

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/350112942>


Evaluating the methane reducing effects of nitrate in Korean cattle using CO2 method


Conference Paper · July 2023

CITATIONS

0


5 authors, including:

 **Jongsung Lee**
Seoul National University
18 PUBLICATIONS 28 CITATIONS
[SEE PROFILE](#)

 **Hyungsik Han**
Seoul National University
134 PUBLICATIONS 1,462 CITATIONS
[SEE PROFILE](#)

READS

11

 **Rajarajesan Bharanidharan**
Seoul National University
42 PUBLICATIONS 270 CITATIONS
[SEE PROFILE](#)

 **Wonpil Park**
Seoul National University
128 PUBLICATIONS 2,214 CITATIONS
[SEE PROFILE](#)

한우에서 CO₂법을 이용한 질산염 급여의 메탄 저감 효과 검증



이재성¹, Rajaraman Bharanidharan², 김경훈^{2,3}, 오준표⁴, 백병기^{1*}
 서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부¹, 서울대학교 그린바이오과학기술원², 서울대학교
 국제농업기술대학원³, 카길애그리퓨리나⁴
 * Corresponding author : mgbaik@snu.ac.kr

ABSTRACT

본 연구는 한우에서 질산염 급여에 의한 메탄 발생 저감 효과를 검증하기 위해 수행하였다. 20마리 한우 거세우(평균 일령 352 ± 12 일, 평균 체중 348 ± 18 kg)를 대조구와 질산염 급여구로 공시하였다. 대조구는 티모시 건초와 농후사료를 각각 하루 4kg 급여하였고, 질산염 급여구는 대조구 사료(조사료+농후사료) 원물의 2.5%를 calcium ammonium nitrate로 추가 급여 하였다 (NO₃⁻은 사료 건물기준 1.58% 함유). 시험 사료는 23일 급여하였고, 사료급여 21일부터 3일간 CO₂법을 메탄발생량을 측정하였다. 질산염 급여구는 대조구에 비해 일일 메탄발생량(L/day)이 감소하였고 ($p < 0.01$), 메탄발생 수율(L/kg DMI, L/BW^{0.75}) 또한 감소하였다 ($p < 0.05$, $p < 0.01$). CO₂법의 3일간 repeatability는 일일 메탄발생량에서 0.69 ($p < 0.01$), 메탄발생 수율(L/kg DMI, L/BW^{0.75})에서 각각 0.7 ($p < 0.01$), 0.73 ($p < 0.01$)을 보였다. 본 연구를 통하여 한우에서 질산염 급여는 장내발효 메탄 발생을 저감하는 효과가 있음을 확인하였다. 아울러 CO₂법으로 in vivo 메탄발생량 변화를 검증할 수 있음을 확인하였다.

INTRODUCTION

지구온난화에 전세계적 관심이 집중되면서 축산업계 또한 온실가스 감축이라는 이슈에 직면해 있다. 따라서 가축에 대한 온실가스 저감제들이 개발되고 있는 상황이고 동시에 평가가 이루어지고 있다. 반추동물의 대표적 온실가스인 CH₄의 표준 in vivo 평가법은 호흡챔버법으로 가장 정확하고 신뢰성이 높다는 장점이 있지만 동물의 행동을 제한하고 사료섭취량이 감소하는 등의 단점을 가지고 있다. CO₂법은 2010년에 발표된(Madsen et al., 2010) 반추동물 CH₄ 발생량 추정법으로 반추동물의 날숨에 섞인 CO₂를 마커로 이용하여 개체의 행동을 제한하지 않고, 가축이 사육되는 해당 환경에서 동물의 CH₄ 발생량을 추정할 수 있는 방법이다. CO₂법이라는 새로운 메탄추정법이 발표되었음에도 불구하고 해당 방법을 이용한 메탄저감제 평가가 전무한 상황이고, 그에 따라 메탄저감제에 대한 CO₂법의 반추동물 메탄발생량 변화 검증 능력도 확인되지 않은 상황이다. 본 연구는 질산염 급여를 통한 CO₂법의 반추동물 메탄발생량 변화 검증능력을 확인하기 위해 수행되었다.

