



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Khoa học đất

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.081

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

Đặng Duy Minh*, Trần Bá Linh, Trần Anh Đức và Châu Minh Khôi

Bộ môn Khoa học Đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: [Đặng Duy Minh \(email: ddminh@ctu.edu.vn\)](mailto:ddminh@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 24/03/2020

Ngày duyệt đăng: 11/05/2020

Title:

Efficiency of soil improvement products in ameliorating soil characteristics and rice growth in salt-affected areas

Từ khóa:

Chế phẩm cải tạo đất, độ mặn của đất, phân hữu cơ bã bùn mía, sản xuất lúa và than sinh học

Keywords:

Amendment products, biochar, rice production, soil salinity and sugarcane filtercake compost

ABSTRACT

Agricultural production and food production of the Mekong Delta have been forecasted to be greatly affected in the future due to climate change and impacts of saline intrusion. Practical strategies are needed in integrated management of land and crops to ensure food security. Field experiments in this study were conducted on triple rice cultivation farms in U Minh Thuong district, Kien Giang province and Thanh Phu district, Ben Tre province. These areas are at risk of water shortage and saline intrusion in the annual dry season. The experiments were conducted in a randomized complete block design of 4 treatments and 4 replicates. These treatments used soil improvement products including organic fertilizer, biochar and silica with the aim of maintaining soil quality and crop productivity in production compared to a control treatment. Results of field experiments showed that biochar application (10 tons/ha/crop) resulted in improvement of organic and available nitrogen content (18.7 mg N/kg) while application of sugarcane filter cake compost (5 tons/ha/crop) was only recorded its effect on the growth of rice compared to the control and silicon fertilizer treatments. Rice yields of experimental treatments were not significantly different after one studied cropping season. Further studies are needed to evaluate residual effects of these products on increasing the crop yield in cultivated areas predicted likely to be affected by drought and salinity in the future.

TÓM TẮT

Vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) được dự báo sẽ bị ảnh hưởng rất lớn trong tương lai do biến đổi khí hậu và tác động của xâm nhập mặn. Quản lý tổng hợp đất đai và cây trồng để đảm bảo nền nông nghiệp được thích ứng là thực sự cần thiết. Nghiên cứu này được triển khai trên nền đất canh tác lúa 3 vụ, bị nhiễm mặn ở huyện U Minh Thượng và Thạnh Phú của hai tỉnh Bến Tre và Kiên Giang, với 4 nghiệm thức và 4 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Các chế phẩm cải tạo đất bao gồm phân hữu cơ sản xuất từ bã bùn mía (PHC), than sinh học (biochar) và phân silic được sử dụng nhằm mục tiêu duy trì chất lượng đất và năng suất lúa. Bón than sinh học 10 tấn/ha/vụ cải thiện có ý nghĩa về hàm lượng đạm hữu dụng (18,7 mg N/kg) và chất hữu cơ trong đất, trong khi bón PHC 5 tấn/ha/vụ chỉ có hiệu quả lên sự sinh trưởng của cây lúa so với nghiệm thức đối chứng và bón phân silic. Năng suất lúa của các nghiệm thức chưa có sự khác biệt ý nghĩa qua một vụ thí nghiệm. Cần có những nghiên cứu tiếp theo để đánh giá hiệu quả lưu tồn của biochar và compost lên năng suất của cây trồng ở vùng được dự báo bị khô hạn và nhiễm mặn trong tương lai.

Trích dẫn: Đặng Duy Minh, Trần Bá Linh, Trần Anh Đức và Châu Minh Khôi, 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 Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học đất): 159-168.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề hạn và mặn ảnh hưởng rất nghiêm trọng đến sản xuất và sản lượng lúa gạo ở ĐBSCL. Đất sản xuất nông nghiệp và sản lượng lương thực sẽ kiệt quệ trong những thập kỷ tiếp theo do biến đổi khí hậu và tác động của xâm nhập mặn (Thanh, 2016). Để đảm bảo an ninh lương thực đòi hỏi phải có những biện pháp chiến lược trong quản lý tổng hợp đất đai và cây trồng. Sự biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn đang diễn ra hết sức thường xuyên và khắc nghiệt ở ĐBSCL gây thiệt hại cho hàng nghìn hecta lúa và hoa màu, do đó cần thiết phải đề xuất những giải pháp kỹ thuật có hiệu quả giúp cho việc canh tác trên nền đất lúa thích ứng với những điều kiện biến đổi khí hậu này.

Sử dụng phân hữu cơ để cải tạo đất đang ngày càng phổ biến vì đây là những biện pháp cải thiện đất bền vững hơn sử dụng phân bón hoá học. Hiện nay, ở ĐBSCL ngoài việc sử dụng rơm rạ để hoàn trả hữu cơ cho đất có nhiều nghiên cứu khác đã sử dụng cây phân xanh và phân compost để cải thiện đặc tính đất phèn và đất nhiễm mặn (Châu Minh Khôi và *ctv.*, 2014; Huỳnh Văn Quốc và *ctv.*, 2015). Kết quả nghiên cứu cho thấy bón phân hữu cơ và vôi giúp, giảm nồng độ Na trao đổi và giảm phần trăm natri trao đổi (ESP) của đất, đồng thời tăng đạm hữu dụng, lân dễ tiêu, kali trong đất ở điều kiện thí nghiệm nhà lưới (Lâm Văn Tân và *ctv.*, 2014). Tuy nhiên, việc áp dụng phân hữu cơ cải tạo đặc tính đất cho vùng đất nhiễm mặn trong điều kiện ngoài đồng cần phải có nghiên cứu tiếp theo để tăng tính ứng dụng của nghiên cứu trong thực tiễn.

Ứng dụng than sinh học (biochar) trong cải thiện đặc tính đất cũng đang trở nên phổ biến những năm gần đây (Lehmann and Joseph, 2009). Bón biochar vào trong đất được xem như một trong những công cụ hữu hiệu để cải thiện chất lượng đất, cải thiện hàm lượng chất hữu cơ trong đất và giảm thiểu phát thải khí nhà kính (khí CH₄ và N₂O) (Jia *et al.*, 2015; Kim *et al.*, 2015; Petter *et al.*, 2016). Một số nghiên cứu trước đây cho thấy rằng biochar có tiềm năng trong việc cải thiện đất mặn do biochar có chứa Ca²⁺ và Mg²⁺ (Laird *et al.*, 2010; Chaganti *et al.*, 2015), hai nguyên tố này giúp cải thiện việc trao đổi Na⁺ trong đất, đồng thời cải thiện cấu trúc đất từ đó gia tăng hiệu quả việc rửa Na⁺ ra khỏi dung dịch đất. Do đó, cần có nghiên cứu sâu hơn trong việc áp dụng biochar để cải tạo đất bị nhiễm mặn, từ đó có được giải pháp hiệu quả gia tăng năng suất cây trồng.

