

ẢNH HƯỞNG CỦA MỨC BIOCHAR SẢN XUẤT TỪ RƠM LÚA BỔ SUNG VÀO KHẨU PHẦN ĐẾN LÊN MEN DẠ CỎ VÀ PHÁT THẢI KHÍ MÊTAN TRONG ĐIỀU KIỆN *IN VITRO*

Đinh Văn Dũng¹, Lê Đức Thọ¹, Thân Thị Thanh Trà¹,

Võ Thị Minh Tâm¹, Lê Đức Ngoan¹, Lê Đình Phùng¹

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của mức bổ sung biochar vào khẩu phần đến khí mêtan phát thải, tỷ lệ tiêu hoá vật chất khô (DM), chất hữu cơ (OM), giá trị pH và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ trong điều kiện *in vitro*. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn với 5 nghiệm thức tương ứng với 5 mức bổ sung biochar là 0, 1, 3, 5 và 7% (theo DM) trong khẩu phần, mỗi nghiệm thức lặp lại 5 lần. Biochar được sản xuất từ rơm lúa với nhiệt độ nhiệt phân 700°C. Lượng khí tổng số, khí mêtan sản sinh, tỷ lệ tiêu hoá DM và OM, giá trị pH và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ được xác định tại các thời điểm 4, 24 và 48 giờ sau khi ủ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mức biochar trong khẩu phần có ảnh hưởng đến tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh ($P<0,01$), tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh có xu hướng giảm khi tăng mức biochar trong khẩu phần. Các mức biochar trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến giá trị pH của khối ủ ($P>0,05$). Tăng mức biochar trong khẩu phần đã ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá DM và OM cũng như nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ ($P<0,05$). Nhìn chung, khi bổ sung biochar ở mức 1 hoặc 3% trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá DM, OM và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ so với không bổ sung biochar. Tuy nhiên, khi tăng mức bổ sung biochar lên 5 hoặc 7% trong khẩu phần đã làm giảm tỷ lệ tiêu hoá DM, OM và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$. Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận, bổ sung biochar ở mức 3% trong khẩu phần (theo DM) đã làm giảm phát thải khí mêtan mà không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá DM, OM và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$.

Từ khóa: Rơm lúa, khí mêtan, khí nhà kính, lên men *in vitro*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở gia súc nhai lại, quá trình lên men ở dạ cỏ đã tạo ra một lượng khí mêtan, khí mêtan sản sinh từ đường tiêu hoá chiếm 40% tổng lượng khí nhà kính phát thải của ngành chăn nuôi trên toàn cầu, trong đó ở bò chiếm khoảng 77%, tiếp theo là trâu khoảng 13% và 10% còn lại là từ gia súc nhai lại khác như dê, cừu (Gerber *et al.*, 2013). Phát thải khí mêtan không những gây hiệu ứng nhà kính mà còn làm mất mát năng lượng ăn vào của gia súc nhai lại, ước tính khoảng 2 - 12% (Johnson và Johnson, 1995). Do vậy, các chiến lược giảm thiểu phát thải khí mêtan có tầm quan trọng về môi trường, kinh tế và an ninh lương thực. Nhu cầu về thịt và sữa trên toàn thế giới dự kiến sẽ tăng gấp đôi vào năm 2050, lượng khí mêtan cũng dự đoán sẽ tăng đồng thời theo cấp số nhân (Gerber *et al.*, 2013). Các nghiên cứu cho thấy nhiều loại thức ăn bổ sung có thể giảm thiểu được phát thải khí mêtan (Knapp *et al.*, 2014), tuy vậy vẫn còn sự khác biệt về hiệu quả tác động. Các nghiên cứu cần được thực hiện để tìm ra các chiến lược mới, an toàn

và phù hợp với thực tế để điều khiển quá trình lên men dạ cỏ, giảm phát thải khí mêtan mà không làm giảm năng suất chăn nuôi.

