

국내 유통 중인 식용식물 추출물의 항산화효과

김경범¹ · 유기환² · 박하얀² · 정종문*¹(주)벤스랩, ²수원대학교 생명과학과

Anti-oxidative Activities of Commercial Edible Plant Extracts Distributed in Korea

Kyung-Bum Kim¹, Ki-Hwan Yoo², Ha-Yan Park² and Jong-Moon Jeong*¹Technology Research Center, Ben's Lab Co., Ltd, Hwasung 445-743, Korea²Department of Life Science, The University of Suwon, Hwasung 445-743, Korea

Received August 28, 2006; Accepted November 13, 2006

Many plant extracts are known to have antioxidative effects. However, their activities can be reduced or disappeared during mass production process. The purpose of this study is to compare antioxidative effects of edible plant extracts distributed in Korea. Forty three kinds of edible plant extracts commercially available in Korea were selected and investigated for their total phenolics contents and antioxidative potentials (DPPH radical and superoxide anion radical scavenging activities). In contents of total phenolics, the commercial plant extracts from *Artemisia annua* (whole plant), *Ilex paraguariensis* (leaf), *Silybum marianum* (fruit and leaf), *Ulmus pumila* (bark), *Coriolus versicolor* (fruit), and *Curcuma longa* (root and stem) contained over 70 mg/g of powder. DPPH radical scavenging activities (SC_{50} , 50% scavenging concentration) of *A. annua*, *I. paraguariensis*, *Pinus densiflora* (leaf), *S. marianum*, *U. pumila*, and *C. longa* were 53.96 ± 0.81 ppm, 24.61 ± 2.12 ppm, 35.96 ± 1.11 ppm, 57.46 ± 2.13 ppm, 55.25 ± 1.65 ppm and 12.99 ± 1.67 ppm, respectively, while that of positive control (vitamin C) was 3.86 ± 0.81 ppm. SC_{50} values against superoxide anion radical of *A. annua*, *Cinnamomum zeylanicum* (bark), *I. paraguariensis*, *Rubus coreanus* (fruit and leaf), *Morus alba* (leaf), *P. densiflora*, *S. marianum*, *U. pumila*, *C. versicolor*, *C. longa*, *Perilla frutescens var. acuta* (leaf), and *H. sabdariffa* (leaf and flower) were 53.21 ± 1.83 ppm, 50.12 ± 2.12 ppm, 5.59 ± 0.84 ppm, 41.60 ± 8.93 ppm, 20.19 ± 0.97 ppm, 15.19 ± 1.66 ppm, 21.20 ± 1.88 ppm, 15.71 ± 0.91 ppm, 55.48 ± 2.42 ppm, 52.12 ± 2.44 ppm, 23.80 ± 1.98 ppm and 11.14 ± 0.51 ppm, respectively (SC_{50} value of vitamin C: 9.61 ± 0.93 ppm). In particular, both *I. paraguariensis* and *P. densiflora* had high content of phenolics as well as high scavenging activities of DPPH radical and superoxide anion radical. Consequently, above two commercial extracts may be useful as a source of antioxidative nutraceuticals.

Key words: edible plant extracts, DPPH radical, superoxide anion radical

서 론

인간을 포함한 대부분의 호기성 생물체는 산소를 이용한 에너지 대사 과정에서 발생하는 활성산소의 상해에 대하여 여러 자기방어 기구를 구비하고 있다. 그러나 조직의 방어능을 초과하는 활성산소의 생성은 최근 성인병이라 불리어지는 관절염, 순환기장애 뿐만 아니라 치매 등과 같은 여러 질환의 원인이 되고 있다^{1,2)}.

흔히 유해산소라 불리는 활성산소는 가장 안정한 형태의 산

소인 삼중항산소(³O₂)가 산화 환원과정에서 환원되어 생성되는 일중항산소인 superoxide anion 라디칼($\cdot O_2^-$)이나 과산화수소(H₂O₂) 및 hydroxyl 라디칼($\cdot OH$)처럼 짝짓지 않은 상태의 전자를 갖는 프리 라디칼(free radical)들로서, 이들은 단백질, DNA, 효소 및 T 세포와 같은 면역체계에 관여하는 세포 혹은 인자들을 손상시켜 여러 가지 질환을 일으킨다³⁻¹⁴⁾.

