

성장이 빠른 돼지의 분변으로부터 분리된 *Lactobacillus pentosus*의 급여수준이 이유자돈 생산성과 경제성에 미치는 영향

최요한, 김조은, 민예진, 정용대, 박현주, 김채현, 정학재, 사수진, 진현주
농촌진흥청 국립축산과학원 양돈과
e-mail:cyh6150@korea.kr

Effects of Levels of *Lactobacillus pentosus* Isolated from Feces of Fast-Growing pigs on Productivity and Economic Efficiency of Weaning pigs

Yo Han Choi, Jo Eun Kim, Ye Jin Min, Yong Dae Jeong, Hyun Ju Park, Chae Hyun Kim,
Hak Jae Chung, Soo Jin Sa, Hyun Ju Jin
Swine Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

요약

본 연구는 성장이 빠른 돼지의 분변으로 분리된 *Lactobacillus pentosus*의 급여수준이 이유자돈의 성장에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행하였다. 평균 체중 7.98±0.71 kg인 삼원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 암컷 이유자돈 48두를 공시하였다. 시험설계는 옥수수, 대두박 및 유제품 기초 사료 내 *Lactobacillus pentosus*(LP)의 첨가 수준을 0, 0.1, 0.2 및 0.3% 첨가하여 총 4처리 6반복 반복당 2두씩 완전임의 배치하였다. 시험기간은 28일간(Overall, OA) 수행하였으며, 이유자돈의 소화 생리학적 특성을 고려하여 Phase I (P I, 0~14일), Phase II(P II, 14~28일)로 나누어 진행하였다. P I에서 LP의 첨가 수준이 증가함에 따라 일당증체량(average daily gain)과 사료효율(body weight gain to feed intake ratio)이 선형적으로 증가하였으며($p<0.05$), P I의 분변지수는 LP의 첨가 수준이 증가함에 따라 선형적으로 감소하였다($p<0.05$). P II에서 LP의 첨가 수준이 증가할수록 종료체중, 일당증체량 및 사료효율이 선형적으로 증가하였으며($p<0.05$), P II의 분변지수는 LP의 첨가 수준이 증가함에 따라 선형적으로 감소하였다($p<0.05$). OA(0~28일)에서 LP의 첨가 수준이 증가할수록 종료체중, 일당증체량 및 사료효율이 선형적으로 증가하였으며($p<0.05$), 분변지수는 선형적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 본 연구결과, 이유자돈 사료 내 *Lactobacillus pentosus*의 첨가는 일당증체량, 사료효율 및 분변지수를 개선시켜 생산성 향상에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

1. 서론

어미돼지로부터 젖을 떼는 시기의 어린 돼지는 영양학적, 환경적, 생리학적, 사회적 스트레스 요인에 노출되어 사료섭취량 저하, 설사 발생률 증가, 성장 저하, 폐사율 증가로 이어질 수 있다[1]. 이러한 문제를 해결하기 위해 사료 내 항생제를 첨가하여 급여하였으나, 항생제 내성균의 출현, 장내 미생물군집의 불균형, 항생제 잔류 등의 문제가 발생하여, 한국을 포함한 많은 국가에서 가축사료 내 항생제 사용을 금지하고 있다[2]. 따라서 가축용 항생제를 대체하기 위해 프로바이오틱스, 올리고당, 유기산, 항균펩타이드, 생균제 등 다양한 사료첨가제 급여 효과에 대한 연구결과들이 보고되고 있다[3]. 그중 생균제는 돼지에게 급여 시 영양소 소화율을 개선시키며, 장내 유익균총의 우점화, 설사 빈도 저감, 면역기능 강화, 유해가스 배출 등 다양한 효과가 있는 것으로 보고되고 있다[4]. 이러한 효과들은 생균제로써 사용되는 균주의 종류와 급

여량에 따라 상이하게 나타날 수 있다. 따라서 본 연구는 성장이 우수한 돼지의 분변에서 분리한 미생물 중 항균, 소화효소 분비, 열 안정성 등에 대한 효과가 검증한 *Lactobacillus pentosus*를 선발하여 생균제로써 평가하기 위해 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시동물 및 시험설계

