

# TỔNG HỢP THAN SINH HỌC TỪ PHÉ PHẨM VỎ CÀ PHÊ ỨNG DỤNG LÀM CHẤT CẢI TẠO ĐẤT NÔNG NGHIỆP Ở VIỆT NAM

ĐỖ QUÝ DIỄM, NGUYỄN VĂN SƠN, VĂN THANH KHUÊ, VÕ THÀNH CÔNG\*

Khoa Công Nghệ Hóa Học, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh  
vothanhcong@iuh.edu.vn

DOIs: <https://doi.org/10.46242/jstiuh.v68i02.5082>

**Tóm tắt.** Trong nghiên cứu, phế phẩm vỏ cà phê được nhiệt hóa yếm khí tại nhiệt độ 450°C, thời gian 40 phút để tổng hợp than sinh học, ký hiệu là BCC. Mẫu BCC sau đó được định tính hình thái và cấu trúc bề mặt bằng các phương pháp phân tích như kính hiển vi điện tử quét (SEM), nhiễu xạ tia X (XRD), quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR), Brunauer-Emmett-Teller (BET). Kết quả định tính cho thấy cấu trúc bề mặt của BCC ở dạng phẳng xếp chồng lên nhau, chứa nhiều hồng hốc, kích thước hạt phẳng là 10µm được đo đạc bởi SEM. Diện tích bề mặt riêng của BCC được tính toán là 2.77 m<sup>2</sup>/g đo bởi phân tích BET. Cấu trúc trên BCC tồn tại các liên kết của nhóm dao động như là O-H, C=C, C-O, và carbon graphite tinh thể được phân tích bằng phương pháp lần lượt FTIR và XRD. Trong ứng dụng làm chất cải tạo đất, BCC được sử dụng là chất nền để hấp phụ dinh dưỡng hữu cơ sử dụng làm phân bón và khảo nghiệm trực tiếp trên cây cải xanh. Kết quả khảo nghiệm cho thấy, cải xanh được bón phân hữu cơ phát triển tốt hơn so với mẫu không bón. Ngoài ra, BCC cũng được ứng dụng làm chất hấp phụ ion chì (Pb<sup>2+</sup>) trong đất, cho kết quả khả năng hấp phụ tối ưu là 23.86 mg Pb<sup>2+</sup>/gBCC. Dựa trên những kết quả ứng dụng, than sinh học được tổng hợp từ vỏ cà phê đáp ứng tiêu chuẩn làm chất cải tạo đất nông nghiệp ở Việt Nam.

**Từ khóa:** Than sinh học, phân bón hữu cơ, phế phẩm vỏ cà phê, chất cải tạo đất

## 1. GIỚI THIỆU

Đổi mới phương thức canh tác theo hướng nông nghiệp hữu cơ là hướng đi cần thiết của các nước đang phát triển như Việt Nam. Hiện tại, là một trong những nền kinh tế năng động của các nước trong khu vực Đông Á, kinh tế của Việt Nam phản ánh mạnh mẽ sản xuất trong nước và định hướng xuất khẩu các sản phẩm trong nông nghiệp như lương thực, thực phẩm, cây ăn quả theo phương thức canh tác hữu cơ. Tuy nhiên, một thực trạng nổi bật với Việt Nam là sự suy thoái đất lan rộng ở các khu vực canh tác nông nghiệp, đòi hỏi phải sử dụng đất bền vững hơn [1]. Vì vậy, nền nông nghiệp hữu cơ ở Việt Nam cần thiết phải thay đổi phương thức canh tác, cụ thể như sử dụng phân bón hữu cơ thay thế dần cho phân bón hóa học, hạn chế sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, tăng hàm lượng carbon tự do trong đất để cân bằng tỉ lệ hữu cơ... Đây chính là lý do mà chúng tôi đang thực hiện trong nghiên cứu.

Cà phê là một trong những đồ uống phổ biến trên thế giới, mức tiêu thụ của nó đang tăng lên hàng năm. Việc này đã tạo ra một lượng lớn vỏ cà phê thải bỏ (phế phẩm) trong quá trình thu hoạch và chế biến. Lượng phế phẩm đang tăng theo tỷ lệ với mức tiêu thụ cà phê. Theo ước tính ở Việt Nam, hàng năm có khoảng 300.000 tấn vỏ cà phê, lượng phế phẩm này thường được xử lý bằng cách thải bỏ trực tiếp ở các nhà máy chế biến hoặc thải bỏ tại các bãi chôn lấp, gây ra ô nhiễm trực tiếp tới môi trường [2, 3]. Ngoài ra, trong thành phần cấu trúc của vỏ cà phê có tỷ lệ C/N cao, bao gồm lignocellulose có chứa hemicellulose và các hợp chất hóa học khác, những thành phần này trực tiếp gây ô nhiễm đất khi thải bỏ, gây ảnh hưởng tới môi trường xả thải [4]. Vì vậy, đòi hỏi chúng cần phải được xử lý trước khi thải ra môi trường, mục tiêu của nghiên cứu này nhằm tìm ra một giải pháp trong xử lý ô nhiễm chất thải rắn mà cụ thể là vỏ cà phê.

