

# 딱총나무(*Sambucus williamsii* var. *coreana*) 추출물의 항산화효과

채정우, 조영제<sup>1\*</sup>

경기도산림환경연구소, <sup>1</sup>경북대학교 식품공학부/식품생물산업연구소

## Antioxidative Activity of Extracts from *Sambucus williamsii* var. *coreana*

Jung Woo Chae and Young Je Cho<sup>1\*</sup>

Gyeonggi-do Forest Environment Research Institute, Osan 447-290, Korea

<sup>1</sup>School of Food Science & Biotechnology / Food & Bio-Industry Research Institute,  
Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

**Abstract** - *Sambucus williamsii* var. *coreana* have been used as a traditional medical food. This research was conducted to investigate the antioxidants of *S. williamsii* var. *coreana* leave and stem extracts. Total phenolic content of *S. williamsii* var. *coreana* leaves and stem water extracts were 6.6 and 2.0 mg/mL. The EDA by DPPH free radical scavenging test of *S. williamsii* var. *coreana* leaves extracts were 99.5 and 89.7% in water and ethanol extracts contained phenolic 200 µg/mL. The stem extracts were 92.2 and 94.3% in water and ethanol extracts contained phenolic 200 µg/mL. The ABTS radical decolorization activity of water and ethanol extracts from leaves were 79.8 and 99.1% at phenolic 200 µg/mL and water and ethanol extracts from stem were 90.8 and 97.2% at phenolic 200 µg/mL. The antioxidant protection factor of water and ethanol extracts from leaves were 1.1 PF and 1.1 PF at phenolic 200 µg/mL and water and ethanol extracts from stem were 1.4 PF and 1.0 PF at phenolic 200 µg/mL. The TBARS of water and ethanol extracts from leaves were 88.7 and 98.1% at phenolic 200 µg/mL and water and ethanol extracts from stem were 93.6 and 90.6% at phenolic 200 µg/mL. The antioxidative activities of extracts from *S. williamsii* var. *coreana* leaves and stem were higher than BHT as positive control. These results suggests that *S. williamsii* var. *coreana* extracts have the greatest property as a natural antioxidative source.

**Key words** - *Sambucus williamsii* var. *coreana*, Extracts, Leaves, Stem, Antioxidants

## 서 언

인류의 삶은 고도로 발달한 산업화로 인해 삶의 질이 높아지게 되고, 윤택하게 되었지만 산업화의 이면에는 환경오염과 스트레스 등의 커다란 사회문제가 대두되게 되었다. 이러한 환경적 요인들과 식생활 패턴의 변화로 인하여 각종 성인병이 만연하게 되었다(Ong *et al.*, 1986; Park *et al.*, 1987). 따라서 이에 대한 대비책으로 기능성 식품에 대한 수요의 증가가 동반되게 되었고, 항산화 활성물질과 생리활성물질의 관심으로 이어지고 있으며, 최근에는 많은 천연소재의 생리활성물질의 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다(Kim *et al.*, 1994; Kang *et al.*, 1997). 또한 이러한

연구는 기존의 천연물보다 높은 기능성과 안전성이 요구되는 새로운 천연소재의 개발에 초점이 맞춰져있다(Sharman *et al.*, 1994; Yang *et al.*, 2011; Boo *et al.*, 2011). 지금까지 보고 된 대부분의 천연 항산화제 등의 생리활성 물질은 식물 유래로서 주로 폴리페놀 화합물인 것으로 알려져 있는데(Huang *et al.*, 1992), 폴리페놀성 화합물인 flavonoid, tannin, anthocyanin, carotenoid류, glutathione 등의 천연항산화제는 생체 내에서 노화를 억제시키거나, 동맥경화증, 염증, 퇴행성 질환 및 암을 예방하는데 아주 효과적인 것으로 보고되어 있다(Ali, *et al.*, 2005; Elzaawely *et al.*, 2005; Xu *et al.*, 2011; Lee, 2011).

딱총나무(접골목, *Sambucus williamsii* var. *coreana*)는 한국·중국·일본 등지에 분포하는 낙엽 활엽관목으로 산

\*교신저자(E-mail) : yjcho@knu.ac.kr

골짜기에서 자란다. 높이는 3 m 정도로 덩굴처럼 자라며 수피는 갈색 또는 회갈색이고, 줄기의 속이 어두운 갈색이다. 잎은 마주나고 2~3쌍의 작은잎으로 우상복엽이며, 길이 5~14 cm로 긴 타원형 또는 타원상 난형이고 끝은 뾰족하며 밑은 날카롭고 가장자리에 톱니가 있다. 꽃은 5월에 피고 돌기가 있으며 짧은 원추꽃차례를 이룬다. 화관은 황록색이 돌고 털이 없으며, 꽃밥은 황색이다. 열매는 핵과로 공 모양이며 7월에 붉게 익는다. 딱총나무는 접골목이라 하여 뼈에 좋은 약재로 이용한다. 한국, 일본, 중국 등지의 그늘지고 습한 산골짜기에서 생육이 되고 있는 낙엽활엽관목이다. 경남 산청 지방에서는 딱총나무를 구수한 맛이나 향이 난다고 하여 꾸순대 나물이라고 하여 식용하는데, 어린잎이나 순은 약간 쓴맛이 있기는 하지만 나물로 무쳐 먹거나 튀김을 해서 먹기도 한다. 전통한의학에서는 국내에서 자생하고 쉽게 얻을 수 있는 식물들을 한약의 재료로 사용하여 왔으며, 딱총나무의 경우도 널리 이용되어 지고 있지는 않지만, 동물들이 그 열매를 식용으로 이용하며, 우리나라의 민간요법에서는 옛날부터 근골의 좌상 등의 치료약으로 사용되어왔으며, 민간요법으로 신장병, 수종 등의 이뇨약으로 사용되어 왔다(Lee, 1966; Park, 1993).