Biochar (than sinh học) là sản phẩm được sản xuất từ các nguồn nguyên liệu giàu cellulose sau khi được nhiệt phân ở nhiệt độ cao trong điều kiện không hoặc ít oxy. Gần đây, biochar được cho là chất phụ gia có nhiều tiềm năng để làm giảm phát thải khí mêtan từ đường tiêu hóa, tuy nhiên thông tin về các nghiên cứu liên quan đến biochar bổ sung vào khẩu phần ăn vẫn còn hạn chế (Cabeza *et al.*, 2018). Biochar có tính chất là giàu carbon và xốp, có cấu trúc lỗ rỗng phức tạp, điều đó làm cho biochar có diện tích bề mặt lớn, do vậy có nhiều khả năng hấp thụ nước, khí (Gurwick *et al.*, 2013). Biochar đã được sử dụng để cải tạo đất, có nhiều nghiên cứu cho thấy biochar bón vào đất đã cải thiện tích lũy dinh dưỡng và giảm phát thải khí hiệu ứng nhà kính từ đất (Lehmann và Joseph, 2009). Trong chăn nuôi, nhiều nghiên cứu cho thấy bổ sung biochar trong khẩu phần đã có tiềm năng làm giảm khí mêtan cả trong điều kiện *in vitro* và *in vivo*, bổ sung biochar làm giảm khí mêtan phát thải so với không bổ sung biochar (Leng *et al.*, 2012a; Hansen *et al.*, 2013;

¹ Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế

Calvelo *et al.*, 2014; Saleem *et al.*, 2018; Cabeza *et al.*, 2018; Winders *et al.*, 2019). Tuy nhiên, hiện vẫn còn ít các nghiên cứu ảnh hưởng của mức biochar đến phát thải khí mê-tan, do vậy sử dụng bao nhiêu biochar trong khẩu phần vẫn chưa được trả lời thỏa đáng. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung các mức biochar sản xuất từ rơm lúa trong khẩu phần đến lượng khí mê-tan phát thải, tỷ lệ tiêu hoá vật chất khô, chất hữu cơ, giá trị pH và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ trong điều kiện *in vitro*.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Bảng 1. Thành phần nguyên liệu, tỷ lệ phối trộn và giá trị dinh dưỡng của khẩu phần

Chỉ tiêu	Mức biochar trong khẩu phần (% DM)				
	0	1	3	5	7
Nguyên liệu					
Rơm lúa	70	70	70	70	70
Bột đậu nành	15	15	15	15	15
Bột ngô	8	8	7	6	5
Cám gạo	7	6	5	4	3
Biochar	0	1	3	5	7
Tổng	100	100	100	100	100
Giá trị dinh dưỡng					
DM (%)	86,2	87,7	87,4	88,2	88,4
Ash (% DM)	10,1	10,5	10,8	11,1	11,5
OM (% DM)	89,9	89,5	89,2	88,9	88,5
CP (% DM)	11,0	10,7	10,5	10,4	10,3
EE (% DM)	5,71	5,52	5,39	5,22	5,03
NDF (% DM)	50,0	50,1	49,7	49,5	49,4
ADF (% DM)	32,1	31,8	31,8	31,7	31,6

Ghi chú: DM: Vật chất khô; OM: Chất hữu cơ; CP: Protein thô; EE: Mỡ thô; NDF: Xơ không tan trong môi trường thủy phân trung tính; ADF: Xơ không tan trong môi trường thủy phân axit

2.2. Thiết kế thí nghiệm

Thí nghiệm được thiết kế ngẫu nhiên hoàn toàn gồm 5 nghiệm thức tương ứng với 5 mức bổ sung biochar vào khẩu phần gồm 0, 1, 3, 5 và 7% (theo DM), mỗi nghiệm thức lặp lại 5 lần. Khí tổng số và mê-tan sản sinh, tỷ lệ tiêu hoá *in vitro* DM và OM, đặc điểm dịch dạ cỏ (pH và N-NH_3) được xác định tại các thời điểm 4, 24 và 48 giờ. Tổng số có 75 lọ thủy tinh được sử dụng để ủ mẫu và 5 lọ chỉ đựng dịch dạ cỏ. Dịch dạ cỏ được thu từ 4 bò đã được đặt cannula nuôi tại Viện Nghiên cứu và Phát triển, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế. Bò được cho ăn khẩu phần gồm thức ăn thô (cỏ và rơm) 70% và hỗn hợp thức ăn tinh 30%. Dịch dạ cỏ sau khi được lấy ra từ dạ cỏ cho

