

## 감귤 부산물을 급여한 제주도 토종 닭고기가 흰쥐의 지질대사, 단백질 농도 및 효소 활성에 미치는 영향

문윤희<sup>1</sup> · 양승주<sup>2</sup> · 정인철<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>경성대학교 식품생명공학과, <sup>2</sup>제주동물산업진흥원, <sup>3</sup>대구공업대학 식음료조리계열

### Effects of Supplementing Jeju Native Chicken Meat Fed a Tangerine By-product on Lipid Metabolism, Protein Levels and Enzyme Activities in White Rats

Yoon-Hee Moon<sup>1</sup>, Seung-Ju Yang<sup>2</sup> and In-Chul Jung<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea

<sup>2</sup>Jeju Animal Industry Promotion Institute, Jeju 690-700, Korea

<sup>3</sup>Div. of Food Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea

#### Abstract

In this experiment, three different diets were produced to investigate the effects of Jeju native chicken meat, from chickens that were fed a tangerine by-product, on physiological activities in rats. The first diet did not contain any chicken (TS), the second diet contained 10% chicken that had not been fed the tangerine by-product (T0), and the third diet contained 10% that had been fed the by-products (T1). These diets were provided to 11-week-old male rats for four weeks. Weight gain, feed intake, feed efficiency, liver, kidney, and epididymis fat weights were not significantly different among the TS, T0, and T1 groups. Total lipid, triglycerides, and cholesterol levels in the liver were significantly lower in T0 and T1 than in TS ( $p < 0.05$ ). And total lipid, phospholipid, triglycerides, total cholesterol, HDL-cholesterol, DL+VLDL-cholesterol, HDL-cholesterol/total cholesterol, and atherogenic index levels in the blood serum were similar between T0 and T1, which did not present any significant differences. The feed containing the tangerine by-product did not cause any statistically significant differences in serum protein, glucose, or hemoglobin. Finally, T0 and T1 showed similar trends in terms of  $\gamma$ -GTP, ALT, AST, and ALP activities, which again did not present any statistically significant differences.

**Key words :** Tangerine by-product, Jeju native chicken, physiological activities, rats.

#### 서 론

천연에 존재하는 다양한 종류의 기능성 물질들은 그들이 갖는 생리활성으로 인하여 인체 내에서 항암, 노화억제, 항산화 등 인간의 건강 유지 및 질병 치유와 관련된 연구의 대상이 되고 있다. 최근에는 그들이 갖는 생리활성 기능으로 항산화 및 항균 효과가 입증되면서 가공식품의 천연 식품 첨가물로 이용하기 위한 연구가 많이 이루어져서 일부는 식품 첨가물로 이용되고 있다. 그 중에서 식용 식물이나 부산물에 함유되어 있는 생리활성 물질에 대한 탐구는 꾸준히 이루어져 많은 연구 성과를 거두고 있다. 특히 감귤 및 그 부산물에는 hesperidin과 naringin 같은 flavonoid류,  $\beta$ -carotene, pectin, terpene류, 무기질, 비타민 등이 함유되어 있는 것으로 알려지면서 식품첨가물이나 가축의 사료로 활용하기 위한 연구가

이루어지고 있다(Bampidis & Robinson 2006, Caristi *et al* 2006, Jung *et al* 2007, Mouly *et al* 1998, Vanamala *et al* 2006).

감귤은 우리나라 과일 생산량의 약 25%를 차지하는 중요한 과일(Chung *et al* 2000)로써 많은 감귤류 중 tangerine이 대부분을 차지하고 있고, tangerine은 전 세계에서 생산되는 감귤류 중 약 17.9%를 차지하고 있다(USDA/FAS 2003). 이들은 주로 생과로 소비되고 있지만 주스나 통조림으로 이용되면서 많은 양의 부산물이 발생한다. 주스는 착즙 후 외피(flavedo), 내피(albedo), 즙을 포집하고 있는 액낭(juice sac), 액낭을 싸고 있는 막(membrane), 과육과 과육 사이 중심부의 심(core), 씨(seed) 등의 부산물이 남고(Bampidis & Robinson 2006), 이것의 처리 문제가 심각하다. 감귤 부산물에 함유되어 있는 hesperidin 및 naringin은 항산화, 항균, 항돌연변이, 항염증, 항알러지, 항바이러스 작용이 있고, 순환기계 질병 예방, 모세혈관 강화 등의 효과가 있다(Kawaguchi *et al* 1997, Park *et al* 1983, Sohn & Kim 1998). 이와 같이 감귤 부산물은 많은 유효한 성분을 함유하고 있음에도 불구하고 대부분

