

## 고지방 사료에 타우린 첨가가 산란계의 생산성, 계란 품질, 혈액 성분, 간 조직의 지질 및 지질과산화물 수준에 미치는 영향

심관섭<sup>1</sup> · 박강희<sup>2</sup> · 나종삼<sup>2</sup> · 지중룡<sup>3</sup> · 최호성<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 농업과학기술연구소, <sup>2</sup>전북대학교 동물생명공학과, <sup>3</sup>(주)백광 C&S

### Effects of Taurine Supplementation on Performance, Egg Quality, Blood Parameter and Liver Lipid and Lipid Peroxidation Levels of Laying Hens Fed High Fat Diet

Kwan Seob Shim<sup>1</sup>, Gang Hee Park<sup>2</sup>, Chong Sam Na<sup>2</sup>, Joong Ryong Ji<sup>3</sup> and Ho Sung Choe<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Agricultural Science and Technology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

<sup>2</sup>Department of Animal Biotechnology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

<sup>3</sup>Paek Kwang C&S Co., Sunnam 463-823, Korea

**ABSTRACT** The current study was conducted to estimate the effect of dietary taurine on performance, egg quality, blood parameter, liver lipids and lipid peroxidation level of laying hens fed high fat diet. Two hundred eighty laying hens, forty five weeks of age, were allocated to four treatment groups with seven replicates of 10 each per treatment for 4 weeks. Experimental diets were assigned to each of the four groups: control diet (CON), CON with 0.5% taurine (CT), CON with 5% soybean oil (HF), and CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine (HFT). Egg weight was significantly lower in the control than the CT ( $P<0.05$ ). However, the HFT was similar to the level compared to both control and HF. Serum concentrations of total cholesterol, triglyceride and glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) were significantly decreased by about 30%, 36% and 20%, respectively in the HFT compared to the HF ( $P<0.05$ ). In the liver tissue, triglyceride concentration tended to be lower by about 28% in the HFT compared to the HF ( $P<0.05$ ). The hepatic lipid peroxidation level was significantly decreased by about 25% in the HFT compared to the HF ( $P<0.05$ ). These results indicated that taurine supplementation improved the serum total cholesterol, triglyceride concentration, and decreased hepatic lipid peroxidation level without affecting performance in laying hens fed high fat diet.

(Key words : taurine, lipid metabolism, lipid peroxidation, high fat diet, laying hens)

## 서 론

사료 섭취량은 사료 배합을 설계할 때 고려해야할 중요한 인자이다. 지방은 기호성 증진과 사료 에너지 조절 측면에서 산란계의 사료 섭취량 조절에 가장 효과적인 방법으로 사용되고 있다. 산란계에 지방 급여는 사료 섭취량 감소 및 사료 효율을 개선시키며(Bryant et al., 2005; Wu et al., 2005), 난중과 산란율(Grobbs et al., 1999; Sohail et al., 2003)을 증가시켜 생산성을 향상시킨다. 하지만, 산란계는 주로 케이지에서 사육되어 운동량이 크게 줄고 에너지 소비가 감소되기 때문에 지방과 같은 고열량 사료를 과도하게 섭취하게 될 경우, 일부의 닭에서 에너지 불균형이 무너지면서 지방 침착이 과도

하게 이루어져 지방간(fatty liver) 및 지방간출혈증후군(fatty liver hemorrhagic syndrome)이 발생된다(Hansen and Walzem, 1993; Squires and Leeson, 1988). 따라서, 산란계에 지방을 급여할 경우에는 지방의 산패 방지, 지방 대사 촉진 및 생체막 안정화 등을 고려하여 대사성 질병을 예방해야 한다. 간세포 손상은 과잉의 에너지 섭취로 생성된 활성산소나 다른 산화제 때문인 것으로 알려져 있다. Davies(1986)와 Machlin and Bendich(1987)는 활성산소를 비롯한 산화제가 정상적인 세포대사에서 제거되지 않을 경우, 세포의 지방이나 단백질 및 핵산 구조를 변형시켜 세포에 심각한 손상을 일으키게 된다고 보고하였다.

타우린( $\beta$ -amino ethansulfonic acid)은 함황 아미노산의 일

\* To whom correspondence should be addressed : hschoe@jbnu.ac.kr

중으로 oxidation 또는 peroxidation의 생성물로부터 세포막 보호(Li et al., 1993; Trachtman et al., 1993), 외인성 독성 물질로 인한 세포막 손상 방지(Waterfield et al., 1993; Ding et al., 1993), 고온 스트레스 완화(박강희와 최형송, 1997; Shim et al., 2006)등의 생리적 기능이 알려져 있다. 또한, 타우린이 콜레스테롤 및 지질대사에 미치는 영향에 관하여 활발한 연구가 진행되었다. 다양한 실험 동물을 대상으로 타우린은 기초 사료를 급여한 고양이(Cantafora et al., 1991)와 기니아피그(Cantafora et al., 1986)의 경우 간의 중성지방 함량을 증가시켰으나, 고지방 사료를 급여한 흰쥐(Yan et al., 1993; Park and Lee, 1998; Yokogoshi et al., 1999; Yany et al., 2002)에서는 혈청과 간의 총 콜레스테롤 및 중성지방 함량을 감소시켰고, 토끼(Petty et al., 1990)에서는 지질 변화가 나타나지 않았다. 따라서 고지방 사료에 타우린의 첨가 효과는 실험 동물의 대상과 특성에 따라 지질대사에 미치는 영향이 다르게 나타날 수 있다(Militante and Lombardini, 2004). 하지만, 산란계를 대상으로 타우린이 지방대사에 미치는 효과는 박강희(2002)의 연구에서 기초 사료에 급여한 결과만이 확인될 뿐, 고지방 사료에 타우린이 미치는 영향에 관한 연구는 전무한 실정이다.

