지속적인 생균제의 첨가가 돼지의 성장, 영양소 이용율, 혈중 요소태 질소 및 면역능력에 미치는 영향

길동용* · 임종선* · 전경철* · 김법균* · 김경수** · 김유용*

서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부*, (주) OBT**

Effect of Continuous Feeding of Probiotics on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Urea Nitrogen and Immune Responses in Pigs

D. Y. Kil*, J. S. Lim*, J. Z. Tian*, B. G. Kim*, K. S. Kim** and Y. Y. Kim*

School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University*, Organic Bio Tech Co. Ltd.**

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effect of continuous feeding of probiotics on growth performance, nutrient digestibility, blood urea nitrogen(BUN) and immune responses in pigs. Treatments were 1) Control(basal diet), 2) P-0.1(basal diet + 0.1% probiotics) and 3) P-0.2(basal diet + 0.2% probiotics). In growth trial, a total of sixty pigs(6.17 ± 0.45 kg average body weight) weaned at 21 days of age were used. All pigs were assigned according to sex and body weight, and each treatment had 5 replicates of 4 pigs per pen in a randomized complete block(RCB) design. During 0~8 weeks, there was no significant difference in average daily gain(ADG), average daily feed intake(ADFI) and gain:feed ratio(G/F) among treatments. During 9~20 weeks, ADG was improved significantly in pigs fed P-0.1 or P-0.2 diets when compared to the pig fed control diet($P < 0.05$), but there was no significant difference in ADFI and G/F ratio. During overall period, ADG, ADFI and G/F ratio were not significantly different among treatments. In the first metabolic trial(17.93 ±1.45kg average body weight), apparent digestibility of DM, protein, fat in pigs fed P-0.1 and P-0.2 diets were greater than in pigs fed control diet($P < 0.05$) and ash digestibility in pigs fed P-0.2 diet was significantly higher than in pigs fed control diet($P < 0.05$). Calcium digestibility in pigs fed P-0.2 diet was significantly higher than in pigs fed control and P-0.1 diets($P < 0.05$). Fecal-N excretion was lower in pigs fed P-0.1 and P-0.2 diets than in pigs fed control($P < 0.05$). In the second metabolic trial(41.80 ± 2.68kg average body weight), there was no significant difference among treatments in apparent digestibility of nutrients and N-retention. In blood assay for the BUN and immune responses investigations, there was no significant difference among treatments during overall period of experiment. Therefore, this experiment suggested that probiotics supplementation could improve growth performance and nutrient digestibility of pigs.

(Key words : Probiotics, Continuous feeding, Growth performance, Nutrient digestibility, Pigs)

Ⅰ. 서 론

양돈 산업이 대규모로 산업화되면서 양돈 사료 내 항생제의 첨가와 화학적 치료제의 사용으로 인하여 생산성이 향상되었다. 항생제는 지난 40 여년 동안 동물 사료의 첨가제로서 널

Corresponding author : Y. Y. Kim, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea. Tel : 82-2-878-5838, Fax : 82-2-878-5839. E-mail : yooykim@snu.ac.kr

리 이용되어져 왔으며 단순히 질병의 치료 목적 이외에도 성장 촉진제로서 널리 사용되어왔다. 그러나 근래에 들어 구제역이나 광우병과 같은 질병으로 말미암아 동물성 식품의 안전성에 대한 소비자들의 관심이 높아지고 있으며 동물성 식품 내 항생제 잔류 및 내성균의 출현 등으로 인해 전 세계적으로 동물 사료용 항생제 사용에 대한 우려가 고조되고 있다. 따라서 최근에는 항생제의 사용을 줄이면서 동물의 생산성을 향상시킬 수 있는 여러 가지 항생제 대체 물질들의 개발에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

