

## 항산화 활성이 높은 구기엽 추출물 제조

김태수<sup>1</sup> · 박원종<sup>2</sup> · 고상범<sup>3</sup> · 강명화<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>호서대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>공주대학교 식품공학과

<sup>3</sup>한국화학시험연구원 안전성 평가본부

### Development of Extracts of *Lycii folium* Having High Antioxidant Activity

Tae-Su Kim<sup>1</sup>, Won-Jeong Park<sup>2</sup>, Sang-Beom Ko<sup>3</sup>, and Myung-Hwa Kang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science & Technology, Kongju National University, Yeasan 340-802, Korea

<sup>3</sup>Safety Assessment Center, Korea Testing and Research Institute for Chemical Industry, Gimpo 415-871, Korea

#### Abstract

The aim of this study was to analyze the antioxidant properties of *Lycii folium* extracts prepared from different solvents. *Lycii folium* were extracted with water, 80% ethanol (80% EtOH), 80% methanol (80% MeOH) and 100% methanol (100% MeOH) in water bath at 40°C. The antioxidant activity of the extracts was evaluated using DPPH, hydroxyl and hydrogen radical scavenging activities, and SOD-liked activity. Total phenolic acid contents were 1.085 mg/mL in 100% MeOH, 1.382 mg/mL in 80% EtOH, 1.420 mg/mL in 80% MeOH and 1.084 mg/mL in water. DPPH radical scavenging activity of the extracts were 65.60% in 80% EtOH, 56.80% in 80% MeOH, 83.85% in 100% MeOH and 54.65% in water. Hydroxyl radical scavenging activities were 66.65% in 100% MeOH, 73.13% in 80% ethanol, 73.58% in 80% MeOH and 70.73% in water. Hydrogen radical scavenging activity of the extracts prepared from *Lycii folium* were 11.70% in 100% MeOH, 33.73% in 80% EtOH, 35.40% in 80% MeOH and 23.86% in water. SOD-liked activity of the extracts prepared from *Lycii folium* was 71.58% in 100% MeOH, 74.29% in 80% EtOH, 88.46% in 80% MeOH and 67.47% in water. Our result showed that *Lycii folium* extracts prepared from 80% methanol were found to be promising biomaterials with antioxidant effects.

**Key words:** antioxidant, *Lycii folium*, SOD-liked activity, DPPH

#### 서 론

구기자나무(*Lycium chinensis* Miller)는 충청남도 청양군과 전라남도 진도군이 주산지이며, 가지과(Solanaceae)에 속하는 낙엽송 소목으로, 그 뿌리를 지골피, 잎은 구기엽, 어린순은 천정초, 열매를 구기자(*Lycii fructus*)라 한다(1,2). 구기엽에는 glutamic acid, proline, rutin, betaine, vitamin C 등이 들어있다. Betaine은 구기엽에 10~20 mg/g 정도 함유되어 있으며, 숙취를 해소해주는데 탁월한 효능이 있다고 알려져 있다(3). 구기엽에 함유되어 있는 rutin은 최초로 메밀에서 분리되었으며 구기엽에 함유되어 있다. Rutin의 주요 효능은 혈압억제, 혈당과 혈청 콜레스테롤 저하로 성인병 예방에 좋다고 알려져 있고 그 외 성분으로 rutin과 유사한 flavonoid계 화합물들이 지질대사 조절능과 항산화 활성이 강하여 새로운 식품성분으로 주목받고 있다(4). 이와 같이 몸에 좋은 성분을 다량 함유하는 구기엽은 봄에 나오는

