

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA BÓN THAN SINH HỌC VÀ PHÂN HỮU CƠ ĐẾN TỶ LỆ Na^+/K^+ VÀ NĂNG SUẤT LÚA TRÊN ĐẤT NHIỄM MẶN

Đoàn Thị Trúc Linh¹, Nguyễn Thị Kim Phượng¹, Đặng Duy Minh¹,
Trần Duy Khánh¹, Trần Thanh Nhiên², Cao Đình An Giang¹, Châu Minh Khôi^{1,*}

¹ Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

² Sở Tài Nguyên và Môi trường thành phố Cần Thơ

*Email: cmkhai@ctu.edu.vn

TÓM TẮT

Xâm nhập mặn dẫn đến hàm lượng muối Na^+ cao, gây mất cân đối dưỡng chất, cản trở sự hấp thu dinh dưỡng cho cây trồng và dẫn đến suy giảm năng suất cây trồng. Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục đích đánh giá hiệu quả của bón than sinh học và phân hữu cơ đến hàm lượng cation (K^+ , Na^+) hòa tan, trao đổi trong đất và năng suất lúa canh tác trên đất nhiễm mặn. Thí nghiệm đồng ruộng được thực hiện tại huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang qua 6 vụ lúa liên tục trong 2 năm. Bốn nghiệm thức với bốn lần lặp lại được thiết kế theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên. Các nghiệm thức bao gồm: (1) ba vụ lúa liên tục trong năm (LLL), (2) hai vụ lúa (bỏ vụ xuân hè) (LL), (3) LL kết hợp với phân hữu cơ ở mức 3 tấn/ha/vụ (LL + PHC) và (4) LL kết hợp với than sinh học ở mức 10 tấn/ha/vụ (LL + TSH). Kết quả nghiên cứu cho thấy, canh tác lúa 2 vụ kết hợp bón than sinh học ở mức 10 tấn/ha giúp tăng có ý nghĩa thống kê về hàm lượng K^+ trao đổi và hòa tan và giảm tỷ lệ Na^+/K^+ trao đổi trong đất qua mỗi vụ canh tác. Năng suất lúa đạt giá trị cao nhất trong nghiệm thức bón than sinh học sau 5 vụ liên tục và khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức chỉ bón phân vô cơ. Tuy nhiên, bón phân hữu cơ không cho kết quả khác biệt có ý nghĩa đến hàm lượng K^+ trao đổi và hòa tan, tỷ lệ Na^+/K^+ trao đổi trong đất và năng suất lúa. Đáng chú ý, mối tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê giữa tỷ lệ Na^+/K^+ trao đổi và năng suất lúa cho thấy, việc giảm Na^+ và tăng K^+ trong đất là yếu tố quan trọng góp phần tăng năng suất lúa. Vì vậy, bón than sinh học có thể được xem là một trong những giải pháp tiềm năng trong cải thiện năng suất lúa trên đất nhiễm mặn ở đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: K^+ trao đổi, Na^+ trao đổi, tỉ lệ Na^+/K^+ , than sinh học, biochar, phân hữu cơ, đất nhiễm mặn, năng suất lúa.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lúa (*Oryza sativa* L.) là cây lương thực chính của đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Tuy nhiên, tình hình xâm nhập mặn vùng ven biển đang diễn ra ngày càng nghiêm trọng đã ảnh hưởng trực tiếp đến canh tác lúa [1]. Đất nhiễm mặn thường chứa hàm lượng Na^+ cao trên phức hệ hấp thu của đất dẫn đến tỉ lệ Na^+/K^+ , $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ và $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ cao, gây rối loạn sự biến dưỡng chất và tổng hợp protein của cây trồng, cản trở sự hấp thu dinh dưỡng và ảnh hưởng đến năng suất cây trồng [2]. Kết quả nghiên cứu ghi nhận, sự tích tụ quá

mức Na^+ và sự suy giảm K^+ trong cây trồng là những yếu tố chính hạn chế sự phát triển của cây trồng trên đất nhiễm mặn [3].

Hiện nay, than sinh học (biochar) được xem như nguồn vật liệu hữu cơ đang được chú ý đặc biệt trên đất nhiễm mặn, do than sinh học giúp cải thiện đặc tính lý học, hóa học và sinh học trong đất nên gia tăng năng suất cây trồng [4, 5].

