

## 식용 및 약용 양치식물에서 부위별 추출물의 항산화활성 탐색

정진아, 권수현, 이철희\*

충북대학교 원예과학과 & 생물건강산업개발연구센터

### Screening for Antioxidative Activities of Extracts from Aerial and Underground Parts of Some Edible and Medicinal Ferns

Jin-A Jeong, Su-Hyun Kwon and Cheol Hee Lee\*

Dept. of Horticultural Science & Research Center for Bioresource and Health,  
Chungbuk National University Cheongju 361-763, Korea

**Abstract** - The different parts of 8 edible and medicinal ferns were extracted with 80% ethanol and the bioactive substances and antioxidant activities were investigated. Total polyphenol content was highest in *Cyrtomium fortunei* rhizome (57.32 mg · g<sup>-1</sup>) and followed by *C. fortunei* root, *Pyrrosia lingua* aerial part and *Onoclea sensibilis* var. *interrupta* aerial part. Total flavonoid contents ranged from 1.95 (*Onoclea sensibilis* var. *interrupta* rhizome) to 27.51 mg · g<sup>-1</sup> (*O. sensibilis* var. *interrupta* aerial part). Among the samples tested, *C. fortunei* root and rhizome were found to be most effective in both DPPH and ABTS radical scavenging assay. Except in *Selaginella tamariscina* underground part and *Osmunda japonica* aerial part, most of the tested samples showed strong potential (above 87%) in inhibition rate on linoleic acid oxidation.

**Key words** - Polyphenols, Flavonoids, Radical scavenging assay, Linoleic acid oxidation

#### 서 언

과일이나 야채 등에 함유되어 있는 많은 식물영양소들은 활성산소 또는 활성질소에 의해 인체가 손상되는 것을 막아주는데 효과적인 역할을 하는 것으로 알려지고 있다. 그러므로 항산화 물질의 섭취량을 증가시키는 방법 중 하나로 항산화물질이 다량 함유된 음식을 일상적으로 섭취하는 것이 중요하게 여겨지고 있다.

또한 불포화 지방산을 다량 함유한 음식물의 소비가 늘어가는 추세에서 지방산의 산화를 방지하기 위한 첨가제로서 항산화제의 중요성 또한 점점 높아지고 있는데, 식품에서 지방질의 산화는 영양가 및 품질저하의 요인으로 작용할 뿐만 아니라 각종 산화생성물들은 암을 유발하기도 하며 인체의 노화와도 깊은 연관이 있는 것으로 밝혀지고 있다. 그러나 BHA(butylated hydroxyanisole)나 BHT(butylated hydroxytoluene)와 같은 인공적인 항산화제는 발암가능성과 같은 유독성이 제기되어 그 사용이 제한되고 있다(Jayaprakasha et al., 2003). 그러므로

최근 식물소재로부터 천연항산화제를 탐색하고자 하는 노력들이 크게 증가하고 있는데, 지방종자, 곡류, 채소, 과일, 식물의 잎, 뿌리, 향신료 등 다양한 식물소재로부터 항산화활성이 밝혀졌고 또한 몇몇 천연항산화물질이 분리되었다(Soong and Barlow, 2004; Kim et al., 2004; Cho et al., 2001; Song et al., 2000; Chung et al., 1998; Cha et al., 1997).

양치식물의 경우 고란초과(Polypodiaceae)의 *Polypodium leucotomos* 추출물에서 강력한 항산화 및 항종양활성이 보고되었고(Gombau et al., 2006), 우드풀과(Woodsiaceae)의 청나래고사리(*Matteuccia struthiopteris*) 추출물은 라디칼 소거활성이 매우 높은 것으로 밝혀졌다(Kimura et al., 2004). 그 밖에 공작고사리과(Parkeriaceae)의 *Adiantum lunulatum* (Reddy et al., 2001)과 줄고사리과(Oleandraceae)의 *Nephrolepis* sp.(Basile et al., 1997) 추출물로부터 항균활성이 보고되었으며, 처녀고사리과(Thelypteridaceae)에 속하는 가래고사리(*Phegopteris connectilis*)에서 페놀화합물이 분석되었다(Adam, 1999). 국내에서는 속새과(Equisetaceae)에 속하는 속새(*Equisetum hyemale*)와 쇠뜨기(*Equisetum arvense*)를 비롯하여 공작고사리과의 고비고사리(*Coniogra-*

\*교신저자(E-mail) : leech@chungbuk.ac.kr

*mme intermedia*), 면마과의 관중(*Dryopteris crassirh-izoma*), 우드풀과의 야산고비(*Onclea sensibilis* var. *interrupta*) 등에서 DPPH 라디칼 소거능 및 지질산화 억제활성 등이 분석하였다(Choi *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2003; Choi *et al.*, 1992). 그 결과 관중과 야산고비는 다소 항산화활성을 보인 반면 쇠뜨기, 속새, 고비고사리 추출물은 항산화활성이 낮은 것으로 보고되었다.

