

## 제주 자생식물 고압용매 추출물의 통합적 항산화 능력

김미보 · 현선희 · 박재성 · 강미애 · 고영환 · 임상빈<sup>†</sup>

제주대학교 식품생명공학과

### Integral Antioxidative Capacity of Extracts by Pressurized Organic Solvent from Natural Plants in Jeju

Mi-Bo Kim, Sun-Hee Hyun, Jae-Sung Park, Mi-Ae Kang, Young-Hwan Ko, and Sang-Bin Lim<sup>†</sup>

Dept. of Food Bioengineering, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

#### Abstract

Twenty natural plants from Jeju were extracted by pressurized organic solvent (100% methanol, 40°C, 13.6 MPa, 10 min). Extraction yield, total phenolic content (TPC) and integral antioxidant capacity were measured, and each component was identified by GC/MS. Extraction yields were high as 21.8%, 21.5, 21.1, 20.7 and 20.1% in *Rhus javanica*, *Euscaphis japonica*, *Alnus firma*, *Sapium japonicum* and *Sorbus alnifolia*, respectively. The extracts containing high TPC (mg GAE/g of dry sample) were obtained from *Malus sieboldii* (68.3), *Sapium japonicum* (57.6), *Pyrrosia lingua* (56.6) and *Euscaphis japonica* (55.1). Integral antioxidant capacities of water-soluble substances were 598, 394, 293 and 270  $\mu\text{mol}$  ascorbic acid equivalent/g in *Geranium thunbergii*, *Sapium japonicum*, *Cornus kousa* and *Rhus javanica*, respectively. Integral antioxidant capacities of lipid-soluble substances were 611, 314, 296 and 242  $\mu\text{mol}$  trolox equivalent/g in *Ardisia crenata*, *Ostrya japonica*, *Geranium thunbergii* and *Quercus acuta*, respectively. Fifteen major peaks were identified by GC/MS from the extract of pressurized organic solvent from *Sapium japonicum*. Two polyphenols (gallic acid (retention time (RT) 19.7 min)) and quercetin (33.5 min)), ascorbic acid (RT 35.3 min), and several fatty acids (retention time 18.6, 21.0, 21.8, 21.9 and 23.6 min) were identified, and gallic acid was the major polyphenol component due to high peak area.

**Key words:** natural plants, pressurized liquid extraction, polyphenol, integral antioxidative capacity

#### 서 론

산소는 지구상에서 가장 많은 원소이고 호기성 생물의 생명유지에 절대적으로 필요하지만, 안정한 분자상태인 기저삼중항산소(ground state triplet oxygen)가 체내 효소계, 환원대사, 화학약품, 공해물질, 광화학반응 등의 각종 물리적, 화학적, 환경적 요인에 의하여 반응성이 매우 큰 활성산소종(reaction oxygen species)으로 전환되면 생체의 치명적인 산소독성을 일으킨다(1). Superoxide radical, hydroxyl radical, hydrogen peroxide, singlet oxygen과 같은 활성산소는 불안정하고 반응성이 매우 강하여, 세포의 구성 성분인 지질, 단백질, 당 및 DNA 등을 비선택적, 비가역적으로 파괴하여 노화는 물론 암, 뇌질환, 심장질환, 동맥경화, 피부질환, 소화기질환, 염증, 류마티스, 면역질환 등의 각종 질병을 일으키는 원인이 된다(2). 따라서 자유라디칼을 소거할 수 있는 화합물 또는 과산화물 생성 억제 물질과 같은 항산화제들은 활성산소로 인한 산화적 손상으로부터 세포를 보호함으

로써 산화스트레스에 의하여 유발되는 질병의 예방 또는 치료 효과를 가진다(3).

항산화제에는 butylated hydroxytoluene(BHT), butylated hydroxyanisole(BHA) 등과 같은 합성 항산화제, tocopherol류, flavonoid류, 탄닌류, nordihydroguaiacol, gossypol, sesamol 등과 같은 천연 항산화제 및 SOD와 같은 항산화 효소가 있다(1). 그런데 합성 항산화제는 간 비대, 간장중 microsomal 효소활성 증가, 체내 흡수물질의 독성화 및 발암 가능성 등의 문제가 제기되어 허용대상 식품이나 사용량이 엄격히 제한되고 있다(2). 따라서 보다 안전하며 항산화력이 강한 물질을 천연물로부터 분리 이용하려는 연구가 활발히 이루어지고 있는데, 특히 식물유래 물질로 식물의 2차 대사산물은 자유라디칼과 활성산소의 생성을 억제하거나 제거하여 산화를 방지하기 때문에 이에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다(4).

