

Nghiên cứu sử dụng vi khuẩn *Bacillus* có khả năng phân giải lân khó tan trong lên men chất thải chăn nuôi gà làm phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng

Trương Thị Chiên*, Nguyễn Thị Thanh Mai, Trần Bảo Trâm, Mai Vũ Hoàng Giang, Vũ Xuân Tạo

Trung tâm Sinh học Thực nghiệm, Viện Ứng dụng Công nghệ, C6, phường Thanh Xuân Bắc, quận Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Ngày nhận bài 13/6/2023; ngày chuyển phản biện 15/6/2023; ngày nhận phản biện 3/7/2023; ngày chấp nhận đăng 6/7/2023

Tóm tắt:

Vi khuẩn phân giải lân giúp chuyển hóa lân khó tan thành dạng dễ tiêu, tăng khả năng hấp thụ của cây trồng. Nguồn vi khuẩn này được ứng dụng nhiều trong việc xử lý các loại chất thải chứa hàm lượng lân khó tan cao. Nghiên cứu này đã xác định được các yếu tố thích hợp cho quá trình lên men chất thải chăn nuôi gà làm phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng sử dụng 2 chủng vi khuẩn *Bacillus subtilis* L16 và *B. amyloliquefaciens* L26, với điều kiện: tỷ lệ tiếp giống 5% v/v (mật độ giống 10^8 CFU/ml, tỷ lệ 2 chủng vi khuẩn là 50-50), pH 7, nhiệt độ 30°C trong thời gian 8 ngày. Chất lượng phân bón đạt QCVN 01-189/BNNT với hàm lượng chất hữu cơ đạt 30,66%, lân dễ tiêu đạt 1,57%, mật độ vi khuẩn *Bacillus* đạt $5,55 \times 10^9$ CFU/ml, không có các vi sinh vật gây bệnh *Salmonella* và *Escherichia coli*. Kết quả thử nghiệm phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng giúp tăng khả năng sinh trưởng, tăng năng suất của cây cà chua 12,9% so với đối chứng sử dụng phân bón NPK.

Từ khóa: cà chua, chất thải chăn nuôi gà, phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng, vi sinh vật phân giải lân.

Chỉ số phân loại: 1.6

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, nghiên cứu ứng dụng vi sinh vật trong việc xử lý các nguồn phụ phẩm trong chăn nuôi như phân gia súc, gia cầm... làm phân bón cho cây trồng ngày càng được quan tâm trong chiến lược phát triển nông nghiệp bền vững. Các chủng vi khuẩn *Bacillus* được sử dụng thường có các đặc tính như kháng vi sinh vật gây bệnh cây trồng, sinh chất kích thích sinh trưởng thực vật và đặc biệt là hoạt tính phân giải lân khó tan thành dạng dễ tiêu mà cây trồng sử dụng được [1]. Chất thải chăn nuôi gà là nguồn phân bón có chứa hàm lượng chất dinh dưỡng cao. Trong phân gà có chứa 0,54% lân (P) tổng số [2]. Đây là nguồn cơ chất lý tưởng để ứng dụng vi khuẩn *Bacillus* trong xử lý tạo ra nguồn phân bón với hàm lượng P dễ tiêu cao - nguồn P mà cây trồng có thể sử dụng.

Phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng là loại phân bón tối ưu hóa sự hấp thụ chất dinh dưỡng khoáng cho cây trồng, giúp tăng năng suất, giảm lượng phân hóa học và phục hồi đất, giảm chi phí sản xuất nông nghiệp, đảm bảo sử dụng tối ưu nguồn tài nguyên thiên nhiên [3, 4]. Trên thế giới đã có một số nghiên cứu tạo phân bón hữu cơ dạng lỏng từ phân gà kết hợp nấm *Trichoderma harzianum*. Sau quá trình lên men sử dụng phân gà có bổ sung chất hoạt hóa sinh học Biosca và nấm *T. harzianum* giúp tăng hàm lượng N 5,33%, P 2,41%, K 1,34% ở pH 7,1. Loại phân bón này đã được chứng minh có tác dụng tích cực lên sự phát triển của cây cà chua [5].