Bên cạnh việc sử dụng các vật liệu hữu cơ và biochar bón cho đất, bổ sung phân silic (Si) cũng có

thể gia tăng tính chống chịu của cây trồng với điều kiện bất lợi của môi trường (Artyszak and Kucińska, 2016). Silic không những giúp cải thiện độ hữu dụng của một số chất dinh dưỡng trong đất (Meena *et al.*, 2014), mà còn cải thiện được tính chống chịu điều kiện bất lợi của môi trường lên cây trồng (Heckman, 2013). Silic cũng có khả năng giảm thiểu tác động bất lợi của các yếu tố ngoại cảnh như độc tố kim loại nặng, mất cân bằng nước của cây trồng và môi trường nhiễm mặn (Adrees *et al.*, 2015).

Thí nghiệm đồng ruộng trong nghiên cứu này sử dụng phân hữu cơ sản xuất từ bã bùn mía, biochar và phân silic thương mại bón vào đất với mục tiêu tìm ra sản phẩm hiệu quả trong cải thiện đặc tính đất, duy trì sự sinh trưởng và năng suất lúa trong vùng canh tác lúa 3 vụ ở Bến Tre và Kiên Giang bị rủi ro nhiễm mặn trong mùa khô. Kết quả đạt được sẽ có khả năng áp dụng cho những hệ thống sản xuất nông nghiệp với điều kiện tương tự vùng nghiên cứu, đồng thời giúp cho các hệ thống sản xuất này bền vững hơn trong bối cảnh bất lợi của biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn ở ĐBSCL.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu nghiên cứu

Phân compost sử dụng trong thí nghiệm là phân hữu cơ được ủ hoai mục từ bã bùn thải của nhà máy sản xuất đường ở tại ĐBSCL. Kết quả phân tích một số thành phần hóa học chính trong phân compost như sau: pH (6,5 – 7,5), carbon hữu cơ (%C) (17,4), kali hòa tan (1,63%), canxi hòa tan (0,06%) và CEC (51,4 meq/100g).

Than sinh học được sử dụng trong thí nghiệm là loại biochar thành phẩm được sản xuất ở nhà máy tại ĐBSCL. Nguồn nguyên liệu để sản xuất biochar trong quy trình đốt yếm khí là vỏ trấu thải ra từ nhà máy xay xát lúa. Những đặc tính cơ bản của biochar được phân tích với các giá trị như sau: pH (6,2), carbon hữu cơ (%C) (13,3), kali hòa tan (51,0 mg/kg), canxi hòa tan (123 mg/kg) và Mg hòa tan (847 mg/kg).

Phân silic sử dụng trong thí nghiệm là loại phân thương mại đang được lưu hành trên thị trường với hàm lượng SiO₂ (65%). Phân được khuyến cáo giúp bổ sung silic và một số nguyên tố vi lượng cho cây trồng. Bón phân silic giúp cây phát triển khỏe, chịu hạn và mặn tốt. Ngoài Si là nguyên tố chính, hàm lượng một số nguyên tố vi lượng có trong sản phẩm phân silic như sau: K₂O (2%), Mg (1%), Mn (0,02%) và Zn (0,01%).

Nghiên cứu được thực hiện tại xã Thạnh Yên, huyện U Minh Thượng – Kiên Giang và xã Hòa Lợi, huyện Thạnh Phú – Bến Tre trong vụ Hè Thu 2018. Các thí nghiệm được thực hiện trên loại đất sét pha thịt với hàm lượng sét > 50% và hàm lượng cát < 2%. Hai địa điểm nghiên cứu là vùng sản xuất lúa 3 vụ của địa phương tuy nhiên gặp nhiều rủi ro do bị ảnh hưởng của nước mặn và thiếu nước tưới vào mùa khô.

2.2 Bố trí thí nghiệm đồng ruộng

Thí nghiệm đồng ruộng được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 nghiệm thức được bón các chế phẩm cải tạo đất khác nhau và 1 nghiệm thức đối chứng. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 4 lần. Mỗi lô thí nghiệm có diện tích là 48 m². Giữa các lô thí nghiệm được ngăn cách nhau bởi các bờ đất chắc chắn và thường xuyên được kiểm tra và gia cố để tránh rò rỉ nước giữa các lô thí nghiệm. Các nghiệm thức thực hiện ngoài đồng ruộng cụ thể như sau:

Nghiệm thức 1: Đối chứng (Canh tác lúa và bón phân hoá học theo công thức khuyến cáo)

Nghiệm thức 2: Bón phân hữu cơ (5 tấn/ha)

Nghiệm thức 3: Bón Biochar (10 tấn/ha)

Nghiệm thức 4: Bón phân có chứa Silic (100 kg/ha)

Thí nghiệm sử dụng giống lúa nông dân đang canh tác ở địa phương gồm OM6162 (Thạnh Phú) và OM5451 (U Minh Thượng) với lượng giống sử dụng gieo sạ trong các lô thí nghiệm tương đương 150 kg/ha. Phân bón hoá học khuyến cáo cho lúa được áp dụng cùng một lượng giống nhau (kg/ha) là 100N-60P₂O₅-30K₂O cho tất cả bốn nghiệm thức của thí nghiệm. Phân hóa học được bón vào các thời điểm 10, 20 và 40 ngày sau khi sạ lúa (NSKS). Các nghiệm thức với biện pháp bón cải tạo đất, vật liệu cải tạo được bón tại thời điểm 2 tuần trước khi gieo hạt lúa giống.

2.3 Phương pháp thu mẫu thí nghiệm

Thu mẫu mẫu đất ban đầu: Trước khi tiến hành thí nghiệm đồng ruộng, mẫu đất đại diện cho hai địa

điểm nghiên cứu được lấy bằng khoan tay ở độ sâu 0-20 cm. Mẫu đất được lấy ở 5 điểm ngẫu nhiên trên ruộng sau đó được trộn đều để lấy mẫu đại diện cho điểm thí nghiệm. Ba mẫu đất được thu ở mỗi điểm thí nghiệm được sử dụng để phân tích các chỉ tiêu hoá học.

Thu mẫu đất trong giai đoạn thực hiện thí nghiệm: Sau khi bón các chế phẩm cải tạo đất 2 tuần mẫu đất ở các lô thí nghiệm được thu thập trước khi tiến hành gieo sạ lúa, mỗi lô thí nghiệm thu 5 vị trí khác nhau sau đó trộn chung thành một mẫu đại diện (mẫu đầu vụ). Cuối vụ thí nghiệm tại thời điểm thu hoạch lúa, mẫu đất phân tích các chỉ tiêu hóa học cũng được thu thập riêng ở lô thí nghiệm (mẫu cuối vụ). Mẫu đất sau khi thu ở từng thời điểm được giữ trong thùng cách nhiệt, sau đó đem về phòng thí nghiệm trong vòng 12 giờ để tiến hành xử lý và phân tích các chỉ tiêu về hóa học trên các mẫu đất khô đã được xử lý.