이러한 이유로 활성산소를 효과적으로 제거하는 항산화제의 개발 연구가 활발히 진행되어 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione peroxidase 등과 같은 항산화효소와 vitamin E, vitamin C, carotenoid, glutathione, β -carotene, astaxanthin 및 합성 항산화제인 *t*-Butyl-4-hydroxyanisole(BHA), 3,5-(*t*-Butyl)-4-hydroxytoluene(BHT) 등 여러 가지 항산화제가 알려져 있으나, 항산화효소는 단백질로 구성되어 온도나 pH에 심한 영향을 받

*Corresponding author

Phone: 82-31-222-6514; Fax: 82-31-222-6552

E-mail: jmjeong@mail.suwon.ac.kr

아 산업적으로 응용하기 어렵고, 합성 항산화제 경우에는 그의 변이원성 및 독성이 지적되면서 보다 안정하면서 효능이 높은 천연 항산화제의 개발이 절실히 요청되고 있는 실정이다¹⁵⁻¹⁹⁾.

현재까지도 항산화력이 우수한 소재들이 계속 개발되고 있으나 제품화를 위한 대량 제조시 열안정성 문제로 인한 산업화 적용 범위의 제약, 저수율로 인한 가격상승, 원재료의 공급부족 등의 여러 문제점을 갖고 있는 것이 많다. 또한 실험실 스케일의 추출물에 대한 항산화 효과는 여러 연구에서 잘 나타나 있으나 대량 생산 공정을 거쳐 시판중인 상업용 추출물에 대한 효과에 대해서는 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 대량 생산 공정을 거쳐 생산중인 국내의 식용 추출물을 대상으로 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 그리고 superoxide anion 라디칼 포착 효능을 측정함으로써 대량 생산시에도 항산화력이 유지되는가를 조사하려 한다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 기능성 식품 개발이나 화장품, 기타 식재료의 보관 및 신선도 증가 등의 응용을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 기기. 본 실험에 사용된 43종의 식용식물 추출물은 국내 5개 제조사 또는 유통회사(주)G사 25종, (주)D사 6종, (주)S사 7종, (주)H사 1종, (주)I사 4종)로부터 분양받은 소재로서 열수 추출하여 분말화한 것들이다(Table 1). 항산화 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)는 Sigma사(Sigma-Aldrich Co., USA)에서, superoxide dismutase(SOD) 활성 검출 키트는 Wako사(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Japan)에서 구입하였다. 흡광도 측정에 사용된 UV-VIS 흡광계는 Spectronic Genesys 5(Milton Roy, Co., USA) 모델을 사용하였다. 그 이외의 시약은 1급 또는 특급을 사용하였다.

총 페놀 함량. 총 페놀 함량은 Gutfinger의 방법을 변형하여 측정하였다²⁰⁾. 시료 1 ml(100-1,000 ppm)에 2%(w/v) Na₂CO₃ 용액 1 ml를 첨가하여 3분간 상온에서 반응시킨 후, 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.2 ml를 가하여 30분 동안 상온에서 반응시킨다. 이 혼합물을 10분간 13,400 × g에서 원심분리한 후, 상등액 1 ml를 취하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 표준곡선은 catechin을 이용하여 작성하였으며, 그 농도는 0-50 ppm으로 하였다.

DPPH 라디칼 포착 효과 측정. 식용식물 추출물로부터 DPPH 라디칼 소거능을 확인하기 위하여 Yasushi 등²¹⁾의 문헌을 변형하여 실험하였다. 2 × 10⁻⁴ M 농도가 되도록 에탄올에 용해시킨 DPPH 1.50 ml, 시료 0.15 ml(1,000 ppm), 증류수 1.35 ml를 첨가하여 30분 동안 25°C에서 반응시킨 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 따라서 반응시킬 때의 추출물 시료의 실제 농도는 50 ppm으로 맞추었다. DPPH 소거율(%)은 100 - [(시료를 첨가한 반응군의 흡광도/시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도) × 100] 식으로부터 구하였다. 또한 50% 이상 DPPH 소거율을 가지는 추출물에 대해서는 50%의 소거율을 보일 때의 반응 농도 즉, 50% scavenging activity(SC₅₀) 값으로 나타내었다. 양성대조군으로 비타민 C를 사용하였다.

