

옻나무 수피 추출물이 마우스의 지질농도 및 지질과산화에 미치는 영향

차재영 · 조영수*

동아대학교 생명자원과학부

Effect of Water Extract from Stem Bark of *Rhus verniciflua* Stokes on the Concentrations of Lipid and Lipid Peroxidation in Mice

Jae-Young Cha and Young-Su Cho*

Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

Abstract

Male mice (ddY strain) were fed a laboratory chow diet containing the water extract from stem bark of *Rhus verniciflua* Stokes (RVS) for 14 days. There were no significant differences in body weight gain, feed intake, the hepatic lipid profile and serum total cholesterol and phospholipid concentrations. The concentration of triglyceride in serum was significantly lower in the RVS group than that in the control group. The concentration of high-density-lipoprotein cholesterol in serum was significantly higher in the RVS group than that in the control group. The methanol extract from RVS stem bark effectively inhibited the formation of thiobarbituric acid-reactive substances as a marker of lipid peroxidation of liver microsomes in a concentration-dependent manner. This study showed that the water extract from stem bark of RVS decreased the serum triglyceride concentration and methanol extract has an antioxidative activity.

Key Words — *Rhus verniciflua* Stokes (RVS), mouse, triglyceride, antioxidation

서 론

생체내 대사 과정에서 과다 생성되는 oxygen free radical 은 세포막 구성 지방과 단백질의 산화 및 DNA의 산화 또는 돌연변이에 의한 것으로 인간에게 질병을 일으키는 원인 중의 하나로 알려져 있다[2,30]. 생체에는 catalase, glutathione peroxidase, superoxide dismutase, ascorbate, tocopherol 등이 있어서 일정 수준 이하의 radical에 의한 산화스트레스는 자기방어 시스템 때문에 생명 현상에는

큰 문제가 되지 않는다[1]. 그러나, 비정상적 대사 활동이나 심한 산화적 스트레스는 항산화계의 불균형을 초래하여 DNA 변성, 세포막 구성 지방의 산화, 단백질의 산화 및 변성 등 대사 장애를 야기시켜 세포의 정상적 기능을 약화시킴으로써 결국에는 세포사를 일으키게 된다[31]. 따라서, 이러한 대사 장애를 줄이기 위한 노력의 일환으로 항산화계 개발을 위한 많은 연구들이 진행되어 오고 있는데, 최근에 들어서는 치료보다는 예방적인 차원에서 항산화성 또는 항암성 물질의 탐색이 많이 시도되고 있다[6,7]. 특히 생체에 부작용이 적고 항산화력이 강한 천연 항산화제를 옻나무와 같은 한약재를 비롯한 식용식물로부터 찾으려는 연구가 많이 이루어지고 있다[19,20,25].

*To whom all correspondence should be addressed
Tel: +82-51-200-7586, Fax: +82-51-200-7505
E-mail: choys@mail.donga.ac.kr.

웃나무는 우리나라를 비롯한 동북아시아 지역에 많이 분포되어 있는 웃나무과(*Anacardiaceae*)에 속하는 낙엽활엽 소교목으로 이 나무의 수액을 웃(*Rhus verniciflua* Stokes : RVS)이라 하여 한방재료 및 가구의 도료용으로 주로 사용하여 왔기 때문에 웃나무에도 다른 한방 재료와 같이 생리활성 물질이 들어있을 가능성이 커진다[32]. 지금까지 알려진 웃나무 추출물의 생리활성 작용으로서는 흰쥐 뇌 세포막 지방산의 산화 억제, 지질 과산화물 생성 억제, HeLa 배양 세포의 성장 지연 및 CT-26 접종에 의한 인위적 종양 유발의 억제작용 등이 보고[20,22,25]되어 있을 뿐 생리활성에 대한 체계적인 연구는 미비한 실정이며, 특히 생체내 지질 대사에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 실험에서는 이러한 점을 감안하여 웃나무에 존재하는 생리활성 물질의 소재 개발을 위하여 웃나무 수피로부터 분리해낸 수용성 추출물을 마우스에 2 주간 급여시켜 간장과 혈청의 지질농도와 *in vivo* 및 *in vitro* 실험제에서 지질 과산화물 생성에 미치는 영향에 대하여 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 시료조제