Nghiên cứu được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Khoa Chăn nuôi Thú y, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế. Biochar được sản xuất từ rơm lúa và nhiệt phân ở nhiệt độ 700°C theo mô tả bởi Nguyen *et al.* (2018). Đặc điểm của biochar gồm 96,6% DM, 78,7% OM, 69,4% C, 2,3% H, 8,7% O, 0,6% N, 0,6% P_2O_5 , 0,7% K_2O , diện tích bề mặt là 211,6 m^2/g , khả năng giữ nước là 6,6 và pH 9,02. Khẩu phần gồm có 70% là thức ăn thô (rơm) và 30% là thức ăn tinh, các nguyên liệu của khẩu phần được nghiền nhỏ 1 mm sau đó trộn đều với nhau. Biochar được trộn vào khẩu phần với tỷ lệ 0, 1, 3, 5 và 7% (theo DM). Khẩu phần sau khi trộn biochar được tiến hành phân tích thành phần hoá học (Bảng 1).

vào phích nước và đưa về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, dịch dạ cỏ được lọc qua 4 lớp vải màn, sau đó cho vào lọ thủy tinh để trộn với dung dịch đệm theo tỷ lệ 1 phần dịch dạ cỏ với 4 phần dung dịch đệm. Dung dịch đệm được pha theo hướng dẫn của Theodorou *et al.* (1994). Dịch dạ cỏ sau khi pha với dung dịch đệm được cho vào bể ổn nhiệt ở mức nhiệt 39°C và được sục khí CO_2 trong 30 phút.

2.3. Tiến hành thí nghiệm và thu thập số liệu

Cân 250 mg mẫu thức ăn cho vào chai thủy tinh dung tích 120 ml, tiếp tục cho thêm 25 ml dịch dạ cỏ và dung dịch đệm vào, đậy kín bình bằng nắp cao su và siết thêm nắp nhôm. Tiến hành hút chân không trong chai rồi bơm khí CO_2 vào bình, sau đó tạo áp

suất cân bằng trong và ngoài bình bằng máy đo áp suất. Để chai vào bể ổn nhiệt ở nhiệt độ 39°C. Tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh được đo ở các mốc thời gian 4, 24 và 48 giờ sau khi ủ bình trong bể ổn nhiệt. Tổng lượng khí được đo bằng máy đo áp suất kết hợp với xi lanh. Khí mêtan được đo bằng máy sắc ký khí (Model 8610C Gas Chromatograph, SRI instruments Europe GmbH, Mỹ).

Tỷ lệ tiêu hoá DM và OM, giá trị pH và hàm lượng NH₃-N của dịch ủ được xác định tại các thời điểm 4, 24 và 48 giờ sau khi ủ. Tại mỗi thời điểm, sau khi đo khí xong, tiến hành mở nắp chai và đo pH bằng máy đo pH cầm tay (Hana, Rumani), sau đó lấy 10 ml dung dịch ủ để xác định nồng độ NH₃-N của dung dịch ủ theo phương pháp của AOAC (1990). Phần còn lại được tiến hành ly tâm 10.000 vòng trong 5 phút để loại bỏ nước, cặn được lấy và cho vào cốc sấy ở 105°C trong 12 giờ để xác định DM và sau đó tiếp tục nung ở 550°C trong 4 giờ để xác định OM. Tỷ lệ tiêu hoá DM và OM được xác định thông qua sự chênh lệch khối lượng trước và sau khi ủ.

2.4. Quản lý và xử lý số liệu

Bảng 2. Tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh ở 4, 24 và 48 giờ sau khi ủ

Chỉ tiêu	Mức biochar trong khẩu phần (% DM)					SEM	P
	0	1	3	5	7		
Tổng lượng khí sản sinh (ml/g DM)							
4 giờ	28,2 ^a	27,3 ^a	25,5 ^b	24,8 ^{bc}	23,9 ^c	0,306	<0,001
24 giờ	121,8 ^a	116,9 ^b	111,1 ^c	108,4 ^{cd}	106,3 ^d	0,939	<0,001
48 giờ	200,9 ^a	196,3 ^b	186,9 ^c	184,5 ^c	183,4 ^c	1,273	<0,001
Khí mêtan sản sinh (ml/gDM)							
4 giờ	4,05 ^a	3,59 ^b	3,53 ^b	3,87 ^a	3,98 ^a	0,090	<0,010
24 giờ	23,0 ^a	22,8 ^b	20,4 ^c	20,1 ^d	20,1 ^d	0,052	<0,001
48 giờ	31,6 ^a	30,0 ^b	28,2 ^c	29,0 ^d	28,0 ^c	0,098	<0,001

Ghi chú: DM: Vật chất khô; SEM: Sai số của số trung bình; ^{a, b, c, d} các giá trị trung bình trong cùng một hàng có các chữ cái khác nhau thì có sai khác thống kê ($P < 0,05$).

