

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA PHÂN Ủ (COMPOST) ĐƯỢC SẢN XUẤT TỪ PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP LÀM GIÁ THỂ TRỒNG CẢI BẰNG XANH (*Brassica juncea* L.) TRONG NÔNG NGHIỆP ĐÔ THỊ

Võ Văn Bình^{1,*}, Mai Linh Cảnh¹, Võ Bình Nam²

¹Khoa Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Tây Đô

²Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

*Email: vvbinh@tdu.edu.vn

TÓM TẮT

Nông nghiệp đô thị đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp thực phẩm tươi an toàn trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và nhu cầu tiêu thụ nông sản địa phương ngày càng tăng. Nghiên cứu này đánh giá khả năng tái sử dụng phụ phẩm nông nghiệp, gồm: Mùn dừa, trấu lúa, bùn thải và bã bia, làm giá thể canh tác thông qua quá trình ủ (composting). Ba nghiệm thức ủ trong 56 ngày được thiết lập: T1 (30% bùn thải + 35% trấu lúa + 35% mùn dừa); T2 (30% bùn thải + 32,5% trấu lúa + 32,5% mùn dừa + 5% bã bia) và T3 (T1 bổ sung 0,1% *Bacillus subtilis*, mật độ 10^8 CFU g⁻¹). Phân ủ (compost) sau đó được sử dụng để trồng cải bẹ xanh (*Brassica juncea* L.) kết hợp với bốn mức N, P, K (0%, 25%, 50% và 100% so với khuyến cáo). Kết quả cho thấy nghiệm thức T2 và T3 làm tăng hàm lượng N, P và K hữu dụng so với T1. Năng suất ở nghiệm thức T3 cao hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Nghiệm thức T2 và T3 đạt năng suất cao nhất khi bổ sung 25% N, P, K, trong khi T1 cần 50% N, P, K. Hàm lượng nitrat trong cải ở các nghiệm thức 25 - 50% N, P, K đều dưới ngưỡng an toàn, cho thấy tiềm năng sử dụng phân ủ (compost) làm giá thể bền vững trong nông nghiệp đô thị.

Từ khóa: Bã bia, bùn thải, cải bẹ xanh, phân ủ, nông nghiệp đô thị.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là quốc gia nông nghiệp có nguồn phụ phẩm phong phú nhưng chưa được tận dụng hiệu quả. Năm 2023, tổng sản lượng lúa đạt 43,5 triệu tấn [1], với lượng vỏ trấu chiếm khoảng 20% khối lượng hạt lúa [2], tương đương khoảng 8,7 triệu tấn/năm. Vỏ trấu là nguyên liệu tiềm năng cho nhiều lĩnh vực như sản xuất phân ủ (compost) [3], than sinh học [4, 5], vật liệu xây dựng [6], hoặc hấp phụ kim loại nặng [7]. Tuy nhiên, tại Việt Nam, vỏ trấu vẫn chủ yếu được sử dụng cho mục đích đốt trong các lò sản xuất gạch, dẫn đến lãng phí và tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm môi trường. Tương tự, đối với cây dừa diện tích trồng năm 2022 đạt 172.689 ha và sản lượng 1,9 triệu tấn [8] cũng phát sinh một lượng lớn mùn dừa chưa được tái sử dụng hiệu quả do hàm lượng lignin, tanin và tỷ lệ C/N cao [9].

Song song với ngành trồng trọt, ngành nuôi trồng thủy sản và chế biến thực phẩm tại Việt Nam cũng tạo ra lượng lớn chất thải hữu cơ. Năm

2023, diện tích nuôi trồng thủy sản đạt hơn 1 triệu ha, sản sinh lượng bùn thải đáng kể từ ao nuôi và hệ thống xử lý nước thải của các nhà máy chế biến [10]. Riêng ao nuôi tôm tạo ra 123 - 151 tấn bùn/ha/vụ, trong khi hệ thống xử lý nước thải ngành thủy sản thải ra trên 313.000 tấn bùn/năm. Các nhà máy chế biến bia cũng thải ra khoảng 6 triệu tấn bùn/năm [11]. Phần lớn bùn thải này bị chôn lấp hoặc đốt bỏ, gây ô nhiễm đất, nước và không khí [12]. Nghiên cứu đã ghi nhận tiềm năng tái sử dụng các nguồn bùn thải này làm nguyên liệu sản xuất phân hữu cơ vi sinh [13].

Tuy đã có một số công trình nghiên cứu sử dụng bùn thải phối trộn với phụ phẩm nông nghiệp để sản xuất phân hữu cơ, nhưng vẫn còn hạn chế. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là tích hợp các phụ phẩm (như bã bia, bùn thải, vỏ trấu, mùn dừa) để đánh giá hiệu quả của phân ủ từ phụ phẩm, đồng thời đánh giá hiệu quả sử dụng trong nông nghiệp đô thị nhằm góp phần thúc đẩy kinh tế tuần hoàn và canh tác bền vững.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Thành phần vật liệu

Mụn dừa thu từ phế phẩm cơ sở thu mua dừa tại tỉnh Vĩnh Long, trấu lúa thu từ phụ phẩm nông nghiệp của các nhà máy xay sát gạo và bùn thải

sau khi nạo vét ao nuôi thủy sản được phơi khô. Bã bia thu từ nhà máy sản xuất bia Sài Gòn có độ ẩm 78%. Phân hóa học gồm: DAP 18% N-46% P₂O₅ xuất xứ Trung Quốc; urê 46% N xuất xứ Việt Nam; K₂SO₄ 51% K₂O xuất xứ Bỉ.

