

Khảo sát sự tích lũy nitrat trong rau muống (*Ipomoea aquatica*) và cải xanh (*Brassica juncea* L.) khi tưới bằng nước thải từ hầm ủ biogas

Nguyễn Lê Phương^{1*}, Nguyễn Võ Châu Ngân², Nguyễn Hữu Chiếm²

¹Ban Quản lý các Khu công nghiệp Hậu Giang

²Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

Ngày nhận bài 23/5/2018; ngày chuyển phản biện 29/5/2018; ngày nhận phản biện 3/7/2018; ngày chấp nhận đăng 10/7/2018

Tóm tắt:

Nghiên cứu được thực hiện với mục tiêu đánh giá hàm lượng nitrat có trong rau muống (*Ipomoea aquatica*), cải xanh (*Brassica juncea* L.) và năng suất rau khi tưới bằng phân vô cơ và bằng nước thải từ hầm ủ biogas nạp phân bò với các liều lượng khác nhau. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên thực hiện liên tiếp qua 3 vụ cho mỗi loại rau với 6 nghiệm thức, trong đó nghiệm thức 1 tưới 100% nước thải biogas, nghiệm thức 2 tưới 75% nước thải biogas + 25% phân vô cơ, nghiệm thức 3 tưới 50% nước thải biogas + 50% phân vô cơ, nghiệm thức 4 tưới 25% nước thải biogas + 75% phân vô cơ, nghiệm thức 5 sử dụng 100% phân vô cơ và nghiệm thức 6 tưới hoàn toàn bằng nước ao. Kết quả cho thấy, năng suất rau muống và cải xanh ở các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas tăng dần qua các vụ. Tại vụ 3, năng suất rau muống khi tưới 100% nước thải biogas (2,9 kg/m²) và năng suất cải xanh khi tưới 100% nước thải biogas, 75% nước thải biogas + 25% phân vô cơ (1,9-2,1 kg/m²) đạt cao nhất và không có sự khác biệt với việc sử dụng hoàn toàn phân vô cơ. Sự tích lũy nitrat ở cả hai loại rau tại từng nghiệm thức không có sự khác biệt qua các vụ canh tác, đồng thời hàm lượng nitrat ở các nghiệm thức sử dụng nước thải biogas kết hợp với phân vô cơ luôn thấp hơn so với sử dụng 100% phân vô cơ. Hàm lượng nitrat thấp nhất đối với rau muống là ở nghiệm thức tưới 100% nước thải biogas (39,4-52,6 mg/kg rau tươi), đối với cải xanh là ở nghiệm thức tưới 75% nước thải biogas biogas + 25% phân vô cơ (32,1-37 mg/kg rau tươi) và đều không có sự khác biệt so với nghiệm thức tưới hoàn toàn bằng nước ao.

Từ khóa: cải xanh, năng suất, nitrate, nước thải biogas, rau muống.

Chỉ số phân loại: 4.1

Đặt vấn đề

Rau xanh là thực phẩm quen thuộc hàng ngày của mỗi gia đình. Trồng rau cũng trở thành một phần quan trọng trong ngành nông nghiệp ở nước ta. Việc sử dụng phân bón để bón cho cây từ lâu đã trở thành một tập quán của người nông dân, dẫn đến khả năng tồn dư một lượng nitrat trong rau [1]. Nitrat không độc hại nếu dưới mức dư lượng tối đa cho phép, nhưng dư lượng nitrat trong mô thực vật vượt quá ngưỡng an toàn được xem như một độc chất sẽ ảnh hưởng xấu đến sức khỏe con người [2, 3]. Nồng độ nitrat tích tụ cao gây ra chứng methemoglobin máu làm giảm vận chuyển oxy trong máu, đặc biệt nguy hiểm đối với trẻ em dưới sáu tháng tuổi [4]. Các nghiên cứu của Ward, *et al.* (2010, 2011) [5, 6] và báo cáo của ATSDR (2015) [4] cho thấy, nitrat đóng vai trò trong các nguyên nhân làm gia tăng nguy cơ

ung thư. Với những ảnh hưởng của nitrat đối với sức khỏe con người thì vấn đề tồn dư nitrat trong thực phẩm cần được quan tâm.

Nitrat là thành phần tự nhiên của thực vật, và chúng thường có ở mức cao, đặc biệt trong rau xanh [7]. Do tính chất dễ hòa tan và tích hợp, nitrat dễ tồn lưu trong môi trường đất, nước rồi bị hấp thu vào rau củ quả từ việc sử dụng phân bón. Sự tích tụ nitrat phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như sử dụng phân bón, vị trí và loại đất, nồng độ CO₂ (trong rau trồng trong nhà kính), cường độ ánh sáng theo mùa, thời gian tiếp xúc với ánh sáng và lượng nước sẵn có [8]. Nồng độ nitrat trong rau thay đổi phụ thuộc vào loài rau và bộ phận thực vật. Nồng độ nitrat cao có xu hướng tích tụ trong lá, rễ, phiến hoặc thân của một số cây trồng [8, 9]. Theo EFSA (2008) [9], nồng độ nitrat trong lá có xu hướng cao hơn trong củ và hạt, đồng thời lá non có hàm lượng nitrat

*Tác giả liên hệ: Email: nlphuong89@gmail.com

Study on nitrate accumulation in water spinach (*Ipomoea aquatica*) and leaf mustard (*Brassica juncea* L.) fertilised by the biogas effluent

Le Phuong Nguyen^{1*}, Vo Chau Ngan Nguyen²,
Huu Chiem Nguyen²

¹Hau Giang Industrial zones Authority, Hau Giang

²College of the Environment and Nature Resources, Can Tho University

Received 23 May 2018; accepted 10 July 2018

Abstract:

