

## 항생제 대체 생균제가 자돈의 생산성, 영양소 이용률, 유해가스 발생량 및 분내 미생물 수에 미치는 영향

김종덕\* · 정흥우\*\* · 심금섭\*\* · 박승용\*\* · 주종철\*\* · 송재준\*\*\* ·  
이경호\*\*\* · 박중국\*\*\*\* · 박도연\*\*\*\*\* · 김창현\*\*\*\*\*

### Effects of Probiotics as an Alternative for Antibiotics on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Noxious Gas Emission and Fecal Microbial Population in Growing Piglets

Kim, Jong-Duk · Chung, Heung-Woo · Shim, Kum-Seob ·  
Park, Seung-Young · Ju, Jong-Cheol · Song, Jae-Jun · Lee, Kyung-Ho ·  
Park, Joong-Kook · Park, Do-Yun · Kim, Chang-Hyun

This study was conducted to determine the effect of probiotics as an alternative for antibiotics on growth performance, nutrient digestibility, noxious gas emission and fecal microbial population in growing piglets. A total of 96 piglets (22.5±1.3kg average body weight) were allotted to 3 different treatment groups and replicated 4 times with 8 piglets per replicate in randomized complete block design. Treatments were T1) (Control, basal diet+0.2% antibiotics), T2) 0.2% probiotics complex and T3) 0.3% *Bacillus* probiotics. During the whole experiment period, there were no differences ( $p>0.05$ ) in average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI) and feed efficiency. However, digestibility of dry matter, crude protein, ether extract, nitrogen free extract and crude ash were showed higher in probiotics groups (T2 and T3) than those of control. In noxious gas emission, ammonia, amine, hydrogen sulfide and mercaptan were significantly ( $p<0.05$ ) reduced in T2 and T3 treatments compared to those in control. Moisture content of feces was not significantly different among treatments. The colony forming units (CFU) of total bacteria, *E. coli* and thermophilic bacteria in feces were significantly

---

\* 교신저자, 천안연암대학 축산계열(yasc@yonam.ac.kr)

\*\* 천안연암대학 축산계열

\*\*\* 호원(Howon Co., LTD.)

\*\*\*\* 농촌진흥청 국립축산과학원

\*\*\*\*\* 환경대학교 동물생명환경과학부

different among treatments. The CFU of total bacteria, *E. coli* and thermophilic bacteria in T3 treatment were reduced by feeding probiotics B. From this study, we suggest that probiotics A and B are likely able to improve the growth performance and nutrients digestibility, reduce noxious gas emission and change the fecal microbial composition in growing piglets.

Key words : *probiotics, growth performance, nutrient digestibility, noxious gas emission, fecal microbial population*

## I. 서 론

최근에 국내에서도 가축사료 내에 사용할 수 있는 항생제의 종류에 대해 엄격히 규제하고 있으며, 2006년부터 친환경농산물 인증에서도 무항생제 축산물 인증을 추가하여 농가와 사료회사에서 항생제 사용량이 감소하고 있다(조 등, 2008; 장 등, 2009). 따라서 동물산업 분야에서도 항생제를 대체하여 성장촉진, 사료효율 개선 및 면역증진을 위한 목적으로 유용물질 개발하기 위한 연구가 활발히 수행되고 있다(Wenk, 2000; 2002). 이러한 물질에는  $\beta$ -glucan(Jung, 2004; Ha 등, 2006; 조 등, 2008), 생균제(Ahn 등, 2002; 홍 등, 2002; 장 등, 2009), 효소(배 등, 1999; 한, 2000), 유기산(Kim 등, 2005; 주 등, 2009), 한약재 및 식물추출물질(석 등, 2003; Abuel 등, 2006) 등이 있으며, 이에 관한 연구가 국내에서도 최근에 활발히 진행되고 있다.

생균제는 사용하는 미생물의 종류에 따라 동물의 장내에 정주하여 유해 미생물의 성장을 억제하고, 섭취한 사료의 소화 및 흡수를 용이하게 하여 동물의 성장을 촉진하고, 사료효율을 개선시키는 역할을 한다. 또한 생균제는 오래전부터 장내의 이상발효, 설사, 소화불량, 변비 등에 효과 있으며, 동물의 발육촉진, 설사치료 등에 의한 생산성 향상을 목적으로 이용하고 있다(한, 2000; 길 등, 2004; 장 등, 2009).

생균제를 사료에 첨가하여 급여하면 병원성 *E. coli*의 수가 감소되어 독성물질의 생산을 억제하며, 이로인 박테리아의 수를 증가하며, 젖산 생성량이 증가되어 장내 pH의 변화를 유도하며, 항생물질 생산이 촉진된다(한, 2000).