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu

Nguyên liệu	pH (1:2,5)	Nts	Pts	Kts	OM	Xenluloza	Hemixenluloza	Licnin	Oxyt silic	Tanin	C/N
		(%)									
Vỏ trấu	6,9	0,34	4,8	0,8	45	30	20	19	17		30
Mụn dừa	5,5	0,5	0,3	0,4	32	15	-	65	-	8,5	80
Bùn thải	6,2	1,9	5,6	1,6	33,7	-	-	-	-		12,5

Thành phần dinh dưỡng bã bia: Chất khô 4,2%, protein có 10,9% nitơ tổng, hidrat cacbon 0,68%, K 2,89 g/L, Mg 59,1 mg/L, Na 452,8 mg/L, Ca 29,0 mg/L, Zn 1,5 mg/L, vitamin B3 12,0 mg/L, vitamin B2 3,0 mg/L.

Dòng nấm *Bacillus subtilis* CFU/g 10⁸ có nguồn gốc từ Khoa Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Tây Đô. Tác dụng phân hủy chất hữu cơ, kích thích sinh trưởng, có khả năng phòng ngừa và kiểm soát mầm bệnh trong đất.

2.2. Thiết kế thí nghiệm và chỉ tiêu theo dõi

2.2.1. Thí nghiệm ủ phân (composting)

Các nghiệm thức ủ phân (composting) với tỉ lệ: T1 (30% bùn thải + 35% trấu lúa + 35% mụn dừa) tương ứng với tỉ lệ (1 : 1,17 : 1,17); T2 (30% bùn thải + 32,5% trấu + 32,5% mụn dừa + 5% bã bia) tương ứng với tỉ lệ (1 : 1,08 : 1,08); T3 (30% bùn thải + 35% trấu + 35% mụn dừa + 0,1% nấm *Bacillus subtilis* CFU.g⁻¹ 10⁸) tương ứng với tỉ lệ (1 : 1,17 : 1,17). Các nghiệm thức ủ phân (composting) với lượng 500 kg cho mỗi nghiệm

thức và ẩm độ ban đầu 50%. Ẩm độ được điều chỉnh và duy trì ở mức 50% đến khi nhiệt độ ổn định. Nhiệt độ được xác định bằng nhiệt kế trong suốt thời gian ủ.

2.2.2. Thí nghiệm trồng cải xanh

Sau 56 ngày ủ (composting) khi nhiệt độ trong đồng ủ đạt mức ổn định trong 7 ngày, tiến hành trồng cải bẹ xanh thử nghiệm. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên thừa số 2 nhân tố bao gồm: Các nghiệm thức T1, T2 và T3 được kết hợp lượng 70 kg N + 50 kg P₂O₅ và 36 kg K₂O.ha⁻¹ theo khuyến cáo (Trần Khắc Thi, 2011) [14] với bốn mức độ: 0%, 25%, 50%, và 100% được trình bày ở bảng 1.

Thí nghiệm trồng cải bẹ xanh được bố trí trong điều kiện nhà lưới tại khuôn viên thực nghiệm Khoa Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Tây Đô. Mỗi nghiệm thức 1 chậu PE đen có chiều cao và chiều rộng 40 cm. Đáy chậu có đục lỗ để thoát nước, mỗi chậu chứa 9 kg phân ủ (compost) và được trồng 1 cây.

Bảng 2. Các nghiệm thức thí nghiệm trồng cải xanh

Nhân tố	Nghiệm thức	Lượng phân NPK
F (A)	T1	Compost + 0% NPK
	T2	Compost + 0% NPK
	T3	Compost + 0% NPK
F (A x B)	T1 (1 : 1,17 : 1,17)	Compost + 25% NPK
		Compost + 50% NPK
		Compost + 100% NPK
	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5% bã bia)	Compost + 25% NPK
		Compost + 50% NPK
		Compost + 100% NPK
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% nấm)	Compost + 25% NPK

	<i>Bacillus subtilis</i> CFU.g ⁻¹ 10 ⁸)	Compost + 50% NPK
		Compost + 100% NPK

2.3. Chỉ tiêu theo dõi

Các chỉ tiêu phân tích phân ủ (compost): Chất hữu cơ, pH, N hữu dụng, P hữu dụng, K trao đổi và các kim loại nặng như Cd, Pb. Chất lượng của nông sản được xác định thông qua thu mẫu cải bẹ xanh để xác định hàm lượng nitrat (NO₃⁻).

Năng suất kinh tế (kg/chậu) chỉ được tính theo khối lượng phần ăn được.

2.4. Phân tích phân ủ (compost)

Bảng 3. Phương pháp phân tích

Tên chỉ tiêu	Phương pháp	Tài liệu Tham khảo
pH _{H2O}	TCVN 5979:2007	
Chất hữu cơ	Walkley và Black (1934)	[15]
NH ₄ ⁺	Bremner và Keeney (1966)	[16]
NO ₃ ⁻	Bremner và Keeney (1966)	[16]
P dễ tiêu	Olsen (1954)	[17]
K trao đổi	Summer và Miller (1996)	[18]
Cd tổng số	TCVN 6649:2000, TCVN 6496:2009	
Pb tổng số	TCVN 6649:2000, TCVN 6496:2009	

2.5. Đo lường các yếu tố môi trường

Nhiệt độ của phân ủ (compost) được xác định bằng cách cắm nhiệt kế 10 cm vào đồng ủ; nhiệt độ không khí được xác định bằng cách dùng nhiệt kế đo tại địa điểm ủ phân (compost).

