



DOI:10.22144/ctujos.2026.123

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ SỬ DỤNG MỘT SỐ LOẠI PHÂN BÓN HỮU CƠ TRONG CANH TÁC CÂY ÍCH MẪU (*Leonurus japonicus* Houtt.)

Trần Văn Thịnh, Ca Hồng Đoàn, Dương Bảo Khang, Phạm Quốc Việt và Nguyễn Thị Thúy Liễu*

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

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

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 01/08/2025

Sửa bài (Revised): 27/08/2025

Duyệt đăng (Accepted): 09/04/2026

Title: Evaluation of the effectiveness of some organic fertilizers in the cultivation of *Leonurus japonicus* Houtt

Author(s): Tran Van Thinh, Ca Hong Doan, Duong Bao Khang, Pham Quoc Viet and Nguyen Thi Thuy Lieu*

Affiliation(s): Faculty of Agronomy, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Viet Nam

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của phân hữu cơ vi sinh (HCVS) và phân trùn quế trong canh tác cây ích mẫu, hướng đến giảm thiểu sử dụng phân bón hóa học và phát triển nông nghiệp bền vững. Kết quả cho thấy việc bón 3 tấn/ha phân hữu cơ vi sinh QCL007 hoặc việc sử dụng 2 tấn phân trùn quế để thay thế 20% lượng đạm vô cơ giúp tăng năng suất và hàm lượng alkaloid của cây ích mẫu. Tuy nhiên, việc thay thế hoàn toàn phân bón vô cơ bằng phân trùn quế làm giảm 22,2% năng suất. Các công thức bón phân hữu cơ cũng góp phần cải thiện pH, hàm lượng chất hữu cơ và dinh dưỡng đất sau thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu khẳng định phân hữu cơ có tiềm năng lớn trong việc thay thế một phần phân bón hóa học, giúp nâng cao năng suất, chất lượng dược liệu và sức khỏe đất, mở ra hướng đi hiệu quả cho canh tác cây ích mẫu theo định hướng xanh, bền vững.

Từ khóa: Alkaloid, cây ích mẫu, năng suất, phân hữu cơ, phân vô cơ

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effectiveness of microbial organic fertilizer (MOF) and vermicompost in the cultivation of the *Leonurus japonicus* Houtt., to reduce the reliance on chemical fertilizers and promote sustainable agriculture. The results demonstrated that the application of 3 tons/ha of QCL007 MOF, or the use of 2 tons/ha of vermicompost to replace 20% of inorganic nitrogen, enhanced both the yield and alkaloid content of the *Leonurus japonicus* Houtt. plants. However, the complete substitution of inorganic fertilizer with vermicompost led to a 22.2% reduction in yield. The organic fertilizer treatments also contributed to an improvement in soil pH, organic matter and nutrient content after the experiment. These findings confirmed that organic fertilizers hold significant potential for partially replacing chemical fertilizers, thereby improving yield, the quality of the medicinal material, and overall soil health. This opens up an effective pathway for the green and sustainable cultivation of *Leonurus japonicus* Houtt.

Keywords: Alkaloid, inorganic fertilizer, *Leonurus japonicus* Houtt., organic fertilizer, yield

1. GIỚI THIỆU

Ich mẫu có tên khoa học là *Leonurus japonicus* Houtt., là loại dược liệu thân thảo có nguồn gốc từ các quốc gia châu Á; chứa một số nhóm các hợp chất như alkaloid, flavonoid, glycosides và tinh dầu được biết đến với nhiều công dụng trong việc điều trị các bệnh liên quan đến các vấn đề phụ khoa, mất kinh, đau bụng kinh và lở loét. Ngoài ra, ich mẫu cũng giúp chống ung thư, giảm đau, kháng viêm và kháng khuẩn (Shang et al., 2014). Wang et al. (2023) đã khẳng định rằng ánh sáng là một trong những yếu tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến khả năng tích lũy dược chất của ich mẫu, đặc biệt là alkaloid. Hàm lượng alkaloid của cây dược liệu được tích lũy nhiều trong điều kiện có cường độ ánh sáng lớn (Zhang et al., 2021). Do đó, khu vực Đông Nam Bộ của Việt Nam có tiềm năng trở thành khu vực canh tác cho các loại cây dược liệu có chứa nhóm alkaloid nói chung và cây ich mẫu nói riêng.

Trong canh tác cây trồng, phân bón và cách bón phân được xem là những biện pháp kỹ thuật quyết định rất lớn đến năng suất và chất lượng của sản phẩm canh tác nông nghiệp. Phân bón vô cơ có thể làm tăng năng suất và hàm lượng dinh dưỡng của đất nhanh chóng; nhưng việc sử dụng phân bón vô cơ lâu dài là nguyên nhân làm suy giảm hàm lượng hữu cơ, pH, vi sinh vật đất và gây ra ô nhiễm môi trường (Pahalvi et al., 2021). Để hạn chế những nhược điểm của phân bón vô cơ, việc bón phân chuồng đã và đang phổ biến trong sản xuất cây trồng. Tuy nhiên, phân chuồng lại mang một số nhược điểm nhất định như gây ô nhiễm môi trường nếu sử dụng không hợp lý, làm giảm chất lượng nước tưới, lượng phân bón cho cây trồng lớn và gây tốn kém chi phí đầu tư, vận chuyển (Sadeghpour & Afshar, 2024). Trong khi đó, một số loại phân hữu cơ khác như phân hữu cơ vi sinh và phân trùn quế lại cho thấy nhiều ưu điểm hơn so với phân chuồng. Phân hữu cơ vi sinh (HCVS) có thể cải thiện được độ phì nhiêu của đất thông qua việc làm tăng hàm lượng chất hữu cơ và hàm lượng chất mùn, đồng thời phân hữu cơ vi sinh cũng giúp tối ưu hóa hệ vi sinh vật đất (Zhu et al., 2021). Trong khi đó, phân trùn quế giúp cây trồng phát triển tốt, rút ngắn thời gian sinh trưởng từ 15 đến 20 ngày, tăng hàm lượng dinh dưỡng, pH, cải thiện cấu trúc đất và làm giảm chi phí đầu tư (Kayabasi & Yilmaz, 2021).

Bên cạnh đó, việc sử dụng các loại phân bón hữu cơ cũng được chứng minh có thể cải thiện được các đặc điểm về sinh trưởng, sinh lý, năng suất và dược chất của nhiều loại cây dược liệu (Raei & Alami-Milani, 2014). Hơn nữa, phân hữu cơ có chứa vi sinh

và phân trùn quế cũng góp phần tăng cường chuyên hóa và tích lũy các hợp chất thuộc nhóm alkaloid (Rai et al., 2017; Cimen et al., 2023). Do đó, phân hữu cơ vi sinh và phân trùn quế có thể ảnh hưởng tích cực đến năng suất và hàm lượng các hoạt chất của cây ich mẫu canh tác theo hướng bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu đã được tiến hành từ tháng 11 năm 2024 đến tháng 4 năm 2025 tại Trại thực nghiệm, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

2.2. Đặc điểm khu đất thí nghiệm

Nghiên cứu đã được thực hiện trên nền đất xám bạc màu, có sa cấu thịt pha cát (USDA, 1987), đất có phản ứng chua, hàm lượng chất hữu cơ, đạm, kali tổng số, các cation trao đổi (Ca^{2+} và Mg^{2+}) và khả năng trao đổi cation đều thấp, nhưng hàm lượng lân tổng số và dễ tiêu tương đối cao (Slavich & Petterson, 1993; Rayment & Lyons, 2011; Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2024). Vì vậy, để nâng cao năng suất và hiệu quả sử dụng đất trong sản xuất cây ich mẫu, cần áp dụng các biện pháp cải tạo đất phù hợp, trong đó bón vôi sẽ giúp điều chỉnh pH, giảm độ chua và tăng tính hữu dụng của các nguyên tố dinh dưỡng. Bên cạnh đó, bổ sung phân hữu cơ giúp cải thiện các đặc tính vật lý, hóa học và sinh học của đất trồng, thúc đẩy hoạt động của vi sinh vật đất, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của ich mẫu.

