

돼지의 분변에서 분리한 *Enterococcus durans* LP44의 생균제로서의 특성

홍종욱 · 김인호[†] · 한영근* · 이상환 · 권오석 · 김지훈** · 강국희***

단국대학교 동물자원학과, *농협중앙회

애그리브랜드퓨리나코리아, *성균관대학교 식품생명자원학과

Probiotic Properties of *Enterococcus durans* LP44 Isolated from Pigs Feces

Jong-Wook Hong, In-Ho Kim[†], Yung-Keun Han*, Sang-Hwan Lee,
Oh-Suk Kwon, Ji-Hoon Kim** and Kuk-Hee Kang***

Dept. of Animal Resource and Science, Dankook University, Choongnam 330-714, Korea

*Nation Agricultural Co operative Federation, Ansong 456-820, Korea

**Agribands Purina Korea, Inc., Seoul 135-280, Korea

***Dept. of Food and Life Science, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

Abstract

We have screened the microorganisms from pigs feces for the development of probiotics which have acid- and bile-tolerance. Among them, a strain which was identified as *Enterococcus durans* LP44 was selected. Sixty Duroc×Yorkshire×Landrace pigs (6.30±0.04 kg average initial body weight) were used in a 14 days growth assay to determine the effects of *Enterococcus durans* LP44 culture on growth performance of weaned pigs. Dietary treatments included 1) DF (dry feeding), 2) WF (wet feeding), 3) WF+5ED (wet feeding+5% *Enterococcus durans* LP44 culture), 4) WF+10ED (wet feeding+10% *Enterococcus durans* LP44 culture). For overall periods, average daily gain in pigs fed WF diet tended to increase compared to pigs fed DF diet without significant difference. Also, there was no significant difference in gain/feed. At 5 days after the onset of the experiment, pigs fed WF+5ED and WF+10ED diets were significantly increased in dry matter and nitrogen digestibilities compared to pigs fed DF and WF diets (p<0.05). At 14 days after the onset of the experiment, pigs fed WF+10ED diet were significantly increased in dry matter digestibility compared to pigs fed DF diet (p<0.05). Also, pigs fed WF+10ED diet were significantly increased in nitrogen digestibility compared to other treatments (p<0.05). In conclusion, supplemental *Enterococcus durans* LP44 was an effective means of improving ADG and nutrient digestibility.

Key words: probiotic, *Enterococcus durans*, pigs

서 론

가축의 건강을 유지하고 효율적인 생산을 위해서는 장내 미생물 균총의 효과적이고 지속적인 유지가 필요하다. 가축의 정상적인 균총은 열악한 사육환경 조건, 가축의 영양상태 불량 그리고 스트레스 등에 의해서 변화하는 것으로 알려져 있다(1).

생균제는 장내 미생물 균형을 개선함으로써 숙주동물에게 유익한 작용을 유도할 수 있는 살아있는 미생물 식이 첨가제로서(2), 질병 예방 효과 때문에 항생제를 효과적으로 대체할 수 있는 물질 중의 하나로서 인식되어 왔다(3). 생균제의 주요 효능은 장내 세균총의 변화를 유도하여 병원성 대장균을 감소 시키며(4), 항생물질을 생산하고(5), 병원성 미생물이 소화관

장벽에 부착하여 집락을 형성하는 것을 방지하기 때문에(6) 성장 및 식이효율의 개선효과를 갖는다. 또한 생균제를 가축에게 급여하였을 경우, 분중 질소 배설량 감소효과(7)에 의한 유해가스 발생 감소로 인하여 가축의 사육환경이 개선될 수 있으며, 이에 따른 생산성 향상을 기대할 수 있다(8).

단위가축에 있어 생균제의 급여 효과는 여러 연구자들에 의해서 보고되어 왔으나(1,3,4,8), 이유자돈 시기에 있어 대부분의 사양시험이 고형식이에 생균제를 첨가하여 급여한 시험이 대부분이다.

