

백련향차의 열수 추출물이 고지방식이 급여에 의한 흰쥐의 혈청 지질 함량에 미치는 영향

신미경^{1*} · 한성희²

¹원광대학교 생활과학대학 식품영양학과, ²원광보건대학 식품영양과

Effects of Water Extracts Green Tea Scented with Lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner Flower on Serum Lipid Concentrations in Rats Fed High Fat

Mee-Kyung Shin^{1*} and Sung-Hee Han²

¹Dept. of Food of Nutrition, College of Human Environmental Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Dept. of Food of Nutrition Wonkwang Health Science College, Iksan 570-749, Korea

Abstract

The effects of water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower on serum lipid concentrations were evaluated in rats. Forty-eight male Sprague-Dawley rats weighing 100±10 g were divided into six groups and fed high fat diets for six weeks. Experimental groups were administered with following diets; Control diet, animal, plant high fat diet and control and high fat diets with 2% water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower. Tissue weights of liver, lung, stomach, heart, kidney and spleen of high fat diet exposed rats were reduced by water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower groups. The concentrations of serum triglyceride in rats fed the water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower were lower than those in other groups. The concentrations of total cholesterol in water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower group were lower than those in high fat diet groups. The concentrations of HDL-cholesterol in serum of the water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower groups were significantly higher than those of other groups. The levels of LDL-cholesterol in serum of the water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower groups were tended to be lower than those of other groups. GPT and GOT activities were decreased in water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower groups and than in the high fat group. LDH activity was lower in the water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower groups than in the high fat group. These results suggest that water extracts of green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower groups may reduce elevated levels of serum lipid concentrations in rats fed high fat diets.

Key words : Green tea scented with lotus *Nelumbo nucifera* Gaertner flower, serum lipid concentration, GOT, GPT and LDH activity.

서론

오늘날 현대인들은 과거에 비해 양적으로 풍성해지고 맛 있는 식단을 즐기게 된 반면 고칼로리, 고지방 섭취에 따른 과체중과 각종 만성 질환으로 인한 어려움을 겪고 있다. 우리나라는 1970년에 총 열량의 7.3%에 불과하였던 지방 섭취량이 1985년에는 13.7%, 1995년에는 18.8%로 급증하였고, 2005년에는 25%에 이를 것으로 예측하고 있다(Kae SH 2001).

지방의 섭취 증가로 인한 질병의 양상은 비만, 뇌졸중, 동맥경화, 고혈압, 당뇨병 등의 각종 만성 질환의 증가로 나타

났고 특히, 심장 순환계 질환의 증가는 우리나라 주요 사인의 하나로 2000년 통계에서 순환기계 질환에 의한 사망이 전체 사인의 23.7%로 이 비율은 계속 증가될 것으로 보인다(2000 Annual report 2001). 이런 시점에서 볼 때 현대인들의 고칼로리, 고지방 섭취는 혈중의 콜레스테롤의 함량을 증가시킴으로써 동맥의 plaque 형성을 촉진하여(Kao et al 1993) 심혈관계 질환의 발생을 증가시키기 때문에 혈액에서 이들 지질 수준을 저하시키기 위한 의약품이나 자연 식품에 대한 연구가 많이 수행되고 있다. 그 가운데 다류의 혈중 콜레스테롤 및 지방 저하 효과, 항산화 효과, 항암성과 같은 기능성이 널리 알려짐에 따라 매년 다류 소비가 증가하고 있는 추세이다. 다류는 생명 유지에 필요한 영양소를 공급하는 1차 기능과 맛과 향을 감지하게 하여 맛있게 먹을 수 있도록 하는 미각 기

*Corresponding author : Mee-Kyung Shin, Tel: +82-63-850-6657, Fax: +82-63-850-7301, E-mail: mkshin@wonwms.ac.kr

