

식이내 타우린 첨가가 비육돈의 성장, 등지방두께, 체내 콜레스테롤 및 타우린 농도에 미치는 영향

홍종욱·김인호[†]·권오석·김지훈*·이지훈**·민병준·이원백·임미형***·최수정***·김을상***·정윤희***

단국대학교 동물자원학과, *(주)애그리브랜드 푸리나코리아

** (주)이지바이오시스템, ***단국대학교 식품영양학과

Effects of Taurine Supplementation on Growth Performance, Backfat Thickness and Cholesterol and Taurine Concentrations in Finishing Pigs

Jong-Wook Hong, In-Ho Kim[†], Oh-Suk Kwon, Ji-Hoon Kim*, Ji-Hoon Lee**, Bung-Jun Min, Won-Bak Lee, Mi-Hyung Lim***, Su-Jeong Choi***, Eul-Sang Kim*** and Yoon-Hwa Jeong***

Dept. of Animal Resource & Science, Dankook University, Chonan 330-714, Korea

*Agribands Purina Korea, Inc., Seoul 135-280, Korea

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

***Dept. of Food Science, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

The purpose of the this experiment was to evaluate taurine supplementation on growth performance, backfat thickness and cholesterol and taurine concentrations in finishing pigs. A total of forty eight pigs (71.11±0.14 kg initial body weight) were used in a growth assay. The control diet (CON) was corn-soybean meal based diet, whereas the other dietary treatments were supplemented by additional 0.3 and 0.6% of taurine into the control diet (TAU 0.3 and TAU 0.6, respectively). As the addition of taurine in the diets increased, average daily weight gain (Quadratic effect, $p<0.05$) and gain/feed (Quadratic effect, $p<0.02$) were improved. Total-cholesterol concentrations of serum (Linear effect, $p<0.04$) and liver (Linear effect, $p<0.01$) decreased with increasing taurine. As the addition of taurine in the diets increased, taurine concentrations of plasma (Linear effect, $p<0.01$), liver (Linear effect, $p<0.01$) and boston butt (Linear effect, $p<0.01$) were increased. In conclusion, finishing pigs fed the dietary taurine had improved growth ratio and decreased total-cholesterol concentrations of serum and liver. Also, finishing pigs fed the dietary taurine had increased taurine concentrations of plasma and boston butt.

Key words: taurine, growth, back thickness, cholesterol, pigs

서 론

타우린(2-aminoethanesulfonic acid)은 황을 함유하는 아미노산으로서 대부분의 동물조직에서 고농도로 발견되는 주된 생체 유리아미노산이다. 포유류 조직에서 타우린은 황함 유아미노산인 cysteine으로부터 생합성되며 주로 두뇌와 간에서 활발한 생합성이 일어나고 있다(1). 타우린은 β -아미노산으로 다른 α -아미노산과 달리 단백질 합성에 관여하지 못하고 체내에서 다른 물질로 대사되거나 산화되지 못해서, 인체의 경우 섭취된 타우린의 95%가 소변으로 배출되고 나머지 5%가 담즙을 통해 배설되는 것으로 알려져 있다(2). 타우린의 생리적 기능에는 지질 조절작용(3-5), 망막기능(6), 혈당 저하 및 당뇨 예방을 포함하여 당대사에 영향을 미치며(7, 8), 포도당 흡수를 증가시켜 인슐린 작용을 강화시킨다(9).

가축에게 타우린 급여는 여러 연구자들에 의해서 실시되었다. Blair 등(10)은 수컷 육계에게 타우린의 급여가 급사증후군(sudden death syndrome)을 감소시켰다고 보고하였다. 또한, Kim과 Park(11)은 수컷 육계식이에 타우린을 첨가하였을 경우, 육계의 복강지방 축적을 억제시켰으며 콜레스테롤 대사에 영향을 미친다고 보고하였다. Park(12)은 산란계에게 타우린을 급여하였을 경우 복강지방 축적을 억제하고, 중성지방과 콜레스테롤 대사에 영향을 준다고 보고하였다. 그러나 지금까지 대부분의 연구가 소동물에서 이루어졌으며, 돼지이상의 동물에서 이루어진 연구결과는 거의 없다. 또한, 돼지에게 타우린을 급여할 경우 혈액이나 조직내 타우린 축적에 대한 연구결과도 미진하다.