연한 순으로 이를 살짝 데쳐 나물로 무치거나 볶고 튀김으로 사용되고 있다. 특히 구기자 및 구기엽은 단백질, 철분, 회분, 탄닌, 루틴 등이 많이 함유되어 있어 영양과 약리를 겸해 국거리도 이용되며 죽을 쑤면 환자의 회복식으로도 좋다고 한다(5). 최근 이러한 기능성을 나타내는 구기엽과 구기자를 이용한 다양한 가공제품으로 술, 식혜, 떡, 한과 등에 이용되고 특히 구기엽은 차 및 엑기스로 개발되어 그 이용 가치가 점점 높아지고 있다(6). Kim 등(7)은 구기엽을 생잎, 40도 건조, 데친 후 실온에 보관하면서 항산화 효과를 측정 한 결과 15일 경과한 후에도 SOD-liked activity, DPPH radical 소거능 등에서 모두 우수한 효과가 있다고 보고하였다. 또한 비타민 C 함량은 생잎보다 데친 후 감소하였고 저장기간이 경과하면서 약간 감소한다고 보고하였다. 이처럼 구기엽은 조리 및 저장기간에 따른 큰 영향을 받지 않기 때문에 저장 유통과정에 큰 문제가 나타나지 않고 또 비타민 C 함량 등을 고려한다면 기능성 소재로서의 이용가치가 매

\*Corresponding author. E-mail: mhkang@hoseo.edu  
Phone: 82-41-540-5973, Fax: 82-41-548-0670

우 큰 것으로 기대된다. 최근 기능성식품의 소재는 특정 유해성분을 제거하거나, 생리적 기능성을 가진 특정성분을 추출하여 식품의 첨가원료로 사용하는 방법 등이 요구되고 있다. 현재 구기엽은 생나물로 또는 차엽으로 이용가치는 증가하고 있으나 구기자 및 뿌리에 비해 성분 및 활성에 관한 보고는 매우 미미하다. 또한 실제 식품으로서의 응용가치와 추출방법에 따른 기능성 효과 등에 관련된 연구 또한 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 항산화능이 높은 구기엽의 최적 추출용매를 설정하고자 용매로서 에탄올과 메탄올 그리고 물과 혼합하거나 물로 추출하여 그 추출물의 항산화 효과를 측정하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험재료 및 추출

실험에 사용된 구기엽은 2006년 청양구기자 시험장의 시험포장에서 재배한 시료를 제공받아 건조 분말화하였다. 분말에 80% MeOH, 80% EtOH, 100% MeOH, water로 40°C water bath에서 3회 반복 추출하여 감압·농축 후 물로 녹여 1 mg/mL로 농도를 조정 한 후 구기엽 추출물의 생리활성을 측정하였다(Fig. 1).

#### 수율

구기엽을 100% MeOH, 80% EtOH, 80% MeOH, water로 40°C에서 3회 반복 추출하고 여과지에 거른 후 rotary evaporator(EYELA N-1000, Lab corporation Co., Japan)를 이용하여 감압 농축하여 용매를 완전히 제거시킨 후 동결건조기(FD8508 Ilshin Lab Co., Ltd., Korea)를 이용하여 건조한 후 수율을 계산하였다.

#### 총 페놀성 화합물 측정

구기엽 추출물의 페놀성 화합물은 Folin-Denis법(8)을 일부 변형하여 비색 정량하였다. 각 추출물을 1 mg/mL의 일정한 농도로 조제한 시료 0.1 mL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 2.0 mL 가하고 2분간 실온에 방치하고 50%의 Folin Denis 시약을 2.0 mL 가한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 0~1.0

mg/mL의 농도로 catechin을 희석하여 표준곡선을 작성하였고 모든 과정은 3회 반복 측정하였다.

#### 전자공여능 측정

구기엽 추출물 0.5 mL에 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 시약 3.5 mL를 가하고, 실온에서 30분간 방치 후 UV-visible spectrophotometer(Pharmacia biotech Ultraspec 3000, England)를 이용하여 517 nm에서 측정하여 다음과 같이 계산하였다(9).

$$\text{Electron donating ability (EDA, \%)} = 100 - (A/B \times 100)$$

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 시료 무 첨가군의 흡광도

#### Superoxide anion dismutase(SOD) 유사활성 측정

SOD 유사활성 측정은 각 추출물 0.2 mL에 tris-HCl buffer(pH 8.5) 3.0 mL와 0.2 mM pyrogallol 0.5 mL를 가하여 10분간 방치한 후 1 N-HCl로 반응을 정지시킨 후 420 nm에서 UV-visible spectrophotometer(Pharmacia biotech Ultraspec 3000, England)로 측정하였다(10).

