

자돈 및 육성돈에 있어 α -1,6-galactosidase와 β -1,4-mannanase의 사료내 첨가가 성장 및 영양소 소화율에 미치는 영향

권오석*·김인호*·이상환*·홍종욱*·김지훈**·문태현***·이지훈***

단국대학교 동물자원과학과*, (주)에그리브랜드 푸리나코리아**, 이지바이오시스템***

Effect of Dietary α -1,6-Galactosidase and β -1,4-Mannanase on Growth Performance and Nutrient Digestibility in Nursery and Growing Pigs

O. S. Kwon*, I. H. Kim*, S. H. Lee*, J. W. Hong*, J. H. Kim**, T. H. Moon***
and J. H. Lee***

Department of Animal Resource & Science, Dankook University, Cheonan, 330-714, Korea *,
Agribands Purina Korea, Inc., Seoul, 135-280, Korea **, Easybio System, Inc., Seoul, 135-937, Korea ***

ABSTRACT

For the Exp. 1, a total of sixty pigs (10.57±0.30kg average initial body weight) were used in a 15-d growth assay to determine the effect of dietary α -1,6-galactosidase and β -1,4-mannanase on growth performance and nutrient digestibility. Dietary treatments included 1) CON (corn-dried whey-SBM based diet), 2) EC0.1 (CON diet + 0.1% enzyme complex of α -1,6-galactosidase and β -1,4-mannanase). Through the entire experimental period, gain/feed of pigs fed EC0.1 diet was higher (0.43 vs 0.52) than that of pigs fed CON diet (P<0.05). Pigs fed EC0.1 diet showed significant (P<0.05) improvement in dry matter (74.82% vs 82.41%) and nitrogen (70.59% vs 77.88%) digestibilities compared to pigs fed CON diet. For the Exp. 2, a total of thirty six pigs (22.30±0.45kg average initial body weight) were used in a 30-d growth assay to determine the effects of dietary α -1,6-galactosidase and β -1,4-mannanase in low energy diet on growth performance and nutrient digestibility. Dietary treatments included 1) AME (adequate ME diet), 2) AME+EC0.1 (AME diet + 0.1% enzyme complex) and LME+EC0.1 (low ME diet + 0.1% enzyme complex). Through the entire experimental period, average daily feed intake of pigs fed enzyme complex supplemented diets was higher than that of pigs fed CON diet (P<0.05). Also, pigs fed AME+EC0.1 diet showed significant (P<0.05) increase in ADFI (1,401g vs 1,733g) compared to pigs fed CON diet. Pigs fed enzyme complex supplemented diet showed significant (P<0.05) improvement in dry matter and nitrogen digestibilities compared to pigs fed CON diet. In conclusion, the results obtained from these feeding trials suggest that the supplementation of α -1,6-galactosidase and β -1,4-mannanase was an effective means for improving growth performance and dry matter and nitrogen digestibilities in nursery and growing pigs.

(Key words : α -1,6-Galactosidase, β -1,4-Mannanase, Growth, Digestibility, Pigs)

Corresponding author : Dr. I. H. Kim, Dept. Animal Resource & Science, Dankook Univ. Cheonan, 330-714, Korea, Tel : +82-41-550-3652, Fax : +82-41-553-1618 E-mail : inhokim@dankook.ac.kr

