

NGHIÊN CỨU MỨC ĐỘ PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ ĐỆM LÓT SINH HỌC ĐƯỢC LÀM TỪ ROM VÀ VỎ CÂY KEO TRONG CHĂN NUÔI BÒ THỊT

Nguyễn Thị Hiền^{1,*}, Nguyễn Đức Lương^{1,2}, Hoàng Hiệp^{1,2}

¹ Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Viện Nghiên cứu Tăng trưởng xanh, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Email: hienhuuco@gmail.com

TÓM TẮT

Để góp phần tìm ra hướng giảm phát thải khí nhà kính (KNK) từ chất thải chăn nuôi, nghiên cứu đã tiến hành đánh giá mức độ phát thải các KNK từ đệm lót sinh học được làm từ rom và vỏ cây keo trong chăn nuôi bò thịt. Thí nghiệm được thực hiện trên diện tích chuồng 100 m², nuôi 20 con bò, theo dõi thí nghiệm trong 54 ngày với 6 lần lấy mẫu. Kết quả cho thấy, sự phát thải các KNK giai đoạn đầu sử dụng đệm lót chủ yếu là quá trình phân hủy hiếu khí, lượng phát thải CO₂ khá lớn và đạt cực đại trong khoảng từ 21 - 32 ngày, sau đó phát thải CO₂ giảm, quá trình yếm khí trở nên chiếm ưu thế. Trong 42 ngày đầu, phát thải CH₄ rất thấp, chỉ từ 0,6 g/tấn đệm lót khô/ngày đến 151 g/tấn đệm lót khô/ngày; sau đó tăng lên rất mạnh ở lần lấy mẫu 54 ngày, lên tới 2,28 kg/tấn đệm lót khô/ngày và được dự đoán còn tiếp tục tăng. Phần mềm thống kê IBM SPSS (2023) cho kết quả sự phát thải CH₄ tỉ lệ thuận với mật độ vi sinh vật (VSV) và nhiệt độ, trong khi tỉ lệ nghịch với độ xốp của đệm lót. Phát thải N₂O đạt cực đại ở ngày thứ 32 sau đó giảm mạnh. Phát thải CH₄ tăng rất nhanh sau 42 ngày sử dụng đệm lót, trong khi phát thải CO₂ và N₂O đều giảm. So sánh hệ số phát thải quy đổi trung bình theo 42 ngày (F42) và 54 ngày (F54) cho thấy, F42 nhỏ hơn nhiều so với F54. Như vậy, đệm lót sinh học nên được thay thế hoặc thay thế một phần sau 42 ngày sử dụng để hạn chế phát thải methane. Bên cạnh đó, các chỉ tiêu H₂S, NH₃ và SO₂ của mẫu không khí xung quanh chuồng nuôi ở các đợt lấy mẫu đều rất thấp so với giới hạn cho phép của QCVN 01-79:2011/BNNPTNT.

Từ khóa: Khí nhà kính, đệm lót sinh học, phát thải, chăn nuôi bò, phụ phẩm nông nghiệp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chăn nuôi bò thịt và bò sữa được xác định là một trong những định hướng ưu tiên phát triển quốc gia về tái cơ cấu ngành chăn nuôi theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững trong giai đoạn 2021 - 2030 và định hướng đến 2045 [1, 2]. Theo Bộ Nông nghiệp và PTNT (2014) [2], trong giai đoạn 2016 - 2019, tổng đàn gia súc, gia cầm trung bình hàng năm của nước ta đạt 27,28 triệu con lợn, 420,34 triệu con gia cầm, 6,02 triệu con bò và 2,48 triệu con trâu. Năm 2022, chất thải chăn nuôi ước tính 81,8 triệu tấn, trong đó chăn nuôi lợn chiếm 44,9%, bò thịt 26,7%, trâu 15,3%, gia cầm 8,1% và bò sữa 4,9% tổng chất thải.

Theo Trần Khánh Vân (2013) [3], tổng lượng phát thải KNK từ hoạt động chăn nuôi ở Việt Nam năm 2012 tương đương 14,96 triệu tấn CO_{2eq}, trong đó trâu và bò là những đối tượng tạo ra phần lớn lượng khí thải gây hiệu ứng nhà kính, lần lượt đóng góp 25% và 42% lượng khí thải từ vật nuôi. Nhiều nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng, phát thải các KNK (CH₄, CO₂ và N₂O) chủ yếu từ quá trình lên men bởi quần thể VSV trong dạ cỏ của trâu, bò [4, 5] và quá trình phân hủy chất thải chăn nuôi [6]. Ngoài ra, chất thải chăn nuôi còn là nguồn phát thải nhiều chất khí độc hại, ảnh hưởng tới sức khỏe con người và môi trường sống nói chung như: NH₃, H₂S, SO₂ [7, 8].

Hiện nay, nghiên cứu nhằm giảm thiểu phát thải KNK trong chăn nuôi đang là một đề tài rất được quan tâm. Một số nghiên cứu đã chỉ ra khẩu phần ăn có ảnh hưởng nhiều tới lượng khí phát thải [9, 10]. Ngoài ra, việc dùng đệm lót sinh học để xử lý phân và nước thải trong chăn nuôi bò góp phần giảm phát thải KNK cũng như các khí độc hại [11, 12], đặc biệt phát thải khí H_2S được chứng minh là liên quan đến phân hủy chất thải lỏng và việc dùng đệm lót sinh học góp phần giảm đáng kể phát thải H_2S [13 - 15]. Vật liệu được sử dụng làm đệm lót sinh học trong chăn nuôi đều dùng nguyên liệu từ phế phụ phẩm nông nghiệp - lâm nghiệp như: Thân cây ngô, thân cây đậu, rơm rạ, dăm gỗ thông, mùn cưa, trấu... [11, 16 - 21]. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, vật liệu của đệm lót ảnh hưởng nhiều tới lượng phát thải các khí trong chăn nuôi, trong đó đệm lót sinh học làm từ dăm gỗ thông phát thải lượng KNK ít nhất, trong khi đệm lót từ thân cây ngô phát thải lượng NH_3 thấp nhất [21].

Ở Việt Nam, lượng phụ phẩm nông nghiệp hàng năm là rất lớn. Theo Bảo Hân (2023) [22], tổng lượng rơm rạ thải ra từ hoạt động trồng lúa ở Việt Nam là khoảng 47 triệu tấn, trong đó chỉ khoảng 30% được thu gom để sử dụng làm nấm rơm, thức ăn chăn nuôi, đệm lót chăn nuôi và trồng trọt, còn lại phần lớn là đốt và bỏ lại ruộng. Do đó, tạo ra một lượng lớn khí thải độc hại, bụi mịn, KNK vào môi trường [22]. Bên cạnh đó, theo Tô Xuân Phúc và cs (2021), năm 2020, diện tích trồng keo ở nước ta đạt 2,35 triệu ha, tương đương trên 53% trong tổng diện tích rừng trồng. Lượng gỗ keo khai thác đạt 47 triệu m^3 /năm [23], trong đó vỏ chiếm khối lượng từ 5,9 - 6,3% [24]. Như vậy, lượng vỏ cây keo thải ra hàng năm ước tính khoảng 1,7 triệu tấn/năm (1 m^3 gỗ keo có khối lượng 0,6 tấn) [25, 26] và phần lớn vỏ cây keo đã được tận dụng làm nhiên liệu. Rơm rạ và vỏ cây keo là phế phụ phẩm cần được xử lý, hoặc là những nguồn nguyên liệu hết sức dồi dào để sử dụng vào những mục đích thiết thực để vừa tận dụng được giá trị, vừa góp phần bảo vệ môi trường. Chính vì vậy, “Nghiên cứu mức độ phát thải khí nhà kính từ đệm lót sinh học được làm từ rơm và vỏ cây keo trong chăn nuôi bò thịt” được thực hiện nhằm mục

đích đánh giá diễn biến phát thải KNK và một số yếu tố môi trường khi sử dụng đệm lót sinh học từ rơm và vỏ cây keo trong chăn nuôi bò thịt.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Nguyên liệu làm đệm lót:

Để sản xuất 1 tấn đệm lót (dùng cho 20 m^2 chuồng bò), sử dụng nguyên liệu như sau: 500 kg rơm rạ (có độ ẩm khoảng 30%), 500 kg vỏ cây keo (có độ ẩm khoảng 30%), 5 kg rỉ mật và 2 kg men vi sinh Balasa N01 - chế phẩm VSV để phân giải xenlulo.

