

산사(*Crataegi fructus*) 메탄올 추출물로부터 용매분획된 분획물의 생리활성

박성진 · *신언환* · 이재하**

한림성심대학교 관광외식조리과, *울산과학대학교 호텔조리영양과, **신세계 SVN R&D

Biological Activities of Solvent Fractions from Methanolic Extract of *Crataegi fructus*

Sung Jin Park, *Eon Hwan Shin* and Jae Ha Lee**

Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym College, Gangwon 200-711, Korea

*Dept. of Hotel Culinary Arts & Nutrition, Ulsan College, Ulsan 682-715, Korea

**Shinsegae SVN R&D, Seoul 133-110, Korea

Abstract

The purpose of this study is to determine the possibility of using *Crataegi fructus* as natural health food source. The research was conducted to determine the biofunctional activities of *Crataegi fructus* extract. Methanolic extract from *Crataegi fructus* was partitioned by using organic solvents, including n-hexane, ethyl acetate, n-butanol, and water. Ethyl acetate soluble fraction was shown to have the strongest antioxidant activity ($RC_{50}=4.39 \mu\text{g}/\text{mL}$) among the fractions. In the antimicrobial activity assays, ethyl acetate soluble fraction was effective in bacterial inhibition, against the cases of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumonia*, with minimum inhibitory concentrations in $125 \mu\text{g}/\text{mL}$. In the anticomplementary activity assays, water soluble fraction was the most effective exhibiting 18.4% inhibitory activity.

Key words: *Crataegi fructus*, anticomplement activity, DPPH free radical scavenging activity

서 론

산사(山査, *Crataegi fructus*)는 우리나라 각지의 산야와 계곡에서 자생하는 산사나무(*Crataegus pinnatifida* Bunge) 및 동속 근연식물의 성숙한 과실로서 장미과(Rosaceae)에 속하며, 특유의 향긋한 냄새와 단맛 및 신맛을 가지고 있다(한국약학대학협의회 1981). 산사는 건위, 소화, 수렴, 진통, 살균, 살충에 효능이 뛰어나고, 숙취에도 좋은 효과가 있으며, triglyceride 대사(Kwon 등 2005) 능력을 좋게 하고, low-density lipoprotein (LDL) 대사(Chu 등 2003)를 향상시키는 등 지질대사를 개선시키는 데 뛰어난 효능이 있다. 또한 산사는 항산화활성(Kim 등 1993; Song 등 2000)이 우수하고, 항염 효과(Min 등 2004)가 뛰어나 천연항산화물질로서의 의약자원으로도 활용 가능

성을 보여주고 있다. 항산화제는 산화로 인한 여러 가지 바람직하지 않은 화합물의 형성을 방지하기 위해 지질 시스템 내에 첨가된다. 산화에 의해 생성되는 각종 산화 생성물은 DNA를 손상시키거나 암을 유발하며 인간의 노화와도 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Ames & Saul 1987). 일반적으로 페놀계 합성 항산화제로 널리 사용되고 있는 BHA(butylated hydroxy anisol)와 BHT(butylated hydroxy toluene)는 그 효과와 경제성 그리고 안정성 때문에 많이 사용해 왔지만, 합성 식품첨가물의 일반적인 기피 현상뿐만 아니라, 과량 섭취 시 간, 위장점막, 폐, 신장, 순환계 등에 심각한 독성 작용을 일으키는 것으로 알려져 안전한 대체 항산화제의 개발이 요구되었다(Branen AL 1975; Choe & Yang 1982). 따라서 인체에 무해하고 항산화력이 우수한 천연 항산화제에 관한 연구가 오래전부터 진

* Corresponding author: Eon Hwan Shin, Dept. of Hotel Culinary Arts & Nutrition, Ulsan College, Ulsan 682-715, Korea. Tel: +82-52-230-0744, Fax: +82-52-230-0741, E-mail: sihn@uc.ac.kr