일반 시중에서 한약재 및 민간요법으로 사용되고 있는 음건시킨 국산 웃나무를 부산시 하단동 소재 하단시장에서 구입하여 사용하였다. 시료를 조제하기 위하여 웃나무로부터 수피를 얻어 잘게 세절한 후 1 kg을 취한 다음 5 배량의 증류수를 넣고 수욕상에서 3 시간씩 2회 추출하여 불순물을 제거하기 위하여 Whatman 여과지(No. 2)로 여과시켰다. 이 여액을 감압 농축시킨 후 -80℃에서 동결건조하여 수용성 분획물을 얻었다. 수용성 분획물을 추출한 잔사는 건조시킨 후 에탄올과 메탄올을 순차적으로 5 배량 첨가하여 실온에서 250 rpm으로 진탕하면서 2회 반복 실시하여 얻어진 추출 용매를 감압농축 시켜 에탄올과 메탄올 분획물을 각각 얻었다. 이렇게 얻어진 수용성 분획물은 마우스에 급여하고, 그 일부와 유기용매 추출 분획물은 지질 과산화물 생성에 미치는 항산화 활성 측정실험에 사용하였다.

실험동물 사육조건 및 식이조성

6 주령의 수컷 ddY 마우스(Kyudo experimental animal

Co. Tosu, Japan)를 각군의 체중이 균일하게 분배하여 6 마리씩 사육케이지를 사용하여, 온도 22±2℃, 습도 50±5%, 명암주기 12시간(명기 : 07:00~19:00기, 암기 : 19:00~07:00)으로 자동 제어되는 동물 사육실에서 사육하였다. 본 실험에 사용한 식이는 시판용 분말식이(Chow Diet, CE-2)로서, 그 조성은 수분 8.7%, 조단백질 28.8%, 조지방 4.4%, 조섬유 3.5%, 조회분 7.0%, 비질상태 화합물 51.6%로 구성 되어있다. 웃나무 수용성 추출물을 2.5 mg/kg body weight/ day로 시판 분말용 식이에 첨가하여 조제한 식이와 탈이온수를 19:00~20:00시 사이에 급여하면서 14 일간 자유급여 시켰다.

혈청의 지질 분석

실험기간 최종일 오전 8:00~9:00시 사이에 마우스를 ethyl ether로 가볍게 마취시킨 후 복부 대동맥으로부터 채혈하여 혈액 및 간장을 얻었다. 채취한 혈액은 실온에서 30분 정치시킨 후 3,000 rpm 에서 15 분간 원심분리시켜 혈청을 얻어 지질분석에 사용하였다. 혈청 총 콜레스테롤 농도는 Cholesterol C-test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS법으로 측정하였고, 혈청 HDL-cholesterol 농도는 HDL-cholesterol E-test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)의 효소 발생법에 의한 시판 kit (Wako Junyaku, Osaka, Japan)로 측정하였다. 혈청 triglyceride 농도는 Triglyceride E-test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용하여 GPO-DAOS법에 의하여 측정하였고, 혈청 인지질 농도는 Phospholipid C-test wako (Wako Junyaku, Osaka, Japan)를 이용한 Choline oxidase-DAOS법에 의한 효소 발생법으로 측정하였다.

간장 지질추출 및 분석

간장은 적출하여 생리식염수에 충분히 씻은 다음 수분을 제거하여 분석실험에 제공하였다. 간장 총지질은 Folch 등의 방법[14]에 준하여 간장 1 g을 chloroform:methanol 의 2:1 혼합액으로서 지질을 추출하여 -40℃의 냉동고에서 보관하면서 지질분석에 사용하였다. 간장 중성지질 농도는 Fletcher의 방법[13]으로, 인지질 농도는 Bartlett 등의 방법[4]으로, 총 콜레스테롤 농도는 Sperry 및 Webb의 방법[33]으로 정량하였다.

