

식이유황 MSM(Methyl Sulfonyl Methane) 급여가 돼지의 성장 및 질소와 칼슘 소화율에 미치는 영향

조진호 · 민병준 · 권오석 · 손경승 · 진영걸 · 김해진 · 김인호[†]

단국대학교 동물자원학과

Effects of MSM (Methyl Sulfonyl Methane) Supplementation on Growth Performance and Digestibility of Ca and N in Pigs

J. H. Cho, B. J. Min, O. S. Kwon, K. S. Shon, Y. G. Jin, H. J. Kim and I. H. Kim[†]

Dept. of Animal Resource & Sciences, Dankook University, Chungnam 330-714, Korea

Abstract

For the EXP 1, the objective of this study was to determine the effect of MSM (methyl sulfonyl methane) supplementation on growth performance and nutrient digestibility in pigs. Sixty crossbred (Landrace × Yorkshire × Duroc) pigs (48.15 ± 0.15 kg average initial body weight) were used in a 35 days growth assay. Dietary treatments included 1) Control (basal diet), 2) T1 (basal diet + 0.01% MSM) and 3) T2 (basal diet + 0.02% MSM). For overall period, average daily gain, average daily feed intake and feed efficiency were not significantly different among the treatments ($p > 0.05$). Digestibilities of DM, N, Ca and P were not significant differences ($p > 0.05$). For the EXP 2, the objective of this study was to determine the effect of MSM and antibiotic supplementation on growth performance and nutrient digestibility in pigs. One hundred crossbred (Landrace × Yorkshire × Duroc) pigs (33.85 ± 0.15 kg average initial body weight) were used in a 42 days growth assay. Dietary treatments included 1) Control (basal diet), 2) T1 (basal diet + 0.05% neomycin sulfate, 0.055% oxytetracycline), 3) T2 (Con diet + 0.01% MSM) and T3 (T1 + 0.01% MSM). For overall period, average daily gain and average daily feed intake of pigs fed T3, T2 diets were higher than those of CON diet ($p < 0.05$). Average daily gain was not significantly different between T2 and T3. However, food efficiency of pigs fed CON was the highest among the treatments ($p < 0.05$). Pigs fed T3 diet increased nutrient digestibility compared to other treatments ($p < 0.05$). In conclusion, the results suggest that the dietary addition of MSM and antibiotics into diets for pigs affect growth performance and nutrient digestibility.

Key words: MSM, antibiotic, growth, digestibility, pigs

서 론

식이유황 MSM(methyl sulfuryl methane)은 모든 살아 있는 생물에 존재하는 구성요소이고 사람을 포함한 동물에서 자연적으로 생성된다. 식이유황 MSM은 34%의 황을 함유하는 dimethyl sulfoxide (DMSO)의 산화대사 산물로, 자연적 유기 형태의 생체 이용 가능한 황이며 특히 우유(3.3 ppm), 커피(1.6 ppm), 토마토(0.86 ppm), 옥수수(0.11 ppm) 및 알팔파(0.07 ppm) 등에 함유되어 있다(1).

서양의학에서는 유황을 의약품으로 국부자극제, 피부질환, 변비, 치질 등에 이용하였고 동양에서는 그 독성을 제거 후 사용하면 지혈작용, 신경마비, 냉수족 등을 치료하는 약품으로 사용하였다. 또한 마늘과 양파 추출물에 있는 함유 황 유기화합물은 현대적인 항생제가 나오기 전에는 티푸스, 콜레라, 이질 등 질병의 치료약으로 널리 사용되어 왔으며(2,3)

병원성 미생물의 생육을 억제하는 것으로 보고되고 있다(4).

동물을 이용한 시험에서는 닭의 치료에 무기태 sulphate를 첨가하였을 때 병아리의 성장 및 식이효율이 개선되고 식이유황의 대사가 질소 대사와 밀접한 관계를 가진다는 보고(5)와 sulphate 첨가효과는 함유황 아미노산이 부족하고 cystein이 제한 아미노산일 때 가장 높다는 보고가 있다(6). 이처럼 닭에서 식이유황의 첨가효과는 성장과 식이효율에 영향을 미친다는 보고가 있지만 돼지에서의 식이유황에 관한 연구는 전무한 실정이다.