Bảng 1. Đặc điểm lý hóa khu thí nghiệm

Chỉ tiêu	Đơn vị	Hàm lượng
Cát	%	71,0
Thịt	%	17,0
Sét	%	12,0
pH (H ₂ O)	-	5,8
pH _{KCl}	-	4,7
Chất hữu cơ		1,34
Đạm ts	%	0,056
Lân ts	% P ₂ O ₅	0,124
Kali ts	% K ₂ O	0,097
Lân dt	mg/100 g	37,44
Kali dt	mg/100 g	1,59
CEC	meq/100 g	2,64
Magie	meq/100 g	0,77
Canxi	meq/100 g	0,73

2.3. Vật liệu nghiên cứu

2.3.1. Giống

Hạt giống ich mẫu được thu thập tại huyện Khoái Châu, tỉnh Hưng Yên. Hạt giống được gieo trong

khay xốp với nền giá thể là đất sạch Tribat. Cây con được trồng ra ruộng thí nghiệm khi có hơn 4 lá thật và cao trên 5 cm và được thu hoạch khi có trên 50% số cây/ô nở hoa. Thời gian xuất vườn của cây ịch mẫu trong nghiên cứu là 35 ngày sau gieo. Cây con gieo hạt đều được sử dụng trong cả hai thí nghiệm.

2.3.2. Phân bón

Thành phần dinh dưỡng của các loại phân hữu cơ trong nghiên cứu (Bảng 2) đã được phân tích tại Bộ môn Khoa học Đất và Quản lý nước, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh. Trong hai thí nghiệm, các loại phân bón, thành phần và nguồn gốc được trình bày tại Bảng 2.

Bảng 2. Các loại phân bón sử dụng trong thí nghiệm

Loại phân	Thành phần	Nguồn gốc
Phân bò ủ hoai	18% chất hữu cơ (OM), 2,1% N, 1,9% P ₂ O ₅ , 2,6% K ₂ O	Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh
HCVS Sông Gianh (SG)	15% OM, 2,0% N, 1,3% P ₂ O ₅ , 1,6% K ₂ O, 2% acid humic; Các chủng vi sinh vật hữu ích: <i>Bacillus</i> , <i>Azotobacter</i> , <i>Aspergillus</i> sp. 1x10 ⁶ CFU/g	Công ty Cổ phần Sông Gianh
HCVS Quả Cầu Lửa 007 (QCL 007)	18% OM, 1,0% N, 1,0% P ₂ O ₅ , 0,8% K ₂ O, 5% acid humic; Các chủng vi sinh vật hữu ích: <i>Azotobacter</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megatherum</i> 1x10 ⁶ CFU/g	Công ty Cổ phần Đầu tư & Xuất nhập khẩu BIO JAPAN
HCVS Quế Lâm (QL)	20% OM, 1,2% N, 1,5% P ₂ O ₅ , 1,0% K ₂ O; Vi sinh vật (VSV) cố định đạm, cố định lân, phân giải cellulose 1x10 ⁶ CFU/g	Tập đoàn Quế Lâm
Trùn quế Orgamix Plus	18,6% OM, 1,0% N, 1,15% P ₂ O ₅ , 1,23% K ₂ O, 2% acid humic	Công ty TNHH Làng Hoa Gò Vấp
Urea	46,3% N	Công ty Cổ phần Phân đạm và Hóa chất Phú Mỹ
Super lân	16,5% P ₂ O ₅	Công ty Cổ phần Supe Phốt phát và Hóa chất Lâm Thao
Kali clorua	61,0% K ₂ O	Công ty Cổ phần Phân bón Dầu khí Cà Mau

2.4. Phương pháp thí nghiệm

2.4.1. Thí nghiệm 1

Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến năng suất và chất lượng cây ịch mẫu.

Thí nghiệm đơn yếu tố được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên, bảy nghiệm thức và ba lần lặp lại. Bảy nghiệm thức tương ứng với bảy công thức phân bón gồm CT₁: 15 tấn/ha phân bò, CT₂: 2 tấn/ha phân HCVS SG, CT₃: 3 tấn/ha phân HCVS SG, CT₄: 2 tấn/ha phân HCVS QCL007; CT₅: 3 tấn/ha phân HCVS QCL007. CT₆: 2 tấn/ha phân HCVS QL. CT₇: 3 tấn/ha phân HCVS QL. Diện tích mỗi ô thí nghiệm là 10 m², khoảng cách trồng là 20 × 20 cm (250.000 cây/ha). Các loại phân được bón toàn bộ trước 10 ngày trồng.

- Các chỉ tiêu năng suất:

Khối lượng cây tươi (g): Toàn bộ khối lượng thân, lá, hoa của 10 cây chỉ tiêu được cân và sau đó tính trung bình.

Khối lượng cây khô (g): Toàn bộ khối lượng thân, lá, hoa của 10 cây chỉ tiêu đã sấy khô, sau đó tính trung bình.

Tỷ lệ khô/tươi (%): [khối lượng cây khô/khối lượng cây tươi] × 100.

Năng suất tươi thực thu (tấn/ha): Khối lượng năng suất tươi toàn ô được cân, sau đó quy về năng suất trên hecta.

Năng suất khô thực thu (tấn/ha): Khối lượng năng suất toàn ô khi phơi khô được cân, sau đó quy về năng suất trên hecta ở độ ẩm 13%.

- Các chỉ tiêu chất lượng được liệt

Hàm lượng alkaloid (mg/g): 2 g bột thân, lá ịch mẫu được ngâm với 10 mL methanol trong vòng 3 giờ. Sau đó, hỗn hợp được ly tâm ở tốc độ 15.000 vòng/phút trong 10 phút. Mẫu được pha loãng 10 lần, 1 mL dịch chiết thu được hút và cho vào ống nghiệm chứa sẵn 1 mL HCl 2N, lọc qua giấy lọc Whatman No.1 để loại bỏ cặn. Dịch lọc sau đó được

chuyển sang ống nghiệm mới, bổ sung 5 mL dung dịch Bromocresol green 0,1% và 5 mL dung dịch đệm phosphate (pH 6,6). Tiếp theo, 10 mL chloroform được thêm vào ống nghiệm và lắc mạnh để tạo pha tách lớp, sau đó để ống nghiệm nghỉ cho đến khi phân tách rõ rệt. Lớp dung dịch dưới (pha chloroform) được thu và đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 470 nm. Đường chuẩn Atropine 0 – 200 µg/mL ($y = 0,0011x + 0,0156$, $R^2 = 0,978$) được hiện tương tự với mẫu dịch chiết để tính hàm lượng alkaloid tổng số (Talluri et al., 2012).

Hàm lượng flavonoid (mg/g): 0,5 g bột thân lá ích mẫu được ngâm với 2,5 mL methanol trong 3 tiếng, mẫu được ly tâm 13.000 vòng trong 10 phút. Việc pha loãng dịch chiết được thực hiện 5 lần, cho vào ống nghiệm 1 mL dịch chiết, thêm 0,3 mL NaNO₂ 15%, lắc đều và để yên trong 5 phút ở nhiệt độ phòng. Sau 5 phút, 0,3 mL AlCl₃ 10% được thêm vào, lắc đều và để yên trong 5 phút. Tiếp theo, 4 mL NaOH 1M được thêm vào, lắc đều và đo độ hấp thụ ở bước sóng 510 nm. Đường chuẩn quercetin 20 - 100 µg/mL ($y = 0,0028x + 0,0098$, $R^2 = 0,9965$) được thực hiện tương tự với mẫu dịch chiết để tính hàm lượng flavonoid tổng số (Tambe & Bhambar, 2014).

