

추출용매에 따른 참죽나무 순 분말 추출물의 항산화 활성

김민정 · †한영실
숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidant Activities of *Cedrela sinensis* Tender Leaf Powder Extracts obtained from Different Solvents

Min Jung Kim and †Young Sil Han

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Abstract

In this study, the nutritional value, total polyphenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of freeze-dried *Cedrela sinensis* tender leaf powder were examined. Among the nutritional values, the crude protein, crude fiber, calcium, and potassium were abundantly present in *Cedrela sinensis*. The *Cedrela sinensis* powder was extracted with two solvents, 70% ethanol and distilled water (D.W.), to evaluate its functional properties. Total polyphenol and flavonoid contents were measured in the two different extracts, and the extracts were screened for their potential antioxidant activities using tests such as DPPH radical scavenging activity, ferric reducing antioxidant power (FRAP), and ABTS radical scavenging assay. Although both extracts exhibited good antioxidant activities against trolox, the ethanolic extract exhibited higher antioxidant activities than the D.W. extract. These results indicated that the *Cedrela sinensis* powder is a high-valued food ingredient and the extraction with 70% ethanol will be useful as a nutritional source with natural antioxidant activities.

Key words: *Cedrela sinensis* powder, antioxidant activity, extracting solvents, total polyphenol, freeze-dried

서론

건강을 중시하는 현대의 소비자들은 식품의 선택에 있어서도 건강을 증진하는 식품의 생리활성 기능에 대해 관심이 높은 편이다. 급속한 사회 변화로 인해 현대인은 과다한 스트레스와 건강에 부정적인 환경에 노출되어, 체내 자유라디칼 발생이 증가되고 있다(Kim 등 2012). 대부분의 자유라디칼은 산화적 인산화를 통해 정상적으로 환원되지만, 일부는 인체에 유해한 유리기를 형성하며(Park 등 2010), 체내에 축적된 자유라디칼은 생체막의 손상, 고분자 단백질 및 DNA의 변형과 기능 상실을 초래하여 다양한 퇴행성 질환이 유발될 수 있으므로, 자유라디칼로 인해 발생하는 건강문제를 해결할 수 있는 항산화제에 대한 관심이 집중되고 있다(Kim 등 2009b).

항산화제는 자신이 산화됨으로써 체내 세포들이 산화되는 것을 방지해주고, 자유라디칼로 인한 연쇄반응의 전파를 소멸시킨다(Singleton 등 1999). 항산화제는 금속 이온의 착염화 기능, 효소활성과 효소유사활성 물질에 의한 자유라디칼의 포집력으로 라디칼 반응을 종결시키므로, 특정 소재의 항산화 활성을 평가하기 위해서는 여러 가지 항산화능 분석을 실행하여 그 역할을 규명할 수 있다(Niki E 2010). 천연 유래의 항산화 물질로는 L-ascorbic acid, α -tocopherol, 구연산, 세사몰, 레시틴, 폴리페놀화합물 등이 알려져 있는데, 안전성은 높지만 단독으로 사용하기에는 산화반응 시 저해 능력이 낮으며, 가격이 비싸다는 단점이 있다. 반면, 저가의 페놀계 합성 산화방지제인 BHT(Butylated hydroxytoluene), BHA(Butylated hydroxyanisole), TBHQ(Tertiary butylhydroquinone) 등은 천연

† Corresponding author: Young Sil Han, Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea.
Tel: +82-2-710-9764, Fax: +82-2-710-9479, E-mail: kimmy62mj@hanmail.net

유래 항산화 물질에 비해 가격이 저렴하고, 효율이 높은 편이지만, 일정 수준 이상 섭취 시 간 비대, 간장 중 microsomal enzyme 활성 증가, 체내 흡수 물질의 독성화 및 발암 가능성 등의 안전성에 문제가 제기될 수 있으므로 그 사용량이 법적으로 규제되고 있다(Kim 등 2009a). 특히 현대인의 소득 향상과 건강에 대한 욕구가 증대됨에 따라 인공합성품의 사용을 기피하는 추세이므로 안전성의 확보와 각종 질병의 예방이 동시에 가능한 천연 항산화제를 개발하고자하는 수요가 증가하고 있다(Lee 등 2008).

