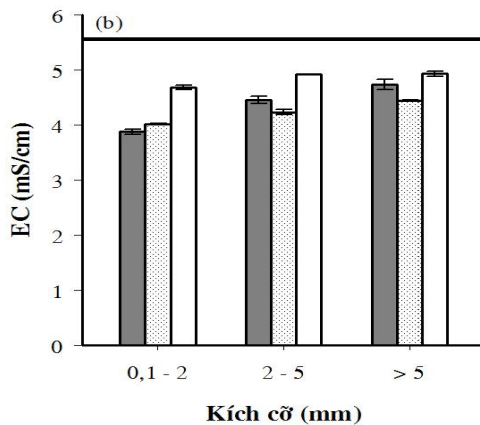
\*\*\* $p < 0,001$ : Khác biệt có ý nghĩa ở mức 0,1%

Giá trị pH của dung dịch sau hấp phụ 24 h có sự khác biệt giữa các loại vật liệu cũng như các kích cỡ ( $p < 0,05$ ) và cao hơn giá trị pH



dung dịch PO<sub>4</sub>-P ban đầu (Hình 2a). Theo Cabanas (2009) khả năng loại bỏ lân của vật liệu có quan hệ chặt chẽ với thành phần Ca, Al, Fe, Mg có trong vật liệu. Sự thay đổi pH của dung dịch PO<sub>4</sub>-P có thể do các phản ứng hóa học xảy ra trong quá trình hấp phụ, khi các ion Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>,... có trong vật liệu kết hợp với gốc PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> của dung dịch hấp phụ giải phóng OH làm pH của dung dịch sau hấp phụ tăng. Riêng độ dẫn điện (EC) của các nghiệm thức sau hấp phụ có giá trị thấp hơn so với dung dịch lân ban đầu (5,5 mS/cm). Trong cùng một loại vật liệu, giá trị EC thấp nhất ở kích cỡ nhỏ, có thể do diện tích bề mặt tiếp xúc lớn ở kích cỡ nhỏ (0,1 < d<sub>1</sub> ≤ 2,0 mm) tạo điều kiện lân được hấp phụ nhiều hơn (Seo *et al.*, 2005; Prochaska & Zouboulis, 2006), nên làm giảm hàm lượng các ion hòa tan trong dung dịch sau khi hấp phụ (Hình 2b).

Nồng độ lân (mgPO<sub>4</sub>-P/L) trong dung dịch sau hấp phụ và lượng lân hấp phụ (mgPO<sub>4</sub>-P/g) của các loại vật liệu ở 3 kích cỡ được trình bày ở Hình 3a & 3b. Sau quá trình hấp phụ, nồng độ lân của các loại vật liệu ở cùng kích cỡ có sự khác biệt ( $p < 0,05$ ), nồng độ tăng khi kích cỡ tăng (ngoại trừ gạch). Như đã giải thích, do kích cỡ d<sub>1</sub> nhỏ nhất nên có bề mặt tiếp xúc lớn (Seo *et al.*, 2005; Prochaska & Zouboulis, 2006), dẫn đến lân được hấp phụ nhiều hơn trên kích cỡ hạt nhỏ nhất (Hình 3b). Giữa ba loại vật liệu, gạch (ở cả ba kích cỡ) có xu hướng phồng thích lân vào dung dịch làm nồng độ lân sau hấp phụ luôn cao hơn nồng độ ban đầu (Hình 3a).

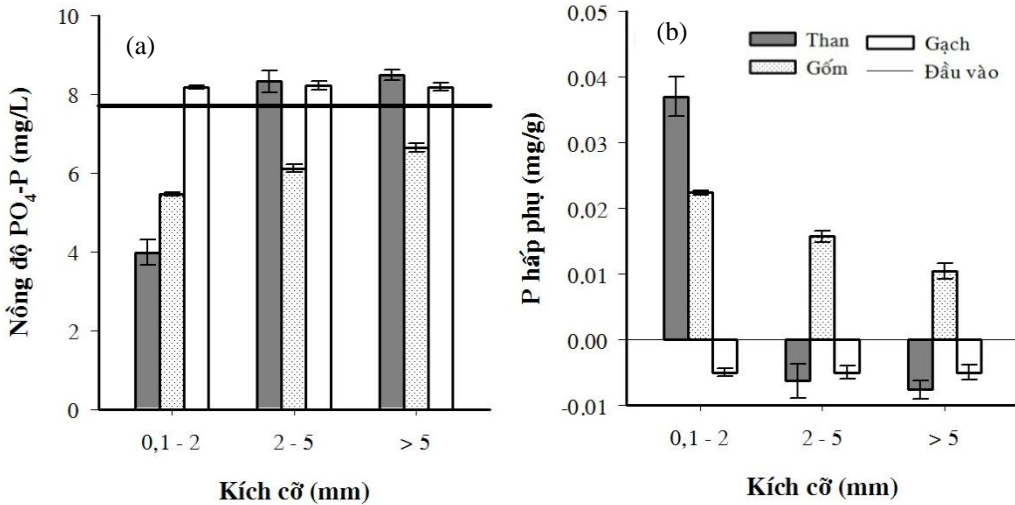


**Hình 2: Giá trị pH (a) và EC (b) trong dung dịch sau hấp phụ 24 h của than, gôm và gạch ở ba kích cỡ khác nhau (trung bình ± sai số chuẩn, n = 3)**