Than sinh học (biochar) được biết là một sản phẩm giàu carbon được tạo ra từ quá trình nhiệt phân các sinh khối (biomass) trong điều kiện thiếu hụt oxy [5]. Trong ứng dụng, biochar được sử dụng nhiều để làm chất hấp phụ vì có nhiều đặc tính hóa lý cho khả năng hấp phụ hiệu quả. Trên cấu trúc bề mặt biochar có tồn tại của nhiều nhóm chức mang ái lực khác nhau, mỗi nhóm chức đóng vai trò là các tâm hấp phụ làm cho biochar có khả năng hấp phụ hiệu quả để loại bỏ các chất ô nhiễm như kim loại nặng [6], chất màu hữu cơ [7] trong đất, nước và khí thải.

Sản phẩm phân bón hữu cơ dạng rắn hoặc lỏng, được sản xuất dựa trên quá trình chế biến các loại phế phẩm có nguồn gốc từ thực vật hay động vật, để tạo ra dinh dưỡng Nitơ (N), Phốt pho (P), Kali (K) cung cấp cho cây trồng [8-11]. Phân bón hữu cơ đang là xu hướng phát triển bền vững ở Việt Nam hiện nay,

việc sử dụng phân hữu cơ được khuyến khích không chỉ để cải tạo đất trồng mà còn làm tăng cường dinh dưỡng hữu cơ do sử dụng quá nhiều phân bón hóa học [12-16]. Ngoài ra, do điều kiện khí hậu, tần suất mưa lớn hoặc nắng nóng cao sẽ làm rửa trôi hoặc bốc hơi dinh dưỡng theo dòng nước tưới, kết quả là hiệu quả sử dụng phân bón cho cây trồng sẽ giảm [17], trong khi sử dụng phân bón hữu cơ sẽ hạn chế được điều này. Mặt khác, theo kết quả phân tích thành phần hàm lượng có trong vỏ cà phê gồm: hữu cơ 42,1%, 2,5%  $N_2O$ , 0,23%  $P_2O_5$ , 15%  $K_2O_3$ ,  $CaO$  0,35%,  $MgO$  1,49%, lưu huỳnh (S) 0,67% [18-21], đây là những thành phần dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng. Do đó, việc ứng dụng vỏ cà phê để chế biến thành phân bón hữu cơ sẽ thuận lợi và cần thiết trong hiện tại.

Nhiều báo cáo trước đây [22-24] cho thấy, biochar được sử dụng để cải tạo đất, bởi vì khi bón biochar vào đất, chúng cải thiện được các đặc tính hóa lý chẳng hạn như làm tăng khả năng giữ và cung cấp chất dinh dưỡng, giữ ẩm, tăng độ phì nhiêu của đất, kết quả là làm tăng năng suất cây trồng [25]. Hơn nữa, do đặc tính cấu trúc vòng thơm và các nhóm chức mang ái lực có trong cấu trúc, biochar được xem là chất hấp phụ hiệu quả đối với cả chất ô nhiễm hữu cơ và vô cơ [26] như là những kim loại nặng có sẵn trong đất. Trong đó, nồng độ kim loại như chì (Pb) có thể gây ra rủi ro lâu dài cho hệ sinh thái liên quan đến việc chuyển hóa từ đất ra môi trường, kết quả là gây ô nhiễm mặt nước ngầm hoặc gây bệnh tật khi các sinh vật sống xung quanh hệ sinh thái nhiễm chì [27, 28]. Ở Việt Nam, Vấn đề ô nhiễm chì trong đất là nghiêm trọng khi phát triển công nông nghiệp, đặc biệt tại các thành phố lớn và các làng nghề tái chế kim loại [29], làm tăng đáng kể lượng chì trong đất. Sự ô nhiễm của chì dẫn đến sự tích tụ hàm lượng ngày càng nhiều, lí do kim vì chì không thể tự phân hủy trong đất, chúng khuếch tán sinh học theo chuỗi dinh dưỡng trong môi trường ô nhiễm, gây bệnh tật sức khỏe con người và động vật khi tiêu thụ loại dinh dưỡng này [30].

Từ dữ liệu đã trình bày, mục tiêu trong nghiên cứu, chúng tôi tận dụng nguồn vỏ cà phê để chế tạo thành biochar, ký hiệu BCC. Ứng dụng BCC sau đó làm chất cải tạo đất thông qua 2 cách tiếp cận: (1) nền BCC được phối trộn với dinh dưỡng hữu cơ sử dụng làm phân bón, khảo nghiệm trực tiếp trên cây rau cải; (2) BCC ứng dụng làm chất hấp phụ ion chì có trong đất quy mô phòng thí nghiệm. Thông qua nghiên cứu, chúng tôi nhằm hướng tới vừa đưa ra được giải pháp xử lý phế phẩm vỏ cà phê để tạo ra phân bón hữu cơ góp phần vào thay đổi phương thức canh tác trong nông nghiệp, vừa khử bỏ được sự ô nhiễm chì trong đất nhằm bảo vệ nguồn đất trồng nông nghiệp ở Việt Nam.