Ghi nhận chỉ tiêu nông học: Chiều cao cây lúa (cm) sẽ được ghi nhận trực tiếp ngoài đồng ruộng ở hai thời điểm 40 và 60 NSKS. Tại thời điểm thu hoạch, lúa trong các ô thí nghiệm được chọn ngẫu nhiên để thu hoạch trong khung 5 m². Mẫu thân lá và hạt được tách riêng để tính trọng lượng sinh khối sau khi sấy ở nhiệt độ 70°C. Năng suất lúa thực tế (tấn/ha) sau khi thu hoạch cũng được ghi nhận bằng cách quy đổi về ẩm độ hạt 14%.

2.4 Phương pháp phân tích mẫu đất

Mẫu đất được thu vào giai đoạn trước khi tiến hành thí nghiệm, sau khi bón các chế phẩm cải tạo đất 2 tuần và vào thời điểm thu hoạch lúa được phơi khô tự nhiên, sau đó nghiền mịn qua rây 2 mm và 0,5 mm. Tiến hành phân tích các chỉ tiêu hóa học đất bao gồm pH, EC (Electronic conductivity), chất hữu cơ, khả năng trao đổi cation của đất (Cation Exchangeable Capacity - CEC), Na⁺ trao đổi, đạm tổng số và đạm hữu dụng (NH₄⁺ và NO₃⁻). Phương pháp phân tích các chỉ tiêu hóa học đất được trình bày ở Bảng 1. Kết quả một số đặc tính hoá học của đất ban đầu ở 2 địa điểm nghiên cứu được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 1: Phương pháp phân tích một số chỉ tiêu hóa học và vật lý đất

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị tính	Tóm tắt nguyên lý phân tích (Ngô Ngọc Hưng và <i>ctv.</i> , 2016)
pH		Đo trong dung dịch đất: nước theo tỷ lệ 1:2,5 và pH đất được xác định bằng pH kế.
EC	mS/cm	Đo trong dung dịch đất: nước với tỷ lệ là 1:2,5 và xác định bằng máy EC.
Khả năng trao đổi cation (CEC)	cmol/kg	Phân tích theo phương pháp trích 0,1 M BaCl ₂ không đệm.
Chất hữu cơ	%	Xác định bằng phương pháp Walkley-Black (1934). Carbon hữu cơ được oxy hóa bằng hỗn hợp K ₂ Cr ₂ O ₇ + H ₂ SO ₄ và xác định lượng thừa K ₂ Cr ₂ O ₇ sau khi oxy hóa C hữu cơ bằng dung dịch FeSO ₄ .
N tổng số	% N	Mẫu đất được vô cơ hóa bằng hỗn hợp acid sulfuric-salicylic có sự tham gia của hỗn hợp xúc tác CuSO ₄ :Na ₂ SO ₄ :Se. Hàm lượng N trong đất được xác định bằng phương pháp chung cất Kjeldahl.
Na ⁺ trao đổi	meq/100g	Phân tích theo phương pháp trích 0,1 M BaCl ₂ không đệm.
N hữu dụng	mg N/kg	Mẫu đất được trích bằng dung dịch KCl 2M tỉ lệ 1:10. Hàm lượng đạm ammonium (N-NH ₄ ⁺) trong dung dịch trích được xác định theo phương pháp so màu quang phổ ở bước sóng 650 nm; hàm lượng (N-NO ₃ ⁻) được so màu ở bước sóng 543 nm.

2.5 Phân tích số liệu thí nghiệm

Số liệu thí nghiệm được tính toán trên phần mềm Excel để vẽ đồ thị. Khác biệt trung bình giữa các nghiệm thức thí nghiệm được tính toán thống kê

theo phương pháp phân tích phương sai một nhân tố (One-way ANOVA), sử dụng phần mềm Minitab 17 và kiểm định Turkey với khác biệt ở mức ý nghĩa P<0,05.

Bảng 2: Một số đặc tính đất trước khi thực hiện thí nghiệm tại U Minh Thượng và Thạnh Phú

Các chỉ tiêu	Đơn vị tính	U Minh Thượng	Thạnh Phú
pH (1:2,5)		4,71 ± 0,05	5,23 ± 0,08
EC (1:2,5)	mS/cm	1,25 ± 0,17	1,50 ± 0,17
Khả năng trao đổi cation (CEC)	cmol/kg	15,10 ± 0,23	15,65 ± 0,08
Chất hữu cơ	%	2,77 ± 0,14	3,45 ± 0,35
N tổng số	% N	0,18 ± 0,01	0,14 ± 0,01
Na ⁺ trao đổi	meq/100g	4,56 ± 0,06	1,41 ± 0,03
N hữu dụng	mg N/kg	32,5 ± 1,38	30,5 ± 0,95

Ghi chú: Số liệu trình bày trong bảng là giá trị trung bình (n=3) ± độ lệch chuẩn.

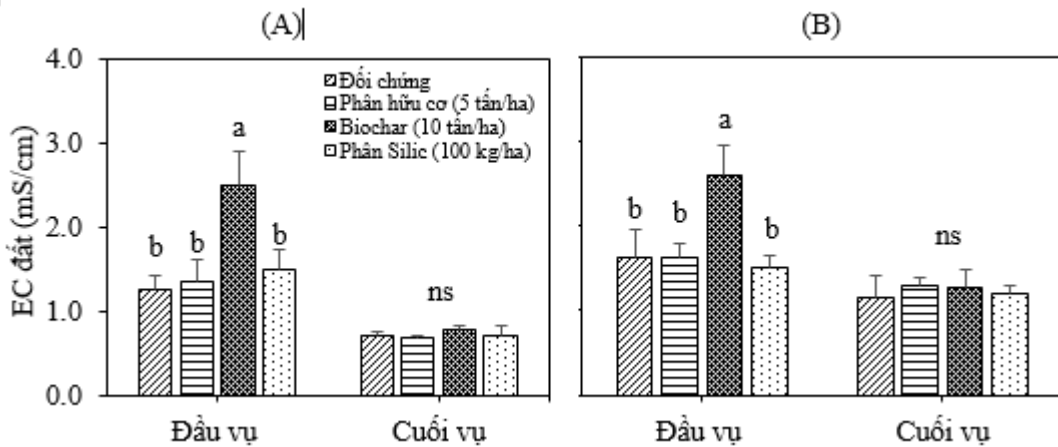
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Sự thay đổi đặc tính hóa học đất thí nghiệm

