



Original Article

Using Biochar to Improve Soil Fertility and Productivity of Drought-Tolerant Sweet Potatoes in Thanh Hoa Coastal Sandy Soil

Le Sy Chung^{1,*}, Nguyen Minh Phuong¹, Tran Minh Tien²,
Nguyen Manh Khai^{1,3}, Pham Anh Hung¹

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

²*Soils and Fertilizers Institute, Vietnam Academy of Agricultural Sciences,
10 Ton Duc Thang, Bac Tu Liem, Hanoi, Vietnam*

³*VNU Key Laboratory of Green Environment, Technology and Waste Utilization (GreenLab),
VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

Received 30 July 2024

Revised 12 September 2024; Accepted 23 October 2024

Abstract: The coastal area of Thanh Hoa province has a large proportion of sandy soil and is suffering negative impacts from climate change that affect crop productivity. The aim of this study is to investigate the use of biochar to improve the soil fertility and productivity of drought-tolerant sweet potatoes. The effect of biochar contents on the productivity of three sweet potatoes VC 04-24, KL C3, and VC 68-2 in the coastal sandy soil area of Thanh Hoa province was examined. The results indicated that the yield of sweet potatoes was the highest when applying five tons of biochar per hectare, equivalent to using 10 tons of manure. With the same biochar content, the productivity and other factors related to the product quality of these sweet potatoes such as the number of tubers per plant and the average mass of tuber were the highest. In detail, the estimated commercial productivity of VC 04-24, KL C3, and VC 68-2 were 25.46, 24.92, and 21.76 ton/ha, respectively. With the least significant difference at the probability of 0.05% ($LSD_{0.05}$), the VC 04-24 and KL C3 showed high productivity. The economic efficiency of the sweet potatoes-growing model at Hai An commune, Nghi Son Town, Thanh Hoa province showed that the productivity of the model was 24 tons/ha, higher than the actual productivity of the control model (20.2 ton/ha). The productivity and the economic efficiency of the model were 18.8% and 31.38% higher than those of the control model, respectively. In addition, the test results showed that using 5-6 ton/hectare of biochar can improve the physical and chemical properties of soils.

Keywords: Biochar, fertilizer, sweet potato, sandy soil, Thanh Hoa province.

* Corresponding author.

E-mail address: chung.skhn@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuces.5208>

Nghiên cứu hiệu quả của việc bón than sinh học cải thiện độ phì của đất và năng suất các giống khoai chịu hạn tại vùng đất cát ven biển Thanh Hóa

Lê Sỹ Chung^{1,*}, Nguyễn Minh Phương¹, Trần Minh Tiến²,
Nguyễn Mạnh Khải¹, Phạm Anh Hùng¹

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

²Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam,
10 Tôn Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

³Phòng thí nghiệm trọng điểm Công nghệ môi trường xanh và Tái chế chất thải,
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 30 tháng 7 năm 2024

Chỉnh sửa ngày 12 tháng 9 năm 2024; Chấp nhận đăng ngày 23 tháng 10 năm 2024

Tóm tắt: Vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa có tỷ lệ đất cát lớn và đang chịu những tác động tiêu cực từ biến đổi khí hậu, ảnh hưởng đến năng suất cây trồng. Nghiên cứu này sử dụng than sinh học (TSH) để cải thiện độ phì của đất và năng suất các giống khoai lang mới có khả năng chịu hạn. Ảnh hưởng của các hàm lượng TSH lên năng suất của 3 giống khoai lang VC 04-24, KL C3 và VC 68-2 trên vùng đất cát ven biển tỉnh Thanh Hóa. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi bón TSH ở lượng 5 tấn/ha, năng suất của các giống khoai lang thử nghiệm đạt cao nhất, tương đương với năng suất khi bón phân chuồng 10 tấn/ha. Với lượng TSH sử dụng như vậy, năng suất và các yếu tố cấu thành của các giống thử nghiệm như số củ/dây và khối lượng trung bình củ đều đạt giá trị lớn nhất. Cụ thể, năng suất thực thu thương phẩm của các giống khoai lang VC 04-24, KL C3 và VC 68-2 lần lượt là 25,46 tấn/ha, 24,92 tấn/ha và 21,76 tấn/ha. Ở mức khác biệt nhỏ nhất với xác suất 0,05% ($LSD_{0,05}$), các giống khoai lang cho năng suất cao là VC 04-24 và KL C3. Hiệu quả kinh tế của mô hình trồng khoai lang ở xã Hải An, Thị xã Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa cho thấy, năng suất khoai của mô hình là 24 tấn/ha cao hơn năng suất thực tế so với mô hình đối chứng (20,2 tấn/ha). Năng suất và hiệu quả kinh tế của mô hình cao hơn lần lượt 18,8% và 31,38% so với mô hình đối chứng. Kết quả nghiên cứu còn cho thấy, với hàm lượng bón TSH 5-6 tấn/ha có thể cải tạo một số tính chất vật lý và hóa học đất.

Từ khóa: TSH, phân bón, khoai lang, đất cát, tỉnh Thanh Hóa.

