

연잎 건분이 고지방식을 먹인 흰쥐의 지질 농도에 미치는 영향

신미경^{1*} · 한성희²

¹원광대학교 생활과학대학 식품영양학과, ²원광보건대학 식품영양과

Effects of Lotus (*Nelumbo Nucifera Gaertner*) Leaf Powder on Lipid Concentrations in Rats Fed High Fat Diet Rats

Mee Kyung Shin^{1*}, Sung Hee Han²

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

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

Abstract

The effects of Lotus (*Nelumbo nucifera Gaertner*) leaf dry powder on serum lipid concentrations were evaluated in rats. Forty-eight male Sprague-Dawley rats were divided into six groups and fed high fat diets for six weeks. Experimental groups were following diets; Control group (CON), 40 % animal and plant high fat group (AHF and PHF) control with 2% Lotus leaf dry powder group (CLDP), animal and plant high fat diets with 2% Lotus leaf powder group (AHFLDP, PHFLDP). Tissue weights of liver, heart, kidney, spleen and lung of AHF group exposed rats were decreased by PHFLDP groups. The concentrations of serum triglyceride in rats fed the CLDP and PHFLDP group were lower than those in other groups. The concentrations of total cholesterol in CLDP and PHFLDP group were lower than those in AHF groups. The concentrations of HDL-cholesterol in serum of the CLDP and PHFLDP groups were significantly higher than those of other groups. The levels of LDL-cholesterol in serum of the CLDP and PHFLDP groups were tended to be lower than those of other groups. GPT and GOT were decreased in CLDP and PHFLDP groups and than in the AHF group. LDHase was lower in CLDP and PHFLDP groups than in the AHF group. These results suggest that 2% Lotus leaf dry powder groups may reduce elevated levels of serum lipid concentrations in rats fed high fat.

Key Words : Lotus leaf dry powder, serum lipid concentration, GOT, GPT, LDHase

1. 서론

오늘날 대다수 현대인들은 식생활의 서구화와 식생활 패턴의 변화로 포화지방산이나 콜레스테롤이 많이 함유된 동물성 식품의 섭취가 증가하고 있어 이와 관련된 식이성 질병이 큰 문제로 대두되고 있다. 이러한 식생활의 변화로 인하여 질병 양상도 바뀌어 과거 영양부족으로 인한 질환은 감소하였으나 비만, 관상동맥질환, 당뇨, 암과 같은 영양과잉이나 영양불균형에서 오는 만성 퇴행성 질환이 증가하는 추세로 '2004년의 통계청 자료에 의하면 (Statistical office 2004) 고혈압성 질환, 뇌혈관 질환, 허혈성 심장질환, 동맥경화증 등을 포함한 순환기계 질환에 의한 사망이 증가하고 있다. 특히 혈관 질환을 일으키는 원인은 여러 가지가 있으나 순환기계 질환으로 인한 사망자 중 40% 이상이 비만인 것으로 보고되어 비만은 만성퇴행성 질환의 발생에 밀접한 관련이 있는 것으로 알려졌다. 지방은 고에너지원으로 필수지방산, 지용성 비타민의 흡수에 필요하나 과잉섭취시 장내 식이성 콜레스테롤과 82% triglyceride로 구성된 다량의 chylomicron이 합성되어 지

방 저장 조직으로 수송되어 일차적으로 중성지질 형태로 조직에 저장되어 체내 지방 함량을 과도하게 축적시켜 비만을 유발 시킨다(Present knowledge in nutrition 2002, Chae 1998).

Yoon과 Joo(Yoon & Joo 1993)는 비만은 에너지 섭취량과 에너지 소모량의 차이로 인한 불균형으로 고지방식이 주요 원인 중의 하나이다. 더구나 최근에는 free radical이 노화 및 뇌혈관 질환, 심혈관계 질환, 암과 같은 만성질환의 원인이 된다고 밝혀짐에 따라 항산화 효과를 가지는 식품의 섭취를 통해 이러한 질병을 치료하며 노화를 지연시키고자 하는 관심이 증가하고 있다. Shin(Shin 1992)은 항산화 식품의 대표적인 식품 중 다류는 혈중 콜레스테롤 및 지방의 저하효과, 항산화효과, 항암성과 같은 기능이 널리 알려짐에 따라 매년 다류의 소비가 증가하고 있다.

