

ĐIỀU CHẾ DỊCH CHIẾT HUMIC TỪ THAN Bùn TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Nguyễn Phước Nhân¹, Nguyễn Thị Hồng Gấm², Nguyễn Hà Trang²,
Đặng Thế Vũ², Trần Thanh Minh², Lê Trung Hiếu², Lê Thị Hòa^{2*}

¹Sở Khoa học và công nghệ tỉnh Thừa Thiên Huế

²Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: lethihoa@husc.edu.vn

Ngày nhận bài: 18/9/2024; ngày hoàn thành phản biện: 24/9/2024; ngày duyệt đăng: 01/11/2024

TÓM TẮT

Than bùn được thu thập ở xã Phong Chương, huyện Phong Điền tỉnh Thừa Thiên Huế. Độ ẩm than bùn Thừa Thiên Huế được xác định bằng phương pháp trọng lượng. Dùng phương pháp thử theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11456:2016 để xác định hàm lượng humic acid và fulvic acid trong than bùn Thừa Thiên Huế. Các công bố đều sử dụng dung dịch kiềm mạnh là NaOH để chiết tách dịch humic từ than bùn. Trong nghiên cứu này, dung dịch KOH được dùng khảo sát để điều chế dịch chiết humic, đã xác định hai yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng humic acid là nồng độ KOH và thời gian ngâm chiết - khuấy. Kết quả thực nghiệm đã chọn được dung dịch KOH có nồng độ là 0,4 M và thời gian ngâm chiết - khuấy 3 giờ để điều chế dịch chiết humic có hàm lượng humic acid lớn nhất là 26,8%. Dịch chiết humic được đặc trưng bằng phổ hồng ngoại IR và phổ bản đồ nguyên tố EDX.

Từ khóa: dịch chiết humic, humic acid, fulvic acid, than bùn, Thừa Thiên Huế.

1. MỞ ĐẦU

Than bùn là vật liệu hữu cơ được hình thành do sự phân hủy không hoàn toàn tàn dư thực vật (chủ yếu từ các thực vật họ dương xỉ, họ thông, họ liễu và họ lúa hay các loài sen, súng, lau, sậy, choai,... phổ biến ở vùng nhiệt đới) bị vùi lấp lâu ngày trong điều kiện yếm khí xảy ra liên tục như đầm lầy, vùng ngập nước ... Than bùn có hai đặc điểm nổi bật là độ ẩm cao và mức độ phân hủy tương đối chậm. Theo kết quả nghiên cứu của Viện thổ nhưỡng nông hóa Việt nam, cho biết độ ẩm trung bình của than bùn là 42,1% giúp cải tạo đất hiệu quả. Than bùn phân hủy chậm giúp duy trì độ màu mỡ của đất trong thời gian dài.

Chất humic (HS) là hợp chất hữu cơ tự nhiên có mặt khắp nơi với số lượng lớn

trong đất, trầm tích và nước được hình thành từ sự phân hủy của các cây cỏ, động vật qua quá trình hàng ngàn năm trong đất hoặc than bùn. Trong hệ thống nước ngọt, người ta ước tính HS tạo thành 50 – 90 % carbon hữu cơ hòa tan [1]. Do có khả năng tương tác với nhiều thành phần khác nhau của môi trường nên HS có vai trò quan trọng trong hóa học đất và thủy sinh nên đã thu hút được sự quan tâm của các nhà nghiên cứu. HS là chất vô định hình, có màu nâu hoặc đen, acid và đa phân tán, có khối lượng phân tử từ vài trăm đến hàng chục nghìn. Chúng có thể được coi là bao gồm các vòng thơm thay thế được liên kết với nhau bằng chuỗi béo [2].

HS được chia tùy theo khả năng hòa tan của chúng thành humic acid (HA) và fulvic acid (FA). HA bao gồm các chất hữu cơ có khối lượng phân tử cao có thể hòa tan được, trong môi trường kiềm (ví dụ: hòa tan trong NaOH 0,1 M) và không hòa tan trong môi trường axit (ở pH 1–2), trong khi FA bao gồm các chất hữu cơ có khối lượng phân tử trung bình với thành phần không đặc trưng, thì hòa tan ở mọi giá trị pH. Phần chất hữu cơ có trong đất và trầm tích mà không tan ở mọi giá trị pH thì được gọi là humin [1–5]. HS có thể được tách từ dung dịch nước bằng cách chiết dùng dung môi không phân cực sau khi axit hóa đến độ pH (nhằm ngăn sự phân ly của các nhóm chức axit trong HS), hoặc điển hình hơn là hấp thụ axit trên chất lỏng không ion. Chiết lỏng-lỏng, hay là chiết pha rắn, được sử dụng để xác định tổng hàm lượng HS trong nước [6].

