탄수화물 분해 복합효소제와 미생물 파이테이즈의 첨가가 육성돈의 생산성 및 영양소 소화율에 미치는 영향

심영호*·채병조*·이지훈**

강원대학교 동물자원과학대학*, (주)이지바이오시스템**

Effects of Dietary Carbohydrase Enzyme Complex and Microbial Phytase Supplementation on Productivity and Nutrient Digestibility in Growing Pigs

Y. H. Shim*, B. J. Chae* and J. H. Lee**

College of Animal Resources Science, Kangwon National University, Chunchon, 200-701, Korea*,

Easy-Bio System, Inc., Seoul, 135-937, Korea**

ABSTRACT

An experiment was conducted to investigate the effect of microbial phytase (Natuphos®) supplementation, individually and in combination with carbohydrase enzyme complex (composed of enzymes targeted to SBM dietary components such as β -galactosides and galactomannans; ENDO-POWER®) to corn-soy basis diet with low nutrient levels on growth performance and nutrient digestibility of growing pigs. A total of 48 crossbred weaned pigs (Landrace $\times$ Yorkshire $\times$ Duroc), 29.1 ± 0.14 kg of initial body weight, were randomly allotted to four dietary treatments, based on weight and age, according to a Randomized Complete Block Design. There were three pens per treatment and 4 pigs per pen. The dietary treatments were 1) CON (control diet with 3,380 kcal/kg of metabolizable energy, 18.96% of crude protein, 1.10% of lysine, 0.75% of calcium and 0.35% of available phosphorus), 2) LP+NTPS (CON diet with 0.15% unit lower available P levels + 0.1% phytase (500 FTU/kg; Natuphos®)), 3) LEL+ENP (CON diet with 3.0% unit lower ME and lysine levels + 0.1% carbohydrase enzyme complex (ENDO-POWER®), and 4) LPEL+ENZ (CON diet with 0.15% unit lower available P levels and 3.0% unit lower ME and lysine levels + 0.1% ENDO-POWER® and 0.1% Natuphos® (500 FTU/kg)). There was no significant difference ($p > 0.05$) in average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI) and feed conversion ratio (FCR) among dietary treatments during the whole experimental period (0 to 4 weeks). Apparent digestibility of gross energy was greater in LP+NTPS and LPEL+ENZ groups than in the LEL+ENP ($p < 0.05$). Apparent digestibility of phosphorus was greater in LP+NTPS than in LEL+ENP ($p < 0.05$). Dry matter excretion was lowest in LPEL+ENZ and phosphorus excretion was lowest in LP+NTPS ($p < 0.05$). Overall, pigs fed on LPEL+ENZ group tended to have better nutrient digestibility (dry matter, gross energy, crude protein and phosphorus) than pigs fed on control group. All dietary enzyme treatment groups showed lower feed cost/body weight gain of pigs than control group. In conclusion, the results from the present study suggest that the simultaneous inclusion of phytase and carbohydrase enzyme complex to diets is advantageous with respect to reducing nutrient excretion of growing pigs and may contribute to increased economic return when added to corn-soy based growing pig diets.

(Key words : Phytase, Carbohydrase enzyme complex, Growth performance and growing pigs)

Corresponding author : B. J. Chae, College of Animal Resources Science, Kangwon National University, Chunchon, 200-701, Korea, Tel : +82-33-250-8616, Fax : +82-33-244-4946, E-mail : bjchae@kangwon.ac.kr

I. 서 론

사료에 효소를 첨가하는 목적은 사료내 항 영양인자를 효율적으로 분해하여 사료영양소의 이용율을 증대 시키는 데 있다. 현재 미생물 파이테이즈 (phytase)는 전 세계적으로 단위가축 사료에 가장 널리 사용되고 있는 효소제이며, 사료내 파이테이트 첨가가 사료의 항 영양인자인 파이테이트 (phytate)를 효율적으로 분해하여 인의 이용성을 개선시킬 수 있으며, 그 결과로 인 배설량 감소 및 가축의 생산성 향상에 기여할 수 있다는 사실이 명확히 알려진 바 있다 (Coelho와 Kornegay, 1996).

