

ORIGINAL ARTICLE

## 대나무 분말 첨가가 돼지생산성, 도체특성, 혈액성상, 돈분의 가스발생량 및 미생균 균총에 미치는 영향

송영민<sup>2)</sup> · 조재현<sup>2)</sup> · 추교문<sup>3)</sup> · 김희윤 · 이재영 · 김승철 · 김삼철<sup>1)\*</sup>

경남과학기술대학교 동물소재공학과, <sup>1)</sup>경상대학교 응용생명과학부(BK21Plus, 농업생명과학연구원),

<sup>2)</sup>경상대학교 수의학과, <sup>3)</sup>농협사료 부산바이오

### Effects of Bamboo Powder Supplementation on Growth Performance, Blood Metabolites and Carcass Characteristics of Fattening Pigs and Gas Emission and Microbial Populations in Pig Manure

Young-Min Song, Jae-Hyeon Cho<sup>2)</sup>, Gyo-Moon Chu<sup>3)</sup>, Hoi-Yun Kim, Jae-Young Lee, Seung-Cheol Kim, Sam-Churl Kim<sup>1)\*</sup>

Department of Animal Resource Technology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

<sup>1)</sup>Division of Applied Life Science (BK21Plus, Insti. of Agric. & Life Sci.), Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>2)</sup>Institute of Life Science, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>3)</sup>Busan-Bio, Nonghyup Feed Co., Busan 608-828, Korea

#### Abstract

In this study, we investigated the effects of dietary supplementation (n = 40 pigs/treatment) with bamboo powder (0, 1, 2 and 3%) for 38 days. We evaluated growth performance, blood metabolites, and carcass characteristics of fattening pigs and gas emission and microbial populations in pig manure, to obtain data on pork producers for environmental management. We obtained the following results.

First, supplementation with increasing amounts of bamboo powder had a significant ( $P < 0.05$ ) effect on feed intake, feed efficiency, and glucose contents (except for initial and final body weight, weight gain, carcass characteristics, and blood urea nitrogen). In terms of blood metabolites, glucose and blood urea nitrogen tended to decrease with increasing amounts of bamboo powder.

Second, the amounts of ammonia, methane, amine, hydrogen sulfide, and acetic acid were reduced by increasing amounts of bamboo powder when compared with the controls ( $P < 0.05$ ). However, there were no significant

Received 2 July, 2014; Revised 28 July, 2014;

Accepted 5 August, 2014

\*Corresponding author : Sam-Churl Kim, Division of Applied Life Science (BK21Plus, Insti. of Agric. & Life Sci.), Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Phone: +82-55-772-1947, Fax: +82-55-772-1949

E-mail: kimscc@gnu.ac.kr

© 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.

differences in pH, propionic acid, iso-butyric acid, butyric acid, iso-valeric acid, and valeric acid among all treatments. The lowest gas emission was observed when 3% bamboo powder was used.

Third, supplementation with increasing amounts of bamboo powder tended ( $P < 0.05$ ) to increase the total number of bacteria, *Lactobacillus* spp., and yeast, but *E. coli*, *Salmonella* spp., and *Shigella* spp. were not detected in any treatment.

In conclusion, the results of this study suggest that supplementation with bamboo powder was effective in reducing gas emission and inhibiting pathogen populations in pig manure by lowering the pH of the manure.

**Key words** : Bamboo powder, Growth performance, Carcass characteristics, Blood metabolites, Gas emission, Microbial Population, Pig manure