\* Corresponding author : In-Chul Jung, Tel : +82-53-560-3854, Fax : +82-53-560-3869, E-mail : inchul3854@hanmail.net

폐기되고 있다. 다만 일부 껍질이 진피라는 이름의 한약재로 이용되고 있을 뿐이다. 최근에는 가축의 사료로 이용하기 위한 연구가 활발하게 진행되어(Arthington *et al* 2002, Barrios-Urdaneta *et al* 2003, Jung *et al* 2006, Lanza *et al* 2004) 감귤 부산물을 이용한 기능성 축산물의 생산 가능성이 확인되고 있다. 그러나 감귤 부산물로 사육한 고기의 기능성을 확인하려면 동물실험이 이루어져야 하는데, 최근에 감귤 부산물 사료로 사육된 돼지고기를 흰쥐에게 급여하여 생리활성을 연구한 것이 드물게 보고되고 있다. Koh *et al*(2006a)은 감귤피를 급여한 개량 흑돼지 고기가 급여하지 않은 것보다 LDL-콜레스테롤 함량을 낮게 한다고 하였으며, Moon *et al*(2006)은 감귤피를 급여한 교잡종 돼지고기는 흰쥐 간의 중성지방과 콜레스테롤 수치를 낮게 한다고 보고하였다. 그러나 감귤 부산물로 사육한 닭고기를 실험동물에게 급여하여 생리활성을 연구한 것은 찾아볼 수 없었다. 따라서 본 연구는 감귤 부산물을 급여하여 사육된 제주도 토종 닭고기를 흰쥐의 사료로 급여하면서 생리활성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물 및 식이

실험동물은 Sprague-Dawley계 흰쥐 수컷을 고품사료(신촌사료)로 사육한 생후 10주령의 것이며, 표준식이로 1주일 동안 적응시킨 후 평균체중이 355.9±16.7 g의 흰쥐를 한 구에 8마리씩 3개 구로 나누어 실험에 이용하였다. 실험구는 흰쥐 식이에 닭고기 자체를 첨가하지 않은 표준구(TS), 감귤 부산물 비급여 닭고기를 10% 첨가한 대조구(T0), 그리고 감귤 부산물 급여 닭고기를 10% 첨가한 급여구(T1)로 하였다. 식이 조성은 Table 1과 같이 하였으며, mineral premix는 AIN-93-MX mineral mixture 조성에 따라 제조하였고, vitamin premix는 AIN-93-VX vitamin mixture 조성에 따라 제조하였다(Reeves *et al* 1993). 흰쥐 식이에 첨가한 토종 닭고기는 감귤 부산물 급여량(4%)과 영양성분을 확인한 것으로(Yang *et al* 2008) 제주동물산업진흥원에서 공급받았다.

### 2. 흰쥐의 사육

흰쥐의 사육은 온도 22±2℃, 습도 40~50%로 유지시키고, 명암은 12시간을 주기로 자동 조절되는 동물 실험실에서 물과 식이를 자유 급식하면서 4주간 사육하였다. 식이는 매일 오후 4시에 일괄적으로 급여하였다.

### 3. 체중 측정, 식이섭취량 및 식이효율

체중 측정은 일주일에 한 번씩 일정한 시간에 측정하고,

**Table 1. Dietary composition** (g/100 g)

Ingredients	TS <sup>1)</sup>	T0 <sup>2)</sup>	T1 <sup>3)</sup>
Casein	20.0	9.7	9.7
Corn starch	53.0	54.08	54.13
Sugar	10.0	10.0	10.0
Corn oil	7.0	6.52	6.43
Methionin	0.3	0.3	0.3
Colinvalate	0.2	0.2	0.2
Mineral premix	3.5	3.2	3.24
Vitamin premix	1.0	1.0	1.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0
Jeju native chicken meat	-	10.0	10.0

<sup>1)</sup> Standard experiment.

