

비육돈 사료내 *Bacillus subtilis*의 첨가가 성장, 면역세포 변화, 분내 암모니아태질소 함량 및 도체 특성에 미치는 영향

조진호* · 진영걸* · 민병준* · 김해진* · 손경승* · 권오석* · 김진동** · 김인호*
단국대학교 동물자원과학과*, CJ 사료(주)**

Effect of Dietary *Bacillus subtilis* on Growth Performance, Immunological Cells Change, Fecal NH₃-N Concentration and Carcass Meat Quality Characteristics in Finishing Pigs

J. H. Cho*, Y. J. Chen*, B. J. Min*, H. J. Kim*, K. S. Shon*, O. S. Kwon*, J. D. Kim**
and I. H. Kim*

Department of Animal Resource & Sciences, Dankook University*, CJ Feed Co., Incheon, Korea**

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effects of dietary *Bacillus subtilis* on growth performance, nutrient digestibility, immunological cells change, fecal noxious gas and carcass meat quality characteristics in finishing pigs. The dietary treatments were 1) CON(basal diet), 2) BS0.1 (basal diet + 0.1% *Bacillus subtilis*) and 3) BS0.2(basal diet + 0.2% *Bacillus subtilis*). Sixty crossbred (Landrace × Yorkshire × Duroc) pigs (89.5 ± 0.11kg average initial body weight) were used in a 42 days growth trial. The pigs were assigned to the treatments according to body weight and each treatment had 5 replicates of 4 pigs per pen in a randomized complete block design. Through the entire experimental period, average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) were not significantly different among the treatments. Pigs fed BS0.1 diet significantly increased their gain/feed compared to pigs fed CON and BS0.2 diets (P<0.05). Also, dry matter(DM) and nitrogen(N) digestibilities were greater in the pigs fed BS0.1 diet than those fed CON diet (P<0.05). There were no significant differences in fecal NH₃-N concentration among the treatments. In blood assay for immunological cells change investigations, red blood cells(RBC) counts increased in the pigs fed BS0.2 diet compared to pigs fed CON and BS0.1 diets. There were no significant differences in carcass pH, drip loss, marbling and firmness. However, sensual color and a*(redness) value of meat in the pigs fed BS0.2 diet were higher than in pigs fed CON diet (P<0.05). Therefore, this experiment suggested that *Bacillus subtilis* supplementation could improve nutrient digestibility, RBC counts and carcass meat color of pigs.

(Key words : *Bacillus subtilis*, Growth, Immunological cells change, Carcass meat quality characteristics, Pigs)

I. 서론

항생제는 1950년대 이후부터 양돈사료에서 질병치료 및 성장촉진제로서 폭넓게 이용되어

왔다. 그러나 육제품 내의 항생제 잔류와 함께 항생제 내성균에 대한 공중보건학적 관심이 고조되면서(Kunin, 1993) 동물 사료 첨가용 항생제 사용에 대한 우려가 고조되고 있다. 따라서

Corresponding author : I. H. Kim, Dept. of Animal Resource & Sciences, Dankook University #29 Anseodong, Cheonan, Choongnam 330-714, Korea
Tel : +82-41-550-3652, Fax : +82- 41-550-3604, E-mail : inhokim@dankook.ac.kr

최근에는 생산비 절감에 의한 생산성 향상을 위해 양돈 산업에서 항생제 대체물질 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며(Vanbelle, 1989), 이러한 항생제 대체물질 중 하나로 기관이나 조직에 축적되지 않고, 병원성 미생물에 내성을 일으키지 않으며, 가축의 생산성 개선을 목적으로 생균제에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다(Chiang과 Hsieh, 1995; Mathew 등, 1998; 박 등, 2003).

생균제는 장내 세균총의 변화를 유도하여 병원성 대장균을 감소시키며(Hill 등, 1970), 살아있는 미생물 사료 첨가제로서 유익한 미생물의 장내 우점을 유도하여 동물의 건강을 증진시키고 성장작용을 통해 동물의 성장을 촉진시킨다(Fuller, 1989).