생균제(probiotics)는 항생제의 대체 물질로서 숙주의 장내 미생물 균총의 균형을 유지 시켜 숙주 동물에게 이로운 영향을 미칠 수 있는 살아있는 미생물 사료 첨가제로서 유익한 미생물의 장내 우점을 유도하여 동물의 건강을 증진시키고 동물의 성장을 촉진 시킬 수 있다고 알려졌다(Fuller, 1989). 이유 자돈에서 이유시 갑작스런 사료 및 환경의 변화에서 오는 스트레스로 장내 미생물 균총의 급격한 변화로 인해 심각한 설사가 발생하기 쉬운데 생균제의 사료내 첨가는 이같은 자돈의 설사를 방지하는 효과가 있다고 알려져 있다(Hale과 Newton, 1979; Pollman 등, 1980). 생균제의 사용이 설사 방지와 더불어 자돈의 생산성을 증진 시키는 효과가 있으며(Pollman 등, 1980; Collington 등, 1988; 장 등, 2000), 생균제의 사료내 첨가가 자돈뿐만 아니라 육성·비육돈에서도 성장능력 개선에 효과가 있다고 보고되었다(Baird, 1977). 또한 생균제의 첨가는 장내 효소의 활성을 증가시켜 사료내 영양소의 이용율을 향상시킬 수 있었으며(Møllgaard, 1946; Collington 등, 1988; Scheuermann, 1993), 면역 능력을 향상시켜 동물의 건강을 증진시킬 수 있다고 보고되고 있다(Kato 등, 1983; Fuller, 1989).

현재까지의 생균제에 관한 대부분의 연구들은 주로 돼지의 사양시기를 자돈기와 육성·비육기로 나누어 그 효과를 단계별로 검증하였다(Hale과 Newton, 1979; Pollman 등, 1980). 하지만 생균제를 이유시부터 출하까지 전 기간에 걸친 장기간의 첨가효과를 검증한 실험은 거의 없었다. 따라서 본 연구는 자돈의 이유시기부터 출하시기까지 항생제를 전혀 사용하지 않은 양돈사료에 생균제를 첨가하여 장기적인 생균제의 급여에 따른 돼지의 성장, 영양소 이용율, 혈액내 요소태 질소농도 및 면역 능력에 미치는 영향을 검증하고자 수행되었다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험 동물 및 실험 설계

실험동물은 평균체중 6.17 ± 0.45kg인 삼원교잡종 이유자돈([Landrace × Yorkshire] × Duroc) 60두를 공시하였으며, 20주 동안 사양실험이 수행되었다. 시험구는 3처리, 5반복으로 돈방당 4두씩 성별과 체중에 따라 난괴법으로 배치하였고 처리구는 생균제의 사료내 첨가 수준에 따라 1) 대조구 : 생균제 무첨가, 2) P-0.1 : 생균제 0.1% 첨가 및 3) P-0.2 : 생균제 0.2% 첨가구였다. 본 실험에 사용된 생균제는 2가지 종류로서 사양 시기에 따라 시험 개시부터 8주까지의 전기(자돈용), 9주부터 20주까지의 후기(육성·비육돈용)로 나누어 각각 기초사료에 첨가하였다. 본 실험에 사용된 생균제의 미생물 조성은 Table 1에 제시된 바와 같다.

Table 1. Microbial composition of probiotics (unit : CFU*)

Microbial composition	0~8 week	9~20 week
Saccharomyces species	1.0×10^8	1.0×10^8
Enterococcus faecalis	1.0×10^7	1.0×10^7
Phaffia rhodozyma	1.0×10^6	5.0×10^6
Rodopseudomonas species	1.0×10^6	1.0×10^6
Fermentation products of *Bacillus species*	2%	3%

* Colony Forming Unit.

2. 실험사료 및 수행방법

(1) 사양 실험

옥수수 - 대두박 위주의 사료 전체를 99.8%의 기초사료를 배합하여 각 단계별로 0.1, 0.2%의 생균제를 첨가하였으며 대조구의 경우 0.2%의 옥수수를, 0.1% 첨가구의 경우 0.1%의 옥수수를 첨가하여 전체 100%가 되도록 배합을 하였다. 전 기간에 걸쳐 모든 사료에는 항생제를 전혀 사용하지 않았다.

실험사료의 영양소 함량은 NRC(1998)의 영양소 요구수준과 같거나 높게 배합하였다. 실험사료의 조성 및 화학적 조성은 Table 2에 제시된 바와 같다. 실험돈은 자돈, 육성 및 비육

Table 2. Chemical composition of experimental diets[a]

