

꾸지뽕나무 수피 추출물이 콜레스테롤 급여 흰쥐의 지질 농도 및 과산화지질 농도에 미치는 영향

차재영 · 김대진¹ · 조영수*

동아대학교 생명자원과학부
¹식품과학부

Effect of Stem Bark Extract from *Cudrania tricuspidata* on the Concentrations of Lipid and Lipid Peroxidation in Rats Fed a Cholesterol Diet.

Jae-Young Cha, Dae-Jin Kim¹ and Young-Su Cho*

Faculty of Natural Resources and Life Science and
¹Faculty of Food and Nutrition, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

Abstract

Male Sprague-Dawley rats fed a cholesterol diet (Control group) or cholesterol diet supplemented with the water-soluble extract of stem bark from *Cudrania tricuspidata* (CTSB group) at the level of 0.5% for 2 weeks. Concentration of triglyceride in serum of CTSB group was significantly lower than that of control group. However, the other lipids concentrations of liver and serum, body weight gain, and food intake did not show significant difference between CTSB group and control group. Antioxidative activities of water-soluble extract from stem bark of *Cudrania tricuspidata* on the lipid peroxidation in rat were also studied *in vivo* by measuring the formation of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS). Concentration of TBARS in the liver homogenates of CTSB group was significantly higher than that in control group. Nonheme iron concentration was significantly increased in the liver of CTSB group compared to control group, suggested that enhanced nonheme iron was associated with enhanced peroxidation of liver in CTSB group. These results suggested that water soluble extract from stem bark of *Cudrania tricuspidata* exert the hypotriglycerolemic effect and might amplify the lipid peroxidation of tissues in cholesterol fed rats.

Key words – *Cudrania tricuspidata*, TBARS, hypotriglycerolemic effect, nonheme iron

서 론

식생활 패턴의 변화로 인한 뇌혈관계 질환, 심장병, 고

혈압, 고지혈증, 동맥경화증 등의 혈관 순환기계 질환 및 악성종양과 같은 만성 퇴행성 질환들의 증가는 생체내 지질대사와 깊은 관련성을 가지며, 또한 생체내의 산화 스트레스에 의해서 생성된 과산화지질의 증가와 무관하지 않다 [26,31]. 최근, 이러한 질환들의 증가에 의한 사회적 문제점과 함께 건강 증진을 위한 생리활성 물질의 탐색에 관한

*To whom all correspondence should be addressed
Tel : (051) 200-7586, Fax : (051) 200-7505
E-mail : choys@mail.donga.ac.kr.

연구가 활발하게 진행되고 있다[4,5,33]. 한편, 우리가 일상적으로 섭취하고 있는 식품 재료 중에서도 지질 개선효과가 있는 천연물 중의 성분이 다수 보고됨으로써 꾸지뽕을 비롯한 한방 자원식물의 추출물에도 인체에 유효한 성분이 존재 할 것으로 기대된다[6,12]. 또한, 생체 내에서 free radical 형성에 의한 체내의 산화적 손상을 억제시킬 수 있는 항산화 물질이 있다면 이는 순환기계 질환 등 만성 퇴행성 질환의 발병률을 낮추는 데에도 크게 기여할 것으로 사료된다[1,22].

꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)는 뽕나무과에 속하는 낙엽교목으로 전국 각지에서 자생하고 있다[21]. 꾸지뽕나무의 잎, 줄기, 뿌리는 습진, 폐결핵, 만성 요통, 타박상, 급성관절염 등의 한방치료에 사용되고 있으며, 또한 민간에서 열매와 수피는 약창, 강장, 중풍, 이뇨, 진해 등의 치료약으로도 사용되어 오고있다[11]. 또한, 이 식물에 의한 항염증 및 항균 작용[28], 항산화 작용[28], 당뇨병 개선작용[12], 고지혈증 억제 작용[11,18] 등의 약리 작용이 보고되어 왔다. 특히 뽕나무류에는 플라보노이드 계열의 화합물이 다량으로 함유되어 있어 생체 내 지질과산화 억제 및 고지혈증 등의 성인병에 대한 예방 효과가 있을 것으로 기대 된다[15,19]. 한편, 저자들은 뽕나무 및 꾸지뽕나무의 수용성 추출물을 콜레스테롤 식이중에 1% 수준으로 첨가한 실험식이를 급여한 흰쥐에서 혈청 중성지질 농도가 현저히 감소하고, 생체조직의 과산화지질 농도에도 크게 영향을 미치는 것으로 보고한 바 있다[4,11]. 특히, 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물을 식이중에 1% 수준으로 첨가한 식이를 급여한 흰쥐에서 간장 조직중의 과산화지질 함량이 증가하고, 이러한 증가의 원인으로 조직내의 철분 함량 증가와 깊은 상관관계를 가지고 있는 것으로 보고하였다[7]. 따라서, 본 실험에서는 꾸지뽕나무 수피로부터 추출한 수용성 추출물을 전 실험보다 낮은 0.5% 수준으로 실험식이중에 첨가하여 SD계 수컷 흰쥐에 투여하여 혈청과 간장 조직중의 지질 농도 및 과산화지질 농도에 어떤 다른 영향을 미치는지에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험재료의 꾸지뽕나무 수피는 1999년 5월 경남 김해시