사료 내 *Lactobacillus pentosus*의 급여수준에 따른 이유자돈의 성장, 분변지수 및 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위해 평균 체중 7.98±0.71 kg인 삼원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 암컷 이유자돈 48두를 공시하였다. 시험설계는 옥수수, 대두박 및 유제품 기초 사료 내 *Lactobacillus pentosus*(LP)의 첨가 수준을 0, 0.1, 0.2 및 0.3% 첨가하여 총 4처리 6반복 반복당 2두씩 완전임의 배치하였다. 시험기간은 총 28일간(Overall, OA) 수행하였으며, 이유자돈

의 소화 생리학적 특성을 고려하여 Phase I (PI, 0~14일)과 Phase II (PII, 15~28일)로 나누어 진행하였다. 첨가된 생균제는 분말형태로써 1×10^{10} CFU/g의 생균을 포함하고 있다. 본 시험에 사용된 기초사료의 성분함량은 Table 1과 같으며, 본 시험에서 사용된 사료 외 다른 약품이나 첨가제는 일체 급여하지 않았다.

Table 1. Chemical composition(%) of experimental diets

Item (As-fed basis)	Phase I	Phase II
Metabolizable energy, Kcal/kg	3,400	3,350
Crude protein	21.00	20.00
Lactose	20.00	15.00
Calcium	0.80	0.70
Available phosphorus	0.40	0.33
SID ¹ . Lysine	1.35	1.23
SID. Methionine	0.39	0.36
SID. Methionine+Cysteine	0.84	0.83
SID. Threonine	0.79	0.73
SID. Tryptophan	0.22	0.20

¹SID, standardized ileal digestibility.

2.2 조사항목 및 측정방법

시험 개시일과 종료일에 체중을 측정하여 시험기간 동안의 총 증체량(Total body weight gain)을 구한 후 시험일로 나누어 일당증체량(Average daily gain, ADG)을 산출하였다. 사료섭취량은 시험기간 동안 급여한 총 사료급여량을 시험일로 나누어 일일사료섭취량(Average daily feed intake, ADFI)을 산출하였다. 산출된 일당증체량에 일일사료섭취량을 나누어 사료효율(G:F ratio)을 산출하였다. 분변지수는 매일 오전 09시에 관리자가 관찰, 기록하였으며, 1점-형태가 유지되며, 물기가 적당한 분변, 2점-정상적인 분변보다 약간 수분이 많은 분변, 3점-형태는 유지하나 뭉개지는 분변, 4점-형태를 유지 못하는 분변, 5점-물처럼 흐르는 분변으로 구분하여 기록하였다. kg 증체당 사료비(Feed cost per gain, FCG)는 총 증체량에서 총사료섭취비로 나누어 부대비용을 제외한 체중 1kg 증가에 필요한 순수 사료비를 산출하였다. 본 시험에서 도출된 시험 데이터들은 통계분석 프로그램 SAS(version 8.2)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하여 *Lactobacillus pentosus*의 첨가 수준에 따른 Linear effect와 Quadratic effect를 분석하였다. 평균간 비교는 Tukey's honestly significant difference test를 실시하였으며, 모든 통계적 유의수준 0.05 이하에서 인정하였다.

3. 결과

2.1 사양성적

이유자돈 사료 내 LP의 첨가가 일당증체량, 일일사료섭취

량 및 사료효율에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. PI에서 LP의 첨가 수준이 증가함에 따라 ADG와 G:F ratio가 선형적으로 증가하였으며($p < 0.05$), 무첨가구에 비해 LP 첨가구의 G:F ratio가 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). PII에서 LP의 첨가 수준이 증가할수록 Final BW(body weight), ADG 및 G:F ratio가 선형적으로 증가하였으며($p < 0.05$), LP 0.2 및 0.3% 첨가구가 무첨가구에 비해 Final BW, ADG 및 G:F ratio가 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 본 연구결과, 이유자돈 사료 내 LP 첨가는 일당증체량과 사료효율을 개선시키며, 이유자돈 사양성적 개선을 위한 LP의 첨가 수준은 사료 내 0.2% 이상으로 사료된다.

