

TECHNICAL NOTE

## 이유자돈 사료에 아미노산 첨가제가 돈분 슬러리의 pH와 휘발성지방산에 미치는 영향

김창만\*

영남대학교 생명과학과

### Effects of Dietary Amino Acid Additives to Weaned Piglet Diets on pH and Volatile Fatty Acids of Pig Slurry

Chang-Man, Kim\*

Department of Life Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

#### Abstract

This study aimed to investigate the effect of amino acid additives to weaned piglet diets on the pH and volatile fatty acids of pig slurries. A total of 135 weaned 22-day-old piglets (Yorkshire x Landrace x Duroc) were used in this 56-d study. The three dietary treatments were as follows: (1) Control as a basal diet, (2) 1% amino acid additive and (3) 2% amino acid additive. Both pH and acetic acid values at 71 and 78 days were significantly different in all treatment groups ( $p < 0.05$ ). In addition, significant differences in propionic acid values were observed among treatment groups at 64 and 78 days ( $p < 0.05$ ). However, pH, acetic acid, and propionic acid values did not differ between 1% and 2% amino acid treatment groups. In conclusion, adding 1% and 2% amino acid to weaned piglet diets reduced the pH, acetic acid and propionic acid contents of pig slurries by acting as a probiotic. This may help formulate increase management strategies for improving the pig housing environment.

**Key words:** Amino acid additives, Acetic acid, pH, Pig slurry, Propionic acid, Weaned piglet

#### 1. 서론

우리나라 국민들의 의식주 변화에는 경제적 소득 증가와 함께 축산물 기호가 양보다는 질적이고 친환경적인 측면이 강조되고 있다. 따라서 축산경영의 가장 큰 관심사에는 사료효율과 축산환경개선 등으로 대별할 수 있다. 그중 축산업의 가장 큰 난제인 축산폐기물에서 발생하는 악취는 과일 공급된 사료양이 주 원인 중 하나이며, 이로 인해 발생하는 화합물은 암모니아( $\text{NH}_3$ ), 인돌(Indole), 페놀(Phenol) 및 황화합물

(Sulfur-containing compounds), 휘발성지방산(Volatile Fatty Acid, VFA) 등을 포함하는 것으로 알려져 있다(Curtis, 1993; Lee and Lim, 2011). 특히, 슬러리에서 발생하는 악취는 저장된 돈분뇨가 다양한 온도와 여러 조건에서 혐기성 분해과정을 통해 암모니아와 휘발성지방산 등이 생성되어 돈사 내로 방출된다(Lee and Lim, 2011). 이는 인근도시와 축산업 종사자들 사이에 심각한 민원을 유발하게 되므로 악취저감 방안이 시급히 요구된다(Lowe, 1995; Lee and Lim, 2011). 그 예로, 우리나라에서는 축산악취

Received 30 January, 2023; Revised 3 March, 2023;

Accepted 6 March, 2023

\*Corresponding author : Chang-Man, Kim, Department of Life Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea  
Phone : +82-53-810-2330  
E-mail : cmkim250@hanmail.net

© 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.

**Table 1.** Effects of dietary amino acid additives to weaned piglet diets on pH in pig slurry

Day	Treatment <sup>1</sup> (%)			Significance
	Control	T1	T2	
29	8.05±0.02	8.06±0.01	8.01±0.02	NS <sup>2</sup>
36	8.15±0.08	7.95±0.01	7.96±0.04	NS
43	8.10±0.13	7.91±0.02	7.92±0.04	NS
50	7.86±0.02	7.81±0.02	7.82±0.03	NS
57	7.93±0.02	7.91±0.02	7.85±0.05	NS
64	7.81±0.02	7.82±0.02	7.85±0.01	NS
71	7.99±0.02 <sup>a</sup>	7.92±0.02 <sup>b</sup>	7.88±0.01 <sup>b</sup>	*
78	7.93±0.01 <sup>a</sup>	7.90±0.02 <sup>ab</sup>	7.88±0.01 <sup>b</sup>	*

<sup>a,b</sup>Means within the same row without common superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Data are expressed as mean  $\pm$  standard error of means.

<sup>1</sup>Control: basil diet, T1: 1% amino acid additive, T2: 2% amino acid additive.

<sup>2</sup>NS: not significant.

\* $p < 0.05$ .

