

Bacillus subtilis 급여가 비육돈의 육질 특성, 생산성 및 분내 유해가스 발생에 미치는 영향

장해동 · 유종상 · 이제현 · 김효진 · 신승오 · 황염 · 주천상 · 진영걸 · 강대경*
단국대학교 동물자원학과

Effects of Dietary *Bacillus subtilis* Supplementation on Meat Quality, Growth Performance and Fecal Malodor Gas Emission in Finishing Pigs

Hae-Dong Jang, Jong-Sang Yoo, Je-Hyun Lee, Hyo-Jin Kim, Seung-Oh Shin,
Yan Hwang, Tian-Xiang Zhou, Ying-Jie Chen, and Dae-Kyung Kang*
Department of Animal Resources Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of dietary *Bacillus subtilis* on meat quality, growth performance and fecal malodor gas emission in finishing pigs. Thirty-six pigs (Landrace × Yorkshire × Duroc, 83.53±1.01 kg average initial body weight) were used in a 35 d growth assay. Dietary treatments were 1) CON (basal diet), 2) B1 (basal diet + *B. subtilis* 0.1%) and 3) B2 (basal diet + *B. subtilis* 0.2%). The pigs were distributed into four pigs per pen with three replicate pens per treatments by completely randomized design. For the entire period, the final weight, ADG, ADFI and gain/feed were not significantly different among the treatments. There were no significant differences in meat quality (sensory evaluation, meat color, TBARS, water holding capacity, drip loss, cooking loss and *M. longissimus dorsi* area) among the treatments. H₂S was significantly decreased in B2 treatment compared to CON and B1 treatments ($p<0.05$). However, ammonia, mercaptans and acetic acid were not significantly different among the treatments. In conclusion, *B. subtilis* 0.2% treatments decreased fecal H₂S gas emission in finishing pigs.

Key words : *Bacillus subtilis*, meat quality, growth performance, fecal malodor gas emission, finishing pigs

서 론

양돈 산업이 대규모 산업화되면서 생산성 향상을 위해 양돈 사료내 항생제와 화학적 치료제 등을 사용하고 있다. 사료내 항생제 첨가는 성돈보다는 자돈, 위생적 환경에 비해 열악한 환경 그리고 사료와 환경 변화시 성장촉진과 사료효율 등에 유익한 영향을 나타내는 것으로 알려져 있다(Wachholz and Heidenrieck, 1970). 하지만, 장기간 항생제 섭취에 따른 병원성 미생물의 내성 증가(Wu, 1987)와 잔류문제(Sedlacek and Rucki, 1976) 등의 유해성에 관한 연구들이 보고되면서 항생제의 사용을 엄격하게 규제하고 있다(AAFCO, 1986). 따라서 항생제 대체물질로서 미생물을 이용한 생균제(probiotics)에 대한 관심이 커지고 있다.

생균제라 함은 미생물 자체를 가지고 만든 생물학적 제제로서 가축의 장내에 서식하여 다른 병원성 미생물의 성장을 억제하고 섭취한 사료의 소화와 흡수를 도와주며 기타 영양소의 합성을 효과적으로 도와줌으로써 가축의 성장을 촉진하고 사료 효율을 개선시켜 주는 물질을 말한다. 생균제의 종류로는 *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp., *Bacillus* spp., *Clostridium* spp., *Bifidobacterium* spp. 등이 있다. 사료첨가용 생균제의 기본 조건은 산을 생성하는 동시에 산에 잘 견디어야 하며, lysozyme 같은 효소에 강해야 하고, 소장에 쉽게 도착할 수 있어야 할 뿐만 아니라, 동결이나 동결건조에 대해서도 잘 견디며 가축에 대해 무해무독해야 한다고 하였다(Gilliland, 1979). 생균제는 유해한 균의 증식을 억제하거나 유해균 억제물질 생산(Tortuero, 1973), 세균이나 그 대사산물이 암모니아, 황화수소, 각종 아민류, 인돌 및 페놀류 등의 독성물질 생성 억제(Hill et al., 1970), 비타민의 생성 촉진과 소화흡수 촉진(Langston and Bouma, 1960) 등의 작용을 한다. 또한,