The objective of the study was to compare the content of nitrate in water spinach (*Ipomoea aquatica*) and leaf mustard (*Brassica juncea* L.) and their productivity between being irrigated with inorganic fertilizers and with biogas effluent at different dosages. Three crops for each plant with six treatments were arranged randomly, including irrigating by 100% biogas effluent (1), irrigating by 75% biogas effluent + 25% inorganic fertilizer (2), irrigating by 50% biogas effluent + 50% inorganic fertilizer (3), irrigating by 25% biogas effluent + 75% inorganic fertilizer (4), irrigating by 100% inorganic fertilizer (5), and irrigating by 100% pond water (6). The results showed that the yield of water spinach and leaf mustard in treatments using biogas effluent increased gradually through the crops. In the third crop, the yield of water spinach was highest when irrigated by 100% biogas effluent (at 2.9 kg/m²), and that of leaf mustard was highest when irrigated by 100% biogas effluent as well as 75% biogas effluent + 25% inorganic fertilizer (at 1.9-2.1 kg/m²) and was not different in comparison with the treatment by 100% inorganic fertilizers. There was no significant difference between the accumulation of nitrates in both water spinach and leaf mustard in each treatment, while the nitrate contents in the treatments using combined biogas effluent and inorganic fertilizers were always lower than that of the treatment using 100% inorganic fertilizers. The nitrate content of water spinach was lowest when irrigated by 100% biogas effluent (39.4-52.6 mg/kg fresh vegetable). The leaf mustard's nitrate content was lowest when irrigated by 75% biogas effluent + 25% inorganic fertilizer (32.1-37 mg/kg fresh vegetable). And they had no significant difference compared with the nitrate content of those irrigated by 100% pond water treatment.

Keywords: biogas effluent, leaf mustard, nitrates, productivity, water spinach.

Classification number: 4.1

thấp hơn lá già [10]. Kết quả nghiên cứu của Alexander, *et al.* (2008) [11] cho thấy, hàm lượng nitrat trung bình trong một số loại rau ăn lá khoảng 1614 mg/kg rau tươi, rau ăn quả khoảng 149 mg/kg rau tươi và một số loại đậu khoảng 221 mg/kg rau tươi. Rousta, *et al.* (2010) [12] nghiên cứu trên rau diếp, cà rốt, khoai tây, cà chua cho thấy hàm lượng nitrat trong rau diếp (637-1873 mg/kg rau tươi) luôn lớn hơn các loại còn lại trong cả 3 vụ. Nồng độ nitrat trong các loại rau ăn lá bị ảnh hưởng khi sử dụng phân bón chứa nitơ, hàm lượng nitrat tăng lên theo lượng phân nitơ sử dụng [9], do đó cần tránh sử dụng phân bón nitơ quá mức để giảm sự tích tụ nitrat trong đất và rau [2].

Cải xanh và rau muống là các loại rau ăn lá được sử dụng phổ biến trong các bữa ăn hàng ngày ở nước ta, trong đó rau muống được khoảng 95% hộ gia đình sử dụng [13]. Các nghiên cứu cho thấy, cả hai loại rau này đều có khả năng tích lũy nitrat cao khi được bón phân vô cơ. Nguyễn Minh Trí và cs (2013) [14] khảo sát một số loại rau ăn lá được trồng bằng phân bón vô cơ của các hộ dân tại Hương Long, TP Huế cho thấy, hàm lượng nitrat trong các mẫu rau đều cao hơn so với mức khuyến nghị của WHO (≤ 500 mg/kg rau tươi), với cải xanh là 542 mg/kg rau tươi và rau muống là 637,3 mg/kg rau tươi. Theo nghiên cứu của Santamaria (2006) [2], hàm lượng nitrat trong cải từ 200-500 mg/kg rau tươi. Nguyễn Thị Lan Hương (2013) [15] sử dụng phân đạm amôn 36% N với lượng 14 kg/1000 m², hàm lượng nitrat trong rau muống dao động trong khoảng 169-613,09 mg/kg rau tươi. Tuy nhiên, các nghiên cứu về sự tích lũy nitrat khi sử dụng các loại phân bón hữu cơ đối với các loại rau này ở nước ta lại khá hạn chế. Trong khi đó, những năm gần đây với sự phát triển công nghệ biogas tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, việc sử dụng nước thải từ hầm ủ biogas nạp phân gia súc tưới rau trong đó có các loại rau ăn lá [16] để thay thế một phần việc sử dụng phân bón hóa học ngày càng được quan tâm.

Nước thải biogas có đủ các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng, vì lượng có thể sử dụng đối với các loại cây trồng [17]. Phân gia súc là một nguồn cung cấp chất dinh dưỡng và vi chất dinh dưỡng tốt, đặc biệt là nitơ. Nguồn nước thải biogas từ nguồn vật liệu nạp là phân gia súc có hàm lượng dinh dưỡng cao, chứa 1,8-2,4% đạm (N) đối với nguồn nạp là phân bò [18] và theo Văn phòng Dự án khí sinh học Trung ương (2011) [19] trong nước thải biogas chứa 0,5-0,85 gN/l và bã thải biogas có chứa đến 5,6 gN/l đối với nguồn nạp là phân gia súc nói chung và được xem là một nguồn thay thế phân vô cơ hữu hiệu. Theo Veronica (2009) [20] và kết quả nghiên cứu của Viện Nghiên cứu nông nghiệp Bangladesh (BARI) từ năm 2008-2011 [21] cho thấy, sử dụng chất thải

biogas trong thời gian dài giúp duy trì, cải thiện độ màu mỡ của đất, tăng năng suất cây trồng, giúp giảm chi phí phân bón, hạn chế sự suy giảm chất lượng đất canh tác và ô nhiễm môi trường. Đồng thời trong chất thải biogas có chứa hàm lượng dinh dưỡng cao hơn từ 20-30% và giúp tăng 10-30% sản lượng ngũ cốc so với sử dụng phân chuồng [21].

Nghiên cứu này nhằm xác định hàm lượng nitrat tích lũy, năng suất rau khi sử dụng nước thải từ hầm ủ biogas nạp phân gia súc để tưới so với việc sử dụng phân vô cơ trong canh tác rau muống và cải xanh.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu thí nghiệm

Giống rau cải xanh, giống rau muống do Công ty TNHH hạt giống Rạng Đông phân phối.