간장 microsome 분획의 조제

마우스(ddY)를 디에틸에테르로 가볍게 마취시켜 개복하여 적출한 간장을 냉각된 생리식염수로 즉시 씻고 여과지로 물기를 흡수시킨 다음 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer (pH 7.4)를 가하여 homogenizer로 균질화 시켰다. 이 용액의 일부를 homogenate 분획으로 하고 나머지는 4℃로 설정된 냉각원심분리기(Kubota, KR-20000 T, Tokyo, Japan)로 12,000 rpm에서 20 분간 원심분리한 후 상등액을 4 겹의 거르로 여과하고, 여액을 4℃로 설정된 초원심분리기(Hitachi 55p-72, Tokyo, Japan)에서 45,000 rpm으로 45 분간 원심분리하여 침전된 분획에 1.15% KCl-10 mM phosphate buffer (pH 7.4)을 일정량 가하여 microsome 분획으로 하여 실험에 사용하였다

Fe²⁺/ascorbate에 유도된 생체막 지질 과산화물에 대한 RVS의 항산화 활성

항산화 활성은 Wong 등의 방법[34]에 따라 50 mM Tris-HCl buffer (pH 7.5) 1.5 ml에 각 농도별 시료 용액 0.2 ml (0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/ml), 간 microsome 분획(1 ml중 1 mg의 단백질 함유) 0.1 ml, 0.1 mM ascorbate 0.1 ml 및 5 mM FeSO₄ 0.1 ml를 차례로 가하여 반응액을 잘 혼합한 후 37℃의 shaking water bath에서 1 시간 incubation 시켜 생체막 지질 과산화를 유도시켰다. 이때 대조구는 시료를 첨가시키지 않고 위에서와 동일한 방법으로 행하였다. 반응후 3 M trichloroacetic acid와 2.5 N HCl의 혼합용액 0.5 ml를 가하고 3,000 rpm으로 10 분간 원심분리 한 후 상등액 1 ml를 취하여 0.67% TBA 1 ml를 가하여 혼합하고 끓는 물 속에서 30 분간 가열하여 발색시켰다. 냉각 후 533 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 지질 과산화의 억제율은 대조구의 흡광도에 대한 시료의 상

대적 저해율(%)로 나타내었다.

간장 homogenate 및 microsome 분획의 지질 과산화물에 대한 RVS의 항산화 활성

지질 과산화물은 Buege 및 Aust의 방법[5]에 준하여 정량하였다. 즉, 단백질량으로 1 mg을 함유한 간장 homogenate 용액 및 microsome 용액 1ml에 각각 TBA 시약 2 ml를 가하여 잘 혼합하고, 수욕상에서 30분간 가열한 후 실온에서 방냉하였다. 이를 3,000 rpm에서 10 분간 원심분리 한 후 상등액을 535 nm에서 흡광도를 측정하였다. 지질 과산화의 억제율은 대조구의 흡광도에 대한 시료의 상대적 저해율(%)로 나타내었다.

통계처리

실험으로부터 얻어진 결과치는 Duncan's multiple range test 및 Student t-test를 이용하여 통계처리 하였다.

결과 및 고찰

체중 증가량, 식이 섭취량 및 간장무게에 미치는 영향

체중 증가량, 식이 섭취량 및 간장 무게는 실험군간의 유의적인 차이는 없었다 (Table 1).

혈청 지질 농도에 미치는 영향

마우스 혈청의 중성지질 농도는 대조군 113±14 mg/100 ml에 비교해서 옻나무 추출물군 79.8±6.7 mg/100 ml으로 유의적인 감소를 나타내었다(Table 2). 또한, 혈청 총 콜레스테롤 농도는 실험군간에 차이가 없었으나, HDL-콜레스테롤 농도는 옻나무 추출물군에서 유의적으로 증가하였다. 혈중의 지질량은 심혈관계 질환인 동맥경화, 고혈압, 심장

Table. 1. Effect of the water-soluble extract from stem bark of *Rhus verniciflua* Stokes (RVS) on body weight, feed intake and liver weight in mice.

	Body Weight (g)		Feed Intake (g/day/group)	Liver Weight (g)
	Initial	Final		
Control	30.36±1.16	39.20±1.01	5.01±0.04	1.57±0.04
RVS	29.58±0.90	37.30±0.78	5.30±0.05	1.41±0.05

Mice were fed the chow diets containing the water-soluble extract from *Rhus verniciflua* Stokes (2.5 mg/kg body weight/day) for 14 days. Values are mean±S.E. (n=6)