Table 1. List of plants used to this experiment

Korean common name	Scientific name	Edible part
가시오가피	<i>Acanthopanax senticosus</i>	whole plant
감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	root
구기자	<i>Lycium chinense</i>	fruit
개똥쑥	<i>Artemisia annua</i>	whole plant
계피	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	bark
다시마	<i>Kjellmaniella crassifolia</i>	bark
동충하초	<i>Cordyceps sinensis</i>	fruit
대추	<i>Zizyphus jujuba var. inermis</i>	fruit
들깨	<i>Perilla frutescens var. japonica</i>	seed, leaf
당귀	<i>Angelica gigas</i>	leaf, root
레몬	<i>Citrus limon</i>	fruit
마늘	<i>Allium sativum</i>	whole plant
모과	<i>Chaomeles sinensis</i>	fruit
미나리	<i>Oenanthe javanica</i>	leaf, stem
마테	<i>Ilex paraguariensis</i>	leaf
복분자	<i>Rubus coreanus</i>	fruit, leaf
브로콜리	<i>Brassica oleracea italica</i>	fruit
사상자	<i>Torilis japonica</i>	leaf
산수유	<i>Cornus officinalis</i>	fruit
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	whole plant
상엽	<i>Morus alba</i>	leaf
쑥	<i>Pueraria lobata</i>	root
석류	<i>Punica granatum</i>	fruit
솔잎	<i>Pinus densiflora</i>	leaf
생강	<i>Zingiber officinale</i>	root, stem
알로에베라	<i>Aloe barbadensis</i>	leaf
어성초	<i>Houttuynia cordata</i>	leaf
오미자	<i>Schisandra chinensis</i>	fruit
영경귀	<i>Silybum marianum</i>	fruit, leaf
유근피	<i>Ulmus pumila</i>	bark
은행	<i>Ginkgo biloba</i>	fruit
윤지버섯	<i>Coriolus versicolor</i>	fruit
울금	<i>Curcuma longa</i>	root, stem
아스파라거스	<i>Asparagus officinalis var. alltilis</i>	stem
진피	<i>Citrus Reticulatae</i>	bark
자소엽	<i>Perilla frutescens var. acuta</i>	leaf
천마	<i>Gastrodia elata</i>	root
콩나물	<i>Glycine max</i>	whole plant
토마토	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	fruit
토사자	<i>Cuscuta chinensis</i>	seed
함초	<i>Salicornia herbacea</i>	whole plant
히비스커스	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	leaf, flower
회향	<i>Foeniculum vulgare</i>	seed, fruit

Superoxide anion 라디칼 포착 효과 측정. 식용식물 추출물로부터 superoxide anion 라디칼 소거 효과 측정은 SOD 활성 검출 키트를 사용하였다. 시료 0.05 ml(1,000 ppm), 발색액(0.4 mM xanthine + 0.1 M phosphate buffer, pH 8.0 + 0.24 mM nitroblue tetrazolium) 0.5 ml, 효소액(0.048 unit/ml xanthine oxidase + 0.1 M phosphate buffer, pH 8.0) 0.5 ml를 첨가하고 잘 혼합하여 37°C에서 20분 동안 반응시킨 후, 반응정지액(70 mM sodium dodecyl sulfate) 1 ml를 첨가하여 효소 반응을 정지시킨 다음 560 nm에서 흡광도를 측정하였다. 따라서 반응시킬 때 추출물

시료의 실제 최종농도는 약 47 ppm이다. Superoxide anion 라디칼 소거율(%)은 $100 - [(시료를 첨가한 반응군의 흡광도/시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도) \times 100]$ 식으로부터 구하였다. 또한 50% 이상 superoxide anion 라디칼 소거율을 보이는 식용식물 추출물에 대해서는 SC_{50} 값으로 나타내었다. 양성대조군으로 비타민 C를 사용하였다.

통계처리. 모든 활성검정은 3회 반복하여 $mean \pm SEM$ 을 나타내었다. 유의수준은 $p < 0.05$ 로 Student's *t*-test를 실시하였다.

결과 및 고찰

총 페놀 함량. 페놀 화합물은 식물의 2차 대사산물의 주요 물질로서 hydroxy group을 가지며 공명 안정화된 구조로써 전자 수송하는 기작으로 항산화 반응에 직접적으로 기여한다. 또한 단순 페놀, 벤조산 유도체, 플라보노이드, 탄닌, 리그난 등의 다양한 형태로 대부분의 식물에 존재한다²²⁾. 실험 결과 개똥쭉(*Artemisia annua*), 마태(*Ilex paraguariensis*), 영경귀(*Silybum marianum*), 유근피(*Ulmus pumila*), 운지버섯(*Coriolus versicolor*), 그리고 울금(*Curcuma longa*) 추출물이 70 mg/g 이상의 높은 페놀화합물을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 총 페놀함량이 높은 식용식물 추출물은 항산화력 또한 우수할 가능성이 높아 항산화제로서 이용될 수 있을 것으로 사료된다 (Table 2).

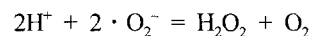
DPPH라디칼 포착 효과 측정. DPPH 자체는 프리 라디칼을 지니고 있는 화합물로서 수소기와 결합하게 되면 520 nm에서 특이 색조가 감소하는 특성을 가지고 있어 *in vitro*상에서 항산화력을 측정하는데 널리 사용되는 물질이다. Table 3과 Table 5에서 정리한 바와 같이 1차 활성 검정 결과 개똥쭉, 마태, 솔잎(*Pinus densiflora*), 영경귀, 유근피, 그리고 울금 추출물이 50% 이상의 포착효능을 나타내었고 각각의 SC_{50} 값 측정 결과 53.96 ± 0.81 ppm, 24.61 ± 2.12 ppm, 35.96 ± 1.11 ppm, 57.46 ± 2.13 ppm, 55.25 ± 1.65 ppm 그리고 12.99 ± 1.67 ppm을 나타내었다. 특히 울금 추출물은 43종의 식용식물 추출물 중 가장 우수한 DPPH 포착효능을 나타내었으나 비타민 C보다는 3.3배 낮은 항산화력을 나타내었다.