Nhiều nghiên cứu trước đây đã cho thấy, bổ sung biochar vào khẩu phần cho bò đã làm giảm khí mêtan (Leng *et al.*, 2012a; Hansen *et al.*, 2013; Calvelo *et al.*, 2014; Saleem *et al.*, 2018; Cabeza *et al.*, 2018; Winders *et al.*, 2019). Tuy nhiên, nghiên cứu về ảnh hưởng của mức biochar đến phát thải khí mêtan vẫn còn ít được công bố. Vì vậy, có rất ít khuyến cáo mức biochar phù hợp trong khẩu phần cho bò. Kết quả nghiên cứu này cho thấy, so với mức không bổ sung biochar thì khi bổ sung biochar đã làm lượng khí mêtan phát thải giảm trung bình lần lượt là 5,76; 11,63; 8,43; 8,58% tương ứng với các mức 1, 3, 5 và 7% biochar. Leng *et al.* (2012a) cho thấy trong điều kiện

Tất cả số liệu thu thập được quản lý bằng phần mềm Excel (2016) và xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS 16.0, mô hình xử lý thống kê như sau:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Trong đó: Y_{ij} là biến phụ thuộc; μ là trung bình quần thể; T_i là ảnh hưởng của nghiệm thức; e_{ij} là ảnh hưởng của yếu tố ngẫu nhiên. Phép thử Tukey được sử dụng để so sánh cặp nghiệm thức, khi giá trị P của phân tích phương sai $P \leq 0,05$, tất cả các giá trị trung bình được cho là sai khác khi $P < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của mức biochar đến tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của mức biochar bổ sung vào khẩu phần đến tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh trong điều kiện *in vitro* được thể hiện ở bảng 2. Qua bảng 2 cho thấy, khi bổ sung các mức biochar từ 0 đến 7% trong khẩu phần đã có ảnh hưởng đến tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh trong điều kiện *in vitro* ($P < 0,01$). Nhìn chung, khi tăng mức biochar trong khẩu phần đã làm giảm tổng lượng khí cũng như khí mêtan sản sinh.

in vitro, bổ sung 1% biochar trong khẩu phần đã làm giảm 12% khí mêtan so với không bổ sung biochar. Trong một nghiên cứu khác, Phanthavong *et al.* (2015) cho thấy: bổ sung biochar đã làm giảm khí mêtan 6,5% so với không bổ sung biochar sau khi ủ 24 giờ. Trong điều kiện *in vivo*, nghiên cứu của Leng *et al.* (2012b) cho thấy khí mêtan giảm 11 - 13% khi bổ sung 1% biochar trong khẩu phần cho bò. Trong một nghiên cứu của Khoa *et al.* (2018) cho thấy, bò ăn các mức biochar 0, 0,5 và 1% trong khẩu phần thì với mức 1% đã làm giảm khí mêtan nhiều nhất. Nghiên cứu của Winders *et al.* (2019) cũng cho thấy, bò ăn khẩu phần có 3,8% biochar đã làm giảm khí

mêtan từ 9,9 đến 18,4%. Như vậy, từ nghiên cứu này và các nghiên cứu khác có thể thấy rằng, bổ sung biochar đã làm giảm khí mêtan cả trong điều kiện *in vitro* và *in vivo*.