대두박내에 α -galactosides와 galactomannan 또한 항 영양인자로서 가축의 대두박 이용성을 저하시키며, 가금 (Verma와 McNab, 1982) 및 돼지 (Blackburn과 Johnson, 1981; Rainbird 등, 1984; Edwards 등, 1988)의 성장능력과 영양소 흡수를 저하시킨다고 알려졌다. 최근 Kim 등 (2001a,b)은 이유자돈 및 육성 비육돈 사료에 α -galactosides와 galactomannan 분해효소를 첨가시 회장 아미노산 소화를 및 성장율이 개선되었다고 보고하였다.

이론적으로, 국내 양돈 사료에 이러한 미생물 파이테이즈 및 α -galactosides와 galactomannan 분해효소를 동시에 첨가는 사료내에 항 영양인자를 효율적으로 분해 함으로서 돼지의 생산성을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다. 그러나, 사료에 효소제의 첨가는 사료제조비용 상승을 야기하기 때문에 실제 효소제의 적용 시에는 효소제 첨가에 따른 경제성 분석이 매우 중요한 고려사항이 된다.

따라서 본 연구는 영양소 수준을 낮춘 육수수 - 대두박 기초 사료내에 α -galactosidase와 galactomannanase를 함유한 탄수화물 분해 복합 효소제 (ENDO-POWER®)와 미생물 파이테이즈 (Natuphos®)의 개별첨가 혹은 동시첨가가 육성돈의 생산성, 영양소 소화율 및 체중 증체 당 사료비에 어떠한 영향을 미치는 가를 평가하고자 실시 되었다.

II. 재료 및 방법

1. 공시된 효소제 조성

본 실험에서는 g 당 500 FTU의 역가를 갖는 미생물 파이테이즈 (Natuphos® 5000 granulate (BASF, Germany)의 10% 희석품)가 이용되었다. FTU는 파이테이즈 단위를 의미하며, 37℃, pH 5.5하에서 0.00015 mol/L의 sodium phytate로부터 분당 1 μ mol의 무기태 인을 분해하는데 요구되는 효소의 양으로 정의된다.

본 실험에 사용된 탄수화물 분해 복합 효소제 (ENDO-POWER®, EASY BIO System, Seoul, Korea)는 g 당 7 unit의 α -galactosidase, 22 unit의 galactomannanase, 300 unit의 xylanase 및 220 unit의 β -glucanase의 역가를 갖는다. 여기서 1 unit의 α -galactosidase는 30℃, pH 4.0하에서 분당 2 mmol의 pNPG (p-nitrophenyl-alpha-d-galactoside)로부터 0.1 μ mol의 nitro phenol을 분해하는데 요구되는 효소의 양이며, 1 unit의 galactomannanase는 30℃, pH 4.0하에서 분당 0.5%의 galactomannan으로부터 0.1 μ mol의 총 환원당을 유리해 내는데 요구되는 효소의 양을 의미한다. 또한 1 unit의 xylanase는 30℃, pH 4.0하에서 분당 0.5%의 xylan으로부터 10 분당 1 mg의 총 환원당을 유리해 내는데 요구되는 효소의 양을 의미하며, 1 unit의 β -glucanase는 30℃, pH 4.0하에서 분당 0.4%의 β -glucan으로부터 10분당 1 mg의 총 환원당을 유리해 내는데 요구되는 효소의 양으로 정의된다.

2. 공시동물, 시험설계 및 사양관리

개시 체중 29.1 ± 0.14 kg의 3원 교잡종 [(Duroc $\times$ Yorkshire) $\times$ Landrace] 육성돈 48두를 공시하여 28일간 사양시험을 실시하였다.

시험설계는 4처리를 두었으며, 처리당 3반복 반복당 4두의 육성돈이 완전임의 배치 되었다. 시험 처리는 1) CON (대조구), 2) LP+NTPS (대조구 사료에서 유효인 함량을 0.15% 단위 낮춘 사료에 미생물 파이테이즈 (Natuphos®) 0.1% 첨가 (500 FTU/kg 사료), 3) LEL+ENP (대

조구 사료에서 대사에너지와 라이신 함량을 대조구 사료 대비 각각 3% 낮춘 사료에 탄수화물 분해 복합효소제 (ENDO-POWER®) 첨가) 및 4) LPEL+ENZ (대조구 사료에서 대사에너지와 라이신 함량을 대조구 사료 대비 각각 3% 낮추고 유효인 함량을 0.15% 단위 낮춘 사료에 미생물 파이테이즈 0.1%와 탄수화물 복합효소제 0.1%를 함께 첨가)를 두었다.

