



DOI:10.22144/ctujos.2025.120

ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG THỨC PHỐI TRỘN ĐẾN CHẤT LƯỢNG PHÂN HỮU CƠ TỪ SINH KHỐI CÂY BÔNG BÔNG (*Calotropis gigantea* (Willd.)) VÀ PHÂN BÒ

Phạm Diễm My, Trần Thị Kim Quyên, Trần Gia Nam và Phạm Thị Thùy Dương*

Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): pttduong@hcmuaf.edu.vn

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 16/12/2024

Sửa bài (Revised): 15/01/2025

Duyệt đăng (Accepted): 14/04/2025

Title: Effect of mixing formula on quality of organic compost from biomass of *Calotropis gigantea* (Willd.) and cow dung

Author(s): Pham Diem My, Tran Thi Kim Quyen, Tran Gia Nam and Pham Thi Thuy Duong*

Affiliation(s): Nong Lam University Ho Chi Minh City

TÓM TẮT

Cây bông bông (*Calotropis gigantea* L.) là loài cây có khả năng chịu nóng và chịu hạn tốt, thường mọc hoang dại ở nơi có điều kiện khắc nghiệt. Mục tiêu của nghiên cứu là xác định tỷ lệ phối trộn sinh khối cây bông bông và phân bò thích hợp để phân hữu cơ sau khi ủ đạt chất lượng tốt. Thí nghiệm dạng đơn yếu tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (Completely Randomized Design, CRD) gồm năm nghiệm thức tương ứng năm công thức phối trộn theo tỉ lệ thể tích gồm sinh khối cây bông bông (giảm từ 100 đến 60%) và phân bò (tăng từ 0 đến 40%). Hỗn hợp sau khi phối trộn được đặt trong các thùng ủ có nắp đậy trong 60 ngày. Kết quả cho thấy, việc tăng tỷ lệ sinh khối cây bông bông trong công thức phối trộn làm tăng ẩm độ, tăng tỷ lệ sụt giảm thể tích khối ủ và tỷ lệ C/N. Tại thời điểm 60 ngày sau ủ, phân hữu cơ gồm 60% sinh khối cây bông bông + 40% phân bò cho chất lượng tốt nhất với ẩm độ (26,1%), pH (6,86), C tổng số (15,73%), N tổng số (0,720%) và tỷ lệ C/N (21,91%).

Từ khóa: *Calotropis gigantea* L., cây bông bông, tỷ lệ C/N, phân bò, phân ủ

ABSTRACT

Calotropis gigantea L. can withstand heat and drought well and often grows wild in harsh conditions. The study aimed to determine the appropriate mixing ratio of *Calotropis gigantea* L. biomass and cow dung to produce good quality compost after composting. The single-factor experiment was arranged in a completely randomized design (CRD), including five treatments that were mixed between fresh biomass of *Calotropis gigantea* L. (decreased from 100% to 60%) and cow dung (increased from 0% to 40%) in volume ratios. The mixtures were placed in covered compost bins during 60 days. The results showed that increasing the ratio of *Calotropis gigantea* L. biomass in the mixing formula raised the humidity, the rate of volume reduction of the compost and the C/N ratio. At 60 days after composting, the 60% *Calotropis gigantea* L. biomass + 40% cow manure showed the best quality with a moisture content of 26.1%, pH of 6.86, total C of 15.73%, total N of 0.720% and C/N ratio of 21.91%.

Keywords: *Calotropis gigantea* L., C/N ratio, compost, cow dung, giant milkweed

1. GIỚI THIỆU

Cây bông bông (*Calotropis gigantea* L.) thuộc họ Thiên lý (Asclepiadaceae), có nguồn gốc từ Campuchia, Indonesia, Malaysia, Philippines, Thái Lan, Sri Lanka, Ấn Độ và Trung Quốc (Carol et al., 2012). Tại nhiều quốc gia ở Châu Á như Trung Quốc và Ấn Độ, cây bông bông được sử dụng trong y học cổ truyền để chữa trị các bệnh tiêu chảy, hen suyễn và ung thư (Kirtikar & Basu, 1999; Wang et al., 2008). Nhiều nghiên cứu cho thấy, các bộ phận của cây bông bông có hoạt tính kháng khuẩn và chống oxy hóa (Kumar et al., 2010; Singh et al., 2010). Bên cạnh đó, cây bông bông là loại cây thân bụi lâu năm, chiều cao trung bình từ 3 đến 4 m và có thể cao đến 10 m (Carol et al., 2012).

Cây bông bông có sinh khối cao, phát triển nhanh (Wang et al., 2008) và được xem như một loại cỏ dại phổ biến ở các vùng đất hoang (Kumar et al., 2011), đất cát ven biển hoặc những vùng khô cằn (Carol et al., 2012). Với khả năng tạo nhiều sinh khối trong thời gian ngắn, thân và lá cây bông bông được sử dụng làm nguyên liệu ủ phân hữu cơ (Shah et al., 2015). Qua đó, nguồn sinh khối này được tận dụng để tạo phân bón cho cây trồng.