근교의 야산에서 직접 채취하였다. 채취한 시료는 음지에서 잘 건조시켜 잘게 자른 후 10 배량의 증류수로 수조상에서 3시간 추출을 2회 반복 실시하여 혼합한 용액을 진공농축한 후 -80℃ 동결건조기에서 동결건조 시켜 수용성 추출물을 얻어 동물실험에 사용하였다.

실험동물, 사육조건 및 식이 조성

실험동물로서는 4 주령의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 스테인레스 개별 케이지에 한 마리씩 넣어 사육실 온도 22±2℃, 습도 50±5%, 명암주기 12시간 (명주기: 07:00~19:00)이 자동 설정된 동물 사육실에서 사육하였다. 본 실험의 식이 조성은 Table 1과 같다. 즉, 꾸지뽕나무 수피 추출물은 콜레스테롤을 함유한 대조군 식이(Control군)에 0.5% 수준으로 첨가하여 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물 첨가군(CTSB군)으로 하였다. 대조군 식이로 3일간 적응시킨 후 평균 체중이 동일하도록 군당 6마리씩 나누고, 식이와 음료수(탈이온수)를 14일간 자유급여 시켰다. 사육 기간 중 식이 섭취량은 매일 측정하고, 체중은 이틀에 한번씩 측정하여 기록하였다.

분석시료의 조제

실험 최종일 실험동물을 8시간 절식시킨 후 에테르로 가볍게 마취시켜 복부 대동맥으로부터 채혈하여 탈혈사시켰다. 이때 얻어진 혈액은 약 30분간 실온에서 방치시킨

Table 1. Composition of experimental diets (%)

Ingredients	Control	CTSB
Casein	20.0	20.0
α -Corn starch	15.0	15.0
Corn oil	10.0	10.0
Cellulose	5.0	5.0
AIN-93 mineral mixture	4.0	4.0
AIN-93 vitamin mixture	1.0	1.0
L-Methionine	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2
Cholesterol	0.5	0.5
Sodium cholate	0.125	0.125
CTSB	--	0.5
Sucrose	to make 100	

CTSB : water soluble extract from stem bark of *Cudrania tricuspidata*

후 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였으며, 분리된 혈청으로부터 지질농도를 측정하였다. 간장 조직은 적출 한 후 주사위를 이용하여 냉각된 생리식염수로 충분히 관류하여 탈혈시키고 물기를 제거한 다음 조직 무게를 측정하고, -80℃에서 보존하면서 실험분석에 제공하였다.

혈청지질 및 간장 지질 분석

혈청 총 콜레스테롤은 Cholesterol C-test kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan), 혈청 HDL-cholesterol은 HDL-cholesterol E-test kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan), 혈청 triglyceride는 Triglyceride E-test kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan), 혈청 인지질은 Phospholipid C-test kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan), 혈청 glucose 농도는 glucose oxidase 법에 따라 조제된 시판 kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 간장 총 지질은 Folch 등의 방법[14]에 따라 추출하였다. 간장 중성지질 농도는 Triglyceride E-test kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 GPO-DAOS법에 의하여 측정하였다. 간장 총 콜레스테롤은 Cholesterol C-test kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS법으로 측정하였다. 간장 인지질 농도는 Bartlett의 방법[3]으로 정량하였다.

