

RESEARCH ON PRODUCTION PROCESS OF BIOLOGICAL PRODUCTS FROM AGRICULTURAL BY PRODUCTS

Doan Thi Kieu Tien^{1*}, Tran Thi Giang², Le Trong Nghia¹, Vo Thi Thu Thao¹,
 Ngo Hoang Linh Thao¹, Tieu Ngoc Bich Tram¹, Nguyen Kieu My¹

¹Can Tho University of Technology, ²Can Tho University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 17/3/2025 Revised: 02/7/2025 Published: 02/7/2025	Vietnam's agriculture has developed alongside the amount of by-products being discarded from processing and preservation processes, including damaged fruits, pulp, fiber, and post-harvest by-products. The purpose of this research is to utilize agricultural by-products as raw materials to produce microbial organic fertilizers, creating a source of clean agricultural products that protect consumer health and reduce environmental pollution. The survey used by-products from the processing of dried jackfruit, mango, soursop wine, and straw, creating an organic fertilizer product that is effective on crops. The appropriate mixing ratio of the raw materials is 2.5 kg of straw; 0.8 kg of mango; 0.8 kg of jackfruit; 0.8 kg of soursop; supplemented with 0.5 kg of rice husk ash fermented with 0.5% the <i>Trichoderma</i> - <i>Bacillus</i> product for 49 days, which is optimal for the production process. The experiment using the organic microbial fertilizer on water spinach showed that within 7 days of sowing, the water spinach had a high germination rate, and by the 21st day, the height of the plants reached 36.3 cm. The research results confirm that agricultural by-products have the potential to be utilized in the organic fertilizer production process.
KEYWORDS	
<i>Trichoderma</i>	
Microbial organic fertilizers	
Organic fertilizers	
Agricultural by-products	
Water spinach	

NGHIÊN CỨU QUY TRÌNH SẢN XUẤT CHẾ PHẨM SINH HỌC TỪ PHÉ PHẨM NÔNG NGHIỆP

Đoàn Thị Kiều Tiên^{1*}, Trần Thị Giang², Lê Trọng Nghĩa¹, Võ Thị Thu Thảo¹,
 Ngô Hoàng Linh Thảo¹, Tiêu Ngọc Bích Trâm¹, Nguyễn Kiều My¹

¹Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ, ²Trường Đại học Cần Thơ

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 17/3/2025 Ngày hoàn thiện: 02/7/2025 Ngày đăng: 02/7/2025	Nền nông nghiệp Việt Nam phát triển kèm theo lượng phế phẩm được loại bỏ ra khỏi quy trình chế biến, bảo quản bao gồm các loại trái cây hư hỏng hay phần bã, xơ và phế phẩm sau thu hoạch. Mục đích của nghiên cứu này là tận dụng nguồn nguyên liệu phế phẩm nông nghiệp để sản xuất chế phẩm sinh học, qua đó tạo ra nguồn nông sản sạch giúp bảo vệ sức khỏe người tiêu dùng và giảm thiểu tình trạng ô nhiễm môi trường. Khảo sát được thực hiện bằng cách sử dụng nguồn nguyên liệu phế phẩm từ quy trình chế biến mít, bảo quản xoài sau thu hoạch, rượu măng cầu xiêm và rơm rạ, nhằm tạo ra chế phẩm sinh học có tác dụng hiệu quả trên cây trồng. Khối lượng phối trộn hỗn hợp nguyên liệu gồm 2,5 kg rơm rạ; 0,8 kg xoài; 0,8 kg mít; 0,8 kg măng cầu; bổ sung 0,5 kg tro trấu ủ với chế phẩm <i>Trichoderma</i> - <i>Bacillus</i> 0,5% trong 49 ngày là thích hợp đối với quy trình sản xuất. Qua thử nghiệm sử dụng sản phẩm chế phẩm sinh học trên cây rau muống, kết quả cho thấy sau 7 ngày gieo hạt rau muống có tỷ lệ nảy mầm cao; đến ngày thứ 21, chiều cao trung bình của cây đạt 36,3 cm. Kết quả nghiên cứu khẳng định các phế phẩm nông nghiệp có tiềm năng tận dụng vào quy trình sản xuất chế phẩm sinh học.
TỪ KHÓA	
<i>Trichoderma</i>	
Phân hữu cơ vi sinh	
Phân hữu cơ	
Phụ phẩm nông nghiệp	
Cây rau muống	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.12326>