Bên cạnh than sinh học, bón phân hữu cơ kết hợp với vôi giúp gia tăng độ pH của đất, giảm độc chất nhôm, giảm phần trăm Na^+ trao đổi, đồng thời gia tăng hàm lượng đạm và lân hữu dụng trong

đất, tăng khả năng chống chịu mặn của cây lúa [6]. Tuy nhiên, nghiên cứu về hiệu quả của bón than sinh học và phân hữu cơ đến tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất và năng suất lúa trên đất canh tác lúa bị nhiễm mặn ở ĐBSCL vẫn còn hạn chế. Do vậy, nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá ảnh hưởng của than sinh học và phân hữu cơ đến hàm lượng Na^+ và K^+ hòa tan và trao đổi, tỷ lệ Na^+/K^+ trao đổi trong đất và năng suất lúa.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm và vật liệu thí nghiệm

Thí nghiệm đồng ruộng được thực hiện tại huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang (9°43'34.43" N, 105°10'55.06" E) trong thời gian từ 02/2018 - 01/2020. Khu vực nghiên cứu thường xuyên bị xâm nhập mặn vào mùa khô. Theo phân loại đất của WRB (World Reference Base for Soil Resources), đây là đất phù sa nhiễm mặn Sali - Gleyic Fluvisols. Đất có sa cấu thịt pha sét gồm: 0,78% cát, 42% thịt và 57,2% sét. Đất có giá trị $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}(1:5)}$ 4,7, ECe 4,1 mS/cm, CEC 15,4 cmol_c/kg, Na^+ hòa tan 2,62 cmol_c/kg, Na^+ trao đổi 1,21 cmol_c/kg, K^+ hòa tan 0,07 cmol_c/kg và K^+ trao đổi 0,52 cmol_c/kg.

Than sinh học được sản xuất từ vỏ trấu và nhiệt phân ở nhiệt độ khoảng 500 - 600°C trong điều kiện không có oxy của Công ty trách nhiệm hữu hạn Mai Anh (thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp). Than sinh học có tính chất như sau: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}(1:5)}$ 7,7, CEC 6,5 cmol_c/kg, Na^+ hòa tan và Na^+ trao đổi cùng giá trị là 0,24 cmol_c/kg, K^+ hòa tan và K^+ trao đổi lần lượt là 3,35 và 12,9 cmol_c/kg. Phân hữu cơ được sản xuất từ nguồn nguyên liệu phân gà, bùn mía đã hoại mục và chủng nấm *Trichoderma* (Công ty trách nhiệm hữu hạn PPE, thành phố Cần Thơ). Phân hữu cơ với $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}(1:5)}$ 8,7, CEC 66 cmol_c/kg, Na^+ hòa tan 1,59 cmol_c/kg, Na^+ trao đổi 0,6 cmol_c/kg, K^+ hòa tan 20 cmol_c/kg, K^+ trao đổi 15 cmol_c/kg.

2.2. Bố trí thí nghiệm ngoài đồng ruộng

Thí nghiệm được thực hiện trong 6 vụ liên tiếp bao gồm: Vụ xuân hè năm 2018 (XH18), từ tháng 02 đến tháng 5 năm 2018; hè thu năm 2018 (HT18), từ tháng 6 đến tháng 9 năm 2018; đông xuân năm 2018 - 2019 (DX18 - 19), từ tháng 10

năm 2018 đến tháng 01 năm 2019 và xuân hè năm 2019 (XH19), từ tháng 02 đến tháng 5 năm 2019; hè thu năm 2019 (HT19), từ tháng 6 đến tháng 9 năm 2019 và đông xuân năm 2019 - 2020 (DX19 - 20), từ tháng 10 năm 2019 đến tháng 01 năm 2020. Thí nghiệm được thiết kế theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Các nghiệm thức được mô tả như sau:

- Nghiệm thức 1 (LLL): 3 vụ lúa/năm (bón phân vô cơ).

- Nghiệm thức 2 (LL): Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm (bón phân vô cơ).

- Nghiệm thức 3 (LL + PHC): Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm, bón phân vô cơ kết hợp bón phân hữu cơ (3 tấn/ha/vụ).

- Nghiệm thức 4 (LL + TSH): Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm, bón phân vô cơ kết hợp bón than sinh học (10 tấn/ha/vụ).

