

육성돈에 있어 성장 및 영양소 배설에 대한 미생물성 Phytase의 첨가 효과

홍종욱* · 김인호* · 문태현** · 이지훈** · 권오석* · 민병준* · 이원백*

*단국대학교 동물자원과학과 · **(주)이지바이오시스템

Effects of Microbial Phytase Supplementation on Growth Performance and Nutrient Excretion in Growing Pigs

Hong Jong-Wook* · Kim In-Ho*¹⁾ · Moon Tae-Hyun^{1**} · Lee Ji-Hoon^{2**}

Kwon Oh-Suk* · Min Min-Jun* · Lee Won-Bak*

*Department of Animal Resource & Science, Dankook University, Cheonan, 330-714, Korea

**EasyBio System, Inc.

〈 목 차 〉

ABSTRACT

I. 서 언
II. 재료 및 방법

III. 결과 및 고찰

IV. 적 요
참고문헌

ABSTRACT

For Exp. 1, eighty ((DurocYorkshire)Landrace) pigs(38.63 ± 0.68 kg average initial BW) were used to evaluate the effects microbial phytase supplementation on the growth performance and nutrient digestibility in growing pigs. There were ten pigs per pen and four pens per treatment. Treatments were 1) CON(corn-SBM based diet), 2) Low-P(low-P diet +500 FTU/kg microbial phytase). For overall period, ADG, ADFI and

1) Corresponding Author : I. H. Kim, Department of Animal Resource & Science, Dankook University,
E-mail : inhokim@dankook.ac.kr

gain/feed were significantly improved($P<0.05$) by supplementation of Low-P diet. Also, pigs fed Low-P diet increased N, crude ash, Ca and P digestibilities compared to pigs fed CON diet($P<0.05$).

For Exp. 2, six [(DurocYorkshire) Landrace] pigs(32.7kg average initial BW) were used to evaluate the effects microbial phytase supplementation on the nutrient excretion in growing pigs. Experimental treatments were as described for Exp. 1. pigs fed Low-P diet decreased N(8.70 vs. 6.43g/d), crude ash(38.13 vs. 25.33 g/d), Ca(6.03 vs. 3.93g/d) and P(4.53 vs. 2.77g/d) excretion compared to pigs fed CON diet($P<0.05$).

In conclusion, microbial phytase supplementation in low P diets improved growth and nutrient digestibility.

I. 서 언

축산업의 규모화가 진행됨에 따라서 가축분뇨의 생산량이 급증하고 있다. 과잉된 분뇨를 토양에 과다하게 살포하게 되면 지표수와 지하수가 오염되기 때문에 가축 분뇨가 환경에 미치는 영향은 국내는 물론 국제적으로도 중요 관심사로 대두되고 있다(김과 홍, 2001).

사료원료에 사용되는 식물성 원료의 인 생체 이용성은 10~60%로 매우 다르게 나타나며, 각각의 사료원료에 대한 소화율이나 이용율에 대한 정확한 평가가 이루어져야 한다. 곡류나 박류 내 인 함량의 대부분(55% 이상)은 phytate의 형태로 존재하며(Jongbloed et al., 1991), 단위 가축의 소화관내에서는 phytate를 분해할 수 있는 phytase의 분비가 충분히 이루어지지 못하기 때문에, phytate 형태의 인은 단위가축이 이용할 수 없다(Peeler, 1972). 따라서 식물성 사료원료와 함께 미생물성 phytase를 첨가하면 돼지(Harper et al., 1997)와 가금(Um et al., 1998)에서 인의 이용성이 향상되며, 분내 인 배설이 감소된다. 이러한 효소제를 통한 분내 인 배설량의 감소 방법은 저공해성 사료개발에 효율적인 방법으로 인식되고 있으며, *Aspergillus niger*로부터 분비된 미생물성 phytase를 옥수수-대두박 위주의 사료에 첨가하여 돼지에게 급여하였을 경우, phytate-인의 이용성을 향상시킬 있다(Simone et al., 1990; Cromwell et al., 1993; Lei et al., 1993c).

