

MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHẢ NĂNG HẤP PHỤ NH_4^+ CỦA THAN SINH HỌC LỤC BÌNH (*Eichhornia crassipes*)

Nguyễn Đạt Phương^{1,2*}, Nguyễn Xuân Lộc²

¹Trường Đại học Xây dựng Miền Tây,

²Trường Đại học Cần Thơ

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ amoni của than sinh học lục bình như: pH dung dịch, lượng than hấp phụ, thời gian tiếp xúc và nồng độ NH_4^+ ban đầu. Than sinh học lục bình được chế tạo bằng phương pháp nhiệt phân (700 °C) bằng lò nung VMF 165, tốc độ khí nitơ được bơm vào lò là 3 L/phút để loại bỏ không khí trong lò. Sau đó, nhiệt độ lò được nâng lên từ nhiệt độ phòng đến 700 °C với tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút. Các nghiệm thức được bố trí ngẫu nhiên và 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Kết quả nghiên cứu cho thấy pH_{pzc} của than sinh học lục bình là 10,1. pH tối ưu hấp phụ là 7; lượng than tối ưu là 1 gam/50mL dung dịch NH_4^+ ; thời gian tối ưu 120 phút và nồng độ NH_4^+ ban đầu là 80 mg L⁻¹.

Từ khóa: Than sinh học; lục bình; hấp phụ; amoni; yếu tố ảnh hưởng

Ngày nhận bài: 07/9/2020; Ngày hoàn thiện: 28/11/2020; Ngày đăng: 30/11/2020

SOME INFLUENCE FACTORS FOR NH_4^+ ADSORPTION ON WATER HYACINTH BIOCHAR (*Eichhornia crassipes*)

Nguyen Dat Phuong^{1,2*}, Nguyen Xuan Loc²

¹Mien Tay Construction University,

²Can Tho University

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the influence factors for the ammonium adsorption capacity on water hyacinth biochar such as solution pH, adsorbent dosage, reaction time and initial NH_4^+ concentration. Water hyacinth biochar was produced by pyrolysis method (700 °C) by a kiln - VMF 165 with the nitrogen gas was pumped into the furnace at a rate of 3 L/min to remove air from the inside of the furnace. The oven temperature was then increased from room temperature to 700 °C at a heating rate of 10 °C/min. The treatments were randomly assigned and 3 replicates for each treatments. Research results were showed that pH_{pzc} of water hyacinth biochar was 10.1. Optimal adsorption pH value was 7; the optimal adsorbent dosage was 1g/50mL; the optimal reaction time was 120 minutes and the initial concentration of NH_4^+ was 80 mg L⁻¹.

Keywords: Biochar; water hyacinth; adsorption; ammonium; factors

Received: 07/9/2020; Revised: 28/11/2020; Published: 30/11/2020

* Corresponding author. Email: nguyendatphuong@mtu.edu.vn

1. Giới thiệu

Một số vấn đề sức khỏe liên quan đến con người và động vật do thải các hợp chất chứa nitơ vào môi trường. Vì vậy, việc kiểm soát chúng có ý nghĩa quan trọng trong việc bảo vệ sức khỏe cộng đồng. Amoniac và ion amoni là những hợp chất nitơ thường gặp trong nước thải. Hiện nay có nhiều phương pháp đã được sử dụng để loại bỏ amoni ra khỏi nước thải như kết tủa, loại bỏ sinh học, hấp phụ và trao đổi ion. Hấp phụ có hiệu quả cao để loại bỏ amoni, phương pháp này chỉ cần một diện tích nhỏ và hiệu quả chấp nhận được so với các phương pháp khác [1]-[3]. Trong các nghiên cứu của Fidel, *et al.* [4] sử dụng than sinh học từ gỗ sồi đỏ ở 400 °C, dung lượng hấp phụ NH₄⁺ đạt 0,7 ÷ 0,8 mg g⁻¹. Hou *et al.*, [5] dùng than sinh học từ cây sậy ở 500 °C để hấp phụ amoni, dung lượng hấp phụ tối đa đạt 1,49 mg g⁻¹. Khalil, *et al.* [6] sử dụng than sinh học được chế tạo từ rom ở 600 °C đạt dung lượng hấp phụ amoni cực đại 4,251 mg g⁻¹. Các nghiên cứu trên cho thấy sự hấp phụ amoni của than sinh học phụ thuộc vào loại vật liệu và nhiệt độ, nhiệt độ tăng hiệu quả hấp phụ tăng. Vậy ở nhiệt độ cao hơn và vật liệu khác thì khả năng hấp phụ amoni của than sinh học như thế nào?