I. 서 론

양돈사료원료에 있어 대두박은 주요한 단백질 공급원으로서 오래전부터 널리 사용되어 왔으며, 다른 식물성 사료원료에 비하여 그 영양학적 가치가 높은 것으로 알려져 옥수수와의 함께 배합사료의 주요 원료로 사용되고 있다 (최, 1984). 그러나 대두박에는 단백질 소화를 방해하는 trypsin inhibitor와 α -galactosides, galactomannan의 함량이 높지만, 이러한 항영양성 인자를 분해할 수 있는 효소가 단위가축에서는 충분히 분비되지 못하기 때문에 장내에서 박테리아에 의해 이용되어 가스를 생산하게 된다 (Calloway 등, 1966). 그러나 trypsin inhibitor는 열처리에 의해 쉽게 불활성화 되지만 (Kim, 1995), α -galactosides와 galactomannan은 열처리 가공에 저항성이 높기 때문에 가축의 대두박 이용성을 저하시키며, 따라서 가금 (Verma와 NcNab, 1982) 및 돼지(Blackburn와 Johnson, 1981; Rainbird 등, 1984; Edwards 등, 1988)의 성장능력과 영양소 흡수를 저하시킨다. 이러한 항영양성 인자에 의한 사료의 이용성 저하를 최소화 하기 위하여 가축사료내 효소제 첨가가 시도되어 왔으며, Kim (2002)은 포유모돈 사료에 α -1,6-galactosidase와 β -1,4-mannanase로 구성된 복합효소제를 첨가하여 급여하였을 때, 모돈의 체중 손실이 감소하였고 재귀발정일수가 감소되었다고 보고하였다.

본 연구는 양돈사료내 대두박 항영양인자인 α -galactosides와 galactomannan의 분해를 유도하는 복합효소제의 사료내 첨가가 자돈 및 육성돈의 성장과 영양소 소화율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 시험설계

(1) 시험 1

개시시 체중 10.57 ± 0.30 kg의 3원 교잡종 [(Duroc×Yorkshire)×Landrace] 자돈 60두를 공시하여 14일간 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 옥수수-건조유청-대두박 위주의 사료에 NRC (1998)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구 (CON), 대조구 사료내 복합효소제를 0.1% 첨가한 처리구 (EC0.1, CON diet + 0.1% 효소제, (주)이지바이오시스템) 2개 처리를 하여 처리당 6반복, 반복당 5마리씩 완전임의 배치하였다.

본 사양시험에 사용한 복합효소제는 *Aspergillus niger*와 *Aspergillus oryzae*를 곡물배지에 발효시켜 생산된 것으로 α -1,6-galactosidase 35 unit/g와 β -1,4-mannanase 110 unit/g이 혼합된 복합효소제이다.

(2) 시험 2

개시시 체중 22.30 ± 0.45 kg의 3원 교잡종 [(Duroc×Yorkshire)×Landrace] 육성돈 36두를 공시하여 30일간 사양시험을 실시하였다. 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료에 NRC (1998)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구 (AME, adequate ME diet), 대조구 사료내 복합효소제를 0.1% 첨가한 처리구 (AME+EC0.1, Adequate ME diet + 0.1% 복합효소제), 대조구 사료에서 대사에너지 함량을 4% 낮춘 사료에 복합효소제를 0.1% 첨가한 처리구 (LME+EC0.1, Low ME diet + 0.1% 복합효소제)로 3개 처리를 하여 처리당 4반복, 반복당 3마리씩 완전임의 배치하였다.

시험사료내 대사에너지 함량을 4% 낮춘 이유는 McNaughton 등(1998)이 육계에 β -mannanase를 첨가한 저에너지 사료를 급여한 처리구보다 고에너지 사료를 급여한 처리구보다 대사에너지 값을 143kcal/kg 향상시켰다는 보고에 기초하여 사양시험을 실시하였다.

2. 시험사료 및 사양관리

(1) 시험 1

기초사료는 3,360kcal ME/kg, 20.00% crude protein, 1.30% lysine, 0.90% calcium, 0.80% phosphorus를 함유토록 하였다 (Table 1).

시험사료는 가루 형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 사료섭취량은 사양시험 개시시와 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 건조 시킨 후 분석에 이용하였다.

(2) 시험 2

Adequate ME 사료는 3,370kcal ME/kg, 18.30% crude protein, 0.95% lysine, 0.75% calcium, 0.65% phosphorus를 함유토록 하였으며, Low ME 사료는 3,235kcal ME/kg, 18.30% crude protein, 0.95% lysine, 0.75% calcium, 0.65% phosphorus를 함유토록 하였다 (Table 2).