지금까지 보고된 대부분의 천연 항산화제는 식물에서 유래된 폴리페놀 화합물인 것으로 알려져 있다(5). 이 화합물

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: sblim@cheju.ac.kr  
Phone: 82-64-754-3617, Fax: 82-64-755-3601

은 하나 또는 둘 이상의 수산기로 치환된 방향족환을 가지고 있으며 자연에 대략 8000여종이 존재하며 항산화성, 항암성 등의 기능성을 가지고 있다.

천연식물로부터 기능성 성분의 분리 및 동정에 있어서 추출은 매우 중요한 공정인데, 폴리페놀 화합물은 다양한 구조와 극성을 가지고 있고 빛과 산소에 민감하므로 추출하는데 어려움이 있다. 고압용매 추출법은 높은 압력과 온도를 이용하는데, 높은 압력은 추출용매와 시료간의 접촉을 증가시키고 높은 온도는 시료의 phenolic-matrix bond를 파괴시켜, 성분들에 대한 용해도를 향상시키고 매트릭스 간의 상호작용을 감소시켜 목적성분의 추출을 용이하게 한다(6,7).

따라서 본 연구는 예비실험 결과 항산화효과가 높은 제주 자생식물 20종을 대상으로 고압용매 추출하여 항산화 활성을 검증하고 폴리페놀 성분을 동정하여 식품산업에 응용할 천연항산화소재를 탐색하는데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 제주 자생식물은 Table 1과 같으며, 제주도 전역에서 20종을 채취하여 세척·음건한 후 30 mesh를 통과하도록 분쇄기(Ika Work, Inc., USA)로 분쇄하여 -20°C 냉동고에 보관하면서 추출용 재료로 사용하였다.

### 고압용매 추출

본 실험에 사용한 고압용매 추출장치(SFX 3560, Isco Inc., USA)는 syringe pump, pump controller, sample cartridge가 장착되는 고압 chamber, 유량 조절을 위한 restrictor 그리고 collection vial로 구성되어 있다. 고압용매 추출은 시료 1 g을 cartridge에 충전하고 고압 chamber에

장착한 후, 유기용매(메탄올)는 syringe pump에서 가압되었고 supply valve를 통하여 cartridge로 주입되었다. 고압용매 추출물의 효과 검증을 위하여 보편적으로 많이 사용하는 온도와 압력 조건인 40°C와 13.6 MPa에서 3분 동안 정치추출한 후에, 고압 유기용매는 시료가 충전된 cartridge를 통과하면서 10분 동안 1 mL/min의 유속으로 동적 추출을 행하였고, 추출물은 restrictor를 통하여 collection vial에 포집되었다. 3회 반복 추출하였다. 추출물은 회전진공증발농축기로 농축하였고 메탄올로 10 mL 정용하여 -20°C에서 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다. 가용성 고형분의 함량은 추출물 1 mL를 취하여 105°C에서 항량이 될 때까지 건조한 후 증발잔사의 양으로 나타내었다.

### 총페놀 함량 측정

총페놀 함량은 Peschel 등(8)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉, 시료 용액 0.1 mL에 증류수 7.9 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol 시약(Fluka, Switzerland) 0.5 mL를 가하였다. 2분 후 20% 탄산나트륨 용액 1.5 mL를 가하여 혼합하였고, 상온에서 2시간 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총페놀 함량은 gallic acid(Sigma, USA)를 표준품으로 200~1000 µg/L 농도로 검량선을 작성한 후 gallic acid equivalents(mg GAE acid/g of dry sample)로 나타내었다.

### 통합적 항산화 능력 측정

자생식물의 항산화 활성은 Photochemiluminescence system(Berlin, Germany)으로 측정하였다(9). ACW와 ACL kits는 Analytik Jena AG(Jena, Germany)에서 구입하여 사용하였다.

