



비육돈에 있어서 영양소 및 원료 첨가수준이 다른 사료의 급여가 생산성, 혈중 요소태질소 및 육질특성에 미치는 영향

신승오 · 조진호 · 진영걸 · 김해진 · 유종상 · 왕 원 · 황염 · 김인호*
단국대학교 동물자원학과

Effects of Dietary Nutrient Levels on Growth Performance, Blood Urea Nitrogen, and Meat Quality in Finishing Pigs

Seung-Oh Shin, Jin-Ho Cho, Hae-Jin Kim, Ying-Jie Chen, Jong-Sang Yoo,
Yuan Wang, Yan Huang, and In-Ho Kim*

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

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate effects of dietary nutrient levels on growth performance, blood urea nitrogen, and meat quality in finishing pigs. A total of ninety six pigs (Landrace×Yorkshire×Duroc) were used in this 66 day study. Dietary treatments included 1) T1 (ME 3,441 kcal/kg, CP 16.30%, Lysine 0.93%), 2) T2 (ME 3,433 kcal/kg, CP 17.00%, Lysine 1.00% and 3) T3 (ME 3,449 kcal/kg, CP 17.00%, Lysine 1.00%). During the overall period, there were no significant differences in ADG (average daily gain), ADFI (average daily feed intake), gain/feed ratio or BUN (blood urea nitrogen) among the treatments ($p>0.05$). The b^* value of *M. longissimus dorsi* muscle color significantly increased ($p<0.05$) with T3 treatment compared to T2 treatment. However, there were no differences in the L^* and a^* values, pH, *M. longissimus dorsi* area, drip loss, cooking loss, TBARS and WHC (water holding capacity) for pigs fed the various treatments ($p>0.05$). The total feed cost per kg of weight gain was not significantly different among the various dietary treatments ($p>0.05$). In conclusion, these results show no effects of dietary nutrient levels on growth performance and meat quality in finishing pigs, and also suggest that a high nutrient density diet may not be a beneficial feeding strategy for finishing pigs in terms of cost.

Key words : nutrient levels, growth performance, blood urea nitrogen, meat quality, finishing pigs

서 론

돼지는 주로 배합사료에 의해 사육이 이루어지고 있으며, 연간 5,169천톤에 달하는 양돈용 사료의 대부분을 수입에 의존하고 있다. 또한, 전체 생산비의 60% 이상이 사료비에 해당되는 점을 감안해 보면 양돈산업의 경쟁력을 약화시키는 주된 원인이 되고 있다(Kim *et al.*, 1992). 2006년 9월말 경부터 주요 곡물가격은 계속 상승하고, 이러한 영향으로 수입 원료에 절대적으로 의존하고 있는 국내 양돈산업은 큰 타격을 받고 있으며, 곡물 가격의 급등은 사료 원료비 상승에 따른 배합사료의 가격 상승으로 이어지

게 되었다. 양돈사료 중 에너지 원료 및 단백질 원료로 사용되고 있는 곡류와 박류는 80% 이상에 해당하는 높은 비중을 차지하며, 그 중 옥수수는 양돈 사료의 주요 에너지원으로 배합사료의 50-70%를 차지하여 돼지 생산에 있어 가장 이상적인 에너지원으로 사용되고 있다(Lee *et al.*, 2001).

대표적인 사료용 곡물인 옥수수와 밀은 2005년 및 2006년도 11월까지의 국내 수입량은 각각 6,056 천톤, 1,137 천톤 및 6,096 천톤, 1,200 천톤이었다. 2006년도 옥수수와 밀의 수입단가는 각각 톤당 약 140 US\$, 약 138 US\$이었으며 옥수수와 밀의 수입액은 2005년 및 2006년도에 약 9,380억 원 및 9,600억 원이었다. 저가의 사료원료 수출을 주도해오던 국가들이 자국내의 축산업 발전에 따라 사료원료 수출물량 감소 내지는 제한 현상이 초래되고 있다(한 등, 2000). 또한, 2005년 기준으로 미국내 약 3,550

*Corresponding author : In-Ho Kim, Dept. Animal Resource and Science, Dankook University, Cheonan 330-714, Korea. Tel: 82-41-550-3652, Fax: 82-41-565-2949, E-mail: inhokim@dankook.ac.kr

만톤 이상의 옥수수는 에탄올 생산에 이용되고 있으며, 국내 옥수수 사용량이 지속적으로 증가하고 있어 사료원료 가격상승의 주요 원인이 되고 있다.

