

NGHIÊN CỨU HẤP PHỤ ANION NITRAT TỪ DUNG DỊCH BẰNG NHỰA TRAO ĐỔI ANION LEWATIT MONOPLUS M 500

Đoàn Trung Dũng, Nguyễn Thị Hà Chi, Đào Ngọc Nhiệm*

Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Đến Tòa soạn 25-4-2014; Chấp nhận đăng 13-2-2014

Abstract

In the present study the sorption of nitrate anion from aqueous solution medium was investigated by using Lewatite Monoplus M 500. The effects of factors such as pH (from 1 to 10), nitrate anion concentration (from 0 mg/l to 4000 mg/l), sorption equilibrium times (from 2.5 minute to 15 minute) and sorption temperature (from 10 °C to 40 °C) have been studied. The results showed that the optimized conditions (pH = 6, sorption equilibrium time of 10 minute, sorption temperature of 30°C) for obtaining the maximum adsorption capacity nitrate anion of M 500 was 70.6 mg/g with regression coefficient of 0.99. The experimental results demonstrated that M 500 anion exchange resin could used effectively for the removal of nitrate anion from aqueous solution medium.

Keywords. Nitrate anion, sorption equilibrium times, adsorption capacity, M 500, anionic exchange resin.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, ngành nông nghiệp Việt Nam ngày càng phát triển và đạt được nhiều thành tựu, trở thành một trong những quốc gia xuất khẩu nông sản như lúa gạo, hạt tiêu hàng đầu thế giới cùng các loại nông sản có giá trị khác. Tuy nhiên, việc sử dụng các loại thuốc bảo vệ thực phẩm và các loại phân bón hóa học tràn lan đã gây ảnh hưởng xấu đến môi trường. Từ đất, qua quá trình rửa trôi và thẩm thấu các chất hóa học này ngấm dần vào nguồn nước, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe của con người và sinh vật sống. Lượng dư thừa trong đất qua quá trình chuyển hóa thành các dạng hợp chất của nitơ như NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- ,... Các hợp chất này khi vượt quá nồng độ cho phép gây độc cho môi trường và các sinh vật sống [1, 2].

Đặc biệt, dư lượng NO_3^- tồn tại trong môi trường nước gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe con người. Trong cơ thể người NO_3^- chuyển hóa thành NO_2^- dưới tác dụng của enzym trong thành ruột và dạ dày phản ứng với hemoglobin (Hb) trong máu tạo thành methemoglobin (metHb) làm suy yếu khả năng vận chuyển oxi [1, 2]. Hàm lượng metHb tăng cao gây xanh xao cơ thể và có thể dẫn đến tử vong, hiện tượng này rất dễ thấy ở trẻ em. Hàm lượng ion NO_3^- cao trong nước uống là một trong những nguyên nhân dẫn đến ung thư dạ dày ở người trưởng thành. Việc loại bỏ dư lượng NO_3^- trong nước là việc làm cấp thiết đảm bảo chất lượng nước sạch cung cấp cho sinh hoạt của con người [3].

Trong nghiên cứu trước của chúng tôi đã sử dụng Lewatit Monoplus M 500 để hấp phụ anion nitrit, cho kết quả khả quan [4]. Do vậy trong bài báo này sẽ thông báo một số kết quả nghiên cứu hấp phụ NO_3^- từ dung dịch bằng M 500.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất dụng cụ

- Dung dịch KNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4Cl , K_2CO_3 , KNO_2 , axit HCl, kiềm NaOH đều có độ sạch PA, nhựa trao đổi anion Lewatit Monoplus M 500 (Đức) có cấu trúc dạng gel, màu vàng sáng với kích thước đồng nhất 0,6 mm; tỷ trọng 1,08 g/ml, nước cất.

- Máy khuấy từ IRE (Ý), máy đo pH (Tây Ban Nha), thiết bị ổn nhiệt (Tây Ban Nha), máy đo UV-VIS 1800 (Nhật Bản).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Nồng độ nitrat được xác định bằng phương pháp đo quang ở bước sóng $\lambda = 220 \text{ nm}$ [5, 6].

