

## 메타세콰이어나무 열매와 잎의 영양성분 및 항산화 활성

배영일<sup>1</sup> · 이주원<sup>1</sup> · 하태정<sup>1</sup> · 황승하<sup>1</sup> · 신창식<sup>2</sup> · 정창호<sup>3</sup> · 김일훈<sup>4</sup> · 심기환<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>바이오21센터, <sup>2</sup>전남식품산업연구센터  
<sup>3</sup>(주)우양냉동식품, <sup>4</sup>경상대학교 식품공학과 · 농업생명과학연구원

### Nutrients and Antioxidative Activities of *Metasequoia glyptostroboides*

Young-II Bae<sup>1</sup>, Ju-Won Lee<sup>1</sup>, Tae Jung Ha<sup>1</sup>, Seung-Ha Hwang<sup>1</sup>, Chang-Sik Shin<sup>2</sup>,  
Chang-Ho Jeong<sup>3</sup>, Il-Hun Kim<sup>4</sup>, and Ki-Hwan Shim<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Bio21 Center, Gyeongnam 660-844, Korea

<sup>2</sup>Jeonnam Biofood Technology Center, Jeonnam 520-330, Korea

<sup>3</sup>Wooyang Frozen Food Co., Ltd., Chungnam 325-907, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Food Science and Technology, Institute of Agricultural & Life Sciences,  
Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

#### Abstract

The nutrients and antioxidative activities of fruits and leaves from *Metasequoia glyptostroboides* were investigated to provide basic data for the future development of functional foods. The nitrogen-free extract contents of fruit and leaves were 69.04% and 50.47%, respectively. Total phenolic content was higher in leaves (21.75 mg/GAE/g) compared to the fruit (19.95 mg/GAE/g). The mineral components of fruit and leaves mainly consisted of calcium (2,136.08 and 304.85 mg/100 g, respectively), potassium (1,355.53 and 1,144.04 mg/100 g, respectively), and phosphorous (426.30 and 350.50 mg/100 g, respectively). In terms of amino acid composition, aspartic acid, glutamic acid, proline, and leucine were relatively high, but methionine and cystine were low. The hot water extract from leaves was a more potent free radical-scavenger and had higher reducing activities than extracts from fruit. Thus, phenolics of *M. glyptostroboides* leaves can be utilized as an effective functional food substance for its natural antioxidant properties.

**Key words:** *Metasequoia glyptostroboides*, fruit, leaf, nutrient, antioxidative activity

#### 서 론

최근 식품 관련 산업 및 학계에서는 자연계에 존재하는 다양한 동식물과 미생물로부터 얻어지는 각종 유용성분을 식품소재로 활용하려는 연구와 생리활성 작용에 대한 검색이 활발하게 이루어지고 있다. 특히 인체의 생리기능 조절이나 항상성 유지에 관여하여 질병예방과 노화억제 등 건강을 유지하는데 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀진 각종 식품소재를 찾는 것이 식품산업의 새로운 연구목표로 부각되고 있다(1).

인간의 질병 및 노화는 대사과정 중 발생하는 superoxide ( $O_2^-$ ), nitric oxide( $NO\cdot$ ), nitrogen dioxide( $NO_2\cdot$ ), hydroxyl( $OH\cdot$ ), peroxy( $ROO\cdot$ ), alkoxy( $RO\cdot$ ), hydroperoxyl ( $HO\cdot$ ) radical 등의 산화반응에 기인하며, 이러한 radical들은 체내 지질, 단백질 그리고 핵산과 같은 물질의 손상을 유발한다. 이러한 유해 free radical을 억제하는 생리작용으로는 산화성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제하

는 전자공여 작용과 superoxide dismutase(SOD)와 유사한 역할을 하여 superoxide anion radical을 정상상태의 산소로 전환시켜 주는 역할을 하는 것으로 알려져 있는 SOD 유사활성이 있다(2). 여러 연구결과들에 의하면 과채류 등과 같은 식물성 식품을 충분히 섭취하는 것이 노화지연, 심혈관계질환, 동맥경화, 암 및 당뇨 등과 같은 만성질환의 예방과 치료에 도움이 된다고 보고되고 있다(3-6).

