육성기 한우에서 사료효율과 연관된 반추위액 대사체 평가

박철주, 윤상, 선현수, 심승현, 김민석, 정성주, 문승현, 김민석
전남대학교 동물자원학부
e-mail: qkrcjfwn3@naver.com

Evaluation of rumen fluid metabolites associated with feed efficiency of growing Hanwoo steers

Cheol-Ju Park, Yoon Sang, Hyeon-Su Seon, Seung-hyeun Sim, Min-seok Kim, Seong-ju Jeong, Seung-hyeun Moon, Minseok Kim
Dept, of Animal Science, Chonnam National University

요약

본 연구는 육성기 한우의 사료효율과 연관된 반추위액 대사체 분석을 위해 수행되었다. 동일한 TMR 사료를 급여한 총 64두의 육성기 거세우 한우를 공시하였으며, 사료효율이 상위 10%인 고능력우 그룹과 하위 10%인 저능력우 그룹으로 나누었다. 반추위액은 stomach tubing 방법을 이용하여 채취한 후 UPLC-Q-TOF MS를 통해 각 그룹에서 특징적인 대사물질을 식별했다. 두 그룹 간 사료효율의 차이가 대사물질에 미치는 영향을 평가하기 위해 Student's t-test를 통해 통계분석을 진행하였다. Rosaprostol, 4-(Tetrahydro-2-Furanyl)Butyl Decanoate 및 PE(16:0/18:1)는 상위 10% 그룹에서 유의적으로 증가하였으며, Juniperic acid은 하위 10% 그룹에서 유의적으로 증가하였다. 본 연구 결과를 통해 식별된 반추위 대사물질은 사료효율 분석을 위한 잠재적 바이오마커로 활용될 수 있음을 시사하고 있으며, 향후 한우의 사료효율을 개선시킬 수 있는 유용한 방법을 제공할 것으로 판단된다.

1. 서론

최근 국내 육류 소비량은 2016년에서 2021년까지 24.65% 증가하였으며, 이러한 소비자의 양질의 육제품에 대한 요구량은 앞으로도 지속적으로 증가될 전망을 보이고 있다 [1]. 이러한 추세에서 국내외 축산업은 적은 양의 사료를 소비하면서 더 많은 생산성을 가진 가축을 선택하고, 사육하기 위해 사료효율 지표에 대해 많은 관심을 보이고 있다. 반추동물의 사료효율은 반추위 미생물과 장내 영양소 흡수율에 따라 달라지며, 반추위 미생물이 생성하는 대사산물은 반추동물의 중간대사와 영양소 이용효율과 관련이 있어 사료효율에 영향을 미칠 수 있다 [2].

대사체학은 생물학적 표본에서 대사산물을 측정하고, 체내 화학 반응을 규명하여, 분자 및 세포 수준에서 대사 과정을 파악할 수 있는 학문이다. 최근 반추위 대사체 바이오마커에 대해 높은 해상도와 검출을 위해 대사체학 접근법이 활용되고 있으며, 이러한 대사체 연구는 반추동물의 체내 대사산물을 식별할 수 있는 유용한 방법으로 활용할 수 있을 것으로 파악된다 [3]. 하지만, 한우 반추위액의 대사물질 연구는 거의 보고된 바가 없다. 본 연구에서는 ultra-high performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry(UPLC-Q-TOF MS)를 사용하여, 육성기 한우에서 반추위액 대사물질을 분석하고 사료효율이 좋은 그룹과 나쁜 그룹에서 대사물질의 차이를 비교하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험 설계

본 실험은 영양수준이 동일한 TMR 사료를 급여한 평균 13개월령의 육성기 한우 거세우 64두(평균 체중 431.2 ± 38.8 kg)를 공시하였다. 64마리 중에서 사료효율이 높은 상위 10%(6두) 그룹과 사료효율이 낮은 하위 10%(6두) 그룹을 선별하였다. 두 그룹에서 stomach tubing 방법을 이용하여 반추위액을 채취하였다. 채취한 반추위액은 대사물질을 분석하기 전까지 -80 °C에서 보관하였다.

2.2 UPLC-Q-TOF MS 분석

동결건조를 진행한 반추위액 시료를 표준물질이 들어있는 80% methanol로 혼합한 후 blender를 이용하여 추출하였다.

추출한 시료는 Acquity UPLC BEH C18 column(2.1 mm × 100 mm, 1.7 um; Waters)이 장착된 Waters Acquity UPLC-Q-TOF(Waters, USA)를 이용하여 negative mode에서 분석하였다.