병, 당뇨병 등의 진단지표로 사용되고 있는데, 특히 고콜레스테롤 혈증이 이들 혈관계 질환에서 주된 위험 인자로 지적되고 있다[15]. 또한, 최근에는 고중성지혈증과 저 HDL-콜레스테롤 혈증도 이들 질환의 위험 인자로 주목받게 되어 유럽과 미국 등에서 새로운 임상지침이 설정되었다[3,26]. 그러나, HDL-콜레스테롤은 주로 간장에서 형성되고 다른 지단백질과는 달리 혈관벽에 침착되어 있는 LDL-콜레스테롤을 떼어내어 간장으로 운반하여 에너지원으로 이용하거나 체외 배설 촉진작용을 함으로써 심혈관계 질환 유발의 위험성을 감소시킬 수 있는 유익한 콜레스테롤로 알려져 있다[16]. HDL-콜레스테롤 농도는 식이 섭취에 의해서는 크게 영향을 받지 않지만, 일반적으로 식물성 polyphenol 화합물에 의해서는 증가되는 것으로 보고되고 있다[11,24,27]. 본 실험에서도 율나무 추출물 군에서 HDL-콜레스테롤 농도가 증가함으로써 생체 내에서 혈전생성 방지 등 유익한 작용을 할 것으로 사료된다.

최근 국내에서는 천연자원을 대상으로 지질 저하 기능을 가진 생리활성 물질을 한방약이나 식용 식물로부터 찾아내려는 연구가 활발히 진행되고 있는데, 감자[8], 빵잎[9], 감귤류 과피[10,18] 등으로부터 혈청 중성지질 저해효과가 보고된 바 있다. 사육용 돼지에 출하 30 및 40 일 전 한약재 부산물을 건조 분쇄시켜 1, 5 및 7% 수준으로 식이 중에 첨가하여 사육 하었을 때 혈중 중성지질 농도가 8~11% 감소하였다고 한다[12]. 혈청에서의 중성지질 및 VLDL의 저하 기작으로서, 간장에서 중성지질 및 VLDL 합성저하, 혈청 중에서 VLDL의 이화촉진(lipoprotein lipase 활성화), 그리고 말초조직으로부터의 지방산 동원 감소로 크게 대별 될 수 있다. 율나무 추출물의 주성분인 urushiol은 마우스의 peroxisome과 mitochondria에 있어 지방산 산화 대사를 조절하는 역할이 있는 것으로 보고되

었다[7]. 또한, 사람 간 배양 세포 유래의 HepG2의 배양에 한방성분을 첨가하여 경시적으로 지질대사에 미치는 영향을 검토한 결과, ¹⁴C-acetate, ³H-glycerol 및 ¹⁴C-choline을 이용한 동위원소 표적실험에서 간 세포내의 triglyceride 및 diglycerol 분획에의 표적량이 현저한 감소를 보여 중성지질 합성을 저해시키는 것으로 나타났다[35]. 이러한 세포 내에서의 중성지질 합성 감소는 혈장에서 중성지질 및 VLDL 저하를 초래 할 수 있다. 지금까지 알려진 바에 의하면 *Rhus verniciflua*에 함유되어 있는 성분들은 대략 phenol계 화합물 60~65%, 수분 20~30%, rubber like materials 5~7%, 질소 함유 화합물 3~5%로 구성되어 있다. 따라서, 지금까지의 연구 결과에서 율나무 추출물을 비롯한 대부분의 한방약 성분이 phenol계 화합물(flavonoids)인 것으로 미루어 볼 때 생체내 지질 대사 및 항산화 활성을 나타내는 주성분이 이들 phenol계 화합물에 기인하는 것을 시사한다[28,36]. 그 대표적인 성분으로는 baicalin, baicalein, wogonin, quercetin, keampferol, wogonoside, berberine, coptisine, palmatine, jateorrhizine 및 glycyrrhizin 등을 열거 할 수 있다[28,29,36]. 본 실험에서 율나무 추출물에 의한 혈장 중성지질 농도의 감소 및 HDL-콜레스테롤 농도의 증가도 phenol계 화합물에 의한 것으로 추측 된다.

간장 지질농도에 미치는 영향

율나무 추출물은 마우스의 간장 중성지질, 콜레스테롤 및 인지질 농도에는 현저한 영향을 미치지 못하였다 (Table 3). 지금까지 율나무 추출물을 투여한 동물실험에서는 주로 알러지에 관련한 연구가 대부분이며, 지질농도에 대한 자료는 거의 전무한 실정이다. 본 실험에서 율나무 추출물을 투여한 농도로는 간장에서의 지질 농도에 영

Table 2. Effect of the water-soluble extract from stem bark of *Rhus verniciflua* Stokes (RVS) on the concentrations of serum lipids in mice.

