

Antioxidant Effects of *Picrasma quassioides* and *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL Extracts

Young Tae Jung, In Seon Lee, Key Whang and Mi Hee Yu*

Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu, 704-701, Korea

Received November 17, 2011 / Revised January 11, 2012 / Accepted January 13, 2012

In our study, we investigated the antioxidant effect of methanol extract from the leaves of *Picrasma quassioides* (PQ) and *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL (CO). Total polyphenol contents of methanol extracts from PQ and CO varied from 138.3 to 367.52 $\mu\text{g}/\text{mg}$ and total flavonoid contents varied from 8.12 to 46.41 $\mu\text{g}/\text{mg}$. Contents of polyphenol and flavonoid in PQ were found to be extremely high. In addition, the methanol extract of PQ had a higher antioxidant activity in both DPPH (4.79 $\mu\text{g}/\text{ml}$) and ABTS (7.21 $\mu\text{g}/\text{ml}$) compared to other plants (CO). Based on the results of the FRAP assay, PQ showed a value of 8.52 $\mu\text{mol}/\mu\text{g}$ and CO exhibited a value of 1.77 $\mu\text{mol}/\mu\text{g}$. The methanol extracts from the leaves of PQ showed the highest radical-scavenging activity in various antioxidant systems.

Key words : Antioxidant, *Picrasma quassioides*, *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL

서 론

현대사회로 접어들면서 인간의 수명이 증가됨에 따라 건강에 대한 관심이 높아지면서 우리 몸의 노화억제와 건강함을 유지하기 위한 기능성 생리활성 물질에 대한 연구가 각 분야별로 광범위하게 연구 되고 있다[10,38]. 산소에서 유래되는 superoxide, nitric oxide, hydroxyl, peroxy, alkoxy, hydroperoxy radical 등과 같은 활성산소종(Reactive oxygen species, ROS)은 세포 내 기관의 정상적인 대사 및 세포질 내 일부 효소들에 의하여 자연적으로 생성되며, 세포 내에 적당량이 존재할 경우 여러 가지 세포반응을 조절할 수 있는 신호분자가 된다[43]. 하지만 과량으로 존재할 경우 생체에 치명적인 산소독성을 일으키며, 세포막 분해, 단백질 분해, 지질산화, DNA 변성 등을 초래하여 세포의 기능 장애를 유발하고 암을 비롯한 뇌졸중, 파킨슨 병 등의 뇌질환과 심장질환, 동맥경화, 염증, 노화, 자가면역질환 등의 각종 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다[43]. 특히 생체막의 구성성분인 불포화지방산을 공격하여 생성되는 과산화 지질의 축적은 생체 기능의 저하나 노화 및 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다[6]. 그러므로 활성 산소를 방어하는 항산화 물질이 이러한 질병의 치료 가능성 때문에 주목 받고 있으며, 그 중 천연물에서 추출한 천연 항산화제에 관한 연구가 활발하다. 생체 내에는 superoxide dismutase (SOD), catalase, glutathione reductase 등의 항산화 효소와 tocopherol 등과 같은 천연항산화제가 존재하여 산소 상해에 대한 방어기능을 하고 있지만[7,24], 과도한 스트레

스에 노출되어 있는 현대인의 복잡한 생활 속에서는 더욱 효과적인 식이성 항산화제가 요구된다. BHT (Butylated hydroxytoluene)와 BHA (Butylated hydroxyanisole)의 합성항산화제는 우수한 효과와 저렴한 가격 때문에 tocopherol이나 vitamin C 보다 널리 사용되고 있지만, 50 mg/kg/day의 용량 이상에서 지질변화 및 발암독성 때문에 사용이 제한되어 [5,18], 인체에 부작용이 없는 천연식물 추출물이 간접적으로 생체 내 항산화 방어시스템을 증가시키거나 직접적으로 ROS를 소거시키는 효과가 있다면 그 추출물은 다양한 질병을 예방하기 위한 기능성 소재로 사용될 수 있을 것이다[23].