Smith와 Jones(1963)는 돼지에 유산균을 급여한 결과 장내 대장균 수가 감소하고 유산균 수가 증가하여 성장률과 사료효율이 개선되었으며, 영양소 이용률이 증가하였다고 하였다. Collington 등(1988)은 생균제가 이유자돈의 성장과 사료효율을 개선할 뿐만 아니라 lactase의 활성을 높인다고 하였다. Newman 등(1988)은 *Lactobacillus faecium*은 lysine을 분비하여 lysine의 공급량이 부족한 육성돈의 성장률을 개선시킨다고 하였으며, 건강한 돼지에게 *Lactobacillus*를 급여하면 칼슘의 흡수량이 증가된다고 하였다. Han 등(1982)은 *S. faecium*을 육성·비육돈에게 급여한 결과 육성돈의 경우 증체율에 있어서 생균제 첨가구가 대조구에

비하여 7.3%, 비육돈의 경우 13.7%가 개선되었고, 사료효율은 각각 8.7%와 9.1%가 개선되었으며, 조단백질 소화율 및 질소축적률도 향상되었다고 하였다.

Han 등(1984)은 이유자돈에 *Clostridium butyricum*을 급여한 실험에서 일당증체량은 17%, 사료효율은 3.8% 개선되었으며, 건물 배설량은 15.8%, 질소 배설량은 25.4% 감소한다고 하였다. 또한 Noh 등(1995)은 비육돈에 유산균 농축액을 0.5% 첨가해주면 일당증체량과 사료효율이 각각 2.7%와 8.8% 개선되고, 건물과 질소 배설량도 각각 12.6%와 4.2% 감소한다고 하였다. 돼지에 대한 생균제 첨가시험에 의하면 일반적으로 일당증체량은 3~15%, 사료효율은 4~49% 개선되는데 특히 어린돼지에서 효과가 높았다.

따라서 본 연구에서는 자돈에 생균제를 급여하여 돈사 내 환경을 개선하고 생산성을 향상시키기 위하여 수행하였다. 특히 장내 병원성 미생물의 성장을 억제하여 장내 이상발효, 설사, 소화 불량 등에 효과가 있는 생균제를 분리하여 이를 자돈에 급여하였을 때 가축 생산성, 영양소 이용률, 돈사의 유해가스, 분변의 균총 변화를 평가하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

2007년 10월 1일부터 10월 29일까지 28일간 천안연암대학 부속실습농장에서 사양시험을 실시하였다. 삼원교잡종(Landrace×Large White×Duroc) 자돈(22.5kg)을 3처리 4반복에 pen당 8두씩 총 96두를 공시하였고 체중의 편차와 암수구분에 의한 오차를 줄이기 위하여 전체 시험돈을 체중과 성별로 4개 군(암컷 2반복, 거세 수컷 2반복)으로 구분하였다. 자돈은 평균 생후 60일령을 선발하여 3일간의 예비사양 후 28일간 시험을 실시하였다.

시험의 처리구를 보면 T1은 양성대조구로서 항생제인 CSP(chlortetracycline sulfamethazine penicillin)와 콜리스틴(Colistin)을 각각 0.1%를 첨가한 처리구이며, T2는 무항생제에 생균제 A 0.2% 첨가구이며, T3 처리구는 무항생제에 생균제B를 0.3% 첨가하였다. 시험에 공시한 T2의 생균제A는 *Lactobacillus acidophilus*  $1.0 \times 10^{10}$  CFU/g, *Bacillus subtilis*  $1.0 \times 10^7$  CFU/g, *Saccharomyces cerevisiae*  $1.0 \times 10^7$  CFU/g의 분말 복합생균제이며, T3의 생균제B는 청국장에서 분리한 *Bacillus subtilis natto*  $1.0 \times 10^7$  CFU/g의 분말 단일생균제이다.

자돈 시험에 사용한 사료의 배합률 및 성분함량은 Table 1에서 보는 바와 같다. 시험돈사의 pen size는  $8.41 \text{ m}^2$ (가로×세로= $2.9 \times 2.9 \text{ m}$ )이고, 바닥의 1/3은 플라스틱 슬랏(slot)이고 2/3는 콘크리트인 slurry 돈사로서 pen당 8두씩 군사하였다. 사료는 가루 사료로 돈방 당 1개씩 설치된 급이기를 이용하여 자유 채식토록 하였으며, 물도 자동급수기로 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 그리고 환기 및 온도는 자동제어 시스템에 의해서 조절하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	Content(%)	Chemical composition <sup>3)</sup>	Content(%)
Corn	44.30	ME	3,265 kcal
Wheat	3.50	Moisture, %	13.47
Wheat bran	2.00	Crude protein, %	17.70
Rice meal	3.00	Crude fat, %	7.38
Soybean meal	24.50	Crude fiber, %	2.90
Salt	0.12	Crude ash, %	5.15
Molasses	5.00	Ca, %	0.80
Tallow	3.87	Available P, %	0.54
Tricalcium phosphorous	0.75		
Dehulled soybean meal	4.00		
Limestone	0.66		
Mineral premix <sup>1)</sup>	2.00		
Vitamin premix <sup>2)</sup>	1.00		
Others	5.30		

<sup>1)</sup> Supplied per kilogram of diet : Vit A, 10,000IU; Vit D3, 2,000 IU; Vit E, 42IU; Vit K, 5mg; Vit B2, 9.6mg; Vit B6, 2.45 mg; niacin, 49mg; biotin, 0.05mg.