	Triacylglycerol	Phospholipid	Total-Cholesterol	HDL-Cholesterol
	(mg / 100 ml)			
Control	113.0±14.7	226.0±18.2	114.6±7.4	60.35±4.55
RVS	79.8±6.7*	243.0±9.6	126.6±3.5	74.41±2.69*

Mice were fed the chow diets containing the water-soluble extract from *Rhus verniciflua* Stokes (2.5 mg/kg body weight/day) for 14 days. *p<0.05 Values are mean±S.E. (n=6)

Table 3. Effect of the water-soluble extract from stem bark of *Rhus verniciflua* Stokes (RVS) on the concentrations of liver lipids in mice.

	Triglyceride	Cholesterol	Phospholipid
	(mg / g liver)		
Control	18.61±1.11	2.53±0.30	37.46±1.72
RVS	21.40±2.58	1.87±0.38	38.78±1.00

Mice were fed the chow diets containing the water-soluble extract from *Rhus verniciflua* Stokes (2.5 mg/kg body weight/day) for 14 days. Values are mean±S.E. (n=6)

향을 미치지 못하고 다만 혈중 지질농도에만 영향을 미치는 것으로 생각된다. 따라서 보다 자세한 실험 결과를 얻기 위해서는 동물 종, 식이중의 첨가량 및 사육일수 등을 고려한 추후 실험이 이루어져야 할 것이다.

간조직의 지질 과산화물에 미치는 영향

지질 과산화물의 생성 증가는 여러 가지 독성 화합물과 약물에 의한 간 손상이 원인이라는 학설이 인정되고 이러한 것들은 세포내 산화 스트레스, 즉 free radical 생성 증가 및 항산화 효과 감소로 인해 발생하는 것으로 보고되어져 있다[1,2,30]. 본 실험에서 마우스 체중 kg당 2.5 mg의 옻나무 추출물을 2 주간 투여하였을 때 생체막 손상의 정도를 나타내는 조직 과산화 지질의 함량이 대조군과 큰 차이가 없는 것으로 보아(Fig 1) 옻나무 추출물의 투여량과 투여기간에서는 간조직 세포에 별다른 독성을 유발시키지 않는 것으로 사료되었다. 최근에는 생체에 부작용이 없고 항산화력이 강한 천연 항산화제를 한약재를 비롯한 식용 식물로부터 찾아내려는 연구가 활발히 진행되고 있는데[6,7,19], 각종 식물 추출물중 대부분의 한약재 추출물에서 항산화 효과를 보여 양과 그 특성에 차이가 있었으나 항산화성 물질들을 대부분 함유하고 있었다[19]. 사육용 돼지에 출하 30 및 40 일전 한약재 부산물을 건조 분쇄시켜 1, 5 및 7% 수준으로 식이 중에 첨가하여 사육하였을 때 혈액내의 과산화 지질(malondialdehyde)의 생성은 한약재 투여 모든 실험군에서 유의적으로 억제되었으며, 이러한 효과는 투여 량이 많을수록 투여 일수가 길수록 현저하였다고 한다[12]. 옻나무를 극성이 다른 유기용매인 chloroform, hexane, ethanol로 각각 추출하여 DPPH 법과 thiocyanate법으로 항산화 활성을 측정된 결과 ethanol

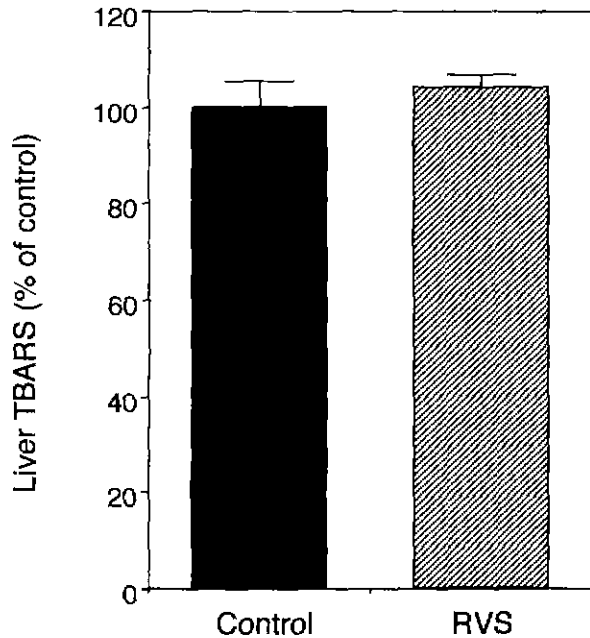


Fig. 1. Antioxidative activity of water-soluble extract of stem bark from *Rhus Verniciflua* Stokes (RVS) on the lipid peroxidation of hepatic tissue in mouse.

