

# ẢNH HƯỞNG CỦA BÓN THAN SINH HỌC VÀ PHÂN HỮU CƠ ĐẾN HÀM LƯỢNG LÂN THÀNH PHẦN VÀ NĂNG SUẤT LÚA TRÊN ĐẤT PHÈN

Đoàn Thị Trúc Linh<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Kim Phượng<sup>1</sup>, Châu Minh Khôi<sup>1\*</sup>

## TÓM TẮT

Lân trong đất hiện diện trong các thành phần khác nhau có mức độ hữu dụng cho cây trồng khác nhau. Việc áp dụng các biện pháp quản lý đất phù hợp có thể làm gia tăng các dạng lân hữu dụng cho cây trồng. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của bón than sinh học và phân hữu cơ đến sự biến đổi các thành phần lân và năng suất lúa. Thí nghiệm trồng lúa trên đất phèn được tiến hành trong vụ Hè Thu 2018 và Đông Xuân 2018 - 2019 tại Bến Tre và Kiên Giang với ba nghiệm thức, bốn lần lặp lại và thiết kế theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên: (1) đối chứng (bón phân vô cơ), (2) bón phân vô cơ kết hợp phân hữu cơ (3 tấn/ha/vụ) và (3) bón phân vô cơ kết hợp than sinh học (10 tấn/ha/vụ), mẫu đất được thu vào thời điểm thu hoạch lúa vụ Đông Xuân 2018 - 2019. Kết quả ghi nhận giá trị pH đất giữa các nghiệm thức không có sự khác biệt. Tuy nhiên, nghiệm thức bón than sinh học làm tăng hàm lượng  $\text{NaHCO}_3\text{-Pi}$  và  $\text{NaOH-Pi}$  ở cả hai địa điểm và tăng hàm lượng  $\text{HCl-Pi}$  tại Kiên Giang. Bón phân hữu cơ có hiệu quả thấp hơn và không làm thay đổi các dạng lân trong đất. Sau hai vụ thí nghiệm, cả than sinh học và phân hữu cơ đều chưa cải thiện năng suất lúa có ý nghĩa thống kê, do đó cần thời gian dài hơn để đánh giá tác động tích lũy của các biện pháp này đối với sinh trưởng và năng suất lúa.

**Từ khóa:** P liên kết với  $\text{Fe}^{3+}$  hoặc  $\text{Al}^{3+}$ , P liên kết với  $\text{Ca}^{2+}$ , P thành phần, phân hữu cơ, than sinh học

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lân (P) là nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu, đóng vai trò quan trọng trong nhiều quá trình sinh lý - sinh hóa của cây trồng như chuyển hóa năng lượng (ATP, ADP), tổng hợp axit nucleic (DNA, RNA) và thúc đẩy sự phát triển của hệ rễ. Đối với cây lúa, P cần thiết trong giai đoạn đẻ nhánh, hình thành cơ quan sinh sản và phát triển hạt. Khi thiếu P, cây thường sinh trưởng chậm, rễ kém phát triển, số chồi hữu hiệu giảm, làm ảnh hưởng đáng kể đến năng suất (Jiaying *et al.*, 2022). Trong đất, P tồn tại ở nhiều dạng với mức độ hữu dụng khác nhau, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hấp thu của cây trồng. Stevenson và Cole (1999) đã ghi nhận rằng độ hữu dụng của P trong đất chịu ảnh hưởng bởi pH. Mức pH tối ưu cho cây trồng hấp thu P là khoảng 6 - 7. Khi  $\text{pH} < 6$ , P chủ yếu bị cố định bởi liên kết với  $\text{Fe}^{3+}/\text{Al}^{3+}$ , hoặc bị hấp phụ vào bề mặt oxit Fe/Al và khi  $\text{pH} > 7$ , P chủ yếu bị cố định bởi liên kết với  $\text{Ca}^{2+}$ . Phương pháp Hedley được sử dụng để xác định các dạng P trong đất với các bước trích lần lượt với  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  0,5 M,  $\text{NaOH}$  0,1 M,  $\text{HCl}$  1M. Trong mỗi bước trích, P tồn tại dưới hai dạng: P vô cơ (Pi) và P hữu cơ (Po). Pi thường được cây trồng hấp thu trực tiếp trong khi Po được vi sinh vật và rễ cây khoáng hóa thành Pi với xúc tác của enzyme phosphatase (Shen *et al.*, 2011). Trong các thành phần P,  $\text{H}_2\text{O-Pi}$  và  $\text{NaHCO}_3\text{-Pi}$  là dạng dễ hấp thu nhất đối với cây trồng, trong khi P liên kết với  $\text{Fe}^{3+}/\text{Al}^{3+}$  ( $\text{NaOH-P}$ ) và với  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{HCl-P}$ ) thường tồn tại ở dạng khó tan, làm giảm P dễ tiêu cho cây trồng (Hedley *et al.*, 1982).

