

SHORT COMMUNICATION

생균제와 제올라이트를 혼합한 축분첨가제가 돈분 슬러리에서 발생하는 유해 가스 발생량에 미치는 영향

장우환 · 최인학^{1)*}

경북대학교 농경제학과, ¹⁾충부대학교 애완동물자원학전공

Effect of Manure Additives Mixed with Probiotics and Zeolite on Harmful Gas Production Released From Pig Slurry

Woo-Whan, Jang, In-Hag, Choi^{1)*}

Department of Agricultural Economics, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

¹⁾Department of Companion Animal & Animal Resources Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of manure additives mixed with probiotics and zeolite on harmful gas production generated by pig slurry. A total of 180 crossbred pigs ([Yorkshire x Land race] x Duroc, live weight 70±3.21 kg) were allotted to a completely randomized design with 3 treatments and 3 replications (20 heads per replicate). The treatments consisted of 0% (control), 0.05% (T1), or 1% (T2) of manure additives mixed with probiotics and zeolite. Manure additives were added weekly to pig slurry pits (2 m × 4.5 m × 1.2 m) on a volumetric basis. For ammonia measured at both 10 cm and 90 cm above the pig slurry pit, a statistical significance ($p < 0.05$) was found in probiotics and zeolite-treated manure additives at weeks 1 - 3, except for week 0. In addition, hydrogen sulfide levels measured at 10 cm above the pig slurry pit were not affected by the manure additive at weeks 0 and 1, but showed a significant statistical difference at weeks 2 and 3 ($p < 0.05$). Therefore, supplementing pig slurry with 0.05% and 0.1% manure additives mixed with probiotics and zeolite was found to be effective in reducing environmental pollution in pig facilities.

Key words : Ammonia, Hydrogen sulfide, Manure additives, Pig slurry, Probiotics, Zeolite

1. 서론

축산분뇨는 축종, 가축의 연령, 사료 종류, 사양 방법 등 여러 요인에 의해 성분이 달라지므로 각 특성에 맞는 축산분뇨 처리법이 요구되고 있다. 축산분뇨 처리는 미국 및 유럽을 비롯한 선진국에서는 자원화라는 개념을

도입하여 재생에너지로서 가치를 평가하고 있다(Chung, 2013). 또한 환경경영이 요구하고 있는 지속가능성과 대체 자원으로서 그 중요성이 강조되고 있고(Ahn et al., 2013), 이에 대한 선행 연구로는 가축분뇨를 이용한 바이오가스 생산 및 회수와 자원순환형 가축분뇨 에너지화 방안의 지속적인 연구가 있다(Hwang, 2006; Park et

Received 23 December, 2021; Revised 29 December, 2021;
Accepted 3 January, 2022

*Corresponding author: In-Hag, Choi, Department of Companion Animal & Animal Resources Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea

Phone : +82-41-750-6284

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.

al., 2010; Kim, 2011). 특히 가축분뇨 중 돈분 슬러리(pig slurry)는 고형물과 유기물의 농도가 매우 높고 환경오염 부하량이 큰 것이 특징이다(Park et al., 2010). 따라서 돈분 슬러리의 성상은 돈사의 구조, 사양체계, 계절 및 저장기간에 따라 좌우되며 이는 유기물의 분해 정도가 달라지게 되므로 적절한 처리방법이 요구된다(Park et al., 2010). 특히 선제적으로 축사내 환경오염원을 줄이고 축종별 축분의 특성을 파악하여 그 가치를 지속적으로 평가하는 작업이 필요하다. 그러나 이에 대한 정보와 자료는 부족한 실정으로 추가적인 연구가 뒷받침되어야 한다. 예를 들면 생균제를 이용할 경우 축사내 환경오염이 저감된다고 보고하였으며(Lee and Lim, 2010), 가축이 필요로 하는 사료에 단백질과 아미노산의 적절한 수준을 조절하거나 낮추면 가축의 분에서 배출되는 이들 가스 발생량을 줄일 수 있다고 하였다(Ding and Moon, 2015). 그러나, 국내시장에 유통되고 있는 생균제 수는 다양하고 그 정보도 정확하지 않아 양돈농가에서 제품을 선택을 하는데 있어 어려운 점이 있다고 보고한 바 있다(Choi et al., 2015). 이러한 맥락에서 생균제와 제올라이트(zeolite)를 활용하여 돈사내 슬러리에서 발생하는 문제를 해결할 방안을 모색해 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 생균제와 제올라이트를 혼합한 축분첨가제가 돈분 슬러리에서 발생하는 유해 가스 발생량에 미치는 영향을 조사하여 양돈농가의 축산환경영양에 기초 자료를 제공하는데 그 주안점을 두었다.

