

Evaluating the technical process of manufacturing aquarium plant fertilizer from sawdust after mushroom cultivation

Thu N. M. Dang, Lien T. K. Nguyen*, Ngoc T. H. Le, Nhan V. Vo, & Xuan T. Le

Center for Business Incubation of Agricultural High Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: December 31, 2024

Revised: March 26, 2025

Accepted: April 03, 2025

Keywords

Aquatic plants

Fertilizer production

Sawdust of mushroom
post-cultivation

*Corresponding author

Nguyen Thi Kim Lien

Email:

lienkimnguyen85@gmail.com

ABSTRACT

This study focused on developing a technical process for aquatic plant fertilizer from sawdust of mushroom post-crop. There were two experiments; the first one was to produce fertilizers from sawdust after mushroom cultivation, and the second was to evaluate them on the growth of the sunset hygro tree and the survival of neon fish. The results showed that the compost pile consisting of 60% sawdust mushroom post-crop and 40% chicken manure gave the best quality, including total organic carbon (9.63%), total nitrogen (0.66%), P_2O_5 (1.06%), and K_2O (752 mg/kg). When mixing the composted product with 3 types of additives and 3 different mixing ratios, three fertilizer formulas were chosen for the later part due to their slow release into the water: fertilizer A (95% sawdust post-compost and 5% kaoline powder), B (90% sawdust post-compost and 10% kaoline), and C (85% sawdust post-compost and 15% kaoline). These fertilizer formulas were assessed in culture tanks with aquatic plants and neon fish. The results showed that the fertilizer formula C met water quality standards for plants and fish, which were pH (6.5 - 8.0), NH_4^+/NH_3 (< 1 mg/L), NO_2 (< 1 mg/L), optimal range for growth of sunset trees, and survival of neon fish.

Cited as: Dang, T. N. M., Nguyen, L. T. K., Le, N. T. H., Vo, N. V., & Le, X. T. (2026). Evaluating the technical process of manufacturing aquarium plant fertilizer from sawdust after mushroom cultivation. *The Journal of Agriculture and Development* 25(1), 55-68.

Nghiên cứu xây dựng quy trình kỹ thuật sản xuất phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cửa sau trồng nấm

Đặng Ngọc Minh Thư, Nguyễn Thị Kim Liên*, Lê Thị Hồng Ngọc, Võ Văn Nhân & Lê Thị Xuân
Trung Tâm Ươm Tạo Doanh Nghiệp Nông Nghiệp Công Nghệ Cao, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 31/12/2024

Ngày chỉnh sửa: 26/03/2025

Ngày chấp nhận: 03/04/2025

Từ khóa

Cây thủy sinh

Mùn cửa sau trồng nấm

Sản xuất phân nền

*Tác giả liên hệ

Nguyễn Thị Kim Liên

Email:

lienkimnguyen85@gmail.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xây dựng quy trình sản xuất phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cửa sau trồng nấm. Nghiên cứu gồm hai thí nghiệm chính: Sản xuất phân nền từ mùn cửa sau trồng nấm (TN1) và đánh giá ảnh hưởng của phân nền thu được đến sinh trưởng và phát triển của cây thanh hồng điệp và cá neon (TN2). Kết quả nghiên cứu ở TN1 cho thấy công thức ủ bao gồm 60% mùn cửa sau trồng nấm và 40% phân gà cho các chỉ tiêu đạt chất lượng tốt nhất gồm carbon hữu cơ tổng 9,63%, Nitơ tổng số 0,66%, P₂O₅ hữu hiệu 1,06% và K₂O hữu hiệu 752 mg/kg. Sản phẩm ủ thu được thử nghiệm phối trộn với 3 loại phụ gia và 3 tỷ lệ phối trộn khác nhau, kết quả chọn được 3 công thức gồm: phân nền A (95% mùn cửa sau ủ và 5% bột Kaolin), B (90% mùn cửa sau ủ và 10% bột Kaolin) và C (85% mùn cửa sau ủ và 15% bột Kaolin) đạt chỉ tiêu về chất lượng nước, có độ phân rã chậm để làm nguyên liệu cho TN2 thực nghiệm trồng cây và nuôi cá. Sau thí nghiệm, phân nền C được đánh giá đạt tiêu chí về chất lượng nước trồng cây thủy sinh và nuôi cá (như pH, NH₄⁺/NH₃ và NO₂), phù hợp cho sự sinh trưởng của cây thanh hồng điệp và tỷ lệ sống của cá neon.

1. Đặt Vấn Đề

Cây thủy sinh hay thực vật thủy sinh có thể dùng để trang trí nhà cửa, tạo cảnh quan đẹp và không gian trong lành. Bên cạnh đó, giá trị kinh tế của các hồ thủy sinh ngày càng cao, việc lựa chọn phân nền phù hợp đã và đang là vấn đề thiết yếu. Trên thị trường, nhiều loại phân nền trồng cây thủy sinh khác nhau có thể được mua như phân nền ADA Amazonia (Nhật Bản),

Gex đỏ và Gex Xanh (Nhật Bản), S.Mê Kông (Việt Nam), không ít loại phân nền tự trộn cũng được dùng để trồng cây thủy sinh. Tuy nhiên, giá thành phân nền bán ngoài thị trường khá cao (như Gex Xanh mức 80.000 VND/kg; ADA Amazonia mức 120.000/kg...), phân nền tự phối trộn (chủ yếu có nguồn gốc trong nước) mang một số vấn đề như độ bền phân kém, nhiều công thức phối trộn khác nhau không thể đảm bảo được chất lượng nước trong bể, ảnh

hưởng đến màu sắc và tăng trưởng của cây thủy sinh cũng như tỷ lệ sống của cá khi được nuôi kết hợp trong bể.