딱총나무의 생리활성에 관한 연구로는 Yang *et al.*(2005, 2007)이 딱총나무에서 분리된 triterpene류, 페놀류, lignan류 등 화합물에 대하여 쥐의 성골세포(UMR106)에 대한 증식 실험과 UMR106 세포에 대한 ALP(alkaline phosphatase)의 활성실험을 연구한 것이 보고되었다.

따라서 본 연구에서는 딱총나무의 추출 조건별 phenol 성분 용출량의 최적 조건과 그에 따른 생리활성을 규명하는 작업의 일환으로써 각각 다른 종류의 용매를 이용하여 추출수율을 비교하였으며, 또한 추출물의 항산화능을 살펴봄으로써 기능성식품 소재로의 사용 가능성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

경기도산림환경연구소 내 전시포지에서 채취한 딱총나무 (*S. williamsii* var. *coreana*)잎과 가지를 공시재료로 사용하여, 원재료에 증류수와 에탄올을 시료 중량의 10배 양을 가하여 실온에서 24시간 침지하여 상층액과 침전물을 분리한 후 동일한 방법으로 3회 반복 추출하였다. 각 추출물을 여과, 농축 후 -80°C deep freezer에 보관하여 본 실험의

시료로 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량측정

총 폴리페놀 화합물은 Folin-Denis 방법(Folin and Denis, 1912)으로 측정하였으며, 시료 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 5 mL를 첨가하고 1N Folin-ciocalteu reagent 0.5 mL를 넣어 잘 섞어주고, 5분간 방치한 후, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL를 가한 후, 흡광도 725 nm에서 1시간 이내에 측정하여 gallic acid를 이용한 표준곡선으로부터 양을 환산하였다.

### 전자공여능(DPPH) 측정

DPPH radical에 대한 소거활성은 Blois(1958)의 방법을 이용하여 측정하였다. 각 시료 0.5 mL에 60 μM DPPH 3 mL를 넣고 vortex한 후 15분 동안 실온의 명반응조건에서 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능(%)은 다음 식으로 나타내었다.

$$\text{전자공여능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{반응구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### ABTS radical cation decolorization(ABTS) 측정

ABTS radical cation decolorization의 측정은 Pellegrin *et al.*(1998)의 방법에 의해 측정하였다. 즉, 7 mM ABTS와 140 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>을 5 mL : 88 μL로 섞어 어두운 곳에 14~16 시간 방치시킨 후, 이를 absolute ethanol과 1:88비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7 ± 0.002가 되도록 조절한 ABTS solution을 사용하였다. 시료용액과 positive control로서 BHT, 각각 50 μL와 ABTS solution 1 mL를 30초 동안 섞은 후 2.5분간 incubation하고 734 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 의해 저해율(%)을 계산하였다.

$$\text{저해율 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{반응구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### Antioxidant protection factor(PF) 측정

PF는 Andarwulan과 Shetty(1999)의 방법으로 측정하였다. 10 mg의 β-carotene을 50 mL의 chloroform에 녹인 용액 1 mL를 evaporator용 수기에 넣고 40°C water bath에서 chloroform을 증류시킨 후 20 μL linoleic acid, 184

μL Tween 40과 50 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 가하여 emulsion을 만들고, 5 mL의 emulsion에 시료용액 100 μL를 혼합하여 vortex로 잘 섞어준 뒤 50°C에서 30분간 반응 시켜 냉각시킨 다음, 470 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$PF = \frac{\text{반응구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}}$$

### Thiobarbituric acid reaction substance(TBARS) 측정

TBARS는 Blurge와 Aust(1978)의 방법에 따라 측정하였다. 1% linoleic acid와 1% Tween 40으로 emulsion을 만들고 emulsion 0.8 mL와 시료 0.2 mL를 섞은 후 50°C water bath에서 10시간 반응시켰다. 반응 후 반응액 1 mL에 TBA reagent [100 mL stock solution(15% trichloroacetic acid(TCA), 0.375% thiobarbituric acid, 0.25 M HCl 혼합액)에 3 mL의 2% BHT/EtOH 혼합액] 2 mL를 가하고 15분간 boiling한 다음 10분간 냉각시킨 후 15분간 1000 rpm (vision, VS-5500N)으로 원심분리하여 실온에서 10분간 방치 후 상정액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였으며, TBARS 값은 흡광도 수치 × 0.0154로 1 mL 반응혼합물에 대해서 생성된 1,1,3,3-tetraethoxy propane(TEP)의 μM으로 표시하였다.