Tại Việt Nam, cây bông bông thường mọc hoang dại ở nhiều nơi, bao gồm những vùng đất hoang hóa hoặc có điều kiện khô hạn và các vùng ven biển như: Bình Thuận, Nghệ An, Hà Tĩnh (Tran et al., 2023). Cây bông bông thường được trồng làm hàng rào hoặc thu lá để làm thuốc (Do, 2004). Mặc dù cây bông bông có khả năng tạo sinh khối lớn, tuy nhiên, hiện nay chưa có nhiều nghiên cứu về việc ứng dụng sinh khối của loại cây này. Đối với nhu cầu xã hội, việc sử dụng các sản phẩm có nguồn gốc hữu cơ và thân thiện với môi trường cùng với việc ứng dụng phân hữu cơ vào sản xuất cây trồng là hướng đi lâu dài và bền vững. Chính vì vậy, việc nghiên cứu sản xuất phân hữu cơ từ sinh khối cây bông bông mang lại tiềm năng khai thác hiệu quả loại cây hoang dại này, từ đó có thể giúp người dân tận dụng được các nguyên liệu sẵn có tại địa phương và ứng dụng để trồng ở các vùng đất hoang hóa hoặc thiếu nước, góp phần đa dạng cơ cấu cây trồng, hướng tới sản xuất nông nghiệp bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 5 đến tháng 11 năm 2024 tại phòng thí nghiệm Khoa học đất – Phân bón, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Vật liệu nghiên cứu

Sinh khối cây bông bông (thân và lá tươi), phân bò (Bảng 1), vôi (80 - 85% CaO), phân super lân (16% P₂O₅), chế phẩm *Trichoderma* Điền Trang (1 x 10⁸ CFU/g).

Dụng cụ: thùng ủ bằng nhựa màu trắng đục có nắp đậy, kích thước (dài x rộng x cao) là 52 x 32 x 27 cm, thể tích thùng ủ là 44,9 dm³.

Bảng 1. Một số chỉ tiêu phân tích sinh khối cây bông bông và phân bò trước khi ủ

Chỉ tiêu phân tích	Sinh khối cây bông bông	Phân bò
Ám độ (%)	65,1	28,1
pH	6,728	7,501
EC	2,516	4,155
C (%)	25,494	22,819
N (%)	0,615	1,184
C/N	41,452	19,273

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm đơn yếu tố được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD), gồm 5 nghiệm thức tương ứng với 5 công thức (CT) phối trộn theo thể tích sinh khối cây bông bông và phân bò, 3 lần lặp lại. Trong đó:

- CT1 (đối chứng): 100% thân lá cây bông bông
- CT2: 90% sinh khối cây bông bông + 10% phân bò
- CT3: 80% sinh khối cây bông bông + 20% phân bò
- CT4: 70% sinh khối cây bông bông + 30% phân bò
- CT5: 60% sinh khối cây bông bông + 40% phân bò

Quy mô thí nghiệm: 5 nghiệm thức x 3 lần lặp lại = 15 ô cơ sở, mỗi ô cơ sở gồm 1 thùng ủ có thể tích 44,9 dm³.



Hình 1. Toàn cảnh bố trí thí nghiệm

2.3.2. Các bước thực hiện

+ Toàn bộ thân và lá được thu hái ngoài tự nhiên (loại bỏ phần rễ và quả);

+ Sau khi thu hái, toàn bộ thân, lá được băm nhỏ (3 – 5 cm) và phơi dưới ánh sáng mặt trời từ 6 đến 8 giờ để giảm bớt hàm lượng nước trong lá;



Hình 2. Sinh khối cây bông bồng

(a) trước khi băm, (b) sau khi băm

+ Sau đó, sinh khối thân, lá cây bông bồng được trộn đều với phân bò theo tỷ lệ thể tích tương ứng với từng nghiệm thức sao cho mỗi ô cơ sở có thể tích 44,9 dm³; không nén chặt các nguyên liệu để tiến hành ủ phân theo phương pháp ủ nóng (ủ hiếu khí);

Bảng 2. Khối lượng sinh khối bông bồng và phân bò quy đổi về khối lượng

Công thức	Khối lượng (g)		Tổng khối lượng (g)
	Bông bồng	Phân bò	
CT1	14,7	0,0	14,7
CT2	13,2	2,0	15,2
CT3	11,7	4,0	15,7
CT4	10,3	6,0	16,3
CT5	8,8	8,0	16,8

+ Bổ sung 150 g vôi, 150 g phân super lân theo Nguyen (2017) và 30 g chế phẩm *Trichoderma* theo khuyến cáo của nhà sản xuất cho 44,9 dm³ nguyên liệu ủ, sau đó đảo trộn và đậy kín khối ủ;

+ Khối ủ được đảo trộn định kỳ 15 ngày/lần;

+ Thời gian ủ kết thúc vào thời điểm 60 ngày sau ủ.

2.3.3. Chỉ tiêu và phương pháp theo dõi

Tại các thời điểm 0, 15, 30 và 60 ngày sau ủ, 3 vị trí được chọn để lấy mẫu phân bố đều trên mỗi khối ủ (trên, giữa và đáy của khối ủ). Sau khi đảo trộn khối ủ, bộ khoan cầm tay được dùng nhằm thu lấy 200 g phân hữu cơ sau ủ tại mỗi vị trí. Mẫu được lấy cho vào túi zip và bảo quản trong điều kiện phòng thí nghiệm để phân tích các chỉ tiêu sau:

+ Tính chất vật lý gồm: nhiệt độ (°C): dùng nhiệt kế đo ở giữa khối ủ; ẩm độ (%): phương pháp sấy; độ sụt giảm thể tích (%): tính lớp thể tích sụt giảm [chiều cao thùng ủ (cm) – độ dày khối ủ còn lại (cm)], sau đó tính thể tích sụt giảm theo công thức:

$$\text{Độ sụt giảm thể tích (\%)} = \frac{\text{Thể tích sụt giảm}}{\text{Thể tích ban đầu}} \times 100$$

+ Tính chất hóa học gồm: pH_{H2O}(1:5): TCVN 13263-9:2020; C (%): TCVN 9294:2012; N (%): TCVN 8557:2010; tỷ lệ C/N: được tính bằng C (%)/N (%).

