

국화과 *Dendranthema*속 식물 3종 80% 에탄올 추출물의 항산화 효과

우정향, 신소림, 이철희*

충북대학교 원예과학과

Antioxidant Effect of 80% Ethanol Extracts Obtained from Three *Dendranthema* Species

Jeong Hyang Woo, So Lim Shin and Cheol Hee Lee*

Dept. of Horticultural Sci., Chungbuk Natl. Univ., Cheongju 361-763, Korea

Abstract - Flowers and shoots of three species of *Dendranthema boreale*, *Dendranthema indicum*, *Dendranthema zawdskii* var. *lucidum*, were extracted with 80% ethanol by reflux, and polyphenol content, scavenging activity on DPPH and ABTS radicals, ferrous ion chelating effects and inhibition effects on lipid peroxidation were analyzed. Total polyphenol and flavonoid contents were highest in *D. zawdskii* var. *lucidum*, especially in the flower part. Scavenging activity on DPPH and ABTS was also highest in *D. zawdskii* var. *lucidum* flower with less activity in shoot. Ferrous ion chelating effects was highest with *D. boreale* flower and lowest in *D. zawdskii* var. *lucidum* flower. Inhibition activity on lipid peroxidation was highest in *D. zawdskii* var. *lucidum* shoot with 41.01% inhibition activity showing 32 days after reaction, which is higher than synthetic antioxidant BHT. Due to higher antioxidant level and activity of shoot and flower of *D. zawdskii* var. *lucidum* is promising material for natural plant antioxidant. It was also shown that antioxidant activity is different according to plant part ever in same plant, and proper plant species should be used for antioxidant after careful studies.

Key words - chelating effect, *Dendranthema boreale*, *Dendranthema indicum*, *Dendranthema zawdskii* var. *lucidum*, lipid peroxidation, phenolic compound, radical scavenging

서 언

대사 중 생성되는 활성산소종에 의한 산화 스트레스는 세포막과 단백질 분해, DNA 손상 등 체내의 손상을 유도하여 노화와 질병의 원인이 된다(McKee와 McKee, 2002; Lee 등, 2005). 따라서 건강한 삶을 유지하기 위하여 항산화제 및 항산화 기능성 식품을 섭취하여 체내 산화를 방지하는데 관심이 고조되고 있다. 또한, 항산화제는 산화에 의한 식품의 변질 및 유지의 산패를 지연시킬 수 있으므로(Yoo 등, 2005) 산업적으로 다방면에 이용이 가능하다. 합성 항산화제인 BHA와 BHT는 저렴한 가격과 강력한 효과 때문에 널리 사용되었으나, 낮은 열 안정성 및 발암 가능성으로 인하여 사용이 제한적이다(Branen, 1975). 최근에는

인체에 안전한 천연 항산화제에 대한 관심 및 수요가 증가하고 있으며, 다양한 천연물 유래 항산화제가 개발되고 있다. 특히 식물소재는 항산화효과가 우수하고, 관능가치가 높아 식품 및 첨가물로 개발이 쉬운 장점이 있으므로 식·약용으로 사용되어온 식물소재의 항산화효과에 관한 다양한 연구가 시도되고 있다.

국화과 식물들은 예로부터 약리효과가 우수한 것으로 알려져 있으며, 다양한 국화과 식물들이 식용 및 약용소재로 사용되어 왔다. 본 연구에 사용된 산국[*Dendranthema boreale* (Makino) Ling ex Kitam.]의 꽃은 중추신경 진정, 혈압 강하, 항바이러스 효과(Choi, 1992; DanBensky와 Andrew, 1986), 감국[*Dendranthema indicum* (L.) Des Moul.]의 꽃은 해열, 소염, 혈압강하, 두통 치료 등의 효과(Shin과 Shin, 1992) 및 향기성분의 항산화효과(Woo 등, 2008b) 등이 보고되었다. 또한 최근에는 산국 또는 감국의 꽃

*교신저자(E-mail) : leech@chungbuk.ac.kr

으로 만든 캔디(Lee 등, 2009a)와 분말차(Lee 등, 2009b)의 항산화 활성이 구명되어(Lee 등, 2009) 기능성 보조식품으로써 산국과 감국 꽃의 높은 활용가치를 인정받았다. 우리나라 특산식물인 울릉국화[*Dendranthema zawadskii* var. *lucidum* (Nakai) J.H.Park.]는 전초를 한방에서 부인병, 중풍, 식욕부진, 신경통 등의 약재로 사용한다(Lee, 2003).