* Corresponding author. Email: dtktien@ctu.edu.vn

1. Giới thiệu

Hiệu quả của việc tận dụng phế phẩm từ quy trình chế biến làm nguồn cung cấp chất hữu cơ vừa có lợi cho cây trồng cũng như hướng đến sự phát triển bền vững trong nông nghiệp và nền kinh tế tuần hoàn [1] - [3]. Đồng bằng sông Cửu Long là vùng sản xuất nông nghiệp trọng điểm với diện tích chiếm khoảng 12,1% diện tích cả nước với sản lượng lúa chiếm khoảng 51,5% và nhiều loại nông sản khác có giá trị thương phẩm như xoài, mít, măng cầu gai, v.v. [3], [4]. Phế phẩm từ nông nghiệp có số lượng lớn, với khoảng 45 triệu tấn rơm khô, 8 triệu tấn trấu, 30 - 50 triệu tấn phế phẩm khác [5]. Đồng thời, trong nông nghiệp, phân bón hóa học được sử dụng phổ biến nhưng gây ảnh hưởng đến đất trồng, nguồn nước và trực tiếp đến con người, sinh vật [6]. Nấm thuộc chi *Trichoderma* được sử dụng rộng rãi, không những mang lại hiệu quả trong nông nghiệp còn góp phần giảm ô nhiễm môi trường [7], [8]. Do đó, nghiên cứu chế phẩm sinh học từ phế phẩm của quy trình chế biến và bảo quản trái cây được thực hiện có ý nghĩa cải thiện môi trường và nâng cao giá trị nông sản.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu: Rơm rạ, tro trấu, vỏ cùi măng cầu gai được thu tại huyện Cờ Đỏ, thành phố Cần Thơ. Vỏ, cùi, xơ mít, xoài được thu tại huyện Phong Điền, thành phố Cần Thơ. Chế phẩm *Trichoderma* - *Bacillus* (thành phần *Trichoderma harzianum* 1×10^8 CFU/g, *Bacillus* sp. 1×10^2 CFU/g) của công ty VT Agreeen Vinna Service Trading company Limited).

Hóa chất: methyl red, bromocresol green, ethanol 96%, K_2SO_4 , $CuSO_4$, H_2SO_4 đậm đặc ($d = 1,84$), NaOH, H_3BO_3 (xuất xứ: Trung Quốc) và nước cất được cung cấp bởi phòng thí nghiệm Sinh hóa, khoa Công nghệ Sinh hóa - Thực phẩm, Trường Đại học Kỹ thuật - Công nghệ Cần Thơ.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phân tích các chỉ số của nguyên liệu

Các phân tích nhằm xác định một số thành phần hóa học của rơm rạ, tro trấu, vỏ, cùi măng cầu gai, vỏ, cùi, xơ mít, vỏ xoài. Mẫu tươi được dùng để đo pH bằng giấy đo pH, độ ẩm bằng phương pháp sấy đến khối lượng không đổi [9], [10], hàm lượng đạm tổng số (Nt%) được xác định bằng hệ thống Kjeldahl [11]. Chỉ tiêu chiều cao khối ủ, chiều cao của cây, độ rộng của lá đo bằng thước đo chia vạch. Nhiệt độ được đo bằng nhiệt kế thủy ngân. Màu sắc của lá được quan sát và dùng thang màu để so sánh.

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu phối trộn thích hợp cho khối ủ

Bảng 1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm (NT)	Khối lượng (kg)			
	A	B	C	D
1	0	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$
2	$2,5 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
3	$3,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
4	$1,6 \pm 0,2$	0	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$
5	$0,8 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
6	$0,5 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
7	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$	0	$1,6 \pm 0,2$
8	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$
9	$0,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
10	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,2$	0
11	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$
12	$0,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$

$\pm$ thể hiện sai số hoặc độ lệch chuẩn.

Rom rạ (A), phế phẩm từ sản xuất rượu măng cầu (B), xoài (C), mít (D) được thu gom, xử lý sơ bộ bằng cách cắt nhỏ. Các nguyên liệu được cân theo khối lượng trình bày trên Bảng 1, cố định 0,5 kg tro trấu, trộn đều. Tổng khối lượng nguyên liệu mỗi mẻ khoảng 5 kg, chứa trong các thùng xốp có kích thước là 50 x 37 x 38 cm. Sử dụng 0,5% chế phẩm *Trichoderma - Bacillus* hòa vào 1 lít nước, bổ sung vào khối ủ, đậy nắp thùng và tiến hành ủ. Sau 15 ngày ủ, bổ sung 1 lít nước vào khối ủ, trộn đều, đậy nắp và tiếp tục ủ ở nhiệt độ phòng. Theo dõi hàm lượng đạm tổng số ($N_t\%$) hình thành, tần suất 7 ngày/lần.