행되어 왔으며, 지금까지 보고된 대부분의 천연 항산화제는 식물 유래이다. 대부분의 식물들의 항산화능 화합물은 주로 폴리페놀물질들이며, 천연 항산화제로서의 기능이 잘 알려져 있다(Pratt 등 1992). 식물로부터 유래된 페놀물질의 항산화제는 일부가 금속 복합체를 형성하는 작용을 하나, 주요 기능은 이들의 항산화활성에 있다. 따라서 식물추출물로부터 radical 소거 기능을 탐색함으로써 천연 항산화제를 개발할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 산사 추출물에 대한 생리활성 검정을 목적으로 항산화활성, 항지질과산화활성, 항균활성, 항보체 활성을 실험하여 식품 및 음료 등과 같은 기능성 식품으로서의 다양한 산업적 응용분야에 널리 이용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 산사(*Crataegi fructus*)는 2010년에 재배된 것을 춘천 대광당에서 구입하여 사용하였으며, 산사 1 kg을 100% methanol에 60°C에서 4시간 동안 환류추출시켜 3회 반복 추출하여 543.7 g의 methanol 조추출물을 얻었다. Methanol 추출물을 증류수에 현탁시킨 후 n-hexane, ethyl acetate, butanol 순으로 용매분획을 실시하였다. 위 과정은 3회 반복하였으며, 각각 용매의 분획물은 40°C 이하의 중탕에서 감압 농축하여 hexane 분획 4.72 g, ethyl acetate 분획 5.91 g, butanol 분획 14.27 g 그리고 물 총 63.74 g을 얻었다.

2. 생리활성 실험

1) DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성

항산화 활성을 조사하기 위하여 자유 라디칼인 DPPH를 사용한 항산화활성 측정방법(Xiong 등 1996; Choi 등 1993)을 이용하였다. 유리 시험관에 4 mL의 methanol을 넣고, 시료 화합물을 농도별(1.5~30 μ l)로 첨가한 다음 상기 DPPH(0.15 mM) 용액을 1 mL 첨가하여 실온에서 30분간 반응시키고, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 RC_{50} (μ g/mL)은 화합물을 첨가하지 않은 대조군의 값을 50% 감소시키는 화합물의 농도를 나타냈으며, 기존의 항산화제인 α -tocopherol, BHA, BHT와 비교하였다.

2) Ferric-thiocyanate 법에 의한 지질과산화 억제 활성

Linoleic acid를 기질로 한 과산화 반응 하에서 과산화물의 생성 억제능을 측정하는 Inatani 등(Inatani 등 1983)의 방법에 따라 실험하였다. 2.51% linoleic acid의 ethanol 용액(2.0 mL), 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0, 4.0 mL), H₂O(1.9 mL) 및 Tween 20(0.1 mL)을 20 mL의 시험관에 시료의 최종농도가 0.005%가

되도록 전량을 10 mL로 하여 40°C의 암소에 방치하였다. 상기 시료 0.1 mL에 75% ethanol(9.7 mL) 및 30% ammonium thiocyanate (0.1 mL)를 가하여 혼합하였다. 이 혼합액 2×10^{-2} M ferrous chloride tetrahydrate의 3.5% HCl(0.1 mL)을 가하고, 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 다음 식에 따라 과산화물 생성 억제능(%)를 계산하였다.

$$\text{Lipid peroxidation (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}}{\text{Abc}} \times 100\right)$$

Abc: Absorbance of treated control at 500 nm

Abs: Absorbance of treated sample at 500 nm

3) 항균활성

항미생물 활성을 조사하기 위하여 Kobayashi 등(1996)의 2배계열희석법(2-fold dilution법)에 따라 조사하였다. 세균에 대한 항균 시험은 피검균으로 bacteria strain의 그람 양성균인 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*와 그람 음성균인 *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella typhimurium*, fungi strain인 *Candida albicans* 및 yeast strain은 *Pichia jadinii*를 이용하였다. 피검균을 1개월 간격으로 계대하여 사용하였으며, 세균은 micrococcus와 nutrient, YM 배지에 배양하여 균체 현탁액을 직경 25 mm 시험관에 10 mL 씩 접종하여 각각 37°C와 30°C에서 13시간 진탕 배양(100 rpm)하였다. 이 배양액을 각각의 배지에 100배 희석하여 항균시험에 사용하였다. 시료를 96 well micro assay plate의 제 1번구에 넣고, 조제된 균체 현탁액을 분주하여 2배씩 희석하였다. 이것을 37°C와 30°C에서 24시간 동안 암소 조건에서 배양하면서 세균의 증식을 육안으로 관찰하였다. 항균 활성은 세균의 생육을 억제하는 최저농도(MIC; minimum inhibitory concentration)를 측정하였다(Kim & Hyun 1997).