Superoxide anion 라디칼 포착 효과 측정. Superoxide anion 라디칼 소거 활성은 xanthine-xanthine oxidase 시스템을 nitroblue tetrazolium(NBT)로 발색시킨 SOD키트를 이용하여 측정하였다. SOD키트의 원리는 xanthine에 xanthine oxidase가 작용하면 O_2 가 생성되고 생성된 $\cdot O_2^-$ 는 공존하는 NBT을 환원시켜 발색반응을 나타내지만 생성된 $\cdot O_2^-$ 의 제거능을 가진 물질로 인하여 그 발색은 저해된다. 1차 활성 검정 결과 개똥쭉, 계피(*Cinnamomum zeylanicum*), 마태, 복분자(*Rubus coreanus*), 상엽(*Morus alba*), 솔잎, 영경귀, 유근피, 운지버섯(*Coriolus versicolor*), 울금, 자소엽(*Perilla frutescens var. acuta*) 그리고 히비스커스(*Hibiscus sabdariffa*) 추출물이 50% 이상의 포착효능을 나타내었고 각각에 대한 SC_{50} 값 측정 결과 53.21 ± 1.83 ppm, 50.12 ± 2.12 ppm, 5.59 ± 0.84 ppm, 41.60 ± 8.93 ppm, 20.19 ± 0.97 ppm, 15.19 ± 1.66 ppm, 21.20 ± 1.88 ppm, 15.71 ± 0.91 ppm, 55.48 ± 2.42 ppm, 52.12 ± 2.44 ppm, 23.80 ± 1.98

Table 2. Contents of total phenolics from edible plant extracts

Korean common name	Scientific name	Contents of total phenolics (mg/g)
가시오가피	<i>Acanthopanax senticosus</i>	17.2 ± 1.2
감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	9.5 ± 1.3
구기자	<i>Lycium chinense</i>	5.1 ± 0.7
개똥쭉	<i>Artemisia annua</i>	70.4 ± 0.5
계피	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	17.3 ± 1.5
다시마	<i>Kjellmaniella crassifolia</i>	1.1 ± 0.2
동충하초	<i>Cordyceps sinensis</i>	30.0 ± 1.1
대추	<i>Zizyphus jujuba var. inermis</i>	14.4 ± 1.2
들깨	<i>Perilla frutescens var. japonica</i>	3.5 ± 1.2
당귀	<i>Angelica gigas</i>	2.7 ± 0.9
레몬	<i>Citrus limon</i>	0.8 ± 0.7
마늘	<i>Allium sativum</i>	1.4 ± 1.2
모과	<i>Chaemeles sinensis</i>	13.2 ± 1.0
미나리	<i>Oenanthe javanica</i>	60.9 ± 0.7
마테	<i>Ilex paraguariensis</i>	105.7 ± 0.8
복분자	<i>Rubus coreanus</i>	24.3 ± 0.9
브로콜리	<i>Brassica oleracea italica</i>	10.3 ± 0.5
사상자	<i>Torilis japonica</i>	3.0 ± 0.6
산수유	<i>Cornus officinalis</i>	4.6 ± 0.1
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	11.9 ± 1.6
상엽	<i>Morus alba</i>	39.2 ± 3.1
취	<i>Pueraria lobata</i>	9.9 ± 2.1
석류	<i>Punica granatum</i>	3.9 ± 1.2
솔잎	<i>Pinus densiflora</i>	37.2 ± 0.5
생강	<i>Zingiber officinale</i>	1.2 ± 2.1
알로에베라	<i>Aloe barbadensis</i>	3.0 ± 0.5
어성초	<i>Houttuynia cordata</i>	7.0 ± 0.2
오미자	<i>Schisandra chinensis</i>	1.0 ± 0.5
영경귀	<i>Silybum marianum</i>	448.8 ± 3.9
유근피	<i>Ulmus pumila</i>	93.4 ± 2.1
은행	<i>Ginkgo biloba</i>	3.3 ± 0.5
운지버섯	<i>Coriolus versicolor</i>	96.3 ± 2.8
울금	<i>Curcuma longa</i>	793.4 ± 3.5
아스파라거스	<i>Asparagus officinalis var. alltilis</i>	0.3 ± 0.1
진피	<i>Citrus Reticulatae</i>	22.1 ± 0.6
자소엽	<i>Perilla frutescens var. acuta</i>	31.0 ± 0.9
천마	<i>Gastrodia elata</i>	14.2 ± 1.2
콩나물	<i>Glycine max</i>	4.3 ± 0.9
토마토	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	5.2 ± 0.8
토사자	<i>Cuscuta chinensis</i>	2.3 ± 0.2
함초	<i>Salicornia herbacea</i>	9.2 ± 0.9
히비스커스	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	31.0 ± 0.8
회향	<i>Foeniculum vulgare</i>	11.2 ± 0.5