그러므로, 본 연구는 산란계에 고지방 사료의 이용 가치를 증진시키기 위한 기초 사료를 제공하고자 실시하였으며, 이를 위하여 산란계에 타우린을 고지방 사료에 첨가 급여하여 생산성, 계란의 품질 및 지질 농도, 혈액의 성상 및 간 조직의 지질 농도와 지질과산화물 함량을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 설계 및 사양 관리

본 시험은 45주령 Hy-Line 갈색계 280수를 공시하였고, 약 14일간 기초 사료에 적응시키며 산란율과 난중을 비슷하게 처리한 후 4주간 사양 시험을 실시하였다. 시험 설계는 기초 사료(Table 1)를 대조구(CON)로 하여 CT(기초 사료+0.5% 타우린), HF(기초 사료+5% 대두유) 및 HFT(기초 사료+5% 대두유+0.5% 타우린)로 4처리 7반복, 반복당 10수를 처리하였다. 시험에 이용된 타우린은 (주)동아제약에서 공급받았으며, 지방은 대두유를 시중에서 구입하여 사용하였다. 물과 사료는 자유채식하도록 하였으며, 시험 사료는 가루 형태로 대조구와 CT 사료는 서늘한 곳에, 지방을 첨가한 HF와 HFT 사료는 산패 방지를 위해 공기가 들어가지 않도록 비닐 포장 후 4℃의 대형 냉장고에 보관하면서 급여하였다. 또한, 지방

**Table 1.** Basal diet composition (%)

Ingredient	Treatments <sup>1</sup>			
	CON	CT	HF	HFT
Corn	67.55	67.55	67.55	67.55
Soybean meal	18.28	18.28	18.28	18.28
Soybean oil	—	—	5.00	5.00
Corn gluten meal	3.15	3.15	3.15	3.15
Canola meal	0.50	0.50	0.50	0.50
Limestone	8.23	8.23	8.23	8.23
Tricalcium phosphate (TCP)	1.56	1.56	1.56	1.56
Salt	0.34	0.34	0.34	0.34
Taurine	—	0.50	—	0.50
L-Lysine	0.06	0.06	0.06	0.06
DL-methionine	0.03	0.03	0.03	0.03
Vitamin premix <sup>2</sup>	0.20	0.20	0.20	0.20
Mineral premix <sup>3</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10
Chemical composition				
ME (kcal/kg)	2,800	2,800	3,220	3,220
Crude protein (%)	16.00	16.00	16.00	16.00
Crude fat (%)	2.6	2.6	7.6	7.6
Calcium (%)	3.70	3.70	3.70	3.70
Available phosphorus (%)	0.40	0.40	0.40	0.40
Lysine (%)	0.75	0.75	0.75	0.75
Methionine (%)	0.32	0.32	0.32	0.32

<sup>1</sup>CON: basal diet, CT: CON with 0.5% taurine, HF: CON with 5% soybean oil, HFT: CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

<sup>2</sup>Provided per kilogram of diet: vit. A, 5,500 IU; vit. D<sub>3</sub>, 1,100 IU; vit. E, 11IU; vit. B<sub>12</sub> 0.0066 mg; riboflavin, 4.4 mg; niacin, 44 mg; niacin, 44 mg; pantothenic acid, 11 mg (Ca-pantothenate, 11.96 mg); choline, 190.96 mg(choline chloride 220 mg); menadione, 1.1 mg(menadione sodium bisulfite complex, 3.33 mg); folic acid, 0.55 mg; pyridoxine, 2.2 mg(pyridoxine hydrochloride, 2.67 mg); biotin, 0.11 mg; thiamin, 2.2 mg(thiamine mononitrate, 2.40 mg); ethoxyquin, 125 mg.

<sup>3</sup>Provided in mg per kilogram of diet; MnSO<sub>4</sub>, 120; ZnSO<sub>4</sub>, 120; ZnSO<sub>4</sub>, 100; FeSO<sub>4</sub>, 60; CuSO<sub>4</sub>, 10; Ca(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0.46; CaCO<sub>3</sub>, min: 150 max; 180.

사료의 경우 1일 충분하게 급여하고 잔량을 기록한 후 매일 신선한 사료를 급여하였다. 계란은 매일 수집하였으며, 일일 점등 시간은 총 18시간이 되도록 하였다.

## 2. 조사 항목 및 분석 방법

### 1) 생산성

난중은 집란한 계란을 매일 전자저울로 측정하였으며, 산란율은 총 산란수를 사육수수로 나누어 백분율로 표시하였다. 1일 산란량은 1일 평균 산란율과 평균 난중을 곱하여 계산하였고, 사료 섭취량은 1일 1수당 평균 섭취량으로 표시하였으며, 사료 요구율은 1일 1수당 평균 사료 섭취량을 1일 산란량으로 나누어 계산하였다.