능인 2차 기능뿐만 아니라 생체 리듬 조절이나 질병의 예방과 회복, 노화 억제 등 신체의 기능을 조절하는 생체 조절성의 3차 기능을 가지고 있어 현대인의 영양 과잉과 불균형에 의한 동맥경화, 고혈압, 암과 같은 질병의 예방 및 치료와 노화의 지연에 효과적으로 사용될 수 있다(Kim JT 1995). 특히 이들 다류에서 생리활성을 나타낼 수 있는 성분인 flavonoid는 담황색 또는 노란색을 띠는 색소 화합물로 일일 섭취량은 0.023 ~ 1.1 g으로 다양하게 알려졌다(Bravol 1998). 뿐만 아니라 생체내에 존재하면서 지질 과산화 반응에 관여하는 해독효소 체계에는 super oxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase (GPx) 및 glutathione S-transferase(GST) 등이 있다(Haenen et al 1987, Haenen 1997, Robak & Gryglewski 1998, Torel et al 1986). 이는 항산화 효소의 활성을 증가시킴으로써(Chung & Yoo 1995, Rtu & Park 1993, Rhee et al 1995) 지질 과산화와 low density lipoprotein(LDL)의 산화를 방지하고(Ishikawa et al 1997), cyclo-oxygenase와 lipoxigenase의 활성을 저해함으로써 혈소판의 응집을 억제하며(Anna et al 1995) 관상심장질환, 동맥경화증, 혈전증, 고혈압을 예방하고 그 외 항암성, 항돌연변이성, 항염성, 항알레르기성, 항 바이러스성을 가진다고 한다(Chung & Takako 1995). 이처럼 다류의 기능에 관련된 연구 보고는 주로 녹차 자체에 관한 연구 보고가 주종을 이루고 있다. 따라서 본 연구에서는 녹차의 기능을 한층 더 강화시키고자 녹차에 백련향을 입힌 백련향차에 관한 연구 보고는 최 등(Choi et al 2003)의 연구 이외에는 거의 볼 수가 없어 이에 대한 연구 필요성을 가지게 되었다. 동의보감을 보면 연꽃(*Neulmbo nucifera* Gaertner)은 다년생 수초(手草)로, 근경(根莖)은 비후하며 길고 크며 마디가 많다. 앞은 근생(根生)하고 엽병(葉柄)이 길며, 물위에 나오고 둥근 방패 모양이며 톱니가 없고 뽕죽한 가시가 산생한다. 꽃은 백색 또는 홍색으로 7~8월에 피는데 뿌리에서 화경(花梗)이 나와 화경끝에 대형의 꽃이 1송이 피며, 약효는 강장, 지혈액야뇨증, 부인병, 뿌리는 해열독, 요혈, 장출혈에 쓰인다(허준 원저 1998). 백련향차의 성분으로는 quercetin, luteolin, kaempferol, flavonoid, alkanoid 등이 있다(육창수 1998). 연꽃은 인도 원산지의 식물로서 우리나라로는 고대에 불교의 도래와 더불어 들어온 것으로 전국적으로 가꾸어지고 있다. 이처럼 녹차에 백색 연꽃을 착향한 백련 향차는 본래 중국에서 전래된 것으로 우리나라에서는 사찰을 중심으로 극히 일부 제조되고 있으나 상품화는 거의 되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 차의 기능성을 강화시킨 백련향차가 동물성, 식물성 고지방식으로 사육한 흰쥐에 급여하였을 때 혈청 중 지방 함량과 효소 활성도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

백련은 전북 김제에서 2003년 7월 중순부터 9월 초까지 핀 꽃을 채취하여 향기가 가장 은은할 때 꽃줄기에서 20~30 cm 정도 자른 다음 녹차가 20~30 g 정도 들어가는 모시주머니를 만들었다. 이때 모시주머니는 뜨거운 물에 삶아서 소독하고 그늘에서 말려 사용한 것을 이용하였다. 준비된 백련 꽃잎을 조심스레 벌려서 모시주머니에 든 녹차를 백련 한송이에 40~50 g 정도 들어가도록 한다. 이때 꽃봉오리가 본래의 모양이 되도록 으드려 모시실을 이용하여 향이 새지 않도록 무공해 비닐 봉투로 조심스럽게 감싼다. 시원한 그늘에서 녹차가 백련향을 다 머금었을 때 주머니에서 꺼낸 후 실험재료로 사용하였다(윤국병, 장준근, 1989). 백련향차의 열수 추출물을 2%에 상당하는 양의 분말을 20배량의 증류수를 가하여 3회 열수 추출하여 회전 진공농축기(Buchi Labortechnik AG, Germany)로 농축시킨 후 사용하였다. 식이에 첨가한 백련향차의 비율은 녹차의 비율에 준하였다. 1잔의 녹차에 평균 150 mg의 조카테닌(crude catechin)을 함유한다는 것과 녹차잎 100 g을 추출하여 약 8 g의 조카테킨을 얻을 수 있다는 것에 근거하여 1잔의 녹차에는 마른 녹차잎을 약 2g 넣는 것으로 하였다(松本なつき과 原征彦 1992).

2. 실험 동물과 사육방법

실험에 이용된 동물은 생후 4주령된 110±10 g Sprague-Dawley계 수컷 흰 쥐 48마리를 구입하여 실험 시작 전 고형 배합사료(Samang Co, Korea, Osan)로 1주일간 적응시켰다. 적응기간이 끝난 실험 동물은 체중에 따른 난괴법(randomized complete block design)으로 각 군당 8마리씩 6군으로 나누어 Table 1에서 보는 바와 같이 6주 동안 사육하였다. 사육실의 온도는 23±2℃, 습도 50~60%로 조절하였고, 매일 광주기 및 암주기를 각각 12시간이 되도록 조절하였다. 실험 동물은 한 마리씩 분리하여 stainless steel cage에서 사육하였고, 실험식이와 먹는 물은 24시간 동안 자유 급식으로 공급하

Table 1. The experimental diets model

Group	Experimental diet
C	Control diet
AHF	40 % Animal high fat diet
PHF	40 % Plant high fat diet
CLN	Control diet + 2 % LN
AHFLN	40 % Animal high fat + 2 % LN
PHFLN	40 % Plant high fat + 2 % LN

LN: water extracts Green Tea Scented with Lotus *Neulmbo nucifera* Gaertner flower.