<sup>2)</sup> Supplied per kilogram of diet: Cu, 140mg; Fe, 179mg; Zn, 179mg; Mn, 12.5mg; Co, 0.25mg; Se, 0.4mg.

<sup>3)</sup> Calculated values.

시험돈의 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율은 시험개시일, 시험개시후 2주(14일), 4주(28일)에 측정하였다. 사료섭취량은 매 측정시마다 총급여량과 잔량을 측정하여 계산하였으며, 일당증체량은 돈형기(이동식 돼지체중 전용저울)를 이용하여 측정하였다. 사료요구율은 시험기간 중의 사료섭취량을 증체량으로 나누어 계산하였다.

시험사료의 소화율은 크롬( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , chromic oxide)을 이용한 간접측정법(하 등, 2003)으로 사양시험 마지막 주에 3일 동안 오전과 오후에 각각 분을 pooling한 후 분석에 이용하였다. 분석을 위해 sample은 순환식 drying oven에 넣어  $60^\circ\text{C}$ 에서 72시간 건조시킨 후 Wiley mill을 이용하여 1mm 입자로 분쇄한 후 분석시료로 사용하였다.

시험사료와 분의 일반성분은 AOAC법(1990)에 준하여 실시하고 사료와 분 중 Cr의 농도를 측정하기 위해  $\text{HNO}_3$ 와  $\text{HCl}$ 로 전처리를 하여 ICP-OES(VISTA-MPX, Varian, USA)를 이용하여 측정하였다. 영양소의 소화율은 다음의 계산식에 의하여 간접방법으로 구하였다.

$$\text{영양소 소화율} = 100 \times \{1 - (\text{사료중의 Cr 함량\%} \times \text{분중의 영양소 함량\%}) / (\text{분중의 Cr 함량\%} \times \text{사료중의 영양소 함량\%})\}$$

돈분의 유해가스 발생량은 사양시험 개시후 2주, 3주 및 4주째에 조사하였으며, 암모니

아(NH<sub>3</sub>), 아민(R-NH<sub>2</sub>), 황화수소(H<sub>2</sub>S) 및 메캅탄(CH<sub>2</sub>-SH) 가스를 측정하기 위해 돈방내에 배설된 분과 오줌을 50g : 75mL로 혼합한 분뇨를 정사각형의 밀폐용기(12×15×8cm)에 넣은 다음 돈사 내의 일정장소에서 보관하였다. 밀폐용기는 가스측정이 용이하도록 하기 위하여 뚜껑에 검지관 지름의 구멍을 만든 후 비닐테이프로 밀봉하였다.

가스 측정은 일정한 시간 경과 후 가스포집기(Gastec GV-100S, Japan)를 이용하여 가스포집기에 장착된 검지관으로 밀폐용기의 구멍에 투관하여 1분간 흡입시킨 후 검지관에 표시된 눈금의 수치를 조사하였다. 암모니아와 아민은 상온에서 6시간 보관 후 측정하였으며, 황화수소 및 메캅탄은 24시간 후에 측정하였다.

미생물 분석용 돈분 채취는 처리구당 4반복으로 채취하였고, 배출된 돈분을 오염되지 않게 직접 채취 및 무균봉투에 밀봉하여 신속히 실험실로 이동하여 0.85% NaCl 희석배지로 균질한 상태로 전처리 후 단계별 10진 희석을 하였다. 총균(total bacteria counts) 및 대장균(*E. coli*) 측정은 각 단계 희석액을 사용하였으며, 내열성포자(thermoduric bacteria)는 희석액을 60°C에서 30분간 진탕 배양하여 사용하였다. 각 단계 희석액의 총균수, 내열성포자와 대장균 측정은 petri film(3M aerobic count plates / *E. coli*, USA) 선택배지를 사용하였으며, 35°C incubator에서 48시간 배양한 후 형성된 집락을 계수하였다.

모든 자료는 SAS(1999)의 GLM procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의해 95% 유의수준으로 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 자돈의 생산성

항생제를 대체하여 자돈에 생균제를 달리하여 급여한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 자돈의 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 양성 대조구인 T1과 처리구 T2와 T3 간의 유의적인 차이가 없었으므로 항생제 대체가 가능하다. 복합생균제(T2)와 단일생균제(T3)는 항생제 처리구보다 모두 높았으며, 단일 생균제(B)보다 복합생균제(A)가 더 우수한 것으로 나타났다.

Han 등(1982), Collington 등(1988), Newman 등(1988)의 시험에서도 생균제가 무처리에 비하여 자돈 및 육성돈의 증체율을 증가시켰다고 하여 본 시험과 같은 대체효과가 있었다. 그리고 이유자돈 및 육성돈에서 생균제의 첨가가 성장 개선효과를 나타냈다는 다양한 연구결과가 보고되었다(Pollman 등, 1980; Cho 등, 1992; Kyriakis 등, 1999; 장 등, 2009). 또한 *Lactobacillus casei* 및 *Bacillus spp.*을 사료내 첨가 급여하였을 때 이유자돈의 성장을 개선시킨다고 하였으며(Cho 등, 1992; Adami와 Cavazzoni, 1999), 장 등(2009)은 다양한 생균제를

항생제 대체제로 급여한 결과 *Lactobacillus casei* 생균제가 다른 생균제보다 이유자돈의 생산성을 향상시킨다고 하였다.

