

## 소나무 부위별 추출물의 항산화 활성

유범석 · 최희은 · 최원석 · 이난희\* · †최웅규

한국교통대학교 식품공학과, \*대구한의대학교 한방식품조리영양학부

### Antioxidant Activities of Extracts from Different Parts of the Pine Tree

Beom-Seok Ryu, Hee-Eun Choi, Won-Seok Choi, Nan-Hee Lee\* and †Ung-Kyu Choi

Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea

\*Dept. of Food Science and Nutrition, Daegu Hanny University, Gyeongsan 38578, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate the antioxidant activities of extracts from various parts of the pine tree, which is known as a good source of functional food material. While ethanol extraction yields of pine bud and cone were higher than water extraction yields of pine bud and cone, water extraction yield of pine needle was higher than ethanol extraction yield of the pine needle. The content of polyphenols in the pine cone ethanol extract was 5 times higher than that in the pine bud and needle. Further, the content of flavonoids in the pine cone ethanol extract was 8 times higher than that in the pine bud and needle. DPPH radical scavenging effect of the pine cone ethanol extract was 3~5 times higher than that of the pine bud and needle extract. Regardless of the extraction solvents, trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) of the pine cone were stronger than those of the other parts of the pine tree. Taken together, it can be expected that the pine cone can be practically used as an antioxidant substance in food and beauty industries.

Key words: antioxidant activities, pine cone, polyphenol flavonoid

#### 서 론

한국, 일본, 중국 등에 자생하는 침엽수의 대표종인 소나무(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc)는 소나무과(Pinaceae)의 상록침엽 교목으로 두 잎이 뭉쳐나고 피침모양이며, 예로부터 건강식품으로 많이 이용되어 왔다(Kim 등 2012). 소나무는 순, 줄기, 가지, 잎, 그리고 꽃가루가 식용원료로 사용 가능하며, 솔방울은 식품원료로 고시는 되어 있지 않으나, 한방에서는 약용으로 사용되고 있으며, 민가에서는 당 또는 알코올로 추출하여 많이 식용하고 있다(MFDS 2017). 소나무의 유효성분에 관한 연구는 비교적 활발히 진행되어 왔으며(Cho EM 2007; Jang 등 2008), 프랑스 해안지방의 소나무를 추출하여 만든 천연 항산화제 피크노제놀(pycnogenol)은 국제적으로

판매되고 있는 등, 앞으로 다양한 소나무 추출물을 이용한 제품이 개발될 것으로 기대된다(Cho 등 2010).

소나무의 정유성분으로는 terpenoid, phenol, tannin, alkaloid, flavonoid 등이 존재하며(Koukos 등 2000), 특히 이들 중 피톤치드 성분은 항균 및 방충효과가 뛰어나, 양상추의 저장연장 효과(Kim 등 2013), 집먼지 진드기 기피효과(Hong & Jee 2009), 구강병원균에 대한 항균작용(Kim 등 2007) 등의 효과가 있고, 인체의 생리대사에도 영향을 주는 것으로 보고되었다(Lee & Lee 2012).

소나무에는 솔잎의 항산화 효과(Jang 등 2008), 항비만(Jeon 등 2005), 면역 활성 증진(Cho EM 2007) 등 다양한 생리활성이 보고되었으며, 특히 병원성, 식중독 유발 미생물에 대한 항균효과(Kim YS & Shin 2005)에 관한 연구도 보고된 바 있

† Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea. Tel.: +82-43-820-5242, Fax: +82-43-820-5240, E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

다. 솔잎 외 부위에 대한 연구로는 솔순의 열수 및 에탄올 추출물의 생리활성(Cho 등 2009)이 보고되었으며, 솔방울의 항균성에 관한 연구(Velmurugan 등 2015)가 진행된 바 있으나, 솔잎에 비해 연구가 상당히 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에 자생하는 소나무의 새순과 솔방울의 성분특성과 항산화효과를 알아보고 솔잎뿐만 아니라, 소나무 순과 솔방울을 식의약용 원료로서 활용할 수 있는 방법을 모색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시재료

본 연구에 사용한 소나무는 2015년 6월에 충북 증평군 일대 야산에서 자생하는 소나무에서 솔순과 어린 솔방울, 솔잎을 채취한 후 세척하여 순은 2 cm 길이로, 솔방울은 1 cm 크기로 세절하고, 솔잎은 원물 상태로 40°C에서 3일간 열풍건조한 후 분쇄하여 시료로 사용하였다.