Ingredients	d 0-7	d 7-21	d 21-35	d 35-77	d 77-105	d 105-140
Corn	37.08	50.53	63.67	68.47	76.33	83.71
SBM	13.66	23.50	31.77	28.10	20.92	14.27
CGM	5.65	3.90	-	-	-	-
SPC	13.10	5.70	-	-	-	-
Lactose	20.00	10.00	-	-	-	-
DSM	5.50	1.55	-	-	-	-
Soy oil	1.50	1.50	1.50	-	-	-
Animal fat	-	-	-	0.95	0.55	0.09
DCP	1.40	1.28	1.00	-	-	0.48
MCP	-	-	-	0.80	0.68	-
Limestone	0.85	0.92	0.99	0.98	0.82	0.75
Salt	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30
L-Lysine·HCl	0.24	0.15	0.09	-	-	-
DL-methionine	0.22	0.17	0.18	-	-	-
Vit. mixture[b]	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Min. mixture[c]	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10
Total	**99.80**	**99.80**	**99.80**	**99.80**	**99.80**	**99.80**
Chemical composition[d]						
ME, kcal/kg	3,416.52	3,366.58	3,326.73	3,260.29	3,265.15	3,265.08
CP (%)	22.98	20.98	18.98	17.99	15.50	13.20
Lysine (%)	1.45	1.25	1.15	0.97	0.79	0.62
Ca (%)	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50	0.45
Total P (%)	0.65	0.63	0.60	0.54	0.49	0.42

[a] Probiotics were supplemented to the diet at the appropriate treatment level at the expense of corn.

[b] Provided per kg diet : vitamin A, 16,000 IU; vitamin D_3, 3,200 IU; vitamin E, 35 IU; vitamin K_3, 5 mg; riboflavin, 6 mg; calcium pantothenic acid, 16 mg; niacin, 32 mg; d-biotin, 128 μg; vitamin B_{12}, 20 μg(0~35d); vitamin A, 12,800 IU; vitamin D_3, 2,560 IU; vitamin E 28 IU; vitamin K_3, 4 mg; riboflavin, 5 mg; calcium pantothenic acid, 13 mg; niacin, 27 mg; d-biotin, 102 g; vitamin B_{12}, 20 μg(35~140d).

[c] Provided per kg diet : Cu(copper sulfate), 281 mg; Fe(ferrous sulfate), 288 mg; I(calcium iodate), 0.3 mg; Mn (manganese sulfate), 49 mg; Se(sodium selenite), 0.3 mg; Zn(zinc sulfate), 143 mg(0~35d); Cu(copper sulfate), 187 mg; Fe(ferrous sulfate), 190 mg; I(calcium iodate), 0.2 mg; Mn(manganese sulfate), 32 mg; Se(sodium selenite), 0.2 mg; Zn(zinc sulfate), 96 mg(35~140d).

[d] Calculated value.

기에 따라 각각 슬롯-콘크리트 바닥인 돈사(각 돈방의 넓이, 0.90 × 2.15 m^2)에서 자돈기에는 이유 후 35일간 사육되었으며, 육성기에는 플라스틱 슬러리 콘크리트 돈사(1.26 × 2.55 m^2)에서, 비육기에는 플라스틱 슬러리 콘크리트 돈사(1.6 × 3 m^2)에서 각각 사육되었다. 전체 시험 기간 동안 물과 사료는 자유 채식시켰으며 체중 및 사료섭취량은 생균제의 종류가 바뀌는 시점인 8주와 시험 종료시에 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율을 각각 계산하였다.

(2) 소화 실험

소화실험은 실험돈의 평균체중이 17.93 ±1.45kg 및 41.80 ± 2.68kg에서 두 번에 걸쳐 실시하였다. 1차 소화실험은 자돈 12마리를 완전임의배치법에 따라 3처리 4반복으로 배치하였으며 육성돈을 이용한 2차 소화실험은 1차 소화실험에 사용한 돼지를 다른 돈방에서 2차 소화실험 전까지 사육 후 실험 시 동일 처리구에 재배치하였다. 실험에 사용된 돼지에게는 모두 이유 시부터 소화실험 전까지 전 기간에 걸쳐 시험사료를 급여하였으며 실험 기간 동안 첫 번째 소화실험에는 자돈용 생균제가 포함된 자돈기 III 사료를, 두 번째는 육성·비육돈 생균제가 포함된 육성기 사료를 하루에 두 번 급여하였다. 모든 돼지는 각각의 대사틀에 수용되었으며 5일간의 적응기를 거친 후 5일간 분과 뇨를 채취하는 전분채취법(total collection)을 사용하였다. 전체 사료섭취량 및 분과 뇨의 양은 매일 기록하였으며 채취된 샘플은 분석 전까지 냉동 보관하였다. 분은 60℃ 열풍건조기에서 72시간 동안 말린 후 스크린 직경 1 mm의 Wiley mill을 이용하여 분쇄하였다. 사료, 분 및 뇨 샘플의 일반성분 분석은 AOAC(1995)의 방법을 이용하였으며, 칼슘은 원자흡광도계(Shimadzu, AA625, Japan)를 이용하여 분석하였고 인의 분석은 spectrophotometer(Hitachi, U-1100, Japan)를 이용하였다.

