

ẢNH HƯỞNG CỦA PHÂN HỮU CƠ VI SINH TỪ PHỤ PHẨM CÂY RAU ĐẾN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CỦA CẢI BẸ XANH (*Brassica juncea* L.), MỒNG TƠI (*Basella alba* L.) VÀ RAU DỀN ĐỎ (*Amaranthus tricolor* L.) TẠI XÃ RẠCH KIẾN, TỈNH TÂY NINH

Nguyễn Minh Quang^{1,*}, Đặng Thế Hiển¹, Phan Hữu Tín¹,
Nguyễn Thị Thùy Trang¹, Võ Thị Thúy Huệ², Huỳnh Văn Biết¹

¹*Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường,*

Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh

²*Khoa Khoa học sinh học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh*

*Email: minhquang@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm tận dụng phụ phẩm cây rau để sản xuất phân hữu cơ vi sinh và đánh giá hiệu quả sử dụng sản phẩm trên một số loại rau ăn lá tại tỉnh Tây Ninh. Phân bón được sản xuất bằng phương pháp ủ hiếu khí từ hỗn hợp gồm 70% phụ phẩm cây rau, 20% phân bò, 10% than sinh học và 0,3% chế phẩm vi sinh. Sau 30 ngày ủ, sản phẩm thu được đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ vi sinh theo QCVN 01-189:2019/BNNT, với pH 6,49, độ ẩm 29,4%, chất hữu cơ 37%, tỷ lệ C/N 11,24 và mật độ vi sinh vật phân giải xenlulo đạt $7,1 \times 10^6$ CFU/g. Kết quả đánh giá trên cải bẹ xanh, rau dền và mồng tơi cho thấy các công thức sử dụng phân hữu cơ vi sinh đều cải thiện sinh trưởng và năng suất so với đối chứng. Năng suất thực thu cải bẹ xanh đạt 24.024-24.089 kg/ha, rau dền 13.789-13.830 kg/ha và mồng tơi 19.756-20.044 kg/ha, cao hơn công thức đối chứng tương ứng là 17.556, 12.850 và 17.322 kg/ha. Đáng chú ý, việc sử dụng phân hữu cơ vi sinh kết hợp giảm 20% lượng phân vô cơ vẫn duy trì năng suất tương đương công thức bón đầy đủ phân hóa học. Kết quả cho thấy, phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ phụ phẩm cây rau có tiềm năng thay thế một phần phân bón vô cơ, góp phần giảm chất thải, thúc đẩy nông nghiệp tuần hoàn và hướng đến sản xuất nông nghiệp an toàn, bền vững.

Từ khóa: Phụ phẩm cây rau, phân hữu cơ vi sinh, *Brassica juncea* L., *Basella alba* L., *Amaranthus tricolor* L..

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nông nghiệp hữu cơ được xem là một trong những hệ thống sản xuất nông nghiệp bền vững, góp phần duy trì sức khỏe của hệ sinh thái nông nghiệp thông qua bảo tồn đa dạng sinh học, thúc đẩy các chu trình sinh học tự nhiên và nâng cao hoạt động sinh học của đất [1]. Tuy nhiên, sản xuất nông nghiệp hiện nay vẫn phát sinh lượng lớn phụ phẩm, không chỉ gây ô nhiễm môi trường mà còn lãng phí nguồn tài nguyên hữu cơ có thể tái sử dụng. Trong bối cảnh nông nghiệp vẫn là lĩnh vực phát thải khí nhà kính lớn thứ hai ở Việt Nam, chiếm khoảng 19% tổng lượng phát thải quốc gia vào năm 2020 [2], việc tận dụng phụ phẩm nông nghiệp để sản xuất phân hữu cơ

vi sinh được xem là giải pháp phù hợp nhằm giảm chất thải, cải thiện độ phì đất và nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên. Xã Rạch Kiến, tỉnh Tây Ninh là vùng sản xuất rau ăn lá có lượng phụ phẩm phát sinh đáng kể nhưng chưa được khai thác hiệu quả. Do đó, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau đến sinh trưởng và năng suất của cải bẹ xanh, mồng tơi và rau dền, góp phần hoàn thiện mô hình sản xuất rau theo hướng tuần hoàn, an toàn và bền vững.

2. NGUYÊN LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Nguyên liệu

Phụ phẩm cây rau dùng trong nghiên cứu được thu gom từ các nông hộ và hợp tác xã sản

xuất rau tại xã Rạch Kiến, tỉnh Tây Ninh. Chế phẩm vi sinh sử dụng trong thí nghiệm gồm *Trichoderma* sp. ($1,5 \times 10^8$ CFU/g), *Bacillus* sp. ($2,0 \times 10^8$ CFU/g) và *Streptomyces* sp. ($1,0 \times 10^8$ CFU/g), được cung cấp bởi Công ty TNHH Công nghệ Cao Nông Lâm. Các giống rau thí nghiệm gồm: Cải bẹ xanh mỡ, mồng tơi Mê Kông (TN1) và rau dền đỏ, do Công ty TNHH Thương mại Trang Nông cung cấp. Thí nghiệm được thực hiện tại Hợp tác xã Rau an toàn Mười Hai (Ấp 4, xã Rạch Kiến, tỉnh Tây Ninh).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xử lý phụ phẩm cây rau để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh

Phụ phẩm cây rau được xử lý để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh bằng phương pháp ủ hiếu khí ở quy mô thực nghiệm. Thành phần phối trộn của khối ủ gồm: 70% phụ phẩm cây rau, 20% phân bò, 10% than sinh học và 0,3% chế phẩm vi sinh theo công thức của Nguyễn Minh Quang và cs (2025) [3]. Khối ủ được bố trí dạng luống với kích thước dài $\times$ rộng $\times$ cao là $12 \times 2 \times 1,2$ m, tương ứng khối lượng khoảng 3.000 kg/luống. Khối ủ được thực hiện với 2 lần lặp lại nhằm bảo đảm độ tin cậy của kết quả thí nghiệm. Trong quá trình ủ, khối ủ được duy trì điều kiện hiếu khí bằng phương pháp thổi khí cưỡng bức với lưu lượng khí 0,3 L/phút/kg vật chất khô, việc thổi khí được thực hiện 3 lần/ngày, mỗi lần kéo dài 15 phút, mức thổi khí này thuộc khoảng thường được sử dụng trong ủ phân compost hiếu khí và có thể duy trì nhiệt độ khối ủ tốt hơn so với mức thổi khí quá cao [4, 5].

Trong suốt quá trình ủ, nhiệt độ khối ủ được theo dõi và ghi nhận hằng ngày tại cùng một thời điểm bằng cách thông qua ứng dụng IoT. Các chỉ tiêu độ ẩm, pH, hàm lượng các bon và hàm lượng đạm được theo dõi định kỳ 5 ngày/lần. Mẫu được lấy ngẫu nhiên tại 5 vị trí trong mỗi khối ủ để phân tích.

Khi kết thúc quá trình ủ, sản phẩm phân bón hữu cơ vi sinh được phân tích các chỉ tiêu chất lượng gồm: pH, độ ẩm, hàm lượng chất hữu cơ, đạm tổng số, lân dễ tiêu, kali dễ tiêu, *Escherichia coli*, *Salmonella*, vi sinh vật phân giải xenlulo và các kim loại nặng như: Pb, Cd, As, Hg. Các chỉ tiêu này được đối chiếu với QCVN 01-189:2019/BNNPTNT [6] để đánh giá chất lượng và mức độ an toàn của sản phẩm sau ủ.

2.2.2. Khảo sát ảnh hưởng của phân hữu cơ vi sinh đến sinh trưởng, phát triển của cải bẹ xanh, mồng tơi và rau dền đỏ

Đối với mỗi loại rau gồm cải bẹ xanh, mồng tơi và rau dền đỏ, thí nghiệm được bố trí với 3 công thức nhằm đánh giá hiệu quả sử dụng phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau và khả năng giảm lượng phân bón vô cơ. CT1 (đối chứng) sử dụng phân hữu cơ truyền thống kết hợp 100% phân bón vô cơ theo tập quán địa phương; CT2 sử dụng phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau kết hợp 100% phân bón vô cơ; CT3 sử dụng phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau kết hợp 80% phân bón vô cơ. Mỗi loại rau được bố trí trên 9 liếp, kích thước 2×10 m/liếp, tương ứng diện tích canh tác 180 m^2 ; phần diện tích còn lại 20 m^2 dùng làm bờ bao, lối đi kỹ thuật và khoảng cách cách ly, nâng tổng diện tích thí nghiệm lên 200 m^2 /loại rau. Hạt được gieo sạ trực tiếp lên đất bằng phương pháp gieo sạ với mật độ trồng là 40 cây/ m^2 đối với cải bẹ xanh, 30 cây/ m^2 đối với cây mồng tơi và 100 cây/ m^2 đối với cây rau dền đỏ.

Lượng phân bón được tính cho mỗi liếp 20 m^2 , trong đó ở CT1 (đối chứng) bón lót 6 kg phân cút và bón thúc 500 g urê; ở CT2 bón lót 6 kg phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau và bón thúc 500 g urê; ở CT3 bón lót 6 kg phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau và bón thúc 400 g urê, tương ứng 80% lượng urê so với CT1 và CT2. Cây trồng được tưới phun 2 - 3 lần/ngày tùy điều kiện thời tiết. Theo dõi các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất và chất lượng theo Dias (2012) [7]; trong mỗi ô thí nghiệm, chọn ngẫu nhiên 10 cây để theo dõi chiều cao cây, số lá, khối lượng tươi, tình hình sâu, bệnh và các yếu tố cấu thành năng suất. Thời gian theo dõi là 24 ngày đối với cải bẹ xanh và 29 ngày đối với rau dền đỏ, mồng tơi. Năng suất thực thu được quy đổi theo công thức: Năng suất thực thu (kg/ha) = (Năng suất ô thí nghiệm/ diện tích ô) $\times 10.000$. Chỉ tiêu chất lượng được đánh giá là hàm lượng nitrat trong rau (mg/kg).

