*J East Asian Soc Dietary Life*
*19(4): 579~584 (2009)*



# 감귤 껍질을 급여한 토종닭 계란이 흰쥐의 혈액 성상에 미치는 영향

문윤희[1] · 양종범[2] · 정인철[3†]

[1]경성대학교 식품생명공학과, [2]동남보건대학 식품생명과학과, [3]대구공업대학 식음료조리계열

# Effect of Supplementation of Korean Native Chicken Egg Fed with Citrus Peel on Profiles in Sprague-Dawley Rats

**Yoon-Hee Moon[1], Jong-Beom Yang[2] and In-Chul Jung[3†]**

*[1]Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungsung University, Busan 608-736, Korea*
*[2]Dept. of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College, Gyeonggi 440-714, Korea*
*[3]Div. of Food Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical University, Daegu 704-721, Korea*

## Abstract

**In this experiment, three different diets were produced to investigate the effects of Jeju native chicken eggs fed with citrus peel on the profiles of rats. The first diet did not contain any eggs (TS), the second diet contained 10% eggs and no citrus peels (T0), and the third diet contained 10% chicken egg with citrus peels (T1). These diets were provided to 11-week-old male rats for four weeks. The weight gain, feed intake and feed efficiency were not significantly different between the three treatment groups, TS, T0, and T1. The weight of the liver was significantly higher in T0 and T1 than TS ($p$<0.05), but the weights of the kidney and epididymal fat pad were not significantly different between the TS, T0, and T1 groups. The total lipid, phospholipid, triglycerides, total cholesterol and LDL cholesterol did not significantly difference among the TS, T0, and T1 groups. The HDL cholesterol and HDL cholesterol/ total cholesterol of T1 were the highest among the groups, and the atherogenic index of T1 was the lowest among the groups ($p$<0.05). The total protein of TS was significantly lower in T0 and T1, and the albumin of T1 was the highest among the groups ($p$<0.05). The albumin/globulin ratio of TS was significantly higher in T0 and T1, but the creatinine of T0 was significantly higher in T0 and T1 ($p$<0.05). The blood sugar and blood pigment were not significantly different between the TS, T0, and T1 groups. The $\gamma$-GTP of T1 was the lowest among the groups ($p$<0.05), but the ALT, AST and ALP did not show significant difference among the TS, T0, and T1 groups.**

**Key words : Citrus peel, Korean native chicken egg, profiles of rat.**

## 서 론

감귤류는 우리나라 제주도 농업에서 중요한 위치를 차지하며, 재배되는 감귤류의 종류도 다양하다. 최근의 기온 상승으로 일부 남부 지방에서도 감귤류의 생산이 가능하지만 대부분은 제주도에서 생산되고 있다. 감귤류를 이용할 때에 발생하는 감귤 껍질은 한약재 등으로 유효하게 이용되기도 하지만 그 양은 상당히 적은 편이고 대부분 폐기물로 처리되어 환경오염의 원인이 되고 있다. 감귤 껍질에는 건강과 관련된 생리활성 물질인 플라보노이드, 카로텐, 펙틴 같은 식물성 화합물들이 풍부하게 함유되어 있으며, 특히 플라보노이드는 감귤 껍질에 가장 많이 함유되어 있다(Wang *et al* 2008). 플라보노이드류는 미토콘드리아 호흡에 관여하는 일부 효소를 억제하며, 관상동맥 심장질환에 대한 보호 작용을 포함한 광범위한 생물학적인 효과를 가지고 있다(Harborne & Williams 2000). 감귤류에 존재하는 대표적인 플라보노이드류로서 헤스페리딘과 나린진이 있는데(Kawaii *et al* 1999), 이들은 항산화, 항균, 항염증, 항알레르기 및 항바이러스 작용이 있으며, 순환기계 질병의 예방, 지질 저하 작용, 면역증강 작용, 모세혈관 강화 작용 등이 있는 것으로 보고되고 있다(Kawaguchi *et al* 1997, Cha & Cho 2001). 감귤류에 함유된 카로테노이드류는 암, 노화에 의한 피부반점, 백내장, 심장혈관 질환 등의 위험을 감소시키고(Aust *et al* 2001), 복합다당류의 한 종류로서 수화제, 경화제 등으로 사용되는 펙틴(Liu *et al* 2001)은 혈당 및 콜레스테롤 수치를 조절하는 것으로 알려져 있다(Baker RA 1994). 감귤 주스보다 껍질에 더 많이 함유되어 있는 hydroxycinnamic acid(Manthey & Grohmann 2001)는 저밀도 지단백질의 산화를 억제하고(Meyer *et*

