

양돈사료 첨가용 김치 유산균의 효능

조미선 · 한선경 · 유지숙 · 최지현 · 구본철 · 신명수 · 안종석* · 이완규¹

충북대학교 수의과대학, 한국생명공학연구원*

(게재승인: 2008년 4월 18일)

Efficacy of Lactic Acid Bacteria Isolated from Kimchi for Swine Feed Additives

Mee-Sun Cho, Sun-Kyung Han, Ji-Sook Ryu, Ji-Hyun Choi, Bon-Chul Koo, Myeong-Su Shin,
Jong-Seog Ahn* and Wan-Kyu Lee¹

Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology*, Daejeon, 305-806, Korea,
College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea

Abstract : The aim of this study was to investigate the efficacy of *Lactobacillus* spp. W44 and J124 strain isolated from Kimchi on the growth rate, average daily gain (ADG), feed conversion and change of intestine microflora in the weaning piglets. In the experiment 1, growth rate was significantly increased to 28.5 ± 4.3 kg and 27.6 ± 3.3 kg after oral administration of W44 and J124 strain as feed additives, respectively ($p < 0.05$). ADG and feed conversion were also significantly improved after administration during 44 experiment days ($p < 0.05$). In the analysis of intestinal microflora, the number of *Lactobacillus* spp. in the experiment groups was significantly increased 100 to 1,000 times compared to those of control group. In the experiment 2, the efficacy of W44 and J124 strains on the growth rate, ADG, feed conversion and change of intestine microflora were reconfirmed significantly ($p < 0.05$). However, there were no significant differences on feed conversion in the W44 bead and J124 bead groups. In summary, our results suggest that W-44 and J-124 stains from Kimchi have a significant effect on the weight gain and feed conversion, and it may be useful probiotic strains for the weaning piglets as feed additives.

Key words : *Lactobacillus*, probiotics, weight gain, feed conversion, piglets

서 론

지금까지 축산 현장에서 사용해온 항생제는 가축에서 발생하는 여러 질병 예방 및 생산성 향상에 많은 기여를 하였지만(12,28), 유익한 장내세균총 파괴, 항생제 체내 잔류 및 내성균 출현과 같은 심각한 부작용을 초래하여(1), 최근에는 국내외적으로 항생제의 사용을 점차 규제하고 있으며, 항생제 대체물질로 생균제가 각광을 받고 있다(5,6,17).

생균제는 전세계적으로 1970년대부터 돼지나 소와 같은 산업동물에서 그 효능이 다양하게 연구되어 왔다. 일반적으로 생균제로는 *Lactobacillus*, *Enterococcus*와 같은 유산균을 많이 사용하고 있으며, 양돈산업의 경우 사료첨가제 또는 액상발효제의 형태로 사용되고 있다. *L. acidophilus*, *L. fermentum*, *Enterococcus faecium* 등을 사용한 효능실험에서 증체율 및 사료효율의 개선효과들이 보고되고 있으며(8,23), 어린 자우와 성우에서도 생균제의 사용이 보고되고 있다(27,29).

유산균(Lactic acid bacteria)은 우수한 성장작용, 항균작용 및 면역력 증강효과 등이 있어 가축 사료첨가용 생균제로 많이 사용되고 있지만, 유산균의 생리적인 기능성과 효능은 균주에 따라 많은 차이를 나타내고 있어 우수한 균주를 선발하는 것이 중요하다(12). 그러나 현재 국내의 가축용 유산균 제품은 균주개발과정이 불명확하며, 효능이 명확하게 입증되지 않은 상태에서 사용되고 있어, 가축용 우수균주의 선발 및 개발이 절실히 요구되고 있다.

김치는 *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* 등의 유산균에 의해 발효된 우리나라 고유의 대표적인 건강식품이다(13,21). 김치는 성장작용(13), 항암, 항노화 및 돌연변이 효과 등 다양한 효능이 보고되고 있는데, 발효과정의 중요한 역할을 담당하는 김치 유산균이 매우 중요한 역할을 담당하고 있는 것으로 알려지고 있다(21). 따라서 본 연구에서는 김치로부터 유래한 내산성, 내담즙성, 항균활성 등의 성상이 우수한 *Lactobacillus* sp. W-44 및 J-124 균주를 이유자돈에게 투여한 후, 일당 증체량, 사료요구율 개선효과 및 장내 유익세균총의 변화 등을 확인함으로써, 양돈사료첨가용 김치 유산균의 효능을 확인함을 실험의 목적으로 하였다.