페놀 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서, 탄소 수에 따라 페놀산, 탄닌, 플라보노이드 등의 다양한 물질로 나눌 수 있고 최근에는 다양한 식물을 대상으로 항산화 활성과 기능성 소재로 연구가 진행되고 있다[46]. 페놀화합물의 다양한 항산화력은 그 구조적인 특징과 관련성이 높는데, 이들은 금속 킬레이트제, 환원제, 활성산소의 소거제, 사슬전단 황산화제(chain breaking antioxidants) 등으로서의 역할에 기인하는 것으로 알려져 있다. 그리고 플라보노이드는 페놀화합물 중에서 자연적으로 생성되는 가장 큰 그룹의 하나로서, anthocyanins, chalcones, aurones, flavones, flavonols 및 이들의 유도체 등으로 나눌 수 있다. 현재까지 페놀 화합물 및 플라보노이드의 구조에 따른 항산화 활성과의 상관성에 대한 연구도 보고되었다[21].

소태나무(*Picrasma quassioides*)는 쌍떡잎식물 쥐손이풀목 소태나무과의 소교목으로 잎과 줄기의 속껍질에서 소의 태처럼 지독히 쓴맛이 나는 것에서 유래되었다. 건위·조습·살균의 효능이 있어 한방에서는 간가지와 열매를 채취하여 소화불량·위장염·폐결핵·습진·옹종(癰腫)·개선(疥癬) 등의 증

*Corresponding author

Tel : +82-53-580-5538, Fax : +82-53-580-5538
E-mail : yumh55@kmu.ac.kr

상에 치료제로 사용하며, 민간에서는 나무 전체를 술에 넣고 끓인 물을 살충제로 이용한다. 소태나무의 주요성분으로는 quasinoids, tirucallanes, ionone, alkaloids 등[31,34]이 알려져 있으며, 소태나무 열매에는 arbutin, phlorin, koaburaside, syringin, citrulin B, cnidoside B, flavaprenin 7,4-diglucoside, phenyl propanoids와 phenolic compound 등[22]이 함유되어 있는 것으로 보고되어 있다. 또한 소태나무과는 항암활성과 면역조절작용[29]을 지니고 있으며, 항고혈압, 항산화, 소염작용, 해독 작용 등[31]을 가지는 것으로 알려져 있다.

노송나무라고도 불리는 편백나무(*Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL.)는 겉씨식물 구과목 측백나무과의 상록교목으로서 일본이 원산지이고 국내에서는 주로 제주도 및 남부지방에서 자생한다. 일반적으로 편백나무의 강한 향은 살균, 탈취, 피부미용, 혈액순환, 감기 등에 효능이 있는 것으로 알려져 있으며, 주요 구성성분은 monoterpene류와 sesquiterpene류인 것으로 밝혀져 있다[9,14-16,40,41,44]. 또한 편백의 목재(wood)에서 얻어진 정유 중에 존재하는 hinokitiol을 포함한 thujaplicin 화합물[12,20,25]은 항균 및 항미생물효과[2,42], 항산화 및 활성산소 소거효과[2], 식품의 선도유지[13] 및 식품의 발아억제 효과[17] 등 다양한 생리활성을 지니고 있음이 밝혀져 있다.

현재 국내·외적으로 천연물로부터 기능성 성분의 소재를 발굴하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 소태나무에 대한 생리활성에 관한 연구는 아직까지 미진한 편이며, 특히 소태나무 잎에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소태나무 잎의 항산화 효능을 연구하기 위해 항산화 효과가 우수한 편백나무 추출물을 이용하여 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 free radical 소거 활성 효과들을 비교하였다.

재료 및 방법

시료 제조

본 실험에서 사용한 소태나무 잎과 편백나무는 대구시 약령시장에서 건조 상태의 것을 구입하여 사용하였다. 시료는 불순물을 제거하기 위하여 수세한 후 건조하여 사용하였고, 무게의 10배량(w/v)의 80% 메탄올을 가하여 24시간 동안 정치하여 총 3회 반복 추출 하였다. 추출액은 여과지(Whatman No. 3, Whatman International Ltd., Maidstone, England)로 여과한 다음 rotary evaporator (UT-1000, EYELA, Tokyo, Japan)로 55°C에서 농축한 후 동결 건조하여 메탄올 추출물로 사용하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법[11]을 응용하여 측정하였다. 즉 각 메탄올 추출물 시료 1 mg을 증류수 1 ml에 녹이고 10배 희석한 희석액 2 ml에 2배 희석한 Folin시약 2 ml를 첨가

