



Original Article

Effects of Silica-Biochar, Bentonite and Diatomite Ratios on Properties of Controlled Release Fertilizer

Nguyen Xuan Huan^{1,*}, Nguyen Ngoc Minh¹, Tran Minh Tien²

¹*VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

²*Soils and Fertilizers Research Institute, Duc Thang North Tu Liem, Hanoi, Vietnam*

Received 18 August 2023

Revised 04 October 2023; Accepted 07 December 2023

Abstract: Controlled slow release fertilizer (CRF) in this study was produced by mixing Silica-Biochar (SB), Bentonite (B), and Diatomite (D) at different ratios with N, P, K form customized crystal membrane to control the dissolution of N, P, K into water. Research results show that the mixing rate of SB and B significantly affects the pelleting process, decay rate, hardness, and air hygroscopicity of CRF fertilizer. The decay rate is more than 20% after 13 and 5 days and greater than 80% after 17 and 9 days, respectively with SB mixing ratio of 30 and 40%. The maximum hardness of CRF fertilizer was 3.2 kg/cm² and the smallest was 1.6 kg/cm² respectively with the SB used ratio of 30 and 40%. With the mixing rate of SB at 30%, the resulting CRF fertilizer has the smallest hygroscopicity. With the mixing rate of B at 5%, the resulting decay rate of CRF was the smallest. The mixing rate of B did not affect the air hygroscopicity of CRF fertilizers. The different mixing rates of diatomite used did not affect the decay rate, hardness, and air hygroscopicity of CRF fertilizers.

Keywords: Silica-Biochar, Bentonite, Diatomite, Fertilizer, Slow release.

* Corresponding author.

E-mail address: huannx@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuces.4982>

Ảnh hưởng của tỷ lệ Silica-Biochar, Bentonit và Diatomit đến một số tính chất của phân bón đa lượng chậm tan có kiểm soát

Nguyễn Xuân Huân^{1,*}, Nguyễn Ngọc Minh¹, Trần Minh Tiến²

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 18 tháng 8 năm 2023

Chỉnh sửa ngày 04 tháng 10 năm 2023; Chấp nhận đăng ngày 07 tháng 12 năm 2023

Tóm tắt: Phân bón chậm tan có kiểm soát (CRF) trong nghiên cứu này được sản xuất bằng cách phối trộn hỗn hợp Silica-Biochar (SB), Bentonit (B) và Diatomit (D) tại các tỷ lệ khác nhau với phân bón đa lượng N, P, K tạo thành màng tinh thể tùy biến để kiểm soát quá trình hoà tan N, P, K vào nước. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ SB và B sử dụng ảnh hưởng đáng kể đến quá trình tạo viên, tốc độ phân rã, độ cứng và độ hút ẩm không khí của phân CRF. Tốc độ phân rã > 20 % sau 13 và 5 ngày và đạt > 80% sau 17 và 9 ngày tương ứng với tỷ lệ SB sử dụng là 30 và 40%. Độ cứng của phân CRF đạt giá trị lớn nhất (3,2 kg/cm²) khi sử dụng 30% SB và đạt giá trị nhỏ nhất (1,6 kg/cm²) khi sử dụng SB đến 40%. Tỷ lệ SB sử dụng là 30% cho độ hút ẩm nhỏ nhất. Tỷ lệ B sử dụng là 5% thì tốc độ phân rã của CRF là nhỏ nhất. Tỷ lệ % B sử dụng không làm ảnh hưởng nhiều đến độ hút ẩm không khí của phân CRF. Các tỷ lệ % diatomit sử dụng khác nhau không làm ảnh hưởng nhiều đến tốc độ phân rã, độ cứng, độ hút ẩm không khí của phân CRF.

Từ khóa: Silica-Biochar, Bentonit, Diatomit, phân bón, chậm tan.

1. Mở đầu

Phân bón nhả chậm có kiểm soát (Controlled Release Fertilizer, CRF) được cộng đồng khoa học và Hiệp hội Phân bón quốc tế (IFA) xác nhận là một trong bốn hướng phát triển các loại phân bón mới có hiệu suất cao, tiết kiệm tài nguyên và giảm thiểu các tác động môi trường. Trên thế giới có rất nhiều các sản phẩm CRF được phát triển nhưng phổ biến nhất là các dạng CRF được phủ bọc bởi các polyme khác nhau. Việc sử dụng màng polyme để kiểm soát mức độ nhả của phân CRF bộc lộ một số nhược điểm là: thiếu tính linh hoạt, nhả không đúng thời điểm và không đúng

lượng theo nhu cầu của cây, có thể bị vô hiệu hóa năng lực nhả có kiểm soát trong môi trường đất với sự phức tạp của rất nhiều yếu tố lý hóa học đất và đưa một lượng đáng kể polyme vào đất gây ảnh hưởng nhất định đến sức khoẻ của đất [1]. Vì vậy, Nguyễn Xuân Huân và nnk (2023), đã sử dụng hỗn hợp các nguyên liệu gồm Silica-Biochar được phân tách từ rơm rạ với bentonit và diatomit ở các tỷ lệ phối trộn khác nhau để tạo màng tinh thể tùy biến có cơ chế đóng mở khoảng hở giúp kiểm soát tốt hơn khả năng nhả dinh dưỡng của phân và hạn chế tối đa việc sử dụng màng polyme [2]. Tuy nhiên việc thay đổi tỷ lệ của các vật liệu trên ảnh hưởng như thế