3.1.1 EC của đất

Độ dẫn điện của đất (EC) tại thời điểm đầu vụ của nghiệm thức có bón biochar cao khác biệt có ý nghĩa (P<0,05) so với các nghiệm thức còn lại, 2,49 mS/cm ở điểm U Minh Thượng và 2,59 mS/cm ở điểm Thạnh Phú. Trong khi tại thời điểm cuối vụ giá trị EC của đất không khác biệt ý nghĩa thống kê giữa

các nghiệm thức tại hai điểm thí nghiệm (Hình 1). Kết quả phân tích EC của đất đầu vụ cho thấy sau khi bón biochar vào trong đất đã làm tăng giá trị EC của đất có ý nghĩa (P<0,05) so với các nghiệm thức còn lại điều này được giải thích là vì sự hiện diện của biochar trong đất gây nên sự tích tụ muối carbonat và các kim loại kiềm, đó là lý do làm EC của đất tăng lên (Nigussie *et al.*, 2012). Bón phân silic không làm thay đổi giá trị EC của đất ở cả hai điểm thí nghiệm.



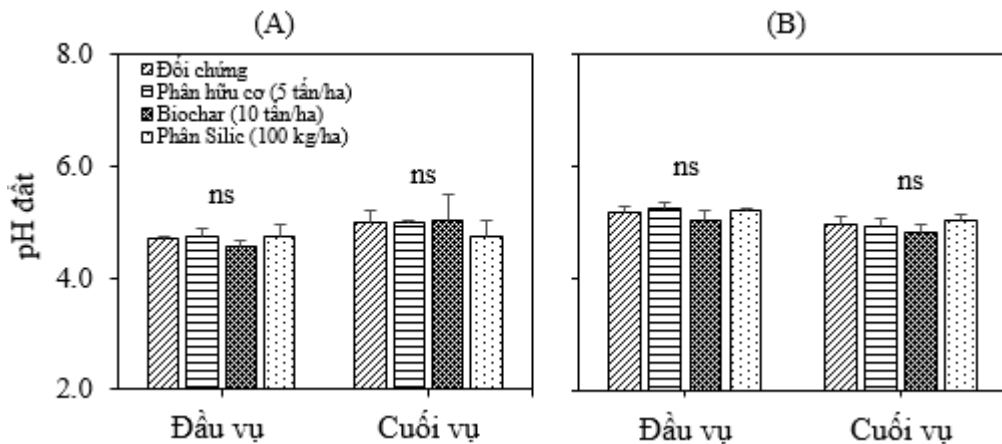
Hình 1: EC của đất ở hai thời điểm đầu và cuối vụ canh tác lúa tại (A) U Minh Thượng và (B) Thạnh Phú

Ghi chú: Trong cùng một thời điểm các ký tự khác nhau trên cột số liệu thể hiện sự khác biệt giữa trung bình các nghiệm thức ở mức ý nghĩa thống kê 5%; ns: không khác biệt thống kê.

3.1.2 pH của đất

Giá trị pH của đất đầu vụ tại điểm thí nghiệm U Minh Thượng biến động từ 4,55 – 4,75 và pH của đất tăng nhẹ ở giai đoạn cuối vụ từ 4,76 – 5,04 (Hình 2A). Ngược lại ở Thạnh Phú, giá trị pH đất tại thời

điểm cuối vụ giảm thấp hơn so với thời điểm đầu vụ (Hình 2B), tuy nhiên tại hai điểm thí nghiệm cho thấy giá trị pH không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức sau một vụ canh tác lúa được bón các chế phẩm cải thiện đặc tính đất.



Hình 2: Sự thay đổi pH của đất ở hai thời điểm đầu và cuối vụ canh tác lúa tại (A) U Minh Thượng và (B) Thạnh Phú

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

Đánh giá hiệu quả của phân silic lên pH đất, kết quả thí nghiệm hiện tại phù hợp với nhận định bón phân silic với lượng 1 tấn/ha làm gia tăng pH của đất 0,29 – 0,47 đơn vị trong khi với liều lượng thấp hơn không có hiệu quả cải thiện pH đất (Greger *et al.*, 2018). Bón phân hữu cơ 5 tấn/ha trong nghiên cứu này chưa làm thay đổi có ý nghĩa giá trị pH so với nghiệm thức đối chứng. Trong điều kiện nhà

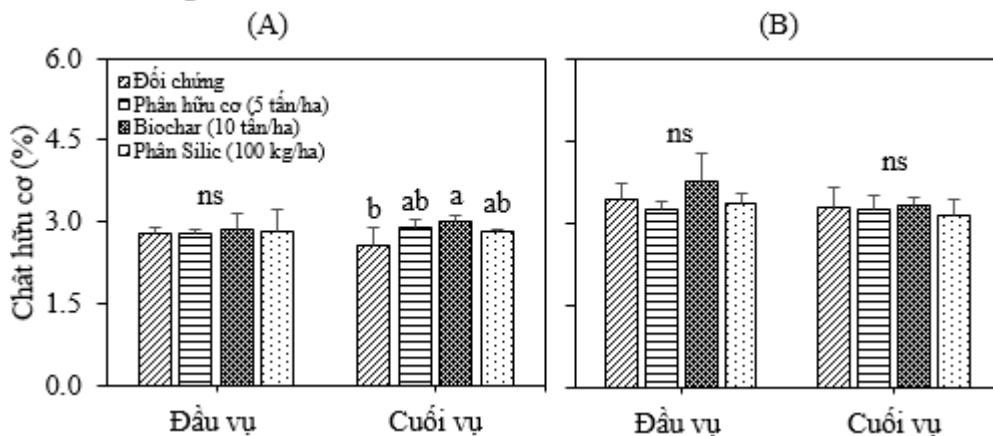
lưới, Tất Anh Thư và *ctv.* (2016) và Lê Văn Dũng và *ctv.* (2018) kết luận bón 5 tấn phân hữu cơ/ha kết hợp với bón vôi và phân hoá học làm tăng pH đất trong điều kiện đất mặn hoặc đất phèn nhiễm mặn một cách có ý nghĩa. Thực tế thí nghiệm đồng ruộng trong nghiên cứu này chỉ sử dụng 5 tấn phân hữu cơ/ha mà không có bón bổ sung vôi, có lẽ vì điều

này mà pH của đất chưa cho thấy sự gia tăng so với nghiệm thức đối chứng.