2.2.3. Xử lý số liệu

Tất cả các thí nghiệm trong nghiên cứu được lặp lại ít nhất 3 lần. Số liệu được tổng hợp và tính toán bằng phần mềm Microsoft Excel 2021. Kết quả được trình bày dưới dạng giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (SD). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức được xác định

bằng phân tích phương sai một nhân tố (One-way ANOVA), kết hợp kiểm định Tukey bằng phần mềm Minitab 17.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc tính lý, hóa và sinh học của nguyên liệu

Việc xác định đặc tính lý, hóa và sinh học của nguyên liệu đầu vào có vai trò quan trọng trong lựa chọn phương pháp xử lý phù hợp. Kết quả ở bảng 1 cho thấy, phụ phẩm cây rau có độ ẩm rất cao (89,79%), có thể gây bất lợi cho quá trình ủ do làm giảm độ thoáng khí của khối ủ. Vì vậy, nghiên cứu sử dụng phối trộn với phân bò và than

sinh học nhằm điều chỉnh ẩm độ, tăng độ tơi xốp và cải thiện điều kiện cho vi sinh vật hoạt động. Ngoài ra, cả ba loại nguyên liệu đều không phát hiện Pb, Cd, As, Hg, còn *Salmonella* và *Escherichia coli* chỉ xuất hiện ở mức thấp trong phụ phẩm cây rau và phân bò, không phát hiện trong than sinh học. Kết quả này cho thấy, các nguyên liệu sử dụng cơ bản bảo đảm an toàn cho quá trình sản xuất phân bón hữu cơ. Phương pháp ủ phân (composting) kết hợp bổ sung chế phẩm vi sinh được xem là hướng xử lý hiệu quả đối với phế phẩm nông nghiệp và các chất thải hữu cơ không nguy hại.

Bảng 1. Đặc tính lý, hóa và sinh học của phụ phẩm cây rau, phân bò và than sinh học

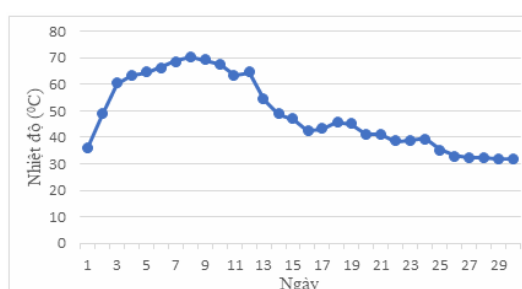
Chỉ tiêu	Phụ phẩm cây rau	Phân bò	Than sinh học
pH	6,25	7,72	7,45
Ẩm độ (%)	89,79	11,38	15,42
Các bon tổng (%)	36,47	45,45	0,04
N tổng số (%)	2,15	1,31	0,22
Pb (mg/kg)	KPH	KPH	KPH
Cd (mg/kg)	KPH	KPH	KPH
As (µg/kg)	KPH	KPH	KPH
Hg (µg/kg)	KPH	KPH	KPH
<i>Salmonella</i> (CFU/25g)	KPH	KPH	KPH
<i>Escherichia coli</i> (CFU/g)	9	10	KPH

Ghi chú: KPH: Không phát hiện. Mẫu được gửi phân tích tại Viện Nghiên cứu Công nghệ Sinh học và Môi trường.

3.2. Kết quả xử lý phụ phẩm cây rau thành phân hữu cơ vi sinh bằng phương pháp ủ hiếu khí

3.2.1. Sự thay đổi nhiệt độ của khối ủ

Trong quá trình ủ hiếu khí, nhiệt độ là chỉ tiêu phản ánh mức độ hoạt động của vi sinh vật và cường độ phân hủy chất hữu cơ. Kết quả ở hình 1 cho thấy, nhiệt độ khối ủ tăng nhanh, duy trì ở mức 60,3 - 64,5°C từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 12 và đạt cực đại 70,2°C vào ngày thứ 8. Diễn biến này cho thấy, sự phối trộn nguyên liệu hợp lý, bổ sung vi sinh vật và đặc biệt là quy mô khối ủ lớn đã góp phần tăng khả năng giữ nhiệt, hạn chế thất thoát nhiệt ra môi trường và duy trì pha ưa nhiệt trong thời gian dài. Kết quả của nghiên cứu này phù hợp với nhận định của Fan và cs (2021) [8].



Hình 1. Diễn biến nhiệt độ của khối ủ

3.2.2. Diễn biến pH, độ ẩm, hàm lượng các bon, nitơ trong quá trình ủ phân (composting)

Trong quá trình ủ phân (composting), pH, độ ẩm, hàm lượng các bon, nitơ là những yếu tố quan trọng vì chúng chi phối hoạt động của vi sinh vật và tốc độ phân hủy chất hữu cơ. pH là

một trong những yếu tố quan trọng chi phối hoạt động của vi sinh vật trong quá trình ủ phân. Giá trị pH của khối ủ phụ thuộc vào thành phần và đặc tính của nguyên liệu, khoảng pH thích hợp cho quá trình ủ hiếu khí thường dao động từ 6,5 - 8,5 [9]. Kết quả ở bảng 2 cho thấy, pH của các

thực phẩm chỉ biến động nhẹ theo thời gian và luôn duy trì trong khoảng 6,66 - 6,87. Khoảng pH này gần trung tính, thuận lợi cho sinh trưởng và hoạt động của vi sinh vật, qua đó góp phần thúc đẩy quá trình phân hủy chất hữu cơ diễn ra hiệu quả [10].