Lục bình có tốc độ tăng trưởng rất nhanh đạt 320 tấn sinh khối khô/ha/năm [7]. Với tốc độ tăng trưởng như vậy, lục bình có thể làm cản trở dòng chảy, ảnh hưởng đến giao thông đường thủy, gây ảnh hưởng đến các thủy sinh vật và nuôi trồng thủy sản. Từ các lý do trên, than sinh học được chế tạo từ lục bình ở 700 °C được thực hiện nhằm mục tiêu nghiên cứu khả năng hấp phụ amoni trong dung dịch và một số yếu tố ảnh hưởng đến sự hấp phụ.

Bảng 1. Tính chất hóa lý của than sinh học lục bình

Năng suất than sinh học lục bình ^a (%)	pH ^a	Độ dẫn điện - EC ^a (μS/cm)	Khả năng trao đổi cation - CEC ^a (cmole/kg)	Iodine ^a (mg/g)	VM/FC ^b	C/N
39,5	10,88	6.587,0	14,63	196,8	1,35	29,85

a - Giá trị trung bình của ba lần.

b - Chất bay hơi/ tỷ lệ các-bon cố định.

2. Phương tiện và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương tiện nghiên cứu

2.2.1. Nguyên vật liệu

Các nguyên vật liệu sử dụng trong thí nghiệm này là than sinh học làm từ lục bình nung ở 700 °C.

Hóa chất được sử dụng gồm dung dịch chuẩn amoni (1000 mg L⁻¹); NaOH 0,1M; HCl 0,1M. Tất cả các hóa chất được sử dụng đều có xuất xứ từ Merck (Đức).

2.2.2. Thiết bị nghiên cứu

Thiết bị: Lò nung VMF 165 - Japan; cân OHAUS CORPORATION - China; máy đo pH METER HM - 31P; máy đo EC Mi 306 EC/TDS/NaCl/Temp Meter; máy khuấy từ IKA® C-MAG HS 7; máy lắc IKALABORTECHNIK - Japan; tủ sấy GZX - 9030MBE; bình hút chân không; tủ lạnh để trữ mẫu và một số thiết bị cần thiết khác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Chế tạo than sinh học lục bình

Lục bình (*Eichhornia crassipes*) sử dụng trong thí nghiệm được thu trong các kênh rạch ở phường 8, thành phố Vĩnh Long. Lục bình sau thu gom được rửa sạch (loại bỏ rễ và lá), xay thành bột, sau đó được nén thành viên hình trụ (đường kính 7 mm, cao 10 mm). Than sinh học lục bình được điều chế bằng phương pháp nhiệt phân (700 °C). Tốc khí nitơ được bơm vào lò nung với tốc độ 3 L/phút để loại bỏ không khí trong lò. Sau đó, nhiệt độ lò được nâng lên từ nhiệt độ phòng đến 700 °C với tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút [8]. Lò được giữ ở nhiệt độ này trong 2 giờ và sau đó nó được làm mát đến nhiệt độ phòng. Đặc tính hóa lý của than sinh học lục bình xem Bảng 1.

