

XÁC ĐỊNH TỶ LỆ NHIỄM *SALMONELLA* VÀ MỘT SỐ CHỈ TIÊU HÓA HỌC TRÊN RAU ĂN SỐNG ĐƯỢC TƯỚI BẰNG NƯỚC THẢI SAU XỬ LÝ BIOGAS TẠI CÁC HỘ CHĂN NUÔI LỢN Ở TỈNH HÀ NAM

Lưu Quỳnh Hương¹, Trần Thị Thu Hằng¹, Phạm Anh Đức², Lê Thị Hồng Nhung¹ và Nguyễn Ngân Hà²

¹Viện Thú y; ²Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tác giả liên hệ: TS. Lưu Quỳnh Hương; Tel: 0914649774; Email: lqhuongvet@yahoo.com

TÓM TẮT

Nghiên cứu được tiến hành ở 12 hộ chăn nuôi lợn ở tỉnh Hà Nam. Các mẫu thu thập bao gồm 12 mẫu nước thải sau xử lý biogas, 12 mẫu rau ăn sống được tưới bằng nước thải sau biogas (xà lách, rau mùi, húng và hành hoa) để phân lập vi khuẩn *Salmonella* và nitrate, cadmium, chì, asen. Kết quả nghiên cứu cho thấy 58,3% và 16,7% mẫu nước thải sau xử lý biogas và mẫu rau ăn sống ô nhiễm với *Salmonella*. Hàm lượng nitrate trong nước dao động từ 32 -233 (mg/L), trong rau là 224 - 749 (mg/kg). Có 6/12 mẫu nước thải sau biogas đã vượt quá chỉ về giới hạn hàm lượng nitrate trong nước thải theo QCVN 14:2008/BTNMT và có 2/12 mẫu rau có hàm lượng nitrate vượt quá hàm lượng giới hạn của FAO. Có 12/12 mẫu nước thải sau xử lý biogas vượt quá chỉ tiêu cho phép theo QCVN 40:2011/BTNMT về hàm lượng asen. Bên cạnh đó, 12/12 mẫu rau lại vượt hàm lượng giới hạn theo QCVN 8-2:2011/BYT, có mẫu cao gấp 3 lần so với hàm lượng cho phép. Kết quả nghiên cứu chỉ ra việc sử dụng rau ăn sống ô nhiễm với vi khuẩn, nitrat và kim loại nặng là những mối nguy cơ cao đối với sức khỏe của người tiêu dùng.

Từ khóa: *Salmonella*, rau ăn sống, nước thải sau biogas, nitrate, kim loại nặng.

ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm vừa qua chăn nuôi lợn ở Việt Nam đã phát triển với tốc độ cao và chuyển dần sang chăn nuôi trang trại theo chuỗi, an toàn sinh học, an toàn dịch bệnh và ứng dụng các công nghệ tiên tiến. Thời điểm cuối năm 2023, tổng số lợn ước tính là 26.342, tăng 4,2% so với cùng kì năm 2022 (Nguyễn Trọng Tuyển, 2024). Các loại chất thải trong quá trình chăn nuôi sẽ gây ảnh hưởng đến môi trường, đến nguồn nước và bầu không khí xung quanh khu vực chăn nuôi, do vậy cần phải có các biện pháp để xử lý lượng chất thải này một cách thích hợp. Hệ thống xử lý biogas được coi như là một biện pháp phù hợp để xử lý khi những nghiên cứu đã chỉ ra rằng hàm lượng BOD₅ và COD đều giảm từ 70 – 80%, nồng độ kim loại giảm và nằm trong giới hạn cho phép (Vũ Đình Tôn và cs., 2008). Các nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng nước sau khi được xử lý biogas có chứa một hàm lượng đạm lớn và tăng tương ứng với hàm lượng CO₂ trong đất (Nguyễn Phương Thảo và cs., 2017), có thể dùng nước sau xử lý biogas để tưới các loại cây trồng trong các hộ chăn nuôi vườn ao chuồng kết hợp. Nhưng một thực trạng xảy ra với số lượng lợn nuôi ngày càng tăng nhưng số lượng và thể tích hầm biogas không được tăng nên, dẫn đến lượng chất thải tạo ra từ chăn nuôi không được xử lý hết, dẫn đến vi sinh vật trong chất thải không được tiêu diệt hoàn toàn, hàm lượng nitrate cùng kim loại nặng cũng có thể vượt quá ngưỡng cho phép. Theo nghiên cứu của Lưu Quỳnh Hương và cs. (2014) thì vi khuẩn *Salmonella* vẫn có thể tồn tại trong nước thải sau xử lý biogas, khi chúng ta dùng nước thải sau biogas có chứa vi khuẩn *Salmonella* để tưới cho rau sống rất có thể một số ít chúng sẽ còn tồn đọng lại trên rau. Một số loại rau ăn sống phổ biến (salad, rau mùi, húng, hành hoa) nếu có chứa vi khuẩn *Salmonella* sẽ là nguồn gây ngộ độc thực phẩm cho con người.