돼지 사료내 생균제 사료첨가 급여효과에 대한 연구를 보면, 자돈에서 생균제의 첨가가 설사 발생을 감소시키고, 사료효율 및 성장율을 개선하였다고 알려져 있다(한 등, 1982; 민 등, 1992; Mordenti, 1986; Pollman, 1986). 육성-비육돈에서 사료섭취량에는 차이가 없었으나 증체량과 사료요구율에는 유의한 개선 효과가 있었다고 보고하였으며(노 등, 1995; 전 등, 1996) 면역능력을 향상시켜 동물의 건강을 증진시킬 수 있다고 하였다(Kato 등, 1983; Fuller, 1989). 홍 등(2002)은 비육돈에 있어 생균제의 첨가가 분내 암모니아태 질소 농도 및 휘발성 지방산 농도를 감소시키는 것으로 보고하였고, 양 등(1998)은 생균제의 첨가는 돼지 도체등급 향상과 돼지고기의 육미에 영향을 미친다고 하였다. 이와 같이 돼지 사료 내 생균제의 사용은 항생제를 사용하지 않아도 영양학적 및 생리학적으로 역할이 보고되어 왔으며, 안전한 육제품 생산을 가능하게 하여 축산농가에 경제적인 도움을 줄 것으로 기대하고 있다.

현재까지의 생균제에 관한 대부분의 연구들은 주로 생산성 향상을 위해 돼지 사료 내 혼합 생균제에 대한 연구는 수없이 보고되었다(Pollman 등, 1980; Xuan 등, 2001). 류 등(1999)

은 *Bacillus subtilis*가 산란율과 사료요구율 등에 효과가 있다고 하였고 Saartchit와 Sullivan(1990)은 *Bacillus subtilis*가 위와 장내 미생물들에게 이로운 작용을 한다고 보고하였다.

따라서, 본 연구의 목적은 비육돈 시기에 *Bacillus subtilis*를 첨가하여 성장, 면역세포 변화, 분내 암모니아태 질소 함량 및 도체 특성에 미치는 영향을 규명하기 위해 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

3원 교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc) 비육돈 60두(거세돈 60두)를 공시하였고 시험개시시의 체중은 89.5 ± 0.11 kg 이었으며 사양시험은 42일간 실시하였다. 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 NRC(1998)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구(CON: 기초사료), 대조구 사료내 *Bacillus subtilis* 제제를 각각 0.1% (BS0.1)와 0.2% (BS0.2) 첨가한 구로 3개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 4마리씩 완전임의 배치하였다. 본 사양시험에 사용한 BS 제제 내 *Bacillus subtilis*의 농도는 1.4×10^9 cfu/g이었다.

2. 시험사료 및 사양관리

기초사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 3,350 kcal 대사에너지/kg, 14.00%의 조단백질, 0.70%의 라이신, 0.23%의 메치오닌, 0.60%의 칼슘과 0.50%의 인을 함유하였다(Table 1). 각각의 돈방 크기는 1.8×1.8 m 이었으며, 시험사료는 가루사료의 형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 사료 섭취량은 시험종료시에 측정하여 일당증체량, 일당사료 섭취량, 사료효율을 계산하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of the experimental diets

Ingredient, %	CON	BS0.1 ¹⁾	BS0.2 ¹⁾
Corn	61.58	61.48	61.38
Soybean meal	13.56	13.56	13.56
Wheat grain	10.00	10.00	10.00
Animal fat	3.36	3.36	3.36
Rice bran	3.00	3.00	3.00
Molasses	2.50	2.50	2.50
Lupin, seeds	2.00	2.00	2.00
Rapeseed meal	2.00	2.00	2.00
Tricalcium phosphate	0.79	0.79	0.79
Limestone	0.63	0.63	0.63
Salt	0.25	0.25	0.25
Vitamin/mineral premix ²⁾	0.22	0.22	0.22
<i>Bacillus subtilis</i>	—	0.10	0.20
L-lysine HCL	0.06	0.06	0.06
Antioxidant (Ethoxyquin 25%)	0.05	0.05	0.05
Chemical composition ³⁾			
Metabolizable energy (kcal/kg)		3,350	
Crude protein (%)		14.00	
Lysine (%)		0.70	
Methionine (%)		0.28	
Calcium (%)		0.60	
Phosphorus (%)		0.50	

¹⁾ Abbreviated BS0.1, added 0.1% of *Bacillus subtilis* ; BS0.2, added 0.2% of *Bacillus subtilis*.