$$\text{저해율 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{반응구의 TBARs } \mu\text{M}}{\text{대조구의 TBARs } \mu\text{M}}\right) \times 100$$

## 결과 및 고찰

### 페놀성 물질의 추출을 위한 최적조건

페놀성 물질 추출을 위한 최적조건을 규명하기 위하여 물과 에탄올을 추출용매로 사용하여 용매농도별, 추출시간별로 추출수율을 살펴본 결과 Fig. 1-A, B에서와 같이 딱총나무 잎과 줄기 모두 물을 용매로 사용하였을 때 추출수율이 가장 높게 나타났으나, 에탄올 농도별로는 잎이 70% 추출물에서 줄기가 80% 추출물에서 추출수율이 가장 높게 나타났다. 또한 추출시간별 추출수율을 살펴본 결과 Fig. 2-A, B에서와 같이 딱총나무의 잎과 줄기 모두 추출 6시간 때 까지 추출수율이 급격하게 상승하다가 12시간 이후부터는 완만해지는 경향을 나타내었으며, 추출 18시간 이후에는 더 이상 상승곡선을 나타내지 않았다. 따라서 딱총나무의 phenolic compound를 추출하기 위한 최적조건은 잎의 경우 70% ethanol을 용매로 18시간 추출이 최적이었으며, 줄기의 경우 80% ethanol을 용매로 하여 18시간 추출하였을 때가 최적의 조건으로 확인되었다.

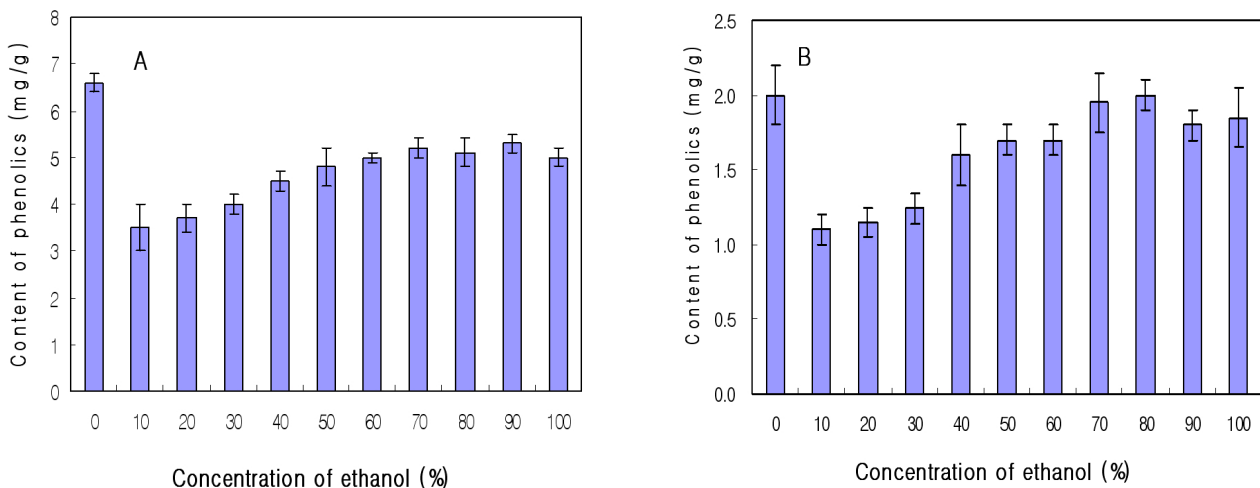


Fig. 1. The optimum condition of extraction of phenolic compounds from *Sambucus williamsii* var. *coreana* leaves and stem.

A, Extraction pattern by various ethanol concentration from *S. williamsii* var. *coreana* leaves

B, Extraction pattern by various ethanol concentration from *S. williamsii* var. *coreana* stem

The data were expressed as the mean ± SD. (n = 3).