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 건조 시킨 후 분석에 이용하였다.

3. 화학분석 및 통계처리

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

Table 1. Composition for basal diet of Exp. 1 (as-fed basis)

Ingredient	%
Corn	49.90
Soybean meal (CP 48%)	15.92
Dried whey	20.00
Soy flour	5.00
Spray-dried blood meal	2.00
Fish meal	2.50
Animal fat	2.50
Tricalcium phosphate	1.50
Limestone	0.11
Vitamin premix ¹⁾	0.12
Trace mineral premix ²⁾	0.10
Salt	0.20
L-lysine · HCl	0.10
DL-methionine	0.04
Antibiotic ³⁾	0.01
Chemical composition ⁴⁾	
ME (kcal/kg)	3,360
Crude protein (%)	20.00
Lysine (%)	1.30
Methionine (%)	0.36
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 and 0.08 mg of biotin.

²⁾ Provided per kg of complete diet : 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.

³⁾ Provided by 50mg Carbadox per kg of complete diet.

⁴⁾ Calculated values.

모든 자료는 SAS (1996)의 GLM procedure를 이용하였으며, Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 처리하여 평균간의 유의성을

Table 2. Composition for basal diet of Exp. 2 (as-fed basis)

Ingredient (%)	Adequate ME diet	Low ME diet
Corn	55.60	58.60
Soybean meal (CP 44%)	26.60	26.60
Wheat	10.00	10.00
Animal fat	3.00	-
Molasses	2.50	2.50
Tricalcium phosphate	1.57	1.57
Limestone	0.20	0.20
Salt	0.25	0.25
Vitamin premix ¹⁾	0.12	0.12
Trace mineral premix ²⁾	0.10	0.10
Antioxidant (Ethoxyquin 25%)	0.05	0.05
Antibiotic ³⁾	0.01	0.01
Chemical composition ⁴⁾		
ME (kcal/kg)	3,370	3,235
Crude protein (%)	18.30	18.30
Lysine (%)	0.95	0.95
Methionine (%)	0.25	0.25
Calcium (%)	0.75	0.75
Phosphorus (%)	0.65	0.65

¹⁾ Provided per kg diet : 10,000 IU of vitamin A, 2,000 IU of vitamin D₃, 42 IU of vitamin E, 5 mg of vitamin K, 9.6 mg of vitamin B₂, 2.45 mg of vitamin B₆, 40 µg of vitamin B₁₂, 27 mg of pantothenic acid, 49 mg of niacin and 0.05 mg of biotin.

²⁾ Provided per kg diet : 140 mg of Cu, 145mg of Fe, 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.

³⁾ Provided by 50mg Carbadox per kg of complete diet.

⁴⁾ Calculated values.

검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 시험 1

자돈에게 복합효소제의 급여가 성장능력에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 사양시험

기간동안, 일당증체량에 있어서는 대조구와 비교하여 EC0.1 처리구가 높은 것으로 평가되었으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그러나 사료효율에 있어서는 대조구와 비교하여 EC0.1 처리구가 유의적으로 높게 평가되었다 ($P < 0.05$). Petty 등 (2002)은 복합사료와 단순사료에 β -mannanase를 첨가하였을 경우, 이유자돈의 성장능력에 미치는 영향을 평가한 시험에

Table 3. Effect of dietary enzyme complex on growth performance and nutrient digestibility in nursery pigs (Exp. 1)¹⁾

Item	CON	EC0.1 ²⁾	SE ³⁾
Growth performance			
ADG (g)	265	305	28
ADFI (g)	623	601	35
Gain/feed	0.43 ^b	0.52 ^a	0.03
Nutrient digestibility			
Dry matter (%)	74.82 ^b	82.41 ^a	1.30
Nitrogen (%)	70.59 ^b	77.88 ^a	1.18

¹⁾ Sixty pigs with an average initial body weight of 10.57(0.30kg (SD)).