Nhằm giảm thiểu giá thành phân nền, phù hợp với thu nhập và thị hiếu trồng cây thủy sinh của người dân, việc chọn được nguyên liệu đầu vào có giá thành thấp luôn được xem xét. Tận dụng mùn cưa sau trồng nấm nhằm thay thế các nguồn nguyên liệu phối trộn làm phân nền thủy sinh là một hướng nghiên cứu mới, góp phần làm giảm chi phí phân nền, bên cạnh đó góp phần giải quyết được phụ phẩm của ngành trồng nấm ngày càng nhiều tại nước ta. Quá trình sản xuất 1 tấn nấm thành phẩm tạo ra 1 tấn bã thải trồng nấm, trong khi chỉ một phần được xử lý thành phân hữu cơ hay làm thức ăn nuôi trùn quế, phần còn lại chủ yếu bị thải bỏ và trở thành nguồn gây ô nhiễm môi trường, lãng phí nguồn nguyên liệu hữu cơ. Tại Việt Nam, chưa có nghiên cứu nào về phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cưa sau trồng nấm cũng như chưa có đánh giá cụ thể nào về ảnh hưởng của phân nền đến sinh trưởng của cá và thực vật thủy sinh. Căn cứ vào những vấn đề trên, đề tài “Nghiên cứu xây dựng quy trình kỹ thuật sản xuất phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cưa sau trồng nấm” đã được triển khai tại Trung tâm Ươm tạo Doanh nghiệp Nông nghiệp Công nghệ cao (TTUT).

2. Vật Liệu và Phương Pháp

2.1. Thí nghiệm 1: Sản xuất phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cưa sau trồng nấm

- **Thí nghiệm 1.1:** Ảnh hưởng công thức phối trộn đến khả năng phân giải mùn cưa sau trồng nấm

+ **Vật liệu:** Mùn cưa sau trồng nấm được sử dụng chủ yếu từ bã nấm sò và nấm linh chi; Phân bò (N 0,29%; K₂O 0,85% và P₂O₅ 0,17%) và phân gà (N 1,63%; K₂O 1% và P₂O₅ 0,54%) được lấy tại các trang trại chăn nuôi trên địa bàn huyện Củ Chi; than bùn; chế phẩm EM2 (*Azotobacter* > 10⁹ CFU/g, *Bacillus subtilis* > 10⁹ CFU/g, *Sacharomyces* > 10⁹ CFU/g, *Streptomyces* > 10⁹ CFU/g), chế phẩm ABI-*Trichoderma* (*Trichoderma hazianum*, *T. viride*, *T. parceramosum*: 2 x 10⁹ CFU/g) do TTUT sản xuất.

+ **Phương pháp:** Mùn cưa sau trồng nấm được thu gom và xử lý trước khi ủ để điều chỉnh độ ẩm, pH và kích thích nguyên liệu cho phù hợp với quá trình ủ phân hữu cơ: sử dụng hệ thống phun mưa xả nước đều trên đồng mùn cưa liên tục trong vòng 5 - 7 ngày để xử lý các thành phần tồn dư sau trồng nấm. Điều chỉnh pH bằng vôi bột với nồng độ 0,3% pha trong nước trước khi phối trộn. Sau đó, thí nghiệm được bố trí với 4 công thức phối trộn (CT) với 3 lần lặp lại, thể tích mỗi đồng ủ là 2 m³ (cao 1 m; rộng 1 m và dài 2 m).

+ CT1 gồm: 60% mùn cưa sau trồng nấm, 20% than bùn và 20% phân gà.

+ CT2 gồm: 60% mùn cưa sau trồng nấm, 20% than bùn và 20% phân bò (Dao & ctv., 2015).

+ CT3 gồm: 60% mùn cưa sau trồng nấm và 40% phân gà (Nguyen & ctv., 2015).

+ CT4 gồm: 60% mùn cưa sau trồng nấm và 40% phân bò

Thêm ri đường với tỷ lệ 0,5%. 500 mL chế phẩm EM2 và 500 g chế phẩm *Trichoderma*

(chứa các tổ hợp vi sinh vật, được bổ sung vào nhằm đẩy nhanh quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ trong đồng ủ, nâng cao chất lượng của sản phẩm phân bón hữu cơ tạo thành sau quá trình ủ). Bổ sung acid humic với tỷ lệ acid và phân nền là 3:7 (mục đích nhằm giảm thời gian ủ, tăng chất lượng phân nền và khả năng chống chịu của cây với điều kiện bất thuận). Phối trộn hỗn hợp trên vào nước, khuấy đều sau đó dùng thiết bị tưới đều lên nguyên liệu ủ sao cho vi sinh vật (VSV) bổ sung phân bố đều trong khối ủ. Độ ẩm của khối ủ đạt 40 - 50%. Nghiền nguyên liệu đến kích thước 3 - 4 mm.

Tiến hành đảo trộn đồng ủ theo hình khối và đảm bảo độ xốp trong khối ủ. Đánh đồng ủ có chiều cao 1 m, rộng 1 m và dài 2 m (tương ứng với thể tích đồng ủ là 2 m³). Không nên

chặt đồng ủ. Che kín bề mặt đồng ủ bằng bạt tối màu để đảm bảo nhiệt độ 30 - 40°C.

Sau 10 ngày ủ, theo dõi nhiệt độ lên cao thì tiếp tục đảo trộn (tối ưu khoảng 50 - 65°C). Đảo trộn khối ủ từ trên xuống, từ dưới lên, từ trong ra ngoài và ngược lại để khối ủ đồng đều, giải phóng bớt nhiệt để VSV tiếp tục hoạt động, phân huỷ. Đánh đồng ủ trong khoảng 10 ngày sau đó đảo trộn lần 2, đảo tơi, san mỏng và để thoáng khối ủ trong 2 ngày.

Tiếp tục đánh đồng ủ, ủ chín để ổn định thành phần, chất lượng đồng ủ. Sau khoảng 1 tuần quá trình ủ hoàn thành, lúc này nhiệt độ đạt khoảng 35 - 45°C, độ ẩm 30 - 35%, pH 6 - 6,5. Tiến hành vo viên. Sau khi hoàn thiện, sản phẩm sẽ được phân tích các chỉ tiêu về chất lượng và các yếu tố hạn chế ở Bảng 1.