따라서, 본 연구에서는 양돈용 생균제의 개발 및 실제 양돈 농가의 적용에 있어 이유시기에 습식급이 시스템에 의한 생균제의 첨가효과를 조사하기 위하여 실시하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: inhokim@dankook.ac.kr
Phone: 82-41-550-3652, Fax: 82-41-553-1618

재료 및 방법

균주의 분리 및 동정

균주는 경기도 수원에 위치하고 있는 서울대학교 생명자원 과학대학 부속 농장 및 축산기술연구소 부속 농장의 돼지 분변 으로부터 분리하였다. 균주 분리는 험기 희석수 90 mL (pH 2) 에 시료(10 g)를 넣고 37°C에서 2시간 동안 배양한 후, 험기 조건하에서 십진희석하여, 0.5% oxgall이 함유된 Lamvab 배지 및 RB 배지에 첨가하고 37°C에서 48시간 험기배양한 후 분리하였다.

항균물질 생성 균주의 선발 및 동정을 위해서 순수 분리된 균주들을 LMRS 액체배지에 접종하여 37°C에서 24시간 동안 정지배양한 후, 배양 상등액을 disk paper법, 탁도 측정법 및 cylinder plate법으로 가취위생연구소에서 분양 받은 *Escherichia coli* 786 및 *Escherichia coli* 787, *Escherichia coli* 788, *Salmonella* sp. 115, *Salmonella* sp. 117, *Salmonella* sp. 119에 대한 항균활성을 측정하였다. 분리 균주 동정은 형태 및 배양 특성, 생화학적특성 및 16S rRNA 염기서열로 동정하였다.

시험동물 및 시험설계

3원 교잡종 [(Duroc × Yorkshire) × Landrace] 이유자돈 60 두를 공시하였으며, 시험개시시 체중은 6.30 ± 0.04 kg이었다. 사양시험은 14일간 실시하였다. 시험설계는 Table 4와 같이 옥수수-건조유청-대두박 위주의 기초식이로 건식급여한 처리구(DF, dry feeding), 기초식이와 음수를 1:3의 무게 비율로 혼합한 습식급여구(WF, wet feeding), 습식급여구 식이에 *E. durans* LP44 배양물을 5% 첨가한 처리구(WF+5ED), 습식급여구 식이에 *E. durans* LP44 배양물을 10% 첨가한 처리구(WF+10ED)로 4개 처리로 하여 처리당 3반복, 반복당 5마리씩 완전 임의 배치하였다. 사양시험 개시 후, 5일 동안 처리구 식이를 급여하였으며, 5~14일까지는 모든 처리구에 건식 기초식이를 급여하여 이유시기에 습식급여 시스템 및 *E. durans* LP44 배양물의 급여가 이유자돈의 성장에 미치는 효과를 조사하였다.

시험식이 및 사양관리

기초식이는 3,340 kcal 대사에너지/kg, 22.00% 조단백질, 1.50% 라이신, 0.90% 칼슘, 0.80% 인을 함유토록 하였다(Table 1). 시험식은 가루 형태로 자유 채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 식이섭취량은 사양시험 개시후 5일과 종료시에 측정하여 일당증체량, 일당식이섭취량, 식이효율을 계산하였다.

영양소 소화율을 측정하기 위하여 표시물로서 산화크롬을 식이내 0.2% 첨가하였으며, 사양시험 개시후 5일과 시험 종료시에 동일한 시간 동안 배설된 분을 채취하여 건조시킨 후 분석에 이용하였다.

화학분석 및 통계처리

식의 일반성분과 표시물로 혼합된 크롬은 AOAC(9)에 의해 분석하였다.