민원 발생이 2014년 기준 2,838건으로 2019년에는 12,631건으로 4.5배 증가하였고, 축산악취민원이 차지하는 비율도 전체민원을 기준으로 1.6배(19%에서 31%로 증가) 증가되었다고 보고되었다(Jeong et al., 2021; ME, 2021). 이러한 악취발생을 저감하기 위한 방법으로 첨가되는 효소제, 미생물제제, 효모제, 그리고 생균제 등이 연구되고 있다(Park et al., 2000). 이들 중 가장 효율적인 방법은 Jang et al.(2004)과 Kang et al.(2006)의 연구에서 미생물제제를 사료에 첨가하는 방법으로 미생물제제 종류에 따라 악취를 약 64%까지 제거가 가능하다고 하였다. 또한, 생균제는 악취를 감소시키는 역할에 더하여 사료첨가제로서 가축의 생산성을 높이는 다양한 효과를 입증하였다(Lee and Lim, 2011). 그러나 돈사 환경 개선을 위해 아미노산제로서 생균제를 이유자돈에 급여시 돈분 슬러리(Pig slurry)에 미치는 영향에 관한 연구는 없었다. 따라서 본 연구에서는 이유자돈 사료에 아미노산제를 급여시 돈분 슬러리의 pH와 휘발성 지방산에 미치는 영향을 조사하였고, 그 연구결과로부터 축산경영주들의 축산환경개선에 기초자료를 제공하는데 목적을 두었다.

## 2. 재료 및 방법

이유자돈 시험은 동물생명윤리 가이드라인에 준하

여 경상북도 영주시 단산농장에서 실시하였다. 공시축은 3원교잡종인 Yorkshire x Landrace x Duroc 중이며, 22일령 비육자돈 135두를 공시하였다. 실험기간은 총 56일 동안 사양시험을 수행하였다. 실험설계는 3처리구, 3반복, 반복당 이유자돈 15마리를 난괴법(Randomized block design)으로 배치하였다. 처리구는 일반 이유자돈 대조구 사료(조단백질함량 20%)와 대조구 사료에 1%와 2%의 아미노산제를 첨가한 2처리구로 하여 총 3처리구로 구성되었다. 이유자돈의 각 pen은 15두씩 사육하는 공간으로 사료와 물을 자유롭게 먹을 수 있는 자동공급 시설을 갖추고 있다. 또한, 습도, 환기, 온도 등의 프로그램은 이유자돈의 성장에 맞추어 조절되도록 하였다. 돈분 슬러리 샘플은 각 pen이 있는 슬러리 피트(Slurry pit) 아래에 있는 슬러리를 펌프로 이용하여 7일마다 채취하였다. 채취한 샘플은 pH와 휘발성지방산 분석을 위해 냉장 보관하였다. 이후, pH는 pH meter(Seven Easy, Mettler Toledo, Switzenland)를 이용하여 측정하였고, VFA는 HPLC(Hitachi, Tokyo, Japan)로 Muck and Dickerson(1988) 방법에 준하여 분석하였다. 통계분석은 SAS program의 GLM을 활용하여 실시하였다(SAS, 2000). 각 Pen은 실험단위로 설정하였고 Duncan's multiple range tests로 결과를 비교·분석 후  $p < 0.05$ 에서 통계적 유의성을 결정하였다.

**Table 2.** Effects of dietary amino acid additives to weaned piglet diets on acetic acid in pig slurry

Day	Treatment <sup>1</sup> (%)			Significance
	Control	T1	T2	
29	5.60±0.72	6.40±0.83	5.01±0.60	NS <sup>2</sup>
36	3.75±0.62	3.59±0.24	3.96±0.51	NS
43	3.31±0.23	2.93±0.65	2.35±0.37	NS
50	6.19±0.61	5.53±0.87	5.47±0.97	NS
57	6.28±1.04	5.90±1.22	5.94±0.47	NS
64	8.53±1.17	6.91±0.19	7.96±0.24	NS
71	10.66±0.85 <sup>a</sup>	7.14±0.80 <sup>b</sup>	8.65±0.53 <sup>ab</sup>	*
78	7.38±0.97 <sup>a</sup>	7.31±1.08 <sup>b</sup>	6.36±0.87 <sup>b</sup>	*

<sup>a-b</sup>Means within the same row without common superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Data are expressed as mean  $\pm$  standard error of means.

<sup>1</sup>Control: basil diet, T1: 1% feed additive, T2: 2% feed additive.