본 연구는 옥수수-대두박 위주의 육성돈 사료에서, 총 인 함량을 20% 낮춘 사료에 미생물성 phytase의 첨가가 성장 및 영양소 배설량에 미치는 영향을 평가하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

시 험 1

개시체중 38.630.68kg의 3원 교잡종 [(DurocYorkshire)Landrace] 육성돈 80두를 공시하여 26일간 사양시험을 실시하였다.

시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료에 NRC(1998)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구(CON, adequate P diet), 대조구 사료에서 총 인의 함량을 20% 낮춘 사료에 미생물성 phytase를 500FTU/kg를 첨가한 처리구(Low-P, Low P diet+500FTU/kg microbial phytase, Natuphos, (주)이지바이오시스템)로 2개 처리를 하여 처리당 4반복, 반복당 10마리씩 완전임의 배치하였다.

Adequate P 사료는(CON) 3,240kcal 대사에너지/kg, 19.60% 조단백질, 1.20% 라이신, 0.72% 칼슘, 0.65% 인을 함유토록 하였으며, Low P 사료는 3,240kcal 대사에너지/kg, 19.60% 조단백질, 1.20% 라이신, 0.58% 칼슘, 0.52% 인을 함유토록 하였다(Table 1).

시험사료는 가루 형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 사료섭취량은 사양시험 개시 후 15일령 및 시험종료시에 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료효율을 계산하였다.

영양소 소화율을 측정하기 위하여 표시물로서 산화크롬(Cr_2O_3)을 사료내 0.2% 첨가하였으며, 시험종료 5일전에 동일한 시간동안 배설된 분을 채취하여 건조시킨 후 분석에 이용하였다.

사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(1995)에 의해 분석하였다.

모든 자료는 SAS(1996)의 GLM procedure를 이용하였으며, T-test로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

시 험 2

개시체중 32.78kg의 3원 교잡종 [(DurocYorkshire)Landrace] 숫돼지 6두를 공시하여 12일간 대사시험을 실시하였다. 시험설계 및 시험사료는 시험 1과 동일하였다.

시험사료는 가루 형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 총 12일간의 대사시험 기간동안, 7일間は 시험사료 적응기간으로 하였으며, 나머지 5일間は 분과 뇨를 채취하였다. 분과 뇨는 일일 2회 채취하였으며, 채취한 총 뇨의 용량을 측정후, 총 뇨 용량의 5%만을 냉동 저장하였다. 대사시험이 종료된 후, 채취한 모든 분은 건조시켜 분석에 이용하였다.

뇨중 Ca과 P의 함량은 Ca Kit(Boehringer Mannheim, Germany)과 Phos Kit(Boehringer Mannheim, Germany)를 각각 이용하여 측정하였다.

사료의 일반성분 분석과 표시물로 혼합된 Cr의 농도 그리고 통계처리는 Exp. 1과 동일한 방

법을 사용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

Table 1은 총 인 함량을 20% 낮춘 사료에 미생물성 phytase의 첨가가 육성돈의 성장에 미치는 영향을 나타내었다. 0~13일간의 사양시험기간동안, 일당증체량, 일당사료섭취량 그리고 사료효율에 있어서는 Low-P 처리구가 유의적으로 높게 평가되었다($P < 0.05$). 13~26일간의 사양시험기간동안, 일당증체량 및 사료효율에 있어서는 Low-P 처리구가 높게 평가되었으나, 일당사료섭취량에 있어서는 대조구가 더 높았다($P < 0.05$). 총 26일간의 사양시험 기간동안, 일당증체량 및 사료효율에 있어서는 Low-P 처리구가 더 높았으며, 일당사료섭취량에 있어서는 대조구가 많았던 것으로 나타났다($P < 0.05$).

