

산겨릅나무 추출물의 항산화 및 간 기능 보호효과

권하나 · 박정릉[†] · 전정례
영남대학교 식품영양학과

Antioxidative and Hepatoprotective Effects of *Acer tegmentosum* M. Extracts

Ha Na Kwon, Jung Rewng Park[†], and Jeong Ryaee Jeon

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Gyeongbuk 712-749, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate antioxidative and hepatoprotective effects of *Acer tegmentosum* M. (ATM) extracts. Content of total polyphenol of EtOAc fraction was the highest amount among fractions. Electron donating abilities of all fractions were increased as concentrations of each fraction were increased. ATM BuOH fraction showed the highest SOD like activity at low concentration (<250 µg/mL). To investigate the protective effect of ATM on hepatotoxicity, ATM BuOH fraction was administered to mice for 7 consecutive days, and then lipopolysaccharide (LPS) was injected at a dosage of 1 mg/kg. The LPS led to increase of aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), and blood urea nitrogen (BUN). However, pretreatment with BuOH fraction prior to LPS injection significantly decreased plasma hepatospecific enzyme levels. Histological findings demonstrated that pretreatment with BuOH fraction resulted in an attenuation of LPS induced liver damages.

Key words: *Acer tegmentosum* M., antioxidative, hepatotoxicity, lipopolysaccharide

서 론

국민 소득의 증가와 더불어 식생활 수준의 향상으로 건강에 대한 사람들의 인식이 고조되면서 질병예방과 노화억제 등의 생리적 효능과 함께 생리활성 성분에 대한 관심이 증가되고 있다. 현대인들의 서구적인 식생활 패턴으로의 변화는 여러 가지 만성질환 및 성인병의 발생 위험을 증가시켰으며 활성산소는 이런 질병의 주원인 중 하나로 주목받고 있다. 활성산소는 강한 산화력으로 생체막의 불포화지방산을 산화시켜 지질과산화물의 축적과 조직의 과산화적 손상을 초래함으로써 세포노화, 세포막 분해, 지방산화 등을 유발하며 동맥경화, 당뇨병, 뇌졸중, 자가면역질환, 암 등과 같은 각종 질병과 DNA 합성 억제 등의 심각한 생리적 장애를 일으키는 것으로 보고되고 있다(1). 이들 질병 중 특히 간염, 간경화, 간암 등의 간질환은 한국인에 있어서 암, 당뇨병과 함께 가장 발생빈도가 높은 것으로 알려져 있으며 특히 간암에 의한 사망률은 세계에서 가장 높은 것으로 조사되고 있다(2). 최근 녹색식물이나 과일, 한약 추출물 등의 천연물에 독성이 적으면서 강력한 항산화효과를 나타내는 성분들이 함유되어 있다는 사실이 밝혀지면서(3) 국내외에서 천연물로부터 항산화 및 기능성 물질의 분리 및 개발에 관한 연구

가 활발히 진행되고 있다(4,5).

산겨릅나무(*Acer tegmentosum* M.)는 단풍나무과(Aceraceae)의 낙엽활엽 소교목으로서 국내 중부이북의 고산지대와 만주, 아무르와 우수리강 유역의 일부 산지에만 분포하고 있으며 참겨릅나무, 산겨릅나무, 봉목이라고도 하며 민간에서는 벌나무, 산참목으로 알려져 있다(6). 산겨릅나무 수피의 성분 및 생리활성에 대한 연구로는 Kwon과 Bae(7)의 (+)-catechin 등의 페놀성 화합물의 분리, Hur 등(8,9)의 methyl gallate 4-O-β-D-glucopyranoside, β-sitosterol 등의 페놀성 글루코사이드 및 이소프렌계 화합물의 분리, Hong 등(10)의 DPPH에 대한 항산화와 catechin 등의 페놀계 배당체의 동정, Shin 등(11)의 암세포 생육억제효과 등이 보고되고 있다. 과거에 산겨릅나무는 우리나라에서 많이 이용되지 않았으나 최근 간염, 간경화 등 간질환 치료제로 전국 주요 한약재 시장 및 온라인 매체를 통해 고가로 유통되고 있다. 그러나 산겨릅나무에 함유되어 있는 생리활성 물질에 대한 연구가 부족하여 과학적 근거가 없는 상태라 이에 본 연구는 산겨릅나무의 항산화성 및 간 기능 보호효과를 탐색하여 식품학적 가치를 알아봄으로써 고부가가치의 기능성식품의 개발에 기여하고자 한다.