Trên thực tế, nông dân thường bón P vô cơ với lượng

lớn hơn nhu cầu của cây lúa với mong muốn đạt được năng suất tối ưu. Tuy nhiên, chỉ có khoảng 7% P tồn tại ở dạng  $\text{H}_2\text{O-Pi}$  và  $\text{NaHCO}_3\text{-Pi}$ , phần lớn là P liên kết với oxit hoặc hydroxit của  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  để tạo thành các hợp chất P không hòa tan trên đất phèn (Phuong *et al.*, 2020a). Nhiều nghiên cứu đã áp dụng biện pháp bón than sinh học (biochar) để cải thiện hàm lượng P dễ tiêu trong đất phèn. Trong điều kiện ủ đất trong phòng thí nghiệm, nghiên cứu của Phuong và cộng sự (2020b) kết luận rằng than sinh học và phân hữu cơ có thể tăng pH và chuyển hóa từ P liên kết với oxit hoặc hydroxit của  $\text{Fe}^{3+}/\text{Al}^{3+}$  sang dạng P dễ tiêu. Ngoài ra, một nghiên cứu khác cho rằng bón than sinh học có thể tăng hàm lượng P dễ tiêu trong đất nhờ lượng P từ than sinh học (Xu *et al.*, 2016). Nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Phượng và cộng sự (2022) cho rằng chiều cao cây lúa có xu hướng cải thiện khi bón than sinh học và phân hữu cơ. Theo Huang và cộng sự (2019), hiệu quả của than sinh học đối với năng suất lúa phụ thuộc vào thời gian sử dụng cho thấy tác động tích lũy đóng vai trò quan trọng. Do đó, cần có thêm nghiên cứu khác để hiểu rõ hơn về cơ chế tác động của than sinh học và phân hữu cơ lên các dạng P trên đất phèn tại đồng bằng sông Cửu Long. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá ảnh hưởng của bón than sinh học và phân hữu cơ đến sự thay đổi các thành phần P trong đất và năng suất lúa.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Vật liệu nghiên cứu

Các thí nghiệm đồng ruộng được thực hiện trên đất

<sup>1</sup> Trường Đại học Cần Thơ

\* Tác giả liên hệ, email: cmkhai@ctu.edu.vn

phèn với hàm lượng P dễ tiêu ở mức thấp ( $P_{\text{Bray 2}}$  6,66 mgP/kg) tại Bến Tre và hàm lượng P dễ tiêu ở mức trung bình ( $P_{\text{Bray 2}}$  20,9 mgP/kg) tại Kiên Giang. Giá trị  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  (1:2,5) ở Bến Tre và Kiên Giang lần lượt là 4,64 và 4,65. Đất có sa cấu thịt pha sét với tỉ lệ là 1,93% cát, 56,2% thịt, 41,8% sét tại Bến Tre và 0,78% cát, 42% thịt, 57,2% sét tại Kiên Giang.

Than sinh học từ vỏ trấu, được nhiệt phân ở nhiệt độ tối đa là 700°C, do Công ty trách nhiệm hữu hạn Mai Anh, Đồng Tháp, Việt Nam sản xuất. Than sinh học có  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  7,7 (1:5), EC (1:5) 4,1 mS/cm, tổng lân 1.100 mgP/kg (trong đó, hàm lượng  $\text{H}_2\text{O}-\text{Pi}$ ,  $\text{NaHCO}_3-\text{Pi}$ ,  $\text{NaHCO}_3-\text{Po}$ ,  $\text{NaOH}-\text{Pi}$ ,  $\text{NaOH}-\text{Po}$ ,  $\text{HCl}-\text{Pi}$ , và P còn lại lần lượt là 314, 83,3, 0, 81,3 56,7, 192, và 371 mg P/kg). Than sinh học có hàm lượng tổng C 471 g/kg, N tổng số 4,72 g/kg, CEC 6,5 meq/100 g, K trao đổi 12,9 meq/100 g (Phuong *et al.*, 2020). Bên cạnh đó, phân hữu cơ sử dụng trong thí nghiệm được ủ từ bã bùn mía, được sản xuất bởi Công ty phân hữu cơ sinh học nhà nông, PPE tại Cần Thơ, Việt Nam.

Một số tính chất hóa học của phân hữu cơ được phân tích gồm  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  8,7 (1:5), EC (1:5) 17,1 mS/cm, tổng lân 11.000 mg P/kg (trong đó:  $\text{H}_2\text{O}-\text{Pi}$ ,  $\text{NaHCO}_3-\text{Pi}$ ,  $\text{NaHCO}_3-\text{Po}$ ,  $\text{NaOH}-\text{Pi}$ ,  $\text{NaOH}-\text{Po}$ ,  $\text{HCl}-\text{Pi}$  và P còn lại lần lượt là 468, 1123, 165, 3196, 1544, 4624, và 369 mg P/kg). Phân hữu cơ có chứa tổng C 154 g/kg, N tổng số 26 g/kg, CEC 66 meq/100 g, K trao đổi 15 meq/100 g (Phuong *et al.*, 2020).