Cromwell 등(1995)은 low-P 사료에 미생물 phytase의 첨가수준이 증가함에 따라 성장을 및 골격내 회분 함량이 증가한다고 보고하였다. Veum 등(1994)은 캐놀라-수수위주의 low-P 사료를 급여한 육성돈에게 800~1,200 U/kg의 미생물성 phytase를 급여하였을 경우, 돼지의 성장율이 향상되었다고 보고하였으며, 이러한 결과들의 본 사양시험과 일치하는 결과이다. 또한, Cromwell 등(1993)도 인 함량을 육성기에는 0.5%에서 0.4%로 낮추고, 비육기에는 0.4%에서 0.34%로 낮추어 급여한 결과, 증체량이 감소되었으며 여기에 미생물 phytase를 500 FTU/kg 첨가 급여하면 증체량 및 사료요구율이 인을 정상수준으로 급여 할 때와 같은 수준까지 개선되었다고 하였으며, Hoppe(1992)도 유효인이 부족한 사료에 미생물 phytase를 첨가하면 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에서 개선의 효과가 있다고 하였다.

총 인 함량을 20% 낮춘 사료에 미생물성 phytase의 첨가가 육성돈의 영양소 소화율에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. Low-P 처리구의 질소, 조회분, 칼슘 그리고 인 소화율이 대조구와 비교하여 유의적으로 높게 평가되었다($P < 0.05$).

김과 홍(2001)은 육성돈 사료내에 미생물성 phytase를 500과 1,000 FTU/kg 첨가하였을 경우, 체내에 흡수되는 Ca과 P의 함량이 대조구와 비교하여 유의적으로 증가하였음을 보고하였다($P < 0.05$). Simons 등(1990)은 돼지에서 미생물 phytase 첨가로 인의 진정 소화율은 24% 증가되었고 인 배설량은 35%가 감소되었다고 하였으며, Carter 등(1996)은 30~50%까지 감소시킬 수 있다고 하였다. 그러나 미생물 phytase에 대한 효과는 인 공급원, 사료내 유효인의 함량, phytase의 첨가량, 칼슘과 인의 비율 등에 따라 영향이 있다고 하였다(Lei 등, 1994; Komegay, 1996).

총 인 함량을 20% 낮춘 사료에 미생물성 phytase의 첨가가 육성돈의 영양소 흡수량 및 배설량에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 질소 및 조회분 이용율에 있어서는 흡수량에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 배설량에 있어서는 Low-P 처리구가 유의적으로 낮게

평가되었다($P < 0.05$). 또한, 칼슘(6.03 vs. 3.93g/d) 및 인(4.53 vs. 2.77g/d) 이용율에 있어서도 총 인 함량을 20% 낮춘 사료에 미생물성 phytase를 첨가한 처리구의 배설량이 더 낮은 것으로 조사되었다($P < 0.05$).

IV. 적 요

시험 1은 개시시체중 38.630.68kg의 3원 교잡종 육성돈 80두를 공시하여 26일간 사양시험을 실시하였다.

시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료에 NRC(1998)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구(CON, adequate P diet), 대조구 사료에서 총 인의 함량을 20% 낮춘 사료에 미생물성 phytase를 500FTU/kg를 첨가한 처리구(Low-P, Low P diet +500FTU/kg microbial phytase, (주)이지바이오시스템)로 2개 처리로 하였다. 총 26일간의 사양시험 기간동안, 일당 증체량 및 사료효율에 있어서는 Low-P 처리구가 더 높았으며, 일당사료섭취량에 있어서는 대조구가 많았던 것으로 나타났다($P < 0.05$). 영양소 소화율에 있어서는 Low-P 처리구의 질소, 조회분, 칼슘 그리고 인 소화율이 대조구와 비교하여 유의적으로 높게 평가되었다($P < 0.05$).

시험 2는 개시시체중 32.7kg의 3원 교잡종 육성돈 6두를 공시하여 12일간 대사시험을 실시하였다.

