



## 감귤 부산물을 급여한 제주 재래돼지고기의 섭취가 흰쥐의 지질대사, 단백질 농도 및 효소 활성에 미치는 영향

고진복 · 양승주<sup>1</sup> · 정인철<sup>2</sup> · 현재석<sup>3</sup> · 문윤희<sup>4\*</sup>

신라대학교 생물과학과, <sup>1</sup>제주도청, <sup>2</sup>대구공업대학 식품료조리계열, <sup>3</sup>제주산업정보대학 관광식품산업계열, <sup>4</sup>경성대학교 식품공학과

## Effect of Meat Supplementation of Jeju Native Black Pigs Fed Tangerine Byproduct on Lipid Metabolism, Protein Level and Enzyme Activities in Rats

Jin-Bog Koh, Seung-Joo Yang<sup>1</sup>, In-Chul Jung<sup>2</sup>, Jae-Suk Hyon<sup>3</sup>, and Yoon-Hee Moon<sup>4\*</sup>

Department of Life Science, Silla University

<sup>1</sup>Jejudo Provincial Government

<sup>2</sup>Division of Food Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical College

<sup>3</sup>Faculty of Tourism Industry, Jeju College of Technology

<sup>4</sup>Department of Food Science and Technology, KyungSung University

### Abstract

Diets consist of two different pork samples: pork of a Jeju native pig (♀, 260 days old, 101~103 kg) not fed tangerine byproduct during finishing period (T<sub>0</sub>), and pork fed 8% and 15% tangerine byproduct during growing and finishing period (T<sub>1</sub>), respectively. The effects of the diet on the physiological activities of rats were studied by feeding 17-week old rats with the two diets for 4 weeks. There was no significant difference between T<sub>0</sub> and T<sub>1</sub> in the rat's feed intake, feed efficiency ratio, and weight gain. Furthermore, there was no significant difference between T<sub>0</sub> and T<sub>1</sub> in the rat's weight of liver, kidney, spleen, epididymal fat pad, triglyceride and cholesterol of liver. Both T<sub>0</sub> and T<sub>1</sub> showed similar trends in terms of total lipid, phospholipid, triglyceride, total cholesterol, atherogenic index, protein, glucose, hemoglobin level, mineral level, and γ-GTP, ALT, AST and ALP activities. However, T<sub>1</sub> showed the trend of increasing amount of the serum's HDL and LDL cholesterol level, compared with T<sub>0</sub>.

**Key words** : tangerine byproduct, Jeju native pig, physiological activities, rat

### 서 론

제주도에서 생산되는 감귤은 대부분 생과로 소비되고 있으며, 농축액 및 주스 등 가공품의 원료로 이용되는 것도 적지 않다. 감귤 가공품을 제조할 때의 외피, 내피 및 착즙박 순으로 발생하는 부산물은 생과 중량의 절반 정도가 된다. 이

부산물들의 일부는 한약재, 대가축의 사료 및 비료 등으로 이용되고 있지만 버려지는 물량이 훨씬 더 많은 실정이다. 경우에 따라서는 부분적으로 산야 및 야초지 등에 무단 폐기되거나 불법 매몰되고 있어 환경오염 요인이 되기도 한다. 그러므로 감귤 부산물을 효과적으로 다량 이용할 수 있는 방안이 절실히 필요하다. 감귤 부산물 특히 감귤피에 함유된 flavonoids의 주된 성분은 hesperidin과 naringin 등이고(Eun *et al.*, 1996, 1997), 이들은 혈압 강하(Son *et al.*, 1992), 항산화 작용(Jeong *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1999; Sohn and Kim, 1998) 및 항균 작용(Han and You, 1988)이 있다고 보고되었

\* **Corresponding author** : Yoon-Hee Moon, Department of Food Science and Technology, KyungSung University, Busan 608-736, Korea. Tel: 82-51-620-4711, Fax:82-51-622-4986, E-mail: yhmoon@ks.ac.kr