Việt Nam có nguồn chất thải chăn nuôi gà rất lớn, nhưng chủ yếu dùng để ủ phân compost, chưa được xử lý làm phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng. Do đó, nghiên cứu này không những có ý nghĩa về mặt khoa học, mà còn mang ý nghĩa thực tiễn cao. Mục đích của nghiên cứu nhằm xử lý nguồn chất thải chăn nuôi gà làm

phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng sử dụng vi khuẩn *Bacillus* có khả năng phân giải P khó tan. Kết quả của nghiên cứu giúp tận dụng được nguồn chất thải chăn nuôi gà, từ đó giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tạo được nguồn phân bón chất lượng cao ứng dụng trong ngành nông nghiệp hữu cơ.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu

Chủng vi khuẩn *B. subtilis* L16 và *B. amyloliquefaciens* L26 có hoạt độ phân giải phosphate khó tan lần lượt đạt 43,73 và 48,17 mg/l, có khả năng kháng 3 chủng vi khuẩn gây bệnh là *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* và khả năng sinh tổng hợp chất kích thích sinh trưởng thực vật IAA [6] thuộc bộ sưu tập giống vi sinh vật của Trung tâm Sinh học Thực nghiệm, Viện Ứng dụng Công nghệ.

Chất thải chăn nuôi gà được thu thập tại Công ty TNHH Dịch vụ Ngọc Anh tại huyện Tam Đảo, tỉnh Vĩnh Phúc.

Hạt giống cà chua Mogo (TV-20) được cung cấp bởi Công ty CP Hạt giống Tre Việt.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến quá trình phân giải lân khó tan của vi khuẩn *Bacillus* trong lên men chất thải chăn nuôi gà tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng:

Phương pháp tiền xử lý: Phân gà được thu gom và đưa vào bể tiền xử lý. Tại bể này, tiến hành bổ sung vôi bột 5% để giảm mùi hôi và tránh thất thoát chất dinh dưỡng [7]. Cơ chất được tạo ra từ bể tiền xử lý được bổ sung với nước theo tỷ lệ 1:5. Hỗn hợp được lọc bằng hệ thống lưới lọc 2 lớp (lớp 1 là lưới lọc inox 304, kích

*Tác giả liên hệ: Email: chienceb@gmail.com

Research on using *Bacillus* bacteria capable of insoluble phosphorus solubilisation in fermentation of chicken waste as liquid microbial organic fertiliser

Thi Chien Truong*, Thi Thanh Mai Nguyen, Bao Tram Tran, Vu Hoang Giang Mai, Xuan Tao Vu

Center of Experimental Biology, National Center for Technological Progress, C6, Thanh Xuan Bac Ward, Thanh Xuan District, Hanoi, Vietnam

Received 13 June 2023; revised 3 July 2023; accepted 6 July 2023

Abstract:

Phosphorus-degrading bacteria help convert insoluble phosphorus into a readily digestible form that plants can use. This source of bacteria is widely used in the treatment of wastes containing highly insoluble phosphorus. This study determined the suitable factors for the fermentation of chicken waste to make liquid microbial organic fertiliser using two strains of bacteria *Bacillus subtilis* L16 and *B. amyloliquefaciens* L26 with the following conditions: the rate of breeding 5% v/v (with the density of 10^8 CFU/ml, ratio of 2 bacterial strains is 50-50), pH 7, temperature 30°C for 8 days. The quality of liquid microbial organic fertiliser from chicken waste meets the QCVN 01-189/BNNPTNT criteria with an organic substrate content of 30.66%, bio-available phosphorus of 1.57%, the density of *Bacillus* bacteria reached 5.55×10^9 CFU/ml, and no *Salmonella* and *Escherichia coli* causing disease. The results of using liquid microbial organic fertiliser increased tomato fruit growth and yield by 12.9% than that of the control using NPK fertiliser.

Keywords: chicken waste, liquid microbial organic fertiliser, phosphate solubilising microorganisms, tomato.

Classification number: 1.6

thước 0,3 mm; lớp 2 là lưới lọc siêu mịn mesh 200). Hỗn hợp sau lọc được lấy mẫu, bổ sung ri đường 3%, lân nung chảy 5% và diệt mầm bệnh bằng phương pháp khử trùng 120°C trong vòng 30 phút để sử dụng cho lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

Phương pháp xác định ảnh hưởng của một số yếu tố trong quá trình lên men: Ảnh hưởng của các thông số lên men tới sự sinh trưởng của các chủng vi khuẩn *B. subtilis* L16 và *B. amyloliquefaciens* L26 được nghiên cứu độc lập với nhau bằng cách thay đổi yếu tố khảo sát trong môi trường dung dịch chất thải chăn nuôi gà. Kết quả lựa chọn phù hợp của thí nghiệm trước sẽ được áp dụng cho các thí nghiệm tiếp theo [8]. Quá trình lên men chất thải chăn nuôi gà được thực hiện ở quy mô 1 l dịch lên men chứa trong các bình thủy tinh trung tính 2 l. Các thí nghiệm sử dụng máy lắc nhiệt LabTech LSI-3016A (Hàn Quốc) và được lặp lại 3 lần độc lập.