사료비용의 상승에 따른 양돈 생산비를 줄이기 위해서는 사료의 적정 에너지 수준 및 영양소 수준에 따른 사료를 공급해야 하며, 높은 원가의 사료원료를 줄이고 이를 대체 할 수 있는 낮은 원가의 사료원료를 사용하여 배합 사료의 원가를 절감하는 노력이 필요하다고 판단된다. 또한, 양돈 산업의 지속적인 발전을 위해서는 체계적, 경제적인 영양소 수준에 따른 단계별 사양관리 및 최종산물인 도체와 돈육품질에 대한 연구가 적절히 병행되어야 한다.

따라서, 본 연구에서는 영양소 및 원료첨가 수준과 사료 원가를 달리하는 사료를 비육돈에 급여하여 생산성, 육질특성 및 경제성 분석을 통한 비육돈의 경제적인 영양소 수준, 사료원가 절감 효과 및 육질에 미치는 영향에 대해 알아보기 위하여 시험을 실시하였다.

재료 및 방법

시험동물 및 시험설계

110일령 3원 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 비육돈 96두를 공시하였으며, 시험 개시시의 체중은 63.50 ± 1.17 kg이었다. 단국대학교 부설 시험농장에서 66일간 사양시험을 실시하였다.

실험설계는 1) T1 (ME 3,441 kcal/kg, CP 16.30%, Lysine 0.93%) 2) T2 (ME 3,433 kcal/kg, CP 17.00%, Lysine 1.00%) 및 3) T3 (ME 3,449 kcal/kg, CP 17.00%, Lysine 1.00%)로 3개 처리를 하여 처리당 8반복, 반복당 4두씩 완전임의 배치하였다.

시험사료와 사양관리

시험사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 가루형태로 자유채식토록 하였고(Table 1), 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 조절하였다.

조사항목 및 방법

1) 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율

체중 및 사료 섭취량은 시험 개시시와 종료시에 각각 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율을 계산하였다.

2) 혈중 요소태질소

혈액 채취는 사양시험 개시시와 종료시에 각각 처리당 임의로 7두를 선발하여 경정맥(jugular vein)에서 vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, USA)를 이용하여 혈액 5 mL 채취하여 4°C에서 2,000×g로 30분간 원심 분리하여 얻은 혈청을 자동 생화학분석기(Hitachi 747,

Table 1. Formula and chemical composition of the experiment diets

Ingredients (%)	T1	T2	T3
Corn	50.95	54.55	47.16
SBM	21.81	25.46	24.37
Wheat	10.00	6.00	12.00
Tallow	5.00	4.90	4.90
Molasses	4.00	3.50	4.00
Rice bran	2.00	1.60	2.00
Wheat bran	1.50	0.50	1.50
Rapeseed meal	1.20	1.00	1.40
Limestone	0.86	0.80	0.66
Salt	0.30	0.25	0.25
Dicalcium phosphate	1.00	1.01	1.32
L-Lysine HCl	0.10	0.12	0.13
Vitamin/mineral Premix ¹⁾	0.20	0.22	0.22
Antioxidant (Ethoxyquin 25%)	0.05	0.05	0.05
Choline-50 (Liq)	0.03	0.04	0.04
Chemical composition ²⁾			
ME (kcal/kg)	3,441	3,433	3,449
Crude protein (%)	16.30	17.00	17.00
Lysine (%)	0.93	1.00	1.00
Calcium (%)	0.72	0.70	0.71
Phosphorus (%)	0.55	0.54	0.61

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 of Fe; 0.4 mg of Co; 0.15 mg of Se and 0.5 mg of I.

²⁾ Calculated values.

Japan)로 Marsh 등(1965)의 방법에 따라 blood urea nitrogen(BUN)을 측정하였다.