† **Corresponding author** : In-Chul Jung, Tel : +82-53-560-3854, Fax : +82-53-560-3859, E-mail : inchul3854@hanmail.net

*al* 1998), 항종양(Kual & Khanduja 1998), 항균 활성(Kernan *et al* 1998) 등이 있는 것으로 알려져 있다. 이와 같이 다양한 기능성 물질을 함유하고 있는 감귤 껍질을 급여한 소고기(Arthington *et al* 2002), 양고기(Barrios-Urdaneta *et al* 2003), 타조고기(Lanza *et al* 2004)의 품질 특성이 보고되었다. 제주도에서 생산되는 감귤 부산물은 대부분 폐기되고 있으나, 최근에 와서 이를 첨가한 사료를 제조하고, 여러 가축에 급여하여 돼지고기(Yang *et al* 2006), 닭고기(Jung *et al* 2008), 계란(Yang *et al* 2008) 등의 축산물을 생산하고, 생산한 축산물의 영양적, 물리화학적, 기호적 특성을 파악한 결과, 감귤 껍질은 가축의 사료에 첨가하여 유효하게 활용할 수 있음을 확인하는 과정에 있다. 더불어 감귤 껍질 첨가 사료를 급여하여 생산한 축산물을 흰쥐의 식이에 첨가하여 흰쥐를 사육한 후 생리활성에 대한 실험도 부분적으로 이루어졌다. Koh *et al*(2006)은 감귤 껍질을 급여한 흑돼지고기 첨가 식이가 감귤 껍질을 급여하지 않은 고기 첨가 식이보다 흰쥐 혈청의 LDL-콜레스테롤 함량을 낮게 한다고 하였으며, Moon *et al* (2006)은 감귤 껍질을 급여한 돼지고기 첨가 식이가 감귤 껍질 비급여 돼지고기 첨가 식이보다 흰쥐 간의 중성지방과 콜레스테롤 수치를 낮게 한다고 하였다. 이와 같이 감귤 껍질의 급여가 축산식품의 품질을 향상시키고, 흰쥐 실험 결과 일부 혈액 특성들을 개선시키기 때문에 인간에게도 유익한 축산물을 공급할 수 있는 가능성을 시사하는 것이다. 그러나 감귤 껍질 급여가 축산물의 건강 지향적 품질 특성에 미치는 영향에 대한 연구는 아직도 더욱 필요하다고 생각된다. 감귤 껍질을 급여한 토종닭 계란은 난황 콜레스테롤 함량이 낮았다는 연구가 있으나(Yang *et al* 2008), 감귤 껍질 급여 계란을 첨가한 식이로 동물 실험을 한 연구는 찾아보기 어려웠다. 본 연구에서는 감귤 껍질 급여 계란을 첨가한 식이가 흰쥐의 혈액 성상에 미치는 영향을 검토하여 인간의 건강에도 일부 기여할 수 있는 기능성 계란의 생산 가능성을 확인하려 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 동물 및 식이