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được tính trung bình và kiểm tra sự khác biệt giữa các nhóm bằng kiểm định T (T-test) qua phần mềm Excel, phương sai (ANOVA) được phân tích và kiểm định phân hạng Duncan bằng chương trình R. Studio.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

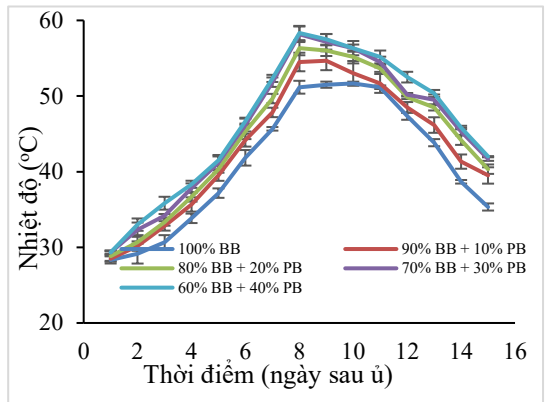
3.1. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến một số tính chất vật lý của khối ủ

3.1.1. Nhiệt độ

Ủ phân hữu cơ là đẩy nhanh quá trình phân hủy chất hữu cơ của vật liệu có tác dụng tiêu diệt mầm bệnh và ổn định các chất hữu cơ (Haug, 1993; Fang et al., 1999). Theo Chang et al. (2006), nhiệt độ là một trong những yếu tố chính ảnh hưởng đến chất lượng phân hữu cơ sau khi ủ. Nhiệt độ tối đa của khối ủ cần đạt từ 55 đến 60°C để có thể loại bỏ các mầm bệnh gây hại cho con người và thực vật (Jedrczak, 2008).

Kết quả được thể hiện ở Hình 3 cho thấy, các công thức phối trộn có tỷ lệ phân bò càng cao thì nhiệt độ khối ủ càng cao. Trong khoảng thời gian từ 1 đến 8 ngày sau khi ủ, nhiệt độ khối ủ của năm công thức phối trộn đều tăng liên tục. Đây là thời điểm các vi sinh vật có trong nguyên liệu ủ bắt đầu phân hủy các chất hữu cơ thành các cấu trúc đơn giản hơn (Liang et al., 2003). Trong quá trình này, hoạt động hô hấp của vi sinh vật khiến nhiệt độ tăng nhanh. Tại thời điểm 8 ngày sau ủ, nhiệt độ khối ủ có bổ sung 40% phân bò là 58,3°C, trong khi khối ủ có 100% sinh khối cây bông bồng có nhiệt độ là 51,2°C, chênh lệch 7,1°C. Việc bổ sung từ 20 đến 40% phân bò vào công thức phối trộn giúp nhiệt độ tối đa của khối ủ đạt trong ngưỡng tối ưu (từ 55 đến 60°C). Phân bò có hàm lượng N tổng số cao là nguồn năng lượng cho hoạt động của vi sinh vật. Ngoài ra trong phân bò cũng có hệ vi sinh vật phong phú, cần thiết cho quá trình phân hủy các chất hữu cơ (Sasaki et al., 2005). Trong giai đoạn từ 8 đến 15 ngày sau ủ,

hiệt độ khối ủ có xu hướng giảm và đạt từ 35,3 đến 42,0°C tại thời điểm 15 ngày sau ủ.



Hình 3. Biểu đồ nhiệt độ phân hữu cơ từ sinh khối cây bông bông từ 1 đến 15 ngày sau ủ

3.1.2. Ẩm độ

Trong quá trình ủ phân hữu cơ, ẩm độ cũng là một yếu tố quan trọng do ảnh hưởng đến khả năng vận chuyển chất dinh dưỡng hòa tan cần thiết cho hoạt động trao đổi chất và các quá trình sinh lý của vi sinh vật (Stentiford, 1996; McCartney & Tingley, 1998). Razmjoo et al. (2015) cho rằng, ẩm độ từ 45 đến 50% là tối ưu cho quá trình ủ phân.

Kết quả Bảng 3 cho thấy, ẩm độ của khối ủ càng cao khi tỷ lệ sinh khối cây bông bông trong công thức phối trộn càng nhiều. Sinh khối cây bông bông có ẩm độ trung bình ban đầu đạt 65,1%, gấp 2,3 lần so với phân bò (Bảng 1). Vì vậy, việc bổ sung càng nhiều sinh khối tươi trong công thức phối trộn dẫn đến ẩm độ khối ủ càng cao. Ẩm độ khối ủ quá cao có thể gây ra điều kiện kỵ khí do ngập úng, cản trở và làm chậm các quá trình sinh học (Schulze, 1962; Tiquia et al., 1996; Nemet et al., 2021). Ở giai đoạn từ 0 đến 15 ngày sau ủ, ẩm độ khối ủ có xu hướng tăng do giai đoạn này phân lá trong sinh khối cây bông bông phân hủy mạnh, dẫn đến khối ủ sụt giảm thể tích nhanh (Hình 4), hàm lượng nước trong lá

giải phóng vào khối ủ làm cho ẩm độ khối ủ tăng lên, cao nhất (68,3%) ở công thức 100% sinh khối cây bông bông và thấp nhất (52,3%) ở công thức 60% sinh khối cây bông bông + 40% phân bò.