시험설계는 시험 1과 동일한 처리구로 하였다. Low-P 처리구의 질소(8.70 vs. 6.43g/d), 조회분(38.13 vs. 25.33g/d), 칼슘(6.03 vs. 3.93g/d) 및 인(4.53 vs. 2.77g/d) 배설량 더 낮은 것으로 조사되었다($P < 0.05$).

결론적으로, 육성돈 사료의 총 인 함량을 20% 낮추어도 미생물성 phytase를 첨가하면 돼지의 성장이나 영양소 이용율을 향상시킬 수 있는 것으로 사료되며, 이러한 자료는 저공해성 사료개발의 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- AOAC, 1995. Official method of analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Armstrong, D. G. and H. H. Mitchell. 1955. Protein nutrition and the utilization of dietary protein at different levels of intake by growing swine. J. Anim. Sci. 14 : 49-68.

- Carter, S. D., Cromwell, G. L., Lindmann, M. D., Turney, L. W., and T. C. Bridges. 1996. Reducing N and P excretion by dietary manipulation ingrowing and finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 74 (Suppl.1) : 59 (Abstr.).
- Cromwell, G. L. 1989. Requirements biological availability of calcium, phosphorus for swine evaluated. *Feedstuffs.* 61(23) : 16~20.
- Cromwell, G. L., R. D. Coffey, and H. J. Monegue. 1993. Phytase(Natuphos) improves phytase phosphorus utilization in corn-soybean meal for pigs. *J. Anim. Sci.* 71(Suppl. 1) : 165(Abstr.).
- Cromwell, G. L., R. D. Coffey, G. R. Parker, H. J. Monegue and J. H. Randolph. 1995. Efficacy of a recombinant-derived phytase in improving the bioavailability of phosphorus in corn-soybean meal diets for pigs. *J. Anim. Sci.* 73 : 2000-2208.
- Davies, N. T., and R. Nightingale. 1975. The effects of phytate on intestinal absorption and secretion of zinc, and whole-body retention of zinc, copper, iron and manganese in rats. *Br. J. Nutr.* 34 : 243.
- Davies, N. T., and S. E. Olpin. 1979. Studies on the phytase : zinc molar contents in diets as a determinant of Zn availability to young rats. *Br. J. Nutr.* 41 : 590.
- Denbow, D. M., V. Ravindran, E. T., Kornegay, Z. Yi and R. M. Hulet. 1995. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. *Poultry Sci.* 74 : 1831~1842.
- Harper, A. F., E. T. Kornegay, and T. C. Schell. 1997. Phytase supplementation of low-phosphorus growing-finishing pig diets improves performance, phosphorus digestibility, and bone mineralization and reduces phosphorus excretion. *J. Anim. Sci.* 75 : 3174~3186.
- Hoppe, P. P. 1992. Review of the biological effects and the ecological importance of phytase in pigs. The 4th BASF animal nutrition forum. Edition 30, pp.3~15.
- J. S. Um, I. K. Paik, M. B. Chang and B. H. Lee. 1998. Effects of microbial phytase supplementation to diets with low non-phytase phosphorus levels on the performance and bioavailability of nutrients in laying hens. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 12(2) : 203~208.
- Jongbloed, A. W., H. Everts and P. A. Kemme. 1991. Phosphorus availability and requirement in pigs. *Rec. Adv. Anim. Nutr.* 65~80.