실험 동물은 Sprague-Dawley계 흰쥐 수컷을 고형 사료(신촌사료)로 사육한 생후 10주령의 것이며, 표준 식이로 1주일 동안 적응시킨 후 평균 체중이 355.9±16.7 g의 것을 8마리씩 3개 구로 나누어 실험에 이용하였다. 실험군은 흰쥐 식이에 계란 자체를 첨가하지 않은 식이(표준군, TS), 감귤 껍질 비급여 계란을 10% 첨가한 식이(대조군, T0), 그리고 감귤 껍질 급여 계란을 10% 첨가한 식이(급여군, T1)로 하였으며, 식이조성은 Table 1과 같다(Reeves *et al* 1993). 흰쥐 식이에 첨가한 토종닭 계란은 감귤 껍질 급여량(4%)과 영양 특성을 확인한 것으로(Yang *et al* 2008) 제주동물산업진흥원에서 공급 받았다.

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

| Ingredients | TS[1)] | T0[2)] | T1[3)] |
|---|---|---|---|
| Casein | 20.0 | 14.1 | 14.1 |
| Corn starch | 53.0 | 53.42 | 53.37 |
| Sugar | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| Corn oil | 7.0 | 2.93 | 2.98 |
| Methionin | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Colinvitalate | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Mineral premix | 3.5 | 3.05 | 3.05 |
| Vitamin premix | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Cellulose | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Korean native chicken egg | − | 10.0 | 10.0 |

[1)] Standard experiment.
[2)] Chicken egg not fed with citrus byproduct.
[3)] Chicken egg fed with citrus byproduct.

### 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, 식이 섭취량 및 식이 효율

체중 측정은 일주일에 한번 씩 일정한 시간에 측정하고, 실험기간 동안의 식이는 매일 오전 4시에 일괄적으로 급여하였다. 식이 섭취량의 오차를 최소화하고자 손실량을 보전하여 식이 섭취량을 산출하였다. 식이 효율은 실험 전체 기간의 체중 증가량을 같은 기간 동안에 섭취한 식이량으로 나누어 계산하였다. 즉, 식이 효율=체중 증가량(g)/식이 섭취량(g)×100으로 하였다.

### 4. 시료 채취 및 분석

4주간의 실험 종료일에 20시간 절식시킨 실험 동물을 에틸에테르로 마취한 후 심장에서 채혈하였으며, 채혈한 혈액은 실온에서 30분 지난 후 3,000 rpm에서 20시간 원심분리한 혈청을 분석 시료로 하였다. 채혈 후 즉시 각 장기 및 부고환 지방을 떼어 생리식염수로 혈액을 씻은 다음 무게를 측정하였다.

혈청의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 총 단백질, 알부민, 글로불린, 크레아티닌, 뇨산성 질소,

혈당, 혈색소 농도 및 효소 활성은 자동생화학분석기(Autohumalyzer 900S, Germany)로 측정하였고, LDL-콜레스테롤 함량은 kit 시약(polymedco, NY)으로 실험하였다. 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 중성지질(triglyceride-V, Korea) 및 총 콜레스테롤(cholesterol-V, Korea) 농도는 각각의 측정용 kit 시약(polymedco, NY)으로 측정하였다.

### 5. 통계처리

실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었고, SPSS (1999)를 이용하여 $p<0.05$ 수준에서 Duncan의 다중 범위 검정으로 시료들 사이의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 흰쥐의 증체량, 식이 섭취량, 식이 효율 및 장기 무게

