



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0003639

(51) **C05G 3/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2021-00388

(22) 27/09/2021

(45) 26/08/2024 437

(43) 25/05/2022 410

(73) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội (VN)
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

(72) Nguyễn Ngân Hà (VN); Nguyễn Thị Hạnh (VN).

(54) **QUY TRÌNH CHẾ TẠO PHÂN BÓN NHẢ CHẬM TỪ THAN SINH HỌC VÀ PHÂN
KHOÁNG**

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình chế tạo phân bón nhả chậm từ than sinh học có nguồn gốc từ mùn cưa và phân khoáng bao gồm các bước: a) Xử lý nguyên liệu mùn cưa; b) Chế tạo than sinh học; c) Chuẩn bị nguyên liệu đầu vào để chế tạo phân bón nhả chậm; d) Chế tạo phân bón nhả chậm. Phân bón nhả chậm có tỉ lệ C: N: P: K: Ca: O: Si: Zn: Fe: Cl: Al = 28,4 : 15,21 : 3,67 : 8,01 : 6,23 : 19,02 : 1,72 : 10,58 : 1,8 : 4,16 : 1,2. Trong môi trường nước, phân bón nhả mỗi thành phần dinh dưỡng N, P₂O₅, K₂O không quá 10% sau 3 ngày, không quá 50% sau 28 ngày, không quá 70% sau 45 ngày; sau 60 ngày, tổng hàm lượng N, P₂O₅, K₂O còn lại > 20% so với hàm lượng ban đầu.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích thuộc lĩnh vực công nghệ môi trường và vật liệu nông nghiệp, cụ thể là đề cập đến quy trình chế tạo phân bón nhả chậm có tổng % khối lượng của N, P_2O_5 , $K_2O > 18\%$ thích hợp sử dụng để cải thiện độ phì nhiêu của đất và nâng cao năng suất cây trồng ngắn ngày. Phân bón này được tạo ra bằng cách kết hợp than sinh học có nguồn gốc từ phế thải lâm nghiệp (mùn cưa) với phân khoáng urê, diamoni photphat, kali clorua, sử dụng bentonit làm chất mang và polyme natri alginat (một loại polyme tự nhiên phân hủy sinh học) làm chất kết dính nguyên liệu.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Phân bón là một loại vật liệu nông nghiệp có vai trò đặc biệt quan trọng trong cải tạo độ phì nhiêu của đất và nâng cao năng suất cây trồng. Tuy nhiên hiện nay ngành công nghiệp phân bón đang phải đối mặt với những tồn tại khó tháo gỡ liên quan đến vấn đề hiệu quả sử dụng phân bón và các vấn đề về môi trường. Hiện nay, hiệu quả sử dụng phân bón ở Việt Nam chỉ ở mức dưới 50%, phần còn lại bị cố định chặt, cây trồng không sử dụng được hoặc bị thất thoát ra ngoài môi trường do xói mòn, rửa trôi, bay hơi. Điều này không những dẫn tới sự gia tăng chi phí cho sản xuất nông nghiệp, thiệt hại về kinh tế mà còn gây ra ô nhiễm môi trường, ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất và sức khỏe con người.

Để nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, góp phần phát triển nền nông nghiệp sạch và bền vững, gần đây trên thế giới và ở Việt Nam đã và đang áp dụng nhiều kỹ thuật mới vào lĩnh vực

sản xuất phân bón. Trong đó, nổi bật nhất phải kể đến các kỹ thuật sản xuất phân bón nhả chậm. Phân bón nhả chậm được tổng hợp từ các loại phân khoáng tan truyền thống với lớp vỏ bọc là các chất ít tan hoặc không tan trong nước, có thể bị phân hủy bởi các tác nhân lý, hóa, sinh học của môi trường. Lớp vỏ bọc giúp bảo vệ dinh dưỡng và điều khiển quá trình thẩm nước vì thế kiểm soát được quá trình nhả thải các chất dinh dưỡng từ phân bón. Phân bón nhả chậm bọc polyme là dạng phân bón ưu việt nhất hiện nay do có khả năng kiểm soát thời gian nhả thải và vận chuyển chất dinh dưỡng nhờ lớp màng bán thấm polyme. Nhiều loại polyme đã được sử dụng làm lớp phủ cho phân bón như polyme nhiệt rắn, polyme nhiệt dẻo, hoặc những polyme tự nhiên phân hủy sinh học.

