



Nghiên cứu sự hấp phụ các chất dinh dưỡng trong nước thải ao nuôi cá tra bằng hệ vật liệu chế tạo từ than bùn
Study on the adsorption of nutrients in the wastewater of catfish ponds by the adsorbent system prepared from peat

Võ Thị Bích Trân¹, Nguyễn Văn Thúc², Đỗ Mạnh Cường³, Nguyễn Thị Huỳnh Như⁴, Huỳnh Thị Thanh Trúc⁴, Hồ Sỹ Thắng^{4*}

¹Sở Khoa học và Công nghệ Đồng Tháp

²Trường THPT Phan Ngọc Tòng, Bến Tre

³Trường THPT Nguyễn Văn Nguyễn, Cà Mau

⁴Trường Đại học Đồng Tháp

*Email: hsthang@dthu.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: 28/5/2023

Accepted: 20/10/2023

Published: 30/12/2023

Keywords:

Peat; coal slag; wastewater of catfish ponds.

ABSTRACT

Fabrication of adsorbent materials has been done by mixing peat and coal slag, the ratio of 70:30 by weight. The obtained material has a specific surface area S of 10.45 m²/g, rough surface morphology with many functional groups, with high adsorption capacity. The time to reach adsorption equilibrium is 120 minutes, COD adsorption capacity of 15.54 mg/g, N-NH₄ adsorption capacity of 10.72 mg/g. The kinetic law of N-NH₄ adsorption obeys the apparent second order type 2 equation. The N-NH₄ adsorption isotherm obeys both Langmuir and Freundlich equations. The materials are used to adsorb substances in catfish pond wastewater with the criteria of BOD₅, COD, N-NO₃, N-NH₄, total phosphorus, and treatment efficiency from 24.95 to 88.81%.

Giới thiệu chung

Cùng với sự phát triển của hoạt động nuôi trồng thủy sản, lượng nước thải ra môi trường ngày càng nhiều. Theo tính toán của các nhà khoa học, lượng nước thải bình quân của mỗi vụ nuôi dao động từ 15 nghìn đến 25 nghìn m³/ha. Vùng Đồng bằng sông Cửu Long, diện tích nuôi trồng thủy sản khoảng 811,6 nghìn ha (chiếm 71,89% diện tích nuôi trồng cả nước), trong đó diện tích nuôi cá tra đạt trên 10 nghìn ha cho thấy nước thải của hoạt động này rất lớn [1]. Nếu không có phương án xử lý phù hợp, sẽ ảnh hưởng rất lớn đến môi trường, bởi nước thải ao nuôi cá tra có thành phần dinh dưỡng và chất hữu cơ cao.

Hiện nay, có nhiều phương pháp để xử lý nước thải nuôi trồng thủy sản như mô hình đất ngập nước kiến tạo, sử dụng hồ sinh học kết hợp thực vật thủy sinh và các phương pháp khác [2, 3, 4]. Xử lý nước thải bằng hấp phụ được cho là có tính khả thi cao bởi sự đa dạng của các hệ vật liệu, khả năng hấp phụ cao, thời gian vận hành ngắn, dễ áp dụng và thân thiện với môi trường [5, 6, 7]. Để xử lý lượng nước thải lớn như nuôi trồng thủy sản, cần phải có vật liệu tiên tiến, khả năng hấp phụ cao, xử lý triệt để hoặc vật liệu chế tạo đơn giản, nguyên liệu dồi dào và có thể sản xuất với khối lượng lớn, khả năng áp dụng vào thực tiễn cao. Trong nghiên cứu này, chúng tôi chế tạo vật liệu hấp phụ, nguồn gốc từ than bùn và xỉ than, sử dụng để xử lý các

chất có khả năng gây ô nhiễm cao trong nước thải ao nuôi cá tra.

Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu

- Vật liệu hấp phụ: Than bùn U Minh, lấy ở độ sâu 1,5 m. Xi than đá của lò nung gạch. Than bùn và xi than được sàng qua rây để loại bỏ cát, đá và xác thực vật, sau đó trộn đều, tỷ lệ 70:30 theo khối lượng. Rửa sạch và dàn mỏng, phơi khô tự nhiên, trực tiếp dưới nắng mặt trời buổi trưa (trên 50 °C).