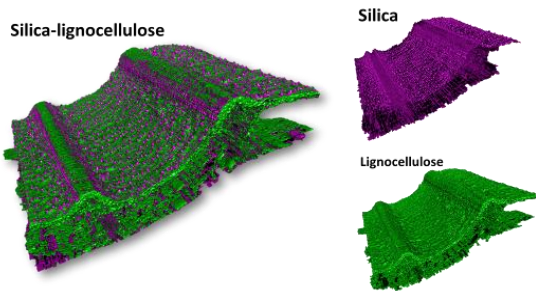
* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: huannx@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4982>

nào đến một số tính chất của phân CRF như tốc độ phân rã, độ cứng và độ hút ẩm của phân được đặt ra ở nghiên cứu này. Vì các tính chất này cũng liên quan mật thiết với tốc độ nhả dinh dưỡng của phân CRF.

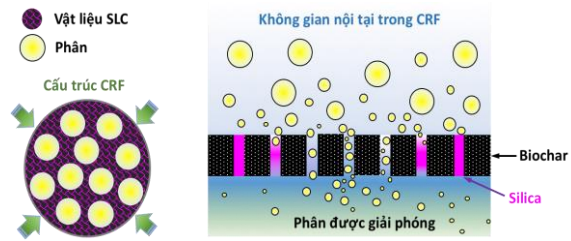
Rơm rạ là nguồn phụ phẩm nông nghiệp dồi dào và có thể tận dụng để sản xuất phân chậm tan thông minh [3]. Bản chất rơm rạ là một dạng composite tự nhiên với 2 hợp phần cơ bản là Lignocellulose và Silica - SLC (Hình 1) và composite này sẽ trở nên giá trị hơn khi được biochar hóa (nhiệt phân) để trở thành composite Silica - Biochar (SB). Do rơm rạ chứa rất nhiều các chất dinh dưỡng (N, P, K, Si,...) nên sau khi hình thành SB, bản thân dạng composite này trở thành 1 dạng phân chậm tan có kiểm soát và có thể tùy biến tốc độ nhả. Nguyen (2021) [3] cho rằng: SB có 2 thành phần với 2 chức năng riêng biệt trong đó biochar với cấu trúc xốp rỗng cung cấp không gian chứa khoáng chất dinh dưỡng, silica có tốc độ hòa tan nhanh hơn sẽ hình thành các "cửa sổ" dẫn truyền và giải phóng phân.



Hình 1. Hình ảnh chụp cắt lớp vật liệu SLC từ rơm rạ [3].

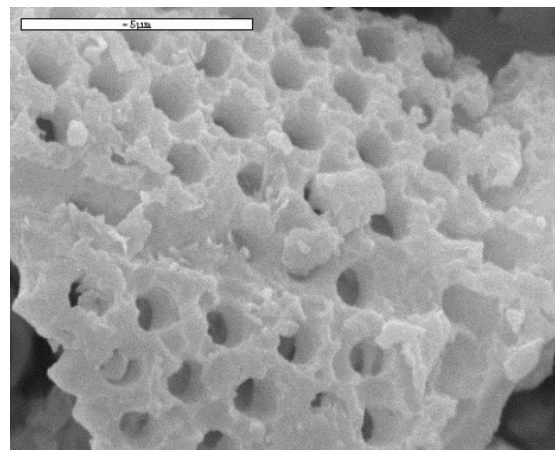
Nghiên cứu của Nguyen và cs (2015) [4] cho thấy, nếu các bon hữu cơ bị "bắt giữ" bởi khung silica thì điều tương tự cũng sẽ diễn ra đối với NPK và nhiều nguyên tố hóa học khác. Khi NPK khu trú ở một bộ phận nào đó, nếu quá trình tạo khung silica diễn ra mạnh, NPK có thể bị "nhốt" vào cấu trúc khung silica được hình thành. Với cơ chế trên, SB có thể phối trộn với phân thương phẩm để tạo ra các CRF có khả năng tùy biến tốc độ nhả phân. Tuy nhiên, khả năng kết dính thấp và cấu trúc vi mao quản kém đồng nhất là những nhược điểm của composite SB để tạo ra những

thương phẩm CRF có chất lượng và năng lực hoạt động như mong muốn. Vì vậy, cần có sự bổ trợ thêm các hoạt chất kết dính và tăng cường năng lực dẫn truyền phân. Các khoáng vật tự nhiên như diatomit và bentonit là những vật liệu đặc biệt phù hợp cho mục đích này.