였으며, 무기질의 오염 방지를 위해서 사육실에 필요한 모든 기구는 0.4%의 EDTA(Ethylene Diamine Tetra Acetic acid)로 씻은 후 탈이온 증류수로 헹구어 사용하였다.

3. 식이 조성

실험식은 AIN-76 diet(Teklad, USA, St Louis, Missouri)를 기본으로 Table 2에서 보는 바와 같이 대조군은 총 열량의 11.7%를 지방으로, 고지방 식이군은 AIN-76A high fat diet # 100496(Dytes INC)으로 총열량의 40%를 지방으로 공급하였다. 식이성분으로는 choline bitrate(ICN Biomedicals Inc. Germany, St berline), casein(Dae Jung Chemclas & Metals Co, Ltd, Korea, Seoul), cellulose(Aldrich Chemical Company, Inc USA, St Louis, Missouri), DL-methionine(Reserach Chemicals Ltd, Korea, Seoul), 동물성 고지방식이군은 Lard (Samang Co, Korea, Seoul)를, 식물성 고지방식이군은 corn oil(Jeiljedang Co, Korea, Seoul)를 사용하였다. 각 군의 식이는 매주 한 번씩 만들어 사용하였고 지방의 산패를 방지하기 위해 -25℃ 냉동고에 보관하면서 정해진 시간에 매일 일정량을 급여하였다.

Table 2. Composition of experimental diets

(g/kg diet)

Ingredients	Control diet	Animal high fat diet	Plant high fat diet
Corn starch	150	150	150
Sucrose	500	345	345
Casein	200	200	200
Lard	50	205	-
Corn oil	50	-	205
Vit. mixture ¹⁾	10	10	10
Min. mixture ²⁾	35	40	40
DL-methionine	3	3	3
Cellulose	50	50	50
Choline bitartrate	2	2	-
Fat energy(%)	11.7	40.0	40.0

¹⁾ AIN vitamin mixture(mg/kg) : Thiamine-HCl 600, riboflavin 600, pyridoxine-HCl 700, nicotinic acid 3,000, D-calcium pantothenate 1,600, folic acid 200, D-biothine 20, Vit B₁₂ 2.5, Vit A 400,000IU, Vit D₃ 100,000IU, Vit E 7,500IU, Vit K 75, finely powdered to make 1,000 g.

²⁾ AIN minreal mixture(g/kg) : Calcium lactate 620.0, sodium cholate 74.0, potassium phosphate dibasic 220.0, potassium sulfate 52.0, magnesium oxide 23.0, manganous carbonate 3.3, ferric citrate 6.0, zinc carbonate 1.0, cupric carbonate 0.2, potassium iodate 0.01, sodium selenite 0.01, chromium potassium sulfate 0.5, finely powdered to make 1,000 g.

4. 식이 섭취량, 체중 증가량 및 식이 효율

실험 동물의 식이 섭취량은 매일 오후 2시경에 측정하였으며, 체중 측정은 갑작스런 체중 증가를 막기 위해 1시간 전에 식이 공급을 중단한 후 매주 일정한 시간에 한 번씩 측정하였다. 식이 효율(food efficiency ratio, FER)은 총(全) 체중 증가량을 같은 기간 동안의 총(全) 식이 섭취량으로 나눈 값으로 산출하였다.

$$\text{식이효율} = \frac{\text{총 체중 증가량(g)}}{\text{총 식이 섭취량(g)}}$$

5. 시료채취 및 분석

실험 종료 후 12시간 동안 절식시킨 실험 동물을 CO₂ 가스로 마취시켰다. 마취 상태에서 개복한 즉시 심장에서 혈액을 채취하였으며 채취한 혈액을 실온에서 20분간 방치한 후 3,000 rpm에서 15분 동안 원심 분리하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 -70℃에서 냉동 보관한 후 분석에 사용하였다. 각 장기는 채혈 직후 즉시 적출하여 0.9% 생리 식염수로 헹구어 여과지(Whatman No 2)로 물기를 제거한 후 중량을 측정하였다.

6. 혈청 중의 생화학적 성분 분석

총 지질(total lipid), 총 콜레스테롤(total cholesterol), HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도는 효소 Kit(Sigma Co, USA, St Louis) 시약법에 의해 Hitach Photometer(Japan, 4010, 7150)을 이용하여 505 nm에서 흡광도를 측정하였다. 동맥경화지수(AI:Atherogenic Index)는 Haglund et al(Haglund et al 1991)에 의한 공식인 total cholesterol-HDL-C/HDL-C를 이용하였고, VLDL-Cholesterol은 중성지방×1/5 공식으로 계산하였다. Glutamate pyruvate transaminase(GOT) 및 Glutamate oxaloacetate transaminase(GPT)의 활성도 측정은 Reitman-Frankel 법(Reitman & Frankel 1957)에 따라 AM 101-K Kit(Asan Pharm. Co., Ltd., Korea)에 의한 효소법을 사용하였고, Lactate dehydrogenase(LDH) 활성도 측정(Wroblewski & Ladue 1955)은 효소 Kit 시약을 이용하여 측정하였다.