Nguồn: [8]

2.2.2. Bố trí thí nghiệm

Xác định pH tại điểm điện tích bằng không (pH_{pzc})

Giá trị pH tại điểm điện tích bằng không (pH_{pzc}) của than sinh học lục bình được xác định bằng phương pháp của Hafshejani *et al.*, [9]. Chuẩn bị dung dịch NaCl 0,1M, điều chỉnh từ pH 2 đến pH 11 (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) bằng dung dịch NaOH 1M hoặc HCl 1M. Cân 0,5g than sinh học lục bình cho vào ống ly tâm 50 mL, cho thêm vào 50 mL dung dịch NaCl 0,1M sau khi đã điều chỉnh pH. Đem lắc trong 24 giờ liên tục với tốc độ 190 vòng/phút. Sau đó, lọc dung dịch bằng giấy lọc Whatman có kích thước lỗ 0,45 μm và đo pH sau cùng (pH_f). Sự khác biệt giữa pH ban đầu (pH_i) và pH sau cùng (pH_f) là ΔpH ($\Delta\text{pH} = \text{pH}_i - \text{pH}_f$); vẽ đồ thị $\Delta\text{pH} = f(\text{pH}_i)$, điểm giao nhau của đường cong (ΔpH) và pH_i là pH_{pzc} của than sinh học lục bình.

Ảnh hưởng của pH

Thí nghiệm được thực hiện với 8 nghiệm thức, lặp lại 3 lần theo kiểu bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Chuẩn bị dung dịch amoni có nồng độ 80 mg L^{-1} , dùng NaOH 1M và HCl 1M để thay đổi pH từ 2 đến 11. Cân 0,5g than sinh học lục bình cho vào ống ly tâm 50 mL. Tiếp theo, lấy 50 mL dung dịch đã chuẩn pH vào ống ly tâm. Sau đó đem đi lắc 120 phút với tốc độ lắc 190 vòng/phút. Sau đó lọc qua giấy lọc Whatman, phân tích hàm lượng amoni.

Ảnh hưởng của lượng than hấp phụ

Thí nghiệm được thực hiện với 5 nghiệm thức, lặp lại 3 lần theo kiểu bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Chuẩn bị dung dịch amoni có nồng độ 80 mg L^{-1} , dùng NaOH 1M và HCl 1M để thay đổi pH = 7. Tiến hành cân: 0,25g; 0,5g; 1g; 1,5g; 2g than sinh học lục bình cho vào ống ly tâm 50 mL. Sau đó đem đi lắc 120 phút với tốc độ lắc 190 vòng/phút. Sau đó lọc qua giấy lọc Whatman, phân tích hàm lượng amoni.

Ảnh hưởng của thời gian tiếp xúc

Thí nghiệm được thực hiện với 11 nghiệm thức, lặp lại 3 lần theo kiểu bố trí hoàn toàn

ngẫu nhiên. Chuẩn bị dung dịch amoni có nồng độ 80 mg L^{-1} , dùng NaOH 1M và HCl 1M để thay đổi pH = 7. Cân 1 g than sinh học lục bình cho vào ống ly tâm 50 mL. Tiếp theo, lấy 50 mL dung dịch đã chuẩn pH = 7 vào ống ly tâm. Sau đó đem đi lắc với tốc độ lắc 190 vòng/phút với thời gian lắc lần lượt là 1, 2, 5, 10, 15, 30, 60, 90, 120, 240 và 360 phút. Sau đó lọc qua giấy lọc Whatman, phân tích hàm lượng amoni.

Ảnh hưởng của nồng độ amoni

Thí nghiệm được thực hiện với 9 nghiệm thức, lặp lại 3 lần theo kiểu bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên. Chuẩn bị dung dịch amoni có nồng độ 10 mg L^{-1} , 30 mg L^{-1} ; 50 mg L^{-1} ; 80 mg L^{-1} ; 100 mg L^{-1} ; 120 mg L^{-1} ; 150 mg L^{-1} ; 200 mg L^{-1} ; 300 mg L^{-1} , dùng NaOH 1M hoặc HCl 1M để thay đổi pH = 7. Cân 1 g than sinh học lục bình cho vào ống ly tâm 50 mL. Tiếp theo, lấy 50 mL dung dịch đã chuẩn pH = 7 vào ống ly tâm. Sau đó đem đi lắc 120 phút với tốc độ lắc 190 vòng/phút. Sau đó lọc qua giấy lọc Whatman, phân tích hàm lượng amoni.