¹Corresponding author.
E-mail : wklee@cbu.ac.kr

재료 및 방법

군편성 및 실험동물

야외 효능시험은 경기도 이천시 소재 대규모 양돈단지를 임대하여 2회에 걸쳐 나누어 실시하였다. 1차 시험은 생후 25일령 이유자돈을 대상으로 생후 68일령까지 총 44일간 진행되었는데, 대조군, W-44균주 투여군, J-124균주 투여군 모두 각각 15마리씩, 합계 45마리로 구성하였다.

2차 시험은 생후 21일령부터 65일령까지 총 45일간 실시하였으며, 대조군, W44, J-124 투여군은 각각 10마리씩, W44 bead, J-124 bead 투여군은 각각 8마리씩, 합계 46마리를 5군으로 나누어 실시하였다. 일반적인 사육관리는 양돈장의 관행적 방법에 따라 실시하였다.

생균제 사용균주 및 투여량

1차 실험에 사용한 생균제는 생명공학연구원에서 제공받은 김치유래의 유산균 2균주(*Lactobacillus* sp. W-44, *Lactobacillus* sp. J-124)를 사용했으며, 2차 실험에서는 W-44 균주 및 J-124 균주를 각각 capsulation 시킨 *Lactobacillus* W-44 bead 및 *Lactobacillus* J-124 bead의 4가지 종류를 사용하였다. 생균제 원말을 1% 농도로 식품용 lactose와 혼합하여 본 실험의 시험 생균제로 사용하였으며, 생균제의 투여는 사료 ton 당 5 kg(0.5%) 용량으로 첨가하였다.

생균제 배양 및 제조

생균제 사용균주는 MRS배지를 사용하여 37°C에서 24시간 배양한 후, 7,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 균체만 회수하였다. 이것을 0.5% glutamate, 0.5% ascorbate와 2% sucrose를 함유한 10% skim milk에 각각 현탁한 뒤, 동결 건조하여 생균제 원말로 사용하였다. 생균제 원말 g 당 생균수는 J-124 균주가 7.8×10^{10} , W-44 균주는 6.3×10^{10} 의 생균수를 나타내었으며, 각 균주를 capsulation시킨 J-124 bead 및 W-44 bead의 원말 g 당 생균수도 1010을 유지하였다. Capsulation 방법은 원심분리 후, 균체만 회수하여 2% levan을 첨가하여 젯산균을 코팅하고 0.5% glutamate, 0.5% ascorbate와 2% sucrose를 함유한 10% skim milk와 2% alginate 용액을 첨가하여 100 mM CaCl₂ 용액에 떨어뜨려 bead 형태로 제조한 후 동결 건조하여 생균제 원말로 사용하였다.

측정항목

(1) 체중 및 일당증체량 측정

1차 실험의 경우 실험개시체중(생후 25일령), 생후 46일령 체중 및 실험종료체중(생후 68일령)의 3회에 걸쳐, 개체별 체중을 측정하였다. 2차 실험의 경우는 실험개시체중(생후 21일령), 생후 44일령 및 실험종료체중(생후 65일령)을 개체별로 측정하였다. 일당증체량(Average dairy gain)은 실험종료체중에서 실험개시체중을 뺀 총증체량(Total weight gain)을 시험일수와 시험두수로 나누어 계산하였다.

(2) 총사료섭취량 및 사료요구율 측정

사료섭취량의 측정은 개체별 섭취량의 측정이 불가능하므로, 종료체중 측정시 각 시험돈방별로 총사료섭취량(Total feed intake)을 계산하였다. 사료급여는 매일 사료량을 측정 후, 급이기에 공급하였으며, 시험종료시 자돈사 급이기의 잔량을 수거 차감한 후 측정하였다. 사료요구율(Feed conversion rate)은 시험기간 중의 총사료섭취량(Total feed intake)을 총증체량(Total weight gain)으로 나누어 계산하였다.

(3) 장내세균총 검색

자돈의 장내세균총 검색은 시험개시일(투여전)과 시험종료일(투여후)에 실시하였으며, 생균제 투여 전후의 장내세균총 변화를 검색할 목적으로 실시되었다. 신선한 자돈분변 1g을 혐기적 수송배지(transport medium)인 prerduced Brain Heart Infusion(BHI) broth에 넣어 실험실로 냉장수송한 후, 10배 단 계희석 후 희석액 B를 사용하여 도말하였다(18). 본 실험에 사용한 장내세균총 검색배지로는 Enterobacteriaceae 선택배지(DHL), *Staphylococcus* 선택배지(PEES), *Streptococcus* 선택배지(TATAC), *Lactobacillus* 선택배지(LBS), *Bifidobacterium* 선택배지(BS), *Clostridium* 선택배지(NN)와 비선택배지인 TS, EG, BL의 총 9종류의 배지를 사용하였다(14). DHL, PEES, TATAC, TS배지는 37°C, 24시간 호기배양하였으며, LBS, BS, NN, EG, BL 배지는 37°C, 48시간 동안 Steel wool method에 의한 혐기 배양을 실시한 후, Mitsuoka의 방법에 따라 장내세균총을 검색하였다(18,22).