수용성 통합적 항산화 능력(ACW protocol)은 다음과 같이 측정하였다. 즉, Reagent 3(R③)에 Reagent 2(R②)를 750 µL 가하여 Reagent 3 working solution(R③-WS)을 제조하였다. 490 µL Reagent 1(R①)과 10 µL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 ascorbic acid(R④)가 들어 있는 바이알에 가한 후 20~30초간 vortex 시켜 혼합하여 R④ stock solution을 제조하고, 이 용액을 R①로 1:100으로 희석하여 R④ working solution(R④-WS)을 제조하였다. 이 용액 10 µL에는 1 nmol의 ascorbic acid(표준용액)가 함유되어 있다. 수용성 통합적 항산화 능력은 3단계로 측정하였다. 1단계는 R① 1500 µL와 R② 1000 µL가 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25 µL를 가하여 blank를 측정하였다. 2단계는 R① 1500 µL와 R② 1000 µL가 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25 µL와 R④-WS을 10~50 µL를 가하여 검량선을 작성하였다. 3단계 시료분석은 검량선 작성 시 R④-WS 대신 희석된 자생식물 추출물 10 µL를 가하여 3회 반복 측정하였다.

지용성 통합적 항산화 능력(ACL protocol)은 다음과 같이 측정하였다. 즉, R③에 R②를 750 µL 가하여 R③-WS을 제조하였다. 500 µL R①을 Trolox(R④)가 들어 있는 바이알에

**Table 1. List of natural plants used for experiments**

Scientific name	Korean name	Part used
<i>Agrimonia pilosa</i>	Jibsinnamul	stem, leaves
<i>Alnus firma</i>	Sabangorinamu	leaves, branch
<i>Ardisia crenata</i>	Baegryanggum	leaves, branch
<i>Ardisia japonica</i>	Jakumwu	leaves, branch
<i>Cornus kousa</i>	Sanddalnamu	leaves, branch, fruit
<i>Desmodium caudatum</i>	Dounjangpul	leaves, branch
<i>Euscaphis japonica</i>	Malojumttaenamum	leaves, branch, fruit
<i>Geranium thunbergii</i>	Ijilpul	stem, leaves
<i>Malus sieboldii</i>	Agubaenamum	leaves, branch
<i>Myrica rubra</i>	Sogwuinamum	leaves, branch
<i>Ostrya japonica</i>	Saeunamum	leaves, branch
<i>Persicaria filiformis</i>	Isacyouggui	stem, leaves
<i>Potentilla chinensis</i>	Ddakjiggot	leaves, branch
<i>Prunus padus</i>	Kwuirungnamum	leaves, branch, fruit
<i>Pyrrosia lingua</i>	Sukwi	stem, leaves
<i>Quercus acuta</i>	Buggasinamum	leaves, branch
<i>Rhus javanica</i>	Bugnamum	leaves, branch
<i>Sapium japonicum</i>	Saramjunamum	leaves, branch
<i>Sorbus alnifolia</i>	Patbaenamum	leaves, branch, fruit
<i>Stantonia hexaphylla</i>	Moulggul	leaves, branch

가한 후 20~30초간 vortex시켜 혼합하여 R④ stock solution을 제조하고, 이 용액을 R①로 1:100으로 희석하여 R④-WS을 제조하였다. 이 용액 10 µL에는 1 nmol의 Trolox(표준용액)이 함유되어 있다. 지용성 통합적 항산화 능력 또한 3단계로 측정하였다. 1단계는 R① 2300 µL와 R② 200 µL가 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25 µL를 가하여 blank를 측정하였다. 2단계는 R① 2300 µL와 R② 200 µL가 들어있는 sampling tube에 R③-WS 25 µL와 R④-WS을 10~50 µL를 가하여 검량선을 작성하였다. 3단계 시료분석은 검량선 작성 시 R④-WS 대신 희석된 자생식물 추출물 10 µL를 가하여 3회 반복 측정하였다.

실험 결과는 추출물 고형분 g당 µmol equivalents ascorbic acid 또는 trolox의 항산화능으로 나타내었다.