MSM과 같이 성장촉진 및 질병치료에 효과가 있는 식이 첨가제로써 항생제가 있다. 양돈식에 대한 항생제의 첨가는 성장을, 식이효율의 개선, 질병 예방 및 치료 등의 목적으로 사용되고 있다. 특히 그 효과는 성돈보다는 자돈에서, 위생적인 환경보다는 비위생적인 환경에서, 그리고 급격한 환경변화와 식이변경에 처했을 때 더 유효하다고 한다(7-9).

[†]Corresponding author. E mail: inhokim@dankook.ac.kr
Phone: 82 41 550 3652, Fax: 82 41 553 1618

주요 항생제인 tetracycline은 수의학에서 가축치료에 사용되고 있으며(10) neomycin은 단독으로 급여하는 것보다 다른 항생제와 혼합 급여 시 장염의 치료나 예방효과가 있어 어린 돼지의 성장 능력을 개선하며 폐사율을 감소시키는 효과를 가지고 있다(11,12). 성장촉진용항생제인 nosiheptide의 경우 육성기는 증체량이 13.1%, 식이효율이 7.6% 정도 개선되었으며 비육기에는 증체량이 5.3%, 식이효율이 2.9% 개선되었다는 보고가 있다(13).

따라서 본 연구에서는 인체에서 여러 질병의 치료 목적으로 쓰이며 가축에서는 성장 및 식이효율에 효과가 있는 MSM의 첨가수준에 따른 육성돈의 성장 및 영양소 소화율에 미치는 영향을 알아보기 위한 시험 1과 육성돈에서 항생제 대체제로서 MSM의 첨가가 성장 및 영양소 소화율에서 미치는 효과를 알아보고자 시험 2를 실시하였다.

재료 및 방법

시험동물 및 시험설계

시험 1 : 3원 교잡종(Landrace×Yorkshire ×Duroc) 육성돈 60두를 공시하였으며 시험개시시의 체중은 48.15 ± 0.15 kg이었고 35일간 실시하였다.

시험설계는 Table 1과 같이 옥수수-대두박 위주의 식이에 NRC(14)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구(CON: 기초식이), 대조구 식이 내 MSM 0.01%(T1: 대조구+0.01% MSM), 대조구 식이 내 MSM 0.02%(T2: 대조구+0.02% MSM) 첨가하여 3처리로 하여 처리당 4반복, 반복당 5마리씩 완전임의 배치하였다.

시험 2 : 3원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 육성돈 100두를 공시하였으며 시험개시시의 체중은 33.85 ± 0.15 kg이었고 42일간 실시하였다.

시험설계는 Table 1과 같이 옥수수-대두박 위주의 식이에 NRC(14)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구(CON: 기초식이), 대조구 식이 내 황산네오마이신 0.05%와 OTC (oxytetracycline) 0.055% 첨가한 T1구(T1: 대조구+황산네오마이신 0.05%, OTC 0.055%), 대조구 식이 내 MSM 0.01% 첨가한 T2구(T2: 대조구+0.01% MSM), T1 식이 내 MSM 0.02% 첨가한 T3구(T3: TRT 1+0.02% MSM)로 4처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 5마리씩 완전임의 배치하였다.

시험식이 및 사양관리

기초식은 시험 1과 2에서 동일하게 옥수수-대두박 위주로 3,350 kcal 대사에너지/kg, 18.00%의 조단백질, 0.90%의 라이신, 0.28%의 메치오닌, 0.70%의 칼슘과 0.60%의 인을 함유하였다. 시험식은 가루형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 식이 섭취량은 시험종료 시 측정하여 일당 증체량, 일당식이섭취량, 식이효율을 계산하였다.

Table 1. Control diet composition (as-fed basis)

Ingredients	%
Corn	61.58
Soybean meal	13.56
Wheat grain	10.00
Animal fat	3.36
Rice bran	3.00
Molasses	2.50
Lupin, seeds	2.00
Rapeseed meal	2.00
Tricalcium phosphate	0.79
Limestone	0.63
Salt	0.25
Vitamin/mineral premix ¹⁾	0.22
L-lysine HCL	0.06
Antioxidant (ethoxyquin 25%)	0.05
Chemical composition ²⁾	
Metabolizable energy (kcal/kg)	3,350
Crude protein (%)	18.00
Lysine (%)	0.90
Methionine (%)	0.28
Calcium (%)	0.70
Phosphorus (%)	0.60

¹⁾ Provided per kg of complex 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 thiamin; 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; 0.08 mg of biotin; 70 mg Fe; 0.4 mg of Co; 0.15 mg of Se and 0.5 mg of I.

²⁾ Calculated values.