Hàm lượng tanin (mg/g): 0,5 g bột thân lá ích mẫu được ngâm với 2,5 mL methanol trong 3 tiếng, mẫu được ly tâm 13.000 vòng trong 10 phút. Việc pha loãng dịch chiết được tiến hành 2 lần và cho 0,1 mL dịch trích vào bình định mức 10 mL, sau đó thêm 7,5 mL nước cất và 0,5 mL thuốc thử Folin - Ciocalteau, cho 1 mL dung dịch Na₂CO₃ 35% và định mức đến 10 mL bằng nước cất. Hỗn hợp được lắc đều và để cố định ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Đo độ hấp thụ của dung dịch mẫu và chất chuẩn ở bước sóng 725 nm. Đường chuẩn gallic acid 20 - 100 µg/mL ($y = 0,0012x - 0,0073$, $R^2 = 0,9927$) được thực hiện tương tự với mẫu dịch chiết để tính hàm lượng tanin tổng số (Tambe & Bhambar, 2014).

– Các chỉ tiêu chất lượng đất sau thí nghiệm

pH (KCl): Việc phân tích được thực hiện dựa trên TCVN 5979:2021 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2021).

Hàm lượng chất hữu cơ (%): Việc phân tích được thực hiện dựa trên TCVN 8941:2011 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011).

Hàm lượng đạm tổng số (%): Việc phân tích được thực hiện dựa trên TCVN 6498:1999 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 1999).

Hàm lượng lân tổng số (%P₂O₅): Việc phân tích được thực hiện dựa trên TCVN 8940:2011 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011).

Hàm lượng kali tổng số (%K₂O): Việc phân tích được thực hiện dựa trên TCVN 8660:2011 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2011).

2.4.2. Thí nghiệm 2

Khả năng thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế trong canh tác ích mẫu đã được đánh giá.

Thí nghiệm đơn yếu tố được bố trí theo kiểu khối đầy đủ ngẫu nhiên, sáu nghiệm thức và 3 lần lặp lại. Sáu nghiệm thức tương ứng với sáu công thức phân bón gồm V₁: 50 kg N + 35 kg P₂O₅ + 50 kg K₂O (ĐC), V₂: 1 tấn phân trùn quế + 80% N (40 kg N + 23,5 kg P₂O₅ + 37,7 kg K₂O), V₃: 2 tấn phân trùn quế + 60% N (30 kg N + 12,0 kg P₂O₅ + 25,4 kg K₂O), V₄: 3 tấn phân trùn quế + 40% N (20 kg N + 0,5 kg P₂O₅ + 13,1 kg K₂O), V₅: 4 tấn phân trùn quế + 20% N (10 kg N + 0,8 kg K₂O). V₆: 5 tấn phân trùn quế. Diện tích mỗi ô thí nghiệm là 15 m², khoảng cách trồng là 20 × 20 cm. Phân lân và phân trùn quế được bón lót trước 10 ngày trồng. Phân urea và kali được chia làm 2 lần bón thúc tại 2 thời điểm 15 và 30 ngày sau trồng.

– Các chỉ tiêu về năng suất, chất lượng cây ích mẫu và chất lượng đất sau thí nghiệm được theo dõi tương tự với thí nghiệm một.

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu phân tích ANOVA và trắc nghiệm phân hạng Tukey ở mức alpha = 0,05 bằng phần mềm R 4.2.2.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến năng suất và chất lượng cây ích mẫu

3.1.1. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến năng suất ích mẫu

Khối lượng tươi và khô của cây ích mẫu trong thí nghiệm một có sự phân hóa rõ nét (Bảng 3). Trong đó, 3 tấn/ha phân HCVS QCL007 được bón cho khối lượng cây tươi và khô cao nhất (48,2 và 12,2 g), khác biệt rất có ý nghĩa về mặt thống kê so với khối lượng cây khi bón 2 tấn/ha HCVS QCL007 và các loại và lượng phân HCVS khác. Điều này có thể do phân HCVS QCL007 chứa 5% acid humic có thể thúc đẩy sự phát triển của hệ thống rễ, giúp tăng cường khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng, từ đó làm tăng sinh khối của thực vật (Shahrajabian & Sun, 2022). Ngoài ra các chủng vi sinh vật *Azotobacter*,

Bacillus subtilis, *Bacillus megatherum* cũng đã được chứng minh có làm tăng sinh khối của nhiều loại thực vật thông qua các tác động tích cực đến hệ thống rễ và sự phát triển của phần thân (Saleem et al., 2023). Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Nguyen et al. (2024), việc sử dụng các loại và lượng phân HCSV khác nhau có tác động đến khối lượng cây cà gai leo (*Solanum procumbens* Lour.).

Kết quả của thí nghiệm cũng cho thấy phân HCVS được sử dụng với các lượng khác nhau cũng có tác động rõ rệt đến tỷ lệ khô/tươi của cây ích mẫu. Trong đó, 3 tấn phân HCSV được sử dụng với bất kỳ loại phân nào và 15 tấn phân bò cho tỷ lệ khô/tươi cao, khác biệt không có ý nghĩa trong thống kê so với khi dùng 2 tấn/ha HCVS QCL007, nhưng khác biệt rất có ý nghĩa trong thống kê so với khi sử dụng 2 tấn/ha phân HCVS SG và QL. Clagnan et al.

(2023) cũng chứng minh rằng việc sử dụng phân bón hữu cơ có sự hoạt động của vi sinh vật giúp tăng khả năng tích lũy chất khô, qua đó tăng hiệu quả sử dụng tương đương với một lượng lớn phân chuồng thông thường.

Về năng suất, phân HCVS QCL007 được sử dụng với lượng 3 tấn/ha cho năng suất tươi và khô lớn nhất đạt giá trị lần lượt là 12,0 và 3,0 tấn/ha. Đồng thời kết quả cũng cho thấy hầu hết sử dụng 3 tấn/ha phân HCVS cho năng suất cao hơn hoặc tương đương với khi bón nền bằng 15 tấn/ha phân bò. *Azotobacter*, *Bacillus* và *Pseudomonas* có thể giúp cố định đạm, chuyển hóa lân thành dạng dễ tiêu, giúp thực vật tăng cường khả năng hấp thụ kali, kẽm, sắt và điều hòa hoạt động của các chất điều hòa sinh trưởng thực vật do đó có thể thúc đẩy làm tăng năng suất cây trồng (de Andrade et al., 2023).

Bảng 3. Ảnh hưởng loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến năng suất cây ích mẫu

Loại phân	Lượng (tấn/ha)	Khối lượng cây (g)		Tỷ lệ khô/tươi (%)	Năng suất thực thu (tấn/ha)	
		Tươi	Khô		Tươi	Khô
Phân bò	15	37,8 ^d	8,8 ^c	23,5 ^{abc}	9,4 ^d	2,1 ^c
HCVS SG	2	26,7 ^f	5,8 ^e	21,7 ^c	6,6 ^f	1,4 ^e
	3	40,9 ^c	10,4 ^b	25,5 ^a	10,2 ^c	2,6 ^b
HCVS QCL007	2	44,2 ^b	11,2 ^b	25,3 ^{ab}	11,0 ^b	2,7 ^b
	3	48,2 ^a	12,2 ^a	25,4 ^{ab}	12,0 ^a	3,0 ^a
HCVS QL	2	32,2 ^e	7,2 ^d	22,5 ^{bc}	8,0 ^e	1,8 ^d
	3	33,0 ^e	8,0 ^{cd}	24,2 ^{abc}	8,2 ^e	1,9 ^{cd}
CV (%)		3,7	6,0	6,2	3,7	6,0
F _{tính}		85,4 ^{**}	51,6 ^{**}	3,0 [*]	84,5 ^{**}	52,3 ^{**}

Trong cùng một cột, các số có cùng ký tự đi kèm thể hiện sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê, *: sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,05$, **: sự khác biệt rất có ý nghĩa ở mức $\alpha = 0,01$.