## 1. 서론

최근 기후변화와 국제 곡류작황 불황은 국내 가축사료가격과 축산경영의 큰 변화를 예고하고 있다. 우리나라 사료수급은 크게 대외적인 영향에 좌우되어 국내 사료작물의 공급 확보 및 국외로부터의 안정적인 도입을 골자로 하는 중장기적인 대책이 필요한 시점이다. 향후, 국가간 생물자원 보존과 사료작물의 생산시기에 따른 수출국의 국내·외 환경에 따라 수출제한이라는 가능성이 존재함으로 국내 농업생산 능력과 경영의 효율성을 확보하는 것도 우리가 해결해야 하는 중요한 과제로 남아있다. 더 나아가 축산업은 사료작물로부터 얻어진 사료를 가축이 먹어 축산물을 생산하므로 축산식품 안정성에 대한 소비자의 인식이 높아 생산자 이력제 등의 인과적 증명 준거를 필수적으로 요구하고 있다. 이것은 우리나라 국민의 복지수준과 식생활 수준이 향상되었다는 것을 보여주는 결과로서 이를 응용한 새로운 연구가 진행되고 있다. 이러한 맥락에서 대나무 잎과 추출물 이용은 flavonoid 성분이 많아 항산화, 항균성, 항박테리아 및 항암 작용에 탁월하다고 보고된 바 있다(Kim 등, 1996). 특히, 대나무는 한국을 포함한 동남아시아 지역에 분포하는 벼과에 속하는 식물이며, 대표적인 것으로 왕대(참대, *Phyllostachys reticulata* Koch), 죽순대(*Phyllostachys pubescens*), 조릿대(*Sasa borealis* Hack. Makino) 및 신의대(*Sasa coreana* Nakai)로 구분된다(Kim 등, 1996; Song 등, 2007). 생리활성 물질과 약리작용과 관련하여 대나무 잎 추출물의 주요성분은 flavonoid, phenolic compounds 및 anthraquinones로 알려져 있다(Lou와 Chen, 2003; Lu와 Liao, 2003). 현재 대나무 잎 분말과 추출물은 화장품의 미백원료, 식품 첨가물 그리고 약제의 중간물질

로 이용되고 있다(Song 등, 2007). 따라서 대나무 분말 이용은 양돈 사료내에 첨가 급여 할 경우 경영적 측면에서 양돈의 생산성 향상을 기대할 수 있다. 그러나, 대나무 잎과 추출물의 이용은 식품의 맛과 발효 등에 관련된 연구가 주를 이루고 있어, 양돈분야에서 사료첨가제와 환경오염저감제로서 발표된 연구 결과는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 대나무 분말을 양돈 사료내 첨가 급여가 돼지생산성, 혈액성상, 도체특성 및 돈분의 가스 발생량과 미생물 균총에 미치는 영향을 조사하여 환경경영적 측면에서 양돈경영자에게 정보와 자료를 제공하고자 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 샘플준비

대나무 분말은 보림산업 주식회사(경상남도 진주시 대곡면 소재)에서 생산하였다. 대나무 분말의 생산과정은 세 단계로 나누어 생산하였다. 첫 번째 단계는 맹죽으로부터 대나무를 채취하여 대나무 가지 및 대나무 잎을 제거하였다. 두 번째 단계는 제거된 대나무를 분쇄기를 이용하여 분쇄하였다. 세 번째 단계는 대나무 분말을 건조하여 실험용으로 사용하였다. 건조된 대나무 분말은 진공이송 장치로 이용하여 저장탱크에서 저장하였고, 저장된 대나무 분말은 원하는 제품별로 단위 포장하였다.

### 2.2. 공시동물 및 시험설계

시험 장소는 경남 사천시 용현면 소재 한일농장에서 실시하였고, 시험기간은 2012년 12월 7일부터 2013년 1월 11일까지 36일간 사양시험을 실시하였다. 공시개체는 일령(140 ± 1일)이 비슷하고, 생체중이 77.10 ± 1.86

kg인 삼원교잡종 육성돈 120두 암수를 혼사 배치하여, 각 돈방 당 10두씩 4개의 처리구로 3반복으로 급여시험을 실시하였다. 급여시험 개시 시부터 출하 시까지는 비육돈 사료를 무제한 급여하였다. 시험사료의 화학적 조성은 Table 1에 제시하였다. 처리구는 대나무 분말 0% (대조구), 1%, 2% 및 3%를 첨가하여 급여하였다. 시험사료와 물은 무제한 급여하였고, 종료체중 115.71±1.97 kg에 출하할 때까지 36일간 급여하였다. 사양관리는 일반적인 관행법에 준하여 실시하였으며, 시험구의 돈사 면적, 사료 및 급수시설은 동일하게 적용하였다.

**Table 1.** Ingredients and chemical composition of experimental diet

Item	Composition
Ingredients, % of as-fed basis	
Corn	51.80
Wheat	14.59
Soybean meal	11.12
Dried distiller's grains with soluble	7.00
Rice bran	4.81
Molasses	3.38
Rapeseed meal	3.00
Limestone	1.16
Gluten feed	1.00
Animal fat	1.48
Salt	0.33
Lysine	0.21
Vitamin premix <sup>1</sup>	0.12
Chemical composition <sup>2</sup> , % of as-fed basis	
Crude protein	14.00
ME, Mcal/kg	3.125
Lysine	0.80
Calcium	0.70
Total phosphorus	0.40

<sup>1</sup>Supplied per Kilogram of diet: 8000 IU Vitamin A, 4000 IU Vitamin D, 1500 IU Vitamin E, 150 mg Vitamin K, 20 mg Vitamin B12, 20 mg Niacin, 10 mg Thiamin, 20 mg Pantothenic acid, 4.0 mg Riboflavin, 0.6 mg folic acid, 0.03 mg Biotin, 60 mg Zn, 60 mg Fe, 25 mg Mn, 15 mg Cu, 0.25 mg Se and 0.20 mg I.