²⁾ Provided per kg of complex diet: 20,000 IU of vitamin A; 4,000 IU of vitamin D₃ 80 IU of vitamin E; 16 mg of vitamin K₃ 4 mg of thiamin; 20 mg of riboflavin; 6 mg of pyridoxine; 0.08 mg of vitamin B₁₂ 120 mg of niacin; 50 mg of Ca-pantothenate; 2 mg of folic acid; 0.08 mg of biotin; 70 mg Fe; 0.4 mg of Co; 0.15 mg of Se and 0.5 mg of I.

³⁾ Calculated values.

3. 영양소 소화율 측정

영양소 소화율을 측정하기 위해 시험종료 7 일전에 표시물로서 산화크롬(Cr₂O₃)을 0.2% 첨가하였다. 크롬이 첨가된 시험사료 급여 5일 후 항문 마사지법으로 분을 채취한 후, 60°C의 건조기에 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄, 분석에 이용하였다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(1995)에 의해 분석하였다.

4. 분내 암모니아태 질소 농도 측정

시험종료시 각 처리구에서 동일한 시간동안 배설된 분을 임의 선발된 10마리로부터 채취한 후, 동결건조기를 이용하여 건조시켜 분석에 이용하였다. 분내 암모니아태 질소 농도 측정은 Chaney와 Marbach (1962)의 방법에 따라 실시하였다.

5. 혈액 분석

혈액채취는 각 처리당 8마리를 임의 선발하여 개시와 종료시에 각각 경정맥(Jugular vein)에서 K3EDTA Vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 2 ml 채취하여 분석하였고, 자동혈액분석기(ADVID 120, Bayer, USA)를 이용하여 WBC, RBC 및 Lymphocyte를 조사하였다. 또한 혈청 생화학적 검사는 시험개시 및 종료시에 경정맥에서 vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes NJ)를 이용하여 혈액을 5mL 채취하여 4℃에서 2,000g로 30분간 원심분리하여 혈청을 분석에 이용하였다. Total protein 및 albumin은 각각 Biuret method와 BCG(Brom Cresol Green) 방법으로 자동생화학분석기(HITACHI 747, Japan)를 이용하여 분석하였다.

6. 도체특성

(1) 공시재료

시험에 사용된 돈육은 도살 후 4℃ 냉장고에 24시간 저장 후, 각 처리구별로 임의로 10두씩을 선별하여 반도체 등심 부위(*M. longissimus dorsi*)를 분할 정형하여 분석에 이용하였다.

(2) 육의 pH

육의 pH값은 도살 후 각 처리당 10개의 시료를 pH meter(Istek, Model 77p)를 사용하여 측정하였다.

(3) 육즙 손실

시료를 2cm 두께의 일정한 모양으로 정형한 후 polyethylene bag에 넣어 4℃ 냉장실에서 7일간 보관하면서 3일, 5일, 7일 후 발생하는 감량을 측정하였다.

(4) 육색

육색은 Chromo meter(Model CR-210, Minolta Co. LTD. Japan)를 사용하여 동일한 시료를 4

회 반복하여 측정하였으며, 이 때 표준색판은 $L^*=89.2$, $a^*=0.921$, $b^*=0.783$ 으로 하였다.

(5) 관능검사

관능검사는 5명의 관능검사요원을 구성하여 수행하였다. 신선육은 육색(color:1~5), 조직감(firmness:1~5) 및 근내지방도(marbling: 1~5)는 National Pork Producers Council(NPPC)의 기준안에 의하여 조사하였다.

(6) 도체등급

도체등급의 측정은 충남 천안시 소재 도축장에서 각 처리구마다 115~120kg 도달시 도축(탕박)하여 축산물 등급판정소 소속 등급사에 의해 수행하였다.