### GC/MS에 의한 폴리페놀성분 동정

사람주나무 고압용매 추출물 0.5 mL에 3 M HCl 0.25 mL을 가하여 80°C에서 1시간 동안 산가수분해시킨 후 냉각하여 1 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.5 mL을 가하였다. Sep-pak C8 (WAT036780, Waters, USA)을 ethyl acetate 3 mL, methanol 3 mL, bi-distilled water 3 mL로 conditioning시킨 후 상압 하에서 산가수분해 처리한 시료 0.5 mL를 loading시키고, SPE vacuum device(12, Supelco, USA)로 감압하여 용매를 완전히 제거하였다. Sep-pak에 흡착되어 있는 폴리페놀 성분은 ethyl acetate 3 mL로 용출시키고, 용매를 진공회전증발농축기로 제거한 후 잔사를 methanol 0.5 mL에 용해시킨 다음 진공회전증발농축기로 용매를 제거하고 BSTFA (Supelco, USA) 250 µL를 가하여 75°C에서 20분간 유도체 화시킨 것을 GC/MS에 1 µL 주입하여 분석하였다(10). GC/MS는 Hewlett-Packard사의 HP 6890 series GC system과 Agilent Technologies사의 5973 Network series mass selective detector를 direct inlet으로 연결한 것으로, 시료는 Agilent Technologies사의 7683B series autosampler를 사용하여 주입하였고, 기기분석조건은 Table 2와 같다. 분석결과는 GC/MS에 내장된 Wiley library와 비교하여 동정하였다.

**Table 2. GC/MS conditions for the determination of each polyphenol**

Parameter	Conditions			
Column	HP-5MS 5%-Phenyl Methyl Siloxane			
Carrier gas	Helium			
Split ratio	5:1			
Temperature programming				
	Injector temperature	280°C		
	Detector temperature	300°C		
	Initial temperature	120°C		
	Initial time	1.00 min		
Ramps	#	Rate (°C/min)	Temp. (°C)	Time (min)
	1	5.00	220	0.00
	2	10.00	300	10.00

## 결과 및 고찰

### 추출수율

제주 자생식물 20종을 대상으로 고압용매 추출하여 추출수율을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 추출수율은 붉나무, 말오줌때, 사방오리나무, 사람주나무, 팔배나무가 각각 21.8, 21.5, 21.1, 20.7, 20.1%로 가장 높았다. 그 외에 아그배나무, 석위, 백람금, 귀룽나무, 산딸나무가 15% 이상, 이질풀, 자금우, 딱지꽃, 쉼신나물 등이 14% 이하의 추출수율을 나타내었으며, 이삭여뀌가 8.2%로 가장 낮은 추출수율을 나타내었다.

Hyun 등(11)은 제주 자생식물을 대상으로 상압유기용매 추출(70% 메탄올)하여 추출수율을 측정한 결과 자금우가 16.8%, 산딸나무가 18.4%, 소귀나무가 18.6%, 붉나무가 19.9%로 본 연구결과와 비교하여 볼 때 다소 높은 경향을 보고하였지만, 상압유기용매 추출법은 고압용매 추출법보다 추출시간이 길고 유기용매가 다량 소비된다는 단점을 가지고 있기 때문에 고압용매 추출법이 경제적이고 효율적일 것으로 추정된다.

### 총페놀 함량

구조적으로 hydroxyl 그룹을 가지고 있는 페놀성 화합물은 식물에서 2차 대사산물의 하나로 다양한 구조와 분자량을 가진다(6). 또한 이를 함유한 식물체에 특수한 색깔과 고유한 맛을 내게 하며(12), 항암작용, 혈압강화작용, 피임작용, 간 보호 작용, 진정작용 등이 있으며, 항산화 작용을 가진 대표적인 물질로 알려져 있다(13).