Theo trung tâm kiểm soát và ngăn ngừa bệnh (CDC), Mỹ, triệu chứng do *Salmonella* gây ra trên người gồm tiêu chảy (có thể tiêu chảy lẫn máu), sốt, các đau quặn bụng, một vài người có thể có cảm giác buồn nôn, nôn hoặc đau đầu. Các hàm lượng hóa học vượt chỉ tiêu cho phép cũng là một trong những nguyên nhân để gây các bệnh lý nguy hiểm cho con người. Hàm

lượng nitrate vượt quá cũng có thể gây ra bệnh da xanh ở trẻ nhỏ, chuyển đổi thành nitrite và cuối cùng chuyển hóa thành nitrosamin một loại chất gây ung thư (Lê Ngọc Tú và cs., 2006).

Hà Nam là tỉnh thuộc đồng bằng sông Hồng, chăn nuôi nói chung và chăn nuôi lợn nói riêng rất phát triển, tổng lượng thịt hơi xuất chuồng các loại đạt chỉ tiêu tăng so với cùng kỳ năm trước đạt 70.636 tấn trong năm 2021 (Tổng cục thống kê, 2022). Bên cạnh đó các hộ chăn nuôi ở Hà Nam đang xây dựng chuỗi liên kết trong sản xuất và tiêu dùng sản phẩm chăn nuôi an toàn. Tuy nhiên theo phản ánh của người dân tại huyện Lý Nhân, tỉnh Hà Nam thì vẫn có một số trang trại chăn nuôi lợn, vệt của các hộ gia đình có nước thải được xả thải trực tiếp ra môi trường khiến cuộc sống của người dân vô cùng khổ cực.

Trước thực trạng trên chúng tôi tiến hành nghiên cứu xác định tỷ lệ nhiễm *Salmonella* và một số chỉ tiêu hóa học trên rau ăn sống được tưới bằng nước thải sau xử lý biogas tại các hộ chăn nuôi lợn tại Hà Nam.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Vật liệu nghiên cứu

12 mẫu nước thải sau xử lý biogas.

12 mẫu rau ăn sống tại các hộ chăn nuôi lợn tưới bằng nước thải sau biogas.

Môi trường: Buffer Peptone Water (BPW), Merck, Đức; Rappaport Vassiliadis Soya Peptone (RVS), Merck, Đức; Xylose Lysine Tergitol 4 (XLT₄), Merck, Đức; Nutrient Agar (NA), Merck, Đức; Kligler Iron Agar, BD, Pháp; Lysine Decarboxylase Broth (LDC), BD, Pháp; Simmons Citrate Agar, BD, Pháp; Brain Heart Infusion (BHI) Oxoid, Anh; Urea Indole Medium, HiMedia, Ấn Độ; KOVACS' indole reagent, Merck, Đức.

Hóa chất: Acid salycilic, Sulfuric acid (H₂SO₄), Nitric acid (HNO₃), Hydrochloric acid (HCl), Sodium hydroxide (NaOH), Potassium nitrate (KNO₃, Xilong, Trung Quốc.

Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 01 đến tháng 04 năm 2024. Mẫu nước thải sau biogas và mẫu rau ăn sống được thu thập tại các hộ chăn nuôi lợn tại huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam. Mẫu được phân lập vi khuẩn *Salmonella* tại Phòng thí nghiệm Tổng hợp và Bảo tồn quỹ gen, Viện Thú y, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Hàm lượng nitrate được đánh giá tại phòng Bộ môn Môi trường đất, Trường Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, các chỉ tiêu kim loại nặng được phân tích tại Khoa Hóa học, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Nội dung nghiên cứu

Xác định tỷ lệ nhiễm vi khuẩn *Salmonella* trên nước thải sau xử lý biogas và rau ăn sống tại các hộ chăn nuôi lợn.

Xác định hàm lượng nitrate và các kim loại nặng có trên nước thải sau xử lý biogas và rau ăn sống tại các hộ chăn nuôi lợn

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lấy mẫu và bảo quản mẫu

Mẫu nước được thu thập theo TCVN 5994:1995 (ISO 5667/4: 1987): 12 mẫu nước thải sau xử

lý biogas được đựng trong chai thủy tinh vô trùng, dung tích 1000 ml.