$$\text{SOD-liked activity (\%)} = 100 - (A/B \times 100)$$

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 시료 무 첨가군의 흡광도

#### Hydroxyl radical 소거능 측정

FeSO<sub>4</sub>/EDTA 용액, 2-deoxyribose, 각 분획물, phosphate-buffer, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 혼합, 2시간 동안 반응시킨 후 TCA (trichloro acetic acid)용액과 TBA(thiobarbituric acid)용액을 넣고 15분 가열한 후 급속히 냉각시켜 532 nm에서 흡광도를 측정하여 항산화 활성을 비교하였다(11).

$$\text{Hydrogen radical scavenging activity (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A: 시료 무 첨가군의 흡광도, B: 시료 무 첨가군의 흡광도

#### Hydrogen peroxide 소거능

일정량의 lecithin을 chloroform에 녹인 후 질소가스를 이용하여 용매를 완전히 제거한 한 추출물, 2 mM FeSO<sub>4</sub>, 2 mM ascorbic acid를 첨가하여 혼합한 후 37°C에서 30분간 incubating한 후 과산화 지질을 TBARS법(2-thiobarbituric acid relative substance)에 의하여 측정하였다(12).

#### 통계처리

통계분석은 SAS(Statistical Analysis System)통계프로그램을 사용하여 분산 분석(ANOVA)을 실시하였고(13), 각 시료 간의 유의성 검증은 Duncan's multiple range test를 사용하였다(p<0.05).

### 결과 및 고찰

#### 수율

구기엽을 추출한 각 추출물을 동결건조한 후 고형분의 함

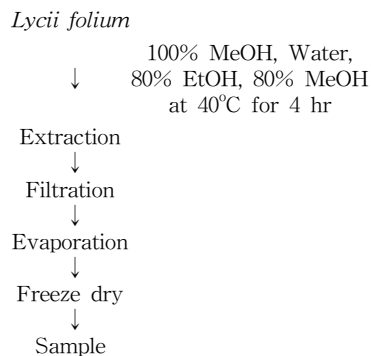


Fig. 1. Schematic procedure for extraction of *Lycii folium*.

**Table 1. Yield and contents of *Lycii folium* extract by solvent**

	Yield (%)
Water	21.18
80% EtOH	12.32
80% MeOH	19.83
100% MeOH	17.89

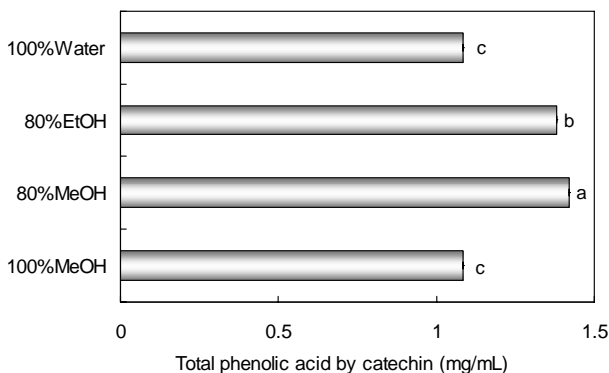
량을 측정된 결과는 다음 Table 1과 같다. Water로 추출한 경우 21.18%, 80% EtOH은 12.32%, 80% MeOH 19.83%, 그리고 100% MeOH로 추출한 경우는 17.89%로 water로 추출한 경우 수율이 가장 높았다. 위 결과로 비추어볼 때, water > 80% MeOH > 100% MeOH > 80% EtOH 순으로 극성이 큰 용매의 추출력이 더 높기 때문일 것으로 사료된다.