잔고사리과(Dennstaedtiaceae)에 속하는 고사리(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)와 고비과(Osmundaceae)의 고비(*Osmunda japonica*)는 우리나라에서 식용하는 대표적인 양치식물로 이른 봄에 아직 피지 않은 어린순을 나물로 먹거나 국의 재료로 이용하며, 고사리의 근경으로부터는 녹말을 채취하기도 한다. 또한 고사리의 어린순은 한방에서 위와 장에 있는 열독을 풀어주고 가벼운 이뇨작용을 하며, 고비의 근경은 감기로 인한 발열과 피부 발진에 효과가 있고, 기생충을 제거하며, 지혈효과가 있는 것으로 알려져 있다. 야산고비는 고사리처럼 어린순을 나물로 이용하며, 우드풀과의 청나래고사리 또한 일본에서는 어린순을 식용하는 것으로 알려져 있다. 면마과의 쇠고비(*Cyrtomium fortunei*)는 한방에서 근경을 구충제 및 지혈제로 사용하며, 붕의꼬리과(Pteridaceae)의 붕의꼬리(*Pteris multifida*)는 황달형간염이나 장염에 지상부를 약용하고 중국에서는 식용하기도 한다. 고란초과에 속하는 석위(*Pyrrosia lingua*)는 민간에서 잎과 뿌리를 이뇨제로 쓰며, 부처손과(Selaginellaceae)의 부처손(*Selaginella tamariscina*)은 전초를 하혈(下血)·통경(通經)·탈항(脫肛) 등에 약용하는 것으로 알려져 있다.

본 연구는 이와 같이 식용 또는 약용하는 몇 가지 양치식물에서 지상부와 근경, 뿌리 등의 지하부 추출물을 조제하여 각각의 총 폴리페놀 함량 및 플라보노이드 함량, 자유 라디칼 소거능, 지질산화 억제활성 등을 조사함으로써 새로운 식물소재의 항산화물질을 탐색하기 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 및 추출물의 조제

본 실험에 사용된 양치식물은 2005년 9월에 충북대학교 원예학과과 포장에서 채취하였으며(Table 1), 수돗물로 깨끗이 세정한 후 지상부와 근경 및 뿌리로 나누어 60°C에서 건조시키고 분쇄기(FM-681C, 한일전기주식회사, Korea)로 곱게 갈아 사용하기 전까지 -70°C에 보관하였다. 추출은 분말시료를 일정량 취한 후 50배 양의 80% 에탄올을 첨가하여 60°C 수욕상에서 환류냉각장치를 이용하여 6시간 동안 실시하였다. 각 추출시료 5ml를 증발접시에 취하여 drying oven(KPI-507L, Korea)에

서 완전히 건조시킨 후 잔사의 무게를 측정하여 분말시료 건조증량에 대한 가용성 고형분의 함량으로 추출수율을 산출하였다.

### 시약 및 기기

추출물 조제에 사용된 에탄올은 일급시약을 사용하였으며, ABTS [2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfoic acid)], DPPH(1,1-diphenylpicryl-2-hydrazyl), linoleic acid, Folin-Ciocalteu's phenol reagent, BHT(butylated hydroxytoluene) 등 분석에 사용된 시약은 Sigma 제품을 사용하였다. 흡광도 측정에는 Ultrospec 4000(Pharmacia Biotech, Sweden)을 사용하였으며, linoleic acid 과산화저해 실험에는 VS-9108MS incubator(Vision Scientific Co., Korea)를 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량

건조시료 g당 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 시약을 이용하여 측정하였다(Velioglu *et al.*, 1998). 추출물 희석액 0.1ml에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액 2ml를 첨가하고 3분 후에 Folin-Ciocalteu 시약 0.1ml를 혼합하여 발색시키고 30분간 정치한 후 750nm에서 흡광도를 측정하였다. Tannic acid를 표준물질로 이용하여 검량선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량을 tannic acid 기준으로 환산하였다.

### 총 플라보노이드 함량

건조시료 g당 총 플라보노이드 함량은 diethylene glycol 비색법을 이용하여 정량하였다(NFRI, 1990). 추출물 희석액 0.2ml에 diethylene glycol 2ml를 첨가하고 1N NaOH 0.2ml를 첨가하였다. 이를 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. Naringin을 표준물질로 이용하여 검량선을 작성한 후 총 플라보노이드 함량을 naringin 기준으로 환산하였다.

### DPPH radical 소거활성

DPPH는 0.15mM의 농도로 99.9% 에탄올에 녹여 사용하였으며, DPPH 용액 0.8ml에 여러 농도의 시료 0.2ml를 각각 혼합하여 30분 후에 517nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois, 1958). DPPH 자유 라디칼에 대한 소거능(RC<sub>50</sub>)은 용매만을 사용한 대조군의 흡광도를 50% 감소시키는데 필요한 농도로 나타냈으며, 소거효과의 비교를 위한 대조군으로는 ascorbic acid와 BHT를 사용하였다.