Tỷ lệ tiếp giống: 2 chủng vi khuẩn *B. subtilis* L16, *B. amyloliquefaciens* L26 được nuôi cấy riêng trên môi trường Pikovskaya ở 30°C, nuôi lắc 150 vòng/phút trong 48 giờ. Dịch nuôi cấy từng chủng vi khuẩn được điều chỉnh về mật độ 10^8 CFU/ml và phối trộn với nhau theo tỷ 50:50. Sau đó, bổ sung vào dung dịch chất thải chăn nuôi gà với tỷ lệ bổ sung là 1, 3, 5, 7, 10% và điều chỉnh về pH 7. Hỗn hợp được tiến hành nuôi lắc ở 30°C, 150 vòng/phút. Đánh giá hàm lượng P dễ tiêu (tính theo P_2O_5) theo TCVN 8942:2011 và mật độ *Bacillus* sp. theo TCVN 8736:2011 sau 10 ngày để xác định ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống trong quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

Ảnh hưởng của pH: Hỗn hợp chất thải chăn nuôi gà được điều chỉnh về các khoảng pH: 4, 5, 6, 7, 8 và 9. Tiến hành nuôi lắc 150 vòng/phút ở 30°C. Đánh giá hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ *Bacillus* sp. sau 10 ngày để xác định ảnh hưởng của pH trong quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

Ảnh hưởng của nhiệt độ: Để xác định được khoảng nhiệt độ tối ưu trong quá trình lên men, hỗn hợp chất thải chăn nuôi gà được lên men ở các khoảng nhiệt độ: 25, 30, 35 và 40°C. Tiến hành nuôi lắc 150 vòng/phút. Đánh giá hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ *Bacillus* sp. sau 10 ngày để xác định ảnh hưởng của nhiệt độ trong quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

Ảnh hưởng của thời gian lên men: Hỗn hợp chất thải chăn nuôi gà được lên men trong thời gian: 0, 2, 4, 6, 8 và 10 ngày. Tiến hành nuôi lắc 150 vòng/phút, tỷ lệ tiếp giống, nhiệt độ, pH đã được tối ưu ở trên. Đánh giá hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ *Bacillus* sp. để xác định ảnh hưởng của thời gian trong quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

2.2.2. Đánh giá chất lượng của phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà:

Xác định mật độ vi khuẩn *Bacillus* sp. theo TCVN 8736:2011, *E. coli* theo TCVN 7924-2:2008, *Salmonella* theo TCVN 10780-1:2017.

Xác định hàm lượng hữu cơ tổng số (TCVN 9294:2012), nitơ tổng số (TCVN 8557:2010), P tổng số (TCVN 8563:2010), P dễ tiêu (TCVN 8661:2011), K tổng số (TCVN 8562:2010), pH (TCVN 6146:2007), kim loại nặng (AOAC 2015.01).

2.2.3. Thí nghiệm phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng trên mô hình trồng cà chua:

Bố trí thí nghiệm: Cây cà chua sau khoảng 3 tuần ươm (có 4-5 lá thật) được chuyển trồng sang bầu với mật độ trồng 60x70 cm.

Lô đối chứng: Số lượng 200 cây cà chua giống Mogo (TV-20), sử dụng phân bón NPK 10:8:12.

Lô thí nghiệm: Số lượng 200 cây cà chua giống Mogo (TV-20), sử dụng phân bón hữu cơ vi sinh.

Phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng được tưới với nồng độ 5%. Quy trình tưới và lượng phân bón được áp dụng theo kỹ thuật trồng cà chua an toàn quanh năm của T.K. Thi và cs (2003) [9]. Mỗi công thức được lặp lại 3 lần.

Các chỉ tiêu sinh trưởng cây cà chua: chiều cao cây (cm), số lá/cây vào các thời điểm sau 2, 4, 6, 8, 10 và 12 tuần.