2.2.3. Khảo sát ảnh hưởng của khối lượng tro trấu bổ sung thích hợp cho khối ủ

Thí nghiệm được bố trí theo tỷ lệ nguyên liệu được chọn ở mục 2.2.2. Khảo sát tỷ lệ tro trấu (E) với các nghiệm thức 1, 2, 3 tương ứng với tỷ lệ khảo sát là 0 kg; 0,5 kg; 1 kg. Tỷ lệ chế phẩm *Trichoderma - Bacillus* là 0,5 %, thực hiện các bước như mục 2.2.2., theo dõi pH, chiều cao khối ủ (cm), hàm lượng đạm tổng số ($N_t\%$), độ ẩm (%), nhiệt độ khối ủ ($^{\circ}\text{C}$).

2.2.4. Khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ chế phẩm *Trichoderma - Bacillus* thích hợp cho khối ủ

Thí nghiệm được bố trí theo tỷ lệ nguyên liệu thích hợp ở mục 2.2.2 và tỷ lệ tro trấu ở mục 2.2.3. Khảo sát tỷ lệ nấm chế phẩm *Trichoderma - Bacillus* với 03 nghiệm thức lần lượt là 0%; 0,5 %; 1%. Các bước được thực hiện như mục 2.2.2., theo dõi pH, chiều cao khối ủ (cm), hàm lượng đạm tổng số ($N_t\%$), độ ẩm (%), nhiệt độ khối ủ ($^{\circ}\text{C}$).

2.2.5. Khảo sát khối lượng chế phẩm sinh học thích hợp để bón lên cây ngắn ngày

Chế phẩm sinh học được sử dụng bón cho cây ngắn ngày, chọn cây rau muống để khảo sát. Sau khi xác định được các thông số thích hợp từ các thí nghiệm trên, sản phẩm được đưa vào thử nghiệm trên cây rau muống với 4 nghiệm thức (Bảng 2). Mỗi cây rau muống được trồng trên 01 ly nhựa 95 x 58 x 124 mm và 3 lần lặp lại. Cây rau muống được bón chế phẩm lần thứ nhất và lần thứ hai vào lần lượt các ngày thứ 7 và thứ 14. Chỉ tiêu đánh giá gồm màu sắc lá, độ rộng lá, chiều cao cây 7 ngày/lần trong 21 ngày.

Bảng 2. Bố trí thí nghiệm xác định khối lượng chế phẩm sinh học trên cây rau muống

Nghiệm thức (NT)	Mô hình trồng rau muống		
NT1 (không bón phân)	Rau muống 1	Rau muống 2	Rau muống 3
NT2 (bón 10 gram/lần)	Rau muống 1	Rau muống 2	Rau muống 3
NT3 (bón 20 gram/lần)	Rau muống 1	Rau muống 2	Rau muống 3
NT4 (bón 30 gram/lần)	Rau muống 1	Rau muống 2	Rau muống 3

2.2.6. Phương pháp thu thập, xử lý số liệu

Các khảo sát được thực hiện với 3 lần lặp lại. Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Excel và chương trình thống kê Minitab Statistical Software 22. Các biểu đồ được vẽ bằng phần mềm Microsoft Excel 2013.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các chỉ số của nguyên liệu sử dụng cho sản xuất chế phẩm sinh học

Bảng 3. Bảng phân tích các chỉ số của nguyên liệu

STT	Nhân tố	Chỉ tiêu		
		Hàm lượng đạm tổng số ($N_t\%$)	pH	Độ ẩm (%)
1	Rom rạ	$4,70 \pm 0,31$	$6,0 \pm 0,4$	$18,0 \pm 0,4$
2	Măng cầu	$1,70 \pm 0,43$	$5,0 \pm 0,2$	$65,0 \pm 0,1$
3	Mít	$1,90 \pm 0,32$	$6,0 \pm 0,5$	$60,0 \pm 0,3$
4	Xoài	$1,70 \pm 0,44$	$6,0 \pm 0,2$	$57,0 \pm 0,3$
5	Tro trấu	$0,60 \pm 0,50$	$8,0 \pm 0,3$	$45,0 \pm 0,2$

$\pm$ thể hiện sai số hoặc độ lệch chuẩn.

Các phế phẩm có chứa Nt%, trong đó rơm rạ là 4,7 % và pH dao động từ 5,0 đến 8,0 (Bảng 3). Điều quan trọng là nguồn phế phẩm như xơ, vỏ, cùi... được thải ra từ quá trình chế biến và bảo quản thực phẩm được tận dụng và hạn chế ô nhiễm môi trường [1]. Ngoài ra, hiệu quả xử lý rơm rạ với nấm *Trichoderma* có khả năng làm tăng hàm lượng chất dinh dưỡng trong đất và năng suất lúa [12]. Vì vậy, việc kết hợp rơm rạ với các phế phẩm là có tiềm năng trong việc sản xuất chế phẩm sinh học, giúp ích cho cây trồng.

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu phối trộn vào trong khối ủ

Tỷ lệ nguyên liệu phối trộn khác nhau có sự ảnh hưởng khác nhau (Bảng 4), các nghiệm thức có sự khác biệt ý nghĩa theo thống kê ở mức ý nghĩa là 5%.