추출물이 다른 용매에 비해 항산화 효과가 높았으며, 이 분획물로부터 극성을 달리 하였을때 chloroform 분획에서 항산화 효과가 가장 높았다는 보고가 있다[25]. 그러나, 본 실험에서는 대조군의 마우스로부터 분획한 간장 microsomes 생체막을 이용한 지질 과산화물 생성 정도를 나타내는 TBARS 함량을 측정된 결과, 옻나무 추출물의 무첨가구에 비교해서 methanol 추출물구에서 가장 강한 활성을 보였으며, 수용성 추출물구에서는 저하하였으며, ethanol 추출물구에서는 오히려 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 2). 또한 methanol 추출물구에서 강한 활성을 나타내었기 때문에 보다 자세한 활성 농도를 알아보기 위하여 0.2 mg/ml~1.0 mg/ml의 농도별로 첨가하여 반응을 시킨 결과에서는 시료 첨가 농도가 많을수록 강한 활성을 나타내었다(Fig. 3). 식물로부터 항산화 물질 추출실험에서 가장 많이 사용되고 있는 용매는 methanol인데 이는 비교적 항산화 효과가 높은 극성물질의 추출과 함께 추출 수율도 높기 때문이다[21,23]. 따라서 옻나무 추출물에 의한 항산화 효과는 ethanol 또는 methanol과 같은 극성물질로서 추출할 때 강한 활성을 나타내는 것으로 사료된다. 이러한 항산화

요 약

욱나무(*Rhus verniciflua* Stokes : RVS) 수피로부터 추출한 수용성 추출물 2.5 mg/kg body weight/day을 시판 분말용 식이에 첨가하여 마우스 수컷(ddY strain)에 2주간 자유 섭취시켜 혈청 및 간장 지질농도 및 지질 과산화에 어떤 영향을 미치는지를 검토하였다. 마우스의 체중 증가량, 식이 섭취량, 간 중량, 간장 지질 농도 및 혈청 총 콜레스테롤과 인지질 농도는 실험 군간에 유의적인 차이는 없었다. 혈청 중성지질 및 HDL-콜레스테롤 농도는 윗나무 추출물 군에서 각각 유의적으로 감소 및 증가하였다. 윗나무 메탄올 추출물은 microsomes 지질 과산화를 현저하게 억제시켰으며, 또한 이러한 효과는 농도 의존적으로 강한 항산화 활성을 보였다. 이상의 실험 결과에서 윗나무 수피 수용성 추출물은 혈중 중성지질 농도의 감소효과 및 항산화 활성을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Adams, Jr J. D. and Odunze, I. N. 1991. Oxygen free radicals and Parkinson's disease. *Free Rad. Biol. Med.* 10, 161-169.
2. Adelman, R., R. L. Saul and B. N. Ames. 1998. Oxidative stress to DNA : relation to species metabolic rate and life span. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 85, 2706-2708.
3. Assmann, G. and H. Schulth. 1992. Relation of HDL-cholesterol and triglycerides to incidence of atherosclerotic coronary heart disease (The PROCAM Experimente). *Am. J. Cardiol.* 70, 733-737.
4. Bartlett, G. R. 1959. Colorimetric assay methods for free and phosphorylated glyceric acids. *J. Biol. Chem.* 234, 469-471.
5. Buege, J. A. and S. D. Aust. 1978. Microsomal lipid peroxidation. In "Methods in Enzynology" Gleischer, S. and parker, L. (eds), Academic Press, New York, Vol., 52, p.302
6. 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.
7. Cha, J. Y., H. J. Kim, C. H. Chung and Y. S. Cho. 1999. Antioxidative activities and contents of poly-

