

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.086

HIỆU QUẢ CỦA PHÂN HỮU CƠ RẮN TỪ NƯỚC THẢI HẦM Ủ BIOGAS VÀ BÃ Bùn MÍA LÊN SINH TRƯỞNG VÀ NĂNG SUẤT CẢI XÀ LÁCH (*Lactuca sativa*) Ở ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Châu Thị Anh Thy¹, Đỗ Thành Luân¹, Lê Thị Xã², Nguyễn Phương Thảo³ và Nguyễn Khởi Nghĩa^{1*}

¹Bộ môn Khoa học đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Sư phạm, Trường Cao đẳng Cộng đồng Sóc Trăng

³Phòng Quản lý Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Khởi Nghĩa (email: nknghia@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 08/05/2022

Ngày nhận bài sửa: 05/06/2022

Ngày duyệt đăng: 12/06/2022

Title:

Efficacy of solid organic fertilizers from biogas effluent and sugarcane filter on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa*) under greenhouse conditions

Từ khóa:

Bã bùn mía, kích thích sinh trưởng cây trồng, nước thải biogas, phân hữu cơ, rau xà lách

Keywords:

Biogas effluents, biogas organic fertilizer, lettuce, plant growth promotion, sugarcane filter

ABSTRACT

The study aimed to recycle the biogas digester to produce solid organic fertilizer and its effect on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa*) under greenhouse condition. Biogas effluents were absorbed into coal slag and mixed with a sugarcane filter at different ratios including 30:70, 20:80, 10:90 (%:%), then, fishmeal and beneficial bacteria were added. The results showed that the treatment of 30:70 together with 16.7% fishmeal and beneficial microorganisms met Vietnam's Organic Fertilizer Standards. Under greenhouse condition, the treatments received 1 to 5 tons/ha biogas fertilizer in a combination with reducing of 25% NP recommended helped to increase lettuce yield by 47 – 127%. In conclusion, the reuse of biogas effluent, coal slag, and sugarcane bagasse to produce solid organic fertilizer not only helped to increase crop yields but also save chemical fertilizers for environmental protection and sustainable agricultural development.

TÓM TẮT

Nghiên cứu tái sử dụng nguồn nước thải hầm ủ biogas để tạo phân hữu cơ dạng rắn và đánh giá hiệu quả phân lên sinh trưởng và năng suất cây xà lách ở điều kiện nhà lưới. Nước thải biogas được hấp phụ vào xỉ than và trộn với bã bùn mía với các tỷ lệ 30:70, 20:80, 10:90 (%:%), sau đó bổ sung bột cá và vi khuẩn có lợi cho cây trồng. Kết quả cho thấy nghiệm thức 30:70 (%:%) bổ sung 16,7% bột cá và vi khuẩn có lợi đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ rắn của Việt Nam. Các nghiệm thức bón 1-5 tấn/ha phân hữu cơ rắn ở điều kiện nhà lưới giúp cây cải xà lách sinh trưởng tốt hơn và cho năng suất tăng thêm từ 47-127%, đồng thời giúp giảm 25% lượng phân NP theo khuyến cáo. Như vậy, việc tái sử dụng nguồn nước thải hầm ủ biogas kết hợp xỉ than và bã bùn mía đã giúp tăng năng suất cây trồng, tiết kiệm được phân bón hóa học và giảm thiểu ô nhiễm môi trường, hướng tới phát triển nông nghiệp bền vững.

1. GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của ngành chăn nuôi, lượng chất thải từ các chuồng trại cũng

tăng lên đáng kể, gây ảnh hưởng lớn đến môi trường và sinh thái. Để giảm thiểu ô nhiễm từ chất thải chăn nuôi đặc biệt là chăn nuôi heo, nhiều biện pháp xử

lý đã được thực hiện, trong đó có biện pháp xử lý bằng hầm ủ khí sinh học (biogas) đang được áp dụng phổ biến và rộng rãi (Việt và ctv., 2017). Mặc dù việc xây dựng hầm ủ biogas có ưu điểm là xử lý được nguồn chất thải từ các chuồng trại và cung cấp khí sinh học cho hộ gia đình làm nhiên liệu cho việc đun nấu, nhưng nguồn nước thải sau hầm ủ biogas lại chưa được quan tâm để xử lý hoặc tận dụng để tạo ra sản phẩm có giá trị sử dụng cao hơn. Đa số các hộ gia đình đều thải nước thải hầm ủ biogas ra thùy vực lân cận. Nhiều nghiên cứu cho thấy nguồn nước thải sau ủ biogas có hàm lượng COD, BOD, đạm, lân và vi sinh vật (VSV) khá cao, gây ô nhiễm nguồn nước nếu không được xử lý (Nga và ctv., 2013; Giang và ctv., 2021). Theo Suong và Dũng (1997), nước thải biogas hoàn toàn có thể sử dụng để làm phân bón lỏng trong canh tác và sản xuất rau màu. Đã có một số nghiên cứu sử dụng nước thải từ hầm ủ biogas làm phân bón cho cây trồng như cải xanh và rau xà lách (Vinh, 2010), cây ớt (Nữ và ctv., 2015), cây hoa vạn thọ (Nga và ctv., 2015) và cây cà chua (Giang và ctv., 2021) và cho hiệu quả tốt lên sinh trưởng và năng suất. Tương tự, Duyên và ctv. (2012) đã cho thấy hiệu quả tích cực của than hấp thụ nước thải biogas đến sự sinh trưởng và năng suất rau xà lách. Như vậy, tiềm năng sử dụng nước thải hầm ủ biogas làm nguồn nguyên liệu để sản xuất phân bón hữu cơ thương mại là rất cao. Tuy nhiên, việc tận dụng nguồn nước thải này trong canh tác nông nghiệp vẫn chưa được quan tâm và chú ý nhiều.

Bên cạnh, xỉ than là sản phẩm sau khi đốt than tổ ong dùng trong đun nấu ở hộ gia đình và các cửa hàng bán thức ăn được thải ra hằng ngày với lượng lớn, nhưng hiện nay chưa có hướng xử lý hoặc tận dụng triệt để. Xỉ than có hàm lượng K, Al, Fe, Cu và Zn chiếm tỷ lệ cao, ngoài ra còn chứa một lượng nhỏ chất hữu cơ, đạm tổng số và lân tổng số (Nghĩa & Thu, 2017). Việc tận dụng loại vật liệu này để hấp phụ dinh dưỡng như đạm, lân, kali và các nguyên tố trung và vi lượng khác có trong nước thải từ hầm ủ biogas nhằm mục đích xử lý nước thải biogas; đồng thời để tái sử dụng và cung cấp nguồn dinh dưỡng cho đất và cây trồng, giúp giải quyết được vấn đề ô nhiễm rác thải rắn của xỉ than, lỏng của nước thải biogas và nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế từ việc tạo ra sản phẩm phân hữu cơ có giá trị mới và thân thiện hơn với môi trường sinh thái và canh tác nông nghiệp bền vững. Vì vậy, nghiên cứu quy trình tạo phân bón hữu cơ dạng rắn (PHCR) từ nước thải biogas và từ xỉ than, bã bùn mía nhằm phục vụ cho hoạt động sản xuất và canh tác nông nghiệp ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long là cần thiết. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá hiệu

quả của phân hữu cơ dạng rắn từ nước thải hầm ủ biogas và bã bùn mía lên sinh trưởng và năng suất cây cải xà lách (*Lactuca sativa*) ở điều kiện nhà lưới.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khảo sát hiện trạng xử lý nước thải hầm ủ biogas tại tỉnh Sóc Trăng và thành phố Cần Thơ

Khảo sát được thực hiện thông qua phỏng vấn trực tiếp một số hộ chăn nuôi heo có sử dụng hệ thống biogas ở tỉnh Sóc Trăng và thành phố Cần Thơ. Các nội dung khảo sát liên quan đến vấn đề xử lý nước thải hầm ủ biogas tại các hộ chăn nuôi.