Khác với những phân đơn, sử dụng phân nhả chậm giúp giảm số lần bón phân trong một vụ, khi được bón vào đất phân nhả chậm sẽ nhả dinh dưỡng và cung cấp cho cây trồng một cách từ từ trong một khoảng thời gian dài, cây trồng sẽ hút thu được nhiều dinh dưỡng hơn, vì vậy sẽ hạn chế được tình trạng dư thừa dẫn tới mất dinh dưỡng do rửa trôi, bay hơi... gây tổn thất về kinh tế và ô nhiễm môi trường. Mặc dù sở hữu nhiều ưu điểm vượt trội so với phân khoáng thông thường, nhưng hiện nay phân bón nhả chậm vẫn chưa được sử dụng phổ biến ở Việt Nam do kỹ thuật sản xuất phức tạp, chi phí sản xuất lớn, ngoài ra giá thành của phân bón nhả chậm nhập khẩu vẫn còn rất cao, không phù hợp với khả năng của người sản xuất nông nghiệp ở Việt Nam. Hầu hết các loại phân nhả chậm hiện nay đều được tổng hợp trên nền các loại phân vô cơ sẵn có kết hợp với chất mang để giữ dinh dưỡng như zeolit, cao lanh, bentonit ..., trong khi đó vai trò của than sinh học giống như chất nền, chất mang dinh dưỡng lại chưa nhận được nhiều sự quan tâm nghiên cứu. Than sinh học khi được bón vào đất giúp cải thiện các đặc tính lý, hóa học của đất, tạo điều kiện thích hợp cho vi sinh vật có lợi phát triển.

Than sinh học chứa hàm lượng cacbon cao và bền vững lâu dài khi được bón vào đất, điều này vừa giúp cải tạo đất vừa góp phần giảm thiểu phát thải khí nhà kính. Than sinh học xốp, có nhiều khoang hổng, diện tích bề mặt của than sinh học lớn có thể làm tăng khả năng giữ nước, tăng dung tích hấp thu và giúp hạn chế rửa trôi dinh dưỡng khỏi đất. Ngoài ra trong than sinh học còn chứa nhiều nguyên tố dinh dưỡng giúp cải thiện độ phì nhiêu cho đất và có lợi cho quá trình sinh trưởng, phát triển của cây trồng.

Vì vậy, cần nghiên cứu các biện pháp đơn giản, không mất nhiều chi phí để chế tạo ra được phân bón chậm từ than sinh học và phân khoáng, vừa kiểm soát được lượng dinh dưỡng nhả ra để cung cấp cho cây trồng trong thời gian dài, vừa góp phần cải tạo đất và giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Vì các lý do đã nêu ở trên, mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất quy trình chế tạo phân bón nhả chậm từ than sinh học và phân khoáng. Sản phẩm phân bón chậm có chất lượng cao, nhả dinh dưỡng chậm, các bước thực hiện theo quy trình đơn giản, chi phí cho nguyên vật liệu hợp lý. Quy trình tạo ra phân bón nhả chậm bao gồm các công đoạn như sau:

- a. Xử lý nguyên liệu mùn cưa
- b. Chế tạo than sinh học
- c. Chuẩn bị nguyên liệu đầu vào để chế tạo phân bón nhả chậm
- d. Chế tạo phân bón nhả chậm

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1. Sơ đồ quy trình chế tạo phân bón nhả chậm từ than sinh học và phân khoáng

Hình 2. Ảnh chụp SEM (ảnh kính hiển vi điện tử quét) và phổ EDX (phổ tán sắc năng lượng tia X) của phân bón nhả chậm

Hình 3. Phổ FTIR (quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier) của phân bón nhả chậm

Hình 4. Đường đẳng nhiệt hấp phụ - giải hấp phụ Nitơ của vật liệu phân bón nhả chậm

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Quy trình sản xuất phân bón nhả chậm từ than sinh học và vật liệu khoáng được tiến hành như sau:

a. Xử lý nguyên liệu mùn cưa

Mùn cưa cây Keo lai được thu gom, sơ chế loại bỏ những mảnh vụn gỗ lớn, vỏ cây, phơi khô tự nhiên, nghiền nhỏ và sàng qua rây để thu được nguyên liệu thô có kích thước đồng nhất (1,5 – 2 mm). Mùn cưa sau đó được sấy khô ở nhiệt độ 105°C trong thời gian 24 giờ nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình chế tạo than sinh học.