따라서 식물성 식품소재 내에 함유되어 있는 이와 같은 유효물질들을 섭취함으로써 인해 산화적 장해 방어, 노화억제 및 각종 질병을 예방하는 효과를 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

메타세콰이어(*Metasequoia(M.) glyptostroboides*)나무는 측백나무과(Cupressaceae)에 속하는 낙엽침엽교목으로 동아시아, 북아메리카 및 유럽 등지에 많이 분포되어 있으면서 조리된 식품과 아울러 식품의 품질을 유지시키기 위한 목적으로 사용된 천연소재 중의 하나로 알려져 있다.

메타세콰이어나무에 함유되어 있는 성분으로는 taxodone

\*Corresponding author. E-mail: khshim@gnu.ac.kr  
Phone: 82-55-772-1902, Fax: 82-55-772-1909

(7), taxoquinone(8), metaseglyptorin A, metasequoia acid C, 12R-hydroxy-8,15-isopimaradien-18-oic acid, (-)-acora-2,4(14), 8-trien-15-oic acid 및 3개의 새로운 norlignans(9), 그 외에도 catechin류와 같은 폴리 페놀성 성분 등도 함유되어 있다(10).

현재까지 메타세콰이어나마에 대한 생리활성에 대한 주요 연구로는 항균활성(7,8), 항산화 및 항피부진균 작용(11), 항진균 작용(12) 등과 같은 여러 가지 생리활성에 대한 연구가 시도되고 있다. 그러나 현재 국내에서 자생하고 있는 메타세콰이어나마를 식품 및 기능성식품 소재로 활용하기 위한 체계적인 연구는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기능성식품 소재의 탐색과 식품 재료로서의 활용도를 높이기 위한 기초자료로서 메타세콰이어나마 열매와 잎의 영양성분 분석 및 항산화 활성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 추출물의 조제

본 실험에 사용된 메타세콰이어나마 열매와 잎은 2011년 10월 경남 진주시에 위치한 바이오21센터에서 수확하여 음건, 세절한 후 영양성분 분석을 하였다. 항산화 활성 실험을 위한 추출물의 조제는 열매 및 잎 25 g에 증류수 500 mL를 가하여 3회 환류 추출한 후 No 2. filter paper(Adventec Co., Tokyo, Japan)로 여과하여 농축하였다. 이 농축물을 동결건조기(N-N series, Eyela Co., Tokyo, Japan)로 동결건조 하여 냉동보관(-18°C)하면서 본 실험에 사용하였다.

### 일반성분 조성 및 총 페놀성 화합물 함량

일반성분은 AOAC 방법(13)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 수분함량은 105°C 건조 후 항량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 Auto-kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였다. 조섬유는 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 및 NaOH 분해법으로, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였으며, 그 외 나머지 성분들은 가용성 무질소물(당)로 나타내었다. 총 페놀성 화합물 함량은 시료 1 mL에 3차 증류수 9 mL를 첨가한 후 Folin Ciocalteu phenol reagent 1 mL를 넣고 혼합하여 실온에서 5분간 반응하였다. 반응용액에 7% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 10 mL를 넣어 다시 혼합한 다음 3차 증류수로 25 mL로 정용하였다. 이 혼합용액을 23°C에서 2시간 동안 정치한 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 측정된 흡광도는 gallic acid를 이용하여 작성된 검량선으로 총 페놀성 화합물 함량(mg/GAE g)을 계산하였다(14).

### 무기성분 함량

무기성분 분석은 각 시료 0.1 g에 분해용액(HClO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=9:2:5) 25 mL를 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할 때까지 분해한 후 100 mL로 정용하여 여과(Adventec

Co., Tokyo, Japan)한 다음 inductively coupled plasma (ELAN 6100, Perkin Elmer, Shelton, CT, USA)로 분석하였다(15).

### 총 아미노산 함량

시료를 일정량 취하여 6 N HCl 용액을 가하고 진공 밀봉하여 heating block(110±1°C)에서 24시간 동안 가수분해 시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 회전진공농축기(N-N series, Eyela Co.)를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 3회 세척한 다음 감압농축 하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 mL로 용해한 후 0.22 µm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech, Cambridge, UK)로 분석하였다(15).