계란을 첨가하지 않은 식이(TS), 감귤 껍질 비급여 계란을 10% 첨가한 식이(T0), 그리고 감귤 껍질을 급여한 계란을 10% 첨가한 식이(T1)로 4주간 사육한 흰쥐의 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율은 Table 2와 같다. 흰쥐의 증체량은 T0 및 T1이 각각 76.1 및 75.7 g으로 감귤 껍질 급여 계란에 의한 유의적 차이가 없었다. T0 및 T1의 증체량은 TS보다 조금 높았지만 계란 급여의 영향은 확인되지 않았다. 식이 섭취량은 TS, T0 및 T1 모두 비슷한 결과를 보였다. 그리고 식이 효율은 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. Koh *et al*(2006)은 감귤 껍질을 급여한 개량 흑돼지 고기를 흰쥐에게 급여하였을 경우 표준군보다 돼지고기를 급여한 실험군의 증체량이 높은 경향을 보여, 돼지고기에 함유된 지방 함량이 증체량에 영향을 미쳤을 것으로 추정하였다. 본 연구의 실험에 이용한 토종닭 계란은 난황의 칼로리가 3,800~3,900 kcal/kg이고, 조지방 함량이 26~27%(Yang *et al* 2008)의 것으로 이를 10% 첨가하여 제조한 흰쥐의 식이는 감귤 껍질 급여에 관계없이 증체량, 식이 섭취량, 식이 효율에 큰 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었다.

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

| Items | TS[1)] | T0[2)] | T1[3)] |
|---|---|---|---|
| Body weight, initial(g) | 364.8±23.6[4)] | 362.8±25.6 | 361.9±15.1 |
| Body weight, final(g) | 432.6±26.0 | 438.9±27.6 | 437.6±16.0 |
| Weight gains(g) | 67.8±10.2 | 76.1± 7.6 | 75.7±14.4 |
| Feed intake(g/day) | 18.4± 1.5 | 18.7± 1.1 | 18.2± 2.0 |
| Feed efficiency ratio(%) | 13.2± 2.2 | 14.5± 1.0 | 14.7± 1.6 |

[1~3)] The same as in Table 1.
[4)] Mean±S.D.

감귤 껍질을 급여한 계란 첨가 식이가 흰쥐의 장기 무게에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 3에 나타내었다. 흰쥐 간의 무게는 감귤 껍질을 급여하지 않은 계란 첨가 식이(T0)와 감귤 껍질을 급여한 계란 첨가 식이(T1) 사이에 유의한 차이가 없었다. 계란 자체를 첨가하지 않은 식이(TS)는 간의 무게가 2.57 g/100 g으로 T0 및 T1의 3.06 및 2.97 g/100 g보다 유의하게 낮았다($p<0.05$). 그리고 TS, T0 및 T1의 신장 무게는 각각 0.61, 0.60 및 0.61 g/100 g, 비장의 무게는 각각 1.09, 0.97 및 0.94 g/100 g으로 서로 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 Koh *et al*(2006)이 감귤 껍질을 급여한 개량 흑돼지 고기가 흰쥐의 신장 및 비장의 무게에 영향을 미치지 않았다는 결과와 유사하였다.

### 2. 흰쥐 혈청의 지질 함량

감귤 껍질 첨가 사료로 사육한 토종닭 계란의 급여가 흰쥐 혈청의 지질 농도에 미치는 영향을 Table 4에 나타내었다. 흰쥐 혈청의 총지질, 인지질, 중성지질, 총 콜레스테롤 함량 및 LDL-콜레스테롤 농도는 T0 및 T1 사이에 유의한 차이를 나타내지 않았으며 TS와도 비슷한 결과를 보였다. 이러한 결과 값은 Kim *et al*(1993) 및 Kang *et al*(1995)이 보고한 정상 흰쥐의 혈청지질 분석 자료와 유사한 경향이었다. 그리고 HDL-콜레스테롤 함량은 TS 및 T0가 각각 26.3 및 23.5 mg/dL로 유사하였으나, T1은 28.8 mg/dL로 T0보다 유의하게 높았다($p<0.05$). HDL-콜레스테롤에 대한 총 콜레스테롤의 비율은

**Table 3. Effects of Korean native chicken egg fed with the citrus byproduct on the organs weight of male rats**

(g/100 g of body weight)

| Organs | TS[1)] | T0[2)] | T1[3)] |
|---|---|---|---|
| Liver | 2.57±0.11[4)b5)] | 3.06±0.33[a] | 2.97±0.24[a] |
| Kidney | 0.61±0.03 | 0.60±0.04 | 0.61±0.06 |
| Epididymal fat pad | 1.09±0.22 | 0.97±0.11 | 0.94±0.14 |