4) 항보체 활성

항보체 활성은 Klerx 등(1983)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료는 최저무게(50 mg)에 대하여 200 μ l의 DMSO를 첨가하였다. 1%의 적혈구(RBC)와 hemolysin을 동일한 비율로 섞은 후 37°C에서 20분간 반응시키고 4°C에서 보관하였다. Kolmen buffer는 0.1 g의 MgCl₂와 0.04 g의 CaCl₂, NaCl 8.5 g을 H₂O 1 l 에 용해시켜 만들었다. 200 μ l의 Kolmen buffer에 시료 2 μ l를 첨가하고, 상기 용액 1 μ l를 complement 100 μ l와 섞어 37°C에서 30분간 반응시켰고, 적혈구(RBC)와 hemolysin 반응액을 100 μ l 첨가하여 다시 37°C에서 30분간 반응시켰다. 30분간 반응시킨 후 10분 동안 2,000 rpm에서 원심분리하고, 상등액 150 μ l를 취하여 96 well micro assay plate에 옮긴 후, ELISA reader(DOFT max Pro 4.0)를 이용하여 541 nm에서 흡

광도를 측정된 후 항보체 활성은 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Inhibition (\%)} = B - A$$

$$A: \text{DMSO (\%)} = \frac{\text{Abs}_{(-)\text{control}} - \text{Abs}_{\text{DMSO}}}{\text{Abs}_{(-)\text{control}}} \times 100$$

$$B: \text{Anticomplementary activity (\%)} = \frac{\text{Abs}_{(-)\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{(-)\text{control}}} \times 100$$

5) 통계처리

수집된 모든 자료는 SPSS 프로그램(version 10.0)을 이용하여, 모든 측정치는 평균±표준편차를 구하였다.

결과 및 고찰

1. DPPH free radical 소거법에 의한 항산화 활성

산사 추출물에 대한 항산화 활성은 DPPH free radical을 50% 억제하는데 필요한 시료의 농도(RC₅₀)로 나타낸 결과, 산사 methanol 추출물(RC₅₀=6.79 $\mu\text{g/ml}$)에서 높은 활성을 보였으며, ethyl acetate 분획(RC₅₀=4.39 $\mu\text{g/ml}$)과 butanol 분획(RC₅₀= 9.04 $\mu\text{g/ml}$)에서도 강한 항산화활성을 보였다(Table 1). 이는 대조군인 합성 항산화제 BHT(RC₅₀= 39.3 $\mu\text{g/ml}$)와 천연 항산화제 α -tocopherol(RC₅₀= 3.33 $\mu\text{g/ml}$)과 비교해 볼 때 더 강하거나 비슷한 활성을 나타냄을 확인할 수 있다. 단풍나무과인 신나무의 추출물 및 분획물로 항산화 실험을 한 결과(Han 등

Table 1. DPPH¹⁾ free radical scavenging activities in methanolic extract of *Crataegi fructus* and its subfractions

Extract and fractions	RC ₅₀ ²⁾ ($\mu\text{g/ml}$)
MeOH extract	6.79±2.17
Hexane fraction	24.01±4.37
EtOAc fraction	4.39±0.15
BuOH fraction	9.04±0.27
Aqueous fraction	26.14±0.78
α -Tocopherol	3.33±1.15
BHA ³⁾	<2±0.13
BHT ⁴⁾	39.3 ±0.58

¹⁾ DPPH: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl.

²⁾ RC₅₀: Amount required for 50% reduction of DPPH after 30 mins.

³⁾ BHA: Butylated hydroxyanisol.

⁴⁾ BHT: Butylated hydroxytoluene.

Each value is means ± standard derivation of triplicate tests.

1999)와 비교하여 볼 때 전체적으로 산사 추출물 및 분획물이 더 강한 활성을 나타내었음을 확인할 수 있었다. Fumijo 등(1996)은 녹차에서 분리한 catechin을 대상으로 항산화활성을 연구한 결과, 100 μM DPPH의 50%를 환원시키는데 필요한 시료의 농도를 나타내는 값인 SC₅₀이 2.9 μM 을 나타냄으로서 대조군인 α -tocopherol(SC₅₀=18 μM) 및 ascorbic acid(SC₅₀= 13 μM) 보다 우수한 활성을 나타내었다고 보고하였다. Flavonoids 기능의 메카니즘은 scavenging이나 chelating 과정을 통해 나타나며(Kessler 등 2003), phenolic 화합물의 경우 free radical에 terminator 작용을 함으로써 활성을 나타내는데(Shahidi & Wanasundara 1992) 이러한 기작을 통해 산사에 다량 함유된 flavonoid로 사료되면 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2. Ferric thiocyanate법에 의한 지질과산화 억제 활성

Linoleic acid의 산화를 억제하는 효과를 관찰하기 위해 ferric thiocyanate 방법을 사용한 실험은 산사 methanol 추출물 및 분획을 동일한 조건으로 처리하고 15일 동안 2일에 한번씩 측정하였다. Control은 5일부터 급격한 산화를 보였으며, 최종 15일 후에는 ethyl acetate 분획, hexane 분획, 산사 methanol 추출물, butanol 분획, 물 층 순으로 지질과산화 억제 활성을 나타내었다(Fig. 1).

