

## 녹차가 흰쥐의 혈청 및 간의 지질성분과 항산화계 효소 활성도에 미치는 영향

정 회 정 · 유 영 상  
동국대학교 가정교육과

### The Effect of Green Tea on the Lipid Composition of Serum and Liver and the Activities of Antioxidative Enzymes in Rats

Hee-Chung Chung and Young-Sang Yoo

*Department of Home Economics, Dongguk University, Seoul, Korea*

#### ABSTRACT

This research was performed to investigate the effects of green tea on the lipid composition of serum and liver and the specific activities of antioxidative enzymes. Male Sprague Dawley rats were fed 10% fat diet with lard and fish oil. Powdered green tea was added to the lard and fish oil diet at the level of 0.1% and 1%. After 6 weeks of feeding, serum and liver were obtained from experimental rats. Then we measured the concentration of total cholesterol, HDL-cholesterol and triglyceride. From liver cytosolic fraction, we analyzed the specific activities of superoxide dismutase, glutathione peroxidase and glutathione S-transferase. The level of total cholesterol and triglyceride were decreased and the ratio of HDL-cholesterol to total cholesterol was increased by the fish oil in the serum. But in the liver, the level of total cholesterol was increased by the fish oil and green tea than the lard. The specific activities of glutathione S-transferase were more increased in the fish oil than the lard. There was not effect of the green tea of daily dose on the lipid composition of serum and liver and the specific activities of antioxidative enzymes in rats.

---

Key words: Powdered green tea, Superoxide dismutase(SOD), Glutathione peroxidase(GPx), Glutathione S-transferase(GST), Rat.

#### I. 서 론

현대의 질병이 여러가지 원인에서 복합적으로 오

는 합병증의 형태가 많기 때문에 보다 근본적인 원인을 찾고 이를 해결하기 위하여 부단히 노력하고 있다. 이러한 원인들 중의 하나로 유해산소에 관한

연구가 있는데,<sup>1)</sup> 유해산소는 생체내에서 free radical의 형태로 작용하여 직접, 간접으로 조직세포에 손상을 주어서 간장질환, 노화 및 각종 퇴행성 질환을 유발시키게 된다는 것을 알게 되었다. 또한 불포화도가 높은 지방산이 각종 순환기 계통의 질병과 노화의 방지에 효과적으로 작용하는 것으로 되어 있으나, 이중결합의 불안전성으로 인해 과량 섭취시 과산화물이나 free radical 등을 생성할 수 있음이 함께 제시되고 있다<sup>2-4)</sup>. Free radical을 제거할 수 있는 물질로는 항산화력이 있는  $\alpha$ -tocopherol, vitamin A, vitamin C, glutathione, selenium 등과 합성항산화제인 butylated hydroxytoluene (BHT)과 butylated hydroxyanisole(BHA)등이 있으나 근래에 천연물이면서 항산화 효과가 높은 녹차에 대한 연구도 많았다<sup>5-9)</sup>. 생체내에 존재하는 항산화계 효소로는 superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GPx), glutathione S-transferase(GST) 등이 있는데 이들은 생체 밖에서 이물질이 체내로 들어오게 되는 경우에 더 많이 유도되어 해독화에 관여하는 효소들이다<sup>10)</sup>. 최근 항산화계 효소의 활성화에 관한 연구 중 녹차의 성분인 카테킨이 간장의 항산화계 효소 활성화에 영향을 미치는 것으로 보고되어 녹차의 항산화 효과가 강조되었다<sup>11, 12)</sup>.

지금까지의 녹차에 관한 대부분의 생체 연구들은 각종 질병을 유도한 후 각 분야의 특성에 따라 항산화력이 나타나는 물질을 추출하거나 또는 과량의 추출물을 투여하여 항산화력과 치료를 위한 약물로서의 효과가 높음을 입증하고 있다<sup>13)</sup>. 그러나 항산화 효과가 높은 녹차를 기호음료로서 상용하게 될 경우 생체내에 존재하는 항산화계 효소에 영향을 미치는지에 대해서는 알 수 없으며, 그 결과는 질병의 예방을 위해서도 의미있는 일이라 하겠다. 이에 본 연구는 사람이 상용하는 음료 수준의 녹차를 불포화도가 높은 어유와 포화지방산인 돈지를 혼합한 사료로 흰쥐를 사육한 다음 혈청과 간장에서의 지질대사를 조사하였으며, 간장에 존재하는 항산화계 효소의 활성도에 대한 변화를 조사하여 비교하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험동물 사육 및 사양