Ô thí nghiệm được thiết kế có diện tích 48 m² (6 m dài x 8 m rộng). Giữa các ô thí nghiệm được ngăn cách bởi các bờ bao, chiều cao 40 cm và rộng 30 cm, giúp ngăn chặn sự di chuyển nước và phân bón giữa các ô thí nghiệm. Giống lúa gieo sạ là OM 5451, với mật độ 150 kg/ha. Các nghiệm thức được bón với cùng một lượng phân bón 100 N - 60 P₂O₅ - 30 K₂O (kg/ha). Phân vô cơ sử dụng trong thí nghiệm bao gồm: Urê (46% đạm), supe lân (16% P₂O₅), kali clorua (60% K₂O). Phân lân được bón 1 lần trước khi sạ. Phân đạm được bón 20% vào thời điểm 7 ngày sau khi sạ (NSKS), lượng còn lại được chia 2 lần bón bằng nhau 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 được rải đều trên mặt ruộng trước khi sạ lúa, với liều lượng 10 tấn/ha/vụ, sau đó đất được cày xới để trộn đều ở độ sâu 0 - 15 cm. Phân hữu cơ được bón với liều lượng 3 tấn/ha/vụ, cùng thời điểm bón với than sinh học và được rải đều trên mặt ruộng và cày xới để trộn đều. Tuy nhiên, trong 2 vụ xuân hè năm 2018 và 2019, độ mặn tăng cao và thiếu nước trong mùa khô nên lúa chết sau 20 - 25 NSKS. Than sinh học và phân hữu cơ không được bón trong vụ kế tiếp (hè thu năm 2018).

2.3. Phương pháp thu mẫu đất và năng suất lúa

2.3.1. Phương pháp thu mẫu đất

Mẫu đất được thu vào thời điểm thu hoạch lúa của mỗi vụ. Riêng 2 vụ xuân hè năm 2018 và 2019, do ảnh hưởng của mặn tăng cao và thiếu nước nên lúa chết, mẫu đất được thu vào thời điểm 20 NSKS. Mẫu đất được thu trong mỗi ô thí nghiệm tại 5 vị trí hoàn toàn ngẫu nhiên, ở độ sâu 0 - 20 cm. Các mẫu đất trong cùng một ô được trộn đều để lấy mẫu đại diện cho từng lặp lại trên ruộng thí nghiệm.

2.3.2. Phương pháp thu năng suất lúa

Khi lúa chín từ 85% trở lên thì tiến hành thu hoạch để đánh giá năng suất lúa. Lúa được thu hoạch trong khung 5 x 5 m và tách lấy hạt để cân khối lượng. Khối lượng hạt được quy về năng suất (tấn/ha) tại ẩm độ hạt 14%.

2.4. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu vật lý và hóa học đất

Mẫu đất được nghiền qua lưới rây 2 mm để phân tích các chỉ tiêu vật lý và hóa học đất. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu lý, hóa học đất được mô tả trong bảng 1.

Bảng 1. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu vật lý và hóa học đất

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Phương pháp phân tích	Mô tả phương pháp
1	Thành phần cơ giới	% cát, thịt, sét	TCVN 5257:1990 [7]	Phương pháp ống hút Robinson và phân loại cấp sa cấu theo USDA/Soil Taxonomy
2	pH _{H2O}		TCVN 5979:2007 [8]	Trích đất : nước theo tỷ lệ 1: 5 và xác định độ chua bằng pH kế
3	EC	mS/cm	TCVN 6650:2000 [9]	Trích đất : nước theo tỷ lệ 1: 5 và xác định độ dẫn điện bằng EC kế
4	(K ⁺ , Na ⁺) trao đổi	cmol _c /kg	TCVN 6646:2000 [10]	Trích mẫu bằng BaCl ₂ 0,1M không đệm, đo trên máy hấp thụ nguyên tử
5	(K ⁺ , Na ⁺) hoà tan	cmol _c /kg	Nguyễn Thị Kim Phụng và cs (2022) [5]	Trích mẫu bằng nước khử khoáng với tỷ lệ đất : nước là 1: 5, đo trên máy hấp thụ nguyên tử
6	CEC	cmol _c /kg	TCVN 6646:2000 [10]	Thay thế cation hấp phụ trong đất bằng ion Ba ²⁺ của dung dịch BaCl ₂ . Sau đó, xác định lượng ion Ba ²⁺ thay thế bởi Mg ²⁺ thông qua sử dụng dung dịch MgSO ₄ để đẩy ion Ba ²⁺ ra khỏi hệ hấp phụ. Chuẩn độ bằng dung dịch EDTA 0,01M

Công thức tính tỉ lệ Na⁺/K⁺ trao đổi được mô tả như sau:

$$\text{Tỷ lệ Na}^+/\text{K}^+ = \text{Na}^+/\text{K}^+$$

Trong đó: Na⁺ là hàm lượng natri trao đổi trong đất (cmol_c/kg); K⁺ là hàm lượng kali trao đổi trong đất (cmol_c/kg).

