Tạp chí Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
Tập 135, Số 3C, 117–126, 2026

pISSN 2588-1191
eISSN 2615-9708

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA DẠNG VÀ LIỀU LƯỢNG THAN SINH HỌC ĐẾN GIỐNG LÚA HT1 Ở ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI TẠI THÀNH PHỐ HUẾ

Trần Quang Long[1, 2], Hoàng Thị Thái Hòa[1], Trương Thị Diệu Hạnh[1], Trần Thanh Đức[1*]

[1]Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

[2]Công ty Cổ phần Phân bón và Hóa chất Dầu khí Miền Trung, Gia Lai, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Trần Thanh Đức <tthanhduc@hueuni.edu.vn>

(Ngày nhận bài: 06-5-2026; Ngày chấp nhận đăng: 16-6-2026)

Tóm tắt. Mục đích của nghiên cứu này là đề xuất được dạng và liều lượng than sinh học từ phụ phẩm nông lâm nghiệp thích hợp cho sinh trưởng và năng suất của giống lúa HT1 và cải thiện một số tính chất hóa học đất trồng lúa trong điều kiện nhà lưới tại thành phố Huế. Thí nghiệm 2 nhân tố gồm có 4 dạng than sinh học (rơm rạ, vỏ trấu, mùn cưa, rơm rạ+vỏ trấu+mùn cưa với tỷ lệ 1:1:1) và 4 lượng than sinh học (0-đối chứng; 1,25; 2,50 và 3,75 g/kg đất). Kết quả cho thấy dạng và liều lượng than sinh học có ảnh hưởng đến chiều cao cây, diện tích lá, chỉ số SPAD, sinh khối tươi và khô của thân lá, rễ và năng suất lúa. Khi bón than sinh học ở lượng 2,50 g/kg đất với dạng than sinh học từ vỏ trấu và rơm rạ+vỏ trấu+mùn cưa cho năng suất lúa cao hơn 45 và 47% so với không bón than sinh học. Việc bổ sung than sinh học cũng cải thiện một số tính chất hóa học đất, đặc biệt tại lượng bón 3,75 g/kg đất ở cả 4 dạng than sinh học. Cần mở rộng nghiên cứu trên đồng ruộng để đánh giá hiệu quả của dạng và liều lượng than sinh học đến năng suất giống lúa HT1, hiệu quả kinh tế và tính chất đất trong thời gian tới.

Từ khoá: dạng than sinh học, giống lúa HT1, liều lượng than sinh học, năng suất, tính chất đất

Effect of biochar types and rates on HT1 rice variety in net house condition in Hue City

Tran Quang Long[1, 2], Hoang Thi Thai Hoa[1], Truong Thi Dieu Hanh[1], Tran Thanh Duc[1*]

[1]University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue City, Vietnam

[2]Central Vietnam Petroleum Fertilizer and Chemicals Joint Stock Company, Gia Lai, Vietnam

* Correspondence to: Tran Thanh Duc <tthanhduc@hueuni.edu.vn>

(Received: 06 May 2026; Accepted: 16 June 2026)

Abstract. The objective of this study was to determine the suitable type and dosage of biochar derived from agricultural and forestry by-products for the growth and yield of the HT1 rice variety, as well as to improve certain soil chemical properties under net-house conditions in Hue city. A two-factor experiment was conducted using four types of biochar (rice straw, rice husk, sawdust, rice straw + rice husk + sawdust in 1:1:1 ratio) and four biochar concentrations (0 - control, 1.25, 2.50, 3.75 g/kg soil). The results showed that the types and rates of biochar affected growth indicators such as plant height, leaf area, SPAD index, fresh and dry biomass of rice stems, leaves and roots, as well as rice yield. Applying biochar (2,50 g/kg soil in the type of biochar from rice husk and combined rice husk, rice straw and

sawdust) resulted in 45% and 47% higher rice yields compared to no biochar application. Biochar supplementation also improved some soil chemical properties, especially at rate of 3,75 g/kg soil at 4 types of biochar application. Further field research is needed to comprehensively evaluate the effectiveness of biochar types and rates on the yield of HT1 rice variety, economic efficiency, and soil properties in the future.