b. Chế tạo than sinh học

Nghiên cứu đã thử nghiệm các khoảng nhiệt độ và thời gian nung khác nhau và kết quả cho thấy điều kiện tối ưu để chế tạo than sinh học từ mùn cưa cây Keo là nung nguyên liệu trong điều kiện yếm khí ở 450°C trong 2 giờ với tốc độ gia nhiệt là 5°C/phút. Ở điều kiện này, than sinh học thu được có các tính chất lý, hóa học tốt nhất, phù hợp để ứng dụng trong nông nghiệp.

c. Chuẩn bị nguyên liệu đầu vào để chế tạo phân bón nhả chậm

Các nguyên liệu đầu vào được chuẩn bị để chế tạo phân nhả chậm bao gồm: than sinh học, phân khoáng (urê, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, KCl), bentonit và polyme natri alginat. Tỷ lệ (%) các nguyên liệu chính bao gồm than sinh học : urê : $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$: KCl : bentonit : polyme natri alginat là 33,8 : 23,7 : 14,7 : 13,3 : 4,6 : 9,9. Nếu biểu diễn dưới dạng tỉ lệ của than sinh học :

N : P_2O_5 : K_2O : bentonit thì tỉ lệ (%) tương ứng là 51 : 20 : 10 : 12 : 7. Trong đó bentonit được sử dụng làm chất mang. Polyme natri alginat có nồng độ 2% w/V (khối lượng/thể tích) được sử dụng làm chất kết dính các nguyên liệu với nhau và tạo viên phân.

d. Chế tạo phân bón nhả chậm

- Hoàn tan urê trong nước cất theo tỉ lệ 1 : 21 (w/V), sau đó thủy phân dung dịch ở $160^\circ C$ trong thời gian 10 phút, làm lạnh dung dịch rồi để nguội đến nhiệt độ phòng, bổ sung nước cất để bù vào lượng nước đã bị bay hơi. Quá trình thủy phân urê nhằm tạo ra ion NH_4^+ trong dung dịch để khi phối trộn với than sinh học, bentonit ở bước sau sẽ làm tăng khả năng hấp phụ của nitơ lên trên bề mặt các vật liệu này. Hiệu suất giải phóng NH_4^+ vào dung dịch khoảng 90 - 95%.

- Trộn than sinh học, bentonit, $(NH_4)_2HPO_4$, KCl với dung dịch urê thủy phân, và lắc hỗn hợp trong thời gian 180 phút nhằm tăng khả năng hấp phụ của phân khoáng lên trên bề mặt của than sinh học và bentonit,

- Trộn đều hỗn hợp trên với dung dịch polyme natri alginat (2% w/V) theo tỉ lệ 1 : 1 về thể tích cho đến khi thu được dung dịch đồng nhất.

- Nhỏ từ từ hỗn hợp thu được vào dung dịch $CaCl_2$ có nồng độ mol 0,25M để tạo viên phân bón.

- Tách lấy hạt phân bón sau 24 giờ và mang sấy khô. Viên phân sấy khô có kích thước khoảng 3 - 4 mm.

- Lưu trữ phân bón nhả chậm đã sấy khô trong bình hút ẩm.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1: Quy trình sản xuất 100g phân bón nhả chậm từ than sinh học và phân khoáng.

Mùn cưa cây Keo lai được thu gom, sơ chế loại bỏ những mảnh vụn gỗ lớn, vỏ cây, phơi khô tự nhiên, nghiền nhỏ và sàng qua rây để thu được nguyên liệu thô có kích thước đồng nhất (1,5 – 2 mm). Mùn cưa sau đó được sấy khô ở nhiệt độ 105°C trong thời gian 24 giờ nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình chế tạo than sinh học.

Mùn cưa khô sau đó được đưa vào lò nung yếm khí. Nguyên liệu được gia nhiệt với tốc độ 5°C/phút cho đến nhiệt độ 450°C và được giữ ở nhiệt độ này trong vòng 2 giờ để chuyển hoàn toàn thành than sinh học. Để nguội than sinh học đến nhiệt độ phòng trong thời gian 5 giờ.

Hòa tan 23,83g urê với 500 mL nước cất rồi thủy phân dung dịch ở 160°C trong thời gian 10 phút. Làm lạnh và để nguội dung dịch urê đến nhiệt độ phòng. Bổ sung nước cất vào dung dịch trên để bù lại lượng nước bị bay hơi. Tiếp đó thêm từ từ 34g than sinh học, 4,67g bentonit, 14,82g $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 13,33g KCl vào dung dịch trên và lắc hỗn hợp (125 vòng/phút) trong 180 phút.