<sup>2</sup>Calculated value.

### 2.3. 사료채취 및 분석

#### 2.3.1. 생산성

체중(body weight, kg)은 개시시 체중(initial body

weight, kg)이 77.10±1.86 kg이었으며, 종료시 체중(final body weight, kg)은 115.71±1.97 kg이었다. 체중은 2회에 걸쳐서 시험 개시일(생후 140±1일령)과 시험 종료일(생후 180±1일령)에 각각 측정하였다. 총 증체량(body weight gain, kg)은 시험 종료체중에 시험 개시체중의 차이로 총 증체량을 구하였으며, 총 증체량에서 사육일수를 나누어 일당 증체량(daily body weight gain, kg)을 계산하였다. 총 사료섭취량(total feed intake, kg)은 시험 개시일부터 시험 종료일까지 급여한 사료의 양에 잔량을 제외한 것을 사육기간으로 나누어 총 사료섭취량을 조사하였고, 사육한 두수를 나누어 일일 사료 섭취량(daily feed intake, kg)을 계산하였다. 사료효율(feed efficiency, gain/feed)은 사육기간 중 총 증체량을 사육기간 동안 섭취한 사료섭취량으로 나누어서 계산하였다.

#### 2.3.2. 혈액성상 분석을 위한 혈액채취

공시동물의 채혈은 3시간 동안 절식 후 각 처리구에서 무작위로 선발된 돼지 8두의 경정맥으로부터 혈액을 약 5 mL를 채취하여 그 중 2 mL는 혈액계수 측정을 위하여 즉시 EDTA 처리된 vacutainer에 넣고 잘 흔든 다음 얼음을 채운 아이스 박스(ice box)에 넣어 실험실로 옮긴 후 분석에 이용하였다. Tube에 보관한 시료를 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 후 혈청만 회수하여 혈액화학치 분석에 이용하였다. 혈액생화학 분석기(Express Plus, Bayer USA, 2002)는 먼저 기기 안에 증류수를 채우고, 폐기 큐벳통에 물을 바닥에 조금 채운 후, 기기 application guide에 따라 시약을 분비한 다음 전원을 켜서 분석하였다. 분석된 항목은 glucose(mg/dL)와 blood urea nitrogen(mg/dL)였다.

#### 2.3.3. 도체특성 분석

도체특성(carass characteristics)을 조사하기 위하여 시험 종료 시의 공시기축은 출하체중을 조사한 후 경상남도 고성군 소재의 도축장으로 이동하여 도축하였다. 사양시험 종료 후 도축된 공시동물의 도체중(carass weight)은 도축 직후의 도체에서 내장, 머리 및 다리를 제거한 중량을 측정하였다. 등지방 두께(backfat thickness)는 좌반도체 11-12번째 늑골사이 및 최종 늑골 바로 위쪽을 척추면과 수직되게 측정하여 평균으로 구하였다. 도체율(dressing)은 생체중량에 대한 도체중

량을 백분율로 환산하여 구하였다.

## 2.4. 돈분의 가스 발생량

### 2.4.1. 돈분의 가스 측정

돈분을 채취하여 먼저 pH를 측정한 후, 암모니아(NH<sub>3</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아민(R-NH<sub>2</sub>), 및 황화수소(H<sub>2</sub>S) 가스를 측정하였다. 암모니아는 아미노산 분석기(Amino acid analyzer 835, Hitachi, Japan)를 이용하여 분석하였다. 칼럼은 high resolution 칼럼을 사용하였고, 칼럼 온도는 47℃, 파장은 570 nm에서 측정하였다. 메탄은 신선한 돈분 샘플 5 g을 sealed tube에 넣고 35℃에서 30 h 발효한 후 가스를 채취하여 gas chromatography (GC; Shimadzu, GC-210, Japan)로 Table 2에 제시된 조건으로 측정하였다. 아민 및 황화수소 가스 측정은 돈분을 먼저 정사각형의 밀폐용기(12×15×8 cm)에 넣고, 가스 검지관 tip을 돈분 위에 고정시켜 밀봉 보관하여 일정시간이 지난 후 Gastec(Model GV-100, GASTEC, Japan)을 사용하여 측정하였다.