기초 대조구 사료는 옥수수 대두박위주의 사료로서 사료내 영양소 함량은 NRC (1998) 권장 수준에 맞추거나 이상이 되도록 하였으며, 기초사료의 대사에너지, 조단백질, 라이신,

칼슘 및 유효인 함량은 각각 3,380kcal ME/kg, 18.96%, 1.10%, 0.75%와 0.35% 였다.

시험사료는 가루 형태로 자유채식으로 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 사료섭취량은 사양시험 개시시와 14일째 되는 날 그리고 시험종료 시에 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료요구량을 계산하였다.

3. 영양소 소화율 측정 및 배설량 계산

영양소 소화율 측정을 위해 표시물로서 산화

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diets (as-fed basis)

Ingredients, %	CON	LP+NTPS ¹⁾	LEL+ENP ¹⁾	LPEL+ENZ ¹⁾
Corn	59.88	60.30	63.79	62.81
Soybean meal	31.52	31.52	29.36	29.08
Animal fat	3.71	3.71	1.50	1.50
Wheat bran	2.00	2.00	2.36	4.04
Tricalcium phosphate	1.47	0.59	1.47	0.57
Limestone	0.49	0.85	0.49	0.87
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30
Trace mineral premix ²⁾	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamin premix ³⁾	0.11	0.11	0.11	0.11
Olaquinox	0.10	0.10	0.10	0.10
ENDOPOWER	—	—	0.10	0.10
NATUPHOS	—	0.10	—	0.10
Chlortetracycline	0.10	0.10	0.10	0.10
L-lysine · HCl	0.06	0.06	0.08	0.08
Choline chloride (25%)	0.04	0.04	0.04	0.04
DL-methionine (50%)	0.02	0.02	—	—
Chemical composition				
ME (kcal/kg)	3,380	3,380	3,280	3,280
Crude protein (%)	18.96	18.96	18.40	18.40
Calcium (%)	0.75	0.60	0.75	0.60
Total Phosphorus (%)	0.66	0.50	0.66	0.50
Available Phosphorus (%)	0.35	0.20	0.35	0.20
Lysine (%)	1.10	1.10	1.07	1.07

¹⁾ Abbreviation : 1) CON =control diet; 2) LP+NTPS = CON diet with 0.15% unit lower available P levels +0.1% phytase (500 FTU/kg; Natuphos®); 3) LEL+ENP = CON diet with 3.0% unit lower ME and lysine levels + 0.1% carbohydrase enzyme complex (ENDO-POWER®); 4) LPEL+ENZ = CON diet with 0.15% unit lower available P levels and 3.0% unit lower ME and lysine levels + 0.1% ENDO-POWER® and 0.1% Natuphos® (500 FTU/kg).

²⁾ Provided per kg diet : 110 mg Fe, 60 mg Cu, 50 mg Zn, 35 mg Mn, 0.8 mg I, 0.5 mg Co and 0.27 mg Se.

³⁾ Provided per kg diet : 8,800 IU vitamin A, 1,650 IU vitamin D₃, 22 IU vitamin E, 1.38 mg vitamin B₁, 11 mg vitamin B₂, 2.2 mg vitamin B₆, 41 µg vitamin B₁₂, 1.38 mg vitamin K₃, 22 mg pantothenic acid, 41.3 mg niacin, 82.5 µg biotin, 0.36 mg folic acid and 6.6 mg ethoxyquin.

크롬 (Cr_2O_3)을 사료내 0.25% 첨가하였으며, 시험종료 5일전에 동일한 시간동안 처리당 6두 (반복당 2두)의 육성돈 으로부터 직장 맛사지법을 이용해 배설된 분을 채취하여 건조시킨 후, 분석에 이용하였다. 사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC (Association of Official Analytical Chemists; 1995)에 의해 분석하였다. 총 에너지 함량 분석은 열량측정계 (Bomb Calorimeter, Model 1241, Parr Instrument. Co., Molin, IL)를 이용하여 측정하였다.

측정된 각각의 영양소 소화율을 근거로 시험기간 28일 동안의 처리간 돼지의 영양소 배설량을 간접적으로 계산하였다.

4. 경제성 분석

경제성 분석은 실험기간동안의 총 증체량, 총 사료섭취량과 원료 사료 각각의 단가를 조사하여 계산한 후 돼지가 1 kg 성장하는데 필요한 사료비를 계산하여 처리구별로 비교하였다.