제주 자생식물 20종을 대상으로 고압용매 추출하여 총페놀 함량을 측정하였다(Table 3). 총페놀 함량은 아그배나무

**Table 3. Extraction yields of total soluble solid and total phenolic content from natural plants in Jeju**

Plant species	Extraction yield of total soluble solid (%)	TPC extracted (mg GAE/g of dry sample)
<i>Agrimonia pilosa</i>	13.8±0.2	36.5±0.4
<i>Alnus firma</i>	21.1±0.6	46.8±1.6
<i>Ardisia crenata</i>	16.4±0.7	36.3±1.6
<i>Ardisia japonica</i>	14.0±0.3	53.8±1.4
<i>Cornus kousa</i>	15.4±0.1	37.3±1.8
<i>Desmodium caudatum</i>	12.4±0.8	21.8±1.2
<i>Euscaphis japonica</i>	21.5±0.1	55.1±0.8
<i>Geranium thunbergii</i>	14.4±0.9	53.3±2.8
<i>Malus sieboldii</i>	16.9±0.3	68.3±1.9
<i>Myrica rubra</i>	12.6±0.5	36.1±0.4
<i>Ostrya japonica</i>	12.5±0.4	52.8±3.1
<i>Persicaria filiformis</i>	8.2±0.4	11.4±0.4
<i>Potentilla chinensis</i>	14.0±0.3	38.0±2.3
<i>Prunus padus</i>	15.9±0.4	47.0±2.0
<i>Pyrrosia lingua</i>	16.9±0.3	56.6±1.7
<i>Quercus acuta</i>	13.6±0.3	40.0±1.6
<i>Rhus javanica</i>	21.8±0.3	54.3±1.3
<i>Sapium japonicum</i>	20.7±0.4	57.6±3.2
<i>Sorbus alnifolia</i>	20.1±0.3	50.8±1.4
<i>Stauntonia hexaphylla</i>	11.0±0.2	16.1±0.6

가 68.3 mg GAE/g로 가장 높았고, 다음으로 사람주나무, 석위, 말오줌때가 각각 57.6, 56.6, 55.1 mg GAE/g을 나타내었고, 붉나무, 자금우, 이질풀, 새우나무도 50 mg GAE/g 이상의 높은 함량을 나타내었다.

Hyun 등(11)은 제주 자생식물을 대상으로 상압유기용매 추출(70% 메탄올)하여 총페놀 함량을 측정한 결과와 비교하여 볼 때 본 연구에서 대부분의 고압용매 추출물은 상압유기용매 추출물보다 총페놀 함량이 높은 것으로 나타났다.

페놀 화합물은 식물에 함유되어 특징적인 생물학적 활성을 나타내며, 특히 항산화 효과는 총페놀 함량과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(14).

#### 통합적 항산화 능력(integral antioxidative capacity)

생물체의 항산화 상태를 평가하려면 보호시스템의 실질적 항산화 효능을 정확히 측정할 수 있어야 한다. 그런데 지금까지 DPPH, TEAC, TRAP, ORAC 등의 항산화능 측정법은 각각 특정 시스템에 제한적으로 적용되고 있다. 따라서 항산화 능력을 측정하는데 가장 유용한 방법은 수용성 그리고 지용성 시스템에서 통합적 항산화 능력을 측정하는 것이다. 광화학발광법(photochemiluminescence, PCL)은 음식을 섭취하였을 때 혈액 중에서 항산화 능력을 발휘하는 정도를 간접적으로 측정하는 방법이다(9).

자생식물 추출물의 수용성·지용성 통합적 항산화 능력을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 수용성 항산화 능력은 이질풀이 598  $\mu\text{mol ascorbic acid equivalent/g}$ 로 가장 높았고, 다음으로 사람주나무, 산딸나무, 붉나무, 자금우, 말오줌때

가 각각 394, 293, 270, 246, 230  $\mu\text{mol ascorbic acid equivalent/g}$ 을 나타내었다.

지용성 항산화 능력은 백량금이 611  $\mu\text{mol trolox equivalent/g}$ 로 가장 높았고, 다음으로 새우나무, 이질풀, 붉가시나무, 아그배나무, 사람주나무, 이삭여뀌, 귀룽나무, 산딸나무, 팔배나무, 붉나무, 석위가 각각 314, 296, 242, 231, 230, 227, 223, 219, 213, 208, 202  $\mu\text{mol trolox equivalent/g}$ 을 나타내었다.

이질풀과 사람주나무는 수용성과 지용성 통합적 항산화 능력 모두 높았는데, 총페놀 함량도 각각 359, 270 mg GAE/g로 높았으며, 지용성 항산화 능력이 높게 나타난 새우나무와 아그배나무의 총페놀 함량도 411, 399 mg GAE/g로 높아 항산화 능력과 총페놀 함량 사이에는 서로 상관관계가 있었다.