Lượng lân hấp phụ ( $\text{mgPO}_4\text{-P/g}$ ) chính là lượng lân được giữ lại (hấp phụ) trên một đơn vị trọng lượng vật liệu và được trình bày ở Hình 3b. Đây là một trong những chỉ tiêu đánh

giá khả năng hấp phụ của vật liệu, lượng lân được giữ lại càng nhiều thì vật liệu đó có khả năng hấp phụ lân càng cao.



**Hình 3: Nồng độ  $\text{PO}_4\text{-P}$  (a) và lượng lân hấp phụ (b) của than, gốm và gạch ở ba kích cỡ khác nhau (trung bình  $\pm$  sai số chuẩn, n = 3)**

Theo Vohla *et al.* (2011) hàm lượng các nguyên tố Al, Fe, Ca trong vật liệu cao là một trong những yếu tố quan trọng góp phần làm tăng khả năng hấp phụ lân của vật liệu. Trong than và gốm có chứa nhiều nguyên tố Al, Fe hơn gạch (số liệu đo được) nên có khả năng hấp phụ cao và đặc biệt lượng lân hấp phụ nhiều nhất ở kích cỡ  $0,1 < d_1 \leq 2,0$  mm (Hình 3b). Tuy nhiên có sự phóng thích lân vào dung dịch ở vật liệu gạch và ở hai kích cỡ trung bình & lớn của than làm nồng độ lân sau khi hấp phụ 24 h cao hơn so với nồng độ ban đầu (Hình 3a). Nhìn chung nghiên cứu cho thấy than và gốm có khả năng hấp phụ lân tốt (ở kích cỡ  $0,1 < d_1 \leq 2,0$  mm) và gạch không có khả năng hấp phụ lân trong điều kiện của thí nghiệm.

### 3.2 Hàm lượng lân phóng thích

Hàm lượng lân phóng thích ( $\text{mgPO}_4\text{-P/g}$  vật liệu) của vật liệu sau khi hấp phụ được xác định qua bốn bước giải hấp phụ để xác định lượng lân hấp phụ tương ứng do bề mặt vật liệu ( $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M; 2 lần), nguyên tố Al & Fe ( $\text{NaOH}$  0,1 N) và nguyên tố Ca ( $\text{HCl}$  0,5 N) (Arnold & Lijklema, 1980). Kết quả cho thấy

hai yếu tố loại vật liệu và kích cỡ có ảnh hưởng rất nhiều ( $p < 0,001$ ) đến bản chất giải hấp phụ của vật liệu (Bảng 2).

**Bảng 2: Kết quả phân tích phương sai hai nhân tố (F-Ratios) của hàm lượng lân phóng thích qua các bước giải hấp phụ**

Các bước giải hấp phụ	Nhân tố		Tương tác
	Loại vật liệu	Kích cỡ	Loại vật liệu x Kích cỡ
$\text{NH}_4\text{Cl}$ 1 M (lần 1)	13,00***	12,00**	14,50***
$\text{NH}_4\text{Cl}$ 1 M (lần 2)	18,60***	58,20***	3,90*
$\text{NaOH}$ 0,1 N	19,76***	14,04***	19,90***
$\text{HCl}$ 0,5 N	136,45***	40,63***	8,12***

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ : Khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%, 1% và 0,1%