2.2. Xây dựng quy trình tạo phân hữu cơ dạng rắn từ nước thải hầm ủ biogas và bã bùn mía

2.2.1. Thu mẫu nước thải hầm ủ biogas

Mẫu nước thải hầm ủ biogas được thu tại huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng và phường Phú Thứ, quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ, ở các hộ nông dân nuôi heo có quy mô từ 50 con trở lên. Mẫu nước thải được lấy ở cửa xả nước thải của hầm ủ biogas/túi biogas. Có 3 đợt thu mẫu, mỗi đợt cách nhau 10 ngày, tổng cộng có 6 mẫu được thu để phân tích.

2.2.2. Đánh giá chất lượng nước thải hầm ủ biogas

Mẫu nước thải từ hầm ủ biogas được phân tích thành phần VSV, các chỉ số lý hóa nhằm đánh giá mức độ ô nhiễm và thành phần dinh dưỡng trong nước thải hầm ủ biogas.

Các VSV gây bệnh như *Escherichia coli*, *Coliform*, *Salmonella* được phân tích và đánh giá bằng phương pháp đếm mật số MPN (TCVN 6187-2:1996) và phương pháp đếm mật số khuẩn lạc trên môi trường SS agar của Taylor and Harriss (1965).

Dựa vào kết quả đánh giá mật số VSV gây hại, một mẫu nước thải biogas có hàm lượng VSV gây hại dưới ngưỡng quy định về nước thải được chọn. Sau đó, mẫu nước thải được phân tích các thành phần lý, hóa như chất rắn lơ lửng (TSS), pH, EC, carbon, BOD, COD, đạm tổng số, đạm hữu dụng (NH_4^+ , NO_3^-), lân tổng số (P_{t}), lân hữu dụng ($\% \text{P}_2\text{O}_5$), kali tổng số (K_{t}), kali hữu dụng; các nguyên tố vi lượng gồm Mg, Ca, Fe, Zn, Cu và kim loại nặng như chì (Pb), cadimi (Cd) và vi khuẩn hiếu khí cũng được đánh giá để xác định chất lượng nước thải làm cơ sở xây dựng quy trình sản xuất phân hữu cơ dạng rắn.

2.2.3. *Đánh giá hàm lượng dinh dưỡng của các loại phân hữu cơ rắn được phối trộn với các tỷ lệ khác nhau giữa bã bùn mía và xỉ than hấp thu nước thải hầm ủ biogas*

Nguyên liệu để phối trộn phân hữu cơ rắn (PHCR) là nước thải hầm ủ biogas, xỉ than, bã bùn mía, bột cá và các dòng vi khuẩn cố định đạm, hòa tan lân, tổng hợp IAA và hòa tan silic (*Bacillus* sp., *Burkholderia* sp., *Olivibacter jilunii* sp., *Paenibacillus* sp.).

Bã bùn mía được dùng làm nguyên liệu phối trộn là cặn bã sau khi lắng lọc nước mía ở các nhà máy đường, bã bùn mía sử dụng ở nghiên cứu này là loại bã bùn mía đã qua ủ hoại có màu nâu đến đen.

Bột cá sử dụng trong thí nghiệm để bổ sung hàm lượng dinh dưỡng cho phân hữu cơ dạng rắn được chế biến từ cá tươi hoặc phụ phẩm từ cá của công ty sản xuất bột cá biển Phi Quân. Với các chỉ tiêu cơ bản là hàm lượng protein thô $\geq 60\%$, chất béo 8% và độ ẩm 10% .

Cách thức phối trộn: Xi than được sấy ở 105°C trong 8 giờ và nghiền nhỏ bằng máy nghiền, sau đó rây qua rây với kích thước 2 mm. Xi than được hấp thụ nước thải hầm ủ biogas với tỷ lệ 1:1 theo khối lượng. Xi than sau khi hấp thụ nước và các chất dinh dưỡng có trong nước thải hầm ủ biogas được phối trộn với bã bùn mía theo các tỷ lệ khác nhau như các nghiệm thức thí nghiệm và các tỷ lệ phối trộn (Bảng 1).

Bảng 1. Các nghiệm thức phối trộn khác nhau giữa bã bùn mía và xỉ than hấp thu nước thải để tạo phân hữu cơ dạng rắn

Nghiệm thức (NT)	Bã bùn mía : xỉ than hấp thụ biogas (%) (w/w)
NT1	70% : 30%
NT2	80% : 20%
NT3	90% : 10%

Sau khi được phối trộn theo nhiều tỷ lệ khác nhau được trình bày trong Bảng 1, các chỉ tiêu lý hóa như âm độ, pH, chất hữu cơ (CHC), đạm tổng số (N_{ts}), đạm hữu hiệu, (NH_4^+ , NO_3^-), lân tổng số (P_{ts}), lân hữu hiệu ($P_2O_5^-$), kali tổng số (K_{ts}), kali trao đổi được phân tích. Các thông số phân tích được đánh giá theo nghị định 108/2017/NĐ-CP, tiến hành lựa chọn tỷ lệ phối trộn phù hợp.

Sau khi chọn được tỷ lệ phối trộn phù hợp thì tiến hành chủng các dòng vi khuẩn có lợi cho đất và cây trồng bao gồm vi khuẩn cố định đạm, hòa tan lân, tổng hợp IAA và hòa tan silic (*Bacillus* sp.,

Burkholderia sp., *Olivibacter jilunii* sp., *Paenibacillus* sp.) với mật số đạt 10^6 CFU/g. Đồng thời, 16,7% (w) bột cá được bổ sung vào phân hữu cơ rắn để gia tăng hàm lượng dinh dưỡng cho phân hữu cơ thành phẩm đạt chuẩn quy định về phân bón hữu cơ rắn.

Phân hữu cơ dạng rắn thành phẩm được phân tích các chỉ tiêu lý hóa và VSV một lần nữa. Các chỉ tiêu đánh giá gồm âm độ, pH, chất hữu cơ (CHC), đạm tổng số (N_{ts}), đạm hữu hiệu, lân tổng số (P_{ts}), lân hữu hiệu ($P_2O_5^-$), kali tổng số (K_{ts}), kali trao đổi, magie (Mg), canxi (Ca), sắt (FE), đồng (Cu), kẽm (Zn). Các chỉ tiêu vi sinh gồm tổng mật số vi khuẩn hiếu khí, mật số vi khuẩn cố định đạm, hòa tan lân và hòa tan silic. Ngoài ra, mật số vi khuẩn gây bệnh đường ruột ở người như *Coliform*, *E. coli* và *Salmonella* cũng được phân tích và đánh giá theo nghị định 108/2017/NĐ-CP.

2.3. Đánh giá hiệu quả của phân hữu cơ dạng rắn từ nước thải hầm ủ biogas và bã bùn mía lên sinh trưởng và năng suất cây rau xà lách ở điều kiện nhà lưới

Hạt cải xà lách sử dụng trong thí nghiệm là hạt giống F1 TN 579 của Công ty Trang Nông. Thí nghiệm được thực hiện tại nhà lưới của Bộ môn Khoa học đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

Đất thí nghiệm được thu từ đất vườn cây ăn trái, trại thực nghiệm, Trường Đại học Cần Thơ. Đất sau khi thu được trộn đều với nhau thành một mẫu lớn. Sau đó, 7 kg đất (khối lượng khô kiệt) được vào các chậu nhựa (kích thước 30 x 30 cm). Đất được làm tơi bề mặt trước khi gieo hạt. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 7 nghiệm thức và 3 lần lặp lại tương ứng với 1 chậu thí nghiệm. Các nghiệm thức được liệt kê ở Bảng 2.