간장 및 혈청의 지질 과산화물 정량

실험 최종일 8시간 절식시킨 동물에서 적출 한 간장을 일정량 취하여 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer (pH 7.4)를 첨가한 후 균질화 시켜 homogenate 분획으로 하여, 간장 조직의 지질 과산화물 함량은 전보[1]의 방법에 준하여 정량하였다. 즉, 각 조직 0.1 ml에 증류수 0.9 ml를 첨가한 용액 1 ml에 thiobarbituric acid(TBA) 시약 2 ml를 가하여 잘 혼합하고, 끓는물에서 30분간 가열한 후 즉시 실온에서 방냉 하였다. 이 반응액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후 상등액을 흡광도 535 nm에서 측정하였다. 혈청중의 과산화지질 함량은 혈청 과산화지질 측정 kit (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 thiobarbituric acid 와 반응하는 물질을 butanol로 추출한 후 비색법으로 측정하였다. 간장 및 혈청 중의 지질 과산화물 함량은 malondialdehyde 를 nmol/g 및 nmol/ml로 각각 나타내었다.

비헴철 및 아연 함량 측정

간장의 비헴철 및 아연 함량 측정은 Woo와 Ryu의 방법 [32]에 따라 전처리 한 후 원자흡수 분광분석기(Perkin Elmer AAnalyst 300, U.S.A.)로 측정하였다.

통계처리

실험으로부터 얻어진 결과치는 평균치와 표준오차(mean ±S.E.)로 표시하고, 유의성 검정은 Student's t-test로 하였다.

결과 및 고찰

체중 증가량, 식이 섭취량, 식이 효율 및 조직 중량에 미치는 영향

콜레스테롤 식이에 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물을 0.5% 수준으로 첨가하여 흰쥐에 2주간 섭취시킨 결과, 체중 증가량, 식이 섭취량 및 식이 효율은 실험 군간에 차이는 없었다(Table 2). 뽕나무와 꾸지뽕나무 잎 및 수피 수용성 추출물 1% 투여에 의해서도 체중 변화는 관찰되지 않았으며[4,7], 뽕잎분말을 흰쥐에 4주간 섭취시킨 결과에서도 체중 증가량 및 식이 섭취량에서 무첨가의 대조군과 전혀 차이가 없는 것으로 보고된 바 있다[23]. 간장 중량도 실험군간에 유의적인 차이는 없었다 (Table 2). 이전의 실험에서도 꾸지뽕나무 잎 및 수피 추출물 투여에 의한 흰쥐 각 조직의 중량에 대한 영향은 없는 것으로 보고한 바 있다[21].

혈청 지질 농도에 미치는 영향

혈청 지질 농도의 변화는 Table 3과 같이, 중성지질 농

Table 2. Effects of CTSB on body weight gain, food intakes and tissues weights in rats fed with cholesterol diet

Ingredients	Control	CTSB
Initial body weight (g)	133.54±3.10	132.48±1.64
Body weight gain (g/2 weeks)	127.56±7.93	125.88±4.07
Food intake (g/day)	22.10±1.05	22.69±0.78
Food efficiency	0.41±0.02	0.41±0.01
Tissue weight (g)		
Liver	14.67±0.9	13.38±0.26

Values are means±SE of six rats per group.
CTSB : water soluble extract from stem bark of *Cudrania tricuspidata*

Table 3. Effects of CTSB on the concentrations of serum and liver lipid, and serum glucose concentration in rats fed with cholesterol diet

Ingredients	Control	CTSB
Serum lipid (mg/100 ml)		
Triglyceride	104.58 ± 7.89	83.85 ± 5.87**
Total Cholesterol	100.00 ± 3.57	101.40 ± 8.21
HDL-Cholesterol	36.82 ± 3.25	32.73 ± 3.02
Phospholipid	129.80 ± 8.76	114.87 ± 4.68
Serum Glucose (mg/100 ml)		
173.93 ± 12.83	193.61 ± 11.02	
Liver lipid (mg/g)		
Triglyceride	59.36 ± 5.81	62.73 ± 5.90
Cholesterol	32.60 ± 1.41	31.02 ± 1.07
Phospholipid	25.08 ± 0.97	26.68 ± 1.57

Values are means ± SE of six rats per group.