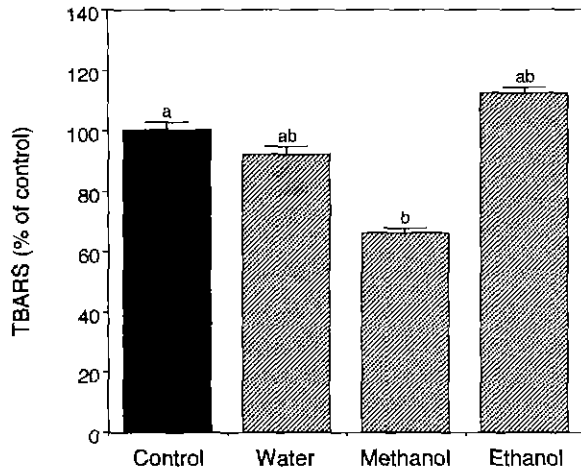


Fig. 2. Antioxidative activiteis of extracts of stem bark from *Rhus verniciflua* Stokes by thiocyanate method.

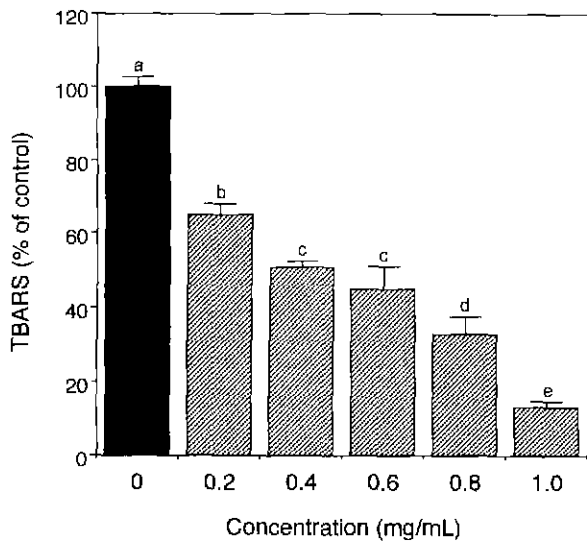


Fig. 3. Antioxidative activiteis of methanol extract of stem bark from *Rhus verniciflua* Stokes by thiocyanate method.

활성을 보이는 물질은 carbonyl기를 가지는 flavanone 또는 flavone계 화합물[19]로 추정되었으며, 그 구조를 동정한 결과 fisetin, fustin, butin, butein 및 sulfuretin으로 확인되었다[20]. 실제로 flavonoid는 *in vivo* 및 *in vitro* 실험계에서 강한 항산화 활성을 나타내었으며, 한방 유래의 성분에서도 항산화 활성이 다수 보고되어져 왔다[12].

- phenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 1310-1315.
8. 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.
 9. 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. *Agric. Chem. Biotechnol.*, **43**, in press
 10. Cha, J. Y., S. Y. Kim, S. J. Jeong and Y. S. Cho. 1999. Effects of hesperetin and naringenin on lipid concentration in orotic acid treated mice. *Korean J. Life Science.* **9**, 389-394.
 11. Choi, J. S., T. Yokozawa and H. Oura. 1991. Antihyperlipidemic effects of flavonoids from *Prunus Davidiana*. *J. Natl. Produc.* **54**, 218-224.
 12. Choi, J. H., D. W. Kim, Y. S. Moon, and D. S. Chung. 1996. Feeding effect of oriental medicine on the functional properties of pig meat. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **25**, 110-117.
 13. Fletcher, M. J. 1968. A colorimetric method for estimating serum triglyceride. *Clin. Chim. Acta.* **22**, 393-397.
 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. Inkeles, S. and D. Eisenberg. 1981. Hyperlipidemia and coronary atherosclerosis. *Medicine* (Baltimore). **60**, 110-123.
 16. Johnson, W. J., F. H. Mahlberg, G. H. Rothblat, and M. C. Phillips. 1991. Cholesterol transport between cells and high density lipoprotein. *Biochem. Biophys. Acta.* **1085**, 273-298.
 17. Kalergis, A. M., C. B. Lopez, M. I. Becker, M. I. Diaz, J. Sein, J. A. Garbarino, and A. E. De Ioannes. 1997. Modulation of fatty acid oxidation alters contact hypersensitivity to urushiols : role of aliphatic chain beta-oxidation in processing and activation of urushiols. *J. Invest. Dermatol.* **108**, 57-61.
 18. Kim, B. K., J. Y. Cha, and Y. S. Cho. 1999. Effects of *Citrus* flavonoid, hesperidin and naringin on lipid metabolism in HepG2 cells. *Korean J. Life Science.* **9**, 382-388.
 19. Kim, I. W., D. H. Shin, and U. Choi. 1999. Isolation of antioxidative compounds from the bark of *Rhus verniciflua* STOKES screened from some Chinese medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 855-863.
 20. Kim, I. W., D. H. Shin, and N. I. Baek. 1999. Identification of antioxidative components from ethanol extract of *Rhus verniciflua* STOKES. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**, 1654-1660.
 21. Kim, J. Y., Y. S. Maeng, and K. Y. Lee. 1995. Antioxidative effects of soybean extracts by using various solvents. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 635-639
 22. Lee, J. C. and K. T. Lim. 1998. Effects of natural bioactive substances on hydroxyl radical in mouse forebrain cell culture. *J. Toxicol. Pub. Health.* **14**, 171-176.
 23. Lee, Y. J., D. H. Shin, Y. S. Chang and W. S. Kang. 1993. Antioxidative effect of *us javanica* Linne extract by various solvents. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**, 677-682.
 24. Lee, C. H., B. K. Choi, W. C. Lee, C. I. Park, Y. Furukawa and S. Kimura. 1992. Effect of dietary protein levels, caffeine and green tea on body fat deposition in wistar rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 595-600.
 25. Lim, K. T. and J. H. Shin. 1997. Antioxidative effects of ethanol extract from *Rhus verniciflua* STOKES. *Korean J. Food Sci Technol.* **29**, 1248-1254.
 26. Manninen, V., L. Tenkanen, P. Koskinen, J. K. Huttunen, M. Mamtari, 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.
 27. Muramatsu, K., M. Fukuyo and Y. Hara. 1986. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *J Nutr. Sci. Vitaminol.* **32**, 613-622.
 28. Ohta, Y., E. Sasaki, K. Nishida, M. Kongo, T. Hayashi, M. Nagata and I. Ishiguro. 1998. Inhibitory effect of Oren-gedoku-to (Huanglian-Jie-Du-Tang) extract on hepatic triglyceride accumulation with the progression of carbon tetrachloride induced acute liver injury in rats. *J. Ethnopharmacol.* **61**, 75-80.
 29. Okamura, N., H. Miki, S. Ishida, H. Ono, A. Yano, T. Tanaka, Y. Ono and A. Yagi. 1999. Simultaneous determination of baicalin, wogonoside, baicalein, wogonin, berberine, coptisine, palmatine, jateorrhizine and glycyrrhizin in Kampo medicines by ion-pair

- high-performance liquid chromatography. *Biol. Pharm. Bull.* **22**, 1015-1021.
30. Sarkar, A., A. Bishayee and M. Chatterjee. 1995. Beta-carotene prevents lipid peroxidation and red blood cell membrane protein damage in experimental hepatocarcinogenesis. *Cancer. Biochem. Biophysics.* **15**, 111-125.
31. Shacter, E., E. J. Beecham, J. M. Covey, K. W. Kohn and M. Potter. 1988. Activated neutrophils induce prolonged DNA damage in neighboring cells. *Carcinogenesis.* **9**, 2297-2304.
32. Shin, M. K. 1986. Limsangbonchohak, p.460-461. Namsan dong, Seoul, Korea
33. Sperry, W. M. and M. Webb. 1950. Aversion of the Shoenheimer-Sperry method for cholesterol determination. *J. Biol. Chem.* **187**, 97-106.
34. Wong, S. F., B. Holliwel, R. Richmond and W. R. Skowroneck. 1981. The role of superoxide and hydroxyl radical in the degradation of hyaluronic acid induced by metal ions and by ascorbic acid. *J. Inorganic. Biochem.* **14**, 127-134.
35. Yamamoto, K., Y. Ogawa, T. Yanagita, F. Mori, N. Fukushima, I. Ozaki, T. Mizuta, Y. Setoguchi and T. Sakai. 1995. Pharmacological effects of Dai-saiko-to on lipid biosynthesis in cultured human hepatocyte HepG2 cells. *J. Ethnopharmacol.* **46**, 49-54.
36. Yotsumoto, H., T. Yanagita, K. Yamamoto, Y. Ogawa, J. Y. Cha and Y. Mori. 1997. Inhibitory effects of Oren-gedoku-to and its components on cholesteryl ester synthesis in cultured human hepatocyte HepG2 cells : evidence from the cultured HepG2 cells and *in vitro* assay of ACAT. *Planta Med.* **63**, 141-145.