Bảng 2. Các nghiệm thức thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của phân hữu cơ rắn lên sinh trưởng và năng suất rau xà lách ở nhà lưới

Nghiệm thức (NT)	Công thức phối trộn
NT1	100% NPK (khuyến cáo)
NT2	75% NPK
NT3	75% NPK + 1 tấn/ha PHCR
NT4	75% NPK + 2 tấn/ha PHCR
NT5	75% NPK + 3 tấn/ha PHCR
NT6	75% NPK + 4 tấn/ha PHCR
NT7	75% NPK + 5 tấn/ha PHCR

Ghi chú: PHCR: phân hữu cơ rắn

Hạt rau xà lách được ngâm với nước ấm có nhiệt độ ~50°C (2 sôi, 3 lạnh) đến khi hạt bắt đầu nảy mầm, sau đó gieo 10 hạt vào các chậu và tưới nước thường xuyên để giữ ẩm. Khi cây cao khoảng 3 cm thì tiến hành tỉa bỏ và để lại 5 cây cái/chậu. Phân bón khuyến cáo cho cây xà lách 110N-50P₂O₅-50K₂O (kg/ha) (Ba và ctv., 1999). Phân hữu cơ rắn được bón qua gốc, bón 1 lần vào thời điểm xuống giống với liều lượng tương ứng từng nghiệm thức. Phân bón hóa học được chia làm 4 lần bón: bón lót 3 ngày trước khi gieo và bón thúc vào các thời điểm

7, 14 và 21 ngày sau khi gieo. Liều lượng phân bón hóa học cho cây xà lách được trình bày trong Bảng 4. Thí nghiệm được thực hiện trong 30 ngày. Các chỉ tiêu theo dõi gồm chiều cao cây (tính từ mặt đất lên đến đỉnh lá), số lá trên cây rau, chiều dài và chiều rộng lá được thu thập vào thời điểm 30 ngày sau khi gieo. Chỉ tiêu sinh khối cây rau xà lách được thu thập vào thời điểm thu hoạch (30 NSKG) bằng cách cân trọng lượng rau tươi/chậu và trọng lượng khô của rau xà lách được xác định bằng cách sấy rau ở 105°C trong 24 giờ.

Bảng 4. Loại phân, liều lượng và thời gian bón phân cho cây xà lách trong thời gian thí nghiệm

Loại phân	Tổng lượng phân bón khuyến cáo (kg/ha)	Bón lót (%) (3 NTKG)	Bón thúc (%)		
			Đợt 1 (7 NSKG)	Đợt 2 (14 NSKG)	Đợt 3 (21 NSKG)
Ure	239	0	25	25	50
Supper lân	313	100	0	0	0
KCl	83,3	25	25	25	25

Ghi chú: NTKG: ngày trước khi gieo, NSKG: ngày sau khi gieo

2.4. Xử lý số liệu

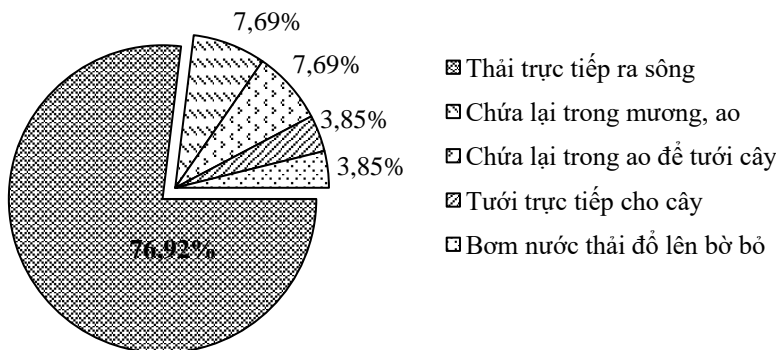
Các số liệu được thống kê trên bảng tính Excel và phân tích ANOVA theo kiểm định Tukey's test bằng phần mềm MINITAB 16.2.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng xử lý nước thải hầm ủ biogas tại tỉnh Sóc Trăng và thành phố Cần Thơ

Kết quả khảo sát hiện trạng xử lý nước thải hầm ủ biogas của 26 hộ chăn nuôi trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng và thành phố Cần Thơ cho thấy vấn đề xử lý chất thải hầm ủ biogas chưa được quan tâm tại các hộ chăn nuôi (Hình 1). Việc xả trực tiếp nước thải hầm ủ ra sông rạch là biện pháp được nhiều hộ lựa chọn (chiếm tỷ lệ 76,92%) vì thuận tiện và không

tốn chi phí. Chỉ có 7,69% số hộ khảo sát cho nước thải hầm ủ biogas trữ lại trong mương/ao gia đình nhưng chưa xác định được cách xử lí. Một tỷ lệ nhỏ số hộ khảo sát (3,85%) bơm nước thải lên bờ để đất giúp lọc sạch nước hoặc bơm trực tiếp nước thải lên để tưới cho cây. Điều lưu ý là có tới 7,69% hộ khảo sát chứa nước thải biogas lại trong các mương/ao lãng gia đình để tưới cho cây trồng. Kết quả này cũng tương tự nghiên cứu của Hồng và Liệu (2012), phần lớn các hộ chăn nuôi đều thải nước sau hầm biogas tự do ra môi trường trong hoặc gần khu vực chăn nuôi nên khả năng gây ô nhiễm môi trường là khá cao. Do đó, biện pháp xử lý hoặc tận dụng triệt để nguồn nước thải này để triển khai trong các hộ chăn nuôi heo với quy mô vừa và lớn để giúp hạn chế ô nhiễm môi trường là rất cần thiết.



Hình 1. Hiện trạng xử lý nước thải hầm ủ biogas ở 2 điểm khảo sát

3.2. Chất lượng nước thải hầm ủ biogas

Mẫu nước thải từ hầm ủ biogas được phân tích thành phần VSV, các thông số ô nhiễm và thành phần các chất cơ bản trong nước thải nhằm đánh giá mức độ ô nhiễm và thành phần dinh dưỡng trong nước thải hầm ủ biogas, đồng thời đưa ra các giải pháp điều chỉnh nếu cần thiết.

3.2.1. Thành phần VSV gây hại trong nước thải hầm ủ biogas

Kết quả phân tích các VSV gây bệnh gồm *E. coli*, *Coliform* và *Salmonella* được trình bày trong Bảng 5 cho thấy các mẫu nước thải được đánh giá là có chứa các VSV gây bệnh này ở các mật số khác nhau. Trong đó, mẫu nước thải biogas ở quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ có mật số *E. coli* là $4,22 \times 10^4$ MPN/100 mL, mật số *Coliform* là $1,98 \times 10^5$ MPN/100 mL, nhưng không chứa vi khuẩn *Salmonella*.

Ngược lại, mẫu nước thải thu ở huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng có hàm lượng các vi sinh gây bệnh thấp hơn với mật số vi khuẩn *E. coli* là $9,75 \times 10^1$ MPN/100mL, *Coliform* = $8,23 \times 10^3$ MPN/100mL và không phát hiện vi khuẩn *Salmonella*. Có thể thấy rằng cả 2 mẫu nước thải thử nghiệm có chứa vi khuẩn *E. coli* và *Coliform* vượt ngưỡng cho phép theo quy định của QCVN 62-MT:2016/BTNMT dành cho nước thải biogas xả ra nguồn nước không dùng cho nguồn cung cấp nước sinh hoạt.

Như vậy, cả 2 mẫu nước thải biogas được đánh giá trong nghiên cứu này có thành phần sinh hóa đều không đạt tiêu chuẩn xả ra nguồn nước cung cấp nước sinh hoạt. Tuy nhiên, do quận Cái Răng là địa điểm thuận tiện trong việc thu mẫu nên mẫu nước thải hầm ủ biogas thu ở quận Cái Răng được chọn để dùng cho các nghiên cứu tiếp theo.