하고 잘 혼합한 후 3분간 방치한 후 10% Na₂CO₃ 2 ml를 넣고 1시간 반응시킨 후 UV/Visible spectrophotometer(UVIKON 922, Kontron, Italy)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. 이 때 tannic acid를 이용한 표준곡선은 5,10,25,50,75,100 µg/ml가 되도록 하여 위와 같은 방법으로 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

총 플라보노이드 함량

각 시료 추출물의 총 플라보노이드 함량은 Nieva Moreno [33] 방법을 이용하여 측정하였다. 각 시료 추출물 0.1 ml에 80% ethyl alcohol 0.9 ml, 10% aluminum nitrate 0.1 ml, 1 M potassium acetate 0.1 ml 및 80% ethyl alcohol 4.3 ml를 혼합하여 실온에서 30분간 반응시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin을 사용하였으며, 표준물질의 검량선과 비교하여 함량을 구하였다.

α-α-Diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거 활성

DPPH radical을 이용한 항산화력은 Blois 방법[4]을 이용하여 실험하였다. 시료의 free radical 소거 활성은 stable radical인 α-α-diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH)에 대한 환원력을 측정된 것으로 99% 메탄올에 각 시료를 녹여 농도별로 희석한 희석액 160 µl와 메탄올에 녹인 0.15 mM DPPH 용액 40 µl를 가하여 실온에 30분 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 각 시료 추출물의 free radical 소거활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 1/2로 환원시키는 데 필요한 시료의 농도인 RC₅₀ 값으로 나타내었다. 이때 활성비교를 위하여 BHA와 ascorbic acid를 사용하였다.

ABTS radical 소거 활성

ABTS radical을 이용한 항산화력 측정은 ABTS+· cation decolorization assay 방법[35]에 의하여 시행되었다. 7 mM 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)와 2.45 mM potassium persulfate를 최종 농도로 혼합하여 실온인 암소에서 24시간 동안 방치하여 ABTS+·을 형성시킨 후 96 well에 734 nm에서 흡광도 값이 0.70(±0.02)이 되게 phosphate buffer saline (PBS, pH 4)로 희석하였다. 희석된 용액 180 µl에 sample 20 µl를 가하여 정확히 1분 동안 방치한 후 흡광도를 측정하였다. 각 시료 추출물과 단일 물질의 유리 라디칼 소거 활성은 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 1/2로 환원시키는 데 필요한 시료의 농도인 RC₅₀ 값으로 나타내었다.

Ferric reducing/antioxidant power (FRAP) 측정

FRAP assay는 Benzie와 Strain 방법[3]을 일부 변형하여

실시하였다. 반응액은 300 mM acetate buffer (pH 3.6): 10 mM TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine): 20 mM FeCl₃ · 6H₂O를 10:1:1의 비율로 실험 직전에 만들어 사용하였다. 반응액과 시료를 혼합하여 4분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 환원력은 0.1~1 mM FeSO₄ · 7H₂O로 표준곡선을 작성하여 추출물 1 µg당 Fe²⁺ µmole로 표시하였다.

결과 및 고찰

폴리페놀 및 플라보노이드 함량

폴리페놀계 물질들은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화 환원반응에서 기질로 작용하며, 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl (OH)기를 가진 방향족 화합물을 가리키며 플라보노이드와 탄닌이 주성분으로 총치 예방, 고혈압 억제, 항에이즈, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다[45]. 먼저 소태나무 잎 및 편백나무 메탄올 추출물에 존재하는 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 각각 tannic acid, quercetin을 기준 물질로 하여 측정하였다(Table 1). 그 결과, 소태나무 잎 추출물의 총 폴리페놀 함량은 367.52 µg/mg, 편백나무 추출물은 138.3 µg/mg으로 소태나무 잎에서 높은 폴리페놀 함량을 보였다. 총 플라보노이드 함량은 소태나무 잎과 편백나무 추출물이 각각 46.41, 8.12 µg/mg으로 나타났다.