Các chất chiết có tính kiềm mạnh, điển hình là dung dịch NaOH [7], được sử dụng để phân lập HS từ đất và trầm tích, hay từ than đá và than bùn. Đôi khi, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ hoặc hỗn hợp pyrophosphate và NaOH được sử dụng [6, 8-10]. Tuy nhiên, có giả thuyết cho rằng HS có thể bị thay đổi trong quá trình chiết xuất bằng pyrophosphate, và do đó NaOH được khuyến cáo sử dụng, đặc biệt cho việc chiết tách của HS từ than bùn [6].

Theo Hiệp hội Quốc tế về chất humic (2008), phương pháp được sử dụng để tách humic acid dựa trên phương pháp gồm hai giai đoạn cơ bản, đầu tiên là chiết tách các chất humic bằng cách sử dụng NaOH làm chất chiết, được khuyến nghị bởi Hiệp hội chất Humic Quốc tế - International Humic Substances Society (IHSS), (2008) và Santi, (2000) [11] hoặc KOH (Rocha et al., [12]) và sau đó tách humic acid và fulvic acid khỏi quá trình axit hóa các chất humic bằng HCl hoặc H_2SO_4 loãng. Tỷ lệ chiết suất tốt nhất thu được bằng NaOH và HCl.

Như vậy, các công bố chủ yếu sử dụng NaOH nên trong nghiên cứu này sử dụng dung dịch KOH để điều chế dịch chiết humic từ nguồn than bùn Thừa Thiên Huế và vừa bổ sung thêm potassium nhằm hướng tới ứng dụng làm phân bón. Và các yếu tố ảnh hưởng đến tách dịch chiết humic nhằm thu được hàm lượng humic acid cao nhất cũng được thảo luận.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp xác định hàm lượng HA, FA trong than bùn

Để tiến hành xác định hàm lượng HA, FA trong than bùn (TB), chúng tôi áp dụng các phương pháp thử theo Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11456:2016: Chất lượng đất - Xác định hàm lượng humic acid humic và fulvic acid gọi là phương pháp walkley-black [14].

2.2. Độ ẩm của than bùn

Độ ẩm của TB sau khi phơi khô tự nhiên được xác định bằng phương pháp trọng lượng. Cho khoảng 2 g TB vào chén sứ có nắp đậy, cân xác định khối lượng của cả chén và mẫu trên cân phân tích (có độ chính xác 0,001 g), sấy khô mẫu ở 100 °C đến khối lượng không đổi trong tủ sấy. Độ ẩm W (%) được tính theo công thức (1):

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

Trong đó:

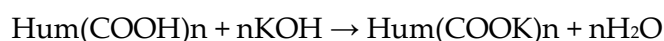
- W : Độ ẩm của than bùn (%);
- m_1 : Khối lượng mẫu than bùn ban đầu (g);
- m_2 : Khối lượng mẫu than bùn sau khi sấy (g);

2.3. Ngâm chiết humic từ than bùn bằng dung dịch KOH

Mẫu than bùn thô được cung cấp bởi Công ty Cổ phần Vật tư Nông nghiệp Thừa Thiên Huế. Mẫu than bùn thô được sàng qua rây để loại bỏ lá và rễ, sấy khô ở nhiệt độ 80 °C trong 24 giờ, sau đó được nghiền cơ học. Tiếp đến đưa qua sàng (400 μ m) và cuối cùng thu được có dạng bột rất mịn, được gọi là than bùn. Đây là mẫu than bùn được dùng cho các thí nghiệm tiếp theo.

Phân tán 100 g than bùn với 200 mL KOH 0,1 M và ngâm chiết - khuấy hỗn hợp bằng máy khuấy từ. Dung dịch humic acid và fulvic acid trong KOH ký hiệu là HFK được tách ra khỏi phần rắn của humin và các tạp chất vô cơ bằng cách ly tâm. Dung dịch thu được gọi là dịch chiết than bùn (Hình 1).