**Table 2.** GC conditions for analysis of methane gas emission

Items	Condition
Column : PORAPAK N+Q	
Max. Temperature	200℃, use temperature 80℃
Wave length	2 m
inner diameter	0.53 mm
ID film Thickness	1.50 μm
Detector : FID	
Temperature	110℃
Mackkup flow	10 ml/min
H2 flow	40 ml/min
Air flow	400 ml/min

### 2.4.2. 돈분 중의 휘발성 지방산 함량 측정

돈분의 휘발성 지방산(Volatile Fatty Acid, VFA)의 경우, 전 처리는 회수한 시료를 1.5 mL tube에 취하고, 3,000 rpm에서 3분간 원심 분리하여 분 슬러지를 제거하였다. 그리고 상층액 1 mL당 25%의 HPO<sub>3</sub>용액을 2 mL을 넣고 잘 섞은 후 세워서 30분간 정치시켰다. 그리고, 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상층액을 0.20 μm syringe filter로 여과 후 HPLC(High Performance

Liquid Chromatography)로 측정하였다. HPLC의 조건은 Table 3과 같다. 휘발성 지방산의 분석 항목은 acetic acid, propionic acid, iso-butyric acid, butyric acid, iso-valeric acid 및 valeric acid였다.

**Table 3.** HPLC conditions for volatile fatty acid concentration

Items	Condition
Column	Varian (USA)
Flow rate	0.6 mL/min
Mobile phase	0.0085N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Wave length	210 nm and 220 nm
Detector	UV/Visible detector
Pump	Hitachi L-2130
Auto	Hitachi L-2200
Injection volume	20 μL

## 2.5. 돈분의 미생물 균총 변화

사양시험 종료 직후 각 처리구에서 채취된 각각의 10 g의 돈분을 90 mL의 멸균 증류수가 든 플라스틱 통에 옮겨 담은 후 homogenizer로 균질화시켜 멸균 증류수로 10<sup>-11</sup>까지 희석한 다음, 균수 측정을 위하여 평판배지에 분주 접종하여 도말하였다. 돈분 중에 존재하는 total bacteria, *E. coli*, *Salmonella* spp., *shigella* spp. 및 *Lactobacillus* spp. 균수를 측정하였다. Total bacteria 수는 plate count agar(Difco) 배지를 사용하였고, *E. coli* 수는 MacConkey agar(Difo) 배지를 사용하였으며, *Salmonella* spp.와 *Shigella* spp.의 수는 *Salmonella-Shigella* agar(Difo) 배지를 사용하였다. 또한 *lactobacillus* spp. 수는 MRS agar(Difco) 배지를 사용하였다. 모든 배지는 37℃에서 24시간 혹은 48시간 배양 후 각 미생물 균수를 측정하였다. 각각의 평판배지에 생성된 colony수(30-300개)는 colony counter를 이용하여 계수하였다. 미생물의 수는 각 plate의 colony-forming unit(cfu)로 계산 후 log<sub>10</sub>의 값으로 환산하여 나타내었다.

## 2.6. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과의 통계분석은 SAS(2000)의 ANOVA 분산분석을 이용하여 분석하였으며, 유의성 검정을 위해 Tukey test를 이용하여 5% 유의수준에서 처

**Table 4.** Effects of dietary bamboo powder on growth performance, blood metabolites and carcass characteristics of fattening pigs

Items	Supplementation level <sup>1</sup> , % of DM				SEM <sup>2</sup>
	0	1.0	2.0	3.0	
Growth performance					
Initial body weight, kg	77.5	77.4	76.6	76.8	1.86
Final body weight, kg	118.2	116.5	112.8	115.4	1.97
Gain, kg/d	1.07	1.03	0.95	1.02	0.040
Feed intake, kg/d	2.80 <sup>d</sup>	3.03 <sup>c</sup>	3.12 <sup>a</sup>	3.05 <sup>b</sup>	0.013
Feed efficiency	0.38 <sup>a</sup>	0.34 <sup>ab</sup>	0.31 <sup>b</sup>	0.33 <sup>ab</sup>	0.016
Blood metabolites					
Glucose, mg/dL	95.7 <sup>a</sup>	82.3 <sup>b</sup>	89.9 <sup>b</sup>	81.5 <sup>b</sup>	2.42
Blood urea nitrogen, mg/dL	18.5	16.0	15.1	15.3	0.97
Carcass characteristics					
Carcass weight, kg	87.0	87.3	83.1	86.3	1.65
Backfat thickness, mm	21.7	23.8	22.6	23.2	1.47
Dressing percentage, %	64.1	66.6	64.3	66.3	0.81

<sup>a-d</sup> Values in the same row with different superscripts differ at  $P < 0.05$ .