Các loại phân vô cơ ure (46% đạm), supe lân (16%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), kali clorua (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ); Các giống lúa: OM6162; Tép Hành; OM5451.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm thực hiện tại tỉnh Bến Tre (9°58'22,51"N, 106°28'51,22"E) và tỉnh Kiên Giang (9°43'34,43"N, 105°10'55,06"E) qua hai vụ lúa liên tiếp, vụ Hè Thu 2018 từ tháng 06 đến tháng 09 năm 2018 và vụ Đông Xuân 2018 - 2019 từ tháng 10 năm 2018 đến tháng 01 năm 2019. Thí nghiệm được thiết kế theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên bao gồm 3 nghiệm thức, 4 lần lặp lại. Các nghiệm thức bao gồm 1 (đối chứng): bón phân vô cơ; 2 (phân hữu cơ): bón phân vô cơ kết hợp phân hữu cơ (3 tấn/ha/vụ); 3 (than sinh học): bón phân vô cơ kết hợp bón than sinh học (10 tấn/ha/vụ). Diện tích các ô thí nghiệm là 48 m<sup>2</sup> (dài × rộng, 6 m × 8 m), được ngăn cách bằng bờ bao cao 40 cm và rộng 30 cm để ngăn chặn sự di chuyển của nước và phân bón giữa các ô.

Tại Bến Tre, các giống lúa được gieo sạ là OM6162 cho vụ Hè Thu 2018, và giống Tép Hành cho vụ Đông

Xuân 2018 - 2019, áp dụng phương pháp sạ hàng. Tại Kiên Giang, giống lúa OM5451 được gieo sạ cho cả hai vụ liên tiếp. Mật độ giống gieo sạ của hai điểm thí nghiệm là 150 kg/ha/vụ. Các nghiệm thức của hai địa điểm được bón cùng một công thức phân bón vô cơ 100 N - 60  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 30  $\text{K}_2\text{O}$  (kg/ha/vụ). Phân vô cơ sử dụng trong thí nghiệm bao gồm ure (46% đạm), supe lân (16%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), kali clorua (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ). Toàn bộ phân lân được bón lót trước khi sạ. Phân đạm được bón 20% vào thời điểm 7 ngày sau khi sạ (NSKS), lượng còn lại được chia đều cho mỗi lần bón vào thời điểm 20 và 40 NSKS. Phân K được bón vào thời điểm 20 và 40 NSKS với lượng bằng nhau cho mỗi lần bón. Than sinh học (10 tấn/ha/vụ) được rải đều trên mặt ruộng trước khi sạ và cày xới để trộn đều vào đất đến độ sâu 0 - 15 cm. Phân hữu cơ được bón với liều lượng 3 tấn/ha/vụ vào thời điểm trước khi xuống giống và cũng được trộn đều vào đất tương tự như bón than sinh học.

### 2.2.2. Phương pháp thu mẫu và phân tích đặc tính hóa học đất

#### a) Phương pháp thu mẫu đất và xử lý đất

Mẫu đất được thu cho mỗi ô thí nghiệm tại 5 vị trí hoàn toàn ngẫu nhiên, ở độ sâu 0 - 20 cm, vào thời điểm thu hoạch lúa của vụ Đông Xuân 2018 - 2019. Các mẫu đất trong cùng một ô được trộn đều để lấy mẫu đại diện cho từng lặp lại của mỗi nghiệm thức trên ruộng thí nghiệm. Mẫu đất được phơi khô không khí và nghiền qua rây kích cỡ 0,5 mm để phân tích chỉ tiêu pH, và P thành phần trong đất.

#### b) Phương pháp phân tích đặc tính hóa học đất

Các mẫu đất được phân tích tại phòng thí nghiệm Phi Nhiêu Đất - Khoa Khoa học Đất - Trường Nông nghiệp, trường Đại học Cần Thơ.

pH đất được trích với tỉ lệ đất:nước (1:2,5) và đo bằng pH kế (TCVN 5979:2007).

Hàm lượng P thành phần trong đất được xác định qua 5 bước trích (Hedley *et al.*, 1982). Cân 0,5 g đất khô được trích lần lượt với 30 mL nước khử khoáng, 30 mL  $\text{NaHCO}_3$  0,5 M (pH 8,5), 30 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M và 30 mL  $\text{HCl}$  1M. Ở mỗi bước trích, hỗn hợp đất được lắc ở 120 vòng/phút trong 16 giờ, ly tâm ở 8.000 xg trong 10 phút và lọc qua giấy lọc. Hàm lượng Pi trong mỗi bước trích được đo bằng phương pháp so màu xanh molybden ở bước sóng 880 nm. Đối với P tổng (Pt) từ dung dịch trích  $\text{NaHCO}_3$  và  $\text{NaOH}$ , hút 15 mL của mỗi dung dịch và vô cơ với hỗn hợp  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đậm đặc và  $\text{HClO}_4$  ở 150 - 200°C, sau đó điều chỉnh pH về 4 - 5, và tiếp tục so màu xanh molybden ở bước sóng 880 nm. Hàm lượng Po trong mỗi bước trích được tính bằng chênh lệch giữa

Pt và Pi trong cùng dung dịch trích. P còn lại trong đất được vô cơ hóa bằng hỗn hợp H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - HClO<sub>4</sub> (4:1, v:v).

c) Phương pháp thu năng suất lúa

Trong vụ Đông Xuân 2018-2019, năng suất lúa thực tế được xác định trên khung diện tích 5 m<sup>2</sup> của mỗi ô thí nghiệm và quy đổi về ẩm độ 14%.