2.6. Xử lý số liệu

Số liệu thu thập được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2019, tính toán giá trị trung bình, độ lệch chuẩn và phân tích thống kê bằng phần mềm SPSS 22.0. Phân tích phương sai (ANOVA) để đánh giá sự khác biệt giữa các nghiệm thức và phép thử (Duncan) độ tin cậy 95%.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

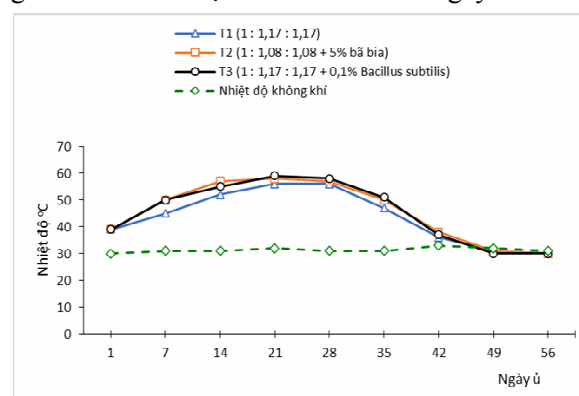
3.1. Các đặc tính của phân ủ (compost)

3.1.1. Diễn biến nhiệt độ của phân ủ (compost)

Kết quả đo nhiệt độ trong quá trình ủ phân (composting) được trình bày ở hình 1 cho thấy, nhiệt độ ở ngày đầu ủ chỉ đạt 40°C. Sau 7 ngày nhiệt độ có xu hướng gia tăng và cao nhất ở giai đoạn 14 - 28 ngày. Ở nghiệm thức T1 dao động

Mẫu phân ủ sau khi ủ được thu thập và phơi khô ở nhiệt độ 25 - 28°C ở nhiệt độ phòng, nghiền nhỏ và sàng qua rây 0,5 và 2,0 mm, sau đó được bảo quản trong hộp nhựa để phân tích các thông số hóa học tại trong phòng thí nghiệm Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ. Phương pháp phân tích được trình bày ở bảng 3.

trong khoảng 52 - 54°C, nghiệm thức T2 khoảng 57 - 58°C và nghiệm thức T3 dao động 55 - 59°C. Đến thời điểm 35 ngày nhiệt độ có xu hướng giảm dần và ổn định ở thời điểm 56 ngày.



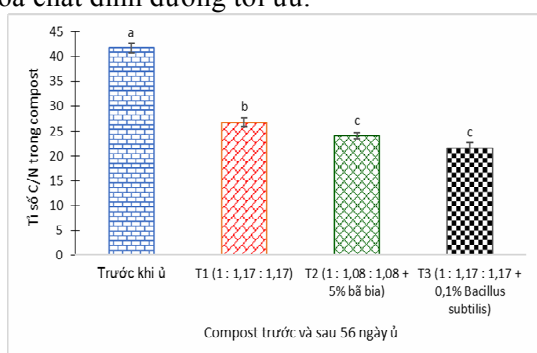
Hình 1. Diễn biến nhiệt độ của phân ủ (compost)

Trong quá trình ủ độ ẩm cũng được điều chỉnh thích hợp, rất cần thiết cho hoạt động của vi sinh vật và quá trình phân hủy. Độ ẩm được duy trì ở mức từ 50 - 60% khối lượng vật liệu ủ, với việc theo dõi định kỳ và điều chỉnh khi cần

thiết thông qua bổ sung nước và đảo trộn vật liệu ủ. Theo kết quả nghiên cứu của Azim và cs (2018) [19] nhiệt độ ủ phân được theo dõi và kiểm soát để thúc đẩy sự phát triển của vi sinh vật và đẩy nhanh quá trình phân hủy. Nhiệt độ dao động từ 50 - 55°C thường được hướng đến để đảm bảo tiêu diệt mầm bệnh và phân hủy chất hữu cơ hiệu quả.

3.1.2. Tỷ số C/N trong phân ủ (compost) trước và sau khi ủ

Kết quả phân tích được trình bày ở hình 2 cho thấy, tỷ số C:N trong phân ủ trước khi ủ là 41,77. Tỷ số C:N của các nghiệm thức sau khi ủ 56 ngày cho thấy chất hữu cơ trong hỗn hợp được phân hủy tốt, thấp nhất ở nghiệm thức có bổ sung nấm *Bacillus subtilis* là 21,6, kế đến là nghiệm thức bổ sung bã bia (24,1) và cao nhất là nghiệm thức đối chứng không bổ sung (26,8) có khác biệt ý nghĩa ($p < 0,05$). Theo kết quả nghiên cứu của Senevirane (2000) [20] sự phân hủy chất hữu cơ và phóng thích N thường xảy ra nhanh khi tỷ số C:N thấp so với chỉ số của licnin và polyphenol. Sự phóng thích N từ sự phân hủy chất hữu cơ giúp cây trồng hấp thụ tốt hơn so với N vô cơ và sự mất đạm do rửa trôi [21]. Theo nghiên cứu của Ade (2024) [22] tỷ số C:N của phân ủ được tính toán để đánh giá độ chín và độ ổn định của phân ủ. Khi tỷ số C:N cân bằng từ 25 - 35 cho thấy quá trình phân hủy và khoáng hóa chất dinh dưỡng tối ưu.