Cơ chế của việc giảm phát thải khí mêtan của biochar đến nay còn có nhiều giả thuyết. Theo Feng *et al.* (2012) và Sonoki *et al.* (2013) cho rằng, khi bổ sung biochar đã làm cân bằng giữa nhóm vi khuẩn sinh biochar (methanogens) và nhóm vi khuẩn sử dụng mêtan (methanotrophics) thay đổi theo hướng tăng nhóm vi khuẩn sử dụng mêtan. Tăng nhóm vi khuẩn sử dụng mêtan khi bổ sung biochar đã làm giảm tích tụ khí mêtan (Man *et al.*, 2021). Theo Leng *et al.* (2012a), bổ sung biochar vào dạ cỏ đã kích thích sự sinh trưởng của nhóm vi khuẩn methanotrophics. Một giả thuyết khác, theo Sun *et al.* (2017) cho rằng, biochar được sản xuất dưới nhiệt

độ cao tạo biochar có tính trao đổi ion lớn, từ đó giúp giảm ion hydro hình thành trong trao đổi chất ở dạ cỏ và làm giảm hình thành khí mêtan. Theo Hansen *et al.* (2013) và Danielsson *et al.* (2017) cho rằng, biochar có tiềm năng làm giảm khí mêtan là vì biochar có đặc tính là xốp, nhiều hang hốc, diện tích bề mặt tiếp xúc lớn, do vậy có khả năng hấp phụ khí mêtan. Trong nghiên cứu này, biochar được sản xuất từ rơm lúa ở nhiệt độ nhiệt phân là 700°C có diện tích bề mặt là 211,6 m²/g. Có thể đây là nguyên nhân chính làm giảm khí mêtan khi bổ sung biochar vào khẩu phần trong nghiên cứu này.

3.2. Ảnh hưởng của mức biochar đến tỷ lệ tiêu hoá DM và OM

Kết quả đánh giá ảnh hưởng của mức biochar sản xuất từ rơm lúa đến tỷ lệ tiêu hoá DM và OM được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Tỷ lệ tiêu hoá DM và OM sau 4, 24 và 48 giờ ủ

Chỉ tiêu	Mức biochar trong khẩu phần (% DM)					SEM	P
	0	1	3	5	7		
Tỷ lệ tiêu hoá DM (%)							
4 giờ	19,0	19,9	20,1	17,6	16,6	0,983	0,098
24 giờ	50,3 ^a	51,2 ^a	50,2 ^a	47,7 ^b	47,2 ^b	0,587	<0,001
48 giờ	55,8 ^a	55,4 ^a	55,8 ^a	50,1 ^b	49,0 ^b	0,863	<0,001
Tỷ lệ tiêu hoá OM (%)							
4 giờ	23,8 ^a	22,9 ^a	21,6 ^{ab}	18,5 ^b	19,1 ^b	0,765	<0,001
24 giờ	51,0 ^{ab}	52,9 ^a	52,9 ^a	48,8 ^{bc}	47,5 ^c	0,647	<0,001
48 giờ	56,7 ^a	56,4 ^a	57,8 ^a	52,4 ^b	51,1 ^b	0,822	<0,001

Ghi chú: DM: Vật chất khô; OM: Chất hữu cơ; SEM: Sai số của số trung bình; ^{a, b, c} trong cùng một hàng, các giá trị trung bình có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 3 cho thấy, tỷ lệ tiêu hoá DM tại 24 và 48 giờ sau ủ và tỷ lệ tiêu hoá OM ở tất cả các thời điểm ủ bị ảnh hưởng của mức biochar trong khẩu phần ($P < 0,01$).

Nhìn chung, tỷ lệ tiêu hoá DM và OM khi bổ sung mức biochar 1 và 3% không sai khác so với không bổ sung biochar. Tuy nhiên, khi tăng mức biochar lên 5 và 7% thì tỷ lệ tiêu hoá DM và OM có xu hướng giảm. Trong nghiên cứu của Winders *et al.* (2019) cho thấy, khi bổ sung 0,8 hoặc 3% biochar trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá DM và OM so với không bổ sung biochar, như vậy kết quả nghiên cứu này là phù hợp. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với nghiên cứu của McFarlane *et al.* (2017) cho rằng, bổ sung mức cao biochar (81 g/kg DM) đã làm giảm tỷ lệ tiêu hoá DM. Tuy nhiên, nghiên cứu ảnh hưởng của biochar đến tỷ lệ tiêu hoá vẫn còn ít và chưa có những kết

luận rõ ràng. Một số nghiên cứu (Saleem *et al.*, 2018; Leng *et al.*, 2012a) cho rằng, tỷ lệ tiêu hoá DM và OM được cải thiện khi bổ sung biochar. Nhưng các nghiên cứu khác (Hansen *et al.*, 2013; Winders *et al.*, 2019) lại cho thấy bổ sung biochar đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá DM hoặc OM. Từ kết quả nghiên cứu này và các nghiên cứu đã trình bày trên có thể thấy có nhiều kết quả nghiên cứu khác nhau về ảnh hưởng của biochar đến tỷ lệ tiêu hoá DM và OM. Sự khác nhau này có thể do sự khác nhau về nguồn nguyên liệu sản xuất biochar, kích cỡ của biochar và nhiệt độ chế biến biochar khác nhau (Saleem *et al.*, 2018).