3.1.3 *Chất hữu cơ trong đất*

Hàm lượng chất hữu cơ trong đất ở giai đoạn đầu vụ thí nghiệm ở các nghiệm thức dao động trong khoảng 2,77 – 2,87% và các trị số này gia tăng nhẹ ở các nghiệm thức có bón các chế phẩm cải tạo đất ở giai đoạn cuối vụ 2,89 – 3,01% tại điểm thí nghiệm U Minh Thượng (Hình 3A). Tuy nhiên, hàm lượng chất hữu cơ của nghiệm thức đối chứng tại điểm thí nghiệm U Minh Thượng có khuynh hướng giảm từ 2,77% (đầu vụ) xuống 2,56% (cuối vụ). Điều này cho thấy nếu không bổ sung chất hữu cơ cho đất canh tác ở địa điểm U Minh Thượng mà chỉ canh tác lúa liên tục bón phân hóa học về lâu dài sẽ ảnh hưởng rất lớn đến lượng chất hữu cơ lưu trữ trong đất. Ở cả hai điểm thí nghiệm cho thấy bón phân silic đều không làm thay đổi hàm lượng chất hữu cơ trong đất so với đối chứng. Trong khi đó, bón biochar đã làm tăng hàm lượng chất hữu cơ trong

đất (3,01%) khác biệt ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) so với nghiệm thức đối chứng ở thời điểm cuối vụ tại U Minh Thượng (Hình 3A). Tại điểm thí nghiệm Thạnh Phú, hàm lượng chất hữu cơ trong đất thay đổi không nhiều và không có khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức cũng như giữa thời điểm đầu và cuối vụ thí nghiệm. Tuy nhiên, nghiệm thức bón biochar có khuynh hướng giúp duy trì hàm lượng chất hữu cơ trong đất với 3,77% tại thời điểm đầu vụ và 3,30% tại thời điểm cuối vụ thí nghiệm (Hình 3B). Ở cả hai điểm thí nghiệm, việc bón phân hữu cơ 5 tấn/ha chưa cho thấy sự thay đổi hàm lượng chất hữu cơ trong đất rất có thể là do đất thí nghiệm có hàm lượng hữu cơ rất thấp ($\%C < 2\%$) nên lượng bón vào 5 tấn/ha trong một vụ không làm tăng hàm lượng hữu cơ trong đất. Amlinger *et al.* (2007) đề xuất bón 10 tấn hữu cơ/ha trong khoảng thời gian dài mới có khả năng làm gia tăng hàm lượng chất hữu cơ trong đất, trong khi hiệu quả ngắn hạn chủ yếu tác động đến hoạt động của vi sinh vật trong đất.



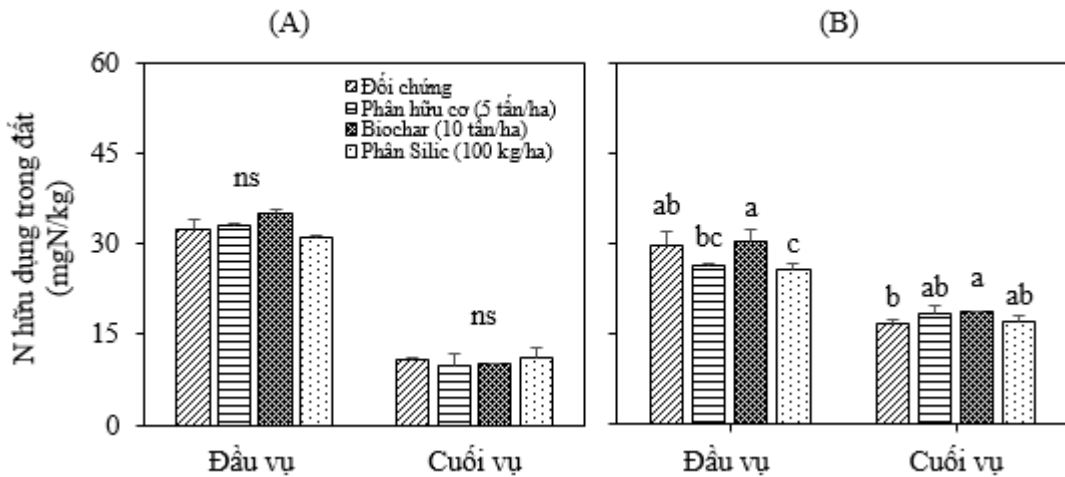
Hình 3: Hàm lượng chất hữu cơ trong đất thay đổi sau một vụ canh tác lúa tại (A) U Minh Thượng và (B) Thạnh Phú

Ghi chú: Trong cùng một thời điểm các ký tự khác nhau trên cột số liệu thể hiện sự khác biệt giữa trung bình các nghiệm thức ở mức ý nghĩa thống kê 5%; ns: không khác biệt thống kê.

3.1.4 *Đạm hữu dụng trong đất ($N-NH_4^+$ và $N-NO_3^-$)*

Kết quả phân tích thành phần đạm hữu dụng trong đất được trình bày ở Hình 4. Ở điểm thí nghiệm U Minh Thượng, hàm lượng đạm hữu dụng không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức và nghiệm thức đối chứng. Hàm lượng đạm này biến động trong khoảng 30,94 – 35,07 mg N/kg (đầu vụ) và 9,92 – 11,03 mg N/kg (cuối vụ) (Hình 4A). Kết quả phân tích cho thấy có sự khác biệt ý nghĩa thống

kê ($P < 0,05$) về lượng đạm hữu dụng trong đất ở điểm thí nghiệm Thạnh Phú (Hình 4B). Sau khi bón các chế phẩm cải tạo đất hai tuần, hàm lượng đạm hữu dụng của nghiệm thức bón phân hữu cơ và bón phân silic giảm so với hai nghiệm thức còn lại, giá trị đạm hữu dụng đạt theo thứ tự là 26,5 mg N/kg và 25,7 mg N/kg. Phân silic cho kết quả hàm lượng đạm hữu dụng giảm thấp có ý nghĩa so với đối chứng, trong khi bón phân hữu cơ không khác biệt ý nghĩa so với đối chứng (Hình 4B).



Hình 4: Đạm hữu dụng (đạm ammonium và nitrate) trong đất sau một vụ canh tác lúa giữa các nghiệm thức thí nghiệm tại (A) U Minh Thượng và (B) Thạnh Phú

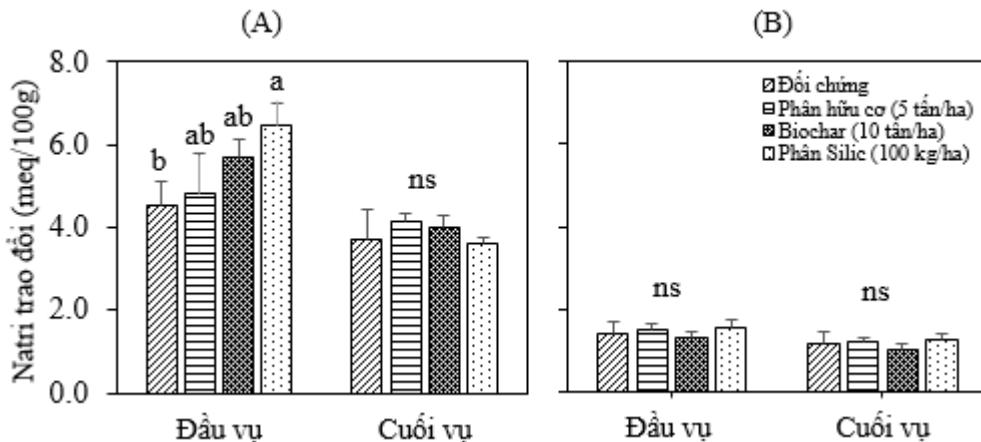
Ghi chú: Trong cùng một thời điểm các ký tự khác nhau trên cột số liệu thể hiện sự khác biệt giữa trung bình các nghiệm thức ở mức ý nghĩa thống kê 5%; ns: không khác biệt thống kê.