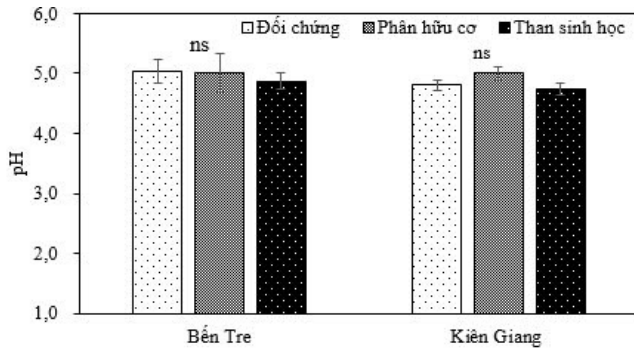
2.2.3 Phân tích số liệu

Số liệu được phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS phiên bản 20.0, so sánh các giá trị trung bình giữa các nghiệm thức và phân tích phương sai (ANOVA) để đánh giá sự khác biệt giữa các giá trị trung bình bằng phép kiểm định DUNCAN ở mức ý nghĩa 5%.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của than sinh học và phân hữu cơ đến giá trị pH, P thành phần trong đất cuối vụ Đông Xuân 2018 - 2019

3.1.1 Giá trị pH



Hình 1. Ảnh hưởng của than sinh học và phân hữu cơ đến giá trị pH đất

Ghi chú: ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Kết quả hình 1 ghi nhận giá trị pH đất giữa các nghiệm thức biến động trong khoảng 4,9 - 5,0 tại Bến Tre và 4,8 - 5,0 tại Kiên Giang. Nghiệm thức bón than

sinh học có giá trị pH đất khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng tại cả hai địa điểm. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây cho thấy bón than sinh học không cải thiện có ý nghĩa giá trị pH đất (Nguyễn Thị Kim Phượng và cs., 2022; Đặng Duy Minh và cs., 2020). Tại Kiên Giang, bón phân hữu cơ cho thấy xu hướng tăng nhẹ giá trị pH đất, mặc dù khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Kết quả này có thể do trong nguyên liệu bã bùn mía có hàm lượng Ca<sup>2+</sup> cao (Dương Minh Viễn và cs., 2011).

3.1.2. Các thành phần P trong đất

Kết quả bảng 1 ghi nhận bón than sinh học tăng có ý nghĩa thống kê các thành phần P trong đất như NaHCO<sub>3</sub>-Pi, NaOH-Pi so với nghiệm thức đối chứng. Ở cả hai địa điểm thí nghiệm, bón than sinh học tăng có ý nghĩa hàm lượng NaHCO<sub>3</sub>-Pi trong đất từ 220 - 280% so với nghiệm thức đối chứng. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây ghi nhận than sinh học tăng hàm lượng NaHCO<sub>3</sub> từ 188 đến 200% (Alotaibi et al., 2021). Tuy nhiên, kết quả phân tích hàm lượng H<sub>2</sub>O-Pi cho thấy khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở cả hai địa điểm. Nghiệm thức bón phân hữu cơ có hàm lượng NaHCO<sub>3</sub>-Pi, NaOH-Pi thấp hơn nghiệm thức bón than sinh học ở cả hai địa điểm, và khác biệt không có nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng. Trong nghiên cứu này, than sinh học và phân hữu cơ lần lượt cung cấp 4 và 3,3 kg P/ha để tiêu vào trong đất, tương ứng với lượng bón 10 tấn/ha/vụ và 3 tấn/ha/vụ. Đáng chú ý, hàm lượng NaHCO<sub>3</sub>-Po trong nghiệm thức bón than sinh học giảm có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng, điều này có thể do bón than sinh học làm tăng cường hoạt động của enzyme phosphatase chuyển hóa NaHCO<sub>3</sub>-Po sang dạng NaHCO<sub>3</sub>-Pi (Jing et al., 2020).

Bảng 1. Ảnh hưởng của bón than sinh học và phân hữu cơ đến các thành phần P trong đất

Đơn vị: mgP/kg

Nghiệm thức	H <sub>2</sub> O-Pi	NaHCO <sub>3</sub> -Pi	NaHCO <sub>3</sub> -Po	NaOH-Pi	NaOH-Po	HCl-Pi	P còn lại
<b>Bến Tre</b>							
Đối chứng	1,7 ± 0,3	13,3 <sup>b</sup> ± 2,3	58,5 <sup>a</sup> ± 20,3	77,1 <sup>b</sup> ± 10,8	50,5 ± 7,4	46,1 ± 10,5	240 ± 39,1
Phân hữu cơ	2,1 ± 0,2	22,4 <sup>ab</sup> ± 3,6	38,9 <sup>ab</sup> ± 17,4	94,0 <sup>ab</sup> ± 10,2	52,8 ± 8,6	57,6 ± 17,4	255 ± 50,2
Than sinh học	2,1 ± 0,2	37,1 <sup>a</sup> ± 17,5	26,1 <sup>b</sup> ± 5,7	126 <sup>a</sup> ± 25,0	47,1 ± 8,3	56,1 ± 6,12	237 ± 21,6
<b>Kiên Giang</b>							
Đối chứng	2,3 ± 0,5	25,1 <sup>b</sup> ± 3,1	54,5 ± 11,6	103 <sup>b</sup> ± 6,2	40,4 ± 8,5	45,6 <sup>b</sup> ± 6,8	199 <sup>b</sup> ± 9,7
Phân hữu cơ	2,1 ± 0,2	25,6 <sup>b</sup> ± 2,3	55,3 ± 16,8	108 <sup>b</sup> ± 8,8	39,3 ± 8,0	52,7 <sup>ab</sup> ± 7,1	266 <sup>a</sup> ± 11,0
Than sinh học	2,9 ± 0,7	55,3 <sup>a</sup> ± 9,3	41,8 ± 12,6	147 <sup>a</sup> ± 15,1	39,4 ± 10,5	66,1 <sup>a</sup> ± 8,0	220 <sup>b</sup> ± 26,9