### ABTS radical 소거활성

ABTS 라디칼을 이용한 항산화력 측정은 ABTS<sup>+</sup>cation

decolorization assay방법에 의하여 실시하였다(Roberta 등, 1999). 최종농도를 7.4mM ABTS와 2.6mM potassium persulfate로 혼합한 후 실온인 암소에서 24시간 동안 방치하여 ABTS<sup>•+</sup>를 형성시키고 732nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 phosphate-buffered saline(PBS, pH 7.4)으로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 950 $\mu$ l에 시료를 농도별로 50 $\mu$ l씩 첨가한 후 10분 후에 732nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 자유 라디칼에 대한 소거능(RC<sub>50</sub>)은 용매만을 사용한 대조군의 흡광도를 50% 감소시키는데 필요한 농도로 나타냈으며, 소거효과의 비교를 위한 대조군으로는 ascorbic acid와 BHT를 사용하였다.

### Linoleic acid에 대한 항산화 효과

Linoleic acid의 과산화에 대한 저해효과를 알아보기 위한 실험에서 반응액은 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid 0.5ml, 0.05M phosphate buffer(pH 7.0) 1ml, 증류수 0.5ml, 그리고 최종농도가 25 $\mu$ g · ml<sup>-1</sup>가 되도록 조제한 시료 0.5ml로 조성하였으며, 뚜껑을 닫은 후 40℃의 암소에서 반응시켰다(Haraguchi *et al.*, 1992). 8일을 주기로 반응액 0.1ml를 취하여 75% 에탄올 2.7ml, 30% ammonium thiocyanate 0.1ml, 3.5% HCl에 녹인 0.02M ferrous chloride 0.1ml와 혼합한 후 500nm에서 흡광도를 측정하여 산화양상을 조사하였다. Linoleic acid의 과산화 저해율은 반응 16일째에 용매만을 사용한 대조군의 흡광도에서 시료 첨가군의 흡광도 값을 뺀 값을 대조군의 흡광도 값으로 나눈 값의 백분율로 산출하였다.

### 통계분석

모든 실험은 2회 이상 반복하여 실시하였으며, SAS 9.1 프로그램을 이용하여 평균치와 표준오차로 표시하였다. 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능, 지질산화 억제활성 간의 상호연관성은 단순 회귀 분석을 실시하여 검토하였다.

## 결과 및 고찰

국내에 자생하는 8종의 식용 또는 약용 양치식물의 지상부와 근경 및 뿌리를 건조하여 80% 에탄올 추출물을 조제한 결과, 지상부의 추출수율은 17.6~27.7%이었으며 평균수율은 22.9%였다(Table 1). 반면 근경 및 뿌리 등의 지하부에서 추출수율은 5.2~12.8%로 지상부에 비하여 낮은 편이었으며, 평균수율은 8.4%에 그쳤다.

각종 과채류에 다량 존재하고 있는 페놀화합물과 플라보노이드 등은 항산화활성, 항암성, 항알러지성 등 다양한 생리활성기능을 지니고 있는 것으로 밝혀져 많은 식물 종에서 이에 대한 검색이 활발히 진행되고 있다(Cho, 2001).

8종의 양치식물에서 부위별 총 폴리페놀 함량을 조사한 결과, 6.38~57.32 mg · g<sup>-1</sup>로 다양하게 나타났다(Table 2). 폴리페놀 함량은 쇠고비의 근경(57.32mg · g<sup>-1</sup>), 뿌리(50.03mg · g<sup>-1</sup>), 석위 지상부(46.97mg · g<sup>-1</sup>), 야산고비 지상부(44.96mg · g<sup>-1</sup>)의 순으로 높았으며, 부처손의 지하부(6.38mg · g<sup>-1</sup>)와 봉의꼬리 지하부(13.13mg · g<sup>-1</sup>)에서 낮게 나타났다. 전반적으로 지상부

Table 1. List of plants used this study and extraction yield from ferns

Family name	Scientific name	Korean name	Plant part	Extraction yield (%)
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	고사리	Aerial part	26.8
			Rhizome	8.0
Dryopteridecae	<i>Cyrtomium fortunei</i>	쇠고비	Aerial part	17.6
			Rhizome	11.0
			Root	5.5
Osmundaceae	<i>Osmunda japonica</i>	고비	Aerial part	24.3
Polypodiaceae	<i>Pyrrosia lingua</i>	석위	Rhizome	10.2
			Aerial part	19.9
Pteridaceae	<i>Pteris multifida</i>	봉의꼬리	Underground part	12.8
			Aerial parts	27.7
Selaginellaceae	<i>Selaginella tamariscina</i>	부처손	Underground part	7.2
			Aerial parts	17.6
Woodsiaceae	<i>Matteuccia struthiopteris</i>	청나래고사리	Underground part	5.2
			Aerial part	22.6
			Rhizome	9.1
			Root	5.2
			Aerial part	26.6
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	야산고비	Rhizome	9.8	
		Root	8.0	

의 폴리페놀 함량이 지하부보다 높았으나, 쇠고비와 고비의 경우 지상부에 비하여 지하부의 폴리페놀 함량이 높게 조사되었다.