평균 체중이  $221.8 \pm 12.4g$ (9주령)인 Sprague-Dawley종 수컷 흰쥐를 1주간 고품사료(제일사료)로 적응시킨 다음 난피법에 따라 각 군당 7마리씩 6군으로 나누어 6주간 실험식으로 사육하였으며, 물과 식이는 무제한 공급하였다. 식이섭취량은 매일 측정하였고 체중은 일주일에 한번씩 측정하였다. 실험에 사용한 식이의 구성 성분은 Table 1과 같다. 실험식이의 기본구성은 한국인 영양권장량<sup>14)</sup>에 근거하여 지방을 총열량의 20%로 조정하였다. 지방은 포화지방산이 주로 함유되어 있는 돈지(경동 유지제품)와 고도 불포화지방산이 다량 함유되어 있는 어유(풀무원 식품)를 공급 받은 후 탈색, 탈취의 정제 과정을 거쳐 사용하였다. 무기질 및 비타민은 AIN-76<sup>15)</sup>에 따라 직접 제조하여 사용하였다. 녹차는 1993년 6월 전라남도 보성지역에서 채취한 2번차(동서식품)를 사용하였다. 식이에 혼합한 녹차의 양은 성인이 1일 섭취하는 최다량(20잔)과 최소량(2잔)<sup>16)</sup>을 체중비율로 환산하여 가루형태로 첨가하였다. 식이는 배합하여 고품으로 제조한 후 송풍 건조하여  $-20^{\circ}C$ 에 보관하며 주었다.

실험에 사용한 시약으로 xanthine은 Merck(독일)제품이었고, xanthine oxidase, cytochrome C는 Boeringer Menheim(독일)제품을 사용하였다. Ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt(EDTA), glutathione reductase, reduced glutathione(GSH), bovine serum albumin, hydroperoxide(cumene) 등은 Sigma(미국)제품을 사용하였고, sodium cyanide, chlorodinitrobenzene(CDNB), sodium azide 등은 Fluka(일본)제품을, 그 나머지는 모두 특급 시약을 사용하였다.

### 2. 혈액, 간 채취 및 지질성분 분석

실험 종료 전일부터 16시간 금식시킨 흰쥐를 단두하여 목동맥으로부터 혈액을 받아 상온에서 30분간 방치한 후 원심분리( $600 \times g$ 에서 15분간)하여 얻은 혈청으로 지질성분을 측정하였다. 간장은 혈액을 얻은 직후 해부하여 분리하였으며 생리 식염수로 씻고 여과지로 수분을 제거한 후 무게를 측정하여 체중 100g 당 장기 중량으로 환산하였다. 간장은 ho-

**Table 1.** Composition of experimental diets

(g/kg diet)

Ingredients	L <sup>1)</sup>	L-0.1G	L-1G	F	F-0.1G	F-1G
Corn Starch	650	649	640	650	649	640
Casein	150	150	150	150	150	150
Lard	100	100	100	—	—	—
Fish oil	—	—	—	100	100	100
$\alpha$ -Cellulose	50	50	50	50	50	50
dl-Methionine	3	3	3	3	3	3
Mineral mixture <sup>2)</sup>	35	35	35	35	35	35
Vitamin mixture <sup>3)</sup>	10	10	10	10	10	10
Choline chloride	2	2	2	2	2	2
Powdered green tea (mg crude catechin)	—	1 (80)	10 (800)	—	1 (80)	10 (800)

- 1) L: lard, L-0.1G: lard-0.1% green tea, L-1G: lard-1% green tea, F: fish oil, F-0.1G: fish oil-0.1% green tea, F-1G: fish oil-1% green tea.
- 2) Mineral mixture(g/kg mixture) : Calcium phosphate dibasic: 500, Sodium chloride: 74, Potassium citrate monohydrate: 220, Potassium sulfate: 52, Magnesium oxide: 24, Manganese carbonate: 3.5, Ferric citrate: 6, Zinc carbonate: 1.6, Cupric carbonate: 0.3, Potassium iodate: 0.01, Sodium selenite: 0.01, Chromium potassium sulfate: 0.55, Sucrose, finely powdered to make 1,000
- 3) Vitamin mixture(mg/kg mixture) : Thiamin HCl: 600, Riboflavin: 600, Pyridoxine HCl: 700, Nicotinic acid: 3000, d-Calcium pantothenate: 1600, Folic acid: 200, d-Biotin: 20, Cyanocobalamin(Vitamin B<sub>12</sub>): 1, Vitamin A (Retinyl acetate): 400,000 IU, Vitamin E(*dl*- $\alpha$ -Tocopheryl acetate): 5,000 IU, Cholecalciferol: 2.5, Menaquinone: 5, Sucrose, finely powdered to make 1,000 g

mogenizer(Wheaton-Overhead stirrer)를 이용하여 50 mM potassium phosphate buffer(pH 7.4)로 20% 균질 용액을 만들고, high speed centrifuge(Beckman)를 사용하여 4°C, 12,000×g에서 10분간 원심 분리하였다. 이 상정액의 일부는 지질 성분 분석에 사용하였고, 나머지는 또 다시 ultracentrifuge(Kontron)로 4°C, 105,000×g에서 1시간 원심분리하는 방법에 의해 cytosol fraction을 분리하여 -20°C에 보관하며 단백질 함량과, superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GPx), glutathione S-transferase(GST)의 활성을 측정하는데 사용하였다.

혈청 및 간의 지질성분 분석은 자동 화학 분석기(RA-XT, Technicon Co.)를 이용하여 cholesterol(Technicon reagent Prod. No. T01-1970-01), HDL-cholesterol (Technicon HDL-cholesterol precipitating reagent Part No. T01-2801-56), triglyceride (Technicon reagent Prod. No. T01-1863-01)의 함량을 500 nm에서 측정하였다.