[1~3)] The same as in Table 1.
[4)] Mean±S.D.
[5)] Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

**Table 4. Effects of Korean native chicken egg fed with the citrus byproduct on the lipid level in serum of male rats**

| Serum lipids | TS[1)] | T0[2)] | T1[3)] |
|---|---|---|---|
| Total lipid (mg/dL) | 341.6±32.7[4)] | 332.1±38.1 | 333.2±35.9 |
| Phospholipid (mg/dL) | 126.2±18.9 | 131.8±16.1 | 129.2±17.5 |
| Triglycerides (mg/dL) | 98.8±10.0 | 91.9±10.4 | 92.7±12.7 |
| Total cholesterol (mg/dL) | 97.2±17.3 | 95.3±13.4 | 96.1±13.8 |
| HDL-cholesterol (mg/dL) | 26.3± 2.7[ab5)] | 23.5± 2.9[b] | 28.8± 3.1[a] |
| LDL-cholesterol (mg/dL) | 15.9± 2.3 | 16.3± 1.9 | 13.7± 2.8 |
| HDL-C/T-C (%)[6)] | 27.4± 2.2[ab] | 24.8± 2.9[b] | 30.3± 3.6[a] |
| Atherogenic index[7)] | 2.7± 0.3[ab] | 3.1± 0.5[a] | 2.3± 0.4[b] |

[1~3)] The same as in Table 1.
[4)] Mean±S.D.
[5)] Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.
[6)] HDL-cholesterol / Total cholesterol × 100.
[7)] (Total cholesterol − HDL-cholesterol) / HDL-cholesterol.

TS 및 T0가 각각 27.4 및 24.8 mg/dL로 유의한 차이가 없었으나, T1은 30.3 mg/dL로 T0보다 유의하게 높은 경향이었다($p<0.05$). 또한 동맥경화지수는 TS 및 T0가 각각 2.7 및 3.1로 비슷하였지만 T1은 2.3으로 T0보다 유의하게 낮았다($p<0.05$). 이 결과로 감귤 껍질을 급여하여 생산한 계란은 흰쥐의 HDL-콜레스테롤의 농도를 높이고, 동맥경화지수를 낮게 함을 알 수 있었다. 순환기계 질환과 관련이 있는 것은 고콜레스테롤 혈증, 고LDL-콜레스테롤 혈증, 고중성지질 혈증, 저HDL-콜레스테롤 혈증과 같은 고지혈증이다(Frohlich & Lear 2002). Jin *et al*(2008)은 명일엽과 울금 추출물을 Sprague-Dawley계 흰쥐에게 급여한 경우 HDL-콜레스테롤 농도를 증가시키고 동맥경화지수를 감소시킨다고 보고하였으며, Lee & Hwang (2002)은 사철쑥 분말과 메탄올 추출물을 흰쥐에게 투여하였을 경우 HDL-콜레스테롤을 증가시키고 동맥경화지수를 감소시켰다고 보고하였다. 본 연구에서도 감귤 껍질을 급여한 계란을 투여한 흰쥐의 혈중 콜레스테롤이 개선되는 것은 감귤 껍질의 헤스페리딘, 나린진, 펙틴 등이 관여한 것(Aust *et al* 2001, Baker RA 1994)으로 사료되며, 이러한 결과로 감귤 껍질을 급여한 계란의 차별화가 가능할 것으로 생각된다.