Nước thải biogas được lấy từ đầu ra túi ủ nạp phân bò với lượng phân nạp hàng ngày của khoảng 4 con bò/túi đã hoạt động ổn định được 3 tháng của hộ nuôi tại xã Đông Phước, huyện Châu Thành, tỉnh Hậu Giang. Nước thải biogas có hàm lượng đạm trong khoảng 387-518 mg/l. Nước thải sau túi ủ được chứa trong túi nilon kín có đường kính 0,8 m, dài 1,5 m, sau đó được lấy trữ lại trong thùng chứa 500 lít sử dụng để tưới cho cây trồng. Trong mỗi vụ, nước thải được thu gom 2 lần, mỗi lần cách nhau khoảng 15 ngày.

Phân bón Urê 46% nitơ mua trên thị trường được sản xuất từ Công ty đạm Phú Mỹ.

Đất trồng cây được lấy từ đất mặt tự nhiên tại khu vực ở độ sâu từ 0,2-0,3 m trở lên, khu vực đất trước thí nghiệm chủ yếu là đất trống có một vài loại cỏ tạp và một số loại cây ăn trái tự nhiên sẵn có, chưa tiến hành canh tác. Đất sau khi được cuốc lên, nhặt hết rễ cây và cỏ lẫn trong đất, phơi trong mát 1 tuần, những cục đất lớn được tán nhỏ bằng chày gỗ. Toàn bộ đất được trộn đều trước khi cho vào các thùng xốp, với lượng 16 kg/thùng, độ cao lớp đất trong thùng khoảng 0,1 m. Sau khi kết thúc từng vụ, đất trong các thùng xốp được giữ nguyên để tiếp tục tiến hành tiếp thí nghiệm cho vụ sau.

Nước tưới rau hàng ngày được lấy từ ao tự nhiên trong khu vực bố trí thí nghiệm, ao có diện tích khoảng 5000 m², thường xuyên lưu thông với rạch tự nhiên tại khu vực.

Phương pháp nghiên cứu

Chuẩn bị cây giống cho thí nghiệm: trong mỗi vụ, lượng giống được gieo đồng đều cho mỗi thí nghiệm thức theo tỷ lệ 10 g/m² đối với rau muống. Đối với cải xanh chuẩn bị khu đất bên cạnh khu vực bố trí các ô thí nghiệm để gieo hạt, sau

khí gieo 15 ngày chọn các cây con có chiều cao tương đối đồng nhất từ 2,4-3,2 cm đem cấy vào ô nghiên cứu với mật độ khoảng 33 cây/m².

Bố trí thí nghiệm: thí nghiệm trồng rau bố trí trong các thùng xốp kích thước 0,6×0,4×0,1 m được trồng qua 3 vụ liên tiếp với cây rau muống và cây cải xanh.

Mỗi loại rau gồm 6 thí nghiệm thức, bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại. Lượng phân vô cơ và nước thải biogas bón cho rau muống và cải xanh được căn cứ trên tổng lượng nitơ cần cung cấp cho từng loại rau.

- Thí nghiệm thức 1 (100BI): tưới 100% nước thải biogas.
- Thí nghiệm thức 2 (75BI+25VC): tưới 75% nước thải biogas và 25% phân vô cơ.
- Thí nghiệm thức 3 (50BI+50VC): tưới 50% nước thải biogas và 50% phân vô cơ.
- Thí nghiệm thức 4 (25BI+75VC): tưới 25% nước thải biogas và 75% phân vô cơ.
- Thí nghiệm thức 5 (100VC): tưới hoàn toàn bằng phân vô cơ.
- Thí nghiệm thức 6 (đối chứng): chỉ sử dụng nước ao để tưới rau.

Cách tính lượng nitơ bón cho rau được dựa trên lượng phân Urê và NPK cần cung cấp theo khuyến nghị của Nguyễn Thị Trí (2010) [22], Trần Thị Ba (2010) [1] và hàm lượng nitơ trong các loại phân với Urê chứa khoảng 46% nitơ, NPK 16-16-8 chứa 16% nitơ được trình bày tại bảng 1. Dựa trên tổng lượng nitơ cần cung cấp, tính ra lượng phân Urê và nước thải biogas thực tế sử dụng cho từng thí nghiệm thức tại bảng 2 và bảng 3.

Bảng 1. Lượng nitơ cần cung cấp cho cải xanh và rau muống.

Ngày bón phân	Lượng phân cần bón rau muống (g/m ²) (*)	Lượng phân cần bón cải xanh (g/ m ²) (**)		Lượng nitơ cần cung cấp (g/m ²)	
	Urê	Urê	NPK	Rau muống	Cải xanh
7	20			9,2	
10		1	2		0,78
14	20			9,2	
15		2	3		1,4
20		2	3		1,4
21	20			9,2	

Nguồn: (*) theo Nguyễn Thị Trí (2010) [22], (**) theo Trần Thị Ba (2010) [1].

Bảng 2. Lượng phân Urê và nước thải biogas tưới cho các nghiệm thức rau muống ở các vụ.

Nghiệm thức	Lượng phân Urê (g/m ²) và nước thải biogas (l/m ²) tưới					
	Ngày 7		Ngày 14		Ngày 21	
	Biogas	Urê	Biogas	Urê	Biogas	Urê
100BI	19,6-23,7	-	17,7-22	-	18,4-23,5	-
75BI+25VC	14,7-17,8	2,3	13,4-16,5	2,3	13,8-17,6	2,3
50BI+50VC	9,8-11,9	4,6	9-11	4,6	9,2-11,7	4,6
25BI+75VC	4,9-5,9	6,9	4,5-5,5	6,9	4,1-5,9	6,9
100VC	-	9,2	-	9,2	-	9,2

Bảng 3. Lượng phân Urê và nước thải biogas tưới cho các nghiệm thức cải xanh ở các vụ.