### ABTS 라디칼 소거활성

7 mM ABTS 5 mL와 140 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> 88 µL를 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 무수 에탄올과 약 1:88(v/v) 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.70±0.02가 되도록 조절한 ABTS 용액을 사용하였다. 시료용액 20 µL와 ABTS 용액 980 µL를 혼합하여 30초간 진탕한 후 2.5분간 반응시키고, 734 nm에서 흡광도를 측정하여 라디칼 소거활성을 나타내었다(16).

### DPPH 라디칼 소거활성

시료 1 mL에 에탄올로 1.5×10<sup>-4</sup> M 농도가 되게 한 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) 용액 4 mL씩을 첨가하여 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도(optical density, O.D.)를 측정하였다(17).

### 환원력

시료 2.5 mL에 sodium phosphate buffer(2.5 mL, 200 mM, pH 6.6)와 1% potassium ferricyanide(2.5 mL)를 혼합시킨 후 혼합물을 50°C에서 20분 동안 배양시킨 다음 trichloroacetic acid(2.5 mL, 10%, w/v)를 첨가하여 650×g에서 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 한 상정액(5 mL)에 탈이온수(5 mL)와 1% ferric chloride 1 mL를 첨가시킨 후 UV-spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(18).

### Ferric reducing antioxidant power(FRAP)

FRAP assay에 사용된 시약은 0.3 M sodium acetate buffer(pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM 2,4,6-tripyridyl-S-triazine(TPTZ) solution, 그리고 20 mM FeCl<sub>3</sub> solution을 사용하였다. 미리 제조된 sodium acetate buffer, TPTZ solution 및 FeCl<sub>3</sub> solution을 각각 10:1:(v/v/v)의 비율로 혼합하여 37°C에서 10~15분간 배양시켜 FRAP reagent를 준비하였다. FRAP reagent 1.5 mL를 시료 50 µL에 혼합하여 vortex하여 실온에서 30분간 방치한 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다(16).

Table 1. Proximate compositions and total phenolics content in *M. glyptostroboides* fruit and leaf (Unit: %)

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Nitrogen free extract	Crude fiber	Crude ash	Total phenolics (mg/GAE g)
Fruit	8.21±0.21	2.52±0.61	14.43±0.34	69.04±2.62	2.25±0.62	3.55±0.37	19.95±0.07
Leaf	11.85±0.27	5.79±0.50	12.80±0.16	50.47±3.85	10.24±1.94	8.85±0.52	21.75±0.04

### 통계처리

모든 실험은 3번 반복하였으며, 통계처리는 Window용 SAS 8.0 version(SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(analysis of variance)을 실시하였고, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분 조성 및 총 페놀성 화합물 함량

메타세콰이어나 열매와 잎의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같이 열매에서 가용성 무질소물 69.04%, 조지방 14.43%, 수분 8.21%, 조회분 3.55%, 조단백질 2.52% 및 조섬유 2.25% 순이었으며, 잎에서도 가용성 무질소물 50.47%, 조지방 12.80%, 수분 11.85%, 조섬유 10.24%, 조회분 8.85% 및 조단백 5.79% 순으로 나타났다. Kim 등(19)은 가시오갈피 열매의 일반성분을 분석한 결과 탄수화물의 함량이 72.33%로 가장 높았으며, 그 밖에 조지방, 수분, 조회분, 조단백이 각각 10.10%, 7.05%, 6.56%, 3.88% 순으로 나타났다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