- Đặc trưng tính chất vật liệu: Mẫu XRD đo trên thiết bị D8, Advance Brucker (Pháp); Mẫu SEM đo trên thiết bị SEM-JSM-5300 (Nhật Bản); Mẫu BET đo trên thiết bị Micromeritics (Mỹ) và Mẫu FT-IR được đo trên máy SHIMADZU (Nhật Bản).

- Thời gian đạt cân bằng và động học hấp phụ: Lấy 1,0 gam vật liệu hấp phụ, cho vào 300 mL nước thải ao nuôi cá tra, khuấy từ nhẹ. Sau các khoảng thời gian 15; 30; 45; 75; 120; 180 và 240, mẫu được lấy ra để phân tích nồng độ COD. Thí nghiệm tương tự đối với quá trình hấp phụ N-NH₄ nhưng dung dịch nghiên cứu được pha từ muối NH₄NO₃.

Dung lượng hấp phụ q_t và hiệu suất hấp phụ H (%) được tính theo công thức [6, 8]:

$$q_t = [(C_o - C_t) \cdot V] / m \text{ và } H\% = [(C_o - C_t) \cdot 100] / C_o.$$

Trong đó, C_o , C_t , C_e lần lượt là nồng độ ban đầu, nồng độ tại thời điểm t , nồng độ tại thời điểm cân bằng của dung dịch (mg/L); V là thể tích dung dịch (L); m là khối lượng chất hấp phụ (gam).

- Quy luật động học hấp phụ N-NH₄ được khảo sát dựa trên ba phương trình động học biểu kiến [8, 9]: Phương trình bậc 1: $\ln(q_e - q_t) = \ln(q_e) - k \cdot t$; phương trình bậc 2 loại 1: $1/(q_e - q_t) = 1/q_e + k \cdot t$ và phương trình bậc 2 loại 2: $t/q_t = 1/(k \cdot q_e^2) + t/q_e$.

- Quy luật đẳng nhiệt hấp phụ N-NH₄: Thay đổi nồng độ ban đầu của N-NH₄ lần lượt là 110; 85 và 55 ppm. Đẳng nhiệt hấp phụ và các thông số tính toán dựa trên phương trình Langmuir và Freundlich [8, 9].

- Khảo sát ảnh hưởng của vật liệu hấp phụ: Lấy 5 cốc, đánh số từ 1 đến 5, mỗi cốc chứa 300 mL dung dịch nước thải ao nuôi cá tra, cho vào các cốc từ 1 đến 5 khối lượng vật liệu hấp phụ theo thứ tự 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 và 3,0 gam. Tiến hành 5 mẫu song song, sau 120 phút, mẫu được lấy ra để phân tích chỉ tiêu COD, xác định khối lượng vật liệu sử dụng phù hợp.

- Đánh giá khả năng xử lý nước thải ao nuôi cá tra của vật liệu: Lấy 2,5 gam vật liệu, cho vào 300 mL nước

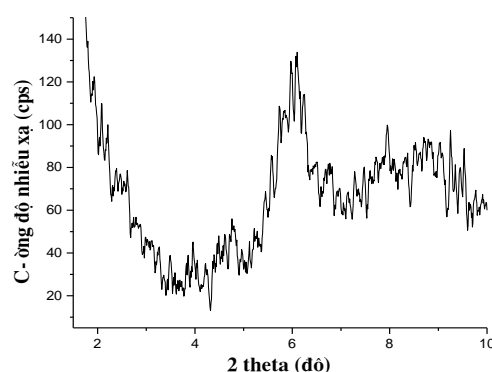
thải ao nuôi cá tra, khuấy từ, sau 120 phút, mẫu được lấy ra để phân tích chỉ tiêu BOD₅, COD, N-NO₃, N-NH₄, tổng phosphor (tổng P) sau khi xử lý.

- Nước thải lấy từ bể nuôi cá tra, bảo quản mẫu theo TCVN 5994:1995. Phân tích chỉ tiêu COD theo SMEWW 5220C:2012, phân tích N-NH₄ theo EPA350.2, các chỉ tiêu BOD₅, N-NO₃, tổng phosphor, phân tích nồng độ theo quy định của TCVN, tại Trung tâm quan trắc, Sở Tài nguyên môi trường Đồng Tháp.