Bảng 4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tỷ lệ nguyên liệu phối trộn thích hợp cho khối ủ

Nhân tố	Nghiệm thức (kg)	Số ngày đo	Chỉ tiêu phân tích				
			Chiều cao khối ủ (cm)	pH	Hàm lượng đạm (%)	Nhiệt độ khối ủ	Độ ẩm
A	0	0	7,27 ^b	6,00 ^a	-	29,00 ^b	67,60 ^d
		35	4,33 ^a	6,50 ^a	2,93 ^b	34,00 ^a	61,00 ^d
		49	3,33 ^a	6,33 ^a	3,70 ^a	30,67 ^b	51,57 ^c
	2,5	0	13,00 ^d	6,00 ^a	-	29,00 ^b	67,33 ^d
		35	9,23 ^c	7,67 ^a	3,77 ^a	35,00 ^a	57,13 ^c
		49	7,93 ^b	7,77 ^a	5,00 ^a	30,00 ^b	49,63 ^a
	3,5	0	12,90 ^d	6,33 ^a	-	29,00 ^b	68,20 ^d
		35	7,50 ^b	7,00 ^a	3,07 ^a	33,00 ^a	58,53 ^c
		49	6,70 ^b	7,17 ^a	3,97 ^a	30,00 ^b	51,93 ^b
B	0	0	13,67 ^d	5,00 ^b	-	29,00 ^b	67,90 ^d
		35	9,83 ^d	6,50 ^a	2,83 ^b	35,00 ^a	60,50 ^d
		49	8,17 ^b	6,50 ^a	3,20 ^a	31,00 ^b	55,67 ^c
	2,5	0	12,93 ^d	5,00 ^b	-	29,00 ^b	67,97 ^d
		35	8,40 ^b	6,83 ^a	2,70 ^b	34,00 ^a	60,67 ^d
		49	7,30 ^b	6,83 ^a	3,47 ^a	30,33 ^b	53,67 ^b
	3,5	0	12,80 ^d	5,00 ^b	-	29,00 ^b	67,00 ^d
		35	9,90 ^c	6,83 ^a	2,50 ^b	33,00 ^a	57,20 ^c
		49	8,60 ^c	6,83 ^a	3,20 ^a	30,00 ^b	52,60 ^b
C	0	0	13,87 ^d	6,00 ^a	-	29,00 ^b	68,60 ^d
		35	9,90 ^d	6,83 ^a	2,77 ^b	32,33 ^a	56,67 ^c
		49	9,20 ^c	7,17 ^a	3,40 ^a	30,00 ^b	54,00 ^b
	2,5	0	13,20 ^d	5,00 ^b	-	29,00 ^b	66,60 ^d
		35	9,10 ^c	6,50 ^a	2,90 ^b	33,50 ^a	58,77 ^c
		49	8,20 ^b	6,50 ^a	3,43 ^a	26,67 ^b	52,73 ^b
	3,5	0	12,10 ^d	5,00 ^b	-	29,00 ^b	66,97 ^d
		35	7,33 ^b	6,00 ^a	2,70 ^b	33,33 ^a	58,97 ^c
		49	6,67 ^b	6,50 ^a	3,37 ^a	30,67 ^b	52,20 ^b
D	0	0	11,77 ^d	6,00 ^a	-	29,00 ^b	68,20 ^d
		35	7,83 ^b	7,33 ^a	2,53 ^b	32,00 ^a	61,73 ^d
		49	6,87 ^b	7,17 ^a	3,27 ^a	30,00 ^b	51,83 ^b
	2,5	0	12,60 ^d	6,00 ^a	-	29,00 ^b	68,03 ^d
		35	8,30 ^b	7,00 ^a	2,90 ^b	32,00 ^a	52,67 ^b
		49	7,47 ^b	7,00 ^a	3,39 ^a	30,00 ^b	49,70 ^a
	3,5	0	12,90 ^d	6,50 ^a	-	29,00 ^b	67,33 ^d
		35	9,07 ^c	7,00 ^a	3,07 ^a	32,33 ^a	58,63 ^c
		49	8,00 ^b	7,00 ^a	3,77 ^a	30,00 ^b	52,93 ^b
P			0,0000	0,0286	0,0000	0,0000	0,0000
F			2,59	2,23	1,01	320,02	234,25

Ghi chú: Các số liệu trong bảng là trung bình của ba lần lặp, các chữ số khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. “-” Những ngày không khảo sát hàm lượng đạm.

Tại NT2, Nt% cao nhất (5%) so với các nghiệm thức còn lại (NT3, NT6) vì việc cung cấp đủ nguồn dinh dưỡng thích hợp cho quá trình lên men giúp nấm mốc tăng trưởng và hoạt động có hiệu quả, từ đó tăng hiệu suất, rút ngắn thời gian lên men và ngược lại [13]. Vì vậy, NT2 được chọn là tỷ lệ phối trộn thích hợp, tạo thành hàm lượng đạm tổng số cao nhất trong chế phẩm.

