

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

Nguyễn Thị Kim Phụng¹*, Nguyễn Thị Huỳnh Như¹, Trần Anh Đức¹,

Đặng Duy Minh¹, Đoàn Thị Trúc Linh¹, Châu Minh Khôi¹

TÓM TẮT

Đất nhiễm mặn ảnh hưởng bất lợi đến quá trình canh tác và sản xuất lúa gạo của vùng đồng bằng sông Cửu Long. Bên cạnh quản lý nước tưới hợp lý, cải tạo đất có thể giúp giảm ảnh hưởng bất lợi của mặn đối với cây lúa. Nghiên cứu được thực hiện nhằm mục đích đánh giá hiệu quả của bón biochar (than sinh học) đối với một số đặc tính hóa học của đất nhiễm mặn và cải thiện sinh trưởng, năng suất lúa. Nghiên cứu được thực hiện trên hệ thống canh tác lúa - tôm ở huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang và huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre, với 3 nghiệm thức và 4 lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Các nghiệm thức gồm: (i) đối chứng rửa mặn và bón phân theo nông dân, (ii) bón biochar 10 tấn/ha, (iii) bón biochar 10 tấn/ha kết hợp bón vôi (2 tấn CaO/ha). Thí nghiệm được thực hiện trên 2 vụ lúa, vụ tôm xen giữa 2 vụ lúa trong 2 năm và được đánh giá ở vụ lúa thứ 2. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bón biochar cải thiện có ý nghĩa pH, giảm hàm lượng Na^+ trao đổi và tăng tỷ lệ K^+/Na^+ trong đất khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng. Mặc dù, các chỉ tiêu liên quan đến sinh trưởng và năng suất lúa chưa khác biệt ý nghĩa thống kê, nghiên cứu cho thấy bón biochar có hiệu quả để giảm thiểu sự tích lũy và ảnh hưởng bất lợi của Na^+ trong đất ở những vùng bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn.

Từ khóa: Biochar, cation, đất nhiễm mặn, tỷ lệ K^+/Na^+ .

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Biochar (hay còn gọi là than sinh học) là sản phẩm phụ từ quá trình nhiệt phân vật liệu hữu cơ trong môi trường ít hoặc không có oxy [1]. Về mặt nông học, việc sử dụng biochar đã được nghiên cứu nhằm cải thiện các đặc tính vật lý, hoá học cũng như quần thể vi sinh vật [2, 3, 4]. Đối với đất nhiễm mặn, biochar được chứng minh là có khả năng cải thiện năng suất cây trồng [1]. Việc cải tạo đất nhiễm mặn bằng cách bổ sung biochar thông qua việc cung cấp các chất dinh dưỡng như canxi (Ca^{2+}) và magiê (Mg^{2+}) [5, 6, 7] giúp hỗ trợ trao đổi với Na^+ và đẩy Na^+ ra khỏi keo đất. Ngoài ra, bổ sung biochar có thể cải thiện cấu trúc đất, thích hợp cho việc rửa trôi Na^+ [8, 9]. Nghiên cứu đã chứng minh biochar trấu góp phần loại bỏ Na^+ và giảm ESP đáng kể trong đất mặn trong thí nghiệm rửa mặn bằng cột đất trong phòng thí nghiệm. Với đặc điểm khó phân hủy sinh học và có khả năng tạo độ tơi xốp cho đất, biochar có thể là vật liệu tiềm năng để cải tạo đất nhiễm mặn do hỗ trợ gia tăng hiệu quả của việc rửa mặn và cung cấp bổ sung các cation khoáng giúp giảm ảnh hưởng bất lợi

của Na^+ tích lũy trong đất. Do đó, bổ sung biochar giúp gia tăng hiệu quả của sản xuất lúa ở những vùng chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL).

Đất nhiễm mặn gây ra các trở ngại về mặt hóa học và vật lý đất gây ảnh hưởng đến hầu hết các loại cây trồng. Tác động ức chế của độ mặn đối với thực vật chủ yếu là do độc tính của ion và hiệu ứng thẩm thấu [10]. Những hạn chế này trong đất nhiễm mặn gây ra rối loạn dinh dưỡng và hạn chế sự hấp thu các chất dinh dưỡng thiết yếu (K, Ca, P,...) và cản trở quá trình hô hấp của rễ [5]. Các nghiên cứu trước đây cho thấy hàm lượng Na^+ cao trong đất nhiễm mặn dẫn đến giảm tỷ lệ K^+/Na^+ cũng như tỷ lệ $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ trong đất. Việc tỷ lệ K^+/Na^+ trong đất bị giảm có ảnh hưởng trực tiếp đến sự hấp thu Na^+ của cây trồng cũng như gia tăng khả năng ngộ độc Na^+ cho cây [11]. Do đó, đối với đất nhiễm mặn cần thiết phải cải thiện tỷ lệ K^+/Na^+ nhằm mục đích giảm dòng hấp thu Na^+ của cây trồng do có sự tương đồng và cạnh tranh nhau giữa 2 ion K^+ và Na^+ . Tuy nhiên, hiệu quả sử dụng biochar để loại bỏ Na^+ trong đất nhiễm mặn hiện nay có nhiều kết quả khác nhau: một số nghiên cứu cho thấy sự giảm hàm lượng Na^+ trong đất [8, 12], hay gia

¹ Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Email: ntkimphuong@ctu.edu.vn

tăng hàm lượng Na^+ trong đất [13, 14], hoặc không làm thay đổi hàm lượng Na^+ [15, 14]. Các kết quả khác nhau này cho thấy tầm quan trọng của việc cần có thêm nhiều nghiên cứu nhằm có cái nhìn bao quát hơn về tác dụng của biochar trên đất nhiễm mặn.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu thí nghiệm

Biochar được sử dụng trong thí nghiệm được sản xuất thương mại tại ĐBSCL với nguyên liệu chính là vỏ trấu. Những đặc tính cơ bản của biochar được sử dụng trong thí nghiệm như sau: pH (6,2), các bon hữu cơ (13,3% C), K^+ hòa tan (51 mg/kg), Ca^{2+} hòa tan (123 mg/kg) và Mg^{2+} hòa tan (847 mg/kg). Vôi sử dụng cho thí nghiệm với CaO nguyên chất 100%. Phân bón gồm phân urê (46% N), supe lân (16% P_2O_5) và KCl (60% K_2O).