- Nghiên cứu khả năng hấp phụ anion nitrat của nhựa trao đổi anion Lewatit Monoplus M 500 theo mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir [7].

- Đường đẳng nhiệt hấp phụ Langmuir được áp dụng thành công vào nhiều quá trình hấp phụ các chất ô nhiễm và được sử dụng rộng rãi nhất trong việc mô tả quá trình hấp phụ các chất tan từ dung dịch theo phương trình Langmuir có dạng:

$$q = \frac{Q_{\max} \cdot b \cdot C_f}{1 + b \cdot C_f}$$

Trong đó: Q_{\max} là dung lượng hấp phụ cực đại trên bề mặt đơn lớp, (mg/g); q là dung lượng hấp phụ, (mg/g); b là hằng số đẳng nhiệt của phương trình, (dm^3/mg); C_f là nồng độ nitrat còn lại trong dung dịch, (mg/l).

- Các hằng số đẳng nhiệt hấp phụ được tính toán trên phần mềm tính toán Table-Curve dựa vào số liệu thực nghiệm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

Thời gian hấp phụ của hạt nhựa M 500 đến hiệu suất hấp phụ NO_3^- được tiến hành như sau: cho 100 ml dung dịch NO_3^- có nồng độ ban đầu $C_0 = 10 \text{ mg/l}$ được khuấy liên tục với 1g hạt nhựa M 500 với thời gian thay đổi lần lượt từ 2,5; 5; 7,5; 10 và 15 phút. Các mẫu được lấy đem lọc xác định nồng độ NO_3^- trong dung dịch còn lại. Kết quả phân tích và tính toán được biểu diễn ở bảng 1.

Bảng 1: Ảnh hưởng của thời gian hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

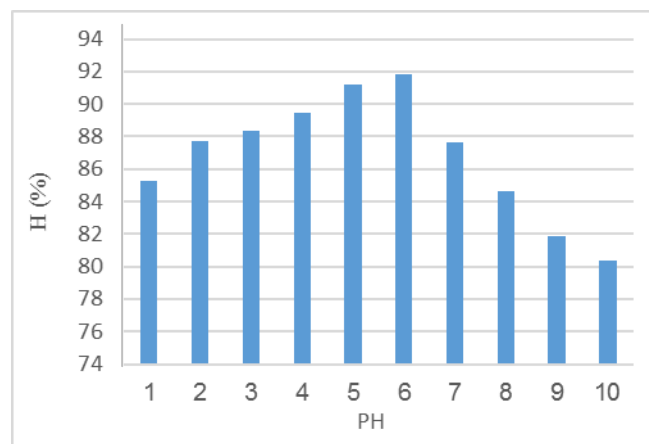
Thời gian, phút	C_f , mg/l	Hiệu suất hấp phụ (H%)
2,5	7,46	25,4
5,0	4,29	57,1
7,5	1,82	81,8
10	0,01	99,9
15	0,01	99,9

Qua bảng thấy rằng thời gian ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500. Thời gian hấp phụ NO_3^- tăng từ 2,5 phút đến 7,5 phút thì hiệu suất cũng tăng từ 25,5 % đến 81,8 %. Khi thời gian hấp phụ NO_3^- 10 phút và 15 phút thì hiệu suất hấp phụ gần như không đổi ($H = 99,9 \%$). Thời gian hấp phụ 10 phút sẽ được lựa chọn cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.2. Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

Ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ NO_3^-

của hạt nhựa M 500 được tiến hành như phân trên với nồng độ NO_3^- ban đầu $C_0 = 200 \text{ mg/l}$ và pH thay đổi lần lượt từ 1 đến 10. Kết quả phân tích và tính toán được chỉ ra ở hình 1.