3) 육질분석

육질 분석에 사용된 돈육은 도살 후 4°C 냉장고에 24시간 저장 후, 각 처리구 별로 6두씩을 선별하여 반도체 등심 부위(*M. longissimus dorsi*)를 분할 정형하여 분석에 이용하였다. 육색은 chromameter(CR-210, Minolta Co., Japan)를 사용하여 각 sample 당 5회 반복하여 측정하였으며, 이때 표준색판은 $L^*=89.2$, $a^*=0.921$, $b^*=0.783$ 으로 하였다. 육안검사는 5명의 관능검사요원을 구성하여 수행하였으며, NPPC 기준안에 의해 신선육의 육색(color: 1-5), 근내지방도(marbling: 1-5), 경도(firmness: 1-5)를 조사하였다. pH는 도축 24시간 후에 5번째와 6번째 늑골 사이의 등심부위를 채취하여 pH meter(77P, Istek, Korea)를 이용하여 측정하였다. 등심단면적은 구적기(MT-10S, MT precision, Japan)를 이용하여 등심단면적을 측정하였고, 드립감량(drip loss)은 시료를 2 cm 두께의 일정한 모양으로 절단한 후 polyethylene bag에 넣어 4°C에서 6일간 보관하면서 발생하는 감량을 측정하였다.

가열감량(cooking loss)은 시료를 일정한 모양으로 절단하여 무게를 측정 후, polyethylene bag에 넣고 75°C 항온수조에서 30분간 가열하고 상온에서 30분간 방냉시킨 후 시료의 무게를 측정하여 가열감량을 측정하였다.

$$\text{가열감량} = \frac{\text{가열전 시료의 무게} - \text{가열후 시료의 무게}}{\text{가열전 시료의 무게}} \times 100$$

보수력(water holding capacity)은 Hofmann 등(1982)의 방법으로 전체면적과 육의 면적의 비율을 기록하여 측정하였으며, 지방산패도(TBARS) 분석은 Witte 등(1970)의 Thiobarbituric acid(TBA)가 측정법을 이용하여 분석하였다.

4) 경제성 분석

시험기간에 섭취한 총 사료의 비용을 증체량으로 나누어 경제성을 분석하였다.

통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model procedure를 이용하여 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

생산성

비육돈에 있어 영양소 및 원료첨가 수준이 다른 사료의 급여가 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 종료시 체중, 사료섭취량 및 사료효율에 있어서는 전체 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며($p>0.05$), 일당 증체량에서도 T2 처리구가 수치상으로 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). Tjong 등(1972)은 23.1 kg부터 45.4 kg까지 조단백질 19.1%와 16.1%의 사료를 급여한 후 45.4 kg부터 94.1 kg까지 조단백질 16.0%와 13.0%의 사료를 급여한 처리구에서 일당증체량이 760 g과 800 g으로 처리구 간에 유의적인 차이가 없다고 보고하였으며,

Table 2. Effects of dietary nutrient and ingredients levels on growth performance in finishing pigs

Items	T1 ¹⁾	T2 ¹⁾	T3 ¹⁾	SE ²⁾
0-66 days				
Initial weight (kg)	63.50	63.50	63.49	1.17
Final weight (kg)	115.1	117.6	116.6	2.0
ADG ³⁾ (kg)	0.782	0.820	0.804	0.024
ADFI ⁴⁾ (kg)	2.565	2.533	2.513	0.074
Gain/Feed	0.305	0.324	0.320	0.006

¹⁾ Abbreviated T1; ME 3,441 kcal/kg, T2; ME 3,433 kcal/kg and T3; ME 3,449 kcal/kg.

²⁾ Pooled standard error.

³⁾ Average daily gain.

⁴⁾ Average daily feed intake.

Richard와 Libal(1983)은 25 kg부터 79 kg까지 조단백질 16%의 육성돈 사료를 급여한 처리구와 25 kg부터 52 kg까지 16%의 육성돈 사료를 급여하고 52 kg부터 79 kg까지 조단백질 14%의 비육돈 사료를 급여한 처리구에서 일당증체량이 750 g과 760 g으로 처리구간에 유의적 차이가 없었고 보고하였다. 또한, Kwon 등(2000)은 육성돈에 62일간 고영양소 사료를 급여한 처리구와 저영양소 사료를 급여한 처리구 및 고영양소 사료를 32일간 급여하고 저영양소 사료를 30일간 급여한 처리구에서 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료효율이 각 처리간에 유의적인 차이가 없다고 보고하여 본 시험과 유사한 결과를 나타내었다. Noblet 등(1987)은 라이신 수준이 증가할수록 일당증체량과 사료요구율이 개선되었다고 보고하였고, Kim 등(1995)은 에너지 수준과 라이신 수준이 높을수록 증체량과 사료요구율이 개선되었다고 보고하였다. 본 시험에서는 라이신 수준에 따른 생산성에 차이가 나타나지 않았으며, 이러한 결과는 시험사료의 에너지 수준이 유사하였기 때문인 것으로 사료된다.