Quy trình ủ đệm lót sinh học:

Bước 1. Chuẩn bị nguyên liệu: Pha loãng 2 kg chế phẩm Balasa N01 với 300 lít nước và 5 kg rỉ mật đường, khuấy đều, ủ hỗn hợp này trong 2 ngày. Rơm rạ và vỏ cây keo được cắt nhỏ thành từng đoạn khoảng 10 cm hoặc nhỏ hơn.

Bước 2. Trộn ủ đệm lót: Phun hỗn hợp men vi sinh đã ủ đều lên trên bề mặt vật liệu đệm lót, vừa phun vừa đảo để lớp đệm có độ ẩm khoảng 55 - 60%. Đánh đồng nguyên liệu có chiều cao khoảng 0,8 - 1,0 m, phủ kín toàn bộ bề mặt bằng bạt hoặc bằng ni lông, tiến hành ủ trong 3 ngày. Sau 3 ngày, mở bạt ra, tiến hành đảo trộn, đảo từ trong ra ngoài, từ ngoài vào trong để trộn đều nguyên liệu tránh nhiệt độ lên quá cao. Sau đó đánh đồng lại như trên và phủ bạt kín, ủ tiếp trong 7 ngày. Sản phẩm sau ủ có màu vàng nâu sậm (pH 6 - 7, độ ẩm 55 - 60%) tạo thành đệm lót sinh học.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Chuẩn bị chuồng nuôi: Diện tích 100 m^2 , đệm lót sau khi ủ đạt yêu cầu được trải đều trên nền chuồng nuôi, bề dày 40 cm. Sau một thời gian đệm lót sẽ bị xẹp xuống, có thể đảo đệm lót hoặc bổ sung đệm lót mới.

Thí nghiệm tiến hành nuôi 20 con bò thịt cùng độ tuổi, khối lượng trung bình $255,63 \pm 23,19$ kg. Bò được cho ăn ngày hai bữa: 8.00 - 9.00 giờ và 15.00 - 16.00 giờ. Khẩu phần ăn bao gồm: Thức ăn thô (cỏ, rơm) và thức ăn tinh lần lượt là 15,6 và 3,6 kg/bò/ngày.

2.3. Phương pháp lấy mẫu

Tiến hành lấy mẫu 6 lần vào các ngày sau khi trải đệm lót lần lượt là: 0, 11, 21, 32, 42 và 54 ngày. Mỗi đợt lấy mẫu, tiến hành lấy đồng thời các mẫu sau: Mẫu đệm lót (phân tích độ ẩm, độ xốp, VSV), mẫu không khí chuồng nuôi (phân tích NH_3 , H_2S , SO_2 , NO_2 , vi khuẩn hiếu khí tổng số), mẫu KNK (phân tích CH_4 , N_2O , CO_2).

Lấy mẫu đệm lót tại 9 điểm khác nhau (chia chuồng thành 9 ô cơ sở, chiều dài và chiều rộng chia làm 3 phần bằng nhau) rồi trộn đều, lấy 2 - 3 kg mẫu cho vào túi zip kín. Cân ngay 25 g mẫu cho vào 225 ml môi trường tăng sinh BPW ủ trong tủ bảo ôn ở $36 \pm 2^\circ\text{C}$ trong 8 - 12 tiếng để xác định các chỉ tiêu VSV, phần còn lại đưa về phòng thí nghiệm.

Đối với các mẫu chất lượng không khí chuồng nuôi được thực hiện ở giữa chuồng, nhiệt độ và độ ẩm được đo trực tiếp, các chỉ tiêu SO_2 , NO_2 , H_2S , NH_3 được hấp thụ vào các dung dịch tương ứng lần lượt là: Natri tetracloromercurat (TCM), hỗn hợp axit sulfanilic với N-(1-naphtyl)-etylendiamin dihydroclorua, hỗn hợp $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ với NaOH và Arabinogalactan, H_2SO_4 0,1N. Sử dụng máy lấy mẫu Minipump Sibata, dung dịch hấp thụ sẽ được cho vào 2 ống impinger nối tiếp nhau với thể tích 10 mL, ống thứ 3 để silica gel, tốc độ hút 0,2 - 0,8 lít/phút, thời gian lấy mẫu từ 30 - 60 phút.

Mẫu vi khuẩn hiếu khí trong không khí sử dụng môi trường thạch thường đã chuẩn bị sẵn. Đặt 4 đĩa thạch trong chuồng nuôi với độ cao 1,0 - 1,2 m. Thời gian lấy mẫu 30 phút, sau đó đĩa petri được đậy lại, bọc kín bằng màng phủ thực phẩm sạch, bảo quản ở $25 \pm 3^\circ\text{C}$ và chuyển về phòng thí nghiệm, tiếp tục để trong tủ nuôi ở 37°C trong 48 giờ.

Lấy mẫu KNK (CO_2 , CH_4 , N_2O): Dụng cụ lấy mẫu là các buồng kín (chamber) cấu tạo gồm 2 phần với kích thước phần đế và phần nắp là 50 x 50 x 50 cm. Chân đế chamber được làm bằng inox, phía trên chân đế có rãnh để đặt phần nắp và đổ nước để làm kín giữa chân đế và nắp chamber. Phần nắp được trang bị thêm 2 quạt gió phía trong (giúp không khí bên trong chamber được đảo đều), nhiệt kế và dây nối với nắp van 3 cổng để hút

mẫu. Chia chuồng nuôi thành 4 phần theo hai đường chéo, đặt 4 chamber cách đều nhau tại 4 điểm giữa của 4 phần trên. Các chân đế chamber được đặt trên sàn chuồng, ngấp dưới đệm lót, để ổn định phần đệm lót quanh chân đế trong 3 giờ, sau đó đặt phần nắp chamber lên chân đế và đổ nước làm kín chamber, bật quạt thông khí và lấy mẫu. Hút khí bằng xi lanh 60 ml qua van 3 cổng rồi bơm vào ống chứa mẫu khí thể tích 12 ml, có nắp cao su kín. Thời gian lấy mẫu là 0 phút, 30 phút, 60 phút, 90 phút và 120 phút sau khi đậy nắp chamber.

2.4. Các phương pháp phân tích

Độ ẩm và độ xốp của đệm lót được xác định bằng phương pháp khối lượng theo TCVN 9297:2012 [27] và TCVN 11399:2016 [28]. Các chỉ tiêu vi khuẩn hiếu khí trong không khí; *E. coli*, *coliform*, *E. coli* chịu nhiệt, *coliform* chịu nhiệt, vi khuẩn tổng số và *Salmonella* được phân tích bằng phương pháp đếm số lượng khuẩn lạc trên môi trường nuôi cấy chuyên tính dựa theo TCVN 5376-1991 [29], TCVN 11039-3:2015 [30], TCVN 6187-2:2020 [31], TCVN 4884-1:2015 [32] và TCVN 4829:2005 [33].

Khối lượng vật chất khô của đệm lót được tính dựa trên khối lượng đệm lót cân được từ phần đặt đế của 4 chamber lấy mẫu và độ ẩm của mẫu đệm lót.

Các chỉ tiêu môi trường không khí xung quanh và mẫu đệm lót được phân tích tại Phòng thí nghiệm, Viện Nghiên cứu Tăng trưởng xanh, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Các chỉ tiêu NO_2 , SO_2 , NH_3 , H_2S được phân tích bằng phương pháp quang phổ hấp thụ phân tử với dãy chuẩn tương ứng và đo trên máy UV-Vis theo TCVN 6137:2009 [34], TCVN 5971:1995 [35], TCVN 5293:1995 [36] và MASA Method 701:1988 [37].

Các chỉ tiêu KNK: CH_4 , N_2O , CO_2 sẽ được phân tích bằng hệ thống sắc ký khí GC với 3 detector tương ứng là: FID, ECD, TCD, sử dụng máy Shimadzu, Nhật Bản tại Trung tâm Phân tích và Chuyển giao công nghệ, Viện Môi trường Nông nghiệp.