<sup>1</sup>Supplemented baboo powder at 0, 1.0, 2.0 and 3.0 % of basal diet on DM basis.

<sup>2</sup>Mean values are expressed as means±SEM.

리구간의 유의성 검증을 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 생산성, 도체특성 및 혈액성상에 대한 영향

Table 4는 대나무 분말 첨가급여가 돼지 생산성, 도체 특성 및 혈액성상에 대한 결과를 제시하였다. 돼지생산성은 사료섭취량과 사료효율에서 통계적 유의성이 모든 처리구에서 인정되었다( $P < 0.05$ ). 그러나, 대나무 분말 처리구 간에는 사료섭취량과 사료효율면에서는 영향을 주지 않았다. 또한 개시체중, 종료체중 및 증체량은 모든 처리구에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 현재까지 대나무 분말을 양돈사료에 적용하여 양돈 생산성을 평가한 연구는 없지만, Chu 등(2013b)의 연구에서는 대나무 숯 분말(bamboo charcoal powder)을 비육돈에게 급여 시 평균 일당 증체량과 사료효율이 증가된다고 하였다. 그러나, 다른 동물에게 적용한 연구의 예에서는 식초액을 포함한 대나무 숯 분말(bamboo charcoal powder including vinegar liquid)을 산란계 사료에 첨가했을 때 산란계 생산성에는 차이가 없었고 보고하였다(Yamauchi

등, 2010). 대나무 분말을 다양한 첨가 수준에 따라 도체 특성을 포함하는 도체중, 등지방 두께 그리고 도체율을 비교한 결과는 통계적으로 유의성이 없었다. Chu 등(2013a)의 연구에 의하면, 대나무 숯 분말을 비육돈에게 급여 시 대조구보다 도체중과 등지방 두께가 향상되며 도체율에는 영향을 주지 않았다고 보고하였다. 그들의 연구에서는 대나무 숯 분말의 영양적 가치 향상의 결과로서 일당 증체량과 사료효율이 증가되어 도체중과 등지방 두께가 증가되었다고 설명하고 있다. 대나무 숯 분말에서 얻어진 결과와는 달리, 우리의 결과는 대나무 분말 첨가 수준이 돼지생산성과 도체특성 향상에 있어 크게 영향을 주지 않는 것으로 사료 된다. 다시 말하면, 이 결과의 차이는 대나무 숯 분말과 대나무 분말은 화학적 조성이 다르다는 사실로서 설명이 될 수 있다. 혈액성상(blood metabolite)면에서 glucose와 blood urea nitrogen은 대나무 분말 첨가 수준에 따라 감소하는 경향을 보였지만, 대조구와 비교 할 때 통계적 유의성은 glucose함량에 영향을 주었다( $P < 0.05$ ). 혈액성상은 모든 처리구와 대나무 분말 처리 구간에 전체적으로 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 그리고 glucose와 blood

**Table 5.** Effects of dietary bamboo powder on pH and gas emission in pig manure

Items	Supplementation level <sup>1</sup> , % of DM				SEM <sup>2</sup>
	0	1.0	2.0	3.0	
pH	6.95	6.55	6.54	6.68	0.136
Manure gas emission (ppm)					
Ammonia	13.0 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	10.4 <sup>ab</sup>	9.6 <sup>b</sup>	1.44
Methane	1,229 <sup>a</sup>	950 <sup>ab</sup>	805 <sup>b</sup>	735 <sup>b</sup>	188.1
Amine	45.4 <sup>a</sup>	36.4 <sup>b</sup>	27.1 <sup>c</sup>	16.1 <sup>d</sup>	3.38
Hydrogen sulphide	13.6 <sup>a</sup>	10.9 <sup>ab</sup>	6.3 <sup>b</sup>	6.0 <sup>b</sup>	1.67
Volatile fatty acid (M/g)					
Acetic acid	2.31 <sup>a</sup>	2.10 <sup>ab</sup>	2.01 <sup>ab</sup>	1.88 <sup>b</sup>	0.165
Propionic acid	1.35	1.46	1.19	1.24	0.107
Iso-butyric acid	0.18	0.25	0.13	0.28	0.062
Butyric acid	0.94	0.74	1.10	0.73	0.141
Iso-valeric acid	0.43	0.35	0.38	0.37	0.069
Valeric acid	0.07	0.08	0.03	0.03	0.023

<sup>a-d</sup> Values in the same row with different superscripts differ at  $P < 0.05$ .