Kết quả và thảo luận

Đặc trưng tính chất vật liệu

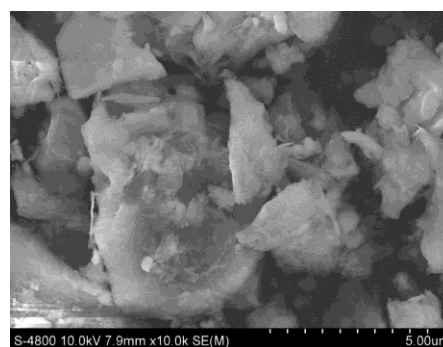
Đối với vật liệu hấp phụ, các thông tin về mức độ trật tự của mao quản, hình thái bề mặt, các nhóm chức và diện tích bề mặt riêng đóng vai trò rất quan trọng. Kết quả phân tích bằng XRD, góc quét từ 1 – 10 độ được trình bày trong Hình 1.



Hình 1: Nhiễu xạ tia X của vật liệu

Kết quả trong Hình 1 cho thấy, peak cường độ nhiễu xạ không cân đối và tù, có nhiều đỉnh chứng tỏ vật liệu có rất nhiều dạng mao quản kích thước khác nhau, sắp xếp không trật tự. Đây có thể là do vật liệu được chế tạo từ sự phối trộn cơ học giữa than bùn và xi than nên hệ mao quản là tổng hợp của 2 nguyên liệu trên, không có sự thay đổi hay sắp xếp lại mao quản.

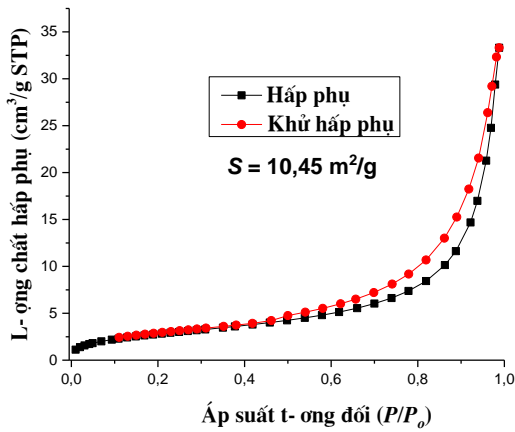
Quan sát SEM của vật liệu được trình bày trong Hình 2.



Hình 2: Quan sát SEM vật liệu

Kết quả trong Hình 2 cho thấy, kích thước của các hạt không đồng đều, khó xác định hình dạng của hạt. Bề mặt rất gồ ghề, dấu hiệu chứng minh cho độ xốp của vật liệu.

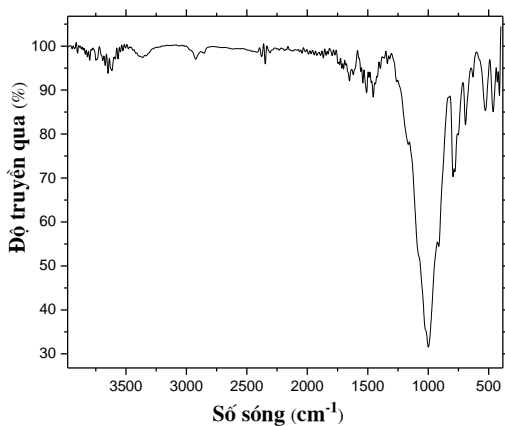
Đặc trưng tính chất vật liệu bằng phương pháp hấp phụ - khử hấp phụ nitrogen (BET) được trình bày trong Hình 3.



Hình 3: Đường đẳng nhiệt hấp phụ - khử hấp phụ nitrogen của vật liệu

Đường đẳng nhiệt hấp phụ - khử hấp phụ tách rời, có bước ngưng tụ rõ ràng. Hình dạng của đường trễ cho biết mao quản chủ yếu là khe giữa các hạt, hệ thống mao quản chưa được khơi thông và sắp xếp không trật tự, do vậy, diện tích bề mặt riêng thấp, $S = 10,45 \text{ m}^2$. So với các hệ vật liệu hấp phụ, diện tích bề mặt của vật liệu trong nghiên cứu này rất thấp. Tuy nhiên, vật liệu hấp phụ chế tạo từ than bùn, thường có diện tích bề mặt không cao, thậm chí chỉ $1,3 \text{ m}^2/\text{g}$ [7]. Và khi than bùn được hoạt hóa trong môi trường acid, base hoặc xử lý nhiệt, diện tích bề mặt tăng lên, dao động từ $11,8 - 27,8 \text{ m}^2/\text{g}$, do hệ thống mao quản được khơi thông một phần [6].

