

## Comparison of Physiological Changes in Broiler Chicken Fed with Dietary Processed Sulfur

Jang-Sik Shin<sup>1,2</sup>, Min-A Kim<sup>3</sup>, and Sang-Han Lee<sup>1,3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Major in Food Industrial Engineering, Graduate School of Agricultural Development,  
Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>Bowon Agriculture Co., Ltd., Gumi 730-360, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>4</sup>Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

### 식이유황 급여에 따른 계육의 생리적 변화

신장식<sup>1,2</sup> · 김민아<sup>3</sup> · 이상한<sup>1,3,4\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 농업개발대학원 식품산업공학전공, <sup>2</sup>보원농업,  
<sup>3</sup>경북대학교 식품공학부, <sup>4</sup>경북대학교 식품생물산업연구소

#### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the mortality rate, weight gain, and protein, lipid cholesterol, and total amino acid contents in processed-sulfur-diet chicken meat. Also investigated were the antioxidant activity and glutathione content of blood plasma. The mortality of the processed-sulfur-diet chickens was relatively reduced, and their weight increased compared to the normal-diet chickens. Although the glutathione content decreased in the processed-sulfur-diet chicken blood plasma, the antioxidant activity increased compared with the normal-diet chickens. Also, there was no difference in the total cholesterol contents of the blood, but the level of HDL cholesterol increased while that of LDL cholesterol decreased. Furthermore, there were no changes in the total amino acid and protein contents, but the fat content was significantly reduced. As no toxicity was found in the DT 40 cells in the MIT assay, it can be concluded that dietary sulfur in chicken feed can improve the quality of poultry products.

Key words : Processed sulfur, chicken, antioxidant activity

#### 서 론

닭고기는 영양학적으로 상당히 훌륭한 식품으로, 닭고기에는 다른 식물성 단백질에 비해 필수아미노산의 비율이 높으며 콜라겐을 다량 함유하고 있고, 특히 가슴살의 경우 지방함량이 매우 낮아 현대인들의 다이어트 식단으로 큰 인기를 끌고 있다. 최근 이러한 닭고기의 고품질화 전략으로 사육환경의 개선, 사료의 고급화 등이 이루어지고 있어 닭고기에 대한 인식 또한 좋은 방향으로 증가하고 있다(1-3).

한편 신농본초경(神農本草經)에 의하면 유황이란 유황광

이나 유황광물을 채취하여 가열 용해한 다음 상층의 액체 유황을 취하여 냉각한 것으로, 주성분은 황(S)이다. 성질은 매운맛과 신맛이 있고 따뜻하거나 뜨거우며, 독성이 있는 성질을 이용하여 독을 치료하는 외용제로 많이 활용된다. 또한 살충력이 강하여 음, 습진, 가려움증 등 피부병 치료에 효과가 있으며, 내복하면 신체 활동과 혈액순환을 돕고 한기를 쫓아내며 대변을 통리(通利)하는 작용이 있어 변비에 적용될 수 있다(4,5). 이러한 효능에도 불구하고 유황은 자체에 독성을 가진 물질로서 생물을 직접 섭취할 경우 오히려 심각한 부작용을 일으킬 수 있으며 이를 해독할 수 있는 동물로는 오리가 유일하게 알려져 있다. 따라서 사람이 유황을 섭취하기 위해서는 법제과정을 거쳐 독성을 제거한 상태로 섭취하여야 한다. 유황의 법제화는 다양한 방법이 알려져 있으나 일반적으로 석회와 황토를 유황과 섞어 끓이

\*Corresponding author. E-mail : sang@knu.ac.kr  
Phone : 82-53-950-7754, Fax : 82-53-950-6772

고 식히는 과정을 반복하는 방법이 있으며, 최근에는 유험의 독성 물질만을 제거한 제독유험이 주목을 받고 있다. 이러한 독성이 사라진 유험은 작물의 재배, 각종 가축의 사료 등 여러 분야에서 활용 될 수 있다. 유험에 관한 연구는 1970년대까지 유험를 급여한 가축의 함유험 아미노산 절약 효과에 대해 중점적으로 이루어 졌으나 최근에는 고품질육 개발로 초점이 맞춰져 진행되고 있다(6,7). 계육의 품질 향상을 위해 사육방법의 변화, 식이 사료의 다양화 등이 이용되고 있지만(8,9) 법제 유험를 닭에게 급여하여 계육의 성분 변화를 평가하여 보고된 바가 없다.