2. 재료 및 방법

양돈 사양시험은 경상북도 영주에 위치한 단산농장에서 동물생명윤리 가이드 라인에 준하여 3주 동안 실시하였다. 총 180두의 3원 교잡종([Yorkshire × Land race] × Duroc) 비육돈(70±3.21 kg)을 완전임의배치법으로 3처리, 3반복(반복당 20두)로 하여 설계되었다. 각 pen(2 m × 4.5 m)은 사료통 1개와 급수라인이 연결되어 있으며 바닥은 슬러리 피트(slurry pit)로 된 시설이었다. 공급된 사료는 대사에너지 3,400 kcal/kg, 단백질 16%인 비육돈 사료로 자유 급식토록 하였다. 물 역시 사료와 같은 방법으로 공급되었다. 시험구는 대조구, 생균제와 제올라이트가 혼합된 축분첨가제 0.05% (T1)와 0.1%(T2)로 구성되었다. 본 사양시험에 이용된 축분

첨가제는 ㈜아미텍(Geum san, Chungnam)으로부터 공급받았다. 축분첨가제 처리 비율은 슬러리 피트(2 m × 4.5 m × 1.2 m) 아래에 저장된 슬러리아량을 계산하여 0.05%와 0.1% 비율로 매주 첨가하였다. 유해가스는 슬러리 피트 위 10 cm와 90 cm에서 발생하는 농도가 다르기 때문에 각 pen 당 6곳의 다른 지점에서 측정하였다. 슬러리 피트 위 10 cm 위치에서 암모니아(NH₃)와 황화수소(H₂S)를 다중가스분석기(Yes Plus LGA, Delta, Canada)를 이용하여 매주 측정하였다. 또한 암모니아는 슬러리 피트 위 90 cm 위치에서 측정하였다. 통계분석은 분산분석을 위해 SAS GLM 프로그램을 이용하여 실시하였다(SAS, 1996). 처리구간 통계적 유의성은 Duncan's multiple range test로 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다(Duncan, 1955).

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 돈분 슬러리 피트 위 10 cm 위치에서 측정된 암모니아와 황화수소 농도 결과를 나타내었다. 암모니아의 경우, 0주차를 제외하고 모든 주에서 처리구간에 유의성이 인정되었다($p < 0.05$). 시간이 지남(1주~3주)에 따라 축분첨가제를 첨가한 모든 처리구의 암모니아 농도는 1.39~2.22 ppm으로 대조구에서 측정된 농도 4.94~7.33 ppm 보다 낮았다. 전반적으로 축분첨가제 처리구를 비교하면 T2 처리구(1.39~2.22 ppm)가 T1 처리구(1.56~1.61 ppm) 보다 암모니아 농도가 낮거나 비슷한 경향이 있었다. 대조구와 비교하면 암모니아 감소율은 T1 처리구는 67.8~78% 였으며, T2 처리구는 55.6~81.0% 였다. 황화수소 결과는 0주와 1주에 축분첨가제에 의한 영향이 없었고($p > 0.05$), 발생량은 모든 처리구에서 1.78~2.56 ppm 범위로 비슷하였다. 그러나 2주와 3주에서는 통계적 차이를 현저하게 보여주는데($p < 0.05$), 대조구의 황화수소 발생량은 2.22 ppm(2주)과 1.94 ppm(3주) 이었으며 두 처리구는 1.00~1.89 ppm 범위로 황화수소 발생량이 감소되었다. 대조구의 2주와 3주를 비교하면 황화수소 감소율이 T1 처리구는 14.8%와 39.6%, T2 처리구는 37.1%와 54.9%로 나타났다. 슬러리 피트 위 90 cm 위치에서 측정된 암모니아 농도 결과는 Fig. 2에 제시하였다. 0주에서는 두드러진 특징은 보이지 않았지만, 1주, 2주 그리고 3주에서는 통계적 유의성이 있는 것으로