Ngoài ra, từ thời điểm 15 ngày sau ủ trở đi, ẩm độ các khối ủ có xu hướng giảm do quá trình bốc hơi từ bề mặt khối ủ qua nắp thùng nhựa. Giai đoạn từ 15 đến 30 ngày sau ủ, ẩm độ khối ủ giảm nhanh, sau đó chậm lại. Đến thời điểm 60 ngày sau ủ, ẩm độ khối ủ của phân hữu cơ có phối trộn 30 và 40% phân bò đạt thấp nhất, lần lượt là 27,5 và 26,1%. Xu hướng biến động của ẩm độ khối ủ phù hợp với kết quả của Nguyen et al. (2023) trên rác thải hữu cơ, trong quá trình ủ phân ẩm độ của khối ủ ban đầu là 64,7% sau đó tăng lên 79,7% sau 15 ngày ủ phân và giảm xuống 44,5% sau 60 ngày ủ.

3.1.3. Độ sụt giảm thể tích

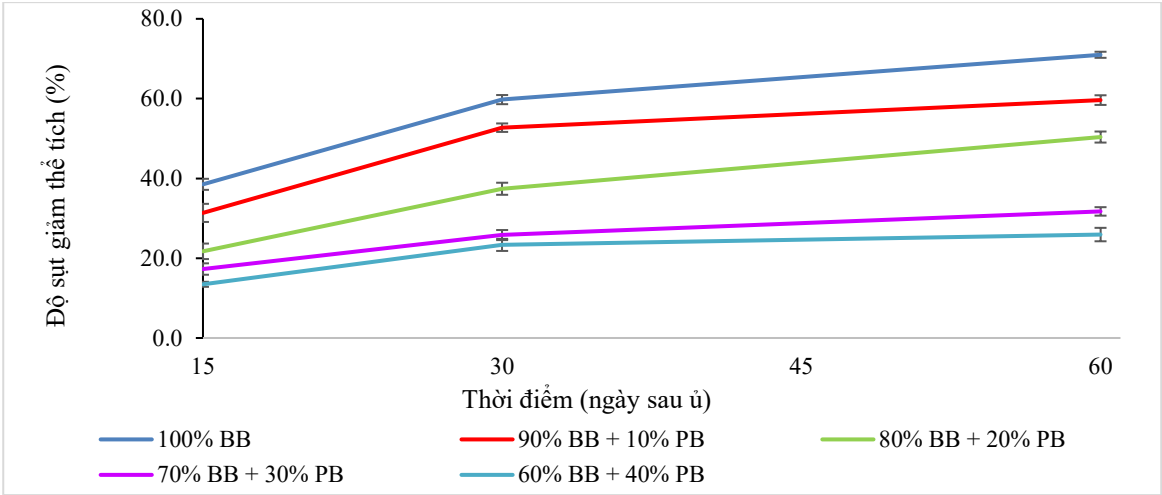
Khả năng phân hủy của các nguyên liệu ủ được đánh giá thông qua độ sụt giảm thể tích của khối ủ (Nguyen et al., 2023). Trên cơ sở đo chiều cao khối ủ, độ sụt giảm thể tích được tính toán và thể hiện ở Hình 4.

Kết quả Hình 4 cho thấy, thể tích khối ủ sụt giảm liên tục theo thời gian từ 0 đến 60 ngày sau ủ. Trong đó, khối ủ từ 100% sinh khối cây bông bông có độ sụt giảm thể tích nhiều nhất, từ 38,5% tại thời điểm 15 ngày sau ủ lên 71,0% tại thời điểm 60 ngày sau ủ, giảm 32,5% thể tích. Sinh khối cây bông bông có hàm lượng nước cao (được thể hiện qua ẩm độ nguyên liệu) vì vậy trong quá trình ủ, thể tích khối ủ sụt giảm nhanh chóng, nhanh nhất trong giai đoạn từ 0 đến 15 ngày sau ủ. Sau đó, thể tích khối ủ vẫn tiếp tục giảm nhưng với tốc độ chậm hơn do hoạt động của các vi sinh vật chậm lại. Phân bò được bổ sung với hàm lượng càng cao thì độ sụt giảm thể tích khối ủ càng thấp. Phân hữu cơ được phối trộn gồm 60% sinh khối cây bông bông + 40% phân bò có độ sụt giảm thể tích thấp nhất, giảm 25,9% sau khi ủ 60 ngày.

Bảng 3. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến ẩm độ (%) của phân hữu cơ

Công thức phối trộn	Thời điểm theo dõi (ngày sau ủ)			
	0	15	30	60
100% bông bông (đối chứng)	65,4 a	68,3 a	53,1 a	50,9 a
90% bông bông + 10% phân bò	61,1 b	64,0 b	47,3 b	46,5 b
80% bông bông + 20% phân bò	56,8 c	59,9 c	42,9 c	32,6 c
70% bông bông + 30% phân bò	54,6 c	57,8 c	38,6 d	27,5 d
60% bông bông + 40% phân bò	48,1 d	52,3 d	35,7 d	26,1 d
CV (%)	1,0	0,9	1,5	1,4
F tính	101,4***	99,3***	83,1***	369,4***

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng kí tự theo sau thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ***: khác biệt rất có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,001$.