영양소 소화율 측정

시험 1과 2 모두 영양소 소화율을 측정하기 위하여 시험종료 7일 전부터 표시물로써 산화크롬(Cr₂O₃)을 식이 내 0.2% 첨가하여 급여 후 항분 마사지법으로 분을 채취하여 채취한 분은 60°C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄 후 분석에 이용하였다.

Dry matter 소화율 : 30분간 방냉한 crucible의 항량을 구하고 시료를 2(±0.005) g을 취한 후 drying oven에 넣고 100°C에서 24시간 건조한 다음 꺼내어 desiccator에서 30분간 방냉시킨 후 Crucible의 중량을 측정하였다.

$$DM (\%) = \frac{[100/(\text{시료 Cr}/\text{시료 DM})] - [100/(\text{분 Cr}/\text{분 DM})]}{100/(\text{시료 Cr}/\text{시료 DM})} \times 100$$

Nitrogen 소화율 : 시료 0.4 g과 함께 분해촉진제 10 g을 500 mL Kjeldahl flask에 넣은 후 진한 황산(H₂SO₄) 12 mL을 넣는다. Kjeldahl flask를 Kjeldahl 분해장치에 연결하고 가열 후 Kjeldahl apparatus를 이용하여 증류 후 boric acid 방법으로 적정하여 측정하였다.

$$N (\%) = \frac{1.401 \times M \text{ 농도 (0.1 N HCl factor)} \times 0.1 \text{ N HCl 적정량 (mL)}}{\text{시료무게(mg)}} \times 100$$

Ca 소화율 : 시료의 전처리(2g 정도의 시료를 600°C에서 3시간정도 완전히 회화를 시킨 후 10 mL의 6 N HCl 용액을

가한 후 1일 방치) 후 시료를 100 mL Vol flask에 여과한다. 여과가 끝나면 흔들여 든 후 30분간 방치 후 상기 시료액 5 mL를 250 mL 삼각 flask에 취한다. 혼합용액(NN 지시약 1 mL + triethanolamine 1 mL + 증류수 100 mL + 10% KCN + 8 N NaOH 6 mL)을 첨가 후 0.01 M EDTA 용액으로 적정하고 이때 flask의 용액 색깔이 보라색에서 푸른색으로 변하는 시점에서 2~3방울 더 가하여 이때 적정량을 기록하였다.

$$Ca (\%) = \frac{0.01 \text{ M EDTA 적정량} \times 0.04008 \times \text{회석배수}}{(200) \times F (0.01 \text{ M EDTA 용액 factor})} \times 100$$

시료무게 (mg)

P 소화율 : Ca 분석시 전 처리된 시료액 100 mL Vol flask에서 시료액 5 mL을 tube(50 mL)에 넣은 후 증류수 45 mL을 첨가하여 10배 희석한다. 시료액 10 mL와 발색제(ammonium molybdate 20 g + ammonium metavanadate 0.47 g + HNO₃ 140 mL 증류수로 희석) 10 mL을 혼합 후 5~10분간 방치하고 430 nm spec(Shimadzu, UV-1201, Japan)에서 흡광도를 측정한다.

$$P (\%) = \frac{\text{ppm (흡광도} \times \text{factor)} \times \text{회석배수}}{\text{시료무게 (mg)}} \times 100$$

화학분석

사료의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC(15)에 의해 분석하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 성적은 SAS(16)의 General Linear Model Procedure를 이용 Ducan's multiple range test(17)로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

시험 1

사양성적 : 사양시험동안 시험식이를 급여한 돼지의 일당증체량, 일당식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 사양시험기간동안 일당증체량, 일당식이섭취량 및 식이효율은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. Lovett 등(18)은 0.55%의 함유황 아미노산을 함유하는 자돈 식이 내 methionine, choline과 sulphate를 첨가하였을 때 돼지의 성장을 개선하지 못하였다고 보고하였다. Methionine 함량이 0.2% 낮은 식이에서 sulphate의 첨가는 병아리의 성장을 개선하였지만 유의적인 차이를 보이지 않았다는 보고(19)와 Sasse와 Baker(6)는 병아리 식이 내 함유황 아미노산이 부족하고 (0.40%) cystine이 제1제한 아미노산일 때 sulphate의 첨가는 성장을 개선하였으나 methionine이 제1제한 아미노산인 옥수수-대두박을 기초로 하는 돼지 식이의 경우는 sulphate 첨가는 효과가 없었다고 보고하였다. 따라서 함유황 아미노산이 부족한 식이 내에서는 sulphate의 첨가는 함유황 아미

Table 2. Effect of MSM supplementation on growth performance¹⁾

	CON	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
0~35 days				
ADG ⁴⁾ (g)	669	704	658	33
ADFI ⁴⁾ (g)	1999	2018	1874	56
Gain/Feed	0.334	0.348	0.351	11

¹⁾Sixty pigs with average initial body weight of 48.15±0.15 kg (SD).