Phổ FT-IR của vật liệu hấp phụ được trình bày trong Hình 4.

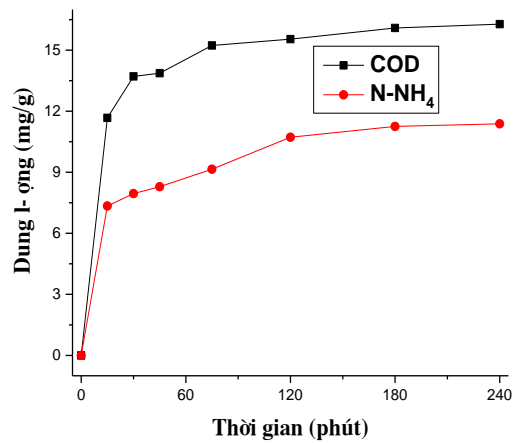


Hình 4: Phổ FT-IR của vật liệu

Trên bề mặt có nhiều loại nhóm chức có khả năng hấp phụ cao, peak ở $2922,16 \text{ cm}^{-1}$ đặc trưng cho nhóm ($-\text{CH}$) trong vòng benzene, dải peak từ $1510,26$ đến $999,13 \text{ cm}^{-1}$, đặc trưng cho các nhóm chức trong acid humic của than bùn, bao gồm cả nhóm ($-\text{OH}$) dạng phenol, ($-\text{COOH}$). Dải peak từ $526,57$ đến $462,92 \text{ cm}^{-1}$, đặc trưng cho các nhóm ($-\text{SH}$), ($-\text{CS}$) [10].

Thời gian hấp phụ đạt cân bằng

Thời gian hấp phụ được khảo sát từ 0 - 240 phút đối với COD và N-NH_4 , đây là các thành phần chính trong nước thải ao nuôi cá tra. Để thuận tiện trong quá trình nghiên cứu và đảm bảo độ lớn của nồng độ N-NH_4 , dung dịch này được pha từ muối NH_4NO_3 . Sự phụ thuộc của dung lượng hấp phụ vào thời gian được trình bày trong Hình 5.



Hình 5: Sự phụ thuộc của dung lượng hấp phụ COD, N-NH_4 vào thời gian

Sau 120 phút, dung lượng hấp phụ đối với COD, N-NH_4 tăng lên không đáng kể, đường dung lượng hấp phụ gần như nằm ngang như trình bày trong Hình 5. Do vậy, có thể coi quá trình hấp phụ đạt cân bằng ở thời điểm 120 phút.

Khi nghiên cứu hấp phụ ion kim loại hoặc hấp phụ các chất dinh dưỡng của vật liệu chế tạo từ than bùn, thời gian đạt cân bằng chủ yếu dao động trong khoảng từ 90 - 120 phút, tuy nhiên, có những quá trình, thời gian đạt cân bằng 200 phút [11]. Dung lượng hấp phụ cân bằng của vật liệu đối với COD, $q_e = 15,54 \text{ mg/g}$, đối với N-NH_4 , $q_e = 10,72 \text{ mg/g}$. Dung lượng hấp phụ của vật liệu trong nghiên cứu này không cao so với các công bố về hấp phụ, nguyên nhân có thể do trong dung dịch có sự hấp phụ cạnh tranh của nhiều chất khác nhau, dẫn đến sự hấp phụ COD, N-NH_4 giảm. Hơn nữa, diện tích bề mặt riêng của vật liệu thấp, hệ thống mao quản sắp xếp không trật tự. Một số nghiên cứu khi sử dụng vật liệu có nguồn gốc từ than bùn để

hấp phụ các chất màu, EDTA, dung lượng hấp phụ có giá trị cao, $q_e = 160 \text{ mg/g}$ [8]. Tuy nhiên, ưu điểm của vật liệu trong nghiên cứu này là dễ chế tạo, có thể sản xuất với số lượng lớn. Dung lượng hấp phụ của vật liệu trong nghiên cứu này tương đương với kết quả nghiên cứu khi sử dụng vật liệu hấp phụ chế tạo từ than bùn, sấy ở $80 \text{ }^\circ\text{C}$, kích thước hạt từ $90 - 250 \text{ }\mu\text{m}$, sau đó xử lý trong các môi trường khác nhau, ứng dụng để hấp phụ Ni(II) trong môi trường nước [12]. Kết quả cho thấy, khi xử lý trong môi trường acid HCl, dung lượng hấp phụ, $q_e = 15 \text{ mg/g}$, khi xử lý trong môi trường kiềm (NaOH), $q_e = 35 \text{ mg/g}$.