다. 이러한 연구들은 대부분 감귤에서 해당 물질들을 추출하여 흰쥐를 대상으로 이루어졌다. 한편으로는 감귤 부산물 자체를 가축에게 급여하면 그 생산물의 품질이 우수해지고 사료비가 절감된다는 연구도 있다(Belibasakis and Tsirgogianni, 1996; Lanza *et al.*, 2001; Lanza *et al.*, 2004). 그러므로 제주도 감귤 부산물을 가축의 사료로 적절히 활용한다면 감귤 부산물의 효과적 처리와 사료비 절감은 물론이고 특히 감귤피에 있는 flavonoid 등의 다양한 생리활성 물질(Kim, 2001) 급여에 의한 기능성 축산물 생산이 기대된다. 기능성 축산물을 생산하기 위해서 여러 가지 기능성 소재를 사료에 첨가하는 실험들이 이루어졌으나(Kim *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2000; Yoo and Park, 1995; Yoo *et al.*, 2004) 생산된 축산물이 동물의 생리활성에 미치는 영향까지 실험한 결과는 많지 않은 실정이다. 최근에 제주도 감귤 산업과 축산업 발전에 기여할 목적으로 감귤 부산물을 효과적으로 처리함과 동시에 사료비를 절감하고 기능성 돼지고기 생산 가능성을 연구하기 위하여 감귤피 첨가 사료를 급여한 돼지고기의 특성을 분석하고, 그 고기가 흰쥐의 생리활성에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어졌다(Koh *et al.*, 2006; Moon *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2005). 그 결과 Yang 등(2005)은 교잡종 돼지에 감귤피 첨가 사료를 급여한 고기의 콜레스테롤 함량이 감소되었다고 하였다. 그리고 Moon 등(2006)은 감귤피를 급여한 교잡종 돼지고기를 흰쥐에 급여하면 감귤피를 급여하지 않은 돼지고기를 흰쥐에 급여한 경우보다 흰쥐 간의 콜레스테롤과 혈청의 LDL-콜레스테롤 함량이 낮게 나타났다고 하였다. 한편 Koh 등(2006)은 감귤피를 급여한 개량 흑돼지 고기를 흰쥐에 급여한 결과 교잡종 돼지고기를 흰쥐에 급여한 결과와 동일한 효과가 나타났다고 하였다. 이렇게 교잡종 돼지와 개량 흑돼지를 대상으로 한 감귤피 급여 효과가 제주 재래돼지에서도 동일하게 나타날 수 있을지를 알아보기 위해서 본 연구에서는 감귤피 첨가 사료를 급여한 제주 재래돼지 고기가 흰쥐의 생리활성에 미치는 영향을 검토하였다.

## 실험재료 및 방법

### 실험구와 실험동물

감귤 부산물 첨가 사료를 급여한 제주 재래돼지고기가 흰쥐의 생리활성에 미치는 영향을 연구하기 위하여 설정한 흰쥐의 사료는 돼지고기를 첨가하지 않은 사료(표준구), 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>0</sub>), 그리고 감귤 부산물을 급여한 돼지고기 첨가 사료(T<sub>1</sub>)로 나누었다. 감귤 부산물은 돼지의 육성기와 비육기 사료에 각각 8%와 15%를 첨가하였고, 이는 사양시험에서 증체량 및 사료효

율이 좋은 처리구의 것을 선택한 것이다. 감귤 부산물 첨가 사료는 (주)탐라사료에서 제조하였으며 성분함량은 조단백질 15.0, 조지방 4.0, 조섬유 8.0, 조회분 9.0, 칼슘 0.6, 인 0.5 및 라이신 0.85% 등이었다. 흰쥐는 Sprague-Dawley계 수컷으로 생후 16주령까지 고품사료(신촌사료)로 사육하고 표준사료로 1주일 동안 적응시킨 후, 평균 체중이 395.9±16.7 g의 것을 한 실험구에 8 마리씩 배정하였다.

### 흰쥐의 사료 조성

흰쥐의 표준사료 조성은 corn starch 56.95, sucrose 10, DL-methionine 0.3, choline bitartrate 0.25, mineral mix. 3.5, vitamin mix. 1.0, cellulose 5.0, casein 18.0 및 corn oil 5.0%로 하였다. 돼지고기 첨가 사료는 표준사료의 casein과 corn oil을 각각 6.0과 2.0%로 하고 돼지고기를 12% 첨가하였다. 흰쥐의 사료에 첨가한 제주 재래돼지고기(♀, 101~103 kg, 260일령)는 뒷다리 부위를 세절, 마쇄하여 건조한 것으로 그 성분을 분석한 후 사료의 단백질 함량이 18.0%가 되도록 환산하여 첨가량을 정하였다.

### 흰쥐의 사육

흰쥐의 사육은 온도 22±2℃, 습도 40~50%로 유지시키고, 명암은 12시간을 주기로 자동조절 되는 사육실에서, 물과 실험사료는 자유 급식하면서 4주간 사육하였다. 사료는 매일 오후 4시에 일괄적으로 급여하였다.

### 체중, 사료섭취량 및 사료효율

체중 측정은 1주에 한번씩 일정한 시간에 측정하고, 사료 섭취량은 사료 손실량을 확인하여 보정하고 오차를 최소화 하면서 산출하였다. 사료효율은 실험 전 기간의 체중 증가량을 같은 기간 동안에 섭취한 사료량으로 나누어 산출하였다. 즉 사료효율(Feed efficiency ratio; FER)= 체중증가량(g)/사료 섭취량(g) × 100으로 하였다.