식물체 내의 페놀성 화합물은 2차 대사산물로서 항산화, 항균 등 다양한 생리활성을 나타내며, 특히 항산화 활성은 페놀성 화합물이 작용하는 것으로 보고되고 있고, 이와 같이 페놀성 화합물 함량과 항산화 활성 간의 상호작용에 대한 많은 연구들에서 알 수 있듯이 식물체가 지니고 있는 페놀성 화합물의 함량을 조사함으로써 식물유래 천연추출물의 항산화 활성을 탐색하는 일차적인 자료가 될 수 있을 것으로 생각된다(20). 메타세콰이어나 열매와 잎 열수 추출물의 총 페놀성 화합물의 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 열매의 총 페놀성 화합물 함량은 19.95 mg/GAE g이었고, 잎의 총 페놀성 화합물의 함량은 21.75 mg/GAE g으로 열매보다 잎에서 높은 함량을 보였다. Bajpai 등(11)은 메타세콰이어나 나무를 메탄올, 에틸아세테이트, 클로로포름 및 헥산과 같은 유기용매로 추출한 추출물을 이용하여 총 페놀성 화합물 함량을 측정할 결과 52.27, 93.26, 42.25 및 12.39 mg/GAE g의 함량으로 다른 유기용매 추출물에 비하여 에틸아세테이트 추출물에서 가장 높은 함량을 보였다고 보고하여 본 실험의 결과와 다소 차이를 보였는데, 이는 추출용매의 차이에 의한 것으로 판단된다.

### 무기성분 함량

메타세콰이어나 열매와 잎의 무기성분 함량을 ICP로 분석

한 결과 열매와 잎의 주요 무기성분으로는 Ca, K 및 P로 나타났으며, 열매에서는 Ca이 2,136.08 mg/100 g으로 가장 높게 나타났고, 다음으로 K(1,355.53 mg/100 g) 및 P(426.30 mg/100 g) 순이었다(Table 2). 또한 잎에서는 K이 1,144.04 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 P(350.50 mg/100 g) 및 Ca(304.85 mg/100 g) 순이었다. 메타세콰이어나 열매와 잎에는 고혈압을 예방하는 K과 인체의 골격을 구성하는 대표적인 성분인 Ca을 많이 함유하고 있어 기능성식품 소재로서 활용 가능성이 매우 높을 것으로 판단된다.

### 총 아미노산 함량

메타세콰이어나 열매와 잎의 총 아미노산 함량은 Table 3과 같다. 총 아미노산 함량은 열매와 잎에서 각각 1,691.20 및 3,667.06 mg/100 g으로 잎에서 높은 함량을 보였고, 총 아미

Table 2. Mineral contents of *M. glyptostroboides* fruit and leaf (Unit: mg/100 g)

Minerals	Fruit	Leaf
Na	160.96±13.05	171.50±7.70
Mg	216.59±13.84	95.18±4.26
Ca	2,136.08±201.94	304.85±18.98
K	1,355.53±109.49	1,144.04±37.72
Mn	28.23±1.69	—
Cu	— <sup>1)</sup>	—
Zn	—	—
P	426.30±26.52	350.50±21.07

<sup>1)</sup>Not detected.

Table 3. Amino acid contents of *M. glyptostroboides* fruit and leaf (Unit: mg/100 g)

Amino acids	Fruit	Leaf
Aspartic acid	312.86±16.37	350.13±3.52
Threonine	70.03±1.96	191.11±8.06
Serine	85.39±3.05	188.34±5.97
Glutamic acid	187.19±2.64	427.21±9.06
Proline	227.10±6.08	251.08±10.94
Glycine	83.63±1.52	222.92±15.06
Alanine	95.02±6.31	259.08±10.32
Cystine	9.24±0.22	18.61±0.69
Valine	88.35±2.58	210.72±16.28
Methionine	5.55±0.21	29.75±1.04
Isoleucine	54.52±3.29	180.56±12.07
Leucine	144.97±5.08	392.62±15.23
Tyrosine	27.12±1.06	122.80±1.95
Phenylalanine	71.24±1.82	251.68±13.08
Histidine	43.89±2.63	93.28±10.26
Lysine	95.02±4.09	261.54±18.83
Arginine	90.08±2.23	215.62±12.23
Total essential amino acid	573.57±21.66	1,611.26±94.85
Total amino acid	1,691.20±61.14	3,667.06±164.59