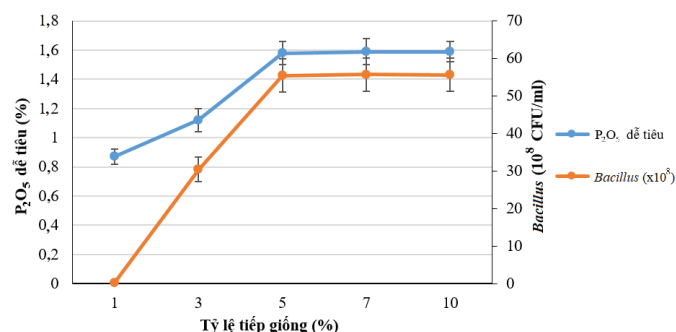
Các chỉ tiêu năng suất cây cà chua: số quả/cây, đường kính quả (mm), trọng lượng quả (g), năng suất (tấn/ha).

2.2.4. *Xử lý số liệu*: Sử dụng phương pháp thống kê sinh học trên phần mềm Excel 2016.

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Ảnh hưởng của một số yếu tố đến quá trình phân giải lân khó tan của vi khuẩn *Bacillus* trong lên men chất thải chăn nuôi gà làm phân hữu cơ vi sinh dạng lỏng

3.1.1. *Ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống*: Tỷ lệ tiếp giống là yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới mật độ vi sinh vật và khả năng chuyển hóa P khó tan trong quá trình lên men, quyết định đến chất lượng và chi phí sản xuất. Kết quả xác định ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống tới hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ vi khuẩn *Bacillus* trong dịch lên men chất thải chăn nuôi gà được thể hiện ở hình 1.

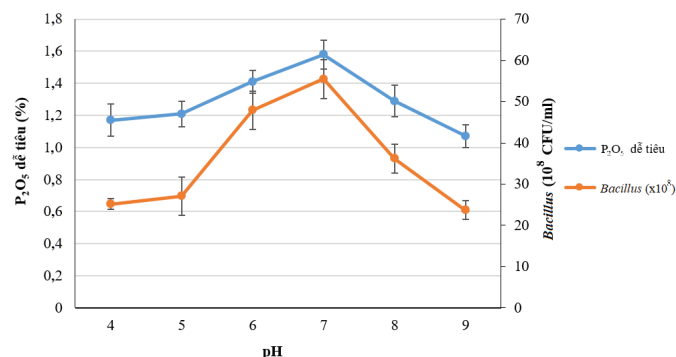


Hình 1. Ảnh hưởng của tỷ lệ tiếp giống đến quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

Kết quả nghiên cứu với tỷ lệ tiếp giống 1%, hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu đạt 0,87%, mật độ vi khuẩn *Bacillus* trong dịch lên men đạt $1,8 \times 10^7$ CFU/ml. Với tỷ lệ tiếp giống 5-10%, hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu đạt 1,58-1,59% và mật độ vi khuẩn *Bacillus* trong dịch lên men đều $\geq 10^9$ CFU/ml. Như vậy có thể thấy, việc sử dụng vi khuẩn *Bacillus* trong lên men chất thải chăn nuôi gà đã làm tăng hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu. Các nghiên cứu về việc sử dụng vi sinh vật hữu ích làm tăng hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu trong phân bón hữu cơ dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà chưa có nhiều. Hơn nữa, với tỷ lệ tiếp giống 5-10% mật độ vi khuẩn hữu ích *Bacillus* trong dịch lên men đều đạt $\geq 10^9$ CFU/ml, đây là mật độ mà vi khuẩn *Bacillus* tồn tại ở dạng bào tử giúp chúng tồn tại lâu hơn ở các điều kiện bất lợi [10]. Vì vậy, để tiết kiệm nguồn giống nhằm giảm chi phí cho quá trình sản xuất, tỷ lệ tiếp giống là 5% được lựa chọn để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.