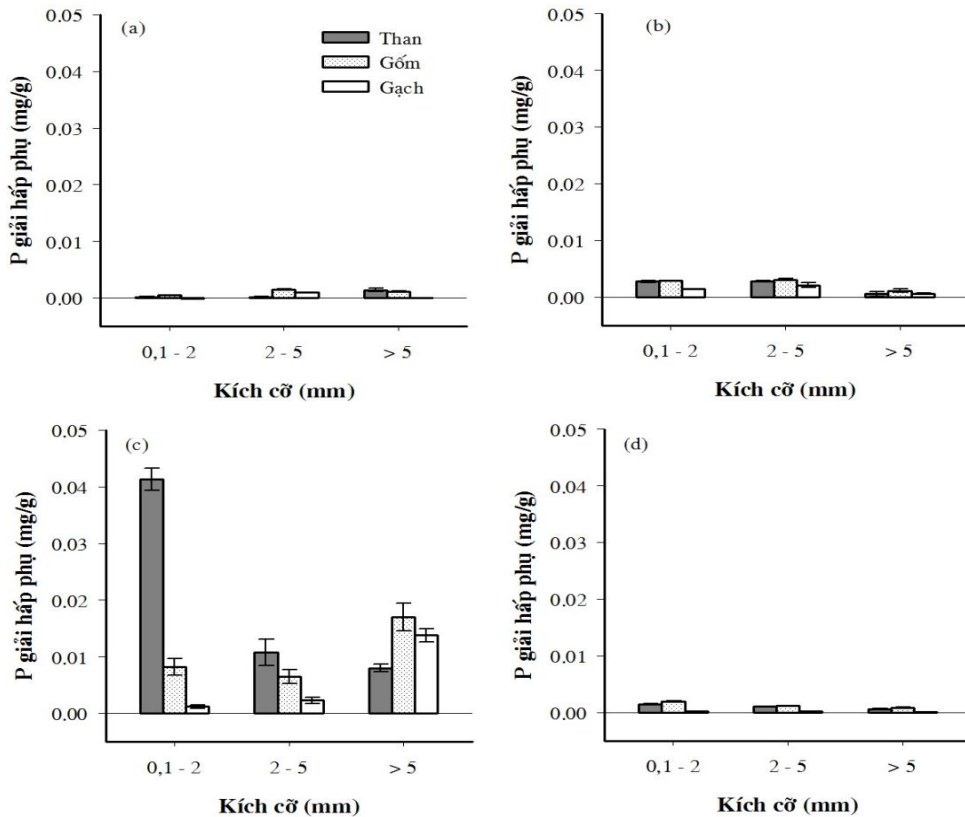
Lượng lân được phóng thích khi sử dụng dung dịch  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M lần thứ nhất được xem như lượng lân còn sót lại trong dung dịch sau quá trình hấp phụ (Hình 4a), điều này đã được chứng minh qua kết quả hấp phụ ở Hình 3a (nồng độ  $p$  thấp nhất ở kích cỡ nhỏ nhất). Sau đó vật liệu được giải hấp phụ bằng dung dịch  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M để xác định lượng  $p$  do hấp phụ bề

mặt (hấp phụ cơ học). Lượng lân phóng thích ở cả 3 vật liệu có kích cỡ càng lớn thì càng ít (Hình 4b), do diện tích bề mặt ở kích cỡ càng lớn thì càng nhỏ (Seo *et al.*, 2005; Prochaska & Zouboulis, 2006).

Lượng lân hấp phụ bởi Al và Fe được phóng thích khi sử dụng chất xúc tác NaOH 0,1 N (Hình 4c), kết quả này đã phản ánh rõ lượng lân được hấp phụ ở Hình 3b. Có một lượng nhỏ lân phóng thích từ gạch khi sử dụng dung dịch giải hấp phụ HCl 0,5 N (Hình 4d), tuy nhiên không nổi lên bản chất hấp phụ do Ca vì gạch không hấp phụ lân (Hình 3b) mà có thể lân được giữ bởi Ca trong bản chất vật liệu. So sánh giữa gốm và than thì lượng lân phóng thích từ gốm cao hơn than (Hình 4d) do hàm

lượng Ca có trong gốm nhiều hơn than (số liệu không trình bày).

Nhìn chung, lượng lân phóng thích khi sử dụng dung dịch xúc tác NaOH 0,1 N là cao nhất (Hình 4) so với các dung dịch giải hấp phụ khác NH<sub>4</sub>Cl 1 M và HCl 0,5 N. Kết quả trên đã chứng minh rằng khả năng hấp phụ lân của vật liệu chịu ảnh hưởng chính do sự có mặt các nguyên tố Al và Fe bên trong vật liệu (số liệu đo được) và lượng lân được giải hấp phụ càng cao khi vật liệu hấp phụ nhiều lân. Tuy nhiên, lượng lân giải hấp phụ ở một số nghiệm thức cao hơn so với lượng lân được hấp phụ do một phần lân có trong vật liệu đã được phóng thích cùng với quá trình giải hấp phụ.



**Hình 4:** Lượng lân phóng thích (mgPO<sub>4</sub>-P/g) của than, gốm và gạch với ba kích cỡ khác nhau qua các bước NH<sub>4</sub>Cl 1 M lần 1 (a), NH<sub>4</sub>Cl 1 M lần 2 (b), NaOH 0,1 N (c) và HCl 0,5 N (d) (trung bình ± sai số chuẩn, n = 3)

## 4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

### 4.1 Kết luận

Kết quả cho thấy kích cỡ nhỏ nhất có khả năng hấp phụ lân cao nhất, trong đó lượng

lân được giữ lại ở than (0,037 mgPO<sub>4</sub>-P/g) nhiều hơn gốm (0,022 mgPO<sub>4</sub>-P/g). Tuy nhiên, ở gạch lại xảy ra hiện tượng phóng thích lân vào dung dịch làm tăng nồng độ sau cùng của PO<sub>4</sub>-P.