Table 2. Effect of probiotics on the growth performance of growing piglets

Item	T1	T2	T3	SEM <sup>1)</sup>
Initial weight, kg	22.3	22.8	22.8	1.33
Final weight, kg	39.3	41.7	40.7	2.73
ADG <sup>2)</sup> , g	606	674	638	82.7
ADFI <sup>3)</sup> , g	1,356	1,512	1,468	106.3
Feed/Gain	2.26	2.27	2.34	0.26

T1 = antibiotic 0.2%, T2 = probiotics A 0.2%, T3 = probiotics B 0.3%.

<sup>1)</sup> Standard error of mean.

<sup>2)</sup> ADG=average daily gain.

<sup>3)</sup> ADFI=average daily feed intake.

본 시험에서는 *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*의 복합생균제(T2)가 단일생균제(T3) *Bacillus subtilis natto*보다 성장이 많이 증체한 것으로 판단되어 T2 처리구의 복합생균제는 자돈에서 항생제 대체제로 첨가하여 급여하여도 좋을 것으로 판단되었다. 양돈사료에서 주로 이용하는 생균제는 *Lactobacillus*속, *Bacillus*속, *Saccharomyces*속 등이 있으며, 이들 생균제는 독성물질 생성억제, 소화촉진, 항병성 증진, 설사 발생 감소, 유해가스 감소 등에는 효과가 있으나 가축의 생산성에서는 일관된 효과는 나타나지 않고 있다. 한편 단일균주 보다는 복합생균제를 이용한 시험(김 등, 2001; 홍 등, 2002; 라 등, 2004; 장 등, 2007)에서는 일당증체량이 증가하였다고 하여 복합생균제가 단일생균제보다 효과가 좋았다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다.

## 2. 영양소 소화율

2종류의 생균제를 항생제 대체제로 자돈 사료에 첨가하여 급여하였을 때 자돈의 영양소 소화율은 Table 3에서 보는 바와 같다. 건물, 조단백질, 조지방 및 조회분의 소화율은 생균제 첨가구(T2 및 T3)가 항생제 첨가구(T1)보다 소화율이 높았으며( $p < 0.05$ ), 복합생균제(T2)와 단일생균제(T3) 간에는 유의적인 차이가 없었다.

Table 3. Effect of probiotics on the nutrient digestibility of growing piglets

Nutrients digestibility <sup>1)</sup>	T1	T2	T3	SEM <sup>2)</sup>
Dry matter, %	77.7 <sup>b</sup>	81.3 <sup>a</sup>	80.9 <sup>a</sup>	1.80
Crude protein, %	73.1 <sup>b</sup>	77.7 <sup>a</sup>	76.8 <sup>a</sup>	2.32
Ether extract, %	77.0 <sup>b</sup>	82.3 <sup>a</sup>	81.2 <sup>a</sup>	2.36
Nitrogen free extract, %	85.5 <sup>b</sup>	88.0 <sup>a</sup>	87.1 <sup>a</sup>	1.20
Crude ash, %	50.1 <sup>b</sup>	62.1 <sup>a</sup>	61.8 <sup>a</sup>	5.47

T1 = antibiotic 0.2%, T2 = probiotics A 0.2%, T3 = probiotics B 0.3%.

<sup>1)</sup> Twelve piglets were used from data.

<sup>2)</sup> Standard error of mean.

<sup>a, b</sup> Means within the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05).

장 등(2009)의 이유자돈 시험에서는 생균제가 영양소 소화율에 유의적인 개선효과가 나타나지 않았으나, 길 등(2004)은 이유자돈 사료에 생균제 첨가가 건물, 조단백질, 조지방의 소화율을 개선하였다고 하여 본 시험과 같은 경향을 보였다. 이러한 상반된 보고는 생균제의 효과는 위나 소장에서 작용하는 것보다는 숙주의 장내 미생물 균총을 이루고 있는 대장에서 주로 작용하기 때문이며, 생균제의 효과를 얻고자 한다면 최소 7일 이상의 적응기간이 필요하다고 하였다(길 등, 2004; 장 등, 2009). 따라서 생균제의 효과는 충분한 적응기간이 필요하고, 대장이 발달한 육성돈 이후의 비육돈과 모돈에 효과가 높은 것으로 여겨진다.

본 시험에서 28일간 항생제 대체로 생균제를 자돈에 급여하였을 때 자돈의 영양소 소화율은 복합생균제(T2)와 단일생균제(T3) 모두 항생제 처리구보다 소화율이 높았으며, 이러한 결과가 앞의 자돈의 생산성 향상에 영향을 미친 것으로 판단되었다.