**p < 0.01 correspondence to control group.

CTSB : water soluble extract from stem bark of *Cudrania tricuspidata*

도는 대조군에 비교해서 CTSB군에서 유의적(p < 0.01)으로 감소하였다. 이전의 실험에서 콜레스테롤만을 투여한 대조군에 비해 뽕나무 및 꾸지뽕나무 잎과 줄기껍질 수용성 추출물의 병합 투여에 의해서 혈청 중성지질 농도가 감소하여, 뽕나무류 각종 부위의 수용성 추출물에는 혈중 중성지질 감소효과가 있는 것으로 사료되었다[7,11]. 혈중의 지질량은 심혈관계 질환인 동맥경화, 고혈압, 심장병, 고지혈증 등의 진단지표로 사용되고 있는데, 고콜레스테롤혈증[16]과 함께 고중성지질혈증 및 저HDL-콜레스테롤혈증도 이들 질환의 위험 인자로 주목 받게되어 유럽과 미국 등에서 임상 지침이 새롭게 설정되었다[2,24]. 최근 천연 자원식물을 대상으로 혈중 중성지질 농도를 감소시키는 시도가 다방면에서 활발하게 진행되어, 감자 추출물[5], 뽕잎 및 꾸지뽕잎 추출물[7,11], 감귤류 과피[8], 율나무[9], 치커리[29] 등에서 이들 효과가 보고된 바 있다. 한편, 건강한 성인을 대상으로 한 실험 및 동물실험에서도 뽕잎 분말 및 용매 추출물의 투여로 혈중 중성지질 농도가 감소하였다고 보고된 바 있다[18]. 뽕나무로부터 생리활성을 나타내는 성분으로서 quercetin, kaempferol, chlorogenic acid, arthocarpesin, caffeic acid 등 polyphenol계 화합물인 것으로 동정되었다[15,19]. 본 실험에서 꾸지뽕나무 추출물에 의한 혈장 중성지질 농도의 감소도 이들 polyphenol계 화합물에 의한 것으로 추정된다.

혈청 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 인지질 농도는 실험군간에 유의적인 차이가 없었다. 그러나, 콜레스테롤 식이에 의한 실험적 고지혈증 상태에서 뽕잎 매탄올 추출물의 병합투여는 흰쥐의 혈청 총 콜레스테롤 농도를 저하시킨 것으로 보고되었다[18]. 간장에서의 중성지질, 총 콜레스테롤 및 인지질 농도는 각군간에 유의적인 차이는 인정되지 않았다(Table 3).

혈중 포도당 농도는 실험군간에 유의적인 차이는 없었다(Table 3). 일반적으로 정상 흰쥐의 혈청 포도당 농도는 98~152 mg/100 ml 이며, 식이성 콜레스테롤 섭취에 의해 유발된 고지혈증 상태에서는 170~190 mg/100 ml 정도로 이보다 약간 높게 보고된 바 있다[10,25]. 전보에서 꾸지뽕나무 줄기껍질 수용성 추출물 1% 투여군에서 180 ± 4 mg/100 ml, 꾸지뽕잎 수용성 추출물 1% 투여군에서 207.4 mg/100 ml로 본 실험의 193.6 mg/100 ml과 큰 차이가 없었다[11,19]. 한편, 강원도 상엽으로부터 추출된 물 추출물과 에탄올추출물을 이용하여 당뇨병의 직접적인 원인이 되는 α-glucosidase 활성을 측정된 결과, 현재 당뇨병의 치료약으로 사용되고 있는 chlorpropamide가 91%의 활성을 저해시켰으나 물 추출물에서는 25% 정도의 저해활성을 보인 반면 에탄올 추출물에서는 85% 이상의 저해효과를 나타내어 추출시의 용매에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다[27]. 뽕잎 추출 음료를 db/db 마우스에 음용시킨 후 공복시의 혈당치가 2주일째부터 감소되기 시작하여 5주 후에는 유의적으로 감소하였다고 보고하였다[20]. 따라서 본 실험 조건에서 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물의 0.5% 투여에 의한 혈청 포도당 농도가 대조군과 유의적인 차이가 없었던 것은 비교적 활성이 약한 수용성 추출물인 동시에 혈당치가 저하되기 시작하는 2주간의 실험기간과 인위적 또는 유전적으로 고혈당을 유발시키는 상태가 아닌 정상적 상태에서의 혈당치를 측정된 결과로서 크게 영향을 받지 못한 것으로 사료된다.