2.2. Bố trí thí nghiệm ngoài đồng ruộng

Bảng 1. Bố trí thí nghiệm ngoài đồng ruộng

Tháng 9->12/2018	Tháng 1->8/2019	Tháng 9->12/2019
Trồng lúa	Nuôi tôm	Trồng lúa

Thí nghiệm được thực hiện trên hệ thống canh tác lúa - tôm trong 2 năm, vụ lúa đầu tiên từ tháng 9-12/2018, vụ tôm từ tháng 01-8/2019, sau khi kết thúc vụ tôm từ tháng 9-12/2019 tiếp vụ lúa, tại huyện U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang và huyện Thạnh Phú,

tỉnh Bến Tre. Nghiên cứu này chỉ theo dõi các chỉ tiêu ở vụ lúa từ tháng 9-12/2019 để đánh giá hiệu quả ngoài đồng ruộng của biochar. Thí nghiệm được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên (Randomized completely block design -RCBD) gồm 3 nghiệm thức và 4 lặp lại. Mỗi lô thí nghiệm tương ứng với một lặp lại có diện tích $5 \times 6 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$. Giữa các lô thí nghiệm được ngăn cách nhau bởi các bờ đất chắc chắn, thường xuyên được kiểm tra và gia cố để tránh rò rỉ nước giữa các lô thí nghiệm. Các nghiệm thức cụ thể như sau: (i) Đối chứng: rửa mặn và bón phân theo nông dân, (ii) biochar (10 tấn/ha), (iii) biochar (10 tấn/ha) kết hợp vôi (2 tấn CaO /ha). Biochar và vôi được bón và trộn đều vào lớp đất mặt 0 – 20 cm ở giai đoạn chuẩn bị đất và trước khi gieo sạ lúa 14 ngày. Tất cả các nghiệm thức được rửa mặn với số lần rửa mặn tương tự nhau đến khi độ mặn của nước trong ruộng phù hợp để sạ lúa (hàm lượng muối tan $< 2 \text{ g/L}$). Thí nghiệm sử dụng giống lúa nông dân đang canh tác ở địa phương, với giống OM 6162 ở Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre và giống Đài Thơm 8 ở U Minh Thượng, tỉnh Kiên Giang. Lượng giống sử dụng gieo sạ trong các lô thí nghiệm tương đương 150 kg/ha. Phân bón hoá học khuyến cáo cho lúa là 60 N – 40 P_2O_5 – 30 K_2O kg/ha cho tất cả ba nghiệm thức của thí nghiệm.

2.3. Phương pháp thu mẫu đất và chỉ tiêu nông học

Bảng 2. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu hóa học đất

Loại chỉ tiêu	Đơn vị tính	Tóm tắt phương pháp phân tích	Phương pháp
$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	Độ pH	Trích bằng nước, tỷ lệ đất và nước theo tỷ lệ 1:5, đo bằng pH kế.	TCVN 5979 : 1995
EC	mS/cm	Trích bằng nước, tỷ lệ đất và nước theo tỷ lệ 1:2,5, đo bằng EC kế.	TCVN 6650 : 2000
K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} trao đổi	meq/100 g	Phân tích theo phương pháp trích 0,1M BaCl_2 không đệm. Đo hàm lượng các cation trên máy hấp thụ nguyên tử. Lượng cation trao đổi đã trừ lượng cation hoà tan theo phương pháp trích nước.	TCVN 6646 : 2000
K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} hòa tan	meq/100g	Phân tích theo phương pháp trích nước theo tỷ lệ 1:5. Đo hàm lượng các cation trên máy hấp thụ nguyên tử.	

Thu mẫu đất: mẫu đất được thu hai đợt (1) sau khi bón các chế phẩm cải tạo đất 2 tuần, trước khi tiến hành gieo sạ lúa và (2) thu vào thời điểm thu hoạch. Mỗi lô thí nghiệm được lấy mẫu 5 vị trí khác nhau, sau đó trộn đều để thu một mẫu đại diện cho mỗi lô. Mẫu đất sau khi thu ở từng thời điểm được trữ lạnh trong thùng cách nhiệt, sau đó đem về phòng thí

nghiệm trong vòng 12 giờ. Mẫu đất được phơi khô tự nhiên, sau đó nghiền qua rây 2 mm và phân tích các chỉ tiêu hóa học. Các chỉ tiêu hóa học đất được phân tích bao gồm: pH, EC (Electrical Conductivity), cation (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) trao đổi và hòa tan, tỷ lệ K^+/Na^+ , $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ trao đổi và hòa tan. Phương pháp

phân tích các chỉ tiêu hóa học đất được trình bày ở bảng 2.