Bảng 5. Thành phần vi khuẩn gây hại *E. coli*, *Coliform*, *Salmonella* trong nước thải hầm ủ biogas

Vi khuẩn	Đơn vị	Mẫu nước thải biogas	
		Cần Thơ	Sóc Trăng
<i>E. coli</i>	MPN/100 mL	$4,22 \times 10^4$	$9,75 \times 10^1$
<i>Coliform</i>	MPN/100 mL	$1,98 \times 10^5$	$8,23 \times 10^3$
<i>Salmonella</i>	CFU/mL	KPH	KPH

Ghi chú: KPH: không phát hiện

Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các kết quả nghiên cứu của Hồng và Liêu (2012) cho thấy mật số vi khuẩn *Coliform* trong nước thải đầu ra của hầm ủ biogas là 10^7 MPN/100 mL vượt ngưỡng an toàn

cho phép theo quy định của QCVN 62-MT:2016/BTNMT. Tương tự, Vi và ctv. (2020) cho thấy thành phần vi khuẩn *E. coli* trong mẫu nước thải biogas ở các hộ chăn nuôi dao động từ 6.000 đến 90.000 MPN/100 mL, trong khi mật số vi khuẩn *Coliform* dao động từ 12.000 đến 16.000 MNP/100 mL đều vượt ngưỡng an toàn cho phép theo quy định của QCVN 62-MT:2016/BTNMT dành cho nước thải biogas xả ra nguồn nước không dùng cho nguồn cung cấp nước sinh hoạt. Khi so với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt quy định nước dùng cho mục đích tưới tiêu (QCVN 08-MT:2015/BTNMT (Cột B), các mẫu nước thải này không đạt tiêu chuẩn để có thể tưới trực tiếp cho cây trồng, do đó cần nghiên cứu xử lý các VSV gây bệnh như *E. coli*, *Coliform* trong nước thải hầm ủ biogas trước khi dùng cho tưới tiêu.

3.2.2. Thành phần dinh dưỡng trong nước thải biogas

Kết quả Bảng 6 cho thấy hàm lượng đường chất trong chất thải hầm ủ biogas cao hơn rất nhiều (~ 3 lần) so với quy chuẩn chất lượng nước thải về COD, BOD, TSS (QCVN 62-MT:2016/BTNMT). Trong đó, thành phần chất rắn lơ lửng cao gấp 4,45, nhu cầu oxy hóa học COD vượt 2,86 lần, nhu cầu oxy sinh học vượt 2,24 so với tiêu chuẩn cho phép (QCVN 62-MT:2016/BTNMT). Bên cạnh kết quả phân tích cũng cho thấy nguồn dinh dưỡng trong nước thải biogas khá cao, trong đó, đạm tổng số và lân tổng số trong nước thải hầm ủ biogas cao hơn so với quy định trong tiêu chuẩn lần lượt là 1,5 và 7 lần. Ngoài ra, trong nước thải hầm ủ biogas còn có các thành phần dinh dưỡng đa, trung và vi lượng như NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , K_{ts} , K hòa tan, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu,... Tuy nhiên, không phát hiện hàm lượng các kim loại nặng như Pb và Cd trong mẫu nước thải hầm ủ biogas.

Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nga và ctv. (2014), nước thải đầu ra của hầm ủ biogas không đủ tiêu chuẩn thải vào môi trường với giá trị PO_4^{3-} , N-NO_3^- và N-NH_4^+ dao động lần lượt khoảng 37,2 – 51,1 mg/L, 0,30 – 1,14 mg/L và 105,6 – 217,9 mg/L và COD khoảng 464,4 – 2.552,1 mg/L. Do đó, việc trực tiếp xả thải nguồn nước này vào thủy vực tiếp nhận sẽ có nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước, suy giảm chất lượng môi trường của nguồn tiếp nhận. Trong đó, nguy cơ gây ra hiện tượng phú dưỡng nguồn nước là rất lớn và mật số vi khuẩn *Coliform* cao là mối nguy hiểm cho sức khỏe con người và vật nuôi. Tuy nhiên, hàm lượng dinh dưỡng trong nước thải hầm ủ biogas khá cao, do đó có thể tận dụng để làm nguồn dinh dưỡng cho các đối tượng khác, đặc biệt là đất và cây trồng (Nga và

ctv., 2014; Việt và ctv., 2017). Đây cũng có thể là nguồn dinh dưỡng tiềm năng dùng làm phân hữu cơ vì hàm lượng dinh dưỡng khá cao và không chứa các kim loại nặng. Tương tự, nghiên cứu của Koszel and Lorenco-wicz (2015) cho thấy nước thải biogas chứa nhiều nguyên tố dinh dưỡng cho cây trồng, đồng thời không có kim loại nặng và có thể được xử lý để tái sử dụng như phân bón cho đất và cây trồng.

Nhiều nghiên cứu đã tái sử dụng thành công nước thải hầm ủ biogas cho cây linh lăng, cây bắp và các cây ngũ cốc khác thay thế mặt phân bón hóa học nhằm tiết kiệm chi phí sản xuất cho nông dân (Ortenblad, 2002; Rodhe et al., 2006; Smith et al., 2007; Moller & Stinner, 2009; Pertiwinigrum et al., 2017; Sigurnjak et al. 2017).

Bảng 6. Thành phần hóa, lý và sinh học của nước thải biogas được thu thập ở quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Chỉ tiêu	TCVN-2016*
1	pH	-	7,37	5,5 – 9,0
2	COD	mg/L	860	300
3	BOD	mg/L	224	100
4	TSS (chất rắn lơ lửng)	mg/L	667	150
5	N tổng số	mg/L	220	150
6	P tổng số	mg/L	41,9	6
7	N-NH ₄ ⁺	mg/L	6,65	-
8	N-NO ₃ ⁻	mg/L	4,81	-
9	Carbon	%	0,01	-
10	P-PO ₄ ³⁻	mg/L	19,4	-
11	K ⁺ hòa tan	mg/L	85,6	-
12	K tổng số	mg/L	111	-
<i>Nguyên tố vi lượng</i>				-
13	Mg	mg/L	32,1	-
14	Ca	mg/L	54,4	-
15	Fe	mg/L	0,170	-
16	Zn	mg/L	0,049	-
17	Cu	mg/L	0,053	-
<i>Kim loại nặng</i>				-
19	Chì (Pb)	mg/L	KPH	-
20	Cadmium (Cd)	mg/L	KPH	-
21	Vi khuẩn hiếu khí	CFU/ml	9,7x10 ⁵	-

Ghi chú: KPH: Không phát hiện, QCVN 62-MT:2016/BTNMT

3.3. Hàm lượng dinh dưỡng của các công thức phối trộn giữa bã bùn mía và nước thải hầm ủ biogas

Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng của ba công thức phối trộn cho thấy âm độ, pH và chất hữu cơ của 3 công thức này đều đạt tiêu chuẩn quy định đối với phân hữu cơ và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê (p<0,05) khi so sánh giữa ba công thức phối trộn với nhau. Trong đó, nghiệm thức có tỷ lệ phối trộn bã bùn mía càng cao giúp gia tăng hàm lượng chất hữu cơ, N, P tổng số và hữu hiệu (Bảng 7). So với

tiêu chuẩn Việt Nam về phân hữu cơ (nghị định 108/2017/NĐ-CP), âm độ, pH và chất hữu cơ của cả 3 công thức phối trộn đều đạt và vượt trên mức quy định. Tuy nhiên, tổng NPK các dạng ở cả 3 công thức phối trộn đều chưa đạt yêu cầu (< 15), đặc biệt là hàm lượng đạm của công thức phối trộn. Do hàm lượng các chất dinh dưỡng trong cả 3 công thức phối trộn không quá chênh lệch nên để tối ưu hóa lượng nước thải biogas được tái xử lý, công thức phối trộn theo tỷ lệ: 30% xỉ than hấp thụ nước thải + 70% bã bùn mía (w/w) được lựa chọn cho quy trình sản xuất phân hữu cơ vi sinh hoàn chỉnh ở giai đoạn sau.