### 혈액과 장기의 채취 및 분석

4주간의 사육실험 종료일에 흰쥐를 20시간 절식시킨 후 ethyl ether로 마취하고 심장에서 혈액을 채혈하였다. 채혈된 혈액은 실온에서 30분 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하였으며 여기서 얻은 혈청을 분석시료로 사용하였다. 채혈 후 즉시 각 장기 및 부고환지방을 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다. 혈청의 중성지방, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 총 단백질, 알부민, 무기질, 혈당 및 혈색소 함량 및 효소활성은 자동생화학분석기(Auto-analyzer 900S, Germany), 그리고 LDL-콜레스테롤 함량은 kit(Polymedco NY) 시약으로 측정하였으며, 동맥경화지수

(atherogenic index, AI)는 Haglund 등(1991)의 방법에 따라서  $AI = (\text{총 콜레스테롤} - \text{HDL-콜레스테롤}) \div \text{HDL-콜레스테롤}$  식으로 계산하였다. 간의 지질은 Folch 등(1957)의 방법으로 추출하여 측정용으로 사용하였다. 혈청과 간의 총 지질은 phospho-vanillin 법(Frings and Dunn, 1970), 그리고 중성지질(Triglyceride-V, 영연화학) 및 총 콜레스테롤 (Cholesterol-V, 영연화학) 함량은 각각의 측정용 kit 시약으로 측정하였다.

**통계처리**

얻어진 결과들은 SAS program(1999)을 이용하여 통계 분석하였고, Duncan's multiple range test로 5% 수준에서 유의성을 표시하였다.

**결과 및 고찰**

**흰쥐의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율**

돼지고기를 첨가하지 않은 사료(표준구), 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>0</sub>), 그리고 감귤 부산물을 급여한 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>1</sub>)를 각각 흰쥐에 4주간 급여하여 증체량, 사료섭취량 및 사료효율을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 증체량은 표준구 40.40 g에 비하여 T<sub>0</sub>가 53.50 g, T<sub>1</sub>이 52.00 g으로 나타나서 돼지고기 첨가 사료에 의해 유의하게 증가되었으나(p<0.05), T<sub>0</sub>와 T<sub>1</sub>은 유의한 차이를 나타내지 않아서 감귤 부산물을 급여한 돼지고기가 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기에 비해 흰쥐의 증체량에 영향을 주지 않았다. 사료효율은 증체량과 유사한 경향으로 나타났다. 사료섭취량은 표준구와 돼지고기 급여구가 모두 유사하였다. 그러므로 감귤 부산물을 급여한 돼지고기가 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기보다 흰쥐의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율에 현저한 영향을 주지 않은

것을 알 수 있었다. Rho 등(1997)은 단백질원의 casein과 돼지고기로 각각 흰쥐의 사료를 제조하여 5주간 사육한 경우, 증체량과 사료효율이 돼지고기 사료가 casein 사료보다 증가되었다고 하였다. 본 실험에서 돼지고기를 첨가하지 않은 표준구에 비하여 돼지고기 첨가구들이 증체량 및 사료효율이 증가하였음은 이와 유사한 경향이었으며 이는 사료의 지방함량의 차이에 기인한 것으로 사료된다.

**흰쥐의 장기무게**

Schaefer(1995)는 동물의 간에서 합성된 중성지방을 정상적으로 제거하지 못하면 지방간이 만들어지고 특히 고지방 식이를 섭취할 경우 이러한 현상이 잘 일어난다고 하였다. 그리고 Flora 등(1985)은 동물의 면역기능이 활발할 때에 비장이 커지게 된다고 하여 생리활성과 장기 크기의 중요성을 보고하였다. 돼지고기를 첨가하지 않은 사료(표준구), 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>0</sub>), 그리고 감귤 부산물을 급여한 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>1</sub>)가 흰쥐의 장기 무게에 미치는 영향의 결과는 Table 2와 같다. 흰쥐 간의 무게는 표준구, T<sub>0</sub> 및 T<sub>1</sub>이 서로 비슷하게 나타나서 유의적 차이가 없었다. 신장의 무게도 처리구간에 현저한 차이가 발견되지 않아서 비슷하였다. 비장의 무게는 표준구, T<sub>0</sub> 및 T<sub>1</sub>에서 같은 결과를 보였다. 부고환 지방 무게도 처리구간에 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 이러한 결과는 감귤 부산물을 급여한 교잡종 돼지고기(Moon *et al.*, 2006) 및 개량흑돼지 고기(Koh *et al.*, 2006)를 흰쥐의 사료로 이용하였을 때의 결과와 비슷하였다. 그러므로 돼지고기를 급여하지 않은 흰쥐의 장기 무게에 비하여 돼지고기를 급여한 흰쥐의 장기 무게, 그리고 감귤 부산물을 급여한 돼지고기가 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기에 비하여 흰쥐 장기들의 무게에 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다.