다류에서 생리활성을 나타낼 수 있는 성분으로는 식이섬유와 항산화 비타민 및 flavonoids를 비롯한 polyphenol류 등을 들 수 있다. 그 외에 β -carotene, 비타민 C, E와 같은 항산화 비타민은 free radical을 제거 함으로써 관상동맥질환, 암, 백내장을 예방

* Corresponding author : Mee Kyung Shin, Department of Food of Nutrition, College of Human Environmental Science, Wonkwang University, Iksan City, 570-749 Cheon-Buk, Korea Tel : 82-63-850-6657 E-mail : mkshin@wonnms.ac.kr

할 뿐만 아니라, 노화의 지연에도 상당한 작용을 한다(Buring & Hennekens 1977, Kim 1977). 특히 녹색 잎에 많이 들어 있는 flavonoids는 Super oxide dismutase (SOD) glutathione peroxide, catalase와 peroxy nitrate의 scavenging (Torel 등 1986, Husain 등 1987, Robak & Gryglewski 1988, Haenen 등 1997), Fe와 Cu의 chelating (Morel 등 1993)뿐만 아니라 항산화 효소의 활성을 증가시킴으로써 지질과산화와 low density lipoprotein (LDL)의 산화를 방지한다(Ishikawa 등 1977). 또한 Anna 등과 Chung & Takoko (Anna 등 1977, Chung & Takoko 1995)은 cyclo-oxygenase와 lipoxygenase의 활성을 저해함으로써 혈소판의 응집을 억제하여 심장질환, 동맥경화증, 혈전증, 고혈압을 예방하고 항암성, 항돌연변이성, 항염성, 항알레르기성, 항바이러스성을 가진다고 한다. 최근에는 phytochemical 등 식물성 자원을 이용한 기능성 식품 개발 및 활용에 많은 연구가 이루어지고 있으나 그 가운데 한국산 연(Nelumbo nucifera)에 대한 보고는 연근(Park 등 2005, Km 등 2002), 연밥(Shin 등 1999, Shoji 등 1987), 연잎(Wu 등 2003)에 관한 연구로 매우 미미한 실정이다. 연꽃(Nelumbo nucifera Gaertner)은 다년생 수초(手草)로, 근경(根莖)은 비후하며 길고 마디가 많다. 잎은 근생(根生)하고 엽병(葉柄)이 길며, 물위에 나오고 둥근 방패 모양이며 톱니가 없고 엽병에 짧고 뾰족한 가시가 산생한다. 꽃은 백색 또는 홍색으로 7~8월에 피는데 뿌리에서 화경(花梗)이 나와 화경끝에 대형의 꽃이 1송이 피며, 약효는 강장, 지혈액 야뇨증, 부인병, 뿌리는 해열독, 요혈, 장출혈에 쓰인다. Yuk (Yuk 1990)은 잎은 하엽(河葉)이라하며 설사, 두통과 어지럼증, 토혈, 산후 어혈 치료, 야뇨증, 해독작용에 쓰이고, 성분으로는 진통작용, 진정작용이 있는 roemerine, nuciferin, arnepavine, n-nornuciferine, pronuciferine, d-n-methylcochlorine, liriodenine, 주석산, 구연산, 사과산, 호박산, 탄닌 등이 함유되어 있다. 따라서 본 연구에서는 연잎이 생체내 지질 대사에 미치는 효과를 동물성, 식물성 고지방식으로 사육한 흰쥐에 급여하였을 때 혈청 중 지방 함량과 효소 활성도에 미치는 영향을 연구하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

2004년 8월부터 9월에 걸쳐 정읍 다련원에서 연잎을 채취한 후 증류수로 깨끗이 씻어 충분히 음건한 후 100mesh 크기로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

2. 실험 동물과 사육방법

실험에 이용된 동물의 초기 체중은 100±10g 정도의 생후 4주령된 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 48마리를 구입하여 실험 시작 전 고형 배합사료(삼양 사료 주식회사)로 1주일간 적응시켰다. 적응 기간이 끝난 실험 동물은 체중에 따른 난교법(randomized complete block design)으로 각 군당 8마리씩 6군으로 나누어

<Table 1> The experimental diets model

Group	Experimental group
CON	Control diet
AHF	40% Animal high fat diet
PHF	40% Plant high fat diet
CLDP	Control diet + 2% LDP
AHFLDP	40% Animal high fat + 2% LDP
PHFLDP	40% Plant high fat + 2% LDP

LDP: Lotus leaf dry powder

<Table 1>에서 보는 바와 같이 6주 동안 사육하였다. 즉, 대조군(CON), 40% 동물성 고지방 식이군(AHF), 40% 식물성 고지방 식이군(PHF), 대조군에 2% 연잎 건분 병합 급여군(CLDP), 40% 동물성 고지방식에 2% 연잎 건분 병합 급여군(AHFLDP), 40% 식물성 고지방식에 2% 연잎 건분 병합 급여군(PHFLDP)으로 구분하였다. 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, 실험 식이와 먹는 물은 24시간 동안 자유 급식으로 공급하였으며 무기질의 오염 방지를 위해서 사육실에 필요한 모든 기구는 0.4%의 EDTA로 씻은 후 탈이온 증류수로 헹구어 사용하였다.

