

복합 생균제 첨가가 육성돈의 생산성, 면역관련 혈액학적 지표 및 분내 유해가스 발생에 미치는 영향

장해동 · 김해진 · 조진호 · 진영걸 · 유종상 · 김인호

단국대학교 동물자원학과

Effects of Dietary Probiotic Complex on Growth Performance, Blood Immunological Parameters and Fecal Malodor Gas Emission in Growing Pigs

H. D. Jang, H. J. Kim, J. H. Cho, Y. G. Chen, J. S. Yoo and I. H. Kim

Department of Animal Resource & Science, Dankook University

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate effect of probiotic complex(*Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis* and *Aspergillus oryzae*) on growth performance, blood immunological parameters and fecal malodor gas emissions in growing pigs. Forty-eight pigs[(Landrace × Yorkshire) × Duroc, 25.31±1.29kg average initial body weight] were used in 35d growth trial. Dietary treatments included CON(basal diet), PC1(basal diet + 0.1% probiotic complex) and PC2(basal diet + 0.2% probiotic complex). From d 0 to 20, ADFI was significantly increased in PC1 and PC2 compared to CON(Linear effect, P=0.013). From d 21 to 35, ADFI was increased in PC1 compared to CON(Quadratic effect, P=0.024). For the whole period, ADFI was increased PC2 and PC1 compared to CON(Linear effect, P=0.009, Quadratic effect, P=0.004). For the whole period, ADG was increased in PC1 compared to CON(Quadratic effect, P=0.017). G/F was not affected by treatments. Dry matter digestibility in PC2 was higher than PC1 and CON(Linear effect, P=0.001). Nitrogen digestibility was significantly higher in PC2 and PC1 than CON(Linear effect, P=0.005). In blood immunological parameters, Total protein, IgG, red blood cell(RBC) and white blood cell(WBC) were increased in PC2 compared to PC1 and CON(Linear effect, P<0.001, Quadratic effect, P<0.001). In fecal malodor gas emission, ammonia and acetic acid were significantly reduced in PC2 compared to CON(Linear effect, P<0.02). Hydrogen sulfide was significantly reduced in PC2 compared to CON(Linear effect, P=0.0002, Quadratic effect, P=0.018). However, total mercaptans was not affected by treatments. Water content of feces was not significantly different among the treatments. In conclusion, 0.2 % probiotic complex improved ADFI, apparent dry matter and nitrogen digestibility, Total protein, IgG, RBC and WBC. Also, it decreased ammonia, acetic acid and hydrogen sulfide emissions in growing pigs.

(Key words : Probiotic complex, Growth Performance, Blood immunological, Fecal malodor gas emission, Growing pigs)

I. 서론

양돈 산업이 대규모 산업화 되면서 생산성 향상을 위해 양돈 사료내 항생제와 화학적 치료제를 사용하고 있다. 가축내 항생제 첨가는 성돈 보다는 자돈, 위생적 환경에 비해 열

Corresponding author : I. H. Kim, Department of Animal Resource & Science, Dankook University, #29 Anseodong, Cheonan, Choongnam 330-714, Korea
Tel : +82-41-550-3652, Fax : +82-41-553-1618, E-mail : inhokim@dankook.ac.kr

악한 환경 및 사료와 환경 변화시 성장촉진과 사료효율 등에 유익한 영향을 나타내는 것으로 알려져 있다(Wachholz와 Heidenrieck, 1970). 이전부터, 항생제는 가축에 단순히 질병 치료 목적이 아닌 성장 촉진제로 널리 사용되고 있지만, 항생제 잔류 및 내성문제가 제기 되고 (Witte, 2000), 전 세계적으로 항생제 규제가 강화되어 사용이 힘들어 지고 있는 실정이다. 따라서, 항생제 대체제로서 생균제에 대한 활발한 연구가 이루어지고 있다.