Mẫu rau được thu thập theo TCVN 9016:2011: 12 mẫu rau ăn sống đựng trong các túi vô trùng, trọng lượng khoảng 300 g.

Các mẫu rau và nước được đựng trong thùng bảo quản vô trùng có đá khô và vận chuyển mẫu về Phòng thí nghiệm Tổng hợp và Bảo tồn quỹ gen, Viện Thú y để phân tích chỉ tiêu vi khuẩn *Salmonella* ngay trong ngày. Các phần mẫu còn lại được bảo quản trong tủ mát (mẫu nước) và sấy khô (mẫu rau) để chuyển đến các phòng thí nghiệm khác để đánh giá chỉ tiêu Nitrate và kim loại nặng.

Phương pháp phân lập vi khuẩn *Salmonella*

Vi khuẩn *Salmonella* được phân lập theo TCVN 10780-1:2017 (ISO 6519-1:2017), 25 ml nước đồng nhất trong 225 (ml) dung dịch BPW, ủ ở 37°C/18h để tăng sinh; đối với mẫu rau sẽ thu thập 10g rau được cắt nhỏ đồng nhất trong 90 (ml) dung dịch BPW, ủ ở 37°C/18h để tăng sinh. Dịch tăng sinh sơ cấp sẽ được tăng sinh chọn lọc trên môi trường RVS ủ ở 41,5°C/24h. Dịch được tăng sinh được cấy vào môi trường XLT₄ ủ 37°C/24h. Khuẩn lạc *Salmonella* trên thạch XLT₄ có tâm đen, mặt lồi bóng. Để khẳng định lại, khuẩn lạc *Salmonella* điển hình trên thạch XLT₄ sẽ được cấy vào môi trường thạch thường Nutrient Agar (NA) để nhuộm gram và thử các phản ứng sinh hoá khác trên Kligler Iron Agar, LDC, Simmons Citrate Agar, Urea Indole Medium, KOVACS' indole reagent. Các chủng vi khuẩn *Salmonella* được bảo quản trong ống eppendorf chứa glycerol 20% ở -20°C

Phương pháp đo hàm lượng nitrate trong nước

Hàm lượng nitrate được xác định theo TCVN 4562:1988. Tạo đường chuẩn với các dung dịch KNO₃ 40; 80; 120; 160; 200 (mg/L). Cho 10 (ml) nước cần phân tích và 1 (ml) sodium salicylate vào trong cốc sứ đun đến cạn khô. Sau đó thêm 1 (ml) H₂SO₄ đặc vào cốc vừa đun cạn khô để yên trong tủ an toàn sinh học trong 10 phút. Chuyển dung dịch vừa thu được vào bình định mức 50 (ml) cho 7 (ml) NaOH 10N, thêm nước cất đến vạch. Đem đi đo quang phổ bằng máy đo quang phổ UV – VIS ở 410 nm.

Phương pháp đo hàm lượng nitrate trong rau

Hàm lượng nitrate trong rau được đo theo cách sử dụng acid salicylic (Lastra, 2003). Tạo đường chuẩn với dung dịch KNO₃ 10; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 100 (mg/L) KNO₃. Rau sau khi được sấy khô ở nhiệt độ 65°C trong 24 giờ và nghiền nhỏ và lọc lấy phần bột mịn. Cho 0.1 (g) mẫu rau và 10 (ml) nước cất vào trong cốc sứ đun ở nhiệt độ 45°C trong vòng 15 phút sau đó đem đi lọc. Lấy 0,1 (ml) dung dịch sau đun cho với 0,4 (ml) acid salicylic. Để yên trong tủ an toàn sinh học trong vòng 20 phút. Chuyển dung dịch vào bình định mức 10 (ml) sau đó thêm 9,5 (ml) NaOH đo quang phổ ở bước sóng 412 nm bằng máy đo quang phổ UV – VIS.

Cách phá mẫu để đo hàm lượng kim loại nặng

Phá mẫu bằng lò vi sóng: cho 0,5 (g) mẫu rau và 10 (ml) nước cường toan (hỗn hợp hydrochloric acid và nitric acid). Mẫu được chuyển đến phòng thí nghiệm Khoa Hóa học để tiến hành phân tích vết kim loại bằng máy ICP – MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry).

Xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel 2013.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả xác định tỷ lệ nhiễm vi khuẩn *Salmonella* trên nước thải sau xử lý biogas và rau ăn sống được tưới bằng nước thải sau xử lý biogas

Tổng số 12 mẫu nước thải sau xử lý biogas và 12 mẫu rau ăn sống được thu thập từ 12 hộ chăn nuôi lợn khác nhau tại huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam được phân lập sự có mặt của vi khuẩn *Salmonella*. Kết quả được trình bày trên Bảng 1.

Bảng 1. Tỷ lệ nhiễm *Salmonella* trên mẫu nước thải sau xử lý biogas và rau ăn sống tại các hộ chăn nuôi lợn tại huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam

Loại mẫu	Số mẫu	Số mẫu dương tính	Tỷ lệ (%)
Nước thải sau xử lý biogas	12	7	58,3
Rau ăn sống	12	2	16,7

Kết quả từ Bảng 1 cho thấy trong tổng số 12 mẫu nước thải sau xử lý biogas có 7/12 mẫu phát hiện vi khuẩn *Salmonella* chiếm tỷ lệ 53,3%. Bên cạnh đó tỷ lệ nhiễm *Salmonella* trên mẫu rau ăn sống được tưới với nước thải sau xử lý biogas là 16,7% (2/12 mẫu)

Theo QCVN 8 – 3: 2012/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với ô nhiễm vi sinh vật trong thực phẩm quy định trong rau ăn sống không được có sự hiện diện của vi khuẩn *Salmonella*. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy có 16,7% mẫu rau ăn sống có ô nhiễm với vi khuẩn *Salmonella*. Một điều đáng lưu ý là 02 mẫu rau ăn sống có nhiễm vi khuẩn *Salmonella* đều đến từ các hộ có mẫu nước thải sau xử lý biogas nhiễm vi khuẩn *Salmonella*. Điều này cho thấy việc sử dụng nước thải sau xử lý biogas để tưới rau ngoài những tác dụng như là tăng lượng đạm trong đất thì có thể dẫn tới việc nhiễm *Salmonella* có trong rau ăn sống. Đây là nguy cơ cao dẫn đến ngộ độc thực phẩm cho người tiêu dùng khi ăn rau sống có chứa vi khuẩn *Salmonella*.

Một số nghiên cứu đã được thực hiện tại Việt Nam về tỷ lệ nhiễm *Salmonella* trên nước thải sau xử lý biogas. Nghiên cứu của Châu Thị Anh Thy và cs. (2022a) cho thấy, không có sự hiện diện của *Salmonella* trên mẫu nước thải sau xử lý biogas ở các hộ chăn nuôi lợn ở tỉnh Sóc Trăng và thành phố Cần Thơ. Một nghiên cứu tại huyện Hòa Vang, Đà Nẵng đã chỉ ra tại thời điểm khảo sát có 3 trên 4 hộ có sự hiện diện của vi khuẩn *Salmonella* trên mẫu nước thải sau xử lý biogas (Nguyễn Lê Anh Hào, 2017). Nghiên cứu của Luu Quynh Huong và cs. (2014) thực hiện tại huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam cho biết tỷ lệ nhiễm *Salmonella* là 47,9% trong tổng số 288 mẫu nước thải chăn nuôi (bao gồm mẫu chất thải trước và sau khi xử lý biogas). Một nghiên cứu khác cũng thực hiện tại huyện Kim Bảng, tỉnh Hà Nam năm 2020 cho thấy tỷ lệ nhiễm vi khuẩn *Salmonella* ở các mẫu nước thải sau xử lý biogas ở các hộ chăn nuôi ở Hà Nam là 57,3% (69/120) (Phuc Pham Duc và cs., 2020).

Những kết quả nghiên cứu này cho thấy việc sử dụng hầm biogas có thể chưa đúng theo hướng dẫn, dẫn tới hiệu quả xử lý của hầm biogas chưa đảm bảo, các mầm bệnh, nitrate và kim loại nặng vẫn được tìm thấy trong chất thải sau xử lý biogas. Chất thải này nếu được thải

ra ngoài môi trường sẽ là mối nguy cơ gây ô nhiễm cho nguồn nước thải và môi trường đất, nước xung quanh, gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Theo nghiên cứu của Nguyễn Lê Anh Hào (2017), không có sự hiện diện của vi khuẩn *Salmonella* trên các mẫu rau được tưới bằng nước thải sau xử lý biogas. Bên cạnh đó, có 20% (8/40) mẫu rau xà lách tại Thái Lan được tưới bằng nước sinh hoạt vẫn có sự hiện diện của *Salmonella* (Niyomdechra và cs., 2016). Kết quả nghiên cứu của Thuan Khanh Nguyen và cs. (2021) tại khu vực Đồng bằng sông Mekong, Việt Nam, có 12,9% (74/572) các mẫu rau ăn sống ô nhiễm với vi khuẩn *Salmonella*