Chỉ tiêu nông học: chiều cao cây lúa được ghi nhận vào các thời điểm cực điểm của cây lúa (giai đoạn làm đòng, trổ và lúc thu hoạch). Tại thời điểm thu hoạch, lúa trong các ô thí nghiệm được thu hoạch trong khung 5 m² để đánh giá năng suất. Năng suất lúa (tấn/ha) được ghi nhận bằng cách quy đổi về ẩm độ hạt 14%. Tính tỷ lệ phần trăm gia tăng năng suất giữa các nghiệm thức so với đối chứng.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Excel để tính toán số liệu, vẽ đồ thị của các nghiệm thức. Phân tích ANOVA bằng phần mềm Minitab 17.1 để đánh giá khác biệt của một số tính chất hóa học và năng suất lúa giữa các nghiệm thức. Các nghiệm thức khác biệt có ý nghĩa thống kê được so sánh Tukey ở mức ý nghĩa 5%.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự thay đổi tính chất hóa học đất

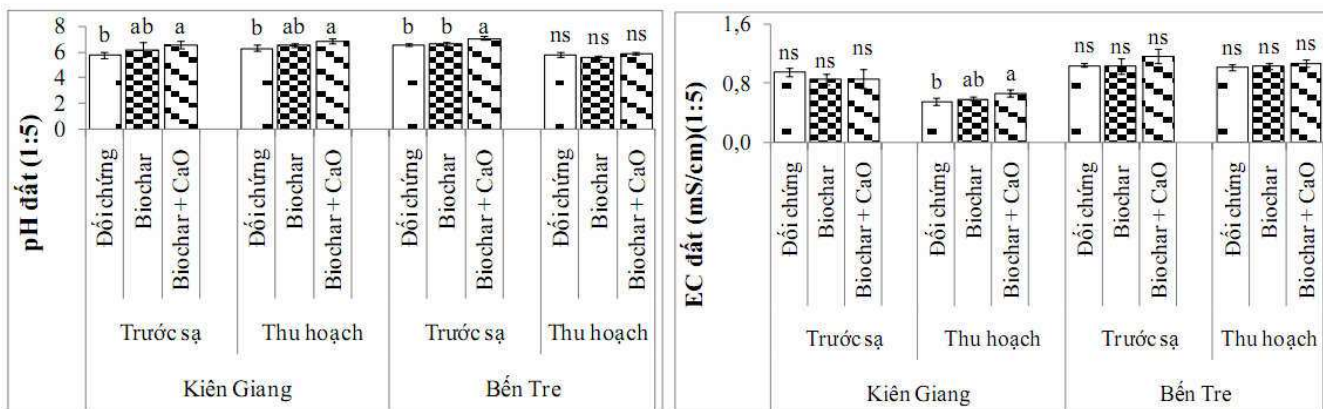
3.1.1. pH đất (1:5)

Giá trị pH(1:5) đất trước sạ tại điểm thí nghiệm ở Kiên Giang dao động trong khoảng 5,78 – 6,59 và giá trị pH đất tăng ở giai đoạn thu hoạch từ 6,32 – 6,87 (Hình 1, trái). Nghiệm thức bón biochar kết hợp CaO có giá trị pH đất cao khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng. Nếu chỉ bón riêng lẻ biochar thì kết quả pH đất không khác biệt có ý nghĩa thống

kê so với pH đất của nghiệm thức đối chứng. Tại Bến Tre, giá trị pH đất dao động trong khoảng 6,55 – 7,09 trước sạ và 5,58 – 5,91 tại thời điểm thu hoạch. Bón biochar kết hợp CaO có hiệu quả gia tăng pH đất khác biệt có ý nghĩa vào thời điểm trước sạ, sau khi bón chế phẩm. Tuy nhiên, vào thời điểm thu hoạch pH đất khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Kết quả thí nghiệm phù hợp với nhận định khi bón biochar kết hợp với bón vôi cho đất, giá trị pH của đất đều có xu hướng tăng lên [13, 7] do hàm lượng Ca²⁺, Mg²⁺ cao trong biochar và vôi. Theo Trần Ngọc Hữu và cs (2017) [16] bón vôi làm tăng giá trị pH, EC trên đất phèn nhiễm mặn. Thực tế thí nghiệm cho thấy bón biochar kết hợp CaO có giá trị pH cao nhất ở tất cả các nghiệm thức và khác biệt có ý nghĩa so với đối chứng.

3.1.2. EC đất (1:5)

Tại Kiên Giang, giá trị EC (1:5) của đất trước sạ khác biệt không ý nghĩa giữa các nghiệm thức. Ở giai đoạn thu hoạch, EC của nghiệm thức bón biochar kết hợp CaO cao khác biệt có ý nghĩa so với EC của nghiệm thức đối chứng. Sự khác biệt EC giữa các nghiệm thức được giải thích là do sự bổ sung các cation kiềm Ca²⁺ và Mg²⁺ của vật liệu biochar và vôi đã gia tăng hàm lượng muối tan trong đất sau khi bón các vật liệu này. Tại Bến Tre, giá trị EC của đất không khác biệt giữa các nghiệm thức tại thời điểm trước sạ và thu hoạch (Hình 1, phải).