Hệ số phát thải KNK được xác định từ sự thay đổi tuyến tính hoặc phi tuyến tính của nồng độ

trong một bộ bốn mẫu được lấy trong khoảng thời gian lấy mẫu 45 phút theo phương trình 1.

$$F = \rho * \frac{V * M * 273 * 24}{m * 22,4 * (273 + T) * 1000} \quad (1)$$

Trong đó: F là hệ số phát thải KNK (kg/tấn đệm lót khô/ngày); ρ là mật độ khí trong chamber lấy mẫu ở điều kiện tiêu chuẩn tính theo hàm Slope (g/giò); V là thể tích của chamber phía trên mặt đệm lót (lít); m là khối lượng đệm lót khô có trong chân đế chamber lúc lấy mẫu; M là khối lượng mol của mỗi KNK; T là nhiệt độ bên trong chamber trong khi lấy mẫu (°C).

Tổng lượng KNK phát thải tích lũy được tính toán từ hệ số phát thải từ các lần lấy mẫu liên tiếp được tính theo phương trình 2.

$$CE = \sum \left(\frac{F_i + F_{i+1}}{2} \right) * d \quad (2)$$

Trong đó: CE là tổng phát thải KNK (kg/tấn đệm lót khô); F_i và F_{i+1} là hệ số phát thải tính được của 2 đợt lấy mẫu liên tiếp (kg/tấn đệm lót khô/ngày); d là số ngày giữa hai đợt lấy mẫu liên tục.

Hệ số phát thải KNK trung bình trong cả đợt thí nghiệm được tính theo công thức 3.

$$F_{TB} = \frac{CE}{\sum d} \quad (3)$$

Hệ số phát thải quy sang CO_{2eq} được tính theo công thức 4.

$$F_{CO2eq} = F_{CO2} + 289.F_{N2O} + 25.F_{CH4} \quad (4)$$

2.5. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được tính toán trên phần mềm Excel và trình bày dưới dạng sơ đồ, biểu bảng. Số liệu phân tích KNK được xử lý bằng phần mềm thống kê IBM SPSS (2023) nhằm đánh giá tương quan giữa các chất KNK với các yếu tố môi trường và đặc trưng đệm lót. Các chỉ tiêu sẽ được thể hiện trên đồ thị nhằm đưa ra nhận định về sự khác biệt của các kết quả nghiên cứu giữa các đợt.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá một số yếu tố môi trường nền có ảnh hưởng đến phát thải

3.1.1. Một số đặc trưng của đệm lót

Bảng 1. Một số tính chất của đệm lót sinh học được sử dụng

Chỉ tiêu phân tích	Số ngày sử dụng đệm lót					
	0	11	21	32	42	54
Độ ẩm (%)	56,60	61,59	58,14	58,64	56,70	57,5
Độ xốp (%)	74,30	74,04	70,00	76,40	71,40	73,4
Khối lượng* (kg)	-	2.000	5.025	5.355	5.836	6.514
VSV tổng số (CFU/g)	4,5*10 ⁷	1,4*10 ⁸	4,3*10 ⁷	1,3*10 ⁷	1,8*10 ⁸	6,8*10 ⁸
<i>E. coli</i> tổng số (CFU/g)	2,8*10 ⁴	1,2*10 ⁵	1,3*10 ⁵	2*10 ⁵	2,8*10 ⁶	1,3*10 ⁷
<i>Coliform</i> tổng số (CFU/g)	8,7*10 ⁵	2,4*10 ⁶	3,0*10 ⁶	2,4*10 ⁶	9,6*10 ⁶	2,9*10 ⁷
<i>E. coli</i> chịu nhiệt (CFU/g)	2,2*10 ⁴	1,2*10 ⁵	1,1*10 ⁵	1,8*10 ⁵	2,7*10 ⁶	1,1*10 ⁷

<i>Coliform</i> chịu nhiệt (CFU/g)	$6,3 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^6$	$2,8 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^6$	$7,8 \cdot 10^6$	$2,7 \cdot 10^7$
<i>Salmonella</i> (CFU/g)	$4,0 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^3$	$9,4 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^5$	$2,9 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^6$

*Ghi chú: * Khối lượng vật chất khô của đệm lót.*

Độ ẩm của đệm lót sau khi ủ để đưa vào chuồng nuôi được xác định là 56,6%. Trong quá trình sử dụng, đệm lót sẽ bị mất nước do quá trình bay hơi (chuồng hở), nhưng lại được nhận phân thải và nước tiểu của bò, do đó độ ẩm trung bình của đệm lót tăng lên 61,59% ở lần lấy mẫu đợt 2. Thí nghiệm bố trí bổ sung đệm lót sau 2 tuần đảm bảo lớp đệm dày 40 cm, do hoạt động đi lại của bò trên nền đệm lót làm đệm lót bị xẹp xuống. Đệm lót được bổ sung và đảo đều trước khi lấy mẫu đợt 3, do đó độ ẩm của đệm lót giảm xuống 58,14%. Các đợt lấy mẫu sau, độ ẩm đệm lót có sự thay đổi không đáng kể. Nhìn chung, độ ẩm đệm lót có giá trị dao động thấp, trong khoảng 56,6 - 61,59%. Độ xốp của đệm lót có giá trị tương đối cao và có biên độ thay đổi nhỏ trong suốt thời gian sử dụng. Giá trị độ xốp của mẫu đệm lót dao động trong khoảng 70 - 76,4%. Mặc dù lượng chất thải của bò được thêm vào đệm lót mỗi ngày và có sự xẹp lún do khối lượng bò nhưng độ xốp của đệm lót ít thay đổi trong 54 ngày sử dụng, điều này có thể do có sự đảo đều đệm lót định kỳ (2 tuần 1 lần). Nhờ vậy giúp lớp đệm lót giữ được độ thoáng khí và tránh nhiệt độ lên quá cao, thích hợp cho sự phát triển của hệ VSV trong đệm lót.

Kết quả phân tích trong cả quá trình theo dõi cho thấy, các chỉ tiêu VSV nhìn chung có xu hướng tăng lên theo thời gian lưu của đệm lót trong chuồng nuôi. Cụ thể, mật độ VSV tổng số của mẫu đệm lót tại ngày đầu tiên chế phẩm được sử dụng cho chuồng nuôi là $4,5 \cdot 10^7$ CFU/g, mật độ này tăng lên sau 11 ngày sử dụng chế phẩm, đạt

$1,4 \cdot 10^8$ CFU/g. Sau 21 ngày, kết quả mật độ VSV tổng số trở về $4,3 \cdot 10^7$ CFU/g, tương đương với kết quả của ngày đầu tiên (do vừa được bổ sung đệm lót mới ủ) và thấp hơn mật độ VSV tổng số của đợt lấy mẫu ngày thứ 11 nhưng không nhiều. Kết quả phân tích mật độ của VSV tổng số trong đợt lấy mẫu thứ 5 (sau 32 ngày) đạt $1,3 \cdot 10^7$ CFU/g, có thể do VSV trong đệm lót mới và cũ cần thời gian thích nghi trong điều kiện môi trường bắt đầu có sự gia tăng nhiều chất độc hại gây ra ảnh hưởng, xung đột dẫn đến làm giảm mật độ VSV tổng số ở đợt lấy mẫu thứ 4. Tuy nhiên, sau đó kết quả phân tích mật độ VSV tổng số đã tăng lên ở các đợt lấy mẫu 5, 6 khi VSV đã thích nghi với điều kiện môi trường và tăng mật độ trở lại. Như vậy, trong suốt thời gian sử dụng đệm lót, mật độ VSV tổng số đều đạt trên 10^7 CFU trên 1 g vật liệu. Mật độ các VSV không có lợi từ chất thải của bò như: *E. coli*, *coliform*, *E. coli* chịu nhiệt, *coliform* chịu nhiệt và *Salmonella*, đồng thời được kiểm tra trong mẫu đệm lót. Kết quả cho thấy, cùng với số lượng VSV tổng số và khối lượng chất thải trong đệm lót tăng mỗi ngày thì các loài này cũng tăng. Đặc biệt, sau 54 ngày sử dụng, mật độ các loài này tăng lên rất cao, *E. coli* tổng số đạt $1,3 \cdot 10^7$ CFU/g, *coliform* tổng số lên tới $2,9 \cdot 10^7$ CFU/g đệm lót và *Salmonella* là $1,3 \cdot 10^6$ CFU/g. Sự tăng mạnh của các nhóm vi khuẩn này sẽ ảnh hưởng tới hoạt động của nhóm sinh vật có lợi trong đệm lót.