5. 통계처리

모든 자료는 SAS (1996)의 GLM procedure를 이용하였으며, Duncan's multiple range test

(Duncan, 1955)로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

영양소 수준을 낮춘 옥수수 - 대두박 기초 사료내 α -galactosidase와 galactomannanase를 함유한 탄수화물 분해 복합효소제 (ENDO-POWER®)와 미생물 파이테이즈 (Natuphos®)의 개별첨가 혹은 동시첨가가 육성돈의 성장능력에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 전체 사양시험기간동안 (28일), 일당 증체량 (ADG), 일당사료섭취량 (ADFI) 및 사료요구량 (Feed/gain)은 사료처리구에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$). 그러나 저 영양소 수준 사료에 파이테이즈와 탄수화물 복합효소제의 개별적 혹은 동시 첨가는, 대조구에 비해, 시험 전기간에 걸쳐 사료효율을 다소 개선시키는 경향을 보여주었다. 본 실험 결과는 이전의 연구결과 (Shim 등, 2003a)와 비슷한 경향을 나타내었다. Shim 등 (2003a)은 이유자돈 시험에서 저 영양소 (저 유효인 과 (혹은) 저 대사에너지 및 아미노산) 사료에 본 실험에 사용된 것과 같은 파이테이즈와 탄수화물 분해 효소제를 동시에 첨가했을 때, 시험 전기간 (5주) 동안 대조구

Table 2. Effects of dietary carbohydrase enzyme complex and microbial phytase supplementation on growth performance of growing pigs¹⁾

Item	CON	LP+NTPS ²⁾	LEL+ENP ²⁾	LPEL+ENZ ²⁾	SE ³⁾
0-14 days					
Average daily gain (g)	720	719	710	718	66
Average daily feed intake (g)	1,598	1,568	1,455	1,413	218
Feed/gain	2.21	2.17	2.07	1.98	0.24
14-28 days					
Average daily gain (g)	770	768	763	764	71
Average daily feed intake (g)	2,220	2,104	1,979	2,098	225
Feed/gain	2.89	2.77	2.63	2.75	0.36
0-28 days					
Average daily gain (g)	745	743	737	741	66
Average daily feed intake (g)	1,898	1,827	1,708	1,743	174
Feed/gain	2.54	2.46	2.35	2.36	0.23

¹⁾ Forty eight pigs with an average initial body weight of 29.1±0.14 kg.

²⁾ Refer to Table 1.

³⁾ Pooled standard error.

대비 ADG 및 ADFI에 큰 차이가 없었으며, 오히려 사료효율은 유의적으로 개선되었다고 하였다.

저 영양소 육성돈 사료에 파이테이즈와 탄수화물 복합효소제의 개별적 혹은 동시첨가가 돼지의 분 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3에서 보는 바와 같다. 건물, 조단백질 및 칼슘 소화율에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 총에너지 소화율에 있어서는 LEL+ENP 처리구와 비교해 볼 때, LP+NTPS와 LPEL+ENZ 처리구가 유의적으로 높게 평가되었다($p < 0.05$). 또한, 인 소화율에 있어서는 LP+NTPS 처리구가 LEL+ENP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 본 실험에서 사료에 효소제 첨가는 대조구 대비 외견상 분 영양소 소화율에는 영향을 미치지 않은 것으로 조사되었다. 이는 이전의 연구들과 다소 상반되는 결과이다. Shim 등 (2003a,b)은 이유자돈과 육성돈 시험 모두 본 실험에서 사용된 동일한 파이테이즈와 탄수화물 분해 복합 효소제를 동시에 첨가 시 건물과 회장 아미노산 소화율이 유의적으로 개선되었다고 보고하였다. 또한 다른 연구들에서도 미생물 파이테이즈 (Mroz 등, 1994; Coelho와 Kornegay, 1996; Yi 등, 1996)의 첨가는 돼지와 가금의 아미노산 소화율을 개선 시켰으며, 탄수화물 분해 복합효소제 (Kim 등, 2001 a,b)를 옥수수 대두박 위주 사료에 첨가 시 돼지의 회장 아미노산 소화율을 유의적으로 개선 시켰다고 보고한 바 있다. 또한, Min 등 (2002)은

비육돈 사료에 본 시험에 사용된 동일한 복합 효소제 (탄수화물 분해 복합효소제와 phytase 혼합)의 급여가 외관상 회장 및 분 소화율에 미치는 영향을 시험하였다. 시험 결과에서, 복합효소제를 첨가할 경우, 대조구와 비교하여 외관상 회장 건물, 질소, 칼슘, 인 소화율이 유의적으로 증가하였음을 보고하였다.