**Table 1. Effect of Jeju native black pig meats fed the tangerine byproduct on the body weight gain, feed intake and feed efficiency ratio (FER) of male rats**

Items	Normal	Treatments	
		T <sub>0</sub> <sup>1)</sup>	T <sub>1</sub> <sup>2)</sup>
Body weight, initial (g)	378.0 ±12.2 <sup>3)NS4)</sup>	378.5 ±21.2	377.0 ±21.8
Body weight, final (g)	418.4 ±18.2 <sup>NS</sup>	432.0 ±25.1	429.0 ±25.6
Weight gains (g)	40.40± 7.51 <sup>b</sup>	53.50± 8.74 <sup>a</sup>	52.00± 8.51 <sup>a</sup>
Feed intake (g/day)	18.72± 1.75 <sup>NS</sup>	18.12± 1.07	18.12± 1.07
FER (%)	7.76± 0.98 <sup>b</sup>	10.54± 0.24 <sup>a</sup>	9.97± 0.43 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> Pork not fed tangerine byproduct during finishing period (control).  
<sup>2)</sup> Pork fed 6 and 10% tangerine byproduct during growing and finishing period, respectively., <sup>3)</sup> Mean±SD (n=8)., <sup>4)</sup> Not significant.  
<sup>ab</sup> Values with different superscript within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

**Table 2. Effect of Jeju native black pig meats fed the tangerine byproduct on the organs weight of male rats**  
(g/100 g of body weight)

Organs	Normal	Treatments	
		T <sub>0</sub> <sup>1)</sup>	T <sub>x</sub> <sup>2)</sup>
Liver	2.27±0.08 <sup>3)NS4)</sup>	2.30±0.15	2.41±0.18
Kidney	0.57±0.03 <sup>NS</sup>	0.55±0.04	0.58±0.04
Spleen	0.16±0.01 <sup>NS</sup>	0.16±0.02	0.16±0.02
EFP <sup>5)</sup>	1.50±0.26 <sup>NS</sup>	1.48±0.21	1.55±0.26

<sup>1-4)</sup> The same as in Table 1.

<sup>5)</sup> Epididymal fat pad.

### 흰쥐 간의 지질 함량

돼지고기를 첨가하지 않은 사료(표준구), 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>0</sub>), 그리고 감귤 부산물을 급여한 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>1</sub>)가 흰쥐 간의 지질 함량에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 흰쥐 간의 총 지질 함량은 돼지고기를 급여하지 않은 표준구에 비하여 돼지고기를 급여한 T<sub>0</sub> 및 T<sub>1</sub>이 다소 높은 값을 보였으나, 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기와 감귤 부산물을 급여한 돼지고기는 비슷하게 나타나서 전체적으로 유의한 차이가 인정되지 않았다( $p>0.05$ ). 간의 중성지질과 콜레스테롤 함량도 총 지질의 결과와 유사한 경향을 보여 현저한 차이를 보이지 않았다. 그러므로 감귤 부산물을 급여한 제주 재래돼지고기가 흰쥐 간의 지질 함량에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이 결과는 교잡종 돼지(Moon *et al.*, 2006)의 경우, 감귤피를 급여한 고기가 감귤피를 급여하지 않은 고기에 비해서 흰쥐 간의 중성 지질과 콜레스테롤 함량을 유의적으로 감소시켰다는 결과와 다른 경향이었다. 본 실험에 이용된 제주 재래돼지는 교잡종 돼지에 비하여 사육기간이 길면서도 도체중이 가벼운 것으로 감귤 부산물 급여 효과가 상대적으로 크지 않은 것을 알 수 있었다.