통계 분석

측정된 실험결과 값은 평균 ± 표준편차(mean ± SD)로 표시하였으며, 통계처리는 SPSS 10.0 Window Program(SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하였다. 각 실험군간의 비교는 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)으로 분석한 후, Duncan's multiple range test 로 사후 검정하였다. 가설검정은 유의수준 5%($\alpha = 0.05$)에서 실시하여, p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다. 생균제 투여 실험군의 각 측정항목에 대한 통계학적 분석은 student t-test를 이용하여 유의적인 차이를 검증하였다.

결 과

돼지사료첨가제 효능확인실험

(1) 1차 효능실험

대조군의 시험개시(생후 25일령) 체중(평균 ± 표준편차)은 8.0 ± 0.5 kg, W-44 투여군은 8.4 ± 0.8 kg, 7.8 ± 0.6 kg을 나타내었다(Table 1). 생후 46일령에 측정한 중간체중 결과는 W-44 투여군 및 J-124 투여군에서 대조군에 비해 유의적인 체중증가를 확인할 수 있었다($p < 0.05$). 대조군의 종료체중(생후 68일령)은 24.2 ± 2.8 kg에 불과하였지만, W-44 투여군은 28.5 ± 4.3 kg, J-124 투여군은 27.6 ± 3.3 kg으로 유의적인 체중증가 결과를 나타내었다($p < 0.05$).

Table 1. Effect of *Lactobacillus* spp. W-44 and J-124 strains on weight gain, average daily gain and feed conversion in the experiment 1

Items	Control	Treatment (W-44)	Treatment (J-124)
Body weight (kg)			
Initial (25 days)	8.0 ± 0.5 ^{*,ab}	8.4 ± 0.8 ^b	7.8 ± 0.6 ^a
46 days	15.7 ± 1.1 ^a	17.7 ± 2.3 ^b	16.7 ± 1.5 ^{ab}
Final (68 days)	24.2 ± 2.8 ^a	28.5 ± 4.3 ^b	27.6 ± 3.3 ^b
Total weight gain (kg)	243.6	300.7	296.3
Average daily gain (g/day)	369.1 ± 63.3 ^a	455.6 ± 86.4 ^b	448.9 ± 69.7 ^b
Total feed intake (kg)	402.9	436.7	419.0
Feed conversion (Feed/Gain)	1.65	1.45	1.41

* Data expressed as mean ± SD; ^{ab}Values with different superscripts in the same row differ significantly (p < 0.05).

Table 2. Effect of *Lactobacillus* spp. W-44, W-44 bead, J-124 and J-124 bead on weight gain, average daily gain and feed conversion in the experiment 2

Items	Control	W-44	W-44 bead	J-124	J-124 bead
Body weight (kg)					
Initial (21 days)	6.8 ± 0.8 ^{*,a}	7.0 ± 0.8 ^a	7.3 ± 0.4 ^a	7.1 ± 0.8 ^a	6.9 ± 0.5 ^a
44 days	14.2 ± 1.6 ^a	14.6 ± 1.1 ^a	14.9 ± 1.3 ^a	15.2 ± 1.9 ^a	14.9 ± 1.0 ^a
Final body (65 days)	23.9 ± 2.5 ^a	26.3 ± 1.9 ^b	27.0 ± 2.3 ^b	27.1 ± 1.8 ^b	26.8 ± 0.9 ^b
Total weight gain (kg)	170.7	192.6	157.9	199.1	158.9
Average daily gain (g/day)	388.0 ± 56.6 ^a	437.7 ± 38.2 ^b	447.4 ± 47.9 ^b	452.5 ± 33.9 ^b	451.4 ± 16.0 ^b
Total feed intake (kg)	282.81	295.14	255.81	286.74	250.16
Feed conversion (Feed/gain)	1.66	1.53	1.62	1.44	1.57

* Data expressed as mean ± SD; ^{ab}Values with different superscripts in the same row differ significantly (p < 0.05).

시험기간 44일 동안의 한 마리당 일당증체량은 W-44 투여군이 455.6 ± 86.4 g, J-124 투여군은 448.9 ± 69.7 g으로서 대조군의 369.1 ± 63.3 g에 비해 매우 우수한 유의적 증가를 나타내었다(p<0.05).