Bảng 7. Hàm lượng dinh dưỡng của các công thức phối trộn giữa xỉ than hấp thụ nước thải biogas và bã bùn mía

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Tỷ lệ phối trộn: xỉ than hấp thụ nước thải biogas (%) + bã bùn mía (%)			Nghị định 108/2017/NĐ-CP
			30:70 (w/w)	20:80 (w/w)	10:90 (w/w)	
1	Âm độ	%	25,1 ^a	26,5 ^a	26,7 ^a	≤30
2	pH	-	6,68 ^a	6,49 ^b	6,46 ^b	≥5
3	Chất hữu cơ	%	34,7 ^b	36,7 ^a	37,4 ^a	≥20
4	N-hữu hiệu	%	0,063 ^a	0,075 ^a	0,075 ^a	-
5	N tổng số	%	1,02 ^b	1,25 ^a	1,30 ^a	-
6	P-hữu hiệu	%	1,69 ^c	2,03 ^b	2,27 ^a	-
7	P tổng số	%	4,17 ^c	4,63 ^b	5,31 ^a	-
8	K-trao đổi	%	0,735 ^a	0,619 ^b	0,563 ^b	-
9	K tổng số	%	1,84 ^a	1,55 ^b	1,41 ^b	-
Tổng NPK các dạng			9,518	10,154	10,982	≥ 15,0

Ghi chú: Các chỉ tiêu phân tích theo tiêu chuẩn Việt Nam về phân hữu cơ vi sinh (Nghị định 108/2017/NĐ-CP)

3.4. Hàm lượng dinh dưỡng của phân hữu cơ dạng rắn thành phẩm sau khi bổ sung dinh dưỡng

Sau khi đánh giá về thành phần dinh dưỡng của các công thức phối trộn với nhiều tỷ lệ phối trộn khác nhau giữa xỉ than hấp thụ dinh dưỡng từ nước thải biogas và bã bùn mía ở mục 3.3 cho thấy các công thức phối trộn này chưa đạt tiêu chuẩn về dinh dưỡng đạm, lân và kali theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP, do vậy công thức phối trộn với tỷ lệ phối trộn chứa 30% xỉ than hấp thụ nước thải + 70% bã bùn mía được chọn để tiếp tục cải thiện thành phần đạm nhằm cho ra dạng phân hữu cơ thành phẩm. Việc bổ sung 16,7% (w) lượng bột cá vào nguyên liệu phối trộn làm tăng hàm lượng đạm, đồng thời bổ sung các chủng vi khuẩn có lợi như hòa tan lân, cố định đạm, hòa tan silic ở mật số 10⁷ CFU/g nhằm gia tăng chất lượng phân bón hữu cơ. Kết quả đánh giá các thành phần dinh dưỡng của PHCR sau khi bổ sung lượng bột cá được trình bày trong Bảng 8 cho thấy thành phần dinh dưỡng, đặc biệt là đạm tổng số của PHCR thành phẩm theo công

thức phối trộn như trên đã đạt các tiêu chuẩn Việt Nam theo nghị định 108/2017/NĐ-CP về phân hữu cơ. Cụ thể, chất hữu cơ đạt 44,5% vượt mức quy định (20%), N tổng số, P hữu dụng và K trao đổi đều cao hơn so với tiêu chuẩn. Mật số VSV có lợi như cố định đạm, hòa tan lân và hòa tan silic cũng đạt mức quy định (10⁶ CFU/g). Trong đó, các yếu tố hạn chế như kim loại nặng là asen, thủy ngân và vi khuẩn *Salmonella* và *E.coli* đều không phát hiện, chì và cadimi chỉ phát hiện với hàm lượng thấp và đạt tiêu chuẩn QCVN 62-MT:2016/BTNMT.

Như vậy, PHCR được tạo ra từ quá trình tái sử dụng nước thải hầm ủ biogas bằng cách cho hấp thụ với xỉ than, trộn với bã bùn mía, bột cá và bổ sung vi khuẩn có lợi cho đất và cây trồng đã đạt được các tiêu chuẩn dinh dưỡng theo đúng quy định, tuy nhiên cũng cần có những đánh giá về hiệu quả của phân hữu cơ rắn thành phẩm này lên sinh trưởng và năng suất một số loại cây trồng. Vì vậy, PHCR được tiếp tục khảo sát để đánh giá hiệu quả trên sinh trưởng và năng suất của rau xà lách ở điều kiện nhà lưới.

Bảng 8. Hàm lượng dinh dưỡng của phân hữu cơ rắn thành phẩm

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	PHCR	Nghị định 108/2017/NĐ-CP
1	Âm độ	%	29,7	≤ 30
2	pH	-	7,46	> 5
3	EC	mS/cm	24,1	-
4	Chất hữu cơ	%	44,5	≥ 20
5	N-hữu hiệu	%	0,558	≥ 20*
6	N tổng số	%	2,81	-
7	P hữu hiệu	%	2,92	≥ 2*
8	P tổng số	%	5,00	≥ 2*
9	K hữu hiệu	%	2,83	-
10	K tổng số	%	5,55	≥ 2*
	Trung lượng, vi lượng		19,67	-
11	Magie (Mg)	%	0,639	-

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	PHCR	Nghị định 108/2017/NĐ-CP
12	Canxi (Ca)	%	7,68	≥5
13	Sắt (Fe)	%	1,62	≥50*
14	Đồng (Cu)	mg/kg	83,5	≥50*
15	Kẽm (Zn)	mg/kg	271	≥50*
16	Natri (Na)	%	0,229	≥5
<i>Vì sinh</i>				
17	Vi khuẩn hiếu khí	CFU/g	3,93 x 10 ⁹	≥ 10 ⁶
18	Vi khuẩn cố định đạm	CFU/g	3,65 x 10 ⁶	≥ 10 ⁶
19	Vi khuẩn hòa tan lân	CFU/g	8,16 x 10 ⁶	≥ 10 ⁶
20	Vi khuẩn hòa tan silic	CFU/g	2,97 x 10 ⁶	≥ 10 ⁶
<i>Yếu tố hạn chế</i>				
21	Arsen (As)	mg/kg	KPH	≤ 10,0
22	Chì (Pb)	mg/kg	39,9	≤ 200
23	Cadmium (Cd)	mg/kg	2,64	≤ 5,0
24	Thủy ngân (Hg)	mg/kg	KPH	≤ 2,0
25	Vi khuẩn <i>Salmonella</i>	MPN/g	KPH	0
26	Vi khuẩn <i>E.coli</i>	MPN/g	KPH	< 1,1.10 ³

*Ghi chú: PHCR: phân hữu cơ vi sinh rắn, KPH: Không phát hiện, NĐ 107/2017/NĐ-CP: tiêu chuẩn Việt Nam về phân hữu cơ.

3.5. Hiệu quả của phân hữu cơ rắn từ bã bùn mía và xỉ than hấp thụ nước thải hầm ủ biogas lên sinh trưởng và năng suất cây rau xà lách ở điều kiện nhà lưới

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của PHCR lên sinh trưởng của cây xà lách cho thấy PHCR có tác dụng kích thích sinh trưởng và làm tăng năng suất cây xà lách thông qua việc kích thích gia tăng các chỉ tiêu nông học và sinh khối tươi cây xà lách. Nhìn chung, các nghiệm thức có bón PHCR cho sinh trưởng và năng suất cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức không bổ sung PHCR.