<sup>1</sup>Supplemented baboo powder at 0, 1.0, 2.0 and 3.0 % of basal diet on DM basis.

<sup>2</sup>Mean values are expressed as means $\pm$ SEM.

urea nitrogen 함량은 Harapin 등(2003)이 보고한 범위 내에서 관측되었다.

### 3.2. 돈분의 pH, 가스 발생량 및 휘발성 지방산에 대한 영향

대나무 분말을 사료에 첨가 급여 시 돈분의 pH, 가스 발생량 및 휘발성 지방산에 대한 결과는 Table 5에 보는 바와 같다. pH, 암모니아(ammonia), 메탄(methane), 아민(amine) 및 황화수소(hydrogen sulfide) 가스 발생량은 대나무 분말 처리 수준에 따라 감소되었다( $P < 0.05$ ). 그러나, pH는 모든 처리구에서 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다. 대조구와 비교했을 때, 대나무 분말 처리 수준(1, 2 그리고 3%)에 따른 암모니아 발생량 감소는 4.6~26.1%, 메탄의 경우 22.7~40.1%, 아민은 19.8~64.5 % 그리고 황화수소는 19.8~55.9%의 감소를 보였다. 모든 처리구 가운데서, 3% 대나무 분말 처리구가 돈분에서 발생하는 유해 가스 발생량을 가장 크게 감소시켰다. 그 다음은 2%와 1% 대나무 분말 처리구 순이었다. 일반적으로, 축사내에서 발생하는 가장 큰 문제는 축분의 혐기성 분해에 의해서 발생하는 악취이다(Mackie 등, 1998). 악취에서 발생하는 심각한 물질은 황화수소, 아

민 및 휘발성 방향족 화합물로 알려져 있다(Chen 등, 1994; Zahn 등, 1997). 본 연구결과에서 돈분에서 발생하는 유해가스 발생량을 줄이는 가장 주된 이유는 대나무 분말이 가축의 소화기내에서 소화작용을 통해 배설된 돈분에서 산(acidification)으로서 작용했기 때문인 것으로 사료된다. 또한 산으로서 작용했다는 것은 돈분에서 측정된 pH와 밀접한 관련성이 있다는 점을 Table 5에서 보여준다. 한 예로, 암모니아는 pH가 7이하에서 서서히 방출되지만, pH가 8이상일 때 급격히 발생한다(Reece 등, 1979). Smith 등(2004)의 연구에서도 염화알루미늄을 돈분에 첨가했을 때 돈분 pH를 낮추어 6주 동안 암모니아 발생량이 52% 감소되었다고 보고하여 우리의 결과를 뒷받침한다.

휘발성 지방산의 결과를 보게 되면, 통계적으로 휘발성 지방산의 대부분을 차지하는 acetic acid함량에서 유의성이 인정되었다( $P < 0.05$ ). 대조구와 비교 시 대나무 분말 처리구는 acetic acid함량이 약 9~18% 감소되었다. 그러나 propionic acid, iso-butyric acid, butyric acid, iso-valeric acid 및 valeric acid 함량은 모든 처리구간에 차이가 없었다. 통계적 유의성과 상관없이 대나무 분말의 이용은 돈분에서 측정된 휘발성 지방산의 함량이 낮

**Table 6.** Effects of dietary bamboo powder on microbe populations ( $\log_{10}$  cfu/g) in pig manure

Items	Supplementation level <sup>1</sup> , % of DM				SEM <sup>1</sup>
	0	1.0	2.0	3.0	
Total bacteria	3.99 <sup>b</sup>	5.46 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>	4.86 <sup>a</sup>	0.443
<i>Lactobacillus</i> spp.	4.91 <sup>b</sup>	5.95 <sup>a</sup>	5.95 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>	0.205
Yeast	1.67 <sup>b</sup>	2.59 <sup>a</sup>	2.56 <sup>a</sup>	2.10 <sup>ab</sup>	0.481
<i>E. coli</i>	ND <sup>2</sup>	ND	ND	ND	-
<i>Salmollera</i> spp.	ND	ND	ND	ND	-
<i>Shigella</i> spp.	ND	ND	ND	ND	-

<sup>a-b</sup>Values in the same row with different superscripts differ at  $P < 0.05$ .

