

NOTE

사료와 축분에 생균제 첨가 시 한우분 내 질소와 수용성인의 함량 변화: 현장연구 중심으로

최인학*

충부대학교 애완동물자원학과

Changes of Nitrogen and Soluble Reactive Phosphorus Content in Hanwoo Manure Using Probiotics to Feed and Manure: A Field Study

In-Hag Choi*

Department of Companion Animal & Animal Resources Sciences, Joongbu University, Geumsan-gun 312-702, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the changes in nitrogen and soluble reactive phosphorus(SRP) contents from hanwoo manure using probiotics to feed and manure additives during 5 weeks. A total of 45 hanwoo(24 months old) with averaging 580±20 kg in weight were randomly assigned to 3 dietary treatments with 3 replicates per treatment(5 hanwoo per pen, 5 x 8 m). The treatment were supplemented, control, T1(10 kg roughage + 2 kg concentrate(2% probiotics as-fed basis)), and T2(10 kg roughage + 2 kg concentrate(2% probiotics as-fed basis) + 7 kg probiotics on the surface of hanwoo manure (top-dressing)). During the experimental period, there were statistically significant differences($P<0.05$) in pH values at 3 and 5 weeks; TN contents at 5 weeks; and SRP contents at 5 weeks in all treatments. Adding probiotics to feed or feed and manure increased manure pH in comparison with controls. As time increased, changes in TN contents decreased in the order: T2 > Control > T1. Especially, the reduction in SRP contents in all treatments at 5 weeks was in following order: T1 > T2 > Control. This result suggests that it is possible to make efficient use of probiotics as feed and manure additives for reducing environmental pollution or to provide fundamental information on livestock managements to producers.

Key words : Probiotics, Total nitrogen, Soluble reactive phosphorus, pH, Hanwoo manure

1. 서론

최근 국내의 한우산업은 경영주가 근로자들을 고용하여 관리 운영되는 대형화 형태(2012년 현재 약 280만두)로 꾸준히 증가하는 추세에 있다(Statistics Korea, 2012). 그러나 사육두수의 증가는 한우산업에서 발생하는 축분뇨 처리 및 악취 등의 필연적인 환경

문제가 발생하게 되었다. 이와 더불어 축산물 내 항생제 잔류 문제까지 제기되면서 선진국에서는 2000년 이후 점차적으로 사료에 항생제 및 호르몬제의 사용을 엄격히 금지하고 있다(Shin 등, 2001). 이런 시류에 따라 국내에서는 2011년 7월 가축사료에 대한 항생제의 사용을 전면 금지하였다(Lee와 Lim, 2011). 따라서 한우산업 현장에서는 환경문제를 해결하면서 항생

Received 12 February, 2013; Revised 19 March, 2013;

Accepted 20 March, 2013

*Corresponding author : In-Hag Choi, Department of Companion Animal & Animal Resources Sciences, Joongbu University, Geumsangun 312-702, Korea
Phone: +82-19-527-7422
E-mail: wicw@chol.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

제를 대체할 새로운 물질로서 효소제, 생균제 및 식물성 생리 활성물질에 대한 관심이 증대되고 있다. 이들 가운데 특히 항산화제 역할을 하는 물질은 사료 첨가 수준과 가축의 급여기간에 따라 지방산패를 방지하여 육질의 향상 및 안정성을 증가시킨다고 보고하였다(Buckley 등, 1995). 생균제(probiotics)는 “장내에 존재하는 미생물군을 개선시켜 숙주로서 사람과 동물에게 효과를 줄 수 있는 물질”로 정의된다(Fuller 1989; Havenaar와 Huis in't Veld, 1992). 그러나 생균제를 이용한 축사 내 환경과 축분에 미치는 영향에 대한 보고는 미흡하다. 더욱이 한우의 경우, 생균제를 사료와 축분에 첨가하여 축분내 함유된 질소와 수용성 인 함량을 비교한 현장연구는 거의 없다.