3.1.2. Hiện trạng môi trường không khí xung quanh chuồng nuôi

Bảng 2. Kết quả phân tích các mẫu không khí xung quanh chuồng nuôi

Chỉ tiêu	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	H ₂ S (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	VKHK* (CFU/m ³)
Ngày sử dụng đệm lót							
0	19,0	64,1	<45	<45	<24	<15	$7,2 \cdot 10^3$

11	25,9	42,7	130,0	<45	<24	75,0	1,02*10 ⁴
21	32,9	46,1	273,0	<45	<24	1705	1,2*10 ⁴
32	26,9	77,7	181,0	<45	<24	859,0	1,1*10 ⁴
42	21,9	70,4	412,0	<45	<24	2167	8,5*10 ³
54	24,2	83,5	<45	<45	50,0	130,0	8,4*10 ³
Các quy chuẩn so sánh							
QCVN 05:2023/BTNMT [38]			350	200	42	200	
QCVN 01-79:2011/BNNPTNT [39]					6953	6953	1,0*10 ⁶

Ghi chú: VKHK - Vi khuẩn tổng số hiếu khí.*

Các chỉ tiêu phân tích chất lượng mẫu không khí chuồng nuôi được lựa chọn dựa trên đặc trưng phát thải chất thải chăn nuôi và được so sánh với QCVN 05:2023/BTNMT [38]. Kết quả phân tích các mẫu không khí được so sánh với QCVN 01-79:2011/BNNPTNT [39].

Kết quả cho thấy, nhiệt độ và độ ẩm trong quá trình thí nghiệm biến đổi khá rộng, nhiệt độ thấp nhất là 19°C và cao nhất là 32,9°C, trong khi độ ẩm không khí cũng biến đổi khá rộng, từ 42,7 - 83,5%. Kết quả phân tích các mẫu lấy lần đầu (0 ngày), chỉ tiêu SO₂, NO₂, H₂S và NH₃ đều dưới ngưỡng phát hiện, chỉ tiêu NO₂ vẫn không phát hiện ở 5 đợt lấy mẫu tiếp theo. Tổng bụi lơ lửng trong các mẫu dao động trong khoảng 85 - 105 µg/m³, đều thấp hơn tiêu chuẩn cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT [38] và trong các đợt phân tích hầu như không tăng nhiều so với mẫu lấy đợt đầu. Hai chỉ tiêu SO₂ và H₂S là các khí thải sinh ra từ sự phân hủy protein, kết quả phân tích các mẫu sau 11, 21, 32 và 42 ngày đều không phát hiện nồng độ H₂S, trong khi nồng độ của SO₂ khá cao. Tuy nhiên, kết quả mẫu sau 54 ngày nồng độ khí H₂S tăng cao đột ngột lên 50 µg/m³, vượt trên nồng độ cho phép các chất khí độc hại trong không khí theo QCVN 05:2023/BTNMT [38]; trong khi đó, nồng độ SO₂ giảm đột ngột dưới ngưỡng định lượng. Như vậy, trong 42 ngày đầu dùng đệm lót, thành phần lưu huỳnh trong chất thải được hệ VSV

chuyển hóa thành dạng SO₂ là chủ yếu. Chỉ có kết quả đợt 5 là vượt ngưỡng cho phép theo QCVN 05:2023/BTNMT [38], nhưng đến 54 ngày thì sản phẩm chuyển hóa chủ yếu là H₂S, dẫn đến mùi thối tăng mạnh. Mật độ vi khuẩn hiếu khí tổng số được xác định trong cả 6 đợt cho kết quả có sự biến động nhỏ, trong khoảng 7,2.10³ - 1,2.10⁴ CFU/m³. Mặc dù đệm lót sinh học có mật độ VSV rất lớn nhưng VSV tổng số trong mẫu không khí đều rất thấp so với ngưỡng cho phép theo QCVN 01-79:2011/BNNPTNT [39]. Kết quả phân tích NH₃ cho kết quả khác biệt rõ rệt nhất trong các đợt phân tích. Đợt đầu chưa phát hiện NH₃ trong mẫu, sau 11 ngày nồng độ NH₃ trong không khí tăng nhanh lên 75 µg/m³ và tới 1.705 µg/m³ sau 21 ngày dùng đệm lót. Kết quả đợt 4 (sau 32 ngày) giảm, do được bổ sung đệm lót mới nên tăng khả năng hấp phụ nước thải của đệm lót, lượng khí thải NH₃ cũng như SO₂ cùng giảm. Nồng độ khí NH₃ tăng mạnh ở lần lấy mẫu sau 42 ngày và giảm đột ngột ở lần lấy mẫu sau 54 ngày. Nồng độ khí NH₃ trong 3 đợt lấy mẫu (21, 32 và 42 ngày) vượt ngưỡng cho phép theo QCVN 05:2023/BTNMT [38] nhiều lần, nhưng đối chiếu với QCVN 01-79:2011/BNNPTNT [39] thì kết quả vẫn thấp hơn ngưỡng cho phép rất nhiều.

Nhìn chung, chất lượng các mẫu không khí xung quanh chuồng nuôi trong thời gian thí nghiệm có một số mẫu vượt ngưỡng so với tiêu

chuẩn chất lượng không khí xung quanh, đặc biệt là chỉ tiêu NH_3 , nhưng theo quy chuẩn về vệ sinh chuồng nuôi thì các kết quả đều dưới ngưỡng cho phép nhiều lần. Kết quả phân tích chất lượng các mẫu không khí xung quanh cũng cho thấy, có sự biến đổi khá mạnh và đồng bộ của các chỉ tiêu trong khoảng từ 42 - 54 ngày sử dụng đệm lót. Sự thay đổi này có thể do lượng chất thải đã bão hòa trong đệm lót và hệ sinh vật trong lớp đệm lót đã có sự thay đổi lớn, tổng số vi khuẩn tăng mạnh và số lượng các vi khuẩn không có lợi như: *Coliform*, *E. coli*, *Salmonella* cũng tăng mạnh đã tạo ra sự cạnh tranh giữa các nhóm vi khuẩn.

Bên cạnh đó, đệm lót sinh học giúp cho bò trong lô thí nghiệm luôn sạch sẽ, đi lại và nghỉ ngơi thoải mái do được sinh hoạt trên lớp đệm êm và khô, vì vậy chúng luôn tỏ ra rất thoải mái, không có con nào bị bệnh móng chân. Đồng thời, trên đệm lót có rất ít ruồi, muỗi nên bò không bị ảnh hưởng bởi các loài này.

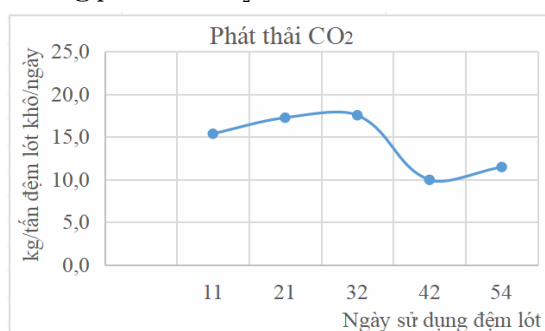
3.2. Phát thải KNK khi dùng đệm lót sinh học trong chăn nuôi bò thịt

Mẫu thu đợt 1 là ngay sau khi rải đệm lót, lượng chất thải chưa có nên quá trình phân hủy yếm khí chất thải chưa xảy ra vì trên đệm lót hầu như chưa có chất thải, do đó kết quả phát thải các KNK trên nền đệm lót được phân tích từ đợt lấy mẫu thứ 2.

3.2.1. Diễn biến phát thải CO_2

Phát thải CO_2 diễn ra mạnh mẽ, tăng dần theo thời gian và đạt độ phát thải đạt mạnh nhất trong khoảng 21 - 32 ngày, hệ số phát thải CO_2 đo được ở ngày thứ 32 đạt 17,51 kg/tấn vật chất khô đệm lót/ngày. Tuy nhiên, kết quả đo được ở ngày thứ 42 hệ số phát thải CO_2 lại giảm mạnh còn dưới 10 kg/tấn vật chất khô/ngày và đến ngày thứ 54 hệ số phát thải tăng nhẹ lên 11,44 kg/tấn vật chất khô/ngày. Phát thải CO_2 khá cao, nguyên nhân chính là do trong lớp đệm lót sinh học đã được bổ sung một lượng khá lớn chủng vi khuẩn phân giải hiếu khí các hợp chất hữu cơ. Các vi khuẩn này đã được kích hoạt 10 ngày trong quá trình ủ lớp đệm nên hoạt lực vi khuẩn rất mạnh, dẫn đến quá trình phân hủy hiếu khí diễn ra mạnh mẽ.