### 2) 계란 품질

난 품질은 사양 실험 종료 시에 반복당 10개, 처리구당 70개씩 평균 난중과 비슷한 계란을 수집하여 측정하였다. 난각 강도는 난각 강도계(FHK Co, Japan)를 이용하였으며, 난각 두께는 내부 난각막을 제거한 후 micrometer(FHK Co, Japan)로 측정하였다. 난백고, 호우 유닛 및 난황색은 계란 품질 측정기(QCM+, TSS, England)를 이용하여 측정하였다.

### 3) 시료 채취

실험 종료 후 12시간 절식시킨 다음 임의로 반복당 2수, 처리구당 14수를 선발하여 체중을 측정하였다. 체중 측정 후 익하정맥에서 혈액을 5 mL 채취하였고, 4°C에서 12시간 응고시킨 다음 2,000×g로 20분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 적출된 간 조직은 생리식염수로 혈액을 제거한 후 무게를 측정하였고, 복강지방은 근위 부위와 총 배설장 주변 및 복강 내부의 지방을 분리하여 무게를 측정하였다. 분리된 혈청과 간 조직은 분석 전까지 -70°C에서 보관하였다.

### 4) 혈청 분석

혈청 중 총 콜레스테롤, 중성지방, 글루코오스, GOT(glutamic oxaloacetate transaminase), GPT(glutamic pyruvic transaminase) 농도는 상업용 분석 kit(아산제약, 한국)를 이용하여 효소비색법으로 분석하였다.

### 5) 간 조직 및 난황의 지질 농도

간 조직의 총 지질 함량, 총 콜레스테롤과 중성지방 농도는 Folch et al.(1957)의 방법에 준하여 1 g의 냉동 보관된 간 조직에 chloroform-methanol 용액(2:1, v/v)을 가하고 균질화하여 지질을 추출하였다. 총 지질 함량은 Bligh and Dyer (1959)의 측정되었으며, 총 콜레스테롤과 중성지방 농도는 혈청 지질 분석과 같은 효소법에 의해 kit 시약(아산제약, 한국)을 이용하여 Cho(1983)의 방법에 따라 분석하였다. 난황

의 총 지질 함량과 중성 지방 농도는 비슷한 무게의 계란을 각 처리구당 10개씩 선택하고 삶아서 난황을 분리한 후 간에서 지질 성분의 분석 방법과 동일하게 분석하였다.

### 6) 간 조직의 지질과산화물 농도

간 조직의 지질과산화물 농도는 Shinnburber and Yu(1958)의 방법을 이용하여 지질과산화물의 농도를 측정하였다. 간 조직 1 g에 9배의 10 mM phosphate buffer(pH 7.4)를 첨가하여 균질하였다. 농도 측정은 두 반복을 실시하였으며, 균질액 1 mL에 17.5% trichloroacetic acid(TCA) 1 mL와 0.6% thiobarbituric acid 1 mL를 첨가하고 혼합한 후 15분간 90°C에서 진탕하여 즉시 냉각하였다. 냉각 후 70% TCA 용액 1 mL를 첨가하고 20분간 상온에서 방치한 후 2,000×g에서 15분간 원심 분리시켰다. 원심분리 후 상층액의 일정액을 취하여 534 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준물질은 malondialdehyde(Simgma, USA)를 이용하였다.

## 3. 통계 분석

수집된 자료는 SAS package(1996)의 General Linear Model procedure로 분산분석을 실시하였으며, 처리구간 통계학적인 차이는 Duncan's new multiple range test를 이용하여 유의성 검정( $P < 0.05$ )을 실시하였다.

## 결 과

### 1. 생산성

산란계 사료에 고지방을 급여할 경우, 타우린이 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 난중은 CT가 대조구보다 유의적으로 감소하였으며( $P < 0.05$ ), 다른 처리구는 대조구와 비슷한 결과를 보였다. 산란율과 1일 산란량은 처리구간에 차이가 나타나지 않았다. 사료 섭취량과 사료 요구율은 기초 사료 급여구(CON과 CT)보다 고지방 사료 급여구(HF와 HFT)가 유의적으로 증가하였으나( $P < 0.05$ ), 타우린의 급여는 사료 섭취량과 사료 요구율에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

### 2. 계란 품질

산란계 사료에 고지방을 급여할 경우, 타우린이 계란의 품질에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 그 결과, 난각 강도, 난각 두께, 난백고 및 난황색 모두 처리구간 유의적인 차이를 나타나지 않았다.

**Table 2.** Effects of taurine supplementation on performance of laying hens fed high fat diet

Items	Treatments <sup>1</sup>			
	CON	CT	HF	HFT
Egg weight (g)	67.9 ± 0.4 <sup>a</sup>	65.6 ± 0.3 <sup>b</sup>	67.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	67.6 ± 0.3 <sup>a</sup>
Egg production (%)	92.5 ± 1.0	92.5 ± 1.0	90.9 ± 0.8	91.1 ± 1.0
Egg mass (g/day)	62.8 ± 0.7	60.7 ± 0.8	61.1 ± 0.8	61.6 ± 0.8
Feed intake (g/hen/day)	137 ± 5.1 <sup>a</sup>	129 ± 4.8 <sup>a</sup>	109 ± 4.5 <sup>b</sup>	114 ± 5.2 <sup>b</sup>
Feed conversion	2.19 ± 0.08 <sup>a</sup>	2.13 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.79 ± 0.08 <sup>b</sup>	1.85 ± 0.08 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Means within a raw with no common superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>CON: basal diet, CT: CON with 0.5% taurine, HF: CON with 5% soybean oil, HFT: CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