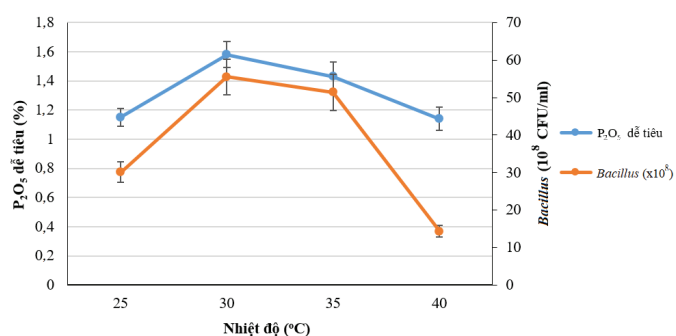
3.1.2. *Ảnh hưởng của pH*: Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH trong quá trình lên men chất thải chăn nuôi gà cho thấy, pH ảnh hưởng tới hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ *Bacillus* trong dịch lên men (hình 2). Kết quả nghiên cứu cho thấy, pH thích hợp cho quá trình lên men là 7. Ở pH 7, sau 10 ngày lên men hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu đạt cao nhất là 1,58%, mật độ *Bacillus* đạt $5,56 \times 10^9$

CFU/ml. Các nghiên cứu cho thấy, vi khuẩn *Bacillus* tồn tại ổn định ở pH 6,8-7,0, đây là khoảng pH thường được sử dụng cho các sản phẩm chứa vi khuẩn *Bacillus* [11, 12]. pH thấp hơn 5 hoặc cao hơn 8 sẽ làm giảm khả năng phân giải P khó tan của vi khuẩn *Bacillus* [13]. Vì vậy, nghiên cứu này lựa chọn pH 7 là pH thích hợp cho quá trình lên men sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà.



Hình 2. Ảnh hưởng của pH đến quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

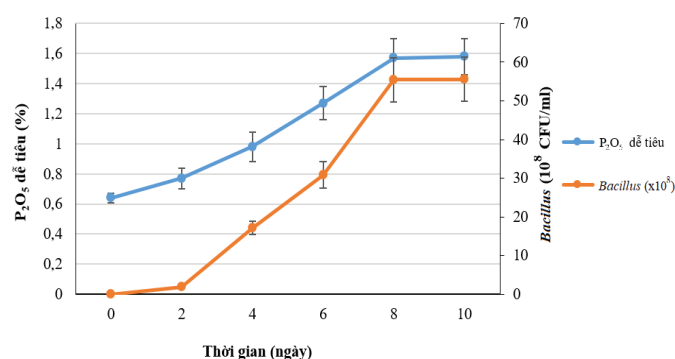
3.1.3. *Ảnh hưởng của nhiệt độ*: Kết quả nghiên cứu cho thấy, nhiệt độ là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ vi khuẩn *Bacillus* trong quá trình lên men chất thải chăn nuôi gà tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng (hình 3). Nhiệt độ thích hợp cho quá trình lên men là 30°C, sau 10 ngày lên men cho hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu cao nhất và mật độ vi khuẩn *Bacillus* đạt cao nhất. Ở khoảng nhiệt độ thấp hơn (25°C) hoặc cao hơn (35-40°C), hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ *Bacillus* giảm mạnh so với quá trình lên men ở 30°C. Nghiên cứu của T.Y. Mujahid và cs (2015) [14] cho thấy, các chủng vi khuẩn *Bacillus* có khả năng phân giải P khó tan mạnh ở 30°C, tăng nhiệt độ dẫn đến giảm khả năng phân giải P. Theo nghiên cứu của R. Gupta và cs (2022) [15], *B. subtilis* phát triển mạnh và đạt hiệu suất phân giải P cao nhất trong khoảng nhiệt độ 28-30°C. Vì vậy, chúng tôi lựa chọn nhiệt độ lên men 30°C cho các thí nghiệm tiếp theo.



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

3.1.4. *Ảnh hưởng của thời gian lên men*: Sau khi lựa chọn được các điều kiện thích hợp cho quá trình lên men chất thải chăn nuôi gà bao gồm: tỷ lệ tiếp giống 5%, pH 7 và nhiệt độ 30°C, nghiên cứu tiến hành xác định ảnh hưởng của thời gian đến quá trình lên

men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng. Kết quả được thể hiện ở hình 4.