Hình 1. Ảnh hưởng của pH (trái) và EC đất (mS/cm) (phải) qua các thời điểm thu mẫu tại Kiên Giang và Bến Tre

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

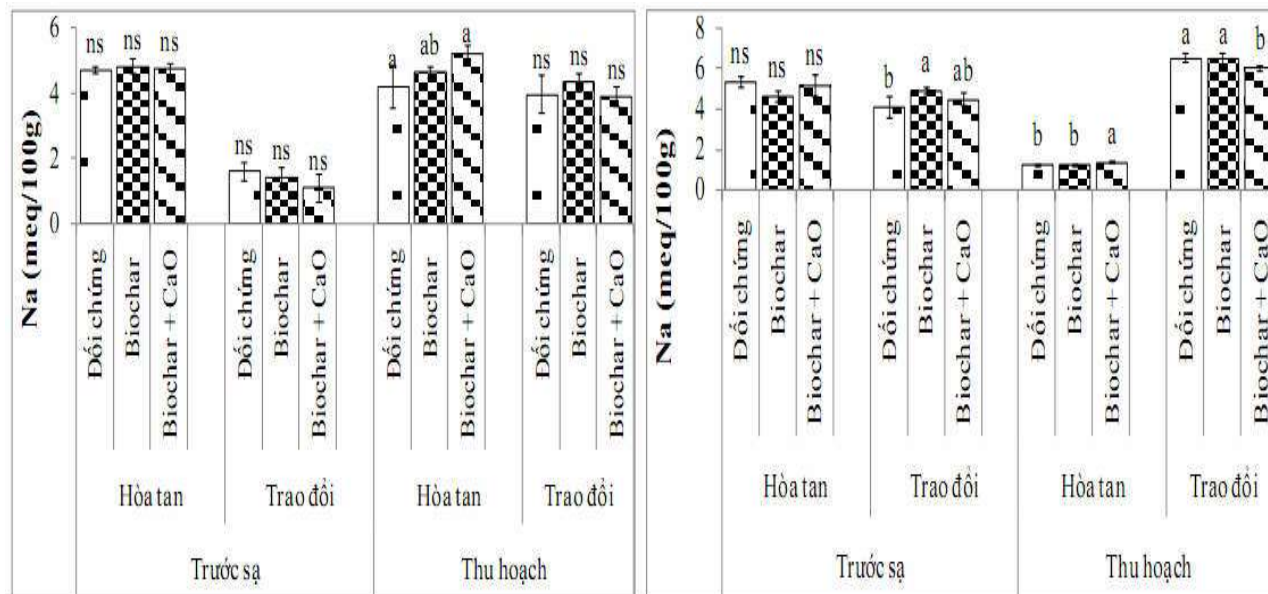
3.1.3. Cation trong đất

Kết quả phân tích ở hình 2 cho thấy hàm lượng Na⁺ hòa tan trong đất trước sạ tại hai điểm Kiên Giang và Bến Tre khác biệt không ý nghĩa thống kê

giữa các nghiệm thức. Nhưng đến giai đoạn thu hoạch tại Bến Tre, ở nghiệm thức có bổ sung biochar Na⁺ hòa tan cao hơn nghiệm thức không bổ sung biochar và khác biệt này có ý nghĩa thống kê khi bón

biochar kết hợp bón vôi. Kết quả này là do cation K^+ và Ca^{2+} được bổ sung từ biochar và CaO đã trao đổi với Na^+ trên bề mặt hấp phụ của keo đất và đẩy Na^+ trao đổi ra khỏi keo đất, bổ sung Na^+ hòa tan vào dung dịch đất. Kết quả này tương tự nghiên cứu của Phuong và cs (2019) [8] và Phuong và cs (2020) [17], cho rằng K^+ từ biochar trấu trao đổi và đẩy Na^+ trao

đổi ra khỏi đất mặn. Trong nghiên cứu này, hàm lượng Na^+ trao đổi giảm ở nghiệm thức có bón biochar ở giai đoạn thu hoạch là kết quả của quá trình này. Khác biệt với các hệ thống canh tác cây trồng khác, ở hệ thống lúa - tôm do nước được lưu giữ trong suốt thời gian canh tác lúa nên Na^+ hòa tan không được loại bỏ khỏi ruộng.



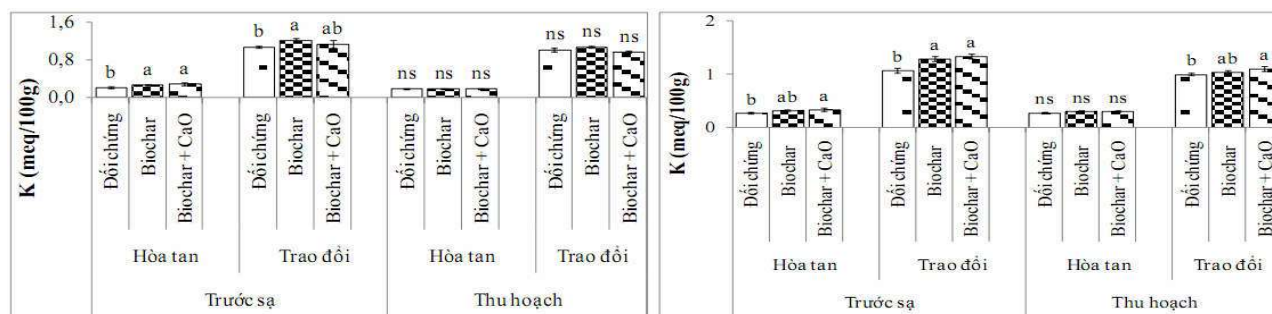
Hình 2. Hàm lượng Na^+ hòa tan và trao đổi trong đất canh tác lúa tại Kiên Giang (trái) và Bến Tre (phải)