Hình 2. Chỉ số C/N trong phân ủ trước và sau khi ủ

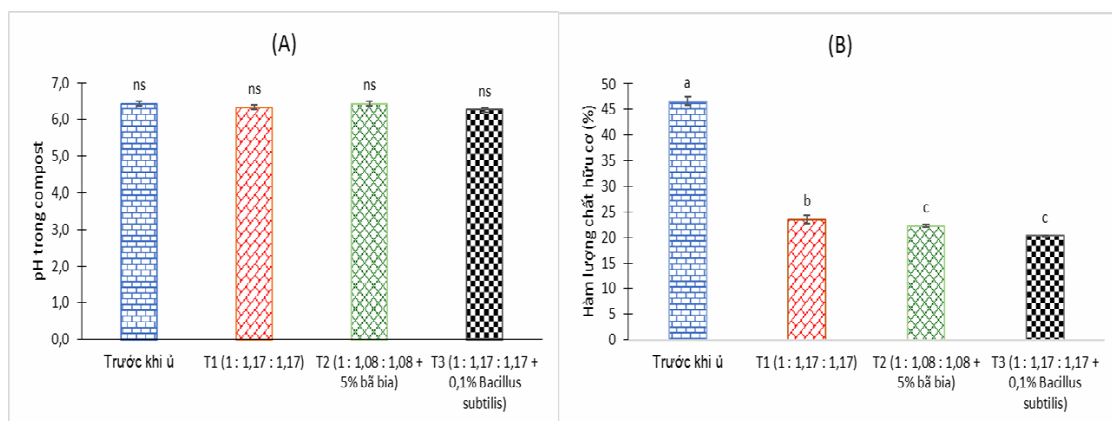
Ghi chú: Thanh trên cột thể hiện độ lệch chuẩn; a, b, c theo cột thể hiện mức độ ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

3.1.2. Một số đặc tính hóa học của phân ủ (compost)

pH và chất hữu cơ

pH của các mẫu phân ủ được đo để đánh giá độ axit hoặc độ kiềm, yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng và hoạt động của vi sinh vật. Kết quả được trình bày ở hình 3A cho thấy, pH của 3 loại phân ủ thành phẩm sau 56 ngày ủ dao động trong khoảng từ 6,27 - 6,43 và không khác biệt lớn so với phân ủ (compost) trước khi ủ. Kết quả này cho thấy, pH của phân ủ (compost) thành phẩm phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của các loại cây trồng. Khoảng pH phù hợp cho hầu hết cây trồng là từ 6,5 - 7,0. Tuy nhiên, nhiều loại cây trồng có thể thích nghi để phát triển tốt ở pH nằm ngoài phạm vi này. Theo Barrow và cs (2023) [23] đất có pH thấp gây nhiều bất lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Tăng pH đất giúp tăng dưỡng chất hữu dụng, tăng hoạt động của vi sinh vật có ích trong đất [24]. Theo kết quả nghiên cứu của Ade (2024) [22] pH của phân ủ thay đổi tùy thuộc vào thành phần nguyên liệu đầu vào và các thông số của quá trình ủ. Phân ủ từ phế liệu thực phẩm và chất thải nông nghiệp có pH trung tính dao động 6,0 - 7,0, thuận lợi cho khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng tối ưu và sự phát triển của cây trồng. Phân ủ từ phân gia súc có mức pH dao động 7,5 - 8,5, phản ánh ảnh hưởng của các hợp chất kiềm có trong phân.

Hàm lượng chất hữu cơ trong 3 dạng phân ủ (compost) thành phẩm cũng được trình bày ở hình 3B cho thấy, các nghiệm thức thí nghiệm có hàm lượng chất hữu cơ dao động trong khoảng 20,3 - 23,5%. Nghiệm thức T1 có hàm lượng chất hữu cơ 23,5%, nghiệm thức T2 có bổ sung 5% bã bia nên hàm lượng chất hữu cơ đạt 22,3% và ở nghiệm thức T3 có bổ sung *Bacillus subtilis* đạt 20,3% có khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Kết quả này cho thấy, việc bổ sung chế phẩm vi sinh chứa dòng nấm *Bacillus subtilis* $cfu\ 10^8.g^{-1}$ có hiệu quả phân hủy hữu cơ tốt hơn trong việc gia tăng khả năng phân hủy chất hữu cơ, kể đến là nghiệm thức bổ sung bã bia. Sự phân hủy chất hữu cơ và phóng thích N thường xảy ra nhanh khi tỷ số C:N thấp so với chỉ số của licnin và polyphenol [20]. Chất hữu cơ giúp duy trì chất lượng và sức khỏe đất tốt hơn, giảm ô nhiễm môi trường và giúp duy trì sản xuất nông nghiệp bền vững [25]. Các chất hữu cơ giúp tăng cường hoạt động vi sinh vật đất có lợi trong cạnh tranh và đối kháng bệnh hại phát sinh từ đất [26].



Hình 3. (A) đặc tính pH và (B) chất hữu cơ trong phân ủ (compost) thành phẩm

Ghi chú: Thanh trên cột thể hiện độ lệch chuẩn; a, b, c theo cột thể hiện mức độ ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Hàm lượng đạm hữu dụng $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ và $\text{NO}_3^- - \text{N}$.

Kết quả phân tích hàm lượng đạm hữu dụng trong phân ủ (compost) thành phẩm sau 56 ngày ủ được trình bày ở bảng 4 cho thấy, ở nghiệm thức T1 hàm lượng đạm ở dạng NH_4^+ và NO_3^- tương ứng 43,03 và 386,67 mg.kg^{-1} đạt thấp so với hai nghiệm thức phân ủ (compost) T2 (57,8 và

637,0 mg.kg^{-1}) và T3 (66,4 và 940,33 mg.kg^{-1}) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Hàm lượng đạm hữu dụng ở phân ủ (compost) trước khi ủ ở mức thấp nhất, điều này cho thấy sự phân hủy diễn ra chậm hoặc chưa diễn ra do nhiều yếu tố như ẩm độ, nhiệt độ, pH, tỉ số C/N và sự tham gia của vi sinh vật.