Hình 4. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến độ sụt giảm thể tích (%) của phân hữu cơ từ sinh khối cây bông bồng tại các thời điểm 0, 15, 30 và 60 ngày sau ủ

3.2. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến một số tính chất hóa học của khối ủ

3.2.1. pH

Theo Hisham and Ramli (2021), pH thường phụ thuộc vào hàm lượng carbonic và ammoniac có

trong khối ủ. pH thấp trong quá trình ủ phân hữu cơ dẫn đến chất hữu cơ chậm phân hủy, gây ra mùi hôi và do đó làm giảm chất lượng phân ủ cũng như khó đạt được nhiệt độ đủ cao để tiêu diệt mầm bệnh (Sundberg & Jonsson, 2008).

Bảng 4. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến pH của phân hữu cơ

Công thức phối trộn	Thời điểm theo dõi (ngày sau ủ)			
	0	15	30	60
100% bông bồng (đối chứng)	6,86	6,50 b	6,86 b	6,45 b
90% bông bồng + 10% phân bò	6,96	6,83 ab	7,03 b	6,79 a
80% bông bồng + 20% phân bò	7,02	6,99 ab	7,36 a	6,77 a
70% bông bồng + 30% phân bò	7,08	7,04 a	7,37 a	6,85 a
60% bông bồng + 40% phân bò	7,14	7,05 a	7,39 a	6,86 a
CV (%)	1,79	2,67	1,04	1,43
F tính	2,14 ^{ns}	4,82*	31,17***	9,03**

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng kí tự theo sau thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; *: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$; **: khác biệt rất có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,01$; ***: khác biệt vô cùng có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,001$.

Kết quả được trình bày ở Bảng 4 cho thấy, pH ban đầu của các công thức phối trộn ở mức trung tính (từ 6,86 đến 7,14). Vào giai đoạn đầu của quá trình ủ (từ 0 đến 15 ngày sau ủ), vi sinh vật hoạt động mạnh dẫn đến quá trình phân hủy chất hữu cơ diễn ra nhanh làm sản sinh các axit hữu cơ chuỗi ngắn do đó làm giảm pH khối ủ. Đến thời điểm 30 ngày sau ủ, pH của khối ủ có xu hướng tăng, sau đó giảm nhẹ đến thời điểm 60 ngày sau ủ. Sự gia tăng pH của khối ủ là do quá trình amoni hóa diễn ra từ hoạt động của các vi sinh vật. Ở giai đoạn sau của quá trình ủ pH khối ủ giảm là do sự bay hơi của khí ammonia nitrogen và H^+ được giải phóng trong quá trình nitrat hóa của vi sinh vật (Eklind &

Kirchmann, 2000). Quá trình nitrat hóa diễn ra bao gồm hai bước với hydroxylamine (NH_2OH) là sản phẩm trung gian. Ở bước đầu tiên, NH_3 là chất nền được oxy hóa thành NH_2OH thông qua xúc tác bởi amoniac monooxygenase (AMO). Ở bước thứ hai, NH_2OH tiếp tục được oxy hóa thành NO_2 thông qua xúc tác bởi hydroxylamine oxidoreductase (HAO). Bước đầu tiên trong quá trình nitrat hóa tạo ra một proton có thể làm axit hóa môi trường (Cáceres et al., 2018) do đó làm cho pH của khối ủ giảm.

Các công thức phối trộn có bổ sung phân bò từ 10 đến 40% đều cho giá trị pH cao hơn so với công thức phối trộn 100% sinh khối cây bông bồng. Theo Haroun et al. (2004), thông thường, pH giảm nhẹ

trong giai đoạn đầu của quá trình ủ phân do việc phân hủy chất hữu cơ sản sinh ra các axit hữu cơ, sau đó tăng do quá trình amoni hóa diễn ra nhanh và giảm ở giai đoạn cuối do quá trình amoni hóa ngừng lại.

3.2.2. C tổng số

Ủ phân là quá trình sinh hóa dựa trên hoạt động của vi sinh vật để phân hủy chất hữu cơ. Quá trình phân hủy chất hữu cơ của vi sinh vật làm sản sinh khí CO₂ thông qua hoạt động hô hấp. Việc giải phóng CO₂ quá mức có thể làm mất carbon khỏi khối ủ và làm giảm hiệu quả phân bón của sản phẩm ủ phân (Huang et al., 2022).

Kết quả Bảng 5 cho thấy, hàm lượng C tổng số của khối ủ giảm liên tục theo thời gian ủ, nhanh nhất trong giai đoạn từ 0 đến 15 ngày sau ủ. Trong thời gian này, nhiệt độ khối ủ tăng cao từ 0 đến 8 ngày sau ủ, cho thấy hoạt động phân hủy chất hữu cơ diễn ra mạnh. Khối ủ được phối trộn từ 100% sinh khối cây bông bồng có hàm lượng C tổng số giảm nhanh nhất (giảm 8,21%). Đến thời điểm 15 ngày sau ủ, hàm lượng C tổng số của các khối ủ chênh lệch

không đáng kể và tiếp tục giảm ở các thời điểm theo dõi tiếp theo nhưng tốc độ giảm chậm hơn. Các khối ủ có tỷ lệ sinh khối cây bông bồng cao có tốc độ phân hủy chất hữu cơ nhanh do đó hàm lượng C tổng số thấp hơn. Tại thời điểm 60 ngày sau ủ, phân hữu cơ được phối trộn 30 và 40% phân bò có hàm lượng C tổng số cao nhất, lần lượt đạt 15,33 và 15,7. Đồng thời kết quả cũng cho thấy, các công thức có tỷ lệ sinh khối bông bồng cao thì tỷ lệ C tổng số còn lại ở thời điểm 60 ngày sau ủ so với thời điểm bắt đầu ủ càng thấp.