### 3. 흰쥐 혈청의 단백질, 혈당 및 헤모글로빈 함량

감귤 껍질 첨가 사료로 사육한 토종닭 계란의 급여가 흰쥐의 혈청단백질, 혈당 및 혈색소 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 흰쥐 혈청의 총단백질 농도는 TS, T0 및 T1이 각각 6.92, 7.49 및 7.72 g/dL로 TS에 비하여 T0 및 T1이 유의하게 높았다($p<0.05$). 알부민 농도는 TS, T0 및 T1이 각각 4.54, 4.60 및 4.79 g/dL로 T1이 가장 높았으며, 알부민에 대한 글로불린의 농도는 TS, T0 및 T1이 각각 1.91, 1.60 및 1.64로 TS에 비하여 T0 및 T1이 유의하게 낮았다($p<0.05$). 그리고 크레아티닌 농도는 T0가 0.67 mg/dL로 TS 및 T1의 0.59 및 0.50 mg/dL보다 유의하게 높았으며, 요소 질소는 T0가 14.22 mg/dL로 가장 높은 경향이었다($p<0.05$). 그러나 혈당은 154.5~166.1 mg/dL, 헤모글로빈 함량은 15.97~16.29 g/dL로 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없으며, 모두 정상 수준의 혈당 및 혈색소 농도를 유지하는 것(Kim *et al* 1993, Kang *et al* 1995)으로 나타났다. 이상의 결과에서 감귤 껍질 첨가 사료로 사육한 토종닭의 계란을 흰쥐에게 급여할 경우, 흰쥐 혈청의 단백질 영양 상태, 혈당 및 혈색소 농도를 정상

**Table 5. Effects of Korean native chicken egg fed with the citrus byproduct on the concentration of protein, blood sugar and blood pigment in serum of male rats**

| Items | TS[1)] | T0[2)] | T1[3)] |
|---|---|---|---|
| Total protein(g/dL) | 6.92± 0.12[4)b5)] | 7.49± 0.49[a] | 7.72± 0.12[a] |
| Albumin(g/dL) | 4.54± 0.07[b] | 4.60± 0.16[b] | 4.79± 0.06[a] |
| Albumin/globulin ratio | 1.91± 0.11[a] | 1.60± 0.13[b] | 1.64± 0.09[b] |
| Creatinine(mg/dL) | 0.59± 0.05[b] | 0.67± 0.08[a] | 0.50± 0.11[b] |
| Urea nitrate(mg/dL) | 11.64± 1.22[b] | 14.22± 1.16[a] | 12.88± 2.02[ab] |
| Blood sugar(mg/dL) | 166.1 ±15.9 | 154.5 ±21.9 | 156.7 ±25.8 |
| Hemoglobin(g/dL) | 15.97± 0.34 | 16.23± 0.67 | 16.29± 0.87 |

[1~3)] The same as in Table 1.
[4)] Mean±S.D.
[5)] Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p<0.05$.

수준으로 유지시켜 주며, 크레아티닌 농도를 낮게 하는 것을 확인하였다.

### 4. 흰쥐의 간 기능 효소 활성

감귤 껍질 첨가 사료를 급여한 토종닭 계란이 흰쥐의 간 기능과 관련된 효소 활성에 미치는 영향을 실험하고, 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 흰쥐 간 혈청의 γ-GTP(γ-glutamyltranspeptidase)는 T1이 가장 낮았으며($p$<0.05), ALT(alanine aminotransferase), AST(aspartate aminotransferase) 및 ALP (alkaline phosphatase) 활성은 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 나타나지 않아 감귤 껍질 급여 영향이 없었다. 이들은 생체 내 아미노산의 생성에 관여하는 효소로서 간에 가장 많은 양이 존재하며, 약물이나 스트레스에 의하여 간 조직이 손상되면 혈액 중의 이들 효소들의 활성이 증가하는데(Kang *et al* 1995), 특히 고지방식을 할 경우 간 실질세포의 장애를 일으켜 ALT와 AST가 혈액 중으로 방출이 항진되면서 혈액 중의 활성이 증가하는 것으로 알려져 있다(Lee *et al* 2007). 그리고 ALP는 여러 가지 인산에스터 화합물을 가수분해시키는 효소로 골질환, 간질환, 담도질환, 악성종양 등에서 활성치가 상승한다(Moon *et al* 2006). 따라서 이들 효소들의 활성이 감소되는 것이 좋은 현상이지만 본 연구의 결과 감귤 껍질을 급여한 토종닭 계란은 이러한 효소들의 활성에 나쁜 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