3.1.2. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến chất lượng ích mẫu

Hình 1 cho thấy phân hữu cơ vi sinh có tác động đến hàm lượng alkaloid của cây ích mẫu. Việc bón 3 tấn/ha phân HCVS SG cho hàm lượng alkaloid cao (7,7 mg/g), khác biệt có ý nghĩa trong thống kê với hàm lượng alkaloid khi bón 2 tấn/ha HCVS QL nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với các công thức bón phân khác trong thí nghiệm. Việc bón 2 hoặc 3 tấn/ha các loại phân HCVS cho hàm lượng alkaloid cao hoặc gần bằng khi bón 15 tấn/ha phân bò. Theo Qi et al. (2024), đạm là một nguyên tố dinh dưỡng ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình tích lũy

alkaloid của thực vật. Các loại phân HCVS trong thí nghiệm đều có thành phần vi sinh vật cố định đạm như *Azotobacter* do đó có thể giúp cố định đạm từ không khí và chuyển hóa thành dạng đạm mà cây có thể hấp thụ được (Aasfar et al., 2021). Ngoài ra

acid humic có trong các loại phân HCVS cũng có khả năng kích thích con đường sinh tổng hợp shikimic, do đó làm tăng hàm lượng alkaloid (Schiavon et al., 2010).

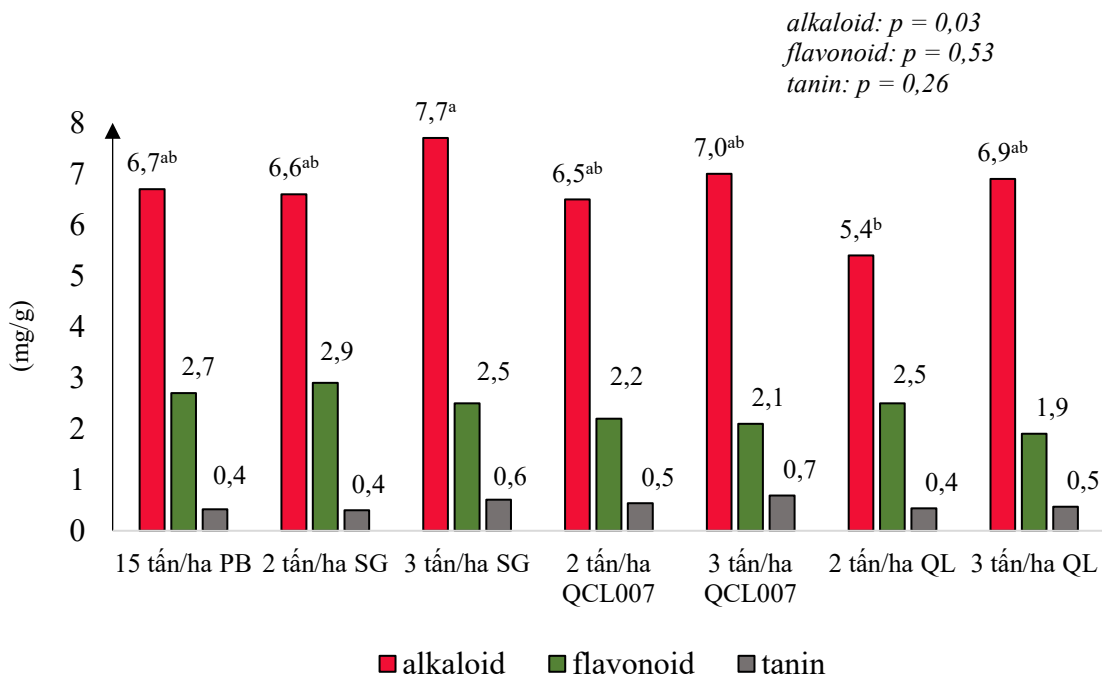
Đồng thời Hình 1 cũng cho thấy sử dụng lượng 2 hoặc 3 tấn/ha của ba loại phân hữu cơ vi sinh không tạo ra sự khác biệt quá lớn về hàm lượng flavonoid và tanin so với khi bón 15 tấn/ha phân bò. Kết quả này tương tự như kết luận của Mousavi et al. (2022) và Salimi et al. (2021), cả 2 nghiên cứu đều cho thấy bổ sung *Azotobacter* không làm tăng hàm lượng flavonoid và tanin của cây cam thảo (*Glycyrrhiza glabra* L.) và húng tây (*Ocimum basilicum* L.) trong điều kiện canh tác thông thường.

3.1.3. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến pH đất sau thí nghiệm

Việc bón phân HCVS với các lượng khác nhau và phân bò không có tác động quá lớn đến pH_{KCl} sau

thí nghiệm (Bảng 4), pH_{KCl} dao động từ 4,61 đến 4,82, pH_{KCl} tăng giảm nhẹ sau thí nghiệm tùy thuộc vào loại và lượng phân hữu cơ sử dụng, tuy nhiên sự khác biệt về pH_{KCl} đất không có ý nghĩa trong thống

kê. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Citak and Sonmez (2011), pH đất có thể tăng hoặc giảm tùy thuộc vào loại phân hữu cơ. Phân chuồng có thể làm tăng nhẹ pH_{KCl} của đất.



Hình 1. Ảnh hưởng của loại và lượng phân HCVS đến chất lượng cây ích mẫu

Bảng 4. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến pH_{KCl} đất sau thí nghiệm

Công thức	pH (KCl)	
	Trước TN	Sau TN
CT ₁ *		4,82
CT ₂		4,62
CT ₃		4,77
CT ₄	4,70	4,72
CT ₅		4,61
CT ₆		4,71
CT ₇		4,61
CV (%)		3,20
F _{tính}		0,79 ^{ns}

^{ns}: khác biệt không có ý nghĩa, *: Đối chứng, TN: Thí nghiệm

3.1.4. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến hàm lượng chất hữu cơ đất sau thí nghiệm

Hàm lượng chất hữu cơ có xu hướng tăng lên sau thí nghiệm (Bảng 5). Hàm lượng tăng lên từ 0,03 – 0,23% tùy thuộc vào công thức bón phân, riêng công thức bón 2 tấn/ha phân HCVS SG không làm tăng

hàm lượng chất hữu cơ đất sau thí nghiệm. Sự khác biệt về hàm lượng chất hữu cơ sau thí nghiệm không có ý nghĩa trong thống kê. Meng & Liu (2021) cũng chứng minh bón phân HCVS làm tăng hàm lượng SOC trong đất sau 180 ngày trồng cây me chua đất Nam Mỹ (*Oxalis regnellii*).