ppm 그리고 11.14 ± 0.51 ppm을 나타내었다(Table 4-5). 특히 마테 추출물은 양성대조군으로 사용된 비타민 C보다 1.7배 높은 항산화력을 나타내었다. 이러한 식용식물 소재가 superoxide anion 라디칼에 대하여 포착력을 나타내는 것은 식물내의 폴리페놀의 활성 수소들이 $\cdot O_2^-$ 를 소거시키는 아래의 반응에 작용하는 것으로 생각된다.



실험에 사용된 43종의 식용식물 추출물은 문헌 조사시 우수

Table 3. Effect of edible plant extracts on DPPH radical scavenging activities

Korean common name	Scientific name	DPPH radical scavenging activities (%)
가시오가피	<i>Acanthopanax senticosus</i>	4.2 ± 0.4
감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	3.5 ± 0.2
구기자	<i>Lycium chinense</i>	5.5 ± 1.2
개똥쑥	<i>Artemisia annua</i>	50.1 ± 1.2
계피	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	3.1 ± 0.8
다시마	<i>Kjellmaniella crassifolia</i>	2.5 ± 0.6
동충하초	<i>Cordyceps sinensis</i>	7.4 ± 0.2
대추	<i>Zizyphus jujuba var. inermis</i>	10.2 ± 0.9
들깨	<i>Perilla frutescens var. japonica</i>	16.6 ± 1.2
당귀	<i>Angelica gigas</i>	13.7 ± 0.9
레몬	<i>Citrus limon</i>	5.2 ± 0.7
마늘	<i>Allium sativum</i>	13.5 ± 0.9
모과	<i>Chaomeles sinensis</i>	6.8 ± 0.5
미나리	<i>Oenanthe javanica</i>	5.4 ± 0.7
마테	<i>Ilex paraguariensis</i>	88.9 ± 3.5
복분자	<i>Rubus coreanus</i>	21.4 ± 0.8
브로콜리	<i>Brassica oleracea italica</i>	5.1 ± 0.7
사상자	<i>Torilis japonica</i>	2.1 ± 0.4
산수유	<i>Cornus officinalis</i>	12.4 ± 0.2
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	7.1 ± 0.2
상엽	<i>Morus alba</i>	4.1 ± 0.8
쑥	<i>Pueraria lobata</i>	1.1 ± 0.1
석류	<i>Punica granatum</i>	12.4 ± 0.8
솔잎	<i>Pinus densiflora</i>	66.4 ± 0.4
생강	<i>Zingiber officinale</i>	3.1 ± 0.9
알로에베라	<i>Aloe barbadensis</i>	4.1 ± 0.1
어성초	<i>Houttuynia cordata</i>	1.0 ± 0.7
오미자	<i>Schisandra chinensis</i>	2.0 ± 0.1
영경귀	<i>Silybum marianum</i>	50.1 ± 1.9
유근피	<i>Ulmus pumila</i>	51.8 ± 4.5
은행	<i>Ginkgo biloba</i>	6.1 ± 0.5
운지버섯	<i>Coriolus versicolor</i>	1.0 ± 0.1
울금	<i>Curcuma longa</i>	82.2 ± 2.1
아스파라거스	<i>Asparagus officinalis var. alltilis</i>	12.1 ± 1.2
진피	<i>Citrus Reticulatae</i>	8.2 ± 0.9
자소엽	<i>Perilla frutescens var. acuta</i>	21.4 ± 0.5
천마	<i>Gastrodia elata</i>	5.1 ± 0.8
콩나물	<i>Glycine max</i>	11.1 ± 0.7
토마토	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	4.5 ± 1.2
토사자	<i>Cuscuta chinensis</i>	3.0 ± 1.1
함초	<i>Salicornia herbacea</i>	13.1 ± 0.8
히비스커스	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	34.5 ± 0.8
회향	<i>Foeniculum vulgare</i>	11.1 ± 0.7
Vitamin C (Positive control)		95.1 ± 7.5

Table 4. Effect of edible plant extracts on superoxide anion radical scavenging activities