**Table 3.** Effects of taurine supplementation on egg quality of laying hens fed high fat diet

Items	Treatments <sup>1</sup>			
	CON	CT	HF	HFT
Shell breaking strength (kg/cm)	3.25 ± 0.17	3.58 ± 0.14	3.46 ± 0.18	3.66 ± 0.16
Egg shell thickness (um)	36.7 ± 0.63	36.7 ± 0.61	35.8 ± 0.58	35.2 ± 0.57
Albumin height (mm)	6.30 ± 0.23	6.48 ± 0.23	6.56 ± 0.24	6.55 ± 0.26
Haugh unit	76.3 ± 1.8	77.4 ± 1.9	78.0 ± 1.8	77.6 ± 2.0
Yolk colour score	7.90 ± 0.1	7.90 ± 0.2	7.62 ± 0.1	7.86 ± 0.2

<sup>1</sup>CON: basal diet, CT: CON with 0.5% taurine, HF: CON with 5% soybean oil, HFT: CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

### 3. 체중, 간 무게, 복강지방 무게

타우린이 고지방 사료 급여 시 체중, 간 무게, 복강지방 무게 및 체중 대비 복강지방 무게에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 체중에 있어서 대조구와 CT 사이에는 유의성이 없었으나, HF는 대조구와 HFT보다 유의적으로 증가하였다 ( $P < 0.05$ ). 간 무게와 체중 대비 간 무게는 처리구간에 차이가

없었다. 복강지방 무게는 대조구와 CT 사이에 차이가 없었으나, 고지방 사료 급여구들은 대조구보다 유의적으로 증가하였으며 ( $P < 0.05$ ), 타우린의 첨가 효과는 나타나지 않았다. 체중 대비 복강지방 무게는 고지방 사료 급여구들이 기초 사료 구보다 유의적으로 증가하였으나 ( $P < 0.05$ ), 타우린은 체중 대비 복강지방 무게에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

**Table 4.** Effects of taurine supplementation on liver and abdominal fat weights, and their ratio to body of laying hens fed high fat diet

Items	Treatments <sup>1</sup>			
	CON	CT	HF	HFT
Body weight (BW, g)	1,934 ± 35 <sup>b</sup>	2,052 ± 44 <sup>ab</sup>	2,165 ± 66 <sup>a</sup>	1,982 ± 56 <sup>b</sup>
Liver weight (LW, g)	28.0 ± 1.48	31.0 ± 1.62	29.6 ± 1.36	32.0 ± 3.32
Abdominal fat (AF, g)	98 ± 8.2 <sup>c</sup>	113 ± 12.0 <sup>bc</sup>	169 ± 12.0 <sup>a</sup>	137.9 ± 13.0 <sup>ab</sup>
LW/BW (%)	1.44 ± 0.06	1.51 ± 0.07	1.37 ± 0.06	1.61 ± 0.16
AF/BW (%)	5.05 ± 0.37 <sup>b</sup>	5.45 ± 0.49 <sup>b</sup>	7.78 ± 0.43 <sup>a</sup>	6.91 ± 0.52 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Means within a raw with no common superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>CON: basal diet, CT: CON with 0.5% taurine, HF: CON with 5% soybean oil, HFT: CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

4. 혈청 성상

혈청에서 총 콜레스테롤, 중성지방, 글루코오스, GOT 및 GPT를 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 그 결과, 총 콜레스테롤과 중성지방 농도에 있어서 HF는 대조구와 비교하여 증가하는 경향이었으나, 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 하지만, 기초 사료 급여구와 고지방 사료 급여구에 타우린을 첨가함으로써 유의적인 감소를 보였다( $P < 0.05$ ). 글루코오스 농도는 처리구간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 간질환의 지표로 이용되는 GOT와 GPT 농도에서, GOT 농도는 HF와 대조구 사이에서 유의성이 없었으나, HFT는 HF보다 유의적으로 감소하였다( $P < 0.05$ ). GPT 농도는 HF가 대조구보다 유의적으로 증가하였으나( $P < 0.05$ ), 기초 사료와 고지방 사료 급여구 모두 타우린의 첨가는 GPT 농도에 영향을 미치지 않았다.

5. 간 조직 지질 농도

간 조직에서 지질 농도를 측정된 결과는 Table 6에 나타내었다. 총 지질 농도는 HF가 대조구보다 유의적으로 증가하였으나( $P < 0.05$ ), 타우린 첨가에 따른 효과는 나타나지 않았다.

간 조직의 총 콜레스테롤 농도는 처리구간에 차이가 없었다. 또한, 중성지방 농도는 HF가 대조구보다 유의적으로 증가하였으나( $P < 0.05$ ), HFT는 HF보다 감소하는 경향이였다.

6. 난황 지질 농도

난황의 총 지질 농도와 총 콜레스테롤 농도는 Table 7에 나타내었다. 난황의 무게는 17.5~18.0 g으로 나타났으며, 총 지질 농도는 CT, HF 및 HFT가 대조구보다 유의적으로 증가하였으나( $P < 0.05$ ), HF와 HFT 사이에는 유의성이 나타나지 않았다. 난황의 총 콜레스테롤 농도는 처리구간에 차이가 나타나지 않았다.