### 3. SOD, GPx, GST의 활성도 및 단백질 함량 측정

간 cytosol fraction에서 SOD의 activity는 Fridovich 등<sup>17)</sup>의 방법에 따라 superoxide radical에 의한 cytochrome C의 환원반응이 SOD에 의해 억제되는 현상을 이용하여 측정하였다. 반응은 2.9 ml의 xanthine과 cytochrome C의 혼합용액(5  $\mu$ M xanthine, 2  $\mu$ M cytochrome C, 50 mM Tris-HCl buffer, pH 7.8)에 시료 50  $\mu$ l와 0.1 mM EDTA 용액에 약 0.4 U/ml 정도의 xanthine oxidase(시료를 넣지 않은 상태에서 흡광도의 증가가 분당 0.02가 되도록 조절한 것) 50  $\mu$ l를 넣음으로서 시작하였다. 반응시작과 동시에 550 nm에서 흡광도의 증가 속도를 측정하였으며, 효소 활성도 1 unit는 cytochrome C의 환원 속도를 50% 저지하는 효소량으로 하였다. GPx의 활성도는 Tappel<sup>18)</sup>의 방법에 의해 간 cytosol 0.1 ml에 1.45 ml의 stock solution(0.25 mM reduced glutathione, 0.12 mM NADPH, glutathione reductase 1 unit)을 넣은 후 catalase

작용을 억제하기 위하여 1 mM azide 0.1 ml를 첨가하였다. 다음 37°C의 물 중탕으로 온도를 평형시키고 1 mg/ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 0.5 ml를 넣어 반응을 시작시켜 340 nm에서 NADPH의 흡광도가 감소되는 속도를 관찰하였다. Glutathione peroxidase의 specific activity는 mg protein당 1분 동안 산화되는 NADPH M수로 정의하였다. GST의 활성도는 Habig 등<sup>19)</sup>의 방법으로 cytosol을 1.5 mg protein/ml 정도가 되도록 희석한 후 희석액 0.5 ml에 1 mM 환원형 glutathione(GSH) 1 ml와 1 mM chlorodinitrobenzene(CDNB) 1 ml를 가하여 340 nm에서 1분간 흡광도의 변화를 측정하였다. 활성의 1 unit는 분당 1 M의 CDNB가 conjugate되는데 필요한 효소의 양으로 정의하였고, specific activity는 protein mg당 효소의 활성 unit로 나타내었다. SOD, GPx, GST의 specific activity를 산출하기 위한 간 cytosol의 단백질 함량은 bovine serum albumin을 표준 용액으로 하는 Lowry 등<sup>20)</sup>의 방법으로 측정하였다.

#### 4. 통계분석

본 실험의 모든 결과는 각 실험군별로 평균과 표준편차에 대한 분산분석(ANOVA 검증)<sup>21)</sup>을 하여 유의성이 있는 경우 Duncan's multiple range test로 P<0.05 범위에서 유의성 검증을 하였다.

### III. 결과 및 고찰

**Table 2.** Food intakes, body weight, feed efficiency ratio, liver weight of rats fed experimental diets for 6 weeks

Group	Food intakes (g/week)	Body weights (g/week)	Feed efficiency ratio	Liver weights (g/100 g Body weight)
L <sup>1)</sup>	124.3±20.0 <sup>2)a3)</sup>	288.6±35.6 <sup>ab</sup>	0.08±0.09 <sup>NS</sup>	3.17±0.43 <sup>ab</sup>
L-0.1G	113.3±22.4 <sup>b</sup>	254.8±47.9 <sup>b</sup>	0.02±0.17	2.87±0.33 <sup>b</sup>
L-1G	132.0±20.8 <sup>a</sup>	304.2±25.8 <sup>a</sup>	0.10±0.08	2.99±0.17 <sup>b</sup>
F	104.0±26.7 <sup>b</sup>	270.3±30.8 <sup>ab</sup>	-0.04±0.47	3.20±0.35 <sup>ab</sup>
F-0.1G	111.9±21.4 <sup>b</sup>	267.4±18.8 <sup>ab</sup>	0.04±0.18	3.42±0.23 <sup>a</sup>
F-1G	124.4±27.8 <sup>a</sup>	300.2±36.4 <sup>a</sup>	0.08±0.13	3.38±0.20 <sup>a</sup>

1) L: lard, L-0.1G: lard-0.1% green tea, L-1G: lard-1% green tea, F: fish oil, F-0.1G: fish oil-0.1% green tea, F-1G: fish oil-1% green tea.

2) Values are mean ± SD.