이에 따라 본 연구에서는 유험를 급여한 닭의 품질과 안전성을 평가하기 위해 법제화된 유험를 닭에 급여하여 계육의 성분함량 변화를 관찰하였으며, 그 중 특이하게 지방의 성분비가 감소하는 패턴을 발견하였다. 이는 콜레스테롤이나 지방에 의한 성인병에 대처할 수 있는 우수한 식재료의 공급과 개발이란 측면에서 좋은 모델이 된다고 판단되어 이의 결과를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 시험 설계

본 실험에 사용된 육계의 급이사료는 육계전기3호(Dong Sung Farms, Nonsan, Korea)이었으며 이의 성분분석표에 의하면 조단백질 30%, 조지방 2.5%, 칼슘 0.3%, 인 1.2%, 조섬유 5%, 조회분 3%, 메치오닌/시스틴 0.3%이었으며 가소화에너지는 3,100 kcal/kg 이상이였다. 이 사료에 법제화 유험를 혼합하여 (주)보원농업(Gumi, Korea)에서 제조하여 급여하였으며, 병아리 상태에서 각 그룹별로 50 마리씩 사육장 내에 구획을 나누어 사육하였다. 사육기간은 6주로 매주 닭의 무게를 전자저울(쥬카스, Namyangju, Korea)을 이용하여 측정하였으며, 사망률은 사육기간 중 사망한 닭의 비율로 확인 하였다. 닭에 급여한 사료는 일반사료와 법제화된 유험를 0.2% 추가하여 일반사료(normal feed)와 유험사료(processed sulfur feed) 2가지로 구분을 하여 실험을 진행하였다. 닭의 혈액 채취는 5~6주간의 사육 후 도살하여 채취하였으며, 실험에는 혈구를 제외한 혈장만을 사용하였다. 계육은 도살 후 즉시 채취하여 4℃에 보관 후 분석을 실시하였다.

### FRAP assay

혈액내의 항산화 활성을 측정하기 위해 FRAP 활성 실험을 실시하였다. 반응 용액은  $C_2H_3NaO_2$ 와 acetic acid ( $C_2H_4O_2$ )를 이용하여 acetate buffer (pH 3.6, 23 mM)를 만들고, 40 mM HCl과 TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine)를 이용하여 10 mM TPTZ solution을 제조하였으며, 실험 직전에 acetate buffer, TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) 및 20 mM

$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 를 10:1:1의 비율로 섞어 10%의 혈장에 처리하여 30분 간 반응시킨 후 590 nm에서 흡광도를 측정하였다(10).

### 혈액 내의 콜레스테롤 함량 분석

혈액 내 콜레스테롤 함량측정을 위하여 계육 5 g을 분취하고 50 mL의 chloroform과 methanol (2:1, v/v) 혼합액을 첨가하여 균질화하고 1시간 동안 sonication한 후, Whatman filter paper (Filter number 1, GE Healthcare, Buckinghamshire, UK)로 여과하여 얻은 여액을 감압 건조한 것에 에탄올 5 mL을 가하여 지질을 녹여 시료로 사용하였다. 총콜레스테롤과 고밀도콜레스테롤 함량은 효소법으로 분석하였고, 저밀도콜레스테롤은 Friedwald 공식을 이용하여 계산하였다 (11).