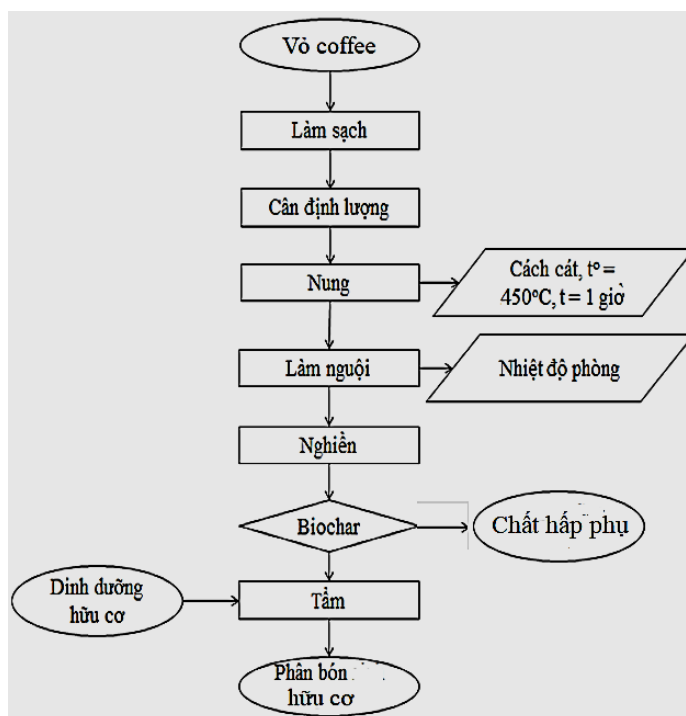
## 2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Nguyên liệu

Mẫu phế phẩm vỏ cà phê được lấy từ cơ sở chế biến cà phê ở các vùng cao Tây Nguyên. Mẫu sau khi thu gom được sơ chế bằng cách làm sạch và sấy khô.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mẫu vỏ cà phê sau khi được sơ chế. Mẫu được chế tạo thành biochar và sản phẩm cải tạo đất, quy trình thực hiện được trình bày ở hình 1,



Hình 1. Quy trình tổng hợp BCC từ vỏ cà phê ứng dụng làm chất cải tạo đất

Quan sát quy trình ở hình 1, mẫu vỏ cà phê sau khi làm sạch được cân khối lượng, nung yếm khí ở nhiệt độ 450 °C trong 1 giờ, để nguội và nghiền đến kích thước hạt trung bình 1mm sẽ thu được BCC. Ở đây sau đó, mẫu BCC thu được, một phần được ứng dụng làm chất hấp phụ ion chì trong đất. Một phần tiếp tục được phối trộn với hàm lượng dinh dưỡng hữu cơ dạng lỏng theo tỉ lệ 1:1, mẫu được sấy tại nhiệt độ 60 °C trong thời gian 15 phút, thu được mẫu phân bón hữu cơ và được phân tích để xác định các chỉ tiêu dinh dưỡng hữu cơ trong phân bón. Tiếp theo, mẫu phân bón được trồng khảo nghiệm bằng cách sử dụng chậu đất bón phân hữu cơ và một chậu không bón phân để so sánh.

Trong nghiên cứu này, các đặc tính bề mặt của mẫu BCC và mẫu phân bón hữu cơ được xác định bằng các phương pháp phân tích hiện đại như: XRD, FTIR, SEM, BET. Ngoài ra, trong nghiên cứu ứng dụng BCC xử lý ion chì trong đất. Chúng tôi sử dụng phương pháp chiết trắc quang (UV-VIS) của Pb<sup>+2</sup> với phức chất dithizone trong môi trường kiềm, phức này có màu đỏ hồng, mật độ quang được đo ở bước sóng 550 nm để tính toán nồng độ sau khi hấp phụ ion chì. Khả năng hấp phụ [31, 32] ion chì được áp dụng theo phương trình (1),

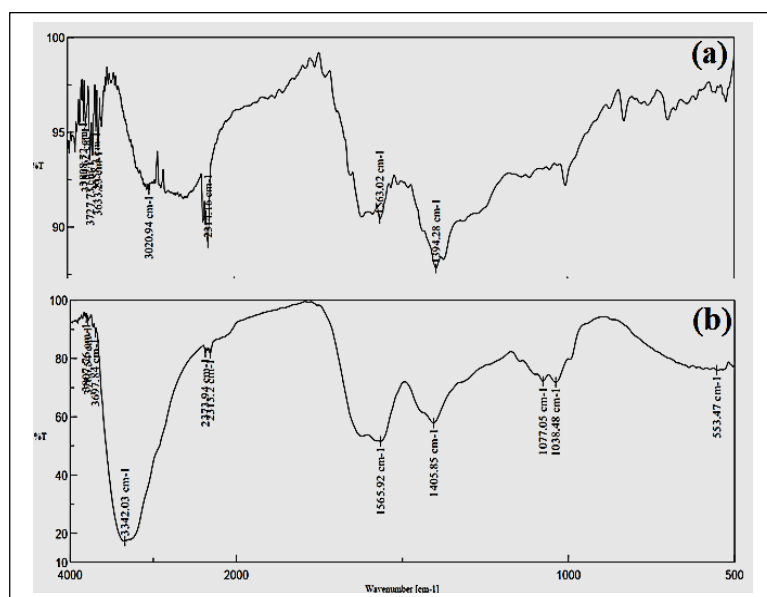
$$q_e = \frac{(C_o - C_e).V}{M_{mau}} \quad (1)$$

Trong đó,  $q_e$  là khả năng hấp phụ, đơn vị (mg/g);  $C_o$  là nồng độ ban đầu của ion chì, đơn vị (mg/L);  $C_e$  là nồng độ ion chì sau khi bị hấp phụ, đơn vị (mg/L);  $M_{mau}$  là khối lượng của BCC, đơn vị (g);  $V$  là thể tích dung dịch ion chì, đơn vị (mL).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả đo FTIR của mẫu BCC và mẫu phân bón hữu cơ