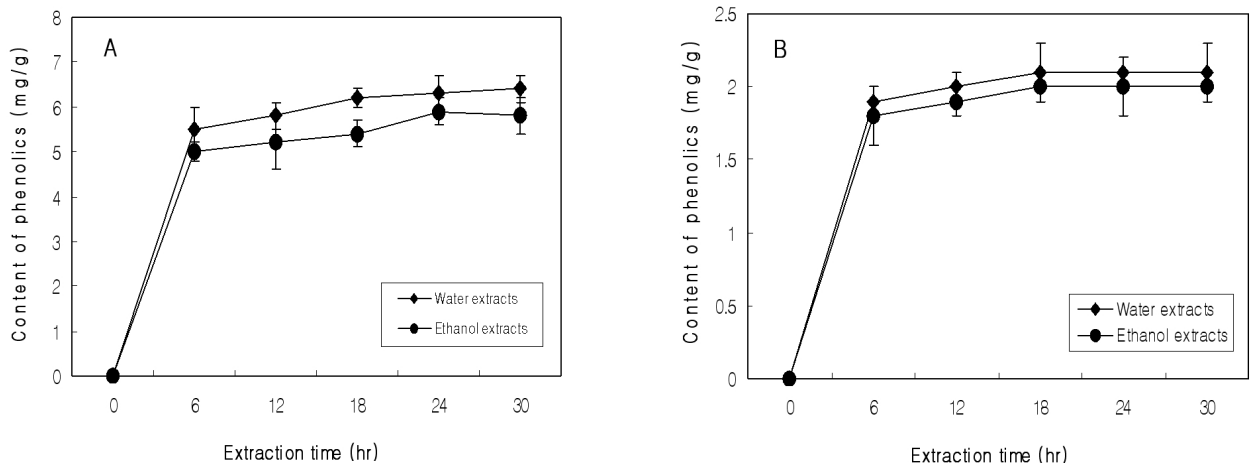


Fig. 2. The optimum condition of extraction of phenolic compounds from *Sambucus williamsii* var. *coreana* leaves and stem.

A, Extraction pattern by extraction time from *S. williamsii* var. *coreana* leaves

B, Extraction pattern by extraction time from *S. williamsii* var. *coreana* stem

The data were expressed as the mean  $\pm$  SD. (n = 3).

### 추출물의 폴리페놀함량 측정

식물체에 존재하는 2차 대사산물인 phenolic compound 는 phenolic OH기가 효소단백질과 같은 거대 분자들과 결합하여 다양한 생리활성 기능을 나타내는 것으로 알려져 있으며(Jung *et al.*, 2004), 항산화 활성과 관련되어 다양한 phenolic compound들이 산화 및 노화에 직간접적으로 연관이 있는 free radical소거능이 우수하다고 보고되고 있다 (Irwin and Pear, 1946). 따라서 시료로부터 유용성분으로 판단되는 phenolic compound를 상기의 최적조건에서 추출하여 그 함량을 측정 한 결과 Table 1과 같이 딱총나무 잎에서는 물추출물이 6.6  $\pm$  0.7 mg/g의 함량을 나타내었으며, 에탄올 추출물에서는 5.2  $\pm$  0.6 mg/g의 함량을 나타내었다. 또한 딱총나무 줄기에서는 물추출물이 2.0  $\pm$  1.2 mg/g의 함량을 나타내었으며, 에탄올 추출물에서는 1.9  $\pm$  0.4 mg/g의 함량을 나타내어 줄기보다 잎에서 더 많은 phenolic compound가 존재함을 알 수 있었다. Moon *et al.*(2004)

이 보고한 생약 중 인지(6.7 mg/g) 추출물의 phenolic compounds 함량과 유사한 함량을 나타내어 생리활성도 우수할 것으로 판단되었다.

### 전자공여능(DPPH) 측정

전자공여능은 phenolic acid와 flavonoids 및 기타 phenolic compound에 대한 항산화 작용의 지표라 할 수 있으며, phenolic compound가 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 활성이 높으면 항산화 활성 및 활성산소에 대한 우수한 소거활성을 가진다고 할 수 있다(Blois, 1958). 지질과산화의 연쇄반응에 관여하여 free radical의 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 DPPH 전자공여능 실험에서 딱총나무 잎과 줄기 추출물을 phenolic 50~200  $\mu$ g/mL 농도로 조절, 첨가하여 측정 한 결과 Table 2에서와 같이 딱총나무잎 물추출물의 phenolic 50  $\mu$ g/mL 함량에서 70.4%의 전자공여능을 나타냈으며, phenolic 200  $\mu$ g/mL

Table 1. The concent of total polyphenol from *Sambucus williamsii* var. leaves and stem

<i>S. williamsii</i> var. <i>coreana</i>	Phenolic content (mg/g)	
	Water extracts	70% ethanol extracts
Leaves	6.6 $\pm$ 0.7	5.2 $\pm$ 0.6
Stem	2.0 $\pm$ 1.2	1.9 $\pm$ 0.4

The data were expressed as the mean  $\pm$  SD. (n = 3).

의 함량에서는 99.5%의 우수한 효과를 나타내었고, 에탄올 추출물에서는 물추출물보다는 효과가 약간 낮으나 phenolic 200 µg/mL의 함량에서 89.7%의 높은 항산화 효과를 나타내었다. 또한 딱총나무 줄기 물추출물의 phenolic 50 µg/mL 함량에서 60.8%의 전자공여능을 나타냈으며, phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 92.2%의 우수한 효과를 나타내었고, 에탄올 추출물에서는 잎의 경우와는 다르게 물추출물보다 효과가 더 우수한 결과를 나타내었으며, phenolic 50 µg/mL 함량에서 71.6%, 200 µg/mL의 함량에서 94.3%의 매우 우수한 항산화 효과를 나타내었다. 이는 물추출물과 에탄올 추출물의 phenolic compound profile 이 다르기 때문인 것으로 판단되며, 이에 대한 연구는 향후 진행이 되어야 할 것으로 판단되었다. Positive control인 BHT와 vitamin C를 200 µg/mL 처리하였을 때의 87.7%와 82.7%에 비해 딱총나무 잎과 줄기 추출물이 더 높은 전자공여능을 가지고 있음이 확인되어 천연 항산화제로서의 활용가능성이 매우 높을 것으로 판단되었다. 또한 DPPH 라디칼 소거능이 높다는 결과로 본 시료에 함유된 페놀성 화합물들이 자유라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력을 수행하여 기능성 식품과 기능성화장품에 적용하였을 때 자유 라디칼에 의한 노화를 억제하는 역할을 수행할 수 있을 것이라 판단하였다(Aoshima *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 1995). Yang *et al.* (2011)은 신갈나무, 갈참나무 등의 추출물의 DPPH가 각각 88.9%, 88.7%였다고 보고한 것과 Chae *et al.* (2011)이 채진목 열매의 전자공여능이 90.2%였다고 보고한 것과 비교하면 본 실험 재료인 딱총나무 추