### 단백질, 지방, 포화지방 분석

계육 내의 단백질, 지방, 포화지방 함량은 AOAC 방법에 따라 분석하였으며, 단백질은 Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet 추출법을 사용하였다(12). 포화지방산은 시료를 fatty acid methyl ester (FAME)로 유도체화한 후 GC로 분석하였다. 먼저 시료의 전처리는 시료를 3.75 M NaOH/methanol과 혼합하여 100℃에서 25분간 가열한 후 3.25 M HCl/methanol을 혼합하여 다시 80℃에서 10분간 가열한 뒤 Hexane과 MTBE 1:1 혼합액을 첨가하였다. 이 혼합액 층이 분리되면 상등액만 취하여 0.3 M NaOH/water과 혼합한 후 다시 상등액 5 mL를 취해 GC에 주입하였다. GC 분석 column은 HP-INNOWax (30 m×0.32 mm×0.25 μm)를 사용하여 실시하였다.

### 아미노산 분석

계육 내의 아미노산 분석은 시료 40 mg을 취하여 6N HCl 15 mL를 가하고, 115℃에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 HCl을 모두 제거한 다음 농축/건조시킨 후, phenylisothiocyanide (PITC) 유도체를 만들어 아미노산 자동분석기 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다.

### Glutathione 분석

혈액 내의 glutathione 함량은 G6PD screening assay kit (Genway biotech, Inc., San Diego, CA, USA)를 이용하여 측정하였다.

### MTT assay

Chicken lymphocyte B세포의 일종인 DT 40 세포주를 96 well plate에  $2 \times 10^3$  cells/well로 분주하고 2시간 후에 시료를 농도별(0, 0.04, 0.08, 0.16, 0.31, 0.63, 1.25, 2.5, 5, 10 μL/mL)로 처리하여 24시간 배양한 후, thiazolyl blue tetrazolium bromide (MTT solution, Sigma, St. Louis, MO,

USA)를 처리하여 생성되는 formazan을 DMSO로 녹여 multilabel counter (Victor3, Perkin Elmer, Waltham, USA)로 564 nm에서 흡광도를 측정하여 세포의 독성여부를 판정하였다.

### 통계처리

실 험결과 통계처리는 SPSS software (ver. 19, IBM, New York, NY, USA)를 이용하여  $p < 0.05$ 에서 유의성 분석을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 사료에 따른 폐사율 및 무게변화

일반사료(normal feed)와 유황사료(processed sulfur feed)를 섭취한 닭의 사육기간에 따른 무게변화와 폐사율을 측정하였다. 급여 기간은 5~6주 정도로 일반사료에 0.2%의 범례 유황을 섞은 사료를 급여하였다. 그 결과, 일반사료를 섭취한 닭에 비해 유황사료를 섭취한 닭의 폐사율이 감소하는 것으로 나타났는데, 일반사료를 섭취한 군의 경우 폐사율이 약 8% 였으며, 유황사료를 섭취한 닭의 경우 폐사율이 약 6%로 나타났다(Fig. 1-A). 닭 무게의 경우 약 5주간의 사육기간 후에 유황사료를 섭취한 닭의 무게가 증가한 것을 볼 수 있었는데, 일반사료를 섭취한 경우 약 1610 g으로 확인되었으며, 유황사료를 섭취한 경우 약 1760 g으로 유황사료를 섭취한 닭의 무게가 약 9.3% 증가한 것으로 나타났다(Fig. 1-B). 이 결과를 통해 식이방법이 닭의 폐사율과 무게에 영향을 미치는 것을 알 수 있는데, 육계에 솔잎분말을 급여한 결과 폐사율이 감소되었다는 보고(13)와 생균제 급여가 사육 초기 폐사율을 감소시킨다는 보고(14), 그리고 0.2% 유기산의 복합물 식이가 육계의 무게를 증가시킨다는

보고(15)에서도 확인된 것으로 보아 닭의 식이방법과 폐사율이 밀접한 관계가 있음을 볼 수 있다. 이는 식이 사료의 특성으로 면역력의 향상이 크게 작용한 것으로 사료되며, 특히 유황을 급여한 군의 무게 증가 부위에서 내장지방이 크게 감소한 것을 임상소견으로 확인 할 수 있었는데, 이 또한 연관성이 있을 것으로 사료된다.