[†]Corresponding author. E-mail: jrpark@ynu.ac.kr
Phone: 82-53-810-2873, Fax: 82-53-810-4768

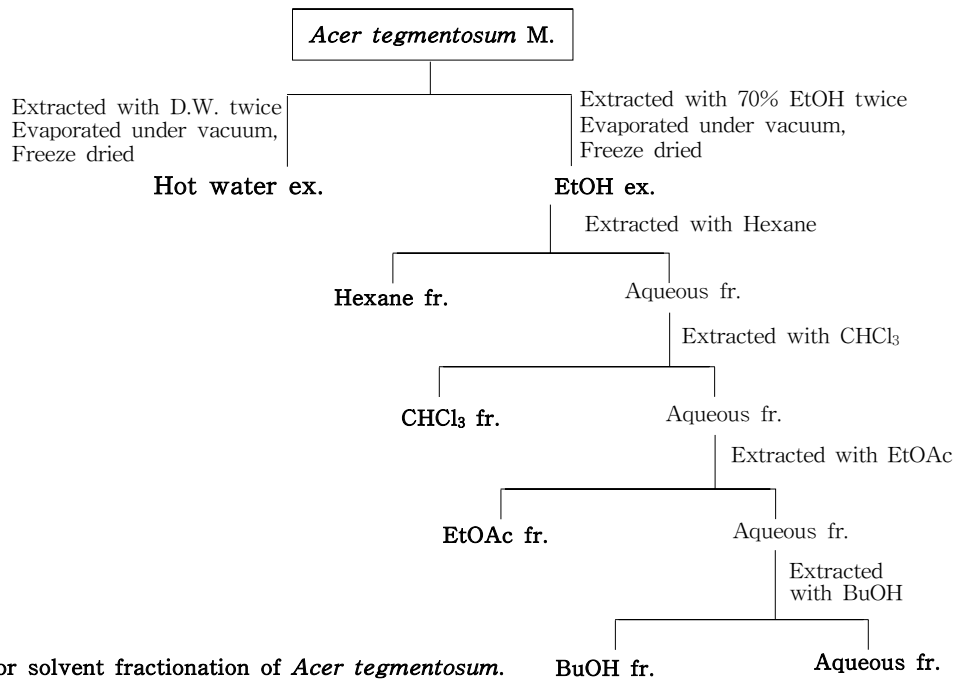


Fig. 1. Flow chart for solvent fractionation of *Acer tegmentosum*.

재료 및 방법

시료의 추출 및 분획

본 실험에 사용된 산겨릅나무는 충북 제천 산으로 2006년 대구소재 (주)옵니허브에서 구입하여 사용하였다. 분획별 추출물의 조제를 위해서 가지를 세절하여 시료의 10배 량에 해당하는 70% ethanol(EtOH)을 가하여 진탕배양기에서 2회 반복추출하고 Whatman No. 4 여과지로 여과하여 40°C에서 감압농축한 후 동결건조하여 시료로 사용하였다 (Fig. 1). 일부의 EtOH 추출물은 다시 hexane, chloroform (CHCl₃), ethyl acetate(EtOAc), butanol(BuOH) 등의 순차적 분획물을 얻어 시료로 사용하였고 분획물 중 hexane fr.은 추출수율이 매우 낮고 점성이 높아 희석하여 사용하기가 어려워 모든 실험에서 제외시켰다. Hot water ex.도 동일한 방법으로 추출하여 사용하였으며 분획물들의 추출수율은 Table 1과 같다.

산겨릅나무 분획별 추출물의 항산화활성

총 폴리페놀 함량: 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법

Table 1. Yields of each solvent fraction obtained from freeze-dried ethanol extract and hot water extract (%)

Solvents	Yield
Hexane fr.	1.20
CHCl ₃ fr.	3.80
EtOAc fr.	9.24
BuOH fr.	29.04
Aqueous fr.	26.20
Hot water ex.	4.60

(12)으로 측정하였다. 추출물을 10 mg/mL가 되게 제조하여 0.2 mL를 시험관에 취하고 증류수를 가하여 2 mL로 만든 후, 0.2 mL Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 3분간 실온에 방치하였다. 그 후 Na₂CO₃ 포화용액 0.4 mL과 증류수를 첨가하여 4 mL로 만든 후 실온에서 1시간 방치하여 725 nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. 표준곡선은 tannic acid를 10 mg/mL가 되게 제조하고 최종농도가 18.75, 37.5, 75.0, 150.0 및 300 µg/mL가 되도록 취하여 위와 같은 방법으로 725 nm에서 흡광도를 측정하여 작성하였다.