Table 1. Diet composition (as-fed bases)

Item	
Ingredients	%
Corn	40.50
Soybean meal (CP 48%)	15.21
Dried whey	25.00
Soy flour	10.00
Spray-dried blood meal	2.00
Fish meal	2.50
Animal fat	2.50
Tricalcium phosphate	1.30
Limestone	0.15
Vitamin/mineral premix ¹⁾	0.22
Salt	0.20
L-LysineHCl	0.15
DL-methionine	0.07
Chromic oxide ²⁾	0.20
Chemical composition ³⁾	
Metabolizable energy, kcal/kg	3,340
Crude protein, %	22.00
Lysine, %	1.50
Methionine, %	0.42
Calcium, %	0.90
Phosphorus, %	0.80

¹⁾ Provided per kg of complete 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 thiamine; 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; 140 mg of Cu; 179 mg of Zn; 12.5 mg of Mn; 0.5 mg of I; 0.25 mg of Co and 0.4 mg of Se.

²⁾ Used as an indigestible marker.

³⁾ Calculated value.

모든 자료는 SAS(10)의 GLM procedure를 이용, Duncan's multiple range test(11)로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

항균물질 생성균주의 분리 및 선발

돈분으로부터 험기성세균 180주를 분리한 후, catalase 음성인 152균주를 이용하여 항균 활성을 측정하였다. 피검균 *E. coli* 786(E-786) 및 *E. coli* 787(E-787), *E. coli* 788(E-788), *Salmonella* sp. 115(S-115), *Salmonella* sp. 117(S-117), *Salmonella* sp. 119(S-119)를 이용하여 실험을 한 결과, 투명환의 크기가 11 mm 이상인 10개의 균주를 선발하였다. 선발된 10개의 균주를 사용하여, 탁도법으로 측정된 결과 LP44 균주가 피검균들에 대해서 광범위하게 항균력을 보여주었다(Table 2). 따라서 본 연구에서는 내산성 및 내담즙성이 있는 LP44 균주를 최종적으로 선발하였다.

균주의 동정 및 최종 선발 균주의 특성

최종 선발 균주를 16S rRNA 염기서열을 분석하여 동정한 결과(Fig. 1), *Enterococcus* sp.로 동정되었다. 또한, 최종 선발

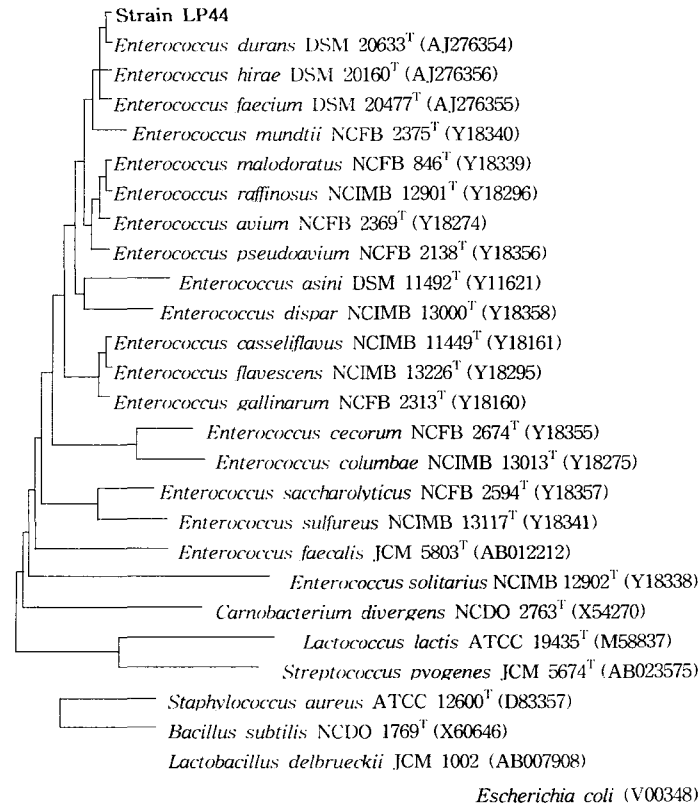


Fig. 1. Phylogenetic tree based on 16S rDNA sequences showing the positions of strain LP44, the type strains of *Enterococcus* species and the representatives of some other related taxa. Scale bar represents 0.01 substitution per nucleotide position.