Để tách HA từ dịch chiết than bùn, chúng tôi dựa vào độ tan của HA, FA trong môi trường có pH khác nhau. Do vậy, khi trộn than bùn với dung dịch KOH, các HA, FA bị hòa tan tạo thành các muối humate (ký hiệu: AHM), fulvate kim loại kiềm (ký hiệu AFV) theo phản ứng tổng quát sau:



Các muối humate, fulvate có thể tách ra làm hai phân đoạn: Phân đoạn có khối lượng phân tử lớn, tan trong môi trường có pH ≥ 9 và không tan khi pH ≤ 2 được gọi là

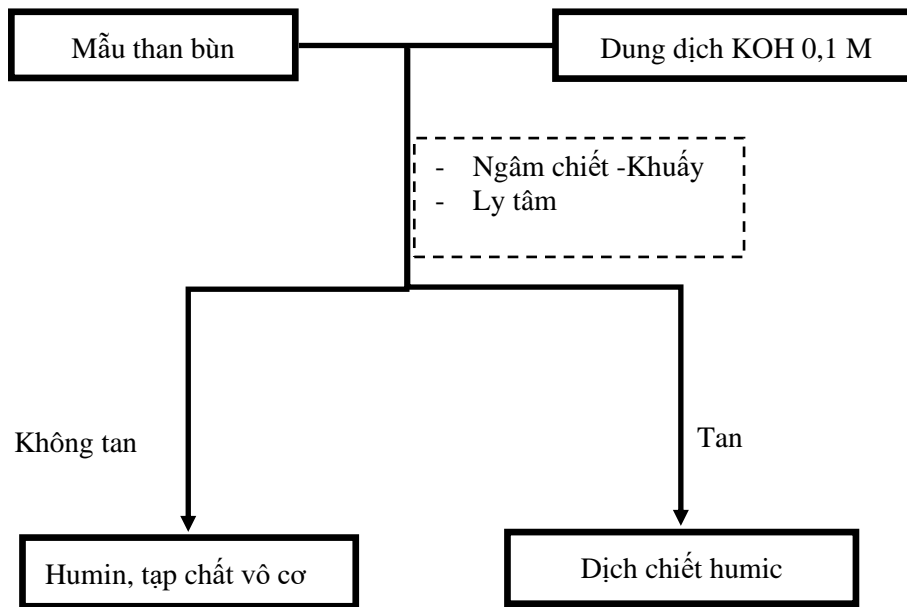
AHM; Phân đoạn có khối lượng phân tử nhỏ, tan trong môi trường có $pH \leq 2$, được gọi là AFV.

Hàm lượng AHM từ than bùn (H), được xác định theo công thức (2):

$$H = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad (2)$$

Trong đó:

- H là hàm lượng AHM (%);
- m_1 là khối lượng AHM thu được (g);
- m_0 là khối lượng trung bình của n mẫu than bùn (g) ($n=3$).



Hình 1. Sơ đồ điều chế dịch chiết humic từ than bùn.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Mẫu than bùn Thừa Thiên Huế được xác định độ ẩm bằng phương pháp trọng lượng theo (1) được trình bày ở Bảng 1, cho biết than bùn tỉnh Thừa Thiên Huế có độ ẩm trung bình là 13,5%.

Bảng 1. Độ ẩm của than bùn

Số lần	1	2	3	Trung bình
W (%)	13,72	13,64	13,26	13,5

Kết quả nghiên cứu 10 mẫu than bùn Thừa Thiên Huế trình bày ở bảng 2 có humic acid chiếm tỷ lệ khá cao từ 13,68 đến 14,36 %, hàm lượng fulvic acid từ 5,04 đến

5,31 % (theo quy định Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón QCVN 01-189:2019/BNNT, mức giới hạn đối với phân bón sinh học hữu cơ khối lượng carbon $\geq 2\%$), đó là nguồn cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng khi ứng dụng vào sản xuất phân bón.