(3) 혈액 분석

혈액은 시험 개시 후 1, 3, 5, 11 및 20주에 사양 시험돈 중 처리에 따른 반복별로 동일한 1마리씩 아침 9시에 각각 경정맥에서 채취하였으며 채혈 후 4℃에서 3,000 rpm으로 15분간 원심 분리하였다. 원심분리 후 혈청을 분리하여 혈중 요소태 질소(blood urea nitrogen, BUN)의 분석용 혈청은 -20℃에서, IgG 및 IgA 분석용 혈청은 -75℃에서 분석 전까지 각각 보관하였다. 혈중 요소태 질소는 혈액분석기(Ciba-Coring Model, Express Plus, Ciba Corning Diagnosis Co.)를 이용하여 분석하였고, 혈액내 백혈구수(WBC : White Blood Cell Count)는 HEMAVET850(CDC tech., USA)을 이용하여 CDC HEMAVET 전용시약으로 전기저항법에 의해 분석하고, IgG 및 IgA의 분석은 Brio(SEAC, Italy)를 이용하여 Pig IgG, IgA ELISA Quantitation kit로 ELISA 방법을 이용하였다.

3. 통계 분석

사양 성적은 돈방 단위로 대사 실험 및 혈액분석 실험에서는 개체를 실험단위로 사용하였다. 사양 성적 및 화학분석 결과들은 SAS(1985)의 일반 선형 모형(GLM)을 이용하여 수집된 자료에 대한 유의성 검정을 실시하였으며, 최소 유의차(LSD) 다중검정법에 의해 처리간 결과를 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

생균제 첨가에 의한 돼지의 사양성적에 관한 실험결과를 Table 3에 명시하였다. 0 ~ 8주까지의 생균제의 첨가에 의한 사양실험에서는 대조구와 처리구간의 일당증체량, 일당 사료섭취량 및 사료효율에 있어 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이것은 이전의 연구(Pollman 등, 1980; Lessard과 Brisson, 1987; Jeon 등, 1996)에서 제시되었던 어린 돼지에서 생균제의 첨가시 일당증체량 및 사료효율이 증진되었다는 결과와는 상이한 것이지만, Brown 등(1997) 및 Xuan 등(2001)의 연구와는 비슷한 결과였다. 9~20주

Table 3. Effect of continuous feeding of probiotics on growth performance in pigs*

Item	Control	Level of probiotics		SEM**
		0.1	0.2	
ADG (g)				
0 ~ 8 weeks	460	470	450	14.09
9 ~ 20 weeks	809[a]	846[b]	870[b]	9.02
0 ~ 20 weeks	665	691	696	7.95
ADFI (g)				
0 ~ 8 weeks	870	867	838	26.85
9 ~ 20 weeks	2,510	2,591	2,561	29.14
0 ~ 20 weeks	1,844	1,890	1,862	22.69
G:F ratio				
0 ~ 8 weeks	0.534	0.541	0.537	0.008
9 ~ 20 weeks	0.323	0.327	0.341	0.004
0 ~ 20 weeks	0.361	0.365	0.374	0.004

* Each treatment represents 20 pigs which weighed initial body weight: average 6.17 ± 0.45kg and final body weight: average 101.76 ± 8.39kg.
** Standard error of mean.
[a,b] Means with different superscripts in the same row significantly differ($p < 0.05$).