3. 식이 조성

실험식은 <Table 2>에서 보는 바와 같이 대조군은 총 열량의 11.7%를 지방으로 공급하였고, 동물성 고지방식은 라드(돈지, 롯데삼강)를, 식물성 고지방식은 옥수수유(동방유량)를 사용하여 총열량의 40%를 지방으로 공급하여 사육하였다. 식이 성분으로는 choline bitrate (ICN Biomedicals Inc, Germany), casein (Dae Jung Chemicias & Metals Co, Ltd, Korea), cellulose (Aldrich chemical company, Inc USA), DL-methionine (Reserach Chemicals Ltd, Korea)을 사용하였다. 각 군의 식이는 매주 한 번씩 만들어 사용하였고 지방의 산패를 방지하기 위해 -25℃ 냉동고에 보관하면서 정해진 시간에 매일 일정량을 급여하였다.

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 채취하

<Table 2> Composition of experimental diets (g/kg diet)

Ingredients	Control	Animal high fat	Plant high fat	Control + louts leaf	Animal high fat+louts leaf	Plant high fat+louts leaf
Corn starch	150	150	150	150	150	150
Sucrose	500	345	345	500	345	345
Casein	200	200	200	200	200	200
Lard	50	205	-	50	205	-
Corn oil	50	-	205	50	-	205
Vit. mix ¹⁾	10	10	10	10	10	10
Min. mix ²⁾	35	35	35	35	35	35
DL-methionine	3	3	3	3	3	3
Cellulose	50	50	50	50	50	50
Choline bitartate	2	2	2	2	2	2
Louts leaf powder	-	-	-	20	20	20
Fat energy(%)	11.7	40.0	40.0	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-biothin 20, Vit B₁₂ 2.5, Vit A 400,000IU, Vit D₃ 100, 000IU, Vit E 7,500iu, Vit K 75, finely powdered to make 1,000g

²⁾ AIN mineral mixture(g/kg): calcium lactate 620.0, sodium chloride 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 1,000g

였으며 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 행구어 여과지(Whatman No. 2)로 불기를 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.) 시약법에 의해 Hitach Photometer 4010, 7150 (Japan)을 이용하여 505nm에서 흡광도를 측정하였다. 동맥경화 지수(AI: Atherogenic Index)는 Haglund 등(Haglund 등 1991)에 의한 [(total cholesterol-HDL-C)/HDL-C]을 이용하여 계산하였고, 이외에 VLDL-Cholesterol은 중성지방×1/5 공식으로, 60세 이상의 노인에서 심혈관질환 발생의 위험인자로 보고된 LHR (LDL-C/HDL-C)를 이용하여 계산하였다(Allred 1990). 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 사용였고, Lactate dehydrogenase (LDHase)활성도 측정은 효소 Kit시약을 이용하여 측정하였다(Wroblewski 등 1955).

7. 자료의 통계 처리

모든 실험 결과는 실험 동물 8마리의 평균치 표준편차로 표시하였으며, 유의성 검증은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, Inc, Chicago IL, USA) software package 프로그램

을 이용하여 $\alpha < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험군의 평균치간 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율

동물성, 식물성 고지방식을 먹인 흰쥐에서 연잎 건분의 급여가 실험 동물의 식이 섭취량, 체중 증가량, 식이효율에 미친 영향은 <Table 3>에서 보는 바와 같다. 식이 섭취량은 대조군(CON)과 대조군에 연잎 건분 병합 급여군(CLDP)간에는 약간 감소하였고 동물성, 식물성 단독 고지방식이군(AHF, PHF)에 비하여 동물성, 식물성 고지방식에 연잎 건분 병합 급여군(AHFLDP, PHFLDP)는 유의하게 감소하였다. 체중 증가량은

<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)	body weight gain (g/ 6 week)	FER
CON	23.12 ± 4.74 ^{2)a3)}	212.43 ± 13.12 ^{ab}	0.21 ± 0.09
CLDP	22.00 ± 5.01 ^{ab}	210.38 ± 7.97 ^{ab}	0.22 ± 0.19
AHF	21.97 ± 3.24 ^{ab}	215.72 ± 6.32 ^a	0.23 ± 0.12
PHF	23.27 ± 3.00 ^a	209.34 ± 4.72 ^b	0.21 ± 0.14
AHFLDP	20.57 ± 6.71 ^{bc}	206.76 ± 12.75 ^b	0.23 ± 0.14
PHFLDP	19.77 ± 5.14 ^c	204.42 ± 10.77 ^b	0.23 ± 0.17