국내산 산채류인 섬고사리와 물영경귀 잎의 총 폴리페놀 함량은 각각 120.69, 130.22 µg/mg이었고, 플라보노이드 함량은 각각 16.75, 13.3 µg/mg으로 보고되었다[26]. 이 결과와 비교했을 때 소태나무 잎 및 편백나무 추출물은 산채류와 유사하거나 비교적 많은 양의 폴리페놀과 플라보노이드를 함유하고 있으며, 특히 소태나무 잎 추출물의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 매우 높음을 알 수 있었다.

DPPH free radical 소거 활성

DPPH는 짙은 자색을 띠는 비교적 안정한 free radical로서 cystein, glutathione과 같은 아미노산과 ascorbic acid, BHA 등에 의해 환원되어 탈색되므로 다양한 천연소재로부터 항산화물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다. Free radical은 인체 내에서 지질 또는 단백질 등과 결합하여 노화를 일으키기 쉬

운데 페놀성 화합물의 경우 free radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 강해 인체 내에서 free radical에 의한 노화를 억제하는 척도로 이용할 수 있다[1].

소태나무 잎, 편백나무 추출물과 BHA, Ascorbic acid의 DPPH 소거활성을 농도별로 측정하여 비교한 결과 Table 2와 같이 소태나무 잎은 10 µg/ml에서 97.30%의 소거능을 보였고, 편백나무는 200 µg/ml의 농도에서 90.87%, BHA (5 µg/ml), Ascorbic acid (10 µg/ml)에서 각각 81%, 67% 정도의 항산화능을 보여 편백나무와 특히 소태나무 잎에서 우수한 소거활성능이 있음을 알 수 있었다. 그리고 소태나무 잎 및 편백나무 추출물의 RC₅₀ 값은 각각 4.79, 84.63 µg/ml의 값을 나타냈다. 이 등[27]에 의하면 고로쇠나무 잎, 모과나무 잎, 산수유 잎, 배롱나무 꽃, 오동나무 열매의 RC₅₀ 값이 각각 39.4, 46, 44.4, 29.6, 27.2 µg/ml이고, Jung 등[19]은 오미자 종자의 메탄올 추출물의 RC₅₀ 값을 33.2 µg/ml로 Li 등[28]은 해양균류의 RC₅₀ 값을 29-200 µg/ml로 보고 하였다. 따라서 소태나무 잎 추출물의 DPPH 라디칼 소거활성은 다른 식물들에 비해 매우 높은 것으로 생각된다.

ABTS free radical 소거활성

혈장에서 ABTS의 양이온 라디칼의 흡광도가 항산화제에 의해 억제되는 것에 기초하여 개발된 ABTS 라디칼 소거활성법은 표준물질인 Trolox값과 비교하여 나타낼 수 있으며, *in vivo*에서의 항산화능 측정뿐만 아니라 *in vitro*에서도 항산화능을 측정하기 위한 방법으로 널리 이용되고 있다[30,36,37]. ABTS와 potassium persulfate를 암소에 방치하면 생성되는 ABTS radical (ABTS+[•])은 sample의 항산화력에 의해 ABTS+[•]이 소거되어 radical 특유의 색인 청록색이 탈색되는데 이를 흡광도 값으로 나타내어 추출물의 ABTS+[•]의 소거활성능을 측정할 수 있다.

소태나무 잎, 편백나무의 ABTS+[•] 소거활성을 Trolox와 비교 측정한 결과(Table 3) ABTS+[•] 소거활성법에서 표준물질로 사용되는 Trolox는 30 µM에서 55.64% 정도의 소거 활성을 보였고, 소태나무 잎 추출물은 10 µg/ml에서 68.03%, 편백나무 추출물은 100 µg/ml에서 89.41%를 나타내었다. 특히 소태나무 잎의 RC₅₀값은 7.21±0.44 µg/ml으로 Trolox의 RC₅₀값을 µg/ml으로 환산하면 4.14 µg/ml으로 소태나무 잎은 positive

Table 1. Contents of total polyphenols and flavonoids in methanol extracts from *Picrasma quassioides* and *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL

Plant	Part used	Total polyphenols ¹ (µg/mg)	Total flavonoids ² (µg/mg)
<i>Picrasma quassioides</i>	Leaf	367.52±10.41 ³	46.41±0.32
<i>Chamaecyparis obtusa</i> (S. et Z.) ENDL	xylem	138.30±4.40	8.12±1.24

¹Micrograms of total polyphenol content/mg of plants based on tannic acid as standard.