Table 2. The dead rate of indicators in broth by the selected strains (Unit: %)

	S-115 ¹⁾	S-117 ¹⁾	S-119 ¹⁾	E-786 ¹⁾	E-787 ¹⁾	E-788 ¹⁾
Control	0	0	0	0	0	0
LP44	15.4	19.2	12.9	24.3	4.3	-2.0
LP39	8.0	13.7	-19.4	17.0	-48.4	0
LP30	10.1	-2.2	4.0	16.1	-52.7	-4.4
LP25	3.7	4.4	-17.7	17.9	-37.6	-1.6
LP7	17.0	13.2	-14.5	21.6	44.1	-5.6
BP26	14.4	12.1	1.6	22.9	-25.8	-4.0
BP30	18.1	12.6	9.7	19.3	-31.2	-2.0
BP27	10.6	15.4	12.1	23.4	-52.7	-4.0
BP25	12.2	4.4	-3.2	19.3	-58.1	6.5
LP46	8.5	14.8	2.4	25.2	-52.7	4.8

¹⁾Abbreviated S-115, *Salmonella* sp. 115; S-117, *Salmonella* sp. 117; S-119, *Salmonella* sp. 119; E-786, *Escherichia coli* 786; E-787, *Escherichia coli* 787; E-788, *Escherichia coli* 788.

된 LP44 균주의 형태적, 배양적 및 생리적 특성은 Table 3과 같다. LP44는 그람양성, 통성혐기성인 구균이며, 운동성 및 용혈현상, H₂S, 암모니아를 생성하지 않는 균주이며, litmus milk 실험에서는 reduction 및 curd를 형성하는 유산균임을 알 수 있다. 정확한 동정을 위하여 16s rDNA 염기서열을 결정하고 이에 기초한 분자 계통학적 분석에서 *Enterococcus durans*에 가장 높은 유사성을 나타내어 LP44균주를 *E. durans* LP44로 명명하였다.

Enterococcus sp. LP44의 성장 배지 탐색

분리된 균의 균수를 증가시키기 위하여 일반적으로 유산균 배지로 많이 사용되고 있는 환원탈지유 배지와 MRS 배지를 사용하여 균수의 증가를 확인하였다. Table 4에 나타난 것처럼 10% 환원탈지유배지 및 MRS 배지보다는 MRS 배지에 환원탈지유를 50:50 비율로 첨가한 배지에서 균의 생육이 현저하게 높게 나타났다. 따라서 10% 환원탈지유와 MRS를 혼합한 배지를 *Enterococcus* sp. LP44의 성장 배지로 선택하였다. 10% 환원탈지유와 MRS를 혼합한 배지를 사용하여 *Enterococcus* sp. LP44 균주를 배양한 후, 48시간에서 약 9.4 Log CFU/mL 정도의 최대 균수를 얻을 수 있었다.

자돈의 성장능력

자돈 식이내에 *E. durans* LP44 배양물 첨가가 성장능력에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 0~5일의 사양시험 기간 동안, 일당증체량에 있어서는 DF 처리구의 성장율이 가장 높은 것으로 평가되었으나, 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식이효율에 있어서는 DF 처리구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 평가되었다(p<0.05). 5~14일의 사양시험 기간동안, 일당증체량과 일당식이섭취량에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식이효율에 있어서는 WF 처리구가 DF 처리구보다 통계적으로 높게 평가되었다(p<0.05). 총 사양시험 기간동안, 일당증체량 및 일

Table 3. Morphological, cultural and some biochemical characteristics of strain LP44