흰쥐 각 조직중의 지질 과산화물 함량에 미치는 영향

지질 과산화 반응은 여러 가지 독성 화합물이나 약물 또는 당뇨병 등에 의한 병태 생리학적 현상이나 조직의 손상 정도를 나타내는 가장 중요한 기전으로 인정되고 있는데, 이는 조직내 세포의 산화적 스트레스의 증가와 생체내 항산화적 방어력의 감소로 인해 야기된다[31]. 동물 체내에서

지질 과산화물 생성 정도의 지표로 알려져 있는 TBARS 함량을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 간장 조직의 지질 과산화물 함량은 대조군에 비해서 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물 첨가군에서 유의적으로 증가하였다. 조직내에서 지질 과산화물의 증가 원인으로 항산화 효소계의 활성 저하, glutathione 농도 감소 및 과산화 촉진 인자의 증가 등을 생각할 수 있다. 천연에 존재하는 필수 미량원소로 지방산화를 촉진시키는 물질로 알려져 있는 철은 체내 H₂O₂를 제거하는 catalase의 구성성분이며, 체내의 비타민 C의 함량과 H₂O₂의 농도차에 의해서 지질 과산화 반응에 영향을 미치며, 조직내에서 지질 과산화 반응을 촉매하는 인자로서 보고된 바 있어 생체내 지질과산화 반응을 조사하는데 있어서 비헴철 함량 측정은 중요하다[13]. 본 실험에서도 간장의 비헴철 함량을 측정된 결과 대조군 0.63 ppm에 비해 꾸지뽕나무 수피 추출물군에서 1.12 ppm으로 유의적인 증가를 나타내어 상관관계가 있음을 암시해 주고 있다 (Table 5). 이러한 결과는 뽕나무류 추출물의 투여 흰쥐의 간장에서 비헴철 함량과 지질 과산화물 함량이 동시에 증가한 이전의 결과와 일치하였다[7]. 그러나, 간장중의 아연 함량은 실험군간에 차이가 없는 것으로 나타나, 본 실험의 조건에서는 간장중의 지질 과산화 반응에는 아연 성분이 관여하지 않는 것으로 사료되었다(Table 5). 따라서, 꾸지뽕나무 수피 추출물군에서 간장의 지질 과산화물 함량의 증가 원인으로 조직내 철분성분의 증가가 시사되어진다. 간장 조직 내에서 지질 과산화물의 다른 증가 원인으로서, 본 실험에 사용한 추출물은 가장 보편적인 식용방법인 열수 추출물로서 다른 유기 용매 추출물보다 과산화물 생성 억제력이 상대적으로 낮을 것으로 예상할 수 있으며, 꾸지

Table 4. Effects of CTSB on the TBARS concentrations of serum and tissues in rats fed with cholesterol diet

Ingredients	Control	CTSB
Serum (nmol/ml) ¹⁾	2.37±0.28	3.06±1.29
Liver (nmol/g)	100.2±9.20	212.1±12.4***

Values are means±SE of six rats per group.
¹⁾The concentration of TBARS in serum and liver is expressed as malondialdehyde (nmol).
 ***p<0.001 correspondence to control group.
 CTSB : water soluble extract from stem bark of *Cudrania tricuspidata*

Table 5. Effects of CTSB on the nonheme iron and zinc contents of liver in rats fed with cholesterol diet

Ingredients	Control	CTSB
	(ppm)	
Fe	0.63±0.06	1.12±0.25***
Zn	0.25±0.02	0.22±0.01

Values are means±SE of six rats per group.
 ***p<0.001 correspondence to control group.
 CTSB : water soluble extract from stem bark of *Cudrania tricuspidata*

뽕나무 성분인 naringenin 7-O-β-O-glucopyranoside는 항산화 실험계에서 다른 플라보노이드 성분에 비교해서 비교적 낮은 활성을 나타내고[19], 또한 식이중의 첨가량이 비교적 소량인 관계로 추출물에 함유된 성분이 생체내에 흡수된 후 항산화 효과를 나타낼 수 있는 일정량 이하의 낮은 농도일 것으로 예상할 수 있다. 실제로 흰쥐 간장 microsome막을 이용한 *in vitro* 실험계에서 꾸지뽕나무 줄기 껍질의 클로로포름과 에탄올 추출물을 반응액 ml당 1 mg의 농도로 첨가하여 지질 과산화물 함량을 측정하였을 때 TBARS 농도가 대조군보다 오히려 증가하는 결과를 보였다[30].