²Micrograms of total flavonoid content/mg of plants based on quercetin acid as standard.

³Each value is mean±S.D. (n≥3).

Table 2. Scavenging effects of BHA, methanol extracts from *Picrasma quassioides* and *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL on α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl radical (DPPH \cdot)

Part	Part used	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	Scavenging effect (%)	RC ₅₀ ¹ ($\mu\text{g/ml}$)
<i>Picrasma quassioides</i>	Leaf	1	6.32 \pm 0.75 ²	4.79 \pm 0.40
		5	66.32 \pm 4.66	
		10	97.30 \pm 3.92	
<i>Chamaecyparis obtusa</i> (S. et Z.) ENDL	xylem	50	31.94 \pm 5.99	84.63 \pm 0.76
		100	63.33 \pm 0.65	
		200	90.87 \pm 0.66	
BHA		1	24.38 \pm 1.75	2.51 \pm 0.30
		2.5	56.87 \pm 0.66	
		5	81.94 \pm 2.00	
Ascorbic acid		1	3.44 \pm 0.90	7.58 \pm 0.60
		5	21.61 \pm 0.68	
		10	67.33 \pm 2.80	

¹Concentration required for 50% reduction of DPPH \cdot at 30 min after starting the reaction.

²Each value is mean \pm S.D (n \geq 3).

Table 3. Scavenging effects of Trolox, methanol extracts from *Picrasma quassioides* and *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL on 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) radical (ABTS \cdot)

Part	Concentration ($\mu\text{g/ml}$)	Scavenging effect (%)	RC ₅₀ ² ($\mu\text{g/ml}$)
<i>Picrasma quassioides</i> (D. DON) BENN	1	06.28 \pm 0.43 ³	7.21 \pm 0.44
	5	34.27 \pm 0.99	
	10	68.03 \pm 0.75	
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	10	24.06 \pm 3.76	29.89 \pm 11.49
	50	70.29 \pm 4.97	
	100	89.41 \pm 0.87	
Trolox	15 ¹	29.08 \pm 1.71	28.17 \pm 2.10
	30	55.64 \pm 1.39	
	60	94.62 \pm 0.08	

¹The Concentration unit of Trolox is the μM .

²Concentration required for 50% reduction of ABTS \cdot at 1 min after starting the reaction.

³Each value is mean \pm S.D (n \geq 3).

control로 사용되는 Trolox와도 유사한 ABTS \cdot 소거능을 가지는 것으로 나타났다. 또한 DPPH radical 저해 활성이 ABTS radical 저해 활성보다 높게 나온 경향을 볼 수 있는데 이는 ABTS radical이 DPPH radical보다 좀 더 강력한 산화물질이기 때문인 것으로 사료된다[8].

Ferric reducing/antioxidant power (FRAP) 측정

FRAP 방법은 비교적 최근 Benzie와 Strain [3]에 의해 개발된 총 항산화능을 측정하는 방법으로 낮은 pH에서 환원제에 의해 ferric tripyridyltriazine (Fe³⁺-TPTZ) 복합체가 ferrous tripyridyltriazine (Fe²⁺-TPTZ)으로 환원되는 원리를 이용한 것으로 대부분의 항산화제가 환원력을 가지고 있다는 점에 착안하여 고안된 방법이다. 소테나무 잎, 편백나무 추출물의 FRAP측정 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 실험결과 소테나무 잎, 편백나무 추출물이 각각 8.52 \pm 0.58 $\mu\text{mol}/\mu\text{g}$, 1.77 \pm 0.74 $\mu\text{mol}/\mu\text{g}$