Những kết quả nghiên cứu trên chỉ ra rằng việc nhiễm vi khuẩn *Salmonella* vẫn có thể xảy ra ở rau được tưới bằng nước sinh hoạt, rất có thể vi khuẩn có sẵn trong môi trường. Mẫu nước thải sau xử lý biogas dùng để tưới rau bị ô nhiễm với *Salmonella* sẽ là nguy cơ nhiễm *Salmonella* cho rau ăn sống.

Hàm lượng nitrate và kim loại nặng có trong nước sau xử lý biogas và rau được tưới bằng nước được xử lý sau biogas

Kết quả đo nitrate và của 12 mẫu rau và 12 mẫu nước ở các hộ chăn nuôi lợn ở huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam được thể hiện ở Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2. Hàm lượng nitrate trên nước thải sau xử lý biogas

Mẫu nước	Hàm lượng nitrate (mg/L)	Giới hạn nitrate trong nước thải theo QCVN 14:2008/BTNMT (mg/L)
1	180,3	50
2	34	
3	45	
4	165,3	
5	233	
6	49	
7	54	
8	127,6	
9	32	
10	108,8	
11	46	
12	37	

Số liệu ở Bảng 2 cho thấy, có 12 mẫu nước thải chăn nuôi sau xử lý biogas đã được kiểm tra đánh giá hàm lượng nitrate. Hàm lượng ntrate đo được khá cao, dao động trong khoảng từ 32 – 233 (mg/L) với 06 mẫu đã vượt quá giới hạn hàm lượng nitrate trong nước thải theo QCVN 14:2008/BTNMT, với hàm lượng trên 50 (mg/L). Hàm lượng nitrate dư thừa do tính chất dễ hòa tan của chúng sẽ tồn tại trong môi trường đất và bị hấp thụ vào trong lá, rễ hoặc thân của

một số cây trồng dẫn tới chúng có thể tích tụ một hàm lượng lớn nitrate dẫn tới các bệnh lý gây nguy hiểm cho con người.

Nghiên cứu của Nguyễn Lê Phương và cs. (2018) cho thấy hàm lượng nitrate trong nước thải được xử lý biogas đạt từ $52,3 \pm 22,9$ (mg/L), thấp hơn khá nhiều so với kết quả nghiên cứu của chúng tôi. Tương tự, nghiên cứu của Châu Thị Anh Thy và cs. (2022a) cho thấy hàm lượng nitrate trong nước thải sau xử lý biogas là 4,81 (mg/L), thấp hơn nhiều so với kết quả của chúng tôi.

Kết quả ở Bảng 3 cho thấy hàm lượng nitrate của các mẫu rau ăn sống được tưới bằng nước thải sau xử lý biogas dao động từ 224,4-749,06 (mg/kg). Có 2/12 (16,7%) mẫu rau ăn sống có hàm lượng nitrate vượt quá hàm lượng giới hạn của FAO/WHO là ≤ 500 mg/kg rau tươi (FAO/WHO, 2021). Các mẫu còn lại đều phát hiện nitrate, nhưng ở dưới ngưỡng giới hạn của FAO/WHO, trong khoảng từ 224 - 499 (mg/kg). Một nghiên cứu của Salehzadeh và cs. (2020) tại Iran cho thấy hàm lượng nitrate trong rau xà lách cũng đạt ở mức khá cao (370 mg/kg).

Hai mẫu rau phát hiện có nitrate được sử dụng nước tưới từ hộ nuôi số 4 và số 10, là hai hộ nuôi lợn có hàm lượng nitrate trong các mẫu nước thải sau biogas khá cao, gấp 2-3 lần so với hàm lượng cho phép theo QCVN 14:2008/BTNM.

Bảng 3. Hàm lượng nitrate của rau ăn sống được tưới bằng nước thải sau xử lý biogas

Mẫu rau	Hàm lượng nitrate (mg/kg)	Giới hạn nitrate trong rau theo FAO/WHO (mg/kg)
1	499,26	
2	256,5	
3	267,8	
4	406,11	
5	749,06	
6	258,9	500
7	224,4	
8	344,4	
9	246,3	
10	550,55	
11	278,2	
12	268,8	

Trong nghiên cứu này, chúng tôi cũng đánh giá mức độ tồn dư của các kim loại nặng như Cadimi (Cd), Asen (As) và Chì (Pb) trong các mẫu rau ăn sống và mẫu nước thải sau xử lý biogas. Kết quả đo hàm lượng kim loại nặng trong 12 mẫu rau và 12 mẫu nước được thể hiện trong Bảng 4 và Bảng 5.