7. 통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model Procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 유의성이 있을 경우 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리 평균간의 차이를 $P<0.05$ 에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료효율

Bacillus subtilis 첨가에 따른 사양성적은 Table 2에서 보는 바와 같다. 시험 0~3주 동안 증체량과 사료섭취량은 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 사료효율은 BS0.1 처리구가 대조구와 BS0.2 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다. 시험 4~6주 동안 증체량과 사료효율은 BS0.1 처리구가 대조구와 BS0.2 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고, 사료섭취량은 BS0.1 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 결과를 보였다. 전 시험기간 동안 일당 증체량은 BS0.1 처리구가 증가하는 경향

Table 2. Effect of dietary *Bacillus subtilis* supplementation on growth performance in finishing pigs¹⁾

	CON	BS0.1 ²⁾	BS0.2 ²⁾	SE ³⁾
0~3 weeks				
ADG ⁴⁾ (g)	649	654	641	32
ADFI ⁴⁾ (g)	2,083	1,983	2,086	44
Gain/feed	0.312 ^b	0.329 ^a	0.307 ^c	0.02
4~6 weeks				
ADG (g)	639 ^b	754 ^a	645 ^b	26
ADFI (g)	2,235 ^b	2,306 ^a	2,259 ^{ab}	22
Gain/feed	0.286 ^b	0.327 ^a	0.286 ^b	0.03
Overall				
ADG (g)	645	698	643	15
ADFI (g)	2,155	2,145	2,172	32
Gain/feed	0.299 ^b	0.325 ^a	0.296 ^b	0.02

¹⁾ Sixty pigs with average initial body weight of 89.5 ± 0.11 kg (SD).

²⁾ Abbreviated BS0.1, added 0.1% of *Bacillus subtilis* ; BS0.2, added 0.2% of *Bacillus subtilis*.

³⁾ Pooled standard error.

⁴⁾ ADG, average daily gain; ADFI, average daily feed intake.

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

을 보였으나 유의적인 차이는 없었고 사료효율에서는 BS0.1 처리구가 대조구와 BS0.2 처리구보다 유의적으로 높은 결과를 보였다. 4~6주 동안의 사양시험 결과 BS0.1 처리구가 증체량과 사료효율에서 가장 높게 나타나 사료 내 생균제 첨가수준이 증가 할수록 일당증체량이 더욱 개선된다는 보고(길 등, 2004)와 상이한 결과를 나타냈다. 전 기간(0~6주)의 사양시험 결과는 *Lactobacillus*를 위주로 하는 probiotics 제제를 육성-비육돈에 첨가하여 급여한 경우 일당증체량이 대조구에 비하여 다소 향상되나 유의성은 없었다는 보고(노 등, 1995)와 비육돈 사료 내 *Bacillus subtilis*를 함유한 혼합 생균제를 0.05%와 0.2%를 첨가한 처리구에서 생산성에 유의한 개선 효과가 없었다는 보고(Park 등, 2005)와 비교된다.

2. 영양소 소화율 및 분내 암모니아태 질소 함량

Bacillus subtilis 첨가에 따른 영양소 소화율 및 분내 암모니아태 질소 함량은 Table 3에서 보는 바와 같다. BS0.1 처리구가 대조구와 비교하여 건물 및 질소 소화율이 유의적으로 높게 나타났다. 분내 암모니아태 질소의 함량은 BS0.2 처리구가 낮았지만 유의적인 차이는 없었다. 일반적으로, 생균제의 첨가는 생균제의 정장작용에 의해 장관내 pH가 저하되어 유해균 생성을 억제시키고 유익균의 안정적인 정착(Underdahl 등, 1982)으로 사료의 기호성이 증진, 장관내 유익한 효소가 생산되어 영양소 소화율을 개선시키는 것으로 사료된다. 암모니아는 장관내로 분비되는 요소가 요소분해 효소에 의해 암모니아로 분해되며(Wrong, 1981), 이러한 암모니아는 가축의 성장을 저해하는 역할을 한다는 보고(Lin과 Visek, 1991)와 암모니아 가스는 가축성장을 감소 및 호흡기 질병을 일으킬 수 있다는 보고가 있다(Headon과 Walsh, 1994). 홍 등(2002)은 비육돈 사료내 복합생균제의 첨가가 영양소 소화율을 향상시키고 분내

Table 3. Effect of dietary *Bacillus subtilis* supplementation on nutrient digestibility and fecal NH₃-N concentration in finishing pigs¹⁾

Item, %	CON	BS0.1 ²⁾	BS0.2 ²⁾	SE ³⁾
Dry matter	65.99 ^b	74.71 ^a	71.45 ^{ab}	1.90
Nitrogen	67.00 ^b	74.99 ^a	71.36 ^{ab}	1.79
NH ₃ -N(ppm)	565	520	475	43

¹⁾ Sixty pigs with average initial body weight of 89.5±0.11 kg (SD).