Bảng 1. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích chất lượng của mùn cửa sau ủ

STT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị tính	Phương pháp thử
1	Hàm lượng Carbon hữu cơ tổng (OC)	%	TCVN 9294:2012
2	Hàm lượng Nitơ tổng số	%	TCVN 8557:2010
3	Hàm lượng P ₂ O ₅ hữu hiệu	%	TCVN 8559:2010
4	Hàm lượng K ₂ O hữu hiệu	mg/kg	TCVN 8560:2018
5	Tổng số VSV cố định đạm	CFU/g	TCVN 6166:2002
6	Tổng số VSV phân giải lân	CFU/g	TCVN 6167:1996
7	Tổng số VSV phân giải cellulose	CFU/g	TCVN 6168:2002

- **Thí nghiệm 1.2:** Xác định thành phần phụ gia để tạo viên nén

+ **Vật liệu:** Công thức 3 (60% mùn cửa sau trồng nấm và 40% phân gà) ở thí nghiệm 1.1 cho kết quả tốt nhất về chỉ tiêu chất lượng nên

được chọn làm vật liệu nghiên cứu ở thí nghiệm 1.2. Bột Kaolin và Bentonite được nhập từ Công ty TNHH Khoáng Sản Xanh. Đất sét được mua từ các làng nghề gốm sứ truyền thống quanh khu vực huyện Củ Chi, TP. Hồ Chí Minh.

+ **Phương pháp:** Bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn (CDR-2) với 3 lần lặp lại và mỗi lần 50 kg, trong đó:

Yếu tố P gồm 3 loại phụ gia:

- P1: Phối trộn với bột Kaolin
- P2: Phối trộn với bột Bentonite
- P3: Phối trộn với đất sét

Yếu tố T (3 tỷ lệ phối trộn, theo thể tích)

- T1: 95% mùn cửa sau ủ và 5% phụ gia
- T2: 90% mùn cửa sau ủ và 10% phụ gia
- T3: 85% mùn cửa sau ủ và 15% phụ gia

Sản phẩm mùn cửa sau ủ ở CT3 (60% mùn cửa sau trồng nấm và 40% phân gà) được đưa đi sàng lọc nhằm loại bỏ sỏi, đá và các vật cứng, Sau đó, cho vào máy phối trộn với phụ gia theo tỷ lệ. Sau khi phối trộn phụ gia, tiếp tục đem đi phơi đến khi độ ẩm đạt 8 - 10% rồi đưa vào vo viên.

Đánh giá các chỉ tiêu của phân nền thủy sinh dạng viên nén trong phòng thí nghiệm.

- Độ phân rã của phân nền: Mỗi nghiệm thức lấy 5 viên phân cho đĩa petri có nước và đo đường kính bằng thước kẹp.

- Đánh giá các chỉ tiêu môi trường nước: pH, nhiệt độ, $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (mg/L) và NO_2 (mg/L) ở tất cả các nghiệm thức.

Chọn ra ba loại phân viên nén (phân nền A, B, C) có độ phân rã lâu nhất để làm vật liệu nghiên cứu cho nội dung 2.

2.2. Thí nghiệm 2: Đánh giá ảnh hưởng của phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cửa sau trồng nấm đến sinh trưởng và phát triển của cây thanh hồng điệp và cá neon

Vật liệu: Phân nền (PN):

+ Từ nội dung 1: Phân nền A (95% mùn cửa sau ủ và 5% bột Kaolin), phân nền B (90% mùn cửa sau ủ và 10% bột Kaolin) và phân nền C (85% mùn cửa sau ủ và 15% bột Kaolin).

+ Phân nền S. Mêkông và Akadama

+ Cây thanh hồng điệp và cá neon: Cây khỏe mạnh và có chiều cao từ 8 - 10 cm; Cá trưởng thành có chiều dài 3 - 4 cm và khỏe mạnh; Bể cá có kích thước 50 × 50 × 100 cm.

Phương pháp: Bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn một yếu tố với 6 nghiệm thức, 3 lần lặp lại và tổng số bể thí nghiệm là 18 bể. Mỗi bể gồm 100 cây thanh hồng điệp (cây x cây là 10 cm, hàng x hàng là 10 cm) và 30 con cá neon.

NT1: Đối chứng (ĐC): dùng nền sỏi, cát trơ

NT2: Dùng phân nền A

NT3: Dùng phân nền B

NT4: Dùng phân nền C

NT5: Dùng phân nền S. Mekong (Việt Nam)

NT6: Dùng phân nền Akamada (Nhật Bản)

Trải một lớp cát dày 5 cm, tiếp đến lớp phân nền dày 3 cm, trên cùng là lớp sỏi cao 3 cm (Bui, 2008). Cho nước vào ½ bể, dùng kẹp để trồng cây thanh hồng điệp với mật độ (cây x cây là 10 cm, hàng x hàng là 10 cm), thêm nước vào đến khi cách mặt bể 10 cm.

Mỗi bể bố trí một máy bơm lọc nước (công suất 27 W). Tiến hành thả cá neon sau 1 tuần, cho ăn thức ăn viên 1 lần/ngày. Hàng tuần thay 30% nước trong bể.

Chỉ tiêu theo dõi:

Độ pH, $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (mg/L) và NO_2 (mg/L) trong môi trường nước bằng bút đo và dung dịch kiểm tra. Đo vào 8 giờ sáng và 4 giờ chiều.

Theo dõi và đánh giá các chỉ tiêu sinh trưởng của cây thanh hồng điệp sau 4 tháng và mỗi lần lặp lại chọn ngẫu nhiên 10 cây để theo dõi.

+ Chiều cao cây (cm/cây): Dùng thước đo từ gốc đến vượt lá cao nhất của cây.

+ Khối lượng cây (cả thân và rễ) (g): Được cân bằng cân điện tử định lượng 0,1 g.