전자공여능: 산겨릅나무 추출물의 전자공여능은 Blois (13)의 방법에 준하여 측정하였다. 안정한 유리라디칼인 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH, Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 일정량의 시료 용액과의 반응에 의해 DPPH 라디칼이 감소하는 정도를 측정하여 간접적으로 시료의 항산화 활성을 알아보는 방법이다. 산겨릅나무 각 분획물을 25, 50, 125, 250, 500, 1000 µg/mL 농도로 제조한 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH 용액 1 mL를 가하고 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 기존의 항산화제인 ascorbic acid(Wako Pure Co., Osaka, Japan)를 대조군으로 사용하여 비교하였으며 다음 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{Electron donating ability (\%)} = \left(1 - \frac{A-B}{C}\right) \times 100$$

A: Absorbance of sample at 517 nm

B: Absorbance of d-H₂O instead of DPPH at 517 nm

C: Absorbance of d-H₂O instead of sample at 517 nm

SOD 유사활성: SOD 유사활성 측정은 Bradford(14)의 방법에 준하여 측정하였다. Superoxide dismutase(SOD)는 superoxide(O₂⁻)를 정상상태의 산소로 환원시킴으로써 superoxide가 관여하는 산화적 장애로부터 생체를 보호하여 각종 질병이나 노화를 억제할 수 있는 효소이다(15). 산겨릅나무 각 분획물 0.5 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer[50 mM tris(hydroxymethyl) aminomethane+10 mM EDTA] 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하고 25°C에서 10분간 방치 후 1 N HCl 0.1 mL로 반응을 정지시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{SOD-like activity (\%)} = \left(1 - \frac{A-B}{C}\right) \times 100$$

A: Absorbance of sample at 420 nm

B: Absorbance of d-H₂O instead of pyrogallol at 420 nm

C: Absorbance of d-H₂O instead of sample at 420 nm

마우스 혈장의 효소 활성 및 병리조직학적 검사

실험동물 및 시료: 실험동물은 평균체중이 26~28 g인 ICR계 웅성 마우스를 사용하여 온도(18±2°C), 습도(65±2%), 명암주기(12시간)가 자동조절되는 사육실에서 7일간 예비사육한 후 평균체중이 비슷하도록 군당 7마리씩 4군으로 나누어 실험하였다(Table 2). Lipopolysaccharide(LPS, Sigma Co.)는 그람음성균의 세포벽에 존재하는 구성물질의 일종으로 감염이나 염증(16), 간세포 손상을 유발하여 간 기능 장애를 일으키는 것으로 보고되고 있다(17). BuOH fr.을 마우스 kg당 100 mg으로 7일 동안 하루 1회 일정시간에 경구투여 하였으며 급성 간 손상을 위해 7일째 BuOH fr. 투여 2시간 후 LPS를 마우스 kg당 1 mg으로 복강 내 1회 투여하였다(18,19).

실험동물의 처치 및 분석: 실험동물은 희생 16시간 전 절식시켰으며 LPS 투여 18시간 후 혈액을 채취하고 간 조직을 적출하였다. 채취한 혈액은 즉시 4°C에서 3,000 rpm으로 20분간 원심분리하고 상등액을 회수하여 -80°C의 초저온 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다. AST 및 ALT 활성도는 Reitman-Frankel법(20), BUN 활성도는 urease-indophenol법(21)에 의한 분석 kit를 사용하여 측정하였다. 병리조직학적 검사는 일정한 두께로 적출한 간 조직을 10%

Table 2. Experimental groups

Group ¹⁾	<i>Acer tegmentosum</i> BuOH fr.	Lipopolysaccharide (LPS)
Normal	-	-
LPS	-	+
ATB	+	-
ATB+LPS	+	+

Acer tegmentosum BuOH fr. was administered intragastrically in dose 100 mg/kg/day during 7 days followed by intraperitoneal injection of LPS in dose 1 mg/kg.

중성 포르말린 용액에 고정하고 탈수한 후 침투과정을 거쳐 파라핀으로 포매하고 4 μm의 박절편을 만들어 hematoxylin & eosin 염색하여 광학현미경(BX50, Olympus Co., Japan)으로 관찰하였다.