3. 항미생물 활성

산사 추출물 및 용매에 따른 분획물에 대한 항미생물 활성 검정은 2배 계열희석법(2-fold dilution법)(Kobayashi 등 1996)

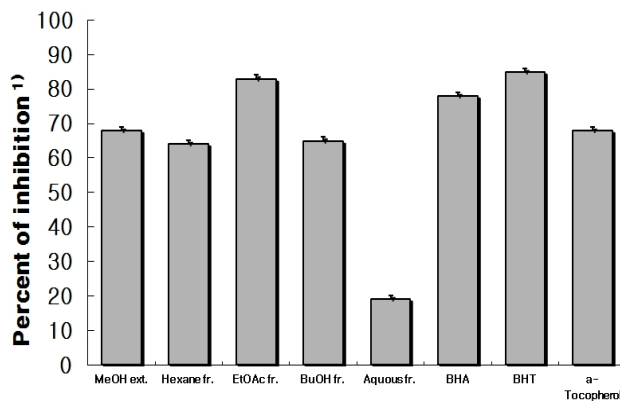


Fig. 1. Antioxidative activities of methanolic extract of *Crataegi fructus* and its subfractions based on a ferric thiocyanate method after 15 days incubation. ¹⁾ Percent of inhibition (capacity to inhibit the peroxide formation in linoleic acid)=[1-(absorbance of sample at 500 nm)/(absorbance of control at 500 nm)]×100. A high inhibitions percent indicates a high antioxidant activity.

Table 2. Antimicrobial activities of the extract of *Crataegi fructus* and its subfractions

Extracts and fractions	MIC ¹⁾ ($\mu\text{g/ml}$)						
	Bacteria strain					Fungi strain	Yeast
	Gram (+)		Gram (-)				
	B.s. ²⁾	S.a. ²⁾	E.c. ²⁾	S.t. ²⁾	K.p. ²⁾	C.a. ²⁾	p.j. ²⁾
MeOH extract	500	1,000<	500	500	500	500	250
Hexane fraction	125	1,000<	1,000<	1,000<	1,000<	500	250
EtOAc fraction	250	1,000	125	500	125	250	250
BuOH fraction	250	1,000	500	500	500	250	250
Aqueous fraction	250	1,000<	500	1,000	1,000	250	250
Ketoconazol	-	-	-	-	-	250	-
Mycostatin	-	-	-	-	-	500	-
Tetracycline	8	8	8	8	8	-	-

¹⁾ The MIC value against bacteria was determined by the serial 2-fold dilution method. The growth of the bacteria was evaluated by the degree of turbidity of the culture with the naked eye.

²⁾ B.s.: *Bacillus subtilis*, S.a.: *Staphylococcus aureus*, E.c.: *Escherichia coli*, S.t.: *Salmonella typhimurium*, K.p.: *Klebsiella pneumonia*, C.a.: *Candida albicans*, P.j.: *Pichia jadinii*.

을 이용하여 최저 억제 농도(MIC: minimum inhibitory concentration)를 조사하였다(Table 2). 박테리아에 대한 항균시험은 Gram 양성균 중 식품의 부패에 관계하는 고초균 *B. subtilis*, 화농성질환 병원균이며 식중독 원인균인 *S. aureus* 균주와 Gram 음성균 중 식품오염의 지표균인 *E. coli*, 식중독 미생물인 *S. typhimurium*, 세균성 폐렴을 일으키는 *K. pneumoniae*를 사용하였다. 항균활성 실험결과, 추출물 및 분획물은 *S. aureus*를 제외한 피검균에 대한 생육 억제 활성을 나타냈으며, 특히 ethyl acetate 분획이 전반적으로 우수한 활성을 나타내었다. 사람의 생식기나 입 주위에 칸디다증(candidiasis)을 일으키는 *C. albicans*를 대상으로 항균활성을 실험한 결과, 실험 균주에 대하여 산사 추출물 및 분획물에서 균 증식 억제능이 확인되었다. 대조균인 ketoconazol이 250 $\mu\text{g/ml}$ 의 첨가구에서 생육저해 효과가 나타난 것에 대해, 전반적으로 유사한 농도에서 증식이 상당히 억제되었다. *Feronia limonia*에서 분리된 lignan 류를 대상으로 *C. albicans* 생육 저해 활성능을 실험한 보고(Rhman & Alexander 2002)와 비교해 볼 때 강한 항균작용을 나타냄을 확인할 수 있었다.