대부분 식물에서 폴리페놀 함량이 높을 경우 플라보노이드 함량이 높았다는 Choi 등(2005)의 보고가 있었으나, 본 실험에서 양치식물의 경우 플라보노이드 함량은 폴리페놀 함량과 연관성이 낮은 것으로 분석되었다. 전반적으로 근경, 뿌리 등의 지하부에 비하여 지상부의 플라보노이드 함량이 높았는데, 야산고비의 지상부에서 27.51mg · g<sup>-1</sup>으로 가장 높았고 그 다음은 부처손 지상부 > 봉의꼬리 지상부 > 청나래고사리 지상부의 순이었다. 지하부 중에서는 쇠고비의 근경에서 9.63mg · g<sup>-1</sup>으로 함량이 가장 높았으나, 지상부의 평균함량 17.81mg · g<sup>-1</sup>에 비하면 낮은 수준이었다. 특히 야산고비의 근경과 뿌리는 각각 1.95 mg · g<sup>-1</sup> 와 1.97mg · g<sup>-1</sup>로 플라보노이드 함량이 매우 낮은 것으로 조사되었다.

전자공여작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 지방질의 산화를 억제함으로 항산화활성의 척도로서 사용되며, 특히 DPPH 라디칼 소거 활성법은 비교적 간단하면서도 대량으로 측정이 가능하여 보편적으로 많이 이용된다(Jung *et al.*, 2004). 양치식물의 부위별 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 조사한 결과는 Table 3과 같았다. 대조군에 비해 50%의 소거활성을 보이는 농도 RC<sub>50</sub>은 쇠고비의 뿌리 추출물에서 0.035mg · ml<sup>-1</sup>로 가장 낮았고, 그 뒤를 이어 쇠고비의 근경 추출물과 청나래고사리의

뿌리 추출물에서 RC<sub>50</sub>이 각각 0.054mg · ml<sup>-1</sup>, 0.059mg · ml<sup>-1</sup>로 높은 소거활성을 보였다. 그 밖에 청나래고사리의 근경, 야산고비의 근경과 뿌리, 고비의 근경, 석위의 지하부, 고사리의 근경에서 RC<sub>50</sub>이 0.081~0.120 mg · ml<sup>-1</sup>로 조사되어 ascorbic acid(RC<sub>50</sub>=0.026mg · ml<sup>-1</sup>)에 비하면 소거활성이 낮지만 BHT(RC<sub>50</sub>=0.121mg · ml<sup>-1</sup>) 보다는 높은 것으로 조사되었다. 그러나 부처손의 지상부 및 지하부와 봉의꼬리 지상부, 고비의 지상부 추출물은 RC<sub>50</sub>값이 0.724~1.004mg · ml<sup>-1</sup>로 측정되어 DPPH 라디칼 소거능이 매우 낮은 것으로 나타났다.

ABTS 라디칼 소거능은 쇠고비의 뿌리 및 근경에서 RC<sub>50</sub>이 각각 0.132mg · ml<sup>-1</sup>, 0.158mg · ml<sup>-1</sup>로 조사되어, ascorbic acid(RC<sub>50</sub>=0.199mg · ml<sup>-1</sup>) 및 BHT(RC<sub>50</sub>=0.217mg · ml<sup>-1</sup>) 보다도 소거활성이 높은 것으로 확인되었다. 또한 청나래고사리의 근경과 석위의 근경, 야산고비의 뿌리, 고사리의 근경 추출물에서도 RC<sub>50</sub>이 0.316~0.382mg · ml<sup>-1</sup>로 나타나 ABTS 라디칼 소거활성이 비교적 높은 것으로 조사되었다. 반면 DPPH 라디칼 소거능이 낮게 조사된 부처손 지상부, 봉의꼬리 지상부 등은 ABTS 라디칼 소거능 또한 낮은 것으로 확인되었다.

Ferric thiocyanate(FTC)방법은 지질산화 초기에 생성되는 과산화물의 양을 측정하여 산화의 정도를 측정하는 것으로 (Haraguchi *et al.*, 1992), 형성된 과산화물은 ferrous chloride와 반응하여 붉은색의 ferric chloride 색소를 생성한다. 본 실험에서는 시료의 최종 농도를 0.05mg · ml<sup>-1</sup>로 하여