7. 자료의 통계 처리

모든 실험 결과는 실험 동물 8마리의 평균치±표준편차로 표시하였으며, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc, Chicago IL, USA) software package 프로그램을 이용하여 α=0.05 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군의 평균치간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 식이섭취량, 음용수 섭취량, 체중증가량 및 식이효율

동물성, 식물성 고지방 식이에 의한 백련향차의 열수 추출물 급여가 실험 동물의 식이 섭취량, 음용수 섭취량, 실험기간 동안의 체중 증가량과 이들로부터 계산된 식이효율은 Table 3에서 보는 바와 같다. 식이 섭취량은 대조군(C)과 대조군에 백련향차의 열수 추출물을 함께 급여한 군(CLN)간에는 유의한 차이는 나타나지 않았다. 각각의 동물성, 식물성 고지방식이군(AHF, PHF)에 비하여 동물성, 식물성 고지방 식이에 백련향차 열수 추출물을 함께 급여한 군(AHFLN, PHFLN)은 유의하게 감소하였다. 체중 증가량은 AHF군이 다른 군에 비하여 가장 높게 증가하였으며, C군, PHF군에 비하여 PHFLN군은 유의하게 감소하였다. 식이효율은 C군, AHF

군, PHF군 간에는 별다른 차이를 보이지 않았으며, AHF군에 비하여 AHFLN군은 유의하게 증가하였다. 음용수 섭취량은 모든 처리군에서 별다른 차이를 보이지 않아 체중 증가량에 영향을 미치지 않았음을 알 수 있었다. 김 등(Kim & Kim 1999)은 체중 증가량은 녹차 급여가 대조군보다 유의적으로 높았다고 보고하였는데 본 연구결과에서 정상군에 비하여 백련향차 급여군이 증가하였으나 유의한 차이는 없었다.

2. 장기 무게

대조군(C) 동물성 고지방 단독 급여군(AHF), 식물성 고지방 단독 급여군(PHF)과 각각의 고지방식이군에 백련향차 열수 추출물을 함께 첨가한 군(AHFLN, PHFLN)의 급여에서 체중 100g 당 간, 심장, 신장, 비장, 폐의 장기 무게에 미치는 영향은 Table 4에서 보는 바와 같다. 간, 심장, 폐조직의 무게는 C군에 비하여 CLN군이 낮았으나 유의한 차이는 없었다.

Table 3. Food intakes, water intake, body weight gain and food efficiency ratio(FER) of rats fed experimental diets for 6 weeks

Group ¹⁾	Food intake (g/day)	Water intake (mL/day)	Body weight gain (g/ 6 week)	FER
C	22.74±5.09 ^{2)ab3)}	25.02±8.58	203.02±24.97 ^b	0.21±0.09 ^b
AHF	26.02±5.17 ^a	23.09±7.38	223.72±7.51 ^a	0.20±0.12 ^b
PHF	24.66±4.59 ^{ab}	24.08±9.41	204.44±19.27 ^b	0.20±0.14 ^b
CLN	22.00±5.01 ^b	23.12±5.87	219.38±7.92 ^{ab}	0.23±0.19 ^{ab}
AHFLN	20.57±6.71 ^c	22.18±4.85	216.96±12.43 ^{ab}	0.25±0.14 ^a
PHFLN	20.77± 5.14 ^c	23.09±6.78	204.42±10.57 ^b	0.23±0.17 ^{ab}

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Mean±SD(n=8).

³⁾ Values with different alphabet within the column are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. The organ weight for 100g body weight of rats fed the experimental diets for 6 weeks

(unit: organ weight/body weight)

Group ¹⁾	Liver(g)	Heart(g)	Kidney(g)	Spleen(g)	Lung(g)
C	3.11±0.85 ^{2)ab3)}	0.38±0.04 ^a	0.65±0.05 ^{ab}	0.17±0.06 ^b	0.60±0.05 ^b
AHF	3.46±0.56 ^a	0.32±0.06 ^b	0.69±0.09 ^a	0.20±0.09 ^a	0.73±0.07 ^a
PHF	2.98±0.84 ^b	0.30±0.03 ^b	0.62±0.08 ^b	0.16±0.02 ^b	0.67±0.06 ^{ab}
CLN	2.94±0.05 ^b	0.34±0.06 ^{ab}	0.64±0.09 ^{ab}	0.18±0.03 ^{ab}	0.55±0.09 ^c
AHFLN	3.31±0.93 ^{ab}	0.34±0.09 ^{ab}	0.70±0.09 ^a	0.18±0.08 ^{ab}	0.70±0.09 ^a
PHFLN	2.88±0.87 ^b	0.32±0.10 ^b	0.62±0.03 ^b	0.18±0.10 ^{ab}	0.55±0.05 ^c

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Mean±SD(n=8).