### 2. 추출물 제조

소나무 추출물 제조는 건조 시료 50 g에 증류수 1,000 mL를 첨가한 후, 90°C에서 3시간 환류냉각 추출하였으며, 에탄올 추출물은 시료 50 g에 70% 에탄올 500 mL를 첨가한 후, 상온에서 24시간 교반하여 추출한 후 잔사에 다시 500 mL의 70% 에탄올을 첨가하여 2회 반복 추출하였다. 이후 두 종류의 추출물 모두 여과지(No.2, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 후, Rotari evaporator(N-1000, EYELA, Tokyo, Japan)로 농축한 후 동결건조하여 측정 시료로 사용하였다.

### 3. Total polyphenol 함량 측정

부위별 소나무 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(Gutfinger T 1981)을 변형하여, 추출물 1.0 mL에 1.0 N Folin-Ciocalteu 시약 및 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 각 1.0 mL씩 차례로 가한 다음 실온에서 30 분 정지한 후 UV-Vis Spectrophotometer(UV-2450, SHIMADZU, Kyoto, Japan)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 0~200 µg/mL의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하였고, gallic acid equivalents (mg GAE/g extract)로 나타내었다.

### 4. Total flavonoid 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Jia 등(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 시료액 250 µL에 5% NaNO<sub>2</sub> 75 µL를 첨가하여 상온에서 5분간 반응시킨 후에 10% AlCl<sub>3</sub> 150 µL를 첨가

하였다. 이 용액에 1 M NaOH 0.5 mL와 증류수 275 µL를 첨가한 후에 UV-Vis Spectrophotometer로 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며, catechin을 표준물질로 하여 0~1 mg/mL의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 계산하였다.

### 5. DPPH 라디칼 소거능 측정

추출물의 DPPH 자유라디칼에 대한 환원력 측정은 Blois (1958)의 방법에 따라 측정하였다. 에탄올에 녹인 0.2 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 0.8 mL에 희석한 시료 0.2 mL를 혼합하여 15분간 반응 후, UV-Vis Spectrophotometer로 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 양성대조군으로 항산화제인 butylated hydroxyanisole(BHA) (Sigma, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 각 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성(EDA)은 다음과 같이 나타내었다.

$$\text{EDA (\%)} = \frac{(\text{Blank O.D.} - \text{Sample O.D.})}{\text{Blank O.D.}} \times 100$$

### 6. Reducing power 측정

Reducing power 측정을 위하여 희석한 추출물 0.5 mL에 0.2 mM phosphate buffer (pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 2.5 mL를 첨가하여 교반한 후 50°C에서 20분간 반응시켰다. 이후 10% trichloroacetic acid를 2.5 mL를 가한 다음 2,000×g에서 10분간 원심분리한 후 상등액 2.5 mL와 증류수 2.5 mL, 0.1% ferric chloride 0.5 mL를 첨가하여 혼합한 후 UV-Vis Spectrophotometer를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이후 측정값을 최대 환원력에 대한 추출물의 환원력으로 나타내었다.

$$\text{RP (\%)} = \frac{\text{Sample O.D.}}{\text{Max O.D.}} \times 100$$

### 7. ABTS를 이용한 총 항산화력 측정

ABTS[2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] 라디칼을 이용한 항산화력의 측정은 Erkan 등(2008)의 방법을 변형하여 사용하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.45 mM potassium persulfate를 암실에서 12~16시간 동안 반응시켰다. 이를 734 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 조정된 후 200 µL를 취하고, 샘플 20 µL를 가하여 실온에서 10분간 반응시켜 UV-Vis Spectrophotometer를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료의 총 항산화력은 TEAC(Trolox equivalent antioxidant capacity)로 나타내었다.

### 8. FRAP를 이용한 총 항산화력 측정

FRAP(ferric reducing antioxidant power) 측정을 위해서 300 mM acetate buffer(pH 3.6), 40 mM HCl에 용해한 10 mM TPTZ 및 20 mM FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O를 각각 10:1:1(v/v/v)의 비율로 혼합하여 FRAP 시약을 제조하였다. 이어서 여러가지 농도의 시료액 0.15 mL와 3.0 mL의 FRAP 시약을 혼합하고, 37°C에서 5분간 반응시킨 후, UV-Vis Spectrophotometer로 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O를 표준물질로 환산하여 FRAP value(mM FeSO<sub>4</sub> eq./mg extract)로 나타내었다.