<sup>1</sup>Mean values are expressed as means  $\pm$  SEM.

<sup>2</sup>ND stands for Not Detected

아지는 경향을 보였다. 그 이유는 정확하게 알 수는 없지만, Table 5에서 제시된 돈분의 낮은 pH와 연관성이 있을 것으로 판단된다(Choi과 Moore, 2008). 휘발성 지방산은 악취를 유발하는 대표적인 물질로서, Zahn 등(1997, 2001)의 연구에서 악취는 휘발성 지방산과 상관관계가 있다고 보고하였다.

### 3.3. 돈분의 미생물 균총에 대한 영향

돈분의 미생물 균총에 대한 영향을 조사한 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다. 돈분 에서 분석된 total bacteria, *Lactobacillus* spp. 그리고 yeast는 대나무 분말 처리구가 대조구 보다 증가하였다( $P < 0.05$ ). 돈분으로 분리된 *E.coli*, *Salmollera* spp. 및 *Shigella* spp.는 모든 처리구에서 검출되지 않았다. Marschall과 Cole(1983)의 보고에 의하면, *Lactobacillus* spp.는 식품에서 유해성 미생물을 억제시키는 미생물로 장내에서 *Salmonella*와 *E.coli*의 증식 억제와 장내 미생물의 균형을 유지시켜 축분에 함유된 대장균수를 감소시켜 유산균수를 증가시킨다고 하였다. 위의 결과는 대나무분말 처리가 *Lactobacillus* spp.와 yeast를 증가 시켜 돈분 중에 함유된 유해성 병원균을 억제시킨다는 것을 보여준 직접적인 증거이다.

## 4. 결론

본 연구는 대나무 분말을 양돈 사료내에 첨가급여가 돼지생산성, 혈액성상, 도체특성 및 돈분의 가스 발생량과 미생물 균총에 미치는 영향을 조사하여 환경경영적

측면에서 양돈경영자에게 정보와 자료를 제공하고자 실시하였다. 공시가축은 생체중(일령 140 $\pm$ 1일) 77.10 $\pm$ 1.86 kg인 삼원교잡종 육성돈 120두 암수를 혼사 배치하여, 각 돈방 당 10두씩, 4처리구(0%, 1%, 2% 및 3% 대나무분말 처리구), 3반복, Tukey test로 36일간 실시하였다.

사양시험으로부터 얻어진 결과는 다음과 같다.

첫째, 개시체중, 종료체중, 증체량, 도체특성 및 blood urea nitrogen을 제외하고, 사료섭취량, 사료효율 및 glucose 함량은 통계적 유의성이 모든 처리구에서 인정되었다( $P < 0.05$ ). 혈액성상(blood metabolite)면에서 glucose와 blood urea nitrogen은 대나무분말 첨가수준에 따라 감소하는 경향을 보였다.

둘째, 암모니아(ammonia), 메탄(methane), 아민(amine) 황화수소(hydrogen sulfide) 및 acetic acid 함량은 대나무 분말 처리 수준에 따라 감소되었다( $P < 0.05$ ). 그러나, pH, propionic acid, iso-butyric acid, butyric acid, iso-valeric acid 및 valeric acid 함량은 모든 처리구에서 차이가 없었다. 모든 처리구 가운데서, 3% 대나무 분말 처리구가 돈분에서 발생하는 유해 가스 발생량을 가장 크게 감소시켰다.

셋째, 돈분에서 분석된 total bacteria, *Lactobacillus* spp 그리고 yeast는 대나무분말 처리구가 대조구 보다 증가하였다( $P < 0.05$ ). *E.coli*, *Salmollera* spp. 및 *Shigella* spp.는 모든 처리구에서 검출되지 않았다.

결론적으로, 양돈사료에 대나무 분말 첨가는 돈분의 pH를 낮추어 유해성 가스 발생량을 감소시켰을 뿐만 아

나라 병원균을 억제하였다. 그러므로 양돈사료에 대나무 분말 첨가는 축산환경 경영측면에서 유용한 의미를 가져 줄 수 있다는 제언을 낳는다.