### 혈액 내 항산화 활성 측정

닭의 혈액을 채취한 후, 혈장을 이용하여 항산화 활성을 FRAP assay로 확인한 결과, 일반사료를 급여한 닭에 비해 유황사료를 급여한 닭에서 항산화 활성이 높게 나타남을 확인할 수 있었다(Fig. 1-C).

육계 사료에 매실과 오미자를 처리하여 급여한 결과 이들의 혈액에서 높은 항산화 능을 보이며, 글루타치온의 함량이 증가하는 보고가 있으며(16), 포도씨를 첨가한 사료에서도 동일한 결과가 보고된 바 있다(17). 본 연구에서는 유황사료를 급여한 육계의 혈액에서 항산화 활성을 측정할 결과, 일반사료에 비해 항산화 활성이 증가하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1-C).

### 혈액 내 성분함량 비교

일반사료와 유황사료를 섭취한 닭의 혈액 내 콜레스테롤 함량을 비교한 결과 총콜레스테롤(total cholesterol)의 함량은 일반사료를 급여한 경우 123.25 ( $\pm 39.65$ ) mg/dL, 유황사료를 급여한 경우 132 ( $\pm 18.76$ ) mg/dL로 큰 차이를 보이지 않았다(data not shown). 고밀도콜레스테롤(HDL)의 양은 일반사료를 급여한 닭의 경우 70.33 ( $\pm 9.29$ ) mg/dL, 유황사료를 급여한 경우 92.33 ( $\pm 4.72$ ) mg/dL로(Fig. 2-A) 유황사료를 급여한 닭의 혈액에서 고밀도콜레스테롤이 31.28% 증가하는 것으로 확인 되었으며( $p < 0.05$ ), 저밀도콜레스테롤(LDL)의 양은 일반사료를 급여한 경우 23.33 ( $\pm 3.51$ )

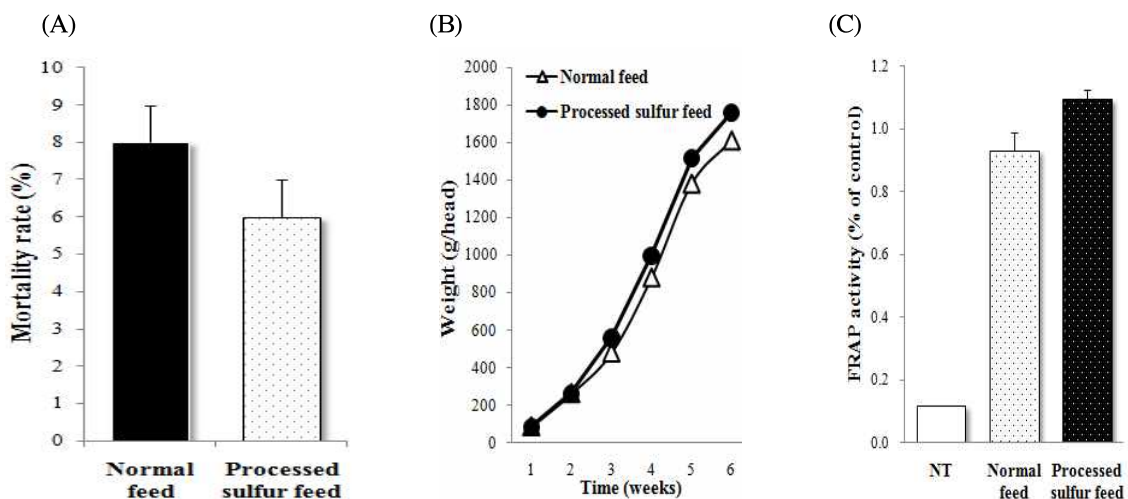


Fig. 1. Characteristics of mortality (A), weight gain (B) and antioxidant activity (C) of broiler chickens fed with processed sulfur diet.