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

AHF군이 다른 군에 비하여 가장 높게 증가하였으며, AHF군에 비하여 AHFLDP군은 유의하게 감소하였으나, PHF군에 비하여 PHFLDP군은 약간 감소하였다. 식이효율은 모든 실험군간에 별 다른 차이를 보이지 않았다. Kim & Kim(1999)에 의하면 솔잎 건분군은 식이섭취량과 체중증가량이 대조군보다 유의적으로 낮았다고 보고하였는데 본 연구에서도 대조군에 비하여 연잎 건분군이 유의한 차이는 인정되지 않았으나 감소하여 김의 연구와 유사한 경향을 보였다. 연잎에서 식이섭취량과 체중 증가량이 감소한 이유는 연잎에 함유된 식이섬유에 의한 것으로 사료된다. 식이섬유는 일반적으로 음식물의 점성을 증가시킴으로써 gastric emptying rate를 지연시켜 포만감을 주고, 각 종 영양소의 흡수 및 소화를 지연시켜 식이섭취량과 식이효율을 저하시킨다 (Kang 1996).

2. 장기 무게

대조군(CON), 대조군에 연잎 건분 병합 급여군(CLDP), 동물성 고지방 단독 급여군(AHF), 식물성 고지방 단독 급여군(PHF) 과 각각의 고지방식이군에 연잎 건분 병합 급여군(AHFLDP, PHFLDP)의 간, 심장, 신장, 비장, 폐의 장기 무게에 미치는 영향은 <Table 4>에서 보는 바와 같다. 심장, 폐조직의 무게는 CON군에 비하여 CLP군이 감소하였고 그 중 폐조직은 유의하게

감소하였다. 간, 심장, 비장 조직의 무게는 AHF군에 비하여 AHFLDP군이 유의하게 감소하였다. Kang 등(1996)에 의하면 녹차 건분, 솔잎 건분의 급여가 대조군에 비하여 장기 무게가 감소하였다고 보고하였는데 본 연구와도 유사한 경향을 보였다. 이는 다량의 직접적인 영향보다는 체중의 감소로 인한 장기 무게의 감소로 이어진 것으로 보여진다.

3. 혈중 지질 성상 함량

동물성, 식물성 고지방식을 먹인 흰쥐에서 연잎 건분 급여가 혈청 내 지질 함량에 미치는 영향은 <Table 5>에서 보는 바와 같다. 중성지질 함량은 대조군(CON)에 비하여 동물성 고지방식이군(AHF)이 유의적으로 증가하였고, 각각 동물성, 식물성 단독 고지방식이군(AHF, PHF)에 비하여 식물성 고지방식이에 연잎 건분 병합 급여군(PHFLDP)이 유의적으로 감소하였다. 총지질 함량은 AHF군이 다른 실험군에 비하여 가장 크게 증가하였고, AHF, PHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군은 감소하였다. 총 콜레스테롤 함량은 CON군에 비하여 CLDP군이, AHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군이 감소하였다. VLDL- 콜레스테롤 함량은 AHF군이 다른 군에 비하여 유의적으로 증가하였고, PHFLDP군은 유의적으로 감소하였다. HDL-콜레스테롤 함량은 CON군에 비하여 CLDP군이 증가하였으며, PHF군에 비하여

<Table 4> Organ weight of rats fed the experimental diets for 6 weeks

(unit: g/wet body tissue)

Group ¹⁾	Liver	Heart	Kidney	Spleen	Lung
CON	11.05 ± 1.85 ^{2) b3)}	1.37 ± 0.14 ^a	2.31 ± 0.15 ^b	0.63 ± 0.06 ^c	2.12 ± 0.35 ^b
CLDP	12.90 ± 2.01 ^{ab}	1.17 ± 0.56 ^{ab}	2.35 ± 0.59 ^a	0.78 ± 0.05 ^a	1.87 ± 0.89 ^c
AHF	13.24 ± 1.56 ^a	1.24 ± 0.06 ^{ab}	2.67 ± 0.09 ^a	0.78 ± 0.09 ^a	2.80 ± 0.07 ^a
PHF	10.75 ± 1.84 ^b	1.11 ± 0.13 ^b	2.26 ± 0.18 ^{ab}	0.68 ± 0.02 ^{ab}	2.42 ± 0.56 ^{ab}
AHFLDP	10.28 ± 2.93 ^b	1.14 ± 0.09 ^b	2.12 ± 0.69 ^b	0.67 ± 0.08 ^b	1.52 ± 0.59 ^c
PHFLDP	10.14 ± 1.84 ^b	1.12 ± 0.20 ^{ab}	2.13 ± 0.10 ^b	0.67 ± 0.10 ^b	1.82 ± 0.25 ^c

¹⁾ See Table 1.