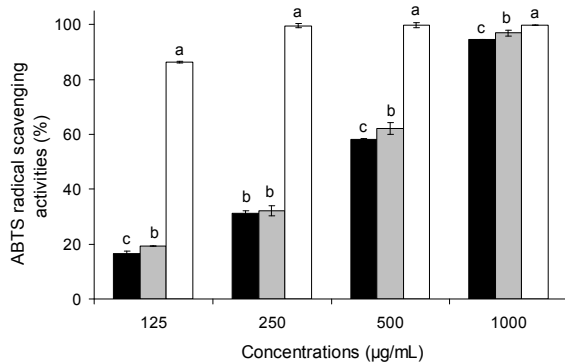


Fig. 1. ABTS radical scavenging activities of hot water extract from *M. glyptostroboides* fruit and leaf. ■: Fruit, ▒: Leaf, □: Vitamin C. Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. Different letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

노산에 대한 필수아미노산 함량 비교에서도 열매 573.57 mg/100 g과 잎 1,611.26 mg/100 g으로 총 아미노산 함량과 유사한 결과로 잎에서 높게 나타났다. 열매에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 aspartic acid(312.86 mg/100 g)로 나타났으며, 다음으로 proline(227.10 mg/100 g) 및 glutamic acid(187.19 mg/100 g) 순으로 함유되어 있었다. 또한 잎에서는 glutamic acid(427.21 mg/100 g)가 가장 많이 함유되어 있었으며, leucine(392.62 mg/100 g) 및 aspartic acid(350.13 mg%) 순으로 함유되어 있었다.

#### ABTS 라디칼 소거활성

메타세콰이어 열매와 잎 열수 추출물을 이용하여 ABTS 라디칼 소거활성을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 열매 열수 추출물의 첨가농도가 증가함에 따라 점차적으로 ABTS 라디칼 소거활성 역시 농도 의존적으로 증가하였으며, 125, 250, 500 및 1,000 mg/mL 농도에서 각각 16.40, 31.15, 58.06, 및 94.53%의 ABTS 라디칼 소거활성을 보였다. 또한 잎 열수 추출물에서도 농도 의존적인 경향으로 19.25, 32.17, 62.12 및 97.00%의 ABTS 라디칼 소거활성을 보였고, 열매와 비교하여 잎 열수 추출물이 다소 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 보였다. 그러나 양성대조군으로 사용한 비타민 C는 125 µg/mL의 농도에서 86.29%의 높은 ABTS 라디칼 소거활성을 보여 메타세콰이어 열매와 잎 열수 추출물이 비타민 C보다는 낮은 활성을 보였다. Duan 등(21)은 메타세콰이어 잎 80% 에탄올 추출물을 이용하여 phytochemical 성분을 분석한 결과 isoquercitrin, quercitrin, myricitrin, amentoflavone, sciadopitysin, isoginkgetin, 2,3-dihydro-sciadopitysin, 2,3-dihydroisoginkgetin, 3β-acetoxy-8, 13E-labdadien-15-oic acid 및 β-sitosterol과 같은 8종의 플라보노이드류, 1종의 diterpene 및 1종의 sterol 화합물을 분리, 동정하였다고 보고하였다. Osawa(22)는 식물로부터 추출된 페놀성 화합물은 항산화능을 포함한 다양한 생물학적 효능을 나타내며, 이들의 효능은 주로 산화, 환원력에 의한 것으로 보고하여 본 실험의 결과에서 메타세콰이어 잎 열수 추출물의

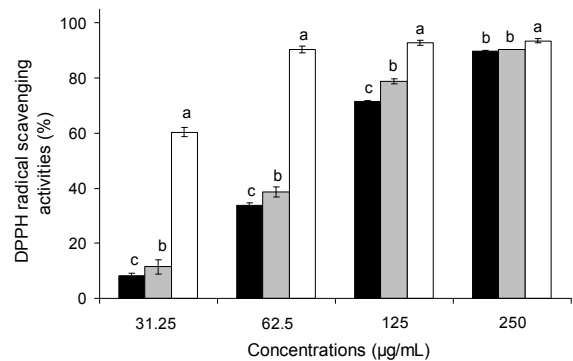


Fig. 2. DPPH radical scavenging activities of hot water extracts from *M. glyptostroboides* fruit and leaf. ■: Fruit, ▒: Leaf, □: Vitamin C. Results are presented as the mean±SD of 3 independent experiments in triplicate. Different letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

ABTS 라디칼 소거활성이 농도 의존적으로 증가하는 것은 열수 추출물에 함유되어 있는 다양한 페놀성 화합물의 산화, 환원력에 의해 라디칼을 소거한 것이라고 판단된다.