시험기간 중의 총사료섭취량을 총증체량으로 나눈 사료요구율(Feed conversion rate)은 W-44 투여군에서 1.45, J-124 투여군에서 1.41로 대조군의 1.65에 비해 매우 우수한 사료요구율 결과를 나타내었다. 따라서 1차 실험 결과 김치유래의 W-44균주 및 J-124균주 모두 체중증가, 일당증체량증가, 사료효율개선 측면에서 유효한 실험결과를 나타내었다.

(2) 2차 효능실험

Table 2에서와 같이 시험개시(21일령) 체중은 6.8 ± 0.8 kg 부터 7.3 ± 0.4 kg까지 5군 모두에서 일정한 체중분포를 나타내었다. 대조군의 시험종료(65일령) 체중은 23.9 ± 2.5 kg이었지만, W44 투여군 및 W44 bead 투여군에서는 각각 26.3 ± 1.9 kg 및 27.0 ± 2.3 kg의 종료체중을 보여 대조군에 비해 유의적인 체중증가 결과를 나타내었다(p<0.05). 한편 J-124 및 J-124 bead 투여군에서도 각각 27.1 ± 1.8 kg 및 26.8 ± 0.9 kg의 종료체중을 나타내어 통계학적으로 유의적인 체중증가를 나타내었다(p<0.05).

일당증체량 결과에서도 J-124 투여군에서 452.5 ± 33.9g, J-124 bead 투여군에서 451.4 ± 16.0 g을 나타내어 대조군의 388.0 ± 56.6 g에 비해 매우 우수한 유의적 일당증체량 증가 결과를 나타내었다(p<0.05).

사료요구율(Feed conversion rate)은 J-124투여군에서 1.44로 대조군의 1.66에 비해 뚜렷한 사료요구율 향상 결과를 나타내었다. 한편 W-44 투여군의 사료요구율은 1.53을 나타내었지만, W-44 bead 투여군에서는 1.62를 나타내어 대조군과 비슷한 결과를 나타내었다.

장내 세균총에 대한 효과

1차 효능실험의 장내세균총 검색 결과는 Table 3에서와 같이 총세균수는 투여전과 투여후 모두 9.1 ± 0.23부터 9.7 ± 0.21의 비슷한 분포 결과를 나타내었다. 혐기성 세균군에서는 Bacteroidaceae와 *Eubacterium*이 투여전과 투여후 8.1 ± 0.21부터 9.2 ± 0.10의 균수로 우세균총을 구성하고 있었다. W-44균주 투여군의 *Lactobacillus*는 투여전 5.4 ± 0.99에서 투여후 8.6 ± 0.62의 균수로 약 1,000배 정도 유의적 균수 증가결과를 나타내었다(p<0.05). J124 투여군에서도 투여전후 각각 7.0 ± 1.29, 9.3 ± 0.13의 약 100배 이상의 균수 증가결과를 확인 할 수 있었다(p<0.05).

Table 3. Comparison of intestinal microflora after oral administration of *Lactobacillus* spp. W-44 and J-124 strains in the experiment 1

Bacterial groups	Control group		W-44 group		J-124 group	
	Before	After	Before	After	Before	After
Enterobacteriaceae	5.0 ± 1.33	4.9 ± 1.83	5.6 ± 1.56 ^a	5.8 ± 2.58 ^a	6.8 ± 1.90	5.8 ± 1.61
<i>Salmonella</i>	-	-	2.0 ± 0.00	- ^b	5.2 ± 0.00	5.9 ± 0.00
<i>Streptococcus</i>	6.6 ± 1.06	8.9 ± 0.44	6.1 ± 1.30	8.0 ± 0.80	7.1 ± 0.61	8.7 ± 0.43
Yeast	6.2 ± 1.27	-	4.2 ± 1.29	3.8 ± 0.00	6.2 ± 2.44	6.9 ± 0.00
<i>Bacillus</i>	-	-	-	7.8 ± 0.00	-	-
<i>Lactobacillus</i>	6.6 ± 1.08	7.3 ± 0.54	5.4 ± 0.99	8.6 ± 0.62 ^c	7.0 ± 1.29	9.3 ± 0.13 ^c
<i>Bifidobacterium</i>	-	-	3.3 ± 0.00	-	-	-
<i>Eubacterium</i>	8.8 ± 3.36	8.4 ± 0.30	9.1 ± 0.29	8.1 ± 0.21	9.0 ± 0.52	8.6 ± 0.62
Bacteroidaceae	8.5 ± 0.42	9.2 ± 0.10	8.8 ± 0.66	8.1 ± 0.62	8.9 ± 0.27	8.9 ± 0.48
Peptococcaceae	-	-	-	-	-	-
<i>C. perfringens</i>	3.8 ± 1.80	-	4.5 ± 1.27	-	3.6 ± 1.98	-
<i>Clostridium spp</i>	7.6 ± 0.39	8.7 ± 0.48	8.0 ± 0.87	8.6 ± 0.35	7.8 ± 0.94	8.4 ± 0.51
<i>Megasphaera</i>	7.0 ± 0.00	8.3 ± 0.50	7.7 ± 0.85	8.0 ± 0.07	7.8 ± 1.27	8.1 ± 0.67
Total counts	9.1 ± 0.23	9.7 ± 0.20	9.5 ± 0.13	9.4 ± 0.27	9.4 ± 0.35	9.7 ± 0.21