본 연구의 목적은 식이내 타우린의 첨가가 비육돈의 성장, 등지방두께, 체내 콜레스테롤과 타우린 함량에 미치는 영향

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

을 평가하여 기능성 돈육 개발을 위한 기초자료 활용하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

실험동물 및 실험설계

실험 개시시 체중 71.11 ± 0.14 kg의 3원 교잡종[(Duroc × Yorkshire) × Landrace] 비육돈 48두(138일령)를 공시하여 42일간 사양실험을 실시하였다. 실험설계는 옥수수-대두박 위주의 식이에 National Research Council(13)의 영양소 요구량에 따라 처리한 대조구(CON), 대조구 식이에 타우린 0.3% 첨가한 처리구(TAU0.3) 그리고 대조구 식이에 타우린 0.6% 추가한 처리구(TAU0.6)로 3개 처리로 하여 처리당 4반복, 반복당 4두씩 완전 임의배치하였다.

본 사양실험에 사용한 타우린(Easy-Bio System, Inc., Korea)은 99.7%의 타우린을 함유한 첨가제를 사용하였다.

실험식이 및 사양관리

기초식은 3,330 kcal 대사에너지/kg, 14.00% 조단백질, 0.67% 라이신, 0.25% 메치오닌, 0.60% 칼슘, 0.55% 인을 함유토록 하였다(Table 1).

실험식은 가루 형태로 자유로이 섭취할 수 있도록 하였으며, 들은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 식이섭취량은 사양실험 개시시, 21일째 되는 날과 실험종료시에 측정하여 일당증체량, 일당식이섭취량,

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

Ingredients, %	CON	TAU0.3 ¹⁾	TAU0.6 ¹⁾
Corn	73.80	73.50	73.20
Soybean meal (crude protein 48%)	15.83	15.83	15.83
Animal fat	3.00	3.00	3.00
Rice bran	3.00	3.00	3.00
Molasses	2.50	2.50	2.50
Tricalcium phosphate	0.85	0.85	0.85
Limestone	0.60	0.60	0.60
Vitamin/mineral premix ²⁾	0.22	0.22	0.22
Salt	0.20	0.20	0.20
Taurine	-	0.30	0.60
Chemical composition ³⁾			
Metabolizable energy, kcal/kg	3390	3390	3390
Crude protein, %	14.00	14.00	14.00
Lysine, %	0.68	0.68	0.68
Calcium, %	0.60	0.60	0.60
Phosphorus, %	0.50	0.50	0.50

¹⁾Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

²⁾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, 0.05 mg of biotin, 140 mg of Cu, 145 mg 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⁾Calculated value.

식이효율을 계산하였다.

건물과 질소 소화율, 등지방두께, 도체등급 측정

건물과 질소 소화율을 측정하기 위하여 표시물로서 혼합된 산화크롬을 0.2% 첨가하였다. 크롬이 첨가된 실험식을 실험종료 5일전부터 급여한 후, 분을 채취하여 60°C의 건조기에서 72시간동안 건조시킨 후, 분쇄하여 분석에 이용하였다. 분내 건물과 질소 함량은 Association of Official Analytical Chemists(14)에 의하여 실시하였다.

등지방 두께 측정은 Digital backfat indicator(Rencolean-meter, USA)를 이용하여 늑골(갈비뼈) 마지막 부위에서 측정하였다.

도체등급 측정을 위해 실험이 종료된 후, 충남 천안시 소재 도축장에서 도축한 후, 축산등급판정소의 돼지 도체등급 측정방법에 따라 도체등급사가 판정한 등급을 사용하였다.

혈청과 조직내 총콜레스테롤 농도 측정

혈액채취는 실험 종료된 후, 경정맥(Jugular vein)에서 Vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Granklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 5 mL 채취하여 4°C에서 2,000 × g로 30분간 원심분리하여 얻은 혈청을 분석에 이용하였다.