Hình 2. Mô tả cấu trúc CRF trên nền vật liệu SB và cơ chế phân hủy, giải phóng phân NPK từ CRF [2].

Sử dụng diatomit có các đặc tính vật lý độc đáo như độ thấm và độ xốp cao (35-65%) [5], kích thước hạt nhỏ, độ dẫn nhiệt và mật độ thấp [6] và diện tích bề mặt cao [7]. Các tính chất của bề mặt diatomite như: độ hòa tan, điện tích, độ axit, khả năng trao đổi và hấp phụ ion, bị chi phối rất nhiều bởi sự hiện diện của nước, được kết nối một phần cấu trúc với lưới tinh thể của diatomite, tạo thành các nhóm hydroxyl hoạt động trên đó [8]. Với đặc tính như trên, diatomit đóng vai trò cấu trúc khung với hệ vi mao quản lớn để tạo các kênh dẫn truyền cho phép nước và phân NPK hòa tan đi qua kênh (Hình 3).



Hình 3. Diatomit với với hệ vi mao quản lớn tạo các kênh dẫn [2].

Màng tinh thể tùy biến kích thước vi mao quản được phát triển dựa trên việc phối trộn giữa 2 loại khoáng vật tự nhiên là diatomite và bentonit kết hợp với SB. Diatomit có hệ vi mao quản lớn để tạo các kênh dẫn truyền cho phép nước và phân NPK hòa tan đi qua. Bentonit có kích thước nhỏ nên có thể xâm nhập vào hệ vi mao quản của diatomit để tạo thành các “chướng ngại vật” có khả năng bịt các kênh dẫn của diatomit, ngăn chặn dòng di chuyển của nước và phân NPK. Bentonit có tính chất co trương ở các mức độ khác nhau do đó tác dụng sẽ kiểm soát độ mở của các kênh dẫn và khả năng nhả phân NPK.

2. Nguyên liệu và phương pháp

2.1. Nguyên liệu

Phân NPK: phân NPK được nghiền nhỏ ~ 0,5 mm và phối trộn từ phân urê ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (46,3% N) với phân DAP 18-46 (18% N và 46% P_2O_5) và phân Kali clorua (60% $\text{K}_2\text{O}_{\text{hh}}$) theo tỷ lệ (% về khối lượng) giữa urê: DAP: KCl là 1,30:1,45:1.

Rơm để phân tách tạo SB: rơm được phơi khô, cắt nhỏ (~3 cm), sấy khô ở nhiệt độ 70 °C, nghiền nhỏ hơn 0,5 mm và đốt yếm khí ở 600 °C trong thời gian 1 giờ để thu được SB. Thành phần SB có đặc tính hoá lý cơ bản như hàm lượng Si, Mg, P, K, Ca và As tương ứng là 30,567; 10,708; 12,934; 30,569; 31,274 và 0,032 mg g^{-1} khi chiết rút bằng nước cường thủy.

Chất kết dính và nước (có nồng độ 10% chất kết dính): chất kết dính được lựa chọn là polymer

nguồn gốc tự nhiên (tinh bột và polysaccharide từ sinh vật biển) và các sản phẩm biến tính của nó với các nhóm chức phosphate/sulfonate/carbonate/ NH_2 hoặc lignin đã được phối trộn với PVA, PLA với tỉ lệ phù hợp. Chất kết dính này đảm bảo: i) Có độ ưa nước/kỵ nước phù hợp cho phép có ái lực tốt với cả phân khoáng NPK (ưa nước) và SLC (kỵ nước/tương đối kỵ nước); và ii) giàu các nhóm chức $-\text{OH}/\text{PO}_4^{3-}/\text{SO}_3^{2-}/\text{CO}_3^{2-}/\text{NH}_2$ giúp cho việc lưu giữ K^+ cũng như “trả lời” khi tín hiệu thay đổi pH từ môi trường được phát đi. Nhằm làm tăng độ kết dính (lưu giữ) SLC và NPK (đặc biệt là urea) trong chất nền.

Diatomit: Diatomit lấy từ Tuy Hòa, Phú Yên được phơi khô và nghiền nhỏ ~ 0,5 mm. Diatomit có dung tích trao đổi cation (CEC) là 30 cmolc.kg^{-1} và có phản ứng axit yếu ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,2$), kích thước > 20 μm ~ 75%, kích thước sét (< 2 μm) ~ 14%.