2.2.3. Phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích được trình bày ở bảng 2.

2.2.4. Công thức tính dung lượng và hiệu suất hấp phụ

Dung lượng hấp phụ:

$$q_s = \frac{C_0 - C_s}{m} V$$

Hiệu suất hấp phụ:

$$H = \frac{100(C_0 - C_s)}{C_0}$$

Trong đó:

q_s : Dung lượng hấp phụ ở thời điểm cân bằng (mg/g).

m : Khối lượng than (g).

C_0 : Nồng độ ban đầu của chất bị hấp phụ (mg/L).

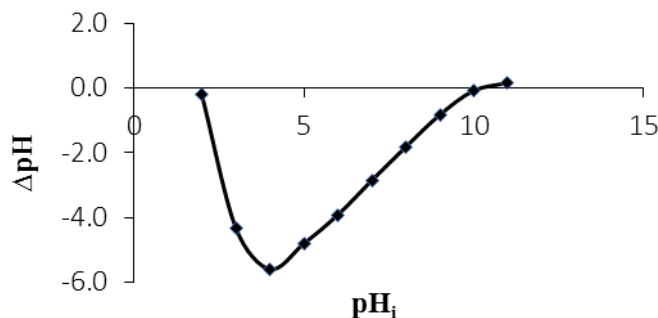
C_s : Nồng độ chất bị hấp phụ ở thời điểm cân bằng (mg/L).

V : Thể tích dung dịch của chất bị hấp phụ (mL).

H : Hiệu suất hấp phụ (%).

Bảng 2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu

Chỉ tiêu	Phương pháp	Thiết bị
pH	Đo trực tiếp	Máy pH METER HM-31P
NH ₄ ⁺	Phương pháp Salicylate, APHA	Máy HITACHI U-2900 - Japan



Hình 1. Đồ thị xác định pH_{pzc} của than sinh học lục bình

2.2.5. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Microsoft Excel để xử lý số liệu và vẽ đồ thị.

Dùng phần mềm thống kê SPSS 16.0 để xử lý số liệu, sử dụng kiểm định Duncan ở độ tin cậy 95% để so sánh các chỉ tiêu giữa các nghiệm thức và sử dụng kiểm định ANOVA để so sánh các chỉ tiêu giữa các nghiệm thức.

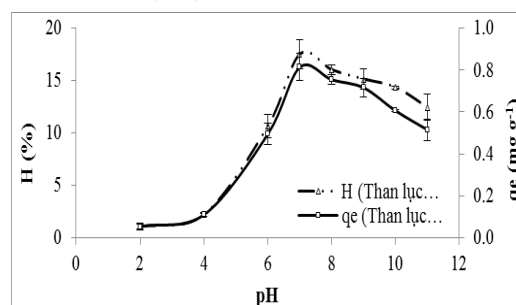
3. Kết quả và thảo luận

3.1. pH_{pzc} của than sinh học lục bình

Đồ thị xác định pH_{pzc} của than sinh học lục bình được thể hiện ở Hình 1. Nếu giá trị pH của dung dịch thấp hơn pH_{pzc} của than sinh học, bề mặt than sẽ tích điện tích dương do hấp phụ ion H⁺, quá trình hấp phụ diễn ra theo cơ chế trao đổi ion sẽ chiếm ưu thế. Trong trường hợp này, than sinh học sẽ hấp phụ tốt các ion âm như Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻... Ngược lại, khi pH của dung dịch cao hơn pH_{pzc} của than sinh học, bề mặt than sẽ tích điện tích âm do giải hấp phụ ion H⁺, và than sinh học sẽ hấp phụ tốt các ion dương như Na⁺, K⁺, Ca²⁺, NH₄⁺... Kết quả Hình 1 chỉ ra pH_{pzc} của than sinh học lục bình là 10,1.

3.2. Ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ amoni

Giá trị pH là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình xử lý amoni trong nước và chi phối quá trình hấp phụ do có thể làm thay đổi điện tích bề mặt vật liệu [10].