Bón biochar cho kết quả hàm lượng đạm hữu dụng trong đất cao có ý nghĩa (30,4 mg N/kg) nhưng chưa khác biệt so với đôi chứng (29,6 mg N/kg). Đến giai đoạn cuối vụ thí nghiệm, sau khi phân tích lại cho thấy hàm lượng đạm hữu dụng ở tất cả các nghiệm thức đều giảm và vẫn có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) giữa các nghiệm thức bón các chế phẩm cải tạo đất so với nghiệm thức đôi chứng. Hàm lượng đạm hữu dụng ở nghiệm thức bón biochar là 18,7 mg N/kg và khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức đôi chứng đạt 16,7 mg N/kg (Hình 4B). Việc đạm hữu dụng cao khác biệt ý nghĩa khi có bón biochar so với các nghiệm thức còn lại là do đặc tính của biochar có khả năng hấp phụ, cố định và trao đổi ion NO_3^- và NH_4^+ chính vì điều này là cơ sở làm gia tăng hàm lượng đạm hữu dụng trong đất để cung cấp cho cây trồng (Wang *et al.*, 2017).

3.1.5 Natri trao đổi trong đất

Kết quả phân tích natri trao đổi trong đất ở Hình 5 cho thấy giá trị natri trao đổi chỉ thể hiện sự khác biệt giữa các nghiệm thức vào giai đoạn đầu vụ thí nghiệm của điểm thí nghiệm U Minh Thượng. Bón bổ sung phân silic vào trong đất đã làm gia tăng hàm lượng natri trao đổi (6,48 meq/100g) có khác biệt ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đôi chứng chỉ bón phân vô cơ (4,54 meq/100g) (Hình 5A). Jugal

et al. (2015) đã chỉ ra rằng bón phân silic vào trong đất làm gia tăng có ý nghĩa một số khoáng trong đất trong đó có natri, tuy nhiên ảnh hưởng này phụ thuộc vào đặc tính của từng nhóm đất nơi mà hàm lượng silic có sẵn trong đất có mức độ khác nhau và liều lượng silic được bón. Kết luận này có thể giải thích natri trong đất của thí nghiệm hiện tại chỉ cho thấy cao hơn so với đôi chứng trên đất thí nghiệm ở U Minh Thượng. Khi so sánh giữa hai điểm thí nghiệm cho thấy natri trao đổi trong đất có xu hướng giảm vào giai đoạn cuối của thí nghiệm, tuy nhiên giá trị natri trao đổi trong đất của điểm thí nghiệm U Minh Thượng vào thời điểm cuối vụ biến động trong khoảng 3,61 – 4,14 meq/100g (Hình 5A) và cao hơn có ý nghĩa ($P < 0,05$) so với giá trị natri trao đổi trong đất ở thời điểm cuối vụ tại Thạnh Phú 1,03 – 1,27 meq/100g (Hình 5B). Với kết quả phân tích hàm lượng natri trao đổi trong đất cho thấy sự gia tăng EC của đất trong nghiệm thức có bón biochar vào thời điểm đầu vụ (Hình 1) ở U Minh Thượng không phải là do tác động của hàm lượng natri trao đổi trong đất mà là do các ion khác. Vì vậy, sự gia tăng EC trong đất ở nghiệm thức bón biochar có thể nói không làm tăng nồng độ natri trao đổi ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cây lúa, điều này thể hiện rõ ở kết quả chiều cao cây lúa ghi nhận ở Bảng 3.



Hình 5: Hàm lượng natri trao đổi trong đất canh tác lúa có bón các sản phẩm cải tạo đất tại (A) U Minh Thượng và (B) Thạnh Phú

Ghi chú: Trong cùng một thời điểm các ký tự khác nhau trên cột số liệu thể hiện sự khác biệt giữa trung bình các nghiệm thức ở mức ý nghĩa thống kê 5%; ns: không khác biệt thống kê.

3.2 Sự sinh trưởng và phát triển của cây lúa

Chiều cao cây lúa ở giai đoạn 40 và 60 ngày sau khi sạ có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) giữa các nghiệm thức thí nghiệm (Bảng 3). Kết quả trình bày trong Bảng 3 cho thấy nghiệm thức bón phân hữu cơ có chiều cao cây cao nhất so với các nghiệm thức còn lại ở cả hai thời điểm khảo sát tại điểm thí nghiệm U Minh Thượng. Trong khi đó, tại Thạnh Phú nghiệm thức bón biochar chỉ cho kết quả sinh trưởng của cây lúa là tốt nhất vào giai đoạn 40 NSKS (56,8 cm) và có khác biệt hơn hai nghiệm thức bón chế phẩm còn lại. Ở giai đoạn lúa được 60 ngày không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê về sinh trưởng của cây ở tất cả các nghiệm thức. Mặc dù việc bón phân silic trong thí nghiệm nhằm mục tiêu

giúp cây lúa tăng trưởng tốt hơn trong điều kiện nhiễm mặn, tuy nhiên với nghiệm thức sử dụng phân silic chưa cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về chiều cao cây ở cả hai thời điểm ghi nhận và cả hai điểm thí nghiệm. Cuong *et al.* (2017) đã kết luận rằng, bón phân silic với liều lượng từ 100 – 400 kg/ha vẫn không cho kết quả khác biệt về chiều cao cây lúa so với nghiệm thức đối chứng. Kết quả này cho thấy sản phẩm phân hữu cơ và biochar có hiệu quả tích cực lên sự sinh trưởng của cây lúa ở hai vùng thí nghiệm. Với việc bón phân silic cần có thêm các nghiên cứu ở các vụ tiếp theo để xác định rõ hơn vai trò của silic trong việc gia tăng chiều cao cây vì Pati *et al.* (2016) kết luận có sự gia tăng chiều cao cây khi bón silic so với đối chứng không có bón.