	Results		Results
Morphology		β -Methyl-D-Xyloside	+
Gram staining	+ ¹⁾	Galactose	
Shape	cocci	Glucose	±
Spore	-	Fructose	±
Motility		Mannose	±
Acid-fast staining	-	Sorbose	-
Culture characteristics		Rhamnose	-
Growth in air	+	Mannitol	-
Growth anaerobically	+	Sorbitol	+
Growth at 50	-	α -Methyl-D-mannoside	-
Growth in broth at		α -Methyl-D-glucoside	-
pH 2.0	-	N-Acetyl-glucosamine	+
pH 2.5	+	Amygdain	-
pH 3.0	+	Arbutin	+
Growth in broth with		Esculine	+
1.0% oxgall	+	Salicine	+
2.0% oxgall	+	Cellobiose	-
5.0% oxgall	+	Maltose	+
Physiological characteristics		Lactose	+
Catalase	-	Melibiose	+
O/F	F	Sucrose	+
Hemolysis	-	Trehalose	+
Production	-	Inuline	-
Urease	-	Melezitose	-
Litmus milk test		Raffinose	+
Reduction	+	Starch	+
Peptonization	-	Glycogen	+
Acid curd	+	Xylitol	-
Gas formation	-	Gentiobiose	+
Gas from glucose	+	D-Turanose	-
Acidification from		D-Lyxose	-
Glycerol	-	D-Tagatose	-
Erythritol	-	D-Fucose	-
D-Arabinose	-	L-Fucose	-
L-Arabinose	+	D-Arabitol	-
Ribose	±	L-Arabitol	-
D-Xylose	-	Gluconate	+
L-Xylose	-	2-Keto-gluconate	-
Adonitol	-	5-Keto-gluconate	-

¹⁾-: negative, ±: weak, +: positive.

Table 4. The growth of *Enterococcus* sp. LP44 in different medium¹⁾

	Log CFU/mL		
	10% skim milk ²⁾	MRS	10% skim milk + MRS ²⁾
0 hr	5.86	5.20	5.56
48 hr	7.63	7.24	9.20

¹⁾Incubated at 37°C for 48 hr.

²⁾Autoclaved at 110°C for 30 min.

당식이섭취량에 있어서는 WF 처리군이 DF 처리구와 비교하여 높게 평가되었으나, 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한, 식이효율에 있어서도 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Gonyou와 Lou(12)는 육성~비육돈에 있어 건식급여구와 습식급여구와의 비교에서, 총 12주간의 사양시험 기간동안 습식급여구가 건식급여구와 비교하여 일당중체량 및 일당식이섭취량이 높게 나타났으나, 식이효율에 있어서는 처리구간에

유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였으며, 이러한 결과는 본 사양시험과 유사한 결과를 나타낸 것이다.

Veum과 Bowman(13)은 23~72일령 자돈에 있어 생균제의 첨가가 일당중체량이나 식이효율에 영향을 미치지 못했다고 보고하였다. 또한, Kornegay 등(14)은 이유자돈을 이용한 사양시험에서 건조유청을 함유한 식이내 생균제의 첨가가 성장에 영향을 미치지 못했다고 보고하여 본 사양시험과 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 Chang 등(1)은 국내 사육 돼지의 분변에서 분리, 동정된 *Lactobacillus reuteri* BSA-131 균주를 자돈에 급여한 사양시험에서 일당중체량에 있어서는 대조구와 비교하여 5% 향상되었음을 보고하여 본 사양시험과 상이한 결과를 발표하였다. 그러나 본 사양시험은 이유 후, 5일간 생균제를 급여한 후, 생균제 급여 이후에 자돈에 성장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시한 시험이었으며, 또한 습식급여 형태와 식이와 생균제를 급여하였기 때문에 다른 연구자들의 결과와 비교하여 생균제의 급여효과가 감소된 것으로 사료된다.

Table 5. Effects of dietary *Enterococcus durans* LP44 on growth performance in weaned pigs¹⁾

Item	DF ²⁾	WF ²⁾	WF+5ED ²⁾	WF+10ED ²⁾	SE ³⁾
0~5 days					
ADG, g	225	194	209	216	18
ADFI, g	321	384	356	360	25
Gain/feed	0.701 ^{4a)}	0.505 ^{b)}	0.587 ^{b)}	0.600 ^{b)}	0.030
5~14 days					
ADG, g	389	463	429	457	24
ADFI, g	496	539	534	545	23
Gain/feed	0.784 ^{b)}	0.859 ^{a)}	0.803 ^{ab)}	0.839 ^{ab)}	0.062
0~14 days					
ADG, g	332	358	342	366	29
ADFI, g	433	483	470	479	18
Gain/feed	0.767	0.741	0.728	0.764	0.047

¹⁾Sixty pigs with an average initial body weight of 6.30±0.04 kg (SD).