멸구슬나무과에 속하는 참죽나무(*Cedrela sinensis* A. Juss.)는 우리나라 충청북도 영동, 경상남도 함양, 전라북도 남원에서 자란다(Shine 등 2008). 참죽나무 수피는 한방에서 소염, 해독, 살충의 효능으로 장염, 이질 등의 치료에 이용되며, 국외에서도 간염유증(Fan 등 2007), SARS 치료 효과(Chen 등 2008), 혈당 강하(Wang 등 2008) 등의 연구가 진행되고 있다. 이른 봄에 돌아오는 참죽나무의 붉은 햇순은 특유의 향이 있어 향춘이라고도 불리며, 맛, 향기, 색이 조화를 이뤄 나물이나 튀각 등으로 조리된다. 최근 참죽나무 순은 생산이나 수확이 용이하여 농촌인구 노령화 및 노동력 부족에 따른 새로운 고소득 작목으로 부각되면서 재배면적이 점차 증가하고 있는 추세이다(Kim 등 2012). 이와 같이 참죽나무는 예부터 수피는 전통 생약으로 사용되었고, 나물이나 부각 등의 식재료로 이용되는 고부가가치 식물임에도 불구하고, 수피에 대한 연구는 많이 진행되었지만, 실생활에서 널리 이용되고 있는 참죽나무 순에 관련된 연구는 아직 부족한 실정이다.

본 연구에서는 참죽나무 순의 활용도를 높이기 위한 연구의 일환으로 참죽나무 순을 동결건조하여 일반성분과 무기질 함량을 측정하였으며, 용매에 따른 생리활성물질의 용출량을 측정하기 위해 참죽나무 순의 열수 추출물과 에탄올 추출물의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량, 항산화 활성 등을 측정하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 참죽나무 햇순은 2013년 5월에 충청남도 금산에서 지역전문가의 감별 하에 채취하여 세척 후 사용하였다. -70°C 에서 동결건조(Freeze dryer MCFD8508, Ilshin Lab Co. Ltd., Gyeonggi-do, Korea)하여 마쇄한 분말을 표준망체 No. 80(180 μm mesh, Chung Gye Sang Gong Sa, Seoul, Korea)에 통과시킨 후, -18°C 에 저장하면서 사용하였다.

동결건조한 참죽나무 순의 기능성 분석과 용매에 따른 생리활성물질의 용출량을 측정하기 위해 Fig. 1과 같이 처리하였다. 시료 분말 10 g당 증류수 또는 70% 에탄올 400 mL를

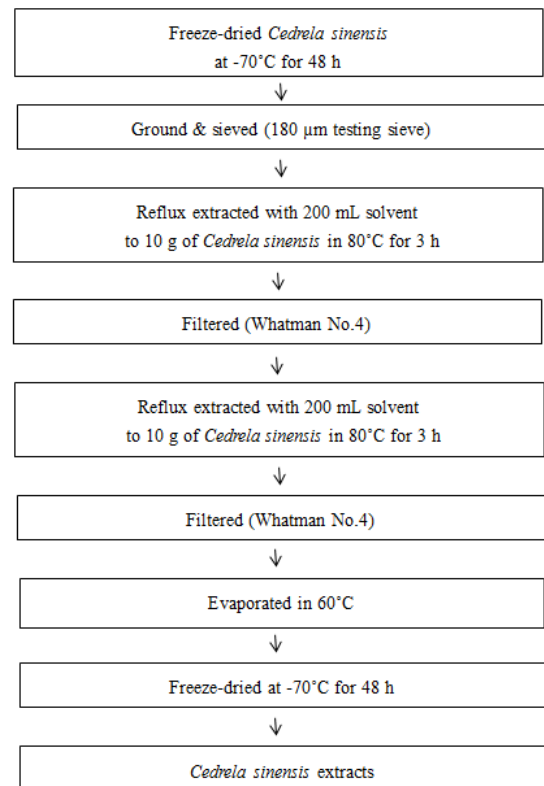


Fig. 1. Preparation of *Cedrela sinensis* extracts.

가하여 80°C 수욕 상에서 3시간 씩 2회 환류 냉각하여 추출하였다. 추출액을 Whatman No. 4로 여과하고, 60°C water bath (digital water bath SB-1000, Eyela, Tokyo, Japan)에서 rotary evaporator(N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)로 감압농축을 한 후에 48시간 동결건조시켜 분말화하여 -18°C 에 저장하면서 사용하였다.

2. 일반성분 분석

동결건조 참죽나무 순 분말의 일반성분은 AOAC(2012)에 따라 분석하였다. 수분은 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, Ohaus Co., Zurich, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, 조단백질은 자동질소증류장치(Kjeltec 2200 analyzer, FOSS, Hillerød, Denmark)를 이용한 Micro-Kjeldahl 질소 정량법으로 질소 계수 6.25를 사용하였다. 조지방은 자동 조지방 추출기(Soxhlet Avanti 2050, FOSS, Hillerød, Denmark)를 이용한 Soxhlet's 추출법, 조회분은 전기회화로(LEF-105S, Daihan LabTech, Namyangju-si Gyeonggi-do, Korea)를 이용한 550~600 $^{\circ}\text{C}$ 직접회화법, 조섬유는 Fibretherm(FT 12, Gerhardt, Königswinter, Germany)으로 정량하였다. 탄수화물 함량은 차감법을 이용하여 100%에서 수분, 조단백질, 조지방과 조회분의 함량을 제외한 값으로 하였다.