²⁾ Abbreviated EC0.1, CON diet + 0.1% enzyme complex.

³⁾ Pooled standard error.

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

서, 일당증체량에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 사료효율은 β -mannanase를 첨가한 처리구가 향상된 것으로 보고하였다.

복합효소제의 급여가 자돈의 영양소 소화율에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 건물과 질소 소화율에 있어서 대조구와 비교하여 처리구가 향상된 것으로 조사되었다 (P<0.05). 이러한 결과는 대두박내 항영양인자인 α -galactosides와 galactomannan가 복합효소제에 의해 분해되어 대두박의 이용성이 향상된 것으로 사료된다. Gdala 등 (1997)은 루핀알곡박-옥수수 위주의 자돈사료에 α -galactosides의 첨가가 회장소화율에 미치는 효과를 시험하였다. 루핀알곡박-옥수수 위주의 사료에 α -galactosides (5g kg⁻¹)를 첨가할 경우, 라피노스의 회장소화율이 유의적으로 높아졌으며, 대부분의 아미노산 회장소화율이 향상되었음을 보고하였다. 또한, 심 등 (2002a)은 이유자돈사료에 복합효소제 (phytase, α -galactosides 그리고 β -mannanase를 혼합)를 첨가하였으며, 시험사료는 유효인 수준을 0.15% 낮춘 사료와 유효인을 0.15%, 에너지와 아미노산 수준을 각각 3% 낮

춘 사료에 복합효소제를 0.1% 첨가하였다. 심 등 (2002a)은 사양시험 결과에서, 유효인을 낮춘 사료에 복합효소제를 첨가한 처리구가 성장율이 가장 높았으며, 영양소 소화율에 있어서도 유효인을 0.15% 낮춘 사료에 복합효소제의 첨가가 회장소화율 (건물, 총에너지, 단백질, 인)을 향상시키는 것으로 조사되었다.

2. 시험 2

육성돈에게 복합효소제의 급여가 성장능력에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 총 30일간의 사양시험 기간동안, 일당증체량에 있어서는 AME 처리구와 비교하여 복합효소제 처리구가 유의적으로 성장율이 높은 것으로 조사되었으며 (P<0.05), 일당사료섭취량에 있어서는 AME 처리구와 비교하여 AME+EC0.1 처리구가 유의적으로 높았다 (P<0.05). 사료효율에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Kim 등 (2001)은 육성-비육돈 사료에 복합효소제의 첨가가 성장능력에 미치는 영향을 조사하였다. Kim 등 (2001)은 대조구와 비교하여 대사에너지 수준을 5% 낮춘 사료에 복

Table 4. Effect of dietary enzyme complex on growth performance and nutrient digestibility in growing pigs (Exp. 2)¹⁾

Item	AME	AME+EC0.1 ²	LME+EC0.1 ²	SE3
Growth performance				
0~15 days				
ADG (g)	637 ^b	778 ^a	767 ^a	32
ADFI (g)	1,385 ^b	1673 ^a	1,529 ^a	52
Gain/feed	0.46	0.47	0.50	0.05
15~30 days				
ADG (g)	721	755	778	61
ADFI (g)	1,417 ^b	1,792 ^a	1,604 ^{ab}	38
Gain/feed	0.51	0.42	0.49	0.06
0~30 days				
ADG (g)	679 ^b	767 ^a	773 ^a	36
ADFI (g)	1,401 ^b	1,733 ^a	1,567 ^{ab}	41
Gain/feed	0.48	0.44	0.49	0.04
Nutrient digestibility				
Dry matter	81.80 ^b	84.18 ^a	88.60 ^a	0.76
Nitrogen	82.38 ^b	84.82 ^a	86.44 ^a	0.89

¹⁾ Thirty six pigs with an average initial body weight of 22.30(0.45kg (SD).

²⁾ Abbreviated AME, adequate ME diet; AME+EC0.1, adequate ME diet + 0.1% enzyme complex; LME+EC0.1, low ME diet + 0.1% enzyme complex.