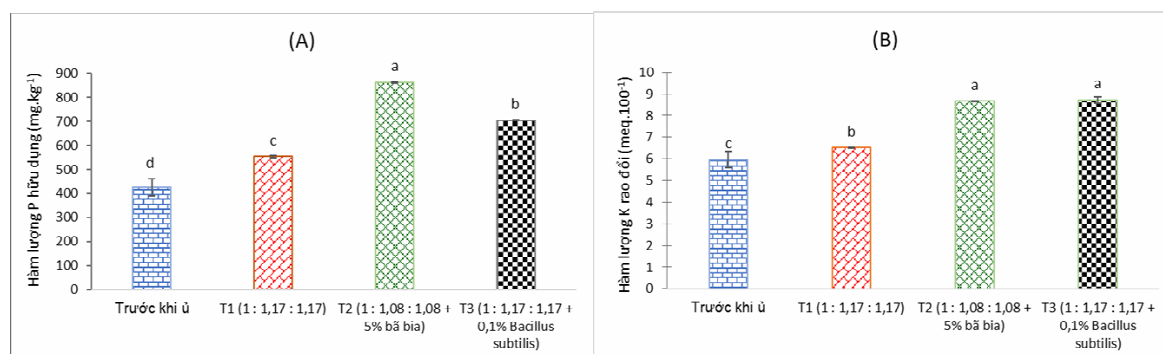
Bảng 4. Hàm lượng đạm hữu dụng, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ và $\text{NO}_3^- - \text{N}$ trước và sau khi ủ phân (composting)

Nghiệm thức	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	$\text{NO}_3^- - \text{N}$
	mg.kg^{-1}	
Trước khi ủ	29,63 ^d	297,67 ^d
T1 (1 : 1,17 : 1,17)	43,03 ^c	386,67 ^c
T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5% bã bia)	57,80 ^b	637,00 ^b
T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>)	66,40 ^a	940,33 ^a
$P < 0,05$	**	**
CV (%)	2,73	6,97

Theo kết quả nghiên cứu của Senevirane (2000) [20] sự phân hủy chất hữu cơ thông qua tiến trình khoáng hóa đạm và phóng thích N thường xảy ra nhanh khi tỉ số C/N thấp so với chỉ số của licnin và polyphenol. Theo Chandra và Venkatesam (2020) [27] các chất hữu cơ đều chứa một lượng các - bon và một lượng nitơ nhất định. Tỉ số C/N tương đối của mỗi chất sẽ quyết định lượng nitơ và đôi khi cả các chất dinh dưỡng khác có bị giữ lại trong quá trình phân hủy hay không. Sự phân hủy các vật liệu có tỉ số C/N thấp như sẽ giải phóng nitơ, trong khi sự phân hủy các vật liệu có tỷ lệ C/N cao như rơm hoặc mùn cưa sẽ đòi hỏi vi sinh vật trong đất sử dụng nitơ bổ sung cho nhu cầu trao đổi chất của chúng.

Hàm lượng lân hữu dụng và kali trao đổi

Kết quả phân tích hàm lượng lân hữu dụng trong phân ủ (compost) của các nghiệm thức thí nghiệm sau 56 ngày ủ được trình bày ở hình 4 A cho thấy, hàm lượng lân hữu dụng dao động từ 553,7 - 862,3 mg.kg^{-1} tăng cao hơn khác biệt so với trước khi ủ và được đánh giá ở mức giàu lân so với thang đánh giá của Harris (2003) [28]. Trong đó, ở nghiệm thức T2 hàm lượng lân hữu dụng đạt 862,3 mg.kg^{-1} , cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với hai nghiệm thức còn lại. Kết quả cho thấy, phân ủ (compost) trước khi ủ có hàm lượng lân hữu dụng thấp nhất. Điều này có thể do sự phân hủy chất hữu cơ diễn ra chậm, từ đó làm chậm khả năng hữu dụng của lân.



Hình 4. (A) hàm lượng lân hữu dụng và (B) trong phân ủ (compost) thành phẩm

Ghi chú: Thanh trên cột thể hiện độ lệch chuẩn; a, b, c theo cột thể hiện mức độ ý nghĩa thống kê ở mức 5%.

Kết quả phân tích hàm lượng kali trao đổi trong phân ủ (compost) thành phẩm sau 56 ngày ủ được trình bày ở hình 4B cho thấy, ở nghiệm thức T2 và T3 hàm lượng kali trao đổi dao động trong khoảng 6,52 – 8,72 cmol.kg⁻¹ và được đánh giá ở mức giàu so với thang đánh giá của Kyuma (1976) [29]. Trong đó, ở nghiệm thức T1 kali trao đổi thấp nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Phân ủ (compost) trước khi ủ có hàm lượng kali trao đổi thấp nhất. Điều này có thể do sự phân hủy chất hữu cơ diễn ra chậm, từ đó làm chậm khả năng hữu dụng của kali.

Hàm lượng Pb và Cd

Kết quả phân tích phân ủ (compost) thành phẩm cho thấy hàm lượng chì (Pb) trong phân ủ có xu hướng giảm sau khi ủ, dao động trong khoảng 13,17 – 16,67 mg.kg⁻¹. Tất cả các phân ủ (compost) đều phù hợp theo qui định ngưỡng nguy hại các kim loại nặng theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP [31] với mức cho phép là Pb < 200 mg/kg nên phân ủ (compost) đáp ứng được yêu cầu. Kết quả này phù hợp với kết quả nghiên

cứ của Nguyễn Thị Phương và cs (2018) [30] sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ bùn thải nhà máy sản xuất bia và nhà máy chế biến thủy sản hàm lượng Pb dao động 11,74 - 25,23 mg.kg⁻¹.