Bảng 2. Diễn biến độ ẩm, pH, các bon tổng số, nitơ tổng số của khối ủ

Chỉ tiêu	Ngày sau ủ						
	0	5	10	15	20	25	30
Độ ẩm (%)	64,43 ± 0,10	59,23 ± 0,12	50,06 ± 0,19	44,31 ± 0,11	42,45 ± 0,11	40,37 ± 0,17	38,29 ± 0,11
pH	6,66 ± 0,01	6,75 ± 0,01	6,82 ± 0,01	6,87 ± 0,01	6,86 ± 0,01	6,86 ± 0,02	6,87 ± 0,02
Các bon tổng số (%)	36,21 ± 0,06	29,88 ± 0,04	25,26 ± 0,16	23,28 ± 0,03	22,92 ± 0,03	22,50 ± 0,13	22,32 ± 0,04
Nitơ tổng số (%)	2,11 ± 0,01	1,96 ± 0,03	1,94 ± 0,01	1,90 ± 0,03	1,91 ± 0,02	1,89 ± 0,01	1,90 ± 0,01

Trong quá trình ủ, độ ẩm của khối ủ giảm từ 64,43% xuống 38,29% sau 30 ngày, phản ánh sự mất nước do bốc hơi dưới tác động của nhiệt sinh ra từ hoạt động vi sinh vật và do nước tham gia vào các phản ứng phân giải chất hữu cơ. Xu hướng này phù hợp với nhận định của Tang và cs (2023) [11] và Manea và cs (2024) [12], cho rằng độ ẩm thường giảm dần trong quá trình ủ hiếu khí khi cường độ phân hủy tăng lên. Giá trị pH chỉ dao động từ 6,66 - 6,87 và luôn duy trì gần trung tính, cho thấy môi trường khối ủ ổn định và thuận lợi cho hoạt động của vi sinh vật; khoảng pH này cũng phù hợp với ngưỡng thích hợp cho quá trình ủ (composting) được tổng hợp bởi Ji và cs (2023) [9]. Hàm lượng các bon tổng số giảm mạnh từ 36,21% xuống 22,32%, cho thấy các bon hữu cơ đã được vi sinh vật sử dụng như nguồn năng lượng và chuyển hóa thành CO₂ trong quá trình khoáng hóa; xu hướng này phù hợp với kết quả tổng quan của Ye và cs (2023) [13]. Ngược lại,

hàm lượng nitơ tổng số chỉ giảm nhẹ từ 2,11% xuống 1,90%, cho thấy mức thất thoát nitơ thấp hơn so với các bon, qua đó góp phần làm giảm tỷ lệ C/N và cho thấy khối ủ đang chuyển dần sang trạng thái ổn định hơn.

3.2.3. Sản phẩm phân hữu cơ vi sinh sau 30 ngày ủ

Sau 30 ngày ủ, sản phẩm phân hữu cơ vi sinh đạt các chỉ tiêu chất lượng theo QCVN 01-189:2019/BNNPTNT [6]. pH, độ ẩm, hàm lượng chất hữu cơ và mật độ vi sinh vật phân giải xenlulo đều nằm trong giới hạn quy định; các chỉ tiêu kim loại nặng và vi sinh vật gây hại đều không phát hiện hoặc thấp hơn ngưỡng cho phép. Tỷ lệ C/N đạt 11,24 cho thấy sản phẩm đã ổn định và phù hợp sử dụng làm phân bón. Kết quả này khẳng định, phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ phụ phẩm cây rau đáp ứng yêu cầu chất lượng và an toàn để ứng dụng trong sản xuất.

Bảng 3. Đặc tính của phân hữu cơ vi sinh sau 30 ngày ủ

Chỉ tiêu	Phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau	QCVN 01-189:2019/BNNPTNT [6]
pH	6,49	≥ 5
Độ ẩm (%)	29,40	≤ 30
Đạm tổng (nitơ tổng) (%)	1,91	-
Chất hữu cơ (%)	37,00	≥ 15

Tỷ lệ C/N	11,24	≤ 12
Phốt pho dạng P_2O_5 (%)	1,84	-
Kali dạng K_2O (%)	1,37	-
As (ppm)	$< 2,6$	≤ 10
Pb (ppm)	KPH	≤ 200
Hg (ppm)	KPH	≤ 2
Cd (ppm)	KPH	≤ 5
<i>Escherichia coli</i> (CFU/g)	KPH	$< 1 \times 10^3$
<i>Salmonella</i> (CFU/25 g)	KPH	KPH
Vi sinh vật phân giải xenlulo (CFU/g)	$7,1 \times 10^6$	$\geq 1 \times 10^6$

Ghi chú: KPH: Không phát hiện. Mẫu được gửi phân tích tại Công ty Cổ phần Chứng nhận và Giám định SaiGonCert.