Keywords: biochar type, biochar rate, HT1 rice variety, soil properties, yield

1 Đặt vấn đề

Cây lúa (*Oryza sativa* L.) là cây lương thực chủ lực, giữ vai trò đặc biệt quan trọng trong đảm bảo an ninh lương thực, ổn định đời sống xã hội và phát triển kinh tế của Việt Nam. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, sản xuất lúa đang gặp nhiều khó khăn do tác động của biến đổi khí hậu, suy thoái đất canh tác và hiệu quả sử dụng phân bón chưa cao [1]. Việc sử dụng phân bón hóa học kéo dài với liều lượng lớn đã làm suy giảm chất lượng đất, giảm hàm lượng hợp chất hữu cơ, phá vỡ cấu trúc đất và gây ô nhiễm môi trường. Than sinh học là một vật liệu cải tạo đất nông nghiệp bị thoái hóa và ô nhiễm tốt nhất. Nhiều lợi ích của than sinh học đã được chỉ ra như tăng khả năng hấp thụ carbon, độ phì đất, tăng sinh khối, năng suất cây trồng và giảm thiểu hạn hán và phát thải khí nhà kính [2]. Do đó, than sinh học (biochar) được xem là một trong những vật liệu tiềm năng, có khả năng cải thiện tính chất lý, hóa và sinh học của đất, tăng khả năng giữ nước, giữ dinh dưỡng và góp phần nâng cao năng suất cây trồng [3]. Mỗi năm, Việt Nam có khoảng 159 triệu tấn phụ phẩm nông lâm nghiệp gồm rơm rạ, vỏ trấu, bã mía, vỏ cà phê, mùn cưa, chất thải chăn nuôi… nhưng chỉ khoảng 10-35% trong số này được tái chế, tái sử dụng; phần lớn bị bỏ phí hoặc gây ô nhiễm môi trường [4]. Để đảm bảo được năng suất lúa trong khi diện tích gieo trồng ngày càng bị thu hẹp thì cần tác động các biện pháp kỹ thuật thích hợp. Nhằm tìm ra được giải pháp hữu ích và tận dụng được các phế thải nông lâm nghiệp để tái đầu tư trở lại cho cây trồng, việc sử dụng than sinh học là chìa khóa then chốt để giải quyết vấn đề này tại nhiều nước trên thế giới và Việt Nam. Tại Việt Nam đã có một số kết quả nghiên cứu về than sinh học từ các nguồn vật liệu khác nhau cho cây lúa như từ rơm của Nguyễn Hồng Sơn và Nguyễn Thị Nguyệt Thu (2015) [5], từ cây sậy của Thái Thành Lượm và cs. (2026) [6]. Các kết quả nghiên cứu đều cho thấy than sinh học có thể tăng năng suất lúa, giảm lượng phân hóa học và cải tạo tính chất đất. Tuy nhiên các nghiên cứu liên quan đến than sinh học kết hợp từ phụ phẩm nông lâm nghiệp cho cây lúa còn rất ít và hầu như chưa có tại miền Trung, việc tận dụng than sinh học từ phụ phẩm nông lâm nghiệp có thể giúp tiết kiệm được chi phí, thân thiện môi trường và phục vụ sản xuất nông nghiệp hữu cơ. Do đó mục đích của nghiên cứu này là đề xuất được dạng và liều lượng than sinh học từ phụ phẩm nông lâm nghiệp thích hợp cho sinh trưởng và năng suất của giống lúa HT1 và cải thiện một số tính chất hóa học đất trồng lúa tại thành phố Huế.

2 Vật liệu và phương pháp

2.1 Vật liệu

Giống lúa HT1 đang trồng phổ biến tại địa phương. HT1 là giống lúa thuần, cảm ôn, thích nghi với nhiều vùng sinh thái ở Việt Nam, cây cao 95 -105 cm, bông dài 22 - 25 cm, số hạt/bông cao, năng suất trung bình 5,5 - 6,0 tấn/ha. Giống kháng vừa các bệnh đạo ôn, khô vằn, chịu rét tốt và chịu chua trung bình. Thời gian sinh trưởng dao động 95-135 ngày tùy vụ.

Đất phù sa trồng lúa (tầng 0 - 20 cm) tại phường Hương An, thành phố Huế. Một số tính chất đất trồng lúa trước thí nghiệm như sau: pH_{KCl} 4,85; OM 3,10%; N 0,11%; P_2O_5 0,062%; K_2O 0,15%; CEC 8,54 meq/100g (Kết quả phân tích tại Khoa

pISSN 2588-1191
eISSN 2615-9708

Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, năm 2026).

Than sinh học (TSH): Một số tính chất hóa học của các dạng than sinh học sử dụng trong thí nghiệm được trình bày tại bảng 1.

Bảng 1. Một số tính chất hóa học của các dạng than sinh học

Dạng than sinh học	pH	C (%)	N (%)	P_2O_5 %	K_2O (%)
Vỏ trấu	8,08	55,2	0,49	0,27	0,67
Mùn cưa	7,18	88,9	0,04	0,05	0,37
Rơm rạ	7,52	46,1	0,15	0,87	0,94

Nguồn: Kết quả phân tích tại Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, năm 2026

Các loại phân bón: Đạm urê Phú Mỹ (46% N), lân supe Lâm Thao (16% P2O5), KCl Phú Mỹ (60% K2O), vôi nghiền từ vỏ ốc, vỏ sò hến (50% CaO).

2.2 Địa điểm và phạm vi

Nghiên cứu thực hiện tại nhà lưới Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế từ tháng 1/2026 đến tháng 4/2026.

2.3 Phương pháp

a. Công thức và bố trí thí nghiệm

Thực hiện thí nghiệm hai nhân tố trên cây lúa bao gồm 4 dạng than sinh học (rơm rạ, vỏ trấu, mùn cưa, kết hợp rơm rạ, vỏ trấu, mùn cưa (tỷ lệ 1:1:1) và 4 liều lượng than sinh học (0 - Đối chứng, 1,25, 2,50, 3,75 g/kg đất) trên nền phân bón 50 mg N + 30 mg P_2O_5 + 35 mg K_2O + 250 mg vôi/kg đất. Tổng số có 16 công thức thí nghiệm. Thí nghiệm bố trí theo kiểu RCRD (khối hoàn toàn ngẫu nhiên), mỗi công thức có 2 chậu (Chậu thí nghiệm có chiều cao 23 cm và bán kính 18 cm), với 3 lần nhắc lại. Tổng số chậu thí nghiệm là 96.