3) Values within a column with different superscripts are significantly different from each other at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

#### 1. 식이섭취량, 체중변화, 식이효율 및 장기무게

실험기간 동안의 평균 식이섭취량은 돈지(L)군, 돈지-1%녹차(L-1G)군, 어유-1%녹차(F-1G)군들이 돈지-0.1%녹차(L-0.1G), 어유(F)군, 어유-0.1% (F-0.1G)군들에 비해 유의적으로 높은 식이 섭취량을 나타내었는데, 어유식에서는 녹차첨가가 많은 식이를 더 선호하는 것으로 나타났다(Table 2). 체중의 변화는 돈지-1%녹차군과 어유-1%녹차군이 돈지-0.1%녹차군에 비해 체중 증가량이 유의적으로 높았고, 어유식에 있어서는 녹차 첨가에 따른 체중 변화는 없었다. 실험 전기간에 대한 평균 식이효율은 실험군간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 간장의 무게를 체중 100 g에 대한 비로 나타낸 결과 어유-0.1%녹차군과 어유-1%녹차군들이 돈지에 녹차를 첨가한 군들에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타내었다. 이러한 결과는 이윤희<sup>22)</sup>의 보고에서도 쇠기름식에 비해 어유식에서 간장의 무게 수준이 높았다고 하였고, Muramatsu<sup>9)</sup> 등의 보고에서는 대조군에 비해 카테킨을 첨가한 군의 간장 무게가 높은 수준으로 나타났다고 하여서 간장 무게에 있어서 녹차와 어유가 영향이 있을 것으로 사료된다.

#### 2. 녹차가 지질대사에 미친 영향

혈청의 지질농도중 TC농도는 포화지방산을 다량 함유하고 있는 돈지식군들의 수준이 어유식군들에

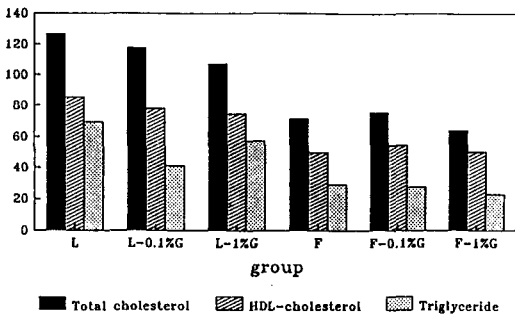


Fig. 1. The level of the lipids in the serum.

비해 유의적으로 높게 나타나 지질의 포화도에 따라 TC농도에 영향이 있는 것으로 나타났다(Fig 1). 이것은 Kobatake 등<sup>23)</sup>이 보고한 돈지군의 TC농도가 가장 높은 반면 혼합 불포화지방산군의 TC농도가 가장 낮았다는 결과와 같았다. 녹차 첨가에 의한 영향은 없었다. 남정혜·박현서<sup>24)</sup>는 식이지방과 tocopherol 첨가가 혈액의 지질 및 조직의 tocopherol 농도와 지방산 조성에 미치는 영향을 조사하였는데 혈청 TC농도는 지방산 식이에 의하여 감소된 경향을 보였고, 고도불포화지방산 식이에 tocopherol을 첨가하여 혈청 TC의 양이 더욱 낮아졌다고 보고하였다. 혈청의 TC에 대한 HDL-C의 비에서는 다른 실험군들에 비해서 어유에 녹차를 다량 첨가한 군의 수준이 높게 나타났다. 녹차의 효과에 대해서는 차이가 없었으나 어유식에서는 녹차첨가량이 많을수록 TC에 대한 HDL-C의 비율이 증가함을 알 수 있었다. 최임순·진복희<sup>25)</sup>의 실험에서는 TC에 대한 HDL-C의 비율이 정어리유가 첨가된 모든 군에서 증가되었다고 보고하였고, Mouri<sup>26)</sup>의 결과에서도 어유군의 HDL-C 수준이 대조군에 비해 낮았으나 TC에 대한 HDL-C의 비에서는 대조군과 차이가 없게 나타나서 본 실험의 결과와 일치하였다. TG에 대한 결과는 돈지식군들에 비하여 어유식군들의 수준이 낮게 나타났고, 녹차 첨가에 대한 효과는 일관성이 없었다. 岩田多子 등<sup>27)</sup>도 어유가 TG의 농도를 낮춘다는 같은 결과를 보고하였다. 또한 녹차 추출물인 (-)EGCg의 수준을 달리하여 돈지와 옥수수유에 혼합하여 흰쥐를 사육한 실험의 보고에서는<sup>28)</sup>

고지방의 옥수수유군에 비하여 고지방의 돈지군에 (-)EGCg를 첨가한 군에서 혈청의 TG 농도가 유의적으로 낮아졌다고 하여서 돈지에 있어서도 녹차 카테킨이 혈청 TG 농도 저하에 효과가 있다고 하였으나, 본 실험의 혈청 TG 농도에서는 돈지에 비하여 어유가 TG 농도를 더 감소시키는 것으로 나타났고 어유식에 있어서 녹차의 첨가량에 따라 TG 수준이 낮아지는 경향은 있었지만 유의성이 없었는데 이것은 녹차를 상용하는 수준으로 첨가하였기 때문에 보다 뚜렷한 결과가 나타나지 않았을 것으로 사료된다.