²⁾T1, CON diet+MSM 0.01%; T2, CON diet+MSM 0.02%.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾ADG, average daily gain; ADFI, average daily feed intake.

노산의 일부를 대치하여 성장을 개선할 수 있으나 함유황 아미노산을 충족시킨 식이 내에서는 sulphate의 첨가는 성장 개선 효과가 없는 것으로 여겨지며 이에 대한 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

영양소 소화율 : 식이유황의 급여가 돼지의 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3과 같다. 건물과 질소 소화율에 있어서는 T2 처리구가 높은 경향을 보였으나 처리구간 유의적인 차이는 없었다. Choi와 Han(5)은 유황의 대사는 질소 대사와 밀접한 관계를 갖는다고 보고하였다. 하지만 본 시험에서는 질소 소화율의 증가를 발견할 수 없었다. 이러한 결과는 위내 미생물은 모든 유황을 다 이용하여 함유황 아미노산을 합성하고 이것을 소화에 이용하는 반추동물과는 달리 돼지에서는 유황의 첨가가 위내 미생물 층에 영향을 미치지 않는 것으로 여겨지고 식이 내 식이유황이 영양소 이용율에 미치는 영향에 관한 연구가 필요하리라 사료된다.

시험 2

사양성적 : 사양시험동안 시험식이를 급여한 육성돈의 일당증체량, 일당식이섭취량 및 식이효율은 Table 4와 같다. 일당증체량은 T3 처리구에서 가장 높았고(p<0.05) T2 처리구, T1 처리구, 대조구(CON) 순으로 나타났다. 일당식이섭취량에서도 역시 T3 처리구가 가장 높았고(p<0.05) T2, T1, 대조구 순으로 나타났다. 일당증체량이 본 시험에서는 대조구에 비해 T2 처리구가 높아 유의적인 차이를 보여 시험 1의 결과와 차이가 있었다. 유황의 체내 이용성은 사료내 유기태와 무기태 유황의 비율에 따라 변한다는 보고(20)가 있다. 돼지 식이 내 각종 질병 예방 및 치료하고 병원성 미생물의

Table 3. Effect of MSM supplementation on nutrient digestibility¹⁾

Item	CON	T1 ²⁾	T2 ²⁾	SE ³⁾
Dry matter	69.94	69.81	70.02	0.96
Nitrogen	62.90	62.83	63.90	1.10
Calcium	51.38	51.57	51.71	1.68
Phosphorus	45.35	45.40	47.06	1.97

¹⁾Sixty pigs with average initial body weight of 48.15±0.15 kg (SD).

²⁾T1, CON diet+MSM 0.01%; T2, CON diet+MSM 0.02%.

³⁾Pooled standard error.

Table 4. Effects of MSM and antibiotic supplementation on growth performance¹⁾

	CON	T1 ²⁾	T2 ²⁾	T3 ²⁾	SE ³⁾
0~42 days					
ADG ⁴⁾ (g)	645 ^{b5)}	723 ^{ab}	773 ^a	795 ^a	36
ADFI ⁴⁾ (g)	1227 ^c	1434 ^b	1595 ^a	1622 ^a	48
Gain/Feed	0.528 ^a	0.515 ^{ab}	0.479 ^{ab}	0.507 ^b	15

¹⁾One hundred pigs with average initial body weight of 33.85 ± 0.15 kg (SD).

²⁾T1, CON diet + neomycin sulfate 0.05% + OTC 0.055%; T2, CON diet + MSM 0.01%; T3, CON diet + neomycin sulfate 0.05% + OTC 0.055% + MSM 0.01%.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾ADG, average daily gain; ADFI, average daily feed intake.

⁵⁾Means in the same row with different superscripts differ (p < 0.05).

생육을 억제하는 효능을 가진 식이유향의 첨가가 성장에 미치는 영향에 관한 체계적인 연구가 필요하리라 사료된다. 식이 중 항생제 첨가가 유해한 미생물이 성장을 억제, 파괴하여 미생물에 의한 소화기관의 손상을 치료 예방하여 성장을 촉진시켰다는 보고(21,22)가 있으며, 유향의 함량에 따라 소장에서 methionine의 흡수에 영향을 미친다고 하였다(20). 본 시험에서 T3구의 이러한 연구 결과에 따라서 식이유향과 항생제의 혼합 급여는 T3 처리구의 성장에 영향을 미친 것으로 사료된다.