## 9. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었으며, 각 군간 유의성 검증은 IBM SPSS Statistics 20 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 one-way ANOVA 검정을 시행하여 유의성이 나타난 경우, 유의성 비교는 Duncan's 다중범위 검정법( $p < 0.05$ )을 실시하였으며, 단순상관분석을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 추출수율

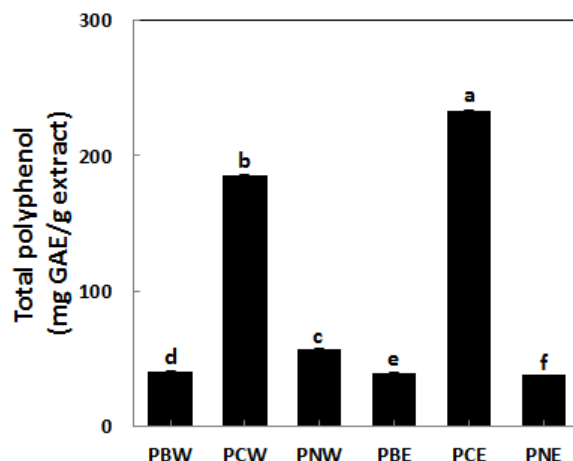
솔순, 솔방울 및 솔잎의 물 추출물과 에탄올 추출물의 추출수율은 Table 1에 나타내었다. 솔순의 추출수율은 물과 에탄올 추출물이 각각 25.5±0.5, 27.9±0.3%로 나타났으며, 솔방울의 물, 에탄올추출물은 각각 16.9±0.3%와 21.5±0.4%로 나타나, 에탄올 추출이 물추출보다 수율면에서 유리한 것으로 확인되었다. 솔잎의 경우는 물 추출물(16.1±0.3%)이 에탄올 추출물(15.4±0.5%)에 비해 수율이 높은 것으로 나타났다. 솔잎 추출물의 수율은 건조방법에 따라서도 다르게 나타나는데, 진공건조 시료가 가장 높고, 열풍건조와 동결건조 순으로 보고된 바 있다(Chung 등 2013). 본 연구에서는 열풍건조방식을 이용하였으며, 추출수율 향상을 위하여 향후 에탄올 농도와 건조방법을 달리한 추출물의 수율을 확인할 필요가 있을 것으로 사료된다.

### 2. 총 폴리페놀 함량

솔순, 솔방울 및 솔잎의 물 추출물과 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은

**Table 1. Yields of water and ethanol extract from pine bud, cone and needle**  
(unit: %)

	Water	70% EtOH
Pine bud	25.5±0.5	27.9±0.3
Pine cone	16.9±0.3	21.5±0.4
Pine needle	16.1±0.3	15.4±0.5

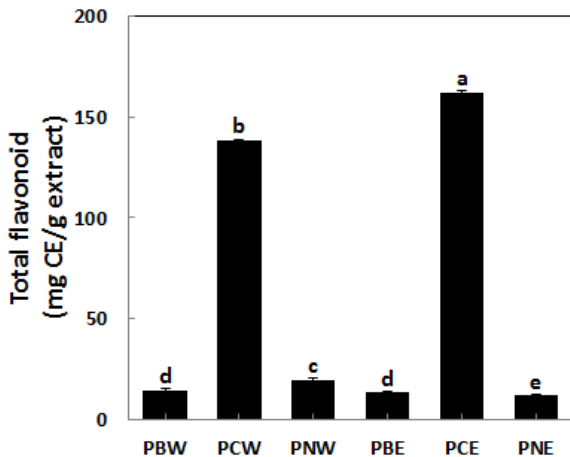


**Fig. 1. The contents of polyphenols in ethanol and water extracts from pine bud, cone and needle.** Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M±S.D. of triplicate determinations. GAE: gallic acid equivalents. PBW: Pine bud water extract; PCW: Pine cone water extract; PNW: Pine needle water extract; PBE: Pine bud ethanol extract; PCE: Pine cone ethanol extract; PNE: Pine needle ethanol extract.