생균제(Probiotics)란 미생물 자체를 가지고 만든 생물학적 제제로서 주로 *Lactobacillus*속, *Streptococcus*속, *Bacillus*속, *Clostridium*속 및 *Bifidobacterium*속 등이 있다. 오래전부터 장내의 이상 발효, 설사, 소화불량, 변비 등에 효과가 인정되어 인체용으로 사용되어 왔으며, 최근에는 가축의 사료 첨가용으로 사용되고 있다. 사료첨가용 생균제의 기본조건은 산을 생성하는 동시에 산에 잘 견디어야 하며, Lysozyme 같은 효소에 강해야 하고, 소장에 쉽게 도착할 수 있고, 동결(freezing)이나 동결 건조(freeze-drying)에 대해서도 잘 견디며 가축에 대해 무해 무독해야 한다고 하였다(Gilliland, 1979). 생균제는 유해한 균의 증식을 억제하거나 유해균을 억제하는 물질을 생산(Tortuero, 1973), 세균이나 그 대사산물이 암모니아, 황화수소, 각종 아민류, indole 및 페놀류 등의 독성 물질 생성을 억제(Hill 등, 1970) 및 비타민의 생성촉진과 소화흡수 촉진작용(Langston과 Bouma, 1960)을 한다. 또한, 유산균은 유기산, 과산화수소 및 젖산에 의한 장내 pH 변경에 따른 병원균의 감소(Underdahl 등, 1982), 소화기관의 상피세포에 병원체와 경쟁적 작용에 의한 병원균 부착 및 서식 방지(Berg, 1980) 및 세포벽에 존재하는 peptidoglycan의 작용에 의해 면역계 세포 자극에 의한 항병성 증진 효과를 가진다는 보고가 있다.

양돈 산업의 생균제 급여에 대한 연구로서 자돈에 생균제 급여시 사료 효율 개선과 하리 발생의 감소 효과(한 등, 1983)와 육성 비육돈에서 증체량과 사료 요구율의 유의한 개선 효과(노 등, 1995; 전 등, 1996) 등의 생산성 향상

에 대한 연구 결과가 보고되고 있다. 이처럼 생균제 효과에 대한 이전 연구는 생산성 위주의 연구가 주류를 이루었으나, 최근에는 환경 친화적 효과에도 관심을 나타내고 있다. 특히, 양돈산업에서 돈사로부터 발생하는 유해가스과 악취는 가축의 생산성 감소와 잦은 질병이 발생하고 축사 주변 주민들과의 민원문제 및 법률 규제의 제약 등 많은 문제가 발생되고 있어 환경적인 문제를 감소시키는 연구가 이루어지고 있다. 라 등(2004)의 연구결과에서는 백년초 함유 복합 생균제를 육계 및 비육돈에 급여시 체중 증가와 사료 효율을 향상시키고 암모니아 및 황화수소 가스의 발생을 감소시켜 사육환경 개선 효과를 나타낸다고 하였고, Santos 등(1999)은 육계에 *Bacillus subtilis*의 급여가 생산성 향상 및 분내 질소의 배설량을 감소시켜 암모니아 발생량을 줄이는 효과를 나타내었다고 하였다.

따라서, 본 연구에서는 복합 생균제를 사료에 첨가하였을 경우 육성돈의 생산성, 면역관련 혈액학적 지표 및 분내 유해가스 발생에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

[(Landrace × Yorkshire) × Duroc] 3원 교잡종 육성돈 48두를 공시하였으며, 시험 개시시의 체중은 $25.31 \pm 1.29\text{kg}$ 으로 사양시험을 35일간 실시하였다.

시험설계에서 공시돈은 돈방당 2두씩 1) CON (Basal diet), 2) PC1(Basal diet + Probiotic complex 0.1%) 및 3) PC2(Basal diet + Probiotic complex 0.2%)로 3실험구에 각각 8돈방씩 완전 임의배치 하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

시험사료는 NRC(1998) 요구량에 따라 배합한 옥수수-대두박 위주의 가루 사료로서 ME 3,360 kcal/kg, CP 20% 및 lysine 1.30% 수준으로 하여 자유 채식토록 하였으며(Table 1), 물

Table 1. Composition of experimental diets (as-fed basal)

Ingredients	%
Corn	55.26
Soybean meal	33.43
Molasses	2.50
Animal fat	5.33
Difluorinated phosphate	1.93
Limestone	0.78
L-lysine-HCl	0.17
Trace mineral premix ¹⁾	0.10
Vitamin premix ²⁾	0.12
Salt	0.20
DL-methionine	0.03
Choline chloride	0.03
Probiotics ³⁾	0
Chemical composition ⁴⁾	
ME, kcal/kg	3,360
Crude protein (%)	20.00
Lysine (%)	1.30
Calcium (%)	0.90
Phosphorus (%)	0.80

¹⁾ Provided per kg of complete diet: 12.5 mg Mn, 179 mg Zn, 5 mg Cu, 0.5 mg I and 0.4 mg Se.