3.2.3. N tổng số

Phân hữu cơ thường chứa một lượng lớn N, trong quá trình ủ N hữu cơ chuyển thành N vô cơ thông qua quá trình khoáng hóa và tạo ra một số sản phẩm trung gian như axit amin và amit. Quá trình chuyển hóa trong ủ phân bao gồm: thủy phân, amoni hóa, nitrat hóa, khử nitrat, bay hơi (dưới dạng N₂, NH₃, N₂O), hấp thụ sinh học và cố định (Liu & Wang, 2017). Trong quá trình ủ phân, lượng đạm có thể bị thất thoát từ 20 đến 77% (Martins & Dewes, 1992; Bhamidimarri & Pandey, 1996; Tiquia & Tam, 2000).

Bảng 5. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến hàm lượng C (%) của phân hữu cơ

Công thức phối trộn	Thời điểm theo dõi (ngày sau ủ)				Tỷ lệ (%) C tổng số ở thời điểm 60 NSU so với 0 NSU
	0	15	30	60	
100% bông bồng (đối chứng)	25,44 a	17,23	15,33 b	12,64 d	49,69 c
90% bông bồng + 10% phân bò	25,19 ab	18,12	16,49 ab	13,33 cd	52,91 c
80% bông bồng + 20% phân bò	24,90 bc	18,19	16,26 a	14,38 bc	57,75 b
70% bông bồng + 30% phân bò	24,56 cd	18,56	17,14 a	15,33 ab	62,42 a
60% bông bồng + 40% phân bò	24,33 d	18,63	17,46 a	15,73 a	64,66 a
CV (%)	0,81	3,04	2,89	3,04	2,54
F tính	15,07***	3,07 ^{ns}	9,03**	27,16***	55,14***

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng kí tự theo sau thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; *: khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,05$; **: khác biệt rất có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,01$; ***: khác biệt vô cùng có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,001$.

Bảng 6. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến hàm lượng N (%) của phân hữu cơ

Công thức phối trộn	Thời điểm theo dõi (ngày sau ủ)				Tỷ lệ (%) N tổng số ở thời điểm 60 NSU so với 0 NSU
	0	15	30	60	
100% bông bồng (đối chứng)	0,612 d	0,490 d	0,459 c	0,488 c	79,72
90% bông bồng + 10% phân bò	0,669 c	0,563 c	0,513 c	0,542 c	81,05
80% bông bồng + 20% phân bò	0,729 b	0,663 b	0,628 b	0,620 b	85,09
70% bông bồng + 30% phân bò	0,763 b	0,706 b	0,671 ab	0,652 b	85,38
60% bông bồng + 40% phân bò	0,859 a	0,780 a	0,728 a	0,720 a	83,74
CV (%)	2,13	2,79	4,15	3,69	3,57
F tính	110,17***	124,43***	60,16***	50,22***	1,96 ^{ns}

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng kí tự theo sau thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ns: khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ***: khác biệt vô cùng có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,001$.

Kết quả được thể hiện tại Bảng 6 cho thấy, trong giai đoạn từ 0 đến 30 ngày sau ủ, hàm lượng N có xu hướng giảm liên tục, trong đó công thức 100% sinh khối cây bông bông có lượng đạm thấp nhất. Hàm lượng N trong khối ủ của các công thức phối trộn có tỷ lệ phân bón từ 20 đến 40% tiếp tục giảm nhưng không đáng kể. Tại thời điểm kết thúc quá trình ủ, hàm lượng N trong các khối ủ có xu hướng tăng nhẹ, tuy nhiên vẫn thấp hơn so với thời điểm trước khi ủ. Phân hữu cơ được phối trộn 40% phân

bò có hàm lượng N tổng số cao nhất, đạt 7,20% tại thời điểm 60 ngày sau ủ. Tỷ lệ N tổng số còn lại ở thời điểm 60 ngày sau ủ so với thời điểm bắt đầu ủ của các công thức không khác biệt về mặt thống kê ở ($p \leq 0,05$) cho thấy tốc độ suy giảm N tổng số ở các công thức có sự tương đồng. Tuy nhiên về mặt giá trị, các công thức có tỷ lệ sinh khối bông bông cao (CT1 và CT2) thì tỷ lệ N còn lại vẫn có xu hướng thấp hơn so với các công thức còn lại.

Bảng 7. Ảnh hưởng của công thức phối trộn đến tỷ lệ C/N của phân hữu cơ tại các thời điểm theo dõi

Công thức phối trộn	Thời điểm theo dõi (ngày sau ủ)			
	0	15	30	60
100% bông bông (đối chứng)	41,56 a	35,14 a	33,45 a	25,92 a
90% bông bông + 10% phân bò	37,66 b	32,26 b	32,18 a	24,60 ab
80% bông bông + 20% phân bò	34,19 c	27,44 b	25,90 b	23,22 bc
70% bông bông + 30% phân bò	32,19 c	26,30 c	25,59 b	23,55 cd
60% bông bông + 40% phân bò	28,33 d	23,88 d	24,02 b	21,91 d
CV (%)	2,28	4,31	5,02	4,50
F tính	122,45***	40,43***	27,23***	5,93**

Ghi chú: trong cùng một cột, các giá trị có cùng kí tự theo sau thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê; ***: khác biệt rõ ràng có ý nghĩa thống kê ở mức $\alpha = 0,001$.