²⁾ Abbreviated BS0.1, added 0.1% of *Bacillus subtilis* ; BS0.2, added 0.2% of *Bacillus subtilis*.

³⁾ Pooled standard error.

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

암모니아태 질소 함량을 감소시켰다고 보고하였는데 본 시험에서는 통계적인 차이를 보이지 않았지만 *Bacillus subtilis* 첨가량에 따라 감소하는 경향을 보였다.

3. 면역세포 변화

Bacillus subtilis 첨가에 따른 혈액 내 단백질 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다. Total protein, albumin, WBC 및 lymphocyte의 증가량

Table 4. Effect of dietary *Bacillus subtilis* supplementation on change in blood biochemical profiles in finishing pigs¹⁾

Item	CON	BS0.1 ²⁾	BS0.2 ²⁾	SE ³⁾
Total protein (g/dl)				
0 days	7.86	7.96	7.90	0.13
42 days	7.88	7.84	7.71	0.21
Difference	0.02	-0.12	-0.2	0.18
Albumin (g/dl)				
0 days	3.70	3.54	3.78	0.10
42 days	3.92	3.74	4.00	0.11
Difference	0.22	0.20	0.24	0.10
RBC, x10 ⁶ /mm				
0 days	6.16	5.87	5.88	0.22
42 days	6.34 ^{ab}	5.75 ^b	6.54 ^a	0.21
Difference	0.17 ^{ab}	-0.11 ^b	0.65 ^a	0.20
WBC, x10 ⁶ /mm				
0 days	17.79	16.81	14.15	1.93
42 days	17.10 ^a	13.75 ^b	14.28 ^{ab}	0.99
Difference	-0.69	-3.05	0.13	1.42
Lymphocyte (%)				
0 days	45.40 ^b	47.80 ^b	58.80 ^a	2.94
42 days	47.20	41.00	52.80	4.60
Difference	1.80	-6.80	-6.00	6.37

¹⁾ Sixty pigs with average initial body weight of 89.5±0.11 kg (SD).

²⁾ Abbreviated BS0.1, added 0.1% of *Bacillus subtilis* ; BS0.2, added 0.2% of *Bacillus subtilis*.

³⁾ Pooled standard error.

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

은 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 적혈구 수의 증가량은 전 처리구에서 BS0.2 처리구가 가장 높은 결과를 보였다. Kluber 등 (1985)은 생균제의 자돈사료 첨가는 혈액 내 면역세포에 영향을 주지 못한다고 보고하였으며 길 등(2004)은 돼지에서 지속적인 생균제 첨가가 혈액 내 백혈구 함량에 영향을 미치지 않았다고 보고는 본 시험의 백혈구 증가량의 결과와 유사하였다. 그러나 Tortuero 등(1995)은 *Lactobacillus* spp.와 *Streptococcus* spp.의 혼합 생균제는 자돈의 면역세포를 증가시킨다고 보고하였으나 본 시험에서는 생균제의 효과를 찾을 수 없었다. 생균제의 첨가는 비육돈보다 어린 자돈에서 더 많은 효과를 볼 수 있다고 하여 (Jonsson과 Conway, 1992) 본 시험의 결과에서도 BS0.2 처리구에서 적혈구 수가 유의적으로 높았으나 Total protein, WBC, lymphocyte 및

albumin의 함량에서는 생균제의 효과를 찾을 수 없었다. 적혈구 수의 유의적인 증가는 성별, 환경 등의 영향에 기인한 것으로 사료되고 계속적인 연구가 필요하리라 여겨진다.