²⁾ Provided per kg of complete diet: 4,800IU vitamin A, 960 IU vitamin D₃, 20 IU vitamin E, 2.4 mg vitamin K₃, 4.6 mg vitamin B₂, 1.2 mg vitamin B₆, 13 mg pantothenic acid, 23.5 mg niacin and 0.02 mg biotic.

³⁾ Abbreviated CON, basal diet ; PC1, 0.1% probiotic complex replaced in 0.1% corn; PC2, 0.2% probiotic complex replaced in 0.2 % corn.

⁴⁾ Calculated values.

은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 조절하였다. 본 시험에 사용된 생균제는 *Lactobacillus acidophilus* 2.0×10⁷ CFU/g, *Bacillus subtilis* 1.0×10⁷ CFU/g 및 *Aspergillus oryzae* 1.0×10⁶ CFU/g을 함유한 복합 생균제로서, 부형제로 효모, 탈지강 및 제오라이트 (Zeolite) 혼합하여 사용하였다.

3. 조사항목 및 방법

(1) 성장효율

체중 및 사료 섭취량은 시험 개시시, 20일령 및 시험 종료시에 각각 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율을 계산하였다.

(2) 건물 및 질소

건물 및 질소 소화율을 측정하기 위하여 시험종료 7일전에 표시물로서 산화크롬(Cr₂O₃)을 0.2% 첨가하여 급여 후 항문 마사지법으로 분을 채취하였다. 채취한 분은 60℃의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(1995)의 방법에 준하여 분석하였다.

(3) 면역관련 혈액학적 지표

혈액채취는 각 실험구당 8마리를 임의 선발하여 개시시와 종료시에 각각 경정맥(Jugular)에서 K3EDTA Vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액 2ml 채취 후 자동혈액분석기(ADVID 120, Bayer, USA)를 이용하여 White blood cell(WBC), Red blood cell(RBC) 및 Lymphocyte를 조사하였다. 혈청 생화학적 검사는 시험 개시시 및 종료시에 경정맥에서 vacuum tube (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액 5ml 채취 후 4℃에서 2,000 × g로 30분간 원심분리 하여 얻은 혈청을 자동생화학분석기(HITACHI 747, Japan)를 이용하여 Total protein을 조사하였고, IgG농도 측정은 혈청을 분석 전까지 냉동보관 하여 nephelometer (Behring Nephelometer, Germany)분석기계를 이용하여 분석하였다.

(4) 분내 유해가스 발생량

분내 발생하는 유해가스물질 측정은 시험 종료시 각 처리구에서 동일한 시간 동안 배설된 분을 처리당 8마리로부터 채취한 후, 신선한 분 100g을 취하여 1000 mL의 밀봉된 플라스틱 용기에 넣고 실온에서 24시간 동안 발효 시킨 후, 1일부터 30일 동안 실온에 보관하면서 Gastec(Model GV-100, GASTEC, Japan)을 사용하여 발생하는 총 메캅탄(Total Mercaptans), 암

모니아(Ammonia), 초산(Acetic acid) 및 황화수소(Hydrogen Sulfide; H₂S)을 측정하였다.

(5) 분내 수분 함량

분 중 수분함량은 각 처리구당 10두씩 분을 채취하여 건조기에서 72시간 건조시킨 후 건조 무게를 측정하여 계산하였다.