Hình 4. Ảnh hưởng của thời gian đến quá trình lên men tạo phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

Kết quả nghiên cứu sau 10 ngày lên men cho thấy, hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu và mật độ *Bacillus* đều tăng theo thời gian. Trong đó, hàm lượng P_2O_5 dễ tiêu ở ngày thứ 8 và 10 không có sự khác biệt nhiều, tương ứng đạt 1,57 và 1,58%; mật độ *Bacillus* tương ứng đạt $5,55 \times 10^9$ và $5,56 \times 10^9$ CFU/ml. Nghiên cứu của R. Rahmad và cs (2019) [5] đã ứng dụng hiệu quả nấm *T. harzianum* trong xử lý làm phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng với thời gian lên men 7-21 ngày. Vì vậy, trong nghiên cứu này, 8 ngày được lựa chọn là thời gian lên men phù hợp cho quá trình sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà.

3.2. Đánh giá chất lượng phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng

Chất lượng phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà được thể hiện ở bảng 1. Kết quả phân tích chất lượng phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà cho thấy hàm lượng chất hữu cơ đạt 30,66%, P_2O_5 dễ tiêu đạt 1,57%. Kết quả phân tích mật độ vi sinh vật cho thấy, mật độ vi khuẩn *Bacillus* đạt $5,55 \times 10^9$ CFU/ml, không phát hiện vi sinh vật gây bệnh (*E. coli*, *Salmonella*). Thông thường trong chất thải chăn nuôi gà các vi sinh vật gây bệnh như *E. coli*, *Salmonella* rất cao ($>10^3$ CFU/g) [16]. Trong quá trình tiền xử lý, chất thải chăn nuôi đã được khử trùng ở $120^\circ\text{C}/30$ phút. Vì vậy, sau quá trình lên men sẽ không phát hiện vi sinh vật gây bệnh. Như vậy, phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng trong nghiên cứu này đạt chất lượng theo QCVN 01-189:2019/BNNT về chất lượng phân bón của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn.

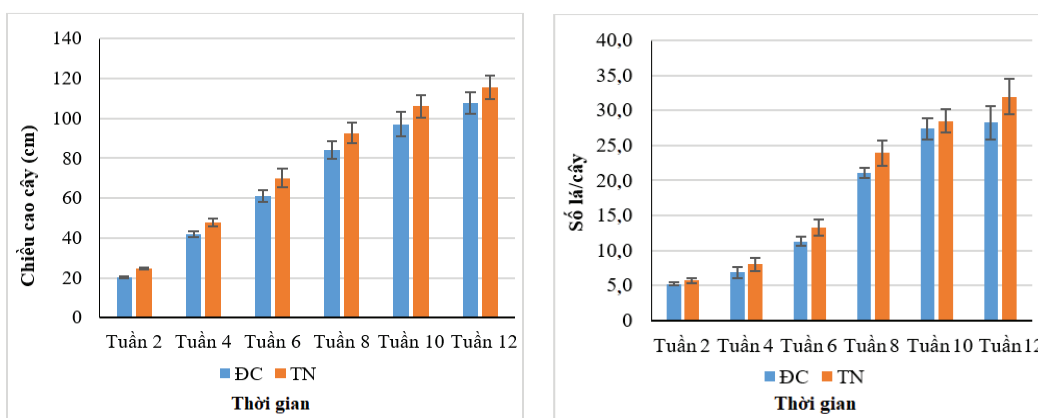
Bảng 1. Chất lượng phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng.

Số thứ tự	Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Kết quả
1	pH	-	7,12 $\pm$ 0,35
2	N tổng số	% N	2,81 $\pm$ 0,14
3	P tổng số	% P_2O_5	2,39 $\pm$ 0,12
4	K tổng số	% K_2O	2,44 $\pm$ 0,21
5	Chất hữu cơ tổng số (OM)	%	30,66 $\pm$ 1,14
6	P_2O_5 dễ tiêu	% P_2O_5	1,57 $\pm$ 0,14
7	Tỷ lệ C/N	-	10,91
8	<i>Bacillus</i>	CFU/ml	5,55 $\times 10^9$
9	<i>Salmonella</i>	CFU/25 ml	KPH
10	<i>E. coli</i>	CFU/ml	KPH

KPH: không phát hiện.

3.3. Kết quả thử nghiệm phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng trên mô hình trồng cà chua

Kết quả nghiên cứu cho thấy, phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng có tác dụng tăng cường khả năng sinh trưởng cho cây cà chua được thể hiện thông qua các chỉ tiêu chiều cao cây, số lá/cây ở lô thí nghiệm đều cao hơn lô đối chứng (hình 5). Các nghiên cứu ứng dụng phân hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà chứa vi sinh vật hữu ích là vi khuẩn *Bacillus* chưa có nhiều. Một số nghiên cứu trên thế giới cho thấy, phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà (chứa vi sinh vật hữu ích là nấm *T. harzianum*) giúp kích thích sự sinh trưởng của cây cà chua và giúp cây phát triển đồng đều (hình 6) [5].