Tổng lượng phát thải khí CO_2 trong công thức chăn nuôi với đệm lót sinh học trong giai đoạn thí nghiệm là 719,9 kg/tấn vật chất khô/54 ngày. Với diện tích chuồng là 100 m^2 và 20 con bò, hệ số phát thải CO_2 tính được theo diện tích là 30.000 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{giờ}$, lượng phát thải CO_2 này gấp 3 lần so với kết quả nghiên cứu của Jaderborg và cs (2021) [21], theo đó khi nghiên cứu sự phát thải KNK với quy mô phòng thí nghiệm, với việc bổ sung phân và nước tiểu của gia súc 3 lần mỗi tuần vào đệm lót được làm từ các vật liệu khác nhau, đã đo được đệm lót làm từ rơm lúa mì phát thải CO_2 khoảng 10.000 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{giờ}$, đệm lót làm từ dăm gỗ thông phát thải CO_2 khoảng 6.000 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{giờ}$. Sự phát thải CO_2 cao ở giai đoạn đầu dùng đệm lót có thể giải thích do VSV hiếu khí hoạt động mạnh mẽ, lớp đệm lót tơi xốp, diện tích tiếp xúc của chất thải và VSV trong đệm lót với không khí rất lớn, nên quá trình phân giải hiếu khí tạo CO_2 diễn ra mạnh làm tăng phát thải CO_2 .

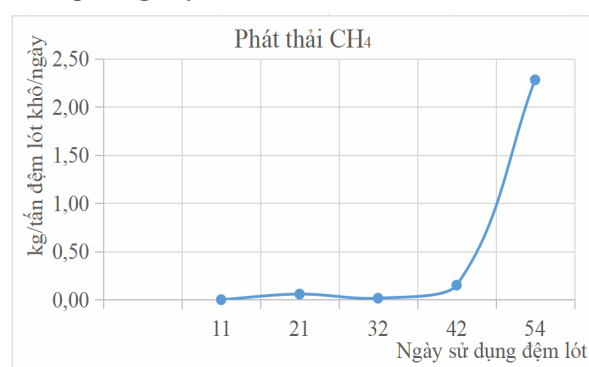


Hình 1. Diễn biến phát thải khí CO_2 trong quá trình nghiên cứu

3.2.2. Diễn biến phát thải CH_4

Phát thải CH_4 từ đệm lót sinh học diễn ra rất chậm trong 3 đợt lấy mẫu đầu (11, 21 và 32 ngày). Sau đó, phát thải CH_4 tăng dần sau ngày thứ 42, tương ứng với sự suy giảm trong phát thải CO_2 . Tổng lượng phát thải khí CH_4 là 0,38 kg CH_4 /tấn đệm lót khô/ngày, tương ứng với 20,28 kg CH_4 /tấn đệm lót khô trong 54 ngày. Trong 20,28 kg CH_4 có chứa 15,21 kg carbon, tương ứng với tỷ lệ mất carbon dạng CH_4 là 1,52%. Nếu tính trong 42 ngày đầu sử dụng đệm lót thì hệ số phát thải CH_4 là 0,05 kg/tấn đệm lót khô/ngày, rất nhỏ so với sự phát thải ở giai đoạn sau 42 ngày. Theo thời gian, lượng chất thải bò tích lũy trong đệm lót tăng

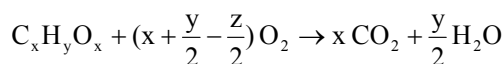
lên, quá trình phân giải hiếu khí diễn ra trong giai đoạn đầu tiêu thụ oxy trong lớp đệm, tạo ra môi trường yếm khí phía dưới lớp đệm, tạo điều kiện cho quá trình phân hủy yếm khí tạo ra CH_4 ngày càng tăng (Hình 2). Đồng thời, do mật độ VSV trong đệm lót tăng mạnh, tăng sự cạnh tranh oxy nên hoạt động hiếu khí giảm và hoạt động yếm khí tăng lên. Từ kết quả trên, có thể dự đoán phát thải CH_4 sẽ tiếp tục tăng trong giai đoạn tiếp theo do số lượng vi khuẩn hiếu khí không có lợi và lượng chất thải tăng làm cho hàm lượng oxy khuếch tán cho phân hủy hiếu khí ngày càng giảm, thúc đẩy quá trình phân giải yếm khí.



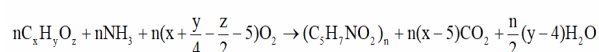
Hình 2. Diễn biến phát thải khí CH_4 trong quá trình nghiên cứu

Theo Nguyễn Quang Khải, Nguyễn Gia Lượng (2010) [40], cơ chế phân hủy các hợp chất hữu cơ từ phân và nước thải gia súc, gia cầm dưới tác động của các VSV yếm khí hay hiếu khí tạo thành các chất hòa tan và chất khí. Sau đó, quá trình tiếp tục trải qua rất nhiều phản ứng hóa học khác nhau để chuyển hóa các nguyên tố carbon, hydro, oxy thành các khí methane và carbonic. Quá trình phân giải được đề xuất diễn ra theo hai giai đoạn như sau:

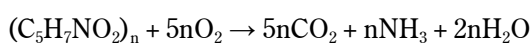
Giai đoạn 1: Oxi hóa các hợp chất hữu cơ



Giai đoạn 2: Tổng hợp các tế bào mới



Giai đoạn 3: Phân hủy nội sinh



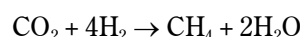
VSV hiếu khí sinh trưởng và sinh sản mạnh mẽ để phân hủy các chất hữu cơ thông qua quá trình oxy hóa. Với đệm lót sinh học trong chăn nuôi, lượng chất thải tăng lên theo thời gian, lượng vi khuẩn không có lợi tăng lên cạnh tranh oxy với các vi khuẩn có lợi, dẫn đến phân giải hiếu khí giảm dần, phân giải yếm khí tăng lên. Quá trình phân giải yếm khí, các hợp chất hữu cơ như xellulozo, tinh bột bị oxy hóa thành các axit hữu cơ:



Tiếp theo là sự phân hủy axit axetic tạo ra CO_2 và H_2 :



Sau đó là quá trình tổng hợp khí methane từ phản ứng hóa học giữa CO_2 và H_2 dưới tác động của các vi khuẩn yếm khí:



Có rất ít nghiên cứu về phát thải KNK của đệm lót sinh học. Theo Jaderborg và cs (2021) [21], nghiên cứu quy mô phòng thí nghiệm, các yếu tố pH, độ xốp, độ ẩm, nhiệt độ, độ dày của đệm lót và tuổi thọ của đệm lót sinh học là các yếu tố chính ảnh hưởng đến khả năng giảm phát thải CH_4 , N_2O và một số chất khí độc. Với mô hình thùng cao 0,42 m, đường kính 0,38 m, 400 g đệm lót, ở 30°C , bổ sung 900 g phân, 900 g nước tiểu gia súc và 200 g vật liệu đệm lót mỗi tuần, sự phát thải khí methane đo được ở tuần thứ 6 là 12,59 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{giờ}$ với vật liệu đệm lót là vỏ thân cây ngô. Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022) [41], khả năng sản sinh khí CH_4 tối đa từ chất thải của bò thịt là $0,13\text{ m}^3/\text{kg}$ chất thải, tương đương 92,9 $\text{kg CH}_4/\text{tấn}$ chất thải; hệ số chuyển đổi CH_4 của chất thải vật nuôi được xử lý bằng hệ thống đệm lót sinh học ở vùng có nhiệt độ trung bình trên 25°C là 1,5%, tức là phát thải 15 $\text{kg CH}_4/1\text{ tấn}$ chất thải. Như vậy, phát thải CH_4 từ đệm lót sinh học làm từ rơm và vỏ cây keo thấp hơn nhiều so với hệ số phát thải tối đa được công bố của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022) [41]. Từ kết quả phân tích đặc điểm của đệm lót sinh học, đã xây dựng mối tương quan giữa phát thải CH_4 và N_2O với đặc điểm đệm lót bằng phần mềm IBM SPSS (2023), kết quả được trình bày trong bảng 3 và 4.