출물의 전자공여능이 더 우수한 것을 알 수 있었다.

**ABTS radical cation decolorization 측정**

추출물들의 상대적인 항산화 측정은 hydrogen donating antioxidant와 chain breaking antioxidant 모두를 측정할 수 있고 aqueous phase와 organic phase 모두에 적용이 가능하며, potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS<sup>+</sup> free radical이 추출물속의 항산화 물질에 의해 제거되어 radical 특유의 색인 청록색이 탈색되는 방식 (Pellegrin *et al.*, 1998)을 이용하여 딱총나무 추출물의 ABTS radical cation decolorization을 측정한 결과 Table 2와 같이 딱총나무 잎 물추출물 phenolic 50 µg/mL 함량에서 36.1%의 활성을 나타냈으며, phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 79.8%의 우수한 효과를 나타내었고, 에탄올 추출물에서는 phenolic 150과 200 µg/mL의 고농도에서 각각 95.3과 99.1%의 매우 높은 항산화 효과를 나타내었다. 또한 딱총나무 줄기 물추출물에서도 phenolic 50 µg/mL 함량에서 62.3%의 활성을 나타냈으며, phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 90.8%의 우수한 효과를 나타내었고, 에탄올 추출물에서는 잎의 경우와 같이 phenolic 50~100 µg/mL의 농도에서는 26~33%의 낮은 활성을 나타내었으나, phenolic 150과 200 µg/mL의 고농도에서 각각 94.1과 97.2%의 매우 높은 항산화 효과를 나타내었다. 이는 positive control인 BHT와 vitamin C와 비교해서도 더 우수한 결과를 나타내어 앞의 DPPH 효과와 같이 생각한다면 수용성 물질에 대한 천연 항산화제로서의 산업화 적용 가능성

Table 2. DPPH of *Sambucus williamsii* var. *coreana* leaves and stem extracts

Sample	Antioxidant activity (%)							
	Leaf				Stem			
	Phenolic content (µg/mL)				Phenolic content (µg/mL)			
	50	100	150	200	50	100	150	200
BHT	74.4 ±1.2	84.1 ±1.6	85.9 ±1.3	87.7 ±1.7	74.4 ±0.1	84.0 ±0.2	85.9 ±1.2	87.7 ±1.3
Vitamin C	18.2 ±1.2	65.2 ±1.6	71.6 ±1.5	82.7 ±1.5	18.2 ±1.2	65.2 ±1.6	71.6 ±1.5	82.7 ±1.5
Water extracts	70.4 ±0.1	84.9 ±1.4	93.5 ±0.4	99.5 ±0.9	60.8 ±0.7	62.4 ±1.1	81.3 ±0.2	92.2 ±0.9
70% ethanol extracts	53.1 ±0.1	81.9 ±0.2	83.7 ±0.5	89.7 ±1.2	71.6 ±0.4	84.6 ±1.1	86.5 ±0.3	94.3 ±0.4

The data were expressed as the mean ± SD. (n = 3).

은 매우 높다고 할 수 있을 것이다. 또한 phenolic 함량이 잎추출물보다 상대적으로 낮았던 줄기추출물에서 ABTS의 효과가 다소 높았던 것은 함량은 낮으나 항산화활성에 관여하는 phenolic compound profile이 딱총나무줄기에 높게 분포되어 있는 것으로 추측하였으며, 향후 정제와 물질 동정 과정을 거쳐 확인이 필요한 사항이라고 판단되었다. Chae *et al.*(2011)이 채진목열매 추출물의 ABTS억제 효과가 phenolic 200 µg/mL의 농도에서 98.8%였다고 보고한 것과 비슷하였고, Chae *et al.*(2012)이 정금나무 열매의 전자공여능이 phenolic 200 µg/mL의 농도에서 92.7%였다고 보고한 것과 비교하면 본 실험 재료인 딱총나무 추출물의 항산화능이 더 우수한 것을 알 수 있었다.