4. 도체 특성

Bacillus subtilis 첨가에 따른 도체 특성은 Table 5에서 보는 바와 같다. 명도를 나타내는 L*값과 황색도를 나타내는 b*값에서 처리구간의 유의적인 차이는 없었다. 적색도를 나타내는 a*값은 *bacillus subtilis* 첨가수준에 따라 증가하였고 BS0.2 처리구가 가장 높았다. 처리구별 A등급 출현율은 BS0.2(60%), BS0.1(55%)와 CON(20%) 순으로 나타났으며 A 및 B 등급의 출현율은 BS0.1(100%), BS0.2(100%), CON(75%)로 나타났다. 도살 후 육의 pH, 육즙손실, 근내

Table 5. Effect of dietary *Bacillus subtilis* supplementation on carcass meat quality characteristics in finishing pigs¹⁾

	CON	BS0.1 ²⁾	BS0.2 ²⁾	SE ³⁾
Meat color				
Lightness (L*)	39.74	41.53	42.38	2.27
Redness (a*)	8.80 ^b	9.48 ^{ab}	11.77 ^a	0.97
Yellowness (b*)	3.38	3.3	4.13	0.73
Carcass grade(%)				
A	20	55	60	—
B	55	45	40	—
C	15	—	—	—
D	10	—	—	—
Sensory evaluation				
Color	2.41 ^b	2.70 ^{ab}	2.80 ^a	0.11
Tenderness	2.39	2.5	2.62	0.11
Marbling	2.25	2.32	2.39	0.10
Drip loss(%)				
3 Days	11.69	9.67	8.87	0.97
5 Days	13.7	11.43	11.47	0.93
7 Days	15.47	13.59	13.16	0.95
Meat pH	5.54	5.48	5.49	0.05

¹⁾ Sixty pigs with average initial body weight of 89.5±0.11 kg (SD).

²⁾ Abbreviated BS0.1, added 0.1% of *Bacillus subtilis* ; BS0.2, added 0.2% of *Bacillus subtilis*.

³⁾ Pooled standard error.

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

지방도 및 경도에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았고, 육색에서는 BS0.2 처리구가 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 양 등(1998)이 생균제제의 첨가는 돼지의 도체등급 향상시키고 육색에 뚜렷한 영향을 미친다는 보고와 유사하였다. 그러나, 육색에 있어서는 *bacillus subtilis*를 함유한 혼합생균제의 첨가구가 대조구보다 L*, a*, b* 값이 증가하는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 없었다는 보고(Park 등, 2005)와 상이한 결과이다. Park 등(2005)은 비육돈 사료 내 *Bacillus subtilis*를 함유한 혼합생균제를 급여한 시험에서 돈육의 pH 및 육즙손실은 생균제 급여구와 대조구간에 유의적인 차이가 없다고 보고하여 본 시험 결과와 유사하였다. 육질의 평가는 육즙삼출, 육색, 조직감 및 근내 지방도에 의해 결정된다. 이러한 특성들 가운데 소비자들은 육색을 식육을 선택하는데 있어 가장 중요시 하고 있다. 양 등(1998)은 육성-비육돈 사료에 4가지 종류의 생균제를 급여하여 돈육의 외관을 검사한 결과 대조구와 비교하여 생균제 첨가구가 육색이 유의적으로 높게 나타나 생균제의 사료첨가는 돈육의 육미에 영향을 미친다는 보고와 본 시험의 *Bacillus subtilis* 첨가 수준에 따라 육색이 높게 나타난 결과는 유사하였다. 본 시험결과 적색도의 증가는 관능검사 결과와 일치하는 경향을 보여 사료내 생균제의 첨가는 육의 색깔에 영향을 미치는 것으로 판단되나 돼지 사료 내 생균제 첨가가 육색에 미치는 영향에 대한 정확한 기전이 밝혀지지 않은 바 계속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

IV. 요 약

본 연구의 목적은 *Bacillus subtilis*의 첨가에 의한 비육돈에 있어 성장능력, 면역세포 변화, 분내 암모니아태 질소 함량 및 도체특성에 미치는 영향을 평가하기 위해 실시하였다. 3원 교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc) 비육돈 60