Bảng 5. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến chất hữu cơ đất sau thí nghiệm

Công thức	Chất hữu cơ (%)	
	Trước TN	Sau TN
CT ₁ *		1,43
CT ₂		1,57
CT ₃		1,50
CT ₄	1,34	1,34
CT ₅		1,37
CT ₆		1,37
CT ₇		1,43
CV (%)		22,11
F _{tính}		0,20 ^{ns}

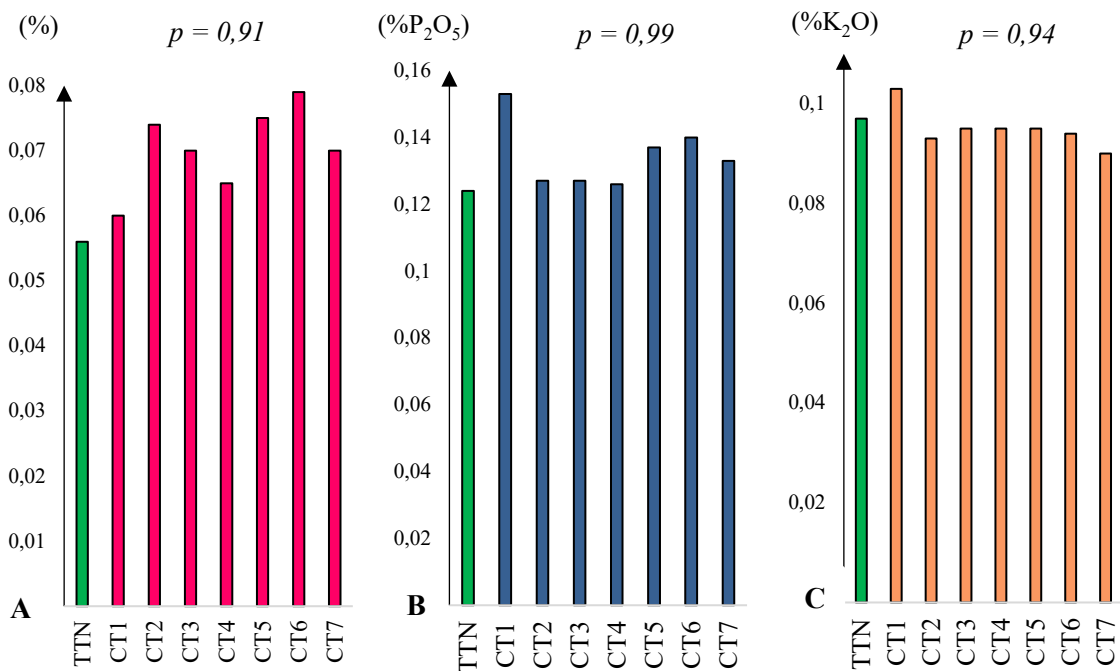
^{ns}: khác biệt không có ý nghĩa, *: đối chứng, TN: thí nghiệm.

3.1.5. Ảnh hưởng của loại và lượng phân hữu cơ vi sinh đến hàm lượng đạm, lân và kali đất sau thí nghiệm

Kết quả về hàm lượng đạm, lân và kali tổng số được thể hiện ở Hình 2 cho thấy sự khác biệt về hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng khi áp dụng các công thức phân bón trong thí nghiệm không có ý nghĩa trong thống kê. Trong đó, hàm lượng đạm tổng dao động từ 0,060 đến 0,079%, hàm lượng đạm tổng số trong đất sau thí nghiệm tăng lên 11,11 – 46,30% so với hàm lượng trước thí nghiệm. Tương tự hàm lượng lân tổng số trong đất có xu hướng tăng lên sau thí nghiệm, hàm lượng lân tổng số gia tăng từ 1,61 đến 22,58% tùy thuộc vào lượng phân bón. Ngược lại hàm lượng kali tổng số trong đất sau thí

nghiệm chỉ tăng lên khi bón 15 tấn/ha phân bò (tăng lên 6,1%). Kết quả này tương đồng với báo cáo của Jin et al. (2022), việc bón phân HCVS có chứa *Bacillus subtilis* và *Pseudomonas stutzeri* làm tăng hàm lượng đạm, lân và kali tổng số trong đất sau thí nghiệm so với khi chỉ bón phân vô cơ.

Phân hữu cơ vi sinh đã được chứng minh có thể nâng cao chất lượng của đất thông qua việc làm tăng hàm lượng dinh dưỡng, cải thiện cấu trúc đất và tăng cường khả năng cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng (Daniel et al., 2022). Naher et al. (2021) cho biết việc bón phân hữu cơ có bổ sung các chủng vi sinh đất có lợi giúp cải thiện đáng kể hàm lượng chất hữu cơ và hàm lượng các chất dinh dưỡng sau quá trình canh tác cây trồng.



Hình 2. Ảnh hưởng của loại và lượng phân HCVS đến hàm lượng dinh dưỡng đất sau thí nghiệm

Ghi chú: A - hàm lượng đạm, B - hàm lượng lân, C - hàm lượng kali và TTN - trước thí nghiệm.

3.2. Đánh giá khả năng thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế trong canh tác cây ích mẫu

3.2.1. Ảnh hưởng của việc thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến năng suất cây ích mẫu

Việc thay thế 20% phân đạm vô cơ bằng 2 tấn phân trùn quế cho khối lượng cây ích mẫu tươi và khô cao nhất lần lượt là 72,5 và 15,5 g (Bảng 6), khác biệt rất có ý nghĩa với khối lượng cây khi thay thế 4 hoặc 5 tấn phân trùn quế cho 80 hoặc 100%

phân đạm vô cơ. Kết quả một nghiên cứu trước đây Keshavarz et al. (2018) cũng khẳng định việc thay thế một phần phân đạm vô cơ bằng phân trùn quế sẽ làm tăng số lá, số đốt của cây bạc hà Âu (*Mentha piperita* L.) và bạc hà Á (*Mentha arvensis* L.) do đó làm tăng sinh khối lên so với chỉ bón phân hóa học hoặc phân trùn quế.

Tương tự, việc thay thế 20 hoặc 40% phân đạm vô cơ bằng phân trùn quế đã cho tỷ lệ khô/tươi cao (21,4 và 21,5%), khác biệt có ý nghĩa so với tỷ lệ khô/tươi khi sử dụng 4 hoặc 5 tấn phân trùn quế thay

thể cho 80 hoặc 100% phân đạm vô cơ. Như vậy có thể thấy, việc thay thế một phần phân vô cơ bằng phân trùn quế có tác động tích cực đến quá trình tích lũy vật chất khô của cây ích mẫu.

Bảng 6 cũng cho thấy khi thay thế 20% phân đạm vô cơ bằng phân trùn quế sẽ cho năng suất tươi cao nhất (11,2 tấn/ha), khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê so với năng suất thu tươi được khi bón 5 tấn phân trùn quế. Tương tự, năng suất khô cũng có giá trị cao nhất khi bón 2 tấn phân trùn quế thay thế cho 20% phân đạm vô cơ (1,9 tấn/ha), khác biệt rất có ý nghĩa trong thống kê khi thay thế 80, 100% phân đạm vô cơ bằng 4 và 5 tấn phân trùn quế. Baghdadi et al.(2018) đã giải thích rằng các loại phân hóa học có thể cung cấp trực tiếp chất dinh dưỡng cho cây trồng sau khi bón vào đất, trong khi đó các loại phân hữu cơ lại giải phóng các chất dinh dưỡng chậm, điều này dẫn đến không thể đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng ngắn ngày, do đó việc thay thế lượng phân vô cơ bằng lượng phân trùn quế quá lớn đã làm giảm năng suất cây ích mẫu trong thí nghiệm, cụ thể năng suất giảm từ 20,0 đến 22,2% khi thay thế hoàn toàn phân bón vô cơ bằng phân trùn quế.

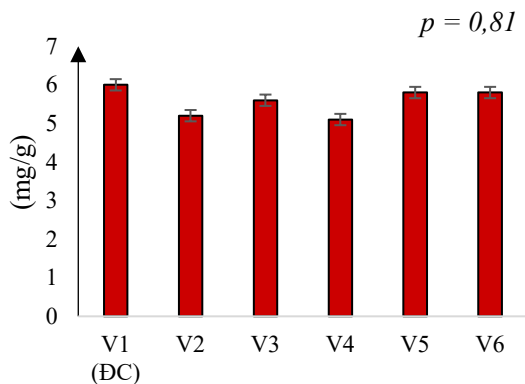
Kết quả về năng suất cũng tương đồng với nghiên cứu của Rezaei-Chiyaneh et al. (2021), không có sự chênh lệch quá lớn về năng suất của cây đầu rồng (*Dracocephalum moldavica* L.) khi bón phân vô cơ và phân trùn quế, tuy nhiên năng suất được ghi nhận thấp hơn khi chỉ bón phân trùn quế. Điều này có thể được giải thích bởi nhược điểm lớn nhất của phân trùn quế là khi sử dụng với liều lượng quá cao gây ảnh hưởng đến cây trồng do hàm lượng muối hòa tan quá cao (Lim et al., 2015).