3.3. Ảnh hưởng của phân hữu cơ vi sinh đến sinh trưởng và năng suất một số loại rau ăn lá

Nhằm đánh giá ảnh hưởng của phân hữu cơ vi sinh đến sinh trưởng và năng suất cây trồng, thí

nghiệm được tiến hành trên ba loại rau ăn lá gồm: Cải bẹ xanh, mồng tơi và rau dền. Các chỉ tiêu theo dõi bao gồm: Chiều cao cây, số lá, khối lượng tươi và năng suất.

Bảng 4. Chiều cao cây và số lá của ba loại rau ăn lá ở các công thức bón phân khác nhau

Loại rau	Chiều cao cây (cm)				Số lá (lá)			
Cây cải bẹ xanh	14 NSG	19 NSG	24 NSG	29 NSG	14 NSG	19 NSG	24 NSG	29 NSG
CT1	$6,4^b \pm 0,4$	$15,4^b \pm 0,3$	$26,2^b \pm 0,3$	-	$5,3^a \pm 0,5$	$6,5^b \pm 0,5$	$7,5^b \pm 0,6$	-
CT2	$7,2^a \pm 0,2$	$18,7^a \pm 0,2$	$27,7^a \pm 0,2$	-	$5,6^a \pm 0,5$	$7,2^a \pm 0,4$	$8,8^a \pm 0,4$	-
CT3	$7,0^a \pm 0,3$	$18,2^a \pm 0,3$	$27,4^a \pm 0,3$	-	$5,3^a \pm 0,5$	$7,0^a \pm 0,4$	$8,5^a \pm 0,5$	-
Cây mồng tơi								
CT1	$4,4^b \pm 0,3$	$9,0^b \pm 0,3$	$20,2^b \pm 0,2$	$30,0^b \pm 0,4$	$3,5^a \pm 0,5$	$4,3^a \pm 0,5$	$7,4^b \pm 0,5$	$10,5^b \pm 0,5$
CT2	$5,4^a \pm 0,2$	$10,4^a \pm 0,3$	$23,5^a \pm 0,3$	$34,9^a \pm 0,3$	$3,2^a \pm 0,4$	$4,7^a \pm 0,4$	$8,2^a \pm 0,4^a$	$11,5^a \pm 0,4$
CT3	$5,0^a \pm 0,2$	$10,0^a \pm 0,1$	$23,3^a \pm 0,3$	$34,4^a \pm 0,4$	$3,5^a \pm 0,5$	$4,8^a \pm 0,5$	$8,0^a \pm 0,4$	$11,2^a \pm 0,4$
Cây rau dền đỏ								
CT1	$6,1^a \pm 0,2$	$20,7^b \pm 0,4$	$25,5^b \pm 0,3$	$29,5^b \pm 0,3$	$4,3^a \pm 0,4$	$6,7^b \pm 0,6$	$9,0^b \pm 0,5$	$12,0^b \pm 0,5$
CT2	$6,9^a \pm 0,1$	$23,4^a \pm 0,3$	$29,4^a \pm 0,3$	$32,9^a \pm 0,3$	$4,5^a \pm 0,5$	$7,5^a \pm 0,5$	$10,1^a \pm 0,5$	$13,4^a \pm 0,5$
CT3	$7,2^a \pm 0,2$	$23,0^a \pm 0,3$	$29,0^a \pm 0,3$	$32,5^a \pm 0,3$	$4,6^a \pm 0,5$	$7,3^a \pm 0,5$	$9,8^a \pm 0,4^a$	$13,0^a \pm 0,5$

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình mang chữ cái giống nhau thì không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm phân hạng Tukey, ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. NSG: Ngày sau gieo.

Kết quả theo dõi cho thấy, sử dụng phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau (CT2 và CT3) đều thúc đẩy sinh trưởng của cải bẹ xanh, mỏng toi và rau dền đỏ so với CT1 đối chứng, thể hiện qua sự gia tăng chiều cao cây và số lá, đặc biệt từ 19 NSG trở đi. Ở cải bẹ xanh, chiều cao cây tại 24 NSG đạt 27,7 - 27,4 cm ở CT2 - CT3, cao hơn CT1 (26,2 cm), đồng thời số lá tăng từ 7,5 lá/cây ở CT1 lên 8,8 - 8,5 lá/cây; ở mỏng toi, chiều cao cây tại 29 NSG đạt 34,9 - 34,4 cm so với 30,0 cm ở CT1 và số lá tăng từ 8,5 lên 9,5 - 9,2 lá/cây; tương tự, ở rau dền

đỏ, chiều cao cây tại 29 NSG đạt 32,9 - 32,5 cm, cao hơn CT1 (29,5 cm), số lá tăng từ 12,0 lên 13,4 - 13,0 lá/cây. Kết quả này cho thấy, phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm rau đã cải thiện khả năng cung cấp dinh dưỡng cho cây, qua đó thúc đẩy sinh trưởng thân lá. Kết quả cũng cho thấy, giữa CT2 và CT3 sai khác về các chỉ tiêu sinh trưởng không lớn và phân lớn không có ý nghĩa thống kê, như vậy phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau có khả năng hỗ trợ giảm 20% lượng phân vô cơ mà vẫn bảo đảm cây sinh trưởng tốt.