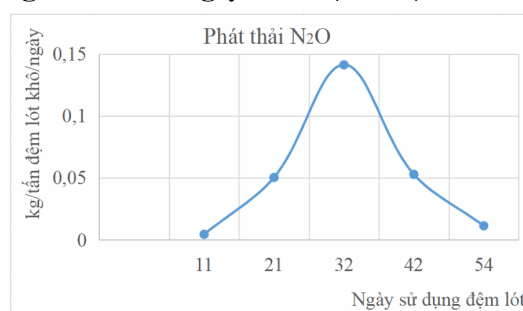
Bảng 3. Sự tương quan giữa phát thải khí CH₄ với đặc điểm của đệm lót

Mối tương quan giữa các thông số						
Các thông số		CH ₄	Tổng VSV	Độ ẩm	Nhiệt độ	Độ xốp
CH ₄	Tương quan Pearson	1	0,999**	-0,030	0,850*	0,867*
	Mức độ đáng kể (t)		0,000	0,955	0,032	-0,025
Tổng VSV	Tương quan Pearson	0,999**	1	-0,009	0,857*	0,866*
	Mức độ đáng kể (t)	0,000		0,986	0,029	0,026
Độ ẩm	Tương quan Pearson	-0,030	0,95*	1	0,977**	0,91**
	Mức độ đáng kể (t)	0,955	0,086		-0,738	-0,77
Nhiệt độ	Tương quan Pearson	0,850*	0,857*	0,977**	1	0,957**
	Mức độ đáng kể (t)	0,032	0,029	-0,738		0,003
Độ xốp	Tương quan Pearson	0,867*	0,866*	0,154	0,957**	1
	Mức độ đáng kể (t)	-0,025	0,026	0,771	0,003	
*. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,05						
**. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,01						

Bảng 3 cho thấy, lượng phát thải khí CH₄ có xu hướng tăng và tỷ lệ thuận với tổng VSV (0,999), nhiệt độ (0,857) và tỷ lệ nghịch với độ xốp (-0,025). Điều này cho thấy, độ xốp càng giảm thì lượng oxy khuếch tán vào trong đệm lót càng giảm và nhiệt độ tăng dẫn tới quá trình hoạt động của VSV trong môi trường yếm khí tăng, thúc đẩy quá trình phân giải yếm khí. Bên cạnh đó, bằng phần mềm IBM SPSS cho thấy, hệ số tác động β của các yếu tố giảm dần, lần lượt là tổng VSV, độ xốp, nhiệt độ. Điều này cho thấy, độ xốp tỷ lệ thuận với hàm lượng oxy khuếch tán trong đệm lót và tỷ lệ nghịch với nhiệt độ dẫn tới độ xốp càng giảm thì lượng oxy khuếch tán vào trong đệm lót càng giảm và nhiệt độ tăng dẫn tới hoạt động của VSV yếm khí tăng, quá trình phân giải yếm khí tăng mạnh.

3.2.3. Diễn biến phát thải N₂O

Phát thải N₂O của lớp đệm lót ở 11 ngày đầu tiên của thí nghiệm rất thấp sau đó tăng dần ở ngày thứ 21 và đạt đỉnh ở ngày thứ 32 của thí nghiệm, sau đó giảm nhanh ở ngày thứ 42 và tiếp tục giảm nhanh ở ngày thứ 54 (Hình 3).



Hình 3. Diễn biến phát thải khí N₂O trong quá trình nghiên cứu

Phát thải khí N₂O trung bình trong thời gian nghiên cứu là 60 g N₂O/tấn đệm lót khô/ngày, tương ứng với lượng phát thải N₂O là 3,37 kg/tấn vật chất khô trong 54 ngày (Hình 3).

Bảng 4. Sự tương quan giữa N₂O với đặc điểm của đệm lót

Mối tương quan giữa các thông số						
Các thông số		N ₂ O	Tổng VSV	Độ ẩm	Nhiệt độ	Độ xốp
N ₂ O	Tương quan Pearson	1	0,959**	0,810	0,890*	0,987*
	Mức độ đáng kể (t)		0,000	0,955	0,032	-0,025
Tổng VSV	Tương quan Pearson	0,999**	1	-0,009	0,857*	0,866*
	Mức độ đáng kể (t)	0,000		0,986	0,029	0,026
Độ ẩm	Tương quan Pearson	-0,030	0,95*	1	0,977**	0,91**
	Mức độ đáng kể (t)	0,955	0,086		-0,738	-0,77
Nhiệt độ	Tương quan Pearson	0,850*	0,857*	0,977**	1	0,957**
	Mức độ đáng kể (t)	0,032	0,029	-0,738		0,003
Độ xốp	Tương quan Pearson	0,867*	0,866*	0,154	0,957**	1
	Mức độ đáng kể (t)	-0,025	0,026	0,771	0,003	
*. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,05						
**. Tương quan có ý nghĩa ở mức 0,01						

Amoniac được giải phóng từ quá trình phân hủy ure trong nước thải chăn nuôi trải qua quá trình phân hủy của VSV hiếu khí chuyển thành nitrat:



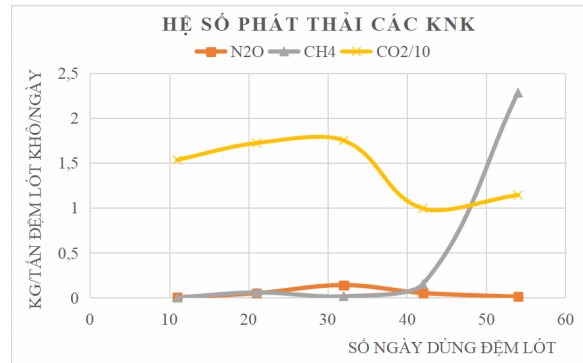
Sau đó, quá trình hoạt động của các VSV yếm khí chuyển hóa nitrat thành khí N₂O, các vi khuẩn chuyển hóa NO₃⁻ thành NO₂⁻ rồi thành N₂O trong điều kiện yếm khí. Theo thời gian, sự tích tụ của phân và nước thải của bò hàng ngày tăng lên và mật độ VSV trong lớp đệm cũng tăng, do vậy phát thải N₂O tăng dần trong giai đoạn 32 ngày đầu thí nghiệm. Sang giai đoạn sau 32 ngày, quá trình phân hủy đệm lót khiến cho đệm lót toi xốp, sự tương quan nghịch biến giữa

N₂O và độ xốp (-0,025) và quá trình tích tụ nước tiểu chứa oxy dẫn đến quá trình yếm khí không hoàn toàn diễn ra, lúc này N₂O sẽ giảm. Đồng thời, sau 42 ngày, hoạt động yếm khí phân giải chất hữu cơ tạo CH₄ tăng mạnh sẽ cạnh tranh với quá trình phân giải NO₃⁻, làm cho chuyển hóa nitrat giảm.

Hình 4 mô tả diễn biến hệ số phát thải các KNK trong 54 ngày thí nghiệm tương ứng với các đường minh họa hệ số phát thải CO₂ (hệ số phát thải CO₂ chia 10 lần), hệ số phát thải N₂O và hệ số phát thải CH₄. Kết quả cho thấy, sự phát thải chủ yếu là CO₂, tức là quá trình phân hủy hiếu khí là chủ yếu trong 42 ngày đầu, sau đó lượng phát thải CO₂ tăng nhẹ trong khi CH₄ tăng rất mạnh. Điều đó chứng tỏ, sau một thời gian sử dụng, số lượng

VSV có hại tăng lên, cạnh tranh hoạt động với VSV có lợi, lượng chất thải trong đệm lót đạt mức bão hòa, làm giảm mạnh hoạt động phân giải hiếu khí và quá trình phân giải yếm khí tăng lên. Đây là một kết quả mang lại gợi ý tốt cho thời hạn sử dụng đệm lót là khoảng 42 ngày để giảm thiểu quá trình phát thải khí methane. Sau thời gian 42 ngày, mặc dù đệm lót vẫn được dùng tiếp tục đến 54 ngày mà khu chuồng nuôi vẫn không có mùi nặng nề (nồng độ khí NH_3 , SO_2 và H_2S thấp) và bò vẫn rất khỏe mạnh, tuy nhiên, lượng phát thải khí methane tăng mạnh. Vì vậy, khuyến cáo sau 42 ngày đệm lót cần thiết được lấy ra mang đi ủ thành phân bón và thay bằng một lớp đệm lót mới, hoặc

thay thế một phần bằng đệm lót mới kết hợp với đảo đều.