Thêm 500 mL dung dịch natri alginat (2% w/V) vào hỗn hợp trên và tăng tốc độ khuấy lên 250 vòng/phút cho đến khi thu được dung dịch đồng nhất. Đưa hỗn hợp vào phễu chiết quả lê dung tích 1000 mL rồi nhỏ từ từ hỗn hợp trên vào 1 L dung dịch CaCl_2 0,25M để thu được các viên phân tròn. Các hạt phân được ngâm trong dung dịch này trong 24 giờ trước khi được tách ra và mang đi sấy khô. Sau khi sấy khô, sản phẩm phân bón thu được có kích thước viên 3 - 4 mm. Phân bón nhả chậm có pH = 5,4, CEC = 41,8 cmol/kg.

Ảnh chụp SEM của mẫu phân bón nhả chậm (Hình 2a) cho thấy các hạt phân bón có nhiều lỗ xóp với kích thước lỗ vào khoảng 50 μm . Các nguyên tố N, P, K nằm trên bề mặt và trong các lỗ xóp của mẫu phân bón. Biểu đồ EDX của phân bón nhả chậm trong Hình 2b cho thấy mẫu vật liệu

chứa các nguyên tố chính là C (28,4%), O (19,02%), N (15,21%), Zn (10,58%), K (8,01%) và P (3,67%), trong đó các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng như N, P, K chiếm 26,89%, các nguyên tố trung lượng và vi lượng như Ca, Si, Zn, Fe chiếm 20,33% về khối lượng. Tỷ lệ phần trăm các nguyên tố thu được trong biểu đồ EDX cũng phù hợp với thành phần các nguyên tố có trong nguyên liệu để tổng hợp phân bón.

Phổ hồng ngoại FTIR của mẫu phân bón nhả chậm trên Hình 3 cho thấy sự xuất hiện của các vạch phổ liên kết tương ứng với dao động liên kết của nhóm N-H (3437 cm^{-1}), -NH_2 (2376 cm^{-1}), các dải ở 1578 cm^{-1} được cho là do rung động kéo dài liên kết đôi C=O, P-O (1415 cm^{-1}), C-O (1060 cm^{-1}), và nhóm các dao động của K-O (805 cm^{-1}), Si-O (625 cm^{-1}). Các liên kết này đặc trưng cho cấu trúc mạch thẳng có sự xuất hiện của nhóm carbonyl và nhóm photphat, ... Cấu trúc này hoàn toàn phù hợp với giả thiết về các thành phần có trong các nguyên liệu đầu vào để tạo ra phân bón nhả chậm.

Theo phương pháp đẳng nhiệt hấp phụ - giải hấp phụ Nitơ (BET) (Hình 4), diện tích bề mặt riêng của mẫu phân bón nhả chậm là $60,54\text{ m}^2/\text{g}$, bán kính lỗ mao quản khoảng 3,2 nm. Diện tích bề mặt riêng của phân bón nhả chậm khá lớn làm tăng khả năng giữ các chất dinh dưỡng của vật liệu.

Mẫu phân bón nhả chậm được thử nghiệm khả năng nhả dinh dưỡng nitơ, photpho, kali trong môi trường nước có pH = 6,5 ở 25°C . Kết quả cho thấy, sau 3 ngày ngâm trong nước phân nhả ra không quá 10% mỗi thành phần dinh dưỡng N, P_2O_5 , K_2O . Sau 28 ngày ngâm trong nước, phân cũng nhả không quá 50% mỗi thành phần dinh dưỡng. Sau 45 ngày, phân nhả ra không quá 70% mỗi thành phần dinh dưỡng. Sau 60 ngày ngâm trong nước viên phân đã mềm ra, trương nở và hàm lượng dinh dưỡng N, P_2O_5 , K_2O còn lại trong viên phân > 20% so với hàm lượng ban đầu.

Bảng 1. Tỷ lệ dinh dưỡng nhả vào nước của phân bón nhả chậm

Thành phần	Tỷ lệ dinh dưỡng nhả vào nước của phân nhả chậm (%)					
	3 ngày	7 ngày	15 ngày	28 ngày	45 ngày	60 ngày
N	8,7	19,4	30,5	44,2	65,4	80,1
P ₂ O ₅	4,4	13,2	25,2	37,8	60,5	76,1
K ₂ O	4,7	11,4	24,8	34,8	55,6	73,9

Ví dụ 2: Thí nghiệm sử dụng phân bón nhả chậm cho cây ngắn ngày (cây rau) trên đất xám bạc màu ở Sóc Sơn, Hà Nội.