1. Mở đầu

Vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa có diện tích 1.229,05 km² (04 huyện, 01 thị xã, 01 thành phố), chiếm 11,05% diện tích tự nhiên toàn tỉnh,

có địa hình lượn sóng theo hướng Bắc - Nam, xen vào các vùng cao khô cạn là những vùng trũng khó thoát nước. Vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa là vùng có nhiều khả năng để phát triển trồng trọt (cây lúa, màu, cây công nghiệp ngắn

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: chung.skhn@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5208>

ngày). Tuy nhiên, những năm gần đây cùng với ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, thiệt hại đối với hoạt động sản xuất nông nghiệp của tỉnh là rất lớn, trong đó hạn hán là nguyên nhân chính ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa. Bên cạnh đó, việc đốt rơm rạ trên đồng ruộng không được khuyến cáo ở nhiều nước trồng lúa vì ô nhiễm môi trường, lãng phí rơm rạ và phát sinh khí nhà kính. Ngoài ra, còn có hàng triệu tấn phụ phẩm từ mía, ngô, đậu, lạc và nhiều cây trồng khác, là nguồn tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường, nếu không có giải pháp thu gom và tái sử dụng hiệu quả. Phương thức đốt phụ phẩm trên đồng ruộng gây lãng phí nguồn hữu cơ có ích và phát thải khí nhà kính. Để khắc phục những mặt trái nói trên, góp phần cải tạo đất cho phát triển nông nghiệp và bảo vệ môi trường, việc tái sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp chế biến thành TSH để cải tạo đất là giải pháp khả thi, mang lại hiệu quả về kinh tế và môi trường, hạn chế phát thải do đốt tràn lan hay vùi phụ phẩm trực tiếp vào đồng ruộng.

TSH là sản phẩm có chứa hàm lượng các bon cao được tạo ra trong quá trình nhiệt phân các hợp chất hữu cơ trong điều kiện yếm khí hoặc kỵ khí [1]. Bón TSH vào đất làm tăng khả năng hấp thụ và giữ nước trong đất và cung cấp lại cho cây trồng trong thời kỳ hạn hán [2]. Diện tích bề mặt lớn của TSH có tác dụng tăng khả năng giữ nước và tăng khả năng hấp thụ của đất [3]. Ở trong đất, TSH tương tác với nhiều loại khoáng chất và hợp chất hữu cơ, từ đó giúp tăng cường hoạt động của vi sinh vật đất và rễ cây [4]. TSH trong đất làm tăng số lượng vi sinh vật có lợi cho quá trình nitrat hóa và khử nitơ [5]. Các vi sinh vật đất kết hợp với TSH có thể làm tăng khả năng phân giải các chất dinh dưỡng đã bị cố định ở dạng khó tiêu trong đất, làm cho chúng được giữ lại trong sinh khối của vi sinh vật ở dạng dễ tiêu [3]. Bón TSH làm tăng hàm lượng hữu cơ trong đất [6, 7], tăng khả năng hấp thụ các dinh dưỡng của cây trồng, hạn chế rửa trôi, giúp cho phân bón hóa học ít bị mất do nước mang đi, tăng sức sinh trưởng và năng suất cây trồng [8-9]. Kết quả nghiên cứu trước cho thấy, với chu trình làm ngập nước xem kẽ, TSH bón vào đất giảm được 54-93% lượng amoni thất thoát do rửa trôi [10]. Sử dụng TSH

bón vào đất làm tăng khả năng lưu trữ các bon trong đất có lợi ích tích cực cho môi trường [11], đồng thời có thể làm giảm lượng phát thải khí nhà kính như metan (CH_4) và nitơ ô xít (N_2O) từ đất [12].

Ở Việt Nam, TSH đã được sử dụng từ lâu, nông dân gọi là than, dùng phương pháp đốt rơm rạ âm ỉ và dùng nước dập lửa nhanh để tạo ra TSH. Nông dân sử dụng loại than này kết hợp với phân chuồng để làm phân bón. Tuy nhiên, phương pháp này tạo ra khói bụi khi đốt, gây ra ô nhiễm môi trường, làm tăng phát thải khí nhà kính. Trong những năm gần đây, có một số nghiên cứu về TSH cho thấy, bón TSH cho cây lúa ở đất dốc tụ vùng núi tỉnh Thanh Hóa và Thái Nguyên giúp tăng năng suất 14-33% [13]. Kết quả nghiên cứu của Mai Văn Trinh và các cộng sự [14] trên đất bạc màu ở Sóc Sơn chỉ rõ bón TSH đã giúp năng suất lúa tăng từ 2,0-8,1%; tăng năng suất rau muống cận 4,7-22,1%; rau mồng tơi từ 6,2-35,5%. Bổ sung 1% và 3% TSH không làm tăng số hoa trên cây nhưng làm tăng tỷ lệ đậu quả, tăng khối lượng trung bình quả, tăng năng suất cả thể cả chua từ 23,6-39,8% [15].

Đất cát vùng ven biển tỉnh Thanh Hóa có phản ứng từ trung tính đến chua, độ phì thấp, khả năng giữ nước và dinh dưỡng kém. Nhóm đất này chiếm khoảng 24% diện tích tự nhiên, phần lớn diện tích đất cát đã được sử dụng vào sản xuất nông nghiệp. Nhóm đất này thích hợp trồng rau màu, cây nông nghiệp và cây công nghiệp ngắn ngày. Đất cát tuy có độ phì thấp nhưng nếu được cải tạo tốt vẫn cho năng suất cây trồng cao. Sử dụng đất cát cần chú ý đến biện pháp tưới để giữ nước, tăng cường bón phân nhưng nên bón ít, bón sâu và bón nhiều lần. Đồng thời sử dụng thêm phân hữu cơ để cải thiện tính chất vật lý, tăng khả năng giữ ẩm và dinh dưỡng cho đất.

Nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu cũng như cải tạo đất cát ven biển và tăng năng suất cây trồng, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả sử dụng TSH đến năng suất các giống khoai lang chịu hạn (VC 04-24, KL C3 và VC 68-2) trên đất cát ven biển tỉnh Thanh Hóa. Tác động của TSH đến năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của 3 giống khoai chịu hạn được đánh giá, đồng thời đánh giá tác động đến sự cải thiện độ phì nhiêu của đất.

2. Vật liệu và phương pháp thí nghiệm

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Các nguyên liệu được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm TSH, các loại phân bón và 03 giống khoai lang chịu hạn. TSH được sản xuất từ củi, cành cây keo và đốt trong điều kiện thiếu oxy trong lò DK-TR3 ở nhiệt độ 600 °C, sau khi

đốt được đập nhỏ kích thước 0,2-2 cm². Thành phần chính của TSH gồm các bon 24%; N 0,86%; P₂O₅ 1,36%; K₂O 1,5%; Mg 0,021%; Cu 0,019% và Zn 0,008%. Các loại phân bón được sử dụng bao gồm phân chuồng, vôi, phân urê, supe lân và kali clorua. Các giống khoai lang chịu hạn bao gồm VC 68-2, KL C3 và VC 04-24 có thông tin chi tiết như trong Bảng 1.

Bảng 1. Nguồn gốc các giống khoai lang

TT	Giống khoai lang	Ký hiệu	Nguồn gốc
1	VC 68-2	K1	Giống được chọn lọc từ tổ hợp lai tự nhiên của giống CIP 68 trong tập đoàn giống của Viện Cây lương thực và Cây thực phẩm, Viện Khoa học và nông nghiệp Việt Nam.
2	KL C3	K2	Giống do Viện Cây lương thực và Cây thực phẩm lai tạo và chọn lọc từ tổ hợp thụ phấn tự do của giống khoai lang K4.
3	VC 04-24	K3	Giống được chọn lọc từ tổ hợp lai tự nhiên của giống HAU1 trong tập đoàn giống của Viện Cây lương thực và Cây thực phẩm, Viện Khoa học và nông nghiệp Việt Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập thông tin

- Dữ liệu được thu thập từ dữ liệu thứ cấp có chọn lọc ở các cơ quan nghiên cứu; các sở, ngành của tỉnh; các phòng, ban cấp huyện, bao gồm: báo cáo, số liệu thống kê, các tài liệu về đất đai, khí hậu, sản xuất nông nghiệp,... vùng nghiên cứu. Thu thập các tài liệu, kết quả nghiên cứu từ các sách, bài báo trong và ngoài nước.

- Thu thập tài liệu sơ cấp thông qua quan sát, ghi chép trực tiếp từ địa bàn nghiên cứu, thông

qua phỏng vấn 2 lãnh đạo địa phương, 3 cán bộ chuyên môn bằng bảng câu hỏi soạn sẵn về kỹ thuật canh tác, lượng phân bón đang sử dụng tại địa phương.

2.2.2. Phương pháp triển khai thử nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành trong vụ đông (từ tháng 10/2018 đến tháng 02/2019) tại 3 địa điểm thuộc 2 huyện ven biển tỉnh Thanh Hóa: thị xã Nghi Sơn (xã Hải Châu và Hải An) và huyện Hậu Lộc (xã Hưng Lộc).

Bảng 2. Các công thức phân bón

Ký hiệu	Thành phần	Các - bon bổ sung (tấn C/ha/vụ)	TSH (kg/ha)	TSH (kg/ô 20 m ²)
T0	Phân chuồng (10 tấn/ha) + NPK+vôi	1,5	0	0
T1	NPK + vôi	0	0	0
T2	TSH + NPK + vôi	1,5	3.000	6
T3	TSH + NPK + vôi	2,0	4.000	8
T4	TSH + NPK + vôi	2,5	5.000	10
T5	TSH + NPK + vôi	3,0	6.000	12

Phương pháp bố trí thí nghiệm 2 nhân tố là giống cây trồng và phân bón TSH. Nhân tố thứ nhất là 03 giống khoai lang chịu hạn gồm VC 68-

2 (K1), KL C3 (K2) và VC 04-24 (K3). Yếu tố thứ hai là lượng TSH được sử dụng theo các công thức khác nhau với liều lượng căn cứ trên hàm

lượng các bon (C) khi bón bằng phân chuồng là 1,5 tấn/ha/vụ là mức người dân tại địa phương đang sử dụng và thêm công thức với lượng TSH thêm tương đương với hàm lượng C ở mức 0,2; 2,5; 3 tấn/ha (Bảng 2).

Công thức T0 là công thức dựa trên kỹ thuật canh tác hiện tại tại vùng nghiên cứu (phân chuồng sử dụng 500 kg cho 1 sào 500 m², tương đương với 10 tấn/ha; lượng phân NPK sử dụng bón cho 1 ha như sau: super lân: 150 kg; urê 30 kg; kali clorua 40 kg, vôi bột 200 kg); lượng các bon hữu cơ trong TSH được tính bằng hàm lượng các bon hữu cơ có trong 10 tấn phân bón/ha. Lưu ý rằng lượng các bon sử dụng 1,5 tấn/ha là liều lượng sử dụng thực tế tại địa phương thông qua bảng hỏi các hộ dân và cán bộ. Nghiên cứu này đã thí nghiệm thêm ở các mức khác nhau từ 0-3 tấn/ha. Thí nghiệm được bố trí theo ô lớn và ô nhỏ (ô lớn: lượng TSH; ô nhỏ: yếu tố giống) với 3 lần nhắc lại trên các ruộng khác nhau. Diện tích ô nhỏ là 20 m², ô lớn là 60 m². Diện tích toàn bộ thí nghiệm: 20 m²/ô × 3 giống × 6 mức phân bón = 360 m².