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

Tại Kiên Giang hàm lượng K^+ hòa tan (Hình 3, trái) ở thời điểm trước sạ cao khác biệt có ý nghĩa thống kê ở nghiệm thức bón biochar kết hợp vôi và nghiệm thức không bổ sung biochar. Ở giai đoạn thu hoạch, K^+ hòa tan dao động trong khoảng 0,183 - 0,184 meq/100 g đất và khác biệt không ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Hàm lượng K^+ trao đổi ở nghiệm thức bón biochar cao nhất (1,22 meq/100 g đất) khác biệt có ý nghĩa với nghiệm không bổ sung biochar ở giai đoạn trước sạ. Tại thời điểm thu hoạch, hàm lượng K^+ hòa tan và trao đổi đều khác biệt không ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức thí nghiệm. Ngược lại, điểm thí nghiệm Bến Tre hàm lượng K^+ trao đổi cao nhất ở nghiệm thức bón biochar kết hợp CaO ở thời điểm trước sạ (1,34 meq/100 g đất), thu hoạch (1,10 meq/100 g đất) khác biệt ý nghĩa thống kê với nghiệm thức không bổ sung biochar. Theo Nguyễn Mỹ Hoa (2005) [18] đất có hàm lượng K^+ trao đổi $>0,3$ meq/100 g đất có thể xem như cung cấp đủ kali cho cây lúa. Do đó, trước mắt đối với các vùng có hàm lượng K^+ trao đổi $>0,3$ meq/100 g đất có thể

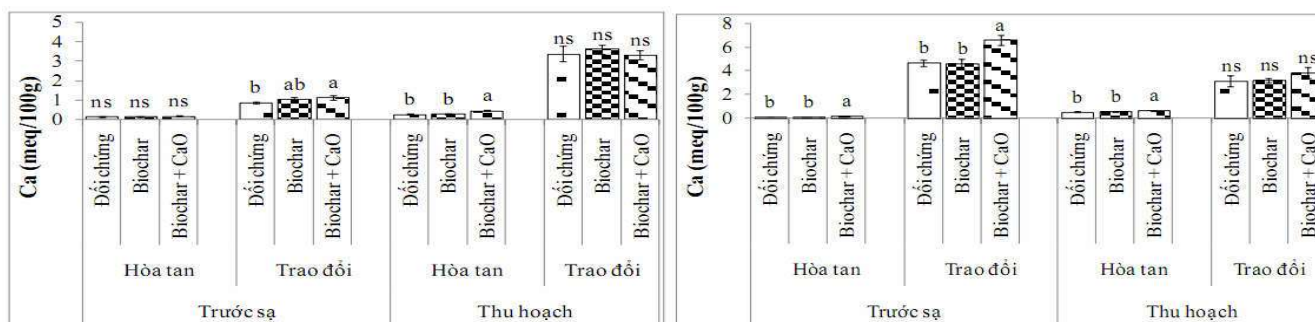
không cần bón phân kali, tuy nhiên cần vùi rơm rạ để duy trì độ phì kali cho đất, những nơi đất có hàm lượng K^+ trao đổi $>0,3$ meq/100 g đất trên những vùng đất nhiễm mặn có thể không cần bón kali trong canh tác lúa.

Hàm lượng Ca^{2+} hòa tan ở giai đoạn trước sạ tại Kiên Giang khác biệt không ý nghĩa thống kê. Ở giai đoạn thu hoạch, hàm lượng Ca^{2+} hòa tan cao nhất ở nghiệm thức bón biochar kết hợp CaO và khác biệt có ý nghĩa thống kê với nghiệm thức các nghiệm thức còn lại. Tại Bến Tre, hàm lượng Ca^{2+} trao đổi trong đất trước sạ cao nhất ở nghiệm thức bón biochar kết hợp CaO (6,62 meq/100 g đất) và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức đối chứng, giai đoạn thu hoạch các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Việc bổ sung Ca^{2+} hòa tan được cho là cần thiết trong việc cải tạo đất mặn do Ca^{2+} giúp loại bỏ Na^+ khỏi phức hệ trao đổi [19]. Nhiều nghiên cứu trước đây cho thấy việc bón đủ lượng Ca trên đất nhiễm mặn có thể làm giảm ảnh hưởng ức chế sinh trưởng cây trồng [20].



Hình 3. Hàm lượng K^+ hòa tan và trao đổi trong đất canh tác lúa tại Kiên Giang (trái) và Bến Tre (phải)