Thí nghiệm sử dụng phân bón và trồng cây gồm 4 công thức với 3 lần lặp lại. Cây rau được trồng trên các ô thí nghiệm có diện tích 10m²/ô. Giống rau sử dụng trong thí nghiệm là giống rau cải xanh (*Brassica juncea* L.).

Công thức bón phân:

- CT1: 100% phân N, P, K thông thường (đối chứng)
- CT2: 100% phân nhả chậm (Lượng dinh dưỡng NPK tương đương với đối chứng)
- CT3: 80% phân nhả chậm (Lượng dinh dưỡng NPK giảm 20% so với đối chứng)
- CT4: 60% phân nhả chậm (Lượng dinh dưỡng NPK giảm 40% so với đối chứng)

Đối chứng là lượng phân khoáng được khuyến cáo dùng cho cây cải xanh (*Brassica juncea* L.) gồm: 60kg N/ha, 30kg P₂O₅/ha và 40kg K₂O/ha. Các điều kiện về chăm sóc, tưới nước và ánh sáng được đảm bảo như nhau ở tất cả các công thức thí nghiệm.

Kết quả:

Phân bón nhả chậm đã kích thích sinh trưởng của cây và cho năng suất rau cải xanh cao hơn so với đối chứng. Năng suất rau cải xanh ở CT2

tăng 1,6 lần so với đối chứng, ở CT3 tăng 1,3 lần so với đối chứng. Không có sự khác biệt về năng suất giữa CT4 và công thức đối chứng.

Kết quả trên cho thấy, sử dụng phân bón nhả chậm có thể làm giảm đến 40% lượng phân NPK cần bón cho cây rau cải xanh mà không làm giảm năng suất rau thu được. Nói cách khác, phân nhả chậm được chế tạo theo giải pháp hữu ích đã cho thấy khả năng làm giảm lượng phân NPK cần bón cho cây nhờ đặc tính nhả dinh dưỡng từ từ để cung cấp cho cây trồng và hạn chế mất dinh dưỡng rất tốt của phân bón.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Quy trình chế tạo phân bón nhả chậm từ than sinh học có nguồn gốc từ mùn cưa cây Keo theo giải pháp hữu ích có thể giúp xử lý được một lượng đáng kể mùn cưa bị thải bỏ từ quá trình sản xuất lâm nghiệp ở Việt Nam (100kg phân bón nhả chậm/85kg mùn cưa khô), từ đó tạo ra được sản phẩm có ích và góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường. Ngoài ra, sản phẩm phân bón nhả chậm còn chứa hàm lượng cao các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng N, P, K (26,89%), các nguyên tố trung lượng, vi lượng Ca, Si, Zn, Fe (20,33%), giàu hàm lượng C (28,4%) và có giá trị CEC cao (41,8 cmol/kg) giúp cải thiện độ phì nhiêu, tăng cường khả năng giữ dinh dưỡng cho đất và cung cấp các dưỡng chất thiết yếu cho cây trồng. Sản phẩm phân bón tạo ra có tốc độ giải phóng dinh dưỡng chậm với tỉ lệ nhả thải vào nước không quá 10% mỗi thành phần dinh dưỡng N, P_2O_5 , K_2O sau 3 ngày, không quá 70% sau 45 ngày và sau 60 ngày thì tổng hàm lượng dinh dưỡng N, P_2O_5 , K_2O còn lại trong phân bón > 20% so với hàm lượng ban đầu, vì vậy phân bón nhả chậm này rất thích hợp để sử dụng cho cây trồng ngắn ngày.

Quy trình chế tạo phân bón nhả chậm từ than sinh học có nguồn gốc từ mùn cưa cây Keo và phân khoáng theo giải pháp hữu ích được thực hiện