솔방울 에탄올 추출물이 232.99±0.18 mg GAE/g extract로 가장 높았으며, 솔방울 물 추출물(185.24±0.18 mg GAE/g extract), 솔잎 물 추출물(57.20±0.21 mg GAE/g extract)의 순으로 확인되었다. 물과 에탄올 추출물 모두에서 솔방울 추출물이 솔순, 솔잎 추출물보다 약 5배 높은 것으로 나타나, 솔순과 솔잎보다는 솔방울에서 높은 항산화 작용을 기대할 수 있을 것으로 판단되었다. 폴리페놀 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로서 일반적으로 항산화 작용이 강한 것으로 밝혀져 있으므로, 총 폴리페놀 함량의 분석은 중요한 의미를 가진다(Cho 등 2010). Jeong 등(2014)은 미성숙 솔방울의 열수추출물의 폴리페놀 함량이 14 mg/g이라 보고하였고, Cho 등(2009, 2010)은 각각 솔순 물 추출물과 에탄올 추출물의 폴리페놀 함량이 30.7 mg/g, 151.0 mg/g으로 에탄올 추출물에서 5배 정도 높게 나타났다고 보고하여 본 연구와는 다소 차이가 있는 것으로 나타났는데, 이는 시료의 채취시기와 지역의 고도 및 온도 등의 차이에 기인하는 것으로 판단되며, 향후 이를 고려한 표준화 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. Cheong 등(2013)은 잣솔잎의 건조방법에 따라 폴리페놀 함량이 다르며, 552.2~669.1 mg% 범위 내에 있다고 보고한 바 있다.

### 3. 총 플라보노이드 함량

솔순, 솔방울, 솔잎의 총 플라보노이드 함량은 Fig. 2에 나타내었다. 플라보노이드 함량도 총 폴리페놀 함량과 유사한

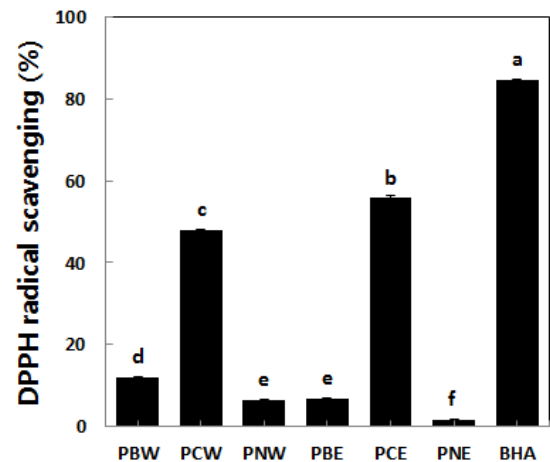


**Fig. 2.** The contents of flavonoids in ethanol and water extracts from pine bud, cone and needle. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M.±S.D. of triplicate determinations. CE: catechin equivalents. PBW: Pine bud water extract; PCW: Pine cone water extract; PNW: Pine needle water extract; PBE: Pine bud ethanol extract; PCE: Pine cone ethanol extract; PNE: Pine needle ethanol extract.

경향을 나타내었으며, 모든 시료에서 폴리페놀 함량보다는 낮게 정량되었다. 즉, 술방울 에탄올 추출물이 161.67±1.30 mg CE/g extract로 가장 높았으며, 술방울 물 추출물(138.30±0.18 mg CE/g extract), 술잎 물 추출물(19.16±1.01 mg CE/g extract)의 순으로 확인되어 추출용매와 상관없이 술방울 내에 플라보노이드 함량이 8배 이상 압도적으로 높은 것으로 확인되었다. 잣솔잎의 경우, 플라보노이드 함량은 폴리페놀 함량과 반대의 경향을 나타내며, 열풍건조 시료에서 가장 높은 것으로 보고된 바 있다(Cheong 등 2013). 이러한 결과는 열풍건조된 방아풀의 총 플라보노이드 함량이 동결건조시료보다 1.5배 이상 높게 나온 것(Kim 등 2009)과 일치하는 경향이다.

#### 4. DPPH 라디칼 소거능

술순, 술방울 및 술잎의 물 추출물과 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 추출용매와 상관없이 술방울의 DPPH 라디칼 소거활성이 술순과 술방울에 비해 3~5배 정도 높은 것으로 나타났으며, 술방울의 경우, 에탄올 추출물이 물 추출물보다 좀 더 높은 것으로 확인되었다. Cho 등(2009, 2010)은 각각 술순 물 추출물과 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성이 40.5, 88.9%(1 mg/mL)로 에탄올 추출물이 높다고 하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보고한 바 있다. 반면, 술잎과 술순의 DPPH 라디칼 소거활성은 물 추출물이 좀 더 높은 것으로 나타났다. 소나무의 부위별 항산화활성을 비교한 보고는 찾아볼 수 없었