4. 통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model procedure를 이용하여 분석하였고, 대조구와 복합 생균제의 첨가 수준을 비교하기 위해 Polynominal regression(Peterson, 1985) 방법으로 linear와 quadratic 효과를 나타내었다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 성장효율

사료내 복합 생균제 첨가가 육성돈의 성장효

율에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 0~20일 기간 동안 사료 섭취량은 PC1 구와 PC2 구가 CON 구보다 높았지만(Linear effect, P=0.013), 일당증체량과 사료효율에서는 실험구간에 차이를 나타내지 않았다. 21~35일 기간 동안 사료 섭취량에서는 PC1 구가 CON 구보다 높았고(Quadratic effect, P=0.024), 일당증체량과 사료효율에서는 실험구간에 차이를 보이지 않았다. 전체기간 동안 일당증체량은 PC1 구가 CON 구보다 높게 나타났고(Quadratic effect, P=0.017), 사료 섭취량에서도 PC1 구와 PC2 구가 CON 구보다 높았다(Linear effect, P=0.009, Quadratic effect, P=0.004). 하지만, 사료효율에 있어서 실험구간에 차이를 보이지 않았다. 김 등(2001)은 비육돈에 복합 생균제 첨가시 일당증체량은 증가하였고, 사료 요구율은 감소되었다고 하였다. 또한, 홍 등(2002)의 연구에서는 비육돈에 생균제 첨가시 일당 증체량이 증가하였으나 일당사료섭취량 및 사료효율이 증진되지 않았다고 하였다. 라 등(2004)의 연구에서도 비육돈에 백년초 혼합 생균제를 급여시

Table 2. Effects of dietary probiotic complex on growth performance in growing pigs

Item	Diet ¹⁾			Pooled SE	P-value ²⁾	
	CON	PC1	PC2		Linear	Quadratic
Initial weight, kg	24.85	25.33	25.85	1.522	0.368	0.85
Final weight, kg	55.23	57.34	55.46	2.55	0.943	0.382
0~20 days						
ADG, kg	0.779	0.821	0.782	0.016	0.926	0.066
ADFI, kg	1.365 ^b	1.436 ^a	1.428 ^a	0.019	0.013	0.058
Gain/Feed	0.571	0.572	0.548	0.013	0.123	0.648
21~35 days						
ADG, kg	0.935	1.001	0.944	0.032	0.854	0.075
ADFI, kg	1.623 ^b	1.791 ^a	1.711 ^{ab}	0.043	0.102	0.024
Gain/Feed	0.576	0.559	0.552	0.021	0.205	0.607
Overall						
ADG, kg	0.855 ^b	0.910 ^a	0.863 ^{ab}	0.017	0.996	0.017
ADFI, kg	1.494 ^b	1.613 ^a	1.569 ^a	0.021	0.009	0.004
Gain/Feed	0.572	0.564	0.550	0.011	0.051	0.806

¹⁾ CON, PC1 and PC2 diets contained 0, 0.1 and 0.2% probiotic complex, respectively.

²⁾ Refers to the p-value of the corresponding effect of the dose of the probiotic complex.

^{ab} Means in the same row with difference superscripts differ(P<0.05).

일당증체량은 증가하였으나, 일당사료섭취량과 사료효율은 증진되지 않는다고 하였다. 본 시험에서도 복합 생균제 첨가시 일당 증체량이 증가하여 이전 연구가 같은 결과를 나타내었다. 특히, PC1 구가 CON 구에 비해 높게 나타내어 0.1% 복합 생균제를 첨가하는 것이 좋은 것으로 사료된다. 하지만, 일당사료섭취량은 PC1 구와 PC2 구가 CON 구보다 증가하여 이전 연구와 상반된 결과를 나타내어, 추후 복합 생균제의 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

2. 건물 및 질소 소화율

사료내 복합 생균제 첨가가 육성돈의 건물 및 질소 소화율에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 건물 소화율은 PC2 구가 PC1 구와 CON 구보다 증가하였다(Linear effect, P=0.001). 질소 소화율은 PC1 구와 PC2 구가 CON 구보다 높았다(Linear effect, P=0.005). 길 등(2004)의 연구에서는 비육돈에 생균제를 첨가하면 영양소 소화율이 증진되었다고 보고하였고, 최 등(2003)의 연구에서도 비육돈의 영양소 소화율에서 버섯 폐배지와 생균제를 혼합 급여시 버섯 폐배지 처리구에 비해 생균제 혼합 처리구가 증가하였다고 하였다. 권 등(2002)의 연구에서도 육계에 생균제 첨가시 영양소 소화율이 높았다고 하였다. 또한, Stewart와 Russel(1981)은 효모가 가지고 있는 소화효소가 건물의 소화율을 향상 시킨다고 하여 본 시험에서도 이전 연구와 같은 결과를 나타내었다. 하지만, PC2 구가 PC1 구에 비해 소화율이 증가하였지만 일당증체량에서 차이가 없는 것으로 보아 0.2%의 복합 생균제 첨가시 장내 미생물의 활성증가로 인한 외관상 소화율이 증가된 것으로 사료되

며, 추후 장관 내 미생물 활성 연구가 필요한 것으로 사료된다.