Bảng 3: Chiều cao của cây lúa (cm) trong giai đoạn sinh trưởng 40 và 60 NSKS

Nghiệm thức	U Minh Thượng		Thạnh Phú	
	40 NSKS	60 NSKS	40 NSKS	60 NSKS
Đối chứng	47,3 b ± 2,33	71,5 b ± 1,30	51,9 ab ± 1,27	66,0 ± 4,66
Phân hữu cơ (5 tấn/ha)	52,3 a ± 1,03	74,6 a ± 0,63	51,3 b ± 1,23	65,0 ± 2,62
Biochar (10 tấn/ha)	51,6 a ± 1,41	74,2 a ± 1,06	56,8 a ± 3,45	67,9 ± 6,42
Phân Silic (100 kg/ha)	49,8 ab ± 2,57	73,1 ab ± 1,75	50,1 b ± 2,94	65,4 ± 5,38
Giá trị P	0,021	0,017	0,010	0,846

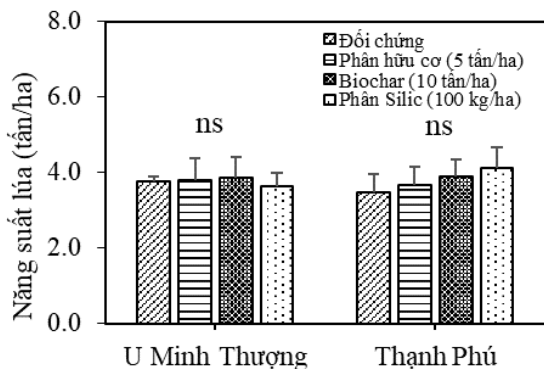
Ghi chú: NSKS: ngày sau khi sạ; trong cùng một cột các ký tự khác nhau theo sau số liệu thể hiện sự khác biệt giữa trung bình các nghiệm thức ở mức ý nghĩa thống kê 5%; ns: không khác biệt thống kê.

3.3 Năng suất lúa thí nghiệm

Mặc dù kết quả về sinh trưởng của cây lúa ở Bảng 3 cho thấy sự khác biệt giữa các nghiệm thức, tuy nhiên ảnh hưởng tích cực của các chế sản phẩm cải tạo đất chưa thể hiện sự khác biệt về chỉ tiêu năng suất sau cùng của lúa trong nghiên cứu này (Hình

6). Năng suất lúa tại điểm thí nghiệm U Minh Thượng đạt từ 3,62 – 3,85 tấn/ha và năng suất ở Thạnh Phú đạt được trong khoảng 3,48 – 4,13 tấn/ha. Bón bổ sung phân hữu cơ và biochar có khuynh hướng giúp gia tăng được năng suất lúa thực tế so với nghiệm thức đối chứng chỉ bón phân vô cơ, tuy nhiên sự gia tăng này chưa thể hiện sự khác biệt

có ý nghĩa thống kê. Tương tự, bón phân silic chưa cho thấy sự gia tăng năng suất có ý nghĩa thống kê so với đối chứng. Nghiên cứu của Amlinger *et al.* (2007) cho thấy phân hữu cơ có thể có hiệu quả lên năng suất cây trồng ngay trong năm đầu tiên khi được bón với lượng lớn (> 10 tấn/ha) và khi bón biochar có thể giúp cây tăng trưởng, có hiệu quả tích cực lên dinh dưỡng của đất nhưng không đồng nghĩa với việc gia tăng năng suất cây trồng so với đối chứng (Vaccari *et al.*, 2015). Tuy nhiên cũng cần phải lưu ý rằng, bón biochar vào đất dù chưa thấy hiệu quả rõ ràng lên năng suất nhưng việc bổ sung này có thể giúp cải thiện tính chất vật lý, hóa học của đất, tạo điều kiện thuận lợi kích thích cho vi sinh vật có lợi phát triển (Nguyễn Đăng Nghĩa, 2014). Với vai trò của silic trong việc gia tăng năng suất theo như đề nghị của Cuong *et al.* (2017) mức sử dụng 300 kg/ha phân silic là mức tối ưu cho sản xuất lúa bền vững trong việc gia tăng năng suất, đồng thời gia tăng khả năng hấp thu dinh dưỡng trong cây. Việc sử dụng 100 kg/ha phân silic trong nghiên cứu hiện tại có lẽ chưa đủ lượng đáp ứng với tăng năng suất cây trồng. Thật vậy, phân canxi silica đã được sử dụng với lượng trung bình 4,5 – 6,0 tấn/ ha ở Mỹ và cho thấy có hiệu quả trong gia tăng năng suất của lúa (Anderson *et al.*, 1987). Trong khi ở Nhật, silic được đề nghị sử dụng với lượng tối ưu phổ biến ở mức 1,5 – 3,0 tấn/ha cho những vùng đất trồng lúa bị bạc màu (Kono, 1969). Do đó, cần có thêm nghiên cứu về hiệu quả lưu tồn và áp dụng phân hữu cơ, biochar và silic trong nhiều vụ tiếp theo để có thể kết luận hiệu quả của những biện pháp cải tạo này lên năng suất lúa.



Hình 6: Năng suất lúa (tấn/ha) ở hai điểm thí nghiệm U Minh Thượng và Thạnh Phú

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

4 KẾT LUẬN

Áp dụng biochar 10 tấn/ha trên đất canh tác lúa 3 vụ bị ảnh hưởng mặn cải thiện có hiệu quả độ phì nhiêu của đất liên quan đến hàm lượng chất hữu cơ

và đạm hữu dụng. Biochar cũng cho thấy có hiệu quả lên sự sinh trưởng của cây lúa ngay vụ canh tác đầu tiên. Trong khi đó, bón phân hữu cơ 5 tấn/ha có hiệu quả trong việc cải thiện sinh trưởng của cây lúa trên đất nhiễm mặn của vùng U Minh Thượng. Bón phân silic trong một vụ canh tác lúa chưa thể hiện hiệu quả trong việc cải thiện độ phì nhiêu của đất cũng như sinh trưởng của cây lúa. Cả ba sản phẩm sử dụng trong nghiên cứu chưa cho thấy hiệu quả có ý nghĩa trong việc gia tăng năng suất lúa ở vụ trồng đầu tiên so với nghiệm thức đối chứng chỉ sử dụng phân hóa học, do đó các nghiên cứu tiếp theo để đánh giá hiệu quả lâu dài của các sản phẩm này trong việc cải thiện năng suất lúa và các đặc tính hoá học khác của đất kể cả khả năng cung cấp chất vi lượng cho cây trồng là thật sự cần thiết.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài được tài trợ từ nguồn kinh phí nghiên cứu khoa học hằng năm của Trường Đại học Cần Thơ và từ 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

Adrees, M., Ali, S., Rizwan, M., *et al.*, 2015. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metal toxicity in plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 119: 186-197.