³⁾ Values with different alphabet within the column are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

PHF군에 비하여 PHFLN군의 장기무게는 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. 김 등(Kim & Kim 1999)은 간과 신장 조직의 무게에서 녹차군이 대조군보다 높았다고 보고하였는데 본 연구와는 상반된 결과를 가져왔다.

3. 혈청 내 중성지질, 총 지질 및 초저밀도 지단백질 함량

동물성, 식물성 고지방식이에 백련향차 열수 추출물을 함께 급여한 흰쥐의 혈청 내 중성지질, 총 지질 및 초저밀도 지단백질 함량은 Table 5에서 보는 바와 같다.

중성지질 함량은 대조군(C)에 비하여 동물성 고지방 식이군(AHF)이 증가하였고, 식물성 지방 식이(PHF)군은 감소하였으나 유의한 차이는 인정되지 않았다. 또한 C군에 비하여 CLN군이 약간 감소하였고 각 동물성, 식물성 단독 고지방식이군(AHF, PHF)에 비하여 백련향차의 열수 추출물을 함께 급여한 군은 유의하게 감소하였다. 총지질 함량은 대조군(C)군에 비하여 동물성, 식물성 고지방 식이 급여군(AHF, PHF)군이 유의적으로 증가하였으며, 동물성, 식물성 고지방 식이와 백련향차의 병합 급여군(AHFLN, PHFLN)군은 감소하였다. 초저밀도 지단백질 함량은 동물성 고지방 식이 급여군(AHF)군이 다른 군에 비하여 유의적으로 증가하였으며 식물성 고지방 식이와 백련향차의 열수 추출물 병합 급여군(PHFLN)이 가장 낮은 감소를 보였다. 녹차에 32~35% 정도 다량 함유된 식이 섬유는 음식물이 위에 머무는 시간을 증가시켜 포만감을 주고 각 종 영양소의 흡수를 저해시키다. 특히 녹차의 수용성 식이 섬유는 12.15%로(Vahouny et al 1987) micell 형성을 방해하고 지방분해효소의 작용을 저해하여, 지방 흡수를 방해하므로써 혈중 지방수준을 낮추는 것으로 알려졌다(Torsdottir et al 1991, Yang et al 1996). 따라서 중성지방의 농도가 다른 실험군에 비하여 백련향차 급여군이 낮은 것은 녹

차에 함유된 식이섬유의 혈청지방효과를 생각할 수 있다. 또한 catechin류의 flavonoid가 풍부한 녹차의 물 추출물을 식이에 첨가했을 때 혈장 내 중성지방 농도가 저하된다는 Muramatsu(Muramatsu et al 1989)의 연구와 flavonoid인 quercitrin과 catechin이 콜레스테롤 및 어유를 섭취한 흰쥐의 혈청과 간에서 콜레스테롤과 중성지방 수준을 저하시킨다는 보고(Kown et al 1993)에서 알 수 있듯이 녹차의 catechin류와 flavonoid류가 혈 중 지질 함량을 감소시키는 것으로 볼 수 있다.

4. 혈청 중 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 함량 및 동맥경화지수

동물성, 식물성 고지방 식이에 의한 백련향차의 열수 추출물이 혈청 지방대사에 미치는 영향을 알아보기 위해 측정된 총콜레스테롤, HDL-, LDL-콜레스테롤, 동맥경화지수에 의한 함량은 Table 6에서 보는 바와 같다. 총 콜레스테롤 함량은 대조군(C)에 비하여 백련향차 열수 추출물을 함께 급여한 군(CLN)이 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. 그리고 각 동물성, 식물성 단독 고지방 식이군(AHF, PHF)에 비하여 백련향차 열수 추출물을 함께 급여한 군(AHFLN, PHFLN)이 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. HDL-콜레스테롤 농도에서 C군에 비하여 CLN군이 증가하였으며, AHF, PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군은 유의하게 증가하였다. LDL-콜레스테롤 농도에서 C군에 비하여 CLN군이 낮았으나 유의한 차이는 없었고, AHF, PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군이 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 동맥경화지수는 C군에 비하여 CLN군이 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. AHF군과 PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군은 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. 전체적으로 다른 실험군에 비하여 백련향차 추출물군을 함께 첨가한 군이 감소하였는데 이와 같은 결과는 녹차 잎이 많이 함유되어 있는 페놀산이 흰쥐

Table 5. Serum triglyceride, total lipid and VLDL-cholesterol contents of rats fed the experimental diets for 6 weeks (unit:mg/dL)

Group ¹⁾	TG	TL	VLDL-Cholesterol
C	78.40±21.75 ^{2)ab3)}	308.00±39.06 ^{bc}	15.68±1.43 ^{ab}
AHF	83.20±20.35 ^a	344.20±22.08 ^a	16.64±1.92 ^a
PHF	73.20±17.24 ^{bc}	325.20±12.08 ^{ab}	14.64±1.54 ^b
CLN	76.20±20.35 ^b	311.40±44.45 ^b	14.64±1.72 ^b
AHFLN	74.33±18.82 ^{bc}	290.60±32.67 ^{abc}	15.24±1.98 ^{ab}
PHFLN	68.60±18.84 ^c	281.80±37.60 ^c	13.72±1.25 ^c

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Mean±SD(n=8).