b. Quy trình kỹ thuật áp dụng trong thí nghiệm

Đất phù sa trồng lúa (tầng 0 - 20 cm) tại phường Hương An, thành phố Huế thu thập thời điểm nào về theo TCVN 7538 - 2: 2007/BTNMT được phơi khô trong không khí, giã nhỏ, loại bỏ rễ cây và các tồn dư khác, trộn đều đồng nhất trước khi bố trí thí nghiệm. Mỗi chậu thí nghiệm gồm 3 kg đất được trộn đều với 100% than sinh học một tuần trước khi cấy lúa với dạng và liều lượng tương ứng các công thức thí nghiệm như trên. Sử dụng các chậu nhựa có dung trọng của đất khoảng 1,3 kg đất/dm3. Tưới 400 ml nước vào mỗi chậu thành nhiều lần liên tiếp để đạt được hàm lượng nước ở độ ẩm bão hòa đồng ruộng. Các chậu được làm ẩm và bảo quản trong một tuần trước khi cấy để tránh ngộ độc có thể xảy ra do quá trình khoáng hóa hợp chất hữu cơ xảy ra sau khi làm ướt đất khô. Cấy 6 cây lúa (13 - 15 ngày tuổi, cao khoảng 10 cm) vào mỗi chậu, mực nước được điều chỉnh đến 3 cm trên bề mặt đất. Thời gian thí nghiệm là từ cấy đến thu hoạch là 85 ngày. Giống lúa HT1 được gieo trong vườn ươm để lấy cây con cấy trong chậu. Ngoài ra lượng phân đạm urê, lân supe và kali clorua, vôi được bón với lượng tương ứng như ở trên. Bón lót 100% lân, 30% đạm và 50% kali trước khi cấy, bón thúc 45% đạm và giai đoạn bắt đầu đẻ nhánh, 25% đạm và 50% kali vào giai đoạn bắt đầu làm đòng. Các biện pháp kỹ thuật khác áp dụng theo quy trình kỹ thuật cho cây lúa (TCVN 13381-1:2023).

c. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp nghiên cứu

Chiều cao cây và số lá tại giai đoạn thu hoạch. Đo 5 cây/lần nhắc lại. Diện tích lá sử dụng máy đo cầm tay (CIC - Mỹ) và chỉ số SPAD trên máy đo cầm tay (Nhật Bản) tại giai đoạn thu hoạch. Sinh khối thân lá, rễ tươi và khô tại giai đoạn thu hoạch: Tất cả các cây lúa từ mỗi chậu sẽ được thu hoạch. Nhổ các cây còn nguyên rễ ra khỏi từng chậu và rửa sạch. Phần trên mặt đất (thân lá) của

cây lúa được tách ra khỏi phần dưới mặt đất (rễ). Tất cả các mẫu được đưa vào sấy ở 70°C trong 72 giờ cho đến khi khối lượng không đổi. Sau đó, tất cả các mẫu được cân để xác định sinh khối thân lá, rễ tươi và khô của cây lúa. Tỷ lệ hợp chất khô bằng khối lượng khô của thân lá, rễ * 100 chia cho khối lượng tươi của thân lá, rễ. Năng suất cá thể (g/chậu): thu toàn bộ mẫu lúa trên chậu và tính yếu tố cấu thành năng suất (số bông/chậu, số hạt chắc trên bông, khối lượng 1000 hạt) và năng suất cá thể/chậu. Phân tích đất: Mẫu đất được thu thập từ mỗi chậu sau khi thu hoạch lúa để phân tích các chỉ tiêu bao gồm pH_{KCl} (TCVN 5979: 2007), OM (TCVN 4050: 1985), N tổng số (TCVN 4051: 1985), P_2O_5 tổng số (TCVN 8940: 2011), P_2O_5 dễ tiêu (TCVN 5256: 1990), K_2O tổng số (TCVN 4053: 1985), CEC (TCVN 8568: 2010).

d. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu thu thập bao gồm trung bình, phân tích ANOVA 2 nhân tố, so sánh trung bình theo $LSD_{0,05}$ được xử lý thống kê trên phần mềm Statistix 10.0.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây lúa tại giai đoạn thu hoạch

Ảnh hưởng của dạng và liều lượng than sinh học đến một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây lúa tại giai đoạn thu hoạch được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của dạng và liều lượng than sinh học đến một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây lúa tại giai đoạn thu hoạch

Ký hiệu	Dạng TSH	Liều lượng TSH (%)	Chiều cao cây (cm)	Số lá (lá)	Diện tích lá (cm^2/cây)	SPAD
CT1	Rơm rạ (RR)	0 (ĐC)	76,0^{ef}	12,1^{d}	273,43^{de}	34,03^{g}
CT2		1,25	80,0^{cde}	13,6^{bcd}	308,60^{abc}	36,07^{c-g}
CT3		2,50	86,5^{a}	14,5^{ab}	320,63^{a}	37,37^{abc}
CT4		3,75	86,4^{a}	14,7^{ab}	310,53^{abc}	37,03^{a-d}
CT5	Vỏ trấu (VT)	0 (ĐC)	76,0^{ef}	12,6^{cd}	277,67^{de}	35,20^{d-g}
CT6		1,25	78,1^{c-f}	13,5^{bcd}	305,53^{abc}	36,44^{b-e}
CT7		2,50	88,5^{a}	14,4^{ab}	320,23^{ab}	38,43^{ab}
CT8		3,75	85,2^{ab}	14,7^{ab}	326,60^{a}	37,67^{abc}
CT9	Mùn cưa (MC)	0 (ĐC)	75,3^{f}	12,7^{cd}	268,17^{e}	34,28^{fg}
CT10		1,25	77,0d^{ef}	12,4^{cd}	287,73^{cde}	34,82^{efg}
CT11		2,50	80,5^{cd}	13,9^{abc}	291,63^{cde}	36,37^{b-e}
CT12		3,75	81,9^{bc}	14,5^{ab}	294,37^{bcd}	35,73^{c-g}
CT13	RR+VT+MC (1:1:1)	0 (ĐC)	76,0^{ef}	12,8^{cd}	286,97^{cde}	34,40^{efg}
CT14		1,25	79,2^{c-f}	13,7^{a-d}	293,20^{cde}	36,32^{c-f}
CT15		2,50	86,8^{a}	14,4^{ab}	312,30^{abc}	38,60^{a}
CT16		3,75	85,1^{ab}	15,2^{a}	324,27^{a}	37,56^{abc}
$LSD_{0,05}$		-	4,3	1,6	25,93	2,06

Ghi chú: Các công thức khác ký tự trong cùng một cột sai khác ý nghĩa về mặt thống kê ở khoảng tin cậy 95%. ĐC: Đối chứng.