Bảng 4. Hàm lượng kim loại nặng đo được trong mẫu nước thải sau xử lý biogas so với hàm lượng giới hạn cho phép theo QCVN 40:2011/BTNMT

Mẫu nước	Hàm lượng Cd trong nước (mg/L)	Giới hạn Cd trong nước (mg/L)	Hàm lượng As trong nước (mg/L)	Giới hạn As trong nước (mg/L)	Hàm lượng Pb trong nước (mg/L)	Giới hạn Pb trong nước (mg/L)
1	0,050		1,342		KPH	
2	0,061		1,122		KPH	
3	KPH		0,718		KPH	
4	KPH		4,088		KPH	
5	0,078		0,886		KPH	
6	0,004	0,1	1,906	0,1	KPH	0,5
7	KPH		1,205		KPH	
8	KPH		1,357		KPH	
9	KPH		1,112		KPH	
10	KPH		1,178		KPH	
11	KPH		1,356		KPH	
12	KPH		0,473		KPH	

Kết quả ở Bảng 4 cho thấy không phát hiện hàm lượng Cd và Pb trong nước thải sau xử lý biogas hoặc phát hiện dưới ngưỡng cho phép. Tuy nhiên kết quả đánh giá chỉ số của As trong nước thải sau xử lý biogas khi so với QCVN 40:2011/BTNMT (<0,1 mg/L) thì có 12/12 mẫu nước thải sau xử lý biogas đều vượt quá chỉ tiêu cho phép (dao động từ 0,473-4,088 mg/L). Một số mẫu cho hàm lượng As cao gấp 10 lần so với tiêu chuẩn cho phép, đặc biệt hàm lượng As đo được trong mẫu thu thập từ hộ chăn nuôi số 4 cao gấp 40 lần 4,088 (mg/L) so với tiêu chuẩn cho phép.

Nghiên cứu của Châu Thị Anh Thy và cs. (2022b) cũng cho kết quả tương tự với nghiên cứu của chúng tôi khi không phát hiện hàm lượng Cd và Pb trong các mẫu nước thải sau xử lý biogas ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long. Một nghiên cứu của Cao Kỳ Sơn và cs. (2008) từ mẫu nước thải sau xử lý biogas có nguyên liệu từ phân lợn và phân bò, có kết quả phân tích các chỉ tiêu Cd, Pb, As lần lượt là 0,01; 0,107; 71,133 (mg/L). Nghiên cứu này chỉ ra một điểm bất thường đó là hàm lượng As cao vượt mức cho phép khoảng 700 lần và vượt xa rất nhiều so với hàm lượng As trong nghiên cứu của chúng tôi. Nước thải sau xử lý biogas chứa hàm lượng As này khi tưới cho rau ăn sống hoặc thải ra ngoài môi trường rất có thể sẽ được tích tụ lại và tồn đọng trong môi trường và trong nguồn nước, tạo mối nguy cơ cho sức khỏe cho con người.

Bảng 5. Hàm lượng kim loại nặng đo được trong rau tưới bằng nước thải sau xử lý biogas so sánh với hàm lượng giới hạn theo QCVN 8-2:2011/BYT

Mẫu rau	Hàm lượng Cd trong rau (mg/kg)	Giới hạn Cd trong rau (mg/kg)	Hàm lượng As trong rau (mg/kg)	Giới hạn As trong rau (mg/kg)	Hàm lượng Pb trong rau (mg/kg)	Giới hạn Pb trong rau (mg/kg)
1	0,044		0,467		1,095	
2	0,056		0,405		1,489	
3	0,052		0,315		1,132	
4	0,066		0,600		1,967	
5	0,141		0,498		1,319	
6	0,135	0,2	0,308	1,0	1,066	0,3
7	0,055		0,560		1,052	
8	0,068		0,435		1,035	
9	0,086		0,359		1,212	
10	0,073		0,257		0,369	
11	0,058		0,339		1,257	
12	0,043		0,456		0,356	

Kết quả ở Bảng 5 cho thấy hàm lượng kim loại nặng Cd và As trên các mẫu rau ăn sống so sánh với giới hạn của Quy chuẩn QCVN 8-2:2011/BYT đều đạt yêu cầu.