2.5. Xử lý 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 để tìm sự khác biệt có ý nghĩa bằng phép kiểm định DUNCAN ở

mức ý nghĩa 5%.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu quả của than sinh học và phân hữu cơ đến hàm lượng K⁺ hòa tan và trao đổi trong đất canh tác lúa

Bảng 2. Hàm lượng K⁺ hòa tan và trao đổi (cmol_c/kg) trong đất giữa các nghiệm thức qua 6 vụ canh tác lúa

Nghiệm thức	XH 18	HT 18	ĐX 18 - 19	XH 19	HT 19	ĐX 19 - 20
K ⁺ hòa tan						
LLL	0,07b ± 0,01	0,07b ± 0,01	0,06b ± 0,00	0,07b ± 0,00	0,07b ± 0,00	0,06b ± 0,00
LL	0,08b ± 0,01	0,07b ± 0,01	0,07b ± 0,01	0,08b ± 0,01	0,07b ± 0,01	0,06b ± 0,00
LL + PHC	0,08b ± 0,01	0,07b ± 0,01	0,06b ± 0,01	0,08b ± 0,01	0,08b ± 0,01	0,07b ± 0,01
LL + TSH	0,34a ± 0,17	0,12a ± 0,01	0,16a ± 0,02	0,19a ± 0,03	0,24a ± 0,02	0,17a ± 0,01
K ⁺ trao đổi						
LLL	0,52b ± 0,09	0,54b ± 0,1	0,63b ± 0,01	0,74b ± 0,02	0,51b ± 0,06	0,62b ± 0,02
LL	0,51b ± 0,05	0,58b ± 0,08	0,66b ± 0,12	0,81b ± 0,03	0,52b ± 0,04	0,59b ± 0,04
LL + PHC	0,50b ± 0,02	0,62b ± 0,12	0,62b ± 0,06	0,76b ± 0,05	0,61b ± 0,04	0,67b ± 0,02
LL + TSH	1,48a ± 0,15	1,08a ± 0,13	1,4a ± 0,15	1,44a ± 0,13	1,46a ± 0,05	1,44a ± 0,04

Ghi chú: Trung bình ± SD (n =4); LLL: 3 vụ lúa/năm (bón phân vô cơ); LL: Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm (bón phân vô cơ); LL + PHC: Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm, bón phân vô cơ kết hợp bón phân hữu cơ (3 tấn/ha/vụ); LL + TSH: Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm, bón phân vô cơ kết hợp bón than sinh học (10 tấn/ha/vụ). Xuân hè năm 2018 (XH 18), hè thu năm 2018 (HT 18), đông xuân năm 2018 - 2019 (ĐX 18 - 19), xuân hè năm 2019 (XH 19), hè thu năm 2019 (HT 19), đông xuân năm 2019 - 2020 (ĐX 19 - 20). a, b: Khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Kết quả ở bảng 2 ghi nhận, hàm lượng K⁺ hòa tan trong đất giữa các nghiệm thức biến động từ 0,06 - 0,34 cmol_c/kg và hàm lượng K⁺ trao đổi 0,50 - 1,48 cmol_c/kg qua 6 vụ canh tác lúa liên tiếp. Hàm

lượng K⁺ hòa tan và K⁺ trao đổi trong đất khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa nghiệm thức lúa 3 vụ và 2 vụ. Trong canh tác lúa 2 vụ, hàm lượng K⁺ hòa tan trong đất ở nghiệm thức bón than sinh học

tăng khác biệt có ý nghĩa từ 1,7 - 4,7 lần so với các nghiệm thức còn lại. Tương tự, hàm lượng K^+ trao đổi trong nghiệm thức bón than sinh học tăng khác biệt có ý nghĩa từ 1,7 - 2,9 lần. Kết quả này phù hợp với kết quả của các nghiên cứu trước đây, theo đó than sinh học góp phần tăng cả hàm lượng K^+ hòa tan và K^+ trao đổi trong đất [11, 12]. Tuy nhiên, bón phân hữu cơ không ảnh hưởng có ý nghĩa đến hàm lượng K^+ hòa tan và K^+ trao đổi trong đất. Điều này có thể do khác nhau về liều lượng bón giữa than sinh học và phân hữu cơ. Cụ thể, 10 tấn than sinh học đã cung cấp 73 kg K_2O /ha/vụ, trong khi 3 tấn phân hữu cơ chỉ cung

cấp 35 kg K_2O /ha/vụ.