통계처리

본 실험결과는 SPSS 14.0 통계 프로그램을 이용하여 산출한 평균과 표준편차로 나타내었고 일원배치 분산분석법에 의해 p<0.05 수준에서 유의성을 검증하였다. 각 실험군의 평균치간 유의성은 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

산겨릅나무 분획별 추출물의 항산화활성

총 폴리페놀 함량: 페놀성 물질은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가진다. 많은 종류의 페놀성 화합물이 천연항산화제 혹은 항돌연변이, 항발암효과 등 인체에 다양한 생리활성을 나타내고 있어 많은 관심을 모으고 있다(22). 분획물 1 g당 폴리페놀 함량은 EtOAc fr.에서 5.1 mg/g로 가장 높게 나타났고 BuOH fr.은 3.0 mg/g으로 두 번째로 높은 함량을 보였으며, 다음으로 EtOH ex., CHCl₃ fr., hot water ex., aqueous fr. 순으로 높게 나타났다(Table 3). Sa 등(23)의 산뽕나무 줄기 에탄올 추출물(3.3 mg/g), Lee 등(24)의 동백나무 잎 추출물(1.6 mg/g)과 비교해볼 때 더 높거나 비슷한 함량의 폴리페놀이 함유되어 있었다.

전자공여능: Table 4에 나타난 바와 같이 EtOAc fr.의 전자공여능은 84.4~93.9%로 모든 농도에서 ascorbic acid와 유사한 전자공여능을 보였고, BuOH fr.(60.5~89.4%), CHCl₃ fr.(20.2~100.2%)은 EtOH ex.(43.3~85.3%), aqueous fr.(1.8~80.8%), hot water ex.(32.3~87.0%)에 비해 상대적으로 높은 전자공여능을 나타냈다. 농도별로는 분획물 중 EtOAc fr., BuOH fr., CHCl₃ fr.이 각 농도마다 ascorbic acid와 유사한 효과가 있음이 확인되었다. 이는 Hong 등

Table 3. Total polyphenol contents of *Acer tegmentosum* extracts
(mg TAE¹⁾/g fraction)

Samples	Total polyphenol
EtOH ex.	2.3±0.17 ^{2)c3)}
CHCl ₃ fr.	2.3±0.22 ^c
EtOAc fr.	5.1±0.21 ^a
BuOH fr.	3.0±0.22 ^b
Aqueous fr.	0.6±0.09 ^e
Hot water ex.	1.5±0.19 ^d

¹⁾Polyphenol content was expressed as TAE (tannic acid equivalent) per gram of fraction.

²⁾Mean ± SD.

³⁾Values in the column with different superscripts are significantly different at p<0.05.

Table 4. Effect of *Acer tegmentosum* extracts on electron donating ability (%)

Fractions	Electron donation ability					
	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)					
	25	50	125	250	500	1000
Ascorbic acid	90.9 \pm 7.91 ^{1)a2)}	94.8 \pm 0.86 ^a	93.4 \pm 1.79 ^a	93.7 \pm 1.70 ^a	93.8 \pm 1.59 ^a	94.0 \pm 1.64 ^{ab}
EtOH ex.	43.3 \pm 1.40 ^c	85.7 \pm 1.35 ^b	82.1 \pm 2.21 ^{bc}	82.2 \pm 1.70 ^b	83.6 \pm 1.02 ^{bcd}	85.3 \pm 0.66 ^{cd}
CHCl ₃ fr.	20.2 \pm 0.89 ^e	44.1 \pm 0.21 ^d	78.6 \pm 2.99 ^{bc}	87.1 \pm 2.43 ^{ab}	91.2 \pm 1.23 ^a	100.2 \pm 2.87 ^a
EtOAc fr.	85.4 \pm 2.79 ^a	84.4 \pm 0.54 ^b	85.4 \pm 2.02 ^{abc}	87.4 \pm 1.05 ^{ab}	90.0 \pm 0.84 ^{ab}	93.9 \pm 1.11 ^{ab}
BuOH fr.	60.5 \pm 1.60 ^b	84.1 \pm 0.91 ^b	86.7 \pm 4.18 ^{ab}	85.1 \pm 2.17 ^{ab}	88.0 \pm 0.31 ^{abc}	89.4 \pm 0.40 ^{bc}
Aqueous fr.	1.8 \pm 0.68 ^f	23.3 \pm 1.87 ^e	76.4 \pm 4.21 ^c	80.8 \pm 2.84 ^b	79.8 \pm 4.92 ^d	79.8 \pm 7.76 ^d
Hot water ex.	32.3 \pm 0.75 ^d	75.5 \pm 0.68 ^c	87.0 \pm 11.36 ^{ab}	86.9 \pm 14.28 ^{ab}	81.3 \pm 9.07 ^{cd}	77.7 \pm 7.81 ^d

¹⁾Mean \pm SD. ²⁾Values in the column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

Table 5. Effect of *Acer tegmentosum* extracts on SOD-like activity (%)