Kết quả phân tích không phát hiện hàm lượng cadimi (Cd) trong phân ủ (compost) thành phẩm của các nghiệm thức thí nghiệm sau khi ủ 56 ngày.

3.2. Hiệu quả tăng năng suất cải bẹ xanh

Kết quả được trình bày ở bảng 5 cho thấy, năng suất cải bẹ xanh có xu hướng tăng ở vụ thứ 2 của các nghiệm thức. Nghiệm thức không bổ sung N, P, K ở vụ 2 như: T1 (0,73 kg.chậu⁻¹) tăng 40%, T2 (0,92 kg.chậu⁻¹) tăng 10% và T3 (0,89 kg.chậu⁻¹) tăng 30% so với vụ 1. Các nghiệm thức có bổ sung N, P, K ở mức 25 - 50% năng suất có xu hướng tăng cao hơn so với các nghiệm thức bổ sung 100% N, P, K và nghiệm thức không bổ sung. Kết quả tương tác giữa phân ủ (compost) và phân ủ (compost) có bổ sung N, P, K có sự khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$).

Bảng 5. Hiệu quả của phân ủ (compost) đến năng suất cải bẹ xanh

Nhân tố	Nghiệm thức	Năng suất (kg/chậu)	
		Vụ 1	Vụ 2
Loại phân F (A)	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 0% N, P, K	0,44 ^b	0,73 ^b
	T2 (1 : 1,087 : 1,08 + 5% bã bia) + 0% N, P, K	0,79 ^a	0,92 ^a
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 0% N, P, K	0,65 ^a	0,89 ^a
Công thức phân F (A x B)	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 25% N, P, K	0,60 ^c	0,79 ^c
	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 50% N, P, K	0,73 ^b	1,01 ^a
	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 100% N, P, K	0,92 ^a	0,99 ^a
	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5% bã bia) + 25% N, P, K	1,00 ^a	0,97 ^a

	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5% bã bia) + 50% N, P, K	1,07 ^a	1,07 ^a
	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5% bã bia) + 100% N, P, K	0,77 ^b	0,86 ^b
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 25% N, P, K	0,90 ^a	1,05 ^a
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 50% N, P, K	0,95 ^a	1,08 ^a
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 100% N, P, K	0,65 ^c	0,93 ^a
F(A)		*	*
F(B)		*	*
F(A)*F(A x B)		*	*
CV (%)		5,3	4,8

Ghi chú: a, b, c là thể hiện mức độ ý nghĩa thống kê ở mức 5%; công thức N, P, K khuyến cáo cho 1 ha (70 kg N - 50 kg P₂O₅ - 36 kg K₂O).

Theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Mạnh và Bùi Thị Nga (2015) [10] về sử dụng phân hữu cơ bùn đáy ao nuôi thâm canh tôm thẻ tròng cải ngọt (*Brassica integrifolia*) quy mô nông hộ có sự sinh trưởng của cây cải ngọt được cải thiện có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với nghiệm thức đối chứng không bón phân hữu cơ.

3.3. Hàm lượng nitrat trong cải bẹ xanh

Kết quả phân tích hàm lượng nitrat (NO₃⁻) trong thân cải bẹ xanh ở thời điểm kết thúc thí nghiệm, sau 50 ngày trồng được trình bày ở bảng 6 cho thấy, hàm lượng nitrat (NO₃⁻) ở vụ 1 của các nghiệm thức phân ủ (compost) dao động từ 235,67 - 297 mg.kg⁻¹ và ở vụ 2 có xu hướng giảm nhẹ, dao động 236,0 - 253,7 mg.kg⁻¹, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) giữa các nghiệm thức. Theo Tổ chức Y tế Thế giới khuyến cáo hàm lượng NO₃⁻ trong rau không

được quá 300 mg.kg⁻¹ tươi [32]. Kết quả phân tích tương tác giữa các nghiệm thức phân ủ (compost) và phân ủ (compost) có bổ sung N, P, K có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Hàm lượng nitrat tích lũy trong thân cải cao hơn khi được bón tăng dần lượng phân N, P, K, điều này cho thấy chỉ sử dụng phân ủ (compost) không ảnh hưởng đến tích lũy nitrat trong thân cải. Các nghiệm thức T1, T2 và T3 + 100% N, P, K theo khuyến cáo có hàm lượng nitrat (NO₃⁻) dao động trong khoảng 531,67 - 555,67 mg.kg⁻¹ đều vượt 6 - 10% ngưỡng cho phép của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn theo Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN [33] quy định đối với hàm lượng nitrat (NO₃⁻) trong rau tối đa cho phép là 500 mg.kg⁻¹. Như vậy khi sử dụng phân ủ (compost) T2 và T3, chỉ nên bón 25% lượng phân bón N, P, K theo khuyến cáo.