<sup>2</sup>NS: not significant.

\* $p < 0.05$ .

### 3. 결과 및 고찰

아미노산제를 이유자돈 사료에 급여시 돈분 슬러리의 pH에 대한 결과(Table 1)에서 통계적 유의성은 29일부터 64일까지 처리구간에 나타나지 않았다 ( $p > 0.05$ ). 그러나, 71일과 78일에서의 pH는 처리구간에 통계적 유의성이 있었다( $p < 0.05$ ). 결과적으로 시험 기간 동안 pH는 대조구보다 두 처리구(1%와 2% 아미노산제)에서 감소하는 결과를 보여주었다. 이와 같은 효과는 아미노산제를 함유된 성분이 이유자돈의 장내 환경을 개선하여 돈분 슬러리의 pH를 감소시켰기 때문이다. 예를 들면, 36일을 기점으로 해서 43일까지는 대조구와 비교할 때, 두 처리구의 pH가 감소되고 그 이후에는 약간 감소된다는 점에서 찾아볼 수 있다.

일반적으로, 생균제의 대표적인 역할은 가축에게 급여시 장내유해균을 억제하여 유익균의 환경을 개선시킨다. 따라서 사료효율 향상, 축분노 발효촉진 및 유해가스 발생감소로 축사내 환경 개선 등의 선행연구가 우리의 결과를 뒷받침한다(Park et al., 1994; Jin et al., 2006; Kang et al., 2006). 그러나 pH 역할은 축사내 축분의 발효상태에 따라 암모니아 발생의 여부이다. 약취의 주범인 암모니아는 pH가 7.5부터 서서히 증가하여 8이상에서는 발생이 급격히 이루어지는 것으로 보고되고 있다(Reece et al., 1980). 또한, 본 연구에서 이유자돈 돈사내 슬러리로 부터 발생하는 암모니아 발

생량자료는 제시하지 않았지만, 슬러리 채취 당시 돈사내 암모니아 발생이 감소되어 두 처리구의 또 다른 효과를 찾아볼 수 있었다.

돈분 슬러리의 VFA에 대한 결과는 Table 2를 보면, acetic acid함량은 pH의 결과와 비슷한 경향의 통계적 유의성을 나타냈다. 특히, 71일과 78일에서는 처리구간에 아미노산제의 영향을 받는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 그러나 29일부터 64일까지의 결과에서는 유의적인 변화가 처리구간에서 없는 것으로 관측되었다( $p > 0.05$ ). 43일 기준으로 할 때, 돈분 슬러리에서 분석된 acetic acid 함량은 두 처리구보다 대조구에서 증가되는 것으로 나타났다.

Propionic acid 함량의 경우(Table 3), 29일에서 50일까지는 모든 처리구에서 관측되지 않았다. 그러나 57일부터 propionic acid 함량이 관측되기 시작해서 78일 실험종료일까지 지속되었다. 그러나 통계적 유의성은 64일과 78일에서만 영향을 주는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 또한, 57일과 71일은 처리구간에 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 57일을 기준으로 실험종료시까지 대조구와 비교할 때, 돈분 슬러리에 함유된 propionic acid 함량은 대조구보다 두 처리구에서 감소하였다. 더 나아가 acetic acid와 propionic acid 함량은 1%와 2% 아미노산제 처리구간에서 큰 차이는 없었다.

돈분 슬러리에 측정된 VFA는 acetic acid가 대부분 차지하는 것으로 나타났으며, propionic acid가 두 번

**Table 3.** Effects of dietary amino acid additives to weaned piglet diets on propionic acid in pig slurry

Day	Treatment <sup>1</sup> (%)			Significance
	Control	T1	T2	
29	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	-
36	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	-
43	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	-
50	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	-
57	0.54±0.01	0.51±0.06	0.40±0.05	NS <sup>2</sup>
64	2.25±0.18 <sup>a</sup>	0.96±0.08 <sup>b</sup>	1.33±0.15 <sup>b</sup>	*
71	1.18±0.28	0.66±0.06	1.06±0.25	NS
78	0.80±0.06 <sup>a</sup>	0.66±0.04 <sup>b</sup>	0.66±0.02 <sup>b</sup>	*

<sup>a-b</sup>Means within the same row without common superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Data are expressed as mean ± standard error of means.

<sup>1</sup>Control: basil diet, T1: 1% feed additive, T2: 2% feed additive.