Trong khi đó có tới 12/12 (100%) mẫu rau ăn sống có hàm lượng Pb cao, vượt hàm lượng giới hạn cho phép theo QCVN 8-2:2011/BYT, trong đó có mẫu cao gấp 3 lần so với hàm lượng cho phép. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này chúng tôi không phát hiện Pb trong mẫu nước thải sau xử lý biogas, do vậy hàm lượng Pb có mặt trong các mẫu rau có thể ô nhiễm từ các yếu tố môi trường khác.

KẾT LUẬN

Có 07/12 (58,3%) mẫu nước thải sau xử lý biogas và 02/12 (16,7%) mẫu rau ăn sống tưới bằng nước thải sau xử lý biogas ô nhiễm với vi khuẩn *Salmonella*.

Hàm lượng nitrate trên các mẫu nước thải sau xử lý biogas, trong khoảng từ 32 - 233 (mg/L) với 06 mẫu vượt quá giới hạn hàm lượng nitrate trong nước thải theo QCVN 14:2008/BTNMT (>50 (mg/L)). Đối với các mẫu rau ăn sống được tưới bằng nước thải sau xử lý biogas có hàm lượng nitrate dao động từ 224,4-749,06 (mg/kg) với 2/12 (16,7%) mẫu có hàm lượng nitrate vượt quá hàm lượng giới hạn của FAO/WHO là (≤ 500 mg/kg).

Không phát hiện hàm lượng Cd và Pb trong nước thải sau xử lý biogas hoặc phát hiện dưới ngưỡng cho phép. Tuy nhiên kết quả đánh giá chỉ số của As trong nước thải sau xử lý biogas khi so với QCVN 40:2011/BTNMT (<0,1 mg/L) thì có 12/12 mẫu nước thải sau xử lý biogas đều vượt quá chỉ tiêu cho phép. Đối với các mẫu rau ăn sống được tưới bằng nước thải sau xử lý biogas có hàm lượng kim loại nặng Cd và As đạt yêu cầu theo Quy chuẩn QCVN 8-2:2011/BYT, tuy nhiên có tới 12/12 (100%) mẫu rau ăn sống có hàm lượng Pb cao, vượt hàm lượng giới hạn cho phép theo QCVN 8-2:2011/BYT, trong đó có mẫu cao gấp 3 lần so với hàm lượng cho phép.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- Châu Thị Anh Thy, Đỗ Thành Luân, Lê Thị Xã, Nguyễn Phương Thảo và Nguyễn Khởi Nghĩa. 2022a. Đánh giá chất lượng của hai dạng phân bón hữu cơ lỏng và rắn được tạo ra từ nước thải hầm ủ biogas. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 6B(58), 106-116.
- Châu Thị Anh Thy, Đỗ Thành Luân, Lê Thị Xã, Nguyễn Phương Thảo và Nguyễn Khởi Nghĩa. 2022b. 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. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 3B(58), 158-169.
- FAO/WHO. 2021. Joint FAO/WHO food standards programme. Được truy lục từ <https://bom.so/Wtg9ff>
- Lê Ngọc Tú, Lâm Xuân Thanh, Phạm Thu Thủy, Trần Thị Xô, Tô Kim Anh, Nguyễn Trọng Cẩn, Lưu Duẩn, Quán Lê Hà, Ngô Đăng Nghĩa, Nguyễn Xuân Sâm, Nguyễn Thị Sơn, Lê Thị Liên Thanh, Đặng Thị Thu, Đỗ Thị Hoa Viên và Lê Tiến Vĩnh. 2006. Độc tố học và An toàn thực phẩm. Hà Nội: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- Nguyễn Lê Anh Hào. 2017. Nghiên cứu ứng dụng dịch thải sau hầm biogas làm phân bón dạng lỏng cho cây trồng. Luận văn thạc sĩ.
- Nguyễn Lê Phương, Nguyễn Võ Châu Ngân và Nguyễn Hữu Chiếm. 2018. 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 Phương Thảo, Trần Đức Thạnh, Bùi Thị Nga và Châu Minh Khôi. 2017. Nghiên cứu khả năng cung cấp đạm của nước thải biogas cho đất. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ – Môi trường và Biến đổi khí hậu, 36-44.
- Nguyễn Trọng Tuyền. 2024. Tình hình chăn nuôi lợn của Việt Nam năm 2023. Được truy lục từ Cục Chăn nuôi: <https://bom.so/nRzOaA>
- Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10780-1:2017 (ISO 6579-1:2017) về Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp phát hiện, định lượng và xác định typ huyết thanh của Salmonella - Phần 1: Phương pháp phát hiện Salmonella spp (năm 2017).
- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4562:1988 Nước thải - Phương pháp xác định hàm lượng nitrat.
- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5994:1995 (ISO 5667/4: 1987) về chất lượng nước – lấy mẫu - hướng dẫn lấy mẫu ở hồ ao tự nhiên và nhân tạo.
- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9016:2011 về rau tươi - phương pháp lấy mẫu trên ruộng sản xuất.
- Tổng cục thống kê. 2022: Nông, lâm nghiệp và thủy sản. HYPERLINK "<https://www.gso.gov.vn/nong-lam-nghiep-va-thuy-san/>" \l "tab-7046a3ff56a48fda285"
- Vũ Đình Tôn, Lại Thị Cúc và Nguyễn Văn Duy. 2008. Đánh giá hiệu quả xử lý chất thải bằng bể biogas của một số trang trại chăn nuôi lợn vùng Đồng bằng sông Hồng. Tạp chí Khoa học và Phát triển, Tập VI(Số 6), 556-561.