Hình 4. Diễn biến phát thải các KNK trong 54 ngày thí nghiệm

Bảng 5. Hệ số phát thải KNK trung bình tính theo 42 ngày (F42) và 54 ngày (F54)

Chỉ tiêu KNK	CO ₂		N ₂ O		CH ₄		CO ₂ eq	
Hệ số phát thải trung bình (kg khí thải/1 tấn đệm lót khô/ngày)	F42	F54	F42	F54	F42	F54	F42	F54
	14,36	13,33	0,07	0,06	0,05	0,38	36,37	41,33

Việc tính toán hệ số phát thải trung bình theo số liệu 42 ngày nghiên cứu (F42) và 54 ngày nghiên cứu (F54) cho thấy, hệ số phát thải trung bình của 1 tấn đệm lót khô được sử dụng phát thải CO₂ và N₂O giảm (F54 < F42), phát thải CH₄ F54 tăng so với F42 gần 8 lần. Do đó, tổng hệ số phát thải quy theo CO₂ tương đương F54 cũng cao hơn so với F42 rất nhiều.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Hiện trạng phát thải các KNK phụ thuộc vào thời gian sử dụng đệm lót, độ xốp, nhiệt độ và mật độ VSV. Giai đoạn đầu sử dụng đệm lót chủ yếu là quá trình phân hủy hiếu khí, lượng phát thải CO₂ khá lớn và đạt cực đại trong khoảng từ 21 - 32 ngày, sau đó phát thải CO₂ giảm, quá trình yếm khí trở nên chiếm ưu thế. Trong 42 ngày đầu, phát thải CH₄ rất thấp, chỉ từ 0,6 - 151 g/tấn đệm lót khô/ngày; sau đó tăng lên rất mạnh ở lần lấy mẫu 54 ngày, lên tới 2,28 kg/tấn đệm lót khô/ngày và được dự đoán còn tiếp tục tăng. Phần mềm thống kê IBM SPSS (2023) cho kết quả sự phát thải CH₄ tỉ lệ thuận với mật độ VSV

và nhiệt độ, trong khi tỉ lệ nghịch với độ xốp. Phát thải N₂O đạt cực đại ở ngày thứ 32 sau đó giảm mạnh. Sau khoảng 42 ngày sử dụng đệm lót sinh học, phát thải CH₄ tăng rất nhanh còn phát thải CO₂ và N₂O đều giảm, do đó khuyến cáo sử dụng đệm lót trong 42 ngày sau đó cần thay thế 1 phần hoặc toàn bộ đệm lót, ủ phần đệm lót đã sử dụng để làm phân bón.

Môi trường không khí xung quanh chuồng nuôi có một số chỉ tiêu ở một số đợt phân tích vượt ngưỡng cho phép theo QCVN 05:2023/BTNMT, đó là NH_3 của đợt 3, 4, 5; H_2S đợt 6 và SO_2 của đợt 5, nhưng kết quả đều rất thấp so với giới hạn cho phép theo QCVN 01-79:2011/BNNPTNT.

Đệm lót trong quá trình sử dụng có thay đổi ít về một số đặc trưng như độ ẩm, độ xốp. Tổng VSV trong đệm lót tăng lên theo thời gian sử dụng, đồng thời, số lượng các vi khuẩn có hại cũng tăng lên, dẫn đến sự cạnh tranh và xung đột giữa nhóm vi khuẩn có lợi và vi khuẩn có hại trong đệm lót.

4.2. Kiến nghị

Cần có thêm nghiên cứu về công thức phối trộn vật liệu làm đệm lót (rơm rạ, vỏ cây keo và

chế phẩm vi sinh) để tìm ra công thức tối ưu nhất, giúp kéo dài thời gian sử dụng, giảm phát thải KNK và các khí có hại; đồng thời tiết kiệm chi phí, tăng lợi nhuận cho người chăn nuôi.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn thầy Bùi Hữu Đoàn (Khoa Chăn nuôi, Học viện Nông nghiệp Việt Nam), các thành viên Dự án VN-SIPA, Tổ chức GIZ, các cán bộ và công nhân Trang trại Lúa Vàng, huyện Yên Dũng, tỉnh Bắc Giang đã nhiệt tình hỗ trợ và tạo điều kiện cho nhóm thực hiện thu thập số liệu cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thủ tướng Chính phủ (2020). *Quyết định số 1520/QĐ-TTg ngày 6/10/2020 phê duyệt Chiến lược phát triển chăn nuôi giai đoạn 2021 - 2030, tầm nhìn 2045.*
2. Bộ Nông nghiệp và PTNT (2014). *Quyết định số 984/QĐ-BNN-CN phê duyệt Đề án tái cơ cấu ngành chăn nuôi theo hướng nâng cao giá trị gia tăng và phát triển bền vững.*
3. Trần Khánh Vân (2013). *Báo cáo điều tra đánh giá tác động của biến đổi khí hậu tới chăn nuôi và phòng trừ dịch bệnh, đề xuất các giải pháp thích ứng.* Viện Chăn nuôi.
4. Johnson, K. A. & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *J. Animal Sci.*, 73(8): 2483 - 2492.
5. Kebreab, E., Johnson, K. A., Archibeque, S. L., Pape, D. & Wirth, T. (2008). Model for estimating enteric methane emissions from United States dairy and feedlot cattle. *J. Animal Sci.*, 86(10): 2738 - 2748.
6. Mackie, R. I., Stroot, P. G. & Varel, V. H. (1998). Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. *J. Animal Sci.*, 76(5): 1331 - 1342.
7. Mitloehner, F. M. & Calvo, M. S. (2008). Worker health and safety in concentrated animal feeding operations. *J. Agric. Saf. Health*, 14(2): 163 - 187.
8. Ludwig, H. R., Cairelli, S. G. & Whalen, J. J. (1994). Documentation for immediately dangerous to life or health concentrations (IDLHs). Washington, DC: NIOSH. Retrieved from ValuesBackgroundDocs.pdf.
9. Nguyễn Văn Thu, Nguyễn Thị Kim Đông (2016). Ảnh hưởng của các mức độ bổ sung dầu dừa vào khẩu phần đến sự phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính, tiêu hóa đường chất và các chỉ tiêu dịch dạ cỏ của bò lai Sind. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*. Số chuyên đề: Nông nghiệp, 2: 135 - 141.
10. Đinh Văn Dũng, Lê Đình Phùng, Lê Đức Ngoan, Timothy D. Searchinger (2016). Hiện trạng và kịch bản giảm phát thải khí mê-tan từ hệ thống nuôi bò thịt bán thâm canh quy mô nông hộ ở Quảng Ngãi. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 14(5): 699 - 706.
11. Spiehs, M. J., Brown-Brandl, T. M., Parker, D. B., Miller, D. N., Berry, E. D. & Wells, J. E. (2016). Ammonia, total reduced sulfides and greenhouse gases of pine chip and corn stover bedding packs. *J. Environ. Qual.*, 45(2): 630 - 637.
12. Ayadi, F. Y., Cortus, E. L., Spiehs, M. J., Miller, D. N. & Djira, G. D. (2015). Ammonia and greenhouse gas concentrations at surfaces of simulated beef cattle bedded manure packs. *Trans. ASABE*, 258(3): 783 - 795.
13. Parker, D. B., Caraway, E. A., Rhoades, M. B., Cole, N. A., Todd, R. W. & Casey, K. D. (2010). Effect of wind tunnel air velocity on VOC flux from standard solutions and CAFO manure/wastewater. *Trans. ASABE*, 53(3): 831 - 845.
14. Ni, J. Q., Heber, A. J., Sutton, A. L. & Kelly, D. T. (2009). Mechanisms of gas releases from swine wastes. *Trans. ASABE*, 52(6): 2013 - 2025.
15. Zang, B., Li, S., Michel, F. C., Li, G., Zhang, D. & Li, Y. (2017). Control of dimethyl sulfide and dimethyl disulfide odors during pig manure composting using nitrogen amendment. *Bioresour. Tech.*, 224: 419 - 427.
16. Doran, B., Euker, R. & Spiehs, M. J. (2010). Hoops and mono slopes: What we have learned about management and performance. Proc. Feedlot Forum. Ames, IA: Iowa State University, Iowa Beef Center, 8 - 16.
17. Misselbrook, T. H. & Powell, J. M. (2005). Influence of bedding material on ammonia

emissions from cattle excreta. *J. Dairy Sci*, 88(12): 4304 - 4312.