pISSN 2588-1191
eISSN 2615-9708

Số liệu ở Bảng 2 cho thấy: Ở cùng một dạng TSH, chiều cao cây lúa tăng dần theo lượng bón TSH, đạt cao nhất ở lượng bón 2,50 g/kg đất (86,5 - 88,5 cm). Trong 4 dạng TSH thì dạng TSH từ vỏ trấu có chiều cao cao nhất tại CT7 và không sai khác có ý nghĩa so với các dạng TSH còn lại (Bảng 2). Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng TSH có thể thúc đẩy sự phát triển của cây trồng và tăng năng suất. Chen et al. (2021) đã kết luận chiều cao cây lúa ở công thức bón TSH cao hơn có ý nghĩa so với công thức không bón TSH và hiệu quả càng cao khi tăng lượng TSH, như vậy phù hợp với kết quả thí nghiệm này. Một thí nghiệm cho thấy việc bổ sung TSH từ tre làm tăng chiều cao thân lúa trung bình và năng suất, nhưng sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Ngược lại, sự gia tăng chiều cao cây lúa có ý nghĩa thống kê khi bón TSH từ rơm rạ trong hai năm [7]. Diện tích lá (LA) là tổng diện tích bề mặt của tất cả các lá cây, LA cho biết tiềm năng quang hợp của cây, là phương tiện để đánh giá hiệu quả của quá trình quang hợp, đồng thời là một yếu tố cơ bản để tính toán chỉ số diện tích lá. Diện tích lá tăng lên khi tăng lượng TSH từ phụ phẩm nông lâm nghiệp (Bảng 2). Diện tích lá cao nhất ở lượng bón 3,75 g/kg đất ở dạng TSH từ vỏ trấu (CT8) (326,6 cm2). Trong bốn loại TSH, diện tích lá cao nhất cũng thu thu được ở CT18 và cao hơn ĐC (CT1, CT5, CT9, CT13) từ 10 - 18%. Kết quả nghiên cứu của Kartika et al. (2018) [8] cũng cho thấy bón TSH ở các liều lượng khác nhau có ảnh hưởng đến LA của cây lúa. Giá trị SPAD tăng dần ở các lượng bón TSH cao (37,37 - 38,60). Giá trị SPAD tương quan với hàm lượng diệp lục và N, do TSH có chứa N, nên khi tăng lượng TSH dẫn đến hàm lượng N cung cấp cho cây lúa tăng dẫn đến tăng SPAD. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Kartika et al. (2018) [8] cho thấy tỷ lệ N trong lá được phân bổ cho chất diệp lục tăng lên khi hàm lượng N trong lá tăng ở thực vật một lá mầm.

3.2 Sinh khối tươi và khô của cây lúa tại giai đoạn thu hoạch

Ảnh hưởng của liều lượng và dạng than sinh học đến sinh khối của cây lúa tại giai đoạn thu hoạch được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của liều lượng và dạng than sinh học đến sinh khối tươi và khô của cây lúa tại giai đoạn thu hoạch

Ký hiệu	Dạng TSH	Liều lượng TSH (%)	Sinh khối thân lá (g/cây)			Sinh khối rễ (g/cây)		
			Tươi	Khô	Tỷ lệ khô/tươi (%)	Tươi	Khô	Tỷ lệ khô/tươi (%)
CT1	Rơm rạ (RR)	0 (ĐC)	10,72^{i}	2,49^{e}	23,27^{a-d}	2,98^{de}	0,57^{g}	18,98^{bc}
CT2		1,25	13,47^{cde}	3,00^{d}	22,44^{bcd}	3,92^{abc}	0,81^{a-e}	20,98^{abc}
CT3		2,50	15,11^{ab}	3,78^{ab}	25,07^{a-d}	4,40^{a}	1,00^{a}	22,43^{ab}
CT4		3,75	14,13^{bcd}	3,50^{c}	24,75^{a-d}	4,42^{a}	0,90^{abc}	20,12^{abc}
CT5	Vỏ trấu (VT)	0 (ĐC)	10,43^{i}	2,50^{e}	23,96^{a-d}	2,82^{e}	0,54^{g}	19,11^{bc}
CT6		1,25	12,16^{e-h}	3,14^{d}	25,87^{ab}	3,57^{bcd}	0,77^{b-f}	21,47^{abc}
CT7		2,50	15,18^{ab}	3,93^{a}	26,44^{a}	4,01^{abc}	0,93^{ab}	23,44^{a}
CT8		3,75	14,28^{bcd}	3,63^{bc}	25,68^{abc}	3,70^{a-d}	0,87^{a-d}	23,40^{a}
CT9	Mùn cưa (MC)	0 (ĐC)	10,74^{hi}	2,55^{e}	23,71^{a-d}	2,85^{e}	0,57^{g}	19,87^{abc}
CT10		1,25	11,53^{f-i}	2,71^{e}	23,53^{a-d}	3,42^{cde}	0,60^{fg}	17,71^{c}
CT11		2,50	12,93^{def}	3,09^{d}	23,96^{a-d}	3,30^{cde}	0,72^{c-g}	21,96^{ab}
CT12		3,75	12,43^{efg}	3,09^{d}	24,85^{a-d}	3,33^{cde}	0,67^{d-g}	20,16^{abc}

Ký hiệu	Dạng TSH	Liều lượng TSH (%)	Sinh khối thân lá (g/cây)			Sinh khối rễ (g/cây)		
			Tươi	Khô	Tỷ lệ khô/tươi (%)	Tươi	Khô	Tỷ lệ khô/tươi (%)
CT13	RR+VT+MC (1:1:1)	0 (ĐC)	11,26^{ghi}	2,49^{e}	22,12^{cd}	3,16^{de}	0,63^{efg}	20,10^{abc}
CT14		1,25	14,63^{abc}	3,17^{d}	21,76^{d}	3,48^{b-e}	0,73^{c-g}	21,17^{abc}
CT15		2,50	15,73^{a}	3,79^{ab}	24,11^{a-d}	4,34^{a}	0,97^{a}	22,63^{ab}
CT16		3,75	15,13^{ab}	3,67^{abc}	24,37^{a-d}	4,19^{ab}	0,93^{ab}	22,35^{ab}
$LSD_{0,05}$		-	1,44	0,28	3,60	0,72	0,19	4,06

Ghi chú: Các công thức khác ký tự trong cùng một cột sai khác ý nghĩa về mặt thống kê ở khoảng tin cậy 95%.