**Antioxidant protection factor(PF) 측정**

β-carotene은 주로 lipoprotein과 같은 지방친화성 구조의 내부에 존재하면서 지질 산화과정에서 생성되는 peroxy radical과의 반응으로 생성된 불활성물(inactive products)로 인해 free radical에 의한 연쇄 반응을 중단시켜 singlet oxygen을 효과적으로 억제하는 것으로 알려져 있다(Andarwulan and Shetty, 1999; Zielinski and Kozłowska, 2000). 딱총나무 추출물의 지용성 물질에 대한 항산화력을 측정하기 위하여 free radical에 의해 연쇄 반응을 중단시키는 β-carotene linoleate system을 이용하여 antioxidant protection factor(PF)를 측정한 결과 Table 4에서와 같이 PF의 값이 잎과 줄기 모두 물추출물의

Table 3. ABTS of *Sambucus williamsii* var. *coreana* leaves and stem extracts

Extracts	Antioxidant activity (%)							
	Leaf				Stem			
	Phenolic content (µg/mL)				Phenolic content (µg/mL)			
	50	100	150	200	50	100	150	200
BHT	4.4 ±0.1	5.8 ±0.9	59.3 ±0.1	93.9 ±0.1	4.4 ±0.2	5.8 ±0.6	59.3 ±1.1	93.9 ±1.1
Vitamin C	37.3 ±5.7	76.4 ±6.4	84.9 ±2.6	98.2 ±3.7	37.3 ±5.7	76.4 ±6.4	84.9 ±2.6	98.2 ±3.7
Water extracts	36.1 ±0.5	53.9 ±1.6	76.9 ±0.8	79.8 ±0.3	62.3 ±0.2	68.4 ±0.7	84.7 ±0.5	90.8 ±0.8
70% ethanol extracts	14.5 ±0.6	37.3 ±1.0	95.3 ±0.1	99.1 ±0.9	26.5 ±0.2	32.9 ±0.7	94.1 ±0.1	97.2 ±0.3

The data were expressed as the mean ± SD. (n = 3).

Table 4. Antioxidant protection factor (PF) of *Sambucus williamsii* var. *coreana* leaves and stem extracts

Extracts	Antioxidant protection factor (PF)							
	Leaf				Stem			
	Phenolic content (µg/mL)				Phenolic content (µg/mL)			
	50	100	150	200	50	100	150	200
BHT	0.8 ±0.2	1.0 ±1.2	1.1 ±0.9	1.2 ±0.5	0.8 ±0.2	1.0 ±0.6	1.1 ±0.8	1.2 ±0.3
Vitamin C	1.2 ±0.1	1.3 ±0.1	1.4 ±0.2	1.6 ±0.1	1.2 ±0.1	1.3 ±0.1	1.4 ±0.2	1.6 ±0.1
Water extracts	0.9 ±0.1	0.9 ±0.7	1.0 ±1.3	1.1 ±0.8	0.8 ±0.9	1.3 ±0.4	1.3 ±0.2	1.4 ±0.6
70% ethanol extracts	0.8 ±0.7	0.9 ±0.8	0.9 ±0.4	1.1 ±0.2	0.8 ±0.6	0.9 ±0.8	1.0 ±0.9	1.0 ±0.5

The data were expressed as the mean ± SD. (n = 3).

PF가 ethanol 추출물의 PF보다 높게 측정되었으며, phenolic 200 µg/mL의 첨가 농도에서 잎과 줄기 추출물 각각 1.1과 1.4 PF를 나타내었다. 특히 줄기의 물추출물의 경우 phenolic 200 µg/mL의 첨가 농도에서 positive control인 vitamin C의 1.6 PF보다는 다소 낮으나 BHT의 1.2 PF보다 더 높게 나타나 지용성물질에 대한 항산화력도 높음을 알 수 있었다. Chae *et al.*(2012)은 정금나무 열매의 전자공여능이 phenolic 150 µg/mL의 농도에서 1.9 PF를 나타내었다고 보고한 것을 보면 식물 유래의 천연재료에서 지용성물질에 대한 항산화능이 우수한 것을 알 수 있었다.

**Thiobarbituric acid reaction substance(TBARs) 측정**

지질의 산화 억제효과를 측정하는 지표로(Bluege and Aust, 1978) TBARs 생성의 감소 정도를 다양한 농도의 딱총나무 추출물을 첨가하여 thiobarbituric acid reactive substance를 측정할 결과 Table 5에서와 같이 딱총나무 잎 물추출물 phenolic 50 µg/mL 함량에서 32.5%의 활성을 나타냈으며, phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 88.7%의 우수한 효과를 나타내었고, phenolic 50~200 µg/mL의 농도의 에탄올 추출물에서 54.5~91.6% 산화억제율로 물추출물의 32.5~88.7%, positive control인 BHT와 vitamin C의 16.2~85.3%, 16.6~82.9%의 억제율 보다 더 높은 산화억제효과가 확인되었다. 딱총나무 줄기 물추출물에서도 phenolic 50~200 µg/mL의 첨가농도에서 56.6~93.6%의 높은 항산화효과가 확인되어 BHT 및 vitamin C의 억제