3.2. Ảnh hưởng của than sinh học và phân hữu cơ đến hàm lượng Na^+ hòa tan và trao đổi trong đất canh tác lúa

Kết quả ở bảng 3 ghi nhận, hàm lượng Na^+ hòa tan trong đất ở vụ xuân hè cao hơn so với vụ hè thu và đông xuân trong các nghiệm thức. Nguyên nhân có thể do ảnh hưởng của xâm nhập mặn trong mùa khô từ tháng 01 đến tháng 4 [13]. Tuy nhiên, việc kết hợp bón phân hữu cơ hoặc than sinh học vẫn chưa thấy giảm có ý nghĩa hàm lượng Na^+ hòa tan trong đất so với nghiệm thức lúa 2 và 3 vụ chỉ bón phân vô cơ.

Bảng 3. Hàm lượng Na^+ hòa tan và Na^+ trao đổi (cmol_c/kg) trong đất giữa các nghiệm thức qua 6 vụ canh tác lúa

Nghiệm thức	XH 18	HT 18	ĐX 18 - 19	XH 19	HT 19	ĐX 19 - 20
Na^+ hòa tan						
LLL	2,62 ± 0,28	1,67 ± 0,22	1,57 ± 0,13	1,81b ± 0,09	1,25b ± 0,17	1,81 ± 0,13
LL	3,18 ± 0,41	1,4 ± 0,27	1,52 ± 0,19	2,03ab ± 0,22	1,41ab ± 0,19	1,94 ± 0,04
LL + PHC	2,88 ± 0,39	1,62 ± 0,12	1,68 ± 0,14	2,15a ± 0,22	1,62a ± 0,08	1,94 ± 0,12
LL + TSH	3,74 ± 0,82	1,49 ± 0,14	1,69 ± 0,11	2,08ab ± 0,29	1,59a ± 0,2	1,86 ± 0,05
Na^+ trao đổi						
LLL	1,21a ± 0,08	1,61a ± 0,25	1,31 ± 0,18	1,44a ± 0,04	1,06 ± 0,08	1,10 ± 0,14
LL	1,23a ± 0,08	1,39bc ± 0,07	1,31 ± 0,17	1,47a ± 0,08	1,09 ± 0,05	1,07 ± 0,26
LL + PHC	1,16ab ± 0,11	1,45ab ± 0,06	1,36 ± 0,18	1,47a ± 0,06	1,09 ± 0,11	1,32 ± 0,18
LL + TSH	1,00b ± 0,04	1,22c ± 0,05	1,07 ± 0,11	1,27b ± 0,09	1,01 ± 0,03	1,12 ± 0,08

Ghi chú: Như bảng 2.

Hàm lượng Na^+ trao đổi trong nghiệm thức lúa 3 vụ cao hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức lúa 2 vụ ở vụ hè thu năm 2018. Điều này có thể do canh tác lúa trong vụ xuân hè năm 2018, việc tưới nước

mặn đã dẫn đến tích lũy Na^+ trao đổi trong đất theo thời gian. Đáng chú ý, bón than sinh học giúp giảm có ý nghĩa thống kê về hàm lượng Na^+ trao đổi trong đất so với nghiệm thức lúa 2 vụ chỉ bón phân vô cơ. Kết quả này được ghi nhận ở vụ XH18 và XH19, giảm lần lượt 19% và 11% về hàm lượng Na^+ trao đổi trong đất. Các kết quả nghiên cứu khác cũng cho rằng, than sinh học góp phần giảm Na^+ trao đổi trong đất [14, 15]. Tuy nhiên, hàm lượng Na^+ trao đổi trong nghiệm thức bón phân hữu cơ khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức lúa 2 vụ và 3 vụ chỉ bón phân vô cơ.

3.3. Ảnh hưởng của than sinh học và phân hữu cơ đến tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất canh tác lúa

Tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất canh tác lúa giữa các nghiệm thức dao động trong khoảng 0,68 - 2,97 (Bảng 4). Kết quả phân tích thống kê cho thấy, không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa nghiệm thức lúa 3 và 2 vụ. Điều này có thể là do thời gian canh tác ngắn trong các vụ xuân hè năm 2018 và