*Corresponding author : Dae-Kyung Kang, Department of Animal Resources Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea. Tel: 82-41-550-3655, Fax: 82-41-564-3655, E-mail: dkkang@dankook.ac.kr

유산균의 유기산 분비에 의한 장내 pH 저하 및 병원균의 감소(Underdahl *et al.*, 1982), 소화기관의 상피세포에서 병원체와 경쟁적 작용에 의한 병원균 부착 및 서식 방지(Berg, 1980), 유산균 세포벽에 존재하는 peptidoglycan의 작용에 의해 면역계 세포 자극에 의한 항병성 증진 효과를 가진다는 보고가 있다.

Park 등(2005)은 복합생균제를 육성·비육돈에 급여시 돈육의 육색 및 pH, 육즙 손실, 조리 감량, 전단력 및 지방산 함량에 차이가 없다고 하였고, Yang 등(1998)은 생균제를 비육돈에 급여시 도체중과 도체율에서 차이는 없었으나 등지방 두께와 지방침착 정도가 높은 경향을 나타내었다고 하였다. Chang 등(2000)은 자돈에 *Lactobacillus* 제제를 급여하였을 때, 분내 대장균총이 현저하게 감소한 반면 유산균총은 증가하였다고 보고하였으며, Kyriakis 등(1999)의 연구결과에서도 자돈에 *Bacillus* 제제를 급여하였을 때 설사 발생률이 감소하였다고 보고되었다. Kim 등(2001a, 2001b)과 Ko 등(2001)은 생균제 발효사료 급여에 의한 닭의 일당증체량 증가와 축사 내 유해가스(NH_3 , H_2S)의 감소를 보고하였다. Han 등(1983)은 자돈에 생균제를 급여할 경우 사료효율 개선과 설사 감소 효과를 나타낸다고 보고하였으며, Noh 등(1995)과 Jeon 등(1996)은 육성·비육돈에 생균제 급여시 증체량과 사료요구를 개선 효과를 나타낸다고 보고한 바 있다.

본 실험에 사용된 균주인 *Bacillus* spp.는 포자를 형성하는 균주로서 펠렛팅, 익스트루전, 분쇄에 강하며, 내산성 및 약제에 대한 내성도 강하다. 또한, 전분분해효소(α -amylase), 단백질 분해효소의 생산능력이 뛰어나고, DPA(dipicolinic acid; 디피콜린산)라는 항균성 물질을 생성하여 소화기내 유해미생물을 억제하며, 젖산균 등 장내 유익한 미생물 균총의 증식을 촉진하는 것으로 알려져 있다(Lee, 2002).

따라서, 본 연구는 *Bacillus* 제제가 함유된 배합사료를 급여시 비육돈의 육질특성, 생산성 및 분내 유해가스 발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

시험동물 및 시험설계

시험 개시시 체중이 83.53 ± 1.01 kg인 3원 교잡종(Landrace \times Yorkshire \times Duroc) 비육돈 36두를 공시하였으며, 5주간 사양시험을 실시하였다.

시험설계는 1) CON(basal diet), 2) B1(basal diet + *Bacillus subtilis* 제제 0.1%) 및 3) B2(basal diet + *B. subtilis* 제제 0.2%)로 3개 처리를 하여 처리당 3반복, 반복당 4두씩 완전임의 배치하였다. 시험에 사용된 제제는 *B. subtilis* UBT-MO2와 *B. subtilis* C-3102를 1.1×10^7 /g 함유하였다.

시험관리

기초사료는 NRC(1998) 요구량에 따라 배합한 가루형태의 사료로서(Table 1) 자유 채식토록 하였으며, 물은 자동 급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 조절하였다. 사양관리는 일반적인 사양관리 방법에 준하여 실시하였고, 각 돈방은 $1.8 \times 1.8 \text{ m}^2$ 의 면적으로 각 시험 처리구의 돈방 면적, 사료 및 급수 시설은 동일하게 부여하였다.