**총 페놀성 화합물 측정**

총 폴리페놀 화합물은 식품계에 널리 분포되어 있으며, 항산화 효과와 같은 다양한 생리활성을 나타낸다. 각 용매별 추출방법에 따른 구기엽의 총 페놀 화합물의 함량은 Fig. 2와 같이 측정되었다. 100% MeOH 1.085 mg/mL, 80% EtOH 1.382 mg/mL, 80% MeOH 1.421 mg/ml, water 1.084 mg/mL의 함량을 나타냈다. 녹차와 보이차의 경우 총 페놀 함량은 물 추출물의 경우 이들의 함량은 서로 비슷하였으며, 메탄올 추출물의 경우는 녹차가 10.15±0.18 g/100 g, 보이차가 6.00±0.32 g/100 g으로 녹차의 약 58%정도 밖에 되지 않아 전반적으로 보이차가 녹차보다 폴리페놀 함량이 낮았다고 한다(14). 구기자 50% ethanol 추출액의 경우 2.93%로, 75% ethanol 추출액보다 폴리페놀 함량이 더 높게 측정되었으며(15), Kang 등(16)의 연구에 의하면 활나물을 에탄올 용매로 추출한 경우 부위에 따른 페놀 함량은 잎에서 0.71~0.99 mg/mL로 측정된 것과 비교하여 볼 때 추출용매에 따라 페놀 함유량에 큰 차이가 있어 기능성 소재 개발 시 추출 용매 선정에 신중을 기하여야 할 것으로 사료된다.

**전자공여능 측정**

인체 내의 free radical은 지질, 단백질 등과 결합하여 생체의 노화를 일으키는 물질이며 이러한 free radical을 제거할

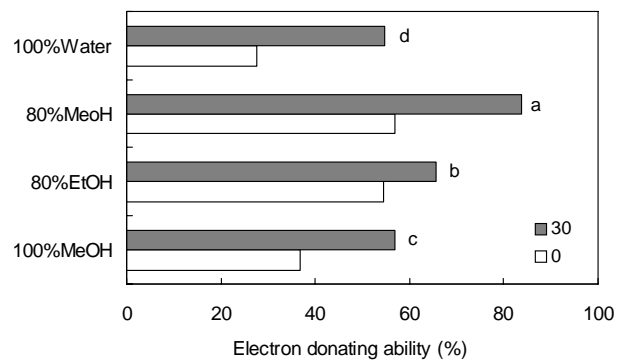


**Fig. 2. Total phenolic acid contents of *Lycii folium* extract prepared by mixture solvent.**

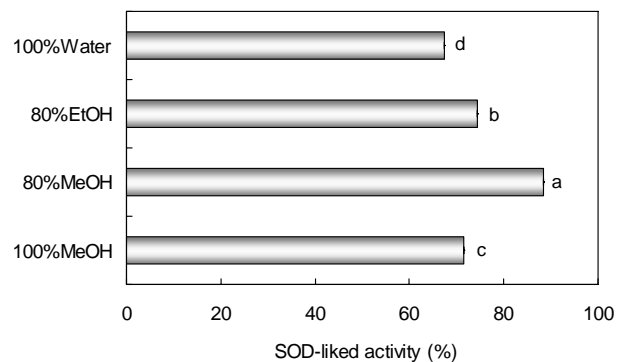
수 있는 천연물에 대한 연구가 끊임없이 이루어지고 있다. 특히 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능은 항산화 물질의 전자공여능으로 인해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 자색이 탈색되는 정도를 나타내는 정도를 지표로 하여 항산화능을 측정하는 방법이다(17). 구기엽의 용매별 추출물에 대한 DPPH에 의한 전자공여능을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 80% MeOH 83.85%, 80% EtOH 65.60%, 100% MeOH 56.80%, water 54.65%의 전자공여능을 나타냈다. 밤꽃 추출물의 전자공여능을 비교한 결과 17.22%이었으며(18), Kim과 Chung(19)의 덩굴 잎 추출물과 비교하였을 때 높은 전자공여능을 보였다. 녹차와 보이차의 경우 녹차가 80.81±3.65%, 보이차가 43.43±2.42%로 녹차와 보이차보다는 전자공여능이 높거나 비슷한 수준을 나타내었다(14). 구기자 50% ethanol 추출액의 경우, 전자공여능은 66.97%로 나타났으며(15), 한국 약용 및 식물자원의 항산화성 식물탐색에 대한 결과 식물자원이 20% 미만의 활성을 보고한 바에 의하면 구기엽은 아주 높은 전자공여능(18)을 나타내었다.