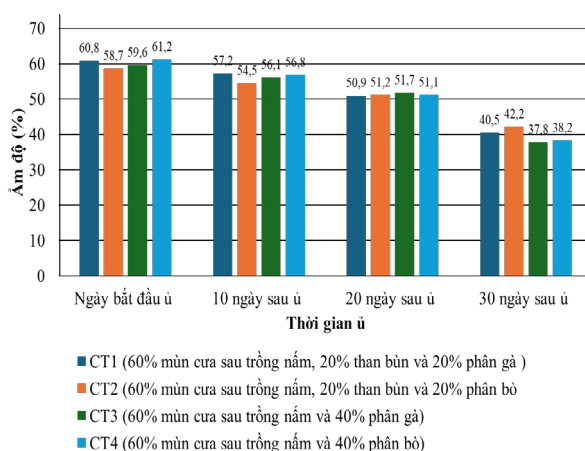
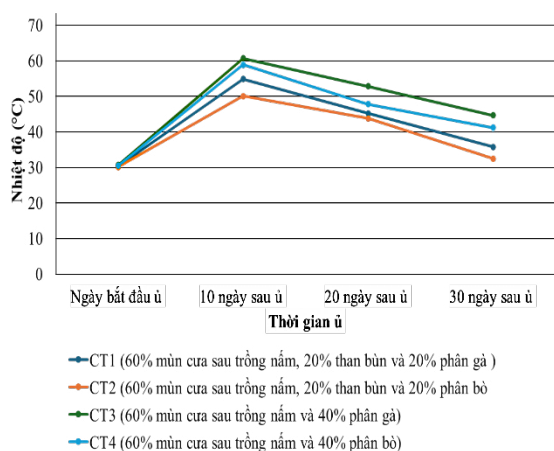
Theo dõi và đánh giá tỷ lệ sống của cá neon.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Sản xuất phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cưa sau trồng nấm

Kết quả Thí nghiệm 1.1 về ảnh hưởng công thức phối trộn đến khả năng phân giải mùn cưa sau trồng nấm

Ảnh hưởng của VSV đến nhiệt độ, độ ẩm và độ pH của đồng ủ



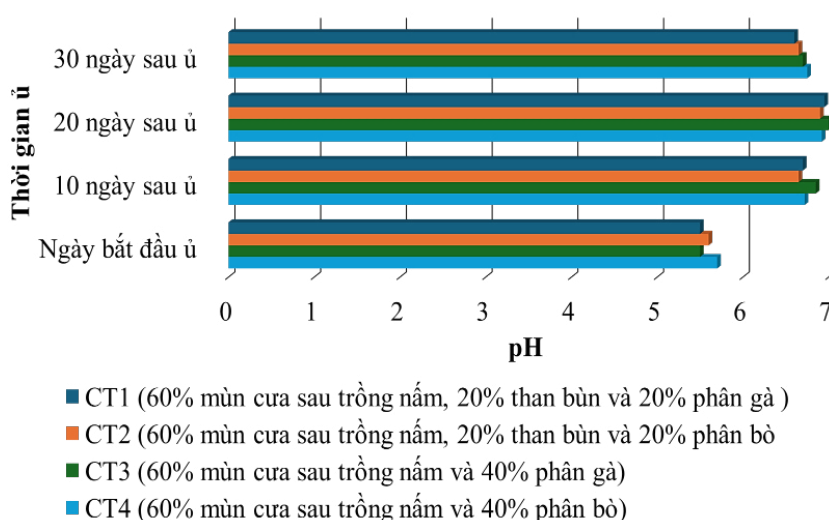
Hình 1. Biến thiên nhiệt độ, ẩm độ của các công thức ở giai đoạn khác nhau.

Kết quả trình bày ở Hình 1 cho thấy, nhiệt độ của 4 công thức lúc đầu dao động từ 30,1 - 30,7°C, sau đó tiến hành phủ kín bạt dẫn đến nhiệt độ trong các đồng ủ bắt đầu tăng nhanh, đạt cao nhất vào 10 ngày sau ủ với nhiệt độ ở CT3 (60,7°C). Sự gia tăng nhiệt độ là kết quả từ VSV và enzym ngoại bào hoạt động phân hủy các chất hữu cơ (Kuhlman, 1990). Nhiệt độ tăng

thúc đẩy các phản ứng hoá học xảy ra, kích thích sự hoạt động của VSV ưa nhiệt, đồng thời tiêu diệt VSV gây bệnh trong nguyên liệu ủ (Pham, 2012). Giai đoạn 20 ngày sau ủ, nhiệt độ ở các công thức giảm so với thời điểm 10 ngày nhờ vào quá trình đảo trộn đồng ủ giúp cung cấp khí từ môi trường xung quanh. Nếu không đủ khí, khối ủ sẽ xuất hiện các vùng kỵ khí và phát

mùi hôi (Nguyễn, 2019). Sau 30 ngày, nhiệt độ ở các công thức ngừng tăng, dao động từ 32,5 - 44,7°C, lúc này quá trình ủ hoàn thành. Ở các thời điểm 10, 20 và 30 ngày sau ủ, nhiệt độ ở CT3 (60% mùn cưa sau trồng nấm và 40% phân gà) đều đạt cao nhất và thấp nhất là CT2 (60% mùn cưa sau trồng nấm, 20% than bùn và 20% phân bò), do đó, VSV hoạt động mạnh ở công thức có phân gà. Ngoài ra, ẩm độ ban đầu của các đồng ủ dao động từ 58,7 - 61,2%, sau đó giảm dần trong quá trình ủ và đạt 37,8 - 42,2% sau 30

ngày ủ. Trong đó, CT2 có độ ẩm sau 30 ngày ủ đạt cao nhất với 42,2% và CT3 đạt thấp nhất với 37,8%. Theo Kuhlman (1990), độ ẩm thích hợp cho nguyên liệu ủ compost là từ 45 - 75% nhưng ở 50 - 60% là tối ưu nhất. Như vậy, độ ẩm phối trộn nguyên liệu ban đầu của các công thức thí nghiệm đã đạt trong khoảng tối ưu để ủ phân dẫn đến độ ẩm sau 10, 20 và 30 ngày ủ đều giảm gần như tương đương nhau, giữa các công thức thí nghiệm chênh lệch không đáng kể (không có ý nghĩa thống kê).



Hình 2. Biến thiên pH đồng ủ của các công thức ở các giai đoạn khác nhau.

Kết quả ghi nhận ở Hình 2 cho thấy, giá trị pH của các công thức lúc đầu dao động từ 5,5 - 5,7, sau đó tăng và đạt cao nhất ở giai đoạn 20 ngày sau ủ, trong đó, công thức (60% mùn cưa sau trồng nấm và 40% phân gà) có pH cao nhất (pH = 7) và thấp nhất là công thức (60% mùn

cưa sau trồng nấm, 20% than bùn và 20% phân bò) với pH = 6,9. Sau 30 ngày, pH ở các công thức đều giảm nhẹ và dao động từ 6,60 - 6,75. Huang & ctv. (2004) cho rằng, độ pH tăng do quá trình phân hủy các chất hữu cơ của vi sinh vật tạo ra NH_3 .