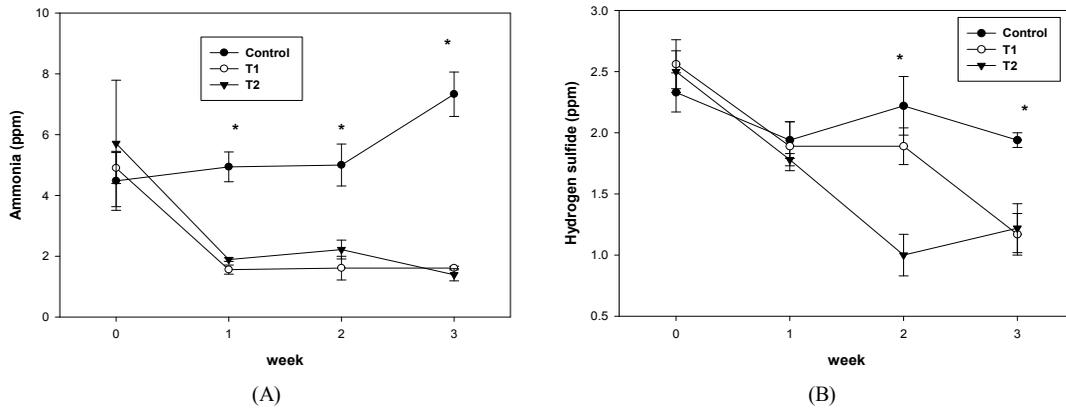


Fig. 1. Effect of manure additives mixed with probiotics and zeolite on (A) ammonia and (B) hydrogen sulfide measured at 10 cm from pig slurry feat. *Bars are significantly different at $p < 0.05$. Treatment means Control = no pig slurry, T1 = 0.05% manure additive in pig slurry and T2 = 0.1% manure additive in pig slurry. Bars are expressed as mean \pm standard errors.

나타났다($p < 0.05$). 슬러리 피트 90 cm 위치에서 측정된 대조구의 암모니아 농도는 1주에서는 7.47 ppm, 2주 3.80 ppm 및 3주 3.31 ppm으로 나타났다. 두 처리구에서는 1주 각각 2.66(T1)와 4.06 ppm(T2) 이었고 2주와 3주에서는 1.18 ppm 아래로 낮게 측정되었다. 90 cm 위치에서 측정된 두 처리구의 암모니아 감소율은 대조구와 비교하여 45.6%~ 93.9% 범위였다. 슬러리 피트 10 cm와 90 cm 위치에서 유해가스가 감소된 이유는 본 연구에 사용된 축분첨가제에 생균제 (*Bacillus subtilis*와 *Lactobacillus*)와 zeolite(규산염 광물로서 탈취제와 이온교환제로 사용)가 혼합되어 있어 상호작용으로 인해 슬러리에서 발생하는 유해가스를 흡착시킨 결과로 보인다. 일반적으로 돈분을 퇴비로 이용할 경우, 돈분 슬러리 그 자체로의 수분 함량이 평균 95% 이상으로 높기 때문에 퇴비화의 어려움이 있다고 보고되었다(RDA, 2007). 그러므로 zeolite의 첨가는 돈분의 그러한 특성을 고려한 적절한 첨가물이 될 수 있다. 본 연구와는 다르지만, 제올라이트에 미생물(*Klebsiella pneumoniae* sp)을 고정하여 폐수 중에 액상 암모니아 제거 효율 연구에서도 제거 효율과 속도가 증가한다고 하였다(Park and Choi, 2017). 또한 슬러리 피트 위 10 cm와 90 cm 위치에서 측정된 암모니아 농도의 변화는 다른 패턴으로 나타났으며 이는 돈사 내부의 온도, 습도 및 환기가 주위 환경에

맞추는 자동시스템에 의하여 조절되기 때문에 측정값의 차이를 보여준 것으로 판단된다.