조직내 콜레스테롤 농도를 측정하기 위하여 사양실험이 종료된 후, 충남 천안시 소재 도축장에서 도축한 후, 간과 등심을 채취하였다. 간조직과 등심의 일부를 일정량의 0.05 M potassium phosphate buffer(pH 6.8)에 넣은 후에 균질기를 사용하여 균질액을 제조하였다. 이 균질액을 4°C에서 2,000 × g로 원심분리한 후 상층액을 분석에 이용하였다.

분리된 혈청과 조직 추출액은 enzymatic colorimetric method에 의하여 총콜레스테롤 검사시약(Boehringer Mannheim, Germany)에 반응시켜 자동 생화학 분석기(Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다.

혈장과 조직내 타우린 농도 측정

혈액채취는 실험 종료된 후, 경정맥(Jugular vein)에서 K₃ EDTA vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Granklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 5 mL 채취하여 4°C에서 2,000 × g로 30분간 원심분리하여 얻은 혈장을 분석에 이용하였다.

사양실험이 종료된 후, 충남 천안시 소재 도축장에서 도축한 후 간과 등심 및 삼겹살을 채취하였다. 간조직과 등심 및 삼겹살의 일부를 일정량의 0.05 M potassium phosphate buffer(pH 6.8)에 넣은 후에 균질기를 사용하여 균질액을 제조하였다. 이 균질액에 sulfosalicylic acid를 사용하여 단백질을 침전시켜 제거한 후, 아미노산 자동분석기(LKB 4150 Alpha, Pharmacia Instrument Co., England)를 이용하여 측정하였다.

통계처리

모든 자료는 SAS(15)의 GLM procedure를 이용하였으며,

Polynomial regression(16)를 이용하여 타우린의 첨가 수준 및 실험기간에 따라 비육돈의 성장, 등지방두께, 체내 콜레스테롤 및 타우린 농도에 미치는 효과에 대한 Linear와 Quadratic 효과를 결정하기 위하여 사용되었다.

결 과

일당증체량, 일당식이섭취량 및 식이효율

비육돈에게 타우린의 급여가 일당증체량, 일당식이섭취량 및 식이효율에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 0~21 일간의 사양실험 기간동안, 일당증체량 및 식이효율에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 일당식이섭취량에 있어서는 비육돈 식이내 타우린 첨가수준이 증가함에 따라 섭취량이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(Quadratic effect, $p<0.03$). 21~42일간의 사양실험 기간동안, 일당증체량 및 식이효율에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 일당식이섭취량에 있어서는 비육돈 식이내 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다(Linear effect, $p<0.04$). 전체

사양실험 기간동안, 일당증체량에 있어서는 타우린 급여수준이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났으며(Quadratic effect, $p<0.05$), 식이효율에 있어서는 비육돈 식이내 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 향상되는 것으로 나타났다(Quadratic effect, $p<0.02$).

건물과 질소 소화율, 등지방두께 및 도체등급

비육돈에게 타우린의 급여가 건물과 질소 소화율, 등지방두께 및 도체등급에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 비육돈 식이에 타우린의 첨가는 건물 및 질소 소화율에 영향을 주지 못했다. 또한, 등지방두께에 있어서는 타우린 첨가수준이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나, 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 도체등급에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

혈청과 조직내 총콜레스테롤 함량

비육돈 식이내 타우린의 첨가가 혈청과 조직내 총콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 혈청내 총콜레스테롤 농도에 있어서는 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며(Linear ef-

Table 2. Effects of dietary taurine on growth performance in finishing pigs¹⁾

	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Probability (P=)	
					Linear	Quadratic
0~21 days						
Average daily weight gain, kg/d	0.891	0.911	0.864	0.037	NS ⁴⁾	NS
Average daily feed intake, kg/d	3.004	2.833	2.935	0.033	NS	0.03
Gain/feed	0.30	0.32	0.29	0.01	NS	NS
21~42 days						
Average daily weight gain, kg/d	0.796	0.941	0.895	0.050	NS	NS
Average daily feed intake, kg/d	3.057	3.165	3.263	0.048	0.04	NS
Gain/feed	0.26	0.30	0.27	0.02	NS	NS
0~42 days						
Average daily weight gain, kg/d	0.844	0.926	0.880	0.019	NS	0.05
Average daily feed intake, kg/d	3.031	2.999	3.099	0.020	NS	NS
Gain/feed	0.28	0.31	0.28	0.01	NS	0.02

¹⁾Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11 ± 0.14 kg.