간장의 지질농도는 혈청의 결과와는 다른 경향을 나타내고 있다(Fig. 2). 어유-1%녹차군의 TC 수준이 돈지군에 비하여 유의적으로 높은 수준으로 나타났다. 녹차 첨가의 효과에 대해서는 돈지식에서 녹차량의 첨가에 따라 TC 수준이 감소하였으나 어유식에서는 녹차량의 증가에 따라 TC 수준도 증가되었다. Kobatake 등<sup>23)</sup>의 연구에서는 어유군의 혈청 TC 수준이 유의하게 낮은 반면 간장에서의 TC농도에서 유의수준은 아니었지만 대조군에 비해 약간의 증가가 나타났다고 하였고, Hirai 등<sup>29)</sup>은 불포화지방산 식이와 포화지방산 식이를 비교하였을 때 혈장 내에서 주로 간장조직으로 콜레스테롤의 재배치가 일어나기 때문에 간장에 콜레스테롤 양이 증가한다고 하여서 본 실험의 결과가 이들과 관련이 있다고 하겠다<sup>27)</sup>. TC에 대한 HDL-C의 비에서는 차이가 나타나지 않았다. 간장의 TG 농도는 실험군들간에 차이가 없이 거의 비슷한 수준이었다. 녹차첨가에 의해서도 무첨가군과 비교해서 차이가 나타나지 않

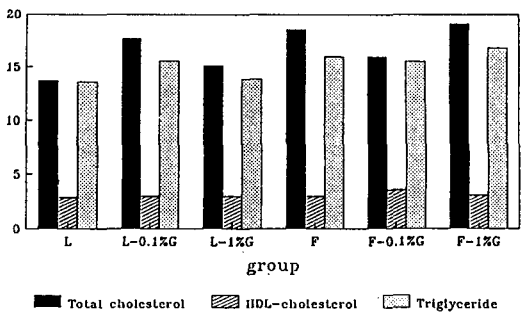


Fig. 2. The level of the lipids in the liver.

았다. 이것은 상용되는 녹차 수준이 간의 지질대사에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

### 3. 녹차가 항산화계 효소에 미친 영향

식이지방에 따른 항산화계 효소의 활성도 조사에서 SOD의 활성에는 차이가 나타나지 않았다(Fig. 3). 이효상·최임순<sup>30)</sup>이 정어리유에 몇가지 산화방지제의 효과를 실험한 결과에서 SOD의 활성도가 지방의 종류에 따라 차이가 없었으며 항산화제의 첨가에 의해서도 영향을 받지 않았다고 보고하였고, Kameda 등<sup>31)</sup>도 vitamin E의 첨가 유, 무에 관계없이 적혈구막과 세포질에서의 SOD 활성이 변화되지 않았다는 본 실험과 같은 결과를 보고하여서 지방의 종류나 항산화제에 의해 거의 영향을 받지 않은 것으로 사료된다. 한편 윤연희<sup>32)</sup>의 실험에서는 카드뮴에 중독된 흰쥐에게 녹차를 음용시킨 효과를 조사하였는데 이 결과는 카드뮴에 중독되어 저하되었던 SOD의 활성이 녹차에 의해 대조군 수준으로 증가되었다고 하였다. 또한 박규영·이순재<sup>33)</sup>의 연구에서는 vitamin E의 첨가가 실험 6주까지는 SOD의 활성에 영향을 미치지 못했으나 9주에서는 SOD의 활성이 유의적으로 감소되었다고 보고하였다. 이와 같이 SOD의 활성은 지방의 종류나 항산화제의 양이 SOD활성에 변화를 주기 보다는 정상적인 세포에 비하여 손상된 경우에 SOD의 활성변화가 더 뚜렷하게 나타나며 기간도 SOD 활성에 영향을 주는 것으로 사료된다. 본 실험의 경우 불포화지방산 함량이 높은 어유와 포화지방산인 돈지에 의하여 S-

OD 활성에 뚜렷한 차이가 나타나지 않아서 본 실험 기간 동안 사용된 어유의 양으로는 생체내의 SOD 활성에 자극을 주지 않는 것으로 사료된다. 녹차의 첨가도 SOD의 활성도에 영향을 미치지 않았는데, 항암작용의 기전을 조사한 Cheng 등<sup>34)</sup>의 연구에서는 카테킨(5 µg/ml)을 첨가하여 SOD의 활성도가 25%까지 증가되었다고 보고하여서, 녹차는 동물의 건강상태나 첨가하는 카테킨의 농도에 따라 SOD의 활성에 영향을 미치는 정도가 다를 것으로 사료된다.