Hình 2. Ảnh hưởng của pH dung dịch đến khả năng hấp phụ amoni

Kết quả Hình 2 cho thấy rằng ở nhóm pH (2, 4, 6, 8, 9, 10, 11) và pH = 7 thì khác biệt có ý nghĩa thống kê 5%. Ở pH từ 2 đến 4 khả năng hấp phụ NH₄⁺ thấp nhất, còn ở pH = 7 thì khả năng hấp phụ NH₄⁺ cao nhất là 0,82 mg g⁻¹ và đạt hiệu suất hấp phụ cao nhất là 17,52%. Điều này có thể giải thích do pH của dung dịch nhỏ hơn pH_{pzc} của than sinh học lục bình nên bề mặt của than mang điện tích dương, do đó pH dung dịch càng thấp thì khả năng hấp phụ ion dương càng kém. Kết quả nghiên cứu phù hợp với nghiên cứu của Vũ Thị Mai và Trịnh Văn Tuyên [11], khảo sát ảnh hưởng pH (pH từ 4 đến 9) đến khả năng hấp phụ NH₄⁺ của than lõi ngô, và đã tìm được pH tối ưu của quá trình hấp phụ là pH ≥ 7. Nhưng lượng hấp phụ NH₄⁺ cao hơn rất nhiều so với nghiên cứu này (16,6 mg g⁻¹). Nguyên nhân có thể là do than lõi ngô đã được hoạt hóa bằng H₃PO₄ và NaOH còn than sinh học lục bình thì chưa được hoạt hóa.

Bùi Thị Lan Anh [12] sử dụng than xơ dừa carbon hóa xử lý amoni của nước thải bệnh viện, đánh giá hiệu quả qua sự thay đổi pH từ 5 đến 9. Kết quả ở pH 7 – 8 cho hiệu suất cao nhất (54,36%). Nguyên nhân của sự khác nhau về hiệu suất hấp phụ này là do khác về lượng than sử dụng: than xơ dừa là 2,5 g trong khi than sinh học lục bình là 0,5 g than; khác về nguyên liệu: than xơ dừa được carbon hoạt hóa, còn than sinh học lục bình thì không. Do đó, cả 2 thí nghiệm có cùng pH tối ưu nhưng hiệu suất lại chênh lệch lớn.

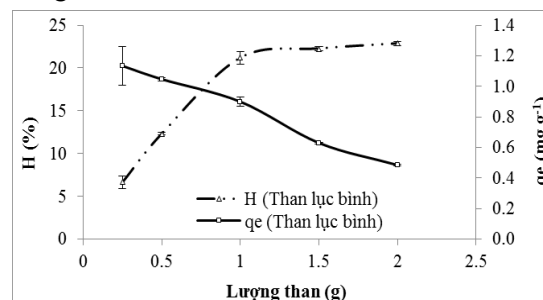
Bùi Thị Thùy Dung [13] nghiên cứu sử dụng than lõi ngô làm chất hấp phụ lọc amoni trong nước. Khảo sát quá trình hấp phụ khi thay đổi pH từ 1 đến 8. Kết quả cho thấy, ở pH = 7 cho kết quả tối ưu với dung lượng hấp phụ 49,60 mg/g. Lượng hấp phụ này cao hơn nhiều so với dung lượng hấp phụ than sinh học lục bình đạt 0,82 mg g⁻¹. Nguyên nhân của sự khác nhau này có thể do than lõi ngô được xử lý bằng H₂SO₄ và NaHCO₃ với nhiệt độ nung là 300 °C. pH = 7 là pH tối ưu, nên sử dụng kết quả này cho các thí nghiệm tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của lượng than đến khả năng hấp phụ amoni

Bên cạnh điều kiện pH, khối lượng vật liệu hấp phụ cũng là một trong những yếu tố quyết định đến hiệu quả hấp phụ. Kết quả Hình 3 chỉ ra rằng lượng than có ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ amoni của than sinh học lục bình. Hiệu suất hấp phụ ở các lượng than khác nhau đều có sự khác biệt ý nghĩa 5%, ngoại trừ ở các lượng than 1g, 1,5g và 2g thì không có sự khác biệt ý nghĩa 5%. Điều này chứng tỏ ở lượng than 1g hiệu suất hấp phụ là tốt nhất, nên chọn lượng than 1g để tiến hành các thí nghiệm tiếp theo.