### 흰쥐 혈청의 지질 함량

제주 재래돼지고기 사료를 급여한 흰쥐 혈청의 지질 함량은 Table 4와 같다. 흰쥐 혈청의 총 지질, 인지질, 중성지질 및 총 콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 돼지고기를 급여하지 않은 표준구와 돼지고기를 급여한 T<sub>0</sub> 및 T<sub>1</sub>구가 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ). 이 결과는 정상 흰쥐의 혈청 지질 분석자료(Koh and Choi, 2001)와 유사한 경향이었다. 혈청의 HDL-콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 함량의 경우 공히 표준구에 비하여 T<sub>0</sub>구가 다소 증가하였으며 감귤 부산물을 급여한 T<sub>1</sub>구는 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 그러나 총 콜레스테롤 함량은 각 처리구 사이에 유의적 차이가 인정되지 않았다. 육성기와 비육기에 감귤 부산물을 각각 8%와 15% 급여하면서 260일간 사육한 제주 재래돼지고기가 흰쥐 혈청의 HDL- 및 LDL-콜레스테롤 함량을 높인 본 실험의 결과는 육성기와 비육기에 각각 6%와 10%의 감귤피를 급여하면서 약 200일간 사육한 교잡종 돼지고기(Moon *et al.*, 2006)와 개량 흑돼지고기(Koh *et al.*, 2006)를 흰쥐에 급여한 결과와 일치하지 않았다. 이는 감귤 부산물의 급여량과 기간, 또는 품종의 차이에서 오는 결과라 생각되고 이와 관련하여 더 많은 연구가 필요하겠다. 동맥경화지수는 돼지고기를 급여하지 않은 표준구와 돼지고기를 급여한 T<sub>0</sub> 및 T<sub>1</sub>구가 서로 비슷한 경향으로 나타나서 유의한 차이를 보이지 않았다.

**Table 3. Effect of Jeju native black pig meats fed the tangerine byproduct on the lipid and cholesterol in liver of male rats**  
(Unit : mg/g)

Liver lipids	Normal	Treatments	
		T <sub>0</sub> <sup>1)</sup>	T <sub>x</sub> <sup>2)</sup>
Total lipid	45.78±6.10 <sup>3)NS4)</sup>	46.73±6.23	47.13±5.28
Triglyceride	16.03±2.98 <sup>NS</sup>	18.80±4.14	19.22±4.36
Cholesterol	4.86±1.94 <sup>NS</sup>	5.28±1.10	5.27±1.64

<sup>1-4)</sup> The same as in Table 1.

**Table 4. Effect of Jeju native black pig meats fed the tangerine byproduct on the lipid level in serum of male rats**

(Unit : mg/dL)

Serum lipids	Normal	Treatments	
		T <sub>0</sub> <sup>1)</sup>	T <sub>1</sub> <sup>2)</sup>
Total lipid	381.81±34.89 <sup>3)NS4)</sup>	382.48±41.64	411.67±31.44
Phospholipid	129.45±10.75 <sup>NS</sup>	134.88±13.04	138.67±10.16
Total cholesterol	105.84±13.55 <sup>NS</sup>	96.72±14.55	110.89±17.03
Triglyceride	97.44±11.70 <sup>NS</sup>	109.66± 8.40	107.92± 7.60
HDL-cholesterol	43.03± 4.19 <sup>b</sup>	46.52± 4.81 <sup>ab</sup>	50.24± 2.20 <sup>a</sup>
LDL-cholesterol	14.99± 2.22 <sup>b</sup>	16.98± 3.26 <sup>ab</sup>	19.12± 2.75 <sup>a</sup>
HDL-C/TC (%) <sup>5)</sup>	44.29± 1.96 <sup>NS</sup>	48.44± 3.92	45.94± 5.19
AI <sup>6)</sup>	1.26± 0.10 <sup>NS</sup>	1.08± 0.17	1.20± 0.27

<sup>1-4)</sup> The same as in Table 1.

<sup>5)</sup> (HDL-cholesterol/Total cholesterol) × 100 (%).

<sup>6)</sup> Atherrogenic index = (Total cholesterol - HDL-cholesterol)/HDL-cholesterol.

<sup>ab</sup> Values with different superscript within the same row are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 5. Effect of Jeju native back pig meats fed the tangerine byproduct on the concentration of protein, albumin, hemoglobin and glucose in serum of male rats**

Items	Normal	Treatments	
		T <sub>0</sub> <sup>1)</sup>	T <sub>1</sub> <sup>2)</sup>
Total protein (g/dL)	7.51± 0.42 <sup>3)NS4)</sup>	7.57± 0.46	7.28± 0.23
Albumin (g/dL)	4.05± 0.13 <sup>NS</sup>	4.06± 0.22	3.94± 0.12
Albumin/Globulin ratio	1.18± 0.11 <sup>NS</sup>	1.16± 0.06	1.18± 0.06
Hemoglobin (g/dL)	15.83± 1.31 <sup>NS</sup>	15.89± 0.57	16.39± 0.73
Glucose (mg/dL)	169.18±18.90 <sup>NS</sup>	154.27±21.93	162.70±32.77

<sup>1-4)</sup> The same as in Table 1.