đơn giản với chi phí hợp lý, giúp tận dụng được phế thải của hoạt động sản xuất lâm nghiệp, góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường đồng thời tạo ra được sản phẩm phân bón chất lượng cao thích hợp để ứng dụng trong nông nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình chế tạo phân bón nhả chậm từ than sinh học và phân khoáng, bao gồm các bước:

i) xử lý nguyên liệu mùn cưa: mùn cưa sau khi xử lý có kích thước đồng nhất khoảng 1,5 – 2 mm, được sấy khô ở 105°C trong 24 giờ;

ii) chế tạo than sinh học: mùn cưa thu được từ bước i) được nung trong điều kiện yếm khí ở nhiệt độ 450°C trong 2 giờ với tốc độ gia nhiệt là 5°C/phút, ở điều kiện này than sinh học thu được có các tính chất lý, hóa học tốt nhất, phù hợp để ứng dụng trong nông nghiệp;

iii) chuẩn bị nguyên liệu đầu vào để chế tạo phân bón nhả chậm, bao gồm: than sinh học, phân khoáng (urê, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, KCl), bentonit và polyme natri alginat; nguyên liệu đầu vào phải đảm bảo tỉ lệ (% theo khối lượng) than sinh học : urê : $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$: KCl : bentonit : polyme natri alginat tương ứng là 33,8 : 23,7 : 14,7 : 13,3 : 4,6 : 9,9;

trong đó, bentonit được sử dụng làm chất mang, polyme natri alginat (có nồng độ 2% w/V (khối lượng/thể tích)) được sử dụng làm chất kết dính các nguyên liệu với nhau và tạo viên phân;

iv) việc chế tạo phân bón nhả chậm được tiến hành:

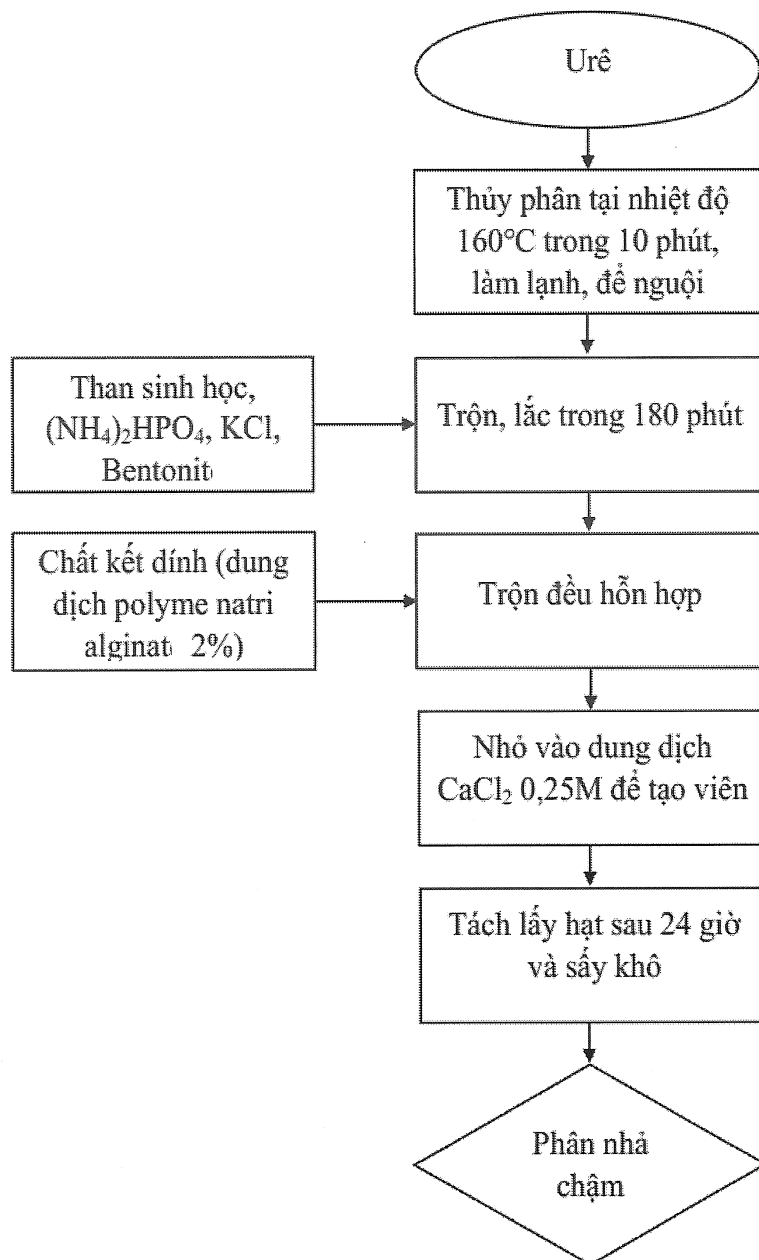
hòa tan phân urê trong nước cất theo tỉ lệ 1 : 21 (khối lượng/thể tích) rồi thủy phân ở 160°C trong thời gian 10 phút, làm lạnh dung dịch rồi để nguội nhằm giúp tạo ra NH_4^+ trong dung dịch (hiệu suất giải phóng NH_4^+ vào dung dịch là 90 - 95%), bổ sung nước cất để bù vào lượng nước đã bị bay hơi;

trộn than sinh học, bentonit, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, KCl với dung dịch urê thủy phân ở trên và lắc trong thời gian 180 phút nhằm tăng khả năng hấp phụ của phân khoáng lên trên bề mặt của than sinh học và bentonit;