3.3. Ảnh hưởng của mức biochar đến giá trị pH và nồng độ NH₃-N

Giá trị pH và nồng độ NH₃-N của khối ủ được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4. Giá trị pH và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ sau 4, 24 và 48 giờ ủ

Chỉ tiêu	Mức biochar trong khẩu phần (% DM)					SEM	P
	0	1	3	5	7		
Giá trị pH							
4 giờ	6,88	6,87	6,91	6,87	6,86	0,013	0,169
24 giờ	6,74	6,73	6,72	6,73	6,74	0,023	0,933
48 giờ	6,70	6,71	6,71	6,69	6,72	0,007	0,074
Nồng độ NH ₃ -N (mg/100 ml)							
4 giờ	5,93	5,94	5,89	5,62	5,67	0,334	0,929
24 giờ	9,63 ^a	10,2 ^a	9,64 ^a	8,27 ^b	8,24 ^b	0,146	<0,001
48 giờ	10,6 ^{ab}	10,9 ^a	10,2 ^b	9,23 ^c	8,53 ^d	0,202	0,001

Ghi chú: SEM: Sai số của số trung bình; ^{a, b, c} trong cùng một hàng, các giá trị trung bình có chữ cái khác nhau là sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 4 cho thấy, mức biochar đã không ảnh hưởng đến giá trị pH của khối ủ ($P > 0,05$). Nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ của khối ủ ở 4 giờ sau ủ không ảnh hưởng bởi mức biochar ($P > 0,05$), tuy nhiên mức biochar có ảnh hưởng đến nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ của khối ủ ở 24 và 48 giờ.

Giá trị pH là chỉ số quan trọng đánh giá môi trường dạ cỏ (Kumar *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2019). Giá trị pH trong nghiên cứu này là tương đương nhau giữa các mức biochar và dao động từ 6,66 đến 6,85, giá trị pH này là phù hợp với hoạt động của vi sinh vật dạ cỏ, cao hơn khoảng giá trị 5,0-5,5 được cho là có ảnh hưởng không tốt đến hoạt động của vi sinh vật dạ cỏ (Hoover, 1986). Nghiên cứu của Zhang *et al.* (2019) cũng cho rằng, bổ sung biochar có thể làm tăng giá trị pH của dạ cỏ, do vậy biochar có thể được sử dụng như chất đệm giúp ổn định pH dạ cỏ. Nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ trong nghiên cứu này có xu hướng giảm khi tăng mức biochar. Mức bổ sung 1 và 3% biochar đã không sai khác thống kê so với không bổ sung biochar. Tuy nhiên, khi tăng lên 5 hoặc 7% thì nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ có xu hướng giảm. Mặc dù hiện tại còn có ít nghiên cứu về ảnh hưởng của biochar đến nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ trong dạ cỏ. Tuy nhiên, sự giảm nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ trong nghiên cứu này có thể giải thích do $\text{NH}_3\text{-N}$ được hấp phụ vào biochar như khuyến cáo của Cabeza *et al.* (2018) và khi tăng mức biochar đã làm giảm tỷ lệ tiêu hoá DM và OM từ đó làm giảm nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$. Tuy vậy, nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ trong nghiên cứu này vẫn cao hơn 5 mg/100 ml, mức mà được cho là nhu cầu cần thiết cho hoạt động của vi sinh vật trong dạ cỏ (McDonald *et al.*, 1995).