³⁾ Pooled standard error.

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

합효소제를 0.05% 첨가한 처리구와 일당증체량에 있어 유의적인 차이가 없는 것으로 보고하여 본 사양시험과 상이한 결과를 보고하였다. 그러나 Hahn 등 (1995)은 비육돈 사료내 β -mannanase의 첨가가 성장능력에 영향을 미치는 시험에서, 펠렛사료 혹은 가루사료에 β -mannanase를 첨가하면 사료효율이 향상되었으며, 살코기 축적율이 향상되었음을 보고하였다.

육성돈 사료에 복합효소제의 첨가가 영양소 소화율에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 건물 및 질소 소화율에 있어서는 AME 처리구와 비교하여 복합효소제 첨가구가 유의적으로 높게 평가되었다 (P<0.05). Radcliffe 등 (1999)은 육성돈에 steered ileo-cecal cannulas를 설치

한 후, 옥수수-대두박 위주 사료에 0.5%의 β -mannanase를 첨가하여 사료를 급여한 후 회장 소화율을 측정하였다. Radcliffe 등 (1999)은 β -mannanase를 첨가하면 건물의 외관상 회장 소화율이 향상되고 에너지의 외관상 분소화율이 향상되었다고 보고하였으며, 이러한 결과는 본 사양시험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 심 등 (2002b)은 옥수수-대두박 위주의 사료에 채종박과 면실박으로 대두박을 각각 2.5% 대체한 사료에 복합효소제의 첨가가 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 복합효소제를 첨가하지 않은 대조구와 비교하여 복합효소제를 첨가한 처리구의 성장율이 유의적으로 높아졌음을 보고하였다. 또한, Min 등 (2002)은 비육돈 사

료에 복합효소제 (phytase, α -galactosides 그리고 β -mannanase를 혼합)의 급여가 외관상 회장 및 분소화율에 미치는 영향을 시험하였다. 시험 결과에서, 복합효소제를 첨가할 경우, 대조구와 비교하여 외관상 회장 건물, 질소, 칼슘, 인 소화율이 유의적으로 증가하였음을 보고하였다.

IV. 요약

본 연구는 양돈사료내 대두박 향영양인자인 α -galactosides와 galatomannan의 분해를 유도하는 α -1,6-galactosidase와 β -1,4-mannanase의 사료내 첨가가 자돈 및 육성돈의 성장과 영양소 소화율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 시험 1은 개시시 체중 10.57 ± 0.30 kg의 3원 교잡종 자돈 60두를 공시하였으며, 시험설계는 옥수수-건조유청-대두박 위주의 사료에 NRC (1998)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구 (CON), 대조구 사료내 복합효소제를 0.1% 첨가한 처리구로 하였다. 사양시험기간동안, 일당증체량에 있어서는 대조구와 비교하여 EC0.1 처리구가 높은 것으로 평가되었으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그러나 사료효율에 있어서는 대조구와 비교하여 EC0.1 처리구가 유의적으로 높게 평가되었다 ($P < 0.05$). 건물과 질소 소화율에 있어서는 대조구와 비교하여 처리구가 향상된 것으로 조사되었다 ($P < 0.05$). 시험 2는 개시시 체중 22.30 ± 0.45 kg의 3원 교잡종 육성돈 36두를 공시하였으며, 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료에 NRC (1998)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구 (AME, adequate ME diet), 대조구 사료내 복합효소제를 0.1% 첨가한 처리구 (AME+EC0.1, Adequate ME diet + 0.1% 복합효소제), 대조구 사료에서 대사에너지 함량을 4% 낮춘 사료에 복합효소제를 0.1% 첨가한 처리구 (LME+EC0.1, Low ME diet + 0.1% 복합효소제)로 하였다. 총 30 일간의 사양시험 기간동안, 일당증체량에 있어

서는 AME 처리구와 비교하여 복합효소제 처리구가 유의적인 성장율이 높은 것으로 조사되었다 ($P < 0.05$). 건물 및 질소 소화율에 있어서는 AME 처리구와 비교하여 복합효소제 첨가구가 유의적으로 높게 평가되었다 ($P < 0.05$). 결론적으로, 자돈 및 육성돈 사료에 복합효소제의 첨가는 성장능력 및 영양소 소화율을 향상시키는 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 (주)에그리브랜드푸리나코리아가 제공한 시험사료를 이용하여 사양시험을 진행하였으며, 이에 감사드립니다.