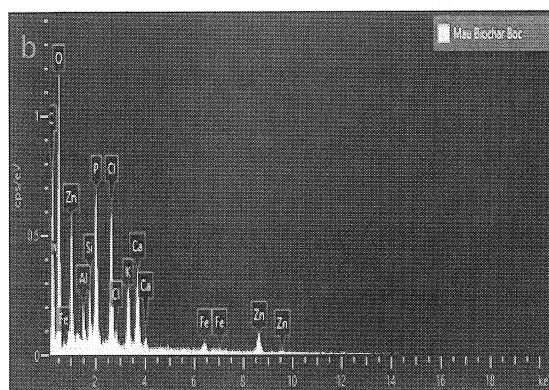
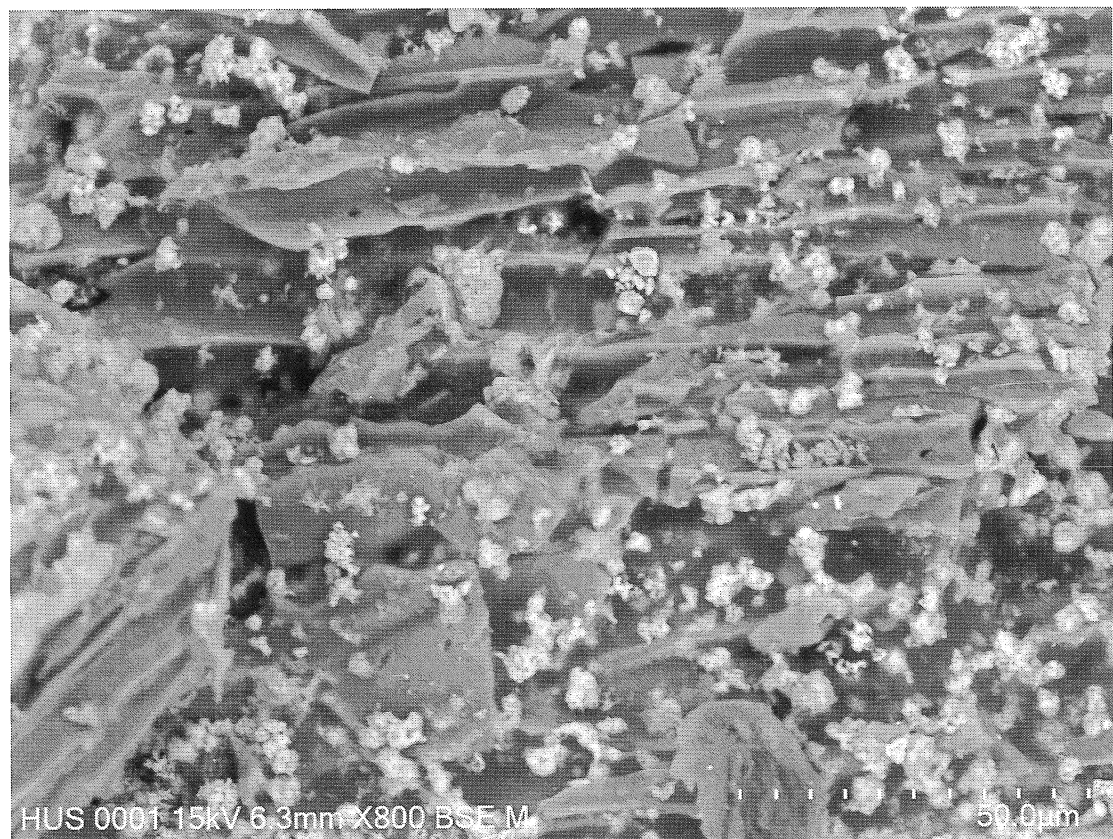
trộn đều hỗn hợp trên với dung dịch polyme natri alginat (2% w/V đã chuẩn bị ở bước iii)) theo tỉ lệ 1 : 1 về thể tích cho đến khi thu được dung dịch đồng nhất;

nhỏ từ từ hỗn hợp thu được vào dung dịch CaCl_2 có nồng độ mol 0,25M để tạo viên phân bón;

tách lấy hạt phân bón sau 24 giờ, mang sấy khô và thu được những viên phân có kích thước khoảng 3 - 4 mm.