Ghi chú: Trung bình ± SD (n = 4); Đối chứng: bón phân vô cơ (100 N - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 30 K<sub>2</sub>O (kg/ha/vụ)); Phân hữu cơ: bón phân vô cơ (100 N - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 30 K<sub>2</sub>O (kg/ha/vụ)) kết hợp bón phân hữu cơ (3 tấn/ha/vụ); Than sinh học: bón phân vô cơ (100 N - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 30 K<sub>2</sub>O (kg/ha/vụ)) kết hợp bón than sinh học (10 tấn/ha/vụ). Các chữ cái khác nhau trong cùng 1 cột biểu thị các giá trị trung bình khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Kết quả bảng 1 cũng cho thấy hàm lượng NaOH-Pi cao nhất trong nghiệm thức bón than sinh học, kể đến là nghiệm thức bón phân hữu cơ và thấp nhất là nghiệm thức đối chứng. Bón than sinh học góp phần tăng có ý nghĩa thống kê hàm lượng NaOH-Pi với mức gia tăng lần lượt 163% và 143% tại Bến tre và Kiên Giang so với nghiệm thức đối chứng. Bón phân hữu cơ có xu hướng cải thiện hàm lượng NaOH-Pi trong đất, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng. Kết quả phân tích hàm lượng NaOH-Po trong đất ghi nhận khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Trong nghiên cứu trước đây cho rằng bón than sinh học tăng pH trong đất phèn, giúp chuyển hóa P cố định bởi liên kết với  $Fe^{3+}/Al^{3+}$  sang P dễ tiêu cho cây trồng (Phuong *et al.*, 2020b). Từ kết quả hình 1 cho thấy giá trị pH đất không thay đổi khi bón than sinh học. Do đó, sự gia tăng NaOH-Pi trong nghiệm thức bón than sinh học có thể chủ yếu đến từ nguồn NaOH-Pi sẵn có trong than sinh học và phân hữu cơ hơn là do tác động của pH. Trong nghiên cứu này, với lượng bón than sinh học 10 tấn/ha/vụ có thể cung cấp khoảng 1,38 kg tổng hàm lượng NaOH-Pi và NaOH-Po vào đất.

Về hàm lượng HCl-Pi là nhóm P bị cố định bởi liên kết với  $Ca^{2+}$ , kết quả nghiên cứu chỉ ghi nhận tăng có ý nghĩa thống kê trong nghiệm thức bón than sinh học tại Kiên Giang (Bảng 1). Kết quả nghiên cứu của Hong và Lu (2018) cho rằng bón than sinh học tăng hàm lượng P liên kết  $Ca^{2+}$ . Theo nghiên cứu của Phuong và cộng sự (2020a) chỉ ra rằng hàm lượng  $Ca^{2+}$  trao đổi và  $Ca^{2+}$  hòa tan trong đất ở nghiệm thức bón than sinh học cao hơn đáng kể so với các nghiệm thức bón phân hữu cơ. Hàm lượng  $Ca^{2+}$  và  $Mg^{2+}$  cao có thể thúc đẩy sự hình thành các hợp chất P liên kết với  $Ca^{2+}$  và  $Mg^{2+}$  (Chintala *et al.*, 2014). Do đó, sự gia tăng đáng kể HCl-Pi trong nghiệm thức có thể được giải thích bởi nguồn HCl-Pi từ than sinh học và sự gia tăng của  $Ca^{2+}$  hòa tan và trao đổi trong đất.

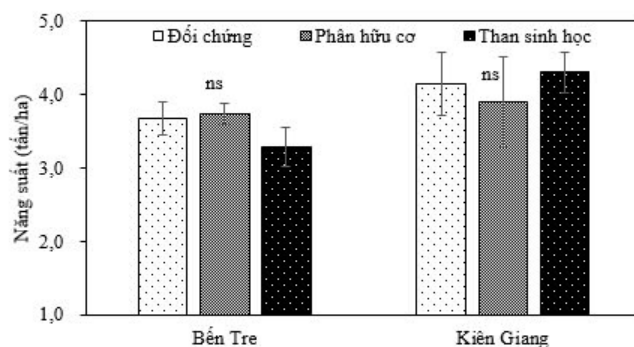
Shen và cộng sự (2011) đã nhấn mạnh rằng tính dễ tiêu của P trong đất phụ thuộc vào pH, nguồn gốc phân bón và biện pháp quản lý đất. Trong nghiên cứu này, các dạng P khó hấp thu đối với cây lúa như HCl-Pi và NaOH-Pi có thể đóng vai trò như nguồn P dự trữ trong đất. Khi điều kiện môi trường thuận lợi, đặc biệt là sự thay đổi pH và hoạt tính sinh học trong đất, các dạng P này có thể chuyển hóa một phần thành P dễ tiêu, góp phần cung cấp dinh dưỡng P cho cây lúa trong vụ kế tiếp. Theo Đỗ Thị Xuân và cộng sự (2021) cho rằng việc áp dụng tưới khô - ngập luân phiên kết hợp bón than sinh học có thể góp phần gia tăng pH từ đó nâng cao hiệu quả sử dụng P trong hệ thống canh tác lúa.