이상의 실험에서, 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물의 0.5% 수준에서 식이중 첨가는 혈청 중성지질 농도를 저하시키는 작용이 있지만, 한편 간장 조직중의 지질 과산화물 촉진시키는 작용이 있기 때문에 실제적 임상 적용에서는 보다 주의를 요하는 부분이다.

요 약

콜레스테롤 함유식이(대조군)에 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물을 0.5% 수준에서 첨가하여 흰쥐 수컷에 2주간 급여시킨 후 혈청 및 간장 지질 농도와 과산화지질 함량에 미치는 영향을 검토하였다. 혈청 중성지질 농도는 대조군에 비교해서 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물군에서 유의적으로 감소하였다. 혈청 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 인지질 농도 및 간장 지질 농도는 실험군간에 현저한 차이는 없었다. 간장 조직의 과산화지질 생성 정도의 지표인 TBARS 함량은 대조군에 비해서 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물 첨가군에서 유의적으로 증가하였으나, 혈청에서는

실험군간의 차이는 없었다. 간장의 비헬철 함량은 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물 첨가군에서 유의적으로 증가하여 간장 지질 과산화물 증가와 깊이 관련되는 것으로 시사되었다. 이상의 결과에서 꾸지뽕나무 수피 수용성 추출물의 식이중 0.5% 수준의 첨가에서도 혈청 중성지질 농도의 저하작용이 인정되었으나, 간장 조직에서 과산화지질 농도는 오히려 증가하였다.

참 고 문 헌

1. Asai, A., K. Nakagawa and T. Miyazawa. 1999. Antioxidative effects of turmeric, rosemary and cap-sicum extracts on membrane phospholipid peroxidation and liver lipid metabolism in mice. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **63**, 2118-2122.
2. Assmann, G. and H. Schulth. 1992. Relation of HDL-cholesterol and triglycerides to incidence of atherosclerotic coronary heart disease (The PROCAM Experimence). *Am. J. Cardiol.* **70**, 733-737.
3. Bartlett, G.R. 1959. Colorimetric assay methods for free and phosphorylated glyceric acids. *J. Biol. Chem.* **234**, 469-471.
4. Cha, J.Y., H.J. Kim, and Y.S. Cho. 2000. Effect of water-soluble extract from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid peroxidation in tissues of rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 531-536.
5. Cha, J.Y. and Y.S. Cho. 1999. Effect of potato polyphenolics on hyperlipidemia in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 274-279.
6. Cha, J.Y., H.J. Kim, C.H. Chung and Y.S. Cho. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1310-1315.
7. Cha, J.Y. and Y.S. Cho. 2001. Effect of stem bark extract from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the concentrations of lipid and tissue lipid peroxidation in the cholesterol-fed rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* **33**, 128-134.
8. Cha, J.Y., J.W. Lee, Y.C. Lee and Y.S. Cho. 2000. Effects of citrus aglycone flavonoids, hesperetin and naringenin, on triacylglycerol metabolism in hamsters fed with a cholesterol diet. *Inter. J. Oriental Med.* **1**, 28-36.
9. Cha, J.Y. and Y.S. Cho. 2000. Effect of water extract from stem bark of *Rhus verniciflua* Stokes on the concentrations of lipid and lipid peroxidation in mice. *Korean J. Life Sci.* **10**, 247-253.
10. Cha, J.Y., D.J. Kim, and Y.S. Cho. 2000. Effect of chlorogenic acid on the concentrations of serum and hepatic lipids in rats. *J. Koran Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **43**, 153-157.
11. Cha, J.Y., H.J. Kim, B.S. Jun and Y.S. Cho. 2000. Effect of water extract of leaves from *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid concentration of serum and liver in rats. *J. Koran Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* **43**, 303-308.
12. Chen, F., N. Nakashima, I. Kimura, and M. Kimura. 1995. Hypoglycemic activity and mechanisms of extracts from mulberry leaves (*Folium mori*) and cortex *mori radidis* in streptozotocin-induced diabetic mice. *Ykugaku Zasshi* **115**, 476-82.
13. Chiba, H., M. Takasaki, R. Masuyama, M. Uehara, Y. Kanke, K. Suzuki and S. Goto. 1998. Time course of change in hepatic lipid peroxide level in iron-deficient rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* **51**, 201-206.
14. Folch, J., M. Lees and G.H. Sloane-Starley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
15. Fujimoto, T. and T. Nomura. 1985. Components of root bark of *Cudrania tricuspidata* 3. Isolation and structure studies on the flavonoids. *Planta Med.* **51**, 190-196.
16. Inkeles, S. and D. Eisenberg. 1981. Hyperlipidemia and coronary atherosclerosis. *Medicine(Baltimore)*. **60**, 110-123.
17. Kangjoshineuihakwon. 1985. in 'Jungyakdesajon', 2nd Ed., Sohakkyan Pubilsing Co., p. 2383.
18. Kim, S.Y., W.C. Lee, H.B. Kim, A.J. Kim and S.K. Kim. 1998. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol induced hyperlipidemia in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 1217-1222.
19. Kim, S.H., N.J. Kim, J.S. Choi and J.C. Park. 1993. Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **22**, 68-72.
20. Kim, S.H., K.S. Kim, J.H. Lee, Y.J. Park, and H.Y. Lee. 1997. Comparision of glucose-lowering activity of the extracts from Kangwon-do mountain mulberry leaves(*Moli folium*) and silk worm. *Korean J. Appl.*