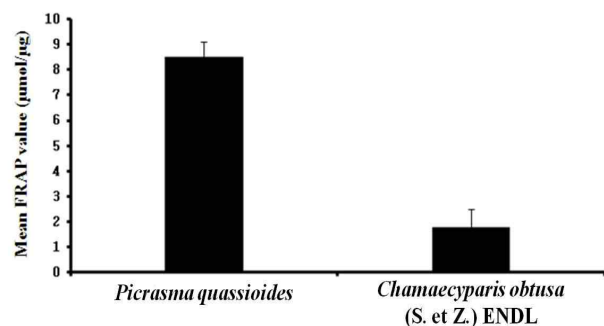


Fig. 1. Total Antioxidant activity of methanol extracts from *Picrasma quassioides* and *Chamaecyparis obtusa* (S. et Z.) ENDL on ferric reducing/antioxidant power (FRAP) activity. FRAP value is expressed as Fe²⁺ μM concentration, obtained from a FeSO₄ solution having an antioxidant capacity equivalent to that of the dilution of the medicinal herbs.

µg으로 소테나무의 잎 추출물의 FRAP의 함량이 매우 높게 나타났다. Sánchez-González 등[39]은 총 폴리페놀 함량과 FRAP value는 높은 상관관계가 있다고 보고하였는데 본 연구의 결과에서도 비슷한 경향을 나타내었다.

이러한 결과들로부터 소테나무 잎에는 강력한 항산화능을 갖는 phenol 화합물이 다량으로 포함되어 있을 것이라 생각되며, 향후 소테나무 잎의 항산화 활성을 가지는 단일 compound의 분리·정제에 관한 연구가 이루어져야 한다.

감사의 글

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단[NRF-2009-353-F00018] 및 2011년도 2학기 계명대학교 대학원 학생 학술연구 장학금에 의해 연구되었음에 감사드립니다.