Hàm lượng P còn lại trong đất cao nhất trong nghiệm

thức bón phân hữu cơ và có sự khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức khác tại Kiên Giang. Tuy nhiên, hàm lượng P còn lại trong đất không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức tại Bến Tre.

### 3.2. Ảnh hưởng của bón than sinh học và phân hữu cơ đến năng suất lúa vụ Đông Xuân 2018 - 2019

Kết quả hình 2 ghi nhận năng suất lúa dao động lần lượt trong khoảng 3,29 - 3,73 và 3,9 - 4,3 tấn/ha tại Bến Tre và Kiên Giang và khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Kết quả này cho thấy mặc dù có sự thay đổi theo hướng gia tăng hàm lượng P hữu dụng trong đất nhưng sau hai vụ bón liên tiếp, cả than sinh học và phân hữu cơ đều chưa cải thiện có ý nghĩa năng suất lúa. Kết quả này có thể giải thích bởi bón than sinh học chưa tăng pH đất nên mặc dù cải thiện các thành phần P dễ tiêu trong đất nhưng năng suất lúa vẫn có thể bị giới hạn bởi các yếu tố bất lợi khác do pH đất thấp. Kết quả phân tích các thành phần P cũng đã ghi nhận hàm lượng P dễ bị cố định bởi liên kết với  $Fe^{3+}$  và  $Al^{3+}$  (NaOH-Pi và NaOH-Po) cao nhất, kể đến P dễ bị cố định bởi  $Ca^{2+}$  (HCl-Pi), trong khi P dễ tiêu ( $H_2O$ -Pi,  $NaHCO_3$ -Pi) có hàm lượng thấp nhất (Bảng 1). Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước đây cho rằng năng suất lúa được cải thiện với lượng bón than sinh học cao hơn với mức bón dao động trong khoảng 20 - 50 tấn/ha/vụ, do đó hiệu quả đạt được sau khi bón qua nhiều vụ canh tác (Zhao *et al.*, 2014; Chen *et al.*, 2016; Huang *et al.*, 2019). Trong điều kiện canh tác lúa đặc biệt trên đất phèn, quá trình tích lũy và chuyển hóa các dạng P khó tan (như NaOH-Pi, HCl-Pi) sang các dạng P dễ tiêu ( $NaHCO_3$ -Pi) có thể diễn ra chậm và cần thời gian dài để phát huy hiệu quả rõ rệt đối với năng suất lúa. Do đó, việc tiếp tục theo dõi trong các nghiên cứu dài hạn là cần thiết.



**Hình 2.** Ảnh hưởng của than sinh học và phân hữu cơ đến năng suất lúa

Ghi chú: Đối chứng: bón phân vô cơ (100 N - 60  $P_2O_5$  - 30  $K_2O$  (kg/ha/vụ)); Phân hữu cơ: bón phân vô cơ (100 N - 60  $P_2O_5$  - 30  $K_2O$  (kg/ha/vụ) kết hợp bón phân hữu cơ (3 tấn/ha/vụ); Than sinh học: bón phân vô cơ (100 N - 60  $P_2O_5$  - 30  $K_2O$  (kg/ha/vụ) kết hợp bón than sinh học (10 tấn/ha/vụ). khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa 5%.

## IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 4.1. Kết luận

Bón than sinh học qua hai vụ lúa liên tiếp cho thấy đã thay đổi thành phần P trong đất như gia tăng có ý nghĩa về hàm lượng  $\text{NaHCO}_3\text{-Pi}$  và  $\text{NaOH-Pi}$  trong đất ở cả hai địa điểm nghiên cứu. Bón phân hữu cơ không thay đổi khác biệt có ý nghĩa các thành phần P trong đất. Tuy nhiên, bón than sinh học và phân hữu cơ qua hai vụ chưa cho thấy hiệu quả có ý nghĩa trong việc cải thiện năng suất lúa.

### 4.2. Đề nghị

Cần có nghiên cứu dài hạn, được lặp lại qua nhiều vụ về hiệu quả bón than sinh học, góp phần tăng hiệu quả sử dụng P hướng tới canh tác lúa bền vững tại Đồng bằng sông Cửu Long. Đồng thời, cần nghiên cứu kết hợp bón than sinh học với giảm lượng phân lân vô cơ, hướng tới mục tiêu sử dụng phân bón hiệu quả và bền vững trong hệ thống canh tác lúa tại Đồng bằng sông Cửu Long.

