Effects of alkaline-treated rice straw in bovine diets on *in vitro* methane production

Tien Q. Nguyen[1,2], Phuong T. B. Le[1], Khang N. Duong[1,3], & Hai T. Nguyen[1*]

[1]Faculty of Animal Science and Veterinary Medicine, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

[2]Pharmaceutical and Veterinary Material J.S.C (HANVET), Ho Chi Minh City, Vietnam

[3]Research and Technology Transfer Center, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ARTICLE INFO

Research Paper

Received: August 08, 2025
Revised: September 20, 2025
Accepted: October 09, 2025

Keywords

Alkaline treatment
In vitro fermentation
Methane emission reduction
Rice straw
Urea and quicklime

***Corresponding author**

Nguyen Thanh Hai
Email:
hai.nguyenthanh@hcmuaf.edu.vn

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of alkaline-treated rice straw, combined with urea and quicklime powder, on the methane emission reduction *in vitro* in daily diets at the Center for Research and Technology Transfer, Nong Lam University, Ho Chi Minh City, Vietnam. The study was conducted using a single factor completely randomized design, with rice straw treatment as the experimental factor, including (1) a control diet currently applied at the farm containing untreated rice straw (UTRS) and (2) a treatment diet in which untreated rice straw was replaced with alkaline-treated rice straw (ATRS). The results showed that alkaline treatment improved the nutritional values (CP, NDF, ADF, GE, DE, and ME) of rice straw. The total volume of gases produced from the control diet was 215.50 mL per incubation bottle at 12 h and 415.00 mL per incubation bottle at 24 h, which were significantly higher than those from the experimental treatment (171.33 and 370.83 mL per incubation bottle, respectively) ($P < 0.001$). The volume of methane produced at 12 and 24 h in the UTRS (23.70 and 56.02 mL per incubation bottle, respectively) was significantly higher than that in the ATRS (16.28 and 41.46 mL per incubation bottle, respectively) ($P < 0.001$). The ratios and volume of methane produced per g of dry matter of feed at 12 and 24 h were also significantly lower in the ATRS ($P < 0.001$). In brief, alkalization of rice straw with urea and quicklime powder in the daily diets of cattle appears to improve the nutritional value and digestibility of rice straw, as well as reduce methane emissions *in vitro*, contributing to the development of a sustainable cattle industry in tropical regions.

Cited as: Nguyen, T. Q., Le, P. T. B., Duong, K. N., & Nguyen, H. T. (2026). Effects of alkaline-treated rice straw in bovine diets on *in vitro* methane production. *The Journal of Agriculture and Development* 25(5), 69-77.

Ảnh hưởng của rơm lúa được xử lý kiềm trong khẩu phần của bò lên sự sản sinh khí methane trong ống nghiệm

Nguyễn Quốc Tiến[1,2], Lê Thụy Bình Phương[1], Dương Nguyên Khang[1,3] & Nguyễn Thanh Hải[1*]

[1]Khoa Chăn Nuôi Thú Y, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

[2]Công Ty Cổ Phần Dược và Vật Tư Thú Y (HANVET), TP. Hồ Chí Minh

[3]Trung Tâm Nghiên Cứu và Chuyển Giao Khoa Học Công Nghệ, Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM, TP. Hồ Chí Minh