Hình 3 cho thấy hiệu suất hấp phụ NH₄⁺ tăng mạnh từ 0,25 g đến 1 g, tuy nhiên hiệu suất hấp phụ tăng rất thấp và hầu như không tăng từ 1g đến 2g. Điều này có thể giải thích do khi tăng lượng than sẽ tăng sự cạnh tranh để hấp phụ NH₄⁺ trên bề mặt than. Ở nghiệm thức 1g lượng hấp phụ cao nhất là 0,898 mg

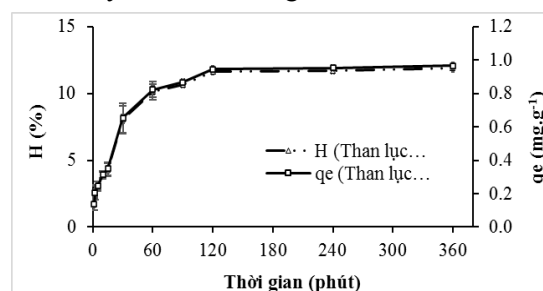
g⁻¹ đạt hiệu suất 21,18%, lượng hấp phụ thấp nhất ở 2g là 0,48 mg g⁻¹. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả nghiên cứu của Fidel, *et al.* [4] sử dụng than từ gỗ sồi đỏ đun ở 400 °C với pH = 7, lượng hấp phụ NH₄⁺ đạt 0,7 – 0,8 mg g⁻¹. So với nghiên cứu của Vũ Thị Mai và Trịnh Văn Tuyên [11] đã sử dụng than sinh học từ lõi ngô xử lý amoni trong môi trường nước với khối lượng than là 0,5g than, quá trình hấp phụ diễn ra tốt khi pH ≥ 7 và đạt được hiệu quả cao hơn. Kết quả này có thể giải thích do sự khác biệt về nguyên liệu và quy trình chế tạo than, Vũ Thị Mai và Trịnh Văn Tuyên [11] sử dụng than lõi ngô đã được hoạt hóa bằng H₃PO₄ và NaOH, thí nghiệm này sử dụng than sinh học lục bình chưa hoạt hóa.



Hình 3. Ảnh hưởng của lượng than đến lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ NH₄⁺ của than sinh học lục bình

3.4. Ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ amoni

Thời gian là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ. Hình 4 cho thấy khả năng hấp phụ amoni của than sinh học lục bình thay đổi theo thời gian.



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian đến lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ (%) NH₄⁺ của than sinh học lục bình

Hình 4 cho thấy lượng hấp phụ tăng mạnh từ 1 phút đến 30 phút, tuy nhiên từ 30 phút đến

120 phút vẫn tăng nhưng chậm lại, và lượng hấp phụ bắt đầu không tăng ở thời gian ≥ 120 phút, có thể giải thích ở thời gian này quá trình hấp phụ đã đạt cân bằng nên lượng hấp phụ không tăng thêm. Giữa các nghiệm thức ở các nhóm thời gian (1 ÷ 120 phút) và (120 ÷ 360 phút) thì có sự khác biệt ý nghĩa thống kê 5%, lượng hấp phụ giữa các thời gian từ 120 phút đến 360 phút thì không có sự khác biệt thống kê. Do đó, chọn thời gian hấp phụ tốt nhất cho các thí nghiệm tiếp theo là 120 phút. Điều này có thể được giải thích trước 120 phút, sự xâm nhập của chất bị hấp phụ vào than sinh học chưa đạt trạng thái cân bằng vì kích thước mao quản trong than sinh học còn rộng nên khả năng hấp phụ tăng mạnh. Sau 120 phút, kích thước mao quản của than sinh học đã bị lấp đầy nên dung lượng và hiệu suất hấp phụ tăng không đáng kể.