### LỜI CẢM ƠN

Nhóm nghiên cứu chân thành cảm ơn chương trình nghiên cứu ODA (A-8), được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ (VN14-P6), bằng nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

**Đặng Duy Minh, Trần Anh Đức, Châu Minh Khôi và Trần Bá Linh**, 2020. Hiệu quả của chế phẩm cải tạo đất trong cải thiện đặc tính đất và sinh trưởng của lúa trong điều kiện đất nhiễm mặn. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 56: 159-168. <https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2020.081>.

**Nguyễn Thị Kim Phượng, Nguyễn Thị Huỳnh Như, Trần Anh Đức, Đặng Duy Minh, Đoàn Thị Trúc Linh và Châu Minh Khôi**, 2022. Ảnh hưởng của bón biochar đến sự thay đổi tính chất hóa học đất nhiễm mặn và năng suất lúa trên hệ thống lúa - tôm. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 435: 62-70.

**TCVN 5979:2007 (ISO 10390:2005)**. Tiêu chuẩn Quốc gia về Chất lượng đất - Xác định pH.

**Dương Minh Viễn, Trần Kim Tính, Võ Thị Gương**, 2011. *Út phân hữu cơ vi sinh và hiệu quả trong cải thiện năng suất cây trồng và chất lượng đất*. Nhà xuất bản Nông nghiệp. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65796-2>.

**Đỗ Thị Xuân, Trần Sỹ Nam, Nguyễn Hữu Chiếm, Nguyễn Quốc Khương, Phạm Thị Hải Nghi**, 2021. Ảnh hưởng của biochar và kỹ thuật quản lý nước lên một số đặc tính hóa học và sinh học đất cuối vụ lúa tại quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 57: 67-78. [10.22144/ctu.jsi.2021.030](https://doi.org/10.22144/ctu.jsi.2021.030).

**Alotaibi K.D., Arcand M., Ziadi N.**, 2021. Effect of biochar addition on legacy phosphorus availability in long-term cultivated arid soil. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 47 (8): 10.1186/s40538-021-00249-0.

**Chen D., Guo H., Li R., Li L., Pan G., Chang A. and Joseph S.**, 2016. Low uptake affinity cultivars with biochar to tackle Cd-tainted rice a field study over four rice seasons in Hunan, China. *Science of the Total Environment*, 541: 1489-1498. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.052>.

**Chintala R., Schumacher T.E., McDonald L.M., Clay D.E., Malo D.D., Papiernik S.K., Clay S.A., Julson J.L.**, 2014. Phosphorus sorption and availability from biochars and soil/biochar mixtures. *CLEAN - Soil, Air, Water*, 42: 626-634. <https://doi.org/10.1002/clen.201300089>.

**Hedley M.J., White R.E. and Nye P.H.**, 1982. Plant-induced changes in the rhizosphere of rape (*brassica napus var. emerald*) seedlings. *New Phytologist*, 91: 45-56. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1982.tb03291.x>.

**Hong C. and Lu S.**, 2018. Does biochar affect the availability and chemical fractionation of phosphate in soils? *Environmental Science and Pollution Research (international)*, 25: 8725-8734. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1219-8>.

**Huang M., Fan L., Jiang L., Yang S., Zou Y. and Uphoff N.**, 2019. Continuous applications of biochar to rice: Effects on grain yield and yield attributes. *Journal of Integrative Agriculture*, 18: 563-570. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(18\)61993-8](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(18)61993-8).

**Jing Y., Zhang Y., Han I., Wang P., Mei Q. and Huang Y.**, 2020. Effects of different straw biochars on soil organic carbon, nitrogen, available phosphorus, and enzyme activity in paddy soil. *Scientific Report*, 10: 8837. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65796-2>.

**Jiaying M., Tingting C., Jie L., Weimeng F., Baohua F., Guangyan L., Hubo L., Juncai L., Zhihai W., Longxing T.**, 2022. Functions of nitrogen, phosphorus and potassium in energy status and their influences on rice growth and development. *Rice Science*, 29: 166.

**Linh D.T.T., Khoi C.M., Ritz K., Sinh N.V., Phuong N.T.K., My H.M.T., Linh T.B., Minh D.D., Linh T.T., Toyota K.**, 2023. Effects of rice husk biochar and compost amendments on soil phosphorus fractions, enzyme activities and rice yields in salt-affected acid soils in the Mekong Delta, Viet Nam. *Agronomy*, 13: 1593.

**Phuong N.T.K., Khoi C.M., Ritz K., Linh T.B., Minh D.D., Duc T.A., Sinh N.V., Linh T.T. and Toyota K.**, 2020a. Influence of rice husk biochar and compost amendments on salt contents and hydraulic properties of soil and rice yield in salt-affected fields. *Agronomy*, 10: 1101-1120. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081101>.

**Phuong N.T.K., Khoi C.M., Ritz K., Sinh N.V., Tarao M., Toyota K.**, 2020b. Potential use of rice husk biochar and compost to improve p availability and reduce GHG emissions in acid sulfate soil. *Agronomy*, 10: 685-700. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050685>.

**Shen J., Yuan L., Zhang J., Li H., Bai Z., Chen X., Zhang W., Zhang F.**, 2011. Phosphorus dynamics: From Soil to Plant. *Plant Physiology*, 156: 997-1005. <https://doi.org/10.1104/pp.111.175232>.