**흰쥐 혈청의 단백질, 혈당 및 혈색소 함량**

제주 재래돼지고기 사료를 급여한 흰쥐의 혈청 단백질, 혈당 및 혈색소 함량을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 흰쥐 혈청의 총 단백질, 알부민 함량 및 알부민에 대한 글로불린의 비율은 표준구와 T<sub>0</sub> 및 T<sub>1</sub>구가 비슷하였으며 Koh(2002), Koh와 Choi(2004) 등이 보고한 결과와 유사한 경향으로 정상수준을 유지하고 있었다. 혈색소 및 혈당 함량도 각 처리구 사이에 유의적 차이를 보이지 않았으며( $p > 0.05$ ), Koh와 Choi(2003)의 보고와 유사한 경향으로 정상 수준(Kang *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1993)을 유지하였다. 이와 같은 결과로 감귤 부산물 급여 여부에 관계없이 제주 재래돼지고기를 급여한 흰쥐 혈청의 단백질 영양상태, 혈색소 및 혈당 함량은 현저한 차이 없이 정상 수준을 유지하고 있는 것이 확인되었다.

**흰쥐 혈청의 효소활성**

혈청의 효소에서  $\gamma$ -GTP는 신장, 췌장, 간 및 담도 등 여러 장기에 분포하고 알코올성이나 약물성 간 장애 등에서 높은 활성치를 보이는 효소이고 ALT 및 AST는 간세포에 다량 존재하는 효소로 간 손상시 세포 외로 다량 유출되어 혈액 중에 증가됨으로서 간 손상의 지표로 이용되는 효소이다. 그리고 ALP는 여러 가지 인산에스터 화합물을 가수분해시키는 효소로 골 질환, 간 질환, 담도 질환 및 악성 종양 등에서 활성치가 상승한다(Moon *et al.*, 2006). 이러한 효소들은 모두 여러 종류의 질환 특히 간 질환에 임상적 지표로 이용되고 있다. 돼지고기를 첨가하지 않은 사료(표준구), 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>0</sub>), 그리고 감귤 부산물을 급여한 돼지고기를 첨가한 사료(T<sub>1</sub>)가 흰쥐 혈청의

**Table 6. Effect of Jeju native black pig meats fed the tangerine byproduct on the  $\gamma$ -glutamyltranspeptidase ( $\gamma$ -GTP), aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase (ALP) activities of serum in male rats (Unit : IU/L)**

Enzymes	Normal	Treatments	
		T <sub>0</sub> <sup>1)</sup>	T <sub>1</sub> <sup>2)</sup>
$\gamma$ -GTP	6.15± 1.10 <sup>3)NS4)</sup>	6.11± 1.03	5.43± 1.74
ALT	48.34± 8.16 <sup>NS</sup>	44.09± 2.07	45.68± 7.33
AST	123.02±24.02 <sup>NS</sup>	120.81± 5.15	124.17±19.06
ALP	156.67±17.10 <sup>NS</sup>	151.68±11.35	145.18±13.19

<sup>1-4)</sup> The same as in Table 1.

효소 활성에 미치는 결과를 Table 6에 나타내었다. 흰쥐 혈청의  $\gamma$ -GTP 활성은 표준구와 T<sub>0</sub>구에 비해 감귤 부산물 급여 돼지고기를 첨가한 T<sub>1</sub>구가 다소 낮은 현상을 보였으나 현저한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). ALT 활성은 각 처리구 사이에 유의적 차이를 보이지 않았으나 표준구에 비하여 T<sub>0</sub>와 T<sub>1</sub>이 다소 낮게 나타났다. AST 활성은 각 처리구가 비슷한 경향을 보였다. ALP 활성은 T<sub>1</sub>이 제일 낮게 나타났지만 유의적 차이가 아니었다. 이렇게 감귤 부산물 급여 제주 재래돼지고기를 섭취한 흰쥐의  $\gamma$ -GTP, ALT, AST 및 ALP의 활성이 대조구와 유사한 경향으로 나타남에 따라 감귤 부산물을 급여한 돼지고기가 흰쥐의 간 질환의 지표로 이용되는 효소 활성에 특별한 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 그리고 모든 효소 활성은 일반적인 정상 사료를 급여한 흰쥐의 혈청 효소 활성 분석 자료(Kim *et al.*, 1993; Koh *et al.*, 2006; Wolford *et al.*, 1986)와 유사한 결과로 정상수준을 유지하는 것으로 나타났다.

#### 흰쥐 혈청의 인, 칼슘 및 철의 함량

감귤 부산물을 급여하지 않은 재래돼지고기(T<sub>0</sub>)와 감귤 부산물을 급여한 재래돼지고기(T<sub>1</sub>)의 사료를 급여한 흰쥐 혈청의 인, 칼슘 및 철의 함량은 Table 7과 같다. 흰쥐 혈청의 인 함량은 표준구와 T<sub>0</sub> 및 T<sub>1</sub>구가 비슷한 수준으로 감귤 부산물을 급여한 제주 재래돼지고기에 의한 영향이 없었다. 혈

청의 칼슘 및 철의 함량은 표준구에 비하여 T<sub>0</sub>와 T<sub>1</sub>구가 유의하게 증가되어 돼지고기가 흰쥐 혈청의 칼슘과 철 농도를 증가시켜주는 효과가 있었다( $p<0.05$ ). 그러나 T<sub>0</sub>구와 T<sub>1</sub>구 사이에는 유의적 차이를 보이지 않아서 감귤 부산물을 급여하지 않은 돼지고기에 비하여 감귤 부산물 급여 돼지고기의 영향은 나타나지 않았다.