Tiếng nước ngoài

- Luu Quynh Huong, Anita Forslund, Henry Madsen and Anders Dalsgaard. 2014. Survival of Salmonella spp. and fecal indicator bacteria in Vietnamese biogas digesters receiving pig slurry. International Journal of Hygiene and Environment Health, 217(7), 785-795.
- Lastra, O. C. 2003. Derivative Spectrophotometric Determination of Nitrate in Plant Tissue Lastra. Journal of aococ international, 86(6).
- Niyomdechana, N., Mungkornkaew, N. and Samosornsuk, W. 2016: Serotypes and antimicrobial resistance of *Salmonella* enterica isolated from pork, chicken meat and lettuce, Bangkok and central Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2016 Jan;47(1):31-9. PMID: 27086423.
- Phuc Pham Duc, Hung Nguyen Viet, Toan Luu Quoc, Meghan A Cook, Phuong Trinh Thi Minh, Dave Payne, Trang Dao Thu, Delia Grace and Sinh Dang Xuan. 2020. Understanding Antibiotic Residues and Pathogens Flow in Wastewater from Smallholder Pig Farms to Agriculture Field in Ha Nam Province, Vietnam. Sage Journals.

Thuan Khanh Nguyen, Hien Thi Bui, Thy Anh Truong, Diep Ngoc Lam, Shunsuke Ikeuchi, Lien Khai Thi Ly, Yukiko Hara-Kudo, Takahide Taniguchi and Hideki Hayashidani. 2021. Retail fresh vegetables as a potential source of *Salmonella* infection in the Mekong Delt, Vietnam. International Journal of Food Microbiology, 341.

Salehzadeh, H., Maleki, A., Rezaee, R., Shahmoradi, B. and Ponnet, K. 2020. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. PLoS One. 2020 Jan 9;15(1):e0227551. doi: 10.1371/journal.pone.0227551. PMID: 31917821; PMCID: PMC6952105.

ABSTRACT

Determining the prevalence of *Salmonella* and chemical indicators contamination in eaten raw vegetables irrigated with biogas effluent in pig farms in Ha Nam province

The study was conducted in 12 pig farms in Ha Nam province. Collected samples include 12 samples of wastewater after biogas treatment, 12 samples of vegetables eaten raw irrigated with biogas effluent (lettuce, coriander, basil and onions) to isolate *Salmonella* and nitrate, cadmium, lead, arsenic. Research results showed that 58.3% and 16.7% of biogas effluent and eaten raw vegetable samples contaminated with *Salmonella*. Nitrate content in biogas effluent ranges from 32-233 (mg/L), in vegetables it is 224-749 (mg/kg). There are 6/12 biogas effluent samples that exceed the limit of nitrate content in wastewater according to QCVN 14:2008/BTNMT and 2/12 vegetable samples have nitrate content exceeding the FAO/WHO limit. There are 12/12 biogas effluents that exceed the allowable limit according to QCVN 40:2011/BTNMT for arsen content. Besides, 12/12 vegetable samples exceeded the limit content according to QCVN 8-2:2011/BYT, some samples were 3 times higher than the allowed content. Research results show that vegetables eaten raw contaminated with bacteria, nitrate and heavy metals are high risks to consumers' health.

Keywords: *Salmonella, vegetables eaten raw, biogas effluent, nitrate, heavy metals.*

Ngày nhận bài: 10/6/2024

Ngày phản biện đánh giá: 22/6/2024

Ngày chấp nhận đăng: 30/6/2024

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Quang Tính