동안에는 생균제 첨가구가 대조구에 비해 일당증체량이 유의적으로 증가하였는데($P < 0.05$), 특히 대조구에 비해 P-0.1 처리구에서 약 4.3%, P-0.2 처리구에서 약 7.0%의 일당증체량 증가 효과를 각각 나타내어 첨가 수준이 증가 할수록 일당증체량이 더욱 개선되는 경향을 보였다. 그리고 사료섭취량 및 사료효율도 생균제의 첨가에 따라 증가하는 경향을 보였는데 ($P > 0.13$), 이것은 통상 육성·비육돈에서의 생균제 첨가가 성장 능력에 유익한 개선효과를 보이지 않는다는 연구 결과(Hale과 Newton, 1979; Pollman 등, 1980; Kornegay 등, 1990)와 상이한 결과였다. 전 기간의 사양실험 결과 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율은 생균제 처리구가 대조구에 비해 개선되는 경향을 보였으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다($P > 0.19$). Chesson (1993) 및 Kornegay와 Rilsey(1996)는 생균제의 지속적인 급여만이 장내의 이로운 미생물 균총을 계속 유지할 수 있다고 하였는데, 본 실험에서 나타난 육성·비육기에서의 성장 능력의 향상은 이유시기부터 출하까지 지속적으로 생균제를 급여하여 장내 유익한 미생물 균총이 유지 되었기 때문이라고 사료된다. 따라서 자돈 사료에 첨가된 생균제에 의해 성장 촉진 효과가 나타나려면 생균제가 장내에 정착하여 균총을 이루는 등 장내의 환경이 변화할 수 있는 일정한 시간이 필요하다는 것을 의미한다 하겠다.

생균제 첨가가 영양소 소화율 및 질소 축적율에 미치는 영향에 대한 결과가 Table 4, 5에 각각 제시되어 있다. 자돈에서는 P-0.1과 P-0.2 처리구가 대조구에 비해 건물, 조단백질, 조지방의 소화율은 증가하였으며($P < 0.05$), P-0.2 처리구에서 조회분과 칼슘의 소화율이 유의적으로 개선되었으나($P < 0.05$) 인의 소화율에는 유의적인 차이가 없었다. 질소 축적율에서는 생균제 처리구가 분내 질소의 양이 유의적으로 감소하였으나($P < 0.05$) 뇨내 질소의 양 및 질소 축적율에는 차이가 없었다. 육성·비육돈에서는 생균제 첨가에 의해 어떠한 영양소 소화율의 개선 및 질소 축적율의 증가를 관찰

Table 4. Effect of probiotics on nutrient digestibility in weaning and growing pig

Item	Control	Level of probiotics		SEM*
		0.1	0.2	
Weaning pigs**				
DM (%)	84.49[a]	88.33[b]	90.00[b]	0.912
Protein (%)	82.44[a]	86.96[b]	89.35[b]	1.147
Fat (%)	65.20[a]	77.64[b]	81.78[b]	2.845
Ash (%)	55.12[a]	60.46[ab]	66.77[b]	1.749
Ca (%)	67.72[a]	70.96[a]	78.12[b]	1.484
P (%)	77.52	81.83	82.39	1.068
Growing pig***				
DM (%)	91.66	91.81	91.71	0.374
Protein (%)	91.78	91.19	90.42	0.481
Fat (%)	80.74	80.54	78.95	1.614
Ash (%)	70.95	70.19	69.89	1.143
Ca (%)	76.65	75.01	77.52	1.197
P (%)	46.06	54.96	61.15	2.988

* Standard error of mean.
** Initial average body weight: 17.93 ± 1.45kg.
*** Initial average body weight: 41.80 ± 2.68kg.
[a,b,c] Means with different superscripts in the same row significantly differ($p < 0.05$).

Table 5. Effect of probiotics on nitrogen retention in weaning and growing pigs

Item	Control	Level of probiotics		SEM*
		0.1	0.2	
Weaning pig				
N intake (g/d)	19.98	19.72	20.07	0.088
Fecal N excretion (g/d)	3.51[a]	2.57[b]	2.14[b]	0.230
Urinary N excretion (g/d)	5.13	5.36	6.51	0.475
Nitrogen retention (g/d)	11.34	11.78	11.42	0.372
Nitrogen retention rate (%)**	56.78	59.76	56.91	1.897
Growing pig				
N intake (g/d)	36.94	36.94	36.94	
Fecal N excretion (g/d)	3.04	3.25	3.54	0.178
Urinary N excretion (g/d)	10.17	10.32	9.89	0.584
Nitrogen retention (g/d)	23.73	23.37	23.51	0.496
Nitrogen retention rate (%)**	64.23	63.26	63.66	1.342

* Standard error of mean.
** Nitrogen retention rate = [(N intake - Fecal N - Urinary N)/N intake] × 100.
[a,b] Means with different superscripts in the same row significantly differ($p < 0.05$).