2.3 데이터 분석

UPLC-Q-TOF MS로부터 얻어진 데이터는 사료효율 상하위 그룹 간 대사체 차이를 확인하기 위해 XLSTAT(version 2022.1.1.) 프로그램을 사용하여 Student's t-test를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

UPLC-Q-TOF MS의 분석 결과 Rosaprostol, 4-(Tetrahydro-2-Furanyl)Butyl Decanoate 및 PE(16:0/18:1)는 사료효율이 하위 10%인 그룹에 비해 사료효율이 상위 10% 그룹에서 증가하였다(p<0.05). Rosaprostol, 4-(Tetrahydro-2-Furanyl)Butyl Decanoate과 PE(16:0/18:1)의 대사산물이 반추위 발효에 미치는 영향에 대해 알려지지 않았다. 이러한 대사산물이 한우 사료효율을 판단할 수 있는 바이오마커로서 활용 가능성에 대해 후속 연구가 필요할 것 사료된다. 반면에, juniperic acid은 사료효율이 하위 10%인 그룹에서 증가하였다 (p<0.05) (Table 1). Juniperic acid의 전구물질인 palmitic acid는 acetic acid, butyric acid와 같은 단쇄지방산으로 부터 형성될 수 있으며, 반추위의 protozoa에서 가장 높은 비율로 존재하는 지방산으로 알려져 있다 [4]. 이전의 연구에서 반추위내 protozoa를 제거하는 방법인 defaunation은 육우의 건물 섭취량을 감소시키고, 일당 증체량을 증가시켜 사료효율을 개선시킨 결과를 보여주었다 [5]. 따라서, 사료효율이 낮은 하위 10% 그룹에서 juniperic acid의 감소는 protozoa의 감소와 관련이 있는 것으로 추정된다.

본 연구에서 사료효율과 연관된 대사물질의 수가 많지 않았기 때문에, 사료효율이 좋은 상위 10% 그룹과 사료효율이 나쁜 하위 10% 그룹 사이의 발효성상과 미생물 균총도 전반적으로 큰 차이가 없을 것으로 추정된다.

Table 1. Ruminal metabolites detected by UPLC-Q-TOF MS.

Compound	HF group[1)]	LF group[2)]
Rosaprostol	0.211 ± 0.078 [b]	0.346 ± 0.122 [a]
4-(Tetrahydro-2-Furanyl)Butyl Decanoate	0.211 ± 0.078 [b]	0.346 ± 0.122 [a]
Juniperic Acid	0.340 ± 0.099 [b]	0.599 ± 0.236 [a]
PE(16:0/18:1)[3)]	0.097 ± 0.036 [a]	0.033 ± 0.045 [b]

[1)] HE group, High feed efficiency group.
[2)] LE group, Low feed efficiency group.
[3)] PE(16:0/18:1), 1-palmitoyl-2-oleoyl-sn-glycero-3-phosphoethanolamine
Values are measured as mean ± SD.
[a~c] Values with different superscripts within same row are significantly different, (p<0.05).

4. 결론

본 연구에서 확인된 대사물질 중에서 육성기 한우에서 사료효율과 연관된 대사물질은 4개로 많지 않았지만, 동일한 사료를 급여하더라도 사료효율의 차이가 대사산물에 영향을 미친다는 것을 보여주었다. 이러한 사료효율과 연관된 대사물질은 사료효율 분석을 위한 잠재적인 바이오마커로 활용될 수 고, 반추위 발효조절을 통한 사료효율 향상에 기여할 수 있을 것으로 여겨진다. 향후 연구에서는 더 많은 한우 개체수를 이용한 반추위액 대사물질의 분석을 통해 더 많은 사료효율 관련 바이오마커를 확인할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

[1] 국가농식품통계서비스, “국가별 육류 소비량”, 2021. http://kass.mafra.go.kr/newkass/kas/index.do

[2] B. A. Clemmons, J. B. Powers, S. R. Campagna, T. B. Seay, M. M. Embree, P. R. Myer, “Rumen fluid metabolomics of beef steers differing in feed efficiency”, *Metabolomics*, Vol. 16, No. 23, pp. 16-23, January, 2020. DOI:https://doi.org/10.1007/s11306-020-1643-x

[3] C. Xu, L. W. Sun, C. Xia, H. Y. Zhang, J. S. Zheng, J. S. Wang, “1H-nuclear magnetic resonance-based plasma metabolic profiling of dairy cows with fatty liver”, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 29, No. 2, pp. 219-229, February, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.5713/ajas.15.0439

[4] M. M. Or-Rashid, N. E. Odongo, B. W. McBride, “Fatty acid composition of ruminal bacteria and protozoa, with emphasis on conjugated linoleic acid, vaccenic acid, and odd-chain and branched-chain fatty acids”, *Journal of animal science*, Vol. 85, No. 5, pp.

1228-1234, May, 2007.
DOI: https://doi.org/10.2527/jas.2006-385

[5] C. J. Newbold, G. de la Fuente, A. Belanche, E. Ramos-Morales, N. R. McEwan, “The role of ciliate protozoa in the rumen”, *Frontiers in Microbiology*, Vol. 6, pp. 1-14, November, 2015.
DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01313