^a Mean ± S.D. of log₁₀ counts of bacteria/g of feces; ^b Not detected; ^c p < 0.05.

Table 4. Comparison of intestinal microflora after oral administration of *Lactobacillus* spp. W-44, W-44 bead, J-124 and J-124 bead in the experiment 2

Bacterial groups	Control		W-44		W-44 bead		J-124		J-124 bead	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Enterobacteriaceae	7.9 ± 0.68	6.6 ± 1.14	7.9 ± 1.27 ^a	6.8 ± 1.56 ^a	7.8 ± 0.72	6.7 ± 1.03	7.6 ± 0.86	5.1 ± 0.87	7.3 ± 1.83	6.5 ± 1.67
<i>Salmonella</i>	3.9 ± 0.07	- ^b	5.3 ± 1.59	-	3.7 ± 0.21	-	3.1 ± 1.20	-	3.9 ± 0.00	-
<i>Streptococcus</i>	8.2 ± 0.53	6.2 ± 1.92	8.8 ± 0.69	8.1 ± 0.48	8.6 ± 0.66	6.6 ± 1.87	8.7 ± 0.22	8.2 ± 0.33	8.9 ± 0.72	6.5 ± 1.50
Yeast	4.9 ± 1.19	5.0 ± 1.87	3.6 ± 0.85	5.0 ± 2.15	3.3 ± 0.00	4.7 ± 1.15	3.4 ± 0.14	3.5 ± 1.11	4.1 ± 0.00	4.5 ± 2.00
<i>Bacillus</i>	-	6.3 ± 0.00	-	6.0 ± 0.06	-	6.0 ± 0.00	-	6.1 ± 0.21	-	6.0 ± 0.07
<i>Lactobacillus</i>	8.0 ± 1.03	8.3 ± 0.36	8.2 ± 0.57	9.0 ± 0.34 ^c	8.2 ± 0.56	9.2 ± 0.21 ^c	7.6 ± 0.96	8.7 ± 0.34 ^c	8.0 ± 0.73	8.7 ± 0.23
<i>Bifidobacterium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eubacterium</i>	8.3 ± 0.62	8.4 ± 0.99	8.2 ± 0.35	8.2 ± 0.18	7.9 ± 0.92	8.8 ± 0.42	8.4 ± 0.91	8.5 ± 0.30	8.1 ± 0.35	8.4 ± 0.50
Bacteroidaceae	9.1 ± 0.28	8.9 ± 0.27	8.9 ± 0.69	8.5 ± 0.42	8.8 ± 0.40	9.2 ± 0.07	8.9 ± 0.39	8.4 ± 0.54	8.8 ± 0.33	9.0 ± 0.62
Peptococcaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. perfringens</i>	5.6 ± 1.40	-	5.8 ± 1.36	-	6.5 ± 1.84	-	5.9 ± 0.00	-	6.8 ± 0.00	-
<i>Clostridium spp</i>	6.7 ± 1.13	7.3 ± 0.00	7.2 ± 1.03	8.3 ± 0.00	7.9 ± 0.00	7.7 ± 0.58	7.7 ± 1.13	-	7.0 ± 0.00	8.1 ± 0.07
<i>Megasphaera</i>	-	6.9 ± 1.03	5.8 ± 0.00	7.3 ± 0.35	7.1 ± 0.70	-	5.9 ± 0.00	6.2 ± 0.00	-	7.0 ± 0.00
Total counts	9.4 ± 0.28	9.2 ± 0.19	9.3 ± 0.76	9.2 ± 0.28	9.2 ± 0.28	9.6 ± 0.13	9.6 ± 0.13	9.2 ± 0.13	9.2 ± 0.13	9.4 ± 0.28

^a Mean ± S.D. of log₁₀ counts of bacteria/g of feces; ^b Not detected; ^c p < 0.05.