할 수 없었다. 생균제는 유해효소(β-glucuronidase 등)의 감소 및 유용효소(β-galactosidase, lactase 등)의 증가를 유도하며 장을 건강하게 만들고 자체함유 영양소 공급기능이 있어 소화율을 증진시킬 수 있으며(Collington 등, 1988; Fuller, 1989) 성장 개선 효과가 있다고 하였다. 본 자돈의 소화율 실험에서 생균제 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 영양소 이용율이 향상되었는데 이는 자돈기 사양성적과는 상반되는 결과였다. 그러나 자돈기의 영양소 이용율의 향상은 자돈기의 사양성적뿐만 아니라 육성기의 성장능력 향상에 도움을 준다는 것을 고려한다면 자돈기의 영양소 이용율의 향상은 9주 이후의 육성기 사양성적의 향상으로 설명될 수 있다고 사료된다.

혈중 요소태 질소는 전기간에 걸쳐 생균제의 급여에 의해 처리간 유의적인 차이가 없었는데 (Fig. 1), Scheuermann(1993)은 소화관내에서 생균제는 암모니아의 고정을 증가시키고 아미노산의 이용성 저하를 완화하여 혈액내 암모니아

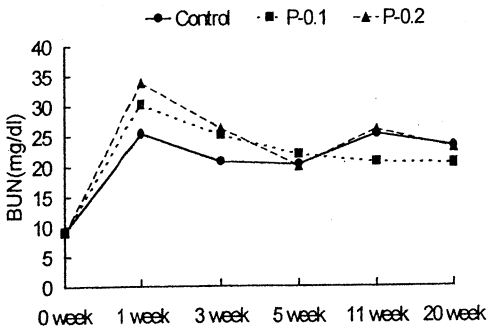

Fig. 1. Effect of continuous feeding of probiotics on blood urea nitrogen(BUN) concentration of pigs.

Table 6. Effect of continuous feeding of probiotics on immune responses in pigs*

Item	Control	Level of probiotics		SEM**
		0.1	0.2	
1 week				
WBC (k/μℓ)	17.80	15.76	15.55	0.995
IgG ***	15.85[a]	14.79[a]	7.76[b]	1.563
IgA ***	0.30	0.39	0.20	0.049
3 week				
WBC	17.04	18.82	18.75	1.242
IgG	10.96	11.48	9.55	0.789
IgA	0.26	0.48	0.42	0.070
5 week				
WBC	18.27	17.60	16.91	1.273
IgG	11.48	10.96	9.33	0.757
IgA	0.35	0.27	0.36	0.024
11 week				
WBC	14.94	15.33	16.71	0.659
IgG	32.36	16.98	14.79	3.134
IgA	2.24	1.07	0.49	0.385
20 week				
WBC	23.54	22.53	25.63	1.038
IgG	44.67[a]	28.18[ab]	20.89[b]	3.871
IgA	2.75	1.32	0.85	0.480

* Same pig from each treatment was chosen and blood-sampled at 1, 3, 5, 11, 20 week of experiments.
** Standard error of mean.
*** unit is mg/mℓ.
[a,b] Means with different superscripts in the same row significantly differ($p < 0.05$).

와 요소의 농도가 감소한다고 하였다. 하지만 본 실험에서는 자돈에 있어서 생균제 첨가가 혈중 요소태 질소를 증가 시키는 경향을 보였는데(P > 0.07) 이것은 소화율 실험에서 나타났듯이 생균제의 첨가에 의해 조단백질의 소화율이 향상되어 나타난 간접적인 결과라고 생각된다. Eggum(1970)은 혈중 요소태 질소는 단백질 분해의 최종 산물로서 과량의 단백질의 흡수는 혈중 요소태 질소의 함량을 증가시키고 뇨내 요소의 배출량을 증가시킨다고 하였는데, 본 실험에서 자돈의 소화시험 결과 조단백질의 흡수량이 증가하였고 흡수된 단백질이 체내에서 전부 이용되지 못하였기 때문에 혈중 요소태 질소의 함량은 증가하고 뇨를 통한 질소의 배출량이 증가한 것으로 사료된다.