Các đặc tính liên kết trong cấu trúc của BCC và phân bón sau khi tổng hợp, được đo đạc bằng phương pháp FTIR, cho kết quả phổ tại hình 2,

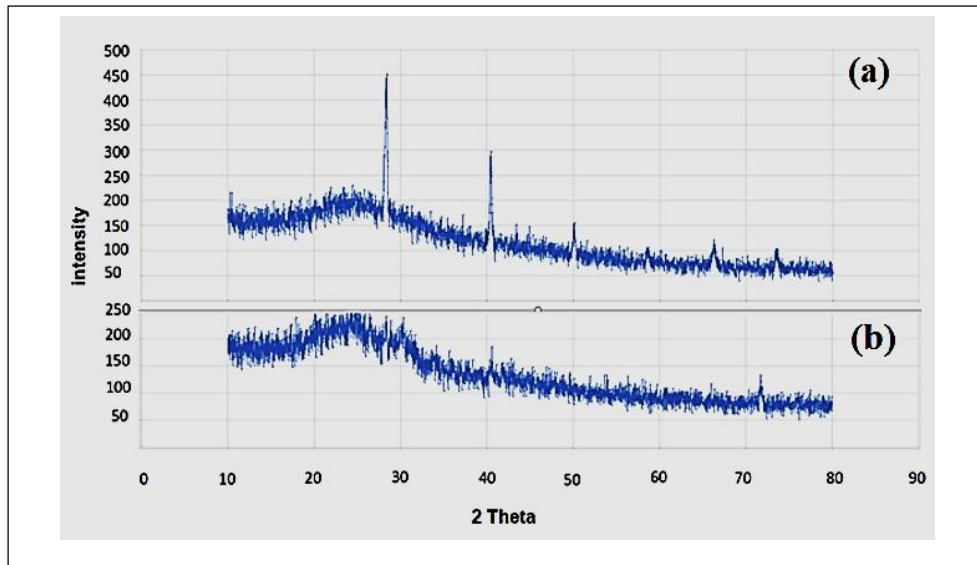


Hình 2. Phổ FTIR của BCC (a) và mẫu phân bón (b)

Quan sát kết quả FTIR ở hình 2(a) tìm thấy đặc tính cấu trúc của BCC bao gồm: nhóm OH liên kết ở tần số dao động 3633 cm<sup>-1</sup>, liên kết C=N dao động tại 2314 cm<sup>-1</sup>, liên kết C=O của este tại dao động 1563 cm<sup>-1</sup>, vòng thơm CO liên kết tại dao động 1394 cm<sup>-1</sup>. Tương tự, quan sát kết quả FTIR của mẫu phân bón ở hình 2(b) cho kết quả các nhóm liên kết như ở hình 2(a), tuy nhiên, các peak xuất hiện trên mẫu phân bón có sự thay đổi về độ rộng và độ mạnh hơn, chứng tỏ mẫu phân bón có dày đặc hơn các nhóm liên kết sau khi phối trộn thêm dinh dưỡng hữu cơ. Đặc biệt, trên mẫu phân bón xuất hiện liên kết của nhóm N-H tại tần số dao động ở 3342 cm<sup>-1</sup>, nhóm liên kết quartz-SiO<sub>2</sub> tại tần số dao động 1038-1077 cm<sup>-1</sup>, điều này cho thấy rằng sự các dinh dưỡng hữu cơ đã được phối trộn vào BCC. Các dữ liệu phân tích FTIR thể hiện nhóm dao động liên kết trên mẫu BCC và mẫu phân bón cho kết quả trùng khớp với mẫu FTIR chuẩn [33], chứng tỏ kết quả phân tích trong nghiên cứu này là phù hợp.

### 3.2. Kết phân tích XRD của BCC và mẫu phân bón

Thành phần và cấu trúc tinh thể có trong mẫu BCC và phân bón được đo đạc bằng phương pháp phân tích XRD cho kết quả phổ ở hình 3,

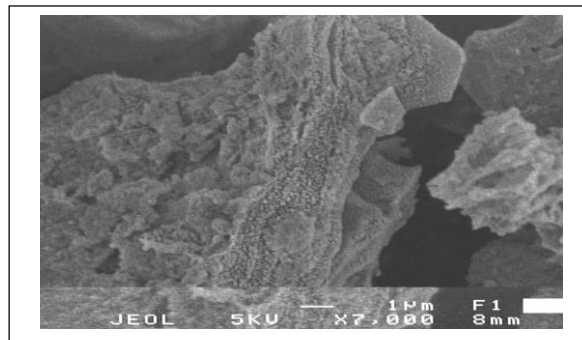


Hình 3. Phổ XRD của mẫu phân bón (a) và mẫu BCC (b)

Quan sát kết quả phổ XRD của BCC ở hình 3(b) thấy rằng BCC có cấu trúc dạng carbon vô định hình, không xác định được đỉnh do chưa hình thành pha tinh thể, lý do là vì nhiệt độ nhiệt hóa của BCC còn thấp (nhiệt độ nhiệt hóa <math>< 760\text{ }^\circ\text{C}</math>). Trong khi, kết quả phổ XRD của mẫu phân bón ở hình 3(a) xuất hiện đỉnh nhiễu xạ tại  $2\theta = 28^\circ$  là của tinh thể carbon graphite,  $2\theta = 41^\circ$  là của tinh thể CaO,  $2\theta = 50^\circ$  của tinh thể  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , điều này có thể nói rằng mẫu phân bón đã được tổng hợp thành công trên nền BCC. Kết quả phân tích XRD trong nghiên cứu thì tương đồng với nghiên cứu trước đây [34, 35], chứng tỏ phương pháp thực nghiệm đang nghiên là phù hợp.