THÔNG TIN BÀI BÁO

Bài báo khoa học

Ngày nhận: 08/08/2025
Ngày chỉnh sửa: 20/09/2025
Ngày chấp nhận: 09/10/2025

Từ khóa

Giảm sinh khí mê-tan
Lên men *in vitro*
Rơm lúa
Urê và vôi sống
Xử lý kiềm

***Tác giả liên hệ**

Nguyễn Thanh Hải
Email:
hai.nguyenthanh@hcmuaf.edu.vn

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của rơm lúa xử lý kiềm (kết hợp urê và vôi sống) trong khẩu phần ăn hằng ngày nuôi bò đến khả năng giảm sinh khí mê-tan *in vitro* tại Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM. Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố là phương pháp xử lý rơm lúa, gồm (1) nghiệm thức đối chứng là khẩu phần cơ bản đang áp dụng tại trại có rơm chưa xử lý (ĐCRKU) và (2) thí nghiệm là khẩu phần cơ bản tại trại và thay thế rơm chưa xử lý bằng rơm ủ kiềm (TNRU). Kết quả cho thấy rằng ủ kiềm đã cải thiện giá trị dinh dưỡng (CP, NDF, ADF, GE, DE và ME) của rơm lúa. Tổng thể tích các loại khí sinh ra từ lô ĐCRKU lúc 12 (215,50 mL/bình ủ) và 24 giờ (415,00 mL/bình ủ) cao hơn đáng kể so với TNRU (tương ứng 171,33 và 370,83 mL/bình ủ) ($P < 0,001$). Thể tích khí mê-tan sinh ra lúc 12 và 24 giờ ở lô ĐCRKU (23,70 và 56,02 mL/bình ủ) cao hơn đáng kể so với TNRU (16,28 và 41,46 mL/bình ủ) ($P < 0,001$). Tỷ lệ và thể tích khí mê-tan sinh ra trên g thực liệu lúc 12 và 24 giờ cũng thấp hơn đáng kể ở lô TNRU ($P < 0,001$). Nhìn chung, kiềm hóa rơm lúa trong khẩu phần ăn nuôi bò là một hướng đi tiềm năng nhằm cải thiện giá trị dinh dưỡng và tỷ lệ tiêu hóa của rơm, cũng như làm giảm phát thải khí mê-tan trong chăn nuôi bò, góp phần phát triển chăn nuôi bền vững ở vùng nhiệt đới.

1. Đặt Vấn Đề

Hiện nay, vấn đề thiếu thức ăn thô xanh đang diễn ra trầm trọng ở nhiều địa phương tại Việt Nam, đặc biệt là vào mùa khô (Nguyen & ctv., 2021) do mục đích đất trồng cỏ đang dần bị giảm cùng giá các nguyên liệu thức ăn chăn nuôi ngày càng tăng (Hoai, 2022). Hơn nữa, phát thải khí nhà kính từ ngành chăn nuôi, đặc biệt là khí mê-tan (CH_4) sinh ra từ quá trình lên men dạ cỏ của bò, đang là mối quan tâm lớn trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu. Theo IPCC (2006), CH_4 có tiềm năng gây nóng gấp 28 lần so với CO_2 trong chu kỳ 100 năm, và phần lớn lượng CH_4 trong chăn nuôi bắt nguồn từ hoạt động tiêu hóa của

bò. Do đó, việc tìm kiếm giải pháp nhằm giảm thiểu khí mê-tan nhưng giải quyết được vấn đề thiếu thức ăn thô xanh cùng đảm bảo hiệu quả dinh dưỡng là cần thiết.

Rơm lúa là nguồn phụ phẩm dồi dào, phổ biến trong khẩu phần nuôi bò tại Việt Nam, tuy nhiên hàm lượng lignin và silica cao làm giảm khả năng tiêu hóa (Nguyen & ctv., 2001; Agbagla-Dohnani & ctv., 2003). Các phương pháp xử lý kiềm như dùng urê, vôi sống, hoặc kết hợp đã được chứng minh là cải thiện giá trị sử dụng, tỷ lệ tiêu hóa của rơm và khả năng sinh trưởng của bò thịt (Nguyen & ctv., 2001; Nguyen & ctv., 2025), đồng thời cũng có thể ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật dạ cỏ và sản sinh khí CH_4 (Wanapat & ctv., 2009; Nguyen & ctv., 2022). Tuy nhiên, mức độ phát thải khí mê-tan từ việc xử lý rơm lúa có thể còn phụ thuộc vào các thực liệu khác trong khẩu phần nuôi bò (Inthapanya & Preston, 2014) và nhiều yếu tố khác. Vì vậy, các nghiên cứu xử lý rơm lúa trong khẩu phần ăn đến khả năng giảm sinh khí mê-tan in vitro tại các trại bò ở Việt Nam với khẩu phần ăn cơ bản đang áp dụng tại trại là rất cần thiết để có thêm cơ sở dữ liệu cho những giải pháp tận dụng phụ phẩm nông nghiệp hiệu quả và bền vững tại Việt Nam.