## 요 약

감귤 껍질 첨가 사료로 사육한 토종닭 계란이 흰쥐의 영양 대사에 미치는 영향을 조사하고자 흰쥐의 식이에 계란을 첨가하지 않은 표준군(TS), 감귤 껍질을 첨가하지 않고 사육한 계란을 10% 첨가한 대조군(T0) 및 감귤 껍질을 첨가하여 사육한 계란을 10% 첨가한 감귤 껍질 급여군(T1)의 식이를 제조하였다. 이 식이들은 각각 생후 11주령의 숫쥐에 4주간 급여한 바 다음과 같은 결과들을 얻었다. 흰쥐의 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율은 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 흰쥐 간의 무게는 T0 및 T1이 TS보다 유의하게 높았으나($p$<0.05), 신장 및 부고환 지방의 무게는 시료들 사이에 유의한 차이가 없었다. 혈청의 총지질, 인지질, 중성지질, 총 콜레스테롤 및 LDL + VLDL-콜레스테롤 농도는 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. HDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤/총 콜레스테롤의 비율은 T1이 가장 높았고, 동맥경화지수는 T1이 가장 낮았다($p$<0.05). 혈청의 총 단백질 농도는 TS가 T0 및 T1보다 유의하게 낮았으며, 알부민 농도는 T1이 가장 높았다($p$<0.05). 알부민/글로불린의 비율은 TS가 T0 및 T1보다 유의하게 높았으나, 크레아티닌 농도는 T0가 TS 및 T1보다 유의하게 높았다($p$<0.05). 그러나 혈당 및 혈색소의 농도는 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 그리고 γ-GTP는 T1이 가장 낮았으며($p$<0.05), ALT, AST 및 ALP는 TS, T0 및 T1 사이에 유의한 차이가 없었다. 이와 같이 감귤 껍질을 급여한 계란이 흰쥐의 지질 조성, 단백질 농도, 혈당, 헤모글로빈 함량 및 효소 활성에서 정상 수준을 유지하여 감귤 껍질의 양계 사료로서의 가능성이 기대되며, 고품질 양계산물의 생산도 가능하리라 사료된다.

**Table 6. Effects of Korean native chicken egg fed with the citrus byproduct on the γ-GTP, ALT, AST and ALP activities of serum in male rats** (IU/L)

| Enzymes | TS[1)] | T0[2)] | T1[3)] |
|---|---|---|---|
| γ-GTP[6)] | 8.35± 1.58[4)a5)] | 7.07± 1.24[ab] | 6.83± 0.80[b] |
| ALT[7)] | 32.69± 7.69 | 31.99± 8.23 | 32.24± 4.47 |
| AST[8)] | 152.2 ±23.5 | 155.6 ±25.5 | 154.6 ±23.3 |
| ALP[9)] | 186.4 ±26.1 | 184.2 ±20.9 | 188.0 ±28.6 |

[1~3)] The same as in Table 1.
[4)] Mean±S.D.
[5)] Values with different superscripts within the same row are significantly different at $p$<0.05.
[6)] γ-glutamyltranspeptidase.
[7)] Alanine aminotransferase.
[8)] Aspartate aminotransferase.
[9)] Alkaline phosphatase.

## 문 헌

Arthington JD, Kunkle WE, Martin AM (2002) Citrus pulp for cattle. *Vet Clin Food Anim* 18: 317-326.

Aust O, Sies H, Stahl W, Polidori MC (2001) Analysis of lipophilic antioxidants in human serum and tissue: Tocopherols and carotenoids. *J Chromatography A* 936: 83-93.