### 3.3. Kết quả SEM của mẫu BCC

Đặc tính bề mặt hình học của mẫu BCC được xác định bằng phương pháp SEM. Kết quả hình ảnh SEM được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Kết quả hình ảnh SEM của mẫu BCC

Kết quả hình ảnh SEM ở hình 4 cho thấy BCC ở dạng hạt phẳng xếp chồng lên nhau, xen giữa các mảng phẳng tồn tại các lỗ hốc, kích thước trung bình của mảng phẳng là  $10\mu\text{m}$ . Chính vì lý do có các góc cạnh và lỗ hốc tương đối nhiều và sâu bên trong làm tăng khả năng hút bám (hấp phụ) của BCC khi tiếp xúc các chất dinh dưỡng hữu cơ trên bề mặt.

### 3.4. Kết quả đo BET của mẫu BCC

Tương tự, đặc tính bề mặt của mẫu BCC được xác định bằng phương pháp phân tích hấp phụ đa lớp BET, sử dụng điều kiện thí nghiệm chất bị hấp phụ là khí nitơ ( $\text{N}_2$ ) tại nhiệt độ  $77.35\text{ }^\circ\text{K}$  (độ Kelvin) để xác định diện tích bề mặt riêng. Kết quả phân tích BET của mẫu BCC, diện tích bề mặt riêng được đo đạc là  $2,77\text{ m}^2/\text{g}$ . Dựa trên kết quả này có thể thấy rằng khả năng hấp phụ vật lý của BCC là không cao. Tuy nhiên,

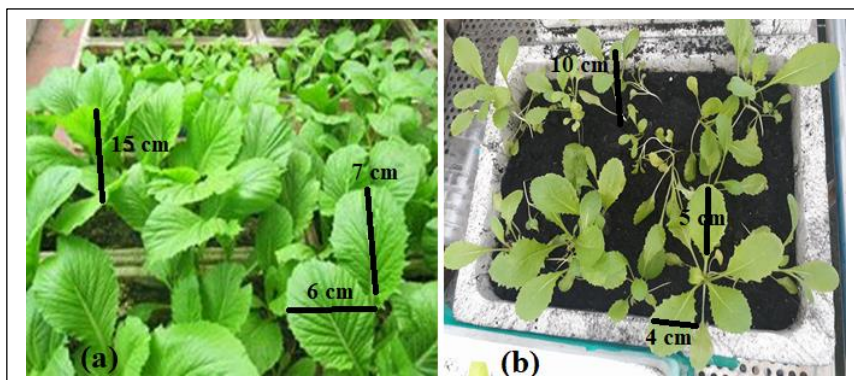
trong cấu trúc BCC có nhiều nhóm dao động mang ái lực (thấy ở phân tích FTIR), nên khả năng hấp phụ của BCC dự đoán chủ yếu xảy ra là sự hấp phụ hóa học.

### 3.5. Kết quả xác định hàm lượng hữu cơ trên mẫu phân bón

Mẫu phân bón hữu cơ sau khi được tổng hợp trên nền BCC. Mẫu được phân tích để xác định hàm lượng chất hữu cơ (OM), cho kết quả 54,40 %, kết quả này cho sự phù hợp công bố tiêu chuẩn chất hữu cơ (OM > 20 %) cho phép được sản xuất lưu hành theo nghị định nhà nước Việt Nam (nghị định 84/2019/NĐ-CP), điều này chứng tỏ rằng có thể sử dụng kết quả loại phân bón trong nghiên cứu này để sản xuất phân bón hữu cơ quy mô công nghiệp tại Việt Nam.

### 3.6. Kết quả khảo nghiệm mẫu phân bón hữu cơ trên cây trồng

Tiến hành khảo nghiệm phân bón hữu cơ vừa tổng hợp trên cây cải xanh. Quy trình tiến hành khảo nghiệm thực hiện như sau: sử dụng 2 thùng xốp có chiều cao 15 cm, chiều dài 25 cm, chiều rộng 20 cm, thùng xốp thứ nhất sử dụng trộn đất trồng và phân hữu cơ theo tỉ lệ 1:1. Trong khi, thùng xốp thứ 2 chỉ sử dụng trộn đất. Tiến hành gieo hạt cải cả hai thùng trong cùng thời gian và nhiệt độ trồng, chăm sóc tưới nước và theo dõi mỗi ngày trong suốt thời gian 30 ngày. Kết quả trồng khảo nghiệm thu được hình ảnh cây cải ở hình 5,

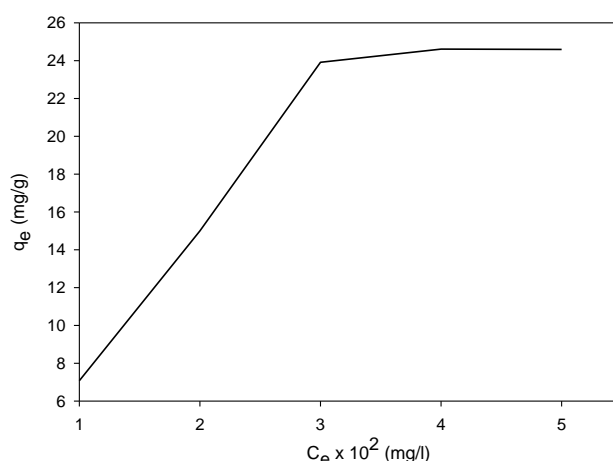


Hình 5. Hình ảnh trồng khảo nghiệm cây rau cải khi sử dụng phân bón hữu cơ (a) và không sử dụng phân bón (b) ở thời gian 30 ngày.