2019, khi cây lúa bị chết sớm sau 20 - 25 NSS. Do đó, lượng K cung cấp từ rơm rạ giữa mô hình canh tác lúa 3 và 2 vụ không có sự khác biệt trong nghiên cứu này. Đáng chú ý, bón than sinh học góp phần giảm có ý nghĩa thống kê tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất nhiễm mặn. Cụ thể, tỷ lệ Na^+/K^+ trong nghiệm thức lúa 2 vụ kết hợp bón than sinh học giảm 52 - 72% so với nghiệm thức lúa 2 vụ chỉ bón phân vô cơ qua 6 vụ canh tác lúa (Bảng 4). Nghiên cứu trước đây cũng ghi nhận, than sinh học giảm tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất [16]. Như đã thảo luận ở trên, hàm lượng K^+ trao đổi tăng có ý nghĩa trong nghiệm thức bón than sinh học (Bảng 2) và hàm lượng Na^+ trao đổi trong đất ở nghiệm thức bón than sinh học thấp hơn các nghiệm thức còn lại ở 2 vụ xuân hè năm 2018 và 2019 (Bảng 3). Điều này được giải thích, do than sinh học cung cấp nguồn K^+ trực tiếp vào đất và đẩy ion Na^+ trao đổi ra khỏi phức hệ keo đất thông qua phản ứng trao đổi ion [5, 15].

Bảng 4. Tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất giữa các nghiệm thức qua 6 vụ canh tác lúa

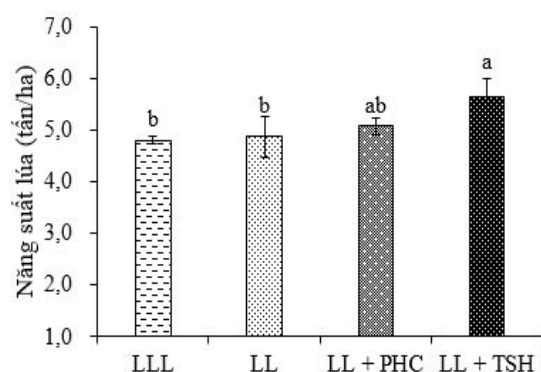
Nghiệm thức	XH18	HT 18	ĐX 18 - 19	XH 19	HT 19	ĐX 19 - 20
LLL	2,35a ± 0,28	2,97a ± 0,25	2,08a ± 0,3	1,95a ± 0,08	2,07a ± 0,21	1,78a ± 0,21
LL	2,40a ± 0,06	2,45a ± 0,38	2,03a ± 0,39	1,82a ± 0,15	2,08a ± 0,13	1,81a ± 0,47
LL + PHC	2,32a ± 0,19	2,41a ± 0,41	2,18a ± 0,21	1,94a ± 0,2	1,79a ± 0,17	1,97a ± 0,21
LL + TSH	0,68b ± 0,04	1,14b ± 0,12	0,77b ± 0,05	0,88b ± 0,11	0,69b ± 0,02	0,77b ± 0,04

Ghi chú: Như bảng 2.

3.4. Hiệu quả của than sinh học và phân hữu cơ đến năng suất lúa

Kết quả thí nghiệm cho thấy, năng suất lúa giữa các nghiệm thức trong vụ đông xuân năm 2019 - 2020 biến động trong khoảng 4,79 - 5,64 tấn/ha và khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức (Hình 1). Tuy nhiên, nghiệm thức lúa 2 và 3 vụ không khác biệt có ý nghĩa đến năng suất lúa. Trong canh tác lúa 2 vụ, năng suất lúa tăng khác biệt có ý nghĩa sau 5 vụ bón than sinh học (50 tấn/ha). Bón than sinh học đã giúp gia tăng 16% năng suất lúa so với nghiệm thức lúa 2 vụ chỉ

bón phân vô cơ. Kết quả nghiên cứu khác cũng ghi nhận tác động tích cực của than sinh học lên năng suất lúa [12]. Mặc dù bón phân hữu cơ liên tiếp qua 5 vụ (15 tấn/ha) có khuynh hướng tăng năng suất lúa nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức chỉ bón phân vô cơ (LL). Nguyên nhân có thể do bón phân hữu cơ với liều lượng thấp chưa đủ cải thiện có ý nghĩa hàm lượng K^+ cũng như giảm tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất nhiễm mặn. Cần có những nghiên cứu tiếp theo về tăng liều lượng phân hữu cơ để đánh giá hiệu quả của phân hữu cơ trong cải thiện năng suất lúa.