3. 무기질 함량 측정

동결건조 참죽나무 순 분말의 무기질 함량은 AACC(2010)에 준하여 microwave(C900, Ctrl-M Scientific, Cerritos, CA, USA)을 이용하여 습식 분해하였다. 시료 0.1 g에 2% HNO₃ 3 mL와 증류수를 가하여 30분 방치한 후 microwave에서 100°C, 1,300 W에서 5분간, 140°C, 1,200 W에서 10분간, 160°C 1,200 W에서 10분간, 마지막으로 200°C, 1,200 W에서 20분간 점진적으로 분해하였다. 분해 후 시액을 50 mL volumetric flask에 옮겨 담고, 증류수를 이용하여 정용하여 무기질 분석 시료로 사용하였다. 혼합표준용액을 만들어 분해 후 유도결합플라즈마분광분석기(Optima 8300, PerkinElmer, Waltham MA, USA)을 이용하여 측정하였으며, 분석 조건은 Table 1과 같다.

4. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정

총 페놀 함량은 Singleton 등(1999)의 Folin-Ciocalteu 방법에 준하여 측정하였다. 추출물 10 µL, 증류수 600 µL, 2 N Folin-Ciocalteu 시약 50 µL를 vortex로 혼합하였다. 3분 후, 혼합물에 20% Na₂CO₃(sodium carbonate) 150 µL와 증류수 1,190 µL를 가하여 2시간 동안 상온에 방치한 후, UV/VIS spectrophotometer(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)로 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid의 검량선으로부터 총 폴리페놀 함량을 gallic acid equivalents(GAE mg/g extract)로 환산하였다.

총 플라보노이드 함량은 Davis 법(Joo SY 2009)에 준하여 측정하였다. 추출물 0.2 mL에 90% diethylene glycol 10 mL와 4 N sodium hydroxide 0.2 mL를 넣어 강하게 교반하였다. 37°C로 5분간 가온하여 UV/VIS spectrophotometer(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 rutin을 사용하여 선형화하여 rutin equivalents(RU mg/g extract)으로 표현하였다.

5. DPPH radical scavenging activity

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH[•]) 라디칼에 대한 소거 효과는 Blois MS(1958) 방법을 이용하여 평가하였다. 농도별

로 제조한 추출물 0.9 mL에 1.5×10⁻⁴ M DPPH 0.3 mL를 가하여 교반 후 실온, 암소에서 30분 방치하였다. UV/VIS spectrophotometer(V-530, Jasco, Tokyo, Japan)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 추출물의 자유 라디칼 소거 활성은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 비교하여 free radical 소거 활성을 백분율로 나타내었다. 추출물 간의 비교를 위해서는 표준물질 trolox 검량선을 작성하여 TEAC(trolox equivalent antioxidant capacity)로 환산하였다.

DPPH radical scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

6. Ferric reducing antioxidant power

FRAP assay는 Benzie & Strain(1996) 방법에 준하여 측정하였다. FRAP 시약(working FRAP reagent)은 300 mM acetate buffer(pH 3.6), 40 mM HCl로 용해한 10 mM TPTZ(2,4,6-tripyridyl-s-triazine) solution, 그리고 증류수에 용해한 20 mM FeCl₃·6H₂O를 제조하여 10:1:1의 비율로 혼합하여 37°C로 가온한 뒤 사용하였다. 추출물 100 µL에 증류수 300 µL와 FRAP시약 3,000 µL를 혼합하고, 4분 뒤 UV/VIS spectrometer(V-530, Jasco, Tokyo, Japan) 593 nm에서의 흡광도 값을 결과에 반영하였다. 환원력은 표준물질로 trolox를 사용하여 표준곡선(200~600 µM)에 의해 계산하여 trolox equivalent antioxidant capacity(TEAC)로 나타내었다.

7. ABTS radical scavenging activity

ABTS^{•+} scavenging activity는 Re 등(1999)의 방법에 준하여 Sotto 등(2013)을 응용하여 측정하였다. 증류수에 용해한 ABTS^{•+} 7.0 mM에 증류수에 용해한 potassium persulfate 2.45 mM을 넣고, 12시간 동안 암소에 방치하여 ABTS^{•+} 라디칼을 생성시켰다. 라디칼이 생성된 용액을 734 nm(EPOCH microplate spectrophotometer, Biotek, Winooski VT, USA)에서 0.700±0.02의 흡광도를 갖도록 ethanol로 희석하고, 30°C를 유지하며 혼합하였다. 상온에서 ABTS^{•+} solution 900 µL와 에탄올에 용해한 샘플 100 µL를 합하여 6분 후 흡광도 값을 측정하였다. 추출물의 자유 라디칼 소거 활성은 시료첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 비교하여 free radical 소거 활성을 백분율로 나타내었다. 추출물간의 비교를 위해서는 표준물질 trolox 검량선을 작성하여 TEAC(trolox equivalent antioxidant capacity)로 환산하였다.