(NT: No Treatment)

mg/dL, 유허사료를 급여한 경우 14.33 ( $\pm 1.52$ ) mg/dL으로 (Fig. 2-B) 유허사료를 급여한 닭의 혈액에서 저밀도 콜레스테롤이 62.8% 감소하는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 육계의 사육기간 중 솔잎을 급여한 결과 혈액 내 고밀도 콜레스테롤이 증가하며, 저밀도 콜레스테롤이 감소한 보고가 있으며(14), 엄나무를 사료로 사용한 결과 비슷한 결과를 얻었다(18). 이는 유허의 식이가 육계에 있어 지방산 조성을 가능하게끔 할 것으로 사료된다. 한편, 혈액의 글루타치온(glutathione, GSH)을 ELISA kit로 분석한 결과, 일반사료를 섭취한 경우가 유허사료를 섭취한 것에 비해 글루타치온의 양은 상대적으로 차이가 나는 것을 발견할 수 없었다(data not shown). 글루타치온은 체내에서 강력한 항산화 작용을 가지고 있는 것으로 알려져 있는데, 이는 앞의 항산화 활성 실험인 FRAP의 결과와 연결하면 설명이 어려워지는데, 향후 이에 대한 연구는 더욱 필요할 것으로 판단된다(data not shown).

은 유의한 차이를 보이지 않았으나, 지방 함량은 유허사료를 섭취한 닭에서 크게 감소한 것을 확인할 수 있었는데( $p < 0.05$ ), 앞서 언급한 것처럼 유허사료를 급여한 경우 계육의 복강지방이 크게 감소한 것을 육안으로 확인할 수 있었다. 사료에 conjugated linoleic acid를 처리한 후 이를 급여하면 계육의 지방이 크게 감소하며 콜레스테롤의 함량도 함께 감소하는 것으로 보고되어 있다(19). 반면, 꾀감 부산물을 처리한 결과 조지방은 증가하고 단백질은 감소하였으며 총 콜레스테롤, 고밀도콜레스테롤, 중성지방은 높으며, 저밀도콜레스테롤은 감소하는 것이 보고되어 있다(20). 본 연구에서는 단백질의 함량은 큰 변화가 없으나 지방이 크게 감소하는 것을 알 수 있었으므로 이는 미래에 well-being이나 LOHAS 측면에서 의미 있는 연구결과로 사료된다.

한편, 일반사료를 급여한 계육과 법제유허사료를 급여한 계육의 아미노산조성은 두 그룹 모두 glutamic acid의 함량이 가장 많았고, aspartic acid, lysine의 순으로 나타났다