Nghiệm thức	Lượng phân Urê (g/m ²) và nước thải biogas (l/m ²) tưới					
	Ngày 10		Ngày 15		Ngày 20	
	Biogas	Urê	Biogas	Urê	Biogas	Urê
100BI	1,5-1,7	-	2,7-3,3	-	2,8-3,6	-
75BI+25VC	1,1-1,3	0,5	2,0-2,5	0,8	2,1-2,7	0,8
50BI+50VC	0,7-0,8	0,9	1,3-1,7	1,5	1,4-1,8	1,5
25BI+75VC	0,4	1,4	0,7-0,8	2,3	0,7-0,9	2,3
100VC	-	1,8	-	3	-	3

Thời gian tiến hành thí nghiệm được thực hiện vào giữa tháng 11, thời gian tiến hành vụ sau cách khoảng 20 ngày sau khi kết thúc vụ trước. Trong quá trình nghiên cứu, trong vụ 1 có mưa một số thời điểm nên có bố trí mái che bằng màng lưới nông nghiệp để hạn chế sự ảnh hưởng của lượng mưa đến các nghiệm thức. Tại vụ 2 và vụ 3 hầu như không có mưa trong suốt quá trình nghiên cứu.

Cây trồng hàng ngày được tưới 1 lần bằng nước ao vào buổi sáng hoặc buổi chiều. Ở mỗi vụ, cây rau muống được bón phân (nước thải biogas và phân Urê) vào các ngày thứ 7, 10, 21 sau khi gieo; cây cải xanh được bón vào ngày 10, 15, 20 sau khi cấy cây con vào thùng xốp. Trước các ngày tưới theo dự kiến, mẫu nước thải được thu và phân tích xác định hàm lượng nitơ để tính toán lượng tưới cho cây. Lượng phân vô cơ được pha vào nước ao (nghiệm thức 100% phân vô cơ) hoặc nước thải biogas (đối với các nghiệm thức kết hợp nước thải biogas) tưới trực tiếp vào gốc để hạn chế sự lây lan của vi khuẩn từ chất thải vào cây trồng [23].

Rau muống và cải xanh sau khi gieo và cấy vào thùng sau 30 ngày tiến hành thu hoạch. Trong quá trình thí nghiệm không phát sinh các bệnh trên rau nên không sử dụng các loại thuốc bảo vệ thực vật. Tuy nhiên, vào ngày thứ 18 sau khi gieo (rau muống) và cấy cây con vào thùng (cải xanh)

của vụ thứ 2 có sự tấn công của châu chấu nhưng được phát hiện sớm và được loại bỏ bằng biện pháp thủ công, không sử dụng thuốc phòng trừ.

Phương pháp thu mẫu và phân tích

Năng suất rau: sau khi gieo rau muống và cấy cải xanh lên thùng xốp, quan sát và ghi nhận. Cuối mỗi vụ, toàn bộ rau trong các thùng ở các nghiệm thức được thu hoạch và cân bằng cân 5 kg để xác định năng suất rau. Trong quá trình thu hoạch để xác định năng suất, kết hợp tiến hành thu mẫu phân tích chỉ tiêu NO_3^- trong mẫu rau. Các mẫu rau được nhổ nguyên cây và rửa sạch dưới vòi nước máy.

Thu mẫu phân tích NO_3^- : các mẫu rau sau khi được thu hoạch để xác định năng suất đối với cải xanh chọn ngẫu nhiên 3 cây/thùng, rau muống lấy khoảng 200 g/thùng trên 3 thùng lặp lại của nghiệm thức để tiến hành phân tích NO_3^- . Mẫu cây được loại bỏ rễ chỉ giữ lại phần ăn được để phân tích chỉ tiêu NO_3^- . Mẫu rau sau khi thu thập được đem về phòng thí nghiệm tiến hành phân tích ngay.

Nước thải túi ủ biogas: lấy từ đầu ra của túi ủ, nước thải được chứa trong túi nylon có đường kính 0,8 m, chiều dài 1,5 m và sau đó được lấy trữ lại trong thùng chứa 500 l. Khi thu mẫu, khuấy đều lượng nước trong thùng chứa sau đó thu vào chai nhựa 1 l để phân tích. Nước ao được thu ở độ sâu cách mặt nước 20-30 cm. Mẫu nước thải biogas và nước ao được thu và phân tích vào các ngày thứ 6, 9, 13, 19 của mỗi vụ (trước các ngày tưới). Các mẫu nước thải và nước ao được phân tích các chỉ tiêu pH, tổng N, NO_3^- , NH_4^+ . Phương pháp phân tích các chỉ tiêu trong nghiên cứu được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4. Phương pháp phân tích mẫu.

STT	Chỉ tiêu	Phương pháp
1	pH	Đo trực tiếp
2	Tổng N	Phân hủy đạm và chưng cất Kjeldahl
3	NO_3^- trong nước	Phương pháp trắc quang với Natri Salicylate
4	NH_4^+ trong nước	Phương pháp Indophenol blue
5	NO_3^- trong rau	Phương pháp so màu ở bước sóng 410 nm với thuốc thử axit phenoldisulfonic trong môi trường kiềm theo TCVN 8742:2011

Phương pháp xử lý số liệu: số liệu thu thập được tổng hợp kết quả và vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel 2007. Sử dụng phần mềm SPSS chạy thống kê, kiểm định Duncan ở mức ý nghĩa 5% để đánh giá sự khác biệt về năng suất, sự tích lũy nitrat ở các nghiệm thức trong từng vụ và giữa các vụ.

Kết quả và thảo luận

Đặc điểm nước thải từ túi ủ biogas, nước ao tưới rau ở các vụ canh tác

Tính chất nước thải biogas và nước ao trong quá trình thí nghiệm được trình bày ở bảng 5. Nguồn nước ao trong suốt quá trình nghiên cứu khá ổn định, các thông số chất lượng không có sự chênh lệch lớn qua các đợt lấy mẫu. Giá trị pH dao động trong khoảng $6,82 \pm 0,2$, nằm trong ngưỡng cho phép của QCVN 8:2015/BTNMT cột B1 [24] quy định chất lượng nước mặt dùng cho mục đích tưới tiêu, thích hợp cho hầu hết các loại cây trồng.