<sup>2)</sup> Chicken meat not fed with tangerine byproduct.

<sup>3)</sup> Chicken meat fed with tangerine byproduct.

실험기간 동안의 식이는 매일 오전 4시에 일괄적으로 급여하였다. 식이섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 보전하여 식이섭취량을 산출하였다. 식이효율은 실험 전체 기간의 체중증가량을 같은 기간 동안에 섭취한 식이량으로 나누어 계산하였다. 즉, 식이효율=체중증가량(g)/식이섭취량(g)×100으로 하였다.

### 4. 시료채취 및 분석

4주간의 실험 종료일에 20시간 절식시킨 실험동물을 ethyl ether로 마취한 후 심장에서 채혈하였으며, 채혈한 혈액은 실온에서 30분 지난 후 3,000 rpm에서 20시간 원심분리한 혈청을 분석시료로 하였다. 채혈 후 즉시 각 장기 및 부고환 지방을 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 혈청의 중성지방, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 총 단백질, 알부민, 글로불린, 크레아티닌, 뇨산성 질소, 혈당, 혈색소 농도 및 효소활성은 자동생화학분석기(Autoanalyzer 900S, Germany)로 측정하였고, LDL-콜레스테롤 함량은 kit 시약(polymedco, NY)으로, LDL+VLDL-콜레스테롤 농도는 혈청의 총 콜레스테롤 - (HDL-콜레스테롤) 식으로 계산하였다. 동맥경화지수(atherogenic index)는 Haglund *et al* (1991)의 방법에 따라서 (총 콜레스테롤 - HDL-콜레스테롤) ÷ HDL-콜레스테롤의 식으로 계산하였다. 간의 지질은 Folch *et al*(1957)의 방법으로 추출하여 측정용으로 사용하였다. 혈청과 간의 총지질은 phospho-vanilin법(Frings & Dunn 1970), 그리고 간의 중성지방(triglyceride-V, Korea) 및 총 콜레스테

를(cholesterol-V, Korea) 농도는 각각의 측정용 kit 시약으로 측정하였다.

## 5. 통계처리

실험결과는 평균±표준편차로 나타내었고, SPSS(1999)를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 one-way ANOVA를 실시한 후 유의한 차이가 있는 경우  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test로 시료들 사이의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 흰쥐의 증체량, 식이섭취량, 식이효율 및 장기무게

흰쥐 식이에 닭고기를 첨가하지 않은 식이(TS), 감귤 부산물 비급여 닭고기를 10% 첨가한 식이(T0), 그리고 감귤 부산물 급여 닭고기를 10% 첨가한 식이(T1)로 4주간 사육한 흰쥐의 체중 증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 2와 같다. 흰쥐의 증체량은 TS, T0 및 T1이 각각 67.8, 83.6 및 78.1 g으로 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이는 없었지만 TS보다 T0와 T1 다소 높은 경향이였다. 사료 섭취량은 TS, T0 및 T1이 비슷하였으며, 식이효율은 TS보다 T0 및 T1이 높았지만 유의성은 없었다. Rao *et al*(1997)은 단백질 급원으로서 casein과 돼지고기를 식이로 흰쥐를 5주 동안 사육한 결과 돼지고기를 급여한 실험구의 증체량과 식이효율이 더 높았다고 하였다. 그리고 Koh *et al*(2006a)도 돼지고기를 급여한 흰쥐의 증체량 및 식이효율이 표준구보다 높다고 하였다. 본 연구에서 닭고기를 사료에 첨가한 실험구들의 증체량 및 식이효율이 유의성은 없지만 표준구보다 증가한 것은 이상의 결과들과 유사하였으며, 그것은 표준구보다 돼지고기나 닭고기에 함유된 지방 함량 만큼 표준구 사료보다 지방 함량이

**Table 2. Effects of Jeju native chicken meats fed with the tangerine byproduct on the body weight gain, feed intake and feed efficiency ratio of male rats**

Items	TS <sup>1)</sup>	T0 <sup>2)</sup>	T1 <sup>3)</sup>
Body weight, initial (g)	364.8±23.6 <sup>4)</sup>	363.9±24.3	363.5±20.8
Body weight, final (g)	432.6±26.0	447.5±25.9	441.6±18.3
Weight gains (g)	67.8±10.2	83.6±11.6	78.1±14.4
Feed intake (g/day)	18.4± 1.5	19.1± 1.1	18.2± 1.8
Feed efficiency ratio (%)	13.2± 2.2	15.6± 1.1	15.3± 1.6

<sup>1)</sup> Standard experiment.