### 3. 유해가스의 발생량 및 수분함량

생균제 사용에 의한 돈사 내 환경개선 효과를 검정하기 위하여 양돈 분뇨 내 유해가스 및 분의 설사 빈도를 조사하였다. 양돈분뇨의 유해가스 발생량을 조사한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

먼저 암모니아(NH<sub>3</sub>) 및 아민(R-NH<sub>2</sub>) 가스의 비교에서 항생제 처리구(T1)보다 생균제 처리구(T2 및 T3)의 가스 발생량이 적었다(p<0.05). 생균제 처리구 중에서는 T3처리구의 *Bacillus subtilis natto*의 생균제가 다른 처리구보다 암모니아 및 아민 가스 발생량이 적었으며, T2처리구는 다른 처리구보다 황화수소(H<sub>2</sub>S)와 펄캅탄(CH<sub>2</sub>-SH) 가스 발생량이 적었다(p<0.05).

Table 4. Effect of probiotics on noxious gas emission in feces and diarrhea score of growing piglets

Noxious gas emission <sup>1)</sup>	T1	T2	T3	SEM <sup>2)</sup>
NH <sub>3</sub> , ppm	5.3 <sup>a</sup>	1.9 <sup>b</sup>	0.9 <sup>b</sup>	2.11
R-NH <sub>2</sub> , ppm	32.1 <sup>a</sup>	18.3 <sup>b</sup>	8.0 <sup>c</sup>	10.56
H <sub>2</sub> S, ppm	64.6 <sup>b</sup>	58.5 <sup>b</sup>	109.4 <sup>a</sup>	24.17
CH <sub>2</sub> -SH, ppm	50.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>c</sup>	31.1 <sup>b</sup>	17.81
Moisture, %	71.1	72.3	70.6	1.42

T1 = antibiotic 0.2%, T2 = probiotics A 0.2%, T3 = probiotics B 0.3%.

<sup>1)</sup> Twelve piglets were used from data.

<sup>2)</sup> Standard error of mean.

<sup>a,b,c</sup> Means within the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

돈사 내 유해가스와 악취의 주성분은 암모니아, 아민 등 아민계열과 황화수소, 멜캅탄 등 황화합물 계열이 있다(Otto 등, 2003). 홍 등(2002)과 장 등(2007)은 비육돈과 육성돈에서 복합생균제 첨가구가 대조구에 비해 암모니아와 황화수소가 유의적으로 감소하였다고 하였으며, 특히 암모니아의 감소가 뚜렷하였다. 또한 Visek(1978)은 생균제 첨가시 암모니아를 생성하는 urease를 분비하는 장내 미생물의 번식을 억제하여 유해가스의 발생량을 감소시킨다고 하였다. 고 등(2003)은 육계에 복합생균제 첨가시 암모니아보다는 황화수소 함량의 감소가 뚜렷하였다고 하였다. 본 시험에도 복합생균제(T2)는 암모니아, 아민, 황화수소의 발생량을 감소시켰으며, 특히 황화수소 계열보다 아민계열의 가스(암모니아 및 아민) 발생량 감소가 뚜렷하여 이전 연구와 유사한 경향을 보였다. 따라서 복합생균제 첨가는 돈사내 유해가스 특히 암모니아 및 아민 가스 발생량을 감소시키는 효과가 있었다.

설사지수와 상관관계가 높은 수분함량은 처리간에 유의적인 차이가 없었다. *Lactobacillus*와 *Bacillus*는 대장내 미생물 균총에서 유익균으로서 우점하게 되어 장을 안정화 시키는 기능을 함으로써 자돈의 설사를 감소시킨다(Cho 등, 1992; Bonomi, 1992; Zani 등, 1998)고 하였으나, Quintero Moreno 등(1996)과 장 등(2009)은 설사지수에 차이가 없다고 하여 본 시험과 동일한 결과를 보여주었다.

특히 이전의 연구에서도 복합생균제의 첨가에 의한 아민계열 가스 감소는 계사보다는 돈사에 효과가 뚜렷하여 암모니아 가스는 축사 내 수분함량과 분의 수분함량이 많을 경우에 가스의 감소효과가 높은 것으로 판단할 수 있다. 그리고 본 시험에서도 분과 요는 슬러리 형태에서 가스발생량을 측정하여 암모니아와 아민의 감소효과가 높았으며, 분의 수분함량도 영향을 미친 것으로 여겨진다.



#### 4. 분내 미생물

시험 후 3주차에 돈분을 채취하여 분내 총균수, *E. coli* 수 및 내열성포자 수를 측정된 결과도 Table 5에서 보는 바와 같다. 먼저 총균수는 T1, T2 및 T3 처리구가 각각  $59.9 \times 10^7$ ,  $17.5 \times 10^7$  및  $13.9 \times 10^7$ 로 무처리보다 T2 및 T3 처리구의 생균제에 의해 분내 총균수가 감소되었다( $p < 0.05$ ). 대장균은 T1, T2 및 T3 처리구가 각각  $21.1 \times 10^5 / g$ ,  $12.7 \times 10^5 / g$  및  $2.8 \times 10^5 / g$ 로서 T3 처리구가 항생제 처리구보다 대장균수가 적었다( $p < 0.05$ ). 한편 내열성 포자수는 T1, T2 및 T3 처리구가 각각  $2.7 \times 10^5$ ,  $1.5 \times 10^5$  및  $68.4 \times 10^5$ 로서 T3의 *Bacillus subtilis natto* 생균제 처리구가 높았다( $p < 0.05$ ).