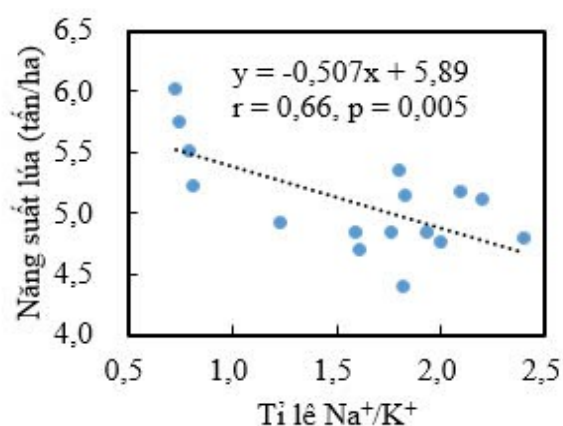


Hình 1. Ảnh hưởng của than sinh học và phân hữu cơ đến năng suất lúa vụ đông xuân năm 2019 - 2020

Ghi chú: Các thanh dọc trên biểu đồ hình cột biểu thị độ lệch chuẩn của giá trị trung bình nghiệm thức ($n = 4$); LLL: 3 vụ lúa/năm (bón phân vô cơ); LL: Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm (bón phân vô cơ); LL + PHC: Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm, bón phân vô cơ kết hợp bón phân hữu cơ (3 tấn/ha/vụ); LL + TSH: Bỏ vụ xuân hè, 2 vụ lúa/năm, bón phân vô cơ kết hợp bón than sinh học (10 tấn/ha/vụ). a, b: Khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Việc bón than sinh học mang lại hiệu quả đối với năng suất lúa canh tác trên đất nhiễm mặn, có thể do bón than sinh học đã tăng hàm lượng K^+ trao đổi trong đất (Bảng 2) và giảm tỉ lệ Na^+/K^+

trong đất qua các vụ canh tác lúa (Bảng 3). Điều này được thể hiện qua mối tương quan nghịch có ý nghĩa giữa năng suất lúa và tỉ lệ Na^+/K^+ trong đất (Hình 2).



Hình 2. Mối tương quan giữa năng suất lúa và tỉ lệ Na^+/K^+ trong đất lúa vụ đông xuân năm 2019 - 2020

4. KẾT LUẬN

Than sinh học là nguồn vật liệu tiềm năng để cải tạo đất nhiễm mặn và giúp cải thiện năng suất lúa canh tác trên đất nhiễm mặn. Bón than sinh học với liều lượng 10 tấn/ha/vụ đã tăng K^+ , giảm Na^+ và giảm tỷ lệ Na^+/K^+ trong đất. Đáng chú ý, việc bón than sinh học liên tục trong 5 vụ góp phần tăng năng suất lúa trong điều kiện đất nhiễm mặn. Tuy nhiên, hiệu quả của phân hữu cơ chưa

thể hiện rõ trong nghiên cứu này. Cần có những nghiên cứu tiếp theo để đánh giá tác động lâu dài của than sinh học lên hiệu quả giảm Na^+ trên vùng đất canh tác lúa có độ mặn cao hơn, góp phần thích ứng với biến đổi khí hậu ở ĐBSCL.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần của chương trình nghiên cứu 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