MATERIALS AND METHODS

공시축

- 한우 거세우 20마리
- 일령: 352 ± 12 일
- 체중: 348 ± 18 kg
- 실험 시작 전 호흡챔버로 개체의 CH₄발생량을 측정하여 CH₄발생량과 체중을 고려해 균등한 두 개의 집단을 설정

사료

- 23일간 매일 티모시 건초 4kg + 농후사료 4kg 급여

첨가제

- 대조구 : 급여 없음
- 질산염 급여구 : 사료원물의 2.5%를 calcium ammonium nitrate[5Ca(NO₃)₂NH₄NO₃·10H₂O]로 추가급여
- NO₃⁻는 사료 건물기준 1.58% 급여되었음
- ※ 질산염의 메탄저감 원리 : 반추위 내 질산염이 암모니아로 환원되는 과정에서 메탄생성에 필요한 수소가 온을 경쟁적으로 흡수 (hydrogen sink)

사료 급여: 23일 [대조구 : 조사료 + 농후사료 / 처리구 : 조사료 + 농후사료 + calcium ammonium nitrate]

Fig 1. Overview of the experiment

Gas 측정: 3일

21일 23일

CO₂법 수행과정 (Fig 2)

① CH₄, CO₂ 농도(ppm) 측정 및 비율 계산

- 사료급여 21일째 부터 가스측정기(Airwell+7e; KINSCO technology, Korea)를 이용해 3일간 각 개체의 CH₄, CO₂ 농도(ppm) 측정
- 일일 3회 (공복, 오전사료 급여 중, 오후사료 급여 중), 1회 당 20분, 1초 간격으로 측정
- 기록된 CH₄, CO₂ 데이터에서 유사 내부 CH₄, CO₂ 농도를 빼서 값을 보정
- 보정된 데이터를 이용해 각 개체별 측정시간 동안의 CH₄:CO₂ 비율을 계산

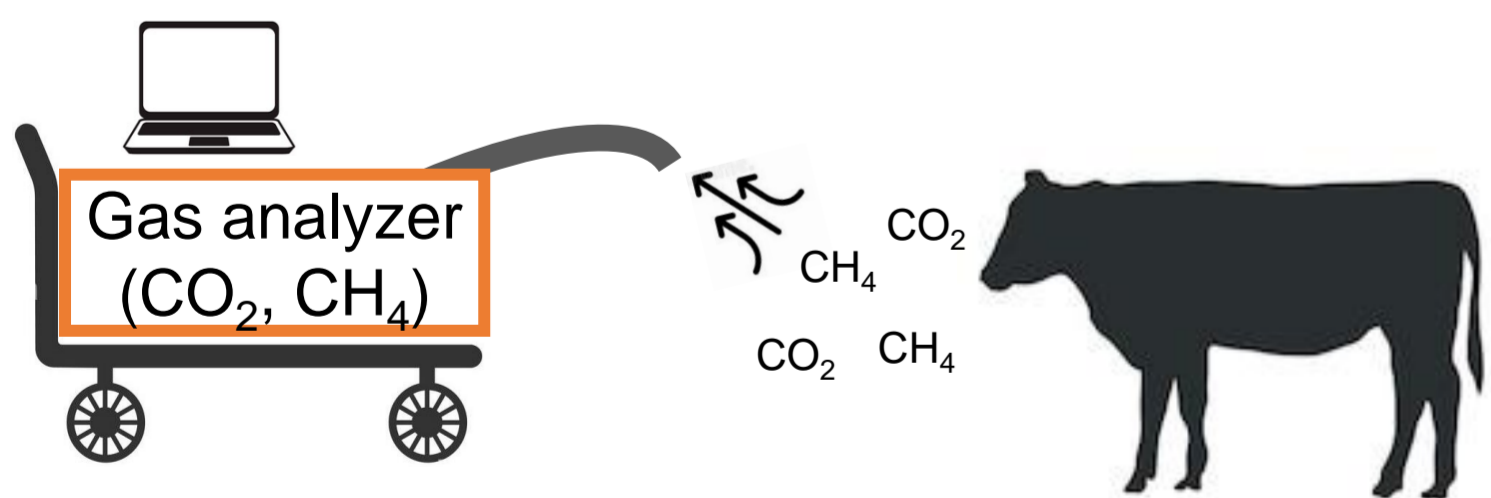
② 개체별 CO₂ 생성량(L/day) 산출

- 각 개체의 체중, 일당 증체량, 사료 에너지가(GE, MJ/kg DM)를 이용해 일일 CO₂ 생성량 산출
- CO₂ 생성량 산출식은 (CIGR, 2002), (Pedersen et al., 2008) 을 이용