Quan sát kết quả khảo nghiệm trồng rau cải tại 30 ngày ở hình 5(a) cho thấy, cây cải phát triển xanh tươi, lá to có kích thước (dài x rộng) là (7 cm x 6 cm), thân cây cao 15 cm. Trong khi, quan sát kết quả khảo nghiệm trên cây rau ở hình 5(b) thì thấp hơn trong các thông số so sánh tương tự, điều này chứng tỏ rằng mẫu phân bón hữu cơ được tổng hợp thành công và mang lại hiệu quả bón tốt cho trồng cây rau cải xanh khi sử dụng phân bón.

### 3.7. Kết quả khảo sát khả năng hấp phụ $Pb^{2+}$ trong đất trên mẫu BCCC

Tiến hành thí nghiệm 3 mẫu dung dịch chứa  $Pb^{2+}$  có nồng độ ban đầu ( $C_0$ ) lần lượt là 100 ppm, 300 ppm, 500 ppm. Tiến hành trộn mỗi mẫu với 100 g đất và 0.3 g BCC, ủ trong 21 ngày. Sau thời gian ủ, hòa tan 100g đất ủ trong 1lít nước cất, lắc đều trong thời gian 60 phút, đem lọc thu được 3 mẫu dung dịch. Tiến hành phân tích dung dịch bằng phương pháp UV-VIS để xác định nồng độ sau khi hấp phụ ( $C$ ). Kết quả khả năng hấp phụ ( $q_e$ ) thay đổi theo nồng độ ion chì ban đầu trong mẫu thu được ở hình 6,



Hình 6. Ảnh hưởng của nồng độ ion chì đến khả năng hấp phụ của BCC trong đất

Quan sát kết quả thí nghiệm ở hình 6 cho thấy rằng khi tăng nồng độ  $Pb^{2+}$  trong mẫu đất từ 100 ppm - 300 ppm, khả năng hấp phụ ion chì tăng đều. Tại nồng độ đầu của ion chì từ 300 ppm-500ppm, khả năng hấp phụ tăng chậm, chứng tỏ khả năng hấp phụ đạt tới trạng thái cân bằng. Ở đây sau đó, chúng tôi đã tính toán được khả năng hấp phụ cực đại tại nồng độ 300 ppm (mg/l) là 23,86 mg  $Pb^{2+}$  /g BCC.

#### 4. KẾT LUẬN

Dựa trên kết quả thực nghiệm trong nghiên cứu, chúng tôi đưa ra một số kết luận như sau:

- (1) Bằng phương pháp nhiệt hóa yếm khí tại nhiệt độ 450<sup>0</sup>C trong 1h từ phế thải vỏ cà phê, chúng tôi đã thành công trong tổng hợp thành biochar, ký hiệu mẫu là BCC.
- (2) Các đặc tính hình học và cấu trúc của mẫu BCC và mẫu phân bón đã được xác định bằng các phương pháp phân tích hóa lý hiện đại như: XRD, FTIR, SEM, BET. Kết quả cho thấy cấu trúc hình học của than xốp, có bề mặt riêng là 2,77 m<sup>2</sup>/g, bề mặt dạng phẳng có nhiều lỗ hổng hốc với kích thước hạt trung bình 10 $\mu$ m. Cấu trúc bề mặt BCC và mẫu phân bón có chứa các nhóm liên kết mang ái lực.
- (3) Tổng hợp thành công được mẫu phân bón hữu cơ trên nền BCC có hàm lượng chất hữu cơ là 54,40%, đáp ứng được tiêu chuẩn là phân bón hữu cơ được phép sản xuất tại Việt Nam. Ngoài ra, mẫu phân bón hữu cơ được trồng khảo nghiệm trên cây cải xanh cho kết quả cây cải phát triển tốt hơn khi trồng không bón phân.
- (4) Trong nghiên cứu ứng dụng biochar làm chất hấp phụ, BCC có tính hấp phụ tốt với ion  $Pb^{2+}$  trong đất, kết quả cho khả năng hấp phụ ion chì tối ưu là 23,86 mg  $Pb^{2+}$ /g BCC.