본 실험에서 효소제들이 첨가된 사료가 유효인, 대사에너지, 아미노산 함량이 대조구 보다 낮았음에도 불구하고 성장율에서 큰 차이를 나타내지 않은 것은 고무적이다. 더욱이 저 영양소 사료에 효소제 첨가는 사료효율을 개선시키는 경향을 나타내었다. 그러나 이러한 성장율 반응은 본 실험의 외견상 분 영양소 소화율 결과에 의해 쉽게 설명되지는 않는다. 이에 대한 한가지 가능성 있는 설명으로는 본 실험에서 소화율 측정이 회장 소화율이 아닌 간접법에 의해 분 소화율을 측정했기 때문인 것으로 생각해 볼 수 있다. 이전의 본 시험에 사용된 효소제 시험에서는 회장 아미노산이 측정되었다. 따라서 이에 대한 추가적 연구가 필요할 것으로 판단된다.

저 영양소 육성돈 사료에 파이테이즈와 탄수화물 복합효소제의 개별적 혹은 동시첨가가 돼지의 영양소 배설량에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 건물 배설량은 대조구와 비교하여 LPEL+ENZ 처리구가 5% (5.42 vs 5.16 kg/head/28days) 더 낮았다($p < 0.05$). 또한, 칼슘 배설량에 있어서는 대조구와 비교하여 LP+NTPS와 LPEL+ENZ 처리구가 각각 20% (0.12

Table 3. Effects of dietary carbohydrase enzyme complex and microbial phytase supplementation on apparent nutrient digestibility of growing pigs¹⁾

Item, %	CON	LP+NTPS ²⁾	LEL+ENP ²⁾	LPEL+ENZ ²⁾	SE ³⁾
Dry matter	78.01	79.07	77.80	78.87	0.84
Gross energy	78.64 ^{ab}	79.55 ^a	78.06 ^b	79.38 ^a	0.78
Crude protein	76.70	78.37	76.62	78.84	1.46
Calcium	52.97	54.97	46.89	51.04	4.74
Phosphorus	33.86 ^{ab}	37.13 ^a	30.50 ^b	35.67 ^{ab}	3.71

¹⁾ n = 24 (6 samples / treatment).

²⁾ Refer to Table 1.

³⁾ Pooled standard error.

^{ab} Means with different superscripts of the same row are significantly differ ($p < 0.05$).

Table 4. Effects of dietary carbohydrase enzyme complex and microbial phytase supplementation on fecal nutrient excretion of growing pigs¹⁾

Item	CON	LP+NTPS ²⁾	LEL+ENP ²⁾	LPEL+ENZ ²⁾	SE ³⁾
Nutrient excretion* (kg/head/28 days)					
Dry matter	5.42 ^a	5.20 ^{ab}	5.28 ^{ab}	5.16 ^b	0.15
Nitrogen	0.24	0.23	0.24	0.23	0.01
Calcium	0.12 ^b	0.10 ^d	0.14 ^a	0.11 ^c	0.02
Phosphorus	0.13 ^a	0.09 ^b	0.13 ^a	0.10 ^b	0.02

* Nutrient excretion was calculated based on fecal nutrient digestibilities.

¹⁾ n = 24 (6 samples / treatment).²⁾ Refer to Table 1.³⁾ Pooled standard error.^{abcd} Means with different superscripts of the same row are significantly differ (p < 0.05).Table 5. Effects of dietary carbohydrase enzyme complex and microbial phytase supplementation on feed cost / weight gain of growing pigs¹⁾

Item	CON	LP+NTPS ²⁾	LEL+ENP ²⁾	LPEL+ENZ ²⁾	SE ³⁾
Feed cost* (won/kg)	239.20	239.18	231.14	230.42	—
Total weight gain (kg/pig)	20.87	20.80	20.64	20.75	1.84
Total feed intake (kg/pig)	53.14	51.16	47.82	48.80	4.88
Total feed cost (won/pig)	12,711.1	12,236.5	11,053.1	11,244.5	1,123
Feed cost / body weight gain (won/kg)	609.1	588.3	535.5	541.9	51