③ 개체별 CH₄ 생성량(L/day) 계산

- 과정①에서 구한 CH₄:CO₂ 비율과 과정②에서 산출한 CO₂ 생성량을 곱하여 개체별 일일 CH₄ 생성량 계산

① CH₄, CO₂ 농도(ppm) 측정 및 비율 계산



[Example]

Cattle	Time	CH ₄	CO ₂	Corrected CH ₄	Corrected CO ₂	ratio
1	2023/04/01, 08:10:58	543	5600	533	5200	0.1025
1	2023/04/01, 08:10:59	562	5660	552	5260	0.1049
1	2023/04/01, 08:11:00	583	5820	573	5420	0.1057
...

② 개체별 CO₂ 생성량(L/day) 산출

- CIGR, 2002
- Pedersen et al., 2008

BW = body weight of the animals
 Y = average daily gain of the animals
 M = energy content of the feed, MJ/kg dry matter
 HPU = heat producing unit, heat production/1000

$$[I]: \text{Total heat production (watt)} \\ \text{(equation for beef cattle)} \\ = 7.64 \times BW^{0.69} + Y \left[\frac{23}{M} - 1 \right] \left[\frac{57.27 + 0.302 \times BW}{1 - 0.171 \times Y} \right]$$

$$[II]: \text{CO}_2 \text{ (L/day)} = \text{HPU} \times 180 \times 24$$

③ 개체별 CH₄ 생성량(L/day) 계산

- Madsen et al., 2010

$$\frac{\text{CH}_4}{\text{CO}_2} \times \text{CO}_2 \text{ (L/day)} = \text{CH}_4 \text{ (L/day)}$$

Fig 2. Procedure of the CO₂ method

통계분석

- 통계는 R 소프트웨어 버전 4.0.4를 이용했음
- 대조구, 처리구의 메탄 발생량(L/day), 메탄발생 수율(L/DMI kg, L/BW^{0.75}), CH₄:CO₂ 비율은 Wilcoxon Rank-Sum Test로 분석되었음
- 메탄 발생량(L/day), 메탄발생 수율(L/DMI kg, L/BW^{0.75})에 대한 repeatability는 "rptR"패키지를 이용해 분석되었음

RESULTS

Table 1. Methane emissions from Korean cattle steers (n = 10/group) fed diet with or without calcium ammonium nitrate

Items	Control	Nitrate	SD	p	CH ₄ reduction, %
CH ₄ , L/day	149	122	23.5	<0.01	18.1
CH ₄ , L/DMI kg	18.9	15.7	3	<0.05	16.8
CH ₄ , L/BW ^{0.75}	1.77	1.44	0.27	<0.01	18.6

DMI : Dry matter intake; BW : Body weight; SD : Standard deviation

- 일일 메탄 발생량, 메탄발생 수율은 질산염급여구가 대조구에 비해 유의적으로 적음.
- 반추위 메탄발생 저감율은 대략 17~19%를 보였음.