- Microbiol. Biotechnol.* **25**, 391-395.
21. Lee, C.B. 1985. Dehanshikmuldogam, Hyangmoonsha, p. 285.
 22. Lee, S.J., J.Y. Shin and B.G. Cha. 1998. Effect of green tea catechin on the microsomal mixed function oxidase system of kidney and brain in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 319-325.
 23. Lee, H.S., S.Y. Kim, W.C. Lee, S.D. Lee, J.Y. Moon and K.S. Ryu. 2000. Effects of dietary mulberry leaf powder on gastrointestinal function of rat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 865-869.
 24. Manninen, V., L. Tenkanen, P. Koskinen, J.K. Hutunnen, M. Mannari, O.P. Heinonen and M.H. Frick. 1992. Triglycerides and LDL-cholesterol concentrations on coronary heart disease risk in the Helsinki Heart Study. *Circulation.* **85**, 37-45.
 25. Matsumoto, N., F. Ishigaki, A. Ishigaki, H. Iwashima and Y. Hara. 1992. Reduction of blood glucose levels by tea catechin. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **57**, 525-527.
 26. McBrien, D.C.M. and T.F. Slater. 1982. in "Free Radicals, Lipid Peroxidation and Cancer", Academic Press, New York, (1982)
 27. Oh, U.J., G.P. Kim, Y.W. Cho, S.H. Chung and S.J. Gu. 1999. Effect of beverage containing extract from mulberry leaves on serum glucose and lipid levels in db/db mouse. *Annual Meeting of Korean Soc. Food Sci. Technol.* Seoul, p.430.
 28. Ottersen, T., B. Vance, N.J. Doorenbos, B.L. Chang and F.S. El-Feraly. 1977. The crystal structure of cudranone, 2,6,3'-trihydroxy-4-methoxy-2'-(3-methyl-2-butenyl)-I, a new antimicrobial agent from *Cudrania chochinensis*. *Acta Chem. Scand [B]*, **31**, 434-436.
 29. Park, C.K., J.Y. Cha, B.S. Jeon, N.M. Kim and K.H. Shim. 2000. Effects of chicory root water extracts on serum triglyceride and microsomal triglyceride transfer protein(MTP) activity in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 518-524.
 30. Park, J.C., J.S. Choi and J.W. Choi. 1995. Effects of the fraction from the leaves, fruits, stems and roots of *Cudrania tricuspidata* and flavonoids on lipid peroxidation. *Kor. J. Pharmacogn.* **26**, 377-384.
 31. Plaa, G.L. and H. Witschi. 1976. Chemicals, drugs and lipid peroxidation. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **16**, 125-131.
 32. Woo, S.J. and S.S. Ryu. 1983. Preparation method for atomic absorption spectrophotometry of food samples. *Korean J. Food Sci. Technol.* **15**, 225-230.
 33. Yugarani, T., B.K.H. Tan, M. Teh and N.P. Das. 1992. Effects of polyphenolic natural products on the lipid profiles of rats fed high fat diets. *Lipids* **27**, 181-186.

(Received June 11, 2001; Accepted July 11, 2001)