영양소 소화율: 식이유향과 항생제의 급여가 육성돈의 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 5와 같다. 영양소 소화율의 경우 T3구가 다른 처리구에 비해 증가하는 경향을 보였다(p < 0.05). 본 시험의 결과는 Choi와 Han(5)의 연구결과인 유향의 대사는 질소 대사와 밀접한 관계를 갖는다는 보고와는 일치하였으나 Min 등(23)의 항생제의 첨가가 돼지의 영양소 소화율에 큰 영향을 미치지 않았다는 보고와 Yoo 등(24)의 육성돈 식이에 항생제를 첨가하였더니 영양소 이용율에 있어서 역시 아무런 효과를 보지 못하였다는 보고와는 상이한 결과를 나타냈다. 본 시험에서 식이유향과 항생제를 혼합 급여한 처리구에서 영양소 소화율이 개선되었으나 시험 1과 2의 결과에서 볼 수 있듯이 식이유향의 식이 내

Table 5. Effect of MSM and antibiotic supplementation on nutrient digestibility¹⁾ (%)

Item	CON	T1 ²⁾	T2 ²⁾	T3 ²⁾	SE ³⁾
Dry matter	73.01 ^{d4)}	76.43 ^b	74.54 ^c	78.52 ^a	0.33
Nitrogen	68.16 ^d	71.10 ^c	73.99 ^b	75.87 ^a	0.34
Calcium	53.27 ^c	55.75 ^b	55.20 ^{bc}	61.27 ^a	0.69
Phosphorus	56.59 ^c	59.72 ^{ab}	56.62 ^b	62.64 ^a	1.55

¹⁾One hundred pigs with average initial body weight of 33.85 ± 0.15 kg (SD).

²⁾T1, CON diet + neomycin sulfate 0.05% + OTC 0.055%; T2, CON diet + MSM 0.01%; T3, CON diet + neomycin sulfate 0.05% + OTC 0.055% + MSM 0.01%.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾Means in the same row with different superscripts differ (p < 0.05).

첨가가 영양소 소화율에 미치는 영향을 정확히 결론 짓기는 무리가 따르리라 생각되며, 식이내 식이유향의 체계적인 연구가 필요하리라 사료된다.

요 약

본 연구는 식용유향으로 사용되고 있는 MSM(methyl sulfonyl methane)을 돼지 식이에 첨가하였을 때 성장 능력과 영양소 소화율에 미치는 영향을 평가하기 위하여 실시하였다. 시험 1에서는 3원 교잡종(Landrace × Yorkshire × Duroc) 육성돈 60두를 공시하였으며 시험개시시의 체중은 48.15 ± 0.15 kg이었고 35일간 실시하였다. 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 식이로서 처리한 대조구(Conrol: 대조구), 대조구 식이내 MSM 0.01%(T1: 대조구 + 0.01% MSM), 0.02%(T2: 대조구 + 0.02% MSM)로 3처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 5마리씩 완전임의 배치하였다. 일당증체량과 일당식이섭취량은 T1 처리구가 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다(p > 0.05). 식이효율과 영양소 소화율 역시 처리구간에 유의적인 차이가 없었다(p > 0.05). 시험 2에서는 3원 교잡종 육성돈 100두를 공시하였으며, 시험 개시시 체중은 38.85 ± 0.15 kg이었다. 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 기초식이 대조구(CON), 대조구 식이에 황산네오마이신 0.05%, OTC (oxytetracycline) 0.05% 첨가구(T1), 대조구 식이에 MSM 0.01% 첨가구(T2) 및 대조구 식이에 황산네오마이신 0.05%, OTC 0.05%와 MSM 0.01% 첨가구(T3)로 4개 처리로 하였다. 일당증체량은 MSM 0.01% 첨가한 T2구와 항생제와 MSM 0.01% 첨가한 T3구가 유의적으로 높았다(p < 0.05). 일당식이섭취량에서는 T2 처리구와 T3 처리구에서 증가함을 보였다(p < 0.05). 식이효율은 대조구에서 가장 높은 경향을 보였다(p < 0.05). 결론적으로, 시험 1과 2에서 알 수 있듯이 돼지에 있어 사료내 MSM의 첨가는 성장율을 향상시킬 것으로 기대되고 앞으로 많은 연구가 필요할 것으로 사료되며 항생제와의 혼합 첨가는 성장율과 영양소 소화율을 향상시키는 효과가 있을 것으로 사료된다.