3. 면역관련 혈액학적 지표

사료내 복합 생균제 첨가가 육성돈의 혈액내 면역적 성상에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 총 단백질 농도는 개시시에 실험구간에 차이를 보이지 않았지만 증가량에 있어서 PC2 구가 CON 구보다 높게 나타내었다(Linear effect, P<0.0001, Quadratic effect, P=0.0005). IgG 농도 증가량은 복합 생균제 첨가 수준이 증가함에 따라 높게 나타내었으나(Linear effect, P<0.0001, Quadratic effect, P<0.0001), 개시시 실험구간에 차이를 보이지 않았다. RBC는 개시시 실험구간에 차이를 보이지 않았으며, 증가량에 있어서는 PC2 구가 PC1 구와 CON 구보다 높았다(Linear effect, P=0.001, Quadratic effect, P=0.002). WBC의 증가량은 PC2 구가 PC1 구와 CON 구보다 높았으나(Linear effect, P=0.001, Quadratic effect, P=0.002), 개시시에 실험구간 차이를 보이지 않았다. Lymphocyte는 개시시와 증가량에서 실험구간 차이가 없었다. Pedigon 등(1987)은 쥐에게 *Streptococcus thermophilus* 와 *Lactobacillus acidophilus*를 급여시 대식세포, 임파구 및 장관내 IgA의 분비가 증진되었다고 하였고, Bloksma 등(1981)은 쥐에게 *Lactobacillus*를 투여한 결과 비특정 면역 반응이 증가하였으며, Lessard와 Brisson (1987)는 이 유자돈에 *Lactobacillus* 발효산물을 급여시 혈액내 IgG 농도가 증가한다고 하여 본 시험과 같은 결과를 나타내었다. 따라서, 혈액내 면역관련 지표는 첨가량이 증가할수록 혈액내 면역능력이 증가하는 것으로 사료된다.

Table 3. Effects of dietary probiotic complex on apparent dry matter and nitrogen in growing pigs

Item	Diet ¹⁾			Pooled SE	P-value ²⁾	
	CON	PC1	PC2		Linear	Quadratic
Dry matter	75.18 ^c	78.29 ^b	80.32 ^a	0.43	0.001	0.283
Nitrogen	71.34 ^b	75.25 ^a	77.53 ^a	1.10	0.005	0.541

¹⁾ CON, PC1 and PC2 diets contained 0, 0.1 and 0.2% probiotic complex, respectively.

²⁾ Refers to the p-value of the corresponding effect of the dose of the probiotic complex.

^{abc} Means in the same row with difference superscripts differ(P<0.05).

Table 4. Effects of dietary probiotic complex on blood immunological parameters in growing pigs

Item	Diet ¹⁾			Pooled SE	P-value ²⁾	
	CON	PC1	PC2		Linear	Quadratic
Total protein, g/dl						
Initial	5.65	5.73	5.53	0.12	0.573	0.152
Increase	0.45 ^b	0.42 ^b	0.74 ^a	0.35	<0.0001	0.0005
IgG, mg/dl						
Initial	450.00	473.33	427.33	46.55	0.586	0.305
Increase	81.17 ^c	175.67 ^b	236.67 ^a	43.21	<0.0001	<0.0001
RBC, × 10 ⁶ /μl						
Initial	6.66	7.14	5.81	0.32	0.097	0.057
Increase	1.28 ^b	1.07 ^b	2.53 ^a	0.52	0.001	0.002
WBC, × 10 ³ /μl						
Initial	15.75	16.00	12.97	3.28	0.315	0.782
Increase	8.09 ^b	8.21 ^b	11.56 ^a	2.48	0.001	0.002
Lymphocyte, %						
Initial	41.00	46.00	43.00	5.29	0.735	0.940
Increase	10.33	10.67	13.33	7.24	0.058	0.110

¹⁾ CON, PC1 and PC2 diets contained 0, 0.1 and 0.2% probiotic complex, respectively.