¹⁾ Forty eight pigs with an average initial body weight of 29.1±0.14 kg.²⁾ Refer to Table 1.³⁾ Pooled standard error.* Feed cost was calculated based on the assumption that prices of Natuphos® and ENDO-POWER® were 2,500₩/kg and 4,800 ₩/kg, respectively.

vs 0.10 kg/head/28days)와 9% (0.12 vs 0.11 kg/head/28days) 감소하였다(p < 0.05). 인 배설량에 있어서는 대조구와 비교하여 LP+NTPS와 LPEL+ENZ 처리구가 각각 44% (0.13 vs 0.09 kg/head/28days)와 30% (0.13 vs 0.10 kg/head/28days) 감소하였다(p < 0.05). 이러한 영양소 배설량 감소 효과는 LPEL+ENZ구 사료에 낮은 인과 칼슘 함량 및 건물 소화율 결과가 반영된 것으로 사료된다.

육성돈 사료내 효소제 첨가에 의한 양돈 생산비 분석 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 사양시험 기간동안 소요된 전체 사료비용은 대조구와 비교하여 볼 때, 효소제 첨가 시 낮았으며, 특히 1kg 증체 하는데 필요한 사료비용은 대조구와 비교하여 LP+NTPS, LEL+ENP, LPEL+ENZ가 각각 3.5% (609.1 vs. 588.3 원/kg), 13.8% (609.1 vs. 535.3원/kg), 12.4% (609.1

vs. 541.9 원/kg) 낮은 것으로 조사되었다.

결론적으로, 본 실험 결과는 옥수수-대두박 위주 육성돈 사료에 유효인, 에너지 및 라이신 함량을 낮추고 파이테이즈와 탄수화물 분해 복합 효소제를 첨가 시 육성돈의 성장에는 유해한 영향 없이 영양소 배설량을 감소 시킬 수 있으며, 또한 양돈 생산비를 감소 시킬 수 있는 가능성을 제시했다고 판단된다.

IV. 요 약

본 연구는 영양소 수준을 낮춘 옥수수-대두박 기초 사료내 α -galactosidase와 galactomannanase를 함유한 탄수화물 분해 복합효소제 (ENDO-POWER®)와 미생물 파이테이즈 (Natuphos®)의 개별첨가 혹은 동시첨가가 육성돈의 생산성, 영양소 소화율 및 체중 증체 당 사료비에 어떠

한 영향을 미치는가를 평가하고자 실시되었다. 개시 체중 29.1 ± 0.14 kg의 육성돈 48두를 공시하여 28일간 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 4처리를 두었으며, 처리당 3반복 반복당 4두의 육성돈이 완전임의 배치되었다. 시험처리는 1) CON (대조구), 2) LP+NTPS (대조구 사료에서 유효인 함량을 0.15% 단위 낮춘 사료에 미생물 파이테이즈 (Natuphos®) 0.1% 첨가 (500 FTU/kg 사료), 3) LEL+ENP (대조구 사료에서 대사에너지와 라이신 함량을 대조구 사료 대비 각각 3% 낮춘 사료에 탄수화물 복합효소제 (ENDP-POWER®) 첨가) 및 4) LPEL+ENZ (대조구 사료에서 대사에너지와 라이신 함량을 대조구 사료 대비 각각 3% 낮추고 유효인 함량을 0.15% 단위 낮춘 사료에 미생물 파이테이즈 0.1%와 탄수화물 복합효소제 0.1%를 각각 첨가)를 두었다. 전체 사양시험 기간동안 (28일), 일당 증체량 (ADG), 일당사료섭취량 (ADFI) 및 사료요구량 (Feed/gain)은 사료처리구에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$). 그러나 저 영양소 수준 사료에 파이테이즈와 탄수화물 복합효소제의 개별적 혹은 동시 첨가는, 대조구에 비해, 시험 전기간에 걸쳐 사료효율을 다소 개선시키는 경향을 보여주었다. 건물, 조단백질 및 칼슘 소화율에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 총 에너지 소화율에 있어서는 LEL+ENP 처리구와 비교해 볼 때, LP+NTPS와 LPEL+ENZ 처리구가 유의적으로 높게 평가되었다($p < 0.05$). 건물 배설량은 LPEL+ENZ 처리구가 가장 낮았으며, 칼슘과 인 배설량은 LP+NTPS구가 가장 낮았다($p < 0.05$). 사양시험 기간동안 소요된 전체 사료비용은 대조구와 비교하여 볼 때, 효소제 첨가 시 낮았으며, 특히 1 kg 증체 하는데 필요한 사료비용은 대조구와 비교하여 LP+NTPS, LEL+ENP, LPEL+ENZ가 각각 3.5% (609.1 vs. 588.3 원/kg), 13.8% (609.1 vs. 535.3원/kg), 12.4% (609.1 vs. 541.9 원/kg) 낮은 것으로 조사되었다. 결론적으로, 본 실험 결과는 옥수수-대두박 위주 육성돈 사료에 유효인, 에너지 및 라이신 함량을 낮추고 파이테이즈와 탄수화물 분해 복합 효소제를 첨