따라서 본 연구는 현장연구로서 한우사료와 한우분에 생균제를 첨가하여 축분내에 함유된 질소와 수용성 인 함량을 조사하여 이에 대한 결과를 축산경영자들에게 기초자료와 경영정보를 제공하기 위한 목적으로 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

본 실험은 진주시에 소재한 한우사육 농장에서 사육프로그램에 준하여 5주간 실시하였다. 한우사 시설은 총 9개 개방식 형태로 각 한우사 면적은 5 m×8 m였다. 실험설계는 3처리구, 3반복 실험인 완전임의 배치법(Completely randomized design)으로 각 우사에는 한우를 5두씩 배치하였다. 실험에 이용된 한우는 생체중 약 580±20 kg인 24개월령 암소로 총 45마리였다. 한우분(Hanwoo manure) 샘플 채취방법은 각 처리구의 한우사에서 손을 이용하여 다른 다섯 지점에서 분을 채취하여 바닥에 놓고 잘 섞이게 하였다. 100 g 무게로 저울로 정량 후 지퍼백에 넣어 분석을 위하여 4℃에서 냉장 보관하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 생균제 첨가

본 실험에 사용된 생균제는 진주에 위치한 참살이 영농조합법인에서 구입하였다. 한우 사양시험이 시작되기 전 T1(사료에 생균제만 첨가)과 T2(사료와 한우

분에 생균제 첨가) 처리구의 생균제는 아래에 제시된 비율에 따랐으며, 대조구는 생균제를 첨가하지 않았다. 또한 매주마다 생균제는 아래의 비율로 첨가하였다.

- 1) Control - 조사료 10 kg + 농후사료 2 kg
- 2) T1 - 조사료 10 kg + 농후사료 2 kg(사료 급여량의 2%의 생균제 급여)
- 3) T2 - 조사료 10 kg + 농후사료 2 kg(사료 급여량의 2%의 생균제 급여) + 축분 표면에 7kg 생균제(top dressing)

2.2.2. 한우분의 pH, 총질소 및 수용성 인 분석

한우분의 pH 분석은 샘플 20 g을 200 ml 증류수에 섞어 원심분리기(Hanil Science Industrial Co., Kangneung, South Korea)를 이용하여 12,000 rpm에서 5분 동안 원심 분리하였다. 상층과 하층이 분리된 샘플은 실온에서 30분간 정치 후 pH meter(Mettler Delta 350, CH-8902 Urdorf, Switzerland)로 상층 부분을 바로 측정하였다. 총 질소(Total nitrogen, TN) 함량 분석은 1 g salicylic acid, 5 g sodium thiosulfate($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 그리고 40 mL H_2SO_4 용액을 샘플 시료 5 g에 첨가하여 Kjeldahl 분해 증류장치에서 분해와 증류단계를 거쳤다. 포집된 증류액은 산염기 적정반응을 통해 1/14 N HCl 용액으로 적정하여 계산하였다(Nahm, 1992). 수용성 인 함량 분석은 pH 측정 후 상층 액상시료를 채취하여 0.45 μm membrane filter을 이용하여 여과시켰다. 여과된 액상시료는 HCl로 pH 2에 맞추어 ascorbic acid 분석 방법에 준하여 spectrophotometer(UV-24D1(PC)5, SHIMADZU, Australia)로 880 nm에서 측정하였으며(American Public Health Association, 1992), 1주, 3주 및 5주째에 채취한 샘플로 분석하였다.

2.2.3. 통계처리

본 자료의 통계분석은 Duncan's Multiple Range Test(Duncan, 1955)로 SAS(2000)를 이용하여 분석되었다. 평균간의 유의성은 5% 수준에서 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

1주, 2주 그리고 5주에서 분석된 한우분의 pH, 총질소(total nitrogen, TN) 및 수용성 인(soluble reactive phosphorus, SRP) 함량에 대한 결과를 Fig. 1, 2 그리