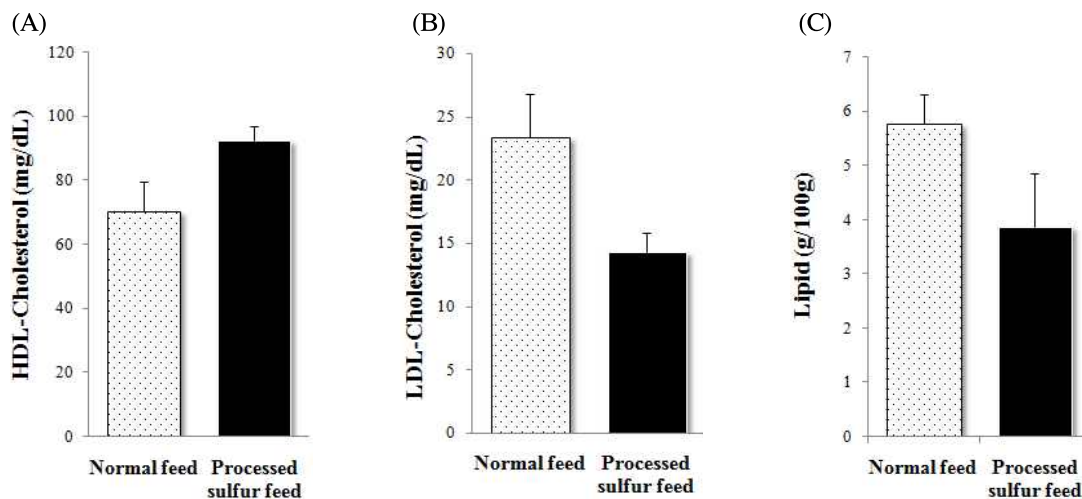


Fig. 2. Comparison of blood and meat contents in broiler chickens fed with normal diet and processed sulfur diet. (A) HDL-cholesterol contents and (B) LDL-cholesterol contents in the chicken blood. (C) Lipid contents in the chicken meat.

Data values were expressed as mean $\pm$ SD of triplicate determinations.

#### 계육 내 성분함량 비교

일반사료와 유허사료를 섭취한 계육에서의 단백질, 지방, 포화지방산, 콜레스테롤 함량을 확인 해 보았다. 사료에 따른 계육 내 단백질 함량에서 일반사료를 급여한 그룹은 계육 내 단백질 함량이 19.63 ( $\pm 0.15$ ) g/100 g, 유허사료를 급여한 그룹은 18.73 ( $\pm 0.4$ ) g/100 g으로 나타났다(data not shown). 지방의 경우 일반사료 급여군에서는 5.76 ( $\pm 0.55$ ) g/100 g, 유허사료 급여군에서는 3.86 ( $\pm 0.98$ ) g/100 g으로 확인 되었다(Fig. 2-C). 포화지방산은 일반사료군에서 1.83 ( $\pm 0.25$ ) g/100 g, 유허사료에서는 1.23 ( $\pm 0.4$ ) g/100 g으로 나타났다(data not shown). 계육에서 일반성분인 단백질, 지방, 포화지방산 함량 비교 결과를 확인하였을 때 급여 사료에 따른 단위 무게당 계육 내 단백질과 포화지방 함량

(data not shown). 황을 함유한 아미노산인 methionine, taurine, cysteine, cystine의 함량은 대조군과 유허사료 급여군 사이 큰 차이가 나타나지 않았고, 총 아미노산 함량 또한 두 그룹에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 닭 근육 내 단백질과 아미노산 함량이 급여되는 사료에 크게 영향을 받지 않는다는 보고와 연관이 있을 것으로 사료되며(21), 실제로 사료 조성이 조직 내의 아미노산 함량에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다는 연구 결과가 다수 보고되어 있다.

#### 닭유래 세포에서의 독성평가

법제화된 유허의 독성을 평가하기 위해 닭유래 세포주인 DT 40 세포주에 액상유허을 농도별로 처리하여 MTT assay

를 실시하였다. 액상유황을 처리하지 않은 세포의 생존율을 100%로 했을 때, 액상유황을 0.63  $\mu\text{L/mL}$  이하의 농도로 처리한 세포의 생존율은 약 90% 이상으로 독성이 나타나지 않았으며 1.25  $\mu\text{L/mL}$ 의 농도부터 약 20%의 세포사멸률을 보이기 시작하였다(Fig. 3). 이 농도는 사료로 급여하였을 때 약 5% 정도의 양으로서 육계의 개체에 직접 독성을 나타내지 않는 것으로 판단되며 통상적으로 0.2-2% 내외로 급여될 수 있으며, 법제유황의 가격적인 측면에서 이의 농도를 높일 수 없기 때문에 통상적으로 이의 범위 내에서 사육되어질 수 있다. 이는 제독유황을 랫드에 경구투여하여 독성을 확인한 연구에서 제독유황을 사료섭취량의 1% 까지 투여하였을 때 독성을 나타내지 않았다는 결과와 상응하다고 볼 수 있으며 추후 간독성, 신장독성의 연구가 필요하다고 판단된다.