Quy luật động học hấp phụ

Biến đổi số liệu theo phương trình biểu kiến bậc 1; bậc 2 loại 1 và bậc 2 loại 2 cho kết quả như trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1: Số liệu hấp phụ biến đổi theo các phương trình động học biểu kiến

t (phút)	$\ln(q_e - q_t)$	$1/(q_e - q_t)$	t/q_t
0	2,3721	0,0933	-
15	1,2179	0,2958	2,0436
30	1,0188	0,3610	3,7736
45	0,8879	0,4115	5,4282
75	0,4511	0,6369	8,1967
120	-	-	11,1940

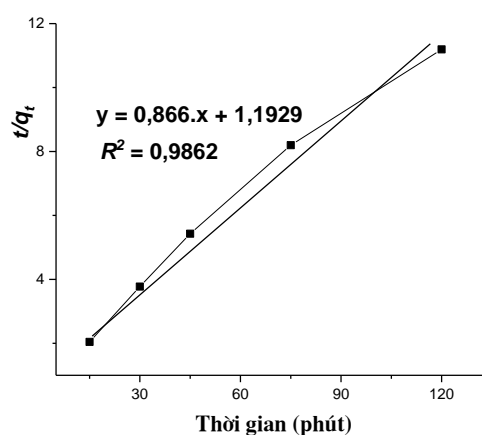
Xây dựng mối tương quan giữa $\ln(q_e - q_t)$ và t theo phương trình biểu kiến bậc 1; giữa $1/(q_e - q_t)$ và t theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 1; giữa t/q_t và t theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2 cho kết quả như trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2: Mối tương quan giữa các đại lượng theo các phương trình biểu kiến

Bậc	Phương trình
Bậc 1	$y = - 0,0221.x + 1,9195; R^2 = 0,7891$ $q_e = 6,82 \text{ mg/g}; k = 0,0221 \text{ (phút}^{-1}\text{)}$
Bậc 2 loại 1	$y = 0,0067.x + 0,1397; R^2 = 0,9575;$ $q_e = 7,16 \text{ mg/g}; k = 6,7.10^{-3} \text{ (g.mg}^{-1}\text{.phút}^{-1}\text{)}$
Bậc 2 loại 2	$y = 0,0866.x + 1,1929; R^2 = 0,9862;$ $q_e = 11,55 \text{ mg/g}; k = 6,29.10^{-3} \text{ (g.mg}^{-1}\text{.phút}^{-1}\text{)}$

So sánh giá trị R^2 của ba phương trình biểu kiến trong Bảng 2 cho thấy, phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2 có giá trị $R^2 = 0,9862$, cao hơn so với 2 phương trình

còn lại khá nhiều. Sự phụ thuộc của t/q_t vào thời gian t theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2 được trình bày trong Hình 6. Mối tương quan giữa các điểm trong phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2 lớn, ứng với giá trị R^2 cao. Hơn nữa sự chênh lệch giữa dung lượng hấp phụ tính từ phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2 ($q_e = 11,55 \text{ mg/g}$) với dung lượng tính từ thực nghiệm ($q_e = 10,72 \text{ mg/g}$) không nhiều. Trong khi đó, dung lượng hấp phụ tính từ phương trình biểu kiến bậc 1 và phương trình biểu kiến bậc 2 loại 1 chênh lệch với dung lượng hấp phụ tính từ thực nghiệm lớn.



Hình 6: Mô tả động học hấp phụ theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2

Từ kết quả so sánh ở Bảng 2 và đồ thị biểu diễn theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2 trong Hình 6, có thể kết luận: Quy luật động học hấp phụ N-NH₄ của vật liệu hấp phụ chế tạo từ than bùn và xỉ than tuân theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2, hằng số tốc độ hấp phụ $k = 6,29.10^{-3} \text{ (g.mg}^{-1}\text{.phút}^{-1}\text{)}$. Kết quả này cũng phù hợp với quy luật động học của các nghiên cứu hấp phụ ion kim loại, chất hữu cơ, các chất có khả năng gây ô nhiễm cao, các chất độc hại trong nước thải bằng vật liệu chế tạo từ than bùn, đa số tuân theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2 [8, 9].