3.5.1. Sinh trưởng của rau xà lách

Kết quả về hiệu quả của PHCR lên chiều cao thân của rau xà lách ở điều kiện nhà lưới ở thời điểm 30 ngày sau khi gieo cho thấy các nghiệm thức bón giảm 25% NPK đều có tác động đến sinh trưởng của

rau xà lách và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng bón 100% NPK (Bảng 9). Các nghiệm thức bón giảm 25% NPK có bổ sung từ 3 tấn/ha đến 5 tấn/ha PHCR tác động giúp gia tăng các chỉ tiêu nông học của rau xà lách, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với đối chứng bón 100% NPK (p<0,05). Trong đó, nghiệm thức bón 75% NPK kết hợp 5 tấn/ha PHCR cho chiều cao cây cao nhất (22,2 cm), khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) với nghiệm thức đối chứng bón 100% NPK và 75% NPK (lần lượt là 14,7 và 12,6 cm). Đặc biệt, nghiệm thức bón kết hợp 1 tấn/ha PHCR và giảm 25% NPK đã cho thấy xu hướng gia tăng chiều cao cây, số lá và dài lá trên rau xà lách so với đối chứng mặc dù nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p>0,05) khi so sánh với nghiệm thức không bón phân hữu cơ rắn (100% NPK và 75% NPK).

Bảng 9. Ảnh hưởng các mức phân bón hữu cơ rắn khác nhau lên một số chỉ tiêu nông học của cây xà lách ở thời điểm 30 ngày sau khi gieo ở điều kiện nhà lưới

Nghiem thức	Chiều cao cây (cm)	Số lá (lá)	Dài lá (cm)	Rộng lá (cm)
100%NPK (110N-50P ₂ O ₅ -50K ₂ O)	14,7 ^{cd}	6,40 ^{bc}	9,98 ^{ab}	5,68 ^a
75% NPK	12,6 ^d	6,33 ^c	9,66 ^b	3,36 ^b
75% NPK + 1 tấn/ha PHCR	16,4 ^{bcd}	7,13 ^{abc}	11,8 ^{ab}	6,39 ^a
75% NPK + 2 tấn/ha PHCR	15,7 ^{cd}	6,33 ^c	10,8 ^{ab}	5,71 ^a
75% NPK + 3 tấn/ha PHCR	20,7 ^{ab}	8,27 ^{ab}	13,6 ^a	7,26 ^a
75% NPK + 4 tấn/ha PHCR	18,8 ^{abc}	7,33 ^{abc}	11,4 ^{ab}	5,60 ^a
75% NPK + 5 tấn/ha PHCR	22,2 ^a	8,60 ^a	13,9 ^a	6,73 ^a
F	*	*	*	*
CV (%)	20,6	15,2	17,3	20,0

Ghi chú: PHCR: phân hữu cơ vi sinh rắn, * khác biệt ý nghĩa ở mức 5%, NSKG: ngày sau khi gieo. Trong cùng một cột, các chữ số có mẫu tự theo sau giống nhau thì không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 5% theo phép thử Tukey's test.

Đối với chỉ tiêu số lá rau xà lách tại thời điểm 30 ngày sau khi gieo cho thấy nghiệm thức bón bổ sung 5 tấn/ha PHCR cho số lá cao nhất (8,60 lá) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) khi so sánh với nghiệm thức đối chứng sử dụng 75% NPK (6,33 lá) và 100% NPK (6,4 lá). Các nghiệm thức có bổ sung PHCR gia tăng từ 1, 2, 3 và 4 tấn/ha có xu hướng làm gia tăng số lá so với nghiệm thức đối chứng chỉ bón phân hóa học.

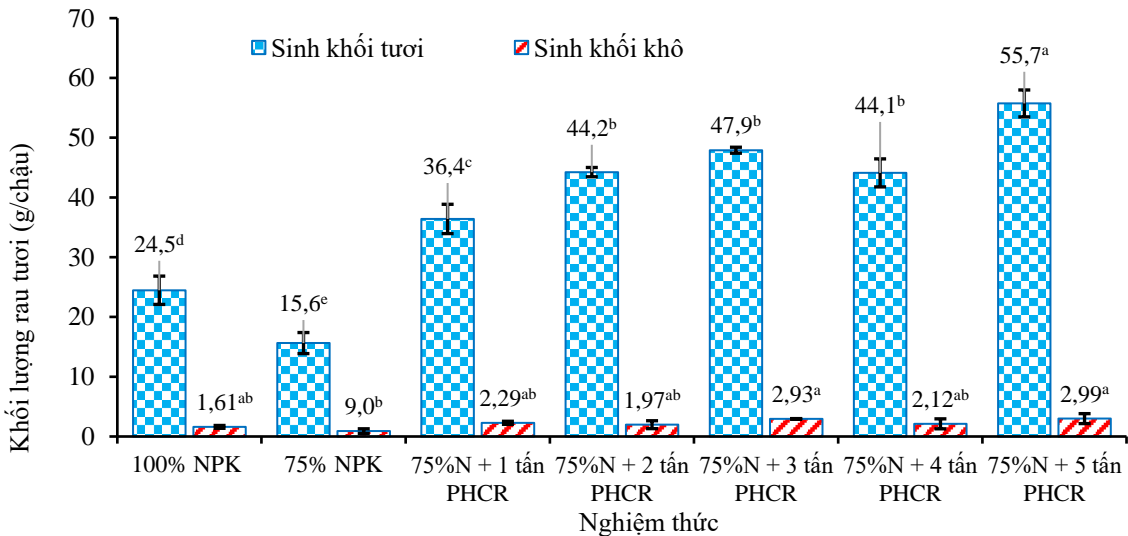
Đáng lưu ý là phân hữu cơ rắn giúp lá rau xà lách có diện tích lớn hơn thông qua kích thích tăng chiều dài và chiều rộng lá xà lách. Ở thời điểm thu hoạch (30 NSKG), tất cả các nghiệm thức bón 75% NPK kết hợp với các mức phân bón PHCR khác nhau đều cho chiều dài và chiều rộng lá lớn hơn so với nghiệm thức đối chứng chỉ bón phân NPK và với các liều lượng phân hữu cơ khác nhau đều cho xu hướng lá lớn hơn so với nghiệm thức đối chứng chỉ bón 100%NPK, nhưng khác biệt không ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

3.5.2. Sinh khối tươi và khô của rau xà lách

Kết quả về hiệu quả của PHCR lên sinh khối tươi và khô của rau xà lách ở thời điểm 30 ngày sau khi

gieo được trình bày trong Hình 3 cho thấy các nghiệm thức có bổ sung PHCR giúp gia tăng sinh khối tươi rau xà lách từ 1,5 đến 2,3 lần so với các nghiệm thức chỉ bón phân hóa học và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Trong đó, nghiệm thức bón bổ sung 5 tấn/ha PHCR cho sinh khối tươi đạt cao nhất với 55,7 g giúp gia tăng 127% khối lượng tươi rau xà lách so với nghiệm thức bón 100% NPK theo khuyến cáo. Các nghiệm thức bổ sung 1, 2, 3 và 4 tấn/ha PHCR đều làm tăng khối lượng tươi rau xà lách so với đối chứng bón 100%NPK theo khuyến cáo và dao động từ 48 – 95%.

Xu hướng tương tự cũng tương tự cho sinh khối khô của rau xà lách. Các nghiệm thức có bổ sung PHCR đều cho sinh khối khô cao hơn, dao động từ 2,29 đến 2,99 g so với chỉ bón phân hóa học (Hình 3). Trong đó, nghiệm thức bón 75% NPK kết hợp 3 tấn và 5 tấn/ha PHCR cho sinh khối khô cao nhất (lần lượt 2,93 g và 2,99 g), khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với đối chứng chỉ bón phân vô cơ.