Bentonit: Bentonite lấy từ Di Linh, Lâm Đồng được phơi khô và nghiền nhỏ ~ 0,5 mm, có $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,4$ và hàm lượng chất hữu cơ 1,9%, khả năng trao đổi cation (144 me 100 g^{-1}), hàm lượng sét (< 2 μm) (6,7%), cấp hạt có kích thước 2-6,3 μm chiếm 14,6%, cấp hạt 6,3-20 μm chiếm 17,2% và cấp hạt > 20 μm chiếm đến 61,4%.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tạo viên CRF

- Thành phần nguyên liệu tổng hợp viên CRF để khảo sát ảnh hưởng của của tỷ lệ SB sử dụng đến một số tính chất của phân CRF_{SB} được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu tổng hợp viên CRF_{SB} (% khối lượng)

| STT | Ký hiệu mẫu | Phân NPK | Silica-Biochar (SB) | Chất kết dính và nước | Diatomit | Bentonit |
|-----|-------------|----------|---------------------|-----------------------|----------|----------|
| 1 | CRF1 | 70 | 10 | 10 | 5 | 5 |
| 2 | CRF2 | 60 | 20 | 10 | 5 | 5 |
| 3 | CRF3 | 50 | 30 | 10 | 5 | 5 |
| 4 | CRF4 | 40 | 40 | 10 | 5 | 5 |
| 5 | CRF5 | 30 | 50 | 10 | 5 | 5 |

- Thành phần nguyên liệu tổng hợp viên CRF để khảo sát ảnh hưởng của của tỷ lệ bentonit sử

dụng đến một số tính chất của phân CRF_{B} được thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Thành phần nguyên liệu tổng hợp viên CRF_B (% khối lượng)

| STT | Ký hiệu mẫu | Phân NPK | Silica-Biochar (SB) | Chất kết dính và nước | Diatomit | Bentonit |
|-----|-------------|----------|---------------------|-----------------------|----------|----------|
| 1 | CRF6 | 52 | 30 | 10 | 5 | 3 |
| 2 | CRF7 | 50 | 30 | 10 | 5 | 5 |
| 3 | CRF8 | 48 | 30 | 10 | 5 | 7 |
| 4 | CRF9 | 46 | 30 | 10 | 5 | 9 |
| 5 | CRF10 | 44 | 30 | 10 | 5 | 11 |
| 6 | CRF11 | 42 | 40 | 10 | 5 | 3 |
| 7 | CRF12 | 40 | 40 | 10 | 5 | 5 |
| 8 | CRF13 | 38 | 40 | 10 | 5 | 7 |
| 9 | CRF14 | 36 | 40 | 10 | 5 | 9 |
| 10 | CRF15 | 34 | 40 | 10 | 5 | 11 |

- Thành phần nguyên liệu tổng hợp viên CRF để khảo sát ảnh hưởng của của tỷ lệ diatomit sử dụng đến một số tính chất của phân CRF_D được thể hiện ở Bảng 3.

Hỗn hợp phân NPK, tro từ rơm chứa SB, diatomit và bentonit theo các tỷ lệ % khối lượng tại các Bảng 1, 2 và 3 được trộn đều bằng máy. Lấy 50% lượng hỗn hợp trên đưa vào chảo vê viên, dùng bình phun chứa chất kết dính phun đều vào hỗn hợp trên. Lúc này điều chỉnh chảo

vê viên ở tốc độ quay 30 vòng/phút trong thời gian khoảng 20 phút. Điều chỉnh tốc độ quay của chảo vê viên lên 35 vòng/phút, sau đó tiếp tục vừa vê viên vừa phun chất kết dính và bổ sung dần dần 50% hỗn hợp nguyên liệu còn lại cho đến hết. Viên CRF tạo ra phải có kích thước từ 8-10 mm. Khi quá trình tạo viên đã được hoàn thành tiến hành điều chỉnh tốc độ quay của chảo vê viên lên 40 vòng/phút trong thời gian 20 phút để viên được tròn đều và nhẵn bóng hơn.

Bảng 3. Thành phần nguyên liệu tổng hợp viên CRF_D (% khối lượng)

| STT | Ký hiệu mẫu | Phân NPK | Silica-Biochar (SB) | Chất kết dính và nước | Diatomit | Bentonit |
|-----|-------------|----------|---------------------|-----------------------|----------|----------|
| 1 | CRF16 | 54 | 30 | 10 | 1 | 5 |
| 2 | CRF17 | 52 | 30 | 10 | 3 | 5 |
| 3 | CRF18 | 50 | 30 | 10 | 5 | 5 |
| 4 | CRF19 | 48 | 30 | 10 | 7 | 5 |
| 5 | CRF20 | 46 | 30 | 10 | 9 | 5 |
| 6 | CRF21 | 44 | 40 | 10 | 1 | 5 |
| 7 | CRF22 | 42 | 40 | 10 | 3 | 5 |
| 8 | CRF23 | 40 | 40 | 10 | 5 | 5 |
| 9 | CRF24 | 38 | 40 | 10 | 7 | 5 |
| 10 | CRF25 | 36 | 40 | 10 | 9 | 5 |