본 시험의 결과는 에너지 수준이 유사한 경우, 조단백질과 라이신의 수준에 따른 생산성에 유의적 차이가 나타나지 않는 것으로 사료된다.

혈중 요소태 질소

비육돈에 있어 영양소 및 원료첨가 수준이 다른 사료의 급여가 혈중 요소태 질소에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 시험개시 및 종료 시 측정된 혈중 요소태 질소(BUN) 함량은 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$). Eggum(1970)은 혈중 요소태 질소는 단백질 분해의 최종 산물로서 과량의 단백질 흡수는 혈중 요소태 질소의 함량을 증가시키고 뇨내 요소의 배출을 증가시킨다고 하였다. 일반적으로 근육내 질소 축적과 단백질 합성이 증가하면 혈중 요소태 질소 함량이 감소한다고 보고하였다(Enrigh *et al.*, 1990). Chen 등(1995, 1996)과 Gomez 등(1998)은 BUN 함량은 저단백질 사료를 급여한 돼지보다는 고단백질 사료를 급여한 돼지에서 더 높게 나타났다고 보고하였다. 또한, Kwon 등(2000)은 처리구 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, BUN 함량은 전체적으로

Table 3. Effects of dietary nutrient and ingredients levels on BUN concentration in blood of finishing pigs

Items	T1 ¹⁾	T2 ¹⁾	T3 ¹⁾	SE ²⁾
BUN ³⁾ (mg/dL)				
Initial	13.68	14.80	14.48	1.08
Final	16.40	16.91	16.76	1.26

¹⁾ Abbreviated T1; ME 3,441 kcal/kg, T2; ME 3,433 kcal/kg and T3; ME 3,449 kcal/kg.

²⁾ Pooled standard error.

³⁾ Blood urea nitrogen.

고영양소 사료를 섭취한 처리구가 저영양소 사료를 섭취한 처리구 보다는 높게 나타났다고 보고하여 본 시험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

본 연구결과에서 서로간의 유의적인 차이는 보여주지 못했지만($p>0.05$) 고단백질 사료의 급여 시 BUN 함량이 증가하는 경향을 보였으며, 사료 내 단백질 수준에 따른 체내 단백질 흡수 및 이용성에 관한 체계적인 연구가 필요하다고 사료된다.

육질 특성

비육돈에 있어 영양소 및 원료첨가 수준이 다른 사료의 급여가 육질특성에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 육색에서는 명도를 나타내는 L*값과 적색도를 나타내는 a*값 및 관능평가 결과에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 황색도를 나타내는 b*값은 T3 처리구가 T2 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($p<0.05$). Dugan 등(1999)은 급여하는 사료에 따라 육색이 변할 수도 있다고 보고하였다. 그러나, Lee 등(2003)은 사료변화의 영양소 수준에 따른 사료급여 시 고영양소 사료를 급여한 처리구가 황색도가 유의적으로 낮게 나타나 본 시험과 상이한 결과를 나타내었다.