18. Garlipp, F., Hessel, E. F. & van den Weghe, H. F. A. (2011). Characteristics of gas generation (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂, H₂O) from horse manure added to different bedding materials used in 1208 transactions of the asabe deep litter bedding systems. *J. Equine Vet. Sci.*, 31(7): 383 - 395.

19. Spiehs, M. J., Brown-Brandl, T. M., Parker, D. B. & Miller, D. N. (2012). Effect of bedding material on air quality of bedded manure packs in livestock facilities. *ASABE Paper No.* 121337890. St. Joseph, MI: ASABE.

20. Spiehs, M. J., Brown-Brandl, T. M., Parker, D. B., Miller, D. N., Jaderborg, J. P., DiCostanzo, A., Wells, J. E. (2014). Use of wood-based materials in beef bedded manure packs: 1. Effect on ammonia, total reduced sulfide and greenhouse gas concentrations. *J. Environ. Qual.*, 43(4): 1187 - 1194.

21. Jaderborg, J. P. S., Mindy J.; Woodbury, Bryan L.; DiCostanzo, Alfredo and Parker, David B. (2021). Use of bedding materials in beef bedded manure packs in hot and cool ambient temper cool ambient temperatures: Effects on ammonia, hy ect s on ammonia, hydrogen sulfide and greenhouse gas emissions. Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center, 562.

22. Bảo Hân (2023). Nông nghiệp tuần hoàn và phát thải thấp nhìn từ cách xử lý rơm rạ. *Báo Nhân Dân*. <https://nhandan.vn/nong-nghiep-tuan-hoan-va-phat-thai-thap-nhin-tu-cach-xu-ly-rom-ra-post762908.html>. Truy cập ngày 15/4/2024.

23. Tô Xuân Phúc, Trần Lê Huy, Cao Thị Cẩm (2021). *Nguồn cung gỗ keo nguyên liệu của Việt Nam: Thực trạng và xu hướng*. Kỷ yếu hội thảo “Chuỗi cung ứng nguyên liệu gỗ cho chiến lược phục hồi ngành công nghiệp gỗ sang Covid-19”. Hội thảo trực tuyến ngày 24/9/2021.

24. Nguyễn Trọng Nhân, Nguyễn Đình Hợi (2005). Nghiên cứu xác định đặc điểm cây gỗ Keo tai tượng, Keo lá tràm, Keo lai ở Đông Hà, Quảng trị. *Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam*. <https://vafs.gov.vn/vn/nguyen-cuu-xac-dinh-dac>

diem-cay-go-keo-tai-tuong-keo-la-tram-keo-lai-o-dong-ha-quang-tri/. Truy cập ngày 10/4/2024.

25. Nguyễn Thị Thuý Nga, Phạm Quang Thu, Nguyễn Minh Chí, Nguyễn Văn Thành, Lê Xuân Phúc (2016). Nghiên cứu các đặc trưng cơ bản của phân hữu cơ sinh học được ủ từ phế thải khai thác rừng keo làm hỗn hợp ruột bầu sản xuất cây con ở vườn ươm. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, 2: 4308 - 4314.

26. Tạ Thị Phương Hoa, Vũ Đình Thịnh, Vũ Huy Đại (2013). Thành phần hóa học và tính chất vật lý chủ yếu của vỏ cây tai tượng. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, 2(22), 117 – 120.

27. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9297:2012. Phân bón - Phương pháp xác định độ ẩm.

28. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11399:2016. Chất lượng đất - Phương pháp xác định khối lượng riêng và độ xốp.

29. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5376:1991. Trại chăn nuôi - Phương pháp kiểm tra vệ sinh.

30. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 11039-3:2015. Phụ gia thực phẩm - Phương pháp phân tích vi sinh vật - Phần 3: Phát hiện và định lượng *coliform* và *E.coli* bằng kỹ thuật đếm số có xác suất lớn nhất (Phương pháp chuẩn).

31. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6187-2:2020 (ISO 9308-2:2012). Chất lượng nước - Phương pháp định lượng vi khuẩn *Escherichia coli* và *coliform* - Phần 2: Kỹ thuật đếm số có xác suất lớn nhất.

32. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4884-1:2015 (ISO 4833-1:2013). Vi sinh vật trong chuỗi thực phẩm - Phương pháp định lượng vi sinh vật - Phần 1: Đếm khuẩn lạc ở 30 độ C bằng kỹ thuật đổ đĩa.

33. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 4829:2005 (ISO 6579:2002). Vi sinh vật trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi - Phương pháp phát hiện *Salmonella* trên đĩa thạch.

34. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6137:2009 (ISO 6768:1998). Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng của nitơ điôxit - Phương pháp Griess-Saltzman cải biên.

35. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5971:1995 (ISO 6767:1990). Không khí xung quanh - Xác định nồng độ khối lượng của lưu huỳnh điôxit -

Phương pháp tetracolorimetric (TCM)/pararosanilin.

36. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5293:1995 (ST SEV 5299-80). Chất lượng không khí - Phương pháp Indophenol xác định hàm lượng amoniac.

37. Methods of Air Sampling and Analysis (1988). James P. Lodge, Jr.,; Lewis Publishers, USA.

38. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 05:2023/BTNMT về Chất lượng không khí.

39. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 01-79:2011/BNNPTNT về Cơ sở chăn nuôi gia súc, gia cầm - Quy trình kiểm tra, đánh giá điều kiện vệ sinh thú y.

40. Nguyễn Quang Khải, Nguyễn Gia Lượng (2010). *Công nghệ khí sinh học chuyên khảo*. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

41. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022). *Quyết định số 2626/QĐ-BTNMT, ngày 10/10/2022 công bố Danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê khí nhà kính*.

GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM BIO-BEDDING IN COW FARMING

Nguyen Thi Hien¹, Nguyen Duc Luong^{1,2}, Hoang Hiep^{1,2}

¹ *Faculty of Natural Resources & Environment, Vietnam National University of Agriculture*

² *Academy for Green Growth, Vietnam National University of Agriculture*

Summary

Researching a way to reduce greenhouse gas (GHG) emissions from livestock waste is very important now. The study assessed of the GHG emissions from biological bedding made from straw and acacia bark in beef cattle raising. The experiment was conducted with 20 cows on a barn with 100 m² area. The experiment time was 54 days and there were 6 sampling times. The results showed that the GHG emissions in the early stages of using bedding was mainly the aerobic decomposition process, the amount of CO₂ emissions was quite large and reached a maximum in the period from 21 days to 32 days, then it decreased and the process Anaerobic became dominant. During the first 42 days, the CH₄ emissions was very low, from only 0.6 grams/ton of dry bedding/day to 151 grams/ton of dry bedding/day; then increased very strongly at the 54 - day sampling up to 2.28 kg/ton of dry bedding/day and is predicted to continue to increase. IBM SPSS statistical software (2023) shows that the CH₄ emission was proportional to the microbial-density and temperature while it was inversely proportional to the porosity. The N₂O emissions peaked at the 32th day and then decreased sharply. CH₄ emissions increased very rapidly after 42 days of using the bedding while both CO₂ and N₂O emissions decreased. Comparing the average converted emission factor over 42 days (F42) and 54 days (F54) showed that F42 was much smaller than F54. Thus, bio-bedding should be replaced or partially replaced after 42 used days to limit methane emissions. In addition, the H₂S, NH₃ and SO₂ indicators of air samples around the cages in some sampling times exceeded the allowable thresholds of surrounding air environment (QCVN 05:2023/BTNMT) of the Ministry of Natural Resources and Environment but all of them were very low compared to the barn hygiene standards (QCVN 01-79:2011/BNNPTNT) of the Ministry of Agriculture and Rural Development.

Keywords: *Greenhouse gases (GHGs), bio-bedding, emissions, cow farming, agricultural by-products.*

Ngày nhận bài: 23/5/2024

Ngày chuyển phản biện: 30/5/2024

Ngày thông qua phản biện: 14/6/2024

Ngày duyệt đăng: 19/7/2024