2.2.2. Phương pháp xác định tốc độ phân rã

Phương pháp thử độ phân rã của CRF được thực hiện như sau: cân 10 g phân CRF đặt trong dụng cụ giỏ quay nhúng trong cốc 250 ml nước cất đặt trên bếp khuấy từ gia nhiệt ở 25 °C với

tốc độ quay 20 vòng/phút trong các khoảng thời gian từ 1 - 20 ngày. Thí nghiệm được bố trí lặp lại 3 lần để lấy kết quả trung bình. Độ phân rã của CRF được xác định là % khối lượng viên phân bị rã và khuếch tán ra khỏi giỏ.

2.2.3. Phương pháp xác định độ cứng

Độ cứng của CRF được xác định là lực gây vỡ viên ép theo đường kính (viên tròn). Được xác định bằng thiết bị đo độ cứng. Độ cứng của viên có thể được biểu diễn nhờ đại lượng H:

$$H = F/\pi dh$$

Trong đó: H (N/cm²): độ cứng của viên;

F (N): lực bẻ vỡ viên;

d (cm): đường kính viên;

h (cm): độ dày của viên.

Xác định độ cứng 10 viên, lấy kết quả trung bình.

2.2.4. Phương pháp xác định độ hút ẩm không khí (H_a)

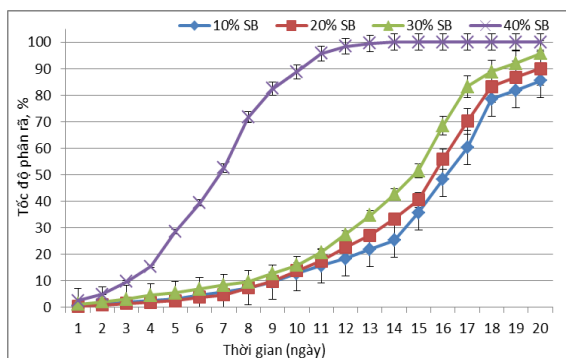
Cân khoảng 10 g CRF (m₁) để tự nhiên trong điều kiện không khí. Sau các khoảng thời gian 1 giờ tiến hành cân lại viên CRF (m₂) để xác định độ hút ẩm không khí của CRF. Thí nghiệm được bố trí lặp lại 3 lần để lấy kết quả trung bình. Độ hút ẩm không khí được xác định theo công thức sau:

$$H_a (\%) = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ SB sử dụng đến một số tính chất của phân CRF

3.1.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ SB sử dụng đến tốc độ phân rã của CRF

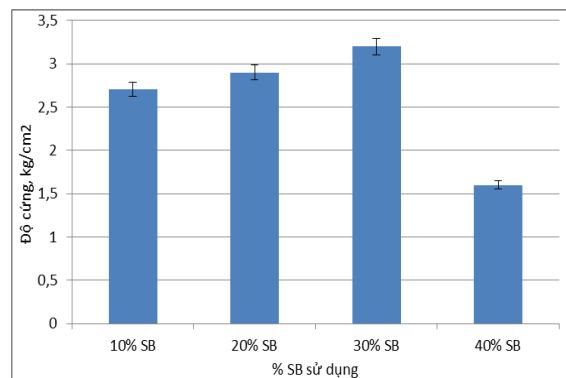


Hình 4. Ảnh hưởng của tỷ lệ % SB đến tốc độ phân rã của phân CRF theo thời gian.

Tốc độ phân rã trong nghiên cứu này được hiểu là hàm lượng viên phân bị vỡ rời, bóc tách ra khỏi viên CRF khi ngâm vào nước. Việc phân rã của viên CRF sẽ là một trong những nguyên nhân chính ảnh hưởng đến tốc độ nhả NPK của CRF. Với tỷ lệ SB sử dụng là 50% thì không thể tạo viên CRF được vì vậy tác giả không nghiên cứu tốc độ phân rã, độ cứng và độ hút ẩm của công thức thí nghiệm này. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ SB sử dụng đến tốc độ phân rã của CRF được thể hiện ở Hình 4.

Kết quả nghiên cứu ở Hình 4 cho thấy với tỷ lệ SB sử dụng từ 10-30% thì tốc độ phân rã của CRF không khác nhau nhiều. Tốc độ phân rã > 20% sau 13 ngày và đạt > 80% khối lượng sau 19; 18 và 17 ngày tương ứng với tỷ lệ SB sử dụng là 10; 20 và 30%. Nếu sử dụng tỷ lệ SB lên 40% thì tốc độ phân rã của CRF nhanh hơn rất nhiều so với sử dụng SB với tỷ lệ 10, 20 và 30%. Cụ thể sau 5 ngày tốc độ phân rã đã đạt > 20% và sau 9 ngày đã đạt > 80%.