ABTS radical scavenging activity(%) =

$$\left(1 - \frac{\text{Sample absorbance}}{\text{Control absorbance}}\right) \times 100$$

Table 1. Operating conditions of ICS-OES

Operating conditions	
Coolant gas flow rate(L/min)	0.20
Plasma gas flow rate(L/min)	15.00
Carrier gas flow rate(L/min)	0.55
	Ca 317.933
	Fe 238.204
Wave length(nm)	Na 589.592
	K 766.490
	Mg 285.213

8. 통계처리

실험의 분석 결과는 3회 이상 반복 실행한 평균±표준편차로 기록하였으며, 모든 자료의 통계처리는 SAS package(Statistical Analysis Program, version 9.3)를 이용하였다. Student's *t*-test와 Duncan's multiple range test로 평균 간의 다중비교를 실시한 one-way ANOVA를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분

동결건조한 참죽나무 순 분말의 일반성분은 Table 2와 같이 수분함량 19.25%, 조단백질 함량 35.98%, 조지방 함량 3.64%, 조회분 함량 0.08% 및 조섬유 함량 15.52%였다. 참죽나무 생순의 측정된 Im 등(2013)은 수분 함량 81.2~87.2%, 조단백질 함량 4.64~6.88%, 조지방 함량 1.43~1.17%, 조회분 함량 0.97~1.54% 및 조섬유 함량 3.59~6.51%로 보고하였는데, 높은 조단백질과 조섬유 함량으로 인한 영양성과 식이섬유소의 기능성이 있을 것으로 보고하였다. 식품성분표(Standard Food Composition Table)(2011)에 제시된 마른 참죽나무의 성분 함량을 건조 중량비로 환산하면 조단백질 함량 30.33%, 조지방 함량 1.09%, 조회분 함량 6.63%이었다. 본 연구의 동결건조 참죽나무 순 분말은 수분함량이 Im 등(2013)의 생순에 비해 4배 줄었으며, 조단백질 함량은 건조로 환산했을 경우 Im 등(2013)과 식품성분표보다 높은 반면, 조회분의 함량은 더 낮았다. Son 등(2011)은 건조방법에 따른 매생이의 일반성분을 측정된 결과, 동결건조 분말의 경우 조단백질 함량이 높게 나타난다고 밝혔다. 이러한 영양성분의 차이는 참죽나무 순의 건조방법뿐만 아니라, 재배조건 및 지역의 영향을 받을 것으로 판단된다.

2. 무기질 함량

참죽나무 순 분말의 무기질 함량은 Table 3과 같이 K 2,235.87 mg/100 g, Ca 772 mg/100 g, Mg 251.13 mg/100 g, Fe 9.57 mg/100 g 그리고 Na 8.78 mg/100 g으로 측정되었다. 무기질 함량

Table 2. Proximate composition of *Cedrela sinensis* powder
(Mean±S.D.)

Composition	<i>Cedrela sinensis</i> powder(%)
Moisture	19.25±1.12
Carbohydrate	25.53±0.47
Crude protein	35.98±0.31
Crude fat	3.64±0.44
Crude ash	0.08±0.00
Crude fiber	15.52±1.15

Table 3. Mineral contents of *Cedrela sinensis* powder
(Mean±S.D.)

Minerals	Content(mg/100 g)
Calcium	772.21±8.23
Iron	9.57±0.02
Potassium	2,235.87±11.86
Magnesium	251.13±3.17
Sodium	8.78±0.13

은 Im 등(2013)과 Shin 등(2012)의 연구에서 K, Mg 및 Ca이 대부분을 차지하였으며, 그 밖에 Fe, Na의 함량이 높게 나타난 결과를 토대로 진행하였다. 본 연구에서는 참죽나무 순 분말의 무기질 함량이 K>Ca>Mg>Fe>Na의 순서로 함량이 높았다. 이는 참죽나무 생순의 무기질 함량을 K>Ca>Mg>Na>Fe로 보고한 Im 등(2013)과 Na과 Fe의 순서가 바뀌었다. 본 연구의 참죽나무 순 분말의 칼륨 함량은 2,235.87 mg/100 g으로 8.78 mg/100 g인 나트륨 함량에 비해 칼륨 함량이 약 250배 정도 높은 것으로 나타났다. Shin 등(2012)은 참죽나무 순의 높은 칼륨 함량이 식염의 과다 섭취로 인한 고혈압 예방에 도움을 줄 수 있을 것으로 보고하였다. 또한 참죽나무 순의 높은 칼슘 함량은 체장에서 인슐린이 분비되기 위해서 필요한 칼슘을 공급하여 혈당을 저하시키는 효과가 있으므로 참죽나무 순이 항당뇨 효능으로 알려진 것도 무관하지 않을 것으로 보인다.

3. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

Singleton 등(1999)은 식물 폴리페놀이 만성질환에 강력히 저항하는 기능을 지닌 2차 대사산물이며, 식물유래식품에서 활성산소를 수용하는 역할을 하여 항산화 효과를 나타낸다고 하였다. 열수와 70% 에탄올로 추출한 동결건조 참죽나무 순 분말을 비교한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 4와 같다. 총 폴리페놀 함량은 70% 에탄올 추출물이 104.35 mg GAE/g으로 열수 추출물의 62.30 mg GAE/g보다 유의적으로 높았다($p<0.001$). 총 플라보노이드 함량도 70% 에탄올 추출물이 45.38 mg RE/g으로 열수 추출물의 31.20 mg

Table 4. The total polyphenol and flavonoid contents in *Cedrela sinensis* extracts
(Mean±S.D.)

Extracting solvents	Total polyphenol (mg GAE ¹⁾ /g)	Total flavonoid (mg RE ²⁾ /g)
70% Ethanol	104.35±3.03	62.30±2.64
D.W.	45.38±2.22	31.20±3.42
<i>t</i> -value	-27.19***	-12.46***

¹⁾ Gallic acid equivalents(GAE), ²⁾ Rutin equivalents(RE)

*** $p<0.001$

RE/g보다 유의적으로 높았다($p<0.001$). 이는 모시잎 추출물의 물 분획물보다 메탄올 분획물에서 더 높은 폴리페놀 함량을 나타낸 Kim 등(2009b)의 결과와도 유사한 결과로서, 폴리페놀이 유기용매와 반응하기에 적합한 hydroxyl group이 포함된 입체구조 화합물이기 때문이라 생각된다. Cheng 등(2009)은 참죽나무 순의 항산화 활성을 나타내는 주성분이 페놀류라고 하였고, Im 등(2013)은 참죽나무 순의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 생리활성이 풍부하여 참죽나무 순과 함께 식품 및 약재로 이용되었던 엄나무 순과 오가피 순의 함량보다 높은 함량을 나타낸다고 하였다.

4. DPPH radical scavenging activity

자색의 안정된 질소 라디칼인 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH[•]) 분자는 540 nm 파장에서 항산화 물질이 라디칼과 반응하면 노란색으로 바뀌는 색 변화로 식물의 초기 항산화 반응을 평가할 수 있다. 본 연구에서는 비타민 E의 수용성 유사체인 Trolox를 양성 대조군으로 사용하였다. 참죽나무 순 분말의 70% 에탄올 추출물과 열수 추출물을 5개의 농도로

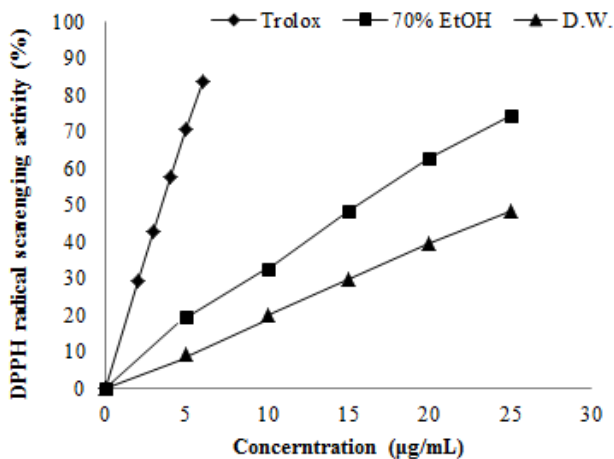


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of *Cedrela sinensis* extracts obtained by 70% ethanol (EtOH) and distilled water (D.W.) and the positive control trolox. Each value is mean±S.D. (n=3).