율 보다 더 높은 산화억제효과가 확인되었다. 이러한 결과로 볼 때 딱총나무 추출물의 첨가 농도가 높아질수록 농도 의존적으로 항산화 효과도 증가함을 알 수 있었다. 대조구인 BHT 및 vitamin C와 비교한 결과 지용성 물질에 대하여서도 매우 높은 항산화력을 가졌음을 알 수 있었다. Chae *et al.*(2011)이 채진목열매 추출물의 TBARs 억제 효과가 phenolic 200 µg/mL의 농도에서 73.3%였다고 보고한 것과, Chae *et al.*(2012)이 정금나무 열매의 TBARs 억제능이 phenolic 200 µg/mL의 농도에서 74.4%였다고 보고한 것과 비교하면 본 실험 재료인 딱총나무 추출물의 항산화능이 매우 우수한 것을 알 수 있었다. 또한 딱총나무의 잎과 줄기를 비교하면 phenolic 함량이 높은 잎 추출물에 의한 항산화 효과도 높지만 상대적으로 phenolic 함량이 낮은 줄기 추출물에 의해서도 항산화활성이 부분적으로 잎 추출물보다 더 우수한 결과를 나타내었다. 이는 각 시료에 함유된 phenolic compound 종류의 차이에 기인한 것이라 추측하였으며, 향후 연구 방향을 제시하는 결과라 할 수 있을 것이다. 이상의 결과로 볼 때 딱총나무 추출물은 수용성 물질과 지용성 물질 모두에 대하여 항산화활성이 우수한 것으로 나타나 추출물을 이용한 천연항산화 기능성소재로서 응용할 수 있으리라 판단되었다.

**적 요**

본 연구에서는 딱총나무의 항산화 활성을 조사해 보았다. 딱총나무 잎과 줄기의 물추출물에는 6.6 mg/g과 2.0 mg/g

Table 5. TBARS of *Sambucus williamsii* var. *coreana* leaves and stem extracts

Extracts	Antioxidant activity (%)							
	Leaf				Stem			
	Phenolic content (µg/mL)				Phenolic content (µg/mL)			
	50	100	150	200	50	100	150	200
BHT	16.2 ±0.3	48.9 ±1.2	85.8 ±1.6	85.3 ±0.7	16.2 ±0.3	48.9 ±0.7	85.8 ±0.5	85.3 ±0.3
Vitamin C	16.6 ±3.1	60.4 ±3.4	71.6 ±1.5	82.9 ±2.1	16.6 ±3.1	60.4 ±3.4	71.6 ±1.5	82.9 ±2.1
Water extracts	32.5 ±0.1	57.1 ±0.8	82.2 ±1.1	88.7 ±0.7	56.6 ±1.6	83.7 ±0.5	89.4 ±0.6	93.6 ±0.6
70% ethanol extracts	54.5 ±0.4	65.9 ±0.7	91.6 ±1.3	98.1 ±1.4	14.2 ±0.9	74.7 ±0.1	89.3 ±1.3	90.6 ±0.2

The data were expressed as the mean ± SD. (n = 3).

의 phenolic compound가 함유되어 있었다. 추출물의 항산화 활성 실험에서 전자공여능은 딱총나무 잎의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 99.5%, 89.7%, 줄기의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 92.2%, 94.3%의 높은 항산화 효과를 나타내었다. 또한 ABTS radical cation decolorization 측정에서도 딱총나무 잎의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 79.8%, 99.1%, 줄기의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서 90.8%, 97.2%의 매우 높은 항산화 효과를 나타내었다. Antioxidant protection factor에서는 딱총나무 잎의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 1.1과 1.1 PF, 줄기의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 1.4와 1.0 PF의 항산화효과를 나타내었다. Thiobarbituric acid reaction substance 측정에서도 딱총나무 잎의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 88.7%, 98.1%, 줄기의 물과 에탄올 추출물 phenolic 200 µg/mL의 함량에서는 93.6%, 90.6%로 positive control인 BHT 및 vitamin C보다 우수한 항산화 효과를 나타내었다. 본 연구의 결과로 딱총나무의 항산화 활성을 이용한 천연 기능성 식품소재로서의 활용이 가능할 것으로 판단되었다.

## 인용문헌

Ali, K.A., M. Abdelhak, B. George and K. Panagiotis. 2005. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic propolis. *Food. Chem.* 89:27-36.

Andarwulan, N. and K. Shetty. 1999. Phenolic content in differentiated tissue cultures of untransformed and *Agrobacterium* transformed roots of anise (*Pimpinella anisum* L.). *J. Agric. Food Chem.* 47:1776-1780.

Aoshima, H., H. Tsunoue, H. Koda and Y. Kiso. 2004. Aging of whiskey increases 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity. *J. Agric. Food Chem.* 52:5240-5244.

Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 26:1198-1199.

Bluege, J.A. and S.D. Aust. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol.* 105:302-310.

Boo, H.O., S.J. Hwang, C.S. Bae, S.H. Park and W.S. Song. 2011. Antioxidant activity according to each kind of natural plant pigment. *Korean J. Plant Res.* 24:105-112 (in Korean).

Chae, J.W., B.S. Jo, S.H. Joo, D.H. Ahn, S.S. Chun and Y.J.