Hình 5. Ảnh hưởng của phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng đến khả năng sinh trưởng của cây cà chua Mogo (TV-20).

Năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất là những chỉ tiêu dùng để đánh giá một cách hoàn thiện hơn về hiệu quả của phân bón trên cây trồng. Năng suất của cà chua được kiểm soát bằng đặc trưng di truyền của giống và chịu tác động của các điều kiện ngoại cảnh, chế độ dinh dưỡng cũng như biện pháp kỹ thuật canh tác [17]. Kết quả đánh giá ảnh hưởng của phân hữu cơ vi sinh dạng lỏng tới năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của cà chua được thể hiện ở bảng 2.



Hình 6. Hình ảnh cây cà chua Mogo (TV-20) tại mô hình thí nghiệm.

Bảng 2. Giá trị trung bình về năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất của cây cà chua Mogo (TV-20).

Mẫu	Số quả/cây	Trọng lượng quả (g)	Dài quả (cm)	Rộng quả (cm)	Năng suất (tấn/ha)
Lô đối chứng (ĐC)	24,2	87,1	6,6	5,3	50,2
Lô thí nghiệm (TN)	25,5	93,2	6,9	5,6	56,7
LSD _{0,05} ĐC	1,25	2,41	0,18	0,11	2,18
LSD _{0,05} TN	1,66	1,54	0,13	0,14	2,65