²⁾Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾Not significant ($p>0.05$).

Table 3. Effects of dietary taurine on nutrient digestibility, backfat thickness and carcass grade in finishing pigs¹⁾

	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Probability (P=)	
					Linear	Quadratic
Nutrient digestibility, %						
Dry matter	74.77	74.85	74.05	0.55	NS ⁴⁾	NS
Nitrogen	71.97	72.20	70.30	0.61	NS	NS
Backfat thickness ⁵⁾ , mm	31.05	29.63	29.10	0.95	NS	NS
Carcass grade ⁶⁾	2.2	2.4	2.0	0.5	NS	NS

¹⁾Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11 ± 0.14 kg.

²⁾Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾Not significant ($p>0.05$).

⁵⁾Used Digital Backfat Indicator (Renco lean-meter[®], USA).

⁶⁾Based on a scale with 1=grade A, 2=grade B, 3=grade C, 4=grade D.

Table 4. Effects of dietary taurine on total-cholesterol concentrations of serum and tissues in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Probability (P=)	
					Linear	Quadratic
Serum, mg/100 mL	84.47	78.22	73.02	3.54	0.04	NS ⁴⁾
Liver, mg/100 g	132.60	96.62	71.53	1.25	0.01	NS
Boston butt, mg/100 g	45.27	47.88	59.15	5.23	NS	NS

¹⁾Blood and tissues samples were taken from ten pigs per treatment.

²⁾Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾Not significant (p>0.05).

fect, p<0.04), 간내 콜레스테롤 농도에 있어서도 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(Linear effect, p<0.01). 그러나 등심내 콜레스테롤 농도에 있어서도 타우린 첨가수준이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다.

혈장과 조직내 타우린 함량

비육돈에게 타우린의 급여가 혈장 및 조직내 타우린 함량에 미치는 영향을 Table 5에 나타내었다. 혈장 및 간장내 타우린 농도에 있어서는 비육돈 식이내 타우린 첨가수준이 증가함에 따라 혈장(Linear effect, p<0.01)과 간장(Linear effect, p<0.01)에서 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 등심내 타우린 농도에 있어서도 비육돈 식이내 타우린 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(Linear effect, p<0.01). 그러나 삼겹살내 타우린 농도에 있어서는 타우린 급여 수준이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다.

고 찰

타우린은 주로 신생기 동물의 성장에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며(17,18), 이것은 신생기 동물의 체내에서 타우린 합성기전이 완성되지 않아 외부로부터 타우린을 섭취해야 하기 때문이다(8). 따라서 체내에서 타우린 생합성 기전이 완성된 성숙인 경우에는 타우린을 추가적으로 급여하여도 성장에는 영향을 미치지 않은 것으로 알려져 있으나, 본 사양실험의 결과에서는 비육돈에게 타우린 급여가 체중을 증가시키는 것으로 나타나 지금까지의 연구결과와 상반된 경향을 나타내었다. Park(12)은 19주령된 산란계에서

타우린을 0.4, 0.8, 1.2% 급여한 사양실험에서 체중 증가에 있어서는 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 보이지 않았다고 보고하였다. 또한, Park과 Choi(19)는 1일령 수컷 육계에게 0.5, 1.0, 1.5% 타우린을 급여하였을 경우, 육계에 일령이 증가함에 따라 대조구와 비교하여 성장율의 차이가 낮아지는 것으로 나타났다으며, 타우린을 1.0%까지 급여할 경우 4주령까지 급여하는 것이 육계의 성장에 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 이러한 결과들은 신생기 동물의 성장에 있어 타우린을 어느 시기까지 급여하는 것이 적절한지를 나타내어주는 결과이다.