Bảng 2. Hàm lượng HA, FA của than bùn Thừa Thiên Huế

STT	Ký hiệu mẫu	Humic acid (%)	Fulvic acid (%)
1	TB-01	13,71	5,04
2	TB-02	13,68	5,09
3	TB-03	13,93	5,05
4	TB-04	13,96	5,04
5	TB-05	13,85	5,18
6	TB-06	14,36	5,31
7	TB-07	13,86	5,06
8	TB-08	13,88	5,05
9	TB-09	13,94	5,12
10	TB-10	14,17	5,09
Trung bình		13,93	5,10

Vì humic acid và fulvic acid có vai trò to lớn đối với đất cũng như cây trồng là duy trì độ phì nhiêu và giữ ẩm đất, là nguồn thức ăn cho các vi sinh vật có lợi cho đất, giảm độ muối vượt quá trong đất, phục hồi và phát triển rễ, ... nên việc nâng cao hàm lượng hai axit này là có ý nghĩa thực tiễn cao.

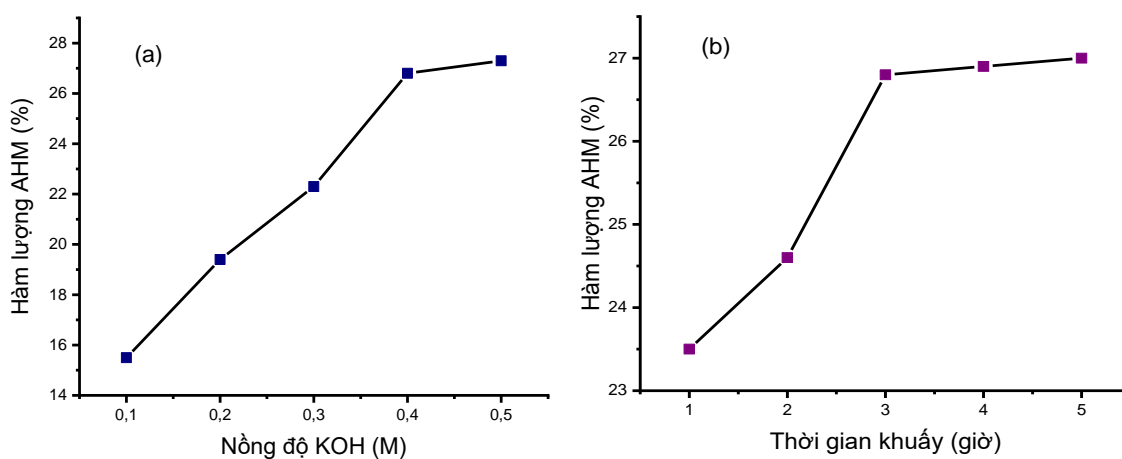
Dung dịch KOH 0,1 M được sử dụng để điều chế dịch chiết humic từ TB, thời gian ngâm chiết – khuấy là 3 giờ và xác định hàm lượng AHM trung bình trong TB là 15,3% (Bảng 3).

Bảng 3. Hàm lượng humic acid từ than bùn Thừa Thiên Huế

Lần	m_1 (g)	m_0 (g)	H (%)
1	0,1534	1,0008	15,3
2	0,1547	1,0017	
3	0,1502	1,0014	

Trong nghiên cứu này, thay đổi nồng độ của KOH từ 0,1 M đến 0,5 M thì hàm lượng AHM thay đổi được biểu diễn ở đồ thị Hình 2a. Hàm lượng AHM tăng khi nồng độ KOH tăng từ 0,1 M đến 0,4 M và tăng không đáng kể khi nồng độ KOH là 0,5 M. Nồng độ KOH là 0,4 M là thích hợp để ngâm chiết AHM từ TB.

Thời gian ngâm chiết - khuấy ảnh hưởng đến hàm lượng AHM được biểu diễn ở Hình 2b. Từ kết quả khảo sát này cho biết thời gian ngâm chiết - khuấy lần lượt là 1, 2, 3 giờ thì hàm lượng AHM tăng tương ứng là 23,5; 24,6; 26,8%. Thí nghiệm lặp lại là 3 lần, khi thời gian ngâm chiết - khuấy là 4, 5 giờ thì hàm lượng AHM có giá trị lần lượt là 26,8; 26,9% hầu như không đổi so với thời gian 3 giờ. Vì thế, thời gian ngâm chiết - khuấy AHM được chọn là 3 giờ.



Hình 2. Ảnh hưởng của nồng độ KOH (a), ảnh hưởng của thời gian ngâm chiết – khuấy (b) đến hàm lượng AHM tách từ than bùn Thừa Thiên Huế.