Kết quả phân tích các chỉ tiêu phân sau ủ

Bảng 2. Kết quả phân tích các chỉ tiêu sau ủ

Chỉ tiêu	CT1	CT2	CT3	CT4
Carbon hữu cơ tổng (OC) (%)	7,64	7,39	9,63	9,37
Nitơ tổng số (%)	0,51	0,57	0,66	0,63
P ₂ O ₅ hữu hiệu (%)	0,41	0,83	1,06	0,62
K ₂ O hữu hiệu (mg/kg)	738 < LOQ ¹ (750)	495 < LOQ ¹ (750)	752	516 < LOQ ¹ (750)
VSV phân giải lân (CFU/g)	1,7 x 10 ⁶	9,3 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁶	1,1 x 10 ⁶
VSV phân giải cellulose (CFU/g)	6,8 x 10 ⁵	1,2 x 10 ⁶	1,6 x 10 ⁶	1,4 x 10 ⁶
VSV cố định đạm (CFU/g)	1,2 x 10 ⁶	1,5 x 10 ⁶	9,3 x 10 ⁵	8,0 x 10 ⁵

¹"LOQ" Limit of Quantitation - Giới hạn định lượng.

Kết quả ghi nhận ở Bảng 2 cho thấy, giữa các công thức ủ có sự chênh lệch về hàm lượng các chỉ tiêu phân tích như: ở công thức (60% mùn của sau trồng nấm và 40% phân gà) các chỉ tiêu có lợi đều đạt cao nhất, tiếp đến là công thức (60% mùn của sau trồng nấm và 40% phân bò) và thấp nhất là công thức (60% mùn của sau trồng nấm, 20% than bùn và 20% phân bò). Kết

quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Dinh & ctv. (2021) rằng phân gà tươi chứa hàm lượng protein, hàm lượng dinh dưỡng đặc biệt là tỉ lệ N, P, K cao hơn so với các loại phân chuồng khác; và theo Vu (2019) thì thành phần dinh dưỡng trong than bùn không cao.

Kết quả thí nghiệm 1.2 về xác định thành phần phụ gia để tạo viên nén

Bảng 3. Ảnh hưởng của việc ngâm nước đến đường kính viên phân khi thử nghiệm

Thời gian theo dõi	Phụ gia (P)	Tỷ lệ phối trộn (T)			P _{avg} ¹
		T1 (95% mùn của sau ủ:5% phụ gia)	T2 (90% mùn của sau ủ:10% phụ gia)	T3 (85% mùn của sau ủ:15% phụ gia)	
Trước khi ngâm nước	P1 (Bột Kaolin)	3,26	4,06	3,92	3,74
	P2 (Bột Bentonite)	4,05	3,98	4,03	4,02
	P3 (Đất sét)	3,64	3,6	3,96	3,73
	T _{avg}	3,65	3,88	3,97	
CV (%) = 7,98; P _{PT} > 0,05; P _p > 0,05; P _T > 0,05					
Sau khi ngâm nước 5 phút	P1 (Bột Kaolin)	3,98 ^c	4,69 ^c	4,46 ^c	4,38 ^b
	P2 (Bột Bentonite)	7,29 ^{ab}	7,03 ^a	7,11 ^{ab}	7,05 ^a
	P3 (Đất sét)	6,71 ^b	6,62 ^{ab}	6,51 ^{ab}	6,64 ^a
	T _{avg}	5,61 ^b	6,3 ^a	6,14 ^{ab}	
CV (%) = 7,21; P _{PT} < 0,01; P _p < 0,01; P _T < 0,01					

¹"avg" trung bình. Trong cùng một cột, các số liệu theo sau bởi các chữ cái khác nhau thể hiện mức sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất 99%.

Kết quả ghi nhận ở Bảng 3 cho thấy, viên phân sử dụng khi được bố trí thí nghiệm ngâm nước có đường kính trung bình dao động từ 3,26 - 4,06 mm. Sau khi cho các viên phân vào đĩa petri và đổ nước ngập, sau 5 phút theo dõi: đường kính viên phân sử dụng phụ gia bột Bentonite đạt cao nhất (7,05 mm), khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với đường kính viên phân sử dụng đất sét (6,64 mm) nhưng lại khác rõ về ý nghĩa thống kê ở mức 99% với đường kính viên phân sử dụng bột Kaolin (4,38 mm). Xét về tỷ lệ phối trộn, đường kính viên phân tăng sau 5 phút ngâm nước; viên phân có tỷ lệ phối trộn (90% mùn của sau ủ và 10% phụ gia) có đường kính đạt lớn nhất (6,3 mm) và thấp nhất là ở tỷ lệ phối trộn (95% mùn của sau ủ và 5% phụ gia) với 5,61 mm, dẫn đến tương

quan giữa các nghiệm thức khác nhau rõ rệt, tương đương với nghiên cứu của Dinh & ctv. (2021). Trong đó, nghiệm thức sử dụng bột Bentonite với các tỷ lệ phối trộn khác nhau cho đường kính viên phân cao nhất (dao động từ 7,03 - 7,29 mm), không khác nhau với nghiệm thức sử dụng đất sét nhưng lại khác biệt rõ, mang ý nghĩa thống kê với nghiệm thức phối trộn mùn của sau ủ với các tỷ lệ bột Kaolin cho đường kính thấp nhất (3,98 - 4,69 mm). Điều này chứng tỏ, các công thức viên phân sử dụng mùn của sau trồng nấm với các tỷ lệ phối trộn bột Kaolin có độ giãn nở và phân rã chậm hơn so với bột Bentonite và đất sét, dẫn đến đường kính sau khi ngâm nước 5 phút tăng lên không đáng kể so với trước khi ngâm nước.