GPx의 활성도에 있어서도 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 여기서는 어유군의 활성도가 가장 높게 나타났고 돈지에 소량의 녹차를 첨가한 군과 어유에 다량의 녹차를 첨가한 군이 다음 수준이었으며, 녹차 첨가에 대한 효과는 같은 양을 첨가한 경우에 돈지식군과 어유식군에서 다소 상반된 결과를 나타내었다. 그러나 돈지군보다는 돈지에 소량의 녹차를 첨가한 군과 어유식에서 녹차를 소량 첨가한 군보다 녹차를 다량 첨가한 군에서 GPx 활성이 높아졌다. 최진호·윤형식<sup>35)</sup>의 연구는 P/S 비율이 증가함에 따라 cytosol내에서는 SOD와 GPx의 활성이 유의성 있게 증가하였다고 보고하였으나 본 실험에서 종류가 다른 식이지방의 P/S비율 증가에 따른 SOD와 GPx활성의 유의적인 차이를 확인하기 어려웠다. Yang 등<sup>12)</sup>은 차 polyphenols에 대한 생화학적 활성과 독성물을 실험한 결과에서 간장의 SOD와 GPx의 활성이 증가되었음을 보고하였고, 남정혜·박현서<sup>36)</sup>의 연구에서는 식이지방에 따라 항산화 효소에 미치는 영향을 관찰하였는데 이 실험에서 GPx의 활성도가 유의수준은 아니었지만 지방량에 관계없이 불포화도가 높은 perilla oil군과 어유군에서 증가되는 경향이 있음을 보고하면서 저지방 식이를 할 때는 투여한 tocopherol에 의해서 조직내의 불포화지방산의 산화를 막아 줄 수 있었으나 고지방 식이에서는 SOD와 GPx의 활성이 높아져도 지질 과산화물의 생성을 막아주지 못했다고 하였다. 본 실험에서는 유의수준은 아니지만 어유군의 GPx 활성수준이 높는데 비해 녹차를 첨가한 어유군들의 활성도는 다소 낮아져 있어 이것은 tocopherol과 같은 효과라고 사료된다.

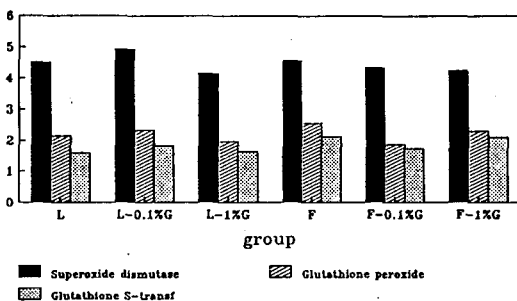


Fig. 3. The specific activities of antioxidative enzymes in the liver cytosol.

GST의 활성은 어유군과 어유에 녹차를 다량 첨가한 군에서 돈지군, 돈지에 녹차를 소량 첨가한 군 및 다량 첨가한 군들보다 활성이 높게 나타났다. 김경민·최혜미<sup>37)</sup>는 들깨유와 옥수수유에 대한 GST의 활성도 조사에서 옥수수유군의 활성도가 유의적으로 높게 나타났다고 하였는데 Davison 등<sup>38)</sup>은 이에 대해서 불포화지방산의 산화가 단순히 불포화도의 문제이기보다는 식이지방 종류에 따라 달라질 수 있음을 시사하였다. 본 실험의 GST활성도의 결과에서 어유군의 GST활성이 높게 나타났고 돈지군의 활성도 수준이 낮게 나타나서 고도불포화지방산 식이가 GST활성에 영향을 준 것으로 사료되며, 녹차 첨가에 대한 효과에서는 첨가량에 따른 일관성이 나타나지 않았다.

#### IV. 요약 및 결론

상용하는 정도의 녹차가 식이지방에 따라 지질대사에 미치는 영향과 체내 항산화계 효소들의 활성도에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하기 위하여 흰쥐를 이용하여 돈지군과 어유군을 각각 녹차무첨가군, 녹차 0.1% 첨가군, 녹차 1% 첨가군으로 나누어 실험하였다. 사육 6주 후에 흰쥐를 단두로 희생시켜 혈청과 간장을 채취하여 TC, HDL-C, TG의 농도를 측정하였고 간장의 cytosol에 들어있는 SOD, GPx, GST의 활성도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

전기간의 평균 식이섭취량은 돈지군과 돈지-1% 녹차군, 어유-1% 녹차군들이 다른 군들에 비해 높은 수준을 나타내었고, 어유식에 녹차를 다량 첨가한 군의 식이섭취량이 높게 나타났다. 체중은 돈지-1% 녹차군과 어유-1% 녹차군이 돈지-0.1% 녹차군에 비해 높게 나타났다. 녹차 첨가에 의한 체중변화는 없었다. 평균 식이효율은 실험군간에 차이가 없었고, 체중 100 g 당 간장의 무게는 어유-0.1% 녹차군과 어유-1% 녹차군의 수준이 돈지-0.1% 녹차군과 돈지-1% 녹차군에 비해 높게 나타났고, 녹차 첨가에 의해서는 차이가 나타나지 않았다.

혈청의 TC농도에서는 돈지군과 돈지-0.1% 녹차군, 돈지-1% 녹차군들이 어유군과 어유-0.1% 녹차

군, 어유-1% 녹차군들에 비해 높았고, 녹차 첨가에 의한 차이는 없었다. 혈청의 HDL-C의 농도는 돈지군과 돈지-0.1% 녹차군, 돈지-1% 녹차군들의 수준이 어유군과 어유-0.1% 녹차군, 어유-1% 녹차군들에 비해 높게 나타났고, 녹차 첨가에 의한 차이는 없었다. 혈청의 TC에 대한 HDL-C의 비율은 어유-1% 녹차군의 수준이 다른 실험군들에 비해 높게 나타났고, 어유-0.1% 녹차군은 돈지-0.1% 녹차군에 비해 높게 나타났으며, 녹차 첨가에 의해 어유-1% 녹차군의 수준이 어유군과 어유-0.1% 녹차군에 비해 높게 나타났다. 혈청의 TG농도는 돈지군과 돈지-1% 녹차군이 돈지-0.1% 녹차군에 비하여 높았고, 돈지-0.1% 녹차군은 어유-0.1% 녹차군, 어유-1% 녹차군들에 비해 높게 나타났다. 녹차 첨가에 의한 결과는 일관성이 없었다. 간장에서의 TC농도는 어유-1% 녹차군이 돈지군에 비해 높았고, 간장내 HDL-C, TC에 대한 HDL-C의 비, TG의 농도는 유의적인 차이가 없었으며, 간장의 지질성분에 대한 녹차 첨가의 효과도 차이가 나타나지 않았다.