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của rơm lúa xử lý kiềm bằng urê kết hợp vôi sống trong khẩu phần ăn hằng ngày đến khả năng giảm sinh khí mê-tan *in vitro* để góp phần khẳng định tiềm năng áp dụng giải pháp xử lý rơm để nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn từ những nguồn phụ phẩm địa phương trong chăn nuôi bò, góp phần phát triển chăn nuôi bền vững và thân thiện môi trường.

2. Vật Liệu và Phương Pháp Nghiên Cứu

2.1. Thời gian và địa điểm

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 3 đến 5 năm 2024 tại Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại Học Nông Lâm, TP. Hồ Chí Minh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên một yếu tố là phương pháp xử lý rơm lúa, gồm nghiệm thức đối chứng là khẩu phần cơ bản đang áp dụng tại trại có rơm chưa xử lý (ĐCRKU) và nghiệm thức thí nghiệm là là khẩu phần cơ bản đang áp dụng tại trại và thay thế rơm chưa xử lý bằng rơm ủ kiềm (TNRU) (Bảng 1). Khẩu phần cơ bản sử dụng thực tế tại trại trong thí nghiệm này bao gồm 24% bụi malt, 38% bã đậu nành và 0,2% premix vitamin-khoáng kết hợp 37,8% rơm lúa (Nguyen & ctv., 2025). Mỗi nghiệm thức được lặp lại 6 lần, tương ứng với 6 bình ủ khác nhau cho 6 mẫu thức ăn khác nhau từ mỗi nghiệm thức.

Bảng 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm đánh giá xử lý rơm lúa lên phát thải khí *in vitro*

Nghiệm thức	Xử lý rơm	Số lần lặp lại (n)
Đối chứng	Không	6
Thí nghiệm	Ủ kiềm	6

2.2.2. Phương pháp ủ kiềm

Lấy 20 g urê và 20 g vôi bột dạng vôi sống (hàm lượng CaO ≥ 65%) cho vào thùng chứa 1 L nước, khuấy đều và tưới lên 1 kg rơm lúa, và cho vào bao nylon, nén chặt, cột kín và ủ trong 7 ngày, sau đó lấy rơm đã ủ để tiến hành thí nghiệm.

2.2.3. Quy trình phân tích khí *in vitro*

Quy trình đo khí mê-tan bằng hệ thống lên men *in vitro* theo quy trình chuẩn đã được miêu tả chi tiết trong công bố gần đây của Inthapanya & ctv. (2011). Quá trình chuẩn bị mẫu và thực hiện lên men *in vitro* tuân thủ nghiêm ngặt điều kiện yếm khí, nhiệt độ ổn định 38°C và thời gian ủ kéo dài 24 giờ, nhằm mô phỏng quá trình lên men trong dạ cỏ.

Dịch dạ cỏ dê được lấy từ lò mổ ngay sau khi dê được giết mổ. Trong nghiên cứu này, dịch dạ cỏ dê được sử dụng thay cho dịch dạ cỏ bò do điều kiện thực tế tại lò mổ thuận lợi hơn cho việc thu dịch dạ cỏ dê tại thời điểm thực hiện nghiên cứu này, đồng thời hệ vi sinh vật dạ cỏ của dê có nhiều điểm tương đồng với bò nên vẫn đảm bảo tính khoa học của thí nghiệm *in vitro*. Dịch trong dạ cỏ được lọc trực tiếp qua 2 lớp vải để loại bỏ lượng thức ăn còn sót lại, dịch lọc được chứa trong bình giữ nhiệt để giữ ấm (bình thủy), sau đó chuyển nhanh đến phòng thí nghiệm của Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại Học Nông Lâm, TP. Hồ Chí Minh để trộn. Tổng 12 g vật chất khô cơ chất được trộn với 0,24 L dịch lọc dạ cỏ và 0,96 L dung dịch buffer (Bảng 2). Hỗn hợp này được chứa trong bình lên men dung tích 2 L, được bơm đầy thêm bằng CO_2 để tạo môi trường yếm khí và ủ trong bể ở 38°C trong 24 giờ. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 6 lần, tương ứng với 6 bình ủ khác nhau cho 6 mẫu thức ăn khác nhau từ mỗi nghiệm thức.