3.2.4. Tỷ lệ C/N

Tỷ lệ C/N của phân hữu cơ được xác định dựa trên hàm lượng N và C tổng số, là thông số được sử dụng phổ biến để đánh giá nguyên liệu đầu vào của quá trình ủ phân. Tỷ lệ C/N cao sẽ làm chậm tốc độ phân hủy, ngược lại nếu chỉ số này thấp, N dễ dàng bị mất vào khí quyển dưới dạng khí ammoniac và gây ra mùi hôi. Để quá trình ủ được tối ưu, tỷ lệ C/N nên ở mức từ 25 đến 30 (Huang et al., 2004).

Kết quả Bảng 7 cho thấy, tỷ lệ C/N của phân hữu cơ được phối trộn ở các công thức khác nhau đều giảm dần theo thời gian ủ. Các nghiệm thức có tỷ lệ sinh khối cây bông bông cao trong công thức phối trộn có tỷ lệ C/N cao hơn so với các công thức còn lại. Mặc dù chất hữu cơ trong sinh khối cây bông bông giảm nhanh trong quá trình ủ, tuy nhiên hàm lượng đạm thấp dẫn đến tỷ lệ C/N vẫn ở mức cao, tại thời điểm 60 ngày sau ủ là 25,92. Việc bổ sung phân bò giúp tăng hàm lượng đạm trong công thức phối trộn từ đó làm giảm tỷ lệ C/N. Tại thời điểm 60 ngày sau ủ, phân hữu cơ chứa 30 và 40% phân bò cho tỷ lệ C/N thấp nhất, lần lượt đạt 23,55 và 21,91. Ngoài ra, sinh khối cây bông bông có ẩm độ cao hơn so với phân bò (Bảng 1), vì vậy các khối ủ có tỷ lệ sinh khối bông bông cao có ẩm độ thích hợp để thúc đẩy quá trình phân hủy của khối ủ. Điều này cũng cho thấy, các công thức phối trộn có tỷ lệ phân bón

cao thì tỷ lệ C/N cũng tương đối ổn định hơn so với các công thức phối trộn có tỷ lệ sinh khối cây bông bông cao. Tuy nhiên, tỷ lệ C/N sau 60 ngày ủ ở các công thức phối trộn vẫn còn ở mức cao so với quy định theo Thông tư 09/2019/TT-BNNPTNT (≤ 12), điều này cho thấy cần tiếp tục quá trình ủ hoặc bổ sung N vào khối ủ, để tỷ lệ C/N đạt mức phù hợp cho phân bón hữu cơ.

4. KẾT LUẬN

Phân bón được bổ sung vào công thức phối trộn ở tỷ lệ càng cao giúp phân hữu cơ sau khi ủ có ẩm độ, độ sụt giảm thể tích và tỷ lệ C/N thấp, pH ở mức gần trung tính, hàm lượng N và C tổng số cao. Phân hữu cơ được phối trộn từ 60% sinh khối bông bông + 40% phân bò giúp có ẩm độ (26,1%), pH (6,86), C tổng số (15,73%), N tổng số (0,720%) và tỷ lệ C/N (21,91) tốt nhất. Tuy nhiên, để có những đánh giá chính xác hơn, phân hữu cơ cần được khảo sát hiệu quả trong điều kiện sản xuất thực tế.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài được thực hiện bởi sự tài trợ kinh phí của Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh có mã số CS-SV24-NH-01. Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh đã hỗ trợ thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO (REFERENCES)