2차 실험의 총 세균수도 투여전 및 투여후 모두 일정한 균수를 나타내었으며, 혐기성 우세균총 또한 Bacteroidaceae와 *Eubacterium*이 차지하는 1차 실험 결과와 유사한 결과를 나타내었다. *Lactobacillus*는 W44 및 W44 bead 투여군에서 각각 9.0 ± 0.34 및 9.2 ± 0.21의 균수로 투여전에 비해 유의적 증가결과를 나타내었다(Table 4). J-124 균주 투여군에서는 투여후 *Lactobacillus*의 유의적 증가를 확인할 수 있었지만(p < 0.05), J-124 bead 투여군에서는 유의적 증가를 확인할 수 없었다. 따라서 W-44 및 J-124 균주 모두 투여후 장내세균총의 *Lactobacillus*의 수를 유의적으로 증가시킴을 재확인할 수 있었으며, capsulation시킨 경우 W44 bead의 경우에서만 유의적 증가 결과를 확인할 수 있었다(p < 0.05).

고 찰

유산균과 양돈용 생균제의 효능에 대한 많은 연구가 국내 외적으로 진행되었지만, 우리나라의 경우 생균제용 균주를 수입에 의존하거나, 출처가 불분명한 균주를 사용함으로써, 한국형 우수젖산균주의 개발과 확보가 필요한 실정이었다. 본 실험에서는 우리나라의 전통식품인 김치유래의 젖산균으로부터 유래한 양돈용 생균제로서 우수한 내산성, 내담즙산성, 항균활성을 갖는 *Lactobacillus* W-44 균주 및 J-124 균주를 양돈용 효능실험을 통해 일당증체량 향상, 사료효율 향상 및 장내세균총 개선의 유용성을 확인하였다는 점에서 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

본 연구에 사용한 W-44 및 J-124 균주 모두 1차 효능실험에서 일당증체량이 대조군에 비해 약 22-23% 이상 높은 매우 우수한 유의적 증가를 나타내었다($p < 0.05$). 2차 효능실험에서도 두 균주의 일당증체량은 대조군에 비해 약 13-17%의 유의적 증가결과를 재확인할 수 있었다($p < 0.05$). 사료요구율의 경우에도 1차 효능실험에서 W-44 및 J-124 균주는 대조군에 비해 약 12-14%의 사료요구율 개선효과를 나타내었다. 2차 효능실험에서도 두 균주는 대조군에 비해 약 8-12%의 사료요구율 개선결과를 재확인할 수 있었다. 돼지의 위산에 의한 생균제 균수감소를 해결하기 위해 시도한 capsulation 투여군의 경우, 일당증체량의 경우 capsulation하지 않은 투여군과 동일한 증가효과를 나타내었지만, 사료요구율의 경우 W-44 bead 및 J-124 bead 대조군 대비 2-5%의 개선효과에 머물렀다.

1, 2차 효능실험 결과, 본 실험에서 사용한 김치유래의 W44균주와 J124 균주 모두 체중증가 및 일당증체량 증가에 매우 효과적이었으며, 특히 J-124균주는 사료요구율에서도 매우 우수한 실험결과를 나타내었다. 두 균주를 capsulation시킨 bead 투여군의 경우 일당증체량의 증가는 나타내었지만, 사료요구율의 증가결과는 뚜렷하지 않은 것으로 판단되었다.

무균적으로 출생한 신생자돈의 위내에는 출생 후 48시간 이내에 *Lactobacillus*, *Streptococcus*, Coliform bacteria 등과 같은 호기성세균이 검출되며, 수일 이내에 *Bacteroides*와 같은 편성혐기성세균이 분변내에 검출되게 된다(3). 포유과정을 지나, 이유시기에 접어들면, 장내세균총은 상부소화기보다 하부소화기가 중심인 된 장내세균총으로 바뀌게 된다(5,7). 소장 부위의 장내세균총은 담즙(bile salts) 등의 영향을 받으며, 대부분 정착성이 낮은 통과군(transient flora)이 대부분인 것으로 추정되는데, Coliform과 *Lactobacillus*가 10^7 - 10^8 /g의 균수를 나타낸다(19). 대장부위의 세균총은 소장보다 높은 균수를 나타내어 10^9 - 10^{10} /g을 유지하며, *Bacteroides*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* 등이 우세균총을 구성하는 것으로 알려지고 있다(11). 본 연구에서는 대장부위의 세균총과 유사한 분변내 미생물을 검색하였으며, 생균제 투여군과 비투여군으로 나누어 검색하였다. 그 결과 분변내 총세균수는 10^9 /g의 균수를 공통적으로 나타내었으며, 우세균총 또한 *Bacteroides*로서 기존의 결과와 유사하였다. 그러나 W-44 균주 및 J-124 균주 투여군에서 모두 100배에서 1,000배정도의 *Lactobacillus* 증가효과를 확인할 수 있었으며, 이와 같은 장내 유익한 유산균의 균수증가가 일당증체량 및 사료요구율 개선효과에 영향을 미칠 것으로 추측되었다. 이상과 같은 결과는 Muralidhara 등(19)이 돼지에게 유산균 제제를 급여하였을 때 장조직과 분변내 대장균수가 크게 감소하고 반대로 유산균수가 증가하여 성장률과 사료효율이 개선되었다는 보고와 유사한 결과를 보이고 있다. Takahashi 등(25)이 이유자돈에서 실시한 *Lactobacillus plantarum* Lq80균주의 효능실험에서도 투여후 장관내 *Lactobacillus*의 균수가 투여전에 비해 100배 이상 증가한 유익한 결과와도 유사하였다. 또한 Han 등(10)도 생균제 투여후 돼지의 일당증체량의 증가, 사료효율의 개선 및 영양소