Amlinger, F., Peyr, S., Geszti, J., Dreher, P., Karlheinz, W. and Nortcliff, S., 2007. Beneficial effects of compost application on fertility and productivity of soils. Literature Study. Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Austria.

Anderson, D. L., Jones, D. B. and Snyder, G. H., 1987. Response of a rice-sugarcane rotation to calcium silicate slag on Everglades Histosols. *Agronomy Journal*. 79(3): 531-535.

Artyszak, A. and Kucińska, K., 2016. Silicon nutrition and crop improvement recent advances and future perspective, *In: Tripathi, D. K., Singh, V. P., Ahmad, P., Chauhan, D. K. and Prasad, S. M.* (Eds.). *Silicon in plants: Advances and future prospects*. CRC Press, Boca Raton, pp. 378.

Chaganti, V. N., Crohn, D. M. and Šimůnek, J., 2015. Leaching and reclamation of a biochar and compost amended saline-sodic soil with moderate SAR reclaimed water. *Agricultural Water Management*. 158: 255-265.

Châu Minh Khôi, Nguyễn Văn Sự và Đỗ Bá Tân, 2014. Hiệu quả của vùi cây điền điển (*Sesbania sesban*) và bón vôi đối với độ phì nhiêu đất và năng suất lúa, bắp nếp trồng trong điều kiện nhà

- lưới. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Nông nghiệp (3): 1-8.
- Cuong, T. X., Ullah, H., Datta, A. and Hanh, T. C., 2017. Effects of silicon-based fertilizer on growth, yield and nutrient uptake of rice in tropical zone of Vietnam. *Rice Science*. 24(5): 283-290.
- Greger, M., Landberg, T. and Vaculík, M., 2018. Silicon influences soil availability and accumulation of mineral nutrients in various plant species. *Plants (Basel, Switzerland)*. 7(41): 1-16.
- Heckman, J., 2013. Silicon: a beneficial substance. *Better Crops with Plant Food*. 97(4): 14-16.
- Huỳnh Văn Quốc, Nguyễn Văn Sinh, Lê Quang Trí, Dương Minh Viễn và Châu Minh Khôi, 2015. Đánh giá khả năng cung cấp đạm khoáng của bùn đáy trong mô hình canh tác lúa-tôm. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. 20: 59-64.
- Jia, X., Yuan, W. and Ju, X., 2015. Short report: Effects of biochar addition on manure composting and associated N₂O emissions. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*. 5: 56-61.
- Jugal, K. M., Patel, K. C., Meena, O. P., Mor, V. B. and Chaudhary, A. N., 2015. Status of available nutrients (P, K, S and Na) in soil as influenced by silicon fertilization in rice (*Oryza sativa*) in Typic Ustochrepts soil, Ecology. *Environment and Conservation Paper*. 21 (Supplement Issue): AS149-AS152.
- Kim, Y., Seo, Y., Kraus, D., *et al.*, 2015. Estimation and mitigation of N₂O emission and nitrate leaching from intensive crop cultivation in the Haean catchment, South Korea. *Science of the Total Environment*. 529: 40-53.
- Kono, M., 1969. Effectiveness of silicate fertilizer to Japonica varieties. *Tropical agriculture research series: proceedings of a symposium on tropical agriculture researches*. 3: 241-247.
- Laird, D. A., Fleming, P., Davis, D. D., Horton, R., Wang, B. and Karlen, D. L., 2010. Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. *Geoderma*. 158(3): 443-449.
- Lâm Văn Tân, Nguyễn Minh Chánh, Nguyễn Hồng Giang, Châu Minh Khôi và Võ Thị Gương, 2014. Hiệu quả của phân hữu cơ và vôi trong cải thiện một số đặc tính đất và sinh trưởng của lúa trên đất nhiễm mặn. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Nông nghiệp (3)*: 23-30.
- Lê Văn Dũng, Tất Anh Thư, Nguyễn Duy Linh và Võ Thị Gương, 2018. Cải thiện đặc tính bất lợi của đất phèn nhiễm mặn và năng suất lúa qua sử dụng phân hữu cơ và vôi trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 54 (Số chuyên đề: Nông nghiệp): 65-74.
- Lehmann, J. and Joseph, S., 2009. *Biochar for environmental management: science and technology*. Earthscan Ltd, London, UK.
- Meena, V. D., Dotaniya, M. L., Coumar, V., Rajendiran, S., Ajay, K. S. and Subba R. A., 2014. A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. 84(3): 505-518.
- Ngô Ngọc Hưng, Nguyễn Bảo Vệ, Võ Quang Minh, Nguyễn Hữu Hiệp và Nguyễn Quốc Khương, 2016. Quản lý độ phì nhiêu đất lúa ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Nhà Xuất bản Đại học Cần Thơ*.
- Nguyễn Đăng Nghĩa, 2014. Vai trò của than sinh học (biochar): sản xuất và ứng dụng hiệu quả than sinh học. *Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ - Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM*.
- Nigusie, A., Kissi, E., Misganaw, M. and Ambaw, G., 2012. Effect of biochar application on soil properties and nutrient uptake of lettuces (*Lactuca sativa*) grown in chromium polluted soils. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 12(3): 369-376.
- Pati, S., Pal, B., Badole, S., Hazra, G. C. and Mandal, B., 2016. Effect of silicon fertilization on growth, yield, and nutrient uptake of rice. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 47(3): 284-290.
- Petter, F. A., Borges de Lima, L., Marimon Júnior, B. H., Alves de Moraes, L. and Marimon, B. S., 2016. Impact of biochar on nitrous oxide emissions from upland rice. *Journal of Environmental Management*. 169: 27-33.
- Tất Anh Thư, Lê Văn Dũng, Võ Thị Gương, Nguyễn Thị Bích Thủy, Trang Nàng Linh Chi và Đào Lê Kiều Duyên, 2016. Hiệu quả của phân hữu cơ và vôi trong cải thiện năng suất lúa và đặc tính bất lợi của đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Nông nghiệp (Tập 4)*: 84-93.
- Thanh, N. C., 2016. Saltwater intrusion - An evident impact of climate change in the MD and propose adaptable solutions. *American Journal of Environmental and Resource Economics*. 1(1): 1-8.
- Vaccari, F. P., Maienza, A., Miglietta, F., *et al.*, 2015. Biochar stimulates plant growth but not fruit yield of processing tomato in a fertile soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 207: 163-170.
- Wang, Y., Liu, Y., Liu, R., *et al.*, 2017. Biochar amendment reduces paddy soil nitrogen leaching but increases net global warming potential in Ningxia irrigation, China. *Scientific Reports*. 7(1): 1592.