**Superoxide anion dismutase(SOD) 유사활성 측정**

구기엽 추출물의 SOD 유사활성을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 100% MeOH 추출물에서 71.58%, 80% EtOH 74.29%, 80% MeOH 88.46%, water 67.47% 순으로 80% MeOH추출



**Fig. 3. Electron donating ability (%) of *Lycii folium* extract by solvent.**



**Fig. 4. SOD-liked activity of *Lycii folium* extract prepared by mixture solvent.**

물에서 가장 높은 활성을 나타냈다. Kang 등(16)은 각 부위별 활나물 에탄올 추출물의 SOD 유사활성을 측정한 결과 지상부에서 78.95%, 가지 70.85%, 종자 74.63% 및 잎의 에탄올 추출물이 87.94%로 같은 식물체라도 각 부위에 따라 SOD 유사활성에 차이가 있는 것으로 보고하였다. 또한 Kim 등(20)은 녹차 열수추출물이 85.3%로 팽이버섯, 마늘, 하수오, 오미자, 행인 및 솔잎 추출물에 비해 높다고 하였다. 구기자 50% ethanol 추출액의 SOD 유사활성의 경우 37.33%로 나타났고(15), Hong 등(21)의 과실, 과채류, 착즙액의 SOD 유사활성에 관한 보고에서는 사과 14.6%, 케일 26.7%, 키위 27.6%, 무 24.1%의 활성을 나타내었다고 한다. 이러한 결과와 비교해볼 때 구기엽 추출물은 superoxide anion 제거능이 높은 물질을 함유하고 있을 것으로 사료되고, 구기엽도 기능성식품 소재로서의 활용 가능성이 시사되었다.

Hydroxyl radical 소거능

Hydroxyl radical( $\cdot OH$ )은 활성산소 중 반응성이 매우 강하여 생체 산화에 주된 역할을 하는 것으로 알려져 있다(22). 구기엽 추출물에 대한 hydroxyl radical 소거활성은 Fig. 5와 같다. 100% MeOH 추출물에서 66.65%, 80% EtOH 73.14%, 80% MeOH 73.58%, water 70.73% 순으로 80% MeOH 추출물에서 가장 높은 hydroxyl radical 소거활성을 나타내었다. 한국산 약초 잎에 대한 항산화 효과를 검색한 결과 삼나무, 삼주, 오갈피 잎들은 hydroxyl radical 소거능이 90% 이상이었다는 결과(23)와 비교할 때 구기엽 추출물의 hydroxyl radical 소거활성은 다소 낮은 결과를 나타내었으나, Woo 등(24)의 활나물 부위별 추출물의 잎의 결과와 비교하여 볼 때 42.90%로 구기엽 추출물이 매우 높은 활성을 보여 구기엽에도 항산화 활성이 높은 물질이 함유되어 있을 것으로 사료된다.

Hydrogen peroxide 소거능

$H_2O_2$ 는 과산화지질의 생성을 촉진하는 것으로 알려져 있으며, 과산화지질은 동맥경화, 뇌졸중 등과 같은 성인병의 원인이 되고, 간장의 세포막에 과산화지질을 증가시켜 세포

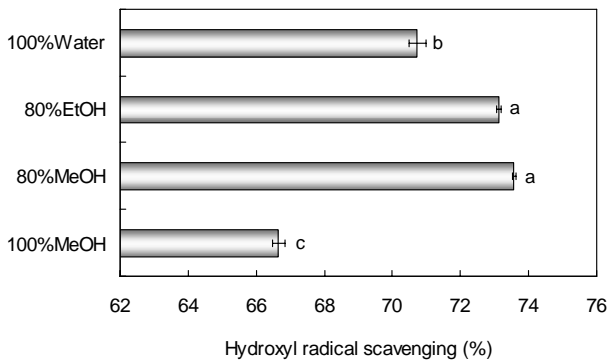


Fig. 5. Hydroxyl radical scavenging activity of *Lycii folium* extract by solvent.