Nước thải biogas có hàm lượng tổng N, NH_4^+ cao. Mặc dù nước thải biogas sử dụng trong thí nghiệm được thu từ túi ủ đã hoạt động ổn định nhưng các thông số chất lượng vẫn có sự dao động khá lớn qua các thời điểm lấy mẫu. Nguyên nhân có thể do ảnh hưởng của việc lưu trữ nước thải và thời điểm lấy mẫu phân tích. Trong điều kiện yếm khí của túi ủ, nitơ chủ yếu tồn tại dưới dạng NH_4^+ . Khi thu gom và lưu trữ trong điều kiện hiếu khí, một phần NH_4^+ trong nước thải đã bị chuyển hóa thành NO_3^- nên có sự dao động giữa hai chỉ tiêu này trong quá trình thí nghiệm. Hàm lượng tổng N nước thải biogas trong thí nghiệm phù hợp với báo cáo của Văn phòng Dự án khí sinh học Trung ương (2011) [19] về chất lượng nước thải túi biogas có nguồn nguyên liệu nạo là phân bò.

Bảng 5. Tính chất nước thải biogas và nước ao trong quá trình thí nghiệm.

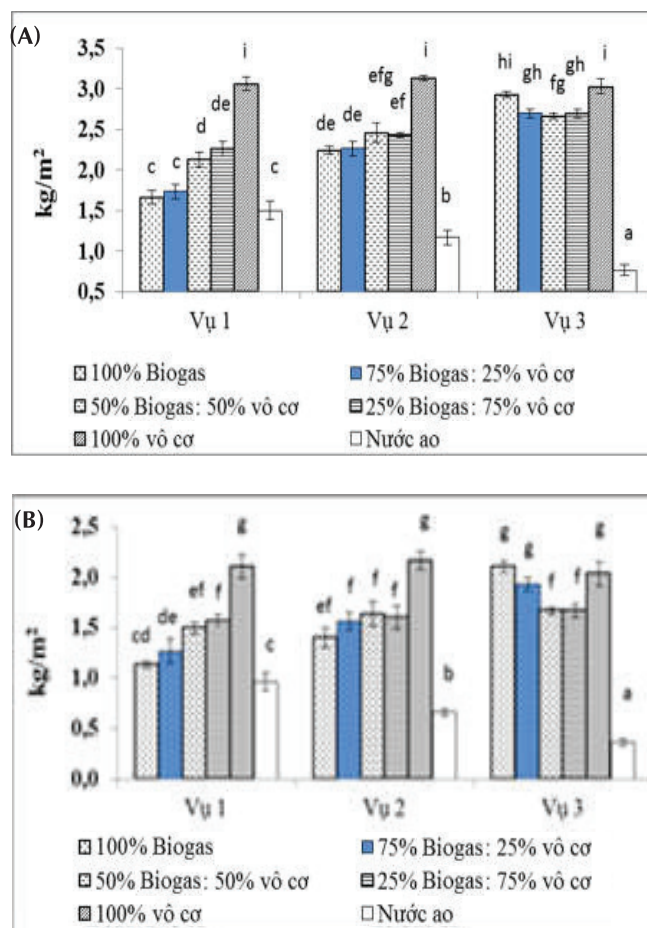
Loại	pH	Tổng N (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)
Nước thải biogas	$6,73 \pm 0,18$	$468,7 \pm 44,1$	$52,3 \pm 22,9$	$207,3 \pm 36,9$
Nước ao	$6,82 \pm 0,2$	$2,65 \pm 0,7$	$1,23 \pm 0,35$	$0,27 \pm 0,08$

Ghi chú: các giá trị trong bảng là giá trị trung bình $\text{mean} \pm \text{SD}$ với số lần lặp lại $n=15$.

Năng suất rau qua các vụ

Kết quả năng suất rau muống và cải xanh qua các vụ được trình bày ở hình 1 cho thấy, các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas để tưới, năng suất cả rau muống và cải xanh đều tăng dần, trong khi các nghiệm thức chỉ sử dụng phân hóa học không có sự khác biệt và nghiệm thức chỉ sử dụng nước ao lại giảm dần qua các vụ. Ở vụ đầu tiên, các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas đều có năng suất thấp hơn nghiệm thức sử dụng hoàn toàn phân vô cơ, trong đó các nghiệm thức sử dụng 100% nước thải biogas có năng suất thấp nhất và không khác biệt với nghiệm thức chỉ sử dụng nước ao. Tại vụ 2, năng suất giữa các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas trong từng loại rau mặc dù có sự chênh lệch nhưng lại không khác biệt có ý nghĩa, dao động trong khoảng $2,2-2,4 \text{ kg/m}^2$ đối với rau muống và $1,4-$

$1,6 \text{ kg/m}^2$ đối với cải xanh nhưng vẫn thấp hơn nghiệm thức sử dụng phân vô cơ. Năng suất các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas tại vụ 3 đều cao hơn các vụ còn lại, trong đó nghiệm thức sử dụng 100% nước thải biogas ($2,9 \text{ kg/m}^2$) của rau muống và nghiệm thức tưới 100% nước thải biogas, 75% nước thải biogas + 25% phân vô cơ ($1,9-2,1 \text{ kg/m}^2$) của cải xanh đạt cao nhất và không khác biệt với nghiệm thức sử dụng hoàn toàn phân vô cơ. Chất thải từ hầm ủ biogas được xem như một dạng phân hữu cơ [25], cây trồng có thể hấp thụ từ 50-60% chất dinh dưỡng từ phân vô cơ, trong khi đó ở phân hữu cơ chỉ vào khoảng 20-30% [10], vì thế các nghiệm thức bón phân hữu cơ sẽ có tác dụng chậm hơn, dẫn đến năng suất rau các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas thấp hơn nghiệm thức bón phân vô cơ trong các vụ đầu. Ngoài ra trong vụ 1, sự quang hợp của rau muống và cải xanh có thể bị hạn chế so với vụ 2 và vụ 3 do việc bố trí mái che để tránh ảnh hưởng của nước mưa trong quá trình thí nghiệm có thể là một trong các nguyên nhân làm năng suất vụ 1 thấp hơn vụ 2 và 3.