#### 요 약

감귤 부산물을 급여하지 않은 제주 재래돼지고기(T<sub>0</sub>)와 육성기와 비육기에 각각 8%와 15% 급여한 돼지고기(T<sub>1</sub>)를 흰쥐의 사료에 단백질로 환산하여 12% 되도록 첨가하였다. 이 사료를 생후 17주령의 흰쥐에 4주간 급여하여 영양대사에 미치는 영향을 조사하였다. 흰쥐의 사료 섭취량, 사료효율 및 체중 증가량은 T<sub>0</sub>와 T<sub>1</sub> 사이에 유의적 차이를 나타내지 않았다. 흰쥐의 간, 신장, 비장 및 부고환 등 장기의 무게와 간의 중성지방 및 총 콜레스테롤 함량은 T<sub>0</sub>와 T<sub>1</sub> 사이에 유의적 차이가 없었다. 혈청의 총지방, 인지질, 중성지방, 총 콜레스테롤, 동맥경화지수, 단백질, 혈당, 혈색소, 무기질 함량, 그리고  $\gamma$ -GTP, ALT, AST 및 ALP 활성은 T<sub>0</sub>와 T<sub>1</sub>이 비슷한 경향이었다. 혈청의 HDL 및 LDL-콜레스테롤 함량은 T<sub>1</sub>이 T<sub>0</sub>에 비하여 증가되는 경향으로 나타났다.

**Table 7. Effect of Jeju native black pig meats fed the tangerine byproduct on the mineral in serum of male rats**

Serum mineral	Normal	Treatments	
		T <sub>0</sub> <sup>1)</sup>	T <sub>1</sub> <sup>2)</sup>
Phosphorous (mg%)	5.47± 0.72 <sup>3)NS4)</sup>	5.88± 0.65	6.12± 0.82
Calcium (mg%)	10.17± 0.41 <sup>b</sup>	11.88± 0.49 <sup>a</sup>	12.11± 0.67 <sup>a</sup>
Iron (Fe, $\mu$ g%)	128.94±17.72 <sup>b</sup>	147.49±11.67 <sup>a</sup>	150.97±18.03 <sup>a</sup>

<sup>1-4)</sup> The same as in Table 1.

<sup>a,b</sup> Values with different superscript within the same row are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