Bảng 4. So sánh hiệu suất tách AHM với các công bố

Nguồn than bùn	Base sử dụng	Nồng độ (M)	Thời gian (giờ)	Hiệu suất tách AHM (%)	Tài liệu tham khảo
Bình Sơn, Quảng Ngãi	NaOH	0,25	3	25,0	[14]
Chư Sê, Gia Lai	NaOH	0,25	3	37,0	[15]
Thừa Thiên Huế	KOH	0,4	3	26,8	Nghiên cứu này

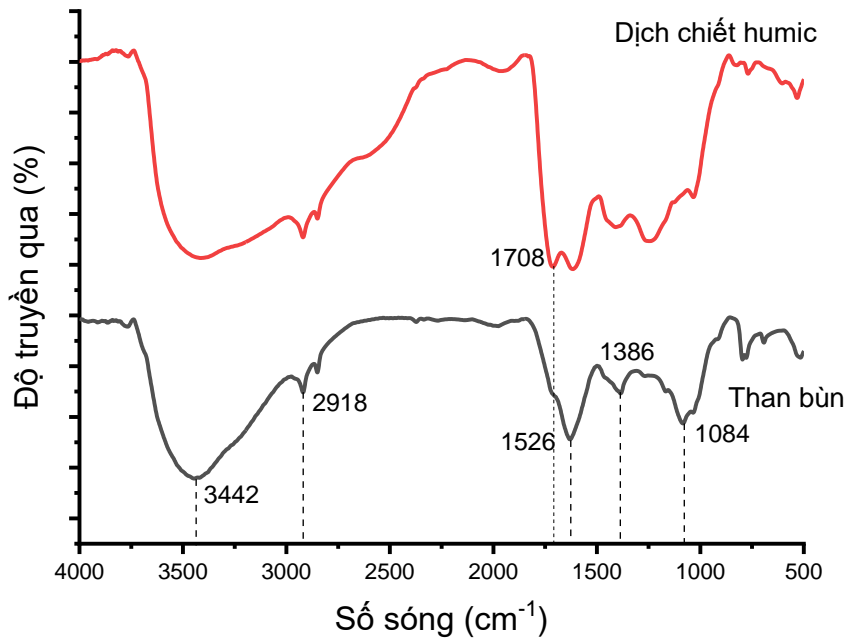
Bảng 4 cho biết hiệu suất tách AHM với các công bố sử dụng nguồn NaOH, do nguồn nguyên liệu khác nhau và tác nhân tách khác nhau nên hiệu suất tách cũng khác nhau.

Điều chế dịch chiết humic ở điều kiện thích hợp là dung dịch KOH 0,4 M và thời gian ngâm chiết - khuấy 3 giờ, tiến hành khảo sát đặc trưng bằng phổ hồng ngoại IR và phổ bản đồ nguyên tố EDX.

Hình 3 là phổ hồng ngoại IR của dịch chiết humic và mẫu than bùn (hình 3) có các pic đặc trưng của các dao động của các nhóm chức được chỉ ra ở Bảng 5 [16].

Bảng 5. Các dao động nhóm chức của mẫu than bùn và dịch chiết humic

Số sóng (cm ⁻¹)	3442	2918	1708	1630		1386	1084
Mẫu than bùn	Nhóm -OH trong nước	Nhóm C-H trong hợp chất aliphatic mạnh hơn, cho biết sự có mặt của HC mạch dài chưa phân hủy	Nhóm C=O ở các acid, este trong quá trình phân hủy		Tương ứng với dao động của liên kết đôi liên hợp C=C trong các hợp chất thơm	Đỉnh yếu cho thấy sự hiện diện ít các nhóm COO ⁻	Đỉnh của nhóm C-O của nhóm ester, ether hay alcohol
Số sóng (cm ⁻¹)	3442	2918	1708		1610	1240	
Dịch chiết humic	Nhóm -OH trong nước hay nhóm hydroxyl trong cấu trúc humate hiển thị yếu hơn do sự loại bỏ nước hay hợp chất dễ bay hơi	Nhóm C-H trong hợp chất aliphatic yếu hơn do chứa các chất phân cực và mạch ngắn hơn sau quá trình chiết	Nhóm C=O trong hợp chất thể hiện đỉnh mạnh hơn của axit carboxylic trong humic acid và fulvic acid		Nhóm C=C trong cấu trúc vòng thơm cho đỉnh rõ hơn vì có sự phân hủy	Đỉnh mạnh hơn cho biết sự hiện diện của nhiều nhóm COO ⁻	Nhóm C-O cũng tương tự