Table 5. Effect of probiotics on the fecal microbial composition of growing piglets

Kinds of Bacteria	Count media	T1	T2	T3	SEM <sup>2)</sup>
Total bacteria, CFU <sup>1)</sup> /g	aerobic count plates	$59.9^a \times 10^7$	$17.5^b \times 10^7$	$13.9^b \times 10^7$	23.46
<i>E. coli</i> , CFU/g	<i>E. coli</i>	$21.1^a \times 10^5$	$14.7^a \times 10^5$	$2.8^b \times 10^5$	9.08
Thermoturc bacteria, CFU/g	aerobic count plates	$2.7^b \times 10^5$	$1.5^b \times 10^5$	$68.4^a \times 10^5$	33.20

T1 = antibiotic 0.2%, T2 = probiotics A 0.2%, T3 = probiotics B 0.3%.

<sup>1)</sup> Colony forming unit.

<sup>2)</sup> Standard error of mean.

<sup>a,b</sup> Means within the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

일반적으로 대장균성 설사의 작용기전은 대장균이 장 용모에 균락을 형성한 후 독소를 생성하고 그 독소를 감지한 자돈의 소화기관은 연동운동을 통하여 빨리 배출하려고 하며, 장액을 분비하면서 액상의 설사를 하게 되는 것으로 알려져 있다. 이러한 이유로 과거에는 가축생산성 증진을 위해 다양한 항생제를 사용하였으나, 항생제의 내성문제로 인하여 항생제 대체제로써 생균제를 이용하고 있다. 항생제를 대체할 수 있는 생균제로 이용되는 유익한 미생물들이 갖추어야하는 조건들 중에는 항생물질(bacteriocin)을 생성하고, 장내 생존성, 내산성, pH에서의 안정성, 높은 계대능력 및 효소 역가 등이 있다. 특히 유익한 미생물이 생성하는 bacteriocin 중에 nisin은 최초 상업용으로 이용된 박테리오신으로서 박테리아에서 추출한 천연물질로 가장 널리 알려진 물질이다. 항생성 유산균에서 추출한 nisin은 대장균과 같은 그람양성박테리아의 세포막을 파괴하며, 반추위미생물에 첨가하였을 때 모넨신과 마찬가지로 암모니아 생성을 줄인다고 보고되었다(Callaway, 1997). 특히 *Bacillus* 속은 다양한 종류의 peptide계 항생물질을 분비하여 넓은 범위의 항균효과를 가지고 있다. Bacteriocin이나 bacteriocin-like substances(BLS)를 생산하는 *Bacillus* 속으로는 *B. subtilis*, *B. coagulans*, *B. cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium* 등에 관한 보고들이 있다(Jack 등, 1995; Tagg 등,

1976). 따라서 본 연구에서도 T3의 *Bacillus subtilis natto* 생균제를 급여시 유해 미생물의 증식억제효과가 T1인 항생제 첨가구에 비해 월등히 뛰어났으며, 비록 대조구와 유의적인 차이는 없지만 T2의 복합생균제 첨가구도 항생제 첨가구와 유사한 효과가 있다고 판단되었다. *Bacillus* 속의 균들은 포자를 형성하여 열처리나, 장내 담즙이나 위산에도 높은 저항성을 갖고 있기 때문에 T3 처리구가 다른 처리구에 비해 월등히 내열성 포자의 수가 높기 때문이다. 특히, 생쥐의 위장관에서 포자형성균인 *B. subtilis natto*가 발아한다는 보고가 있어 (Hosoi 등, 1999), 장기간 장내에서 균체를 형성하고 생존할 수 있는 가능성이 높다고 판단되었다.

#### IV. 적 요

본 시험은 생균제를 자돈 사료에 첨가하여 자돈의 성장능력, 영양소 이용률, 유해가스 및 분내 미생물 발생정도를 비교하여 항생제 대체효과를 규명하여 하기 위하여 실시하였다. 본 시험은 삼원교잡종(Landrace×Large White×Duroc) 자돈(22.5kg) 96두를 선발하여 28일간 사양시험을 실시하였다. 본 시험은 3처리 4반복의 난괴법 배치로 T1 처리구 항생제, T2 처리구는 무항생제에 복합생균제 0.2% 첨가, T3 처리구는 무항생제에 단일생균제 0.3%를 첨가하였다. 자돈의 일당 증체량, 일일 사료섭취량 및 사료요구율은 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 그러나 건물, 조단백질, 조지방 및 조회분의 소화율은 처리간에 유의성이 있었으며, 특히 복합생균제와 *Bacillus subtilis natto* 생균제가 대조구인 항생제 처리구보다 소화율이 높았다. 돈 분뇨의 유해가스 발생량에서는 암모니아(NH<sub>3</sub>), 아민(R-NH<sub>2</sub>), 황화수소(H<sub>2</sub>S) 및 메캅탄(CH<sub>2</sub>-SH)의 발생량은 항생제 처리구보다 생균제 첨가구가 적어 돈사내 가스 감소에 효과가 있었다. 그러나 분의 수분함량은 처리간에 유의적인 차이가 없었다. 돈분내 총균, 대장균 및 내열성균은 처리간에 유의적인 차이가 있었다. 즉 총균과 대장균의 수는 생균제 첨가에 의하여 감소하였으며, 내열성 포자의 수는 T3 처리구가 다른 처리구보다 많았다. 따라서 생균제를 항생제 대체물질로 급여한 결과 자돈의 장내 환경을 개선하고 돈사 내 유해가스 감소시킬 뿐만 아니라 자돈의 생산성 향상에도 기여한 것으로 판단되었다.