Bảng 5. Khối lượng cây và năng suất của rau ăn lá ở các công thức bón phân khác nhau

Loại rau	Khối lượng cây (g)	Năng suất ô (20 m ² , kg)	Năng suất thực tế (kg/ha)	Năng suất lý thuyết (kg/ha)
Cây cải bẹ xanh				
CT1	54,49 ^b ± 0,5	35,12 ^b ± 0,17	17.556 ^b ± 87	21.796 ^b ± 197
CT2	63,18 ^a ± 0,7	48,18 ^a ± 0,73	24.089 ^a ± 364	25.272 ^a ± 291
CT3	62,79 ^a ± 0,2	48,06 ^a ± 0,14	24.024 ^a ± 71	25.118 ^a ± 92
Cây mỏng toi				
CT1	70,75 ^b ± 0,23	34,65 ^b ± 0,07	17.322 ^b ± 34	21.223 ^b ± 70
CT2	78,09 ^a ± 0,07	40,09 ^a ± 0,07	20.044 ^a ± 34	23.426 ^a ± 21
CT3	77,97 ^a ± 0,16	39,51 ^a ± 0,26	19.756 ^a ± 347	23.391 ^a ± 86
Cây rau dền				
CT1	16,06 ^b ± 0,12	25,70 ^b ± 0,44	12.850 ^b ± 147	16.060 ^b ± 120
CT2	18,03 ^a ± 0,18	27,66 ^a ± 0,15	13.830 ^a ± 218	18.030 ^a ± 178
CT3	17,91 ^a ± 0,13	27,58 ^a ± 0,17	13.789 ^a ± 87	18.000 ^a ± 129

Ghi chú: Trong cùng một cột, các giá trị trung bình mang chữ cái giống nhau thì không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê theo trắc nghiệm phân hạng Tukey, ở mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$. NSG: Ngày sau gieo.

Bảng 5 cho thấy, các công thức sử dụng phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau (CT2 và CT3) đều cho xu hướng tăng khối lượng cây và năng suất ở cả ba loại rau so với CT1. Trên cải bẹ xanh, khối lượng cây ở CT2 và CT3 đạt 63,18 và 62,79 g/cây, cao hơn CT1 (54,49 g/cây); năng suất thực thu đạt 24,09 và 24,02 tấn/ha, so với 17,56 tấn/ha ở CT1. Tương tự, trên rau dền đỏ, khối lượng cây ở CT2 và CT3 đạt 18,03 và 17,91 g/cây, cao hơn CT1 (16,06 g/cây), trong khi năng suất thực thu đạt 13.803 và 13.789 kg/ha, cao hơn mức 12.850 kg/ha của CT1. Đối với cây mỏng toi, khối lượng cây ở CT2 và CT3 đạt 78,09 và 77,97 g/cây, cao hơn CT1 (70,75 g/cây), trong

khí năng suất thực thu đạt 20.044 và 19.756 kg/ha, cao hơn mức 17.322 kg/ha của CT1. Như vậy, phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau có tiềm năng thay thế 20% lượng phân vô cơ mà vẫn duy trì tốt sinh trưởng và năng suất cây trồng. Kết quả này phù hợp với xu hướng chung của nhiều nghiên cứu trước đây, khẳng định phân hữu cơ vi sinh có tiềm năng thay thế một phần phân vô cơ, nhưng vẫn duy trì hiệu quả sản xuất rau ăn lá. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với một số công bố về sử dụng phân hữu cơ và phân hữu cơ vi sinh trên rau ăn lá. Trên cây mỏng toi, kết quả nghiên cứu của Trần Thị Minh Hằng và cs (2020) [14] cho thấy, phân hữu cơ vi sinh có thể thay thế 50%

phân vô cơ mà cây vẫn sinh trưởng tốt và cho năng suất cao hơn các công thức khác. Tương tự, trên cây cải bẹ xanh, kết quả nghiên cứu của Phạm Thị Lệ Thủy và cs (2020) [15] ghi nhận, việc sử dụng phân hữu cơ bón lót thích hợp có thể nâng cao năng suất sản phẩm, trong đó tổ hợp giống Phú Nông và phân hữu cơ Quê Lâm đạt 31,43 tấn/ha và hiệu quả kinh tế cao nhất ở thời điểm 45 NSG. Đối với rau dền đỏ, kết quả nghiên cứu của Bàn

Văn Kiên và cs (2023) [16] cũng cho thấy, bổ sung dịch dinh dưỡng hữu cơ làm tăng có ý nghĩa thống kê các chỉ tiêu sinh trưởng, năng suất và chất lượng so với đối chứng. Nhìn chung, kết quả nghiên cứu này phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước, đồng thời cho thấy phân hữu cơ vi sinh có khả năng thay thế 20% lượng phân vô cơ mà vẫn bảo đảm sinh trưởng và năng suất của cải bẹ xanh, mồng tơi và rau dền đỏ.