이상의 결과로 법제화된 유황이 육계에 안전하게 적용될 수 있으며, 일반사료와 유황사료를 급여한 계육 조성 비교 결과 법제화된 유황을 첨가한 사료를 급여한 경우 폐사율 감소와 닭의 무게 증가로 인한 사육비의 절감을 유도할 수 있고 지방 및 콜레스테롤의 감소를 유도하여 상품성을 증가시켜줄 수 있을 것으로 판단되어지며 추후 만성독성 등의 연구와 함께 최적의 법제유황의 농도를 설정한다면 비만 등의 대사성 질환의 예방적인 차원에서 소비자의 건강에 도움이 되리라 판단된다.

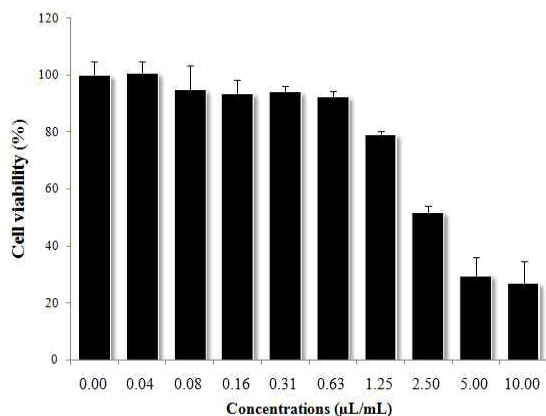


Fig. 3. Cell viability of liquid processed sulfur in DT 40 chicken cells.

Data values were expressed as mean $\pm$ SD of triplicate determinations.

## 요 약

법제화된 유황이 육계사육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 유황사료를 급여한 닭의 폐사율, 무게 증가량을 측정 하였으며, 혈액의 항산화 활성과 혈액 내 글루타치온 및 콜레스테롤 함량, 그리고 계육의 단백질, 지방 분석과 닭유래 세포에서의 법제유황의 세포독성을 알아보았다. 먼저 일반사료

에 비해 유황사료를 급여한 닭의 경우 폐사율이 감소하며, 닭의 무게가 증가하는 것을 알 수 있었다. 혈액 내 항산화 활성을 FRAP 측정법을 이용하여 확인 한 결과 일반사료 급여군에 비해 유황사료 급여군에서 항산화 활성이 증가하였다. 혈액 내 전체 콜레스테롤 함량에는 큰 차이가 나지 않지만, 고밀도 콜레스테롤은 증가하는 반면, 저밀도 콜레스테롤은 감소하는 것을 확인하였다. 또한 계육에서의 총 아미노산과 단백질 함량은 변화가 없지만 지방 함량은 크게 감소시키는 것을 알 수 있었으므로 유황사료가 계육의 품질을 향상시켜 상품성을 높여줄 수 있을 것으로 사료되었다.

## 감사의 글

본 연구는 경상북도 농수산개발과제의 지원으로 수행된 연구결과에 일부입니다.

## 참고문헌

1. Kim JW, Park SY (2001) The perception and consumption pattern of broiler chicken in Korea. *Korean J Poult Sci*, 28, 193-205
2. Park SH, Choi JS, Jung DS, Auh JH, Choi YI (2010) Effects of complex probiotics and antibiotics on growth performance and meat quality in broilers. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 30, 504-511
3. Chae HS, Cho SH, Park BY, Yoo YM, Kim JH, Ahn CN, Lee JM, Kim YK, Yun SG, Choi YI (2002) Comparison of chemical composition in different portions of domestic broiler meat. *Korean J Poult Sci*, 29, 51-57
4. Seo BI, Jung KY (2004) *Hebology*. Daegu Haneey University Press, Daegu, Korea, p 491-492
5. Kim SJ, Kim KJ, Kim GY, Kim YK, Kim WS, Son BK, Ahn JH, Yoo JY, Lee BI, Lee YR, Jeong GY, Jung CH, Choi JC, Choi JB, Choo CO (2001) *Minerals and Human Life*. Taesung Publications, Seoul, Korea, p 162
6. Lee JS, Kwon JK, Han SH, An IJ, Kim SJ, Lee SH, Park YS, Park BK, Kim BS, Kim SK, Kim IH, Choi CS, Jung JY (2010) Toxicity study of detoxicated sulphur at 3 months post-treatment in rats. *J Food Hyg Safety*, 25, 263-268
7. Lee JI, Min HK, Lee JW, Jeong JD, Ha YJ, Kwack SC, Park JS (2009) Changes in the quality of loin from pigs supplemented with dietary methyl sulfonyl methane during cold storage. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 29, 229-237