²⁾ Refers to the p-value of the corresponding effect of the dose of the probiotic complex.

^{abc} Means in the same row with difference superscripts differ(P<0.05).

4. 분내 유해가스 발생량 및 분내 수분 함량

사료내 복합생균제 첨가가 육성돈의 분내 유해가스 발생량에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 암모니아 발생량은 PC2 구가 CON 구보다 낮게 나타났고(Linear effect, P=0.003), 초산 발생량도 PC2 구가 CON 구보다 낮게 나타냈다(Linear effect, P=0.016). 황화수소의 발생량은 PC2 구가 CON 구보다 가장 낮게 나타냈다(Linear effect, P=0.0002, Quadratic effect, P=0.018). 그러나, 메탄 발생량은 실험구간에 차이를 보이지 않았다. 유해가스와 악취 물질의 주성분은 암모니아 등의 아민계열, 황화수소 등 황화합물계 및 휘발성 저급 지방산 등이 있다(Otto 등, 2003). 아민계열의 암모니아는 무색이며 자극성 물질로 분뇨의 분해과정 중에 발생하며 고온에서 증가하여 눈, 폐 등에 자극을 주며, 황화합물계열의 황화수소는 유독성 가스이며 공기보다 무겁고 두통, 어지러움 및 메스꺼움을 유발하는 원인이 되고 있다(축산연구소, 2004). 홍 등(2002)에서는 비육돈에 복합생균제를 첨가시 대조구에 비해 암모니아는 유

의적으로 감소한다 하였고, 휘발성 지방산은 차이를 나타내지 않는다고 하였다. 또한, Chiang 과 Hsiehms(1995)은 유산균과 *Bacillus*가 함유된 생균제를 급여한 결과 계분과 바닥제의 암모니아 생성을 감소시킨다고 하였으며, Visek (1978)은 생균제 첨가시 암모니아를 생산하는 urease를 분비하는 장내 유해미생물의 번식을 억제하여 유해 가스의 발생량을 감소시킨다고 하였다. 고 등(2003)은 육계에 복합생균제 첨가시 황화수소 함량이 감소하였고 암모니아 함량도 감소하였으나 차이를 나타내지 않는다고 하였다. 본 시험결과에서도 생균제 첨가시 대조구에 비해 유해가스 함량이 감소하여 이전연구와 같은 결과를 나타내었다. 따라서, 육성돈에 복합생균제 첨가가 증가할수록 분내 유해가스 발생에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 설사 지수를 나타낼 수 있는 분내 수분 함량은 실험구간에 차이를 보이지 않았다. *Lactobacillus acidophilus*를 돼지에 급여할 경우 장염발생을 감소 시키고(Pollman 등, 1980), *Streptococcus faecium*도 병원성 장내 세균의 증식을 억제시켜 설사를 방지하는 효과가 있는 것으로 알려

져 있다(Underdahl 등, 1982). 하지만 본 시험에서는 실험구간 차이를 나타내지 않아 이전 연구와 상반된 결과를 나타내었다.