Đẳng nhiệt hấp phụ

Trong nghiên cứu này, phương trình đẳng nhiệt Langmuir: $C_e/q_e = C_e/q_m + 1/(K_L.q_m)$ và phương trình Freundlich: $\text{Lg}(q_e) = \text{Lg}(K_F) + (1/n).\text{Lg}(C_e)$ được sử dụng để nghiên cứu đẳng nhiệt hấp phụ [8, 9].

Trong đó: C_e là nồng độ cân bằng (mg/L), q_m là dung lượng hấp phụ cực đại (mg/g), K_L là hằng số hấp phụ Langmuir (L/mg), K_F , $1/n$ là các hằng số kinh nghiệm.

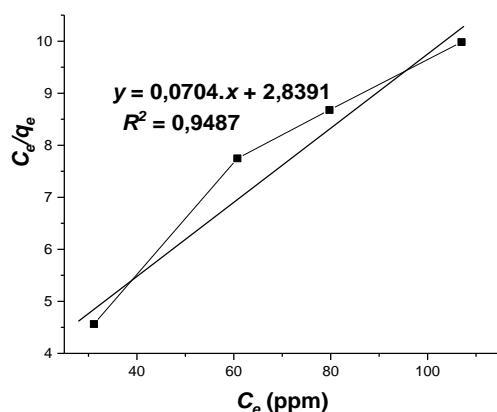
Đẳng nhiệt hấp phụ được nghiên cứu bằng cách thay đổi nồng độ ban đầu của N-NH₄ lần lượt là 110; 85 và 55 mg/L. Kết quả về nồng độ ban đầu, nồng độ cân

bằng, dung lượng và các thông số biến đổi theo phương trình Langmuir, phương trình Freundlich được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3: Số liệu hấp phụ N-NH₄ của vật liệu được biến đổi theo phương trình đẳng nhiệt Langmuir và phương trình Freundlich

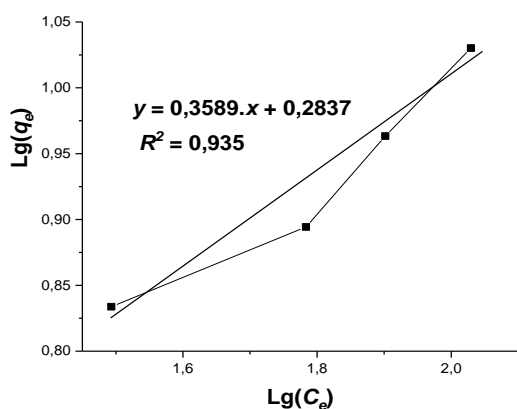
C _o (mg/L)	142,75	110,40	86,88	53,88
C _e (mg/L)	107,01	79,75	60,75	31,13
q _e (mg/g)	10,72	9,19	7,84	6,82
C _e /q _e	9,9823	8,6779	7,7487	4,5645
Lg(C _e)	2,0294	1,9017	1,7835	1,4932
Lg(q _e)	1,0302	0,9633	0,8943	0,8338

Xây dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của C_e/q_e vào C_e theo phương trình đẳng nhiệt Langmuir cho kết quả trình bày trong Hình 7.



Hình 7: Phương trình đẳng nhiệt Langmuir

Xây dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của Lg(q_e) vào Lg(C_e) theo phương trình đẳng nhiệt Freundlich cho kết quả trình bày trong Hình 8.



Hình 8: Phương trình đẳng nhiệt Freundlich

Từ Hình 7, Hình 8 cho thấy, giá trị R² của cả 2 phương trình đều cao và chênh lệch nhau không nhiều (0,9487 so với 0,935). Như vậy, đẳng nhiệt hấp phụ N-NH₄ tuân theo đồng thời cả phương trình Langmuir và phương trình Freundlich. Kết quả này cũng phù hợp với nhiều kết quả đã công bố khi nghiên cứu hấp phụ bằng vật liệu chế tạo từ than bùn, đẳng nhiệt hấp phụ tuân theo cả 2 mô hình [8].