³⁾ Values with different alphabet within the column are significantly different at a=0.05 by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ VLDL: Very Low Density Lipoprotein.

Table 6. Serum total cholesterol, HDL- LDL-cholesterol and AI concentrations of rats fed the experimental diets for 6 weeks (unit:mg/dL)

Group ¹⁾	TC	HDL-C	LDL-C	AI
C	70.80± 5.26 ^{2)bc3)}	24.20±1.92 ^{ab}	35.60± 8.20 ^{abc}	1.92±0.19 ^{ab}
AHF	97.40± 7.26 ^a	20.40±6.63 ^b	53.20± 7.49 ^a	3.77±0.18 ^a
PHF	77.80±19.28 ^b	27.80±5.13 ^{ab}	35.40±11.84 ^a	2.15±0.14 ^{ab}
CLN	76.40±18.63 ^b	25.40±5.68 ^{ab}	29.80±10.94 ^c	2.00±0.13 ^{ab}
AHFLN	81.00±10.60 ^{ab}	28.40±4.72 ^a	35.20± 8.76 ^{abc}	1.85±0.17 ^b
PHFLN	74.20±15.04 ^b	30.60±3.20 ^{ab}	39.80±10.18 ^{ab}	1.43±0.13 ^b

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Mean±SD(n=10).

³⁾ Values with different alphabet within the column are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

⁴⁾ AI:Atherogenic Index=(Total cholesterol - HDL-C/HDL-C).

의 혈청 콜레스테롤 농도를 저하시키고 콜레스테롤 생합성 초기 단계에 작용하는 효소 mevalonate pyrophosphate decarboxylase를 저해한다(Kwon et al 1993)고 볼 때 녹차 잎의 페놀산이 고지방식이에 의한 콜레스테롤 농도를 감소시킨 것으로 생각해 볼 수 있다. 또한 오 등(Oh & Min 2001)의 보고에 의하면 혈 중 콜레스테롤 저하 효과는 특히 수용성 식이 섬유와 총 flavonoid의 함량이 높았던 녹차군이 대조군보다 낮았다고 보고하였고, 수용성 식이섬유들이 장내에서 수화되면서 점도가 높은 gel matrix를 형성하고 이들이 콜레스테롤을 비롯한 각종 영양소와 담즙산을 격리하여 흡수를 억제하는 동시에 변으로의 배설을 증가시켜 혈중 콜레스테롤을 담즙산 합성에 이용하게 함으로써 혈중 콜레스테롤을 저하시키는 것으로 알려져 있다. 뿐만 아니라 수용성 식이섬유의 대장내의 발효산물인 propionic acid가 3-hydroxy-3-methyl glutaryl coA reductase inhibitor로 작용하여 혈청 콜레스테롤을 낮춘다는 보고(Chen 1984)로 볼 때 백련향차에 다량 함유되어 있는 flavonoid가 수용성 섬유소에 의한 혈중 콜레스테롤 저하를 가져온 것으로 생각된다.

5. 혈청 중 효소 활성도의 영향

혈청 중의 GOT, GPT의 활성은 알콜, 사염화탄소, 유기용매와 기타 독성물질에 의한 간 실질세포의 장애 발생시 혈중으로의 방출이 항진되어 나타나는 간장해의 지표로 이때 GOT의 활성이 GPT에 비하여 높게 나타나는 것으로 알려졌다. 이처럼 GOT, GPT의 활성은 정상상태에서는 효소의 활성이 낮으나 조직이 병적 상태에 빠지거나 혹은 붕괴되어 질병이 발생하면 세포내에 존재하는 효소가 다량으로 혈중에 이동하여 효소 활성도의 농도가 높아지기 때문에 일반적으로 만성간염, 급성간염, 지방간, 알콜성 간염, 간암 등 주로 간세

Table 7. Serum glutamate pyruvate transminase(GPT), glutamate oxaloacetate transminase(GOT) and lactate dehydrogenase(LDHase) in contents of rats fed the experimental diets for 6 weeks (unit: U/L)

Group ¹⁾	GPT	GOT	LDH
C	33.80±5.16 ^{2)abc3)}	74.80± 4.44 ^b	156.00±22.23 ^{abc}
AHF	51.40±9.81 ^a	76.20± 3.39 ^{ab}	206.20±34.66 ^a
PHF	41.8 ±3.64 ^b	80.40±14.44 ^a	163.4 ±26.52 ^{ab}
CLN	32.40±9.76 ^{abc}	72.20± 6.45 ^{ab}	106.20±20.35 ^c
AHFLN	36.20±4.26 ^{ab}	67.00± 9.62 ^c	199.20± 7.56 ^b
PHFLN	29.33±4.54 ^c	64.40±13.16 ^c	149.80±18.47 ^{abc}

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Mean±SD(n=10)

³⁾ Values with different alphabet within the column are significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's multiple range test.