²⁾Abbreviated DF, dry feeding; WF, wet feeding; WF+5ED, wet feeding+5% *E. durans* LP44; WF+10ED, wet feeding+10% *E. durans* LP44.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾Means in the same row with different superscripts differ (p<0.05).

Table 6. Effects of dietary *Enterococcus durans* LP44 on nutrient digestibility in weaned pigs¹⁾

Item, %	DF ²⁾	WF ²⁾	WF+5ED ²⁾	WF+10ED ²⁾	SE ³⁾
5 days					
DM	72.79 ^{b4)}	75.04 ^{b)}	83.36 ^{a)}	85.23 ^{a)}	0.93
N	66.83 ^{b)}	69.63 ^{b)}	78.44 ^{a)}	82.20 ^{a)}	1.33
14 days					
DM	84.83 ^{b)}	85.98 ^{ab)}	86.35 ^{ab)}	87.64 ^{a)}	0.31
N	83.22 ^{b)}	83.26 ^{b)}	83.37 ^{b)}	85.35 ^{a)}	0.37

¹⁾Sixty pigs with an average initial body weight of 6.30±0.04 kg (SD).

²⁾Abbreviated DF, dry feeding; WF, wet feeding; WF+5ED, wet feeding+5% *E. durans* LP44; WF+10ED, wet feeding+10% *E. durans* LP44.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾Means in the same row with different superscripts differ (p<0.05).

자돈 식이내에 *E. durans* LP44 배양물 첨가가 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 사양시험 개시 후 5일째 되는 날에 건물과 질소 소화율은 WF+5ED군과 WF+10ED군이 DF군과 WF군과 비교하여 통계적으로 높게 평가되었다(p<0.05). 또한, 14일째 되는 날, 건물 소화율에 있어서는 WF+10ED군이 DF군과 비교하여 유의적으로 높게 평가되었으며, 질소 소화율에 있어서는 WF+10ED군이 다른 처리군과 비교하여 통계적으로 높게 평가되었다(p<0.05). 일반적으로 생균제를 첨가함에 따라 영양소 소화율이 향상되는 것은 생균제가 장관내의 pH를 낮추어 유해균의 생성을 억제시키고 유익균의 안정적인 정착(15)으로 식이의 기호성이 증진될 뿐만 아니라, 장관내의 유용한 효소가 생산되어 영양소 소화율을 개선시키는 것으로 사료되며, 이러한 결과 증체량 개선에 영향을 미친 것으로 사료된다.

결론적으로 국내 사육 돼지 분변에서 분리, 동정한 *E. durans* LP44 배양물을 습식급이 형태로 급여한 후 자돈 성장에 미치는 영향에 대한 시험에서, 돼지의 분변에서 분리, 동정한 *E. durans* LP44 배양물을 급여하였을 경우 자돈 시기에 성장 및 영양소 소화율을 향상시키는 것으로 사료된다.