#### GC/MS에 의한 폴리페놀 성분 동정

폴리페놀은 천연물에서 glycoside와 결합하여 배당체로 존재하기 때문에 폴리페놀 성분을 동정하기 위해서는 산가수분해하여 glycoside와의 결합을 파괴시켜 주어야 한다. 따라서 본 연구에서는 사람주나무를 고압용매 추출하고 산가수분해한 후 GC/MS를 이용하여 폴리페놀 성분을 분리·동정하였다(Fig. 1, Table 5). 그 결과 15개의 주요 피크를 얻었으며, 그 중 2종의 폴리페놀류, ascorbic acid, 다수의 지방산류를 확인할 수 있었다. 확인된 폴리페놀 성분은 체류시간 19.7분에서 gallic acid를, 33.5분에서 quercetin을 확인할 수 있었는데, 이중 gallic acid는 다른 성분보다 peak area가 매우 높아 사람주나무의 가장 중요한 폴리페놀 성분으로 추정되었다.

Gallic acid는 정상세포에 이상을 일으키는 자유라디칼에 대해 소거활성을 가지며 UV-B나 방사선 조사에 의한 세포의 손상을 방지하는 등 항산화, 항암, 항균활성을 지닌 것으로 알려져 있다(15). Quercetin은 토마토, 사과, 양파 등에 풍부한 플라보노이드계 화합물로서, quercetin 분자구조에 있는 free hydroxyl group이 peroxynitrite 같은 활성 산소종을 제거하고 xanthine oxidase와 lipid peroxidation을 억제함으로써 강력한 항산화능력을 가지는 것으로 알려져 있다(16).

한편 15개의 주요 피크 중에서 가장 높은 peak area를 나타낸 물질은 체류시간 35.3분에서 ascorbic acid로 동정되었다. Ascorbic acid는 식품 및 생체계에 수용성 항산화물질로 존재하고 특히 인간에게 필수 불가결한 수용성 비타민으로 알려져 있는데(17), PCL 시스템에서는 수용성 항산화제로 ascorbic acid, amino acids, flavonoids 등이, 지용성 항산화제로 carotenoids, tocopherols, tocotrienols 등이 측정되는 것으로 알려져 있다(9).

그밖에 체류시간 18.6, 21.0, 21.8, 21.9, 23.6분에서는 다양한 지방산류를 확인할 수 있었다.

**Table 4. Integral antioxidative capacity of pressurized methanol extracts from natural plants in Jeju**

Plant species	Integral antioxidative capacity of water-soluble substances (Ascorbic acid, $\mu\text{mol/g}$ )	Integral antioxidative capacity of lipid-soluble substances (Trolox, $\mu\text{mol/g}$ )
<i>Agrimonia pilosa</i>	11.4±00.4	199.8±12.4
<i>Alnus firma</i>	112.6±03.5	198.0±09.1
<i>Ardisia crenata</i>	191.2±01.7	611.7±23.8
<i>Ardisia japonica</i>	246.1±00.6	190.4±06.2
<i>Cornus kousa</i>	293.2±26.0	219.2±11.5
<i>Desmodium caudatum</i>	56.9±03.9	147.5±12.7
<i>Euscaphis japonica</i>	230.7±34.2	177.0±01.1
<i>Geranium thunbergii</i>	598.7±10.9	296.3±26.8
<i>Malus sieboldii</i>	—	231.4±12.9
<i>Myrica rubra</i>	172.6±09.5	186.5±06.0
<i>Ostrya japonica</i>	—	314.0±20.6
<i>Persicaria filiformis</i>	76.0±03.1	227.4±17.3
<i>Potentilla chinensis</i>	115.3±05.4	148.9±09.2
<i>Prunus padus</i>	61.6±01.8	223.1±13.4
<i>Pyrrosia lingua</i>	62.1±02.9	202.9±10.9
<i>Quercus acuta</i>	62.1±03.3	242.1±04.9
<i>Rhus javanica</i>	270.1±16.4	208.2±11.3
<i>Sapium japonicum</i>	394.8±08.1	230.0±00.2
<i>Sorbus alnifolia</i>	114.5±07.6	213.4±05.1
<i>Stauntonia hexaphylla</i>	90.3±05.0	132.6±03.7