[논문접수일 : 2010. 2. 17. 논문수정일 : 2010. 4. 13. 최종논문접수일 : 2010. 4. 28]

## 참 고 문 헌

1. 고영두·신재형·김삼철·김명민·박기동·김재황. 2004. 복합 생균제 첨가가 육계 생산성, 유해가스 발생량 및 맹장내 균총에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 45: 559-568.
2. 길동용·임종선·전경철·김법균·김경수·김유용. 2004. 지속적인 생균제의 첨가가 돼지의 성장, 영양소 이용률, 혈중요소태질소 및 면역능력에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 46: 39-48.
3. 김재황·김창현·고영두. 2001. 사료내 발효사료첨가가 비육돈의 생산성 및 분중 암모니아 발생량에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 43: 193-202.
4. 라정찬·한혜정·송지은. 2004. 백년초 혼합 생균제를 이용한 돼지 및 육계에서의 생산성 향상과 환경개선 효과. 한국수의공중보건학회지 28: 157-167.
5. 배극환·고태구·김지훈·조원탁·한영근·한인규. 1999. 항생제 대체 기능성 물질의 사용 효과에 관한 연구. 한국축산학회지 41(1): 23-30.
6. 석종찬·임희석·백인기. 2003. 생약제제(미라클<sup>®</sup>) 첨가가 이유자돈의 성장률, 영양소 이용률, 분내 미생물균총 및 면역기능에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 45(5): 767-776.
7. 장영달·오희경·박용국·최현봉·윤진현·김유용. 2009. 항생제 대체제로서 생균제가 이유자돈의 성장능력 및 영양소 이용률, 설사빈도, 면역반응에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 51(1): 25-32.
8. 장해동·김해진·조진호·진영걸·유종상·김인호. 2007. 복합생균제 첨가가 육성돈의 생산성, 면역학적 지표 및 분내 유해가스 발생에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 49(4): 501-508.
9. 조병임·유선종·김은집·안병기·백현동·윤철원·장효일·김승욱·강창원. 2008. 효모변이균주 유래 β-글루칸과 복합균종 생균제의 혼합급여가 육계의 생산성 및 장내 균총에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 50(1): 89-98.
10. 주지환·YuXin Yang·최재용·최순천·조원탁·채병조. 2009. 다양한 유기산제들의 급여가 이유자돈의 성장과 영양소 소화율에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지 51(1): 15-24.
11. 하종규·이성실·고종렬. 2003. 반추동물영양학실험법. 서울대학교출판부.
12. 한인규. 2000. 양돈영양과 사료. 서울대학교.
13. 홍종욱·김인호·권오석·김지훈·민병준·이원백. 2002. 자돈 및 비육돈에 있어 생균제의 첨가가 생산성 및 분내 가스발생에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지 44: 305-314.
14. Abuel, S. J., J. D. Kim, S. N. Kang, J. W. Youn, and M. S. Kim. 2006. A study on two types of feed additive as an alternative for antibiotics in swine feeds. XIIIth AAAP animal Science Congress Proceedings. p. 175.