- Jongbloed, A. W., Z. Mooz, P. A. Kemme, C. Geerse, and Y. van Der Honing. 1993. The effect of dietary calcium levels on microbial phytase efficacy in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 71(Suppl. 1) : 166(Abstr).
- Kornegay, E. T. 1996. Nutritional environmental and economical considerations for using phytase in pig diets. pp.279~304. In *Nutrient Management of Food Animals to Enhance and Protect the Environment*. E. T. Kornegay (ed.) Boca Raton, FL ; CRC Press Inc.
- Lei, X. G., Ku, P. K., Miller, E. R., Yokoyama, M. T., and Ullrey, D. E. 1994. Calcium level affect the efficacy of supplemental microbial phytase in corn-soybean diets of weaning pigs. *J. Anim. Sci.* 72 : 139
- Lei, X. G., P. K. Ku, E. R. Miller, and M. T. Yokoyama. 1993c. Supplementing corn-soybean meal diets with microbial phytase linearly improves phytate phosphorus utilization by weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 71 : 3359.
- Lei, X. G., P. K. Ku, E. R. Miller, D. E. Ullrey, and M. T. Yokoyama. 1993b. Supplemental microbial phytase improves bioavailability of dietary zinc to weanling pigs. *J. Nutr.* 123 : 1117.
- Lei, X. G., P. K. Ku, E. R. Miller, M. T. Yokoyama, and D. E. Ullrey. 1993a. Supplementing corn-soybean meal diets with microbial phytase maximizes phytase phosphorus utilization by weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 71 : 3368.
- Nasi, M. 1990. Microbial phytase supplementation for improving availability of plant phosphorus in the diet of the growing pig. *J. Agric. Sci. Finl.* 62 : 435.
- Nelson, T. S., T. R. Shien, R. J. Wodzinski, and J. H. Ware. 1971. Effect of supplemental phytase on utilization of phytase phosphorus by chicks. *J. Nutr.* 101 : 1289.
- NRC. 1998. *Nutrient Requirement of Swine*(10th Ed.). National Academy Press. Washington, DC.
- Nwoklolo, E. N., and D. B. Bragg. 1977. Influence of phytic acid and crude fiber on the availability of minerals from four protein supplements in growing chicks. *Can. J. Anim. Sci.* 57 : 475.
- Oberleas, D. 1973. *Phytates, in toxicants occurring naturally in foods*. P363. National academy of sciences, Washington, DC.
- Pallauf, J., D. Hohler, and G. Rimbach. 1992. Effekt einer zuzugabe an mikrobieller phytase zu einer mais-soja-diat auf die scheinbare absorption von. Mg. Fe. Cu. Mn. und Zn sowie auf parametter des zinkstatus beim ferkel. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 88 : 1

- Peeler, H. T. 1972. Biological availability of nutrients in feeds ; Availability of major mineral ions. *J. Anim. Sci.* 35 : 695~699.
- SAS, 1996. SAS user's guide. Release 6.12 edition. SAS Institute. Inc., Cary, NC.
- Simons, P. C. M., H. A. J. Versteegen, A. W. Jongbloed, P. A. Kemme, P. Slump, K. D. Bos, M. G. E. Wolters, R. F. Beudeker and G. J. Verschoor. 1990. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *Br. J. Nutr.* 64 : 525~540.
- Veum, T. L., J. Liu, D. W. Bollinger, K. Zyla and D. R. Ledoux. 1994. Use of a microbial phytase in a canola-grain sorghum diet to increase phosphorus utilization by growing pigs. *J. Anim. Sci.* 72 (Suppl. 1) : 218 (Abstr.).
- Vohra, P., G. A. Gray, and F. H. Kratzer. 1965. Phytic acid-metal complexes. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 120 : 447.
- Young, L. G., M. Leunissen, and J. L. Atkinson. 1993. Addition of microbial phytase to diets of young pigs. *J. Anim. Sci.* 71 : 2147.
- 김인호, 홍종욱. 2001. Phytase를 이용한 환경친화성 육성돈 사료개발. *한국유기농업학회지.* 9 : 51-60.