2.2.3. Phương pháp xác định năng suất

Năng suất lý thuyết (NSLT): Trước khi thu hoạch phải thu hoạch trước những cây theo dõi để riêng từng ô, từng công thức, đánh dấu để đo đếm được các chỉ tiêu cấu thành năng suất.

$$NSLT = A \times B \times C \times 10^{-4} \text{ (tạ/ha)}$$

Trong đó: A là mật độ cây/m²;

B là số củ trung bình trên khóm;

C là trọng lượng trung bình củ;

NSTT (tạ/ha): cân toàn bộ số củ thu được trên ô thí nghiệm.

2.2.4. Phương pháp xây dựng mô hình

Mô hình được xây dựng và đánh giá với các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp theo dõi các chỉ tiêu được thực hiện theo QCVN 01 - 60: 2011/BNNPTNT về khảo nghiệm giá trị canh tác và sử dụng của các giống khoai lang. Mô hình có quy mô 01 ha bao gồm có 04 hộ tại xã Hải An, thị xã Nghi Sơn tham gia.

i) Thời gian, địa điểm và quy mô triển khai mô hình

- Thời gian: vụ đông các năm 2019, 2020 (tháng 8 - tháng 12);

- Địa điểm: xã Hải An, thị xã Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa;

- Quy mô: 1 ha;

- Giống: VC 04-24 (theo kết quả thí nghiệm chọn giống);

- Lượng bón TSH: 5,0 tấn/ha (theo kết quả thí nghiệm xác định lượng bón thích hợp);

- Vôi, phân đạm ure, supe lân, KCl và các loại thuốc BVTV đang được sử dụng phổ biến trong thâm canh khoai lang tại Thanh Hóa;

ii) Các biện pháp kỹ thuật áp dụng trong mô hình

- Kỹ thuật làm đất:

+ Đất phải được xới kỹ, vệ sinh sạch tàn dư thực vật của cây trồng vụ trước và cỏ dại;

+ Lên luống rộng 1 m (luống 0,7 m, rãnh 0,3 m), cao 0,3-0,35 m;

+ Làm hệ thống rãnh phục vụ tưới và thoát nước tốt cho toàn khu ruộng.

- Chuẩn bị hom giống

+ Chọn các dây giống có ngọn to khỏe, nhất mắt và không nhiễm sâu bệnh. Cắt hom có độ dài từ 30-35 cm. Số lượng hom giống là 40.000 dây/ha;

+ Xử lý hom trước khi trồng:

Ủ để tăng cường tính: hom cắt xong để chỗ mát trong 1-2 ngày (không để chất đống và không để quá 3 ngày) sẽ giúp hom mọc mạnh hơn.

Ngâm hom giống hoặc phun trước khi trồng bằng dung dịch chứa 1,5% N + 3% P₂O₅ + 1,5% K₂O sẽ giúp gia tăng cường tính của hom, gia tăng năng suất củ.

- Kỹ thuật trồng:

Mật độ trồng: 40.000 dây/ha, trồng luống đơn đặt dây giống phẳng dọc luống 5 dây/m, lấp đất sâu 5-10 cm để chừa 3 lá đầu ngọn, ấn chặt cổ dây khi lấp đất.

- Bón phân:

+ Công thức đối chứng: phân chuồng (10 tấn/ha) + NPK + vôi (Super lân: 150 kg; Urê: 30 kg; Kali clorua: 40 kg, vôi bột 200 kg).

+ Công thức mô hình (1 ha): 5 tấn TSH + 200 kg vôi + Super lân: 150 kg + Urê: 30 kg + Kali clorua: 40 kg.

+ Cách bón:

Bón lót: TSH và phân lân bón lót 100% sau khi làm đất và trước khi lên luống.

Bón thúc:

Lần 1: ở 7 ngày sau trồng (NST) bón 20% lượng N.

Lần 2 ở 15-20 NST: 40% lượng N và 30% lượng KCl.

Lần 3: ở 40-45 NST 20% lượng N và 35% lượng KCl.

Lần 4: ở 60-65 NST 20% lượng N và 35% lượng KCl.

Đánh giá hiệu quả kinh tế: Sử dụng phương pháp phân tích hiệu quả kinh tế của cây trồng để phân tích hiệu quả theo các tiêu chí sau: tổng giá

trị thu nhập (GR) = Năng suất × Giá bán trung bình; tổng chi phí lưu động (TVC) = Chi phí vật tư + Chi phí lao động + Chi phí năng lượng + Lãi suất vốn đầu tư; lợi nhuận (RVAC) = GR – TVC.