이용율의 향상이 있었고, 설사발생의 빈도가 대조군에 비해 다소 낮은 경향을 보인다고 보고하고 있다.

생균제의 정장효과기전에 대해서는 여러 가지 연구가 진행되었지만, 그 중에서 경쟁적배제(Competitive exclusion)에 관한 연구는 1973년 Nurmi와 Rantala에 의해 본격적으로 시작되었다(20). 즉 현대적인 부화시설에서 태어난 초생주는 어미로부터의 장내세균총 정착이 없어 *Salmonella*와 같은 병원성세균에 쉽게 감염되지만, 만약 어미의 맹장세균총을 인공적으로 정착시켜주면 *Salmonella*와 같은 병원성세균의 감염을 쉽게 차단할 수 있음을 보고하였다. 생균제의 유용효과기전으로는 다양한 유기산의 생성으로 장관내 pH를 낮춰 병원성세균을 억제시켜주며, 이외에도 Bacteriocin과 같은 항균물질의 생성이나 Hydrogen peroxide의 생성으로 유해균의 성장을 억제하는 것으로 추정되고 있다(2). 따라서 본실험에서 사용한 김치유래 유산균의 경우 돼지장관내 유해균의 성장억제에 대한 경쟁적배제 기전과 장내유용물질의 생성에 따른 정장효과 등으로 생산성 향상의 결과를 가져온 것으로 추정된다.

자돈에서의 증체율과 사료효율 개선(16,23,24) 및 설사증 예방에 대한 연구(4,9,15,16,26)는 다양하게 보고되고 있지만, 균주의 대량배양을 위한 배지개발, 젖산균의 고농도 배양기술과 농축조건 개발 및 동결건조기술의 개선, 내산성, 내담즙산성, 장정착성, 항균활성의 특징이 있는 경제적 한국형 젖산균주의 개발과 확보가 향후 매우 중요하다고 할 수 있다.

따라서 본 실험에 사용한 김치유래의 *Lactobacillus* sp. W-44 균주 및 J-124 균주는 2회에 걸친 야외효능실험에서 일당증체량 증가, 사료요구율 개선 및 장내 유산균수 증가의 효능을 확인할 수 있었으므로, 향후 경제적 대량배양법 및 동결건조법을 개선하여 양돈용 생균제로 개발 활용할 경우, 해외에서 수입에 의존하고 있는 생균제용 균주의 국산화 및 제품개발에 쉽게 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

본 실험에 사용한 김치유래의 *Lactobacillus* sp. W-44 균주 및 J-124 균주는 2회에 걸친 야외효능실험 결과, 증체량 및 일당증체량 증가, 사료요구율 개선 및 장내 유산균수 증가의 효능이 확인되어, 향후 국내 양돈산업의 생균제용 균주로 활용될 수 있을 것으로 판단되었다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 충북대학교 교내연구비 지원을 받아 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Berends BR, van den Bogaard AE, Van Knapen F, Snijders JM. Human health hazards associated with the administration