3.3. Ảnh hưởng của khối lượng tro trấu bổ sung

pH cho hoạt động của nấm *Trichoderma* trong khoảng 6,0 - 8,5 [13]. Khối lượng tro trấu thấp dẫn đến pH môi trường thấp, quá trình lên men diễn ra chậm. Trong quá trình ủ, nhiệt độ ban đầu ở 3 nghiệm thức đều tăng. Chiều cao khối ủ giảm, NT2 giảm nhiều nhất (4,56 cm) (Bảng 5), do sự phát triển của *Trichoderma* và quá trình phân giải cellulose và protein trong khối ủ diễn ra mạnh [14], [15]. Hàm lượng đạm tổng số (Nt%) có sự khác biệt ở các nghiệm thức, trong đó NT2 có Nt% cao nhất là 4,93%. Quá trình phân giải đồng thời cũng diễn ra quá trình amon hóa làm cho pH khối ủ tăng đến khoảng 6,8 - 7,0. Tiếp sau đó, pH có xu hướng giảm do sự hình thành axit hữu cơ và khí CO₂ [16], độ ẩm của khối ủ giảm nhanh từ 67 - 55%. Như vậy, khối lượng tro trấu 0,5 kg (NT2) thích hợp cho khối ủ.

Bảng 5. Ảnh hưởng của khối lượng tro trấu

Nghiệm thức (NT)	Số ngày đo	Chỉ tiêu phân tích				
		Chiều cao khối ủ (cm)	pH	Hàm lượng đạm (Nt%)	Nhiệt độ khối ủ	Độ ẩm
1	0	11,70 ^a	6,67 ^a	-	29,00 ^b	67,20 ^a
	7	10,80 ^a	6,67 ^a	-	31,67 ^b	66,40 ^a
	14	9,97 ^a	7,17 ^a	-	31,67 ^b	64,37 ^a
	21	9,40 ^b	6,67 ^a	1,90 ^c	33,33 ^a	62,63 ^b
	28	8,87 ^b	6,00 ^c	2,67 ^b	33,00 ^a	60,00 ^b
	35	8,30 ^c	6,17 ^c	2,90 ^b	34,00 ^a	58,33 ^b
	42	7,87 ^c	6,50 ^b	3,33 ^a	30,33 ^b	56,67 ^b
	49	7,10 ^d	6,50 ^b	3,63 ^a	30,00 ^b	53,23 ^c
2	0	11,13 ^a	6,00 ^c	-	29,00 ^b	67,23 ^a
	7	9,97 ^a	6,17 ^c	-	31,67 ^b	65,67 ^a
	14	9,40 ^b	6,50 ^b	-	31,67 ^b	65,00 ^a
	21	8,53 ^b	6,50 ^b	2,73 ^b	33,00 ^a	61,87 ^b
	28	7,53 ^c	6,83 ^a	3,67 ^a	34,33 ^a	58,33 ^b
	35	6,57 ^d	6,67 ^a	4,27 ^a	35,50 ^a	54,57 ^c
	42	6,23 ^d	6,50 ^b	4,57 ^a	32,33 ^a	53,00 ^c
	49	5,60 ^d	6,50 ^b	4,93 ^a	31,33 ^b	49,00 ^c
3	0	11,23 ^a	6,83 ^a	-	29,00 ^b	67,00 ^a
	7	10,23 ^a	6,83 ^a	-	30,50 ^b	66,23 ^a
	14	9,30 ^b	7,00 ^a	-	31,00 ^b	64,57 ^a
	21	8,70 ^b	7,00 ^a	1,63 ^c	32,50 ^a	62,60 ^b
	28	7,87 ^c	7,13 ^a	2,33 ^c	33,83 ^a	59,00 ^b
	35	7,20 ^c	7,50 ^a	2,67 ^b	35,33 ^a	56,67 ^b
	42	6,83 ^d	6,50 ^b	2,90 ^b	31,00 ^b	53,00 ^c
	49	6,50 ^d	6,50 ^b	3,07 ^a	30,00 ^b	50,67 ^c
P		0,0061	0,001	0,0000	0,0028	0,0000
F		2,67	4,80	19,90	1,63	0,48

Ghi chú: Các số liệu trong bảng là trung bình của ba lần lặp, các chữ số khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. “-” Những ngày không khảo sát hàm lượng đạm