7. 간 조직 지질과산화물 농도

간 조직의 지질과산화물 농도를 Fig. 1에 나타내었다. CT는 대조구보다 감소하는 경향이였으나 유의적인 차이는 없었다. 하지만, HF는 대조구보다 지질과산화물 농도가 유의적으로 약 37% 증가하였으나( $P < 0.05$ ), HFT는 HF보다 약 25% 유의적으로 감소하였다( $P < 0.05$ ).

**Table 5.** Effects of taurine supplementation on serum parameters of laying hens fed high fat diet

Items	Treatments <sup>1</sup>			
	CON	CT	HF	HFT
Total cholesterol (mg/dL)	92 ± 6.9 <sup>ab</sup>	64 ± 5.6 <sup>c</sup>	103 ± 8.1 <sup>a</sup>	72 ± 6.3 <sup>bc</sup>
Triglyceride (mg/dL)	969 ± 104 <sup>ab</sup>	606 ± 104 <sup>c</sup>	1,122 ± 158 <sup>a</sup>	713 ± 95 <sup>bc</sup>
Glucose (mg/dL)	220 ± 2.5	226 ± 3.3	218 ± 4.5	216 ± 3.8
GOT <sup>2</sup> (IU/L)	184 ± 11 <sup>ab</sup>	182 ± 12 <sup>ab</sup>	203 ± 12 <sup>a</sup>	163 ± 8 <sup>b</sup>
GPT <sup>3</sup> (IU/L)	7.4 ± 0.64 <sup>b</sup>	9.3 ± 0.68 <sup>ab</sup>	10.0 ± 0.86 <sup>a</sup>	8.4 ± 0.58 <sup>ab</sup>

<sup>a-c</sup>Means within a raw with no common superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>CON: basal diet, CT: CON with 0.5% taurine, HF: CON with 5% soybean oil, HFT: CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

<sup>2</sup>GOT; glutamic oxaloacetic transaminase.

<sup>3</sup>GPT; glutamic pyruvic transaminase.

**Table 6.** Effects of taurine supplementation on liver lipid level of laying hens fed high fat diet

Items	Treatments <sup>1</sup>			
	CON	CT	HF	HFT
Total lipid (%)	5.10 ± 0.26 <sup>a</sup>	6.66 ± 0.60 <sup>ab</sup>	7.88 ± 0.94 <sup>b</sup>	7.12 ± 0.62 <sup>b</sup>
Total cholesterol (mg/g)	3.75 ± 0.09	3.42 ± 0.14	3.61 ± 0.15	3.41 ± 0.16
Triglyceride (mg/g)	15.5 ± 3.82 <sup>a</sup>	13.3 ± 2.60 <sup>a</sup>	25.8 ± 4.58 <sup>b</sup>	18.0 ± 1.90 <sup>ab</sup>

<sup>a,b</sup>Means within a raw with no common superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

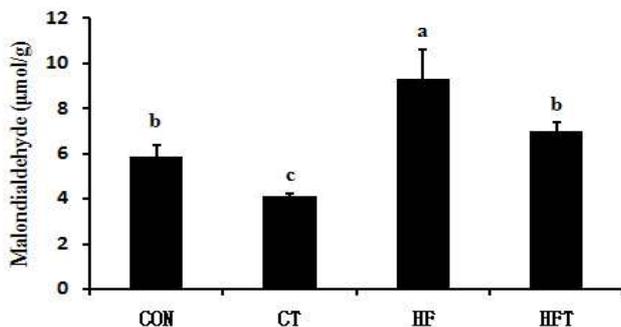
<sup>1</sup>CON: basal diet, CT: CON with 0.5% taurine, HF: CON with 5% soybean oil, HFT: CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

**Table 7.** Effects of taurine supplementation on egg lipid level of laying hens fed high fat diet

Items	Treatments <sup>1</sup>			
	CON	CT	HF	HFT
Yolk weight (g)	17.8 ± 0.2	17.5 ± 0.2	17.9 ± 0.1	18.0 ± 0.1
Total lipid (%)	26.5 ± 0.2 <sup>a</sup>	27.0 ± 0.1 <sup>b</sup>	27.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	26.8 ± 0.1 <sup>ab</sup>
Total cholesterol (mg/g)	11.2 ± 0.1	11.0 ± 0.1	11.0 ± 0.1	11.1 ± 0.1

<sup>a,b</sup>Means within a row with no common superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Abbreviation: CON, basal diet; CT, CON with 0.5% taurine; HF, CON with 5% soybean oil; HFT, CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

**Fig. 1.** Effects of taurine supplementation on hepatic malondialdehyde concentration of laying hens fed high fat diet.

<sup>a-c</sup>Means without bearing the same superscripts differ significantly ( $P < 0.05$ ). CON: basal diet, CT: CON with 0.5% taurine, HF: CON with 5% soybean oil, HFT: CON with 5% soybean oil and 0.5% taurine.