## 참고문헌

1. Belibasakis, N. G. and Tsirgogianni, D. (1996) Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* **60**, 87-92.
2. Eun, J. B., Jung, Y. M., and Woo, G. I. (1996) Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean tangerine (*Citrus aurantium* var.). *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 371-377.
3. Eun, J. B., Kim, M. K., Woo, H. J., Lee, S. R., and Woo, G. J. (1997) Development and functional evaluation of bioflavonoids and dietary fibers from Korean fruits. Report on 96 research project supported by a grant from the Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea 5-16.
4. Flora, S. J., Singh, S., and Tomdon, S. K. (1985) Combined effects of thiamin and calcium disodium versenate on lead toxicity. *Life Science* **38**, 67-69.
5. Folch, J., Lees, M., and Stanley, G. S. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
6. Frings, C. S. and Dunn, R. T. (1970) A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophospho-vanillin reaction. *Am. J. Clin. Path.* **53**, 89-91.
7. Haglund, O., Loustarinen, R., Wallin, R., Wibell, I., and 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.
8. Han, S. S. and You, I. J. (1988) Studies on antimicrobial activities and safety of natural naringin in Korera. *Kor. J. Mycol.* **16**, 33-40.
9. Jeong, W. S., Park, S. W., and Chung, S. K. (1997) The antioxidative activity of Korean citrus unshiu peels. *Foods Biotechnol.* **6**, 292-296.
10. Kang, B. H., Son, H. Y., Ha, C. S., Lee, H. S., and Song, S. W. (1995) Reference values of hematology and serum chemistry in Ktc: Sprague-Dawley rats. *Kor. J. Lab. Ani. Sci.* **11**, 141-145.
11. Kim, B. K., Kang, S. S., and Kim, Y. J. (2001) Effects of dietary oriental medicine refuse and mugwort powder on physico-chemical properties of Korean native pork. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**, 208-214.
12. Kim, B. K., Woo, S. C., and Kim, Y. J. (2004) Effect of mugwort pelleted diet on storage stability of pork loins. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 121-127.
13. Kim, H. J., Bae, K. H., Lee, H. J., Eun, J. B., and Kim, M. K. (1999) Effect of hesperidin extracted from tangerine peel on Cd and lipid metabolism and antioxidative capacity in rat. *Korean J. Nutr.* **32**, 137-149.
14. Kim, H. Y., Song, S. W., Ha, C. S., and Han, S. S. (1993) Effects of the population density on growth and various physiological values of Sprague-Dawley rats. *Kor. J. Lab. Ani. Sci.* **9**, 71-82.
15. Kim, S. M. (2001) Natural resources and functional meat products. *Food Industry and Nutr.* **6**, 46-53.
16. Koh, J. B. (2002) Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism, protein levels and enzyme activities in rats fed high fat diet. *Korean J. Nutr.* **35**, 414-420.
17. Koh, J. B. and Choi, M. A. (2001) Effect of *Cordyceps militaris* on lipid metabolism in rats fed cholesterol diet. *Korean J. Nutr.* **34**, 265-270.
18. Koh, J. B. and Choi, M. A. (2003) Effect of *Paecilomyces japonica* on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 238-243.
19. Koh, J. B. and Choi, M. A. (2004) Effects of liquid culture of *Coriolus versicolor* on lipid metabolism, protein level and enzyme activities in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 512-517.
20. Koh, J. B., Kim, J. Y., Jung, I. C., Yang, S. J., and Moon, Y. H. (2006) Effect of diet with meat for crossbred black pig fed with tangerine peel on lipid metabolism, protein level and enzyme activities in rats. *J. Life Science* **16** (in press).
21. Lanza, M., Fasone, V., Galofaro, V., Barbagallo, D., Bella, M., and Pennisi, P. (2004) Citrus pulp as an ingredient in ostrich diet: effects on meat quality. *Meat Sci.* **68**, 269-275.
22. Lanza, M., Priolo, A., Biondi, L., Bella, M., and Ben Salem, H. (2001) Replacement of cereals grains by orange pulp and carob pulp in faba bean-based diets fed to lambs: effects on growth performance and meat quality. *Animal Research* **50**, 21-30.
23. Moon, Y. H., Yang, S. J., Jung, I. C., Yang, Y. H., and Koh, J. B. (2006) Effect of diet with meat for crossbred pig fed with tangerine peel on lipid metabolism, protein level and enzyme activities in rats. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 58-63.

24. Rho, J. H., Han, C. K., Lee, N. H., and Chung, Y. K. (1997) Effects of pork as a protein source on cadmium toxicity in rats. *Kor. J. Anim. Sci.* **39**, 605-616.
25. SAS (1999) SAS/STAT Software for PC. Release 6.11, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
26. Schaefer, E. J. (1995) Lipoproteins, nutrition, aging and atherosclerosis. *Am. J. Clin. Nutr.* **61**, 726-728.
27. Sohn, J. S. and Kim, M. K. (1998) Effect of hesperidin and naringin on antioxidative capacity in the rat. *Korean J. Nutr.* **31**, 687-696.
28. Son, H. S., Kim, H. S., Kwon, T. B., and Ju, J. S. (1992) Isolation, purification and hypotensive effects of bioflavonoids in *Citrus sinensis*. *J. Koreann Soc. Food Nutr.* **21**, 136-142.
29. Wolford, S. T., Schroer, R. A., and Gohs, F. X. (1986) Reference database for serum chemistry and hematology values in laboratory animals. *J. Toxicology and Environmental Health* **18**, 161-188.
30. Yang, C. B., Kim, J. D., Lee, J. H., Cho, W. T., and Han, I. K. (2000) Effect of dietary Cheju scoria and zeolite on the performance of swine. *J. Kor. Anim. Sci. & Technol.* **42**, 477-488.
31. Yang, S. J., Song, J. Y., Yang, T. I., Jung, I. C., Park, K. S., and Moon, Y. H. (2005) Effect of feeding of unshiu orange byproducts on nutritional composition and palatability of crossbred pork loin. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 1593-1598.
32. Yoo, I. J. and Park, B. S. (1995) Quality evaluation of pork reared in a fermented sawdust floor pens. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **15**, 171-177.
33. Yoo, Y. M., Ahn, J. N., Chea, H. S., Park, B. Y., Kim, J. H., Lee, J. M., Kim, Y. K., and Park, H. K. (2004) Characteristic of pork quality during storage fed with ginseng by-products. *Kor. J. Food Sci. Ani. Resour.* **24**, 37-43.

---

(2006. 2. 10. 접수 ; 2006. 3. 11. 채택)