타우린의 주된 생리적인 기능 중에는 지질저하 작용이 있으며, 타우린을 생체에게 급여하면 간에서 담즙산과 포합(conjugation)시켜 장으로 배설시킴으로서 섭취된 지방의 유흥과 흡수를 도와 조직내 지질 함량을 낮추어 주는 역할을 한다. Park 등(4)은 고콜레스테롤 식이를 섭취한 흰쥐를 대상으로 식이내 타우린을 보강해 준 결과, 대조구와 비교하여 혈액과 간내 콜레스테롤 및 중성지방 농도가 현저하게 감소하였다고 보고하였다. 또한, Park 등(20)은 식이에 콜레스테롤이 첨가되지 않은 상태에서 타우린 또는 글라이신의 보강이 혈장과 간의 지질 수준에 미치는 영향을 실험하였다. 실험 결과에서 혈장 콜레스테롤 농도가 타우린 또는 글라이신 보강에 의해 유의적으로 감소하였으며, 간의 triglyceride 함량이 타우린 또는 글라이신 첨가구에서 대조구와 비교하여 43~57% 감소하였음을 보고하였다. Yokogoshi 등(5)은 고콜레스테롤 식이를 2주 동안 급여한 쥐에게 타우린을 여러 수준으로 급여하였을 경우, 혈청내 콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 조사하였다. 그들은 실험결과에서 혈청내 총 콜레스테롤 함량은 타우린을 첨가함에 따라 유의적으로 감소하였

Table 5. Effects of dietary taurine on taurine concentrations of plasma and tissues in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Probability (P=)	
					Linear	Quadratic
Plasma, mg/100 mL	1.23	2.30	2.94	0.29	0.01	NS ⁴⁾
Liver, mg/100 g	35.03	42.27	52.10	3.51	0.01	NS
Belly, mg/100 g	37.47	47.35	47.62	4.93	NS	NS
Boston butt, mg/100 g	24.01	45.47	62.28	6.17	0.01	NS

¹⁾Blood and tissues samples were taken from ten pigs per treatment.

²⁾Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

³⁾Pooled standard error.

⁴⁾Not significant (p>0.05).

으며, HDL-콜레스테롤 농도는 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 또한, 고콜레스테롤 사료를 급여하여 고콜레스테롤 혈증을 유발시킨 쥐에게 타우린을 급여할 경우, 콜레스테롤 분해와 담즙산 배설을 촉진시키는 것으로 보고하였다. 이러한 결과들은 동물에게 타우린의 급여가 체내 지질대사에 영향을 미치는 것으로 판단되며, 본 사양실험의 결과에 있어서도 비육돈 식이내 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 혈청 및 간내 총콜레스테롤 함량이 감소하여 돼지에 있어 타우린의 지질 저하 작용을 나타내었다. 본 실험결과에서도 혈청내 총콜레스테롤 함량 저하는 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았지만, 비육돈의 등지방 두께가 얇아지는 것과 상관성을 갖는 것으로 사료된다.

요 약

본 연구의 목적은 식이내 타우린의 첨가가 성장, 등지방두께, 혈액 및 조직내 총콜레스테롤과 타우린 함량에 미치는 영향을 평가하기 위하여 실시하였다. 개시시 체중 71.11 ± 0.14 kg의 비육돈 48두를 공시하여 42일간 사양실험을 실시하였다. 실험설계는 옥수수-대두박 위주의 대조구(CON), 대조구 식이에 타우린 0.3% 첨가한 처리구(TAU0.3) 그리고 대조구 식이에 타우린 0.6% 첨가한 처리구(TAU0.6)로 3개 처리로 하였다. 전체 사양실험 기간동안, 일당증체량에 있어서는 타우린 급여수준이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났으며(Quadratic effect, $p < 0.05$), 식이효율에 있어서도 비육돈 식이내 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 향상되는 것으로 나타났다(Quadratic effect, $p < 0.02$). 혈청내 총콜레스테롤 농도에 있어서는 타우린 첨가 수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타났으며(Linear effect, $p < 0.04$), 간내 총콜레스테롤 농도에 있어서는 타우린 첨가수준이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다(Linear effect, $p < 0.01$). 혈장 및 간장내 타우린 농도에 있어서는 비육돈 식이내 타우린 첨가수준이 증가함에 따라 혈장(Linear effect, $p < 0.01$)과 간장(Linear effect, $p < 0.01$)에서 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 등심내 타우린 농도에 있어서는 비육돈 식이내 타우린 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(Linear effect, $p < 0.01$). 결론적으로, 비육돈 식이내 타우린의 첨가는 성장률을 향상시키며, 혈청 및 간내 총콜레스테롤 농도를 감소시키는 것으로 나타났다. 또한, 혈장 및 등심내 타우린 농도를 증가시키는 것으로 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원으로 시행되었습니다.