Hình 3: Sinh khối tươi và sinh khối khô của xà lách ở các nghiệm thức thí nghiệm

Kết quả nghiên cứu này tương tự với các nghiên cứu khác trên cây rau giúp tận dụng nguồn nước thải hầm ủ biogas làm phân bón và đã cho thấy hiệu quả kích thích sinh trưởng và gia tăng năng suất rau. Nghiên cứu của Duyên và ctv. (2011) trên cây xà lách, nhóm tác giả đã sử dụng vật liệu xỉ than hấp thu nước thải biogas lên sinh trưởng và năng suất rau xà lách trong chậu trồng trong nhà lưới cho thấy đã kích thích sinh trưởng cây xà lách và làm tăng

sinh khối tươi lúc thu hoạch cao hơn so với đối chứng chỉ bón phân hóa học. Cụ thể là bổ sung than hấp thu nước thải hầm ủ biogas đã làm tăng chiều dài lá, chiều rộng lá và sinh khối tươi cây cải đã dẫn đến làm tăng năng suất xà lách từ 47,4-155% so với đối chứng chỉ bón phân hóa học theo khuyến cáo. Điều này chứng tỏ rằng vật liệu than qua hấp thu nước thải biogas có thể được tái sử dụng làm nguồn phân bón cho cây trồng, đồng thời giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Ngoài ra, nghiên cứu của Ai & Duy (2006) cho thấy bón 30 tấn phân hữu cơ vi sinh/ha cho rau muống giúp đạt năng suất cao và hàm lượng nitrate tích lũy trong thân thấp. Tuấn (2008) chứng minh việc bón 10 tấn phân hữu cơ vi sinh/ha và 50% NPK theo khuyến cáo trên cây mồng tơi cho năng suất tương đương với nghiệm thức bón 100% phân hóa học. Gần đây, nghiên cứu của Phương (2018) cho thấy bón kết hợp 5 tấn/ha phân hữu cơ vi sinh từ bùn thải thủy sản phối trộn với bã bùn mía kết hợp với phân hóa học cho năng suất bí đao đạt 39,01 tấn/ha cao hơn so với nghiệm thức bón theo nông dân và theo khuyến cáo 100% NPK. Tương tự, nghiên cứu của Hữu. (2020) cũng cho thấy bón phân cho dưa leo với liều lượng 140N-100P₂O₅-90K₂O (kg/ha) có bổ sung phân hữu cơ vi sinh 2 tấn/ha làm tăng năng suất so với nông dân không bổ sung phân hữu cơ vi sinh, qua đó lợi nhuận thu được cũng tăng lên 11,4%.

Trên các đối tượng cây trồng khác, các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy việc tận dụng nguồn nước thải biogas làm phân bón giúp gia tăng năng suất cây trồng, giảm lượng phân bón hóa học, đồng thời giúp cải tạo một số đặc tính đất. Nghiên cứu của Linh và Gương (2013) đã cho thấy nước thải biogas được sử dụng như phân hữu cơ dạng lỏng, khi tưới cho cây bắp thay thế cho phân hóa học giúp cây bắp tăng chiều dài trái và đường kính trái nên kết quả đưa đến tăng khối lượng trái và tạo ra năng suất trái tương đương với nghiệm thức bón phân hóa học dù được cung cấp lượng đạm thấp hơn. Tương tự, Thảo và ctv. (2017) chứng minh rằng sử dụng nước thải biogas 35 L/m² với hàm lượng đạm 75% giúp duy trì năng suất bắp tương đương với nghiệm thức bón phân hóa học theo khuyến cáo, đồng thời giảm chi phí đầu vào cho nông dân. Trên cây dưa hấu, linh lăng, cây bắp và các cây ngũ cốc khác, các nghiên cứu ở các nước cũng cho thấy sử dụng phân bón các dạng lỏng hay rắn từ nước thải hầm ủ biogas có thể thay thế hoặc giảm thiểu một phần phân bón hóa học nhưng vẫn cho năng suất tương đương hoặc cao hơn so với nghiệm thức bón phân theo khuyến cáo (Ortenblad, 2002; Rodhe et al., 2006; Smith et al., 2007; Moller & Stinner, 2009; Alburquerque et al. 2012; Koszel & Lorenkowicz, 2015; Pertiwinigrum et al., 2017; Sigurnjak et al., 2017).

Qua kết quả nghiên cứu này cho thấy bón 82,5N – 37,5P₂O₅ – 37,5K₂O (kg/ha) và 1 tấn/ha phân hữu cơ rắn giúp gia tăng trọng lượng tươi của rau xà lách ở nhà lưới lên 47,4% trong điều kiện nhà lưới so với đối chứng bón 110N – 50P₂O₅ – 50K₂O, xu hướng này tăng khi tăng lượng phân hữu cơ vi sinh lên 5

tấn/ha giúp tăng năng suất xà lách 127%. Như vậy, kết quả trong nghiên cứu này tiếp tục khẳng định hiệu quả của việc tái sử dụng nước thải hầm ủ biogas thông qua việc cho xỉ than hấp thu nước thải, kết hợp với bã bùn mía, bột cá và các chủng vi khuẩn có lợi cho cây trồng để tạo thành PHCR giúp tăng sinh trưởng và năng suất của cây rau xà lách. Như vậy, đây là cơ sở để tiếp tục các nghiên cứu đánh giá hiệu quả của PHCR đối với cây trồng trong điều kiện ngoài đồng, trên nhiều đối tượng cây trồng khác và giảm thêm các mức phân bón NPK góp phần giảm chi phí đầu vào, gia tăng lợi nhuận cho nông dân trong quá trình canh tác rau và các cây trồng khác theo hướng bền vững và an toàn.