2.2.5. Phương pháp phân tích mẫu đất

Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu đất được thực hiện theo tiêu chuẩn và quy chuẩn Việt Nam và các phương pháp tiên tiến khác tại Phòng phân tích Trung tâm Nghiên cứu quan trắc và Mô hình hóa Môi trường. Các phương pháp được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích

TT	Chỉ tiêu phân tích	Phân tích theo tiêu chuẩn
1	pH _{KCl}	TCVN 5979:2007
2	OM (%)	TCVN 8941:2011
3	N tổng số (%)	TCVN 6498:1999
4	K ₂ O tổng số (%)	TCVN 8660:2011
5	K ₂ O dễ tiêu (mg/100gđất)	TCVN 5254:1990
6	P ₂ O ₅ tổng số (%)	TCVN 8940:2011
7	P ₂ O ₅ dễ tiêu (mg/100gđất)	TCVN 8942:2011
8	Độ ẩm đất	TCVN 6648:2000
9	Thành phần cơ giới	TCVN 8567:2010

2.2.6. Phương pháp xử lý số liệu

Sử dụng các công cụ và phần mềm chuyên dụng gồm Excel và IRR stat, để tổng hợp lưu trữ và xử lý các tài liệu, số liệu có liên quan đến các nội dung nghiên cứu.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của than sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất của các giống khoai

3.1.1. Năng suất cả thể của các giống khoai lang

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy, số củ/dây giữa các công thức có sự khác biệt rõ rệt, trung bình dao động từ 4,15-6,12 củ/dây. Xét theo giống khoai lang, trong 3 giống thí nghiệm, giống VC 68-2 có số lượng củ thấp nhất (từ 4,15-5,13 củ/dây), thấp hơn là giống KL C3 và giống VC 04-24 ở mức tin cậy 95%. Giống VC 04-24 có số củ nhiều hơn so với giống KL C3, tuy nhiên sự

sai khác này không có nhiều ý nghĩa. Xét theo lượng TSH bón ở các công thức, nhìn chung lượng TSH bón có ảnh hưởng rõ rệt đến số lượng củ, các công thức bón TSH đều có số củ/dây nhiều hơn so với công thức đối chứng không bón (T1) ở mức tin cậy 95%. Ở lượng bón 6 tấn/ha, số củ/dây đạt cao nhất, tuy nhiên không có sự chênh lệch đáng kể so với công thức bón TSH 5 tấn/ha.

Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy, giống VC68 -2 có khối lượng trung bình củ lớn hơn so với hai giống KL C3 và giống VC 04-24. Tuy nhiên, qua xử lý thống kê cho thấy, các giống thí nghiệm có khối lượng củ là tương đương nhau ở mức tin cậy 95%. Trong thí nghiệm, khối lượng củ giữa các công thức khác nhau chủ yếu do tác động của yếu tố phân bón. Ở công thức T0 (bón phân chuồng) có khối lượng củ lớn nhất (178,28 -190,51 g). Các công thức bón TSH đều có khối lượng trung bình củ cao hơn công thức đối chứng (T1) ở mức tin cậy 95%. Trong đó, công thức T4 (bón 5 tấn/ha) đạt khối lượng củ cao nhất, bón

TSH tăng lên 6 tấn/ha nhưng khối lượng trung bình củ không tăng thêm.

Năng suất lý thuyết đạt cao nhất ở các công thức bón phân chuồng (38,33-43,89 tấn/ha), tiếp

đến là các công thức T4 (35,94 - 42,81 tấn/ha) và T5 (36,45 - 42,93 tấn/ha). Nhìn chung, giống VC 68 -2 đạt năng suất thấp nhất, hai giống còn lại không có sự chênh lệch nhiều.

Bảng 4. Ảnh hưởng của lượng TSH bón đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lý thuyết khoai lang

Công thức*	Số khóm thu hoạch/m ²	Số củ/cây	Khối lượng trung bình củ (g)	Khối lượng củ/khóm (kg/khóm)	Năng suất lý thuyết (tấn/ha)
T0K1	4	5,03	190,51	0,96	38,33
T0K2	4	6,12	179,29	1,10	43,89
T0K3	4	6,05	178,28	1,07	42,66
T1K1	4	4,15	161,55	0,67	26,82
T1K2	4	4,34	160,31	0,70	27,83
T1K3	4	4,85	165,53	0,80	32,11
T2K1	4	4,45	166,24	0,72	28,70
T2K2	4	4,50	170,72	0,77	30,73
T2K3	4	5,11	170,54	0,87	34,86
T3K1	4	4,71	170,57	0,80	32,14
T3K2	4	5,04	171,15	0,86	34,50
T3K3	4	5,45	172,76	0,94	37,66
T4K1	4	5,06	177,59	0,90	35,94
T4K2	4	5,75	174,56	1,00	40,15
T4K3	4	5,96	179,58	1,07	42,81
T5K1	4	5,13	177,62	0,91	36,45
T5K2	4	5,86	176,56	1,03	41,39
T5K3	4	6,01	178,59	1,07	42,93
LSD _{0,05} (T)	-	0,32	6,5	-	-
LSD _{0,05} (K)	-	0,51	4,8	-	-
LSD _{0,05} (T*K)	-	0,30	5,0	-	-
CV%	-	8,3	9,2	-	-

* K1: Giống VC 68-2, K2: Giống KL C3, K3: Giống VC 04-24.

3.1.2. Năng suất của các giống khoai lang

Kết quả tổng hợp năng suất của các giống khoai lang được thể hiện ở Bảng 5. Các công thức khác nhau có năng suất khác nhau, năng suất củ tươi tổng số đạt cao nhất tại các công thức T0K3 (29,81 tấn/ha), T0K2 (29,75 tấn/ha), T5K2 (29,05 tấn/ha), T5K3 (29,56 tấn/ha). Các công thức kết hợp giữa lượng TSH bón ở công thức T4 và T5 đối với các giống KL C3 và VC 04-24 cho năng suất cao hơn các công thức còn lại. Giống KL C3 và giống VC 04-24 có năng suất củ tươi tổng số tương đương nhau ở các mức bón than. Tuy nhiên, giống VC 04-24 có tỷ lệ củ

thương phẩm cao hơn, do đó năng suất củ thương phẩm của giống VC 04-24 cao hơn giống KL C3.