SOD의 활성도는 실험군들간에 차이가 나타나지 않았고, GPx의 활성도에 있어서도 차이는 나타나지 않았으며, 녹차 첨가에 의한 SOD, GPx 활성도에 차이도 나타나지 않았다. GST의 활성도는 어유군과 어유-1% 녹차군의 활성도 수준이 다른 군들에 비해 높게 나타났고, 녹차 첨가에 의한 차이는 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 어유는 혈청의 TC와 TG 수준을 낮추고 TC에 대한 HDL-C의 비율을 높이는 것으로 나타났는데 여기서 녹차는 첨가량에 따라 TC의 수준이 낮아졌고 TC에 대한 HDL-C의 비율이 높아졌으나 유의성은 없었다. 또한 간장에서는 어유가 TC 수준을 높여 혈청과는 다소 다른 경향을 알 수 있었고, 체중에 대한 간장의 무게가 녹차와 어유 첨가로 인해 다소 증가되었으며, 간장에서의 녹차 첨가 효과는 나타나지 않았다. Cytosol내의 항산화계 효소인 SOD와 GPx활성은 식이지방에 따른 차이 및 녹차 수준 차이로 인한 영향을 받지 않았다. GST 활성도는 돈지에 비하여 어유에서 활성이 증가되었고 녹차 무첨가와 다량의 첨가로 인하여 GST 활성이 증가되었다. 이에 따라 상용되는 녹차

의 양이 돈지나 어유에 대하여 생체의 지질성분 및 항산화계 효소 활성도에 미치는 영향은 일관성 있는 결과를 나타내지 않아서 녹차 상용으로 질병의 예방을 언급하기는 어려우나, 상용되는 녹차량에 의해서 혈청의 TC 와 TG 농도 저하 경향에 대해서는 앞으로 기간의 연장에 따른 추가조사가 더 필요하며 불포화 지방산과 녹차와의 관계에 관해서도 계속해서 연구되어야 하겠다.

## V. 참고문헌

- Demopoulos, H. B.: The basis of free radical pathology, Fed. Proc., 32: 1859-1861, 1973.
- Carroll, K. K. and Hopkins, G. T.: Dietary polyunsaturated fat versus saturated fat in relation to mammary carcinogenesis, Lipids, 14: 155-158, 1979.
- Carroll, K. K. and Khor, H. T.: Effects of level and type of dietary fat on incidence of mammary tumors induced in female Sprague-Dawley rats by 7, 12-dimethylbenz(a)anthracene, Lipids, 6: 415-420, 1971.
- King, M. M. and McCay, P. B.: Modulation of tumor incidence and possible incidence mechanisms of inhibition of mammary carcinogenesis by dietary antioxidants, Cancer res, (Suppl.), 43: 2485s-2490s, 1983.
- Lunder, T.: Tannings of green and black tea, Nutritional value, physiological properties and determination, Farm. Tijdschr. Belg., 66: 34-42, 1989.
- Tanizawa, H., Toda, S., Sazuka, Y., Taniyama, T., Hayashi, T., Arichi, S. and Taki-no, Y.: Natural antioxidants. I. Antioxidative components of tea leaf (*Thea. sinensis*), Chem. Pharm. Bull., 32: 2011-2014, 1984.
- Hara, Y.: 茶カテキンの抗腫瘍作用, 日本營養. 食糧學會誌, 42(1): 39-45, 1989.
- Cheng, S. J., Gao, Y. N., Ho, C. T. and Wang, Z. Y.: Studies on Antimutagenicity and Anticarcinogenicity of Green Tea Antioxidant, 식품과학과 산업, 22(3): 61-75, 1989.
- Muramatsu, K., Fukuyo, M. and Hara, Y.: Effect of Green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats, J. Nutr. Sci. Vitaminol., 32: 613-622, 1986.
- Benson, A. M., Batzinger, R. P., Ou, S-Y. L., Bueding, E. and Cha, Y.: Glutathione S-transferase activities and protection against mutagenic metabolites of benzo(a)pyrene by dietary antioxidants, Cancer Res., 38: 4486-4495, 1978.
- Cheng, S., Lin, P., Ding, L., Hu, X., Oguni, I. and Hara, Y.: Inhibition of green tea extract on mutagenicity and carcinogenicity, Proceeding Int. Symp. Tea Sci, 195-199, 1991-Aug.
- Yang, X. Q., Shen, S. R., Luo, S. J., Huang, D. J., Fang, Y. Z., Liu, M. Z., Cao, M. F. and Xinm, W. J.: The biological activity and toxicological test of tea polyphenols. Proceeding Int. symp. Tea Sci., 263-267, 1991-Aug.
- 菅沼雅美, 藤木博太: EGCgによるヒト癌の化学豫防, 日本農藝化學會誌, 67(1): 35-38, 1993.
- 한국영양학회: 한국인 영양권장량, 제6차 개정, 중앙문화진수 출판사, 1995.
- The Council of the American Institute of Nutrition. Report of the AIN Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies., J. Nutr., 107: 1340-1348, 1977.
- Harold, N. G.: Green tea composition, consumption and polyphenol chemistry, Preven. Med., 21: 334-350, 1992.
- McCord, J. M. and Fridovich, I.: Superoxide dismutase, J. Biol. Chem., 244(22): 6049-6055, 1969.
- Tappel, A. L.: Glutathione Peroxidase and hydroperoxides, Methods in Enzymology, 52: 506-513, 1978.