Table 1. Diet composition for Exp. 1 and Exp. 2(as-fed basis)

Ingredient, %	CON ¹	Low-P ²
Corn	63.02	64.08
Soybean meal(CP 44%)	28.69	28.50
Molasses	2.50	2.50
Animal fat	3.34	2.94
Limestone	0.53	0.74
Tricalcium phosphate	1.33	0.64
Salt	0.20	0.20
Lysine	0.02	0.03
Vitamin/trace mineral premix ^a	0.22	0.22
Antioxidant(Ethoxyquin 25%)	0.05	0.05
Antibiotics ^b	0.10	0.10
Chemical composition ^c		
ME, kcal/kg	3,350	3,350
Crude protein, %	18.00	18.00
Lysine, %	1.00	1.00
Methionine, %	0.28	0.28
Calcium, %	0.70	0.58
Phosphous, %	0.60	0.48

^aProvided per kg of complete diet : 10,000 IU of vitamin A, 2,000 IU of vitamin D₃, 42 IU of vitamin E, 5mg of vitamin K, 9.6mg of vitamin B₂, 2.45mg of vitamin B₆, 40g of vitamin B₁₂, 27mg of pantothenic acid, 49mg of niacin, 0.05mg of biotin, 140mg of Cu, 145mg of Fe, 179mg of Zn, 12.5mg of Mn, 0.5mg of I, 0.25mg of Co and 0.4mg of Se.

^bProvided by 50mg Carbadox per kg of complete diet.

^cCalculated values.

Table 2. Effects of microbial phytase supplementation on growth performance of growing pigs(Exp. 1)¹

Item	CON	Low-P ²	SE ³
0~13 days			
Average daily gain, g	640 ^b	751 ^a	24
Average daily feed intake, g	1890 ^b	1950 ^a	58
Gain/Feed	0.34 ^b	0.39 ^a	0.02
13~26 days			
Average daily gain, g	890 ^b	956 ^a	35
Average daily feed intake, g	2230 ^a	1990 ^b	29
Gain/Feed	0.40 ^b	0.48 ^a	0.02
0~26 days			
Average daily gain, g	766 ^b	854 ^a	31
Average daily feed intake, g	2060 ^a	1970 ^b	42
Gain/Feed	0.37 ^b	0.43 ^a	0.04

¹Eighty pigs with an average initial body weight of 38.63±0.68kg(SD).

²Abbreviated Low-P, CON diet with 20% lower total-P levels.

³Pooled standard error.

^{ab}Means in the same row with different superscripts differ(P<0.05).

Table 3. Effects of microbial phytase supplementation on nutrient digestibility of growing pigs(Exp. 1)¹

Item	CON	Low-P ²	SE ³
Nitrogen, %	83.50 ^b	87.69 ^a	0.29
Crude ash, %	66.70 ^b	76.20 ^a	1.20
Calcium, %	52.83 ^b	64.74 ^a	1.64
Phosphorus, %	62.97 ^b	71.66 ^a	0.99

¹Eighty pigs with an average initial body weight of 38.63±0.68kg(SD).

²Abbreviated Low-P, CON diet with 20% lower total-P levels.

³Pooled standard error.

^{ab}Means in the same row with different superscripts differ(P<0.05).

Table 4. Effects of microbial phytase supplementation on apparent absorption and excretion of dietary of dietary N, crude ash, Ca and P by growing pigs(Exp. 2)¹

Item	CON	Low-P ²	SE ³
 g/d		
Nitrogen			
Intake	52.33	52.00	0.85
Absorption	43.73	45.50	0.79
Excretion	8.70 ^a	6.43 ^b	0.02
Crude ash			
Intake	114.00	105.67	1.89
Absorption	76.27	80.53	2.28
Excretion	38.13 ^a	25.33 ^b	0.58
Calcium			
Intake	12.80 ^a	11.00 ^b	0.20
Absorption	6.70	7.10	0.20
Excretion	6.03 ^a	3.93 ^b	0.08
Phosphorus			
Intake	12.23 ^a	9.80 ^b	0.19
Absorption	7.63	7.00	0.22
Excretion	4.53 ^a	2.77 ^b	0.16

¹Six pigs with an average initial body weight of 32.7kg.

²Abbreviated Low-P, CON diet with 20% lower total-P levels.

³Pooled standard error.

^{ab}Means in the same row with different superscripts differ(P<0.05).