Để thấy rõ ảnh hưởng của từng yếu tố đến năng suất khoai lang, Bảng 6 đã tổng hợp số liệu cụ thể của lượng TSH bón và năng suất của các giống ở các công thức thí nghiệm. Về lượng TSH bón, các công thức bón TSH đều đạt năng suất củ tổng số và củ thương phẩm cao hơn công thức đối chứng ở mức tin cậy 95%. Khi tăng lượng bón TSH từ 0-5 tấn/ha, năng suất khoai tăng dần, tuy nhiên khi tăng mức bón lên 6 tấn/ha (T5) năng suất tăng không đáng kể so với công thức T4.

Bảng 5. Ảnh hưởng của lượng bón TSH đến năng suất các giống khoai lang thí nghiệm

Công thức*	Năng suất củ tươi tổng số (tấn/ha)	Năng suất củ thương phẩm (tấn/ha)	Tỷ lệ củ thương phẩm (%)
T0K1	26,75	21,96	82,093
T0K2	29,75	25,47	85,613
T0K3	29,81	26,14	87,689
T1K1	20,75	16,95	81,687
T1K2	23,05	18,94	82,169
T1K3	23,79	19,83	83,354
T2K1	22,63	18,54	81,927
T2K2	24,96	20,75	83,133
T2K3	25,72	21,93	85,264
T3K1	24,15	19,75	81,781
T3K2	26,84	22,66	84,426
T3K3	27,77	23,92	86,136
T4K1	26,16	21,76	83,18
T4K2	28,88	24,92	86,288
T4K3	28,94	25,46	87,975
T5K1	26,87	22,03	81,987
T5K2	29,05	25,00	86,059
T5K3	29,56	25,75	87,111
<i>LSD_{0,05} (T)</i>	1,2	1,5	-
<i>LSD_{0,05} (K)</i>	2,4	0,8	-
<i>LSD_{0,05} (T*K)</i>	1,1	0,9	-
<i>CV%</i>	7,8	6,9	-

* K1: Giống VC 68-2, K2: Giống KL C3, K3: Giống VC 04-24.
 Ghi chú: củ thương phẩm là những củ có đường kính >2 cm và dài > 5 cm.

Bảng 6. Ảnh hưởng riêng rẽ của lượng bón TSH và các giống khoai khác nhau đến năng suất khoai lang

Công thức		Năng suất củ tươi tổng số (tấn/ha)	Năng suất củ thương phẩm (tấn/ha)
Lượng bón TSH (tấn/ha)	T0 (10 tấn phân chuồng)	28,77	24,52
	T1 (NPK)	22,53	18,57
	T2 (NPK + 3 tấn TSH)	24,44	20,41
	T3 (NPK + 4 tấn TSH)	26,25	22,11
	T4 (NPK + 5 tấn TSH)	27,99	24,05
	T5 (NPK + 6 tấn TSH)	28,49	24,26
	<i>LSD_{0,05}</i>	1,2	1,5
	<i>CV%</i>	7,8	6,9
Giống khoai	K1 (KLC3)	24,55	20,17
	K2 (VC04-24)	27,09	22,96
	K3 (VC68-2)	27,60	23,84
	<i>LSD_{0,05}</i>	2,4	0,8
	<i>CV%</i>	7,8	6,9

Về năng suất của các giống khoai lang: giống VC 68- 2 đạt năng suất củ tươi tổng số là 24,55

tấn/ha và tỷ lệ củ thương phẩm khá thấp nên năng suất củ thương phẩm chỉ đạt 20,17 tấn/ha.

Đây là giống có năng suất thấp nhất so với giống VC 04-24 và KL C3. Giống VC 04-24 và KL C3 có năng suất củ tươi tổng số là như nhau, nhưng giống VC 04-24 có năng suất củ thương phẩm cao hơn giống KL C3 ở mức tin cậy 95% với chỉ số $LSD_{0,05} = 0,80$ tấn/ha. So với năng suất khu vực đối chứng năng suất đạt 20,0 tấn/ha thì năng suất 3 giống VC 04-24, KL C3 cao hơn lần lượt là 14,8% và 19,2%.

3.2. Ảnh hưởng của than sinh học đến tính chất đất tại các ô thí nghiệm

- Độ ẩm đất: ở mức tin cậy 95%, với lượng bón ở công thức T3 (NPK + 4 tấn TSH/ha), độ ẩm đã tăng so với công thức T1 (chỉ bón NPK). Lượng bón ở công thức T4 và T5 tương đương với 5 và 6 tấn TSH/ha, không có sự khác nhau và đều cao hơn các công thức T1 và công thức còn lại.

- Thành phần cơ giới: khi bón TSH 5-6 tấn/ha (công thức T4 và T5), đã làm tăng thành phần cấp hạt < 0,02 mm (ở mức ý nghĩa 95%) so với công thức không sử dụng TSH.

- pH_{KCl} đất: ở lượng bón TSH 5-6 tấn/ha (công thức T4 và T5), có ảnh hưởng đến pH_{KCl} so với công thức 1. Tiếp tục tăng thêm lượng TSH bón không ảnh hưởng đến pH của đất (không có sự sai khác ý nghĩa giữa công thức T3, T4, T5).

- Chất hữu cơ trong đất (OM): ở lượng bón TSH từ 3 tấn/ha trở lên, đã có sự gia tăng hàm lượng OM trong đất có ý nghĩa về mặt thống kê. Khi tăng lượng TSH bón thêm, không làm tăng thêm hàm lượng OM (các công thức T3, T4, T5 không có sai khác ý nghĩa về mặt thống kê).