고 3에 제시하였다. 모든 처리구는 pH의 경우 3주와 5 주, TN과 SRP는 5주에서 통계적 유의성이 인정되었다($P<0.05$). 생균제에 대한 pH 변화는 모든 처리구에서 9이상으로 주차 별 증가하는 경향을 보였다. 대조구와 비교할 때, 사료와 축분에 생균제를 처리한 구(T2)에서 pH(9.10 ~ 9.54)가 높게 나타났다(Fig.1). 그 다음은 사료에 생균제만을 처리한 구(9.10 ~ 9.51, T1)와 대조구(9.13 ~ 9.34)순으로 pH가 낮게 나타났다. 위의 결과에서 생균제를 처리한 구가 대조구보다 pH가 높게 나타나는 이유는 사료에 함유된 생균제가 가축의 소화기관을 통해 소화 흡수된 후 배설된 축분과 생균제를 축분에 첨가했을 때 축분에 함유된 미생물의 활성과 작용이 큰 것으로 보여진다. Kim 등(2012)의 연구에 따르면, 한우분의 pH가 9.17 ~ 9.21의 범위로서 본 연구 결과와 비슷하지만 약간 낮은 수치를 보여주었다. 그들은 산(acid)으로서 축분 첨가제인 황산알루미늄(aluminum sulfate)과 염화알루미늄(aluminum chloride)을 축분에 첨가 시 병원균을 포함한 많은 미생물 활성을 억제하여 pH가 낮다고 보고하였다. 본 연구 결과와 Kim 등(2012)의 연구 결과와의 차이점은 첨가제로 화학약품을 사용하였으나 본 연구에서는 생균제를 사용하였다는 점에서 기인하는 것으로 생각된다.

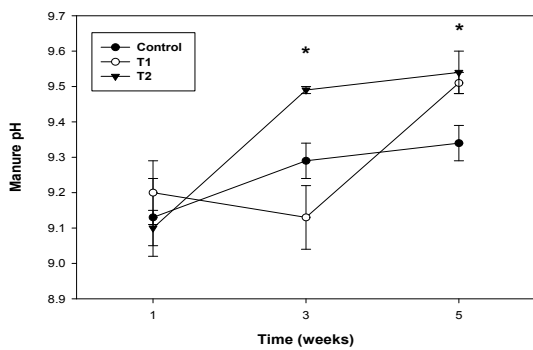


Fig. 1. Changes in pH from hanwoo manure with and without probiotics as a function of time. *Bars indicate significant difference at $P<0.05$. Treatment means T1 = 10 kg roughage + 2 kg concentrate (2% probiotics as-fed basis), T2 = 10 kg roughage + 2 kg concentrate (2% probiotics as-fed basis) + 7 kg probiotics on the surface of hanwoo manure (top-dressing).

1주에서 5주로 진행되는 과정에서 측정된 총 질소 함량은 T2 처리구(11.1 ~ 8.8 g/kg)에서 높은 함량을 보였으며, 대조구(10.5 ~ 7.3 g/kg) 다음으로 T1 처리구(10.5 ~ 6.5 g/kg)에서 낮았다(Fig.2). 또한 총 질소 변화는 모든 처리구에서 1주에서 3주로 가면서 낮아지고, 5주에서는 다시 증가하는 비슷한 형태를 나타내었다. 위 연구에서 알 수 있는 사실은 TN 함량이 계절적 요인과 온도 습도 등에 따라 영향을 받는다는 것이다. 그 예로, 실험 당시 축사 상태는 더운 날씨가 반복되었고 강수로 인하여 상대적으로 습도와 온도의 증감이 자주 있었다는 점이다. 일반적으로 우분의 축분 가치는 계분과 돈분과는 달리 질소함량이 낮기 때문에 토양개량제로 많이 이용된다. 따라서, 우분이 유기질 비료로서 가치를 얻기 위해서는 질소 함량이 높아야 한다.