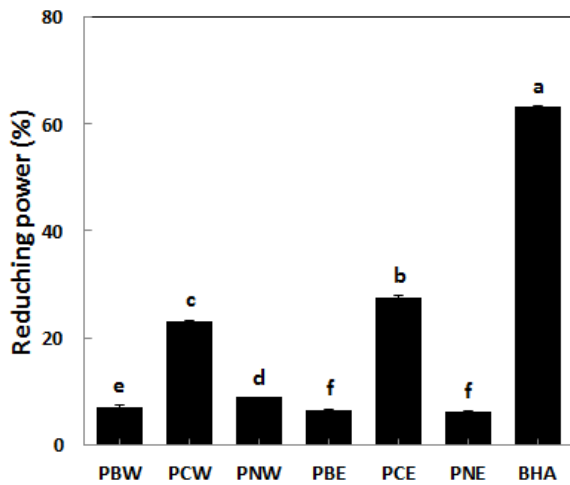


**Fig. 3.** DPPH radical scavenging effects of ethanol and water extracts from pine bud, cone and needle. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M.±S.D. of triplicate determinations. PBW: Pine bud water extract; PCW: Pine cone water extract; PNW: Pine needle water extract; PBE: Pine bud ethanol extract; PCE: Pine cone ethanol extract; PNE: Pine needle ethanol extract.

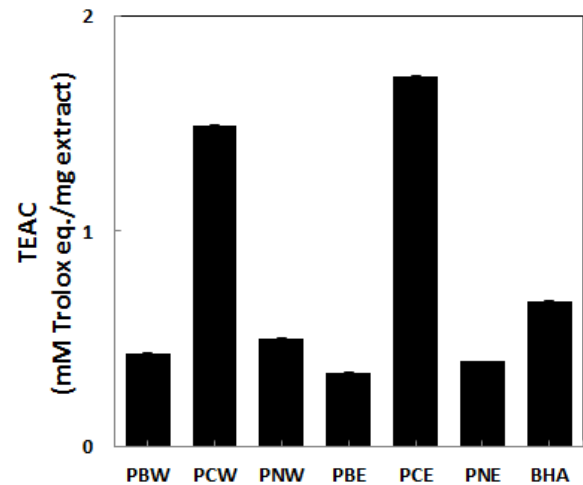
으며, Yoo 등(2004)은 술잎 수용성 추출물의 DPPH radical 소거능을 확인한 결과, 0.1%농도에서 70%로 나타났으며, 농도의 의존적인 증가패턴을 보인다고 보고한 바 있다. 또한, Cheong 등(2013)은 잣솔잎의 전자공여능은 동결건조>진공건조>열풍건조의 순으로 나타났다고 보고한 바 있다. 본 연구결과는 부위별 항산화 활성을 비교한 것으로, 이 결과를 바탕으로 술방울의 추출조건과 농도를 달리하여 DPPH radical 소거능을 확인하는 추가연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 5. Reducing power

소나무 부위별 추출물의 Reducing power는 Fig. 4에 나타내었다. 소나무 부위별 추출물의 reducing power는 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타냈는데, 폴리페놀과 플라보노이드 함량과 상관성이 있는 것으로 사료된다. 즉, 추출용매와 상관없이 술방울의 환원력이 가장 높게 나타났으며, 술방울의 경우, 에탄올 추출물이 물 추출물에 비해 환원력이 높은 것으로 확인되었다. 술순과 술잎은 물 추출물이 에탄올 추출물에 비해 환원력이 높게 나타났으며, 술순보다는 술잎의 환원력이 좀 더 높은 것으로 확인되었다. 대조구인 BHA와 비교하였을 때 절반 정도에 해당하는 것으로 술방울 추출물에서 환원성 물질이 항산화 활성에 다소 약하게 작용함을 추정할 수 있으며, 향후 농도별 환원력 측정실험이 추가로 진행되어야 할 것으로 사료된다. 소나무 각 부위의 환원력에 대한 보고는 찾을 수 없었으며, Pak 등(2014)은 콜라비의 에탄올과



**Fig. 4. Reducing power of ethanol and water extracts from pine bud, cone and needle.** Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M. $\pm$ S.D. of triplicate determinations. PBW: Pine bud water extract; PCW: Pine cone water extract; PNW: Pine needle water extract; PBE: Pine bud ethanol extract; PCE: Pine cone ethanol extract; PNE: Pine needle ethanol extract. BHA concentration was 0.1 mg/mL.