<sup>2</sup>NS: not significant.

\* $p < 0.05$ .

째로 관측되었다. 또한, butyric acid, valeric 등 다른 VFA는 관측되지 않았다. 돈분 슬러리에서 발생하는 악취 중 VFA는 돈사내 다양한 요인(온도와 습도)에서 의해 혐기적 상태에서 발생되므로 돈사내 관리자와 가축의 심리, 건강 및 생산성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Tamminga, 1992). 결국 pH 결과와 마찬가지로 돈분 슬러리의 acetic acid와 propionic acid 함량이 감소된 이유는 아미노산제를 사료에 첨가시 생균제로서의 역할을 하였기 때문이다(Kang et al., 2006; Lee and Lim, 2011). 따라서 이유자돈 사료에 아미노산제의 급여는 돈사의 축산환경개선에 매우 긍정적 기능을 제공할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

아미노산제를 이유자돈 사료에 급여시 돈분 슬러리의 pH와 휘발성지방산에 미치는 영향은 다음과 같다. 돈분 슬러리 pH는 대조구보다 두 처리구(1%와 2% 아미노산제)에서 감소되었다. 돈분 슬러리의 acetic acid와 propionic acid함량은 1%와 2% 아미노산제 첨가에 의해 감소되는 결과를 보여준다. 따라서 돈사내 슬러리의 pH 감소와 더불어 축산환경개선에 크게 기여할 수 있다. 그 이유는 이유자돈 사료에 아미노산제의 첨가가 생균제로서의 역할을 하였기 때문인 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 2020년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구를 받습니다. (과제번호: S2891410)

#### REFERENCES

- Curtis, S. E., 1993, Environmental management in animal agriculture, Iowa State University Press, Ames.
- Jang, Y. K., Song, K. P., Kim, H. J., Yoo, Y. H., 2004, An investigation on the odor characteristics of livestock facilities, Environ. Impact Assess., 13, 33-40.
- Jeong, M. K., Lee, Y. G., Choe, J. Y., 2021, Environmental impact of livestock industry : Analysis and policy tasks, Korea Rural Economic Institute.
- Jin, S. K., Kim, I. S., Song, Y. M., Ha, J. H., Park, K. H., Lee, J. I., Lee, J. R., Lee, C. W., 2006, Effects of feeding probiotics on quality properties of pork, Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 26, 49-57.
- Kang, K. H., Kim, S. K. Hu, C. G., Lee, M. G., 2006, The effect of reduction of contaminants and odor according to the additives in the anaerobic maturation process of piggery slurry, J. Environ. Sci., 15, 169-175.
- Lee, E. Y., Lim, J. S., 2011, Effects of the feed and probiotic feeding on the Improvement of hoggerly environment and the productivity of swine, Korean J. Microbiol. Biotechnol., 39, 200-209.
- Lowe, P. D., 1995, Social issues and animal wastes: A

- European perspective, Proceedings of International Livestock Odor Conference, Iowa State Univ. College of Agric., Ames, 168-171.
- ME, 2021, Ministry of Environment, 2021, <http://stat.me.go.kr>.
- Muck, R. E., Dickerson, J. T., 1988, Storage temperature effects on proteolysis in alfalfa silage, *Trans. ASAE.*, 31, 1005-1009.
- Park, H. R., Han, I. K., Kim, J. W., Heo, K. N., 1994, Effects of dietary yeast culture products on the performance of broiler and Yeast colony in intestinal tracks, *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.*, 18, 346.
- Park, J. C., Kim, I. S., Kwon, S. K., Noh, J. M., Lee, S. M., Park, J. P., Lee, W. K., Ryu, S. R., 2000, Prevalence of anti-biotic-resistant strains among bacteria isolated from bovine mastitis, swine diarrhea, and swine pneumonia, *Korean. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 28, 189-194.
- Reece, F. N., Lott, B. D., Deaton, J. W., 1980, Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens, *Poult. Sci.*, 59, 486-488.
- SAS Institute, 2000, SAS User's guide: Statistics, Version 8 edition SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Tamminga, S., 1992, Gaseous pollutants by farm animal enterprises, CAB International, Wallingford, U.K, 345-357.
- 
- Professor. Chang-Man, Kim  
Department of Life Science, Yeungnam University  
[cmkim250@hanmail.net](mailto:cmkim250@hanmail.net)