LSD_{0,05}: các giá trị trung bình khác nhau có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95% (tương ứng mức ý nghĩa $\alpha=0,05$).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, năng suất và các yếu tố cấu thành năng suất ở lô sử dụng phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng đều cao hơn lô đối chứng. Năng suất quả ở lô thí nghiệm cao hơn so với lô đối chứng là 12,9% và cao hơn 18/24 giống cà chua trong nghiên cứu của N.T. Hien và cs (2020) [18]. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở khoa học quan trọng trong việc ứng dụng loại phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng từ chất thải chăn nuôi gà chứa vi khuẩn *Bacillus* cho cây trồng.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được các yếu tố thích hợp cho quá trình lên men chất thải chăn nuôi gà làm phân hữu cơ vi sinh dạng lỏng sử dụng 2 chủng vi khuẩn *B. subtilis* L16 và *B. amyloliquefaciens* L26 gồm: tỷ lệ tiếp giống 5% (mật độ giống 10^8 CFU/ml, tỷ lệ 2 chủng vi khuẩn là 50-50), pH 7, nhiệt độ 30°C trong 8 ngày. Chất lượng phân bón tạo thành đạt QCVN 01-189/BNNPTNT với hàm lượng chất hữu cơ đạt 30,66%, lân dễ tiêu đạt 1,57%, mật độ vi khuẩn *Bacillus* đạt $5,55 \times 10^9$ CFU/ml, không có *Salmonella* và *E. coli* gây bệnh. Phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng giúp tăng các chỉ tiêu sinh trưởng, tăng năng suất của cây cà chua 12,9% so với đối chứng sử dụng phân bón NPK.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện với sự hỗ trợ kinh phí từ nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp Bộ năm 2022-2023: “Nghiên cứu công nghệ xử lý chất thải chăn nuôi gà để sản xuất phân bón hữu cơ vi sinh dạng lỏng ứng dụng trong sản xuất nông nghiệp” của Viện Ứng dụng Công nghệ. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A.K. Saxena, M. Kumar, H. Chakdar, et al. (2020), “*Bacillus* species in soil as a natural resource for plant health and nutrition”, *Journal of Applied Microbiology*, **128**(6), pp.1583-1594, DOI: 10.1111/jam.14506.
- [2] D.H. Dat (2003), *A Manual on The Use of Fertilizers*, Agricultural Publishing House, 164pp (in Vietnamese).
- [3] A. Dejene, Y. Zekeria, K. Misrak (2020), “Production of bioorganic liquid fertilizer from chicken manure and onion peels”, *Advanced Research Journal of Microbiology*, **6**(6), pp.331-337.
- [4] K. Kumar, K.M. Goh (1999), “Crop residues and management practices: effects on soil quality, soil nitrogen dynamics, crop yield, and nitrogen recovery”, *Advances in Agronomy*, **68**, pp.197-319, DOI: 10.1016/S0065-2113(08)60846-9.
- [5] R. Rahmad, A. Karim, N.L. Nafie, et al. (2019), “Synthesis of liquid organic fertilizer based on chicken manure using biosca and fungus bioactivator *Trichoderma harzianum*”, *Indonesia Chimica Acta*, **11**(2), pp.28-41, DOI: 10.20956/ica.v11i2.6489.
- [6] T.T. Chien, N.T.T. Mai, T.B. Tram, et al. (2022), “Selection of *Bacillus subtilis* strains with insoluble phosphate decomposition, antibacterial and biological activity, and application of IAA in chicken manure treatment”, *National Biotechnology Conference 2022*, pp.774-779 (in Vietnamese).
- [7] R.O. Maguire, D. Hesterberg, A. Gernat, et al. (2006), “Liming poultry manures to decrease soluble phosphorus and suppress the bacteria population”, *Journal of Environmental Quality*, **35**(3), pp.849-857, DOI: 10.2134/jeq2005.0339.
- [8] P.T. Huong, V.V. Hanh (2018), “Selection of the fermentation conditions for the growth of *Bacillus subtilis* BSVN15 used in production of probiotic for livestock”, *Vietnam Journal of Biotechnology*, **16**(1), pp.167-172 (in Vietnamese).
- [9] T.K. Thi, M.T.P. Anh (2003), *Tomato Planting Technology (Safe Throughout The Year)*, Nghe An Publishing House, 158pp (in Vietnamese).
- [10] S.S. Stojanović, I.T.K. Stanisavljevic, V.P. Beškoski, et al. (2019), “*Bacillus* based microbial formulations: Optimization of the production process”, *Hemijška Industrija*, **73**(3), pp.169-182, DOI: 10.2298/HEMIND190214014S.
- [11] S.M. Teasdale, A. Kademi (2018), “Quality challenges associated with microbial-based cleaning products from the industry perspective”, *Food and Chemical Toxicology*, **116**(Pt A), pp.20-24, DOI: 10.1016/j.fct.2017.10.029.
- [12] M. Vehapi, B. İnan, S.K. Cakmakoglu, et al. (2023), “Optimization of growth conditions for the production of *Bacillus subtilis* using central composite design and its antagonism against pathogenic fungi”, *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, **15**(3), pp.682-693, DOI: 10.1007/s12602-021-09904-2.
- [13] N.T. Baliah, G. Pandiarajan, M.K. Balkumar (2016), “Isolation, identification and characterization of phosphate solubilizing bacteria from different crop soils of Srivilliputtur Taluk, Virudhunagar district, Tamil Nadu”, *Tropical Ecology*, **57**(3), pp.465-474.
- [14] T.Y. Mujahid, T.Y. Mujahid, A. Wahab, et al. (2015), “Effects of different physical and chemical parameters on phosphate solubilization activity of plant growth promoting bacteria isolated from indigenous soil”, *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, **5**(1), pp.64-70, DOI: 10.6000/1927-5951.2015.05.01.10.
- [15] R. Gupta, A. Kumari, S. Sharma, et al. (2022), “Identification, characterization and optimization of phosphate solubilizing rhizobacteria (PSRB) from rice rhizosphere”, *Saudi Journal of Biological Sciences*, **29**(1), pp.35-42, DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.09.075.
- [16] D.H. Duyen, D.T. Thuy, N.T. Diep, et al. (2021), “Production of microbial organic fertilizer pellets from chicken manure”, *Agriculture & Rural Development*, **10**(1), pp.50-56 (in Vietnamese).
- [17] T.T.H. Hai, N.D. Thanh, T.T. Thanh (2017), “Evaluation of growth, development, and yield of some promising exotic tomato cultivars in winter - spring 2015-2016 in Thua Thien Hue”, *Hue University Journal of Science: Agriculture and Rural Development*, **126**(3C), pp.55-67, DOI: 10.26459/hueuni-jard.v126i3C.3752 (in Vietnamese).
- [18] N.T. Hien, D.T. Van, L.T. Thuy, et al. (2020), “Result of selection for imported tomato disease resistance lines/varieties in Gia Lam, Hanoi”, *Agriculture & Rural Development*, **3**, pp.118-124 (in Vietnamese).