Bảng 6. Hiệu quả cải thiện năng suất cải bẹ xanh

Nhân tố	Nghiệm thức	NO ₃ ⁻ (mg.kg ⁻¹)	
		Vụ 1	Vụ 2
Loại phân F (A)	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 0% N, P, K	235,3 ^b	236,0 ^b
	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5 % bã bia) + 0% N, P, K	255,7 ^b	245,3 ^a
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 0% N, P, K	297,0 ^a	253,7 ^a
Công thức phân F (A x B)	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 25% N, P, K	433,7 ^c	421,6 ^c
	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 50% N, P, K	476,3 ^b	474,3 ^b
	T1 (1 : 1,17 : 1,17) + 100% N, P, K	531,7 ^a	544,5 ^a
	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5 % bã bia) + 25% N, P, K	475,7 ^b	444,8 ^c
	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5 % bã bia) + 50% N, P, K	486,0 ^b	474,4 ^b
	T2 (1 : 1,08 : 1,08 + 5 % bã bia) + 100% N, P, K	555,7 ^a	571,1 ^a
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 25% N, P, K	427,0 ^c	432,1 ^c
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 50% N, P, K	470,0 ^b	471,4 ^b
	T3 (1 : 1,17 : 1,17 + 0,1% <i>Bacillus subtilis</i>) + 100% N, P, K	555,0 ^a	554,5 ^a
F(A)		*	*

F(B)		*	*
F(A)*F(A x B)		*	*
CV (%)		13,13	13,40

Ghi chú: a, b, c là thể hiện mức độ ý nghĩa thống kê ở mức 5%; công thức N, P, K khuyến cáo cho 1 ha (70 kg N - 50 kg P₂O₅ - 36 kg K₂O).

4. KẾT LUẬN

Phân ủ (compost) được ủ theo tỉ lệ T2 (1: 1,08: 1,08 + 5% bã bia) hoặc T3 (1: 1,17: 1,17 + 1% *Bacillus subtilis* cfu 10⁸.g⁻¹), giúp gia tăng đạm hữu dụng; lân hữu dụng, kali trao đổi, giảm hàm lượng chì.

Năng suất cải tăng ở nghiệm thức T2 và T3 kết hợp bón với 25% và 50% phân N, P, K, đồng thời hàm lượng nitrat (NO₃⁻) ở mức an toàn, dưới ngưỡng gây hại cho sức khỏe con người.

Phân ủ (compost) có triển vọng trong nông nghiệp đô thị và giúp giảm thiểu được môi trường.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ của Trường Đại học Tây Đô trong khuôn khổ đề tài mã số (A: 2024-16-04). Ngoài ra, xin chân thành cảm ơn Khoa Khoa học Đất, Trường Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ đã hỗ trợ trong quá trình phân tích mẫu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2024). *Niên giám thống kê ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn 2023*. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
- [2]. Mehta, P. & P. Monteiro (2013). *Concrete: Structure, Properties, and Materials* (4th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- [3]. Nguyễn Thị Lan Hương và Lý Cẩm Hùng (2025). Ủ phân bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của nhà máy chế biến thủy sản với các vật liệu phối trộn khác nhau. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Đồng Tháp*, 14(2): 3 - 12.
- [4]. Tất Anh Thư, Đoàn Huỳnh Như và Huỳnh Mạch Trà My (2018). Ảnh hưởng của phân bón hữu cơ và biochar đến hàm lượng lân hữu dụng trong đất canh tác rau màu. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, 4 (89): 44 - 51.
- [5]. Shukla, S. S., Chava, R., Appari, S., Bahurudeen, A. & Kuncharam, B. V. R. (2022).

Sustainable use of rice husk for the cleaner production of value-added products. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10 (1), 106899. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106899>.

[6]. Hu, L., He, Z. Z., & Zhang, S. (2020). Sustainable use of rice husk ash in cement-based materials: Environmental evaluation and performance improvement. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121744. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121744>.

[7]. Phan Phước Toàn, Nguyễn Nhật Huy, Nguyễn Trung Thành (2022). Tổng quan về tro trấu và khả năng hấp phụ các chất ô nhiễm hữu cơ và vô cơ trong nước của vật liệu chế tạo từ tro trấu. *AGU International Journal of Sciences*. 30 (1): 71- 82.

[8]. FAO (The Food and Agriculture Organization) (2024). Area harvested and production quantity of coconut. Retrieved February 1, 2024, <http://www.fao.org/faostat/en/data/QC>.

[9]. Tổng cục Thống kê (2023). *Niên giám thống kê năm 2022*. Nxb Thống kê.

[10]. Nguyễn Văn Mạnh và Bùi Thị Nga (2015). Kết quả nghiên sử dụng phân hữu cơ bùn đáy ao nuôi thâm canh tôm thẻ trổng cải ngọt (*Brassica integrifolia*) tại huyện Đầm Dơi, tỉnh Cà Mau quy mô nông hộ. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*. Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu: 50 - 57.

[11]. Bộ Công Thương (2016). *Quyết định số 3690/QĐ-BCT ngày 12 tháng 9 năm 2016 phê duyệt quy hoạch phát triển ngành bia, rượu, nước giải khát Việt nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035*.

[12]. Feng Y., Wang X., Logan B. E. and Lee H. (2008). Brewery wastewater treatment using air-cathode microbial fuel cells *Appl Microbiol Biotechnol*, 78: 873 - 880.

[13]. Nguyễn Thị Phương, Lâm Ngọc Tuyết, Nguyễn Mỹ Hoa và Đỗ Thị Xuân (2017). Sử dụng bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải của nhà máy

chế biến thủy sản trong ủ phân hữu cơ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn* 5: 54 - 61.

[14]. Trần Khắc Thi (2011). *Kỹ thuật trồng rau an toàn*. Nxb Nông nghiệp Hà Nội, 5 - 81.

[15]. Walkley A, Black IA (1934) An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37 (1), 29. DOI:10.1097/ 00010694-193401000-00003.

[16]. Bremner, J. M., & Keeney, D. R. (1966). Determination and Isotope-Ratio Analysis of Different Forms of Nitrogen in Soils: III. Exchangeable Ammonium, Nitrate, and Nitrite by Extraction-Distillation Methods. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc*, 30, 577-582.