V. 인용 문헌

1. AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.
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. Calloway, D. H., Colasito, D. J. and Mathews, R. D. 1966. Gases produced by human intestinal flora. *Nature.* 212:1238.
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. Gdala, J., Jansman, A. J. M., Buraczewska, L., Huisman, J. and van Leeuwen, P. 1997. The influence of α -galactosidase supplementation on the ileal digestibility of lupin seed carbohydrates and dietary protein in young pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 67:115-125.
7. Hahn, J. D., Gahl, M. J., Giesemann, M. A., Holzgraefe, D. P. and Fodge, D. W. 1995. Diet

- type and feed form effects on the performance of finishing swine fed beta-mannanase enzyme product Hemicell. *J. Anim. Sci.* 73 (Suppl. 1): 153 (Abstr.).
8. Kim, I. H. 1995. The effects of novel processing on nutritional value of soybeans and cereal grains for nursery, growing, and finishing pigs and lactating sows. Ph. D. Dissertation. Kansas State Univ., Manhattan, KS.
 9. Kim, S. W. 2002. Effect of alpha-1,6-galactosidase, beta-1,4-mannanase on lactation performance in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 80 (Suppl. 2): 58 (Abstr.).
 10. Kim, S. W., Zhang, Z. H., Soltwedel, K. T. and Easter, R. A. 2001. Supplementation of α -1,6-galactosidase and β -1,4-mannanase to improve soybean meal utilization by growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 79 (Suppl. 2): 58 (Abstr.).
 11. 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.).
 12. McNaughton, J. L., Hsiao, H., Anderson, D. and Fodge, D. W. 1998. Corn/soy/fat diets for broilers, beta-mannanase and improved feed conversion. *Poult. Sci.* 77 (Suppl. 1): 153 (Abstr.).
 13. National Research Council, 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10th Edition. National Academy Press, Washington, DC.
 14. Petty, L. A., Cater, S. D., Senne, B. W. and Shriver, J. A. 2002. Effects of β -mannanase addition to corn-soybean meal diets on growth performance, carcass traits, and nutrient digestibility of weanling and growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 80:1012-1019.
 15. Radcliffe, J. S., Robbins, B. C., Rice, J. P., Pleasant, R. S. and Kornegay, E. T. 1999. The effects of Hemicell on digestibilities of minerals, energy, and amino acids in pigs fitted with steered ileo-cecal cannulas and fed a low and high protein corn-soybean meal diet. *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 1): 197 (Abstr.).
 16. 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.
 17. SAS. 1996. SAS user's guide. Release 6.12 edition. SAS Institute. Inc., Cary, NC.
 18. Verma, S. V. S. and McNab, J. M. 1982. Guar meal in diets for broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 23:95-105.
 19. 심영호, 주지환, 김원태, 이승형, 채병조. 2002a. 효소제의 첨가가 이유자돈의 생산성과 영양소 소화율에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회. Proceedings of the 3rd Animal Congress. pp. 236.
 20. 심영호, 주지환, 김원태, 이승형, 채병조. 2002b. 원료사료의 다양성에 따른 효소제의 첨가가 육성돈의 생산성과 회장소화율에 미치는 영향. 한국동물자원과학회 학술발표회. Proceedings of the 3rd Animal Congress. pp. 236.
 21. 최진호. 1984. 대두와 대두박의 사료적 가치. 한국영양사료학회지. 8:115-122.
- (접수일자 : 2002. 10. 10 / 채택일자 : 2003. 2. 11)