IV. 요약

본 연구는 복합 생균제(*Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis* and *Aspergillus oryzae*)를 사료에 첨가하였을 경우 육성돈의 생산성, 혈액내 면역 지표 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 시험 동물은 [(Landrace×Yorkshire)×Duroc] 3원교잡종 육성돈 48두를 공시하여 35일간 실시하였고, 시험 개시체중은 25.31 ± 1.29 kg이었다. 시험 설계는 옥수수 - 대두박 위주의 사료를 기초사료로 하여 대조구(CON)로 설정하였고, 기초사료에 복합 생균제 0.1%을 첨가한 처리구(PC1), 기초사료내 복합 생균제 0.2%을 첨가한 처리구(PC2)로 나타내었다. 성장효율에서 일당사료섭취량은 0~20일 기간 동안에서 PC2 구와 PC1 구가 CON 구보다 높게 나타내었으며(Linear effect, P=0.013), 21~35일 기간 동안에서는 PC1 구가 CON 구보다 높게 나타내었으며(Quadratic effect, P=0.024), 전체기간 동안에서는 PC2 구와 PC1 구가 CON 구보다 높게 나타내었다(Linear effect, P=0.009, Quadratic effect, P=0.004). 전체기간에서 일당증체량은 PC1 구가 CON 구보다 증가하였다(Quadratic effect, P=0.017). 하지만, 사료효율에서는 시험구간 차이를 나타내지 않았다. 건물 소화율은 PC2 구가 PC1 구와 CON 구보다 증가하였다(Linear effect, P=0.001). 질소 소화율은 PC1 구와 PC2 구가 CON 구보다 높게 나타냈다(Linear effect, P=0.005). 혈액내 면역 지표에서는 총 단백질, IgG 농도, RBC 및 WBC에서 PC2 구가 PC1 구와 CON 구보다 증가하였다(Linear effect, P<0.001, Quadratic effect, P<0.001). 분내 유해가스 함량에서 암모니아와 초산 함량은 PC2 구가 CON 구보다 낮게 나타내었고(Linear effect, P<0.02), 황화수소의 함량도 PC2 구가 CON 구보다 가장 낮게 나타냈지만(Linear effect, P=0.0002, Quadratic effect, P=0.018), Total Mercaptans에서는 실험구간 차이를 나타내지 않았다. 분내 수분함량에

Table 5. Effects of dietary probiotic complex on fecal moisture content of feces in growing pigs

Item	Diet ¹⁾		
	CON	PC1	PC2
Total Mercaptans, ppm	0.75	0.50	0.50
Ammonia, ppm	12.50 ^a	8.25 ^b	7.00 ^c
Acetic acid, ppm	1.00 ^a	0.50 ^b	0.25 ^c
Hydrogen Sulfide, ppm	7.00 ^a	6.25 ^{ab}	2.25 ^b
Water content of feces, %	74.96	73.99	74.29

¹⁾ CON, PC1 and PC2 diets contained 0, 0.1 and 0.2% probiotic complex
²⁾ Refers to the p-value of the corresponding effect of the dose of the probiotic complex
^{abc} Means in the same row with difference superscripts differ(P<0.05).

서는 시험구간 차이를 나타내지 않았다. 결론적으로 0.2% 복합 생균제 첨가시 육성돈에 사료섭취량, 건물 및 질소 소화율, 총 단백질, IgG 농도, RBC, WBC은 향상시키는 것으로 나타났으며, 암모니아, 초산 및 황화수소를 감소시켜 영향을 미치는 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., U.S.A.
2. Berg, R. D. 1980. Mechanisms confining indigenous bacteria to the gastrointestinal tract. Anim. J. Clin. Nutri. 33:2472-2484.
3. Bloksma, N., Ettekoven, H., Hothuis, F. M., van Noorle-Jansen, L., De Reuver, M. J., Kreeflenberg, J. G. and Willers, J. M. 1981. Effects of latobacillus on parameters of non-specific resistance of mice. Med. Microbiol. Immunol. 170:45-53.
4. Chiang, S. H. and Hsieh, W. H. 1995. Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 8:159-162.
5. Gilliland, S. E. 1979. Beneficial interrelationships between certain microorganism and humanism: Candidate microorganism for use as dietary adjuncts. J. Food Production. 42:164.
6. Hill, I. R., Kenworthy, R. and Porter, P. 1970. Studies of the effect of dietary Lactobacilli on intestinal and urinary amines in pigs in relation to weaning and post-weaning diarrhea. Res. Vet. Sci. 11:320-326.
7. Langston, C. W. and Bouma, C. 1960. A study of the microorganisms grass silage : II. The