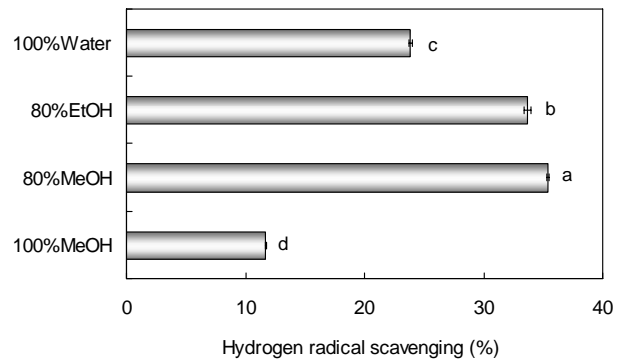


Fig. 6. Hydrogen radical scavenging activity of *Lycii folium* extract prepared by mixture solvent.

의 기능이 저하되어 염증이 유발되며, 그 결과 간경화, 간염 등을 초래한다고 보고(25)되고 있다. Hydrogen peroxide 소거활성은 SOD에 의하여 생성된 과산화수소를 peroxidase를 첨가하여 물과 산소 분자로 환원시켜 최종적으로 산패를 억제시켜 주는 항산화능력을 측정하는 방법(12)으로 구기엽의 hydrogen peroxide 소거활성은 Fig. 6과 같다. 100% MeOH 추출물에서 11.70%, 80% EtOH 33.73%, 80% MeOH 35.40%, water 23.86% 순으로 80% MeOH 추출물에서 가장 높은 활성을 나타내었으나. Yoo 등(26)의 포도 과피의 hydrogen radical 소거능이 55.6~66.6%와 Woo 등(24)의 활나물 잎 추출물 29.75%와 비교할 때 구기엽 추출물은 다소 높거나 낮은 경향이였다.

요 약

본 연구는 구기엽(*Lycium chinensis* Miller *Lycii folium*)의 항산화 활성이 높은 최적추출 용매를 설정하고자 100% MeOH, 80% MeOH, 80% EtOH 및 water로 혼합 용매를 제조하여 구기엽 추출물을 제조하였다. 각 추출물의 총 페놀 화합물은 80% MeOH 1.420 mg/mL > 80% EtOH 1.382 mg/mL > 100% MeOH 1.085 mg/mL > water 1.084 mg/mL 순으로 나타났고, 전자공여능 및 SOD 유사활성에서도 80% MeOH 추출물에서 83.85%, 88.46%로 가장 높은 활성을 나타내었으며, water 추출물에서 54.65%, 67.47%로 가장 낮은 활성을 나타내었다. Hydroxyl radical 소거능에서는 80% MeOH 추출물에서 73.58%로 가장 높았고, 100% MeOH 추출물에서 66.65%로 가장 낮은 활성이었다. Hydrogen radical 소거능 또한 80% MeOH에서 35.40%로 가장 높은 활성을 보였고, 100% MeOH 추출물에서 11.70%로 가장 낮은 활성을 나타내었다. 본 실험 결과 아직 초기 단계에 불과하지만 구기엽의 항산화 활성 검토에서 80% MeOH 추출물에서 가장 높은 활성을 보여 구기엽 추출물의 기능성 소재로 개발 가능성이 시사되었다.

## 감사의 글

본 연구의 결과는 농촌진흥청 구기자 지역특화 사업단의 지원에 의해서 이루어진 결과이며, 이에 감사드립니다.