나누어 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2와 같으며, 농도가 높아질수록 각 실험군의 농도에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 유의적으로 높아졌다($p<0.0001$). 양성대조군인 trolox의 DPPH 라디칼 소거능 범위는 6 µg/mL 이하에서 나타났으며, 이는 참죽나무 심재의 ethyl acetate 분획물에서 DPPH 라디칼 소거능 IC₅₀ 값이 7.4 µg/mL로 측정되어 양성대조군 (비타민 C 5.2 µg/mL, BHT 7.1 µg/mL)보다 소거능이 떨어졌지만, IC₅₀값이 충분히 낮아 천연 항산화제로서의 유용성이 있다고 보고한 Park 등(2010)과 비슷한 결과가 나왔다. 또한, 용매를 달리한 두 종류의 추출물을 Trolox 당량값(TEAC)으로 환산하여 Table 5에 나타내었다. 70% 에탄올 추출물의 902.38 mM TE/g으로 열수 추출물의 545.56 mM TE/g보다 유의적으로 높았다($p<0.05$). 이는 총 폴리페놀과 플라보노이드가 에탄올 추출물에서 더 높은 함량을 나타낸 것과 상관관계가 있을 것으로 보인다. Cho 등(2003)은 한국산 약용식물 등의 DPPH 라디칼 소거능을 조사한 결과, Rosaceae과 이외의 식물 15종 중에서 참죽나무 순의 소거능이 가장 높았다고 보고하였다.

5. Ferric reducing antioxidant power

FRAP 분석은 라디칼 소거방식의 항산화 측정법과는 다른 메커니즘의 항산화 측정법이다. 낮은 pH 환경에서 Fe^{III}-TPTZ 복합물이 523 nm에서 흡광도가 가장 높은 청색의 Fe^{II}로 환원되는 정도를 측정 방법으로, 혈장의 환원력 측정을 위해 개발되었으며, 식물의 항산화제 분석으로도 사용되고 있다(Benzie & Strain 1996). Trolox(50~150 µg/mL)와 참죽나무 순 분말 추출물(100~500 µg/mL)을 5개의 농도로 나누어 FRAP을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 농도가 높아질수록 각 실험군의 농도에 따른 환원력이 유의적으로 높아짐을 확인할 수 있다($p<0.0001$). 참죽나무 순 분말 추출물의 결과는 Table 5와 같이 70% 에탄올 추출물이 1,064.09 mM TE/g으로 열수 추출물의 220.00 mM TE/g보다 유의적으로 높았다($p<0.01$). 이러한 결과는 항산화물질로 규명된 폴리페놀과 플라보노이드의 함량이 앞서 70% 에탄올 추출물에서 더 높았다는 것과 상관성이 있을 것으로 보인다. Heo 등(2010)은 한국산 구아바잎 5,000

Table 5. Antioxidant activities of *Cedrela sinensis* extracts

(Mean±S.D.)

<i>Cedrela sinensis</i> extracts	TEAC ¹⁾ (mM TE/g)		
	DPPH radical scavenging activity	FRAP	ABTS radical scavenging activity
70% EtOH	902.38±0.64	1,064.09±190.15	499.52±20.43
D.W.	545.56±0.04	220.00±42.26	614.43±36.26
<i>t</i> -value	-9.71*	-7.51**	4.78**

¹⁾ TEAC stands for trolox equivalent antioxidant capacity

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

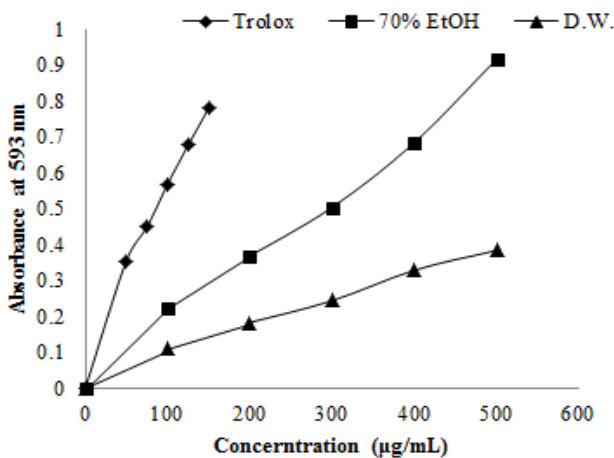


Fig. 3. Ferric reducing antioxidant power of *Cedrela sinensis* extracts obtained by 70% ethanol (EtOH) and distilled water (D.W.) and the positive control trolox. Each value is mean±S.D. (n=3).

µg/mL 추출물에 대한 FRAP 측정 결과, 열수 추출물의 흡광도는 0.35, 에탄올 추출물의 흡광도는 0.28로 측정되었다. 본 실험의 참죽나무 순 분말 추출물은 250 µg/mL의 농도에서 흡광도를 측정하였으므로 한국산 구아바잎 추출물보다 환원력이 우수하다는 결론을 내릴 수 있다.