Bảng 2. Thành phần có trong dung dịch buffer dùng trong thí nghiệm[1]

Lượng	$CaCl_2$	$NaHPO_4.12H_2O$	NaCl	Cl	$MgSO_4.7H_2O$	$NaHCO_3$	Cysteine
g/lít	0,04	9,30	0,47	0,57	0,12	9,80	0,25

[1]*Tilley & Terry (1963).*

2.3. Các chỉ tiêu đánh giá

Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng của các loại thức ăn trong khẩu phần: Tiến hành thu thập các mẫu thức ăn của khẩu phần ăn tại trại theo tiêu chuẩn TCVN 13052:2021 (VS, 2021) gồm rơm lúa khô, rơm ủ kiềm, bã nành và bụi malt. Tất cả các mẫu được phân tích vật chất khô (VCK), đạm thô (CP) và xơ thô (CF) theo AOAC (1990; 2005); xơ trung tính (NDF) và xơ axit (ADF) được phân tích theo Soest & ctv (1991); béo thô (EE), năng lượng thô (GE), năng lượng tiêu hóa (DE) và năng lượng trao đổi (ME) được tính toán theo công thức do Sauvant & ctv. (2004) đề xuất.

Tổng thể tích các khí sinh ra: Được đo trực tiếp bằng sự di chuyển của mực nước trong bình thu khí đã được chia vạch 50 mL sau 12 và 24 giờ lên men *in vitro*.

Nồng độ khí mê-tan (CH_4): Được đo bằng máy đo chuyên dụng Crowncon-Triple Plus tại các thời điểm sau 12 và 24 giờ lên men *in vitro*.

Thể tích khí CH_4 (mL) = Tổng lượng khí sinh ra x Nồng độ khí CH_4 / 100.

Thể tích khí CH_4/g thực liệu ủ (mL/g) = Thể tích khí CH_4 (mL) / Số g mẫu thí nghiệm.

2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được thu thập và xử lý sơ bộ bằng phần mềm Microsoft Excel 2016 và sau đó, được xử lý thống kê bằng phần mềm Minitab 16.2.0 (Minitab Inc., State College, Pennsylvania, PA, USA) theo bố trí thí nghiệm hoàn toàn ngẫu

nhiên 1 yếu tố. Các giá trị định lượng được được trình bày dưới dạng $\bar{x}$ ± SD và so sánh bằng phương pháp phân tích phương sai theo trắc nghiệm Turkey. Sự khác biệt có ý nghĩa của yếu tố nghiên cứu khi $P < 0,05$.

3. Kết Quả và Thảo Luận

3.1. Thành phần hóa học và giá trị dinh dưỡng



Hình 1. So sánh màu sắc rơm lúa khô không ủ (trái) và rơm lúa sau khi ủ kiềm 7 ngày (phải).