- of antimicrobials to slaughter animals. Part II. An assessment of the risks of resistant bacteria in pigs and pork. *Vet Q* 2001; 23: 10-21.
2. Diez-Gonzalez F. Application of bacteriocins in livestock. *Curr Issues Intest Microbiol* 2007; 8: 15-23.
 3. Dulcuzeau R. Implantation and development of the gut flora in the newborn piglet. *Pig News Inform* 1985; 6: 415-418.
 4. Fahy VA, Connaughton D, Dresen SJ, Spicer EM. Prewaning colibacillosis. In: *Manipulating pig production*. Victoria: Austrian pig Science Association. 1987: 176-188.
 5. Fuller R. Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* 1989; 66: 365-378.
 6. Fuller R. Probiotics in human medicine. *Gut* 1991; 32: 439-442.
 7. Fuller R, Barrow PA, Brooker BE. Bacteria associated with the gastric epithelium of neonatal pigs. *Appl Environ Microbiol* 1978; 35: 582-591.
 8. Gualtieri M, Betti S. Effects of the administration of *Streptococcus faecium* to suckling piglets. *Riv Suinicoltura* 1984; 25: 39-43.
 9. Hadani A, Ratner D, Doron O. Probiotic in the Prevention of Infectious bacterial diarrhoea of piglets. *Israel J Vet Med* 2002; 57: 135-138.
 10. Han IK, Chae BJ, Kim SK. 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* 1983; 25: 146-152.
 11. Jonsson E, Bjorck L, Claesson CO. Survival of orally administrated *Lactobacillus* strains in the gut of cannulated pigs. *Livest Prod Sci* 1985; 12: 279-285.
 12. Jonsson E, Conway P. Probiotics for pigs. In: *Probiotics - the scientific basis*, London: Chapman and Hall. 1992: 259-316.
 13. Lee KE, Choi UH, Ji GE. Effect of Kimchi intake on the composition of human large intestinal bacteria. *Kor J Food Sci Technol* 1996; 28: 981-986.
 14. Lee WK, Lee SM, Bae HS, Baek YJ. Effect of *Bifidobacterium longum* HY8001 administration on human fecal bacterial enzymes and microflora. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 1999; 27: 267-272.
 15. Link R, Kovac G, Pisl J. A note on probiotics as an alternative for antibiotics in pigs. *J Animal Feed Sci* 2005; 14: 513-519.
 16. Maeng WJ, Kim CW, Shin HT. Nutrition and feed resources: effect of feeding lactic acid bacteria concentrate (LBC, *Streptococcus faecium* Cernelle 68) on the growth rate and prevention of scouring in Piglet. *J Anim Sci Technol* 1989; 31: 318-323.
 17. Marteau P, Vesa T. Pharmacokinetics of probiotics and biotherapeutic agents in humans. *Biosci Microflora* 1998; 17: 1-6.
 18. Mitsuoka T. *The World of Anaerobic Bacteria; A Color Atlas of Anaerobic bacteriology*. Tokyo: Sobun Press. 1980: 53-92.
 19. Muralidhara KS, Sheggeby GG, Elliker PR, Eglund DC, Sandine WE. Effect of feeding lactobacilli on the coliform and *Lactobacillus* flora of intestinal tissue and feces from piglets. *J Food protect* 1977; 40: 288-295.
 20. Nurmi E, Rantala M. New aspects of salmonella infection in broiler production. *Nature* 1973; 241: 210-211.
 21. Park KY, Choi HS. Antimutagenic and anticancer effects of lactic acid bacteria Isolated from Kimchi. *J Microbiol*. 2000; 13: 11-17.
 22. Parker CA. Anaerobiosis with iron wool. *Aust J Exp Biol Sci* 1955; 33: 33-38.
 23. Pollmann DS, Danielson DM, Peo Jr ER. Effect of *Lactobacillus acidophilus* on starter pigs fed a diet supplemented with lactose. *J Anim Sci* 1980; 51: 638-644.
 24. Shim SB, Verstegen MW, Kim IH, Kwon OS, Verdonk JM. Effects of feeding antibiotic-free creep feed supplemented with oligofructose, probiotics or synbiotics to suckling piglets increases the preweaning weight gain and composition of intestinal microbiota. *Arch Anim Nutr* 2005; 59: 419-427.
 25. Takahashi S, Egawa Y, Simojo N, Tsukahara T, Ushida K. Oral administration of *Lactobacillus plantarum* strain Lq80 to weaning piglets stimulates the growth of indigenous lactobacilli to modify the lactobacillal population. *J Gen Appl Microbiol* 2007; 53: 325-332.
 26. Taras D, Vahjen W, Macha M, Simon O. Performance, diarrhea incidence, and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets. *J Anim Sci* 2006; 84: 608-617.
 27. Tournut J. Application of probiotics to animal husbandary. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* 1989; 8: 551-566.
 28. Visek, WJ. The mode of growth promotion by antibiotics. *J Ani Sci* 1978; 46: 1447-1469.
 29. Wren B. Probiotics-fact or fiction. *Large Anim Vet* 1987; Nov/Dec: 28-30.