3.1.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ SB sử dụng đến độ cứng của CRF



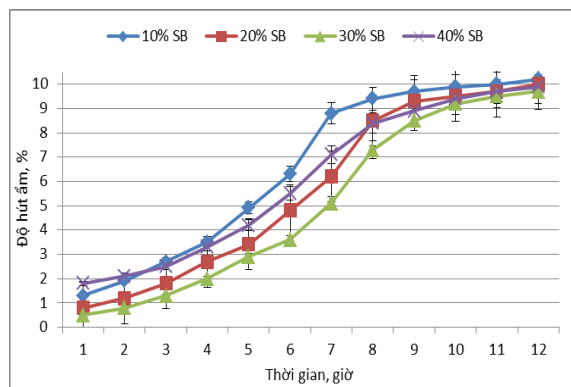
Hình 5. Ảnh hưởng của tỷ lệ % SB đến độ cứng.

Độ cứng của viên CRF đạt giá trị lớn nhất (3,2 kg/cm²) khi sử dụng 30% SB, cao hơn độ cứng của viên phân do nhóm tác giả Marzena Mikos-Szymańska (2019) 1,39 lần và đạt giá trị nhỏ nhất (1,6 kg/cm²) khi sử dụng SB đến 40% [9]. Độ cứng của viên CRF tăng dần từ 2,7-3,2 kg/cm² khi tăng tỷ lệ từ 10-30% nhưng lại giảm mạnh khi tăng % SB sử dụng đến 40%. Độ cứng lớn nhất của phân CRF tạo được kết quả nghiên

cứu này điều này có thể giải thích khi tỷ lệ SB sử dụng ít thì tỷ lệ phân NPK sử dụng nhiều cũng làm ảnh hưởng đến độ cứng của viên CRF. Nếu sử dụng SB quá nhiều thì ảnh hưởng rất lớn đến độ cứng của CRF do tro của rơm rạ có tính trợ, không kết dính nên rất dễ bị bỏ rời khi chịu tác động một lực nhỏ vào chúng.

3.1.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ SB sử dụng đến độ hút ẩm không khí (H_a) của CRF

Viên CRF sau khi được phơi khô không khí được để tự do ở dạng mở, tiếp xúc trực tiếp với không khí cho thấy viên phân bị hút ẩm trở lại. Sự hút ẩm này có thể do 2 nguyên nhân: do hút ẩm từ không khí hoặc do ure trong viên CRF tiếp xúc với oxi không khí và bị hoà tan (chảy nước) làm tăng độ ẩm của CRF. Cả hai nguyên nhân trên đều là yếu tố quan trọng quyết định đến tốc độ nhả NPK (đặc biệt là N) của CRF. Vì vậy, độ hút ẩm không khí của các công thức phân CRF được xác định dựa trên độ hút ẩm không khí và độ ẩm của viên phân CRF (do phần Ure tiếp xúc với oxi bị hòa tan). Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ SB sử dụng đến độ hút ẩm không khí (H_a) của CRF được thể hiện ở Hình 6.



Hình 6. Ảnh hưởng của tỷ lệ % SB đến độ hút ẩm của phân CRF theo thời gian.

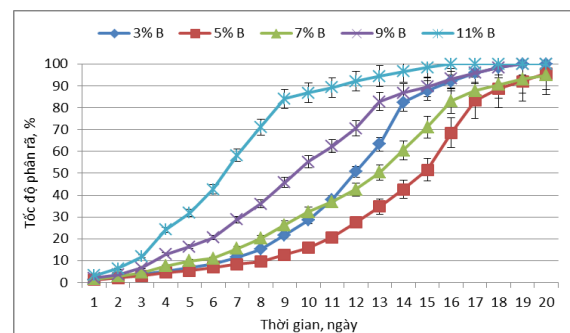
Kết quả nghiên cứu ở Hình 6 cho thấy tỷ lệ % SB sử dụng có ảnh hưởng đến khả năng hút ẩm của viên CRF. Tất cả các viên CRF được chế tạo bằng phương pháp này đều bị hút ẩm không khí nếu không được bảo quản trong túi kín. Sau 12 giờ để ngoài không khí thì viên CRF đều có độ hút ẩm đạt khoảng 10%. Tuy nhiên nếu so

sánh độ hút ẩm của các viên CRF khi sử dụng với tỷ lệ SB khác nhau thì sử dụng SB với tỷ lệ 30% cho độ hút ẩm ít nhất. Nếu sử dụng tỷ lệ SB là 40% viên CRF có độ hút ẩm nhanh và cao nhất trong 2 giờ đầu tiên sau đó độ hút ẩm kém hơn khi sử dụng tỷ lệ SB là 10% sau thời gian 3 giờ và độ hút ẩm kém hơn khi sử dụng tỷ lệ SB là 20% sau 8 giờ.