Hình 1: Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

Kết quả từ hình 1 cho thấy, khi pH tăng từ 1 đến 6 thì hiệu suất hấp phụ cũng tăng dần từ 85 % đến 92 %. Khi tiếp tục tăng pH từ 6 đến 10 thì hiệu suất hấp phụ giảm dần từ 92 % đến 80 %. Hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500 ở pH = 6 là tốt nhất ($H = 92 \%$). Do đó ở pH = 6 được lựa chọn cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

Để nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ đến khả năng hấp phụ của hạt nhựa M 500. Các thí nghiệm được tiến hành như các phần trên với nhiệt độ thay đổi từ 10°C đến 40°C . Các số liệu phân tích, tính toán thực nghiệm được chỉ ra trong bảng 2.

Bảng 2: Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa Mb500

Nhiệt độ, $^\circ\text{C}$	C_f , mg/l	H, %
10	34,97	90,50
20	34,98	90,51
30	16,51	91,75
40	15,78	92,11

Qua số liệu bảng 2 thấy rằng trong vùng nhiệt khảo sát hiệu suất hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500 gần như không đổi ($H \approx 91 \%$). Tức là trong điều kiện khảo sát nhiệt độ gần như không ảnh hưởng tới khả năng hấp phụ nitrat của hạt nhựa M 500. Để thuận lợi cho quá trình nghiên cứu tiếp theo nhiệt độ hấp phụ 30°C đã được lựa chọn.

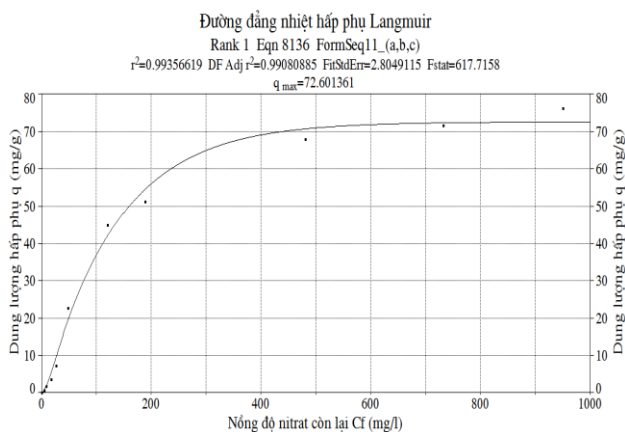
3.4. Dung lượng hấp phụ cực đại NO_3^- của hạt nhựa M 500

Để đánh giá vật liệu có khả năng hấp phụ tốt hay không thì dung lượng hấp phụ cực đại là một trong những yếu tố rất quan trọng. Do vậy trong phần này chúng tôi muốn đánh giá xem khả năng hấp phụ NO_3^- cực đại của hạt nhựa M 500 là bao nhiêu. Các thí nghiệm được tiến hành tương tự như phần trên với nồng độ nitrat ban đầu thay đổi từ 0 mg/l đến 4000 mg/l. Kết quả phân tích, tính toán được biểu diễn ở bảng 3 hình 2.

Bảng 3: Dung lượng hấp phụ dung dịch NO_3^- của hạt nhựa trao đổi M 500

C_0 , mg/l	C_f , mg/l	q_{bh} , mg/g
0	0	0
32	4,73	0,68
80	8,45	1,79
160	17,69	3,56
320	26,59	7,34
960	48,46	22,79
1920	120,58	44,99
2200	189,32	51,27
3200	481,18	67,97
3600	732,48	71,69
4000	951,09	76,22

Từ các số liệu thực nghiệm bảng 3, sử dụng phần mềm tính toán Table – curve chúng tôi dựng được đường hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir (hình 2).



Hình 2: Đường đẳng nhiệt hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

Dựa vào đường hấp phụ đẳng nhiệt và số liệu thực nghiệm thấy rằng khả năng hấp phụ anion nitrat của hạt nhựa M 500 là khá tốt. Dung lượng hấp phụ NO_3^- của nhựa M 500 cực đại $q_{max} = 72,60$ mg/g với hệ số hồi quy là 99,37 %. Như vậy, số liệu giữa thực nghiệm và lý thuyết là khá tương đồng.