**Fig. 5. Trolox equivalent antioxidant capacity of ethanol and water extracts from pine bud, cone and needle.** Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M. $\pm$ S.D. of triplicate determinations. PBW: Pine bud water extract; PCW: Pine cone water extract; PNW: Pine needle water extract; PBE: Pine bud ethanol extract; PCE: Pine cone ethanol extract; PNE: Pine needle ethanol extract. BHA concentration was 0.1 mg/mL.

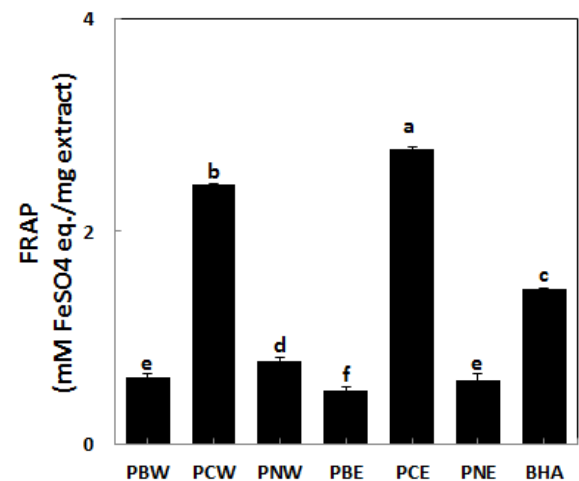
물 추출물의 환원력을 확인할 수 있었으나, ascorbic acid에 비해서는 상당히 낮게 나왔다고 보고한 바 있다.

## 6. ABTS를 이용한 총 항산화력

술순, 솔방울 및 솔잎의 물 추출물과 에탄올 추출물의 ABTS 라디칼 소거활성은 Fig. 5에 나타내었다. 솔방울의 에탄올과 물 추출물이 각각 1.721 $\pm$ 0.004 mM과 1.493 $\pm$ 0.004 mM으로 가장 높게 나타났으며, 솔잎 물 추출물(0.503 $\pm$ 0.003 mM)과 술순 물 추출물(0.432 $\pm$ 0.002 mM) 순으로 나타나, 추출용매와 상관없이 솔방울의 ABTS 라디칼 소거활성이 가장 높은 것으로 확인되었다. 소나무 부위별 ABTS를 이용한 항산화력을 비교한 연구는 찾을 수 없었으며, 잣솔잎의 경우, 동결 건조방법의 ABTS radical 소거능이 열풍건조방법에 비해 높은 것으로 보고된 바 있어, 솔방울도 건조방법을 달리한 ABTS radical 소거능 측정연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 솔방울 추출물의 항산화력은 합성 항산화제인 BHA의 TEAC(0.676 $\pm$ 0.002 mM)와 비교하였을 때, 이 매우 높은 활성을 나타내는 것으로 나타나, 이에 대한 추가 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 7. FRAP를 이용한 총 항산화력

소나무 부위별 추출물의 FRAP value를 측정한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. 술순 물 추출물과 에탄올 추출물이 각각



**Fig. 6. Ferric reducing antioxidant power of ethanol and water extracts from pine bud, cone and needle.** Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M. $\pm$ S.D. of triplicate determinations. PBW: Pine bud water extract; PCW: Pine cone water extract; PNW: Pine needle water extract; PBE: Pine bud ethanol extract; PCE: Pine cone ethanol extract; PNE: Pine needle ethanol extract. BHA concentration was 0.1 mg/mL.

0.624 $\pm$ 0.041과 0.499 $\pm$ 0.037 mM의 FRAP value를 나타내었으며, 솔방울에서는 2.436 $\pm$ 0.020, 2.772 $\pm$ 0.019 mM, 솔잎에서는

0.779±0.031, 0.606±0.052 mM로 나타났다. 즉, 추출용매에 상관없이 솔방울의 FRAP value가 가장 높았으며, 솔방울의 경우는 에탄올 추출물의 FRAP value가 약간 더 높게 나타났다. 솔순과 솔잎의 경우, 물추출이 에탄올 추출물보다 약간 높은 FRAP value를 보였다. 이러한 경향은 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS를 이용한 총 항산화력과 유사하게 나타났다. FRAP법은 비교적 최근에 개발되어진 방법으로 재현성이 높은 반면, 환원력을 가지지 않은 항산화제에 대해서는 정확성이 떨어지는 것으로 알려져 있다 (Moon 등 2003). 따라서 본 연구에서 소나무 부위별 항산화력을 비교하는 데는 빠르고 경제적인 측정방법으로 활용 가능하며, 다른 항산화력 결과와 유사한 경향을 보이므로 측정의 정확도는 높은 것으로 판단된다.