Bảng 4. Ảnh hưởng của viên phân các công thức thí nghiệm đến pH, nhiệt độ, $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (mg/L) và NO_2 (mg/L) trong nước

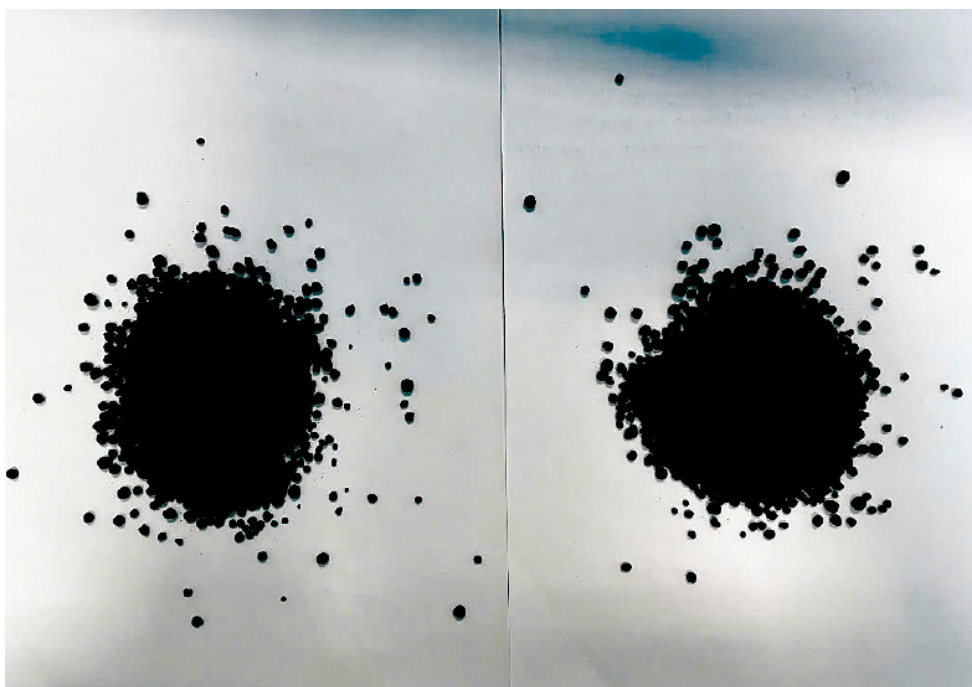
Chỉ tiêu theo dõi	Phụ gia (P)	Tỷ lệ phối trộn (T)			P_{avg}^1
		T1 (95% mùn của sau ủ : 5% phụ gia)	T2 (90% mùn của sau ủ : 10% phụ gia)	T3 (85% mùn của sau ủ : 15% phụ gia)	
pH	P1 (Bột Kaolin)	7,86 ^b	7,83 ^b	7,81 ^b	7,83 ^b
	P2 (Bột Bentonite)	8,35 ^a	8,39 ^a	8,4 ^a	8,37 ^a
	P3 (Đất sét)	7,9 ^b	7,88 ^b	7,96 ^b	7,91 ^b
	Tavg	8,03	8,03	8,05	
	CV (%) = 0,78; $P_{\text{PT}} > 0,05$; $P_{\text{p}} < 0,01$; $P_{\text{T}} > 0,05$				
Nhiệt độ (°C)	P1 (Bột Kaolin)	25,9	25,73	25,87	25,83
	P2 (Bột Bentonite)	25,87	25,9	25,93	25,9
	P3 (Đất sét)	25,77	25,93	25,83	25,84
	Tavg	25,84	25,85	25,87	
	CV (%) = 0,99; $P_{\text{PT}} > 0,05$; $P_{\text{p}} > 0,05$; $P_{\text{T}} > 0,05$				
$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (mg/L)	P1 (Bột Kaolin)	2	2	2	
	P2 (Bột Bentonite)	5	5	5	
	P3 (Đất sét)	5	5	5	
NO_2 (mg/L)	P1 (Bột Kaolin)	1	1	1	
	P2 (Bột Bentonite)	5	5	5	
	P3 (Đất sét)	5	5	5	

¹"avg" trung bình. Trong cùng một cột, các số liệu theo sau bởi các chữ cái khác nhau thể hiện mức sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất 99%.

Thông số chất lượng nước trong quá trình thí nghiệm được ghi nhận tại Bảng 4. Nhiệt độ giữa các yếu tố phụ gia, yếu tố tỷ lệ phối trộn và tương quan giữa chúng đều không có sự khác biệt về mặt ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 99% (giữa các nghiệm thức dao động từ 25,73 - 25,93°C). Điều này chứng tỏ nhiệt độ của nước phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ của môi trường xung quanh.

Các nghiệm thức phối trộn mùn của sau ủ với các tỷ lệ bột Kaolin khác nhau có nồng độ $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (2 mg/L) và NO_2 trong nước (1 mg/L) thấp hơn so với các nghiệm thức còn lại, cho thấy sự nở và phân rã của viên phân nhanh hay chậm cũng ảnh hưởng đến $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ và

NO_2 trong nước cao hay thấp. Ở các viên phân phối trộn mùn của sau ủ với các tỷ lệ bột Kaolin khác nhau có độ phân rã chậm hơn, dẫn đến $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ và NO_2 trong nước thấp, nước trong; các viên phân phối trộn mùn của sau ủ với các tỷ lệ bột Bentonite và đất sét khác nhau có độ phân rã nhanh hơn, $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ và NO_2 trong nước cao, nước đục hơn. Từ các kết quả đánh giá về tốc độ nở, pH, nhiệt độ, $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ và NO_2 trong nước của các viên phân, ba loại phân nền được chọn gồm: Phân nền A (95% mùn của sau ủ và 5% bột Kaolin), phân nền B (90% mùn của sau ủ và 10% bột Kaolin) và phân nền C (85% mùn của sau ủ và 15% bột Kaolin) (Hình 3) làm nguyên liệu cho TN2 với kết quả được trình bày bên dưới.



Hình 3. Phân nền C được sử dụng làm nguyên liệu cho nội dung 2.