포의 변성이나 괴사를 반영할 수 있는 효소이다(Bergmeyer 1974). GPT 활성도는 대조군(C)에 비하여 백련향차 열수 추출물을 함께 급여한 군(CLN)이 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. 각 동물성, 식물성 고지방식이군(AHF, PHF)에 비하여 고지방식이에 백련향차 열수 추출물을 함께 급여한 군(AHFLN, PHFLN)은 유의하게 감소하였다. GOT 활성도에서 C군에 비하여 CLN군이 감소되었으나 유의한 차이는 없었다. LDH는 해당계 효소의 일종으로 간, 심장, 골격근에 분포되어 있어 효소 활성의 증가는 심장, 간, 신장 질환 및 암, 악성빈혈, 백혈병 등에서 볼 수 있다(Davies & Maloney 1976). LDH는 AHF군에 비하여 AHFLN 군이 유의하게 감소하였으며 C군과 PHF군에 비하여 CLN군과 PHFLN군이 감소하였고 유의한 차이는 없었다. 본 결과로 볼 때 백련향차 열수 추출물

을 이용한 다양한 제품은 간 조직의 손상을 어느 정도 경감시키고 간장해에 대한 보호 효과가 있을 것으로 생각된다.

요약 및 결론

백련향차의 열수 추출물 급여가 동물성, 식물성 고지방식으로 인한 혈청 중 지질 함량과 GOT, GPT, ALP, LDH의 효소 활성도에 미치는 영향을 조사하였다. 식이 섭취량에서는 동물성, 식물성 고지방식이군(AHF, PHF)과 동물성, 식물성 고지방식이에 백련향차 열수 추출물을 함께 급여한 군(AHFLN, PHFLN)이 유의하게 감소하였다. 체중 증가량은 AHF군이 다른 군 처리군에 비하여 가장 높게 증가하였고, 식이효율은 PHF군이 AHF군에 비하여 유의하게 증가하였을 뿐 다른 군간에는 별다른 차이를 보이지 않았다. 중성지질 함량은 C군에 비하여 CLN군이 감소하였고 각각의 AHF, PHF군에 비하여 백련향차의 열수 추출물을 함께 급여한 군이 유의하게 감소하였다. 총지질 함량은 C군에 비하여 AHF, PHF군이 유의적으로 증가하였으며, AHFLN, PHFLN군은 유의적으로 감소하였다. 초저밀도 지단백질 함량은 AHF군이 다른 군에 비하여 유의적으로 증가하였으며 식물성 고지방 식이와 백련향차의 열수 추출물 병합 급여군이 가장 낮은 감소를 보였다. 총 콜레스테롤 함량은 C군에 비하여 CLN군이 감소하였으며, AHF, PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군이 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. HDL-콜레스테롤 농도에서 C군에 비하여 CLN군이 증가하였으며, AHF, PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군은 유의하게 증가하였다. LDL-콜레스테롤 농도에서 C군에 비하여 CLN군이 낮았으며, AHF, PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군이 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 동맥경화지수는 C군에 비하여 CLN군이 유의하게 감소하였고, AHF군과 PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군은 감소하였으나 유의한 차이는 없었다. GPT, GPT, ALP, LDH의 효소 활성도는 각 AHF, PHF군에 비하여 AHFLN, PHFLN군은 유의하게 감소하였다.

이상의 결과 백련향차 추출물 가운데 주로 차류 성분인 flavonoid 류나 alkanoid 류로 인해 혈청 중의 지질 함량과 간 기능을 개선하고 예방하는 효과가 있음을 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 원광대학교 교내연구비의 지원으로 이루어진 것으로 이에 깊은 감사를 드립니다.