[17]. Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. USDA Circular No. 939. Washington (DC): U.S. Government Printing Office.

[18]. Sumner, M. E. & Miller, W. P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. In D. L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods*, 1201 - 1229.

[19]. Azim, K *et al.* (2018). Composting Parameters and Compost Quality: A Literature Review. *Organic agriculture* 8: 141 - 58.

[20]. Senevirane, G. (2000). Litter quality and nitrogen release in tropical agriculture: A synthesis. *Biol. Fertil. Soils*, 32: 60 - 64.

[21]. Cline, G. R. and A. F. Silvernail (2002). Effects of cover crops, nitrogen and tillage on sweet corn. *Hort Technology*, 12: 118-125.

[22]. Ade Bremaghani (2024). Utilization of organic waste in compost fertilizer production: implications for sustainable agriculture and nutrient management. *Institute for Law and Economics Studies*. 18 (02): 86 - 98.

[23]. Barrow, N. J., Alfred E., & Hartemink (2023). The effects of pH on nutrient availability depend on both soils and plants. *Plant soil* 487: 21 - 37. <https://doi.org/10.1007/S11104-023-05960-5>.

[24]. Võ Văn Bình, Châu Thị Anh Thy, Hồ Văn Thiết, Lê Văn Hòa, Võ Thị Gương (2021). *Hiệu quả của phân hữu cơ trong cải thiện độ phì*

hiều đất, năng suất trái và sự phát thải khí nhà kính trên vườn chôm chôm (Nephelium lappaceum L.). Nxb Đại học Cần Thơ. ISBN: 978-604-965-528-9. 117p.

[25]. Steven L. McGeehan (2011). Impact of waste materials and organic amendments on soil properties and vegetative performance. hindawi publishing corporation applied and Environmental Soil Science Volume 2012, Article ID 907831.

[26]. Zhou, S., Chang, T., Zhang, Y., Shaghaleh, H., Zhang, J., Yang, X. & Hamoud, Y. A. (2024). Organic fertilizer compost alters the microbial composition and network structure in strongly acidic soil. *Applied Soil Ecology*, 195, 105263. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105263>.

[27]. Chandra Sekhar, M, and G Venkatesam (2020). Assessment of quality of compost derived from municipal solid waste. *Handbook of Solid Waste Management: Sustainability through Circular Economy*: 1 - 21.

[28]. Harris, MDS. (2003). Understanding A soil analysis. <http://www.ag.mdsharris.com/AgriKnowledge>.

[29]. Kyuma K. (1976). Paddy soils in the Mekong Delta of Vietnam. Discussion Paper 85. Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, Kyoto. p.77.

[30]. Nguyễn Thị Phương, Nguyễn Mỹ Hoa và Đỗ Thị Xuân (2018). Sản xuất và đánh giá hiệu quả phân hữu cơ vi sinh từ bùn thải nhà máy sản xuất bia và nhà máy chế biến thủy sản trên năng suất cây rau. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*. Số chuyên đề: Nông nghiệp: 81 - 89.

[31]. Chính phủ (2017). Nghị định số 108/2017/NĐ-CP ngày 20 tháng 9 năm 2017 về quản lý phân bón.

[32]. World Health Organization. (1996). *Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants: Prepared by the forty-fourth meeting of the joint FAO/WHO expert committee on food additives (JECFA)* (WHO Food Additives Series No. 35). <https://iris.who.int/handle/10665/37491>.

[33]. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2008). Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN ngày 15 tháng 10 năm 2008. Ban hành Quy định quản lý sản xuất, kinh doanh rau, quả và chè an toàn.

EFFECT OF COMPOST, PRODUCING FROM AGRICULTURAL BY-PRODUCTS TO GROWING MEDIUM, FOR CULTIVATING MUSTARD GREENS (*Brassica juncea* L.) IN URBAN AGRICULTURE

Vo Van Binh¹, Mai Linh Canh¹, Vo Binh Nam²

¹*Applied Biology Faculty, Tay Do University*

²*Soil Science Faculty, Agriculture College, Can Tho University*

Abstract

Urban agriculture plays an important role in providing safe and fresh food in the context of rapid urbanization and the increasing demand for locally produced agricultural products. This study evaluated the potential reuse of agricultural by-products, including coco peat, rice husk, sewage sludge and beer residue, as growing substrates through composting. Three composting treatments were conducted over 56 days: T1 (30% sewage sludge + 35% rice husk + 35% coco peat); T2 (30% sewage sludge + 32.5% rice husk + 32.5% coco peat + 5% of beer residue) and T3 (T1 inoculated with 0.1% *Bacillus subtilis* at a density of 10^8 CFU g⁻¹). The resulting composts were used to grow mustard greens (*Brassica juncea* L.) under four N, P, K fertilizer levels (0%, 25%, 50% and 100% of the recommended rate). The results showed that T2 and T3 increased the availability of N, P, and K compared with T1. Mustard greens yield in T3 was significantly higher ($p < 0.05$) than in the other treatments. The highest yield was obtained when T2 and T3 were combined with 25% of the recommended N, P, K rate, while T1 required 50% N, P, K to achieve comparable productivity. Nitrate concentrations in mustard greens grown with 25 - 50% N, P, K remained below the safety threshold for human consumption, indicating the potential of composted agricultural by-products as sustainable growing substrates in urban agriculture.

Keywords: *Beer residue, compost, mustard greens, sewage sludge, urban agriculture.*

Ngày nhận bài: 13/4/2026

Ngày chuyển phản biện: 29/4/2026

Ngày thông qua phản biện: 12/5/2026

Ngày duyệt bài: 19/6/2026