²⁾ Mean ± 2SD(n=8)

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

<Table 5> The serum lipids concentrations of rats fed the experimental diets for 6 weeks

(unit: mg/dl)

Item \ Group ¹⁾	CON	CLDP	AHF	PHF	AHFLDP	PHFLDP
TG	74.40 ± 10.74 ^{2) b3)}	76.20 ± 13.06 ^b	86.40 ± 11.24 ^a	73.20 ± 11.24 ^b	80.20 ± 10.35 ^{ab}	68.60 ± 10.51 ^c
TL	318.00 ± 29.06 ^{ab}	311.40 ± 19.45 ^{ab}	334.20 ± 12.08 ^{ab}	315.20 ± 20.08 ^{ab}	287.00 ± 18.69 ^b	251.80 ± 13.60 ^b
TC	76.80 ± 10.75 ^b	73.40 ± 11.36 ^{ab}	97.40 ± 7.26 ^a	77.80 ± 9.28 ^b	81.60 ± 11.36 ^{ab}	74.20 ± 9.09 ^b
VLDL-C	14.88 ± 1.43 ^b	15.24 ± 1.72 ^{ab}	17.28 ± 1.98 ^a	14.64 ± 1.54 ^b	16.04 ± 1.92 ^{ab}	13.72 ± 1.25 ^c
HDL-C	21.20 ± 1.92 ^{bc}	25.40 ± 3.50 ^b	20.40 ± 6.63 ^c	27.80 ± 5.13 ^{ab}	28.40 ± 3.26 ^b	30.60 ± 3.19 ^a
LDL-C	27.00 ± 11.20 ^c	29.80 ± 2.96 ^{abc}	53.20 ± 7.49 ^a	35.40 ± 11.84 ^b	35.20 ± 3.77 ^b	33.25 ± 7.41 ^b
AI ⁴⁾	2.62 ± 0.09 ^{ab}	1.89 ± 0.03 ^{bc}	3.77 ± 0.08 ^a	1.79 ± 0.04 ^b	1.87 ± 0.07 ^{bc}	1.42 ± 0.08 ^c
LHR ⁵⁾	1.27 ± 0.04 ^b	1.17 ± 0.03 ^{ab}	2.60 ± 0.09 ^a	1.27 ± 0.08 ^b	1.23 ± 0.07 ^b	1.06 ± 0.06 ^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⁾ AI: Atherogenic Index=(Total cholesterol-HDL-C/HDL-C)

⁵⁾ LHR=LDL-C/HDL-C

PHFLDP군은 증가 하였다. LDL-콜레스테롤 함량은 CON군에 비하여 CLDP군이 약간 증가하였고, AHF군에 비하여 AHFLDP군은 유의하게 감소하였다. 동맥경화지수는 CON군에 비하여 CLDP군이 감소하였고, AHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군은 유의하게 감소하였다. 심혈관 질환을 판단할 수 있는 LHR은 AHF군에 비하여 PHF, AHFLDP, PHFLDP군이 유의적으로 감소하였다. 식이지방 중 동물성 지방은 혈청 콜레스테롤의 수준을 상승 시키는 것으로 알려졌는데(Stamler 1981, Kim 1977) 본 연구에서 고지방 식이군에 비하여 고지방식이에 연잎 건분 병합 급여군이 혈청 콜레스테롤과 혈중 지질의 함량을 감소시키는 것으로 나타났다. Lim 등(1997)은 고지방식으로 사육한 간의 총 콜레스테롤 농도가 5% 엉겅퀴(*Cirsium Japonicum* var *ussuriense*), 쑥(*A. Orinceps*) 분말 첨가군이 고지방식이군에 비하여 15~18% 감소하였다고 보고하였다. 특히 HDL-콜레스테롤 농도에서 식물성 지방식이에 연잎 건분 병합 급여군이 효과가 컸는데 이는 시로 분말속에 함유되어 있는 섬유질, 클로로필 및 식물성 sterol 등에 의해 HDL-콜레스테롤 농도를 높인 것으로 사료된다. 식이섬유는 체내 콜레스테롤 흡수를 억제하고 이화 및 배설을 촉진 시키는 성분으로 잘 알려져 있는데(Mazur 등 1990, Sicat & Sable 1987, Nishmura 등 2000, Mazur 1990). Nicolle 등(2004)은 상치 분말을 급여한 쥐의 혈청 지질 패턴의 개선과 심장조직의 항산화능 개선 효과를 가져와 상치의 섭취가 지방 상태를 개선한다고 보고하였다. 일반적으로 다루는 식이섬유, flavonoids, phenolic acid와 같은 polyphenol류 등이 고지방 식이를 먹인 흰쥐에게 flavonoids를 0.1% 수준으로 투여한 Lee 등(1998)의 연구에서 혈장과 간의 총콜레스테롤이 대조군보다 유의적으로 낮았고, HMG-Co A reductase의 활성도 대조군에 비하여 유의적으로 낮았다고 하였다. 현대인의 성인병을 유발시킬수 있는 원인적 질환은 비만으로서 비만한 사람의 혈중 지질, 중성 지방, 콜레스테롤 등은 정상인보다 높은 것으로 조사되고 있으며, 고혈압과 동맥경화를 나타내고 있다. 심혈관계 질환은 주로 동맥경화증의 합병증으로 생기는데 혈액지질 중 콜레스테롤 농도가 중요한 인자로 작용한다. Nam 등(2002)은 간에서 말초조직으로 콜레스테롤을 운반하는 LDL-콜레스테롤이 높으면 심혈관계 질환의 위험이 높은 반면에 HDL-콜레스테롤은 말초의 콜레스테롤을 간으로 이동시켜 담즙산으로 배설시키므로 심혈관계 질환의 억제효과를 가져온다. 따라서 혈청 콜레스테롤 농도, AI, LHR은 심혈관계 질환의 중요한 인자이다. 본 연구에서 연잎 건분 첨가시 총콜레스테롤, 동맥경화지수, LHR, 중성지질은 낮추고 HDL-콜레스테롤 증가시켰으므로 체지방 축적과 비만 예방, 고지혈증 및 혈청 지질 개선에 기여할 것으로 사료된다.