<sup>2)</sup> Chicken meat not fed with tangerine byproduct.

<sup>3)</sup> Chicken meat fed with tangerine byproduct.

<sup>4)</sup> Mean±S.D.(n=3).

**Table 3. Effects of Jeju native chicken meats fed with the tangerine byproduct on the organs weight of mail rats (g/100 g of body weight)**

Organs	TS <sup>1)</sup>	T0 <sup>2)</sup>	T1 <sup>3)</sup>
Liver	2.6±0.1 <sup>4)</sup>	2.5±0.2	2.6±0.1
Kidney	0.6±0.0	0.6±0.0	0.6±0.1
Epididymis fat	1.1±0.2	1.0±0.1	1.0±0.3

<sup>1)</sup> Standard experiment.

<sup>2)</sup> Chicken meat not fed with tangerine byproduct.

<sup>3)</sup> Chicken meat fed with tangerine byproduct.

<sup>4)</sup> Mean±S.D.(n=3).

높아서 나타난 결과로 생각된다. 그러나 감귤 부산물로 사육된 토종 닭고기가 흰쥐의 증체량, 식이섭취량 및 식이효율에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

흰쥐의 간, 신장 및 부고환 지방의 무게를 측정하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 간의 무게는 2.5~2.6 g, 신장은 0.60 mg, 그리고 부고환의 지방 무게는 1.0~1.1 g으로 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 따라서 감귤 부산물로 사육한 토종 닭고기는 흰쥐의 장기 무게에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 감귤 부산물로 사육한 돼지고기가 흰쥐의 간, 신장 및 부고환의 지방 함량에 영향을 미치지 않았다는 Moon *et al*(2006)의 결과와 유사한 경향이였다.

### 2. 흰쥐 간의 지질함량

흰쥐 간의 총 지질, 중성지질 및 콜레스테롤 함량은 Table 4와 같다. 그 결과 흰쥐 간의 총 지질, 중성지질 및 콜레스테롤 함량은 TS보다 T0 및 T1이 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ). 그러나 T0 및 T1 사이에는 유의한 차이가 없어서 감귤 부산물

**Table 4. Effects of Jeju native chicken meats fed with the tangerine byproduct on the lipid and cholesterol content in liver of male rats (mg/g)**

Items	TS <sup>1)</sup>	T0 <sup>2)</sup>	T1 <sup>3)</sup>
Total lipid	55.3±6.2 <sup>4)a5)</sup>	42.2±5.9 <sup>b)</sup>	42.0±4.0 <sup>b)</sup>
Triglycerides	30.1±4.2 <sup>a)</sup>	16.4±3.7 <sup>b)</sup>	16.8±2.3 <sup>b)</sup>
Cholesterol	3.7±0.4 <sup>a)</sup>	3.3±0.3 <sup>b)</sup>	3.3±0.4 <sup>b)</sup>

<sup>1)</sup> Standard experiment.

<sup>2)</sup> Chicken meat not fed with tangerine byproduct.

<sup>3)</sup> Chicken meat fed with tangerine byproduct.

<sup>4)</sup> Mean±S.D.

<sup>5)</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different at  $\alpha = 0.05$ .(n=3).

로 사육된 제주도 토종 닭고기는 흰쥐 간의 지질함량에는 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 Koh *et al*(2006b)이 보고한 제주도 재래돼지고기를 급여한 결과와 유사한 경향이었으며, 이것은 표준구의 casein보다 제주도 토종 닭고기의 단백질이 간의 총 지질, 중성지질 및 콜레스테롤 함량을 감소시키는 효과가 있는 것으로 생각되지만 여기에 대한 자세한 메카니즘은 앞으로 더 많은 연구에 의하여 밝혀져야 할 사항이다.