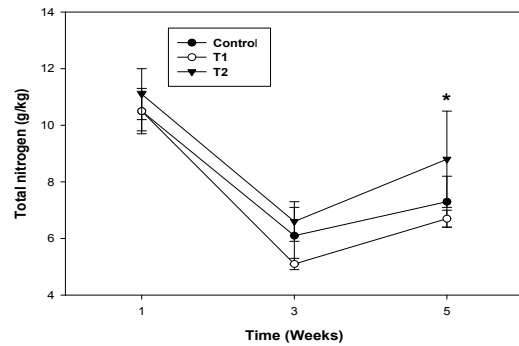


Fig. 2. Changes in total nitrogen from hanwoo manure with and without probiotics as a function of time. *Bars indicate significant difference at $P<0.05$. Treatment means T1 = 10 kg roughage + 2 kg concentrate (2% probiotics as-fed basis), T2 = 10 kg roughage + 2 kg concentrate (2% probiotics as-fed basis) + 7 kg probiotics on the surface of hanwoo manure (top-dressing).

수용성 인(SRP) 함량 변화는 대조구(50.30 ~ 66.10 mg/kg)와 비교할 때, 주별에 따라 사료에 생균제 처리구(68.80 ~ 59.80 mg/kg)와 사료와 축분에 생균제를 처리한 구(60.90 ~ 63.20 mg/kg)에서 다양한 차이를 보여주었다(Fig.3). 특히, 5주에서 세 처리구를 비교하면, 사료에 생균제만을 처리한 구에서 SRP 함량이 낮았다. SRP 함량이 감소된 주된 이유는 미생물

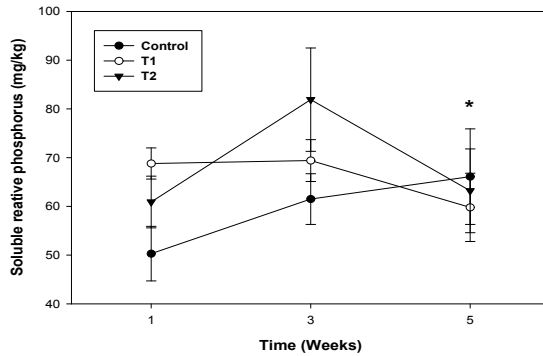


Fig. 3. Changes in soluble reactive phosphorus from hanwoo manure with and without probiotics as a function of time. *Bars indicate significant difference at $P < 0.05$. Treatment means T1 = 10 kg roughage + 2 kg concentrate (2% probiotics as-fed basis), T2 = 10 kg roughage + 2 kg concentrate (2% probiotics as-fed basis) + 7 kg probiotics on the surface of hanwoo manure (top-dressing).

의 활성으로 보여진다. 수용성 인은 강, 호수 및 연못 등에 서식하는 조류(algae)가 섭취하여 부영양화를 증가시켜 수질오염의 원인이 되는 물질이다(Edwards와 Daniel, 1993). 이는 축분에 함유된 SRP 함량을 줄이는 것이 수질오염을 감소시키는 하나의 방법이 될 수 있다는 것을 의미한다. Moore 등(1995, 1999)은 황산알루미늄을 깔짚(poultry litter)에 첨가했을 때 깔짚 내 pH를 감소시켜 질소(N)함량이 높이고 수용성 인(SRP) 함량이 감소된다고 하였다. Choi와 Moore (2008)의 연구에서도 깔짚에 액상염화알루미늄(liquid aluminum chloride)을 분무했을 때, 질소(N)함량이 높아지고 수용성 인(SRP) 함량이 감소된다고 보고하였다. 이들 연구는 특히 TN 증가와 SRP 감소요인이 pH라는 점을 밝힌 것이다. 따라서 본 연구에서 생균제는 산(acid) 첨가제가 아니므로 TN과 SRP 함량의 증감 차이는 pH와는 관련이 없다는 것으로 결론 지을 수 있다. 그리고 사료와 축분에 생균제를 첨가하여 한우에 적용된 연구보고가 없기 때문에 본 연구를 통해 사료와 축분에 생균제의 이용은 유기질 비료의 가치 향상과 수질오염원의 감소시킬 수 있다는 가능성을 제시할 수 있다.