3.2.2. Ảnh hưởng của thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến chất lượng cây ích mẫu

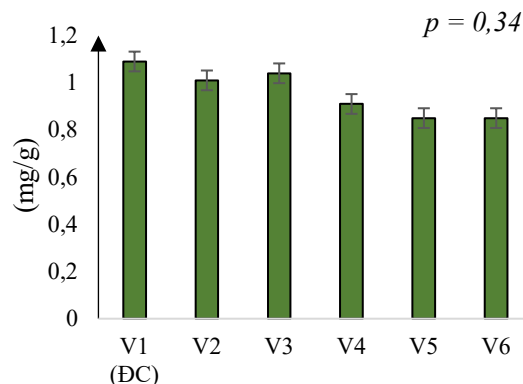
Hàm lượng alkaloid và flavonoid không có sự khác biệt quá lớn khi thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế ở các mức độ khác nhau (Hình 3 và Hình 4), hàm lượng alkaloid và flavonoid cây ích mẫu trong thí nghiệm đạt giá trị lần lượt trong khoảng 5,09 – 6,04 mg/g và 0,85 – 1,09 mg/g. Wei et al. (2024) cũng cho thấy kết quả tương tự, việc thay thế từ 20 đến 100% phân đạm bằng phân hữu cơ không có tác động đến hàm lượng alkaloid của cây bán hạ (*Pinellia ternata*).

Hình 5 cho thấy hàm lượng tanin của cây ích mẫu có sự khác biệt rõ ràng khi thay thế phân bón vô cơ bằng phân trùn quế. Việc thay thế 80% phân đạm vô cơ bằng 4 tấn phân trùn quế cho hàm lượng cao nhất (0,59 mg/g), khác biệt có ý nghĩa trong

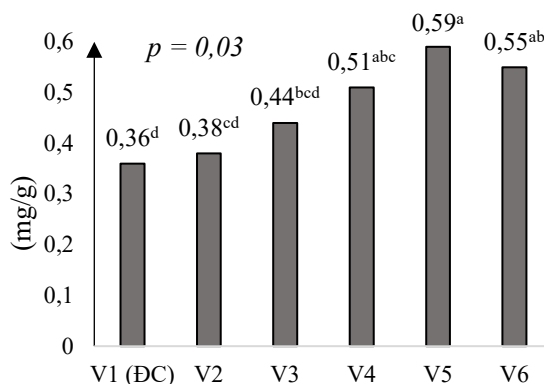
thống kê so với bón phân vô cơ; 1 hoặc 2 tấn phân trùn quế được bón thay cho 20 hoặc 40% phân đạm vô cơ. Olumide (2022) cũng cho thấy kết quả tương đồng, cây bạc hà Âu khi bón phân hữu cơ cho hàm lượng tanin cao hơn so với khi bón urea.



Hình 3. Ảnh hưởng của thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến hàm lượng alkaloid



Hình 4. Ảnh hưởng của thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến hàm lượng flavonoid



Hình 5. Ảnh hưởng của thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến hàm lượng tanin

3.2.3. Ảnh hưởng của việc thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến pH_{KCl} đất sau thí nghiệm

Sự khác biệt về pH_{KCl} của đất sau thí nghiệm không có ý nghĩa trong thống kê khi thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế khi canh tác cây ích mẫu (Bảng 7). Việc bón hoàn toàn phân vô cơ và thay thế 20% phân đạm vô cơ bằng 1 tấn phân trùn quế làm giảm hàm lượng pH_{KCl} đất, trong khi đó tăng dần lượng phân trùn quế làm tăng hàm lượng pH_{KCl} sau thí nghiệm. Mulatu and Bayata (2024) cho biết việc bón phân trùn quế góp phần làm tăng pH_{KCl} đất sau khi canh tác cây trồng. Zhao et al. (2017) cũng chứng minh việc bón lót bằng phân trùn quế cũng làm tăng pH đất và mật số vi sinh vật đất so với khi bón phân vô cơ và các loại phân hữu cơ khác.

Bảng 7. Ảnh hưởng của thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến pH_{KCl} đất sau thí nghiệm

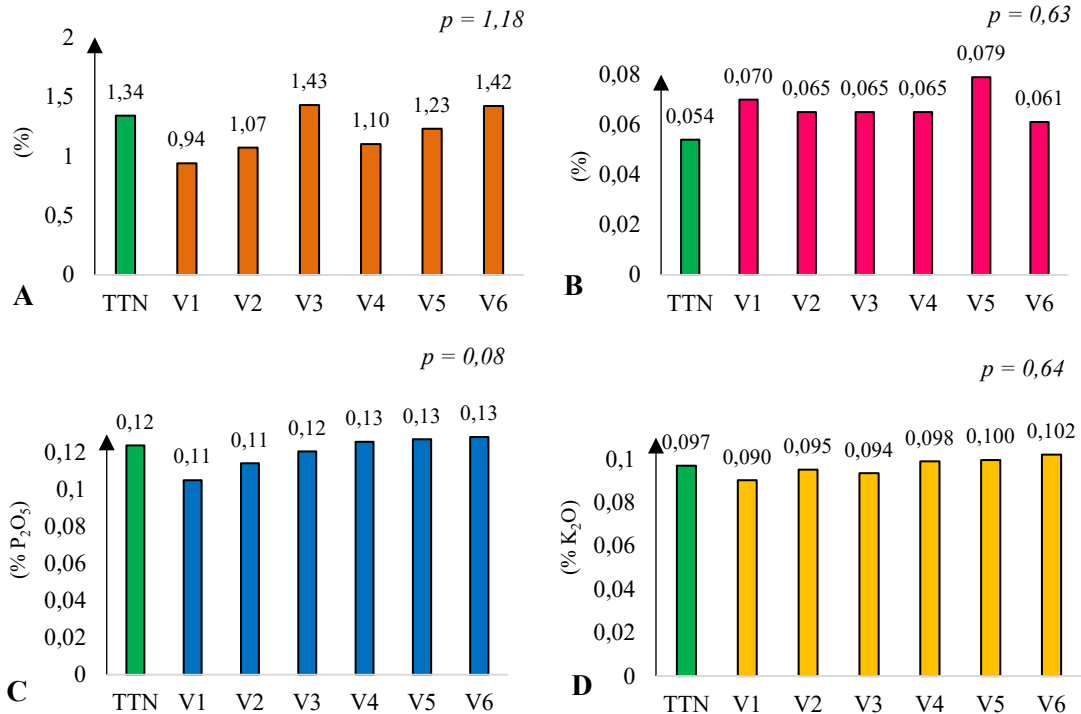
Công thức	pH (KCl)	
	Trước TN	Sau TN
V ₁ *	4,70	4,61
V ₂		4,65

V ₃	4,70
V ₄	4,72
V ₅	4,76
V ₆	4,74
CV (%)	1,22
F _{tính}	3,08 ^{ns}

^{ns}: khác biệt không có ý nghĩa, *: đối chứng, TN: thí nghiệm.

3.2.4. Ảnh hưởng của việc thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến hàm lượng chất hữu cơ, đạm, lân và kali đất sau thí nghiệm

Kết quả cho thấy hàm lượng chất hữu cơ, đạm, lân và kali trong đất sau thí nghiệm khác biệt không có ý nghĩa thống kê khi thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế ở các tỷ lệ khác nhau (Hình 6). Khi 100% phân vô cơ được bón khi canh tác cây ích mẫu thì hàm lượng chất hữu cơ và các nguyên tố dinh dưỡng đều giảm sau thí nghiệm. Ngược lại khi phân vô cơ được thay thế bằng phân trùn quế cũng có xu hướng làm tăng nhẹ hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng lân và kali tổng số sau thí nghiệm.