Korean common name	Scientific name	Superoxide anion radical scavenging activities (%)
가시오가피	<i>Acanthopanax senticosus</i>	30.1 ± 1.8
감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	14.1 ± 0.8
구기자	<i>Lycium chinense</i>	19.1 ± 0.8
개똥쑥	<i>Artemisia annua</i>	51.1 ± 1.5
계피	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	50.5 ± 0.9
다시마	<i>Kjellmaniella crassifolia</i>	25.5 ± 0.7
동충하초	<i>Cordyceps sinensis</i>	22.5 ± 1.2
대추	<i>Zizyphus jujuba var. inermis</i>	5.5 ± 0.9
들깨	<i>Perilla frutescens var. japonica</i>	2.1 ± 0.2
당귀	<i>Angelica gigas</i>	25.4 ± 0.9
레몬	<i>Citrus limon</i>	12.5 ± 0.5
마늘	<i>Allium sativum</i>	11.7 ± 2.1
모과	<i>Chaomeles sinensis</i>	34.7 ± 1.2
미나리	<i>Oenanthe javanica</i>	17.1 ± 1.2
마테	<i>Ilex paraguariensis</i>	71.5 ± 3.6
복분자	<i>Rubus coreanus</i>	51.1 ± 3.7
브로콜리	<i>Brassica oleracea italica</i>	17.5 ± 0.1
사상자	<i>Torilis japonica</i>	2.4 ± 0.9
산수유	<i>Cornus officinalis</i>	20.7 ± 1.2
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	2.9 ± 0.5
상엽	<i>Morus alba</i>	61.4 ± 1.2
쑥	<i>Pueraria lobata</i>	3.1 ± 0.8
석류	<i>Punica granatum</i>	8.4 ± 2.1
솔잎	<i>Pinus densiflora</i>	75.1 ± 2.5
생강	<i>Zingiber officinale</i>	18.1 ± 1.2
알로에베라	<i>Aloe barbadensis</i>	18.1 ± 1.0
어성초	<i>Houttuynia cordata</i>	26.1 ± 0.6
오미자	<i>Schisandra chinensis</i>	13.1 ± 1.2
영경귀	<i>Silybum marianum</i>	63.1 ± 1.6
유근피	<i>Ulmus pumila</i>	74.1 ± 2.1
은행	<i>Ginkgo biloba</i>	2.1 ± 0.5
운지버섯	<i>Coriolus versicolor</i>	50.0 ± 1.6
울금	<i>Curcuma longa</i>	51.1 ± 1.6
아스파라거스	<i>Asparagus officinalis var. alltilis</i>	13.1 ± 1.8
진피	<i>Citrus Reticulatae</i>	27.1 ± 0.8
자소엽	<i>Perilla frutescens var. acuta</i>	63.1 ± 1.8
천마	<i>Gastrodia elata</i>	27.1 ± 0.9
콩나물	<i>Glycine max</i>	23.1 ± 0.8
토마토	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	20.7 ± 0.5
토사자	<i>Cuscuta chinensis</i>	1.1 ± 0.8
함초	<i>Salicornia herbacea</i>	37.4 ± 1.2
히비스커스	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	73.0 ± 2.1
회향	<i>Foeniculum vulgare</i>	29.5 ± 0.8
Vitamin C (Positive control)		75.4 ± 1.2

한 항산화력이 지니고 있는 소재들이었으나 제품화를 위한 대량 생산시 발생하는 여러 요인들로 인하여 단순히 실험실에서 추출 분말화하여 측정한 항산화력 데이터와는 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 대량 생산을 위한 ‘scale-up’ 공정 단계에서 유효성분 함량을 높일 수 있는 추출 방법, 온도 및 용매 조건 등의 연구가 더 필요한 것으로 나타났다.

본 실험결과 일반적으로 총 페놀 함량이 높은 소재는 일반

적으로 우수한 항산화력을 지니는 경향이 있는 것으로 나타났다. 그러나 superoxide anion 라디칼 포착효능이 우수한 계피 추출물과 복분자 추출물은 각각 17.3 ± 1.5 mg/g과 24.3 ± 0.9 mg/g의 상대적으로 낮은 총 페놀 함량을 가지고 있는 것도 있어 항산화력과 총 페놀 함량 사이의 관계가 완전히 일치하지는 않는 것으로 나타났다. 계피, 복분자, 상엽, 운지버섯, 자소엽 그

Table 5. Edible plant extracts showing high antioxidative activities against DPPH radical and superoxide anion radical