두를 공시하였으며 시험개시시의 체중은 $89.5 \pm 0.11\text{kg}$ 이었고 42일간 실시하였다. 처리는 대조구, 대조구 사료에 *Bacillus subtilis*를 0.1%(BS0.1)과 0.2%(BS0.2) 첨가구로 3개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 4마리씩 완전임의 배치하였다. 시험 0~3주 동안 증체량과 사료섭취량은 처리구간에 유의적인 차이는 없었다. 사료효율은 BS0.1 처리구가 대조구와 BS0.2 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다. 시험 4~6주 동안 증체량과 사료효율은 BS0.1 처리구가 대조구와 BS0.2 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고 사료섭취량은 BS0.1 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 결과를 보였다. 전 시험기간 동안 일당 증체량은 BS0.1 처리구가 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었고, 사료효율에서는 BS0.1 처리구가 대조구와 BS0.2 처리구보다 유의적으로 높은 결과를 보였다. 영양소 소화율에서는 BS0.1 처리구가 대조구와 비교하여 건물 및 질소 소화율이 유의적으로 높게 나타났고 암모니아태 질소의 함량은 BS0.2 처리구가 낮았지만 유의적인 차이는 없었다. Total protein, albumin, WBC 및 lymphocyte의 증가량은 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 적혈구 수의 증가량은 전 처리구에서 BS0.2 처리구가 가장 높은 결과를 보였다. 도살 후 육의 pH, 육즙손실, 근내지방도 및 경도에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았고 육색에서는 BS0.2 처리구가 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다. 육색에서는 적색도를 나타내는 a*값은 *bacillus subtilis* 첨가수준에 따라 증가하였고 BS0.2 처리구가 가장 높았다. 처리구별 A등급 출현율은 BS0.2(60%), BS0.1(55%)와 CON(20%) 순으로 나타났으며 A 및 B 등급의 출현율은 BS0.1(100%), BS0.2(100%), CON(75%)로 나타났다. 결론적으로 비육돈 사료내 *bacillus subtilis*의 첨가는 영양소 소화율의 향상, 적혈구 수의 증가, 육색 및 도체등급에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

V. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. USA.
2. Chaney, A. L. and Marbach, E. P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chemistry*. 8:131-139.
3. Chiang, S. H. and Hsieh, W. M. 1995. Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. *Asian-Australian J. Anim. Sci.* 8:159-162.
4. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics* 11: 1.
5. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animal. A Review. *J. Appl. Bacteriol.* 66:365-371.
6. Headon, D. R. and Walsh, G. 1994. Biological control of pollutions principle of pig science. In *Biotechnology in the Feed Industry*, D. J. A. Cole, J. Wiseman and Varley, M. A. (Eds.), Nottingham University Press, Nottingham, U. K. pp. 375-384.
7. Hill, I. R., Kenworthy, R. and Potter, P. 1970. Studies of the effect of dietary Lactobacilli on intestinal and urinary amines in pigs in relation to weaning and postweaning diarrhea. *Res. Vet. Sci.* 11:320-326.
8. Jonsson, E. and Conway, P. 1992. Probiotics for pigs. In: R. Fuller (Ed.) *Probiotics: The Scientific Basis*. Chapman & Hall, London. pp. 260-316.
9. Kato, I., Yokokura, T. and Mutai, M. 1983. Macrophage activation by *Lactobacillus casei* in mice. *Microbiol. Immunol.* 27:611-623.
10. Kluber, E. F., Pollmann, D. S. and Blecha, F. 1985. Effect of feeding *Streptococcus faecium* to artificially reared pigs on growth, hematology and cell-mediated immunity. *Nurt. Rep. Int.* 32:57.
11. Kunin, C. M. 1993. Resistance to antimicrobial drugs: a worldwide calamity. *Ann. Inter. Med.* 118:557-561.
12. Lin, H. C. and Visek, W. J. 1991. Colon mucosal cell damage by ammonia in rats. *J. Nutr.* 121:887-893.
13. Mathew, A. G., Chattin, S. E., Robbin, C. M. and Golden, D. A. 1998. Effects of a direct-fed yeast culture on enteric microbial populations fermentation acid, and performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 76:2138-2145.
14. Mordenti, A. 1986. Probiotics and new aspects of growth promoters in pig production. *Information Zootechnology*. 32:69-80.
15. NRC. 1998. Nutrient Requirement of swine. 10th Edition. National Academy Press, Washington DC. USA. pp. 110.
16. Park, J. H., Park, H. S., Heo, S. N., Lee, S. N. and Ryu, K. S. 2005. Effect of dietary supplemental EM on Growth of pigs and pork Quality. *Bulletin. Agri. College.* 36:103-116.
17. Pollman, D. S. 1986. Additives, Flavors, enzymes and probiotics in animal feeds. *Proc. 22nd Annual Nutrition Conference*. Univ. of Guelph.
18. Pollman, D. S., Danielson, D. M. and Peo, E. R. 1980. Effects of microbial feed additives on performance of starter and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 51:577-563.
19. Saatchi, T. and Sullivan, T. W. 1990. Influence of a dried *Bacillus subtilis* culture and antibiotics on performance and intestinal microflora in turkeys. *Poultry. Sci.* 69:1966-1973.
20. SAS. 1996. SAS User Guide. Release 6.12 edition. SAS Inst. Inc. Cary NC. USA.
21. Tortuero, F., Rioperez, J., Fernandez, E. and Rodriguez, M. L. 1995. Response of piglets to oral administration of lactic acid bacteria. *J. Food. Protect.* 58:1369-1374.
22. 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 gnotobiotic pigs. *J. Vet. Res.* 43:2227-2232.
23. Vanbelle, M. 1989. The European perspective on the use of animal feed additives. In *Biotechnology in the 7. Feed Industry*, T. P. Lyons (Ed.), Nottingham University Press, Nottingham, U. K. pp. 375.
24. Wrong, O. M. 1981. Nitrogen compounds. In *The Large Intestine: Its Role in Mammalian Nitrogen and Homeostasis*, O. M. Wrong, C. J. Edmonds and V. S. Chadwick (Eds.). John Wiley and Sons. New York. pp. 133.
25. Xuan, Z. N., Kim, J. D., Heo, K. N., Jung, H. J., Lee, J. H., Han, Y. K., Kim, Y. Y. and Han, I.