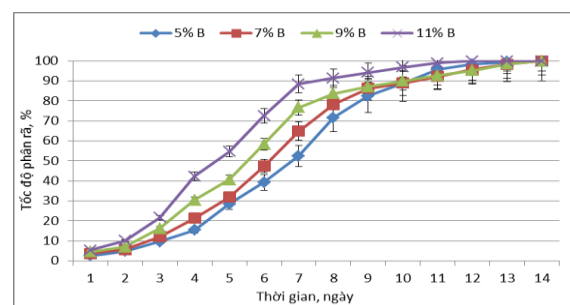
3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ bentonit (B) đến một số tính chất của phân CRF

3.2.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ bentonit (B) sử dụng đến tốc độ phân rã của CRF

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ B sử dụng đến tốc độ phân rã của CRF khi sử dụng 30% SB và 40% SB được thể hiện ở Hình 7 và Hình 8.



Hình 7. Ảnh hưởng của tỷ lệ % B đến tốc độ phân rã của phân CRF theo thời gian khi sử dụng 30% SB.

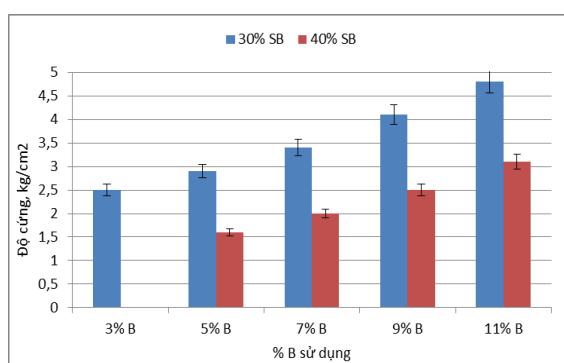


Hình 8. Ảnh hưởng của tỷ lệ %B đến tốc độ phân rã của phân CRF theo thời gian khi sử dụng 40% SB.

Với tỷ lệ SB sử dụng là 40%, chất kết dính và nước 10%, diatomit 5% và bentonit (B) 3% thì không thể tạo viên CRF được. Kết quả nghiên

cứ ở Hình 7 và 8 cho thấy với tỷ lệ B sử dụng là 5% thì tốc độ phân rã của CRF là nhỏ nhất ngay cả tỷ lệ SB sử dụng là 30 hoặc 40 %. Với tỷ lệ SB sử dụng là 30% thì sau 17 ngày tốc độ phân rã đạt > 80% khi sử dụng 5% B. Nếu sử dụng tỷ lệ % B là 3, 7, 9 và 11% thì tốc độ phân rã đạt > 80% tương ứng sau 14, 16, 13 và 9 ngày. Với tỷ lệ SB sử dụng là 40% thì chỉ sau 7-8 ngày tốc độ phân rã đã đạt > 80% ở tất cả tỷ lệ % B sử dụng từ 5-11%. Điều này có thể giải thích do bentonit là một loại khoáng sét nên nó có tính chất kết dính để hỗ trợ quá trình tạo viên CRF nên với bentonit sử dụng là 3% đã không đủ tạo sự kết dính tốt nhất nên ảnh hưởng đến sự gắn kết của viên CRF. Vì vậy khi ngâm chúng vào nước nó bị phân rã nhanh hơn. Tuy nhiên bentonit cũng có tính chất trương nở rất lớn khi gặp nước nên nếu sử dụng với liều lượng lớn thì nó lại tạo ra 1 lực đẩy làm vỡ viên CRF nên làm tăng tốc độ phân rã của CRF.

3.2.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ B sử dụng đến độ cứng của CRF



Hình 9. Ảnh hưởng của tỷ lệ % B đến độ cứng của phân CRF.

Kết quả nghiên cứu ở Hình 9 cho thấy khi tăng tỷ lệ % B thì độ cứng của viên CRF tăng dần cả 2 thí nghiệm đối với sử dụng 30 và 40% SB để làm phân CRF.

3.2.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ B sử dụng đến độ hút ẩm không khí (Ha) của CRF

Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ % B sử dụng không làm ảnh hưởng nhiều đến độ hút ẩm không khí của viên CRF. Độ hút ẩm không khí theo thời gian từ 1-12 giờ của viên CRF dao động

tương ứng từ 0,4-9,5% và 1,6-9,6% đối với phân CRF sử dụng 30% SB và 40% SB.

3.3. Ảnh hưởng của tỷ lệ diatomit (D) đến một số tính chất của phân CRF

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc thay đổi tỷ lệ % diatomit không làm ảnh hưởng nhiều đến tốc độ phân rã, độ cứng, độ hút ẩm không khí của viên CRF. Với viên CRF được sản xuất bằng 30% SB thì tốc độ phân rã đều đạt > 80% sau 17 ngày; độ cứng đạt từ 3-3,3 kg/cm² và độ hút ẩm không khí theo thời gian từ 1-12 giờ dao động từ 0,7-10%. Với viên CRF được sản xuất bằng 40% SB thì tốc độ phân rã đều đạt > 80% sau 9 ngày; độ cứng đạt từ 1,5-1,7 kg/cm² và độ hút ẩm không khí theo thời gian từ -12 giờ dao động từ 2,0-10,5%.