종합적으로 폴리페놀, 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거활성, Reducing power, ABTS를 이용한 총 항산화력 및 FRAP를 이용한 총 항산화력 등 모든 항산화 활성 측정에서 추출물에 관계없이 솔방울이 가장 높은 활성을 보였으며, 에탄올 추출물이 물 추출물에 비해 약간 더 높은 활성을 보이는 것으로 확인되었다. 이 결과는 향후 솔방울의 기능성 식품첨가물 또는 기능성 화장품으로 활용하기 위한 기초연구로써 의미를 가질 것으로 기대되며, 향후 추출 시 에탄올 농도를 달리한 솔방울의 항산화력 측정연구가 진행될 필요성이 있을 것으로 사료된다. 또한, 본 연구에서는 열풍건조시료를 사용하였으며, 건조방법에 따라 결과가 다르게 나타난 보고들이 있어, 이에 대한 추가연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

#### 8. 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 항산화력과의 상관관계

솔순, 솔방울 및 솔잎의 물 추출물과 에탄올 추출물의 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 항산화력 사이의 상관관계를 확인한 결과는 Table 2에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능, Reducing power, ABTS 라디칼 소거활성, FRAP 값 모두 1% 유의수준에서 유의성이 있는 것으로 확인되었다. 따라서 소나무 부위의 항산화 활성은 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량

에 밀접한 영향을 받는 것으로 판단된다.

### 요약 및 결론

본 연구에서는 다양한 기능성을 가진 것으로 알려진 소나무의 잎, 새순, 솔방울을 이용하여 항산화 활성을 측정하였다. 솔순과 솔방울은 에탄올 추출이 물 추출보다 수열면에서 유리하였으며, 솔잎의 경우, 물 추출물이 에탄올 추출물에 비해 높았다. 총 폴리페놀 함량은 솔방울 에탄올 추출물이 솔잎과 솔순추출물에 비해 5배 정도 높았으며, 솔방울 물 추출물, 솔잎 물 추출물의 순으로 확인되었다. 플라보노이드 함량도 총 폴리페놀 함량과 유사한 경향을 나타내었다. 추출용매와 상관없이 솔방울 내에 플라보노이드 함량이 8배 이상 압도적으로 높았다. 솔방울의 DPPH 라디칼 소거활성이 솔순과 솔방울에 비해 3~5배 정도 높은 것으로 나타났으며, 에탄올 추출물이 물 추출물보다 좀 더 높았다. Reducing power는 솔방울의 환원력이 가장 높았으며, 에탄올 추출물이 물 추출물에 비해 높게 나타났다. ABTS 라디칼 소거활성과 FRAP value도 추출용매에 상관없이 솔방울에서 가장 높았으며, 에탄올 추출물이 약간 더 높게 나타났다. 종합적으로 폴리페놀, 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거활성, Reducing power, ABTS를 이용한 총 항산화력 및 FRAP를 이용한 총 항산화력 등 모든 항산화 활성 측정에서 솔방울이 가장 높은 활성을 보였으며, 에탄올 추출물이 물 추출물에 비해 약간 더 높은 활성을 보이는 것으로 확인되었다. 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량과 항산화력 사이의 상관관계를 확인한 결과는 모두 1% 유의수준에서 유의성이 있는 것으로 확인되었다.

### References

- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cho EK, Jeong BR, Choi YJ. 2010. Physiological activities of hot water extract from pine bud (*Pinus densiflora*). *J Korean*

**Table 2. Correlation coefficients between polyphenol, flavonoid content and antioxidant activity from pine extracts**

	DPPH <sup>1)</sup>	RP <sup>2)</sup>	TEAC <sup>3)</sup>	FRAP <sup>4)</sup>
Total polyphenol	0.986**	0.999**	0.997**	0.997**
Total flavonoid	0.991**	0.997**	0.998**	0.998**

<sup>1)</sup> DPPH: DPPH radical scavenging effects.

<sup>2)</sup> RP: Reducing power.

<sup>3)</sup> TEAC: Trolox equivalent antioxidant capacity.

<sup>4)</sup> FRAP: Ferric reducing antioxidant power.