Sinh khối tươi và khô của cây trồng có liên quan mật thiết đến khả năng sinh trưởng, hiệu suất quang hợp và năng suất của cây trồng. Kết quả thể hiện ở Bảng 3 cho thấy sinh khối tươi và khô của thân và rễ lúa bị ảnh hưởng đáng kể bởi bón TSH. Sinh khối khô trong thân và rễ lúa tăng gần 21-57% và 35-77% khi bón 2,5 g/kg đất, theo thứ tự (CT3, CT7, CT11 và CT15) so với ĐC (CT1, CT5, CT9, CT13). Ở mức bón 2,5 g/kg đất với TSH từ rơm rạ+vỏ trấu+mùn cưa (CT15) và 3,75 g/kg đất với TSH từ vỏ trấu (CT4), sinh khối tươi trong thân và rễ đạt giá trị cao nhất. Ở mỗi lượng bón, TSH từ mùn cưa có ảnh hưởng ít nhất đến khối lượng khô của lá, thân và rễ (Bảng 3), có thể do hàm lượng dinh dưỡng trong TSH từ mùn cưa thấp nhất. Liu et al. (2022) [9] nhận thấy việc bổ sung TSH từ rơm lúa mì ở tỷ lệ bón 2% làm tăng tổng khối lượng khô lên 12,9% so với không bón TSH. Bên cạnh đó, nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc sử dụng TSH từ vỏ trấu có thể cải thiện chất lượng đất, tăng năng suất lúa và cải thiện khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng trong đất trồng lúa. Bón TSH ở liều lượng cao có xu hướng làm tăng sinh khối rễ và tỷ lệ khối lượng rễ so với các phương pháp bón hữu cơ và không bón hữu cơ, ngoài ra rễ lúa có khả năng hấp thụ một số hạt nano TSH trong đất và sau đó vận chuyển chúng vào thân cây. Việc bón than sinh học mang lại lợi ích dinh dưỡng cho cả cây trồng và đất, vì nó chứa nhiều khoáng chất thiết yếu như Ca, Mg, Cu và Fe, hỗ trợ sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng [10].

3.3 Các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa

Số liệu ở bảng 4 cho thấy, số bông/chậu ở các công thức dao động từ 6,50 - 8,70 bông/chậu phụ thuộc vào các dạng và liều lượng TSH. Có sự sai khác có ý nghĩa thống kê giữa các công thức thí nghiệm. Trong 4 dạng TSH sử dụng thì công thức bón 2,5 kg/kg đất ở dạng TSH từ rơm rạ+vỏ trấu+mùn cưa (CT15) có số bông/ chậu cao nhất (8,70 bông/chậu), tiếp theo là dạng TSH từ vỏ trấu (8,63 bông/chậu). Tỷ lệ hạt chắc/bông có sự sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ở xác suất 95% tại các công thức. Tỷ lệ hạt chắc/bông dao động từ 57,89 – 70,81%. Công thức ĐC ở dạng TSH từ mùn cưa (CT9) có tỷ lệ hạt chắc/bông thấp nhất so với các công thức ĐC ở dạng TSH khác. Khối lượng 1000 hạt ở các công thức có sự sai khác có ý nghĩa về mặt thống kê ở xác suất 95%, dao động từ 16,97 - 20,60 g. Công thức có khối lượng 1000 hạt, hạt lớn nhất là CT7 (20,60g) và thấp nhất là CT9 (16,97g).

Năng suất cá thể (g/chậu) có sự chênh lệch có ý nghĩa giữa lượng bón và dạng TSH. Trong 4 dạng TSH sử dụng thì năng suất cá thể đạt cao nhất ở lượng bón 2,5 g/kg đất (11,77 - 14,80 g/chậu), đạt cao nhất ở dạngTSH từ vỏ trấu và kết hợp rơm rạ+vỏ trấu+mùn cưa (CT7, CT15). Tất cả các chỉ tiêu cấu thành năng suất và năng suất có xu hướng giảm ở liều lượng bón 3,75 g/kg đất, tuy nhiên không sai khác thống kê so với lượng bón 2,5 g/kg đất. Khi lượng than sinh học quá cao làm cho tỷ lệ C:N:P:K

pISSN 2588-1191
eISSN 2615-9708

trong đất bị thay đổi, cây hấp thu dinh dưỡng không cân đối, nên làm cho sinh trưởng sinh dưỡng mạnh nhưng hình thành hạt kém hoặc ngược lại, dẫn đến làm giảm năng suất cuối cùng [7].