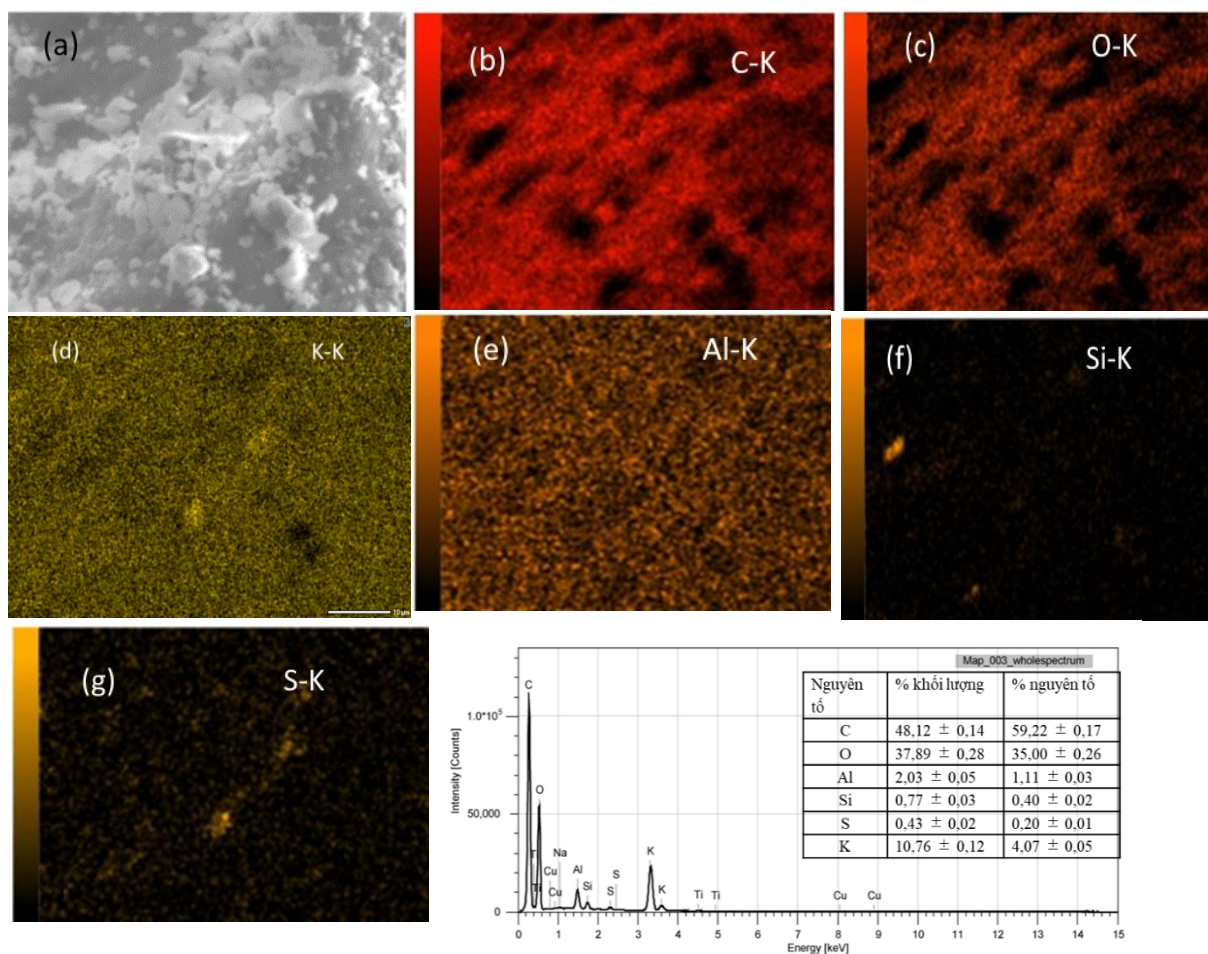


Hình 3. Phổ hồng ngoại (IR) của mẫu than bùn và dịch chiết humic.

(phổ IR được ghi trên máy Shimadzu IR Prestige-21(Shimadzu) trong khoảng số sóng từ 400 đến 4000 cm^{-1} tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế).