#### DPPH 라디칼 소거활성

메타세콰이어 열매와 잎 열수 추출물을 농도별로 첨가하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 열매와 잎 열수 추출물의 농도가 증가함에 따라 ABTS 라디칼 소거활성과 유사하게 DPPH 라디칼 소거활성도 점차적으로 증가하는 경향을 보였으며, 열매 열수 추출물을 31.25, 62.5, 125 및 250 µg/mL의 농도로 첨가하였을 때 8.11, 33.71, 71.42 및 88.49%의 DPPH 라디칼 소거활성을 보였다. 또한 잎 열수 추출물을 31.25, 62.5, 125 및 250 µg/mL의 농도로 첨가하였을 때 각각 11.42, 38.68, 78.89 및 90.40%의 DPPH 라디칼 소거활성을 보였으며, 열매와 잎 열수 추출물의 IC<sub>50</sub> 값은 각각 89.49 및 80.14 µg/mL로 나타나 열매보다는 잎에서 높은 활성을 보였다. Bajpai 등(11)은 메타세콰이어나무를 메탄올, 에틸아세테이트, 클로로포름 및 헥산과 같은 유기용매로 추출한 추출물과 정유성분을 이용하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정된 결과, 다른 유기용매 추출물에 비하여 정유성분 및 에틸아세테이트 추출물에서 높은 DPPH 라디칼 소거활성을 보였다. 또한 IC<sub>50</sub>값은 각각 9.1 및 14.25 µg/mL였다고 보고하여 IC<sub>50</sub>값에서 다소 차이를 보였는데, 이는 추출용매의 차이에 의한 것으로 판단된다.

#### 환원력

메타세콰이어 열매와 잎 열수 추출물을 이용하여 금속이온을 환원시키는 환원력을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 환원력에서 흡광도 수치는 그 자체가 시료의 환원력을 나타내며, 높은 항산화 활성을 가지는 물질은 흡광도의 수치가 높게 나타났다. 열매와 잎 열수 추출물의 농도가 점차적으로 증가함에 따라 환원력이 증가하는 경향을 보였으며, 열매 열수 추출물의 농도 125, 250, 500 및 1,000 µg/mL에서 0.290, 0.440, 0.737 및 1.396의 흡광도를 보였다. 또한 잎 열수 추출

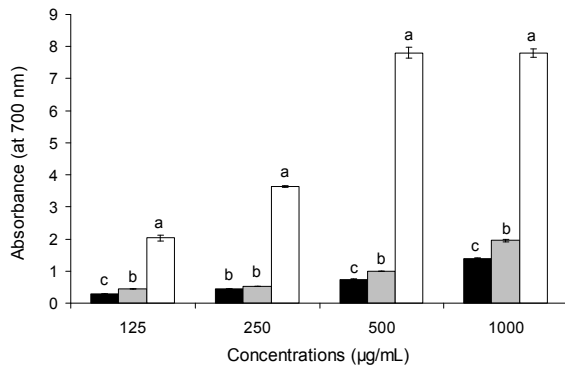


Fig. 3. Reducing power of hot water extracts from *M. glyptostroboides* fruit and leaf. ■: Fruit, ■: Leaf, □: Vitamin C. Results are presented as the mean  $\pm$  SD of 3 independent experiments in triplicate. Different letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

물의 농도 125, 250, 500 및 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 에서 0.438, 0.526, 0.992 및 1.957의 흡광도를 보여 열매보다 잎 열수 추출물을 서로 비교하였을 때 잎 열수 추출물에서 높은 환원력을 보였다. Mendes 등(23)은 스트로베리 나무 잎과 열매 열수 추출물을 이용하여 환원력을 측정된 결과 농도가 증가함에 따라 점차적으로 흡광도가 증가되는 경향을 보였으며, 잎과 열매 열수 추출물의  $\text{EC}_{50}$ 값은 각각 0.318 및 2.894  $\text{mg/mL}$ 로 보고하여 열매보다는 잎에서 높은 환원력을 보였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다.