Nghiên cứu này là bước đầu trong tổng hợp và ứng dụng biochar làm chất cải tạo đất. Những nghiên cứu tiếp theo như ứng dụng biochar trong xử lý nước thải, khí thải hoặc làm phân bón cao cấp hơn như phân hữu cơ vi sinh hay phân bón sinh học sẽ tiếp tục được nghiên cứu cho những bài báo tiếp tục trong tương lai.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoang Thi Quynh, Shima Kazuto, Organic Fertilizers in Vietnam's Markets: Nutrient Composition and Efficacy of Their Applicatio. Journal of Sustainability, Vol.10, pp. 2437, 2018.
- [2] H.R. A. Brunerova, M. Brozek, and J. Kärger, and J. Velebil, Agricultural residues in Indonesia and Vietnam and their potential for direct combustion: with a focus on fruit processing and plantation crops, Agronomy Research, 16(3), 656 - 668, 2018.
- [3] F.W. Assefa Tesfaye, and Venkatesh S. Kumar, Production and Characterization of Coffee Husk Fuel Briquettes as an Alternative Energy Source, Advances in Materials Science and Engineering, Vol. 2022, pp.13, 2022..
- [4] Shalini S. Arya1, Rahul Venkatram, Pavankumar R. More1, Poornima Vijayan. The wastes of coffee bean processing for utilization in food: a review. J Food Sci Technol. Vol.59(2), pp.429–444, 2022.

- [5] N.B.M.-P. Katuska Alejandra Garibaldi-Alcívar, Ricardo José Baquerizo-Crespo, Denny Oliva-Merenc, Yunet Gómez-Salcedo, Ileana Pereda-Reyes, Anaerobic Co-Digestion Of Solid Waste From Coffee Benefit, Banana Pseudo-Stem And Pig Manure: Kinetic, Energy And Environmental Criteria Centro Azúcar, Vol. 49, pp. 60-72, 2022.
- [6] A.O. Bogusz, Patryk; Dobrowolski, Ryszard, Adsorption and desorption of heavy metals by the sewage sludge and biochar-amended soil. *Environmental Geochemistry and Health*, 2017.
- [7] W.-J. Huang, Engineering Applications of Biochar. Biochar Adsorption Treatment for Typical Pollutants Removal in Livestock Wastewater: A Review. 10.5772/65231(Chapter 5), 2017.
- [8] H.T.Q.A.S. Kazuto, Organic Fertilizers in Vietnam's Markets: Nutrient Composition and Efficacy of Their Application, *Sustainability*, Vol.10, pp. 2437, 2008.
- [9] M.S.-c. LI Chun-xi, Shao Yun, Ma Shou-tian, Zhang Ling-Ling, Effects of long-term organic fertilization on soil microbiologic characteristics, yield and sustainable production of winter wheat, *Journal of Integrative Agriculture*. Vol.17, pp. 210–219, 2018.
- [10] P. Blackwell, E. Krull, G. Butler, A. Herbert, and Z. Solaiman, “Effect of Banded Biochar on Dryland Wheat Production and Fertiliser Use in South-western Australia: An Agronomic and Economic Perspective, *Soil Research*, vol. 48, pp. 531–545, 2010.
- [11] T.P.N. Riddech, Liquid organic fertilizer production for growing vegetables under hydroponic condition, *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, Vol.8, pp.369–380, 2019.
- [12] R.A.H. Ali Baghdadi, Ali Ghasemzadeh, Mohd Fauzi Ramlan and Siti Zaharah Sakimin, Impact of organic and inorganic fertilizers on the yield and quality of silage corn intercropped with soybean, *Peer J*, Vol.6, pp. e5280, 2018.
- [13] S.F. Aliyeh Salehi, and Ali Abbasi Sourki, Organic and inorganic fertilizer effect on soil CO<sub>2</sub> flux, microbial biomass, and growth of *Nigella sativa* L., *Int. Agrophys.*, Vol.31, pp.103-116, 2017.
- [14] J.P. Tomasz Ciesielczuk, Czesława Rosik-Dulewska, Homemade Slow-Action Fertilizers, As An Economic Solution For Organic Food Production, *Journal of Ecological Engineering*, Vol. 18, pp.78-85, 2017.
- [15] V. D, Bio-oil, solid and gaseous biofuels from biomass pyrolysis processes—an overview, *Int J Energy Res*, vol. 35, pp. 835–862, 2011.
- [16] S.P. Yousuf M. Al-Awadhi, Gordon McKay, Tareq Al-Ansari, , H.R. Mackey, Coffee Waste Biochar: A Widely Available and Low-cost Biomass for Producing Carbonaceous Water Treatment Adsorbents, *Chemical Engineering Transactions*, 92, 319-324, 2022.
- [17] J.Y.A. Si Ho Han, Jaehong Hwang, Se Bin Kim & Byung Bae Park, The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar in a nursery system, *Forest Science and Technology*, 12, 137-143, 2016.
- [18] K.P. A. Zahradník, Effect of alternative organic fertilizers on the nutritional value and yield of head cabbage, *Hort. Sci. (Prague)*, 34, 65–71, 2007.
- [19] R.M.a.R.G. Anderson, Organic Fertilizers and Composts For Vegetable Transplant Production, *Floriculture Research Report 17-04*, 2003.
- [20] C.H.R.F. Ofelia Adriana Hernández Rodríguez, Elías E. Díaz Ávila, Dámaris L. Ojeda Barrios, and Víctor M. Guerrero Prieto, Plant and livestock waste compost compared with inorganic fertilizer: nutrient contribution to soil, *Terra Latinoamericana*, 35, 321-328, 2017.
- [21] O.T.A.a.E.A. Makinde, Complementary Organic and Inorganic Fertilizer Application: Influence on Growth and Yield of Cassava maize melon Intercrop with a Relayed Cowpea., *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1, 187-192, 2007.
- [22] A.M. Fuertes A, Sevilla M, Maciá-Agulló J, Fiol S, López R, et al., Chemical and structural properties of carbonaceous products obtained by pyrolysis and hydrothermal carbonisation of corn stover, *Soil Research*, vol. 48, pp. 618–626, 2010.
- [23] C.A. Downie A, P. Munroe, Physical properties of biochar. In: Lehmann J, Joseph S, editors. *Biochar for environmental management, science and technology*, pp. 13-32, 2009.
- [24] G.D.D. Binh Thanh Nguyen, Tong Xuan Nguyen, Duong Thuy Phuc Nguyen, Toan Ngoc Vu, Huong Thu Thi Tran, Nam Van Thai, Hai Vu, Dung Doan Do, The Potential of Biochar to Ameliorate the Major Constraints of Acidic and Salt- Affected Soils, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22, 1340–1350, 2022.
- [25] S. Nardi, C. Gessa, L. Ferrarese, L. Trainotti, G. Casadoro, A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings *Soil, Biology and Biochemistry*, vol. 32, pp. 415–419, 2000.
- [26] B.P.S. Xinliang Dong, Guitong Li, Qimei Lin, Xiaorong Zhao, Biochar increased field soil inorganic carbon content five years after application, *Soil & Tillage Research*, 186, 36–41, 2019.
- [27] C.A. P. Puga , L.C.A. Melo, “Beesley, Biochar application to a contaminated soil reduces the availability and plant uptake of zinc, lead and cadmium, *Journal of Environmental Management*, vol.150, pp. 86-93, 2015.
- [28] K.A. Dinesh Mohan, Ankur Sarswat, Manvendra Patel, Prachi Singh and U. S. Charles, Jr. Pittman, “ Biochar Production and Applications in Soil Fertility and Carbon Sequestration-A sustainable solution to Crop- Residue Burning in India, *The Royal Society of Chemistry*, 2017.