3.2. Đánh giá ảnh hưởng của phân nền trồng cây thủy sinh từ mùn cửa sau trồng nấm đến sinh trưởng và phát triển của cây thanh hồng điệp và cá neon (TN2)

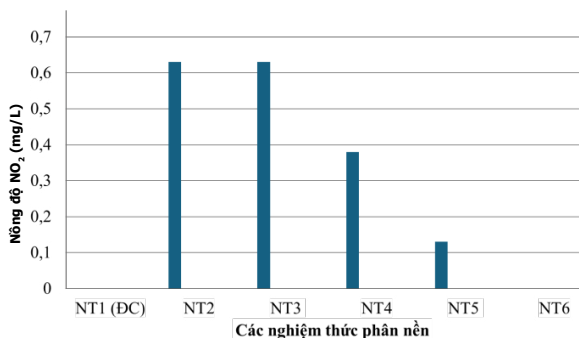
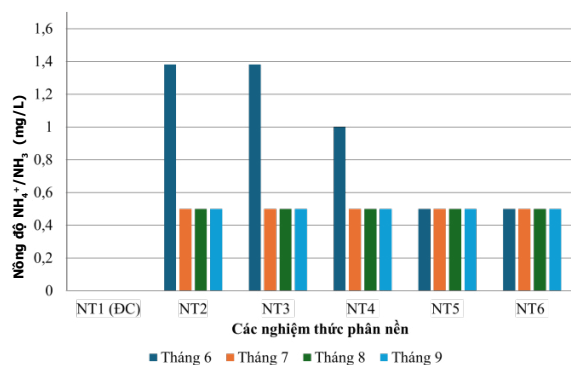
Chỉ tiêu môi trường nước của công thức phân nền ở các thời điểm khác nhau

Bảng 5. Biến động pH nước của các công thức phân nền

Nghiệm thức	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9
NT1 (ĐC)	6,13 ^c	6,13 ^d	6,56 ^e	6,6 ^e
NT2 (Phân nền A)	8,06 ^a	7,83 ^a	7,66 ^a	7,5 ^{ab}
NT3 (Phân nền B)	8,1 ^a	7,77 ^a	7,46 ^{ab}	7,56 ^a
NT4 (Phân nền C)	7,95 ^a	7,46 ^b	7,33 ^{bc}	7,2 ^{bc}
NT5 (Phân nền S.Mêkông)	7,3 ^b	7,03 ^c	7,16 ^c	7 ^{cd}
NT6 (Phân nền Akadama)	6,98 ^b	6,86 ^c	6,83 ^d	6,83 ^{de}
CV (%)	2,7	1,8	1,97	2,54
<i>P</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Kết quả trình bày ở Bảng 5 cho thấy, pH trong bể có sử dụng phân nền lúc đầu cao hơn so với ĐC nhưng sau một khoảng thời gian, cùng với sự phân hủy phân nền và tác động của thay nước nên pH của các bể đều có xu hướng giảm và ổn định dần. Phân nền Akadama có độ bền và tốc độ nhả phân chậm nên pH ổn định nhất, pH trong 4 tháng dao động từ 6,8 - 6,98, tiếp đến là phân nền S. Mêkông và phân nền C.

Phân nền A và B đạt pH cao nhất vào tháng đầu tiên, sau đó giảm và ổn định, điều này do thời điểm hai tuần đầu tiên phân nở và rã nhanh khiến pH cao, sau đó nhờ việc thay nước và hấp thụ phân của cây thanh hồng điệp làm cho pH giảm và ổn định dần. Riêng đối với bể đối chứng không có phân nền, pH nước ổn định qua các tháng và dao động từ 6,09 - 6,6.



Hình 4. Biến động NH₄⁺/NH₃ và NO₂ của các công thức phân nền ở các thời điểm khác nhau.

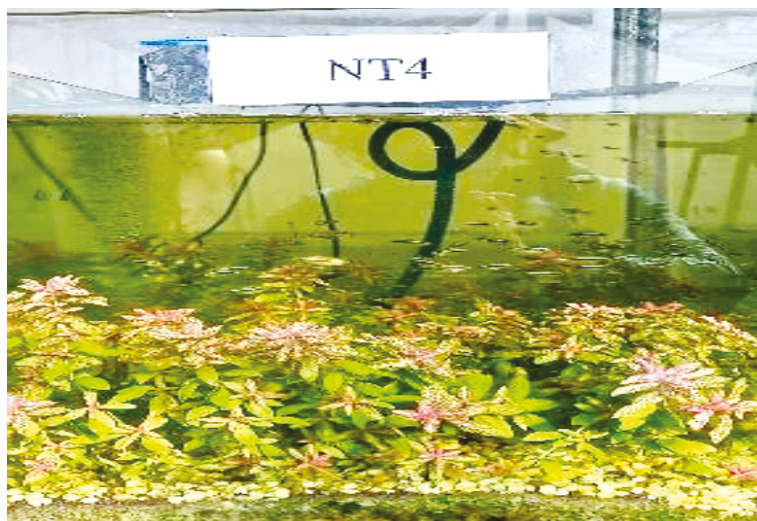
Nồng độ $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ và NO_2 (mg/L) trong bể chứa phân nền A và B lúc đầu có mức cao hơn so với các công thức còn lại do sự phân rã nhanh của phân nền vào trong nước (Hình 4), nhưng

về sau do cây hấp thụ bớt chất dinh dưỡng làm giảm $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ và NO_2 .

Ảnh hưởng của phân nền đến chiều cao và khối lượng của cây thanh hồng điệp

Bảng 6. Chiều cao và khối lượng trung bình cây thanh hồng điệp sau 4 tháng trồng

Nghiệm thức	Chiều cao cây (cm/cây)	Khối lượng cây (g/cây)
NT1 (ĐC)	13,7 ^d	1,27 ^d
NT2 (Phân nền A)	29,4 ^a	3,08 ^a
NT3 (Phân nền B)	28,7 ^{ab}	2,9 ^a
NT4 (Phân nền C)	27,8 ^b	2,61 ^b
NT5 (Phân nền S.Mêkông)	24,8 ^c	1,92 ^c
NT6 (Phân nền Akadama)	25 ^c	1,68 ^c
CV (%)	2,4	4,91
<i>P</i>	< 0,01	< 0,01



Hình 5. Cây thanh hồng điệp sau 4 tháng nuôi.