Hình 6. Ảnh hưởng của thay thế phân vô cơ bằng phân trùn quế đến hàm lượng chất hữu cơ và chất dinh dưỡng trong đất sau thí nghiệm

Ghi chú: A - hàm lượng chất hữu cơ, B - hàm lượng đạm, C - hàm lượng lân, D - hàm lượng kali và TTN - trước thí nghiệm.

Hernandez et al. (2021) nhận định việc bón phân hữu cơ giúp duy trì ổn định hàm lượng carbon hữu cơ so với khi bón phân vô cơ. Nurhidayati et al. (2018) cho biết việc sử dụng bón phân trùn quế cũng làm tăng hàm lượng đạm, lân và kali. Hossain et al. (2025) cũng nhận định phân trùn quế được bón trong canh tác lâu dài làm tăng hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng của đất. Tuy nhiên, việc cung cấp dinh dưỡng phân trùn quế tương đối chậm, cần có thời gian dài để thấy tác động rõ ràng (Raza et al., 2022). Trong thí nghiệm, tổng thời gian sinh trưởng của cây ịch mẫu khoảng 60 ngày vì vậy chưa thấy rõ được tác động của phân trùn quế đến chất lượng đất sau khi canh tác. Malal et al. (2024) cũng cho biết để đánh giá chính xác được vai trò của phân trùn quế đến chất lượng đất canh tác cần có các thí nghiệm dài ngày hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Aasfar, A., Bargaz, A., Yaakoubi, K., Hilali, A., Bennis, I., Zeroual, Y., & Kadmiri, I. M. (2021). Isolation and characterization of nitrogen-fixing *Azotobacter* from the rhizosphere of vegetable plants. *Frontiers in Microbiology*, *12*, 628379. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.628379>

Baghdadi, A., Halim, R. A., Ghasemzadeh, A., Ramlan, M. F., & Sakimin, S. Z. (2018). Impact of organic and inorganic fertilizers on the yield and quality of silage corn intercropped with soybean. *PeerJ*, *6*, e5280. <https://doi.org/10.7717/peerj.5280>

Bộ Khoa học và Công nghệ. (2021). *Đất, chất thải sinh học đã xử lý và bùn – Xác định pH* (TCVN 5979:2021)

Bộ Khoa học và Công nghệ. (1999). *Chất lượng đất – Xác định nitơ tổng số – Phương pháp Kjeldahl cải biên* (TCVN 6498:1999).

Bộ Khoa học và Công nghệ. (2011). *Chất lượng đất – Phương pháp xác định kali tổng số* (TCVN 8660:2011).

Bộ Khoa học và Công nghệ. (2011). *Chất lượng đất – Xác định phospho tổng số – Phương pháp so màu* (TCVN 8940:2011).

Bộ Khoa học và Công nghệ. (2011). *Chất lượng đất – Xác định các bon hữu cơ tổng số – Phương pháp Walkley–Black* (TCVN 8941:2011).

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2024). *Quy định kỹ thuật điều tra, đánh giá đất đai; kỹ thuật bảo vệ, cải tạo, phục hồi đất* (11/2024/TT-BTNMT).

Citak, S., & Sonmez, S. (2011). Effects of chemical fertilizer and different organic manures application on soil pH, EC and organic matter content. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, *9*(3–4), 739–741.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy việc sử dụng phân HCVS và phân trùn quế có ảnh hưởng tích cực đến năng suất và chất lượng của cây ịch mẫu. Việc bón 3 tấn/ha phân HCVS QCL007 hoặc 2 tấn phân trùn quế được sử dụng để thay thế 20% lượng đạm vô cơ giúp tăng năng suất và hàm lượng alkaloid của cây ịch mẫu; nhưng năng suất giảm 22,2% khi thay thế hoàn toàn phân bón vô cơ bằng phân trùn quế. Bên cạnh đó, việc bón phân hữu cơ góp phần cải thiện pH_{KCl}, hàm lượng chất hữu cơ và dinh dưỡng đất sau thí nghiệm. Điều này khẳng định phân bón hữu cơ có khả năng thay thế một phần phân bón hóa học, tạo động lực để phát triển cây ịch mẫu theo định hướng xanh, bền vững.

Cimen, A., Baba, Y., Yıldırım, A. B., & Turker, A. U. (2023). Do Vermicompost Applications Improve Growth Performance, Pharmaceutically Important Alkaloids, Phenolic Content, Free Radical Scavenging Potency and Defense Enzyme Activities in Summer Snowflake (*Leucojum aestivum* L.)?. *Chemistry & Biodiversity*, *20*(11), e202301074. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202301074>

Clagnan, E., Cucina, M., De Nisi, P., Dell'Orto, M., D'Imporzano, G., Kron-Morelli, R., Llenas-Argelaguent, L., & Adani, F. (2023). Organic amendments improved growth, physiology and productivity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under water deficit conditions. *Scientific Reports*, *13*, 20449. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50166-5>

de Andrade, L. A., Santos, C. H. B., Frezarin, E. T., Sales, L. R., & Rigobelo, E. C. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agricultural production. *Microorganisms*, *11*(4), 1088. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11041088>

Daniel, A. I., Fadaka, A. O., Gokul, A., Bakare, O. O., Aina, O., Fisher, S., Burt, A. F., Mavumengwana, V., Keyster, M., & Klein, A. (2022). Biofertilizer: The Future of Food Security and Food Safety. *Microorganisms*, *10*(6), 1220. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061220>

Jin, N., Jin, L., Wang, S., Li, J., Liu, F., Liu, Z., Luo, S., Wu, Y., Lyu, J., & Yu, J. (2022). Reduced chemical fertilizer combined with bio-organic fertilizer affects the soil microbial community and yield and quality of lettuce. *Frontiers in Microbiology*, *13*, 863325. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.863325>