4. 결론

본 연구는 현장연구로서 한우사료와 축분에 생균제를 첨가하여 축분 내에 함유된 질소와 수용성인 함량을 조사해봄으로써 이에 대한 기초자료와 경영정보를 제공하여 축산환경경영에 도움을 주고자 수행하였다. 생균제에 대한 축분의 영향은 모든 처리구에서 pH의 경우 3주와 5주, 총 질소(TN)과 수용성 인(SRP)은 5주에서 통계적 유의성이 인정되었다($P < 0.05$). 대조구와 비교할 때 사료에 생균제를 처리한 구와 사료와 축분에 생균제를 처리한 구에서 pH가 높게 나타났다. TN 함량은 주별에 따라 사료와 축분에 생균제를 처리한 구에서 높았으며, 그 다음은 대조구, 사료에 생균제를 처리한 구 순이었다. 특히, SRP 함량은 5주에서 세 처리구를 비교시 사료에 생균제만을 처리한 구에서 낮았으며, 대조구에서 높게 나타났다. 결론적으로 사료와 축분에 생균제를 첨가하는 경우, 유기질 비료의 가치향상과 수질오염원의 감소시킬 수 있다는 가능성을 시사해주었다. 그러므로 본 연구의 결과는 축산경영자에게 생균제를 이용한 축산 폐기물의 처리와 활용에 유용한 정보가 될 수 있다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ0077572013)의 지원에 의해 이루어 졌으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- American Public Health Association, 1992, Standard methods for the examination of water and wastewater, 18th Ed. American Public Health Association, Washington, DC, USA.
- Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Gray, J. I., 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.*, 71, 3122-3130.
- Choi, I. H., Moore, P. A. Jr., 2008, Effects of liquid aluminum chloride additions to poultry litter on broiler performance, ammonia emissions, soluble phosphorus, total volatile fatty acids, and nitrogen

- contents of litter, *Poult. Sci.*, 87, 1955-1963.
- Duncan, D. B., 1955, Multiple range and multiple F-tests, *Biometrics.*, 11, 1-42.
- Edwards D. R., Daniel, T. C., 1993, Effects of poultry litter application rate and rainfall intensity on quality of runoff from fescue plots, *J. Environ. Qual.*, 22, 361-365.
- Fuller R., 1989, Probiotics in man and animals, *J. Appl. Bacteriol.*, 66, 365-378.
- Havenaar, R., Huis in 't Veld, J., 1992, Probiotics: A general view. In: wood ed. *The lactic acid bacteria in health and disease*, Elsevier Appl. Sci., 209-224.
- Kim, S. C., Amanullah, S. M., Kim, D. H., Lee, H. J., Choi, J. H., Lee, G. D., Choi, I. H., 2012, Effects of manure additives on pH and pathogen populations in Hanwoo(Korean native cattle) manure, *Korean. J. Environ. Sci.*, 21, 1529-1533.
- Lee, E. Y., Lim, J. S., 2011, Effective feeding methods for the reduction of malodor and an increase in productivity in livestock. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.*, 39, 200-209.
- Moore, P. A. Jr., Daniel, T. C., Edwards, D. R., Miller, D. M., 1995, Effect of chemical amendments on ammonia volatilization from poultry litter, *J. Environ. Qual.*, 24, 294-300.
- Moore, P. A. Jr., Daniel, T. C., Edwards, D. R., 1999, Reducing phosphorus runoff and improving poultry production with alum, *Poult. Sci.*, 78, 692-698.
- Nahm, K. H., 1992, *Practical guide to feed, forage and water analysis*(English Edition), Yoo Han Pub. Co, Seoul, South Korea.
- SAS Institute, 2000, *SAS User's guide: Statistics*, Version 8 edition SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Shin, H. T., Keum, D. H., Lee, H. W., Rhee, D. K., Hwang, B. S., Lee, J. H., 2001, Screening of yeasts for the development of direct-fed microbials. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.*, 43(5), 721-726.
- Statistics Korea, 2012, *The size of housing and a head by livestock and provinces.*