Fractions	SOD-like activity					
	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)					
	25	50	125	250	500	1000
Ascorbic acid	27.7 \pm 1.90 ^{1)a2)}	31.0 \pm 3.34 ^a	40.3 \pm 0.66 ^a	53.7 \pm 0.28 ^a	63.7 \pm 2.07 ^a	77.4 \pm 0.23 ^a
EtOH ex.	22.3 \pm 0.83 ^c	23.1 \pm 2.14 ^b	24.9 \pm 0.09 ^c	26.9 \pm 0.25 ^e	27.9 \pm 0.68 ^e	27.4 \pm 1.02 ^d
CHCl ₃ fr.	19.1 \pm 0.35 ^{de}	24.9 \pm 0.53 ^b	23.5 \pm 0.27 ^c	24.9 \pm 2.29 ^e	29.4 \pm 0.81 ^e	28.5 \pm 1.76 ^d
EtOAc fr.	17.8 \pm 0.36 ^e	24.7 \pm 0.91 ^b	20.6 \pm 1.99 ^d	36.4 \pm 2.44 ^{cd}	39.7 \pm 0.39 ^{bc}	40.2 \pm 0.23 ^c
BuOH fr.	25.3 \pm 1.05 ^b	28.8 \pm 0.83 ^a	32.0 \pm 1.50 ^b	33.5 \pm 0.51 ^d	32.6 \pm 0.82 ^d	38.3 \pm 0.64 ^c
Aqueous fr.	22.5 \pm 0.55 ^c	24.6 \pm 0.46 ^b	23.9 \pm 0.56 ^c	40.1 \pm 1.11 ^b	41.3 \pm 0.70 ^b	44.0 \pm 1.62 ^b
Hot water ex.	20.4 \pm 0.79 ^d	25.3 \pm 0.72 ^b	20.4 \pm 2.53 ^d	35.3 \pm 0.49 ^d	39.4 \pm 0.85 ^c	39.7 \pm 2.14 ^c

¹⁾Mean \pm SD. ²⁾Values in the column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

(10)과 Shin 등(11)의 산겨릅나무 줄기 분획물의 전자공여능을 측정하고 에틸아세테이트, 부탄올 분획에서 가장 높은 활성을 나타냈다는 결과와 일치하였으며 또한 Lee(25)의 가죽나무 줄기 열수추출물 0.1~1.0 mg/mL 농도에서 50.39~67.03%, Kim 등(26)의 약용식물 물 추출물 1 mg/mL 농도의 오가피(71.8%), 음양곽(69.5%), 산수유(66.7%)의 결과와 비교할 때 본 실험에서 비교적 낮은 전자공여능을 나타냈던 hot water ex.(77.7~87.0%)의 효과가 더 높았다. 이것은 이들 분획층에 용해되어 있는 천연항산화제로 잘 알려진 폴리페놀이 전자공여 작용에 기여한 것으로 추정된다.

SOD 유사활성: 산겨릅나무 분획별 추출물의 SOD 유사활성능은 Table 5와 같다. 대다수의 산겨릅나무추출물 분획물에서 비교군인 ascorbic acid의 50% 수준에 달하는 SOD 유사활성을 나타내었으며, 특히 aqueous fr. 경우 250, 500 및 1000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 40.1 \pm 1.11, 41.3 \pm 0.70, 44.0 \pm 1.62%로 관찰된 모든 산겨릅나무 추출물의 분획물 중 가장 높은 SOD 유사활성을 나타내었다. 또한 기타의 약용식물 추출물의 SOD 유사활성은 극히 소수의 식물에서만 나타난다고 보고되어지며(27), Lee 등(24)의 가죽나무 줄기 열수추출물은 100~1000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 유사활성능이 5.52~10.78%, Kwon 등(28)의 화살나무는 100~3000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 18~20%로 산겨릅나무보다 더 높거나 유사한 활성능을 보였다.

마우스 혈장의 효소 활성 및 병리조직학적 검사

혈장 AST, ALT 활성도: Table 6과 같이 LPS만을 투여한 군(LPS)은 normal군에 비하여 AST, ALT의 활성이 유

Table 6. Effect of *Acer tegmentosum* BuOH fr. on plasma AST and ALT activities in mouse (Karman unit/mL)

Group ¹⁾	AST	ALT
Normal	36.1 \pm 3.26 ^b	23.2 \pm 1.15 ^c
LPS	40.1 \pm 1.88 ^a	28.7 \pm 0.60 ^a
ATB	33.1 \pm 2.57 ^b	22.9 \pm 1.34 ^c
ATB+LPS	35.0 \pm 2.54 ^b	26.3 \pm 1.79 ^b

¹⁾Normal: not treated with BuOH fr. and LPS, LPS: treated with LPS, ATB: treated with BuOH fr., ATB+LPS: treated with BuOH fr. and LPS.