1. Nguyễn Thị Hồng Điệp, Phan Kiều Diễm, Võ Quang Minh, Nguyễn Văn Tao (2015). Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên hiện trạng canh tác lúa vùng ven biển đồng bằng sông Cửu Long theo kịch bản biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, CĐ Môi trường, 167 - 173.
2. Houmani H., Palma J. M., Corpas F. J. (2023). High salinity stimulates the adaptive response to potassium deficiency through the antioxidant and the NADPH-generating systems in the roots and leaves of the halophyte *cakile maritima*. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(10), 6286 - 6306.
3. Akhtar S. S., Andersen M. N., Liu F. (2015). Residual effects of biochar on improving growth, physiology and yield of wheat under salt stress. *Agricultural Water Mangement*, 158, 61 - 68.
4. Đỗ Thị Xuân, Trần Sỹ Nam, Nguyễn Phúc Tuyên, Nguyễn Phạm Anh Thi, Cao Thị Mỹ Tiên, Phan Thị Kim Ba, Mitsunori Tarao, Bùi Thị Minh Diệu (2021). Ảnh hưởng của biochar và phân hữu cơ kết hợp với phân hóa học lên một số đặc tính sinh học, hóa học đất trong mô hình chuyên lúa vụ đông xuân tại huyện Trần Đề, Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, CĐ Môi trường và Biến đổi khí hậu, 57, 191 - 199.
5. Nguyễn Thị Kim Phụng, Nguyễn Thị Huỳnh Như, Trần Anh Đức, Đặng Duy Minh, Đoàn Thị Trúc Linh, 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.
6. Võ Thị Gương, Nguyễn Duy Linh, Tất Anh Thư (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, Đại học Cần Thơ*, 54, 65 - 74.
7. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5257:1990. Đất trồng trọt - Phương pháp xác định thành phần cơ giới.
8. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5979:2007 (ISO 10390:2005). Chất lượng đất - Xác định pH.
9. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6650:2000 (ISO 11265:1994). Chất lượng đất - Xác định độ dẫn điện riêng.
10. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6646:2000 (ISO 11260:1994). Chất lượng đất - Xác định khả năng trao đổi cation thực tế và độ bão hòa bazơ bằng cách sử dụng dung dịch bari clorua.
11. Ghorbani M., Amirahmadi E. (2018). Effect of rice husk biochar (RHB) on some of chemical properties of an acidic soil and the absorption of some nutrients. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(3), 313 - 317.
12. Oladele S. O., Adeyemo A. J., Awodun M. A. (2019). Influence of rice husk biochar and inorganic fertilizer on soil nutrients availability and rain-fed rice yield in two contrasting soils. *Geoderma*, 336, 1 - 11.
13. Thị Tú Linh, Châu Minh Khôi, Lê Minh Hoàng, Trần Trung Chánh, Huỳnh Mạch Trà My (2021). Đánh giá hiệu quả tài chính của một số hệ thống canh tác chủ yếu trên đất nhiễm mặn tại huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre và huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 57(6), 213 - 223.
14. Phuong N. T. K., Khoi C. M., Sinh N. V., Chiem N. H., Toyota K (2019). Effects of rice husk biochar and calcium amendment on remediation of saline soil from rice-shrimp cropping system in Vietnamese Mekong delta. *Journal of Experimental Agriculture International*, 39, 1 - 12.
15. Liu L., Pan Y., Shi W. (2022). Effect of amendments on soil moisture, salinity, Cl-content, SAR and K⁺/Na⁺ ratio. *Applied Ecology & Environmental Research*, 20(2), 1635 - 1655.
16. Yao T., Zhang W., Gulaqa A., Cui Y., Zhou Y., Weng W., Wang X., Liu Q., Jin F. (2021). Effects of peanut shell biochar on soil nutrients, soil enzyme activity and rice yield in heavily saline-sodic paddy field. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 21(1), 655 - 664.

INVESTIGATING THE EFFECT OF BIOCHAR AND COMPOST AMENDMENTS ON Na⁺/K⁺ RATIO IN SOIL AND RICE YIELD ON SALINE-AFFECTED SOIL

**Doan Thi Truc Linh¹, Nguyen Thi Kim Phuong¹, Dang Duy Minh¹,
Tran Duy Khanh¹, Tran Thanh Nhon², Cao Dinh An Giang¹, Chau Minh Khoi¹**

¹ Faculty of Soil Science, College of Agriculture, Can Tho University

² Department of Natural Resources and Environment of Can Tho city

Abstract

Saline intrusion leads to high Na⁺ content, causing nutrient imbalance, hindering nutrient absorption for crop, thus reducing crop yields. The objective of this study was to evaluate the effect of biochar and compost amendments on exchangeable and soluble forms of K⁺ and Na⁺ in soil and rice yield. A field experiment was carried out in U Minh Thuong district, Kien Giang province, over six consecutive rice crops during two years. Four treatments with four replications were designed in a completely randomized block. The treatments included: (1) three continuous rice crops per year (LLL), (2) two rice crops per year (LL), (3) LL combined with compost at 3 tons/ha/crop (LL + PHC) and (4) LL combined rice husk biochar at 10 tons/ha/crop (LL + TSH). The study results showed that two rice crops combined with biochar amendment at 10 tons/ha significantly increased soluble and exchangeable K⁺ and reduced the Na⁺/K⁺ ratio in soil across each cropping season. The highest rice yield was observed in the biochar treatment after six consecutive crops, showing a significant difference compared to treatments with only inorganic fertilizer application. However, compost amendment did not significantly affect exchangeable and soluble of K⁺, Na⁺/K⁺ ratio in the soil and rice yield. Notably, the significant negative correlation between the Na⁺/K⁺ ratio and rice yield indicates that reducing Na⁺ and increasing K⁺ in soil are important factors for enhancing rice yield. Therefore, biochar can be considered as a potential amendment for improving saline-affected soil and rice yield in the Mekong delta.

Keywords: *Exchangeable K⁺, exchangeable Na⁺, Na⁺/K⁺ ratio, biochar, compost, saline-affected, rice yield.*

Ngày nhận bài: 14/1/2025

Ngày chuyển phản biện: 10/2/2025

Ngày thông qua phản biện: 26/3/2025

Ngày duyệt đăng: 30/7/2025