조사항목

일당증체량(average daily gain, ADG), 일당사료섭취량(average daily feed intake, ADFI) 및 사료효율, 체중 및 사료 섭취량은 시험 개시시와 종료시 각각 측정하여 일당 증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율을 계산하였다.

육질분석

육질 분석을 위하여 시험 종료시 각 처리구별 6두씩 선 발하여, 시험 농장으로부터 30분 떨어진 충남 천안시 소재 도축장에서 전기 충격법을 이용하여 도축을 하였다. 도축 후 돈육을 4°C 냉장고에 24시간 동안 저장하였으며, 반도체 등심 부위(*M. longissimus dorsi*)를 분할 정형하여 육질 분석에 사용하였다. 육색은 Chromameter(Model CR-

Table 1. Diet composition (as-fed basis)

Ingredients (%)	CON	B1	B2
Corn	61.60	61.60	61.60
Soybean meal	13.56	13.56	13.56
Wheat	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, Seed	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 ¹⁾	0.20	0.20	0.20
L-lysine HCL	0.06	0.06	0.06
Antioxidant (ethoxyquin 25%)	0.05	0.05	0.05
<i>Bacillus subtilis</i>	0.00	0.10	0.20
Chemical composition ²⁾			
ME, kcal/kg	3,260	3,260	3,260
Crude protein, %	14.00	14.00	14.00
Lysine, %	0.70	0.70	0.70
Calcium, %	0.60	0.60	0.60
Phosphorus, %	0.50	0.50	0.50

¹⁾ Supplied per kg diet: vitamin A, 9,000 IU; vitamin D₃, 1,200 IU; vitamin E, 40 IU; vitamin K(menadione bisulfate complex), 3.0 mg; vitamin B₂, 5.2 mg; vitamin B₆, 2.6 mg; vitamin B₁₂, 26 μg ; niacin, 32 mg; d-pantothenic acid(as d-calcium pantothenate), 20 mg; Cu, 15 mg; Fe, 70 mg; Zn, 50 mg; Mn, 50 mg; I, 0.5 mg; Co, 0.3 mg and Se, 0.2 mg.

²⁾ Calculated values.

210, Minolta Co., Japan)를 사용하여 각 sample 당 5회 반복하여 측정하였으며, 이때 표준색판은 L=89.2, a=0.921, b=0.783으로 하였다. 관능검사는 5명의 관능검사요원을 구성하여 수행하였으며, NPPC(2000) 기준안에 의해 신선육의 육색(color: 1-5), 근내지방도(marbling: 1-5), 경도(firmness: 1-5)를 조사하였다. pH는 도축 24시간 후에 5번째와 6번째 늑골 사이의 등심부위를 채취한 후 pH meter(77P, Istek, Korea)를 사용하여 측정하였다. 등심단면적은 구적기(MT-10S, MT precision, Japan)를 사용하여 측정하였고, 육즙감량은 시료를 2 cm 두께의 일정한 모양으로 절단한 후 polyethylene bag에 넣어 4°C에서 6일간 보관하면서 발생하는 감량을 측정하였다.

가열감량은 시료를 일정한 모양으로 절단하여 무게를 측정한 후, polyethylene bag에 넣고 항온 수조(75°C)에서 30분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉시킨 후 시료의 무게를 측정하였다.

보수력(water holding capacity)은 Hofmann 등(1982)의 방법으로 전체 면적과 육의 면적의 비율을 기록하여 측정하였으며, 지방산패도(TBARS) 분석은 Witte 등(1970)의 thiobarbituric acid(TBA)가 측정법을 이용하여 분석하였다.