Cho. 2012. Biological and antimicrobial activity of *Vaccinium oldhami* fruits. *J. Appl. Biol. Chem.* 54:238-243 (in Korean).

Chae, J.W., J.S. Kim, B.S. Jo, S.A. Kang, H.J. Park, S.H. Joo, S.S. Chun and Y.J. Cho. 2011. Biological activity of ethanol extracts from *Amelanchier asistica* fruits. *J. Appl. Biol. Chem.* 54:238-243 (in Korean).

Elzaawely, A.A., T.D. Xuan and S. Tawata. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of *Rumex japonicus* houtt. aerial parts. *Biol. Pharm. Bull.* 28:2225-2230.

Folin O. and W. Denis. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybetic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12:239-249.

Huang, M.T., C.T. Ho and C. Lee. 1992. Phenolic compounds in food and their effects on health (II), Antioxidants and cancer prevention. ACS symp. series 507, American Chemical Society, Washington, DC, USA. pp. 54-71.

Irwin, B.Y. and A. Pearl. 1946. Reactions of vaillin and its derived compounds. The Caustic fusion of vaillin. *J. Am. Chem. Soc.* 68:2180-2184.

Jung, M.S., G.S. Lee and H.J. Chae. 2004. *In vitro* biological activity assay of ethanol extract of Radish. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 47:67-71 (in Korean).

Kang, J.M., I.H. Cha, Y.K. Lee and H.S. Ryu. 1997. Identification of volatile essential oil, and flavor characterization an antimicrobial effect of fractions from *Houttuynia cordata* thumb. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26:209-213 (in Korean).

Kim, H.K., Y.E. Kim, J.R. Do, Y.C. Lee and B.Y. Lee. 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27:80-85 (in Korean).

Kim, S.Y., J.H. Kim, S.K. Ki, M.J. Oh and M.Y. Jung. 1994. Antioxidant activities of selected oriental herb extracts. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71:633-640.

Lee, H. 2011. Effects of *Lxeris dentata* ext. on lowering lipid and antioxidation. *Korean J. Plant Res.* 24:55-60 (in Korean).

Lee, S.J. 1966. Korean folk medicine. Publishing Center of Seoul National University, Seoul, Korea. p. 133.

Moon, J.S., S.J. Kim, Y.M. Park, I.S. Hwang and E.H. Kim. 2004. Antimicrobial effect of methanol extracts from some medicinal herbs and the content of phenolic compounds. *Korean J. Food Pre.* 11:207-213 (in Korean).

Ong, T.M., W.Z. Whong, S. Stewart and H.E. Brockman. 1986. Chlorophyllin; a potent antimutagen against enviromental and dietary complex mixture. *Mutat. Res.* 173:111-115.

Park, B.J., H.S. Suk, G.S. Chung and J.K. Sohn. 1987. Studies



- on protoplast culture and fusion in cruciferae. Korean J. Breed. 19:223-234 (in Korean).
- Park, J.H. 1993. Search of origin of Korean common medicine. Korean J. Pharm. 24:322-327 (in Korean).
- Pellegrin, N.R., M. Yang and C. Rice-Evans. 1998. Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. Method Enzymol. 299:379-389.
- Sharman, S., D.S. Jill, G.J. Kelloff and E.S. Vernon. 1994. Screening of potential chemopreventive agents using biochemical markers of carcinogenesis. Cancer Res. 54:5848-5855.
- Xu, M.L., L. Wang and M.H. Wang. 2011. The antioxidant and anticancer effects of MeOH extract of *Liriodendron tulipifera*. Korean J. Plant Res. 24:23-29 (in Korean).
- Yang, X.J., M.S. Wong, N.L. Wang, S.C. Chan and X.S. Yao. 2007. Lignans from the stems of *Sambucus williamsii* and their effects on osteoblastic UMR106 cells. J. Asian Natural Prod. Res. 9:583-591.
- Yang, X.J., M.S. Wong, N.L. Wang, S.C. Chan and X.S. Yao. 2005. Effect of phenolic acids isolated from *Sambucus Williamsii* on proliferation and differentiation of rat osteoblastic UMR106 cells. Chinese Trad. and Herb. Drugs 36:1604-1607.
- Yang, X.J., N.L. Wang, M.S. Wong, S.C. Chan and X.S. Yao. 2005. Studies of triterpenoids isolated from *Sambucus williamsii* hance and their effects on UMR106 cell proliferation and alkaline phosphatase activity. Journal of Shenyang Pharmaceutical University 22:449-457.
- Yang, Y.J., H.J. Kim, S.H. Kang and S.C. Kang. 2011. Screening of natural herb resources for antioxidative effects in Korea. Korean J. Plant Res. 24:1-9 (in Korean).
- Yoo, J.H., J.Y. Cha, Y.K. Jeong, K.T. Chung and Y.S. Cho. 2004. Antioxidative effects of pine (*Pinus densflora*) needle extract. J. Life Sci. 14:863-867 (in Korean).
- Zielinski, H. and H. Kozłowska. 2000. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. J. Agric. Food Chem. 48:2008-2016.

(Received 27 December 2011 ; Revised 27 March 2012 ; Accepted 24 April 2012)