## 고 찰

타우린은 methionine이나 cysteine과 같은 아미노산 대사과정의 최종 산물로 동물 조직과 생체액에 존재하며, 단백질 합성과 에너지원으로 사용되지 않는 생리적 기능이 있다(Huxtable, 1992; 박태선, 2001). 한편, 타우린은 육계에 첨가할 경우, 성장과 생산성을 향상시키는 것으로 보고되고 있으나(김정학 등, 2002; Lee et al., 2004), 51주령과 60주령 산란계에 0.5% 타우린을 첨가할 경우 난중이 감소되는 것으로 보고된 바 있다(Yamazaki and Takemasa, 1998). 또한, 김정학 등(2002)은 산란초기(19주령)에 타우린의 첨가(0.4~1.2%)는 난중, 산란율, 1일 산란량, 사료 섭취량 등의 생산성을 저하시키며, 산란후기(80주령)에는 생산성에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 하지만, 최근 Lee et al.(2010)의 연구에서 31주령 산란계에 0.25% 타우린 첨가시 난중이 감소하는 경향이었으

나 유의적인 차이는 없었고, 산란율과 사료 섭취량 및 사료 요구율이 대조구보다 유의적으로 개선되었다고 보고하였다. 본 실험 결과, 기초 사료에 타우린의 첨가는 난중을 유의적으로 감소시켜 Yamazaki and Takemasa(1998) 및 김정학 등(2002)의 보고와 같은 결과였으나, 고지방 사료에 타우린 첨가는 난중의 감소 현상이 나타나지 않아 상반된 결과를 보였다. 그러므로 타우린은 첨가 수준에 따라 난중에 영향을 미칠 수 있으며, 타우린 첨가시 산란계 주령과 적정 수준을 고려해야 할 것으로 판단된다.

산란계에 고지방 사료를 급여하여 대조구보다 사료 섭취량과 사료 요구율은 개선되었다. 그러나 난중, 산란율 및 1일 산란량은 변화가 없었으며, 타우린 또한 영향을 미치지 못하였다. 지방의 첨가로 사료 섭취량과 사료 요구율을 개선한 결과는 몇몇 연구자들의 보고와 일치하는 것으로 나타났다(Grobas et al., 2001; Sohail et al., 2003; Bryant et al., 2005). 또한, 난중에 있어서는 Summers and Leeson(1983, 1993)과 Zou and Wu(2005)의 실험에서 산란계에 지방을 수준별로 급여한 결과 차이가 없었다는 결과와 유사하였으나, 고지방 사료가 난중을 증가시킨다는 여러 연구자들의 결과와 상반된 경향을 나타내었다(Harms et al., 2000; Bohnsack et al., 2002; Sohail et al., 2003; Bryant et al., 2005). 산란율은 지방 첨가로 영향을 미치지 못하였다는 Harmas et al.(2000), Bryant et al.(2005) 및 Wu et al.(2005)의 보고와 일치하였으나, Grobas et al.(1999)의 연구에서 38주령부터 61주령 사이에서는 증가하였다고 보고하여 상반된 결과를 보였다. 따라서 산란계 사료에 지방을 급여한 결과가 연구자들에 따라 다르게 나타나는 이유는 산란계의 품종, 지방 급여 주령, 지방 성분에 따라 다르게 나타날 수 있을 것이라 생각된다. 본 실험에서 고지방 사료에 타우린의 급여는 산란계의 생산성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

기초 사료와 지방 사료 급여구에 0.5% 타우린을 급여한 결

과, 체중 대비 복강지방량의 비율을 조사한 결과, 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 육계에 있어서 0.5%와 1.0% 타우린이 복강지방량을 감소시킨다는 박강희와 최형송(1997)의 보고와 다른 경향이었다. 반면, 박강희(2002)의 연구에서 0.4%와 0.8% 타우린은 산란계의 복강지방량에 영향을 미치지 못하였으나, 1%와 1.2% 타우린의 경우 감소하였다고 보고하였다.

타우린의 생리적인 기능 중 지질 저하 작용으로 간에서 담즙산을 포함시켜 장으로 배설시킴으로써 섭취된 지방의 유흥과 흡수를 도와(Gaull et al., 1985), 체내 지질 농도를 낮추는 역할을 한다. Yan et al.(1993), Park and Lee(1998), Yokogoshi et al.(1999) 및 Yany et al.(2002)의 보고에 의하면 고지방 식이를 급여한 흰쥐에 타우린을 보강하여 혈장과 간 조직의 콜레스테롤 또는 중성지방 농도를 감소시켰다고 하였으나, Cantafora et al.(1986)과 Cantafora et al.(1991)은 기니아피그와 고양이에서는 간의 중성지방이 증가하였다고 하였다. 또한, Petty et al.(1990)은 토끼에 음수로 0.1% 타우린을 2주간 보강한 결과, 혈청 또는 간에서 총 콜레스테롤 농도에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 본 실험 결과, 기초 사료와 고지방 사료에 타우린의 급여는 혈청 중 총 콜레스테롤과 중성지방 농도를 동시에 유의적으로 감소시켰으나, 간 조직의 두 지질 농도에는 영향을 미치지 못하였다. 박강희(2002)의 연구에서 19주령 산란계의 기초 사료에 0.4%와 0.8% 타우린을 10주 동안 첨가한 경우 혈청 중 총 콜레스테롤과 중성지방 농도에 차이가 없었으나, 간 조직의 총 콜레스테롤과 중성지방이 유의적으로 감소하였다고 하였다. 또한, 81주령 산란계에서도 1% 타우린 첨가 시 비슷한 경향으로 본 연구와는 상반된 결과를 나타내었다. 이러한 원인은 타우린 급여 시 산란계의 주령과 급여 시기 및 첨가 기간이 다르기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 산란계에 고지방 사료 급여 시 타우린이 혈중 및 간 조직의 지질 농도에 미치는 영향은 앞으로 구체적인 실험이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