19. Habig, W. H., Pabst, M. J. and Jakoby, W. B.: Glutathione S-transferase, The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.*, 249(22): 7130-7139, 1974.
20. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. T.: Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193: 265-275, 1951.
21. Ott, L.: An introduction to statistical methods and data analysis, PWS-KENT Publishing Co., 655-812, 1988.
22. 이윤희:  $\omega$ -3와  $\omega$ -6계 지방산이 흰쥐의 뇌성장과 지능발달 및 지질대사에 미치는 영향, 동국대학교 대학원 박사학위논문, 33-34, 1993.
23. Kobatake, Y., Hirahara, F., Innami, S. and Nishide, E.: Dietary effect of  $\omega$ -3 type polyunsaturated fatty acids on serum and liver lipid levels in rats, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 29: 11-21, 1983.
24. 남정혜, 박현서: 식이지방과 tocopherol 첨가가 혈액의 지질 및 조직의 tocopherol 함량과 지방산 조성에 미치는 영향, *한국영양학회지*, 19(5): 304-314, 1986.
25. 최임순, 진복희: 정어리유의 식용유지 대체가 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향, *한국영양학회지*, 20(4): 237-245, 1987.
26. Mouri, K., Ikesu, H., Esaka, T. and Igarashi, O.: The influence of marine oil intake upon levels of lipids,  $\alpha$ -tocopherol and lipid peroxidation in serum and liver of rats, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 30: 307-318, 1984.
27. 岩田多子, 稻山貴代, 三輪里見, 川口一男: 高血壓自然發症ラットならびに 果糖誘導性高血症ラットの血漿, 血漿脂質, 肝臟脂質, 肝臟脂質に及ぼす中國綠茶の烏龍茶の影響, *日本營養.食糧學會誌*, 40(6): 469-477, 1987.
28. 福與眞弓, 原 征彦, 村松敬一郎: 茶葉 カテキンの構成成分である(-)エピガロカテキンガレートの血中コレステロール低下作用, *日本營養.食糧學會誌*, 39(6): 495-500, 1986.
29. Hirai, K., Nakano, T., Katayama, Y. and Amagase, S.: Serum cholesterol levels and the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acid as an indicator of lipid metabolism in rat liver, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 31: 279-289, 1985.
30. 이효상, 최임순: 정어리유 섭취시 지질 과산화억제를 위한 몇가지 산화방지제의 효과, *한국영양학회지*, 22(6): 466-475, 1989.
31. Kameda, K., Imai, M. and Sento, M.: The effect of vitamin E deficiency on some erythrocyte membrane properties, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 31: 481-490, 1985.
32. 윤연희: 한국산 녹차, 우롱차 및 홍차가 카드뮴에 중독된 흰쥐 간 조직의 항산화적 해독작용에 미치는 영향, *효성여자대학교 석사학위논문*, 1994.
33. 박규영, 이순재: 식이 불포화지방산과 Vitamin E 함량이 흰쥐 간장내 지질 과산화에 미치는 영향, *한국영양학회지*, 21(5): 295-304, 1988.
34. 최진호, 윤형식: 도코사헥사엔산(DHA)과 노화, *한국영양학회지*, 27(6): 646-654, 1994.
35. Cheng, S., Lin, P., Ding, L., Hu, X., Oguni, I. and Hara, Y.: Inhibition of green tea extract on mutagenicity and carcinogenicity, *Proceeding Int. Symp. Tea Sci.*, 195-199, 1991-Aug.
36. 남정혜, 박현서: 식이지방의 종류와 수준에 따라 쥐의 혈장과 조직의 tocopherol 및 지질 과산화 상태에 미치는 영향, *한국영양학회지*, 26(5): 566-577, 1993.
37. 김경민, 최혜미: 들깨유, 옥수수유의 섭취가 2-acetylaminofluorene을 투여한 쥐 간에서 소포체막의 지방산 조성 and cytochrome P-450 함량, glutathione S-transferase 활성도에 미치는 영향, *한국영양학회지*, 25(1): 3-11, 1992.
38. Davison, S. C. and Wills, E. D.: Studies on the lipid composition of the rat liver endoplasmic reticulum after induction with phenobarbition and 20-methylcholan-threne. *Biochem. J.*, 140: 461-468, 1974.