Table 2. Effects of dietary supplementation of *Lactobacillus pentosus* on growth performance of weaning pigs

Items ¹	<i>Lactobacillus pentosus</i> , %				SEM	<i>p</i> -value	
	0	0.1	0.2	0.3		Lin.	Quad.
Phase I (1-14 d)							
Initial BW, kg	7.83	8.08	7.97	8.05	0.21	0.581	0.716
Final BW, kg	13.01	13.88	13.78	14.09	0.33	0.073	0.455
ADG, g	370.24	414.88	415.48	431.55	14.10	0.015	0.369
ADFI, g	555.67	584.19	572.89	592.00	15.03	0.206	0.781
G:F	0.667 ^b	0.712 ^a	0.723 ^a	0.728 ^a	0.01	0.001	0.067
Phase II (15-28 d)							
Final BW, kg	20.08 ^b	21.57 ^{ab}	21.86 ^a	22.06 ^a	0.37	0.003	0.141
ADG, g	505.36 ^b	548.81 ^{ab}	576.79 ^a	569.05 ^a	11.42	0.001	0.038
ADFI, g	830.67	846.72	868.83	853.86	11.87	0.109	0.771
G:F	0.607 ^b	0.655 ^{ab}	0.663 ^a	0.660 ^a	0.01	0.004	0.081
Overall (1-28 d)							
Initial BW, kg	7.83	8.08	7.97	8.05	0.21	0.581	0.716
Final BW, kg	20.08 ^b	21.57 ^{ab}	21.86 ^a	22.06 ^a	0.37	0.003	0.141
ADG, g	437.80 ^b	481.96 ^a	496.13 ^a	500.30 ^a	9.02	0.001	0.058
ADFI, g	699.12	715.46	720.86	728.89	9.83	0.063	0.700
G:F	0.625 ^b	0.673 ^a	0.690 ^a	0.687 ^a	0.01	0.001	0.010

¹SEM, Standard error of means; Lin, Linear effect; Quad, Quadratic effect; BW, Body weight; ADG, Average daily gain; ADFI, Average daily feed intake; G:F, Gain to feed.

^{a-c}Mean values within a row with unlike superscript letters were significantly different ($p < 0.05$).

2.2 분변지수

이유자돈 사료 내 LP의 첨가가 분변지수 변화에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. PI, PII 및 OA에서 LP의 첨가 수준이 증가함에 따라 분변지수가 선형적으로 감소하였으며($p < 0.05$), LP 0.3% 첨가구가 무첨가구에 비해 분변지수가 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). LP 0.2% 첨가구는 PI 8~14일, 1~14일, PII 15~21일, 15~28일 및 OV에서 무첨가구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). LP 0.1% 첨가구는 PII 15~21일, 15~28일 및 OV에서 무첨가구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 본 연구결과, 이유자돈 사료 내 LP

첨가는 분변지수를 개선시키며, 이유자돈 분변지수 개선을 위한 LP의 첨가 수준은 사료 내 0.2% 이상으로 사료된다.

Table 3. Effects of dietary supplementation of *Lactobacillus pentosus* on fecal score of weaning pigs

Items ¹	<i>Lactobacillus pentosus</i> , %				SEM	<i>p</i> -value	
	0	0.1	0.2	0.3		Lin.	Quad.
Phase I (1-14 d)							
1-7 d	3.07 ^a	2.89 ^{ab}	2.74 ^{ab}	2.62 ^b	0.09	0.001	0.751
8-14 d	4.20 ^a	3.49 ^{ab}	3.20 ^b	3.03 ^b	0.20	0.001	0.183
1-14 d	3.64 ^a	3.19 ^{ab}	2.97 ^b	2.83 ^b	0.13	0.001	0.242
Phase II (15-28 d)							
15-21 d	3.60 ^a	2.92 ^b	2.67 ^b	2.63 ^b	0.15	0.001	0.036
22-28 d	2.29 ^a	1.95 ^{ab}	1.93 ^{ab}	1.73 ^b	0.10	0.001	0.500
15-28 d	2.94 ^a	2.43 ^b	2.30 ^b	2.18 ^b	0.11	0.001	0.079
Overall(1-28 d)	3.29 ^a	2.81 ^b	2.63 ^b	2.50 ^b	0.10	0.001	0.088

¹SEM, Standard error of means; Lin, Linear effect; Quad, Quadratic effect.