Table 2. Content of total polyphenols and flavonoids in different parts of ferns

Scientific name	Plant part	Total polyphenols (mg · g <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	Total flavonoids (mg · g <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup>
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	Aerial part	33.19 ± 0.17 <sup>a</sup>	14.61 ± 0.59
	Rhizome	26.21 ± 0.10	5.15 ± 0.07
<i>Cyrtomium fortunei</i>	Aerial part	32.08 ± 0.53	10.77 ± 0.08
	Rhizome	57.32 ± 0.16	9.63 ± 0.22
	Root	50.03 ± 2.07	4.20 ± 0.04
<i>Osmunda japonica</i>	Aerial part	21.58 ± 0.96	8.90 ± 0.44
	Rhizome	40.40 ± 0.96	4.91 ± 0.03
<i>Pyrrosia lingua</i>	Aerial part	46.97 ± 0.28	12.79 ± 0.47
	Underground part	37.60 ± 0.46	5.95 ± 0.02
<i>Pteris multifida</i>	Aerial part	22.37 ± 0.38	22.98 ± 0.37
	Underground part	13.13 ± 2.28	6.59 ± 0.01
<i>Selaginella tamariscina</i>	Aerial part	19.93 ± 0.78	24.94 ± 0.12
	Underground part	6.38 ± 0.04	3.13 ± 0.01
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Aerial part	41.95 ± 0.47	20.62 ± 0.19
	Rhizome	21.67 ± 0.29	3.19 ± 0.07
	Root	26.76 ± 0.34	2.77 ± 0.01
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	Aerial part	44.96 ± 0.64	27.51 ± 0.44
	Rhizome	33.89 ± 0.28	1.95 ± 0.14
	Root	29.23 ± 0.33	1.97 ± 0.02

<sup>a</sup>Milligrams of total polyphenol content per g of seed on tannic acid as standard.

<sup>b</sup>Milligrams of total flavonoid content per g of seed on naringin as standard.

<sup>c</sup>Values are mean ± S.E.

Table 3. Radical scavenging activity of 80% ethanol extracts from ferns

Sample	Plant part	DPPH (RC <sub>50</sub> , mg · ml <sup>-1</sup> ) <sup>a</sup>	ABTS (RC <sub>50</sub> , mg · ml <sup>-1</sup> ) <sup>b</sup>
Ascorbic acid		0.026 ± 0.000 <sup>c</sup>	0.199 ± 0.009
BHT		0.121 ± 0.003	0.217 ± 0.004
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	Aerial part	0.329 ± 0.012	1.049 ± 0.060
	Rhizome	0.107 ± 0.004	0.382 ± 0.020
<i>Cyrtomium fortunei</i>	Aerial part	0.205 ± 0.002	0.454 ± 0.037
	Rhizome	0.054 ± 0.001	0.158 ± 0.001
	Root	0.035 ± 0.001	0.132 ± 0.014
<i>Osmunda japonica</i>	Aerial part	0.738 ± 0.223	0.995 ± 0.120
	Rhizome	0.081 ± 0.001	0.557 ± 0.010
<i>Pyrrosia lingua</i>	Aerial part	0.137 ± 0.007	0.427 ± 0.015
<i>Pteris multifida</i>	Underground part	0.120 ± 0.000	0.323 ± 0.004
	Aerial parts	0.801 ± 0.030	1.132 ± 0.033
<i>Selaginella tamariscina</i>	Underground part	0.294 ± 0.074	0.593 ± 0.026
	Aerial part	0.724 ± 0.058	1.175 ± 0.036
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Underground part	1.004 ± 0.075	0.985 ± 0.036
	Aerial part	0.246 ± 0.020	0.742 ± 0.065
	Rhizome	0.098 ± 0.008	0.703 ± 0.063
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	Root	0.059 ± 0.002	0.316 ± 0.011
	Aerial part	0.241 ± 0.003	0.672 ± 0.043
	Rhizome	0.090 ± 0.004	0.455 ± 0.033
	Root	0.093 ± 0.003	0.372 ± 0.002

<sup>a</sup>Concentration required for 50% reduction of DPPH at 30 min after starting the reaction.

<sup>b</sup>Concentration required for 50% reduction of ABTS<sup>•+</sup> at 10 min after starting the reaction.

<sup>c</sup>Values are mean ± S.E.

linoleic acid와 반응시킨 후 8일 간격으로 흡광도를 측정하여 과산화물의 생성량을 조사하였다(Table 4). 시료를 첨가하지 않고 용매만으로 측정된 대조군(control)의 경우 반응 8일째 500nm에서 흡광도가 3.659로 나타나 지질산화가 상당히 진행되었음을 알 수 있었다. 시료 첨가군 중에서는 부처손의 지하부 추출물에서 흡광도가 0.505로 BHT를 포함한 다른 처리구의 0.337~0.416에 비하여 다소 높게 측정되었다. 16일이 지나자 부처손의 지하부 추출물에서 흡광도가 1.174로 높아졌으며, 고비의 지상부에서도 0.571로 지질산화가 다소 진행되었음을 알 수 있었다. 24일이 지나자 무첨가군의 흡광도가 2.558로 감소되었는데, 이는 지질산화 초기에 생성된 과산화물이 저분자 화합물로 분해되었기 때문으로 보인다. 시료 중에서는 고비 지상부와 부처손 지하부 추출물에서 각기 흡광도가 3.683 및 3.638로 높게 나타났다. 반응 32일째에는 고비 지상부와 부처손 지하부 추출물에서 흡광도가 3.641 및 3.382로 여전히 높았고, 고사리의 지상부와 지하부 그리고 BHT 첨가군에서 각각 0.564, 0.588, 0.521로 흡광도가 다소 높게 측정되었다. 그 밖의 시료 첨가군에서는 흡광도 값이 0.343~0.487에 머물러 지질산화가 억제되었음을 알 수 있었다.