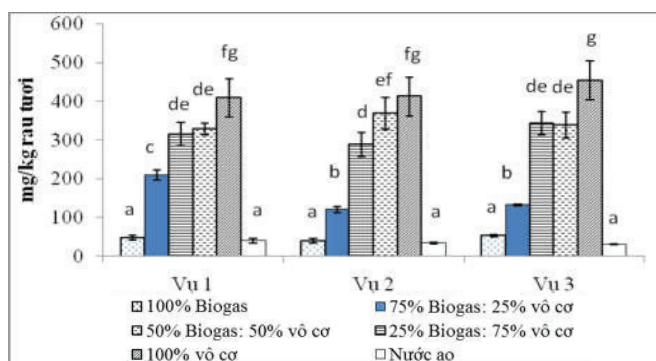
Hình 1. Năng suất rau muống (A) và cải xanh (B) qua các vụ.

Các cột cùng màu hoặc khác màu có cùng ký tự (a, b, c, d, e, f, g, h, i) theo sau không khác biệt có ý nghĩa qua phép thử Duncan.

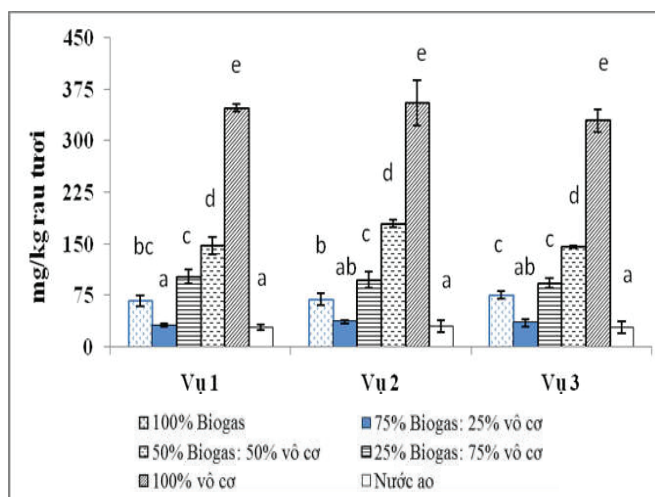
Hàm lượng nitrat tích lũy trong rau qua các vụ

Kết quả phân tích hàm lượng nitrat trung bình qua 3 vụ rau muống và cải xanh được trình bày ở hình 2 và 3. Hàm lượng nitrat trong cải xanh ở tất cả các nghiệm thức đều nằm trong giới hạn cho phép của Liên minh châu Âu (EU) [26] về mức tối đa đối với nitrat trong thực phẩm và giới hạn tối đa theo FAO/WHO (≤ 500 mg/kg rau tươi). Đối với rau muống ở các nghiệm thức có sử dụng từ 25% phân vô cơ trở lên đều có hàm lượng nitrat vượt giới hạn tối đa theo FAO/WHO (≤ 300 mg/kg rau tươi) [14, 27]. Hàm lượng nitrat trong rau sử dụng phân vô cơ thấp hơn trong khảo sát của Nguyễn Minh Trí (2013) [14] cả với cải xanh và rau muống, nhưng tương đương với hàm lượng nitrat trong cải xanh theo nghiên cứu của Santamaria (2006) [2] và cao hơn hàm lượng nitrat trong rau muống tại nghiên cứu của Phạm Quốc Nguyên (2014) [28].

Hình 2. Hàm lượng NO_3^- trong rau muống qua các vụ.



Các cột cùng màu hoặc khác màu có cùng ký tự (a, b, c, d, e, f, g) theo sau không khác biệt có ý nghĩa qua phép thử Duncan.



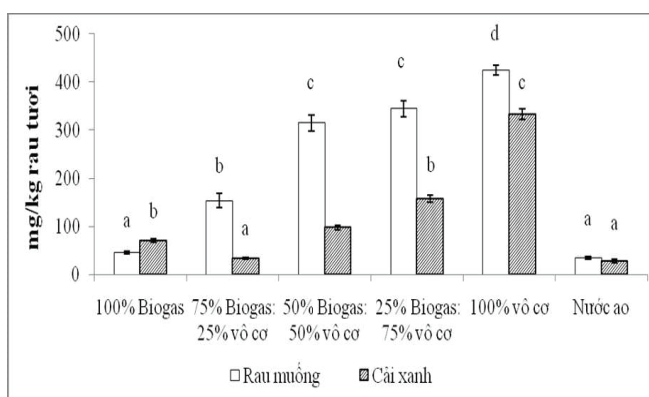
Hình 3. Hàm lượng NO_3^- trong cải xanh qua các vụ.

Các cột cùng màu hoặc khác màu có cùng ký tự (a, b, c, d, e) theo sau không khác biệt có ý nghĩa qua phép thử Duncan.

Kết quả phân tích cho thấy không có sự khác biệt về hàm lượng nitrat trong 2 loại rau nghiên cứu ở cùng một nghiệm thức qua 3 vụ canh tác. Hàm lượng nitrat ở các nghiệm thức tưới nước thải biogas đối với rau muống dao động trong khoảng 46,4-345,3 mg/kg rau tươi, cải xanh là 34,9-158 mg/kg rau tươi và đều thấp hơn các nghiệm thức sử dụng hoàn toàn phân vô cơ, nhưng cao hơn các nghiệm thức chỉ tưới bằng nước ao. Phân vô cơ chứa các dạng đạm cây có thể hút trực tiếp mà không cần qua quá trình phân giải, trong khi đó khi sử dụng nước thải biogas để tưới cho rau có thể do chất hữu cơ trong biogas có nhiều thành phần cần có thời gian phân hủy và giải phóng nên cây trồng hấp thụ một cách từ từ. Bón phân dạng NO_3^- làm tích lũy NO_3^- trong rau cao hơn dạng đạm NH_4^+ [29], nước thải biogas (bảng 5) lại có hàm lượng NH_4^+ chiếm tỷ lệ cao hơn so với NO_3^- . Ngoài ra, dạng NO_3^- lại rất dễ bị rửa trôi. Theo bảng 3 thì lượng nước biogas tưới cho các nghiệm thức lại khá nhiều nên có thể làm cho một phần NO_3^- ở các nghiệm thức có tưới biogas có thể bị mất đi do bị rửa trôi. Những nguyên nhân này có thể dẫn đến nitrat tích lũy trong cây ở các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas thấp hơn.