²⁾Mean \pm SD.

³⁾Values in the column with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

의적으로 증가하였고 BuOH fr.을 전 처치한 다음 LPS를 투여한 군(ATB+LPS)은 LPS군에 비하여 AST, ALT 활성이 유의하게 감소되었다. 이는 LPS에 의해 간 조직 손상이 야기되었으며 BuOH fr.이 LPS가 유도하는 간 조직 손상에 보호 작용을 한 것으로 사료된다. 또한 체중 kg당 100 mg의 BuOH fr.을 7일간 투여한 군(ATB)은 normal군과 AST, ALT의 활성에서 유의성이 없는 것으로 보아 본 실험에 사용한 BuOH fr.의 투여량과 투여기간에서는 간 조직 세포에 별다른 독성작용은 유발시키지 않는 것으로 나타났다.

혈장 BUN 활성도: 요소는 단백질의 최종 분해산물로서 간에서 요소회로에 의해 신장으로 배출되며 BUN은 신장 질환 시 혈액에서 활성이 증가되어 신장 질환의 대표적 인자로 알려져 있다(29). 산겨릅나무 BuOH fr.을 7일간 경구투여한 후, LPS를 복강 투여하여 혈장 BUN의 활성변화를 측정 한 결과는 Table 7과 같았다. LPS만을 투여한 군(LPS)은

Table 7. Effect of *Acer tegmentosum* BuOH fr. on plasma BUN activities in mouse (mg/dL)

Group ¹⁾	BUN
Normal	28.0±6.89 ^b
LPS	65.8±13.99 ^a
ATB	29.7±3.99 ^b
ATB+LPS	53.6±11.88 ^a

¹⁾Normal: not treated with *Acer tegmentosum* BuOH fr. and LPS, LPS: treated with LPS, ATB: treated with *Acer tegmentosum* BuOH fr., ATB+LPS: treated with *Acer tegmentosum* BuOH fr. and LPS.

²⁾Mean±SD.

³⁾Values in the column with different superscripts are significantly different at p<0.05.

normal군에 비하여 BUN의 활성이 유의적으로 증가하였고 BuOH fr.을 전 처치한 다음 LPS를 투여한 군(ATB+LPS)은 LPS군에 비하여 BUN의 활성이 약간은 감소하였으나 유의적인 차이는 나타나지 않는 것으로 보아 신장 기능 보호 작용은 미미한 것으로 생각되어진다.

병리조직학적 검사: 적출한 간조직의 광학현미경에 의한 관찰 결과는 Fig. 2에 나타낸 바와 같다. 정상군(A)은 간소엽의 구조가 잘 유지되었으며 간세포들은 풍부한 호산성 세포질과 둥근 핵을 가지고 잘 배열되어 있었다. BuOH fr.은 투여하지 않고 LPS만을 투여한 군(B)의 경우 간세포의 괴사 및 염증세포 침윤, 퇴화된 세포가 나타나 LPS에 의한 손상이 관찰되었고 BuOH fr.을 투여하고 LPS를 투여하지 않은

군(C)에서는 간소엽의 구조가 비교적 잘 유지되었다. 또한 BuOH fr.을 투여하고 LPS로 급성 간손상을 유도한 군(D)은 간소엽을 구성하고 있는 간세포에 염증과 괴사가 나타났지만 LPS군에 비하여 그 정도가 적은 것으로 나타나 산겨릅나무 BuOH fr.에 의해 손상된 간세포가 재생된 것으로 생각된다. Jeon과 Park(30)의 두층잎 물 추출물이 급성 간 손상을 유도하는 사염화탄소를 투여한 흰쥐에 미치는 영향을 알아본 바 간조직의 병리조직학적 검사에서 사염화탄소에 의한 간 손상이 두층잎 추출물에 의해 회복된 형태학적 관찰 결과가 본 실험과 유사하였다. 이러한 간조직의 형태학적 관찰을 통하여 산겨릅나무 BuOH fr.은 간 손상을 억제시키는데 효과가 있었으며, 이들의 억제효과는 비교적 우수한 전자공여능과 SOD 유사활성능에 인한 것으로 사료되어진다.