반응 16일째에 측정된 시료 무첨가군의 흡광도 값을 기준으로 하여 각각 처리구의 지질산화 억제율을 산출한 결과는 Fig. 1

과 같았다. 지질산화 억제율은 야산고비의 지상부 추출물에서 89.36%로 가장 높았는데, 그 밖에 석위 지상부, 봉의꼬리 지하부, 청나래고사리 지상부에서도 89% 이상의 억제활성을 보여 BHT의 87.06% 보다 다소 높았다. 반면 부처손 지하부 추출물의 경우 67.55%의 억제율을 보여 항산화효과가 가장 낮았으며, 고비의 지상부 추출물 또한 84.23%로 다소 낮은 억제활성을 보였다.

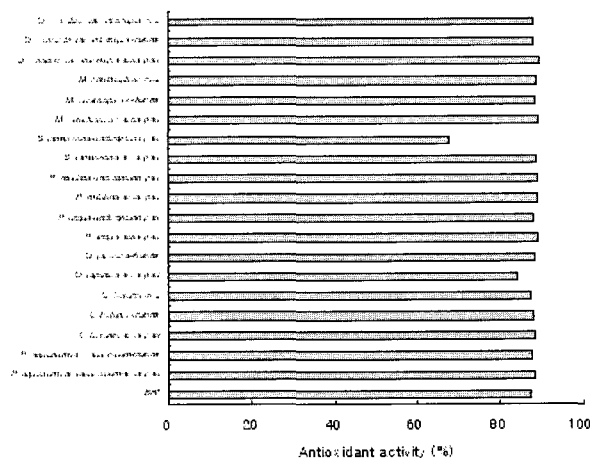


Fig. 1. Inhibitory activity of fern extracts against linoleic acid oxidation as measured by the thiocyanate method at 16 days. The final concentration of all tested sample was 25 μg · ml<sup>-1</sup>

Table 4. Inhibitory effects of 80% ethanol extracts from ferns against linoleic acid oxidation as measured by the thiocyanate method

Sample <sup>a</sup>	Plant part	Incubation period (days)				
		0	8	16	24	32
Control		0.301 ± 0.003 <sup>b</sup>	3.659 ± 0.012	3.618 ± 0.076	2.558 ± 0.097	1.969 ± 0.068
BHT		0.306 ± 0.016	0.374 ± 0.012	0.460 ± 0.027	0.416 ± 0.006	0.521 ± 0.026
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	Aerial part	0.305 ± 0.007	0.357 ± 0.012	0.420 ± 0.008	0.416 ± 0.018	0.564 ± 0.023
	Rhizome	0.318 ± 0.007	0.364 ± 0.015	0.452 ± 0.009	0.419 ± 0.024	0.588 ± 0.030
<i>Cyrtomium fortunei</i>	Aerial part	0.282 ± 0.001	0.377 ± 0.002	0.420 ± 0.016	0.372 ± 0.001	0.475 ± 0.011
	Rhizome	0.294 ± 0.010	0.387 ± 0.009	0.433 ± 0.010	0.360 ± 0.012	0.406 ± 0.014
	Root	0.300 ± 0.011	0.416 ± 0.016	0.462 ± 0.025	0.372 ± 0.014	0.444 ± 0.014
<i>Osmunda japonica</i>	Aerial part	0.295 ± 0.005	0.383 ± 0.007	0.571 ± 0.006	3.683 ± 0.021	3.641 ± 0.042
	Rhizome	0.310 ± 0.004	0.337 ± 0.010	0.427 ± 0.026	0.351 ± 0.006	0.424 ± 0.010
<i>Pyrrhosia lingua</i>	Aerial part	0.294 ± 0.009	0.400 ± 0.010	0.395 ± 0.001	0.315 ± 0.016	0.365 ± 0.020
	Underground part	0.289 ± 0.002	0.388 ± 0.013	0.431 ± 0.008	0.389 ± 0.025	0.464 ± 0.014
<i>Pteris multifida</i>	Aerial part	0.311 ± 0.005	0.362 ± 0.022	0.402 ± 0.012	0.325 ± 0.016	0.404 ± 0.029
	Underground part	0.302 ± 0.005	0.338 ± 0.003	0.391 ± 0.009	0.302 ± 0.000	0.357 ± 0.017
<i>Selaginella tamariscina</i>	Aerial part	0.314 ± 0.002	0.362 ± 0.003	0.404 ± 0.003	0.354 ± 0.016	0.456 ± 0.009
	Underground part	0.324 ± 0.030	0.505 ± 0.028	1.174 ± 0.082	3.638 ± 0.004	3.382 ± 0.113
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Aerial part	0.306 ± 0.023	0.337 ± 0.017	0.396 ± 0.009	0.325 ± 0.013	0.400 ± 0.026
	Rhizome	0.311 ± 0.015	0.372 ± 0.009	0.417 ± 0.012	0.336 ± 0.008	0.443 ± 0.017
	Root	0.286 ± 0.011	0.365 ± 0.018	0.407 ± 0.010	0.309 ± 0.007	0.374 ± 0.012
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	Aerial part	0.287 ± 0.013	0.354 ± 0.012	0.385 ± 0.000	0.291 ± 0.018	0.343 ± 0.005
	Rhizome	0.296 ± 0.001	0.378 ± 0.012	0.431 ± 0.011	0.378 ± 0.022	0.465 ± 0.017
	Root	0.301 ± 0.004	0.396 ± 0.005	0.431 ± 0.011	0.373 ± 0.016	0.487 ± 0.018