분내 유해가스 함량 분석

분내 암모니아(NH₃), 메캅탄(R-SH), 아세트산(acetic acid) 및 황화수소(H₂S) 함량을 측정하기 위하여, 시험 종료시에 각 처리구에서 동일한 시간동안 배설된 분을 처리당 5마리로부터 채취하여 분석에 사용하였다. 암모니아, 메캅탄, 휘발성 지방산 및 황화수소의 측정은, 시료 300 g을 취하여 1000 mL 부피의 밀봉된 플라스틱 용기에 넣고 24시간 발효시킨 후, 실온에 30일 동안 보관하면서 Gastec(Model GV-100, Gastec, Japan)을 사용하여 측정하였다.

통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model Procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 시험 처리구 평균간 차이의 유의성 유무 여부를 검정하였다.

결과 및 고찰

생산성

*Bacillus subtilis*의 급여가 비육돈의 체중, 일당증체량(ADG), 일당사료섭취량(ADFI) 및 사료효율에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 전체 사양시험기간 동안의 체중, 일당증체량(ADG), 일당사료섭취량(ADFI) 및 사료효율은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). Noh 등(1995)의 연구에서는 *Lactobacillus*를 위주로 하는 생균제의 급여시 육성-비육돈에 있어 일당증체량(ADG)은 대조

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

Items	CON ¹⁾	B1 ¹⁾	B2 ¹⁾	SE ²⁾
Body weight (kg)				
Initial weight	83.78	83.82	82.98	0.28
Final weight	108.57	108.60	109.90	0.78
ADG (kg)	0.708	0.708	0.769	0.017
ADFI (kg)	2.778	2.594	2.712	0.068
Gain/feed	0.255	0.273	0.284	0.011

¹⁾ Abbreviated CON; basal diet; B1: basal diet + *B. subtilis* 0.1%; B2: basal diet + *B. subtilis* 0.2%.

²⁾ Pooled standard error.

구에 비해 높은 경향을 나타냈다고 하였으며, Park 등(2005)의 연구에서도 비육돈 사료내 *B. subtilis*를 함유한 혼합생균제를 0.05%와 0.2%를 첨가한 처리구에서 생산성에 처리구간 유의적인 차이를 나타나지 않았다고 보고하였다. Xuan 등(2001)의 연구에 따르면 복합생균제를 사료에 0.2% 첨가하여 자돈에게 급여할 경우 일당증체량과 사료섭취량에 영향을 주었다고 보고하였다. 그러나, Pollman 등(1980)의 연구에서는 복합생균제를 육성-비육돈에 급여하였을 때에는 개선되는 효과를 나타내지 못하였다고 보고하였다. 이러한 이유는 육성-비육돈은 어린 자돈보다 장내 병원균에 대하여 저항성을 가지고 있기 때문이라고 보고하였다(Xuan *et al.*, 2001). 본 시험에서도 생균제 급여가 처리구간 유의적인 차이를 나타내지 않았는데, 이는 생균제 급여가 성돈보다는 어린 돼지에 있어서 더 효과적이기 때문으로 사료된다.

육질 특성

*B. subtilis*의 급여가 비육돈의 육질특성에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 관능평가(육색, 근내지방, 경도), 육색, TBARS, pH, 보수력, 육즙감량, 가열감량 및 등심단면적은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). Park 등(2005)은 비육돈 사료 내 *B. subtilis*를 함유한 혼합생균제를 급여한 시험에서 돈육의 pH 및 육즙손실은 생균제 급여구와 대조구간에 유의적인 차이를 나타나지 않는다고 하였다. Yang 등(1998)은 육성-비육돈 사료에 생균제 급여시 생균제 첨가구의 육색이 유의적으로 높게 나타났다고 보고하였다. 육색은 육색소인 myoglobin이 육색소 내의 산소 유무에 크게 영향을 받는데 육 조직 내의 효소활동, 저장온도, 미생물의 오염도, pH 등에 따라 다르며 사료에 의해서도 영향을 많이 받는다(Dugan *et al.*, 1999). 일반적으로 명도가 낮은 것이 보수력이 좋고 연도와 맛이 우수하며, 생균제 급여에 따른 낮은 명도 값은 육질이 좋을 영향을 미칠 것으로 판단된다. 하지만, 본 시험에서는 처리구간 육질특성에 있어서 처리구간의 유의적인 차이가 나타나지는 않았다.