Rơm lúa khô có tỷ lệ VCK rất cao (91,06%), nhưng lại chứa lượng CP rất thấp (3,61%) và hàm lượng NDF cao đạt 73,11% và ADF là 49,67% (Bảng 3). Đây là những yếu tố hạn chế khiến rơm khô khó tiêu hóa và có giá trị dinh dưỡng thấp trong khẩu phần bò (Aquino và ctv., 2020). Sau khi được xử lý bằng phương pháp ủ kiềm, rơm lúa đã cải thiện đáng kể về chất lượng dinh dưỡng khi hàm lượng CP tăng lên, cùng NDF và ADF giảm xuống. Quan sát thực tế cũng cho thấy rơm sau ủ có màu vàng sẫm và mềm hơn so với rơm khô ban đầu (Hình 1). Sự thay đổi này chứng tỏ quá trình xử lý đã phá vỡ một phần cấu trúc lignocellulose, yếu tố chính gây cản trở tiêu hóa, từ đó làm giảm lượng xơ không tiêu hóa và nâng cao khả năng tiếp cận của vi sinh vật dạ cỏ tới các thành phần hữu dụng trong thực vật (Aquino & ctv., 2020). So với các phương pháp xử lý khác như xử lý nhiệt hoặc NH_3, việc kết hợp urê và vôi sống vừa cải thiện giá trị dinh dưỡng vừa cung cấp nguồn nitơ dễ tiêu cho vi sinh vật dạ cỏ, tạo điều kiện cho nhóm vi khuẩn sinh propionat phát triển; từ đó, giảm lượng hydro đi vào con đường sinh CH_4 (Wanapat & ctv., 2009; Nguyen & ctv., 2022). Kết quả này phù hợp với những kết quả nghiên cứu trước đây cho xử lý rơm bằng kiềm là một trong những biện pháp hiệu quả để nâng cao giá trị sử dụng rơm (Sarnklong & ctv., 2010; Nguyen & ctv., 2025). Hơn nữa, kết quả nghiên cứu này cũng đã chỉ ra rằng việc ủ kiềm rơm với việc urê kết hợp vôi sống (CaO) thì không chỉ cải thiện thành phần hóa học mà các giá trị năng lượng (GE, DE và ME) của rơm khô đều được cải thiện hơn.

Ngoài rơm, hai loại thức ăn khác trong khẩu phần thuộc nhóm thức ăn tinh là bã đậu nành và bụi malt được sử dụng nhằm cân đối dinh dưỡng và tỷ lệ năng lượng-đạm trong khẩu phần. Bã đậu nành có hàm lượng CP cao đạt 20,70% VCK và năng lượng trao đổi (ME) tương đối cao đạt 13,90 MJ/kg VCK; còn bụi malt cũng cung

cấp lượng đạm khá cao đạt 12,23% VCK và giá trị ME tương đối cao đạt 11,2 MJ/kg VCK. Việc kết hợp rơm lúa đã xử lý với các nguồn đạm này trong khẩu phần TMR không chỉ nâng cao giá trị dinh dưỡng mà còn góp phần ổn định quá trình lên men dạ cỏ, cải thiện hiệu quả sử dụng thức ăn, khả năng tiêu hóa và lượng VCK tiêu thụ ở bò (Nguyen & ctv., 2025).

Bảng 3. Bảng thành phần dinh dưỡng thực liệu trong khẩu phần

Giá trị dinh dưỡng	Rơm lúa khô	Rơm ủ kiềm	Bã nành	Bụi malt
VCK (%)	91,06	92,06	40,04	91,66
CP (% VCK)	3,61	7,79	20,70	12,23
CF (% VCK)	33,10	32,20	4,83	12,32
NDF (% VCK)	73,11	63,50	33,96	70,86
ADF (% VCK)	49,67	42,17	25,07	29,14
EE (% VCK)	1,38	1,25	1,64	1,48
GE (MJ/kg VCK)	14,90	15,60	16,80	17,20
DE (MJ/kg VCK)	7,00	8,80	16,90	13,60
ME (MJ/kg VCK)	5,74	7,20	13,90	11,20

Ghi chú: VCK, vật chất khô; CP, đạm thô; CF, xơ thô; NDF, xơ trung tính; ADF, xơ axit; EE, béo thô; GE, năng lượng thô; DE, năng lượng tiêu hóa; ME, năng lượng trao đổi.

3.2. Ảnh hưởng của rơm ủ kiềm lên giảm thải mê-tan *in vitro*

Bảng 4. Tổng thể tích (mL/bình ủ) các loại khí

Nghiệm thức	n (mẫu thức ăn)	Tổng thể tích khí sinh ra lúc 12 giờ (mL/bình ủ)	Tổng thể tích khí sinh ra lúc 24 giờ (mL/bình ủ)
Đối chứng	6	$215,50^{a} \pm 8,34$	$415,00^{a} \pm 19,75$
Thí nghiệm	6	$171,33^{b} \pm 6,53$	$370,83^{b} \pm 18,82$
P		< 0,001	< 0,001

Các chữ cái khác nhau ở mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa (P < 0,001).