문 헌

1. Park TS. 2001. Taurine: Its physiological roles and nutritional significance. *Kor J Nutr* 34: 597-607.
2. Sturman JA, Gaul GE. 1975. Taurine in the brain and liver of the developing human and monkey. *J Neurochem* 25: 831-835.
3. Park TS, Lee KS. 1997. Effect of dietary taurine supplementation on plasma and liver lipid levels in rats fed a cholesterol-free diet. *Kor J Nutr* 30: 1132-1139.
4. Park TS, Lee KS, Um YS. 1998. Dietary taurine supplementation reduces plasma and liver cholesterol and triglyceride concentration in rats fed a high-cholesterol diet. *Nutr Res* 18: 1559-1571.
5. Yokogoshi H, Mochizuki H, Nanami K, Hida Y, Miyachi F, Oda H. 1999. Dietary taurine enhances cholesterol degradation and reduces serum and liver cholesterol concentrations in rats fed a high-cholesterol diet. *J Nutr* 129: 1705-1712.
6. Hayes KC, Carey RE, Schmidt SY. 1975. Retinal degeneration associated with taurine deficiency in the cat. *Science* 188: 949-951.
7. Tokunaga H, Yoneda Y, Kuriyama K. 1983. Streptozotocin-induced elevation of pancreatic taurine content and suppressive effect of taurine on insulin secretion. *Eur J Pharmacol* 87: 237-243.
8. Chesney RW. 1985. Taurine: Its biological role and clinical implications. *Adv Pediatr* 32: 1-42.
9. Lampion WG, Kramer JH, Schaffer SW. 1983. Potentiation of the actions of insulin by taurine. *Can J Physiol Pharmacol* 61: 457-463.
10. Blair R, Jacob JP, Gardiner EE. 1991. Lack of an effect of taurine supplementation on the incidence of sudden death syndrome in male broiler chicks. *Poult Sci* 70: 554-560.
11. Kim JH, Park GH. 2002. Effects of dietary taurine on the abdominal fat weight and serum and liver concentrations of cholesterol in broiler chicks. *J Anim Sci & Technol (Kor)* 44: 369-376.
12. Park GH. 2002. Effects of dietary taurine on the lipid metabolism in laying hens. *Kor J Poult Sci* 29: 95-100.
13. National Research Council. 1998. *Nutrient Requirements of Swine*. 10th ed. National Academy Press, Washington, D.C.
14. AOAC. 1995. *Official Method of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
15. SAS. 1996. *SAS User's Guide*. Release 6.12 ed. SAS Institute Inc., Cary, N.C.
16. Petersen RG. 1985. *Design and Analysis of Experiments*. Marcel Dekker, New York.
17. Hayes KC, Sturman JA. 1981. Taurine deficiency: A rationale for taurine depletion. *Adv Exp Med Biol* 139: 79-87.
18. Hayes KC. 1985. Taurine requirement in primates. *Nutr Rev* 43: 65-70.
19. Park GH, Choi HS. 1997. Effects of dietary taurine on growth of broiler chicks and its physiological mechanisms. *Kor J Anim Sci* 39: 124-134.
20. Park TS, Oh JY, Lee KS. 1999. Dietary taurine or glycine supplementation reduces plasma and liver cholesterol and triglyceride concentrations in rats fed cholesterol-free diet. *Nutr Res* 19: 1777-1789.

(2003년 3월 22일 접수; 2003년 5월 23일 채택)