Từ phương trình Langmuir, tính được dung lượng hấp phụ cực đại q_m = 14,2 mg/g, hằng số K_L = 0,0248 L/mg và từ phương trình Freundlich, tính được các giá trị hằng số kinh nghiệm K_F = 1,92; 1/n = 0,3589.

Than bùn, được hoạt hóa trong H₂SO₄ đặc, dung lượng hấp phụ cực đại tính đối với Cu(II), q_m = 10,49 mg/g, đối với Ni(II), q_m = 15,65 mg/g [13], khác biệt với dung lượng hấp phụ của vật liệu trong nghiên cứu này không nhiều. Vật liệu có nguồn gốc từ than bùn thường có dung lượng hấp phụ không cao do quá trình chế tạo đơn giản, diện tích bề mặt riêng thấp, hệ thống mao quản sắp xếp không trật tự.

Ảnh hưởng của lượng chất hấp phụ

Khảo sát ảnh hưởng của lượng chất hấp phụ bằng cách tăng dần khối lượng (m) sử dụng từ 1,0 đến 3,0 gam, đánh giá thông qua hiệu suất xử lý COD. Nồng độ ban đầu, C_o = 112,37 mg/L, thể tích nước thải V = 300 mL, thời gian hấp phụ, t = 120 phút như trình bày trong Bảng 4.

Bảng 4: Hiệu suất (H, %) xử lý COD ứng với khối lượng chất hấp phụ sử dụng (m, gam)

m (gam)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
C _e (mg/L)	79,25	58,76	43,09	34,12	32,14
H (%)	29,47	47,71	61,65	69,64	71,40

Kết quả trong Bảng 4 cho thấy, khi tăng lượng chất hấp phụ từ 1,0 đến 3,0 gam, hiệu suất xử lý (H, %) tăng theo, từ 29,47 đến 71,40%. Nhận thấy rằng, khi sử dụng 2,5 gam và 3,0 gam, hiệu suất chênh lệch nhau không nhiều và lớn hơn đáng kể so với khi sử dụng 2,0 gam. Do vậy, trong nghiên cứu này, sử dụng 2,5 gam chất hấp phụ là phù hợp.

Đánh giá khả năng xử lý nước thải ao nuôi cá tra của vật liệu

Lượng chất hấp phụ sử dụng 2,5 gam, thể tích nước thải ao nuôi cá tra, V = 300 mL, thời gian hấp phụ, t = 120 phút. Nồng độ ban đầu, nồng độ cân bằng và hiệu suất xử lý các chất trình bày trong Bảng 5. Đối chiếu

nồng độ ban đầu của các chất trong nước thải ở Bảng 5 với cột A, cột B của QCVN trong Bảng 6, nhận thấy rằng, các chất trong nước thải ao nuôi cá tra có nồng độ cao, trong đó có 2 chỉ tiêu vượt cột B, 1 chỉ tiêu vượt cột A và 1 chỉ tiêu có nồng độ thấp hơn cột A. Cần phải xử lý trước khi thải ra môi trường.

Bảng 5: Hiệu suất xử lý các chất trong nước thải ao nuôi cá tra của vật liệu

Chỉ tiêu	C_o (mg/L)	C_e (mg/L)	H (%)
BOD ₅	52,18	31,08	40,44
COD	129,34	42,21	67,37
N-NO ₃	5,53	4,15	24,95
N-NH ₄	12,08	5,12	57,62
Tổng P	2,77	0,31	88,81

Bảng 6: Khả năng xử lý nước thải của vật liệu và tiêu chuẩn xả thải theo QCVN 40:2011/BTNMT

Chỉ tiêu	C_e (mg/L)	Cột A*	Cột B*
BOD ₅	31,08	30	50
COD	42,21	75	150
N-NO ₃	4,15	-	-
N-NH ₄	5,12	5	10
Tổng P	0,31	4	6

Hiệu suất xử lý các chất trong nước thải ao nuôi cá tra đạt từ 24,95 đến 88,81%, thấp nhất là chỉ tiêu N-NO₃, cao nhất là tổng phosphor. Kết quả ở Bảng 6 còn cho thấy, khả năng xử lý N-NO₃ của vật liệu rất thấp so với các chất khác trong nước thải ao nuôi cá tra, chỉ đạt hiệu suất 24,95%.