Hàm lượng nitrat tích lũy trong rau có xu hướng càng giảm khi tăng lượng nước thải biogas tưới. Đối với cải xanh, hàm lượng nitrat tích lũy thấp nhất (32,1-37 mg/kg rau tươi) ở nghiệm thức sử dụng 75% biogas kết hợp với 25% phân vô cơ để tưới và ở nghiệm thức sử dụng hoàn toàn biogas để tưới đối với rau muống (39,4-52,6 mg/kg rau tươi), đồng thời các nghiệm thức này không có sự khác biệt có ý nghĩa với các nghiệm thức chỉ tưới bằng nước ao. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Hoàng Thị Thái Hòa (2009) [30] sử dụng nước thải biogas để tưới cải xanh cho hàm lượng nitrat tích lũy thấp và tăng dần khi lượng phân vô cơ tăng và theo Nguyễn Cẩm Long (2013) [31] thì hàm lượng nitrat trong cải xanh tăng lên tỷ lệ thuận với lượng đạm vô cơ sử dụng.

Theo nghiên cứu của Nguyễn Thị Lan Hương (2013) [15], hàm lượng nitrat tích lũy có sự biến động giữa các loài rau và phụ thuộc vào chu kỳ canh tác, những loài rau có chu kỳ canh tác dài ngày lớn hơn so với hàm lượng tích lũy trong các loài rau có chu kỳ canh tác ngắn ngày. Tuy nhiên trong nghiên cứu này, mặc dù thời gian canh tác (tính từ lúc gieo đến khi thu hoạch) của cây cải xanh (45 ngày) dài hơn so với rau muống (30 ngày) nhưng trong cả 3 vụ hàm lượng nitrat trong cải xanh luôn thấp hơn rau muống ở cùng nghiệm thức tưới, ngoại trừ nghiệm thức tưới hoàn toàn bằng nước thải biogas và bằng nước ao (hình 4). Điều này có thể do nhu cầu và lượng đạm cung cấp cho cải xanh thấp hơn rất nhiều so với rau muống (bảng 1) và với mỗi loại cây trồng khác nhau thì khả năng hấp thụ đạm hữu cơ và vô cơ khác nhau.



Hình 4. Hàm lượng nitrat trung bình trong rau muống và cải xanh.

Các cột cùng màu hoặc khác màu có cùng ký tự (a, b, c, d) theo sau không khác biệt có ý nghĩa qua phép thử Duncan.

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, việc sử dụng nước thải biogas hoặc kết hợp nước thải biogas và phân vô cơ sẽ hạn chế tích lũy nitrat trong rau. Tỷ lệ kết hợp nước thải biogas và phân vô cơ tốt nhất cho cây để đạt năng suất cao và có hàm lượng nitrat tích lũy thấp nhất là 75% nước thải biogas + 25% phân vô cơ cho cải xanh và sử dụng hoàn toàn nước thải biogas cho rau muống.

Kết luận và kiến nghị

Kết luận

Hàm lượng nitrat trong cải xanh ở các nghiệm thức nằm trong ngưỡng quy định của Liên minh châu Âu (EU) và FAO/WHO. Với lượng sử dụng từ 25% phân vô cơ trở lên cho rau muống thì hàm lượng nitrat trong rau sẽ vượt ngưỡng quy định của FAO/WHO.

Hàm lượng nitrat tích lũy trong cải xanh thấp hơn ở rau muống. Sự tích lũy nitrat ở rau muống và cải xanh không bị ảnh hưởng bởi số lượng vụ canh tác. Các nghiệm thức có sử dụng nước thải biogas đều có hàm lượng nitrat tích lũy thấp hơn so với việc sử dụng hoàn toàn phân vô cơ và hàm lượng nitrat tích lũy có xu hướng càng giảm khi tăng tỷ lệ nước thải biogas sử dụng.

Sử dụng 75% nước thải biogas + 25% phân vô cơ cho cải xanh và 100% nước thải biogas cho rau muống có hàm lượng nitrat tích lũy trong rau thấp nhất và năng suất rau sau 3 vụ không có sự khác biệt với việc sử dụng hoàn toàn phân vô cơ.