15. Adami, A. and V. Cavazzoni. 1999. Occurrence of selected bacterial groups in the effects of piglets fed with *Bacillus coagulans* as probiotic. *J. Basic Microbiol.* 39(1): 3-9.
16. Ahn, Y. T., K. L. Lim, J. C. Ryu, D. K. Kang, J. S. Ham, Y. H. Jang, and H. U. Kim. 2002. Characterization of *Lactobacillus acidophilus* isolated from piglets and Chicken. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15(12): 1790-1797.
17. AOAC. 1990. Official Method of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
18. Bonomi, A. 1992. Probiotics in pig breeding. Results from the use of *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*. Experimental contribution. *Rivista-Della-Societa-Italiana-Di-Scienza-Dell. Alimentazione.* 21(4): 481-499.
19. Callaway, T. R., De Melo Carneiro, and J. B. Russell. 1997. The effect of nisin and monensin on ruminal fermentations *in vitro*. *Curr. Microbiol.* 35: 90.
20. Cho, K. H., U. T. Lee, C. K. Yang, I. W. Yu, Y. S. Kim, and Y. D. Yoon. 1992. The effect of *Lactobacillus casei* (TSC-66) for growth promotion in piglets (Korean). *Kor. J. Vet. Pub. Health.* 16(1): 49-53.
21. Collington, G. K., D. S. Parker, M. Ellis, and D. G. Armstring. 1988. The influence of probings or tyrosine on growth of pigs and development the castro-intestinal tract. *Anim. Prod.* 46(Abstr.): 521.
22. Ha, C. H., C. W. Yun, H. D. Paik, S. W. Kim, C. W. Kang, H. J. Hwang, and H. T. Chang. 2006. Preparation and analysis of yeast cell wall mannoproteins, immune enhancing materials, from cell wall mutant *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Microbiol. Biotechnol.* 16: 237.
23. Han, I. K., J. D. Kim, J. H. Lee, S. C. Lee, T. H. Kim, and J. H. Kwack. 1984. Studies on the growth promoting effects of probiotics. III. The effects of *Clostridium butyricum* ID on the performance and the changes in the microbial flora of the feces of growing pigs. *Kor. J. Anim. Sci.* 26:166.
24. Han, I. K., J. H. Park, S. C. Lee, M. I. Yoo, and K. Kwon. 1982. Growth-stimulating effects of Salinomycin for growing-finishing swine. *Kor. J. Anim. Sci.* 24: 336.
25. Hosoi, T., A. Ametani, K. Kiuchi, and S. Kaminogawa. 1999. Changes in fecal microflora induced by incubation of mice with *Bacillus subtilis*(nato) spores are dependent upon dietary components. *Can. J. Microbiol.* 45: 59.
26. Jack, R. W., J. R. Tagg, and B. Ray. 1995. Bacteriocin of gram-positive bacteria. *Microbiol. Rev.* 59: 171.
27. Jung K., Y. Ha, S. K. Ha, D. U. Han, D. W. Kim, W. K. Moon, and C. Chae. 2004. Antiviral Effect of *Saccharomyces cerevisiae*  $\beta$ -glucan to Swine Influenza Virus by

- Increased Production of Interferon- $\gamma$  and Nitric Oxide. *J. Vet. Med.* 51: 72-76.
28. Kim, Y. Y., K. Y. Kil, H. Y. Oh, and In K. Han. 2005. Acidifier as an Alternative material to antibiotics in animal feed. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18(7): 1048.
  29. Kyriakkis, S. C., V. K. Tsiloyiannis, J. Vlemmas, K. Sarris, A. C. Tsinas, C. Alexopoulos, and L. Jansegers. 1999. The effect of probiotics LSP 122 on the control post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Res. Vet. Sci.* 67: 223-228.
  30. Newman, C. W., D. C. Sands, M. E. Megeed, and R. K. Newman, 1988. Replacement of soybean meal in swine diets with L-lysine and *Lactobacillus* ferments. *Nutr. Rep. Int.* 37: 347.
  31. Noh, S. H., H. K. Moon, I. K. Han, and I. S. Shin. 1995. Effect of dietary growth promoting substances on the growth performance in pig. *Kor. J. Anim. Sci.* 37: 66.
  32. Otto, E. R., M. Yokouama, S. Hengemuehle, R. D. Von Bermuth, T. Van Kempen, and N. L. Trottier. 2003. Ammonia, volatile fatty acids, phenolics and odor offensiveness in manure from growing pigs fed diets reduced in protein concentration. *J. Anim. Sci.* 81: 1754-1763.
  33. Pollman, D. S., D. M. Danielson, and E. R. Peo. 1980. Effects of microbial feed additives on performance of starter and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 51: 577-581.
  34. Quintero Moreno A., Huerta Leidenz N., Parra de Solano N. Rincon Urdaneta E., J. A. Aranguren Mendez, N. P. De Solano. 1996. Effect of probiotics and sex on growth and carcass characteristics of pigs. *Rev. Cientif Facul De-Ciencias Vet Univers Zulia.* 6(1): 5-12.
  35. SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guide: Statistics. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
  36. Smith, J. W. and J. W. T. Jones. 1963. Observation on the alimentary tract and its bacterial flora in healthy and diseased pigs. *J. Path. Bact.* 86: 387.
  37. Tagg, G. R., A. S. Dajani, and L. W. Wannamarker. 1976. Bacteriocin of gram-positive bacteria. *Bacteriol. Rev.* 40: 772.
  38. Visek, W. J. 1978. The mode of growth promotion by antibiotics. *J. Anim. Sci.* 46: 1447-1453.
  39. Wenk, C. 2002. Herbs and botanicals as feed additives in monogastric animals. *Proc. 2002. Int. Symp. On Recent Advances in animal Nutr., New Delhi, India, 22nd Sept. 2002.* pp. 14-21.
  40. Wenk. C. 2000. Recent Advances in Animal Feed Additives such as metabolic modifiers, antimicrobial agents enzymes and highly available minerals. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13(1): 86.
  41. Zani, J. L., F. W. Dacruz, A. F. Dossantos, and C. Giltunes. 1998. Effect of probiotic CenBiot on the control of diarrhoea and feed efficiency in pigs. *J. Appl. Microbiol.* 84(1): 68-71.