Table 3. Effect of dietary *Bacillus subtilis* supplementation on meat quality in finishing pigs

Items	CON ¹⁾	B1 ¹⁾	B2 ¹⁾	SE ²⁾
Sensory evaluation				
Color	1.84	1.81	1.72	0.07
Marbling	1.59	1.53	1.47	0.08
Tenderness	1.49	1.54	1.66	0.08
Meat color				
Lightness (L)	48.06	50.35	51.30	1.45
Redness (a)	16.56	17.65	15.95	0.53
Yellowness (b)	5.90	6.59	6.68	0.52
TBARS (mgMA/kg)				
0 days	0.017	0.016	0.014	0.003
5 days	0.062	0.070	0.065	0.011
10 days	0.164	0.185	0.157	0.040
24 pH loin	5.30	5.34	5.32	0.02
Water holding capacity (%)	55.46	54.70	52.83	0.97
Drip loss (%)				
1 days	6.98	5.73	7.13	2.30
3 days	7.53	8.50	9.76	1.58
5 days	9.07	9.70	10.61	1.93
7 days	10.61	10.64	11.25	1.83
Heating loss (%)	36.08	37.34	39.13	2.00
<i>M. longissimus dorsi</i> area (cm ²)	40.24	38.49	39.58	2.05

¹⁾ Abbreviated CON; basal diet; B1: basal diet + *B. subtilis* 0.1%; B2: basal diet + *B. subtilis* 0.2%.

²⁾ Pooled standard error.

분내 유해가스 함량

*B. subtilis*의 급여가 비육돈의 분내 유해가스 함량에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 황화수소(H₂S)는 B2 처리구가 다른 처리구와 비교하여 가장 낮은 함량을 나타냈다($p < 0.05$). 암모니아(NH₃), 메캅탄(R·SH) 및 acetic acid의 함량은 처리구간에 유의적인 차이는 없었지만 B2 처리구가 대조구에 비해 감소하는 경향을 나타내었다($p > 0.05$). 이전의 연구결과에서, 생균제(Kim and Kim, 1992; Kim et al., 2001)는 암모니아를 감소시킬 수 있었다는 보고가 있었으며, Ra 등(2004)의 연구결과에서는 백년초 함유 복합

Table 4. Effect of dietary *Bacillus subtilis* supplementation on fecal malodor gas emission in finishing pigs

Items (ppm)	CON ¹⁾	B1 ¹⁾	B2 ¹⁾	SE ²⁾
NH ₃	3.67	2.33	1.57	0.95
R·SH	190.20	104.53	101.03	35.59
H ₂ S	233.33 ^a	125.00 ^b	45.21 ^c	17.86
Acetic acid	3.67	2.50	0.67	1.26

¹⁾ Abbreviated CON; basal diet; B1: basal diet + *B. subtilis* 0.1%; B2: basal diet + *B. subtilis* 0.2%.

²⁾ Pooled standard error.

^{a-c} Means in the same row with difference superscripts differ ($p < 0.05$).

생균제를 육계 및 비육돈에 급여시 체중 증가 및 사료효율을 향상 뿐만 아니라 암모니아 및 황화수소 가스의 발생을 감소시킴으로써 사육환경 개선효과를 나타낸다고 하였다. 또한, Hong 등(2002)은 비육돈에 복합생균제를 첨가시 대조구에 비해 분의 암모니아는 유의적으로 감소하였으나, 휘발성 지방산은 차이를 나타내지 않는다고 하였다. Chiang과 Hsieh(1995)은 유산균과 *Bacillus* sp.가 함유된 생균제를 급여한 결과 계분과 바닥에서의 암모니아 생성이 감소하였다고 하였고, Visek(1978)은 생균제를 급여함으로써 암모니아를 유리시키는 urease를 분비하는 장내 유해미생물의 우점을 억제함으로써 유해가스의 발생량을 감소시킨다고 보고한 바 있다. Hill 등(1970)은 돼지에 생균제 급여시 암모니아 가스와 황화수소 가스의 발생이 감소하였다고 보고하였으며, Santoso 등(1999)도 *B. subtilis* 배양물을 육계사료에 1-2% 첨가할 경우 약 36.1-72.2%의 암모니아 가스가 감소되었다고 보고하였다.