4. KẾT LUẬN

Tổng lượng khí và khí mêtan sản sinh có xu hướng giảm khi tăng mức biochar trong khẩu phần. Khí mêtan sản sinh ở khẩu phần có bổ sung biochar thấp hơn so với khẩu phần không bổ sung biochar. Các mức biochar trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến giá trị pH của khối ủ. Bổ sung biochar ở mức 1 hoặc 3% trong khẩu phần đã không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá DM, OM và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$ so với không bổ sung biochar. Tuy nhiên, khi tăng mức bổ sung biochar lên 5 hoặc 7% trong khẩu phần đã làm giảm tỷ lệ tiêu hoá DM, OM và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$. Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận, bổ sung biochar ở mức 3% trong khẩu phần (theo DM) đã làm giảm phát thải khí mêtan mà không ảnh hưởng đến tỷ lệ tiêu hoá DM, OM và nồng độ $\text{NH}_3\text{-N}$.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 106.05-2019.22.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC International, Arlington, VA, USA.
2. Cabeza, I., Waterhouse, T., Sohi, S., Rooke, J. A. (2018). Effect of biochar produced from different biomass sources and at different process temperatures on methane production and ammonia concentrations *in vitro*. Animal Feed Science and Technology. 237: 1 - 7.
3. Calvelo Pereira, R., Muetzel, S., Camps Arbustain, M., Bishop, P., Hina, K., Hedley, M. (2014). Assessment of the influence of biochar on

rumen and silage fermentation: a laboratory-scale experiment. *Animal Feed Science and Technology*. 196: 22 - 31.

4. Danielsson, R., Dicksved, J., Sun, L., Gonda, H., Muller, B., Schnurer, A., Bertilsson, J. (2017). Methane production in dairy cows correlates with rumen methanogenic and bacterial community structure. *Frontiers in Microbiology*. 8: 226.

5. Feng, Y., Xu, Y., Yu, Y., Xie, Z., Len, X. (2012). Mechanisms of biochar decreasing methane emissions from Chinese paddy soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 46: 80 - 88.

6. Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijk - Man, J., Falcucci, A., Tempio, G. (2013). Tackling Climate Change through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.

7. Gurwick, N. P., Moore, L. A., Kelly, C., Elias, P. (2013). A systematic review of biochar research, with a focus on its stability in situ and its promise as a climate mitigation strategy. *PloS one*. 8: e75932.

8. Hansen, H. H., Storm, I. M. L. D., Sell, A. M. (2013). Effect of biochar on *in vitro* rumen methane production. *Acta Agriculture Scand Section A - Animal Science*. 62: 305 - 309.

9. Hoover, W. H. (1986). Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*. 69: 2755 - 2766.

10. Johnson, K. A., Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*. 73: 2483 - 2492.

11. Khoa, M. A., Quang, N. H., Thang, C. M., Phung, T. V., Kien, T. T. (2018). Effect of tan - nin in green tea by - product in combination with bio - char supplemented into basal beef cattle diet on nutrient digestibility, methane production and animal performance. *Open Journal of Animal Sciences*. 08(03): 206 - 214.

12. Knapp, J. R., Laur, G. L., Vadas, P. A., Weiss, W. P., Tricarico, J. M. (2014). Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of Dairy Science*. 97: 3231 - 3261.

13. Kumar, S., Dagar, S. S., Sirohi, S. K., Padhyay, R. C., Puniya, A. K. (2013). Microbial profiles, *in vitro* gas production and dry matter digestibility based on various ratios of roughage to concentrate. *Annals of Microbiology*. 63 (2): 541 - 545.

14. Lehmann, J., Joseph, S. (2009). Biochar for environmental management: An introduction. In J. Lehmann & S. Joseph (eds.) *Biochar for Environmental Management, Science and Technology* (London: Earthscan), pp. 1 - 12.

15. Leng, R. A., Inthapanya, S., Preston, T. R. (2012a). Biochar lowers net methane production from rumen fluid *in vitro*. *Livestock Research for Rural Development*. 24 (103). <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd24/6/sang24103.htm>.

16. Leng, R. A., Inthapanya, S., Preston, T. R. (2012b). Methane production is reduced in an *in vitro* incubation when the rumen fluid is taken from cattle that previously received biochar in their diet. *Gas*, 1050 (1488), 1367.

17. Man, K. Y., Chow, K. L., Man, Y. B., Mo, W. Y., Wong, M. H. (2021). Use of biochar as feed supplements for animal farming. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 51 (2): 187 - 217.

18. McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A. (1995). *Animal nutrition*. Longman Singapore Publisher (Pte) Ltd., Singapore. ISBN: 0-582-21927-2.