^{ab}Mean values within a row with unlike superscript letters were significantly different ($p < 0.05$).

2.3 경제성

이유자돈 사료 내 LP의 첨가가 총사료섭취량, 총사료비 및 증체당 사료비에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. PI에서 LP의 첨가 수준이 증가함에 따라 FCG는 선형적으로 감소하였다($p < 0.05$). PII에서 LP의 첨가 수준이 증가할수록 TWG이 선형적으로 증가하였으며($p < 0.05$), LP 0.2 및 0.3% 첨가구가 무첨가구에 비해 FCG가 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). OV에서 LP의 첨가 수준이 증가할수록 TWG가 선형적으로 증가하였으며($p < 0.05$), FCG는 선형적으로 감소하였다($p < 0.05$). LP 첨가구가 무첨가구에 비해 TWG가 유의적으로 높게 나타났으며($p < 0.05$), LP 0.2 및 0.3% 첨가구가 대조구에 비해 FCG가 유의적으로 낮게 나타났다($p < 0.05$). 본 연구결과, 이유자돈 사료 내 LP 첨가는 kg 증체당 사료비를 개선시키며, 이유자돈의 생산성과 경제성을 고려한 LP의 첨가 수준은 사료 내 0.2~0.3%로 사료된다.

Table 4. Effects of dietary supplementation of *Lactobacillus pentosus* on economic efficiency in weaning pigs

Items ¹	<i>Lactobacillus pentosus</i> , %				SEM	<i>p</i> -value	
	0	0.1	0.2	0.3		Lin.	Quad.
Phase I (1-14 d)							
TWG, kg/pig	5.18	5.81	5.82	6.04	0.20	0.015	0.369
TFI, kg/pig	7.78	8.18	8.02	8.29	0.21	0.208	0.778
FCG, W/kg gain	2,260	2,129	2,130	2,141	32.91	0.036	0.057
Phase II (15-28 d)							
TWG, kg/pig	7.08 ^b	7.68 ^{ab}	8.08 ^a	7.97 ^a	0.16	0.001	0.038
TFI, kg/pig	11.80	11.86	12.17	12.12	0.17	0.108	0.769
FCG, W/kg gain	1,838 ^c	1,715 ^{bc}	1,719 ^{ab}	1,769 ^a	34.87	0.232	0.030
Overall(1-28 d)							
TWG, kg/pig	12.26 ^b	13.49 ^a	13.89 ^a	14.01 ^a	0.25	0.001	0.058
TFI, kg/pig	19.58	20.03	20.18	20.41	0.27	0.060	0.705
FCG, W/kg gain	2,078 ^b	1,946 ^{ab}	1,950 ^a	1,983 ^a	24.55	0.024	0.044

¹SEM, Standard error of means; Lin, Linear effect; Quad, Quadratic effect; TWG, total weight gain per pig; TFI, total feed intake per pig; FCG, feed cost per kg weight gain.

^{a-c}Mean values within a row with unlike superscript letters were significantly different ($p < 0.05$).

4. 참고문헌

- [1] D. Halas et al., "Organic acids, prebiotics and protein level as dietary tools to control the weaning transition and reduce post-weaning diarrhea in piglets", CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources, Vol.79, pp.20-29, 2007.
- [2] GAIN, "Korea phases out antibiotic usage in compound feed" USDA Foreign Agricultural Service. Report number: KS1128, Seoul, South Korea, 2011.
- [3] D.Y. Mun et al., "Effects of *Bacillus*-based probiotics on growth performance, nutrient digestibility, and intestinal health of weaned pigs", Journal of Animal Science and Technology, Vol.63, No.6, pp.1314-1327, 2021.
- [4] D.H. Nguyen et al., "Evaluation of effect of probiotics mixture supplementation on growth performance, nutrient digestibility, faecal bacterial enumeration, and noxious gas emission in weaning pigs", Italian Journal of Animal Science, Vol.18, No.1, pp.466-478, 2019.