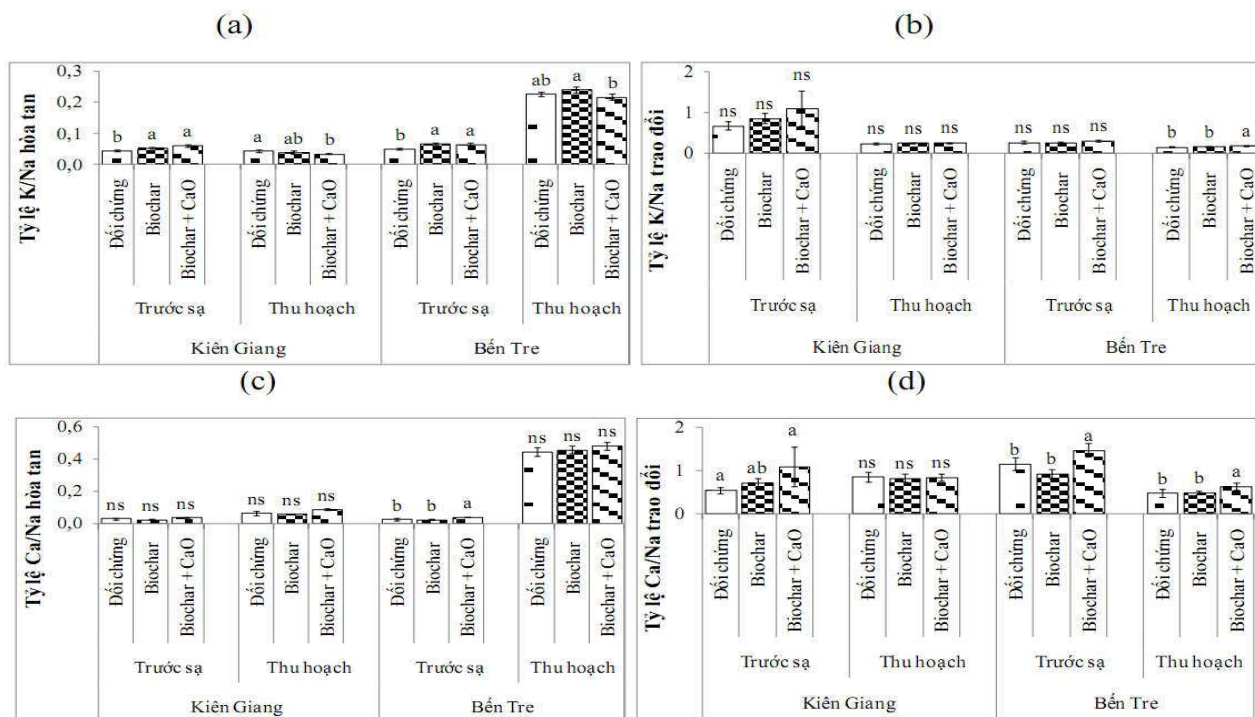
Ghi chú: Tại cùng một thời điểm, các ký tự khác nhau trên cột số liệu thể hiện sự khác biệt giữa trung bình các nghiệm thức ở mức ý nghĩa thống kê 5%, ns: khác biệt không ý nghĩa thống kê.



Hình 4. Hàm lượng Ca^{2+} hòa tan và trao đổi trong đất canh tác lúa tại Kiên Giang (trái) và Bến Tre (phải)

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

3.1.4. Tỷ lệ các cation trong đất



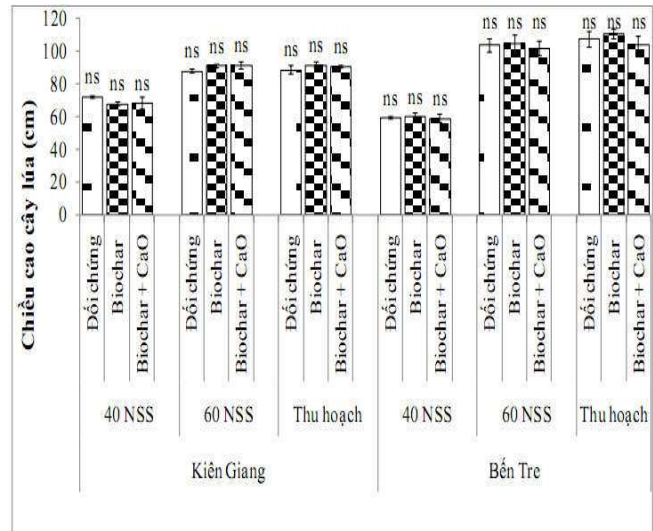
Hình 5. Tỷ lệ K/Na hòa tan (a), K/Na trao đổi (b), tỷ lệ Ca/Na hòa tan (c), Ca/Na trao đổi (d) tại điểm thí nghiệm Kiên Giang và Bến Tre

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

Tại Bến Tre, tỷ lệ K^+/Na^+ hoà tan trong nghiệm thức có bổ sung biochar cao ở giai đoạn trước sạ do lượng K^+ hoà tan được bổ sung từ bản thân biochar và được duy trì đến giai đoạn thu hoạch (trừ nghiệm thức có kết hợp CaO) (Hình 5a). Tại giai đoạn thu hoạch, hàm lượng Na^+ trao đổi trong nghiệm thức có bổ sung biochar kết hợp CaO giảm, do đó tỷ lệ K^+/Na^+ được cải thiện, cao khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại (Hình 5b). Tỷ lệ Ca^{2+}/Na^+ hoà tan và trao đổi cao khác biệt có ý nghĩa ở nghiệm thức biochar + CaO (Hình 5c, d). Tỷ lệ Ca^{2+}/Na^+ được cải thiện ở nghiệm thức biochar kết hợp CaO do tăng hàm lượng Ca^{2+} từ việc bổ sung CaO. Hàm lượng K^+ và tỷ lệ K^+/Na^+ cao giúp tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của cây trồng trên đất nhiễm mặn, hạn chế khả năng ngộ độc Na^+ . Trong điều kiện stress mặn, sự mất cân bằng các ion là một yếu tố gây độc quan trọng, trong đó sự tích tụ dư thừa Na^+ và thiếu K^+ là chủ yếu [21, 22, 23]. Do K^+ và Na^+ có tính chất hoá học tương tự nhau và có sự cạnh tranh nhau trong quá trình hấp thu bởi rễ cũng như di chuyển bên trong cây trồng, sự dư thừa độc chất Na^+ trong môi trường đất sẽ dẫn đến sự thiếu hụt K^+ [24]. Vì vậy, tăng hàm lượng K^+ , cũng như tăng tỷ lệ K^+/Na^+ trong đất sẽ giúp nâng cao khả năng hấp thu K^+ và giảm ngộ độc Na^+ cho cây trồng.