문헌

- 윤국영, 장준근(1989) 몸에 좋은 산야초. 석오출판사, 서울. p 301-310.
- 육창수 (1989) 원색 한국약용식물도감. 아카데미서적, 서울. p 219.
- 허준 (1998) 동의보감. 동의보감 편집위원회, 서울. p 1148-1150.
- 松本なつき, 原征彦 (1992) 茶カテキンによる肥満 豫防と消化抑制作用, 特輯茶の生理機能, 食品工業. p 26-30.
- 2000 Annual Report on the cause of Death Statistics (2001) National Statistics Office, Republic of Korea.
- Anna P, Milena B, Marco S, Nadio P, Gian FM, Clandio G (1995) Inhibition of platelet aggregation and eicosanoid production by phenolic components of olive oil. *Thrombosis Res* 78: 151-160.
- Bergmeyer HU (1974) Methods of enzymatic analysis. Verlag Chemie. Academic press Weinheim 1: 20-28.
- Bravo L (1998) Polyphenols, chemistry, dietary source metabolism and nutritional significance. *Nutr Reviews* 56: 317-333.
- Chung HY, Takako Y (1995) Studies on antioxidative and antimutagenic mechanism of epicatechin 3-O-gallate isolated from green tea. The 3rd international symposium on green tea, Seoul Korea. p 65-81.
- Chen W-JL, Anderson JW, Fenning D (1984) Propionate may mediate the hypocholesterolemic effect of certain soluble plant fibers in cholesterol-fed rats. *Proc Soc Exp Biol Med* 175: 215-218.
- Choi SH, Shin MK, Lee YJ (2003) Volatile aroma composition of green tea scented with lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertner) flower. *Food Sci Biotechnol* 12: 540-543.
- Chung CH, Yoo YS (1995) Effects of aqueous green tea extracts with α -tocopherol and lecithin on the lipid metabolism in serum and liver of rats. *Korean J Nutr* 28: 15-22.
- Davies P, Maloney AFJ (1976) Selective loss of cholinergic neurons in Alzheimer's disease. *Lancet* 2: 1403-1407.
- Haenen GR, Cillard J, Cillard P (1987) Hydroxy radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochemistry* 26: 2489-2491.
- Haenen GR, Paquay JB, Korthouwer RE, Bast A (1997) Peroxynitrite scavenging by flavonoids. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 23: 591-593.
- Haglund O, Loustarinen R, Wallin R, Wibell I, Saldeen T (1991) The effect of fish oil on triglycerides, cholesterol,

- fibrinogen and malondialdehyde in humans supplemented with vitamin. *Eur J Nutr* 126: 165-172.
- Ishikawa T, Suzukawa M, Ito T, Yoshida M, Ayaori M (1997) Effects of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification. *Am J Clin Nutr* 66: 261-266.
- Kae SH (2001) Patterns of body weight and diet for Korean 1998 National health and nutrition survey-proceeding for Korean Community Nutrition Society Spring Conference. p 7-35.
- Kao YH, Hiipakka RA, Liao S (2000) Modulation of endocrine systems and food intake by green tea epigallocatechin gallate. *Endocrinology* 141: 481-484.
- Kim JT (1995) The prospect of tea beverage industry. *Bulletin of Food Technology* 8: 46-53.
- Kim ES, Kim MY (1999) Effects of dried leaf powders and ethanol extracts of persimmon, green tea and pine needle on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32: 337-352.
- Kwon MN, Chol JS and Byun DS (1993) Effect of Flavonoid(+)-catechin as stabilizer in rat fed fresh and peroxidizes fish oil. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 381-391.
- Morel I, Lescoat G, Cogrel P, Sergent O, Padeloup N, Brissot P, Cill J (1993) Antioxidant and iron chelating activities of the flavonoids catechin, quercetin and diosmetin on iron-loaded rat hepatocyte cultures. *Biochem Pharmacol* 45: 13-19.
- Muramatsu, Fukuyo M, Hara Y (1989) Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 392-398.
- Oh HM, Min MK (2001) Effects of dried powders, water and ethanol extracts of persimmon and green tea leaves on lipid metabolism and antioxidative capacity on 12-month-old rats. *J Korean Nutr Society* 34: 285-298.
- Rhee SJ, Kim MJ, Youn YH (1995) Effects of Korean greentea oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium administered rats. The 3rd International Symposium on Green Tea, Seoul Korea p 21-38.
- Reitman S, Frankel S (1957) A Colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Amer J Clin Pathol* 28: 56-60.
- Robak J, Gryglewski RJ (1988) Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochemical Pharmacology* 37: 837-841.
- Rtu BH, Park Co (1993) Antioxidant effects of green tea extracts on enzymatic activities of hairless mice skin induced by ultraviolet B light. *Korean J Food Sci Technol* 29: 355-361.
- Torel J, Cillard J, Cillard P (1986) Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical phytochemistry. *J Nutr* 25: 383-385.
- Torsdottir I, Alpsten M, Holm G, Sandberg A-S, Tili J (1991) A small dose of soluble alginate-fiber affects postprandial glycemia and gastric emptying in humans with diabetes. *J Nutr* 121: 795-799.
- Vahouny GV, Khalafi R, Satchithandam S, Watkins DW, Story JA, Cassidy MM, Kritchevsky D (1987) Dietary fiber supplementation and fecal bile acids neutral steroids and divalent cations in rats. *J Nutr* 117: 2009-2015.
- Wu JH, Kao JT, Wen MS (1993) Coronary artery disease risk predicted by plasma concentration of HDL cholesterol, apolipoprotein AI, apolipoprotein B, and lipoprotein(a) in a general Chinese population. *Clin Chem Clin Chem* 39: 209-215.
- Wroblewski F, Ladue JS (1955) Lactic dehydrogenase activity in Blood. *Proc Soc Exper Biol Med* 90: 210.
- Yang JL, Suj MJ, Song YS (1996) Effect of dietary fiber on cholesterol metabolism in cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 392-398.

(2005년 1월 6일 접수, 2005년 2월 1일 채택)