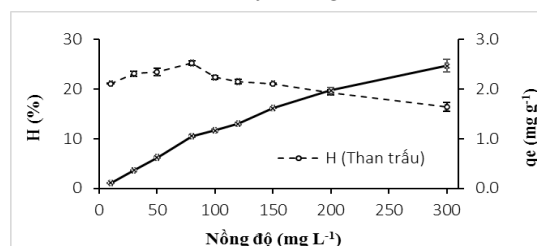
Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến quá trình hấp phụ amoni của than sinh học lục bình cho thấy với thời gian hấp phụ 120 phút thì lượng hấp phụ cao nhất đạt $0,95 \text{ mg g}^{-1}$ và hiệu suất hấp phụ đạt giá trị cao nhất 11,62%. So với nghiên cứu của Nguyễn Thị Tuyết và cộng sự [14] nghiên cứu xử lý amoni trong nước bằng than sinh học lõi ngô biến tính HNO_3 thì dung lượng hấp phụ tăng đáng kể trong 30 phút đầu và đạt tối đa sau 150 phút. Dung lượng hấp phụ tại thời điểm cân bằng đạt $2,1 \text{ mg g}^{-1}$. Tiếp tục tăng thời gian tiếp xúc nhưng nhận thấy không làm tăng thêm dung lượng hấp phụ. Theo tác giả Vũ Thị Mai và Trịnh Văn Tuyên [11] thì N-NH_4^+ bị loại bỏ nhanh trong 30 phút đầu và đạt cân bằng tại thời điểm 60 phút. Từ kết quả trên cho thấy, thời gian có ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ amoni của than sinh học lục bình.

3.5. Ảnh hưởng của nồng độ đến khả năng hấp phụ amoni

Kết quả ảnh hưởng của nồng độ amoni ban đầu đến hiệu quả xử lý amoni của than sinh học lục bình được thể hiện ở Hình 5.

Hình 5 cho thấy khi tăng nồng độ ban đầu của dung dịch amoni từ $10 \div 300 \text{ mg L}^{-1}$ thì lượng hấp phụ tăng từ $0,11 \text{ mg g}^{-1}$ đến $2,47 \text{ mg g}^{-1}$.

Điều này có thể giải thích là nồng độ chất bị hấp phụ ban đầu cao nên khả năng tiếp xúc giữa chất bị hấp phụ và bề mặt chất hấp phụ tăng nên khả năng hấp phụ tăng. Tuy nhiên hiệu suất hấp phụ lại giảm từ 25,24% xuống còn 16,36%, ở nồng độ 80 mg g^{-1} đạt hiệu suất hấp phụ cao nhất. Điều này có thể giải thích là do khi nồng độ NH_4^+ trong dung dịch tăng làm cho mức độ và khả năng tiếp xúc giữa than sinh học lục bình và amoni tăng lên nên đẩy mạnh khả năng xâm nhập của amoni vào than sinh học lục bình hay nói cách khác chất hấp phụ ở trạng thái bão hòa và không thể hấp phụ được nữa. Mặt khác nồng độ amoni quá lớn sẽ gây ra sự cạnh tranh giữa các ion của amoni để hấp phụ lên bề mặt, vì vậy hiệu suất hấp phụ sẽ giảm nếu nồng độ amoni quá lớn. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Tuyết và cộng sự [14] và phù hợp với nghiên cứu của Bùi Thị Thùy Dung [13].



Hình 5. Ảnh hưởng của nồng độ đến lượng hấp phụ và hiệu suất hấp phụ (%) NH_4^+ của than sinh học lục bình

4. Kết luận

Giá trị pH có ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ amoni. Ở pH = 7, khả năng hấp phụ của than sinh học lục bình cao nhất là $0,82 \text{ mg g}^{-1}$ và đạt hiệu suất hấp phụ cao nhất là 17,52%.

Lượng than sinh học lục bình có ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ NH_4^+ . Khả năng hấp phụ NH_4^+ đạt giá trị cao nhất ở lượng than sinh học lục bình là $1 \text{ g}/50\text{mL}$ đạt $0,898 \text{ mg g}^{-1}$ và hiệu suất 21,18%.

Thời gian hấp phụ cũng là yếu tố có ảnh hưởng lớn đến khả năng hấp phụ amoni trong nước. Ở thời gian 120 phút thì lượng hấp phụ NH_4^+ cao nhất đạt $0,95 \text{ mg g}^{-1}$ và hiệu suất hấp phụ đạt giá trị cao nhất 11,62%.