4. 항보체 활성

산사가 갖는 면역활성능을 검토하기 위해 Fig. 2에 제시된 바와 같은 추출물 및 분획물을 대상으로 Klex 등(1983)의 방법을 변형하여 보체계 활성화 정도를 검토하였다. 항보체 활성은 보체의 용혈작용을 50% 억제시키는 조건에서 시료의 항보체 활성을 percent로 표시하였다. 본 실험에서는 시료가 면역활성능을 가지게 되면 보체계를 활성화시켜서 결과적으

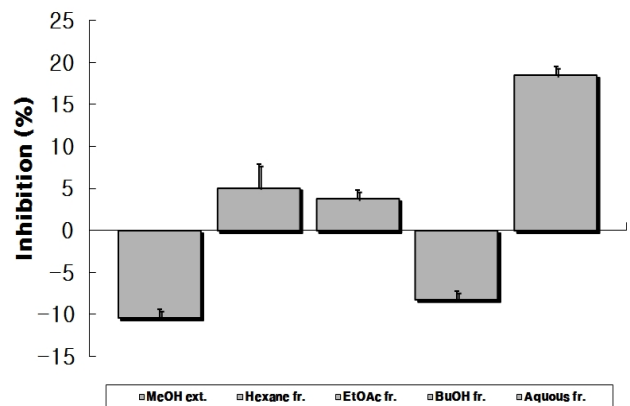


Fig. 2. Anticomplementary activities in methanolic extract of *Crataegi fructus* and its subfractions. Each bar represents the mean of at least four independent experiments with standard deviation.

로 보체를 감소시키게 되므로 용혈작용이 감소하게 된다. 따라서 항보체 활성이 높을수록 면역활성능이 크다고 할 수 있다. 시료들을 각 10 mg/ml 농도로 조제하여 보체계 활성화능을 측정하는 결과, 물 층 18.4%로 가장 높은 활성을 나타냈으며, hexane 분획과 ethyl acetate 분획은 각각 5.1%, 3.8%의 활성을 나타냈다. 보리추출물, *Lithospermum euchromum*에서 분리된 다당 및 균체인 *Lactobacillus plantarum*의 당류에 의해 높은 항보체 활성을 나타낸다는 보고(Kim & Koo 1997; Yamada 등 1989)를 통해 본 실험의 물 층이 높은 활성을 나타낸다는 것과 유사한 결과를 나타내었다.