3.4. Ảnh hưởng của tỷ lệ nấm chế phẩm *Trichoderma* - *Bacillus* đến khối ủ

Chiều cao khối ủ giảm mạnh nhất (giảm 5,17 cm) ở tỷ lệ chế phẩm *Trichoderma* - *Bacillus* 0,5% so với 1%, do sự cạnh tranh nguồn dinh dưỡng. Kết quả còn cho thấy giá trị pH 6 - 6,83; hàm lượng đạm tổng số (Nt%) được tổng hợp sau 49 ngày ủ chế phẩm sinh học ở NT2 (4,9%) cao hơn NT3 (4,3%). Điều này chứng tỏ tỷ lệ chế phẩm *Trichoderma* - *Bacillus* bổ sung 0,5% so với khối lượng khối ủ là tỷ lệ thích hợp, mang lại hiệu quả cao nhất; đồng thời, 37 °C là nhiệt độ thích hợp cho sự

phát triển, sinh trưởng, phân giải các chất hữu cơ tạo chế phẩm sinh học đạt chất lượng cao [17]. Như vậy, NT2 là tỷ lệ thích hợp cho khối ủ. Ngoài ra, độ ẩm trong khối ủ dao động 50% - 68% (Bảng 6) thích hợp cho hoạt động của vi sinh vật, hàm lượng đạm được tổng hợp nhanh [17].

Bảng 6. Ảnh hưởng của tỷ lệ chế phẩm *Trichoderma* - *Bacillus* đến các chỉ tiêu của khối ủ

Thí nghiệm (NT)	Số ngày đo	Chỉ tiêu phân tích				
		Chiều cao khối ủ (cm)	pH	Hàm lượng đạm (N,%)	Nhiệt độ khối ủ	Độ ẩm
1	0	10,60 ^a	6,33 ^c	-	29,33 ^b	68,23 ^a
	7	10,07 ^a	6,67 ^a	-	30,00 ^b	66,23 ^a
	14	9,30 ^b	6,33 ^c	-	31,00 ^b	63,33 ^b
	21	8,07 ^c	6,33 ^c	0,93 ^c	31,33 ^b	59,23 ^b
	28	7,53 ^c	6,67 ^a	1,40 ^c	30,00 ^b	58,23 ^b
	35	6,70 ^d	6,83 ^a	1,70 ^c	32,00 ^a	56,23 ^b
	42	6,33 ^d	6,17 ^c	1,97 ^c	30,31 ^b	55,23 ^c
	49	6,00 ^d	6,83 ^a	2,50 ^c	30,00 ^b	50,93 ^c
2	0	11,60 ^a	6,00 ^c	-	29,00 ^b	66,23 ^a
	7	10,87 ^a	6,33 ^c	-	32,33 ^a	63,23 ^b
	14	9,33 ^b	6,33 ^c	-	34,00 ^a	62,23 ^b
	21	8,33 ^c	6,50 ^b	2,60 ^b	35,00 ^a	61,23 ^b
	28	7,60 ^c	6,50 ^b	3,03 ^b	35,00 ^a	56,93 ^b
	35	7,47 ^c	6,33 ^c	3,67 ^a	37,00 ^a	55,23 ^b
	42	6,97 ^d	6,00 ^c	4,23 ^a	33,10 ^a	51,23 ^c
	49	6,43 ^d	6,33 ^c	4,90 ^a	33,00 ^a	48,13 ^c
3	0	11,73 ^a	6,35 ^c	-	29,00 ^b	67,23 ^a
	7	11,03 ^a	6,67 ^a	-	31,33 ^b	65,93 ^a
	14	10,50 ^a	6,50 ^b	-	38,00 ^a	64,33 ^a
	21	9,73 ^a	6,50 ^b	2,50 ^c	33,00 ^a	58,23 ^b
	28	9,10 ^b	6,67 ^a	3,03 ^b	39,00 ^a	56,23 ^b
	35	8,13 ^c	6,83 ^a	3,47 ^a	40,00 ^a	57,23 ^b
	42	7,63 ^c	6,50 ^b	3,77 ^a	35,15 ^a	55,23 ^b
	49	7,30 ^c	6,50 ^b	4,30 ^a	34,00 ^a	52,53 ^c
P		0,006	0,00	0,00	0,00	0,00
F		2,42	1,10	32,27	0,16	0,66

Ghi chú: Các số liệu trong bảng là trung bình của ba lần lặp, các chữ số khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%. “-” Những ngày không khảo sát hàm lượng đạm.