References

- An, B. J., J. T. Lee, S. A. Lee, J. H. Kwak, J. M. Park, J. Y. Lee, and J. H. Son. 2004. Antioxidant effects and application as natural ingredients of Korean sanguisorbae officinalis L. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **47**, 244-250.
- Arima, Y., A. Hatanaka, S. Tsukihara, K. Fujimoto, K. Fukuda, and H. Sakurai. 1997. Scavenging Activities of α -, β - and γ -Thujaplicins against Active Oxygen. *Chem Pharm Bull.* **45**, 1881-1886.
- Benzie, I. and J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": FRAP assay. *Anal. Biochem.* **230**, 70-79.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1200.
- Branen, A. L. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxy toluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **52**, 59-63.
- Chance, B., H. Sies, and A. Boveris. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. **59**, 527-605
- Choi, D. S. and H. Y. Go. 1995. Chemistry of functional food. pp. 78-79, JI-GU Publish Co. Seoul.
- Choi, Y. M., M. H. Kim, J. J. Shin, J. M. Park, J. S. Lee, and M. H. Kim. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J. Korea Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 723-727.
- Cool, L. G., Z. L. Hu, and E. Zavarin. 1998. Foliage terpenoids of Chinese *Cupressus* species. *Biochem. Syst. Ecol.* **26**, 899-913.
- Doldberg, I. 1994. Functional Foods. pp. 3-550, Chapman & Hall Press. NewYork.
- Folin, O. and W. Denis. 1912. On Phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as colour reagents. *J. Biol. Chem.* **12**, 239-249.
- Fujimori, K., A. Kaneko, and Y. Kitamori. 1998. Hinokitiol (β -thujaplicin) from the essential oil of hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. Endl.). *J. Essent. Oil Res.* **10**, 711-712.
- Fukuzawa, R., T. Ito, and T. Matsuda. 1985. Jpn. Kokkyo Koho JP60141244.
- Hayashi, S., K. Yano, and T. Matsuura. 1964. The monoterpene constituents of the essential oil from hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. Endl.). *Bull. Chem Soc. Japan* **37**, 474-476.
- Hayashi, S., K. Yano, and T. Matsuura. 1964. The monoterpene constituents of the essential oil from hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. Endl.). *Bull. Chem Soc. Japan* **37**, 680-683.
- Hieda, T., M. Tazaki, Y. Morishita, T. Aoki, and S. Nagahama. 1996. Sesquiterpene alcohols from *Chamaecyparis obtusa* leaf oil. *Phytochemistry* **42**, 159-162.
- Inamori, Y., K. Nishiguchi, M. Matsuo, H. Tsujibo, K. Baba, and N. Ishida. 1991. Phyto-growth-inhibitory activities of tropolone and hinokioil. *Chem. Pharm. Bull.* **39**, 2378-2381.
- Ito, N., S. Fukushima, A. Hasegawa, M. Shibata, and T. Ogiso. 1983. Carcinogenicity of butylated hydroxy anisole in F344 rats. *J. Cancer. Inst.* **70**, 343-347.
- Jung, G. T., I. O. Ju, and J. S. Choi. 2000. The antioxidant, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* RUPRECHT (Omija) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 928-935.
- Kanai, H. 1981. Hinoki. *Koryo* **134**, 111-113.
- Kandaswami, C. and E. J. Middleton. 1994. Free radical scavenging and anti-oxidant activity of plant flavonoids. pp. 351-376, In: Free radicals in Diagnostic Medicine. In Armstrong, D. (ed.), Plenum Press. New York and London.
- Kazuko, Y., S. Saori, and A. Shigenobu. 1995. Phenylpropanoids and other secondary metabolites from fresh fruits of *Picrasma quassioides*. *Phytochemistry* **40**, 253-256.
- Kim, S. H., M. J. Chung, H. D. Jang, and S. S. Ham. 2010. Antioxidant activities of the *Codonopsis lanceolata* extract *in vitro* and *in vivo*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 193-202.
- Kim, T. S., S. J. Kang, and W. C. Park. 1999. Changes in antioxidants and antioxidants enzymes activities of soybean leaves subject to water stress. *J. Korean Soc. Agric. Chem Biol.* **42**, 246-251.
- Koyama, S., Y. Yamaaguchi, S. Tanaka, and J. Motoyoshiya. 1997. A new substance (yoshixol) with an interesting antibiotic mechanism from wood oil of Japanese traditional tree (Kisohinoki), *Chamaecyparis obtuse*. *Gen. Pharmac.* **28**, 797-804.
- Lee, S. O., H. J. Lee, M. H. Yu, H. G. Im, and I. S. Lee. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J. Food Sci. Technol.* **37**, 233-240.
- Lee, S. E., N. S. Seong, J. K. Bang, C. G. Park, J. S. Sung, and J. Song. 2003. antioxidants activities of Korean medicinal plants. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **11**, 127-134.
- Li, X. F., Y. Li, K. W. Nam, D. S. Kim, H. D. Chio, and B. W. Son. 2002. Screening of radical scavenging activity from the marine-derived fungus. *Korean J. Pharmacogn.* **33**, 219-223.
- Luyengi, L., N. Suh, and H. Fong. 1996. A lignan and four terpenoids from Brucea javanica that induce differentiation