- Hernandez, T., Berlanga, J. G., Tormos, I., & Garcia, C. (2021). Organic versus inorganic fertilizers: Response of soil properties and crop yield. *AIMS Geosciences*, 7(3), 415–439. <https://doi.org/10.3934/geosci.2021024>
- Hossain, M. L., Shapna, K. J., Li, J., Kabir, M. H., Siddika, F., Khandker, S., & Beierkuhnlein, C. (2025). Transforming agriculture with vermicompost: 7-year empirical evidence from drought-prone and salinization-affected regions of Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 508, 145595. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145595>
- Kayabasi, E. T., & Yilmaz, O. (2021). The Importance of Vermicompost in Agricultural Production and Economy. *Eurasian Journal of Agricultural Research*, 5(2), 146 – 159.
- Keshavarz, H., Modarres-Sanavy, S. A. M., & Mahdipour Afra, M. (2018). Organic and chemical fertilizer affected yield and essential oil of two mint species. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(6), 1674–1681. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2018.1497545>
- Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., & Shak, K. P. Y. (2015). The use of vermicompost in organic farming: Overview, effects on soil and economics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(6), 1143–1156. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6849>
- Malal, H., Suarez Romero, V., Horwath, W. R., Dore, S., Beckett, P., Hamza, M. A., Lakhtar, H., & Lazcano, C. (2024). Vermifiltration and sustainable agriculture: Unveiling the soil health-boosting potential of liquid waste vermicompost. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1393882. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1383715>
- Meng, T., & Liu, J. (2021). Effects of bio-organic fertilizers on soil organic carbon components and biomass of shamrock. *Bangladesh Journal of Botany*, 50(3), 911–916. <https://doi.org/10.3329/bjb.v50i5.56444>
- Mousavi, S. S., Karami, A., Saharkhiz, M. J., Etemadi, M., & Zarshenas, M. M. (2022). Evaluation of metabolites in Iranian Licorice accessions under salinity stress and *Azotobacter* sp. Inoculation. *Scientific Reports*, 12, 15837. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20366-6>
- Mulatu, G., & Bayata, A. (2024). Vermicompost as organic amendment: Effects on some soil physical, biological properties and crops performance on acidic soil: A review. *Frontiers in Environmental Microbiology*, 10(4), 128–136. <https://doi.org/10.11648/j.fem.20241004.11>
- Naher, U. A., Biswas, J. C., Maniruzzaman, M., Khan, F. H., Sarkar, M. I. U., Jahan, A., Hera, M. H. R., Hossain, M. B., Islam, A., Islam, M. R., & Kabir, M. S. (2021). Bio-Organic Fertilizer: A Green Technology to Reduce Synthetic N and P Fertilizer for Rice Production. *Frontiers in Plant Science*, 12, 602052. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.602052>
- Nguyen, T. T. T. L., Dao, T. T., Vo, T. D., & Bui, M. T. (2024). Effects of microbial organic fertilizer on glycoalkaloid content and yield of *Solanum procumbens* Lour. *The Journal of Agriculture and Development*, 23(1), 44 – 55. <https://doi.org/10.52997/jad.4.04.2024>
- Nurhidayati, N., Machfudz, M., & Murwani, I. (2018). Direct and residual effect of various vermicompost on soil nutrient and nutrient uptake dynamics and productivity of four mustard Pak-Coi (*Brassica rapa* L.) sequences in organic farming system. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7, 173–181. <https://doi.org/10.1007/s40093-018-0203-0>
- Olumide, J. K. (2022). The effect of organic and inorganic fertilizer on the growth and quality of peppermint. *Plant Physiology and Soil Chemistry (PPSC)*, 2(1), 16–19. <https://doi.org/10.26480/ppsc.01.2022.16.19>
- Pahalvi, H. N., Rafiya, L., Rashid, S., Nisar, B., & Kamili, A. N. (2021). Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health. *Microbiota and Biofertilizers*, 2, 1 – 10. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61010-4_1
- Qi, Y., Gao, P., Yang, S., Li, L., Ke, Y., Zhao, Y., Huang, F., & Yu, L. (2024). Nitrogen deficiency induces different alkaloid biosynthetic strategies in mother and daughter corms of *Amorphophallus muelleri*. *BMC Plant Biology*, 24, 923. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05642-z>
- Raei, Y., & Alami-Milani, M. (2014). Organic cultivation of medicinal plants: a review. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 4(4), 6-18.
- Rai, A., Kumar, S., Baudhh, K., Singh, N., & Singh, R. P. (2017). Improvement in growth and alkaloid content of *Rauwolfia serpentina* on application of organic matrix entrapped biofertilizers (*Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas putida*). *Journal of Plant Nutrition*, 40(16), 2237 – 2247. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1222419>
- Rayment, G.E., & Lyons, D. J. (2011). *Soil chemical methods - Australasia*. CSIRO, Collingwood, Australia. <https://doi.org/10.1071/9780643101364>
- Raza, S. T., Wu, J., Rene, E. R., Ali, Z., & Chen, Z. (2022). Reuse of agricultural wastes, manure, and biochar as an organic amendment: A review

- on its implications for vermicomposting technology. *Journal of Cleaner Production*, 360, 132200.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132200>
- Rezaei-Chiyaneh, E., Amirnia, R., Fotohi Chiyaneh, S., Maggi, F., Barin, M., & Razavi, B. S. (2021). Improvement of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) yield quality through a coupled intercropping system and vermicompost application along with maintenance of soil microbial activity. *Land Degradation & Development*, 32(9), 2833–2848.
<https://doi.org/10.1002/ldr.3957>
- Sadeghpour, A., & Afshar, R. K. (2024). Livestock manure: From waste to resource in a circular economy. *Journal of Agriculture and Food Research*, 17, 101255
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101255>
- Saleem, M. H., Ali, S., Rehman, M., Zahid, M. A., Javed, M. R., Qin, H., & Jilani, c (2023). Biofertilizers as eco-friendly and sustainable alternatives to chemical fertilizers: A review on current knowledge and future prospects. *Processes*, 11(1), 80.
<https://doi.org/10.3390/pr11010080>
- Salimi, A., Etemadi, M., Eshghi, S., Karami, A., & Alizargar, J. (2021). The Effects of *Halomonas* sp. and *Azotobacter* sp. on Ameliorating the Adverse Effect of Salinity in Purple Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Preprints*, 2021060391
<https://doi.org/10.20944/preprints202106.0391.v1>
- Schiavon, M., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vaccaro, S., Francioso, O., & Nardi, S. (2010). High molecular size humic substances enhance phenylpropanoid metabolism in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Chemical Ecology*, 36(5), 662–669. <https://doi.org/10.1007/s10886-010-9790-6>
- Shang, X., Pan, H., Wang, X., He, H., & Li, M. (2014). *Leonurus japonicus* Houtt.: Ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of an important traditional Chinese medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 152(1), 14–32
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.12.052>
- Shahrajabian, M. H. & Sun, W (2022). Sustainable Approaches to Boost Yield and Chemical Constituents of Aromatic and Medicinal Plants by Application of Biostimulants. *Recent Advances in Food Nutrition & Agriculture*, 13(2), 121–133
<https://doi.org/10.2174/2772574X13666221004151822>
- Slavich, P.G., & Petterson, G.H. (1993). Estimating the critical conductivity of saturated paste extracts from 1:5 soil: water suspensions and texture. *Australian Journal of Soil Research*, 31, 73-81.
<https://doi.org/10.1071/SR9930073>
- Talluri, M. R., Rao, B. G., & Rao, Y. V. (2012). Antioxidant activity of *Spilanthes acmella* extracts. *International Journal of Phytopharmacology*, 3(2), 216–220.
- Tambe, V. D. & Bhambar, R. S. (2014). Estimation of total phenol, tannin, alkaloid and flavonoid in *Hibiscus tiliaceus* Linn. Wood extract Research and Reviews: *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4, 41 – 47.
- USDA. (1987). *Soil mechanics level I - Module 3 USDA Textural classification study guide*. National Employee Development Staff Soil Conservation Service. United States Department of Agriculture, Government Printing Office, Washington, DC.
- Wang, Y., Xie, L., Zhou, X., Chen, R., Zhao, G., & Zhang F. (2023). Habitat protection and planning for *Leonurus japonicus* using the Maxent and Marxan models. *Authorea Preprints*, Article ID 86950904
<https://doi.org/10.22541/au.167687288.86950904/v1>
- Wei, L., Li, J., Qu, K., Chen, H., Wang, M., Xia, S., Cai, H., Long, X.-E., Miao, Y., & Liu, D. (2024). Organic fertilizer application promotes the soil nitrogen cycle and plant starch and sucrose metabolism to improve the yield of *Pinellia ternata*. *Scientific Reports*, 14(1), 12722.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-63564-0>
- Zhang, S., Zhang, L., Zou H., Qiu, L., Zheng, Y., Yang, D., & Wang, Y. (2021). Effects of Light on Secondary Metabolite Biosynthesis in Medicinal Plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 781236
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.781236>
- Zhao, H.-T., Li, T.-P., Zhang, Y., Hu, J., Bai, Y.-C., Shan, Y.-H., & Ke, F. (2017). Effects of vermicompost amendment as a basal fertilizer on soil properties and cucumber yield and quality under continuous cropping conditions in a greenhouse. *Journal of Soils and Sediments*, 17, 2718–2730.
<https://doi.org/10.1007/s11368-017-1744-y>
- Zhu, L., Jia, X., Li, M., Wang, Y., Zhang, J., Hou, J., & Wang, X. (2021). Associative effectiveness of bio-organic fertilizer and soil conditioners derived from the fermentation of food waste applied to greenhouse saline soil in Shan Dong Province, China. *Applied Soil Ecology*, 167, 104006.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104006>