육의 pH, 등심단면적, 드립감량, 조리감량, TBARS 및 보수력은 전체 처리구 간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). Warriss와 Brown(1987)은 최종 pH가 낮을수록 육즙 손실

Table 4. Effects of dietary nutrient and ingredients levels on meat quality in finishing pigs

Items	T1 ¹⁾	T2 ¹⁾	T3 ¹⁾	SE ²⁾
Meat color				
Lightness (L*)	46.37	46.17	48.40	0.80
Redness (a*)	13.88	13.92	14.66	0.47
Yellowness (b*)	6.15 ^{ab}	5.95 ^b	7.02 ^a	0.29
Sensory evaluation				
Color	3.00	2.83	2.83	0.17
Marbling	2.45	2.20	2.35	0.08
Firmness	1.67	1.83	2.33	0.31
Drip loss (%)				
2 days	6.20	4.62	3.16	1.09
4 days	8.11	6.41	4.90	0.97
6 days	9.42	7.69	6.23	1.18
pH	5.47	5.50	5.49	0.02
<i>M. longissimus dorsi</i> area (cm ²)	41.67	41.56	41.58	3.07
Cooking loss (%)	20.55	19.76	22.11	0.92
TBARS (mgMA/kg)	0.24	0.33	0.38	0.11
Water holding capacity (%)	33.51	33.74	34.17	2.05

¹⁾ Abbreviated T1; ME 3,441 kcal/kg, T2; ME 3,433 kcal/kg and T3; ME 3,449 kcal/kg.

²⁾ Pooled standard error.

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

Table 5. Effects of dietary nutrient and ingredients on economic analysis in finishing pigs

Items	T1 ¹⁾	T2 ¹⁾	T3 ¹⁾	SE ²⁾
Feed cost (won/kg)	212.29	213.93	215.33	-
Total feed intake (kg)	169.27	167.23	166.73	4.66
Total feed cost (won)	35,933	35,484	35,385	992
Total weight gain (kg)	52.59	53.13	51.10	0.97
Feed cost per gain (won/kg)	683.15	667.05	693.19	15.33

¹⁾ Abbreviated T1; ME 3,441 kcal/kg, T2; ME 3,433 kcal/kg and T3; ME 3,449 kcal/kg.

²⁾ Pooled standard error.

이 많이 발생한다고 보고하였다. 본 시험에서는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나($p>0.05$), pH가 낮은 처리구에서 육즙 손실이 많은 경향을 나타내었다.

본 시험의 연구결과 영양소 및 원료첨가 수준의 차이가 돈육의 특성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

경제성 분석

경제성 분석은 시험기간에 섭취한 총 사료의 비용을 증체량으로 나누어 계산하였고, 1 kg 증체에 요구되는 사료비는 Table 5에 나타내었다. 1 kg 증체에 요구되는 사료비는 T1 처리구가 683원, T2 처리구가 667원, T3 처리구가 693원으로 처리구간에 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). Kwon 등(2000)은 비육돈 사료에 고영양소 사료의 급여가 고-저영양소 사료 및 저영양소 사료에 비해 1 kg 증체에 요구되는 사료비가 높게 나타났으며, 성장능력은 개선할 수 없었다고 보고하여 본 시험과 유사한 결과를 나타내었다.

결과적으로 비육돈에 있어 고영양소 사료의 급여는 생산비를 증가시키나 생산성에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 비육돈에 있어서 영양소 및 원료첨가 수준이 다른 사료의 급여가 생산성, 혈중 요소태질소 및 육질특성에 미치는 영향에 대해 평가하기 위하여 시험을 실시하였다. 3월 교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 비육돈 96두를 공시하였으며 시험 개시시 체중이 63.50±1.17 kg이었고 66일간 개체별 사양시험을 실시하였다. 실험체계는 1) T1 (ME 3,441 kcal/kg, CP 16.30%, lysine 0.93%) 2) T2 (ME 3,433 kcal/kg, CP 17.00%, lysine 1.00%) 및 3) T3 (ME 3,449 kcal/kg, CP 17.00%, lysine 1.00%)로 3개 처리를 하여 처리당 8반복, 반복당 4두씩 완전임의 배치하였다. 사양시험 기간 동안 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료효율 및 혈중 요소태 질소 농도는 처리구간 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 육색에서는 황색도를 나타내는 b*값은 T3 처리구가 T2 처리구와 비교하여 유의적으로 증

가하였다($p < 0.05$). 하지만, L*값, a*값, pH, 등심단면적, 드립감량, 조리감량, TBARS 및 보수력은 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 1 kg 증체에 요구되는 사료비는 T3 처리구가 높게 나타났으나 처리구간에 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 결론적으로, 본 시험의 결과는 비육돈에 있어서 영양소 및 원료첨가 수준의 차이가 생산성, 육질특성에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