Stevenson F.J. and Cole M.A., 1999. *Cycles of soils: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*. John Wiley & Sons (Eds.), 2<sup>nd</sup> edition, 427 pp.

Xu G., Zhang Y., Sun J., and Shao H., 2016. Negative interactive effects between biochar and phosphorus fertilization on phosphorus availability and plant yield in saline sodic soil. *Science of the Total Environment*, 568:

910-915. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.079>.

Zhao X., Wang J., Wang S. and Xing G., 2014. Successive straw biochar application as a strategy to sequester carbon and improve fertility: A pot experiment with two rice/wheat rotations in paddy soil. *Plant Soil*, 378: 279-294. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2025-9>.

## Effects of biochar and compost amendments on phosphorus fractions and rice yield in acid sulfate soil

Doan Thi Truc Linh, Nguyen Thi Kim Phuong, Chau Minh Khoi

### Abstract

Phosphorus in soil exists in different fractions that vary in their availability for plant uptake. The availability of phosphorus in soil may be enhanced by applying proper soil management practices. This study was conducted to evaluate the effects of biochar and compost amendments on soil phosphorus fractions and rice yield in acid sulfate soils. Rice cultivation experiments were carried out continuously over two cropping seasons (Summer-Autumn 2018 and Winter-Spring 2018 - 2019) in Ben Tre and Kien Giang provinces. The experiment consisted of three treatments with four replications, arranged in a randomized complete block design: (1) control (inorganic fertilizer only), (2) inorganic fertilizer combined with compost (3 tons/ha/crop), and (3) inorganic fertilizer combined with biochar (10 tons/ha/crop). Soil samples were collected at the Winter-Spring 2018 - 2019 harvest to analyze soil pH and phosphorus fractions. The results showed that soil pH did not differ significantly among treatments. Notably, biochar amendment significantly increased  $\text{NaHCO}_3\text{-Pi}$  and  $\text{NaOH-Pi}$  contents at both sites and enhanced  $\text{HCl-Pi}$  levels in Kien Giang. However,  $\text{H}_2\text{O-Pi}$ ,  $\text{NaOH-Po}$ , and  $\text{HCl-Po}$  contents did not differ significantly among treatments. Compost amendment had less impact than biochar and did not significantly alter soil phosphorus fractions compared with the control. Neither biochar nor compost amendments improved rice grain yield on acid sulfate soils over the two cropping seasons, suggesting that a longer amendment period may be required to reveal cumulative effects on rice growth and grain yield.

**Keywords:**  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  bound P,  $\text{Ca}^{2+}$  bound P, P fractions, compost, biochar

Ngày nhận bài: 31/3/2025

Người phản biện: TS. Hoàng Ngọc Thuận

Ngày phản biện: 21/6/2025

Ngày duyệt đăng: 28/8/2025

## ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA BÓN PHÂN DIAMONIUM PHOSPHATE TRỘN BỔ SUNG DICARBOXYLIC ACID POLYMER ĐẾN HẤP THU DINH DƯỠNG LÂN VÀ NĂNG SUẤT BẮP NGỌT NỮ HOÀNG (*Zea mays L. saccharata*)

Nguyễn Kim Quyên<sup>1\*</sup>, Đỗ Minh Khoa<sup>1</sup>

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 4 đến tháng 6/2025 tại khu thực nghiệm Trường Đại học Cửu Long nhằm đánh giá hiệu quả của bón phân DAP bổ sung DCAP (Dicarboxylic Acid Polymer) đến hấp thu lân và năng suất của giống bắp ngọt Nữ hoàng trong điều kiện nhà lưới. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 8 nghiệm thức với 4 lần lặp lại, mỗi lần lặp lại là 1 chậu. Lượng phân bón cho mỗi chậu gồm 1,7 g urê, 0,8 g KCl và 0,6 g DAP. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bón phân DAP-DCAP chưa thể hiện sự khác biệt rõ rệt về sinh trưởng trên cây bắp ngọt. Khối lượng bắp có lá bi đạt 189,3 g/bắp ở nghiệm thức bón 75% DAP-DCAP, tương đương với nghiệm thức bón 100% DAP-DCAP, cao hơn so với bón DAP thông thường, do đó giảm được 25% lượng phân DAP. Khi bón 100% DAP-DCAP làm gia tăng khối lượng bắp có và không có lá bi lần lượt là 17,5% và 13,7%, tổng lượng hấp thu lân trong cây bắp ngọt đạt cao nhất (49,5 g/cây) với hiệu quả sử dụng lân (PUE) đạt 23,1%. Lượng lân hấp thu của bắp ngọt có mối tương quan chặt với khối lượng bắp có và không có lá bi với hệ số tương quan  $r^2$  lần lượt là 0,67 và 0,74. Do đó, bón 100% DAP-DCAP được khuyến nghị nhằm gia tăng hấp thu lân và năng suất bắp ngọt Nữ hoàng.

**Từ khóa:** Bắp ngọt, DCAP, hiệu quả sử dụng lân, năng suất

<sup>1</sup> Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Cửu Long

\* Tác giả liên hệ, email: [nguyenkimquyen@mku.edu.vn](mailto:nguyenkimquyen@mku.edu.vn)