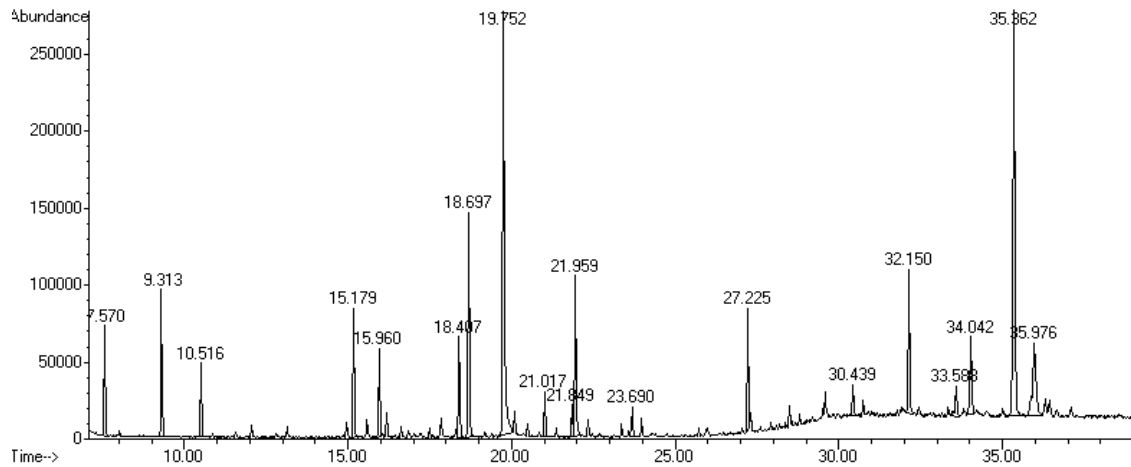


Fig. 1. GC/MS chromatogram of pressurized methanol extract from *Sapium japonicum*.

Table 5. Identification of each component from pressurized methanol extract of *Sapium japonicum* by GC-MS

RT (min)	Peak area	Identified ions (m/z)	Compound
7.570	1,644	170, 77, 120, 143	Acetamide
15.179	2,012	132, 227, 167	Indole
15.960	1,267	204, 147, 133, 299	Mannose
18.407	1,610	281, 400	1-Pentene
18.697	3,847	133, 74, 87, 245	Hexadecanoic acid
19.752	10,033	281, 458, 443	Gallic acid
21.017	724	117, 313, 132, 145	Hexadecanoic acid
21.849	453	67, 81, 55, 95	9,12-Octadecadienoic acid
21.959	2,964	79, 67, 95, 55	9,12,15-Octadecatrienoic acid
23.690	510	75, 95, 67, 55	Linolenic acid
27.225	1,362	149, 167, 57, 71	Di(n-octyl) phthalate
32.150	2,524	559, 207, 272, 487	1,4,7,18,21,24-Hexaoxa[7.7]-9,10-anthracenophane
33.588	821	647, 207, 281, 559, 575	Quercetin
34.042	1,876	207, 189, 281	Carboranymethyl ethyl sulfide
35.362	10,387	590, 575, 207, 487	Ascorbic acid

요 약

제주 자생식물 20종을 대상으로 고압용매 추출(추출용매 100% methanol, 추출 온도 40°C, 추출 압력 13.6 MPa, 추출 시간 10분)하여 총페놀 함량과 통합적 항산화 능력을 측정하고 폴리페놀 성분을 동정하였다. 추출수율은 붉나무, 말오줌때, 사방오리나무, 사람주나무, 팔배나무가 각각 21.8, 21.5, 21.1, 20.7, 20.1%로 가장 높았다. 총페놀 함량은 아그배가 68.3 mg GAE/g로 가장 높았고, 다음으로 사람주나무, 석위, 말오줌때가 각각 57.6, 56.6, 55.1 mg GAE/g을 나타내었다. 수용성 항산화 능력은 이질풀, 사람주나무, 산딸나무, 붉나무가 각각 598, 394, 293, 270 µmol ascorbic acid equivalent/g로 높았고, 지용성 항산화 능력은 백량금, 새우나무, 이질풀, 붉가시나무가 611, 314, 296, 242 µmol trolox equivalent/g로 높았다. GC/MS에 의한 폴리페놀성분을 동정한 결과 15개의 주요 피크를 얻었으며, 그 중 2종의 폴리페놀류 (gallic acid(체류시간 19.7분)와 quercetin(체류시간 33.5분)), ascorbic acid(체류시간 35.3분) 그리고 다수의 지방산