Tổng thể tích các loại khí sinh ra sau 12 và 24 giờ lên men *in vitro* có sự khác biệt rõ rệt giữa nghiệm thức đối chứng với rơm lúa chưa qua xử lý và thí nghiệm với rơm lúa đã ủ kiềm ($P < 0,001$; Bảng 4). Cụ thể, khẩu phần ăn chứa rơm không xử lý đã sinh ra lượng khí trung bình là 215,50 mL/bình ủ lúc 12 giờ ủ và cao hơn đáng kể so với nghiệm thức thí nghiệm với 171,33 mL/bình ủ ($P < 0,001$). Sau 24 giờ lên men, tổng thể tích khí ở ĐCRKU (415,00 mL/bình ủ) và cao hơn so với TNRU (370,83 mL/bình ủ) ($P < 0,001$).

Kết quả này cho thấy rằng việc xử lý rơm ủ kiềm bằng urê và vôi sống đã làm giảm đáng kể tốc độ sinh khí trong giai từ 0 đến 24 giờ. Như vậy, tác dụng chính của xử lý kiềm là giúp ổn định hệ vi sinh vật và giảm cường độ sinh khí mê-tan, vì quá trình ủ kiềm giúp phá vỡ cấu trúc lignocellulose trong rơm, từ đó làm giảm hàm lượng xơ không tiêu hóa (như NDF và ADF), cải thiện khả năng phân giải chất hữu cơ, cũng đồng thời giảm tốc độ lên men và làm chậm quá trình sinh khí mê-tan (Sarnklong & ctv., 2010).

Bảng 5. Thể tích, phần trăm và thể tích khí mê-tan sinh ra trên g thực liệu

Nghiệm thức	n (mẫu)	Sự sản sinh khí mê-tan trong hệ thống lên men *in vitro*					
		Tỷ lệ (%)		Thể tích (mL/bình ủ)		Thể tích trên g thực liệu (mL/g VCK ủ)	
Thời điểm		12 giờ	24 giờ	12 giờ	24 giờ	12 giờ	24 giờ
Đối chứng	6	$11,00^{a} \pm 0,63$	$13,50^{a} \pm 0,84$	$23,70^{a} \pm 1,55$	$56,02^{a} \pm 4,22$	$1,98^{a} \pm 0,13$	$4,67^{a} \pm 0,35$
Thí nghiệm	6	$9,50^{b} \pm 0,83$	$11,17^{b} \pm 0,41$	$16,28^{b} \pm 1,57$	$41,46^{b} \pm 3,48$	$1,36^{b} \pm 0,13$	$3,46^{b} \pm 0,29$
P		< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Các chữ cái khác nhau ở mỗi cột chỉ sự khác biệt có ý nghĩa (P < 0,001). VCK: vật chất khô.