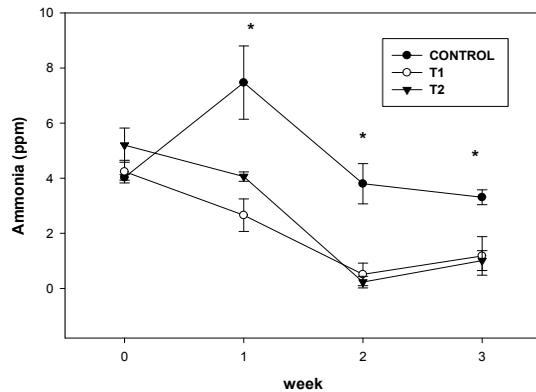


Fig. 2. Effect of manure additives mixed with probiotics and zeolite on ammonia production measured at 90 cm from pig slurry feat. *Bars are significantly different at $p < 0.05$. Treatment means Control = no pig slurry, T1 = 0.05% manure additive in pig slurry and T2 = 0.1% manure additive in pig slurry. Bars are expressed as mean \pm standard errors.

4. 결론

생균제와 제올라이트를 혼합한 축분첨가제를 돈분

슬러리에 첨가 할 경우, 몇 가지 유해가스 발생량을 현저히 감소시키는 결과를 보여주었다. 대조구와 비교할 때 0.05%와 0.1%의 축분첨가제 처리구는 돈분 슬러리 피트 위 10 cm에서 측정된 암모니아와 황화수소는 돈분 슬러리 피트 위 90 cm에서 측정된 암모니아 농도와 같이 1주 이후부터 현저하게 감소되었다. 결론적으로 생균제와 제올라이트를 혼합한 축분첨가제는 돈사내 악취를 저감시켜 가족의 사육환경을 개선하는데 도움을 줄 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Ahn, J. H., Song, I. H., Kang, M. S., 2013, Correlation between raw materials and chemical contents of livestock compost, J. Korean Soc. Agric. Eng., 55, 37-45.
- Choi, I. H., Lee, H. J., Kim, D. H., Lee, Y. B., Kim, S. C., 2015, Evaluation of probiotics on animal husbandry and environmental management as manure additives to reduce pathogen and gas emissions in pig slurry, J. Environ. Sci. Int., 24, 25-30.
- Chung, Y. J., 2013, Combustion characteristics of swine manure, poultry manure and mixtures, Appl. Chem. Eng., 24, 616-620.
- Ding, Y., Moon, C. S., 2019, Literature review of the reduction of hydrogen sulfide and ammonia in livestock pen: comparison between Korean and Chinese cases, J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg., 29, 442-451.
- Duncan, D. B., 1955, Multiple range and multiple F-test, Biometrics., 11, 1-42.
- Hwang, S. C., 2006, Optimization system research for bio-gas production using manure to comply with the domestic conditions, Ministry of Agriculture and Food.
- Kim, C. H., 2011, Energy plan using resource recycling manure, natural eco-farming process, Agricultural Research and Training Institute, Ministry of Agriculture and Food.
- Lee, E. Y., Lim, J. S., 2010, Current status and perspectives of livestock environment improving agents for the characteristics and control of swine manure odor, J. Microbiol. Biotechn., 38, 244-254.
- Park, M. S., Choi, K. Y., 2017, Investigation of liquid phase ammonia removal efficiency by chemo-biological process of zeolites and *Klebsiella pneumonia* sp, Appl. Chem. Eng., 28, 685-690.
- Park, W. K., Jun, H. B., Kwon, S. I., Chae, K. J., Park, N. B., 2010, Optimum recovery of biogas from pig slurry with different compositions, Korean J. Environ. Agric., 29, 197-205.
- RDA., 2007, The effect of poultry composting without moisture amendment. Rural development administration, Korea.
- SAS., 1996, User's guide: statistics. Cary: Institute SAS.

-
- Professor. Woo-Whan Jang
Department of Agricultural Economics, Kyungpook National University
wwjang@knu.ac.kr
 - Professor. In-Hag Choi
Department of Companion Animal & Animal Resources Science, Joongbu University
wicw@chol.com