Bảng 5, hình 3 cho thấy, kết quả thí nghiệm đối với mẫu than bùn dạng rắn, bằng phương pháp kiểm tra phổ hồng ngoại IR thì đỉnh hấp thụ của than bùn tù và ít đặc trưng do sự phức tạp của các hợp chất còn lại từ quá trình phân hủy không hoàn toàn, trong khi phổ hồng ngoại của dịch chiết humic đặc trưng rõ với các đỉnh hấp thụ của các nhóm C=O và COO. Điều này chứng tỏ dịch chiết humic có cấu trúc đã phân hủy hoàn toàn trong khi than bùn phân hủy khác nhau.

Dịch chiết humic được xác định bằng bản đồ nguyên tố của phổ EDX được trình bày ở Hình 4a. Thành phần các nguyên tố chính như carbon (b), oxygen (c), potassium (d) đều được quan sát chiếm hàm lượng lớn. Một lượng nhỏ các nguyên tố khác như aluminum, silicon, sulfur, .. có thể tồn tại trong than bùn cũng xuất hiện trong dịch chiết.



Hình 4. Phổ bản đồ nguyên tố EDX của dịch chiết humic.

(Phổ bản đồ nguyên tố EDX được ghi trên máy Shimadzu EDX-7000 tại Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã xác định than bùn Thừa Thiên Huế có độ ẩm 13,5% với hàm lượng humic acid là 14,36% và fulvic acid là 5,31%. Điều khác biệt là nghiên cứu này dùng dung dịch KOH để điều chế dịch chiết humic và khảo sát hai yếu tố đã ảnh hưởng đến hàm lượng muối humate. Kết quả khảo sát này là nồng độ KOH và thời gian ngâm chiết - khuấy phù hợp tương ứng là 0,4 M, 3 giờ thì thu được dịch chiết humic với hàm lượng muối humate lớn nhất là 26,8%.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh có mã số TTH.2022-KC.06.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M.H.B. Hayes, P. MacCarthy, R.L. Malcolm, R.S. Switt, (1989), *Humic Substances 2: Search of Structure*, John Wiley, New York.
- [2]. W. Jiamin, D. Wenming, K.T. Tetsu (2011), Method to attenuate U(VI) mobility in acidic waste plumes using humic acids, *Environ Sci Technol*, 45(6), 2331-2337.
- [3]. M.N. Jones, N.D. Bryan (1998), Colloidal properties of humic substances, *Adv. Colloid Interface Sci.*, 78(1), 1- 48.
- [4]. F.J. Stevenson (1994), *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*, John Wiley, New York.
- [5]. G. Davies, E.A. Ghabour (1998), *Humic Substances: Structures, Properties and Use*, Royal Society of Chemistry.
- [6]. D. Tonelli, R. Seeber, C. Ciavatta, C. Gessa (1997), Extraction of humic acids from a natural matrix by alkaline pyrophosphate, *Fresenius J. Anal. Chem.*, 359 (7-8), 555-560.
- [7]. E.Velthorst, N. Nakken-Brameijer, J. Mulder (1999), Separation methods in the chemistry of humic substances, *J. Chroma A*, 983 (1-2), 1-18.
- [8]. B. Ceccanti, J.M. Alcaniz-Baldellou, M. Gispert-Negrell, M Gassiot-Matas (1986), Characterization of organic matter from two different soils by pyrolysis-gas chromatography and isoelectric focusing, *Soil Sci.*, 142 (2), 83 - 90.
- [9]. M. de Nobili, G. Bragato, J.M. Alcaniz, A. Puigbo, L. Comellas (1990), Characterization of electrophoretic fractions of humic substances with different electrofocusing behavior, *Soil Sci.*, 150 (5), 763 -770.
- [10]. C. Ciavatta, M. Govi, C. Gessa (1997), Investigation of fulvic acids from peat using capillary electrophoresis (CE), *J. High Resolut. Chroma- togr.*, 20, 67 - 71.
- [11]. Santi L. P., Goenadi D. H., Widiastuti H., & Mardiana N. (2000). Extraction and characterization of humic acid from plantation's solid organic waste composts. *Menara Perkebunan*, 68(2), 29-36.
- [12]. Rocha, J. C., Rosa, A. H., & Furlan, M. (1998). An alternative methodology for the extraction of humic substances from organic soils. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 9(1), 51-56.
- [13]. <https://tieuchuan.vsqi.gov.vn/tieuchuan/view?sohieu=TCVN+11456%3A2016>.
- [14]. Nguyễn Quốc Việt (2021), Nghiên cứu điều chế axit humic, kali humat từ than bùn huyện Bình Sơn, tỉnh Quảng Ngãi, *Luận văn Thạc sĩ Hóa học*, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.
- [15]. Cao Thị Oanh Kiều (2022), Nghiên cứu khả năng hấp phụ Zn(II) trong dung dịch nước của axit humic tách từ than bùn Chư Sê, Gia Lai, *Luận văn Thạc sĩ Hóa học*, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.
- [16]. Patrick M.T, Vinicius M.B, Beata E.M et al (2005), Characterization of humic like substances obtained by chemical oxidation of eucalyptus charcoal, *Organic Geochemistry*, 36 (11), 1480-1489.