3.2. Sự sinh trưởng và phát triển của lúa

Tại Kiên Giang, ở giai đoạn thu hoạch nghiệm thức bón biochar có chiều cao cây cao nhất (92 cm) nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại. Trong khi đó, tại Bến Tre nghiệm thức bón biochar cho kết quả chiều cao lúa cao nhất vào giai đoạn 60 ngày sau sạ (104 cm) và thu hoạch (111 cm) nhưng do biến động giữa các lặp lại, khác biệt này không ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại. Cần có thêm các nghiên cứu ở các vụ tiếp theo để xác định rõ hơn vai trò của biochar trong việc gia tăng chiều cao cây để thấy sự khác biệt có ý nghĩa. Một số nghiên cứu còn cho thấy tác dụng của biochar đối với sinh trưởng và năng suất cây trồng sẽ cao hơn nếu bón kết hợp với phân khoáng [1].

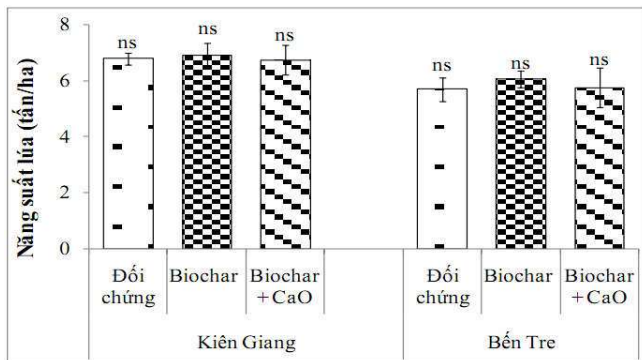


Hình 6. Sự thay đổi về chiều cao cây lúa (cm) qua các giai đoạn sinh trưởng

Ghi chú: NSS: ngày sau sạ, 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: khác biệt không ý nghĩa thống kê.

3.3. Năng suất lúa

Năng suất lúa (Hình 7) tại điểm thí nghiệm Kiên Giang đạt từ 6,75 – 6,91 tấn/ha, năng suất lúa thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng (6,57 tấn/ha) và cao nhất ở nghiệm thức bón biochar (6,91 tấn/ha), tuy nhiên giữa các nghiệm thức chưa thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Tại Bến Tre, năng suất lúa đạt trong khoảng 5,68 – 6,05 tấn/ha, bón biochar cho năng suất cao nhất (6,05 tấn/ha) và khác biệt không ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng có năng suất lúa thấp nhất (5,68 tấn/ha). Tương tự, bón biochar kết hợp CaO chưa cho thấy sự gia tăng năng suất có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng. 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 [25]. 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 [26]. Do đó, cần có thêm nghiên cứu về hiệu quả lưu tồn và sử dụng phân biochar trong nhiều vụ tiếp theo để có thể kết luận hiệu quả của những biện pháp cải tạo này lên năng suất lúa.



Hình 7. Ảnh hưởng của bón biochar đến năng suất lúa

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

4. KẾT LUẬN

Bón biochar trên đất canh tác lúa bị ảnh hưởng mặn đã cải thiện có hiệu quả một số tính chất hóa học đất như giảm EC, tăng pH, cung cấp K^+ dẫn đến giảm Na^+ trong đất và tăng tỷ lệ K^+/Na^+ so với bón phân theo nông dân. Hiệu quả gia tăng khi bón biochar kết hợp với CaO.

Bón biochar hoặc biochar kết hợp CaO trong nghiên cứu qua 2 vụ chưa cho thấy hiệu quả có ý nghĩa trong việc cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa. Do đó, cần thực hiện các nghiên cứu tiếp theo trong nhiều vụ để đánh giá hiệu quả lưu tồn của biochar và vôi trong việc cải thiện năng suất lúa trong mối liên quan với các đặc tính hoá học của đất.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần của chương trình nghiên cứu A8, 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. Lehmann, J. and Joseph, S. (2009). *Biochar for environmental management: Science and technology*. Earthscan Ltd, London, UK.
2. Al-Wabel, M. I., Q. Hussain, A. R. Usman, M. Ahmad, A. Abduljabbar, A. S. Sallam, and Y. S. Ok (2018). Impact of biochar properties on soil conditions and agricultural sustainability: A review. *Land Degradation and Development* 29 (7): 2124-2161.

3. El-Naggar, A., S. S. Lee, J. Rinklebe, M. Farooq, H. Song, A. K. Sarmah, A. R. Zimmerman, M. Ahmad, S. M. Shaheen, and Y. S. Ok (2019). Biochar application to low fertility soils: A review of current status, and future prospects. *Geoderma* 337: 536-554.

4. Dahlawi, S., A. Naeem, Z. Rengel, and R. Naidu (2018). Biochar application for the remediation of salt-affected soils: Challenges and opportunities. *Science of The Total Environment*, 625, 320-335. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.257>.

5. Chaganti, V. N., and D. M. Crohn (2015). Evaluating the relative contribution of physiochemical and biological factors in ameliorating a saline-sodic soil amended with composts and biochar and leached with reclaimed water. *Geoderma* 259: 45-55.

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

7. Laird, D. A., P. Fleming, D. D. Davis, R. Horton, B. Wang, and D. L. Karlen (2010). Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158 (3-4): 443-449.

8. Phuong, N. T. K., C. M. Khoi, N. Van Sinh, N. H. Chiem, and K. Toyota (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 (2): 1-12.

9. Yue, Y., W. N. Guo, Q. M. Lin, G. T. Li, and X. R. Zhao (2016). Improving salt leaching in a simulated saline soil column by three biochars derived from rice straw (*Oryza sativa* L.), sunflower straw (*Helianthus annuus*), and cow manure. *Journal of Soils and Water Conservation* 71 (6): 467-475. 10.2489/jswc.71.6.467.