Hình 2. Cây mồng tơi, rau dền và cải xanh tại thời điểm 24 NSG

Bảng 6. Ảnh hưởng của các lượng phân đến dư lượng nitrat trong cải xanh, mồng tơi và rau dền

STT	Công thức phân bón	Dư lượng NO_3^- (mg/kg rau tươi)		
		Cải bẹ xanh	Mồng tơi	Rau dền đỏ
1	CT1 (phân cút + 100% phân vô cơ)	609,34	504,27	363,21
2	CT2 (phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau + 100% phân vô cơ)	555,79	178,61	299,16
3	CT3 (phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau + 80% phân vô cơ)	407,90	400,35	118,19

Hàm lượng NO_3^- trong rau tươi chịu ảnh hưởng bởi mức bón phân và có sự khác biệt giữa các loại rau. Bổ sung phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau nhìn chung làm giảm dư lượng nitrat so với công thức đối chứng sử dụng phân cút kết hợp 100% phân vô cơ. Điều này cho thấy, nguồn phân hữu cơ vi sinh có thể góp phần điều tiết khả năng cung cấp đạm theo hướng ổn định hơn, từ đó hạn chế sự tích lũy nitrat trong mô rau. Mặc dù có sự biến động giữa các loại rau và công thức bón, toàn bộ giá trị NO_3^- ghi nhận trong nghiên cứu đều thấp hơn 1.500 mg/kg rau tươi, cho thấy sản phẩm vẫn bảo đảm yêu cầu an toàn

theo ngưỡng quy định của số Quyết định 867/1998/QĐ-BYT [17]

4. KẾT LUẬN

Đã sản xuất được phân hữu cơ vi sinh bằng phương pháp ủ hiếu khí từ hỗn hợp gồm 70% phụ phẩm cây rau, 20% phân bò, 10% than sinh học và 0,3% chế phẩm vi sinh. Sau 30 ngày ủ, sản phẩm đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ vi sinh theo QCVN 01-189:2019/BNNPTNT, với pH 6,49, độ ẩm 29,4%, chất hữu cơ 37%, tỷ lệ C/N 11,24 và mật độ vi sinh vật phân giải xenlulo đạt $7,1 \times 10^6$ CFU/g.

Đánh giá phân hữu cơ vi sinh trên cải bẹ xanh, rau dền đỏ và mồng tơi cho thấy, các công thức sử dụng phân hữu cơ vi sinh đều cải thiện sinh trưởng và năng suất so với công thức đối chứng. Năng suất thực thu trên cải bẹ xanh đạt 24.024 - 24.089 kg/ha, trên rau dền đỏ đạt 13.789-13.830 kg/ha và trên mồng tơi đạt 19.756 - 20.044 kg/ha, đều cao hơn công thức đối chứng tương ứng là 17.556, 12.850 và 17.322 kg/ha. Đồng thời, việc sử dụng phân hữu cơ vi sinh kết hợp giảm 20% lượng phân vô cơ vẫn bảo đảm năng suất tương đương công thức bón đầy đủ phân vô cơ. Phân hữu cơ vi sinh từ phụ phẩm cây rau có tiềm năng thay thế một phần phân vô cơ, góp phần giảm chất thải và thúc đẩy nông nghiệp tuần hoàn, an toàn và bền vững.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài “Phát triển quy trình sản xuất phân hữu cơ tận dụng phế phụ phẩm nông nghiệp cho các vùng trồng rau tại xã Long Cang và Rạch Kiến, tỉnh Tây Ninh”. Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Tây Ninh đã tài trợ kinh phí và tạo điều kiện thuận lợi để nhóm thực hiện và hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. FAO (2024). *Organic agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [2]. World Bank (2022). *Vietnam Country Climate and Development Report*. World Bank.
- [3]. Nguyễn Minh Quang, Phan Hữu Tín, Nguyễn Thị Thùy Trang, Đặng Thế Hiền, Nguyễn Thị Vân Khanh, Võ Thị Thúy Huệ, Huỳnh Văn Biết (2025). *Phát triển quy trình ủ hiếu khí phụ phẩm rau làm phân bón hữu cơ vi sinh*. Kỷ yếu Hội nghị Công nghệ Sinh học toàn quốc.
- [4]. Peng, L., Yu, J., Qian, W., Feng, L., Zhang, W. & Yan, B. (2023). Effect of aeration rate, aeration pattern, and turning frequency on maturity and gaseous emissions during kitchen waste composting. *Environmental Technology & Innovation*, 29, 102997.
- [5]. Qasim, W., Zhao, Y., Wan, H., Tao, T., Rouez, M., Duffy, B. & Kwapinski, W. (2019). Influence of aeration rate and reactor shape on the composting of poultry manure and sawdust. *Bioresource Technology*, 69(5), 633 - 645.
- [6]. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-189:2019/BNNT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón.
- [7]. Dias, J. S. (2012). Nutritional quality and health benefits of vegetables: A review. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 1354 - 1374.
- [8]. Fan, S., Klemes, J. J., Walmsley, T. G., Bertók, B. & Jiang, P. (2021). *Heat potential, generation, recovery and utilization from composting: A review*. Resources, Conservation and Recycling, 175, 105850.
- [9]. Ji, Z., Zhang, L., Liu, Y., Li, X. & Li, Z. (2023). Evaluation of composting parameters, technologies and maturity indexes for aerobic manure composting: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 886, 163929.
- [10]. Németh, F. (2021). Microbiological activities in the composting process: A review. *Columella. Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 8(2), 41 - 53.
- [11]. Tang, R., Zhang, Z., Chen, Y., Wang, X., Luo, W., Liang, J., Li, G., & Zhang, D. (2023). Effect of moisture content, aeration rate, and C/N on maturity and gaseous emissions during kitchen waste rapid composting. *Journal of Environmental Management*, 330, 116662.
- [12]. Manea, E. E., Răducan, A., Tudor, A. G., Oprea, O. B., Velea, S. & Bahadur, I. (2024). Composting as a sustainable solution for organic solid waste management: Current practices and potential improvements. *Sustainability*, 16(15), 6329.
- [13]. Ye, P., Fang, L., Song, D., Zhang, M., Li, R., Awasthi, M. K., Zhang, Z., Xiao, R. & Chen, X. (2023). Insights into carbon loss reduction during aerobic composting of organic solid waste: A meta-analysis and comprehensive literature review. *Science of the Total Environment*, 862, 160787.
- [14]. Trần Thị Minh Hằng, Phạm Văn Cường, Trần Thị Thiêm, Bùi Ngọc Tấn & Hà Thị Quỳnh (2020). Xác định liều lượng bón phân hữu cơ vi sinh thay thế phân vô cơ thích hợp cho sản xuất rau ăn lá an toàn trong vụ hè thu ở miền Bắc Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 18(11), 917-928.
- [15]. Phạm Thị Lệ Thủy, Trần Thị Thúy An, Đoàn Thị Quỳnh Trâm & Nguyễn Minh Kỳ (2020). Nghiên cứu ảnh hưởng của giống, phân