생균제는 장내 미생물 균총의 변화를 유도하여 면역 능력을 증진시킬 수 있다고 여러 실험에서 보고 된 바가 있었는데, Pedigon 등(1987, 1991)은 쥐에게 *Streptococcus thermophillus*와 *Lactobacillus acidophillus*를 급여한 결과 대식세포 및 임파구의 활성이 증가하였다고 보고하였고 IgA의 장관내 분비를 증가시켜 장관의 감염을 방지하는 기능을 한다고 하였다. Bloksma 등(1981)은 쥐에게 *Lactobacillus*를 투여한 결과 비특정 면역 반응이 증가하였다고 하였고, Lessar와 Brisson(1987)은 이유자돈에게 *Lactobacillus* 발효산물을 급여한 결과 혈액내 IgG가 증가하였다고 하였다. 하지만 본 실험에서는 생균제 급여를 통한 처리간 면역 능력의 변화는 관찰되지 않았다(Table 6). 비록 실험 1주와 20주에서 혈청내 IgG 농도가 P-0.2 처리구에서 유의적인 감소를 보였으나(P < 0.05) 전체적인 조사결과에 나타난 백혈구 숫자의 변화 및 IgG 와 IgA의 농도 변화는 생균제 첨가에 의한 영향이 아닌 환경적인 영향에서 기인한 것으로 사료된다.

본 실험을 통하여 생균제의 첨가는 자돈기에는 성장에 유의한 개선 효과가 나타나지 않았으나 지속적인 생균제의 급여를 통해 육성·비육기에서 성장 증진의 효과가 있었다. 이와 같은 결과는 생균제가 체내에서 적응, 증식할 수 있는 시간이 필요하므로 짧은 기간동안 양돈사료에 첨가하는 것보다 계속적으로 사료에 첨가하는 것이 돼지에게 있어서 성장의 전 기간 동안 끊임없이 일어나는 병원성 환경과의 싸움에서 저항성을 유지하게 하여, 그 결과 육성·비육기에서 돼지의 성장 및 건강이 계속 증진 될 수 있었다고 사료된다.

Ⅳ. 요 약

본 연구의 목적은 생균제의 지속적인 첨가에 의한 돼지에게 있어 성장능력, 영양소 소화율, 혈중 요소태 질소량 및 면역반응에 미치는 영향을 평가하기 위해 실시하였다. 처리는 대조구, 대조구 사료에 0.1%의 생균제 첨가구(P-0.1), 대조구 사료에 0.2%의 생균제 첨가구 (P-0.2)로 하였다. 사양실험에서는 21일령에 이유한 총 60마리의 돼지(평균 체중 6.17 ± 0.45 kg)를 공시하여 성별 및 체중에 따라 난괴법에 의해서 배치하였다. 옥수수 - 대두박 위주의 실험사료에 전 기간에 걸쳐 항생제는 첨가하지 않고 생균제만을 처리별로 첨가하였다. 0～8주간의 사양실험에서는 처리간 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 9～20주에서는 P-0.1과 P-0.2 처리구가 대조구에 비해 유의하게 일당증체량이 증가하였으며(P < 0.05) 첨가수준이 증가할수록 그 경향은 더욱 뚜렷하였다. 전체 사양 실험 기간동안 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율은 생균제 첨가구가 대조구에 비해 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 생균제에 의한 영양소 소화율 및 질소축적율을 조사하기 위해 자돈기와 육성기에 두 번에 걸쳐 대사실험을 실시하였다. 자돈기(평균 체중 17.93 ± 1.45kg)에서는 건물, 조단백질, 조지방의 소화율이 P-0.1과 P-0.2 생균제 처리구에서 대조구에 비해 증가하였으며 (P < 0.05), 조회분의 소화율은 P-0.2 처리구가 대조구에 비해서 유의하게 증가하였다(P < 0.05).

칼슘의 소화율은 P-0.2 처리구가 P-0.1 및 대조구에 비해 유의하게 높았지만($P < 0.05$), 인의 소화율에서는 처리간 차이가 나타나지 않았다. 질소 축적율에서는 P-0.2와 P-0.1 생균제 처리구가 분내 질소 함량을 유의하게 낮추었으나($P < 0.05$), 뇨내 질소 함량 및 질소 축적율에는 영향을 미치지 않았다. 육성기(평균 체중 41.80 ±2.68kg)에서는 처리간 영양소 소화율 및 질소 축적율이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 혈중 요소태 질소농도 및 혈액내 백혈구, IgG, IgA의 함량도 전 기간에 걸쳐 처리간의 차이가 나타나지 않았다. 본 실험을 통하여 사료내 지속적인 생균제의 첨가는 돼지의 성장과 영양소 소화율을 향상 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

V. 사 사

본 실험은 (주)OBT(구 (주)한국바이오스)의 학술연구지원비에 의하여 수행되었기에 박준봉, 김경수 사장님께 감사드립니다. 또한 본 연구가 잘 수행될 수 있도록 공시동물을 비롯한 여러 가지 편의를 제공해 주신 (주)애그리브랜드 퓨리나코리아의 윤광근 부장님께도 깊은 감사를 드립니다.