본 시험에서도 *Bacillus* 제제를 급여한 처리구가 대조구에 비해 악취물질 생성이 감소하여 이전 연구들과 같은 결과를 나타냈다. 따라서, 생균제 급여시 비육돈에 있어 분내악취 물질 생성이 감소하는 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 *Bacillus* 균주가 함유된 배합사료 급여시 비육돈의 생산성, 육질 특성 및 분내 유해가스 발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 시험 개시시 체중이 83.53 ± 1.01 kg인 3월 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc)의 비육돈 36두를 공시하였으며, 5주간 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 1) CON(basal diet), 2) B1(basal diet + *B. subtilis* 제제 0.1%) 및 3) B2(basal diet + *B. subtilis* 제제 0.2%)로 3개 처리를 하여 처리당 3반복, 반복당 4두씩 완전임의 배치하였다. 전체 사양시험 기간 동안의 체중, 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 육질 특성에 있어서도 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 황화수소(H₂S)는 B2처리구가 다른 처리구와 비교하여 가장 낮은 함량을 나타냈다($p < 0.05$). 암모니아(NH₃), 메캅탄(R·SH) 및 acetic acid의 함량은 처리구간에 유의적인 차이는 없었지만 B2 처리구가 대조구에 비해 감소하는 경향을 나타냈다($p > 0.05$). 결론적으로 비육돈에 있어 생균제 0.2% 첨가 급여시 분내 악취 물질에 있어 효과가 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- AAFCO (1986) Association of American Food Control Officials. USA.
- Berg, R. D. (1980) Mechanisms confining indigenous bacteria to the gastrointestinal tract. *Am. J. Clin. Nutr.* **33**, 2472-2484.
- Chang, Y. H., Kim, J. K., Kim, H. J., Kim, W. Y., Kim, Y. B., and Park, Y. H. (2000) Probiotic effects of *Lactobacillus reuteri* BSA-131 on piglets. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **28**, 8-13.
- Chiang, S. H. and Hsieh, W. H. (1995) Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **8**, 159-162.
- Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Jeremiah, L. E., Kramer, J. K. G., and Schaefer, A. A. (1999) The effect of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.* **79**, 45-52.
- Duncan D. B. (1995) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* **11**, 1-42.
- Gilliland, S. E. (1979) Beneficial interrelationships between certain microorganism and humanism: Candidate microorganism for use as dietary adjuncts. *J. Food Prot.* **42**, 164-167.
- Han, I. K., Chae, B. J., and Kim, S. K. (1983) The effects of feeding milk fermentation by-product and probiotics on the growing performance and prevention of diarrhea of the growing pigs. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **25**, 146-152.
- 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.
- Hofmann, K., Hamm, R., and Bluchel, E. (1982) New information on the determination of water binding in meat by the filter paper press method. *Fleischwirtsch* **62**, 87-94.
- Hong, J. w., Kim, I. H., Kwon, O. S., Kim, J. H., Min, B. J., and Lee, W. B. (2002) Effects of dietary probiotics supplementation on growth performance and fecal gas emission in nursing and finishing pigs. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **44**, 305-314.
- Jeon, B. S., Kwag, J. H., Yoo, Y. H., Cha, J. O., and Park, H. S. (1996) Effects of feeding enzymes, probiotics or yucca powder on pig growth and odor-generating substances in feces. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **38**, 52-58.
- Kim, J. H., Kim, C. H., and Ko, Y. D. (2001a) Effect of dietary supplementation of fermented feed on performance of finishing pigs and fecal ammonia gas emission. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **43**, 193-202.
- Kim, J. H., Kim, Y. M., Kim, S. C., Ha, H. M., Ko, Y. D., and Kim, C. H. (2001b) Effect of dietary supplementation of probiotics(Economix[®]) on the performance of broiler chicks and noxious gas reduction in a broiler house. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **43**, 349-360.
- Kim, T. W. and Kim, K. I. (1992) Effects of feeding diets containing probiotics, or antimicrobial agent on urease activity and ammonia production in the intestinal contents of rats. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **34**, 167-173.