- Hàm lượng nitơ tổng số: với lượng TSH bón từ 6 tấn/ha (công thức 5) trở lên, có sự gia tăng nitơ tổng số ý nghĩa về mặt thống kê.

- Hàm lượng phot pho tổng số: ở các lượng TSH bón từ 5-6 tấn/ha có tác dụng làm tăng hàm lượng phot pho tổng số trong đất (có ý nghĩa thống kê). Ở lượng bón TSH 5 tấn/ha là ngưỡng trên, nếu gia tăng lượng TSH bón nhưng cũng không có tác dụng thêm (không có sai khác giữa công thức T4 và T5).

- Hàm lượng kali tổng số: kết quả phân tích cho thấy, việc bón TSH không ảnh hưởng đến hàm lượng kali tổng số trong đất.

- Hàm lượng phot pho dễ tiêu: kết quả nghiên cứu cho thấy, việc bón TSH không ảnh hưởng đến hàm lượng phot pho dễ tiêu trong đất.

- Hàm lượng kali dễ tiêu: ở lượng bón TSH 4-6 tấn/ha (công thức T3, T4 và T5), có tác dụng làm tăng hàm lượng kali dễ tiêu có ý nghĩa thống kê so với công thức T1. Khi gia tăng lượng bón đến mức 5 tấn TSH/ha, gia tăng thì không có ảnh hưởng đến hàm lượng kali dễ tiêu trong đất (công thức T3, T4 và T5 không có sai khác ý nghĩa về thống kê).

3.3. Một số chỉ tiêu về hiệu quả từ mô hình

Kết quả xây dựng mô hình cho thấy giống khoai lang VC04-24 thích nghi với điều kiện vùng đất cát ven biển tỉnh Thanh Hóa. Trong điều kiện bón 5 tấn/ha TSH thay thế phân chuồng, giống VC04-24 sinh trưởng tốt và cho năng suất cao. Chiều dài thân chính đạt 133,6 cm, số củ/khóm đạt khá cao với 6,04 củ/khóm, tỷ lệ củ thương phẩm đạt 88,2% và năng suất củ thương phẩm đạt 24,4 tấn/ha (Bảng 7).

Bảng 7. Một số chỉ tiêu sinh trưởng và năng suất của mô hình

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Đơn vị tính	CT Đối chứng	CT Mô hình	So với đối chứng (+/-),%
1	Chiều dài thân chính	cm	132,3	133,6	+ 0,98
2	Số khóm thu hoạch/m ²	khóm/m ²	4,0	4,0	0
3	Số củ /khóm	củ/khóm	5,5	6,04	+ 9,82
4	Tỷ lệ củ thương phẩm	(%)	80,3	88,2	+ 9,83
5	Trọng lượng trung bình củ	g	177,5	180,5	+ 1,69
6	Năng suất củ thương phẩm	tấn/ha	20,2	24,4	+ 20,8
7	Doanh thu	đồng/ha	101	122	+ 20,8
8	Lãi thuần	đồng/ha	43,3	56,89	+ 31,38

Đánh giá hiệu quả kinh tế của mô hình cho thấy: năng suất khoai của mô hình là 24 tấn/ha, tổng doanh thu của mô hình là 122 triệu đồng, lãi thuần của mô hình là 56,89 triệu đồng. So với mô hình đối chứng (năng suất đạt 20,2 tấn/ha, doanh thu 101 triệu đồng và lãi thuần 43,3 triệu đồng), năng suất của mô hình cao hơn 20,8%, hiệu quả kinh tế của mô hình cao hơn 31,38%.

Về hiệu quả nông học: kết quả phân tích đất sau thí nghiệm đã cho thấy, trong điều kiện bón 5 tấn/ha TSH thay thế phân chuồng đã cải thiện độ ẩm đất, cải thiện thành phần cấp hạt sét, không làm chua hóa đất, cải thiện hàm lượng hữu cơ trong đất, các sai khác so với tính chất đất trước thí nghiệm đều có ý nghĩa thống kê. Đối với nitơ tổng số, photpho tổng số và dễ tiêu, kali tổng số và dễ tiêu tuy có sai khác so với đất trước thí nghiệm nhưng sai khác không ý nghĩa. Sử dụng kết hợp TSH với phân khoáng đã làm tăng năng suất cây trồng, cải thiện được độ phì nhiêu của đất qua đó tăng hiệu quả sử dụng đất trồng khoai lang của người dân.

4. Kết luận

Kết quả thí nghiệm cho thấy, việc bón TSH có tác dụng tích cực đến sinh trưởng và phát triển của các giống khoai chịu hạn trên vùng đất cát ven biển của tỉnh Thanh Hóa. Ở lượng TSH bón 5 tấn/ha, các thông số về sinh trưởng, năng suất đều đạt cao nhất và tương đương với công thức bón 10 tấn phân chuồng. Vì vậy, có thể bón kết hợp TSH với liều lượng hợp lý với phân khoáng thay thế cho phân bón hữu cơ để tăng hiệu lực sử dụng phân bón.

Năng suất và các yếu tố cấu thành (số củ/dây và khối lượng trung bình củ) của các giống thử nghiệm đều đạt giá trị cao nhất khi bón TSH ở mức 5,0 tấn/ha, ở mức bón này năng suất thương phẩm thực thu của giống khoai VC 04-24 đạt 25,46 tấn/ha, giống KL C3 đạt 24,92 tấn/ha, giống VC68-2 đạt 21,76 tấn/ha. Ở mức LSD_{0,05}, các giống khoai cho năng suất cao là giống VC 04-24 và giống KL C3.