참고문헌

- Chen, H. Y., Lewis, A. J., and Miller, P. S. (1996) The effects of dietary protein concentration on performance and visceral organ mass in finishing arrow and gilt. University of Nebraska. Swine Rep. pp. 25-27.
- Chen H. Y., Miller, P. S., Lewis, A. J., Wolverton, C. K., and Stroup, W. W. (1995) Change in plasma urea concentration can be used to determine protein requirement of two populations of pigs with different protein accretion rates. *J. Anim. Sci.* **73**, 2631-2639.
- Dugan, M. E. R., Aalhus, J. L., Jeremiah, L. E., Kramer, J. K. G., and Schaefer, A. L. (1999) The effects feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.* **79**, 45-51.
- Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* **11**, 1-14.
- Eggum, B. O. (1970) Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. *Br. J. Nutr.* **24**, 983-988.
- Enrigh, W. J., Quirke, J. F., Gluckman, P. D., Breier, B. H., Kennedy, L. G., Hart, I. C., Roche, J. F., Coert, and Alten, P. (1990) Effects of long term administration of pituitary-derived bovine growth hormone and estradiol on growth in steers. *J. Anim. Sci.* **68**, 2345-2356.
- Gomez, S., Philip, S. M., Lewis, A. J., and Chen, H. Y. (1998) Responses of barrows consuming a diet formulated on an ideal protein basis at different feeding levels. University of Nebraska. Swine Rep. pp. 30-33.
- Hofmann, K., Hamm, R., and Bluchel, E. (1982) New information on the determination of water binding in meat by the filter paper press method. *Fleischwirtsch* **62**, 87-94.
- Kim, K. H. and Chun, W. B. (1995) Effects of dietary lysine and energy levels on the growth and carcass quality of finishing pig. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **19**, 104-108.
- Kim, K. H., Myung, K. H., Sun, S. S., Kim, S. J., and Kim, J. P. (1992) Effect of phase feeding on the productivity of growing-finishing swine. *Kor. J. Anim. Sci.* **34**, 53-58.
- Kwon, O. S., Kim, I. H., Hong, J. W., Hong, E. C., and Lee, S. H. (2000) Effect of high-low nutrient density diet on performance in growing-finishing pigs. *Kor. J. Anim. Sci.* **42**, 571-578.
- Lee, J. R., Seo, J. T., Jung, J. D., Lee, J. W., Hah, Y. J., Lee, J. I., Kwak, S. J., and Lee, J. D. (2003) Effect of nutrient density of diet on pork quality of finishing pigs. *Kor. J. Anim. Sci.* **45**, 1039-1046.
- Lee, S. H., Kim, I. H., Hong, J. W., and Kwon, O. S. (2001) Optimum particle size of corn for growth performance, nutrient digestibility and feed cost in pig. *Kor. J. Anim. Sci.* **43**, 185-192.
- Marsh, W. H., Fingerhut, B. and Miller, J. (1965) Automated and manual direct methods for the determination of blood urea. *Clin. Chem.* **11**, 624-627
- Nobelt, J., Henry, Y., and Dubois, S. (1987) Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.* **65**, 717-726.
- Richard, C. W., and Libal, G. W. (1983) Compensatory responses of swine following protein insufficiency in grower diets. *J. Anim. Sci.* **56**, 118.
- SAS. (1996) SAS user's guide: Statistics, SAS Inst, Inc., Cary, NC, USA.
- Tjong, A. R., Hanson, L.E., Rust, J. W., and Meade, R. J. (1972) Effects of level sequency and sex on rate and efficiency of gain of growing swine, and on carcass characteristics, including composition of lean tissue. *J. Anim. Sci.* **35**, 760.
- Warriss, P. D. and Brown, S. N. (1987) The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Sci.* **20**, 65.
- Witte, V. C., Krause, G. F., and Bailey, M. E. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values for pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-587.
- 한영근, 한인규, 신형태, D.F. Li. (2000) 양돈사료 내 중국산 단백질 공급원의 이용성 연구. In: 해외사료자원개발연구회 창립총회 및 기념 심포지움. 해외사료자원개발연구회. pp. 100-126.

(2006. 12. 21. 접수/2007. 7. 11. 채택)