- K. 2001. Study on the development of probiotics complex for weaned pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 14:1425-1428.
26. 김동용, 임중선, 전경철, 김법균, 김경수, 김유용. 2004. 지속적인 생균제의 첨가가 돼지의 성장, 영양소 이용율, 혈중요소태 질소 및 면역능력에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 46: 39-48.
27. 노선호, 문홍길, 한인규, 신인수. 1995. 사료중 성장촉진제가 돼지의 성장에 미치는 영향. *한국축산학회지.* 37:66-72.
28. 류경선, 박홍석, 류명선, 박수영, 김상호, 송희중. 1999. 생균제의 급여가 산란계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. *한국가금학회지.* 26:253-259.
29. 민태선, 한인규, 정일병, 김인배. 1992. 사료내 항생제, 복합설파제, 유산동, 복합효소제, 생균제의 첨가가 돼지의 성장능력 및 도체특성에 미치는 효과. *한국영양사료학회지.* 16:265-274.
30. 박재홍, 임오채, 나중삼, 류경선. 2003. 효모배양 물의 급여가 육성-비육돈의 생산성, 영양소 소화율, 돈육의 이화학적 특성 및 지방산 조성에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 45:219-228.
31. 양승주, 현재석, 양창범, 고석민, 최홍훈. 1998. 생균제의 첨가가 육성비육돈의 성장과 육질에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 40:21-30.
32. 전병수, 곽정훈, 유용희, 차장옥, 박홍석. 1996. 효소, 생균 및 유카제의 첨가가 돼지의 성장과 분악취 발생성분에 미치는 영향. *한국축산학회지.* 38:52-58.
33. 한인규, 채병조, 박응복, 이광득. 1982. 돼지에 관한 *Streptococcus faecium*(SF-68)의 성장촉진과 하리방지효과 및 장내 미생물에 관한 연구. *한국영양사료학회지.* 6:63-76.
34. 홍종욱, 김인호, 권오석, 김지훈, 민병준, 이원백. 2002. 자돈 및 비육돈에 있어 생균제의 첨가가 생산성 및 분내 가스 발생에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지.* 44:305-314.
- (접수일자 : 2005. 7. 28. / 채택일자 : 2005. 12. 13.)