요 약

본 연구는 산겨릅나무의 식품학적 가치를 알아보고 기능성식품 소재로서의 이용·개발을 위하여 항산화 및 간 기능 보호효과를 탐색하였다. 항산화성 결과 가운데 총 폴리페놀은 EtOAc fr.에서 함량이 가장 많았고 BuOH fr., EtOH ex., CHCl₃ fr., hot water ex., aqueous fr. 순으로 높게 나타났다. 전자공여능은 EtOAc fr.과 BuOH fr.이 ascorbic acid와 유사한 전자공여능을 보였으며 SOD 유사활성능은 250 µg/mL 이하의 농도에서는 BuOH fr.이 가장 높게, 그 이상에서는

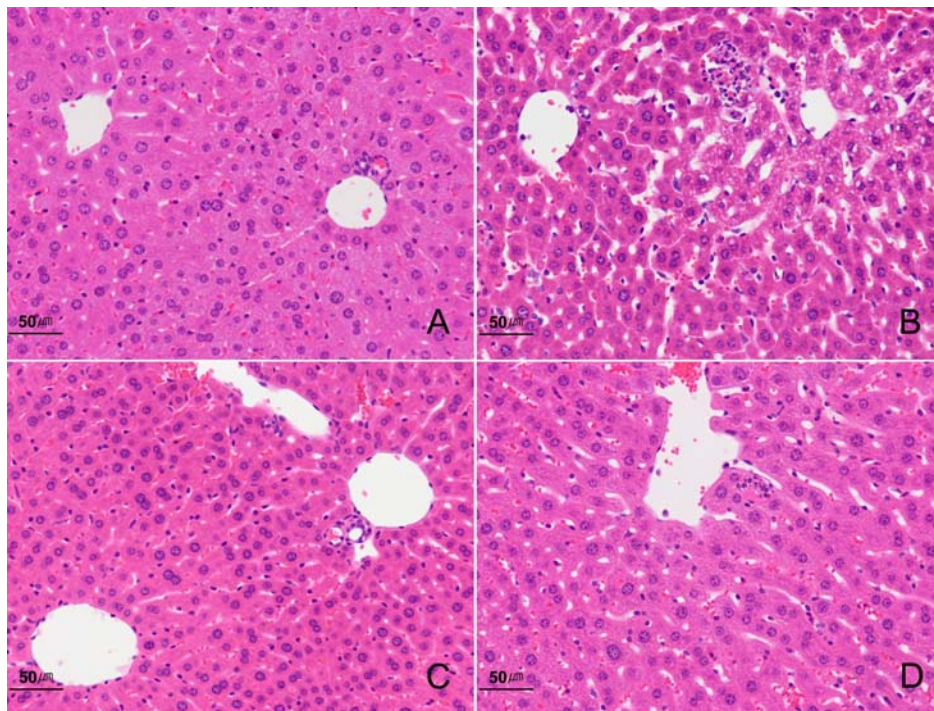


Fig. 2. Histopathologic examination by light microscopy (×200).

A: Normal group—The liver shows normal morphology. B: LPS treated group—Inflammatory cells infiltration, necrosis and degeneration are present. C: *Acer tegmentosum* BuOH fr. treated group—The liver shows normal morphology. D: *Acer tegmentosum* BuOH fr. and LPS treated group—Inflammatory cells and necrosis are decreased.

aqueous fr.에서 가장 높게 나타났다. LPS로 급성 간 손상을 유도한 마우스에서의 BuOH fr.의 간 기능 보호효과에서는 BuOH fr.을 전 처치한 다음 LPS를 투여한 군이 LPS만을 투여한 군보다 혈장 AST와 ALT의 활성은 유의하게 감소되었으나 BUN의 농도는 유의성이 관찰되지 않았다. 간조직의 형태학적 관찰에서 BuOH fr.을 투여하고 LPS로 급성 간 손상을 유도한 군의 간세포는 염증과 괴사가 나타났지만 LPS군에 비하여 그 정도가 적은 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 영남대학교 교비연구비에 의해 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