- [29] B.Z. Tawheed Mohammed Elhessin Shareef, Review Paper: The Fundamentals of Biochar as a Soil Amendment Tool and Management in Agriculture Scope: An Overview for Farmers and Gardeners, *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, vol. 6, pp. 38-61, 2017.
- [30] C.V. Hà, Đánh Giá Tình Hình Ô Nhiễm Chì Và Đồng Trong Đất Nông Nghiệp Huyện Văn Lâm Tỉnh Hưng Yên, *Tạp chí Khoa học và Phát triển*, vol. 10, pp. 648-653, 2012.
- [31] V.T. Cong, T.T. Nhat, D.Q. Diem, N.V. Son, The Study of Vietnamese Bonechar Synthesis and its Applications in Removal Organic Color, *Asian Journal of Applied Sciences*, vol 07, 2019.
- [32] J.C. Fangfang Xiao, Wen Cao, Cao Yang, Junfeng Chen, Zifen Luo, "Removal of heavy metals from aqueous solution using chitosan-combined magnetic biochars, *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 540, pp. 579–584, 2019.
- [33] C.Z. Yanyan Chen, Maria Mastalerz, Suyun Hu, Carley Gasaway and Xiaowan Tao, Applications of Micro-Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) in the Geological Sciences—A Review, *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 16 pp.30223–30250, 2015.
- [34] X.Z. Yali Liu, Jianli Li, Dan Ma, Runping Han, Characterization of bio-char from pyrolysis of wheat straw and its evaluation on methylene blue adsorption, *Desalination and Water Treatment*, vol. 46, pp. 115–123, 2012.
- [35] T.T. Tú, Đặc Điểm Hóa Lý Của Than Sinh Học Điều Chế Từ Vỏ Trấu, *Tạp chí Khoa học – Đại học Huế*, vol. 120, pp. 233-247, 2016.

## BIOCHAR SYNTHESIS FROM WASTE COFFEE PEEL FOR APPLICATIONS AS A SOIL IMPROVER IN VIET NAM

ĐO QUY DIEM, NGUYEN VAN SON, VAN THANH KHUE, VO THANH CONG\*  
*Faculty of Chemical Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh City*  
*vothanhcong@iuh.edu.vn*

**Abstract.** In this work, the waste coffee peel was calcined at 450<sup>0</sup>C, 40 minutes to synthesize biochar, denoted as BCC. The BCC sample was then analyzed to evaluate the morphological and surface structural properties such as Scanning Electron Microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Brunauer-Emmett-Teller (BET). The resulted measurement of properties shown that the geometrical structure on the BCC was flat particles stacked on top of each other, containing many cavities, with an average particle size was 10 μm analyzed by SEM. The specific surface area of BCC was 2.77 m<sup>2</sup>/g as measured by BET analysis. The structure on BCC with bonds of vibration groups such as O-H, C=C, C-O, and carbon graphite crystals was analyzed by FTIR and XRD methods, respectively. In the applied research as a soil improver, the BCC sample was impregnated with organic nutrients to make organic fertilizer and tested directly on broccoli and then showed that BCC-fertilized broccoli grew better than the unfertilized sample. In addition, BCC applied as lead ion adsorbent (Pb<sup>2+</sup>) in soil which it given the optimal adsorption capacity of 23.86 mg Pb<sup>2+</sup>/g BCC. Based on these results indicated that biochar synthesized from waste coffee peel was enough the standards as a soil improver in Viet Nam.

**Key word.** Biochar, organic fertilizer, waste coffee peel, soil improver

*Ngày gửi bài: 28/06/2022*

*Ngày chấp nhận đăng: 30/10/2023*