#### FRAP

FRAP assay는 시료 내에 존재하는 항산화물질에 의해 ferric ion이 ferrous ion으로 환원됨으로써 얻어지는 colored ferrous tripyridyl triazine complex를 593 nm에서 흡광도를 측정함으로써 항산화력을 측정하는 방법이다. FRAP도 라디칼 소거활성 및 환원력과 동일하게 열수 추출물의 첨가 농도가 증가함에 따라 흡광도 값이 증가하는 것으로 나타났으며, 열매보다는 잎 열수 추출물에서 높은 흡광도를 보였다. 잎 열수 추출물을 125, 250, 500 및 1,000  $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 첨가하였을 때 0.27, 0.44, 0.78 및 1.46의 흡광도를 보였으며, 열매에서는 0.263, 0.426, 0.743 및 1.347의 흡광도를 보였다 (Fig. 4). Feucht 등(10)은 메타세콰이어 잎에 함유되어 있는 폴리페놀 성분을 분석한 결과 catechin, epicatechin 및 procyanidins과 같은 flavanol이 함유되어 있는 것을 확인하였다고 보고하였는데, 메타세콰이어 잎 추출물에서 높은 항산화 활성을 보인 이유는 위와 같은 폴리페놀성 화합물에 의한 것으로 판단된다. 따라서 추후 *in vitro* system을 이용한 항산화 활성 실험에서 활성이 높게 나타난 결과를 과학적으로 더욱 뒷받침하기 위해서는 *in vivo* system을 이용한 항산화 실험과 아울러 항산화 효소에 관한 실험도 병행하여 그 상관관계를 밝혀야 하겠으며, 또한 구체적인 활성 화합물을 규명하기 위한 연구도 뒤따라야 할 것이다.

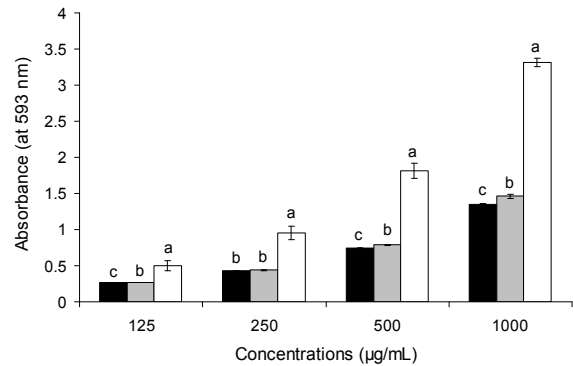


Fig. 4. Ferric reducing antioxidant power of hot water extracts from *M. glyptostroboides* fruit and leaf. ■: Fruit, ■: Leaf, □: Vitamin C. Results are presented as the mean  $\pm$  SD of 3 independent experiments in triplicate. Different letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

## 요 약

메타세콰이어 나무 열매와 잎을 기능성식품 소재로 활용하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 화학성분 및 항산화 활성을 조사하였다. 열매와 잎의 가용성 무질소물의 함량은 각각 69.04% 및 50.47%로 나타났으며, 열매의 총 페놀성 화합물 함량은 19.95  $\text{mg/GAE g}$ 이었고, 잎의 총 페놀성 화합물의 함량은 21.75  $\text{mg/GAE g}$ 으로 열매보다 잎에서 높은 함량을 보였다. 열매와 잎에 많이 함유되어 있는 무기성분으로는 Ca(2,136.08와 304.85  $\text{mg/100 g}$ ), K(1,355.53와 1,144.04  $\text{mg/100 g}$ ) 및 P(426.30와 350.50  $\text{mg/100 g}$ )이었다. 아미노산은 aspartic acid, glutamic acid 및 proline이 상대적으로 높았으며, 필수아미노산 중에서는 leucine이 상대적으로 높은 비율을 보였고, methionine과 cystine은 낮은 함량을 보였다. 메타세콰이어 열매와 잎의 열수 추출물을 이용하여 라디칼 소거활성 및 환원력을 조사한 결과 농도 의존적인 경향을 보였으며, 특히 잎 열수 추출물에서 높은 항산화 활성을 보였다. 따라서 메타세콰이어 나무 잎의 폴리페놀성 화합물은 천연항산화제와 같은 기능성식품 소재로 활용가능성이 매우 높을 것으로 생각된다.