Về khả năng cải tạo đất của TSH, khi bón TSH với lượng 5-6 tấn/ha có thể dần dần cải tạo tính chất vật lý và hoá học của đất, nâng cao độ

ẩm đất (tăng hơn 5%), cải thiện thành phần cơ giới đất (tăng 5-6% thành phần cấp hạt < 0,02 mm), tăng hàm lượng chất hữu cơ đất 3-5%, tăng hàm lượng kali trong đất từ 2-3%.

Mô hình trình diễn đối với giống khoai VC 04-24 và sử dụng TSH trong canh tác đã nâng cao hiệu quả kinh tế hơn 31,38% so với đối chứng. Ngoài nâng cao hiệu quả kinh tế, việc sử dụng TSH có thể nâng cao khả năng giữ dinh dưỡng, giữ nước của đất. Vì vậy, việc sử dụng TSH là một trong giải pháp khả thi để chuyển đổi dần sang sản xuất nông nghiệp hữu cơ, thân thiện với môi trường.

Tài liệu tham khảo

- [1] J. H. Yuan, R. K. Xu, H. Zhang, The Forms of Alkalis in the Biochar Produced from Crop Residues at Different Temperatures, *Bioresource Technology*, Vol. 102, No. 3, 2011, pp. 3488-3497, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.11.018>.
- [2] C. E. Brewer, *Biochar Characterization and Engineering*, M.Sc. Thesis, IOWA, Iowa State University, 2012.
- [3] S. Steinbeiss, G. Gleixner, M. Antonietti, Effect of Biochar Amendment on Soil Carbon Balance and Soil Microbial Activity, *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 41, No. 6, 2009, pp. 1301-1310, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.03.016>.
- [4] S. D. Joseph, M. C. Arbestain, Y. Lin, P. Munroe, C. H. Chia, J. Hook, L. van Zwieten, S. Kimber, A. Cowie, B. P. Singh, J. Lehmann, N. Foidl, R. J. Smernik, J. E. Amonette, An Investigation into the Reactions of Biochar in Soil, *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 48, No. 7, 2010, pp. 501-515, <https://doi.org/10.1071/SR10009>.
- [5] C. R. Anderson, L. M. Conderon, T. J. Clough, M. Fiers, A. Stewart, R. A. Hill, R. R. Sherlock, Biochar Induced Soil Microbial Community Change: Implications for Biogeochemical Cycling of Carbon, Nitrogen and Phosphorus, *Pedobiologia*, Vol. 54, No. 5-6, 2011, pp. 309-320, <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2011.07.005>.
- [6] J. Lehmann, Bio-energy in the Black, *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 5, No. 7, 2007, pp. 381-387, [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[381:BITB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[381:BITB]2.0.CO;2).
- [7] C. Steiner, K. C. Das, M. Garcia, B. Förster, W. Zech, Charcoal and Smoke Extract Stimulate the Soil Microbial Community in a Highly

- Weathered Xanthic Ferralsol, *Pedobiologia-International Journal of Soil Biology*, Vol. 51, No. 5, 2008, pp. 359-366, <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2007.08.002>.
- [8] K. Y. Chan, L. Van Zwieten, I. Meszaros, A. Downie, S. Joseph, Agronomic Values of Greenwaste Biochar as a Soil Amendment, *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 45, No. 8, 2007, pp. 629-634, <https://doi.org/10.1071/SR07109>.
- [9] B. Glaser, J. Lehmann, W. Zech, Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in the Tropics with Charcoal - a Review, *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 35, 2002, pp. 219-230, <https://doi.org/10.1007/s00374-002-0466-4>.
- [10] B. P. Singh, A. L. Cowie, K. Y. Chan, *Soil Health and Climate Change*, Springer, New York, 2011.
- [11] D. Sarkhot, A. Berhe, T. Ghezzehei, Impact of Biochar Enriched with Dairy Manure Effluent on Carbon and Nitrogen Dynamics, *Journal of Environmental Quality*, Vol. 41, No. 4, 2013, pp. 1107-1114, <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0123>.
- [12] L. V. Zwieten, V. Kimber, T. Morris, K. Y. Chan, A. Downie, J. Rust, S. Joseph, A. Cowie, Effects of Biochar from Slow Pyrolysis of Papermill Waste on Agronomic Performance and Soil Fertility, *Plant and Soil*, Vol. 327, 2010, pp. 235-246, <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0050-x>.
- [13] N. C. Vinh, N. V. Hien, M. T. L. Anh, J. Lehmann, S. Joseph, Biochar Treatment and Its Effects on Rice and Vegetable Yields in Mountainous Areas of Northern Vietnam, *International Journal of Agricultural and Soil Science*, Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 5-13.
- [14] M. V. Trinh, T. V. Cuong, V. D. Quynh, N. T. H. Thu, Study on Biochar Production from Straw and Rice Husk to Improve Soil Fertility, Crop Productivity and Reduce Greenhouse Emission, *Vietnam Journal of Agricultural Science and Technology*, Vol. 3, No. 24, 2011, pp. 1-4 (in Vietnamese).
- [15] V. D. Hoang, N. T. Canh, N. V. Bien, N. T. H. Linh, Effect of Biochar and Foliar Fertilizer on Growth and Yield of Tomatoes Grown on Sandy Soil, *Journal of Science and Development*, Vol. 11, No. 5, 2013, pp. 603-613 (in Vietnamese).