4. Kết luận

Tỷ lệ SB và B sử dụng ảnh hưởng đáng kể đến quá trình tạo viên, tốc độ phân rã, độ cứng và độ hút ẩm không khí của phân CRF. Tốc độ phân rã > 20% sau 13 ngày và đạt > 80% khối lượng sau 19; 18 và 17 ngày tương ứng với tỷ lệ SB sử dụng là 10; 20 và 30%. Với tỷ lệ SB sử dụng là 40% thì tốc độ phân rã của CRF sau 5 ngày đã đạt > 20% và sau 9 ngày đã đạt > 80%. Độ cứng của viên CRF đạt giá trị lớn nhất (3,2 kg/cm²) khi sử dụng 30% SB và đạt giá trị nhỏ nhất (1,6 kg/cm²) khi sử dụng SB đến 40%. Tỷ lệ B sử dụng là 5% thì tốc độ phân rã của CRF là nhỏ nhất. Với tỷ lệ SB sử dụng là 30% thì sau 17 ngày tốc độ phân rã đạt > 80%. Với tỷ lệ SB sử dụng là 40% thì sau 7-8 ngày tốc độ phân rã đã đạt > 80%. Tỷ lệ % B sử dụng không làm ảnh hưởng nhiều đến độ hút ẩm không khí của viên CRF. Tỷ lệ % diatomit không làm ảnh hưởng nhiều đến tốc độ phân rã, độ cứng, độ hút ẩm không khí của phân CRF.

Lời cảm ơn

Công trình được hoàn thành dưới sự hỗ trợ kinh phí của đề tài có mã số ĐTDL.CN-73/19. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] B. Azeem, K. K. Shaari, Z. B. Man, A. Basit, T. H. Trinh, Review on Materials & Methods to Produce Controlled Release Coated Urea Fertilizer, *Journal of Controlled Release*, Vol. 181, No. 10, 2014, pp. 11-21, <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2014.02.020>.
- [2] N. X. Huan, T. M. Tien, T. T. M. Thu, NPK Release Rate as Affected by Temperature and Particle Size of Macronutrient Fertilizers Produced by Combining Rice Straw Based Silica - Biochar with Diatomite and Bentonite as a Customized Crystal Membrane, Vol. 2, 2023, pp. 32-41 (in Vietnamese).
- [3] N. N. Minh, Potential Use of Silica-Rich Biochar for the Formulation of Adaptively Controlled Release Fertilizers: A Mini Review, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 307, No. 20, 2021, pp. 127188, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127188>.
- [4] N. N. Minh, S. Dultz, F. Picardal, B. T. K. Anh, P. V. Quang, J. Schieber, Release of Potassium Accompanying the Dissolution of Rice Straw Phytolith, *Chemosphere*, Vol. 119, 2015, pp. 371-376, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.06.059>.
- [5] H. Jianyin, N. R. Kankanamge, C. Chow, D. T. Welsh, T. Li, P. R. Teasdale, Removing Ammonium from Water and Wastewater Using Cost - Effective Adsorbents, A Review, *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 63, 2018, pp. 174-197, <https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.09.009>.
- [6] G. Djamel, B. Ghernaout, A. Boucherit, Effect of pH on Electrocoagulation of Bentonite Suspensions in Batch Using Iron Electrodes, *Journal of Dispersion Science and Technology*, Vol. 29, Iss. 9, 2008, <https://doi.org/10.1080/01932690701857483>.
- [7] C. Fernandes, P. Catrinescu, P. A. Castilho, M. R. Russo, C. C. Breen, Catalytic Conversion of Limonene Over Acid Activated Serra De Dentro (SD) Bentonite, *Applied Catalysis A General*, Vol. 318, No. 20, 2007, pp. 108-120, <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2006.10.048>.
- [8] L. Zhiwen, Z. Chen, S. Liu, A Study on Adsorption Ammonia Nitrogen of Diatomite Modified by Microwave, *Advanced Materials Research*, Vol. 602-604, 2012, pp. 1211-1214, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.602-604.1211>.
- [9] M. M. Szymańska, S. Schab, P. Rusek, K. Borowik, P. Bogusz, M. Wyzińska, Preliminary Study of a Method for Obtaining Brown Coal and Biochar Based Granular Compound Fertilizer, *Waste and Biomass Valorization*, Vol. 10, 2019, pp. 3673-3685, <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-019-00655-4> (accessed on: August 10th, 2023).