### 3. 흰쥐 혈청의 지질함량

감귤 부산물로 사육한 제주도 토종 닭고기의 급여가 흰쥐 혈청의 지질농도에 미치는 영향을 Table 5에 나타내었다. 흰쥐 혈청의 총 지질 함량은 TS보다 T0 및 T1이 낮았고, 특히 T1은 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ). 그러나 흰쥐 혈청의 인지질, 중성지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL+VLDL-콜레스테롤 함량, 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율 및 동맥경화지수는 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 순환기계에서 발생하는 성인병은 주로 LDL-콜레스테롤 함량으로 평가하고, 동맥경화를 유발하는 지표로 동맥경화지수를 평가한다(Haglund *et al* 1991). 그리고 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 개개의 지단백질의 함량보다 심장질환의 위험 정도를 더 잘 나타내 주는 것으로

**Table 5. Effects of Jeju native chicken meats fed with the tangerine byproduct on the lipid level in serum of male rats**

Serum lipids	TS <sup>1)</sup>	T0 <sup>2)</sup>	T1 <sup>3)</sup>
Total lipid (mg/dL)	341.6±32.7 <sup>4)a5)</sup>	324.2±24.6 <sup>ab</sup>	311.4±19.6 <sup>b</sup>
Phospholipid (mg/dL)	126.2±18.9	127.7±25.2	123.6±17.1
Triglycerides (mg/dL)	98.8±10.0	91.3±11.3	90.6±12.4
Total cholesterol (mg/dL)	97.2±17.3	87.7±11.3	89.9±13.5
HDL-cholesterol (mg/dL)	26.3± 2.7	23.5± 3.4	25.5± 4.7
DL+VLDL-cholesterol (mg/dL)	70.8±14.7	64.2± 9.1	64.4±10.1
HDL-C/T-C (%) <sup>6)</sup>	27.4± 2.2	26.9± 2.9	28.4± 3.3
Atherogenic index <sup>7)</sup>	2.7± 0.3	2.8± 0.4	2.6± 0.4

<sup>1)</sup> Standard experiment.

<sup>2)</sup> Chicken meat not fed with tangerine byproduct.

<sup>3)</sup> Chicken meat fed with tangerine byproduct.

<sup>4)</sup> Mean±S.D.(n=3).

<sup>5)</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different at  $\alpha=0.05$ .

<sup>6)</sup> HDL-cholesterol/total cholesterol × 100.

<sup>7)</sup> (Total cholesterol-HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

알려져 있다(Kailash P 1999, Kinoshian *et al* 1995). 그러나 본 연구에서는 감귤 부산물을 첨가한 사료로 사육된 제주도 토종 닭고기 섭취에 의한 흰쥐 혈청의 총 지질함량이나 콜레스테롤 대사는 영향을 미치지 않았으며, 이러한 결과는 Moon *et al*(2006)이 감귤 부산물로 사육한 돼지고기를 흰쥐에게 급여한 흰쥐 혈청의 지질 함량과 콜레스테롤 대사의 결과와 유사하였다.

### 4. 흰쥐 혈청의 단백질, 혈당 및 혈색소 함량

감귤 부산물을 첨가한 사료로 사육한 닭고기가 흰쥐의 영양 상태와 빈혈 유무에 미치는 영향을 조사하고자 혈청의 단백질, 혈당 및 혈색소 농도를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 혈청의 총 단백질 함량은 TS보다 T0 및 T1이 유의하게 높았으며, 알부민 함량은 TS보다 T1이 높았고, 글로불린에 대한 알부민의 비율은 TS가 T0 및 T1보다 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 크레아티닌 함량은 TS가 T0 및 T1보다 유의하게 높았으며, 뇨질소 함량은 TS가 T0 및 T1보다 낮았고, 혈당은 TS보다 T0 및 T1이 현저하게 낮았다( $p<0.05$ ). 그러나 혈색소는 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 그리고 흰쥐 혈청의 단백질, 혈당 및 혈색소 함량은 감귤 부산물로 사육한 토종 닭고기 급여의 영향은 없었다. 이상의 결과는 처리구 사이에 혈청의 단백질, 크레아티닌, 뇨질소, 혈당, 혈색소 함량이 차이를 보이지만 정상 흰쥐의 혈청 분석 결과와 유사한 경향으로 정상 수준을 유지하고 있었다(Kang *et al* 1995, Kim *et al* 1993, Koh JB 2001).