문헌

- Ito N, Hirose M, Fukeshima S, Tsuda H, Shirai T, Tatematsu M. 1986. Their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogenesis. *Food Chem Toxicol* 24: 1071-1082.
- Lee KW, Nam BH, Jo WS, Oh SJ, Kang EY, Choi YJ, Lee JY, Cheon SC, Jeong MH, Lee JD. 2006. Collection, classification, and hepatic effect of native *Cordyceps militaris*. *Korea J Mycol* 34: 7-13.
- Di Cario G, Mascolo N, Izzo AA, Capasso F. 1999. Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sci* 65: 337-353.
- Yang YM, Hyun JW, Lim KH, Sung MS, Kang SS, Park WH, Bae K, Cho WH, Kim HJ, Woo ER, Park HK, Park JG. 1996. Antineoplastic effect of extracts from traditional medicinal plants and various plants (III). *Kor J Pharmacogn* 27: 105-110.
- Sunami E, Tsuno N, Osada T, Saito S, Kitayama J, Tomozawa S, Tsuruo T, Shibata Y, Muto T, Nagawa H. 2000. MMP-1 is a prognostic marker for hematogenous metastasis of colorectal cancer. *The Oncologist* 5: 108-114.
- Kim TW. 1996. *The woody plants of Korea in color*. Kyohak Co., Seoul. p 476.
- Kwon DJ, Bae YS. 2007. Phenolic compounds from *Acer tegmentosum* bark. *Wood Sci Technol* 35: 145-151.
- Hur JM, Yang EJ, Choi SH, Song KS. 2006. Isolation of phenolic glucosides from the stems of *Acer tegmentosum* Max. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 149-152.
- Hur JM, Jun MR, Yang EJ, Choi SH, Park JC, Song KS. 2007. Isolation of isoprenoidal compounds from the stems of *Acer tegmentosum* Max. *Kor J Pharmacogn* 38: 67-70.
- Hong BK, Eom SH, Lee CO, Lee JW, Jeong JH, Kim JK, Cho DH, Yu CY, Kwon YS, Kim MJ. 2007. Biological activities and bioactive compounds in the extract of *Acer tegmentosum* Maxim. stem. *Korean J Medicinal Crop Sci* 15: 296-303.
- Shin IC, Sa JH, Shim TH, Lee JH. 2006. The physical and chemical properties and cytotoxic effects of *Acer tegmentosum* Maxim. extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 322-327.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult* 16: 144-158.
- Blois ML. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1224.
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein using the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem* 72: 248-254.
- Kuramoto T. 1992. Development and application of food materials from extract such as SOD. *Food Process* 27: 22-23.
- Bret-Dibat JL, Creminon C, Couraud JY, Kellev KW, Dantzer R, Kent S. 1997. Systemic capsaicin pretreatment fails to block the decrease in food-motivated behavior induced by lipopolysaccharide and interleukin-1 β . *Brain Res Bull* 42: 443-449.
- Wang JH, Redmond HP, Watson RW, Bouchier-Hayes D. 1995. Role of lipopolysaccharide and tumor necrosis factor- α in induction of hepatocyte necrosis. *Am J Physiol* 269: 297-304.
- Sewerynek E, Melchiorri D, Reiter RJ, Ortiz GG, Lewinski A. 1995. Lipopolysaccharide-induced hepatotoxicity is inhibited by the antioxidant melatonin. *Eur J Pharmacol* 293: 327-334.
- Khasina EI, Sqrebneva MN, Ermak IM, Maleev VV. 2007. Effect of carrageenan on non-specific resistance to LPS-induced endotoxemia in mice. *Zh Mikrobiol Epidemiol Immunobiol* 2: 57-60.
- Reitman S, Frankel S. 1957. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Am J Clin Pathol* 28: 56-63.
- Uchida K, Tejima K. 1974. Use of a mixture of a phenol reagent and a urease solution in the urease-indophenol method (analysis of blood urea nitrogen). *Rinsho Byori* 22: 207.
- Kim HJ, Jun BS, Kim SK, Cha JY, Cho YS. 2000. Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 1127-1132.
- Sa JH, Jin YS, Shin IC, Shim TH, Wang MH. 2004. Photoprotective effect and antioxidative activity from different organs of *Morus bombycis* K. *Kor J Pharmacogn* 35: 207-214.
- Lee SY, Hwang EJ, Kim GH, Choi YB, Lim CY, Kim SM. 2005. Antifungal and antioxidant activities of extracts from leaves and flowers of *Camellia japonica* L. *Korean J Medicinal Crop Sci* 13: 93-100.
- Lee YS. 2007. Physiological activities of hot water extract from *Ailanthus altissima*. *Korean J Food Preserv* 14: 170-176.
- Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
- Jeong SJ, Lee JH, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baeg NI. 2004. Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 135-140.
- Kwon GJ, Choi DS, Wang MH. 2007. Biological activities of hot water extracts from *Euonymus alatus* leaf. *Korean J Food Sci Technol* 39: 569-574.
- Stellato T, Rhodes RS, McDougal WS. 1980. Azotemia in upper gastrointestinal hemorrhage. *Am J Gastroenterol* 73: 486-489.
- Jeon JR, Park JR. 2002. Effect of *Eucommia ulmoides* leaf water extract on hepatotoxicity of carbon tetrachloride-induced rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 124-130.

(2008년 9월 8일 접수; 2008년 10월 2일 채택)