4. 혈청 중 효소 활성도의 영향

혈청 중의 GOT, GPT의 활성은 알콜, 사염화탄소, 유기용매와 기타 독성물질에 의한 간 실질세포의 장애 발생시 혈 중으로의 방출이 항진되어 나타나는 간장해의 지표로 이때 GOT의 활성이 GPT에 비하여 높게 나타나는 것으로 알려졌다. 이처럼

<Table 6> Serum glutamate pyruvate transaminase (GPT), glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) and Lactate dehydrogenase (LDHase) in contents of rats fed the experimental diets for 6 weeks (unit: U/L)

Group1)	GPT	GOT	LDH
CON	35.72 ± 9.45 ^{2)bc3)}	58.20 ± 9.74 ^c	177.60 ± 15.20 ^{abc}
CLP	32.40 ± 11.51 ^c	55.60 ± 5.15 ^c	153.20 ± 11.36 ^c
AHF	51.40 ± 9.81 ^a	76.20 ± 13.39 ^a	206.20 ± 34.66 ^a
PHF	43.80 ± 3.64 ^b	70.31 ± 8.44 ^a	173.4 ± 26.52 ^{ab}
AHFLP	36.20 ± 12.15 ^{bc}	70.60 ± 5.33 ^{ab}	199.20 ± 9.25 ^b
PHFLP	29.20 ± 10.50 ^c	67.40 ± 9.24 ^b	169.80 ± 8.20 ^{bc}

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

GOT, GPT의 활성은 정상 상태에서는 효소의 활성이 낮으나 조직이 병적 상태에 빠지거나 혹은 붕괴되어 질병이 발생하면 세포 내에 존재하는 효소가 다량으로 혈중에 이동하여 효소 활성도의 농도가 높아지기 때문에 일반적으로 만성간염, 급성간염, 지방간, 알콜성 간염, 간암 등 주로 간세포의 변성이나 괴사를 반영할 수 있는 효소이다(Bergmer 1974). <Table 6>에서 보는 바와 같이 GPT 활성도는 대조군(CON)에 비하여 연잎 건분 병합 급여군(CLDP)이 약간 감소하였으며 각각 동물성, 식물성 고지방식이군(AHF, PHF)에 비하여 고지방식이에 건분 병합 급여군(AHFLDP, PHFLDP)은 유의하게 감소하였다. GOT 활성도는 CON군에 비하여 CLDP군, AHF, PHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군이 감소하다. LDHase는 해당계 효소의 일종으로 간, 심장, 골격근에 분포되어 있어 효소 활성의 증가는 심장, 간, 신장 질환 및 암, 악성빈혈, 백혈병 등에서 볼 수 있다(Ki 등 1993). LDHase 활성도는 AHF군에 비하여 AHFLDP 군이 유의하게 감소하였으나 CON군과 PHF군에 비하여 CLDP군과 PHFLDP군이 감소하였다.