3.5. Tác dụng của chế phẩm sinh học đối với cây ngắn ngày

Bảng 7. Ảnh hưởng của khối lượng chế phẩm sinh học trên cây rau muống

Thí nghiệm (NT)	Số ngày đo	Chỉ tiêu phân tích		
		Chiều cao (cm)	Độ rộng lá (cm)	Màu sắc lá
1	7	9,0 ^c	0,4 ^c	Xanh
	14	17,3 ^b	1,1 ^b	Vàng nhạt
	21	25,0 ^a	1,8 ^a	Vàng nhạt
2	7	9,0 ^c	0,5 ^c	Xanh
	14	19,6 ^b	1,5 ^b	Xanh
	21	36,3 ^a	2,6 ^a	Xanh
3	7	8,9 ^c	0,5 ^c	Xanh
	14	18,3 ^b	1,4 ^b	Xanh
	21	32,0 ^a	2,4 ^a	Xanh
4	7	8,8 ^c	0,5 ^c	Xanh
	14	19,6 ^b	1,3 ^b	Xanh
	21	31,0 ^a	2,1 ^a	Vàng nhạt
P		0,0000	0,0000	
F		213,67	182,24	

Ghi chú: Các số liệu trong bảng là trung bình của ba lần lặp, các chữ số khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%.

Chế phẩm sinh học có sự tác dụng đến sự phát triển về chiều cao, độ rộng lá và màu sắc lá của cây rau muống theo thời gian (Bảng 7). Việc bổ sung quá nhiều chế phẩm sinh học làm nồng độ dinh dưỡng trong đất quá cao gây ảnh hưởng đến lông hút của rễ, dẫn đến việc hạn chế vận chuyển chất dinh dưỡng từ đất lên thân cây thông qua bộ rễ [17]. Đồng thời, nếu không cung cấp đầy đủ các chất dinh dưỡng cần thiết thì lá có màu vàng nhạt [18], [19]. Ngoài ra, kết quả theo dõi màu sắc của lá cho thấy ở NT4 sử dụng chế phẩm sinh học với hàm lượng cao hơn 3 nghiệm thức còn lại. Nguyên nhân có thể do việc bổ sung thừa đạm có thể góp phần gia tăng bệnh vàng lá thối rễ [20] - [22].

3.6. Phân tích các chỉ tiêu của sản phẩm

Khối lượng phối trộn cho quy trình sản xuất chế phẩm sinh học ở NT2 và bổ sung khối lượng tro trấu thích hợp là 0,5 kg kết hợp với tỷ lệ chế phẩm *Trichoderma* - *Bacillus* 0,5% sau 49 ngày ủ tạo ra sản phẩm có thành phần cần thiết cho cây trồng (Bảng 8), có hiệu quả giúp tiêu diệt một số mầm bệnh [23].

Bảng 8. Một số chỉ tiêu của chế phẩm sinh học tạo thành

Tên chỉ tiêu	Giá trị	Đơn vị
Hàm lượng đạm tổng số (N _t %)	5,00 ± 0,46	%
K ₂ O hữu hiệu	0,48 ± 0,52	%
P ₂ O ₅ hữu hiệu	0,26 ± 0,01	%
Độ ẩm	33,4 ± 0,4	%
pH	6,00 ± 0,8	-

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu xác định được quy trình sản xuất chế phẩm sinh học với quy mô 5 kg/m² gồm các nguyên liệu được phối trộn là 2,5 kg rơm rạ, 0,8 ± 0,1 kg cho mỗi loại phế phẩm gồm (A) vỏ, cùi măng cầu, (B) xơ, cùi mít, (C) trái xoài được loại bỏ ra khỏi quy trình sơ chế và sản xuất, bổ sung 0,5 kg tro trấu ủ với chế phẩm *Trichoderma* - *Bacillus* 0,5%, ủ trong 49 ngày. Sản phẩm hình thành chứa các thành phần có hiệu quả cho cây trồng. Kết quả thử nghiệm sử dụng sản phẩm trên cây rau muống cho thấy khối lượng được chọn bốn khoảng 10 g/lần thích hợp cho chậu cây, cung cấp các thành phần dinh dưỡng cần thiết cho sự sinh trưởng, phát triển của cây. Nghiên cứu này góp phần cung cấp cơ sở khoa học đối với việc tận dụng nguồn phế phẩm trong nông nghiệp để tạo ra chế phẩm có hiệu quả ứng dụng trở lại trên cây trồng, hướng đến nền kinh tế tuần hoàn và sự phát triển bền vững trong tương lai đồng thời góp phần mang lại hiệu quả kinh tế, bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/REFERENCES

- [1] T. L. Nguyen and T. S. Cao, "Current Status of Agricultural By-Products and Management Solutions in Vietnam," in *Proc. Proceedings of the National Scientific Conference "Agricultural environment, rural areas and sustainable development,"* 2024, pp. 159-168.
- [2] T. P. Phan, T. T. H. Le, T. T. L. Doan, and P. D. Le, "Conversion of lignocellulosic biomass: From waste to promising feedstock for bioethanol production of second generation in Vietnam," *Journal of Science of Lac Hong University*, special no., pp. 159-164, 2017.
- [3] S. N. Tran, T. H. N. Nguyen, H. C. Nguyen, V. C. N. Nguyen, H. V. Le, and I. Kield, "To quantify the seasonal rice straw and its use in different provinces in the Vietnamese Mekong Delta," *Can Tho University Journal of Science*, vol. 32, pp. 87-93, 2014.
- [4] General Statistics Office, *Statistical yearbook of Vietnam 2011*. Statistical Publishing House - Ha Noi, 2012.
- [5] Department of Crop Production, "Current status of by-products in farming and proposed some solutions for management and use," (in Vietnamese), *Workshop documents Agricultural by-products - Renewable resources*, Ho Chi Minh City, September 28, 2022, pp. 46-48.