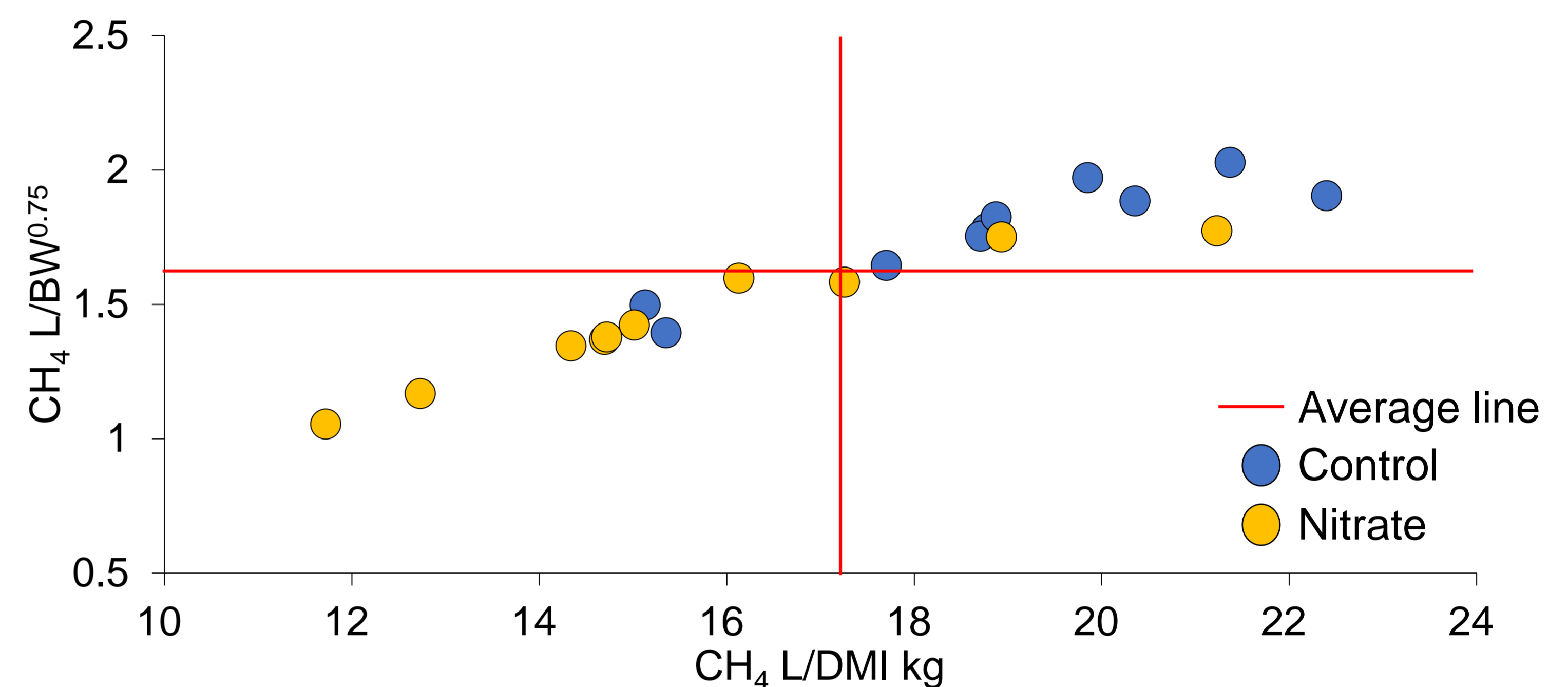


Fig 3. Methane yield of individual cattle (n=20) fed diet with or without nitrate

- 개체별로 정도의 차이가 있지만 대체적으로 질산염 급여구의 메탄발생 수율이 대조구에 비해 낮음을 확인.