**Table 6. Effects of Jeju native chicken meats fed with the tangerine byproduct on the concentration of protein, blood sugar and blood pigment in serum of male rats**

Items	TS <sup>1)</sup>	T0 <sup>2)</sup>	T1 <sup>3)</sup>
Total protein(g/dL)	6.9± 0.1 <sup>4)b5)</sup>	7.4± 0.2 <sup>a</sup>	7.6 ± 0.3 <sup>a</sup>
Albumin(g/dL)	4.5± 0.1 <sup>b</sup>	4.6± 0.1 <sup>ab</sup>	4.7 ± 0.1 <sup>a</sup>
Albumin/globin ratio	1.9± 0.1 <sup>a</sup>	1.7± 0.1 <sup>b</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>b</sup>
Creatinine(mg/dL)	0.6± 0.1 <sup>a</sup>	0.4± 0.0 <sup>b</sup>	0.40± 0.0 <sup>b</sup>
Urea nitrate(mg/dL)	11.6± 1.2 <sup>b</sup>	13.5± 2.2 <sup>a</sup>	13.6 ± 2.3 <sup>a</sup>
Blood sugar(mg/dL)	166.1±15.9 <sup>a</sup>	145.4±15.4 <sup>b</sup>	150.1 ±16.7 <sup>b</sup>
Blood pigment(mg/dL)	16.0± 0.3	16.1± 0.8	16.1 ± 0.6

<sup>1)</sup> Standard experiment.

<sup>2)</sup> Chicken meat not fed with tangerine byproduct.

<sup>3)</sup> Chicken meat fed with tangerine byproduct.

<sup>4)</sup> Mean±S.D.(n=3).

<sup>5)</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different at  $\alpha=0.05$ .

**Table 7. Effects of Jeju native chicken meats fed with the tangerine byproduct on the  $\gamma$ -GTP, ALT, AST and ALP activities of serum in male rats (IU/L)**

Enzymes	TS <sup>1)</sup>	T0 <sup>2)</sup>	T1 <sup>3)</sup>
$\gamma$ -GTP <sup>6)</sup>	8.4± 1.6 <sup>4)a5)</sup>	6.5± 1.0 <sup>b)</sup>	6.7± 1.5 <sup>b)</sup>
ALT <sup>7)</sup>	32.7± 7.7	28.2± 5.1	31.0± 5.7
AST <sup>8)</sup>	152.2±23.5	172.7±19.7	163.8±22.2
ALP <sup>9)</sup>	186.4±26.1	188.1±22.1	196.6±21.4

<sup>1)</sup> Standard experiment.

<sup>2)</sup> Chicken meat not fed with tangerine byproduct.

<sup>3)</sup> Chicken meat fed with tangerine byproduct.

<sup>4)</sup> Mean±S.D.(n=3).

<sup>5)</sup> Values with different superscripts within the same row are significantly different at  $\alpha=0.05$ .

<sup>6)</sup>  $\gamma$ -glutamyltranspeptidase.

<sup>7)</sup> Alanine aminotransferase.

<sup>8)</sup> Aspartate aminotransferase.

<sup>9)</sup> Alkaline phosphatase.