## 문헌

1. You SY. 1988. *Medicinal plant culture*. Ohsung Press Co., Seoul. p 244-253.
2. Lee SR. 1983. Studies on quality of Korean *Lycium chinensis* M. *Korean J Crop Sci* 28: 267-271.
3. Barak AJ, Beckenhauer HC, Badksh S, Tuma DJ. 1997. The effect of betaine in reversing alcoholic steatosis. *Alcohol Clin Exp Res* 21: 1100-1102.
4. Lee JC, Lee BC, Park OC, Kim SD, Cho LS, Back SW, Lee BH. 2003. *Lycium chinensis* Miller. Chungnam A.T.A. Chungyang Aoxthorn Experimental Station. p 12.
5. Lee JC, Lee BC, Park OC, Kim SD, Cho LS, Back SW, Lee BH. 2003. *Lycium chinensis* Miller. Chungnam A.T.A. Chungyang Aoxthorn Experimental Station. p 135.
6. Lee JC, Lee BC, Park OC, Kim SD, Cho LS, Back SW, Lee BH. 2003. *Lycium chinensis* Miller. Chungnam A.T.A. Chungyang Aoxthorn Experimental Station. p 113.
7. Kim TS, Park WJ, Kang MH. 2007. Effects of antioxidant activity and changes in vitamin C during storage of *Lycii folium* extracts prepared by different cooking methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1578-1582.
8. Kendler BS. 2006. Supplemental conditionally essential nutrients in cardiovascular disease therapy. *J Cardiovasc Nurs* 21: 9-16.
9. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
10. Kang MH, Park CG, Cha MS, Seong ES, Chung HK, Lee JB. 2001. Component characteristics of each extract prepared by different extract methods from by-products of *Glycyrrhizia uralensis*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 138-142.
11. Tsuda T, Oshinori YF, Katsumi O, Yamamoto A, Kawakishi S, Osawa T. 1995. Antioxidative activity of tamarind extract prepared from the seed coat. *Nippon Shokuhin Kaishi* 42: 430-435.
12. Muller HE. 1985. Detection of hydrogen peroxide produced by microorganisms on an ABTS peroxidase medium. *Microbiol Hyg* 259: 151-155.
13. SAS. 2000. *User's guide*. SAS Institute, Cary, NC, USA.
14. Son GM, Bae SM, Chung JY, Shin DJ, Sung TS. 2005. Antioxidative effect on the green tea and puer tea extracts. *Korean J Food & Nutr* 18: 219-224.
15. Kim HK, Na GM, Ye SH, Han HS. 2004. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Lycium chinense* extracts. *Korean J Food* 11: 352-357.
16. Kang MH, Choi CS, Kim JS, Chung HK, Min KS, Park CK, Park HW. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1098-1102.
17. Kang MJ, Shin SR, Kim KS. 2002. Antioxidative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean J Food Preser* 9: 253-259.
18. Choi CS, Song ES, Kim JS, Kang MH. 2003. Antioxidative activities of *Castanea Crenata Flos*. methanol extracts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1216-1220.
19. Kim YC, Chung SK. 2002. Relative oxygen radical species scavenging effects of Korean medicinal plant leaves. *Food Sci Biotechnol* 11: 407-411.
20. Kim TY, Park JR, Kim JH. 2004. Electron donating abilities, nitrite scavenging effects and antimicrobial activities of *Smilax china* Leaf. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 621-625.
21. Hong HD, Kang NK, Kim SS. 1998. Superoxide dismutase-like activity of apple juice mixed with some fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1484-1487.
22. Kim SM, Cho YS, Sung GK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
23. Chung SK. 1997. Hydroxy radical scavenging effects of species and scavengers from brown mustard. *Biosci Biotech Biochem* 61: 118-123.
24. Woo NRY, Kim TS, Park HW, Park CG, Seong HJ, Ko SB, Tung JW, Kang MH. 2005. Comparison of antioxidative activities of *Crotalaria sessiflora* L. extracts from leaves, seed, stem and root. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1297-1301.
25. 美濃眞. 1967. 老化. 化學人, 東京. p 27.
26. Yoo MA, Chung HK, Kang MH. 2004. Evaluation of physicochemical properties in different cultivar grape seed waste. *J Korean Soc Food Sci* 13: 26-30.

(2007년 12월 3일 접수; 2008년 4월 3일 채택)