<sup>a</sup>The final concentration of all tested sample was 25 μg · ml<sup>-1</sup>.

<sup>b</sup>Values are mean ± S.E of absorbance at 500 nm.

총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 그리고 지질산화 억제율의 상호관련성을 분석한 결과, DPPH와 ABTS 라디칼 소거능은 R<sup>2</sup>=0.71로 높은 연관성을 보였으나(Fig. 2), 그 밖의 요인 간에는 상관관계가 매우 낮은 것으로 나타났다(data not shown). 총 폴리페놀 함량은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능과 각각 R<sup>2</sup>=0.42 및 R<sup>2</sup>=0.35로 분석되었고, DPPH 라디칼 소거능의 경우 지질산화 억제활성과 R<sup>2</sup>=0.37의 낮은 연관성을 지니는 것으로 분석되었다. 이는 Lee 등(2003)의 국내산 약용식물 160종 209점에 대한 항산화효과 연구결과에서 DPPH라디칼 소거능과 과산화지질 생성 저해효과 간에 매우 낮은 상관관계를 나타낸 것과 비슷한 결과이다. 이와 달리 Choi 등 (2005)은 천연물의 폴리페놀 함량과 라디칼 소거능은 R<sup>2</sup>=0.61의 상관관계를 보였다고 하였다. 또한 Kim 등 (2004)은 약용식물의 항산화활성 탐색에서 총 폴리페놀 함량과 지질산화 억제활성 간에 R<sup>2</sup>=0.74의 높은 연관성을 보였으며, 총 폴리페놀 함량과 수소이온 및 superoxide 라디칼 소거능 또한 각각 R<sup>2</sup>=0.85, R<sup>2</sup>=0.74의 높은 연관성이 있었다고 하였다. 이처럼 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량, DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 그리고 지질산화 억제율 간에는 상이한 보고가 있는데, 이는 식물의 종과 분석재료에 따른 결과라고 생각되어진다. Wang 등(1998)은 sage의 폴리페놀 물질 중에 (+)-1-

hydroxypinoresinol-1-β-D-glycoside와 homoplantaginin은 ABTS<sup>•+</sup> free radical에 대한 제거능은 있지만 DPPH<sup>•</sup> free radical의 제거능은 나타내지 않는다고 하였다. 또한 Park 등 (2004)의 통통마디에서 항산화 물질을 분리 및 동정한 결과, flavonoid가 DPPH 라디칼을 소거시키는 활성은 치환기의 위치에 의해 영향을 받으며 flavonoid 구조를 가진 quercetin이 가장 강력한 라디칼 소거활성을 나타내며, flavonoid B-ring에 methoxyl 그룹이 결합할 경우에는 라디칼 소거활성이 급격히

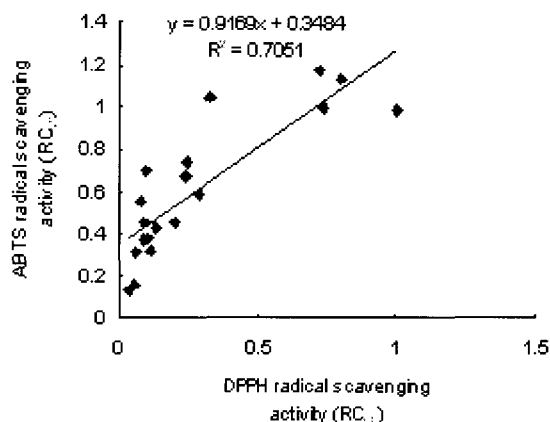


Fig. 2. Correlation between DPPH and ABTS<sup>•+</sup> scavenging effects of extracts from ferns.

감소하는 경향을 보인다고 하였다. 따라서 항산화 물질의 종류에 따라 상이한 결과를 얻을 수도 있을 것으로 보이며(Choi *et al.*, 2003), 식물의 종류나 부위에 따라 서로 다른 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각되어 항산화 활성에 영향을 미치는 여러 요인들에 대한 더 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## 적 요

8종의 식용 및 약용 양치식물에서 80% 에탄올을 이용하여 부위별 추출물을 조제한 후 각각의 생리활성물질 및 항산화활성을 조사하였다. 총 폴리페놀 함량은 쇠고비의 근경에서  $57.32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 로 가장 높았고, 그 다음은 쇠고비의 뿌리>석위 지상부>야산고비 지상부의 순으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 야산고비의 지상부에서  $27.51 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 로 가장 높았고 야산고비 근경에서  $1.95 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 로 가장 낮았다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 쇠고비의 뿌리 및 근경 추출물에서 가장 높게 조사되었다. 부처손 지하부와 고비 지상부를 제외한 모든 추출물에서 linoleic acid의 산화를 87% 이상 강하게 억제할 수 있는 것으로 확인되었다.