Kết quả ghi nhận ở Bảng 6 cho thấy, chiều cao và khối lượng trung bình của cây ở các nghiệm thức phân nền khác nhau khác biệt có

ý nghĩa thống kê ($P < 0,01$). Chiều cao và khối lượng cây ở phân nền A đạt cao nhất (29,4 cm và 3,08 g) khác biệt không có ý nghĩa thống kê

so với B nhưng lại khác nhau rõ với các nghiệm thức còn lại. Chiều cao và khối lượng cây trung bình ở công thức đối chứng đạt thấp nhất (13,7 cm và 1,27 g). Do đó, tốc độ phân rã dinh dưỡng ở ba nghiệm thức phân nền A, B, C nhanh hơn so với hai nghiệm thức phân nền S. Mêkông và Akadama trên thị trường. Màu sắc lá ở cả ba

công thức A, B, C có nhiều màu hồng tập trung ở phần ngọn hơn, màu đẹp và tươi hơn ở các công thức còn lại (Hình 5). Như vậy, phân nền quyết định đến sự sinh trưởng của cây một cách rõ rệt và độ phân rã dinh dưỡng của phân nền càng nhanh thì sự sinh trưởng của cây thủy sinh càng cao.

Ảnh hưởng của phân nền đến tỷ lệ sống cá neon

Bảng 7. Tỷ lệ sống của cá neon sau 4 tháng nuôi

Nghiệm thức	Tỷ lệ sống (%)
NT1 (ĐC)	100 ^b
NT2 (Phân nền A)	87,4 ^a
NT3 (Phân nền B)	90,7 ^a
NT4 (Phân nền C)	98,9 ^b
NT5 (Phân nền S. Mêkông)	100 ^b
NT6 (Phân nền Akadama)	100 ^b
CV (%)	5,82

Trong cùng một cột, các số liệu theo sau bởi các chữ cái khác nhau thể hiện mức sai khác có ý nghĩa ở mức xác suất 99%.

Kết quả trình bày ở Bảng 7 cho thấy, tỷ lệ sống của cá neon khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức. Khi so sánh tỷ lệ sống của cá neon sau 4 tháng giữa các NTĐC và NT4, NT5, NT6 thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Điều này cho thấy, tuy chiều cao và khối lượng của cây thanh hồng điệp không đạt cao nhất khi sử dụng phân nền C, công thức phân nền này được xem là phù hợp nhất trong nghiên cứu này cho trồng cây và nuôi cá neon bởi khi so với tỷ lệ sống của cá, sự tăng trưởng vượt mức của cây không đặc biệt quan trọng trong bể thủy sinh (tồn công xử lý hoặc tĩa bớt). So với phân nền trên thị trường (S. Mekong và Akadama), phân nền C đáp ứng đủ tiêu chí về giá thành, tận dụng mùn cửa sau trồng nấm nhằm hạn chế thải ra môi trường.

4. Kết Luận

Công thức ủ gồm 60% mùn cửa sau trồng nấm và 40% phân gà cho các chỉ tiêu chất lượng đạt tốt nhất gồm hàm lượng carbon hữu cơ tổng 9,63%, Nitơ tổng số 0,66%, P₂O₅ 1,06%, K₂O hữu hiệu 752 mg/kg, tổng số vi sinh vật phân giải lân ($1,9 \times 10^6$) CFU/g, tổng số VSV phân giải cellulose ($1,6 \times 10^6$) CFU/g, tổng số vi sinh vật cố định đạm ($9,3 \times 10^5$) CFU/g.

Chọn được phân nền có tỷ lệ phối trộn gồm 85% mùn cửa sau ủ và 15% bột Kaolin đạt các chỉ tiêu về chất lượng nước trồng cây thủy sinh và nuôi cá với pH (6,5 - 8,0), nhiệt độ (25 - 30°C), NH₄⁺/NH₃ (< 1 mg/L), NO₂ (< 1 mg/L) phù hợp cho sự sinh trưởng của cây thanh hồng điệp và tỷ lệ sống cá neon.

Lời Cam Đoan

Chúng tôi cam đoan bài báo do nhóm tác giả thực hiện và chưa được công bố trong bất kỳ nghiên cứu nào khác.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

- Bui, T. N. (2008). *The survey, classification and identification of some valuable domestic and exotic aquatic plants in Ho Chi Minh City* (Unpublished bachelor's thesis). Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- Dao, V. T., Luong, H. T., & Vu, T. N. (2015). Treatment process of mushroom culture wastes for uses as organic microbial fertilizer. Retrieved November 12, 2024, from <http://www.iae.vn/NewDetails/quy-trinh-xu-ly-phe-thai-trongnam-lam-phan-bon-huu-co-vi-sinh-vat-79-32>.
- Dinh, H. D., Do, T. T., Nguyen, T. D., Nguyen X. H., & Phan, Q. H. (2021). Production of microbial organic fertilizer pellets from chicken manure. *Vietnam Journal of Agriculture and Rural Development* 1(10), 50-56.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.03.011>.
- Kuhlman, L. R. (1990). Windrow composting of agricultural and municipal waste. *Resources, Conservation and Recycling* 4(1-2), 151-160. [https://doi.org/10.1016/0921-3449\(90\)90039-7](https://doi.org/10.1016/0921-3449(90)90039-7).
- Nguyen, T. C. (2019). *Production of compost from household organic waste* (Unpublished master's thesis). Hai Phong University, Hai Phong city, Vietnam.
- Nguyen, V. T., Nguyen, T. L. A., Nguyen, T. M., Nguyen, T. H., & Do, N. H. (2015). Use of microbial formulations to produce bio-organic fertilizer from mushroom culture residues and chicken manure. *Journal of Science and Development* 13(8), 1415-1423.
- Pham, B. H. (2012). *Research on using microorganisms to rapid treatment of livestock solid wastes* (Unpublished doctoral dissertation). University of Science, Vietnam National University, Ha Noi, Vietnam.
- Vu, H. (2019). *"Gold mine" for developing environmentally friendly organic agriculture*. Retrieved November 12, 2024, from <https://baovemoitruong.org.vn/than-bun-mo-vang-phat-trien-nong-nghiep-huu-co-than-thien-moi-truong/>.