Hiệu suất xử lý của vật liệu này không cao so với kết quả của một số nghiên cứu về sử dụng vật liệu hấp phụ chế tạo từ than bùn để xử lý nước thải, BOD₅ đạt 91%, COD đạt 84% [6]. Khi xử lý nước thải nuôi trồng thủy sản với khối lượng lớn, sử dụng vật liệu hấp phụ chế tạo từ than bùn, hiệu suất xử lý thường không cao, đối với COD, dao động từ 25 – 55%, tổng phosphor từ 31,9 – 71,2% [14]. Trong nghiên cứu này, nước thải sau khi xử lý, 2 chỉ tiêu ban đầu có nồng độ vượt cột B (là BOD₅ và N-NH₄), đã giảm đáng kể, nồng độ còn lại xấp xỉ cột A, chỉ tiêu COD có nồng độ thấp hơn cột A rất nhiều, và chỉ tiêu tổng phosphor giảm rất sâu. Như vậy, có thể khẳng định, vật liệu hấp phụ trong nghiên cứu này rất có tiềm năng trong xử lý nước thải ao nuôi cá tra, có thể sản xuất khối lượng rất lớn, nguồn

nguyên liệu có sẵn, dồi dào, đáp ứng được yêu cầu xử lý lượng nước thải lớn của nuôi trồng thủy sản. Đặc biệt là tận dụng được nguồn xỉ than của các lò nung gạch ở địa phương.

Kết luận

Đã chế tạo được vật liệu hấp phụ từ than bùn và xỉ than, phương pháp chế tạo đơn giản. Đặc trưng tính chất cho thấy, vật liệu có diện tích 10,45 m²/g, bề mặt gồ ghề, hệ thống gồm nhiều loại mao quản khác nhau, sắp xếp không trật tự. Áp dụng vật liệu để nghiên cứu quá trình hấp phụ COD, N-NH₄. Quy luật động học hấp phụ N-NH₄ tuân theo phương trình biểu kiến bậc 2 loại 2, với $q_e = 10,72$ mg/g. Hằng nhiệt hấp phụ tuân theo cả phương trình Langmuir và Freundlich. Đối với quá trình xử lý nước thải ao nuôi cá tra, lượng chất hấp phụ sử dụng 2,5 gam/300 mL nước thải là phù hợp. Hiệu suất xử lý đạt từ 24,95 đến 88,81%. Nước thải sau khi xử lý đều đạt tiêu chuẩn xả thải theo quy định.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong đề tài mã số B2020-SPD-02.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Đình Đôn, Tạp chí Môi trường, Số 6/2014.
2. I. Hassan, S. R. Chowdhury, P. K. Prihartato and S. A. Razzak, Processes 2021, 9, 1917, 1-27. <https://doi.org/10.3390/pr9111917>
3. Q. Xu, Z. Hunag, X. Wang, & L. Cui, Ecological Engineering 83 (2015) 120-124.
4. M. E. Khalifa, Y. G. Abou El-Reash, M. I. Ahmed, & F. W. Rizk, Ecological Engineering 143 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.105668>.
5. P. A. Brown, S. A. Gill and S. J. Allen, Wat. Res. 34 (16) (2000) 3907-3916.
6. D. Couillard, Wat. Res. 28 (6) (1994) 1261-1274.
7. C. Gabaldon, P. Marzal, F. J. A. Hornos, J. of Chemical Technology and Biotechnology 81 (2006) 1107 - 1112.
8. M. Calderol, C. Moraga, J. Leal, L. Agouborde, R. Navia, G. Vidal, Bioresource Technology 99 (2008) 8130-8136.
9. Y. S. Ho, G. McKay, Chemical Engineering Journal 70 (1998) 115-124.

10. Nguyễn Hữu Đĩnh, Trần Thị Đà (1999), Nhà XB Giáo dục.
11. S. J. Allen, G. Mckay, J. F. Porter, *Journal of Colloid and Interface Science* 280 (2004) 322-333.
12. T. Leiviska, M. K. Khalid, H. Gogoi, J. Tanskanen, *Ecotoxicology and Environmental S.* 148 (2018) 346-351.
13. Đỗ Trà Hương, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ 2* (2010) 63 – 67.
14. A. P. Tom, J. S. Jayakumar, M. Biju, J. SomaraJan, M. A. Ibrahim, *Energy Nexus* 4 (2021). <http://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100022>.