Baker RA (1994) Potential dietary benefits of citrus pectin and fiber. *Food Tech* (November). 133-138.

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.

Cha JY, Cho YS (2001) Biofunctional activities of citrus flavonoids. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 44: 122-128.

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 deter-

mination of total serum lipid based on the sulfophosphovanilin reaction. *Am J Clin Path* 53: 89-91.

Frohlich J, Lear SA (2002) Old and new risk factors for atherosclerosis and development of treatment recommendations. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 29: 838-842.

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.

Harborne JB, Williams CA (2000) Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry* 55: 481-504.

Jin TH, Son YK, Hwang KH, Kim MH (2008) Effects of *Angelica keiskei* Koidzumi and turmeric extract supplementation on serum lipid parameters in hypercholesterolemic diet or P-407-induced hyperlipidemic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 708-713.

Jung IC, Yang JB, Moon YH (2008) Effects of feed containing citrus byproducts on the physico-chemical characteristics and palatability of Korean native chickens. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 524-530.

Kang BH, Son HY, Ha CS, Lee HS, Song SW (1995) Reference values of hematology and serum chemistry in Ktc: 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 lipases from porcine pancreas and pseudomonas. *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 102-104.

Kawaii S, Tomono Y, Katase E, Ogawa K, Yano M (1999) Quantization of flavonoid constituents in citrus fluits. *J Agric Food Chem* 47: 3565-3571.

Kernan MR, Amarquay A, Chen JL, Chan J, Sesin DF, Parkinson N (1998) Antiviral phenlypropanoid glycosides from the medicinal plant *Markhamia* lutea. *J Natural Product* 61: 564-570.

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.

Koh JB, Kim JY, Jung IC, Yang SJ, Moon YH (2006) Effect of diet with meat of crossbred black pig fed with tangerine peel on lipid metabolism, protein level and enzyme in rats. *Korean J Life Sci* 16: 82-87.

Kual A, Khanduja KL (1998) Polyphenols inhibit promotional phase of tumorigenesis: relevance of superoxide radicals. *Nutrition Cancer* 32: 81-85.

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.

Lee HJ, Hwang EH (2002) Effects of *Artemisia capillaris* Thunberg on the plasma and liver lipid metabolism in rats. *Korean J Nutrition* 30: 12-18.

Lee JJ, Lee YM, Shin HD, Jeong YS, Lee MY (2007) Effect of vegetable sprout power mixture on lipid metabolism in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 965-974.

Liu Y, Ahmad H, Luo Y, Gardinar DT, Gunasekera RS, Mckeehan WL (2001) Citrus pectin: Characterization and inhibitory effect on fibroblast growth factor-receptor interaction. *J Agric Food Chem* 49: 3051-3057.

Manthey A, Grohmann K (2001) Phenols in citrus peel byproducts. Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *J Agric Food Chem* 49: 3268-3273.

Meyer AS, Donovan JL, Pearson DA, Waterhouse AL, Frankel EN (1998) Fruit hydroxycinnamic acid inhibit human low-density lipoprotein oxidation *in vitro*. *J Agric Food Chem* 46: 1783-1787.

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.

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.

SPSS (1999) SPSS for windows Rel. 10.05. SPSS Inc., Chicago, USA.

Wang YC, Chuang YC, Hsu HW (2008) The flavonoid, carotene and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chem* 106: 277-284.

Yang JB, Yang SJ, Koh SM, Jung IC, Moon YH (2006) Effects of long term tangerine peel consumption on the physicochemical properties and palatability of crossbred pig meat. *Korean J Food Sci Ani Resour* 26: 290-296.

Yang SJ, Jung IC, Moon YH (2008) Effects of feeding citrus byproducts on nutritional properties of Korean native chicken eggs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 841-846.

(2009년 6월 4일 접수, 2009년 7월 3일 채택)