6. ABTS radical scavenging activity

ABTS⁺ 소거 활성은 2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid; ABTS⁺)의 색을 띤 양이온 라디칼의 감소에 근거하여 항산화력을 측정하는 방법이다. Trolox(10~50 µg/mL)과 참죽나무 순 분말 추출물(100~500 µg/mL)을 5개의 농도로 나누어 ABTS⁺ 소거 활성을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 100~400 µg/mL까지는 농도가 높아질수록 각 실험군의 농도에 따른 ABTS⁺ 소거 활성이 유의적으로 높아졌다($p < 0.0001$). 참죽나무 순 분말 추출물의 ABTS⁺ 소거 활성을 결과는 Table 5와 같이 열수 추출물이 614.43 mM TE/g으로 에탄올 추출물의 499.52 mM TE/g보다 높게 측정되었다. 앞선 항산화 분석과 다르게 열수 추출물이 에탄올 추출물보다 유의적으로 높았던 것($p < 0.01$)은 항산화제의 분자량이 크기가 크거나, aromatic ring의 개수, 치환할 수 있는 hydroxyl group의 개수가 많을수록 ABTS⁺ 소거 활성능이 더해질 수 있기 때문이라고 생각된다(Hagerman 등 1998).

Heo 등(2010)은 한국산 구아바잎 5,000 µg/mL 추출물에 대한 ABTS⁺ 소거 활성 측정 결과, 열수 추출물의 활성도는 46.89%이며, 에탄올 추출물은 44.82%로 유의적인 차이가 없었다. Shiddhuraju & Becker(2006)는 승검초 씨 추출물에 대한 ABTS⁺ 소거 활성을 측정된 결과, trolox 당량이 가장 높았던

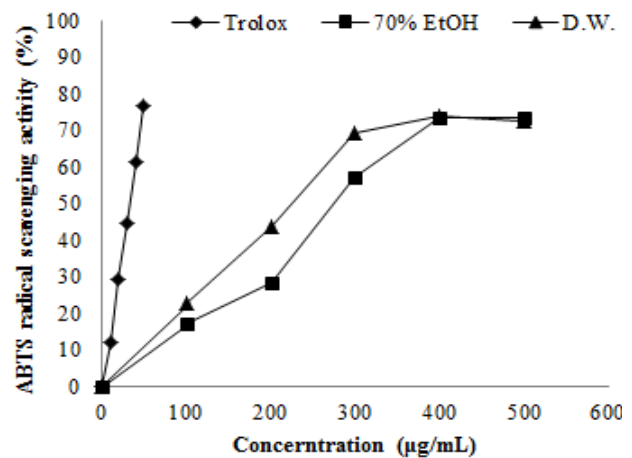


Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of *Cedrela sinensis* extracts obtained by 70% ethanol (EtOH) and distilled water (D.W.) and the positive control trolox. Each value is mean±S.D. (n=3).

질은 황색 씨의 추출물에서 662 mM TE/g으로 본 실험의 참죽나무 순의 ABTS⁺ 소거 활성보다 더 우수하였다. 또한, 연한 황색 씨의 추출물에서는 591 mM TE/g이 나왔으며, 색이 열어지거나 열처리를 하였을 때 ABTS⁺ 소거 활성이 떨어졌다고 보고하였다.

요 약

본 연구에서는 전통 식품 소재로의 활용성을 높이기 위해 참죽나무 순을 동결건조하여 일반성분과 무기질 함량을 측정하였고, 추출용매를 달리하여 얻은 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물로부터 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 항산화능을 살펴보았다. 참죽나무 순의 일반성분 및 무기질 분석 결과, 조단백질, 조섬유, 칼슘과 칼륨 함량이 높게 측정되었다. 총 폴리페놀과 플라보노이드는 참죽나무 순 분말 열수 추출물보다 70% 에탄올 추출물에서 함량이 더 높았으며, DPPH 유리 라디칼 소거능과 FRAP 또한 70% 에탄올 추출물에서 더 높은 항산화력을 나타냈다. 이상의 결과로 볼 때 참죽나무 순 분말은 영양성과 식이섬유소의 기능성이 높아 식품의 재료로 이용가능성이 높으며, 참죽나무 순 분말로부터 유용성분 용출 및 기능성 증대를 위해서는 70% 에탄올로 추출하는 것이 바람직하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 숙명여자대학교 교내연구비지원에 의해 수행되었음(과제번호 1-1303-0260).