PREPARATION OF HUMIC EXTRACT FROM PEAT IN THUA THIEN HUE PROVINCE

Nguyen Phuoc Nhan¹, Nguyen Thi Hong Gam², Nguyen Ha Trang²,
Dang The Vu², Tran Thanh Minh², Le Trung Hieu², Le Thi Hoa^{2*}

¹Department of Science and Technology of Thua Thien Hue province

²University of Sciences, Hue University

*Email: lethihoa@husc.edu.vn

ABSTRACT

Peat was collected in Phong Chuong Commune, Phong Dien District, Thua Thien Hue Province. The moisture content of Thua Thien Hue peat was determined by the gravimetric method. The TCVN 11456:2016 National Standard Test method was used to determine the humic acid and fulvic acid content in Thua Thien Hue peat. A solid alkaline NaOH solution has been widely published for extracting humic solutions from peat. In this study, KOH solution was used to investigate the preparation of humic extract, and two factors affecting the humic acid content were identified: KOH concentration and extraction-stirring time. The experimental results selected a 0.4 M KOH solution and an extraction-stirring time of 3 hours to prepare a humic extract with the highest humic acid content of 26.8%. The humic extract was characterized by Infrared Spectroscopy (IR) and Elemental Mapping Spectroscopy (EDX).

Keywords: humic extract, humic acid, fulvic acid, peat, humate.



Nguyễn Phước Nhân sinh năm 1986. Ông tốt nghiệp Thạc sĩ kỹ thuật Đại học Huế năm 2011. Hiện nay, ông đang công tác tại Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Thừa Thiên Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Than bùn TT-Huế: Biến tính và ứng dụng.



Nguyễn Thị Hồng Gấm sinh ngày 06/10/2003. Hiện là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Hóa học K45, Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: điều chế phân lân nano từ than bùn Thừa Thiên Huế và xương động vật.



Nguyễn Hà Trang sinh ngày 14/08/2003. Hiện là sinh viên lớp Hóa học K45, Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: điều chế phân lân nano từ than bùn Thừa Thiên Huế và xương động vật.



Đặng Thế Vũ sinh ngày 07/04/2003. Hiện là sinh viên lớp Hóa học K45, Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: điều chế phân lân nano từ than bùn Thừa Thiên Huế và xương động vật.



Trần Thanh Minh sinh ngày 30/01/1980. Ông tốt nghiệp cử nhân ngành Hóa học năm 2002, thạc sĩ chuyên ngành Hóa hữu cơ năm 2007, nhận học vị tiến sĩ năm 2021 tại Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện nay, ông công tác Khoa Hóa, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Các hợp chất hữu cơ và vật liệu.



Lê Trung Hiếu sinh năm 1987. Ông tốt nghiệp Tiến sĩ Hóa hữu cơ năm 2018 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Ông hiện là giảng viên của Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa học các hợp chất tự nhiên có hoạt tính sinh học, phân tích hợp chất hữu cơ.



Lê Thị Hòa sinh ngày 04/8/1975. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Hóa học năm 1997, thạc sĩ chuyên ngành Hóa lý thuyết và Hóa lý tại Đại học Sư phạm, Đại học Huế vào năm 2002, nhận học vị tiến sĩ năm 2014 tại Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện nay, bà công tác tại Khoa Hóa, trường Đại học Khoa học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa lý thuyết, vật liệu và ứng dụng.