본 결과로 볼 때 연잎 건분을 이용한 다양한 제품은 간 조직의 손상을 어느 정도 경감 시키고 간장해에 대한 보호 효과가 있을 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

동물성, 식물성 고지방식을 먹인 흰쥐에서 연잎 건분의 급여가 대조군(CON), 대조군에 연잎 건분 병합 급여군(CLDP), 동물성 고지방식이군(AHF), 식물성 고지방식이군(PHF), 동물성 고지방식이에 연잎 건분 병합 급여군(AHFLDP), 식물성 고지방식이에 연잎 건분 병합급여군(PHFLDP)간에 있어서 혈중 지질 함량과 효소 활성도에 미치는 영향을 알아보았다. 식이 섭취량은 각각의 AHF, PHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군은 감소하였다. 체중 증가량은 AHF군이 다른 군에 비하여 가장 높게 증가하였으며, AHF군, PHF군에 비하여 AHFLDP군, PHFLDP

군이 감소하였다. 식이효율은 각각의 실험군 간에는 별다른 차이를 보이지 않았다. 간, 신장, 심장, 폐. 비장 조직의 무게는 AHF군에 비하여 AHFLDP군이 유의하게 감소하였다. 중성지질 함량은 각각의 AHF, PHF군에 비하여 AHFLDP군, PHFLDP군은 감소하였다. 총지질 함량은 CON군에 비하여 AHF군이 유의적으로 증가하였고, AHFLDP, PHFLDP군은 유의하게 감소하였다. VLDL-콜레스테롤 함량은 AHF군이 다른 군에 비하여 유의적으로 증가하였으며 PHFLDP군이 가장 낮은 감소를 보였다. 총 콜레스테롤 함량은 각각의 AHF, PHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군이 유의적으로 감소하였다. HDL-콜레스테롤 농도에서 CON군에 비하여 CLDP군이 증가하였고, AHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군은 유의하게 증가 하였다. LDL-콜레스테롤 농도에서 AHF군에 비하여 AHFLDP는 유의하게 감소하였다. 동맥경화지수는 AHF군과 PHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군은 유의하게 감소하였다. GPT와 GOT 활성도는 CON군에 비하여 CLDP군이 감소하였으며, 각각의 AHF, PHF군에 비하여 AHFLDP, PHFLDP군은 감소하였다. LDHase 활성도는 AHF군에 비하여 AHFLDP 군이 유의하게 감소하였다. 위의 여러가지 결과에서 연잎을 이용한 상용적인 섭취는 혈청의 콜레스테롤 및 중성지질 함량을 조절해주고 지질 대사를 촉진하므로 치료적 의미가 있는 식품으로 성인병의 예방과 장기적인 복용에 의한 효과가 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 원광대학교 교내연구비의 지원으로 이루어진 것으로 이에 깊은 감사를 드립니다.

■ 참고문헌

- Allred JB. 1990. Elevated blood cholesterol, A risk factor for heart disease that decrease with advanced age. *J Am Diet Assoc*, 90(4): 574-576
- Anna P, Milena B, Marco S, Nadia P, Gian FM, Clandio G. 2002. Inhibition of plated aggregation and eicosanoid production by phenolic components of olive oil. *Thrombosis Res*, 78(3): 151-266
- Bergmeyer HU. 1974. *Methods of enzymatic analysis*. Verlag Chemie. Academic Press Weinheim, 1: 20-28
- Buring JE, Hennekens CH. 1977. Antioxidant vitamins and cardiovascular disease. *Nutrition reviews*, 55(1): 53-60
- Chae S. 1988. *Biochemist for life Science*. Ji-Gu Publishing Co. pp 15-55
- 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, pp 65-81
- 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*, 12(6): 165-172
- Haenen GR Paquay JB, Korthouwer RE, Bast A. 1997. Peroxynitrite scavenging by flavonoids. *Biochemical & Biophysical Research Communications*, 236(3): 591-593
- Hera Y, Nakamira H. 1977. Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low density lipoprotein to oxidative modification. *Am J Clin Nutr*, 66(2): 261-266
- Husain SR, Cillard J, Cillard P. 1987. Hydroxyl radical scavengers activity of flavonoids. *Phytochemistry*, 26(9): 2489-2491
- Ishikawa T, Suzukaea M, Ito T, Yoshoda H, Ayaori M, Nishiwaki M, Yonemura H, Ayaori M, Nishiwaki M, Yonemura A Hera Y, Nakamira, H. 1977. Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low density lipoprotein to oxidative modification, *Am J Clin Nutr*. 66(2).
- Kang YH, Park YH, Ha TY, Moon KD. 1996. Effects of pine needle extracts on serum and liver lipid contents in rats fed high fat diet. *J Korean Soc Food Nutr*, 25(3): 367-373
- Kim YJ. 1977. The protect the living organ from free radicals and the failure of protection age-related disease. *Bulletin of food technology*, 10(2): 4-26
- Kim SH. 1977. Oil seeds refining & oil consumption pattern. *The Korean Nutrition Society*, pp 546-552
- Ki HY Song SW, Ha CS, Han SS. 1993. Effects of the population density on growth and various physiological values of Sprague-Dawely rats. *Korean Jab Ani Sci*, 9: 71-82
- 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 Nutrition*, 32(4): 337-352
- Kim YS, Jeon SS, Jung ST. 2002. Effect of Louts powder on the baking quality of white bread korean. *J Soc Food Cookery Sci*, 18(4): 413-425
- Lim SS, Lee JH. 1977. Biological activity of the souble extracts from artemisia princeps var orientalis acted on cardiovascular system. *Korean J Nutr*, 30(1): 12-18
- Lee SH, Park YB, Choi MS. 1998. The effect of dietary citrus flavonoid supplementation on cholesterol biosynthesis control in rats. *The Autummol symposium of Korean Nutr Association*, pp 79-90
- Mazur A, Remesy C, Gueux E, Lévrat MA, Demigne C. 1990. Effects of diets rich in fermentable carbohydrates on plasma lipoprotein levels and on lipoprotein catabolism in rats. *J Nutr*, 120(9): 1037-1045
- Morel I, Lescoat G, Cogrel P, Sergent O, Padelop N, Brisst P, Cillard P, Cillard J. 1993. Antioxidant and iron-chelated