References

- AACC. 2010. Approved Method of the AACC. 10th ed. Method 40-75. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. MN. USA
- AOAC. 2012. Official Method of Analysis of AOAC. International. 19th ed. Method 920.153, 960.39, 981.10. Method Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA
- Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 239:70-76
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26:1199-1200
- Chen CJ, Michaelis M, Hsu HK, Tsai CC, Yang KD, Wu YC, Cinatl Jr J, Doerr HW. 2008. *Toona sinensis* Roem tender leaf extract inhibits SARS coronavirus replication. *J Ethnopharmacol* 120:108-111
- Cheng KW, Yang RY, Tsou SCS, Lo CSC, Ho CT, Lee TC, Wang M. 2009. Analysis of antioxidant activity and antioxidant constituents of Chinese toon. *Korean J Func Food* 1:253-259
- Cho EJ, Yokozawa T, Rhyu DY, Kim SC, Shibahara N, Park JC. 2003. Study on the inhibitory effects of Korean medicinal plants and their main compounds on the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Phytomed* 10:544-551
- Fan S, Che HN, Wang CJ, Tseung WC, Hsu HK, Weng CF. 2007. *Toona sinensis* Roem (Meliaceae) leaf extract alleviates liver fibrosis via reducing TGF β 1 and collagen. *Food Chem Toxicol* 45:2228-2236
- Hagerman AE, Riedl KM, Jones GA, Sovik KN, Ritchard NT, Hartzfeld PW. 1998. High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidant. *J Agri Food Sci* 46:1887-1892
- Heo YJ, Sim KH, Choi HY, Kim SI. 2010. Antioxidative activity of crackers made with a guava (*Psidium guajava* Linn.) leaf extract harvested in Korea. *Korean Food Cookery Sci* 26:171-179
- Im HJ, Jang HL, Jeong YJ, Yoon KY. 2013. Chemical properties and antioxidant activities of the sprouts of *Kalopanax pictus*, *Cedrela sinensis*, *Acanthopanax cortex* at different plucking times. *Korean J Food Preserv* 20:356-364
- Joo SY. 2009. Isolation and identification of antioxidative compounds from *Prunus yedoensis* Matsumura and its application in *Sulgidduck* and *Gaesung-Juak*. Ph.D. Thesis, Sookmyung Women's Univ. Seoul. Korea
- Kim MH, Park SH, Jeong YJ, Yoon KY. 2012. Sensory properties of *Kalopanax pictus* and *Cedrela sinensis* shoots under different blanching conditions and with different thawing methods. *Korean J Food Preserv* 19:201-208
- Kim IS, Park KS, YU HH, Shin MK. 2009. Antioxidant activities and cell viability against cancer cells of *Adenophora remotiflora* leaves. *Korean J East Asian Soc Dietary Life* 19:384-394
- Kim SM, Sim KH, Joo SY, Han YS. 2009. A study on antioxidative and hypoglycemic activities of *Omija* (*Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract conditions. *Korean J Food Sci Nutr* 22:41-49
- Lee MA, Choi HJ, Kang JS, Choi YH, Joo WH. 2008. Antioxidant activities of the solvent extracts from *Tetragonia tetragonioides*. *Korean J Life Sci* 18:220-227
- Niki E. 2010. Assessment of antioxidant capacity *in vitro* and *in vivo*. *Free Radical Bio Med* 49:503-515
- Park S, Yang S, Ahn D, Yang JH, Cho CH, Kim HY, Lee JH, Park JS, Kim DK. 2010. Antioxidant constituents of the heartwood of *Cedrela sinensis* A. Juss. *Korean J Pharmacol* 41:245-249
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio Med* 26:1231-1237
- Rural Development Administration National Academy of Agricultural Science. 2011. Standard Food Composition. 8th ed. Kyomunsa. Seoul. Korea
- Shin YS, Lee MJ, Lim YS, Lee ES, Ahn JH, Han YY, Lim JH, Park SD, Chai JH. 2012. Effect of culture methods on growth and mineral contents in Chinese toon (*Cedrela sinensis* A. Juss). *Korean J Bio-Env Control* 21:392-397
- Shine HJ, Jeon YJ, Shin HJ. 2008. Physiological activities of extracts of *Cedrela sinensis* leaves. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23:164-168
- Siddhurajub P, Becker K. 2007. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chem* 101:10-19
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Methods in Enzymology. pp.152-177. Academic Press
- Son SM, Kwon HO, Lee JH. 2011. Physicochemical composition of *Capsosiphon fulvescens* according to drying methods. *J*

Korean Soc Food Sci Nutr 40:1582-1588

Sotto A, Durazzi F, Sarpietro MG, Mazzanti G. 2013. Anti-mutagenic and antioxidant activities of some bioflavours from wine. *Food Chem Toxicol* 60:141-146

Wang PH, Tsai MJ, Hsu CY, Wang CY, Hsu HK, Weng CF. 2008. *Toona sinensis* Roem (Meliaceae) leaf extract alleviates

hyperglycemia via altering adipose glucose transporter 4. *Food Chem Toxicol* 46:2554-2560

Received 13 October, 2014

Revised 2 November, 2014

Accepted 5 November, 2014