### 감사의 글

본 연구과제는 농림축산식품기술기획평가원 지원사업(IPET 112001-2) 연구비, 한국 연구재단 대학중점연구소 지원사업(2009-0093813) 연구비 및 경남과학기술대학교 기성회 (2013년) 연구비 지원으로 수행된 연구 결과로 이에 감사 드립니다.

### 참 고 문 헌

- Chen, A., Liao, P. H., Lo, K. L., 1994, Headspace analysis of malodorous compounds from swine wastewater under aerobic treatment. *Bioresource Technology*, 49, 83 - 87.
- Choi, I. H., Moore, P. A. Jr., 2008, Effect of liquid aluminum chloride additions to poultrylitter on broiler performance, ammonia emissions, soluble phosphorus, total volatile fattyacids, and nitrogen contents of litter. *Poultry Science*, 87, 1955-1963.
- Chu, G. M., Kim, J. H., Kang, S. N., Song, Y. M., 2013a, Effects of dietary bamboo charcoal on the carcass characteristics and meat quality of fattening pigs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 33, 348-355.
- Chu, G. M., Kim, J. H., Kim, H. Y., Ha, J. H., Jung, M. S., Song, Y., Cho, J. H., Lee, S. J., Ibrahim, R. I. H., Lee, S. S., Song, Y. M., 2013b, Effects of bamboo charcoal on the growth performance, blood characteristics and noxious gas emission in fattening pigs. *Journal of Applied Animal Resource*, 41, 48-55.
- Harapin, I., Bedrica, L., Hahn, V., Šoštarič, B., Gračner, D., 2003, Haematological and biochemical values in blood of wild boar (*Sus scrofa ferus*). *Veterinariski Arhiv*. 73, 333-343.
- Kim, M. J., Byun, M. W., Jang, M. S., 1996, Physiological and antibacterial activity of bamboo(*Sasa coreana Nakai*) leaves. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 25, 135-142.
- Lu, Z. K., Liao, W., 2003, Preliminary determination of chemical components for leaves of *Phyllostachys pubescens*. *Journal of Shenyang Pharmaceutical University*, 26, 46.
- Luo, J. Y., Chen, X. Y., 2003, Study on extracting tea polyphenols from leaf of *Indocalamus*. *Chemistry and Industry of Forest Products*, 37, 15.
- Mackie, R. I., Stroot, P. G., Varel, V. H., 1998, Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. *Journal of Animal Science*, 76, 1331 - 1342.
- Marschall, V. M., Cole, W. M., 1983, Threonin aldolase and alcohol dehydrogenase acivity in *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus acid-ophilus* and their contribution to flavour production in fermented milks. *Journal of Dairy Research*, 50, 375-379.
- Reece, F. N., Bates, B. J., Lott, F. F., 1979, Ammonia control in broiler houses. *Poult. Sci.* 58:754 - 755.
- SAS, 2000, SAT/STAT Software for PC. Release 8.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Smith, D. R., Moore, P. A. Jr., Haggard, B. E., Maxwell, C. V., Daniel, T. C., VanDevander, K., and Davis, M. E., 2004, Effect of aluminum chloride and dietary phytase on relative ammonia losses from swine manure. *Journal of Animal Science*, 82, 605 - 611.
- Song, H. S., Moon, H. J, Park, B. E., Choi, B. S., Lee, D. J., Lee, J. Y., Kim, C. J., Sim, S. S., 2007, Anti-oxidant activity and whitening activity of bamboo extracts. *Yakhak Hoeji*, 51, 500-507.
- Yamauchi, K., Ruttanavut, J., Takenoyama, S., 2010, Effects of dietary bamboo charcoal powder including vinegar liquid on chicken performance and histological alterations of intestine. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19, 257 - 268.
- Zahn, J. A., DiSpirito, A. A. Do, Y. S. Brooks, D. E., Cooper, E. E, Hatfield, J. L., 2001, Correlation of human olfactory responses to airborne concentrations of malodorous volatile organic compounds emitted from swine effluent. *Journal of Environmental Quality*, 30, 624 - 634.
- Zahn, J. A., Hatfield, J. L., Do, Y. S., DiSpirito, A. A., Laird, D. A., Pfeiffer, R. L., 1997, Characterization of volatile organic emissions and wastes from a swine production facility. *Journal of Environmental Quality*, 26, 1687 - 1696.