가 시 육성돈의 성장에는 유해한 영향 없이 영양소 배설량을 감소시킬 수 있으며, 또한 양돈 생산비를 감소시킬 수 있는 가능성을 제시했다고 판단된다.

V. 사 사

본 연구는 (주)이지바이오시스템의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

VI. 인 용 문 헌

1. AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
2. Blackburn, N. A. and Johnson, I. T. 1981. The effect of guar gum on the viscosity from the perfused jejunum in the rat. *Br. J. Nutr.* 46:239-246.
3. Coelho, M. B. and Kornegay, E. T. 1996. Phytase in animal nutrition and waste management. BASF Corp., Mount Olive, NJ.
4. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* 11:1.
5. Edwards, C. A., Johnson, I. T. and Read, N. W. 1988. Do viscous polysaccharides show absorption by inhibiting diffusion or convection? *Eur. J. Clin. Nutr.* 42:307-312.
6. Kim, S. W., Mavromichalis, I. and Easter, R. A. 2001a. Supplementation of alpha-1,6-galactosidase and beta-1,4-mannanase to improve soybean meal utilization by nursery pig. *J. Anim. Sci.* 79 (Suppl. 1):106 (Abstr.).
7. Kim, S. W., Zhang, J. H., Soltwedel, K. T. and Easter, R. A. 2001b. Supplementation of alpha-1,6-galactosidase and beta-1,4-mannanase to improve soybean meal utilization by growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 79 (Suppl. 2):84 (Abstr.).
8. Min, B. J., Kim, I. H., Hong, J. W., Han, Y. K., Lee, J. H., Kwon, O. S., Lee, S. H. and Lee, W. B. 2002. The effect of multi-enzyme supplementation on the ileal and fecal digestibility of corn-soybean meal based diet in the finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 85 (Suppl. 1): 347 (Abstr.).
9. Mroz, Z., Jongbloed, A. W. and Kemme, P. A. 1994. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. *J. Anim. Sci.* 72:126.
10. National Research Council. 1998. Nutrient Require-

- ments of Swine. 10th ed., National Academy Press, Washington, D. C.
11. Rainbird, A. L., Low, A. G. and Zebrowska, T. 1984. Effect of guar gum on glucose and water absorption from isolated loops of jejunum in conscious growing pigs. *Br. J. Nutr.* 52:489-498.
  12. SAS. 1996. SAS User's Guide. Release 6.12 ed., SAS Institute. Inc., Cary, N.C.
  13. Shim Y. H., Chae, B. J. and Lee, J. H. 2003a. Effects of microbial phytase supplementation in combination with enzyme complex to diets with low nutrient levels on growth performance and ileal nutrient digestibility of weaned pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* (In press).
  14. Shim Y. H., Chae, B. J. and Lee, J. H. 2003b. Effects of phytase and enzyme complex supplementation to diet with a partial replacement of soybean meal with rapeseed meal and cottonseed meal on growth performance and nutrient digestibility of growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* (In press).
  15. Verma, S. V. S. and McNab, J. M. 1982. Guar meal in diets for broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 23:95-105.
  16. Yi, Z., Kornegay, E. T. and Denbow, D. M. 1996. Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of turkey poults fed corn-soybean meal diets. *Poult. Sci.*, 75:979.
- (접수일자 : 2003. 4. 9. / 채택일자 : 2003. 5. 30.)