4. KẾT LUẬN

Phần lớn nước thải hầm ủ biogas tại các hộ chăn nuôi ở tỉnh Sóc Trăng và thành phố Cần Thơ xả trực tiếp ra môi trường mà chưa xử lý hay tận dụng làm nguồn dinh dưỡng cho đất và cây trồng dẫn đến áp lực lên hệ sinh thái và gây ô nhiễm môi trường. Nghiên cứu đã cho thấy nước thải hầm ủ biogas có thành phần dinh dưỡng đa dạng và hàm lượng dưỡng chất (đạm, lân, kali...) thích hợp để tái sử dụng làm phân bón hữu cơ. Tỷ lệ phối trộn 30% xỉ than hấp thu nước thải hầm ủ biogas + 70% bã bùn mía (w/w), có bổ sung 16,7% bột cá và các VSV có lợi đã tạo ra phân bón hữu cơ dạng rắn có thành phần dinh dưỡng đạt tiêu chuẩn quy định về phân hữu cơ vi sinh theo tiêu chuẩn quốc gia cho phân bón hữu cơ truyền thống. Sử dụng PHCR từ 1 đến 5 tấn/ha làm tăng sinh trưởng và năng suất cây cải xà lách từ 48,6 đến 127%, đồng thời giảm được 25% NPK so với khuyến cáo. Điều này sẽ góp phần tái sử dụng nguồn chất thải (nước thải hầm ủ biogas, xỉ than, bã bùn mía), giảm thiểu ô nhiễm môi trường tạo nguồn dinh dưỡng đầu vào cho canh tác cây trồng và gia tăng thu nhập cho nông dân, hướng tới phát triển nông nghiệp bền vững. Tuy nhiên, việc đánh giá hiệu quả của PHCR từ nước thải hầm ủ biogas lên các đối tượng cây trồng khác nhau trong điều kiện đồng ruộng và các mức giảm phân NPK hóa học là cần thiết để có cơ sở khuyến cáo hợp lý cho từng đối tượng cây trồng.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được thực hiện với sự tài trợ kinh phí của Bộ Giáo dục và Đào tạo thông qua đề tài cấp Bộ: “Nghiên cứu quy trình sản xuất phân bón hữu cơ dạng lỏng và rắn từ nước thải biogas tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long” mã số B2020-TCT-10 do Trường đại học Cần Thơ quản lý năm 2020-2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ái, T.N. & Duy, L.P. (2006). Hiệu quả phân hữu cơ - vi sinh lên sinh trưởng, năng suất và phẩm chất rau muống (*Ipomoea aquatica* Forssk) tại Phụng Hiệp, Hậu Giang, 2006. Luận văn tốt nghiệp Kỹ sư Trồng trọt, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ
- Albuquerque, J. A., de la Fuente, C., Campoy, M., Carrasco, L., Najera, I., Baixauli, C., Caravaca, F., Roldan, A., Cegarra, J., & Bernal, M. P. (2012). Agricultural use of digestate for horticultural crop production and improvement of soil properties. *Europ. J. Agronomy*, 43, 119-128. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.06.001>
- Ba, T. T., Ba, T. T. K., & Cúc, P. H. (1999), *Giáo trình trồng rau*. Trường Đại học Cần Thơ.
- Dũng, N. Q. (2011). *Khảo sát người sử dụng khí sinh học 2010 – 2011*. Chương trình khí sinh học cho ngành chăn nuôi Việt Nam 2007 – 2012. Hà Nội.
- Duyên, H. T. M., Chiêm, N. H., Nam, P. T., & Hung, N. N. (2012). Ảnh hưởng của bón than hấp thụ nước thải biogas đến sự phát thải NH₃ và sinh trưởng của xà lách. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 18b, 193-202.
- Diệp, C. N., & Thiện, T. M. (2012). Ảnh hưởng của phân hữu cơ vi sinh sản xuất từ chất thải ao nuôi cá tra đến năng suất bắp lai (*Zea mays* L.) trồng trên đất phù sa nông trường Sông Hậu, thành phố Cần Thơ.
- Giang. (2017). *Lạm dụng phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật trong sản xuất nông nghiệp*. <https://dienbientv.vn/tin-tuc-su-kien/kinh-te/201704/dien-bien-lam-dung-phan-bon-hoa-hoc-va-thuoc-bao-ve-thuc-vat-trong-san-xuat-nong-nghiep-5529127/>.
- Hồng, N. T., & Liễu, P. K. (2012). Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi lợn bằng hầm biogas quy mô hộ gia đình ở Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học, Đại học Huế*, 73(4), 83-91.
- Hữu, T. N. (2020). Ảnh hưởng của bổ sung vôi và phân hữu cơ vi sinh đến năng suất và hiệu quả kinh tế của trồng dưa leo (*Cucumis sativus* L.) trên đất phèn tại huyện Vị Thủy, tỉnh Hậu Giang. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 23, 49-58.
- Koszel, M., & Lorencowicz, E. (2015). Agricultural use of biogas digestate as a replacement fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, 119-124. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.12.004>
- Linh, T. B., & Guong, V. T. (2013). Ảnh hưởng của phân hữu cơ đến khả năng giữ nước và độ bền cấu trúc của đất trồng cây ăn trái, cây tiêu và rau màu ở đồng bằng sông Cửu Long, Bình Dương và Đà Lạt. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 25, 208-213.
- Moller, K., & Stinner, W. (2009). Effects of different manuring systems with and without biogas digestion on soil mineral nitrogen content and on gaseous nitrogen losses (ammonia, nitrous oxides). *European Journal of Agronomy*, 30, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.06.003>
- Nữ, P. V., Nga, B. T., & Izumi, T. (2015). Sử dụng nước thải túi ủ biogas có vật liệu nạp là phân heo và bèo tai tượng (*Pistia stratiotes*) canh tác cây ớt (*Capsicum frutescens* L.). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 36, 35-40.
- Nga, B.T., Chiêm, N.H. & Nữ, P.V. (2013). Công nghệ túi ủ khí sinh học ở nông thôn Đồng Bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, Số 28, 23-29.
- Nga, B.T., Izumi, T. & Thuận, N.C. (2015). Sử dụng nước thải mô hình khí sinh học trồng cây vạn thọ (*Tagetes patula* L.). *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. 1:55-60.
- Nga, B.T., Ngọc, N.T.N., & Thông, B.H. (2014). Khả năng sinh khí của bèo Tai tượng và lục bình trong túi ủ biogas. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. Kì 2: 17 – 25.
- Nghĩa, N. K., & Thur, T. T. A. (2017). Hiệu quả phân hủy hoạt chất thuốc trừ sâu propoxur trong đất của đồng vi khuẩn *Paracoccus* sp. P23-7 cố định trong bã cà phê. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 52, 31-40. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.121>
- Ortenblad, H. (2002). *The use of digested slurry within agriculture*. Available from: <http://homepage2.nifty.com/biogas/cnt/refdoc/whrefdoc/d9manu.pdf>.
- Pertiwinigrum, A., Budyanto, E. C., Hidayat, M., Rochijan, Soeherman, Y., & Habibi, M. F. (2017). Making organic fertilizer using sludge from biogas production as carrier agent of *Trichoderma harzianum*. *J. Biol. Sci*, 17(1), 21-27. <https://doi.org/10.3923/jbs.2017.21.27>
- Phuong, N.T. (2018). Hiệu quả của phân hữu cơ vi sinh bùn thải thủy sản lên sự sinh trưởng và năng suất cây bí đao. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 53, 19-24.
- Rodhe, L., Salomon, E., & Edstrom, M. (2006). *Handling of digestates on farm level. Economic calculations*. JTI-rapport Landbruk & Industry 347, ISSN 1401-4963.
- Sigurnjak, I., Vaneekhaute, C., Michels, E., Ryckaert, E., Ghekiere, G., Tack, F. M. G., & Meers, E. (2017). Fertilizer performance of liquid fraction of digestate as synthetic nitrogen substitute in silage maize cultivation for three consecutive years. *Science of The Total Environment*, 600, 1885-1894. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.120>

- Smith, K. A., Metcalfe, P., Grylls, J., Jeffrey, W., & Sinclair, A., (2007). *Nutrient value of digestate from farm-based biogas plants in Scotland*. Report for Scottish Executive Environment and Rural Affairs Department-ADA/009/06. Available from: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/1057/0053041.pdf>.
- Strong, N. K., & Dũng, N. L. (1997). *Sản xuất khí đốt biogas bằng kỹ thuật lên men kỵ khí*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Taylor, W. I., & Harris, B. (1965). Isolation of Shigellae. II. Comparison of plating media and enrichment broths. *American Journal of Clinical Pathology*, 44(4), 476-479. https://doi.org/10.1093/ajcp/44.4_ts.476
- Tuấn, Q. Q. (2008). *Tận dụng chất thải ao nuôi cá tra và xác bã thực vật để sản xuất phân hữu cơ vi sinh cho canh tác rau an toàn tỉnh Vĩnh Long*. Luận văn thạc sĩ Khoa học Môi Trường. Đại học Cần Thơ.
- Thảo, N. P., Anh, N. T. L., Vân, T. T. T., & Nga, B. T. (2017). Nghiên cứu sử dụng nước thải biogas trồng bắp (*Zea mays* L.). *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 53, 53-64. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.141>
- Thảo, N. P., Nga, B. T., & Phát, D.T. (2017). Nghiên cứu sử dụng nước thải biogas trồng dưa leo (*Cucumis sativus* L.) quy mô nông hộ tại tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, 13, 31-38.
- Vĩ, L. Q., Huyền, Đ. T. T., Tín, P. Đ., Hiệu, T. T., Thảo, N. T. P., & Thăng, N. V. (2020). Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi sau biogas quy mô hộ gia đình khu vực đồng bằng sông Cửu Long bằng phương pháp hấp phụ biochar kết hợp oxy hóa bậc cao (ozon). *Tạp chí Môi trường*, 1:51-54.
- Việt, L. H., Ý, L. T. N., Nhi, V. T. Đ., & Ngân, N. V. C. (2017). Xử lý nước thải từ hầm ủ biogas bằng ao thâm canh tảo *Spirulina* sp.. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 49a, 1-10. DOI:10.22144/jvn.2017.001
- Vinh, N. Q. (2010). *Báo cáo tổng kết đề tài Nghiên cứu sử dụng nước xả của các công trình khí sinh học làm phân bón cho rau cải xanh và xà lách ở Đồng Nai*. Báo cáo tổng kết. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.