Nồng độ amoni ban đầu có ảnh hưởng đến khả năng hấp phụ NH_4^+ của than sinh học lục bình. Khi tăng nồng độ ban đầu của dung dịch amoni từ $10 \div 300 \text{ mg L}^{-1}$ thì lượng hấp phụ tăng từ $0,11 \text{ mg g}^{-1}$ đến $2,47 \text{ mg g}^{-1}$. Tuy nhiên hiệu suất hấp phụ lại giảm 25,24% xuống còn 16,36%, ở nồng độ 80 mg g^{-1} đạt hiệu suất hấp phụ cao nhất.

Lời cảm ơn

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. Abdehagh N, Tezel FH and Thibault J "Adsorbent screening for biobutanol separation by adsorption: Kinetics, isotherms and competitive effect of other compounds," *Adsorption*, vol. 19, pp. 1263–1272, 2013.
- [2]. Ma J, Si C, Li Y, *et al.* "CO₂ adsorption on zeolite X/activated carbon composites," *Adsorption*, vol. 18, pp. 503–510, 2012.
- [3]. Zhu W, Kapteijn F, Groen JC, *et al.* "Adsorption on Kureha activated carbon: Isotherms and kinetics," *Adsorption*, vol. 11, pp. 637–641, 2005.
- [4]. R. B. Fidel, D. A. Laird, and K. A. Spokas, "Sorption of amoni and nitrate to biochar is electrostatic and pH-dependent," 2018. [Online]. Available: www.nature.com/Scientificreports. [Accessed date: February 14, 2019].
- [5]. Jie Hou, Lei Huang, Zhimin Yang, Yaqi Zhao, Chaoren Deng, Yucheng Chen, Xin Li, "Adsorption of ammonium on biochar prepared from giant reed," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, pp. 19107–19115, 2016.
- [6]. A. Khalil, N. Sergeevich, and V. Borisova, "Removal of ammonium from fish farms by biochar obtained from rice straw: Isotherm and kinetic studies for ammonium adsorption," *Adsorption Science & Technology*, vol. 36, pp. 1294-1309, 2018.
- [7]. Gunnarsson, C.C. and C.M. Petersen. "Water hyacinths as a resource in agriculture and energy production: a literature review." *Waste Manag* 2007. 27(1), pp. 117-29.
- [8]. L. X. Nguyen, P. T. M. Do, C. H. Nguyen, R. Kose, T. Okayama, T. N. Pham, P. D. Nguyen, and T. Miyanishi, "Properties of Biochars Prepared from Local Biomass in the Mekong Delta, Vietnam," *Bioresources*, vol. 13, pp. 7325-7344, 2018.
- [9]. L. D. Hafshejani, A. Hooshmand, A. A. Naseri, A. S. Mohammadi, F. Abbasi, and A. Bhatnagar, "Removal of nitrate aqueous solution by modified sugarcane bagasse biochar," *Ecological Engineering*, vol. 95, pp. 101-111, 2016.
- [10]. L. Peiyu, Y. Haiou, H. Jinling, Z. Yuting, and C. Hongyang, "The Review on Adsorption and Removing Amonia Nitrogen with Biochar on its Mechanism," *MATEC Web of Conferences*, vol. 67, p. 07006, 2016.
- [11]. T. M. Vu, and V. T. Trinh, "Research on Ammonium Removal from Aqueous Solution Using Modified Corncob-biochar by H₃PO₄ and NaOH," *Journal of Science, Hanoi National University, Earth and Environment Sciences*, vol. 32, no. 1S, pp. 274-281, 2016.
- [12]. T. L. A. Bui, "Research make adsorbent materials from coir for ammonium treatment in hospital wastewater," Master of Science Thesis in Environmental Science, College of Natural Sciences, 2016.
- [13]. T. T. D. Bui, "Research on using corncob as an adsorbent to remove ammonium in water," Graduation thesis in petrochemicals, Ba Ria - Vung Tau University, 2016.
- [14]. T. T. Nguyen, H. T. Van, and D. T. Nguyen, "Study on removal of ammonium from aqueous solution by Corncob modified biochar based on HNO₃," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 188, no. 12, pp. 67-71, 2018.