요 약

산사추출물의 DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성은 ethyl acetate 분획(RC₅₀=3.13 $\mu\text{g}/\text{ml}$), butanol 분획(RC₅₀=6.25 $\mu\text{g}/\text{ml}$)에서 강한 항산화 활성을 보였으며, α -tocopherol 이나 BHA보다 유사하거나 강한 항산화 활성을 나타냈다. Linoleic acid에 대한 항지질과산화 활성 실험은 15일 째에 물 층을 제외한 추출물, 분획물에서 높은 활성을 나타내었다. 박테리아에 대한 항균실험은 *Staphylococcus aureus*에서만 활성을 보이지 않았을 뿐 다른 피검균에서는 높은 활성을 보였다. 다만 fungi strain인 *Candida albicans*에 대해 각각 250 및 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 의 생육 억제 농도를 나타내었다. 항보체 활성화능을 측정한 결과, 물 층 18.4%를 제외한 다른 분획물은 10% 이하의 낮은 억제효과를 보이거나 활성이 나타나지 않았다. 따라서 산사 추출물은 항산화 활성, 항지질과산화 활성, 항미생물 활성이 우수하였다. 이러한 결과를 바탕으로 산사 추출물을 이용하여 식품 및 음료 등과 같은 기능성 식품으로서의 다양한 산업적 응용분야에 널리 응용될 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 산학협력선도대학육성사업(LINC)의 연구비 지원에 의하여 수행한 연구결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ames BN, Saul RL. 1987. Oxidative DNA damage, cancer and aging. Oxygen and human disease. *Am Inter Med* 107:536-539
- Branen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisol and butylated hydroxytoluene. *J Am Oil Chem Soc* 52:59-63
- Choe SY, Yang KH. 1982. Toxicological studies of antioxidants butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxy anisol (BHA). *Korean J Food Sci Technol* 14:283-288
- Choi JS, Park JH, Kim HG, Young HS, Mun SI. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus daviana*. *Kor J Pharmacol* 24:299-303
- Chu CY, Lee MJ, Liao CL, Lin WL, Yin TF, Tseng TH. 2003. Inhibitory effect of hot-water extract from dried fruit of *Crataegus pinnatifida* on low-density lipoprotein (LDL) oxidation in cell and cell-free system. *J Agr Food Chem* 51:7583-7588
- Fumijo N, Keiichi G, Ryota S, Masayuki S, Miwa S, Yukihiko H. 1996. Scavenging effects of tea catechins and their derivatives on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Free Rad Biol Med* 21:895-902
- Han SS, Lo SC, Choi YH, Kim MJ, Kwak SS. 1999. Antioxidative compounds in extracts of *Acer gimala* Max. *Korean J Med Crop Sci* 7:51-57
- Inatani R, Nakatani N, Fuwa H. 1983. Antioxidative effect of the constituents of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and their derivatives. *Agr Biol Chem* 47:521-528
- Kessler M, Ubeaud G, Jung L. 2003. Anti- and pro-oxidant activity of rutin and quercetin derivatives. *J Pharm Pharmacol* 55: 131-142
- Kim JS, Lee KD, Kwon JH, Yoon HS. 1993. Antioxidative effectiveness of ether extract in *Crataegus pinnatifida* Bunge and *Terminalia chebula* rets. *J Korean Agr Chem Soc* 36:203-207
- Kim MJ, Hyun JO. 1997. Genetic variation in urushiol components of *Rhus verniciflua* Stokes. *Kor J Breed* 29:115-123
- Kim YY, Koo S. 1997. Anticomplementary activity and immune-stimulating effect of the extracts from barley (*Hordeum vulgare*). *Korean J Food Sci Technol* 13:661-668
- Klerx JP, Benkelman CJ, Van DH, Willers JM. 1983. Microassay for colorimetric estimation of complement activity in guinea pig, human and mouse serum. *J Immunol Meth* 63:215-220
- Kobayashi A, Kim MJ, Kawaz K. 1996. Uptake and exudation of phenolic compounds by wheat and antimicrobial components of the root exudate. *Z Naturforsch* 51:527-533
- Kwon HJ, Hyun SH, Choung SY. 2005. Traditional Cheness medicine improves dysfunction of peroxisome proliferator-activated receptor alpha and microsomal triglyceride transfer protein on abnormalities in lipid metabolism in ethanol-fed rats. *Biofactors* 23:163-176
- Min BS, Huang HT, Kim JHM, Jun HJ, Na MK, Nam NH, Lee HK, Bae K, Kanf SS. 2004. Furo-1,2-naphthoquinones from *Crataegus pinnatifida* with ICAM-1 expression inhibition activity. *Planta Med* 70:1166-1169
- Pratt DE, Huang MT, Ho ST, Lee CY. 1992. In phenolic compounds in food and their effects on health (II), Antioxidants and Cancer Prevention. Washington D.C. pp. 54-71
- Rhaman MM, Alexander IG. 2002. Antimicrobial constituents from the stem bark of *Feronia limonia*. *Phytochem* 59:73-77
- Shahidi F, Wanasundara PKJPD. 1992. Phenolic antioxidants. *Crit Rev Food Sci Nutr* 32:67-103
- Song JC, Park NK, Hur HS, Bang MH, Baek NI. 2000. Exami-

- nation and isolation of natural antioxidants from Korean medicinal plants. *Korean J Med Crop Sci* 8:98-102
- Xiong Q, Kadota S, Tadota T, Namba T. 1996. Antioxidative effects of phenylethanoids from *Cistanche deserticola*. *Biol Pharmaceuti Bull* 19:1580-1585
- Yamada H, Yanahira S, Kiyhara H, Yon JC, Otsuka Y. 1989. Water-soluble glucans from the seed of *Coix laorymajobi* var. *ma-yuen*. *Phytochem* 25:129-132
- 한국약학대학협의회 약전분과회. 1981. 대한약전, 문성사, p. 790
-
- 접 수 : 2012년 9월 10일
최종수정 : 2012년 11월 15일
채 택 : 2012년 11월 20일