Bảng 4. Ảnh hưởng của liều lượng và dạng than sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa

Ký hiệu	Dạng TSH	Liều lượng TSH (%)	Số bông/chậu	Số hạt chắc/bông	Tỷ lệ hạt chắc/bông (%)	Khối lượng 1.000 hạt (g)	Năng suất cá thể (g/chậu)
CT1	Rơm rạ (RR)	0 (ĐC)	6,50^{g}	56,15^{de}	58,16^{d}	17,50^{gh}	6,37^{gh}
CT2		1,25	6,83^{efg}	70,95^{bc}	66,03^{a-d}	18,40^{ef}	8,93^{ef}
CT3		2,50	8,23^{ab}	82,00^{ab}	68,55^{abc}	20,33^{ab}	13,80^{abc}
CT4		3,75	7,50^{cd}	84,10^{a}	70,97^{a}	19,30^{cd}	12,30^{bcd}
CT5	Vỏ trấu (VT)	0 (ĐC)	6,73^{efg}	54,09^{e}	59,51^{cd}	17,53^{gh}	6,40^{gh}
CT6		1,25	7,13^{c-f}	62,70^{cde}	60,86^{cd}	18,70^{de}	8,40^{efg}
CT7		2,50	8,63^{a}	83,28^{a}	68,10^{abc}	20,60^{a}	14,80^{a}
CT8		3,75	8,40^{a}	84,50^{a}	70,81^{a}	19,77^{bc}	14,03^{ab}
CT9	Mùn cưa (MC)	0 (ĐC)	6,50^{g}	55,70^{de}	57,89^{d}	16,97^{h}	6,17^{h}
CT10		1,25	6,63^{fg}	66,00^{cd}	63,28^{a-d}	17,67^{fgh}	7,43^{fgh}
CT11		2,50	7,27^{cde}	86,55^{a}	67,92^{abc}	18,60^{de}	11,77^{cd}
CT12		3,75	6,83^{efg}	84,23^{a}	66,79^{a-d}	18,17^{efg}	10,53^{de}
CT13	RR+VT+MC (1:1:1)	0 (ĐC)	6,90^{d-g}	56,13^{de}	61,42^{bcd}	17,63^{gh}	6,80^{fgh}
CT14		1,25	7,73^{bc}	71,65^{bc}	64,31^{a-d}	18,60^{de}	10,33^{de}
CT15		2,50	8,70^{a}	85,21^{a}	70,42^{ab}	19,93^{abc}	14,80^{a}
CT16		3,75	8,23^{ab}	84,14^{a}	70,57^{ab}	19,57^{c}	13,57^{abc}
$LSD_{0,05}$			0,63	11,25	9,14	0,76	2,20

Ghi chú: Các công thức khác ký tự trong cùng một cột sai khác ý nghĩa về mặt thống kê ở khoảng tin cậy 95%.

Lakitan (2018) [11] cho thấy việc bón TSH đã làm tăng đáng kể năng suất lúa mạch, bón TSH từ gỗ không làm tăng năng suất lúa trồng trên đất hiếu khí. Bón TSH với liều lượng lên đến 1,2 tấn/ha đã ảnh hưởng đáng kể đến số nhánh trên mỗi khóm khi thu hoạch, số nhánh hữu hiệu trên mỗi khóm, số hạt trên mỗi bông và khối lượng 1.000 hạt. Kết quả phân tích tổng hợp cho thấy phản ứng của năng suất lúa với TSH tăng 10,73% và 12,04% so với công thức ĐC. Chen et al. (2021) [7] đã chỉ ra rằng việc sử dụng TSH có thể thúc đẩy năng suất lúa bằng cách tăng số bông, số hạt, và tỷ lệ hạt chắc. Với TSH được làm từ vỏ trấu, số bông và số hạt tăng lên khi lượng TSH bón tăng lên và năng suất lúa tăng 15,26 - 44,89%. Đặc biệt, năng suất lúa khi bón lượng TSH cao (300 kg/ha) khác biệt đáng kể so với các công thức khác.

3.4 Một số tính chất hóa học đất trồng lúa

Ảnh hưởng của liều lượng và dạng than sinh học đến một số tính chất đất trồng lúa sau thí nghiệm được trình bày ở Bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của liều lượng và dạng than sinh học đến một số tính chất đất trồng lúa sau thí nghiệm

Ký hiệu	Dạng TSH	Liều lượng TSH (%)	pH_{KCl}	OM (%)	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CEC (cmol/kg)
CT1	Rơm rạ (RR)	0 (ĐC)	4,87^{ef}	3,21^{e}	0,118^{efg}	0,065^{a}	0,157^{gh}	8,61^{fg}
CT2		1,25	4,93^{def}	3,24^{de}	0,131^{cd}	0,067^{a}	0,177^{f}	8,69^{de}
CT3		2,50	5,00^{b-e}	3,31^{bcd}	0,151^{ab}	0,068^{a}	0,190^{cd}	8,75^{bcd}
CT4		3,75	5,09^{abc}	3,35^{ab}	0,159^{a}	0,070^{a}	0,213^{a}	8,81^{ab}
CT5	Vỏ trấu (VT)	0 (ĐC)	4,86^{f}	3,23^{e}	0,121^{def}	0,066^{a}	0,157^{gh}	8,65^{efg}
CT6		1,25	4,98^{c-f}	3,26^{cde}	0,14^{bc}	0,068^{a}	0,193^{bcd}	8,74^{cd}
CT7		2,50	5,09^{abc}	3,38^{ab}	0,150^{ab}	0,068^{a}	0,197^{bc}	8,79^{abc}
CT8		3,75	5,15^{a}	3,40^{a}	0,149^{ab}	0,071^{a}	0,220^{a}	8,85^{a}
CT9	Mùn cưa (MC)	0 (ĐC)	4,86^{f}	3,20^{e}	0,108^{g}	0,063^{a}	0,150^{h}	8,60^{g}
CT10		1,25	4,99^{d-f}	3,21^{e}	0,120^{def}	0,064^{a}	0,160^{g}	8,67^{ef}
CT11		2,50	5,06^{a-d}	3,25^{cde}	0,140^{bc}	0,066^{a}	0,180^{ef}	8,71^{de}
CT12		3,75	5,03^{a-d}	3,31^{bcd}	0,151^{ab}	0,068^{a}	0,200^{b}	8,75^{bcd}
CT13	RR+VT+MC (1:1:1)	0 (ĐC)	4,87^{ef}	3,22^{e}	0,118^{fg}	0,065^{a}	0,160^{g}	8,62^{fg}
CT14		1,25	4,96^{c-f}	3,23^{e}	0,130^{cde}	0,068^{a}	0,187^{de}	8,70^{de}
CT15		2,50	5,09^{abc}	3,32^{bc}	0,140^{bc}	0,069^{a}	0,200^{b}	8,74^{cd}
CT16		3,75	5,13^{ab}	3,38^{ab}	0,159^{a}	0,070^{a}	0,220^{a}	8,80^{abc}
$LSD_{0,05}$			0,14	0,07	0,012	0,03	0,009	0,06