## 5. 흰쥐 혈청의 효소활성

감귤 부산물을 급여하지 않은 토종 닭고기(T0)와 감귤 부산물을 급여한 토종 닭고기(T1)의 식이가 흰쥐의 간에 미치는 영향을 조사하고자 간 질환과 관련이 있는 효소활성을 측정하고, 그 결과를 Table 7에 나타내었다. 혈청의  $\gamma$ -glutamyltranspeptidase( $\gamma$ -GTP), alanine aminotransferase(ALT), aspartate aminotransferase(AST) 및 alkaline phosphatase (ALP)의 활성은 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었으며, 이것은 정상 흰쥐의 혈청 효소활성 분석자료(Kang *et al* 1995, Kim *et al* 1993)와 유사한 경향이였다. 임상에서  $\gamma$ -GTP는  $\gamma$ -glutamylpeptide의  $\gamma$ -glutamyl기를 아미노산 또는 peptide에 전이시키는 효소로서 신장, 췌장, 간, 쓸개를 비롯한 여러 장기에 분포하여 알코올성이나 약물성 간 장애에서 높은 활성치를 나타내는 효소이며, ALT 및 AST는 간세포에 다량 존재하는 효소로서 간이 손상되었을 때 세포 외로 다량 유출되어 혈중에 증가됨으로써 간 손상의 지표로 이용되는 효소이다. ALP는 여러 가지 인산에스터를 분리시키고, 골격 내에서 석회화를 촉진시키며, 장 내에서는 인 흡수에 관여하는 효소로서 골 질환, 간이나 쓸개 질환, 임신 및 악성 종양 등에서 높은 활성치를 보이는 효소이다(Kang *et al* 1995). 따라서 본 연구의 결과 감귤 부산물을 급여한 토종 닭고기를 섭취한 흰쥐의  $\gamma$ -GTP, ALT, ASP 및 ALP의 활성이 정상 수준을 유지하는 것으로 나타나 감귤 부산물을 급여한 토종 닭고기가 간 질환과 관련이 있는 효소 활성에 특별한 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

## 요약 및 결론

감귤 부산물 첨가 사료로 사육한 제주도 토종 닭고기가 흰쥐의 영양대사에 미치는 영향을 조사하고자 흰쥐의 식이에 닭고기를 첨가하지 않은 표준구(TS), 감귤 부산물 첨가하지 않고 사육한 닭고기를 10% 첨가한 대조구(T0) 및 감귤 부산물을 첨가하여 사육한 닭고기를 10% 첨가한 감귤 부산물 급여구(T1)의 식이를 제조하였다. 이 식이들은 각각 생후 11주령의 숫쥐에 4주간 급여한 바 다음과 같은 결과들을 얻었다. 흰쥐의 체중 증가량, 식이 섭취량, 식이효율, 간 무게, 신장 무게 및 부고환 지방의 무게는 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 간의 총지질, 중성지질 및 콜레스테롤은 TS보다 T0 및 T1이 유의하게 감소되었고( $p<0.05$ ), T0와 T1은 유의한 차이가 없었다. 혈청의 총지질, 인지질, 중성지질, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, DL+VLDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤에 대한 총콜레스테롤의 비율 및 동맥경화 지수는 T0와 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 그리고 혈청의 단백질, 혈당 및 혈색소 농도는 감귤 부산물 급여에 의한 유의적인 차이를 보이지 않았으며,  $\gamma$ -GTP, ALT, AST 및 ALP 활성은 T0 및 T1이 유사한 경향으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이상의 결과에서 감귤 부산물 첨가 사료로 사육한 토종 닭고기가 흰쥐의 지질대사, 단백질 농도 및 효소 활성에 영향을 미치지 않고 정상 수준을 유지시키는 것으로 나타나서 감귤 부산물의 사료화 가능성이 기대되며, 고품질의 기능성 축산물의 생산도 가능할 것으로 생각된다.

## 문헌

- Arthington JD, Kunkle WE, Martin AM (2002) Citrus pulp for cattle. *Vet Clin Food Anim* 18: 317-326.
- Barrios-Urdaneta A, Fondevila M, Castrillo C (2003) Effect of supplementation with different proportions of barley grain or citrus pulp on the digestive utilization of ammonia-treated straw by sheep. *Anim Sci* 76: 309-317.
- Bampidis VA, Robinson PH (2006) Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Anim Feed Sci Technol* 128: 175-217.
- Caristi C, Bellocco E, Gargiulli C, Toscano G, Leuzzi U (2006) Flavone-di-c-glycosides in citrus juices from southern Italy. *Food Chem* 95: 431-437.
- Chung SK, Kim SH, Choi YH, Song EY, Kim SH (2000) Status of citrus fruit production and view of utilization in Cheju. *Food Ind Nutr* 5: 42-52.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH (1957) A simple method