hữu cơ bón lót lên sự sinh trưởng và năng suất cây cải bẹ xanh (*Brassica juncea* L.), trường hợp điển hình ở thành phố Pleiku, tỉnh Gia Lai. *Tạp chí Khoa học Lạc Hồng*, 9, 67-72.

[16]. Bàn Văn Kiên, Nguyễn Thị Ái Nghĩa, Nguyễn Phan Việt & Nguyễn Thị Ngọc Dinh (2023). Nghiên cứu sử dụng dung dịch dinh

dưỡng hữu cơ cho rau dền đỏ trong hệ thống cá - rau (*Aquaponics*). *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, số 02(144), 94-104.

[17]. Bộ Y tế (1998). *Quyết định số 867/1998/QĐ-BYT ngày 4 tháng 4 năm 1998 về việc ban hành “Danh mục tiêu chuẩn vệ sinh đối với lương thực, thực phẩm”*.

EFFECTS OF MICROBIAL ORGANIC FERTILIZER PRODUCED FROM VEGETABLE RESIDUES ON THE GROWTH AND YIELD OF *Brassica juncea* L., *Basella alba* L. AND *Amaranthus tricolor* L. IN RACH KIEN COMMUNE, TAY NINH PROVINCE

**Nguyen Minh Quang¹, Dang The Hien¹, Phan Huu Tin¹,
Nguyen Thi Thuy Trang¹, Vo Thi Thuy Hue², Huynh Van Biet¹**

¹*Research Institute for Biotechnology and Environment*

- Nong Lam University - Ho Chi Minh City

²*Faculty of Biological Sciences - Nong Lam University - Ho Chi Minh City*

Abstract

The study was conducted to utilize vegetable crop residues for producing microbial organic fertilizer and to evaluate its effectiveness on several leafy vegetables in Tay Ninh province. The fertilizer was produced by aerobic composting using a mixture of 70% vegetable crop residues, 20% cow manure, 10% biochar and 0.3% microbial inoculant. After 30 days of composting, the resulting product met the standards for microbial organic fertilizer according to QCVN 01-189:2019/BNNT, with a pH of 6.49, moisture content of 29.4%, organic matter content of 37%, a C/N ratio of 11.24 and a cellulolytic microorganism density of 7.1×10^6 CFU/g. Evaluation results on mustard greens, amaranth and Malabar spinach showed that all treatments using microbial organic fertilizer improved growth and yield compared with the control. Actual yields reached 24,024 - 24,089 kg/ha for mustard greens, 13,789 - 13,830 kg/ha for amaranth, and 19,756 - 20,044 kg/ha for Malabar spinach, all of which were higher than those of the control treatment at 17,556, 12,850 and 17,322 kg/ha, respectively. Notably, the application of microbial organic fertilizer combined with a 20% reduction in chemical fertilizer still maintained yields equivalent to those under the full chemical fertilizer treatment. These results indicate that microbial organic fertilizer produced from vegetable crop residues has the potential to partially replace inorganic fertilizers, thereby contributing to waste reduction, promoting circular agriculture, and moving toward safe and sustainable agricultural production.

Keywords: *Vegetable residues, microbial organic fertilizer, Brassica juncea* L., *Basella alba* L., *Amaranthus tricolor* L..

Ngày nhận bài: 25/3/2026

Ngày chuyển phản biện: 13/4/2026

Ngày thông qua phản biện: 4/6/2026

Ngày duyệt đăng: 15/7/2026