3.5. Ảnh hưởng của anion NO_2^- trong dung dịch đến khả năng hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

Thực tế thấy rằng nồng độ giữa nitrat và nitrit có sự chuyển hóa qua lại cho nhau tùy vào môi trường chứa chúng. Do vậy, trong nghiên cứu này muốn đánh giá khả năng hấp phụ đồng thời có mặt của cả anion nitrit và anion nitrat của vật liệu M 500. Các thí nghiệm được tiến hành như trên với nồng độ nitrat (NO_3^-) ban đầu cố định là 200 mg/l; nồng độ nitrit (NO_2^-) thay đổi dần với nồng độ từ 50 mg/l đến 300 mg/l. Sau đó lấy mẫu ra đem phân tích nồng độ nitrit, nitrat còn lại. Kết quả phân tích và tính toán được ghi ở bảng 4.

Bảng 4: Ảnh hưởng của nồng độ NO_2^- đến khả năng hấp phụ NO_3^- của hạt nhựa M 500

$C_0\text{NO}_2^-$, mg/l	$C_f\text{NO}_2^-$, mg/l	H (%) NO_2^-	$C_f\text{NO}_3^-$, mg/l	q_{bh} , mg/g
0	0	0	16,05	4,61
50	15,98	68,04	24,23	4,39
100	35,20	64,80	29,31	4,26
150	58,5	61,00	37,77	4,06
200	85,38	57,31	43,97	3,90
250	118,4	52,64	51,3	3,72
300	152,37	49,21	56,93	3,57

Từ các số liệu thực nghiệm bảng 4 có thể thấy, khả năng hấp phụ nitrat (NO_3^-) của hạt nhựa M 500 bị giảm dần từ 4,61 mg/g đến 3,57 mg/g khi có mặt anion nitrit. Do có sự hấp phụ trao đổi cạnh tranh giữa các anion nitrit và anion nitrat có trong dung dịch tương tự như nghiên cứu về ảnh hưởng của các anion đến khả năng hấp phụ nitrit của hạt nhựa M 500 [5]. Khi có mặt anion nitrit trong dung dịch thì hạt nhựa M 500 hấp phụ một phần anion NO_2^- làm cho dung lượng hấp phụ anion NO_3^- giảm dần. Hạt nhựa M 500 hấp phụ đồng thời cả anion nitrat, anion nitrit nói riêng và các anion khác trong dung dịch nói chung (như Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , ...), điều này khá thú vị cho việc sử dụng vật liệu này để xử lý đồng thời các anion trong dung dịch.

4. KẾT LUẬN

Đã nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian, nhiệt độ, pH và nồng độ của anion NO_2^- đến khả năng hấp hấp phụ anion NO_3^- của hạt nhựa M 500.

Dung lượng hấp phụ cực đại anion nitrat (NO_3^-) của hạt M 500 là $q_{\max} = 72,60$ mg/g với hệ số hồi quy 99,35 % và hiệu suất hấp phụ $H = 92$ % ở điều kiện: thời gian hấp phụ 10 phút, nhiệt độ hấp phụ 30°C , pH = 6.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Tứ Hiếu, Nguyễn Văn Nội. Phạm Hùng Việt. *Hóa học môi trường*, Nxb. ĐHQG Hà Nội (1999).
2. Đặng Kim Chi. *Hóa học Môi trường*, Nxb. Xây dựng (2006).
3. QCVN 02:2009/BYT. *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt* (2009).
4. Nguyễn Thị Hà Chi, Đoàn Trung Dũng, Đào Ngọc Nhiệm. *Hấp phụ anion nitrit từ dung dịch bằng nhựa trao đổi anion Lewatit Monoplus M 500*, Tạp chí Hóa học, **51(6)**, 682-685 (2013).
5. Trần Tứ Hiếu. *Hóa học phân tích*, Nxb. Đại học Quốc Gia Hà Nội (2000).
6. M. Ann et al. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 483-485 (1998).
7. Nguyễn Hữu Phú. *Giáo trình hấp phụ và xúc tác trên bề mặt vật liệu vô cơ mao quản*, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (1998).

Liên hệ: Đào Ngọc Nhiệm

Viện Khoa học vật liệu

Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

E-mail: nhiemdn@ims.vast.ac.vn; Điện thoại: 0466747816.