Tỷ lệ khí mê-tan sinh ra lúc 12 và 24 giờ sau khi ủ ở lô đối chứng dùng rơm lúa chưa qua xử lý lần lượt là 11,00 và 13,50%, cao hơn đáng kể so với lô thí nghiệm dùng rơm lúa đã kiềm hóa lần lượt 9,50 và 11,17% ($P < 0,001$; Bảng 5). Tương tự, thể tích khí mê-tan sinh ra lúc 12 và 24 giờ sau khi ủ ở lô đối chứng lần lượt là 23,70 và 56,02 mL/bình ủ, cao hơn đáng kể so với lô thí nghiệm lần lượt 16,28 và 41,46 mL/bình ủ ($P < 0,001$). Thể tích khí mê-tan sinh ra trên g thực liệu lúc 12 và 24 giờ (1,98 và 4,67 mL/g VCK ủ) cũng cao hơn đáng kể so với lô thí nghiệm (1,36 và 3,46 mL/g VCK ủ) ($P < 0,001$). Kết quả này cho thấy rằng xử lý rơm bằng urê kết hợp vôi sống có tác dụng góp phần giảm đáng kể khí mê-tan sinh ra, có thể từ việc cấu trúc và thành phần của rơm bị thay đổi theo hướng có lợi cho hệ vi sinh vật da cỏ, giúp vi khuẩn dạ cỏ dễ bám vào, lên men, tiêu hóa hơn, hoặc cải thiện cân bằng vi sinh dạ cỏ theo hướng tạo ra nhiều axit propionic hơn (đủ lượng nitơ và pH phù hợp thì nhóm vi sinh vật tiêu hóa tốt hơn tạo ra nhiều acid propionic hơn) (Nguyen & ctv., 2001; Polyorach & ctv., 2018). Bashar & ctv. (2024) cũng cho thấy rằng nguyên liệu thức ăn từ các nguồn thức ăn phổ biến ở vùng nhiệt đới có khả năng tiêu hóa cao hơn thì có khả năng giảm phát thải CH_4 trong việc xây dựng khẩu phần ăn cho bò, góp phần cải thiện năng suất đồng thời giảm tác động của chăn nuôi đến môi trường.

Từ đó cho thấy việc sử dụng rơm ủ kiềm trong khẩu phần ăn mỗi ngày nuôi bò đã có thể cải thiện giá trị dinh dưỡng của rơm lúa, góp phần giảm phát thải tổng các loại khí và khí mê-tan sinh ra. Đặc biệt, góp phần khẳng định tiềm năng áp dụng giải pháp xử lý rơm để khắc phục thực trạng thiếu thức ăn thô xanh đang diễn ra ở nhiều nơi tại Việt Nam (Nguyen & ctv., 2021) trong chiến lược giảm phát thải khí nhà kính và nâng cao hiệu quả sử dụng thức ăn từ những nguồn phụ phẩm địa phương trong chăn nuôi bò (Nguyen & ctv., 2022; Nguyen & ctv., 2025), góp phần phát triển chăn nuôi bền vững và thân thiện môi trường.

4. Kết Luận

Trong điều kiện thí nghiệm *in vitro*, áp dụng ủ kiềm rơm trong khẩu phần ăn hằng ngày của bò đã có thể cải thiện giá trị dinh dưỡng của rơm lúa, góp phần giảm phát thải tổng các loại khí và khí mê-tan sinh ra. Đặc biệt, góp phần khẳng định tiềm năng áp dụng giải pháp xử lý rơm để khắc phục thực trạng thiếu thức ăn thô xanh đang diễn ra ở nhiều ở Việt Nam trong chiến lược giảm phát thải khí nhà kính và nâng cao hiệu quả

sử dụng thức ăn từ những nguồn phụ phẩm địa phương trong chăn nuôi bò, góp phần phát triển chăn nuôi bền vững và thân thiện môi trường.

Lời Cam Đoan

Nhóm tác giả cam đoan bài báo chưa được công bố trong bất kỳ ấn bản nào và không có bất kỳ mâu thuẫn nào giữa các tác giả.

Lời Cảm Ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ từ dự án AgriFoSe2030, SLU Global, Thụy Điển và Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Khoa học Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm TP.HCM.

Tài Liệu Tham Khảo (References)

Agbagla-Dohnani, A., Nozière, P., Sauvant, D., & Schmidely, P. (2003). Chemical changes and digestion of rice straw treated with urea, ammonia, or sodium hydroxide measured by in vitro and in situ methods. *Animal Feed Science and Technology* 103(1-4), 201-213.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). *Official methods of analysis of AOAC international* (18th ed.). Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists. Retrieved June 15, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1990). *Official methods of analysis of the AOAC* (15th ed.). Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists. Retrieved May 25, 2024, from https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf.