- Lactobacill. Appl. Microbiol. 8:223-234.
8. Lessard, M. and Brisson, G. J. 1987. Effect of a Lactobacillus fermentation product on growth, immune response and fecal enzyme activity in weaning pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 67:509.
 9. NRC. 1998. Nutrient requirement of swine. National Academy Press, Washington, D.C.
 10. Otto, E. R., Yokouama, M., Hengemuehle, S., Von Bermuth, R. D., Van Kempen, T. and Trotter, N. L. 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.
 11. Perdigon, G., Nader de Macias, M. E., Alvarez, S., Oliver, G. and Pesce de Ruiz Holgado, A. A. 1987. Enhancemet of immune response in mice fed with *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus acidophilus*. *J. Dairy Sci.* 70:919-926.
 12. Peterson, R. G. 1985. Design and analysis of experiments. Marcel dekkor. New York.
 13. Pollman, D. S., Danielson D. M. and Peo, E. R. 1980. Effect lactobacillus acidophillus on starter pigs fed a diet supplemented with lactose. *J. Anim. Sci.* 51:638.
 14. Santoso, U., Ohtani, S., Tnanka, K. and Sakaida, M. 1999. Dried bacillus subtilis culture ammonia gas release in poultry house. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 12:806-809.
 15. SAS. 1996. SAS user's guide. Release 6.12 edition. SAS Institute, Inc., Cary, NC. U.S.A.
 16. Stewart, G. and Russel, I. 1981. Yeast: A step to energy independence. Alltech Technical Publ K. Y., U.S.A.
 17. Tortuero, F. 1973. Influence of the implantation of *Lactobacill acidophill* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption fats syndrome and intestinal flora. *Poult. Sci.* 52:197-203.
 18. Underdahl, N. R., Torres-Median, A. and Doster, A. R. 1982. Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in the control of *Escherichia coli*-induced diarrhea in genotobiotic pig. *Am. J. Vet. Res.* 43:2227-2232.
 19. Visek, W. J. 1978. The mode of growth promotion by antibiotics. *J. Anim Sci* 46:1447-1453
 20. Wachholz, D. E. and Heidenriech, C. J. 1970. Effect of tylosine on swine growth in two environments. *J. Anim. Sci.* 31:1014.
 21. Witte, W. 2000. Selective pressure by antibiotic use in livestock. *Int. J. Antimicrob. Agents.* 16: S19-S24.
 22. 고영두, 신재형, 김삼철, 김영민, 박기동, 김재황. 2003. 복합 생균제 첨가가 육계 생산성, 유해가스 발생량 및 맹장내 균총에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 45:559-568.
 23. 권오석, 김인호, 홍종욱, 한영근, 이상환, 이제만. 2002. 사료내 생균제의 첨가가 육계의 성장, 혈액성상 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지.* 29:1-6.
 24. 김재황, 김창현, 고영두. 2001. 사료내 발효사료 (Bio-a[®]) 첨가가 비육돈의 생산성 및 분중 암모니아 발생량에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 43:193-202.
 25. 김동용, 임종선, 전경철, 김법균, 김경수, 김유용. 2004. 지속적인 생균제의 첨가가 돼지의 성장, 영양소 이용율, 혈중요소태 질소 및 면역능력에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 46:39-48.
 26. 노선호, 문홍길, 한인규, 신인수. 1995. 사료중 성장촉진제가 돼지의 성장에 미치는 영향. *한국축산학회지.* 37:66-72.
 27. 라정찬, 한혜정, 송지은. 2004. 백년초 혼합 생균제를 이용한 돼지 및 육계에서의 생산성 향상과 환경개선 효과. *한국수의공중보건학회지* 28:157-167.
 28. 전병수, 광정훈, 유용희, 차장욱, 박홍석. 1996. 효소, 생균 및 유카제의 첨가가 돼지의 성장과 분악취 발생선분에 미치는 영향. *한국축산학회지.* 38:52-58.
 29. 축산연구소. 2004. 양돈시설과 환기. 농촌진흥청. 수원.
 30. 최순천, 채병조. 2003. 버섯재배 폐배지와 생균제의 급여가 비육돈의 생산성, 돈분 중 가스 및 냄새발생에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 45:529-536.
 31. 한인규, 채병조, 김성겸. 1983. 육성돈에 대한 발효유제조부산물과 생균제의 성장촉진 및 하리방지효과에 관한 연구. *한국축산학회지.* 25:146.
 32. 홍종욱, 김인호, 권오석, 김지훈, 민병준, 이원백. 2002. 자돈 및 비육돈에 있어 생균제의 첨가가 생산성 및 분내 가스발생에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 44:305-314.
- (접수일자 : 2007. 5. 1. / 채택일자 : 2007. 8. 17.)