- Ko, Y. D., Kim, J. H., Kim, C. H., Kim, S. C., Kim, Y. M., and Ha, H. M. (2001) Effect of dietary supplementation of probiotics(Economix[®]) on the performance of broiler chicks and noxious gas reduction in a broiler house. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **43**, 349-360.
- Ko, Y. D., Sin, J. H., Kim, S. C., Kim, Y. M., Park, K. D., and Kim, J. H. (2003) Effects of dietary probiotic on performance, noxious gas emission and microflora population on the cecum in broiler. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **45**, 559-568.
- Kyriakis, S. C., Tsiloyiannis, V. K., Vlemmas, J., Sarris, K., Tsinas, A. C., Alexopoulos, C., and Jansegers, L. (1999) The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Res. Vet. Sci.* **67**, 223-228.
- Langston, C. W. and Bouma, C. (1960) A study of the microorganisms grass silage: . The *lactobacilli*. *Appl. Microbiol.* **8**, 223-234.
- Lee, J. M (2002) Effect of dietary probiotics on growth performance and fecal noxious gas emission in pigs and chicks. MS thesis, Dankook Univ., Cheonan, Korea.
- Noh, S. H., Moon, H. K., Han, I. K., and Shin., I. S. (1995) Effect of dietary growth promoting substances on the growth performance in pigs. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **37**, 66-72.
- NPPC (2000) Composition & Quality Assessment Procedures. E. Berg, ed. Natl. Pork Prod. Council, Des Moines, IA. USA.
- 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 pig and pork quality. Bulletin of Agricultural College, Chonbuk National University. **36**, 103-116.
- 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**, 577-581.
- Ra, J. C., Han, H. J., and Song, J. E. (2004) Effect of probiotics on production and improvement of environment in pigs and broiler. *Kor. J. Vet. Publ. Health* **28**, 157-167.
- Santoso, U., Ohtani, S., Tanaka, K., and Sakaida, M. (1999) Dried *Bacillus subtilis* culture reduced ammonia gas release in poultry house. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **12**, 806-809.
- SAS (1996) SAS/STAT User's Guide : Version 6, 11th ed, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sedlacek, O. and Rucki, J. (1976) Presence of residue of drugs in meat and intestinal organs of calves fed on a milk mixture. *Vet. Med.(Praha)*. **21**, 137-148.
- Tortuero, F. (1973) Influence of the implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption fats syndrome and intestinal flora. *Poult. Sci.* **52**, 197-203.
- 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.
- Visek, W. J. (1978) The mode of growth promotion by antibiotics. *J. Anim. Sci.* **46**, 1447-1453.
- Wachholz, D. E. and Heidenrieck, C. J. (1970) Effect of

- tylosine on swine growth in two environments. *J. Anim. Sci.* **31**, 1014(Abstr.).
33. Witte, V. C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values for pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-587.
34. Wu, J. F. (1987) The microbiologists function in developing action specific microorganisms. In: *Biotechnology in the feed industry*. Lyons, T. P. (ed.). Alltech, Inc. Kentucky. pp. 181.
35. 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 in the development of probiotics complex for weaned pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **14**, 1425-1428.
36. Yang, C. J., Hyon, J. S., Yang, C. B., Kjo, S. M., and Choi, H. H. (1998) Studies on the effects of feed additives fed to pigs - Effects of feeding probiotics on the growth performance and carcass quality in pigs. *J. Anim. Sci. Technol (Kor.)*. **40**, 21-30.

(2008. 7. 17 접수/2008. 8. 6 수정/2008. 8. 9 채택)