- [6] T. T. T. Phan and V. V. Nguyen, "Assess the quality of compost made from durian shells in Trang Bom district, Dong Nai province," *HUAF Journal of Agricultural Science & Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 789-798, 2018.
- [7] P. Guzmán-Guzmán, A. Kumar, S. De los Santos-Villalobos, F. I. Parra-Cota, M. D. C. Orozco-Mosqueda, A. E. Fadji, S. Hyder, O. O. Babalola, and G. Santoyo, "Trichoderma Species: Our Best Fungal Allies in the Biocontrol of Plant Diseases - A Review," *Plants*, vol. 12, no. 3, 2023, Art. no. 432.
- [8] M. Muzakir, H. Hifnalisa, J. Jauharlina, A. P. Muri, N. Dahliati, and R. Sriwati, "Trichoderma yunnanense isolated from patchouli plant as a bio-conversion agent for solid organic waste," *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, vol. 10, 2024, Art. no. 101021.
- [9] O. O. Antia, O. Kessington, E. Aluyor, and P. Ebunilo, "Study of moisture content dynamic of fresh palm nuts during drying," *International Journal of Engineering Science Invention*, vol. 3, no. 2, pp. 19-23, 2014.
- [10] O. O. Antia, I. O. Oboh, and O. William, "Determination of drying constant of some selected roots and tubers," *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, vol. 3, no. 4, pp. 717-722, 2019.
- [11] J. M. Bremner, "Determination of nitrogen in soil by the Kjeldahl method," *The Journal of Agricultural Science*, vol. 55, no. 1, pp. 11-33, 1960.
- [12] T. M. Tran, N. M. T. Pham, and T. G. Vo, "Effect of rice straw treated and organic amendment on soil fertility and rice yield in Chau Thanh district, Hau Giang province," *Can Tho University Journal of Science*, vol. 22a, pp. 253-260, 2012.
- [13] D. L. Nguyen, C. Cao, A. T. Nguyen, T. T. T. Le, T. H. Ta, N. O. Huynh, T. H. Nguyen, and T. H. Phan, *Enzyme Technology*, Viet Nam National University, Ho Chi Minh City Publisher, 2004.
- [14] V. P. Nguyen, *Management and treatment of solid waste*, Viet Nam National University, Ho Chi Minh City Publisher, (in Vietnamese), 2012.
- [15] C. H. Burton, C. Turner, J. A. F. Beck, J. Martinez, W. Martens, O. Pahl, S. Piccinini, and I. Svoboda (Eds.), *Manure Management: Treatment Strategies for Sustainable Agriculture*, Silsoe Research Institute, 2003.
- [16] F. C. Miller, "Composting as a process based on the control of ecologically selective factors," in *Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*, Jr. F.B. Metting, Eds. New York: Marcel Dekker, 1993, pp. 515-576.
- [17] T. H. Nguyen, *Organic fertilizers, microbial fertilizers and organic fertilizers*, Nghe An Publishing House, (in Vietnamese), 2003.
- [18] A. E. Hartemink, M. Johnston, J. N. O'Sullivan, and S. Poloma, "Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea," *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 79, no. 2-3, pp. 271-280, 2000.
- [19] T. K. H. Hoang and V. N. T. Tran, *Plant physiology textbook*, Hue University Publishing House, (in Vietnamese), 2021.
- [20] S. Nemec and R. M. Zablotowicz, "Effect of soil temperature on root rot of rough lemon caused by *Fusarium solani*," *Mycopathologia*, vol. 76, no. 3, pp. 185-190, 1981.
- [21] L. M. Dandurand and J. A. Menge, "Influence of *Fusarium solani* on citrus root rot caused by *Phytophthora parasitica* and *Phytophthora citrophthora*," *Plant and Soil*, vol. 144, pp. 13-21, 1992.
- [22] V. M. Tran, *Handbook for growing water spinach safely*, Ho Chi Minh City Department of Agriculture and Rural Development, Agricultural Extension Center, 2011.
- [23] V. B. Nguyen and M. T. Tran, "Composting technology in treating livestock waste as fertilizer," *National Workshop on "Organic Fertilizer Development"*, the National Convention Center, Hanoi, 2018.