- Bhamidimarri, R. S. M., & Pandey, S. P. (1996). Aerobic thermophilic composting of pigerry solid wastes. *Water Science & Technology*, 33(8), 89-94.
https://doi.org/10.2166/wst.1996.0156
- Carol, J. P., Jignesh, H. P., Mayuree, A. P., & Anar, J. P. (2012). A comprehensive review on plant *Calotropis gigantea*. *International Journal of Institutional Pharmacy and Life Sciences*, 2(2), 463-470.
- Cáceres, R., Malińska, K., & Marfà, O. (2018). Nitrification within composting: A review. *Waste Management*, 72, 119-137.10.1016/j.wasman.2017.10.049
- Chang, J. I., Tsai, J. J., & Wu, K.H. (2006). Thermophilic composting of food waste. *Bioresource Technology*, 97(1), 116-122.10.1016/j.biortech.2005.02.013
- Do, L. T. (2004). *The Medicinal Plants and Herbal Formulation in Vietnam*. Medical Publishing House. Ha Noi (in Vietnamese).
- Eklind, Y., & Kirchmann, H. (2000). Composting and storage of organic household waste with different litter amendments. II: nitrogen turnover and losses. *Bioresource Technology*, 74(2), 125-133.10.1016/S0960-8524(00)00005-5
- Fang, M., Wong, J. W. C., Ma, K. K., & Wong, M. H. (1999). Co-composting of sewage sludge and coal fly ash: nutrient transformation. *Bioresource Technology* 67(1), 19-24.10.1016/S0960-8524(99)00095-4
- Haroun, M., Idris, A., & Omer, S. (2004). Composting of tannery sludge with chicken manure and rice bran. *Suranaree Journal of Science & Technology*, 11, 300-07.
- Haug, R. T. (1993). *The Practical Hand Book of Composting Engineering*. Lewis Publishers, Florida.
- Hisham, N. E. B., & N. H. Ramli (2021). Incorporation of rice husk ash with palm oil mill wastes in enhancing physicochemical properties of the compost. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 44(1), 221-36.10.47836/pjtas.44.1.13
- Nguyen, H. X., Le, T. M., Tran, N. T., Phan, N. T. T., Truong, N. D., Nguyen, N. H., & Trinh, L. T. (2023). Composting of municipal organic waste. *Can Tho University Journal of Science*, 59(4), 8-19 (in Vietnamese).10.22144/ctujos.2023.173
- Huang, D., Gao, L., Cheng, M., Yan, M., Zhang, G., Chen, S., Du, L., Wang, G., Li, R., Tao, J., Zhou, W., & Yin, L. (2022). Carbon and N conservation during composting: A review. *Science of The Total Environment*, 840, 156355.10.1016/j.scitotenv.2022.156355
- Huang, G. F., Wong, J. W. C., Wu, Q. T., & Nagar, B. B. (2004). Effect of C/N on composting of pig manure with sawdust. *Waste Management*, 24(8), 805-813.10.1016/j.wasman.2004.03.011
- Jedrczak, A. (2008). *Biological Treatment of Waste*. Science Publishing Company PWN, Warsaw, Poland.
- Kirtikar K. R., & Basu B. D. (1999). *Indian Medicinal Plants* Volume III, 2nd ed. International Book Distributors, Dehradun.
- Kumar, G., Karthik, L., & Rao, K. V. B. (2010). Antibacterial activity of aqueous extract of *Calotropis gigantea* leaves-an *in vitro* study. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 4(2), 141-144.
- Kumar, G., Karthik, L., & Rao, K. V. B. (2011). A Review on Pharmacological and Phytochemical Profile of *Calotropis gigantea* Linn. *Pharmacology online*, 1, 1-8.
- Liang, C., Das, K. C., & McClendon, R. W. (2003). The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. *Bioresource Technology*, 86, 131-137.10.1016/S0960-8524(02)00153-0
- Liu, S., & Wang, X. (2017). Nitrogen transformation and loss during the composting process of livestock and poultry manure with or without bio-fermentation agent. *Environment and Pollution Technology*, 16(4), 1003-1010.
- Martins, O., & Dewes, T. (1992). Loss of nitrogenous compounds during composting animal wastes. *Bioresource Technology*, 42, 103-111.10.1016/0960-8524(92)90068-9
- McCartney, D., & Tingley, J. (1998). Development of a rapid moisture content method for compost materials. *Compost Science and Utilization*, 6, 14- 25.10.1080/1065657X.1998.10701927
- Nemet, F., Perić, K., & Lončarić, Z. (2021). Microbiological activities in the composting process—A review. *COLUMELLA—Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 8(2), 41-53.10.18380/SZIE.COLUM.2021.8.2.41
- Nguyen, H. T. (2017). *Process of organic fertilizer production from solid livestock waste - traditional and industrial methods in Vietnam*. https://lcasp.org.vn/uploads/news/2017_12/6.nguyen-thu-ha_quy-trinh-xu-ly-ptcn_vien_tnnh.pdf
- Razmjoo, P., Pourzamani, H., Teiri, H., & Hajizadeh, Y. (2015). Determination of an empirical formula for organic composition of mature compost produced in Isfahan-Iran composting plant in 2013. *International Journal*

- of Environmental Health Engineering*, 4(1), 1-6.10.4103/2277-9183.153988
- Sasaki, H., Yano, H., Sasaki, T., & Nakai, Y. (2005). A survey of ammonia-assimilating micro-organisms in cattle manure composting. *Journal of applied microbiology*, 99(6), 1356-1363.10.1111/j.1365-2672.2005.02717.x
- Schulze, K. L. (1962). Continuous thermophilic composting. *Applied Microbiology*, 10, 108-122.10.1128/am.10.2.108-122.1962
- Shah, M. C., Kansara, J. C., & Shilpkar, P. G. (2015). Composting of *Calotropis Gigantea* leaves in presence of sheep dung. *Curr World Environ*, 10(1), 281. <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.1.34>
- Singh, N., Jain, N. K., Kannoja, P., Garud, N., Pathak, A. K., & Mehta, S. C. (2010). *In vitro* antioxidant activity of *Calotropis gigantea* hydroalcoholic leaves extract. *Der Pharmacia Lettre*, 2(3), 95- 100.
- Stentiford, E. I. (1996). Composting control: principles and practice. In M. de Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes, T. Papi (Eds.). *The Science of Composting*, 49-59. Chapman and Hall Inc.10.1007/978-94-009-1569-5_6
- Sundberg, C., & Jonsson, H. (2008). Higher pH and faster decomposition in biowaste composting by increased aeration. *Waste Management*, 28(3), 518-26.10.1016/j.wasman.2007.01.011
- Tran, T. H., Dang, P. H., Le, T. H., Do, T. V. N., Nguyen, H. X., Nguyen, M. T., & Nguyen, N. T. (2023). Pyrrole-type compounds from the flowers of *Calotropis gigantea*. *Science and Technology Development Journal: Natural Sciences*, 7(2), 2642-2647.
- Tiquia, S. M., Tam, N. F. Y., & Hodgkiss, I. J. (1996). Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents. *Bioresource Technology*, 55, 201-206.10.1016/0960-8524(95)00195-6
- Tiquia, S. M., & Tam, N. F. Y. (2000). Fate of nitrogen during composting of chicken litter. *Environment Pollution*, 110(3), 535-541.10.1016/S0269-7491(99)00319-X
- Wang, Z. N., Wang, M. Y., Mei, M. L., Han, Z., & Dai, H. F. (2008). A new cytotoxic pregnanone from *Calotropis gigantea*. *Molecules*, 13, 3033-3039.10.3390/molecules13123033