\*\*  $p < 0.01$

- Soc Food Sci Nutr* 39:1573-1579
- Cho EK, Song HJ, Cho HE, Kim MH, Choi IS, Choi YJ. 2009. Inhibitory effects of ethanol extracts from pine bud (*Pinus densiflora*) on angiotensin converting exzyme, xanthine oxidase and nitric oxide synthesis. *J Life Sci* 19:1629-1636
- Cho EM. 2007. Antinociceptive and antiinflammatory activity of pine (*Pinus densiflora*) pollen extract. *Phytotherapy Res* 21: 471-475
- Erkan N, Ayranci G, Ayranci E. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chem* 110:76-82
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive olis. *J Am Oil Chem Soc* 58:966-968
- Hong MS, Jee CH. 2009. Repellent effect of essential oils from coniferous trees against the house dust mites (*Dermatophagoides farinae* and *D. pteromyssinus*). *Korean J Vet Serv* 32: 87-92
- Jang MJ, An BJ, Lee CE, Lee JT, Lee BG, Lee DH. 2008. Study on the anti-oxidant effect of *Pinus rigida* Mill. inner bark extracts. *J Korean For Soc* 97:88-94
- Jeon JR, Kim JY, Lee KM, Cho DH. 2005. Anti-obese effects of mixture contained pine needle, black tea, and green tea extracts. *J Kor Soc Appl Biol Chem* 48:375-381
- Jeong KH, Hwang IS, Kim JE, Lee YJ, Kwak MH, Lee YH, Lee JH, Hwang DY, Jung YJ. 2014. Anti-bacterial effects of aqueous extract purified from the immature cone of red pine (*Pinus densiflora*). *J Korean Soc Dye Finish* 26:45-52
- Jia Z, Tang M, Wu J. 1999. The determination of flavonoid content in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64:555-559
- Kim DH, Kim HB, Moon KD. 2013. Effects of phytoncide treatment on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fresh-cut lettuce. *Korean J Food Preserv* 20:166-172
- Kim IH, Ko YJ, Choi ID, Kim YG, Ryu CH, Shin KH. 2012. Antioxidative activities of pine needles and quality characteristics of Korean wheat noodle with pine needle powder. *J Agricul Life Sci* 46:125-134
- Kim SQ, Shin MK, Auh QS, Lee JY, Hong JP, Chun YH. 2007. Effect of phytoncide on *Porphyromonas gingivalis*. *J Oral Med Pain* 32:137-150
- Kim YM, Choi MS, Bae JH, Yu SO, Cho JY, Heo BG. 2009. Physicochemical activity of Bang-A, aster and lettuce greens by the different drying methods. *J Bio-Environm Cont* 18: 60-66
- Kim YS, Shin DH. 2005. Volatile components and antibacterial effects of pine needle (*Pinus densiflora* S. et Z.) extracts. *Food Microbiol* 22:37-45
- Koukos PK, Papadopoulou KI, Patiaka DT, Papagiannopoulos AD. 2000. Chemical composition of essential oils from needles and twigs of balkan pine (*Pinus peuce* Grisebach) grown in Northern Greece. *J Agric Food Chem* 48:1266-1268
- Lee BK, Lee HH. 2012. A study on the effects of human physiology after forest phytoncide therapy. *J Naturopathy* 1:14-20
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). 2017. Korean Food Standards Codex. Available from <http://www.mfds.go.kr> [cited 30 June 2017]
- Moon GS, Kwon TW, Ryu SH. 2003. Comparison of antioxidative activities of soybean components by different assays. *Korea Soybean Digest* 20:28-36
- Park WM, Ki KBWR, Kim MJ, Kang BK, Bark SW, Kim BR, Ahn NK, Choi YU, Yoon SR, Ahn DH. 2014. Antioxidative effect of extracts from different parts of kohlrabi. *J Appl Biol Chem* 57:353-358
- Velmurugan P, Park JH, Lee SM, Jang JS, Lee KJ, Han SS, Lee SH, Cho M, Oh BT. 2015. Synthesis and characterization of nanosilver with antibacterial properties using *Pinus densiflora* young cone extract. *J Photochem Photobiol* 147:63-68
- Yoo JH, Cha JY, Jeong YG, Chung KT, Cho YS. 2004. Antioxidative effects of pine (*Pinus densiflora*) needle extracts. *J Life Sci* 14:863-867

---

Received 24 July, 2017

Revised 28 August, 2017

Accepted 06 September, 2017