요 약

본 시험은 국내 사육 돼지 분변에서 분리, 동정한 *E. durans* LP44의 생균제로서의 효과 및 습식급이 형태로 생균제를 급여하였을 경우, 생균제 급여 이후 자돈의 성장에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 돈분으로부터 180균주의 혐기성 세균을 분리한 후, 내산성 및 내담즙성이 있는 *E. durans* LP44 균주를 선별하였다. *E. durans* LP44 배양물을 이유자돈에게 급여한 사양시험에서, 전체사양시험 기간 동안, 일당증체량 및 일당식이섭취량에 있어서는 WF 처리군이 DF 처리군과 비교하여 높게 평가되었으나, 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한, 식이효율에 있어서는 DF 처리군에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한, 영양소 소화율에 있어서는 사양시험 개시 후 5일째 되는 날에 건물과 질소 소화율은 WF+5ED군과 WF+10ED군이 DF군과 WF군과 비교하여 통계적으로 높게 평가되었다(p<0.05). 또한, 14일째 되는 날, 건물 소화율에 있어서는 WF+10ED군이 DF군과 비교하여 유의적으로 높게 평가되었으며, 질소 소화율에 있어서는 WF+10ED군이 다른 처리군과 비교하여 통계적으로 높게 평가되었다(p<0.05). 결론적으로 국내 사육 돼지 분변에서 분리, 동정한 *E. durans* LP44 배양물을 습식급이 형태로 급여한 후 자돈 성장에 미치는 영향에 대한 시험에서, *E. durans* LP44 배양물을 급여하였을 경우 자돈 시기에 성장 및 영양소 소화율을 향상시키는 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 농협중앙회 연구비로 수행되었으며, 연구비를 지원하여 주신 농협중앙회에 감사드립니다. 본 연구의 시험사료를 제공하여 주신 애그리브랜드 퓨리나코리아에 감사드립니다.

문 헌

1. Chang YH, Kim JK, Kim HJ, Kim WY, Kim YB, Park YH. 2000. Probiotic effects of *Lactobacillus reuteri* BSA-131 on piglets. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 28: 8-13.
2. Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals A review. *J Appl Bacteriol* 66: 365-378.
3. Xuan ZN, Kim JD, Heo KN, Jung HJ, Lee JH, Han YK, Kim YY, Han IK. 2001. Study on the development of a probiotics complex for weaned pigs. *Asian-Aust J Anim Sci* 14: 1425-1428.
4. Hill IR, Kenworthy R, Porter 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.
5. Shahani KM, Valki JR, Kilara A. 1976. Natural antibiotic activity of *Lactobacillus acidophilus* and *bulgaricus*: I. Cultured conditions for the production of antibiotic. *J Cultured Dairy Prod* 11: 14-19.
 6. Muralidhara KS, Sheggeby GG, Elikor PR, England DC, Sandine WE. 1977. Effects of feeding lactobacilli on the coliform and *Lactobacillus* flora on intestinal tissue and feces from piglets. *J Food Prod* 40: 288-291.
 7. Noh SH, Moon HK, Kan IK, Shin IS. 1995. Effect of dietary growth promoting substances on the growth performance in pigs. *Kor J Anim Sci* 37:66-72.
 8. Kim JH, Kim CH, Ko YD. 2001. Effect of dietary supplementation of fermented feed (Bio-) on performance of finishing pigs and fecal ammonia gas emission. *J Anim Sci Technol Kor* 43: 193-202.
 9. AOAC. 1995. *Official method of analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC.
 10. SAS. 1996. *SAS user's guide*. Release 6.12 ed. SAS institute, Inc., Cary, NC.
 11. Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1-42.
 12. Gonyou HW, Lou Z. 2000. Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower/finisher pigs. *J Anim Sci* 78: 865-870.
 13. Veum TL, Bowman GL. 1973. *Saccharomyces cerevisiae* yeast culture in diets for mechanically-fed neonatal piglets and early growing self-fed pigs. *J Anim Sci* 37: 67-71.
 14. Kornegay ET, Rhein-Welker D, Lindemann MD, Wood CM. 1995. Performance and nutrient digestibility in weanling pigs as influenced by yeast culture additions to starter diets containing dried whey or one of two fiber sources. *J Anim Sci* 73: 1381-1389.
 15. Underdahl NR, Torres-Median A, Doster AR. 1982. Effect of *Streptococcus faecium* C-68 in the control of *Escherichia coli*-induced diarrhea in gnotobiotic pigs. *J Vet Res* 43: 2227-2232.

(2002년 6월 8일 접수; 2002년 9월 18일 채택)