타우린은 지질 과산화를 억제하여 세포막의 손상을 방지하는 항산화 역할을 하는 것으로 잘 알려져 있다(Li et al., 1993; Balkan et al., 2001, 2002; Kocak-Toker et al., 2005). 본 실험 결과, 고지방 사료에 타우린 급여시 혈청 중 간세포의 손상 지표인 GOT와 GPT 농도가 감소함과 동시에 간 조직에서 지질과산화물 농도가 유의적으로 약 25% 감소하였다. 이러한 결과는 Balkan et al.(2002)의 연구에서 고지방 식이로 유도된 토끼에 타우린을 급여한 결과 간 조직의 지질과산화물 농도가 약 31% 감소하였다는 보고와 유사하였다. 따라서 타우린은 산란계에 고지방 사료 급여시 항산화 물질로써의 역할과

기능을 충분히 하는 것으로 나타났다.

결론적으로 산란계에 있어서 고지방 사료에 타우린의 급여는 산란계의 생산성, 난질에 영향을 미치지 않으면서 혈청 중 총 콜레스테롤과 중성지방 농도를 감소시키고, 과잉의 에너지 섭취로 나타날 수 있는 생체 조직의 세포막 손상을 방어하는데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다.

## 적 요

본 실험은 타우린이 고지방 사료를 급여한 산란계의 생산성, 계란 품질, 혈액 성분, 간 조직의 지질 및 지질과산화물 수준에 미치는 영향을 평가하였다. 45주령 Hy-Line 갈색계 280수를 4개의 처리구로 구분하여 처리구당 7반복, 반복당 10수씩 배치하여 4주간 실시하였다. 실험 처리구는 기초 사료를 대조구로 하고, 기초 사료+0.5% 타우린(CT), 기초 사료+5% 대두유(HF) 그리고 기초 사료+5% 대두유+0.5% 타우린(HFT)로 구분하였다. 난중은 CT가 대조구보다 유의적으로 낮았으나( $P<0.05$ ), HFT는 대조구 그리고 HF와 비교하여 비슷한 수준이었다. 혈청 중 총 콜레스테롤, 중성지방 그리고 GOT 농도에서 HFT는 HF보다 유의적으로 각각 약 30%, 36% 그리고 20% 감소하였다( $P<0.05$ ). 간 조직에서 중성지방 농도는 HFT보다 HF보다 약 28% 낮은 경향이었으며, 지질과산화물 농도는 HFT가 HF보다 유의적으로 약 25% 감소하였다( $P<0.05$ ). 따라서 본 연구 결과, 고지방 사료에 타우린의 급여는 산란계의 생산성에 영향을 미치지 않으면서 혈청 중 총 콜레스테롤과 중성지방 농도를 개선하였으며, 간 조직의 지질과산화물 농도를 감소시키는 것으로 평가되었다.

(색인어 : 타우린, 지방대사, 지질과산화물, 고지방 사료, 산란계)

## 인용문헌

- Balkan J, Dogru-Abbasoglu S, Kanbagli O, Cevikbas U, Aykac-Toker G, Uysal M 2001 Taurine has a protective effect against thioacetamide-induced liver cirrhosis by decreasing oxidative stress. *Hum Exp Toxicol* 20:251-254.
- Balkan J, Kanbagli O, Aykac-Toker G, Uysal M 2002 Taurine treatment reduces hepatic lipids and oxidative stress in chronically ethanol-treated rats. *Biol Pharm Bull* 25:1231-1233.
- Balkan J, Kanbagli O, Hatipoglu A, Kucuk M, Cevikbas U,