- activities of the flavonoids catechin, quercetin and diosmetin on iron-loaded rat hepatocyte cultures. *Biochem Pharmacol*, 45: 13-19
- Nam BS, Lye YJ, Jin HH, Ha KY. 2002. Effects of green tea consumption on serum lipid profiles. *The Korean Nutr society*, 35(8): 854-862
- Nishimura N, Taniguchi Y, Kiriama S. 2000. Plasma cholesterol-lowering effect on rats of dietary fiber extracted from immature plants. *Biol Biotechnol Biochem*, 64(12): 2543-2551
- Nicolle C, Cardinault N, Gueux E, Jafferlo L, Rock E, Mazur A, Amouroux P, Remesy C. 2004. Health effect of vegetable-based diet; lettuce consumption impressive cholesterol metabolism and antioxidant status in the rat. *Clin Nutr*, 23: 605-614
- Park SH, Hyun JS, Shin EH, Han JH. 2005. Functional evaluation of lotus root on lipid profile and health improvement. *J East Asian Soc Dietary Life*. 15(3): 257-263
- Present knowledge in nutrition 8th edition. 2002. The Korean Nutrition Society Seoul, pp 553-560
- Robak J, Gryglewski RJ. 1988. Flavonoids are scavengers of superoxide anions. *Biochemicals Pharmacology*, 37(5): 837-841
- Reitman, S, Frankel, S. 1957. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Amer J Clin Pathol*. 28: 56-60
- Shin DH. 1992. The research and prospect of natural antioxidants. *Bulletin of food technology*, 8(2): 28-33
- Shin DH, Kim IW, Kwon KS, Kim MS, Kim MR, Choi U. 1999. Chemical composition of lotus seed(*Nelumbo nucifera Gaertner*) and their lipid and protein composition. *J. Korean Soc Food Sci, Nutr*, 28(6): 1187-1190
- Shoji N, Umeyama H, Saito N, Iuchi A, Takemoto T. 1987. Asimilobine and lirinidine serotonergic receptor antagonists from *nelumbonucifera*. *J Natural products*. 50: 773-774
- Sicat R, Sable-Amplis R. 1987. Reduction of cholesterol transported in apo B-rich lipoproteins in spontaneously hydrocholesterolemic hamsters fed an apple supplemented diet. *Ann Nutr Metab*, 31(1): 1-8
- Stamler J. 1981. Introduction to risk facton in coronart artery disease in medical communication. Northfield, pp 1-3
- Statistical office 2004: Yearbook of death cause statist Korea
- Torel J, Cillard J, Cillard P. 1986. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry*, 25(2): 383-385
- Yoon SH, Joo CN. 1993. Studt on the preventive effect of ginsenosides againt hypocholesterolemia and its mechanism. *Kor J Ginseng Sci*, 17(1): 1-12
- Yuk CS. 1990. Coloured midicinal plants of korea. Academy book Co Seoul Korea. pp. 219-230
- Wroblewski F, Ladue JS. 1955. Lactic dehydrogenase activity in Blood. *Proc Soc Exper Biol Med*. 90: 210-250
- Wu MJ, Wang L and Weng CY. 2003. Antioxidant activity of menthanol extract of the Louts leaf(*Nelumbo nucifera Gertn*). *The American Journal of Chinese Medicine*, 31(5): 687-698

(2006년 1월 3일 접수, 2006년 4월 7일 채택)