Ghi chú: Các công thức khác ký tự trong cùng một cột sai khác ý nghĩa về mặt thống kê ở khoảng tin cậy 95%.

Số liệu ở Bảng 5 cho thấy: pH_{KCl} ở các công thức thí nghiệm có sự dao động trong khoảng từ 4,86 – 5,15, thấp nhất ở các công thức ĐC không bón TSH (CT1, CT5, CT9, CT13) và cao nhất ở công thức bón 3,75 g/kg đất tại cả 4 dạng TSH. Trong 4 dạng TSH nghiên cứu thì pH_{KCl} đạt cao nhất ở dạng TSH từ vỏ trấu và sai khác có ý nghĩa so với các dạng TSH còn lại, điều này là do TSH từ vỏ trấu có pH cao hơn so với các dạng còn lại. pH_{KCl} ở các công thức tăng tỉ lệ thuận với lượng bón TSH, điều này có thể do TSH có tính kiềm [1]. OM (Hàm lượng hữu cơ) dao động trong khoảng từ 3,20 - 3,40%, cao nhất ở công thức bón 3,75 g/kg đất từ dạng TSH vỏ trấu (CT8) và thấp nhất ở công thức ĐC (CT9). Hàm lượng OM của các công thức tăng tỉ lệ thuận với lượng TSH từ phụ phẩm nông lâm nghiệp. Việc bón than sinh học đã cải thiện hàm lượng carbon hữu cơ (SOC) trong đất, do TSH có hàm lượng carbon cao, đồng thời do tác động cộng hưởng của carbon từ than sinh học, vi sinh vật, sự phân hủy vùng rễ và chất tiết ra từ rễ [12], [13]. Bón TSH làm tăng hàm lượng N tổng số trong đất và tăng tỷ lệ thuận với lượng bón. Hàm lượng N tổng số đạt cao nhất tại dạng than sinh học từ rơm rạ và lượng bón 3,75g/kg đất (0,16%). Điều này là do sự hấp phụ NH_4^+ vào các nhóm chức cacbonyl và carboxyl chứa oxy làm giảm lượng NH_4^+ có sẵn cho quá trình nitrate hóa khi tăng liều lượng TSH và làm giảm sự rửa trôi NO_3^- [14]. Liều lượng và dạng TSH bón cho lúa có ảnh hưởng đến hàm lượng P tổng

pISSN 2588-1191
eISSN 2615-9708

số, nhưng không có sự sai khác có ý nghĩa giữa các công thức thí nghiệm. Ngoài việc giải phóng trực tiếp P từ TSH thông qua trao đổi, khử hấp phụ hoặc hòa tan, còn do khoáng hóa P hữu cơ thông qua sự phát triển của vi sinh vật và cải thiện khả năng cung cấp P thông qua việc tăng độ pH của đất [15]. Tương tự như N và P, bón TSH cũng làm tăng đáng kể hàm lượng K tổng số trong đất trồng lúa. Hàm lượng K tổng số đạt cao nhất (0,22%) tại CT16 (bón 3,75 g/kg đất với dạng TSH kết hợp từ rơm rạ+vỏ trấu+mùn cưa). Việc bón TSH làm tăng các phần K hòa tan và có thể trao đổi, tăng khả năng cung cấp K và sự phát triển của vi khuẩn hòa tan K trong đất, làm tăng mức K trao đổi trong đất và giảm tổn thất K do rửa trôi [16]. Các công thức thí nghiệm có CEC cao nhất ở công thức bón 3,75 g/kg đất (CT8) (8,85 cmo/kg) và thấp nhất ở công thức ĐC (CT9) (8,60 cmol/kg). CEC của các công thức tăng tỉ lệ thuận với lượng TSH bón, dạng TSH từ vỏ trấu có CEC trong đất cao nhất, tiếp theo là dạng TSH từ rơm rạ. Premalatha et al. (2023) [12] đã chứng minh mối tương quan tuyến tính giữa tỷ lệ bón TSH và CEC. TSH có khả năng giữ lại cation trong đất rất thấp, nhưng theo thời gian, TSH trải qua quá trình oxy hóa bề mặt đã làm tăng các nhóm carboxyl, do đó làm tăng điện tích âm và cuối cùng dẫn đến sự hấp thụ cation.