- with cultured HL-60 promyelocytic leukemia cells. *Phytochemistry* **43**, 409-412.
30. Miller, N. J., C. Rice, and M. J. Davies. 1993. Gopinathan V, Milner A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin. Sci.* **84**, 407-412.
 31. Murae, T., T. Tsuyuki, T. Ikeda, T. Nishihama, and T. Takahashi. 1971. Bitter Principles of *Picrasma ailanthoides* PLANCHON, Nigakilactones A, B, C, D, E, and F. *Tetrahedron*. **27**, 1545-1555.
 32. Nayfeh, A. 1981. Introduction to perturbed techniques. pp. 365-375, John Wiley & Sone, New York.
 33. Nivea, M., A. Sampietro, and M. Vattuone. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.* **71**, 109-114.
 34. Ohmoto, T., T. Nikaido, K. Koike, K. Kohda, and U. Sankawa. 1988. Inhibition of adenosine 3',5'-cyclic monophosphate phosphodiesterase by alkaloids. II. *Chem Pharm Bull. Tokyo* **36**, 4588-4592.
 35. Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pnnala, M. Yang, and C. Ricevans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* **26**, 1231-1237.
 36. Rice, C. A. and N. J. Miller. 1994. Total antioxidant status in plasma and body fluids. *Methods Enzymol.* **234**, 279-293.
 37. Rice, C. A., N. J. Miller, and G. Paganga. 1996. Structure-antioxidant activity relations of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic. Biol. Med.* **20**, 933-956.
 38. Sadaki, O. 1996. The development of functional foods and materials. *Bioindustry* **13**, 44-50.
 39. Sanchez, G. I., E. A. Jimenez, and C. F. Saura. 2005. In vitro, antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). *Food Chem* **90**, 133-139.
 40. Shieh, B., Y. Iizuka, and Y. Matsubara. 1981. Monoterpenoid and sesquiterpenoid constituents of the essential oil of Sugi (*Cryptomeria Japonica* D. Don.). *Agric. Biol. Chem* **45**, 1497-1499.
 41. Thomas, A. F. 1965. An analysis of the volatile fraction of hinoki leaf oil. *Perfun. Essent. Oil Rec.* **56**, 301-304.
 42. Trust, T. J. and R. W. Coombs. 1973. Antibacterial activity of beta-thujaplicin. *Can. J. Microbiol.* **19**, 1341-1346.
 43. Valko, M., D. Leibfritz, J. Moncol, M. T. Cronin, M. Mazur, and J. Telser. 2007. Free radical and antioxidants in normal physiological function and human disease. *Int. J. biochem Cell. Biol.* **39**, 44-84.
 44. Yoshida, A. F., K. Endo, S. Ito, and T. Nozoe. 1967. Chemical constituents in the essential oil of the leaves of *Chamaecyparis taiwanensis*. *Yakugaku Zasshi* **87**, 434-439.
 45. Yoshizawa, S., T. Horiuchi, F. Hirota, Y. Takashi, T. Okuda, and T. Sugimura. 1987. Antitumor promoting activity of (-)-epigallocatechin gallate, the main constituent of tannin in green tea. *Phytother. Res.* **1**, 44-47.
 46. Yu, M. H., H. G. Im, H. J. Lee, Y. J. Ji, and I. S. Lee. 2006. Components and their antioxidant activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *Korean J. Food Sci. Technol.* **38**, 128-134.

초록 : 소태나무 잎 및 편백나무 추출물의 항산화 효과

정영태 · 이인선 · 황 기 · 유미희*

(계명대학교 식품가공학 전공)

본 실험에서는 소태나무, 편백의 유용자원으로의 이용가능성을 알아보기 위해, 소태나무 잎과 편백 목질부를 분쇄한 후 추출물을 제조하여 이들 각각의 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량을 측정 후 항산화제로 널리 알려진 BHA와의 비교측정으로 항산화 활성을 검색해 보았다. 먼저 소태나무 잎, 편백나무의 메탄올 추출물에 존재하는 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 측정된 결과, 소태나무 잎 추출물의 총 폴리페놀 함량은 367.52 µg/mg, 편백나무 추출물의 총 폴리페놀 함량은 138.3 µg/mg으로 편백나무 보다는 소태나무 잎에서 높은 폴리페놀 함량을 보였다. 총 플라보노이드 함량 역시 소태나무 잎과 편백나무에서 각각 46.41 및 8.12 µg/mg으로 소태나무 잎에서 플라보노이드 함량이 높게 나타났다. 각 시료의 DPPH 소거 활성을 농도별로 측정된 결과, 10 µg/ml의 농도에서 소태나무 잎이 97%, 200 µg/ml의 농도에서 편백나무가 90%의 소거능을 보였고, BHA (5 µg/ml)에서 81% 정도의 항산화능을 보였다. 또한 ABTS+[•] 소거활성을 Trolox와 비교한 결과, ABTS+[•] 소거활성법에서 표준물질로 사용되는 Trolox는 60 µM에서 94% 정도의 소거활성을 보였고, 소태나무 잎 추출물은 10 µg/ml에서 68%, 편백나무는 100 µg/ml에서 89% 정도의 소거활성을 보였다. FRAP 활성 측정결과 소태나무 잎에서 8.52 µmol/µg, 편백나무에서 1.77 µmol/µg 나타났으며 특히 소태나무 잎에서 높은 Fe²⁺ 함량을 나타내어 total polyphenol contents과 유사한 경향을 보였다. 따라서 본 연구 결과들로부터 소태나무 잎은 높은 폴리페놀 함량에 기인한 강력한 항산화 작용을 가지는 것으로 생각된다.