- Aykac-Toker G, Uysal M 2002 Improving effect of dietary taurine supplementation on the oxidative stress and lipid levels in the plasma, liver and aorta of rabbits fed on a high-cholesterol diet. *Biosci Biotechnol Biochem* 66:1755-1758.
- Bligh EG, Dyer WJ 1959 A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37:911-917.
- Bohnsack CR, Harms RH, Merkel WD, Russell GB 2002 Performance of commercial layers when fed diets with four contents of corn oil or poultry fat. *J Appl Poult Res* 11:68-76.
- Bryant MG, Wu G, Roland DA Sr 2005 Optimizing dietary energy for profits and performance of two strains of White Leghorns. Page 23 in: *International Poultry Scientific Forum Abstracts*, Atlanta, GA, USA.
- Cantafora A, Blotta I, Rossi SS, Hofmann AF, Sturman JA 1991 Dietary taurine content changes liver lipids in cats. *J Nutr* 121:1522-1528.
- Cantafora A, Mantovani A, Masella R, Mechelli L, Alvaro D 1986 Effect of taurine administration on liver lipids in guinea pig. *Experientia* Apr 15:407-408.
- Cho BHS 1983 Improved enzymatic determination of total cholesterol in tissues. *Clin Chem* 29:166-168.
- Davies KJ 1986 Intracellular proteolytic systems may function as secondary antioxidant defenses: an hypothesis. *J Free Radic Biol Med* 2:155-173.
- Ding WG, Tooyama I, Kimura H, Kuriyama K, Ochi J 1993 Distribution of taurine-like immunoreactivity in the mouse liver during ontogeny and after carbon tetrachloride or phenobarbital intoxication. *Histochem J* 25:376-383.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH 1957 Simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497-509.
- Gaull GE, Pasantes-Morales H, Wright CE 1985 Taurine in human nutrition: overview. *Prog Clin Biol Res* 179:3-21.
- Grobas S, Mendez J, De Blas C, Mateos GG 1999 Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poultry Sci* 78:1542-1551.
- Grobas S, Mendez J, Lazaro R, de Blas C, Mateo GG 2001 Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. *Poultry Sci* 80:1171-1179.
- Hansen RJ, Walzem RL 1993 Avian fatty liver hemorrhagic syndrome: A comparative review. *Adv Vet Sci Comp Med* 37:451-468.
- Harms RH, Russell GB, Sloan DR 2000 Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. *J Apple Poult Res* 9:535-541.
- Huxtable RJ 1992 Physiological actions of taurine. *Physiol Rev* 72:101-163.
- Kocak-Toker N, Giris M, Tülübas F, Uysal M, Aykac-Toker G 2005 Peroxynitrite induced decrease in Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase activity is restored by taurine. *World J Gastroenterol* 11:3554-3557.
- Lee DN, Cheng YH, Chuang YS, Shive JL, Lian YM, Wei HW, Weng CF 2004 Effects of dietary taurine supplementation on growth performance, serum constituents and antibody production of broilers. *Asian-Aust J Anim Sci* 17:109-115.
- Lee SM, Lim HS, Namgung N, Lee BH, Paik IK 2010 Taurine enrichment of egg with feather meal and pyridoxine. *Asian-Aust J Anim Sci* 23:622-629.
- Li J, Foote RH, Simkin M 1993 Development of rabbit zygotes cultured in protein-free medium with catalase, taurine, or superoxide dismutase. *Biol Reprod* 49:33-37.
- Machlin LJ, Bendich A 1987 Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. *FASEB J* 1:441-445.
- Militante JD, Lombardini JB 2004 Dietary taurine supplementation: hypolipidemic and antitherogetic effects. *Nutr Res* 24:787-801.
- Park T, Lee K 1998 Dietary taurine supplementation reduces plasma and liver cholesterol and triacylglycerol levels in rats fed a high-cholesterol or a cholesterol-free diet. *Adv Exp Med Biol* 442:319-325.
- Petty MA, Kintz J, DiFrancesco GF 1990 The effects of taurine on atherosclerosis development in cholesterol-fed rabbits. *Eur J Pharmacol* 180:119-127.
- SAS/STAT 1996 SAS User guide release 6.12 edition.
- Shim KS, Hwang KT, Son MW, Park GH 2006 Lipid metabolism and peroxidation in broiler chicks under chronic heat stress. *Asian-Aust J Anim Sci* 19:1206-1211.
- Shinnburber RO, Yu TC 1958 Characterization of the red pigment formed in 2-thiobarbituric acid determination of oxi-

- dation rancibility. Food Res 23:620-629.
- Sohail SS, Bryant MM, Roland DA Sr 2003 Influence of dietary fat on economic returns of commercial leghorns. J Appl Poult Res 12:356-361.
- Squires EJ, Leeson S 1988 Aetiology of fatty liver syndrome in laying hens. Br Vet J 144:602-609.
- Summers JD, Leeson S 1993 Influence of diets varying in nutrient density on the development and reproductive performance of White Leghorn pullets. Poultry Sci 72:1500-1509.
- Trachtman H, Futterweit S, Bienkowski RS 1993 Taurine prevents glucose-induced lipid peroxidation and increased collagen production in cultured rat mesangial cells. Biochem Biophys Res Commun 191:759-765.
- Waterfield CJ, Mesquita M, Parnham P, Timbrell JA 1993 Taurine protects against the cytotoxicity of hydrazine, 1,4-naphthoquinone and carbon tetrachloride in isolated rat hepatocytes. Biochem Pharmacol 46:589-595.
- Wu G, Bryant MM, Voitle RA, Roland DA Sr 2005 Effects of beta-mannanase in corn-soy diets on commercial Leghorns in second-cycle hens. Poultry Sci 84:894-7.
- Yamazaki M, Takemasa 1998 Effects of dietary taurine on egg weight. Poultry Sci 77:1024-1026.
- Yan CC, Bravo E, Cantafora A 1993 Effect of taurine levels on liver lipid metabolism: An *in vivo* study in the rat. Proc Soc Exp Biol Med 202:88-96.
- Yany Y, Xiao R, Qiu F, Li X 2002 Effect of taurine on blood and liver lipids in rats. Wei Sheng Yan Jiu 31:63-65.
- 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.
- Zou SG, Wu YZ 2005 Effects of supplemental fat on performance of laying hens. Int J Poult Sci 4:988-1000.
- 김정학 심관섭 박강희 2002 타우린 첨가가 산란계의 난 생 산성 및 난질에 미치는 영향. 한국가금학회지 29:171-176.
- 박강희 2002 사료내 타우린 첨가가 산란계의 지방대사에 미치는 영향. 한국가금학회지 29:95-100.
- 박강희 최형송 1997 타우린 첨가가 육계의 성장에 미치는 영향과 생리학적 기전. 한국동물자원과학회지 39:124-134.
- 박태선 2001 타우린의 생리활성과 영양학적 의의. 한국식품영양학회지 34:597-607.
- (접수: 2010. 10. 27, 수정: 2010. 12. 4, 채택: 2010. 12. 7)