VI. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemist. Washingtons, D.C., U.S.A.
2. Baird, D. M. 1977. Probiotics help boost feed efficiency. Feedstuffs 49(Sept. 11):11.
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 *Lactobacillus* on parameters of non-specific resistance of mice. Med. Microbiol. Immunol. 170:45.
4. Brown, I., Warhurst, M., Arcot, J., Playne, M., Illman, R. J. and Topping, D. L. 1997. Fecal number of *Bifidobacteria* are higher in pigs fed *Bifidobacterium longum* with a high amylose cornstarch than with a low amylose cornstarch. J. Nutr. 127:1822.
5. Chesson, A. 1993. Probiotics and other intestinal mediators. In: D. J. A. Cole, J. Wiseman, and M. A. Varley(Ed.) Principles of Pig Science. Notthingham University Press, Loughborough, U. K. pp. 197-214.
6. Collington, G. K., Parker, D. S., Elis, M. and Armstrong, D. G. 1988. The influence of probios or tyrosine on growth of pigs and development of gastrointestinal tract. Anim. Prod. 46:521(Abstr.)
7. Eggum, B. O. 1970. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. Br. J. Nutr. 24:983.
8. Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. A Review. J. Appl. Bacteriol. 66:365.
9. Hale, O. M. and Newton, G. L. 1979. Effects of a nonviable *Lactobacillus* species fermentation product on performance of pigs. J. Anim. Sci. 48:770.
10. Jeon, B. S., Kwag, J. H., Yoo, Y. H., Cha, J. O. and Park, H. S. 1996. Effects of feeding enzyme, probiotics or yucca powder on pig growth and odor-generating substances in feces. Kor. J. Anim. Sci. 38(1):52.
11. Kato, I., Yokokura, T. and Mutai, M. 1983. Macrophage activation by-*Lactobacillus casei* in mice. Microbiol. Immunol. 27:611.
12. Kornegay, E. T., Wood, C. M., Ball, G. G. and Risley, C. R. 1990. Use of *Lactobacillus acidophillus* for growing and finishing pigs. VA Polytech. Inst. State Univ. Anim. Sci. Res. Rep. 9:13.
13. Kornegay, E. T. and Risley, C. R. 1996. Nutrient digestibility of a corn-soybean meal diet as influenced by *Bacillus* products fed to finishing swine. J. Anim. Sci. 74:799.
14. 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.
15. Møllgaard, H. 1946. On phytic, its importance in metabolism and its enzymic cleavage in bread supplemented with calcium. Biochem. J. 40:589.
16. NRC. 1998. Nutrient requirement of swine. National Academy Press, Washington, D. C.
17. Pedigon, G., Nader de Macias, M. E., Alvarez, S., Oliver, G. and Pesce de Ruiz Holgado, A. A. 1987. Enhancement of immune response in mice fed with *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus acidophillus*. J. Diary Sci. 70:919.
18. Pedigon, G., Alvarez, S. and Pesce de Ruiz Holgado, A. A. 1991. Immunoadjuvant activity of oral *Lactobacillus casei*: influence of dose on the secretory immune response and protective capacity in intestinal infections. J. Dairy Res. 58:485.
19. 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.
20. SAS. 1985. SAS User's Guide: Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC
21. Scheuermann, S. E. 1993. Effect of the probiotic

paciflor on energy and protein metabolism in growing pigs. Anim. Feed Sci. Techol. 41:181.
22. Xuan, Z. N., Kim, J. D., Heo, K. N., Jung, H. J., Lee, J. H., Han, Y. K., Kim, Y. Y. and Han, In K. 2001. Study on the development of probiotics complex for weaned pigs. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 14:1425.
23. 장영효, 김종근, 김홍중, 김원용, 김영배, 박용하. 2000. 자돈에 투여한 *Lactobacillus reuteri* BSA-131의 생균제 효과. Kor. J. Appl. Micro. Biotechnol. 28:8.
(접수일자 : 2003. 8. 5. / 채택일자 : 2004. 2. 16.)