Korean common name/ Scientific name	SC ₅₀ (ppm)	
	DPPH radical*	Superoxide anion radical**
개똥쑥/ <i>Artemisia annuae</i>	53.96 ± 0.81	53.21 ± 1.83
계피/ <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	-	50.12 ± 2.12
마테/ <i>Ilex paraguariensis</i>	24.61 ± 2.12	5.59 ± 0.84
복분자/ <i>Rubus coreanus</i>	-	41.60 ± 8.93
상엽/ <i>Morus alba</i>	-	20.19 ± 0.97
솔잎/ <i>Pinus densiflora</i>	35.96 ± 1.11	15.19 ± 1.66
영경귀/ <i>Silybum marianum</i>	57.45 ± 2.13	21.20 ± 1.88
유근피/ <i>Ulmus pumila</i>	55.25 ± 1.65	15.71 ± 0.91
운지버섯/ <i>Coriolus versicolor</i>	-	55.48 ± 2.42
울금/ <i>Curcuma longa</i>	12.99 ± 1.67	52.12 ± 2.44
자소엽/ <i>Perilla frutescens var. acuta</i>	-	23.80 ± 1.98
히비스커스/ <i>Hibiscus sabdariffa</i>	-	11.14 ± 0.51
Vitamin C (Positive control)	3.86 ± 0.81	9.61 ± 0.93

*Edible plant extracts showing over 50% DPPH radical scavenging activities.

**Edible plant extracts showing over 50% superoxide anion radical scavenging activities.

리고 히비스커스 추출물은 superoxide anion 라디칼 포착 효능은 우수하나 DPPH 라디칼 포착 효능이 떨어지는 것으로 나타났다.

마테 추출물과 솔잎 추출물은 총 페놀 함량이 높으면서 DPPH 라디칼과 superoxide anion 라디칼을 동시에 포착하는 기능을 지니고 있는 것으로 나타났다. Cha 등과 Schinella 등의 실험에 의하면 각각 마테와 솔잎 추출물의 50% DPPH 라디칼 포착 효능 측정 결과 각각 약 5 ppm과 약 17 ppm인 것으로 보고되었다^{23,24}. 본 실험에 사용된 것보다 실험실에서 추출한 마테와 솔잎 추출물의 항산화능이 높지만 대량 공정시 신속하고 효율적인 분말화를 위하여 사용되는 첨가제와 회수율 등을 감안한다면 다른 추출물에 비해 실제 산업에 응용하기에 적합한 소재라고 할 수 있을 것이다. 따라서 이런 식물에 대하여 활성물질의 분리, 정제 및 생물학적 활성의 검정이 이루어진다면 향후 식품 및 화장품 분야 등의 다양한 산업적 활용이 기대될 수 있을 것이다.

초 록

많은 식물 추출물들은 항산화 효능을 지니고 있으나 대량 생산 공정시 그들의 활성을 잃어버리는 경향이 있다. 따라서 본 논문에서는 대량 생산 공정을 거쳐 국내 유통 중인 43종의 식용식물 추출물을 대상으로 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 포착 효능, 그리고 superoxide anion 라디칼 포착 효능을 측정하였다. 그 결과 개똥쑥(*Artemisia annua*, whole plant), 마테(*Ilex paraguariensis*, leaf), 영경귀(*Silybum marianum*, fruit 그리고 leaf), 유근피(*Ulmus pumila*, bark), 운지버섯(*Coriolus versicolor*, fruit) 그리고 울금(*Curcuma longa*, root 그리고 stem) 추출물은 70 mg/g 이상의 높은 페놀화합물을 함유하는 것으로 나타났다. DPPH 라디칼의 포착 효능에서 개똥쑥, 마테, 솔잎(*Pinus*

densiflora, leaf), 영경귀, 유근피, 그리고 울금 추출물의 SC₅₀ 값 측정 결과 각각 53.96 ± 0.81 ppm, 24.61 ± 2.12 ppm, 35.96 ± 1.11 ppm, 57.45 ± 2.13 ppm, 55.25 ± 1.65 ppm 그리고 12.99 ± 1.67 ppm으로 나타났다(비타민 C의 SC₅₀ 값: 3.86 ± 0.81 ppm). 또한 superoxide anion 라디칼 포착 효능에서는 개똥쑥, 계피(*Cinnamomum zeylanicum*, bark), 마테, 복분자(*Rubus coreanus*, fruit 그리고 leaf), 상엽(*Morus alba*, leaf), 솔잎, 영경귀, 유근피, 운지버섯, 울금, 자소엽(*Perilla frutescens var. acuta*, leaf) 그리고 히비스커스(*Hibiscus sabdariffa*, leaf 그리고 flower) 추출물의 SC₅₀ 값 측정 결과 각각 53.21 ± 1.83 ppm, 50.12 ± 2.12 ppm, 5.59 ± 0.84 ppm, 41.60 ± 8.93 ppm, 20.19 ± 0.97 ppm, 15.19 ± 1.66 ppm, 21.20 ± 1.88 ppm, 15.71 ± 0.91 ppm, 55.48 ± 2.42 ppm, 52.12 ± 2.44 ppm, 23.80 ± 1.98 ppm 그리고 11.14 ± 0.51 ppm인 것으로 나타났다(비타민 C의 SC₅₀ 값: 9.61 ± 0.93 ppm). 특히 마테 추출물과 솔잎 추출물은 총 페놀 함량이 높으면서 DPPH 라디칼과 superoxide anion 라디칼을 동시에 효율적으로 포착하는 효능을 지니고 있는 것으로 나타났다. 결론적으로 마테와 솔잎의 상업적인 추출물은 기능성 산화제로서 유용한 소재로 사용 가능 할 것으로 사료된다.