문 헌

1. Pearson TW, Dawson HJ, Lackey HB. 1981. Natural occurring levels of dimethyl sulfoxide in selected fruits, vegetables, grains, and beverages. *J Agric Food Chem* 29: 1081-1091.
2. Block E. 1986. The art and science. In *Folk medicine*. Steiner RP, ed. American Chemical Society, Washington, DC. p 125-137.
3. Block E. 1992. The organosulfur chemistry of the genus allium-Implications for the organic chemistry of sulfur. *Angew Chem Int Fd Engi* 31: 1135-1178.
4. Kumar M, Berwal JS. 1998. Sensitivity of food pathogens to garlic (*Allium sativum*). *J Appl Microbiol* 84: 213-215.
5. Choi JH, Han IK. 1974. Effects of substitution of sodium on sodium sulphate for methionine on performance and nu-

- trient metabolism of broiler chickens. *Korea J Ani Sci* 16: 20-36.
6. Sasse CE, Baker DH. 1974. Factors affecting sulphate-sulphur utilization by young chick. *Poultry Sci* 53: 652-670.
 7. Hawbaker JA, Diaz F, Speer VC, Hay and Catron DV. 1960. The effect of oleandomycin on the performance of the young growing pigs. *J Anim Sci* 19: 938-945.
 8. Hay VW. 1978. The role of antibiotics in efficient livestock production. In *Nurt. and Drug Interrelations*. Hathcock JN, Coon J, eds. Academic Press, NY. p 545.
 9. Wachholz DE, Heidenriech CJ. 1970. Effect of tyrosne on swine growth in two environment. *J Anim Sci* 31: 1014-1021.
 10. FEDESA. 1998. The use of antibiotics in animals (internet communication). Available at <http://www.fedesa.be/eng/PublicSite/xtra/ABKit/abkit.htm>.
 11. Crum RC Jr. 1971. Complementary action of neo-terramycin in pig starter ration. Proc. of Pfizer 19th Anu. Res. Conf. p 22.
 12. Hawbaker JA. 1966. The effect of neoterramycin on broilers and weanling pigs. Proc. of Pfizer 14th Anu. Res. Conf. p 58.
 13. Cromwell GL, Stahly TS, Speer VC, Kelly RO. 1984. Efficacy of nosiheptide as a growth promoter for growing-finishing swine. *J Anim Sci* 59: 1125-1140.
 14. NRC. 1998. *Nutrient Requirement of Swine*. 10th ed. National Academy Press, Washington DC, USA. p 110.
 15. AOAC. 1995. *Official Method of Analysis*. 16th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA. p 152-164.
 16. SAS. 1996. *SAS User Guide*. Release 6.12 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
 17. Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics* 11: 1-42.
 18. Lovett TD, Coffey MT, Miles RD, Combs GE. 1986. Methionine, choline and sulphate interrelationships in the diet of weanling swine. *J Anim Sci* 63: 467-471.
 19. Miller D, Biddle GN, Bauersfeld Jr, Cuppett SL. 1974. Soybean meal diets supplemented with sulphate, methionine and fishery products. *Poultry Sci* 53: 226-234.
 20. Michels FG, Smith JT. 1965. A comparison of the utilization of organic and inorganic sulphur by rat. *J Nurt* 87: 217-222.
 21. Hay VW, Muir WM. 1979. Efficacy and safety of feed additive uses of antibacterial drugs in animal production. *Can J Anim Sci* 59: 447-458.
 22. Noh SH, Moon HK, Han IK, Shin IS. 1995. Effect of dietary growth promoting substances on growth performance in pigs. *Korean J Anim Sci* 37: 66-72.
 23. Min TS, Han IK, Chung IB, Kim IB. 1992. Effects of dietary supplementation with antibiotics, sulfur compound, copper sulfate, enzyme and probiotics on the growing performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Kor J Anim Nurt Feed* 16: 265-274.
 24. Yoo MI, Han IK, Kwon K, Sohn KS, Kang SW. 1985. Growth-stimulating effect of virginiamycin for growing-finishing swine. *Kor J Anim Sci* 27: 284-287.

(2004년 10월 22일 접수; 2005년 3월 3일 채택)