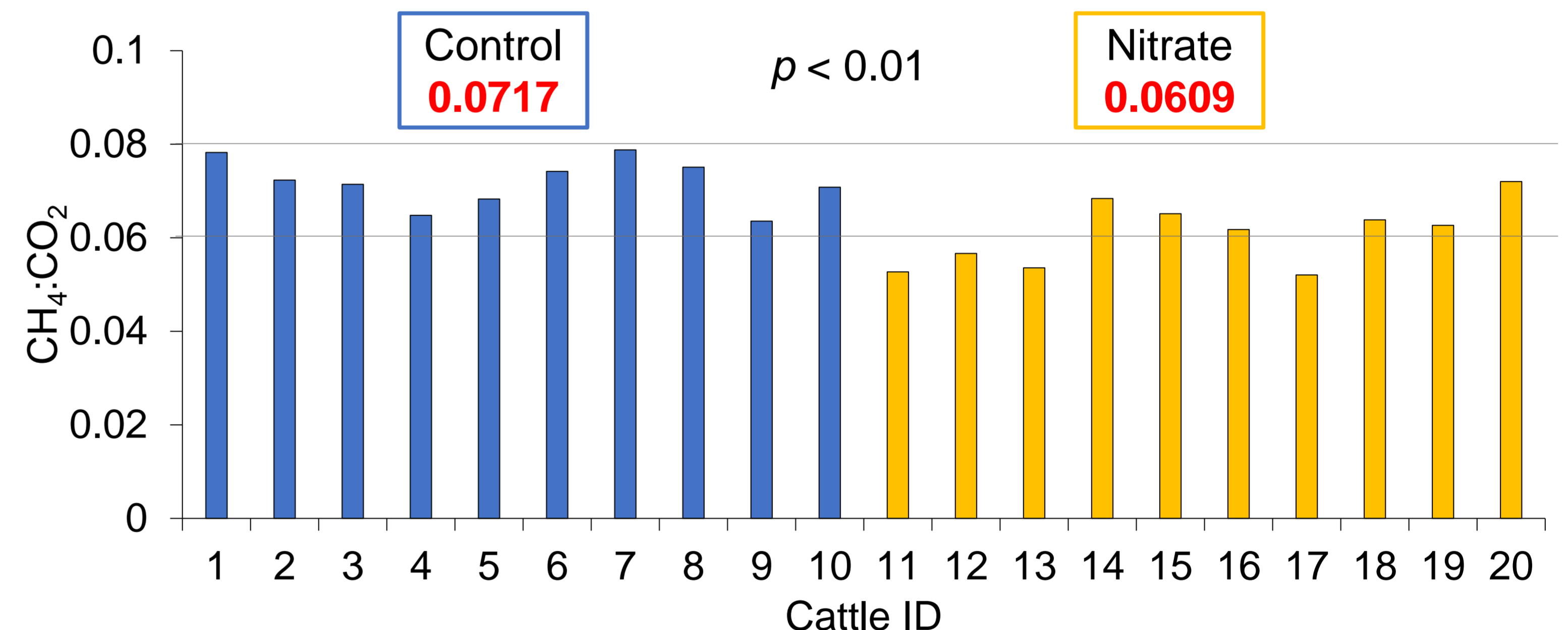


Fig 4. Individual values of the calculated CH₄:CO₂ ratio from the cattle fed diet with or without calcium ammonium nitrate

- CH₄:CO₂ 비율을 비교했을 때 질산염 급여구가 대조구보다 유의적으로 낮은 CH₄:CO₂ 비율을 보였음.

Table 2. Performance indexes of the CO₂ method for 3days data

Items	Repeatability	p	CV
CH ₄ , L/day	0.686	<0.01	7.6%
CH ₄ , L/DMI kg	0.698	<0.01	7.8%
CH ₄ , L/BW ^{0.75}	0.728	<0.01	16.8%

DMI : Dry matter intake; BW : Body weight; CV : Coefficient of variation

- 3일간 CO₂법의 반복성은 유의적으로 0.7내외를 보였음.
- CO₂법 결과의 변동계수(상대표준편차)는 대략 7~17%를 보였음.

CONCLUSION

- ✓ 질산염을 사료건물 1.58% 급여시 유의적인 메탄저감효과를 보임.
- ✓ CO₂법은 반추동물의 메탄저감제 급여에 의한 메탄 발생량 변화를 검증할 수 있음.
- ✓ CO₂법은 메탄저감제 in vivo 평가를 위해 사용될 수 있음.

REFERENCE

- CIGR, 2002. Climatization of animal houses – heat and moisture production at animal and house level. In: Pedersen, S., Sällvik, K. (Eds.), 4th Report of CIGR WorkingGroup. Horsens, Denmark, Research Centre Bygholm, Danish Institute of Agricultural Sciences, P.O. Box 536, DK-8700 Horsens, Denmark.
- Pedersen, S., Blanes-Vidal, V., Joergensen, H., Chwalibog, A., Haeussermann, A., Heetkamp, M.J.W., Aarnink, A.J.A., 2008. Carbon dioxide production in animal houses: a literature review. Agric. Eng. Int.: CIGR J. 8, 8.
- Madsen, J., Bjerg, B.S., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R., Lund, P., 2010. Methane and carbon dioxide ratio in excreted air for quantification of the methane production from ruminants. Livest. Sci. 129, 223–227.