Kiến nghị

Cần nghiên cứu ảnh hưởng của chất thải biogas đến chỉ tiêu vi sinh trên rau và sự tích lũy nitrat trên các loại rau ăn lá khác với các liều lượng sử dụng khác nhau, nhằm có những khuyến cáo hợp lý cho người sản xuất và sử dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Thị Ba (2010), *Kỹ thuật trồng cải xanh*, Khoa Nông nghiệp và Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ.
- [2] P. Santamaria (2006), "Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation", *J. Sci. Food Agric.*, **86**, pp.10-17.
- [3] F. Savino, S. Maccario, C. Guidi, E. Castagno, D. Farinasso, F. Cresi (2006), "Methemoglobinemia caused by the ingestion of courgette soup given in order to resolve constipation in two formula-fed infants", *Ann. Nutr. Metab.*, **50**, pp.368-371.
- [4] <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=1186&tid=258>, truy cập ngày 24/8/2017.
- [5] M.H. Ward, Briseis A. Kilfoy, Peter J. Weyer, Kristin E. Anderson, Aaron R. Folsom, and James R. Cerhand (2010), "Nitrate Intake and the Risk of Thyroid Cancer and Thyroid Disease", *Epidemiology*, **21(3)**, pp.389-395.
- [6] Ward H. Mary, Kilfoy Briseis, Sinha Rashmi, A.R. Hollenbeck, Schatzkin, Arthur Cross Amand (2011), "Ingestion of Nitrate and Nitrite and Risk of Stomach Cancer in the NIH-AARP Diet and Health Study", *Epidemiology*, **22 (1)**, pp.107-108.
- [7] M. Correia, A. Barroso, M.F. Barroso, D. Soares, M.B.P.P. Oliveira, C. Delerue Matos (2010), "Contribution of different vegetable types to exogenous nitrate and nitrite exposure", *Food Chem.*, **120**, pp.960-966.
- [8] D.N. Maynard, A.V. Barker, P.L. Minotti, N.H. Peck (1976), "Nitrate accumulation in vegetables", *Advances in Agronomy*, **28**, pp.71-118.
- [9] EFSA (2008), "Nitrate in vegetables scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain (Question No EFSA-Q-2006-071)", *The EFSA Journal*, **689**, pp.1-79.
- [10] D.J. Greenwood, J. Hunt (1986), "Effect of nitrogen fertilizer on the nitrate contents of field vegetables grown in Britain", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **37**, pp.373-383.
- [11] J. Alexander, D. Benford, A. Cockburn, J. Cravedi, E. Dogliotti, A.D. Domenico, M.L. Fernández Cruz, J. Fink Gremmels, P. Fürst, C. Galli, P. Grandjean, J. Gzyl, G. Heinemeyer, N. Johansson, A. Mutti, J. Schlatter, R. Leeuwe, C.V. Peteghem, P. Verger (2008), "Nitrate in vegetables Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain", *The EFSA Journal*, **689**, pp.1-79.
- [12] M.J. Roust, E. Lotfi, N. Shamsalam, F. Mousavi, L.S. Heshmati, and S. Ghasemyfard (2010), *Nitrate Situation in some vegetables and the necessity of crop production via organic farming*, Brisbane, Australia.
- [13] Nguyễn Minh Chung, Trần Khắc Thi, Nguyễn Khắc Thái Sơn, Hoàng Minh Châu, Nguyễn Thị An (2012), "Xác định loại dung dịch dinh dưỡng thích hợp để trồng thủy canh một số loại rau ăn lá", *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, **10(2)**, tr.37-42.
- [14] Nguyễn Minh Trí, Nguyễn Hạnh Trinh, Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Hoàng Phương (2013), *Khảo sát tình hình sản xuất và dư lượng nitrat trên một số sản phẩm rau xanh vụ xuân - hè tại hợp tác xã Hương Long, thành phố Huế*, Hội nghị Khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 5, Hà Nội.

- [15] Nguyễn Thị Lan Hương (2013), “Xác định mối tương quan giữa hàm lượng nitơ trong đất với hàm lượng nitrat tích lũy trong một số loại rau xanh”, *Tạp chí các Khoa học về Trái đất*, **35(4)**, tr.418-423.
- [16] Ngô Quang Vinh, Chu Trung Kiên (2010), *Nghiên cứu sử dụng nước xả của các công trình khí sinh học làm phân bón cho rau cải xanh và xả lách ở Đồng Nai*, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp miền Nam.
- [17] Cao Kỳ Sơn, Trần Thị Mỹ Dung và ctv (2008), *Đánh giá chất lượng nước xả thải từ các công trình khí sinh học để bón cho cây trồng*, Báo cáo nghiên cứu khoa học và công nghệ, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
- [18] Olusegun A. Ajayi, Sam S. Adefila (2012), “Methanol Production from Cow Dung”, *Journal of Environment and Earth Science* (Online).
- [19] Văn phòng Dự án khí sinh học Trung ương - Cục Chăn nuôi (2011), *Công nghệ khí sinh học quy mô hộ gia đình*, Tài liệu dùng để tập huấn cho kỹ thuật viên về khí sinh học.
- [20] Veronica Arthurson (2009), “Closing the Global Energy and Nutrient Cycles through Application of Biogas Residue to Agricultural Land - Potential Benefits and Drawbacks”, *Energies*, **2**, pp.226-242.
- [21] Aminul Haque ABM (2013), “Bio slurry Ultimate Choice of Biofertilizer”, *Open Access Scientific Reports*, <http://dx.doi.org/10.4172/scientificreports738>.
- [22] Nguyễn Thị Trí (2010), *Kỹ thuật trồng rau muống*, Chi cục Bảo vệ thực vật TP Hồ Chí Minh.
- [23] Nguyen Vo Chau Ngan, F. Fricke (2015), “Application of co-anaerobic digester’s effluent for sustainable agriculture and aquaculture in the Mekong Delta”, *Vietnam, Environmental Technology*, **36(23)**, pp.2991-2999.
- [24] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015), *Thông tư số 65/2015/ BTNMT ngày 21/12/2015 về việc ban hành QCVN 08-2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt*.
- [25] Nguyễn Quang Khải (2009), *Công nghệ khí sinh học - Hướng dẫn xây dựng, vận hành bảo dưỡng và sử dụng toàn diện khí sinh học và bã thải*, Nxb Lao động - Xã hội.
- [26] EU (2011), “COMMISSION REGULATION (EU) No 1258/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for nitrates in foodstuffs (Text with EEA relevance)”, *Official Journal of the European Union*, **OJ L 320**, pp.15-17.
- [27] <http://www.who.int/foodsafety/chem/jecfa/en/index.html>.
- [28] Phạm Quốc Nguyên, Nguyễn Văn Bé, Nguyễn Văn Công (2014), “Xác định số lượng, chất lượng bùn đáy ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmas*) và sử dụng trong canh tác rau”, *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, **35**, tr.78-89.
- [29] Chuphan, Bengtsson, Bosun, Hymo (1967), “Nitrat accumulation in vegetable crops as influenced by soil fertility practies”, *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.*, **920**, p.43.
- [30] Hoàng Thị Thái Hòa (2009), *Nghiên cứu ảnh hưởng của sử dụng các loại phân bón đến hàm lượng nitrat trong đất và trong một số loại rau ăn lá chính trên đất phù sa huyện Hương Trà, tỉnh Thừa Thiên - Huế*, Báo cáo tổng kết đề tài khoa học công nghệ cấp bộ, mã số B2009-DHH02-43, Trường Đại học Nông lâm Huế.
- [31] Nguyễn Cẩm Long, Nguyễn Minh Hiếu, Trần Đăng Hòa (2013), “Ảnh hưởng của mật độ trồng đến sinh trưởng, năng suất và hàm lượng nitrat đối với cải xanh (*Brasica juncea* L.) tại Quảng Bình”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, **7**, tr.61-67.