10. Chi, C., C. Zhao, X. Sun, and Z. Wang (2012). Reclamation of saline-sodic soil properties and improvement of rice (*Oriza sativa* L.) growth and yield using desulfurized gypsum in the west of Songnen Plain, northeast China. *Geoderma* 187: 24-30.
11. Mendoza, I., F. Rubio, A. Rodriguez-Navarro, and J. M. Pardo (1994). The protein phosphatase calcineurin is essential for NaCl tolerance of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biological Chemistry* 269 (12): 8792-8796.
12. Wu, Y., G. Xu, and H. B. Shao (2014). Furfural and its biochar improve the general properties of a saline soil. *Solid Earth* 5 (2): 665-671. 10.5194/se-5-665-2014.
13. Chan, K. Y., L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downie, and S. Joseph (2007). Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Soil Research* 45 (8): 629-634. <https://doi.org/10.1071/SR07109>.
14. Sappor, D., B. Osei, and M. Ahmed (2017). Reclaiming sodium affected soil: The potential of organic amendments. *International Journal of Plant & Soil Science* 16 (2): 1-11.
15. Nguyen, B. T., N. N. Trinh, C. M. T. Le, T. T. Nguyen, T. V. Tran, B. V. Thai, and T. V. Le (2018). The interactive effects of biochar and cow manure on rice growth and selected properties of salt-affected soil. *Arch. Agron. Soil Science* 64 (12): 1744-1758.
16. Trần Ngọc Hữu, Ngô Ngọc Hưng, Nguyễn Kim Quyên (2017). Ảnh hưởng tỷ lệ natri-canxi trao đổi trong đất đối với sinh trưởng và năng suất lúa do tưới mặn trên đất nhiễm mặn. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*. Số chuyên đề: Nông nghiệp (tập 81): 77-83.
17. Phuong, N. T. K., C. M. Khoi, K. Ritz, T. B. Linh, D. D. Minh, T. A. Duc, N. V. Sinh, T. T. Linh, K. Toyota (2020). 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 (8): 1101. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081101>
18. Nguyễn Mỹ Hoa (2005). Thành phần kali trong đất và khả năng cung cấp kali trích bằng resin ở một số nhóm đất chính vùng đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đất* 23: 64-68.
19. Hanay, A. F., Buyuksonmez, F. M. and Kanbolat, M. Y. (2004). Reclamation of saline-sodic soils with gypsum and MSW compost. *Compost Science and Utilization*. 12: 175-179.
20. Rengel, Z (1992). The role of calcium in salt toxicity. *Plant, Cell & Environment* 15: 625-632. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1992.tb01004.x>
21. Deinlein, U., A. B. Stephan, T. Horie, W. Luo, G. Xu, and J. I. Schroeder (2014). Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends in Plant Science* 19 (6): 371-379. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.02.001>.
22. Igartua, E., M. P. Gracia, and J. M. Lasa (1995). Field responses of grain sorghum to a salinity gradient. *Field Crops Res* 42 (1): 15-25. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(95\)00018-L](https://doi.org/10.1016/0378-4290(95)00018-L).
23. Tanaka, H., S. Yamada, T. Masunaga, S. Yamamoto, W. Tsuji, and B. Murillo-Amador (2018). Comparison of nutrient uptake and antioxidative response among four Labiatae herb species under salt stress condition. *Soil Science and Plant Nutrition* 64 (5): 589-597. 10.1080/00380768.2018.1492334.
24. Maathuis, F. J., and A. Amtmann (1999). K⁺ nutrition and Na⁺ toxicity: The basis of cellular K⁺/Na⁺ ratios. *Annals of botany* 84 (2): 123-133. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0912>.
25. 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.
26. 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 thành phố Hồ Chí Minh*.

**EFFECTS OF BIOCHAR ON CHEMICAL PROPERTIES OF SALINE SOILS AND RICE YIELDS
IN THE RICE – SHRIMP SYSTEMS**

**Nguyen Thi Kim Phuong, Nguyen Thi Huynh Nhu, Tran Anh Duc,
Dang Duy Minh, Doan Thi Truc Linh, Chau Minh Khoi**

Summary

Soil salinity adversely affects rice cultivation and production in the Mekong delta. Besides suitable irrigation management, soil improvement can help reduce adverse effects of salinity on rice. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of biochar and lime on some chemical properties of saline soil and improve rice growth and yield. The study was carried out on rice-shrimp farming systems in U Minh Thuong district, Kien Giang province and Thanh Phu district, Ben Tre province, with 3 treatments and 4 replicates for each treatment. The treatments included: (i) Control with farmer's salinity washing and fertilizer application, (ii) Biochar application (10 tons/ha), (iii) Biochar application (10 tons/ha) combined with lime CaO (2 tons/ha). The experiment was carried out on 2 rice crops, shrimp crop interspersed between 2 rice crops in 2 years and evaluated in the second rice crop. Results showed that biochar application significantly improved soil pH, decreased exchangeable Na^+ content, and increased K^+/Na^+ ratio in soil compared to those from the control treatment. Although, agronomic parameters related to rice growth and yield were not significantly different, the findings of this study showed that the biochar application is effective to minimize accumulation and adverse effects of Na^+ in the soil in areas affected by drought and salinity.

Keywords: *Biochar, cation, K^+/Na^+ , saline soil.*

Người phản biện: TS. Bùi Huy Hiền

Ngày nhận bài: 13/12/2021

Ngày thông qua phản biện: 14/01/2022

Ngày duyệt đăng: 20/5/2022