8. Chae HS, Choi HC, Na JC, Jang AR, Kim MJ, Bang HT, Kim DW, Seo OS, Park SB, Cho SH, Kang HK (2011) Effects of raising periods on physico-chemical meat properties of chicken. *Korean J Poult Sci*, 38, 285-291
9. Jung IC, Moon YH (2009) Effects of feeding Citrus peels on nutritional composition of chicken meat. *J Life Sci*, 19, 1081-1087
10. Son HU, Heo JC, Kim SK, Kwon SY, Han GH, Lee SH (2011) Antioxidant and antiatopic effects of refined chaff liquid smoke. *Korean J Food Preserv*, 18, 266-270
11. Park CI, Kim YJ, Kim DJ, An JH, Kim YK (2002) Effect of activated carbon and fish oil addition on the physico-chemical characteristics in chicken meat. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 22, 206-211
12. Kim SH, Chin KB (2007) Physico-chemical properties and changes of sarcoplasmic protein bands of chicken meat cuts with or without salt during cooking temperatures. *J Anim Sci Technol*, 49, 269-278
13. Kim YJ (2011) Effects of dietary supplementation of pine needle powder on carcass characteristics and blood cholesterol contents of broiler chicken. *Korean J Poult Sci*, 38, 51-57
14. Kim CH, Woo KC, Kim GB, Park YH, Paik IK (2010) Effects of supplementary multiple probiotics or single probiotics on the performance, intestinal microflora, immune response of laying hens and broilers. *Korean J Poult Sci*, 37, 51-62
15. Jang HD, Yoo JS, Kim HJ, Shin SO, Hwang Y, Zhou TX, Chen YJ, Cho JH, Kim IH (2008) Effect of dietary organic acid mixture on growth performance, organ weight, blood immunological parameter and intestinal villi morphology in broilers. *Korean J Poult Sci*, 35, 57-62
16. Ko YH, Moon YS, Sohn SH, Jung CY, Jang IS (2012) Effect of dietary supplementation of plum or omija on growth performance, blood biochemical profiles and antioxidant defense system in broiler chickens. *Korean J Poult Sci*, 39, 121-131
17. Jang IS, Ko YH, Kang SY, Moon YS, Sohn SH (2007) Effect of dietary supplementation of ground grape seed on growth performance and antioxidant status in the intestine and liver in broiler chickens. *Korean J Poult Sci*, 34, 1-8
18. Lee SM, Hwang JH, Kim YJ (2010) Effects of dietary supplementation of castor aralia (*Kalopanax pictus* Nakai) on performance and fatty acid composition of chicken meat. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 30, 305-312
19. Kim YJ, Kim BK, Yoon YB (2008) Effect of dietary conjugated linoleic acid on growth performance, carcass characteristics and muscular fatty acid composition in broiler. *Korean J Food Sci Anim Resour*, 28, 451-456
20. Kim YJ (2005) Effect of dietary dried persimmon by-product on broiler performance and fatty acid contents in chicken meat. *Korean J Poult Sci*, 32, 165-170
21. Park BS (2009) The self life and meat quality of broilers fed pine bark extract (Pitamin). *Korean J Food Sci Anim Resour*, 29, 430-436

---

(접수 2013년 1월 11일 수정 2013년 2월 25일 채택 2013년 4월 17일)