## 사 사

본 연구는 산업자원부·한국산업기술평가원지원의 지역협력 연구센터인 충북대학교 생물건강산업개발연구센터의 지원에 의한 것입니다.

## 인용문헌

Adam, K.P. 1999. Phenolic constituents of the fern *Phegopteris connectilis*. *Phytochemistry* 52: 929-934.

Basile, A., V. Spagnuolo, S. Giordano, C. Sorrentino, A. Lavitola and R. Castaldo-cobianchi. 1997. Induction of antibacterial activity by  $\alpha$ -D-oligogalacturonides in *Nephrolepis* sp. (Pteridophyta). *Int. J. Antimicrobial Agents* 8: 131-134.

Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1198-1204.

Cha, C.C., S.K. Lee, H.W. Lee, E. Lee, M.Y. Choi, T.J. Rhim and H.J. Park. 1997. Antioxidant effect of domestic plants. *Kor. J. Pharmacogn.* 28: 15-20.

Cho, Y.C., Y.B. Han and K.H. Shin. 2001. Screening for antioxidant activity of edible plants. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 133-137.

Choi, S.Y., S.H. Lim, J.S. Kim, T.Y. Ha, S.R. Kim, K.S. Kang and I.K. Hwang. 2005. Evaluation of the estrogenic and antioxidant activity of

some edible and medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 37: 549-556.

Choi, U., D.H. Shin, Y.S. Chang and J.I. Shin. 1992. Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 24: 142-148.

Choi, Y.M., M.H. Kim, J.J. Shin, J.M. Park and J.S. Lee. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 723-727.

Chung, I.M., K.H. Kim and J.K. Ahn. 1998. Screening of Korean medicinal and food plants with antioxidant activity. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 6: 311-322.

Gombau, L., F. Garcia, A. Lahoz, M. Fabre, P. Roda-Navarro, P. Majano, J.L. Alonso-Lebrero, J.P. Pivel, J.V. Castell, M.J. Gomez-Lechon and S. Gonzalez. 2005. *Polypodium leucotomos* extract: Antioxidant activity and disposition. *Toxicology in Vitro* 20: 464-471.

Haraguchi H., K. Hashimoto and A. Yagi. 1992. Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1349-1351.

Jayaprakasha, G.K., T. Selvi and K.K. Sakariah. 2003. Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *Food Res. Int.* 36: 117-122.

Jung, S.J., J.H. Lee, H.N. Song, N.S. Seong, S.E. Lee and N.I. Baek. 2004. Screening for antioxidant activity of medicinal plant extracts. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 135-140.

Kim, E.Y., I.H. Baik, J.H. Kim, S.R. Kim and M.R. Rhyu. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Kor. J. Food Sci. Tech.* 36: 333-338.

Kimura, T., M. Suzuki, M. Takenaka, K. Yamagishi and H. Shinmoto. 2004. L-O-Caffeoylhomoserine from *Matteuccia struthiopteris*. *Phytochemistry* 65: 423-426.

Lee, S.E., N.S. Seong, J.K. Bang, C.G. Park, J.S. Sung and J. Song. 2003. Antioxidant activities of Korean medicinal plants. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 11: 127-134.

NFRI. 1990. Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation (2). National Food Research Institute, Tsukuba, Japan. pp. 61.

Park, S.H. and K.S. Kim. 2004. Isolation and identification of antioxidant flavonoids from *Salicornia herbacea* L. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* 47: 120-123.

Reddy, V.L.N., V. Ravikanth, T.P. Rao, P.V. Diwan and Y. Venkateswarlu. 2001. A new triterpenoid from the fern *Adiantum lunulatum* and evaluation of antibacterial activity. *Phytochemistry*

- 56: 173-175.
- Re, R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. & Med.* 26: 1231-1237.
- Song, J.C., N.K. Park, H.S. Hur, M.H. Bang and N.I. Baek. 2000. Examination and isolation of natural antioxidants from Korean medicinal plants. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 8: 94-101.
- Soong, Y.Y. and P.J. Barlow. 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chem.* 88: 411-417.
- Velioglu Y.S., G. Mazza, L. Cao and B.D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J Agric. Food Chem.* 46: 4113-4117.
- Wang, M.F., Y. Shao, J.G. Li, N.Q. Zhu, M. Rangarajan, E.J. Lavoie and C.T. Ho. 1998. Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J Agric. Food Chem.* 46: 4869-4873.
- (접수일 2006. 12. 19; 수락일 2007. 3. 14)