Aquino, D., Barrio, A. D., Nguyen, X. T., Nguyen, T. H., Duong, N. K., Nguyen, T. T., & Nguyen, V. H. (2020). Rice straw-based fodder for ruminants. In Gummert, M., Hung, N., Chivenge, P., & Douthwaite, B (Eds.), *Sustainable rice straw management* (1st ed., 111-129). Cham, Switzerland: Springer Publisher.

Bashar, M. K., Haese, E., Sultana, N., & Rodehutscord, M. (2024). *In vitro* ruminal fermentation, methane emissions, and nutritional value of different tropical feedstuffs for ruminants. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research* 11(4), 924-935. http://doi.org/10.5455/javar.2024.k842.

Hoai, A. (2022). *Conversion of animal feed under pressure of increasing raw material prices*. Retrieved June 29, 2022, from http://baobacninh.com.vn/chi-tiet-kinh-te/-/details/20182/chuyen-oi-thuc-an-chan-nuoi-truoc-ap-luc-tang-gia-cac-nguyen-lieu.

Inthapanya, S., & Preston, T. R. (2014). Methane production from urea-treated rice straw is reduced when the protein supplement is cassava leaf meal or fish meal compared with water spinach meal in a rumen in vitro fermentation. *Livestock Research for Rural Development* 26(9), 159.

Inthapanya, S., Preston, T. R., & Leng, R. A. (2011). Mitigation of methane production from ruminants by feeding cassava root chips and fresh foliage of taro (Colocacia esculenta) or jackfruit (Artocarpus heterophyllus) in an in vitro incubation using rumen fluid. *Livestock Research for Rural Development* 23(2), 34.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2006). *2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories - Volume 4: Agriculture, forestry and other land use.* Kanagawa, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.

Nguyen, T. H., Nguyen, Q. T., Le, P. B. T., Do, T. D., Nguyen, T. N., & Duong, N. K. (2025). Total mixed ration (TMR) based on alkaline-treated rice straw improves growth rate and feed intake of Sindhi cross-bred cattle. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1465(1), 012023. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1465/1/012023.

Nguyen, V. C., Do, V. L., & Nguyen, T. H. (2021). Efficacy of using by-products to completely replace the daily dietary grass for high-yielding beef crossbred calves in the fattening period from 9 to 12 months of age. *Journal of Animal Husbandry Sciences and Technics* 263, 52-58.

Nguyen, V. L., Tat, T. H., Dinh, D. T., Nguyen, T. H., Ngo, H. P., & Nguyen, T. M. N. (2022). Mitigative efficacy of in vitro methane emission with dietary rations for beef cattle by heat-treating processes. *Journal of Animal Husbandry Sciences and Technics* 281, 84-89.

Nguyen, X. T., Mageno, M., & Cu, X. D. (2001). Effects of treatment of rice straw with lime and/or urea on its intake, digestibility and rumen liquor characteristics in cattle. *Livestock Research for Rural Development* 13(4), 36.

Polyorach, S., Wanapat, M., Cherdthong, A., Gunun, P., Gunun, N., & Kang, S. (2018). Assessment of the nutritive value of urea–calcium hydroxide-treated rice straw by in sacco technique. *Animal Production Science* 59(9), 1667-1673. https://doi.org/10.1071/AN18083.

Sarnklong, C., Cone, J. W., Pellikaan, W., & Hendriks, W. H. (2010). Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23(5), 680-692. https://doi.org/10.5713/ajas.2010.80619.

Sauvant, D., Perez, J. M., & Tran, G. (2004). *Tables of composition and nutritional value of feed materials: Pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish*. Paris, France: Wagening Academic Publishers. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-668-7.

Soest, V. P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of The British Grassland Society* 18, 104-111. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x.

Vietnam Standards (VS). (2021). *TCVN 13052:2021 - Animal feeding stuffs - Sampling*. Ha Noi, Vietnam: Directorate for Standards, Metrology and Quality.

Wanapat, M., Kang, S., Polyorach, S., & Bureenok, S. (2009). Effect of treating rice straw with urea and calcium hydroxide on feed intake, digestibility and rumen fermentation. *Tropical Animal Health and Production* 41(4), 557-563. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.05.001.