- for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-507.
- Frings CS, Dunn RT (1970) A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophosphovanilin reaction. *Am J Clin Path* 53:89-91.
- Haglund O, Loustarinen R, Wallin R, Wibell L, Saldeen T (1991) The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol, fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur J Nutr* 121: 165-172.
- Jung IC, Moon YH, Yang SJ (2006) Effect of feeding of citrus byproduct on the physicochemical properties and palatability of pork loin during growing period. *J Life Sci* 16: 1164-1168.
- Jung IC, Yang SJ, Moon YH (2007) Feeding effects of citrus by-product TMR forage on the nutritional composition and palatability of Hanwoo loin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 578-583.
- Kailash P (1999) Reduction of serum cholesterol and hypercholesterolemic atherosclerosis in rabbits by secoisolariciresinol diglucoside isolated from flaxseed. *Circulation* 99: 1355-1362.
- Kang BH, Son HY, Ha CS, Lee HS, Song SW (1995) Reference values of hematology and serum chemistry in Krc: Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 11: 141-145.
- Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K, Uchino K (1997) Hesperidin as an inhibitor of lipase from porcine pancreas and pseudomonas. *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 102-104.
- Kim HY, Song SW, Ha CS, Han SS (1993) Effects of the population density on growth and various physiological values of Sprague-Dawley rats. *Korean J Lab Ani Sci* 9: 71-82.
- Kinosian B, Glick H, Preiss L, Puder KI (1995) Cholesterol and coronary heart disease: predicting risk in men by changes in levels and ratio. *J Invest Med* 43: 443-450.
- Koh JB (2001) Effect of fruiting body of *Cordyceps militaris* on growth, lipid and protein metabolism, and enzyme activities in male rats. *Korean J Nutr* 34: 741-747.
- Koh JB, Kim JY, Jung IC, Yang SJ, Moon YH (2006a) Effect of diet with meat of crossbred black pig fed with tangerine peel on lipid metabolism, protein level and enzyme activities in rats. *Korean J Life Sci* 16: 82-87.
- Koh JB, Yang SJ, Jung IC, Hyon JS, Moon YH (2006b) Effect of meat supplementation of Jeju native black pigs fed tangerine byproduct on lipid metabolism, protein level and enzyme activities in rats. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 175-182.
- Lanza M, Fasone V, Galofaro V, Barbagallo D, Bella M, Pennisi P (2004) Citrus pulp as an ingredient in ostrich diet: effects on meat quality. *Meat Sci* 68: 269-275.
- Moon YH, Yang SJ, Jung IC, Yang YH, Koh JB (2006) Effect of diet with meat for crossbred pig fed with tangerine peel on lipid metabolism, protein level and enzyme activities in rats. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 58-63.
- Mouly PP, Gaydou EM, Auffray A (1998) Simultaneous separation of flavanone glycosides and polymethoxylated flavones in citrus juices using liquid chromatography. *J Chromatography* 800:171-179.
- Park GL, Avery SM, Byers JL, Nelson DB (1983) Identification of bioflavonoids from citrus. *Food Technol* 37: 98-105.
- Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC (1993) AIN-93 purified diets for laboratory rodents final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr* 123: 1939- 1951.
- Rao JH, Han CK, Lee NH, Chung YK (1997) Effects of pork as a protein source on cadmium toxicity in rat. *Korean J Anim Sci* 39: 605-616.
- Sohn JS, Kim MK (1998) Effect of hesperidine and naringin on antioxidative capacity in the rat. *Korean J Nutr* 31: 687-696.
- SPSS (1999) SPSS for windows Rel. 10.05. SPSS Inc., Chicago, USA.
- United States Department of Agriculture/Foreign Agricultural Service(USDA/FAS) (2003) Situation and outlook for citrus, horticultural and tropical products division, Washington, DC, USA.
- Vanamala J, Reddivari L, Yoo KS, Pike LM, Patil BS (2006) variation in the content of bioactive flavonoids in different brands of orange and grapefruit juices. *J Food Composition Analysis* 19: 157-166.
- Yang SJ, Jung IC, Moon YH (2008) Effects of feeding citrus byproducts on nutritional components of Korean native chickens. *Korean J Life Sci* 18: 1369-1376.
- (2009년 3월 10일 접수, 2009년 5월 14일 채택)