Al, Fe là các nguyên tố góp phần làm tăng khả năng hấp phụ lân của vật liệu. Đồng thời lượng lân hấp phụ trên 1 g vật liệu càng nhiều thì lượng lân giải hấp phụ càng cao. Lượng lân được giải hấp phụ có thể lớn hơn lượng lân đã hấp phụ, đây là kết quả của sự phóng thích lân từ vật liệu.

## 4.2 Đề xuất

Có thể sử dụng than tổ ong và gốm kích cỡ  $0,1 < d_1 \leq 2,0$  mm làm chất nền cho các hệ thống lọc hoặc hệ thống đất ngập nước kiến tạo để xử lý các loại nước thải thủy sản, biogas, nước thải sinh hoạt,... Qua đó góp phần hạn chế phú dưỡng nguồn nước, đồng thời giảm lượng rác thải rắn ra môi trường.

Nghiên cứu tái sử dụng vật liệu sau hấp phụ lân để phối trộn với đất hay các loại vật liệu hữu cơ khác sản xuất phân bón hữu cơ.

## LỜI CẢM ƠN

Dự án này được hỗ trợ kinh phí từ dự án A/5038-1 tài trợ từ Quỹ Khoa học Quốc tế (IFS – Thụy Điển). Tác giả chân thành cảm ơn Bộ môn Khoa học Môi trường đã nhiệt tình hỗ trợ phòng thí nghiệm, giúp chúng tôi hoàn thành tốt kết quả nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Control Federation (WCF), 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. Washington D.C., USA.
2. Arnold, H., M. Hieltjes and Lambertus Lijklema, 1980. Fractionation of inorganic phosphates in calcareous sediment. *J. Environ. Qual.*, 9:405–407.
3. Cabanas, V.C., 2009. Recycling filter substrates used for phosphorus removal from wastewater as soil amendments. PhD Thesis, Stockholm.
4. Lee, S.I., Weon, S.Y., Lee, C.W. and Koopman, B., 2003. Removal of nitrogen and phosphate from wastewater by addition of bittern. *Chemosphere*, 51:265–271.
5. Lê Anh Kha và Masayuki Seto, 2003. Sử dụng hạt đất nung và khối bê tông để loại bỏ lân và đạm trong nước thải”. *Tạp chí Khoa học*, Trường Đại học Cần Thơ: 224-231.
6. Metcalf, Eddy, Inc., 2003. Wastewater Engineering treatment and reuse. 4th Edition, McGraw-Hill publication, New York, USA.
7. Nair, P.S., T.J. Logan, A.N. Sharpley, L.E. Sommers, M.A. Tabatabai, and T.L. Yuan, 1984. Interlaboratory comparison of a standardized phosphorus adsorption procedure. *J. Environ.*, 13:591–595.
8. Prochaska, C.A., A.I. Zouboulis, 2006. Removal of phosphate by pilot vertical-flow constructed wetlands using a mixture of sand and dolomite as substrate. *Ecological Engineering*, 26:293–303.
9. Rodrigues, L. A. and Maria Lúcia Caetano Pinto da Silva, 2010. Adsorption kinetic, thermodynamic and desorption studies of phosphate onto hydrous niobium oxide prepared by reverse microemulsion method. *Springer Science + Business Media, Adsorption*, 16:173–181.
10. Seo, D. C., J.S. Cho, H.J. Lee and J.S. Heo, 2005. Phosphorus retention capacity of filter media for estimating the longevity of constructed wetland. *Water Research*, 39:2445–2457.
11. Trần Đức Hạ, 2002. Xử lý nước thải sinh hoạt qui mô nhỏ và vừa. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
12. Wang, Y., Han, T., Xu Bao G. and Tan Z., 2005. Optimization of phosphorus removal from secondary effluent using simplex method in Tianjin, China. *Journal of Hazardous Materials*, 21:183–186.
13. Vohla, C., M. Kõiv, H.J. Bavor, F. Chazarenc, U. Mander, 2011. Filter materials for phosphorus removal from wastewater in treatment wetlands. *Ecological Engineering*, 37:70-89.
14. Yeoman, S., Stephenson, T., Lester, J.N. and Perry, R., 1988. The removal of phosphorus during wastewater treatment: a review. *Environment Pollution*, 49:183–233.