4 Kết luận và kiến nghị

Bón TSH có thể tăng chiều cao cây, số lá, diện tích là và chỉ số SPAD và đạt giá trị cao nhất tại lượng bón 2,50 - 3,75 g/kg đất ở cả bốn dạng TSH, đặc biệt tốt nhất tại dạng TSH từ vỏ trấu và TSH từ vỏ trấu+rơm rạ+mùn cưa. Sinh khối thân lá và rễ tươi và khô cũng tăng tỷ lệ thuận theo lượng TSH bón. Sinh khối thân lá khô cao nhất ở lượng bón 2,50 g/kg đất ở dạng TSH từ vỏ trấu (3,93 g/cây), tỷ lệ chất khô đạt 26,44%, Năng suất lúa cá thể được cải thiện khi lượng bón TSH tăng lên. Năng suất lúa ở lượng 2,50 g/kg đất ở dạng TSH từ vỏ trấu và TSH từ vỏ trấu+rơm rạ+mùn cưa là cao nhất (14,80 g/chậu). Bón TSH đã cải thiện số hạt chắc, số bông lúa và khối lượng 1000 hạt, đây là những lý do chính dẫn đến sự gia tăng năng suất lúa. Dạng và liều lượng TSH cũng làm thay đổi một số tính chất hóa học đất như pH_{KCl}, OM, N, P_2O_5, K_2O và CEC sau thí nghiệm theo chiều hướng tăng lên, đặc biệt ở lượng bón 3,75 g/kg đất, tuy nhiên do thời gian ngắn nên sự thay đổi này chưa lớn. Điều này cho thấy tác động của TSH lên các đặc điểm của cây trồng phụ thuộc vào dạng và liều lượng bón. Cần nghiên cứu thêm trên đồng ruộng về lượng bón 2,50 - 3,75 g/kg đất trên dạng TSH từ vỏ trấu và vỏ trấu+rơm rạ+mùn cưa để xác định được hiệu quả của TSH trong việc nâng cao năng suất lúa và chất lượng đất, từ đó có các biện pháp quản lý tối ưu cho sản xuất lúa bền vững.

Tài liệu tham khảo

1. Truong TDH, Tran TD, Nguyen QC, Nguyen TTD, Hoang TTH. Enhancing the efficacy of biochar derived from crop residues on rice (*Oryza sativa* L.) dry matter, yield accumulation and soil organic carbon in Central Vietnam. Res Crops. 2024 May;25: 216-221.

2. Zhao G, Jiang H, Gao J, Wan X, Yan B, Liu Y, Cheng G, Chen L, Zhang W. Effects of biochar application methods on greenhouse gas emission and nitrogen use efficiency in paddy fields. Sci Total Environ. 2024 Mar;915: 169809.

3. Tran TD, Tran VT, Bui TPL, Dinh QH, Nguyen TNM, Hoang TTH. Efficiency of biochar and bioorganic fertilizer from crop residues on rice (*Oryza sativa* L.) productivity in Central Vietnam. Res Crops. 2024 Sept;25(3): 363-368.

4. Nguyễn Thanh Lâm, Cao Trường Sơn. Thực trạng phát sinh phế phụ phẩm nông nghiệp và giải pháp quản lý tại Việt Nam. Kỷ yếu Hội thảo khoa học quốc gia: "Môi trường Nông nghiệp, Nông thôn và Phát triển bền vững". 2024 Apr; 159-168.

5. Nguyễn Hồng Sơn, Nguyễn Thị Nguyệt Thu. Nghiên cứu khả năng sử dụng than sinh học để

thay thế phân chuồng và phân vô cơ trong sản xuất lúa. TC KH&CN NNVN. 2015 Mar;11: 66-74.

6. Thái Thành Lượm, Đặng Thị Hồng Ngọc, Ngô Văn Thiện. Nghiên cứu than sinh học của cây sậy (*Phragmites australiscav*) làm nguyên liệu phân hữu cơ tại các điểm tiêu biểu ở Đồng bằng sông Cửu Long. TC KH ĐH Cần Thơ. 2026 Mar;62(2A): 62-74.

7. Chen X, Yang S, Ding J, Jiang Z, Sun X. Effects of biochar addition on rice growth and yield under water-saving irrigation. *Water*. 2021 Jan;13(2): 209.

8. Kartika K, Lakitan B, Wijaya A, Kadir S, Widuri LI, Siaga E, Meihana M. Effects of particle size and application rate of rice-husk biochar on chemical properties of tropical wetland soil, rice growth and yield. Aust J Crop Sci. 2018 Dec;12(5): 817-826.

9. Liu Y, Li H, Hu T, Mahmoud A, Li J, Zhu R, Jiao X, Jing P. A quantitative review of the effects of biochar application on rice yield and nitrogen use efficiency in paddy fields: A meta-analysis. Sci Total Environ. 2022 Jul;830: 154792.

10. Mansoor S, Kour N, Manhas S, Zahid S, Wani OA, Sharma V, Wijaya L, Alyemeni MN, Alsahli AA. El-Serehy, HA, Paray BA, Ahmad P. Biochar as a tool for effective management of drought and heavy metal toxicity. Chemosphere. 2021 May; 271: 129458.

11. Lakitan B, Alberto B, Lindiana L, Kartika K, Herlinda S, Kurnianingsi A. The benefits of biochar on rice growth and yield in tropical Riparian wetland, South Sumatra, Indonesia. CMU J Nat Sci. 2018;17(2): 10-16.

12. Premalatha RP, Poorna BJ, Nivetha E, Malarvizhi P, Manorama K, Parameswari E, Davamani V. A review on biochar's effect on soil properties and crop growth. Front Energy Res. 2023 June;11: 1092637.

13. Ernest B, Yanda PZ, Hansson A. Long-term effects of adding biochar to soils on organic matter content, persistent carbon storage, and moisture content in Karagwe, Tanzania. Sci Rep. 2024 Dec;14: 30565.

14. Abbruzzini T, Davies FC, Toledo FA, Cerri CEPCH. Dynamic biochar effects on nitrogen use efficiency, crop yield and soil nitrous oxide emissions during a tropical wheat-growing season. J Environ Manage. 2019 Dec;252: 109638.

15. Dume B, Ayele D, Regassa A, Berecha G. Improving available phosphorus in acidic soil using biochar. J Soil Sci Environ Manage. 2017 May;8: 87-94.

16. Wang B, Lehmann J, Hanley K, Hestrin R, Enders A**.** Adsorption and desorption of ammonium by maple wood biochar as a function of oxidation and pH. Chemosphere. 2015 Nov;138: 120-126.