## 문 헌

- Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional components and evaluation of functional activities of *Sasa bolialis* leaf tea. *Korean J Food Sci Technol* 40: 586-592.
- Fang YZ, Yang S, Wu G. 2002. Free radical, antioxidant, and nutrition. *Nutrition* 18: 872-879.
- Willet WC. 1994. Diet and health: what should we eat. *Science* 254: 532-537.
- Slavin JL, Jacobs D, Marquart L. 1997. Whole-grain consumption and chronic disease: Protection mechanism. *Nutr Cancer* 27: 14-21.
- Temple NJ. 2000. Antioxidants and disease: More question than answers. *Nutr Res* 20: 449-459.
- Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM. 1993. Oxidant, antioxidant, and the degenerative disease of aging. *Proc Natl*

- Acad Sci USA* 90: 7915-7922.
7. Bajpai VK, Kang SC. 2010. Antibacterial abietane-type diterpenoid, taxodone from *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. *J Biosci* 35: 533-538.
  8. Bajpai VK, Na MK, Kang SC. 2010. The role of bioactive substance in controlling foodborne pathogens derived from *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. *Food Chem Toxicol* 48: 1945-1949.
  9. Dong LB, He J, Wang YY, Wu XD, Deng X, Pang ZH, Xu G, Peng LY, Zhao Y, Li Y, Gong X, Zhao QS. 2011. Terpenoids and Norlignans from *Metasequoia glyptostroboides*. *J Nat Prod* 74: 234-239.
  10. Feucht W, Treuter D, Polster J. 2004. Flavanol binding of nuclei from tree species. *Plant Cell Rep* 22: 430-436.
  11. Bajpai VK, Yoon JI, Kang SC. 2009. Antioxidant and anti-dermatophytic activities of essential oil and extracts of *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. *Food Chem Toxicol* 47: 1355-1361.
  12. Bajpai VK, Rahman A, Kang SC. 2007. Chemical composition and antifungal properties of *Metasequoia glyptostroboides* Miki ex Hu. *Ind Crop Prod* 26: 28-35.
  13. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 1017-1918.
  14. Kim DO, Jeong SW, Lee CY. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemical from various cultivars of plums. *Food Chem* 81: 321-326.
  15. Jeong CH, Kim JH, Shim KH. 2006. Chemical components of yellow and red onion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 708-712.
  16. Jeong CH, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim DO, Kim YJ, Heo HJ. 2010. Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*. *Food Chem* 118: 278-282.
  17. Blois MA. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
  18. Yen GH, Chen HY. 1995. Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J Agric Food Chem* 45: 27-32.
  19. Kim MK, Jin YS, Heo SI, Shim TH, Sa JH, Wang MH. 2006. Studies for component analysis and antioxidant effect, antimicrobial activity in *Acanthopanax senticosus* HARMS. *Kor J Pharmacogn* 37: 151-156.
  20. Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU. 2009. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. *Korean J Medicinal Crop Sci* 17: 15-20.
  21. Duan CH, Lee JN, Lee CM, Lee GT, Lee KK. 2009. Phytochemical constituents from *Metasequoia glyptostroboides* leaves. *Nat Prod Sci* 15: 12-16.
  22. Osawa T. 1994. Novel natural antioxidant for utilization in food and biological systems. In *Postharvest Biochemistry of Plant Food-material in the Tropics*. Uritani I, Garcia VV, Mendoza EM, eds. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan. p 241-251.
  23. Mendes L, Freitas VD, Baptista P, Carvalho M. 2011. Comparative antihemolytic and radical scavenging activities of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaf and fruit. *Food Chem Toxicol* 49: 2285-2291.

(2012년 11월 6일 접수; 2012년 12월 12일 채택)