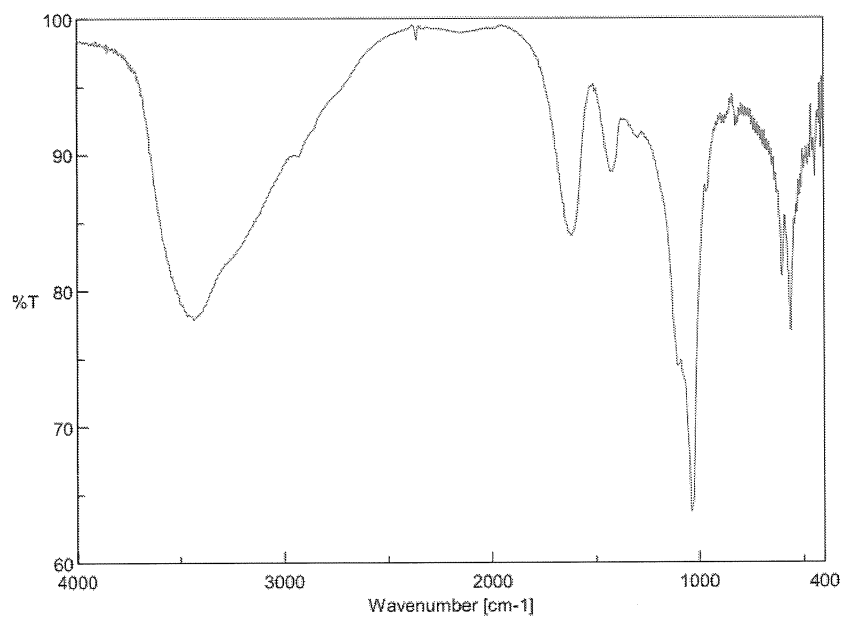
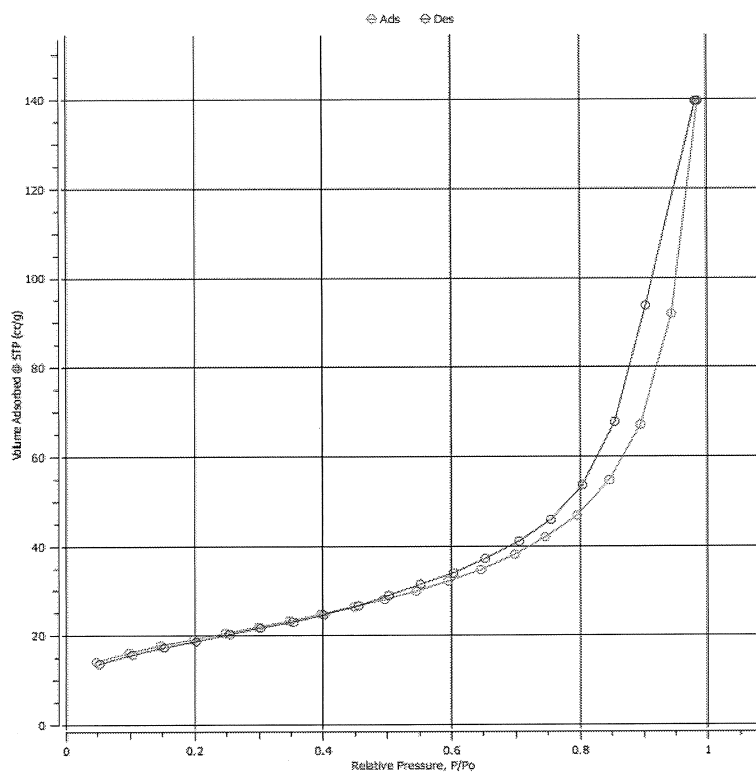


Hình 1.



Mau Biochar Boc			
Element	Line Type	Weight %	Weight % Sigma
O	K series	19,02	1,29
P	K series	3,67	0,29
Cl	K series	4,16	0,32
K	K series	8,01	0,72
Ca	K series	6,23	0,52
Zn	K series	10,58	1,85
Si	K series	1,72	0,2
Al	K series	1,20	0,18
Fe	K series	1,80	0,45
C	K series	28,40	6,01
N	K series	15,21	1,25
Total		100,00	

Hình 2.

**Hình 3.****Hình 4.**