Key words: 식용식물 추출물, DPPH 라디칼, superoxide anion 라디칼

참고문헌

- Halliwell, B. (1991) Drug antioxidant effects. A basis for drug selection?. *Drugs*, **42**, 569-605.
- Fukuzawa, K., and Takaishi, Y. (1990) Antioxidants. *J. Act. oxyg. Free Rad.* **1**, 55-60.
- Regnstrom, J., Nilsson, J., Tornva, P., Landou, C., and Hamsten, A. (1992) Susceptibility to low-density lipoprotein oxidation and coronary atherosclerosis in man. *Lancet*, **16**, 1183-1186.
- Gey, K. F., Puska, P., Jordan, P., and Moser, U. K. (1991) Inverse correlation between plasma vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-cultural epidemiology. *Am. J. Clin. Nutr.* **53**, 326-334.
- Abuja, P. M., and Albertini, R. (2001) Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. *Clin. Chim. Acta* **306**, 1-17.
- Kroemer, G., Petit, P., Zamzami, N., Vayssiere, J. L., and Mignotte, B. (1995) The biochemistry of programmed cell death. *FASEB J.* **9**, 1277-1287.
- Marnett, L. J. (2000) Oxyradicals and DNA damage. *Carcinogenesis*, **21**, 361-370.
- Rice-Evans, C. A., and Diplock, A. T. (1993) Current status of antioxidant therapy. *Free Radic. Biol. Med.* **15**, 77-96.
- Shigenaga, M. K., Hagen, T. M., and Ames, B. N. (1994) Oxidative damage and mitochondrial decay in aging. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **91**, 10771-10778.
- Ames, B. N. (1989) Endogenous DNA damage as related to cancer and aging. *Mutat. Res.* **214**, 41-46.
- Esterbauer, H., Eckl, P., and Ortner, A. (1990) Possible mutagens derived from lipids and lipid precursors. *Mutat. Res.* **238**, 223-233.

12. Dizdaroglu, M., and Gajewski, E. (1990) Selected-ion mass spectrometry: assays of oxidative DNA damage. *Methods Enzymol.* **186**, 530-540.
13. Fedtke, N., Boucheron, J. A., Turner M. J, Jr., and Swenberg, J. A. (1990) Vinyl chloride-induced DNA adducts. I: Quantitative determination of N2,3-ethenoguanine based on electrophore labeling. *Carcinogenesis.* **11**, 1279-1285.
14. Johnson, T. M., Yu, Z. X., Ferrans, V. J., Lowenstein, R. A., and Finkel, T. (1996) Reactive oxygen species are downstream mediators of p53-dependent apoptosis. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **93**, 11848-11852.
15. Kitahara, K., Matsumoto, Y., Ueda, H., and Ueoka, R. (1992) A remarkable antioxidation effect of natural phenol derivatives on the autoxidation of γ -irradiated methyl linoleate. *Chem. Pharm. Bull.* **40**, 2208-2214.
16. Hatano, T. (1995) Constituents of natural medicines with scavenging effects on active oxygen species-Tannins and related polyphenols. *Natural Medicines.* **49**, 357-363.
17. Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T., and Sakurai, H. (1995) Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* **18**, 162-166.
18. Cort, W. M. (1974) Antioxidant activity of tocopherols and ascorbyl palmitate their mode of action. *JAOCS.* **51**, 321-325.
19. Brannen, A. L. (1975) Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS.* **52**, 59-63.
20. Gutfinger, T. (1981) Polyphenols in olive oils. *JAOCS.* **58**, 966-972.
21. Yasushi, S., Tsukasa, N., Keiko, S., Hiroe, Y., and Hisashi, Y. (1999) Stopped-flow and spectrophotometric study on radical scavenging by tea catechins and the model compounds. *Chem. Pharm. Bull.* **47**, 1369-1374.
22. Jeong, D. S., Sohn, Y. K., Lee, Y. I., and Yun, I. H. (1986) Study on the chemical constituents and procwssings of *Ganoderma lucidum*. *Annual Research Report for 1986* (Gyeongbuk Agricultural Technology Administration). **28**, 140-148.
23. Cha, B. C., Lee, S. K., Lee, H. W., and Lee, E. (1997) Antioxidative effect of domestic plants. *J. Pharmacogn.* **28**, 15-20.
24. Schinella, G. R., Troiani, G., Davila, V., Buschiazzo, P. M., and Tournier, H. A. (2000) Antioxidant effects of an aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. *Biochem Biophys Res Commun.* **269**, 357-360.