19. McFarlane, Z. D., Myer, P. R., Cope, E. R., Evans, N. D., Bone, T. C., Biss, B. E., Mulliniks, J. T. (2017). Effect of biochar type and size on *in vitro* rumen fermentation of Orchard grass hay. *Agricultural Sciences*. 8:316 - 325.

20. Nguyen, X. L., Do, P. T. M., Nguyen, C. H., Kose, R., Okayama, T., Pham, T. N., Nguyen, P. F., Miyanishi, T. (2018). Properties of Biochars Prepared from Local Biomass in the Mekong Delta, Vietnam. *BioResources*. 13(4): 7325 - 7344.

21. Phanthavong, V., Viengsakoun, N., Sangkhom, I., Preston, T. R. (2015). Effect of biochar and leaves from sweet or bitter cassava on gas and methane production in an *in vitro* rumen incubation using cassava root pulp as source of energy.

Livestock Research for Rural Development. 27(72). <http://www.lrrd.org/lrrd27/4/phan27072.html>

22. Saleem, A. M., Ribeiro, G. O., Yang, W. Z., Ran, T., Beauchemin, K. A., McGeough, E. J., Ominski, K. H., Okine, E. K., McAllister, T. A. (2018). Effect of engineered biocarbon on rumen fermentation, microbial protein synthesis, and methane production in an artificial rumen (RUSITEC) fed a high forage diet. *Journal of Animal Science*. 96: 3121-3130.

23. Sonoki, T., Furukawa, T., Jindo, K., Suto, K., Aoyama, M., Sanchez - Monedero, M. A. (2013). Influence of biochar addition on methane metabolism during thermophilic phase of composting. *Journal of Basic Microbiology*. 53: 617 – 621.

24. Sun, T., Levin, B. D. A., Guzman, J. J. L., Enders, A., Muller, D. A., Angenent, L. T., Lehmann,

J. (2017). Rapid electron transfer by the carbon matrix in natural pyrogenic carbon. *Nature Communications*. 8 (1):14873.

25. Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., France, J. (1994). A sample gas production method using pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48: 185 - 197.

26. Winders, T. M., Jolly-Breithaupt, M. L., Wilson, H. C., MacDonald, J. C., Erickson, G. E., Watson, A. K. (2019). Evaluation of the effects of biochar on diet digestibility and methane production from growing and finishing steers. *Translational Animal Science*. 3 (2): 775 - 783.

27. Zhang, M., Li, J. H., Wang, Y. C., Yang, C. M. (2019). Impact of different biochar types on the anaerobic digestion of sewage sludge. *RSC Advances*. 9: 42375 - 42386.

EFFECTS OF LEVELS OF BIOCHAR PRODUCED FROM TROPICAL RICE STRAW IN DIETS ON *IN VITRO* RUMEN FERMENTATION AND METHANE PRODUCTION

Dinh Van Dung, Le Duc Thao, Than Thi Thanh Tra,

Vo Thi Minh Tam, Le Duc Ngoan, Le Dinh Phung

Summary

The objective of this study was to determine the effect of biochar levels in the diet on methane production, dry matter (DM) and organic matter (OM) digestibility, pH and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in *in vitro* condition. The experiment was arranged in a completely randomized design with 5 treatments with 5 levels of biochar of 0, 1, 3, 5 and 7% (DM basis) supplementing to diets. Biochar was produced from rice straw at 700°C. Total gas, methane production, digestibility of DM and OM, pH value and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration were determined at three time points of 4, 24 and 48h after incubation. Results showed that, total gas and methane production in the diet with biochar were lower than that in the diet without biochar. Methane production tended to decrease linearly ($P<0.01$) when increasing biochar level in the diet. Biochar levels in diet did not affect the pH value of incubation ($P>0.05$). In general, DM and OM digestibility as well as $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in diets supplemented with 1 or 3% biochar were similar to diets without biochar ($P>0.05$). When the biochar supplement level increased from 5 to 7% in the diet, the digestibility of DM and OM as well as the concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ decreased significantly compared to the diet without biochar supplementation ($P<0.01$). Supplementing 3% biochar in diets is recommended to reduce methane production while maintain the DM and OM digestibility.

Keywords: *Rice straw, in vitro fermentation, methane, greenhouse gas.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Đức

Ngày nhận bài: 10/9/2021

Ngày thông qua phản biện: 12/10/2021

Ngày duyệt đăng: 19/10/2021