류(체류시간 18.6, 21.0, 21.8, 21.9, 23.6분)를 확인할 수 있었는데, 이 중 gallic acid는 다른 성분보다 peak area가 높은 것으로 나타나 사람주나무의 가장 중요한 폴리페놀 성분으로 추정되었다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구이며(No. R01-2007-000-20798-0), 이에 감사드립니다.

문 헌

- Kim JP. 1998. A study on development of natural antioxidants. *Bioind News* 11: 6-14.
- Song JW, Min KJ, Cha CG. 2008. Antioxidative and anti-tumor activity of extracts from *Saussurea lappa*. *J Env Hlth Sci* 34: 55-61.
- Kim JW, Moon BS, Park YM, Yoo NH, Ryoo IJ, Nguyen TC, Yoo ID, Kim JP. 2005. Structures and antioxidant ac-

- tivity of diketopiperazines isolated from the mushroom *Sarcodon aspratus*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 93-97.
4. Kang MC, Lee JY, Lee JA, Han JH, Kim BS, Kim GO. 2008. Antioxidant effects and melanin inhibitory effect of natural *Pimpinella komarovii* extracts in Jeju island. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23: 77-82.
  5. Huang MT, Ho CT, Lee C. 1992. *Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health (II), Antioxidants and Cancer Prevention*. ACS Symp Series 507. American Chemical Society, Washington, DC. p 54-71.
  6. Mukhopadhyay S, Luthria DL, Robbins RJ. 2006. Optimazation of extraction process for phenolic acids from black cohosh (*Cimicifuga racemosa*) by pressurized liquid extraction. *J Sci Food Agric* 86: 156-162.
  7. Lee YJ, Shin DH, Chang YS, Kang WS. 1993. Antioxidative effect of *Rhus javanica* Linne extract by various solvents. *Korean J Food Sci Technol* 25: 677-682.
  8. Peschel W, Sanchez-Rabaneda F, Diekmann W, Plescher A, Gaetzia A, Gartzia I, Jimenez D, Lamuela-Raventos R, Buxaderas S, Codina C. 2006. An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chem* 97: 137-150.
  9. Besco E, Braccioli E, Vertuani S, Ziosi P, Brazzo F, Bruni R, Saccetti G, Manfredini S. 2007. The use of photo-chemiluminescence for the measurement of the integral antioxidant capacity of baobab products. *Food Chem* 102: 1352-1356.
  10. Chiou A, Karathanos VT, Mylona A, Salta FN, Preventi F, Andrikopoulos NK. 2007. Currants (*Vitis vinifera* L.) content of simple phenolics and antioxidant activity. *Food Chem* 102: 516-522.
  11. Hyun SH, Jung SK, Jwa MK, Song CK, Kim JH, Lim SB. 2007. Screening of antioxidants and cosmeceuticals from natural plant resources in Jeju island. *Korean J Food Sci Technol* 39: 200-208.
  12. Kim IW, Shin DH, Choi U. 1999. Isolation of antioxidative components from the bark of *Rhus verniciflua* S. screened from some chinese medical plants. *Korean J Food Sci Technol* 31: 885-863.
  13. Giocosa A, Filiberti R. 1996. Free radicals, oxidative damage and degenerative disease. *Eur J Cancer Prev* 5: 307-312.
  14. Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. 1997. Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *J Food Sci Technol* 29: 595-600.
  15. Zhang Y, Dong L, Li J, Chen X. 2008. Studies on the interaction of gallic acid with human serum albumin in membrane mimetic environments. *Talanta* 76: 246-253.
  16. Kim H, Lee SW. 2007. The effects of quercetin on paraquat-induced cell damage. *J Korean Soc Emerg Med* 18: 41-47.
  17. Kim MK. 2001. Formation of superoxide anion in the autoxidation of L-ascorbic acid in the presence of heavy metal ions. *Korean J Food Sci Technol* 33: 378-383.

(2008년 8월 26일 접수; 2008년 11월 7일 채택)