그 동안 국화과 식물의 기능성에 관한 다양한 연구가 이루어졌으나, 대부분 꽃의 추출물 및 꽃을 이용한 식품의 생리활성이 주로 보고되었다. 그러나 잎과 줄기 등 지상부는 꽃보다 수확량이 많아 산업적 이용가치가 높으며, 적심 등으로 발생하는 부산물의 이용 가치를 높일 수 있는 장점이 있으므로 잎과 줄기의 기능성 생리활성을 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 약용식물인 산국, 감국 및 울릉국화의 꽃과 잎+줄기의 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량, radical 소거능, ferrous ion chelating 효과, 지질과산화 억제활성을 분석하여 항산화활성이 우수한 식물소재 및 부위를 선별하고, 그 동안 꽃에 비하여 기능성 식품으로써 활용가치가 낮게 평가되어온 국화과 식물의 잎의 활용을 증가시키기 위하여 시행하였다.

재료 및 방법

식물 재료 및 추출

산국, 감국 및 울릉국화의 분류는 대한식물도감(Lee, 2003)을 참고로 하였으며, 학명은 국립수목원과 한국식물분류학회에서 출판한 국가표준식물목록(KNA and PTSK, 2007)을 참고하였다. 연구에 사용된 산국과 감국은 각각 경기도 가평군 화악산과 충남 태안군 안면도에서 채집 후 충북 청주시에 위치한 비닐하우스에 식재한 후 재배하였으며, 산국 꽃은 2007년 10월, 잎줄기는 2007년 9월, 감국 꽃과 잎줄기는 2007년 10월에 수확하였다. 울릉국화는 울릉도에서 채집 후 충북 청원군에 위치한 노지 실험포장에 식재하여 재배하였으며, 2007년 9월에 꽃과 지상부(잎+줄기)를 수확하여 재료로 사용하였다. 수확한 실험재료는 수확 직후 수세하여 동결건조기(FD8512, IIShin Lab. Co. Ltd., Korea)로 동결건조하여 분쇄하였다. 분쇄한 건조시료와 80% 에탄올을 둥근플라스크에 넣어 혼합한 후, 냉각관이 부착된 환류추출장치(Chang Shin Co., Korea)의 water bath 온도를 60°C로 조절하여 6시간 동안 환류냉각

추출 하였으며, 추출물은 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장으로 감압여과 한 후 잔사를 건조시료와 같은 방법으로 추출하여 총 3회 반복 추출하였다. 최종 추출물은 아래의 식에 의하여 추출수율을 구하였으며, 질소 충전하여 -70°C (SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

$$\text{Extraction yield}(\%) = (A \times B/C) \times 100$$

A : 가용성 고형분 농도(mg·mL⁻¹),

B : 총 추출량(mL), C : 동결건조 시료 량(mg)

부위별 페놀성 물질 함량

총 폴리페놀 함량은 Velioglu 등(1998)의 방법으로 측정하였다. 추출물 0.1 mL, 2% Na₂CO₃ 2 mL를 혼합하고 3분 후에 1 N Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, USA)를 0.1mL 첨가하여 실온에서 30분 동안 반응시킨 후 UV/Visible Spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech.)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. Tannic acid를 표준물질로 하여 작성한 검량선을 이용하여 건조시료 g당 총 폴리페놀 함량(mg·g⁻¹)을 tannic acid 기준으로 환산하여 나타냈다. 총 플라보노이드 함량은 NFRI(1990)의 방법으로 측정하였다. 추출물 0.2 mL, diethylene glycol(H26456, Sigma, USA) 2 mL, 1N NaOH 0.2 mL을 첨가하여 37°C의 항온수조(VS-190CS, Vision Sci., Korea)에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. Naringin을 표준물질로 하여 작성한 검량선을 이용하여 건조시료 g당 총 플라보노이드 함량(mg·g⁻¹)을 naringin 기준으로 환산하여 나타냈다.

DPPH radical 소거활성

추출물 0.2 mL와 0.15 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl; D9132, Sigma, USA) 용액 0.8 mL을 혼합하여 실온 암상태에서 30분 동안 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois, 1958). 전자공여능(EDA)은 시료 첨가구와 시료 대신 용매를 첨가한 대조군의 흡광도 차이를 아래의 식에 의하여 백분율(%)로 구하였으며, 단순회귀분석을 통하여 시료 무첨가구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도(mg·mL⁻¹)를 RC₅₀값으로 나타냈다. (+)control로는 BHT(2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, China)를 사용하였다.

Electron donating activity(EDA, %) = (1 - A/B) × 100

A: 시료 첨가군의 흡광도

B: 대조군의 흡광도

ABTS radical 소거활성

7.4 mM의 ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)diammonium salt; A9941, Sigma, USA]와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. ABTS 용액은 실험 직전에 732 nm에서 흡광도가 0.700 ± 0.030 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 농도별 추출물 50 μ L에 ABTS 용액 950 μ L를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였다(Re 등, 1999). ABTS radical 소거능(RC₅₀)은 DPPH radical 소거능과 같은 방법으로 구하였으며, 대조군의 흡광도를 50% 감소시키는데 필요한 가용성 고형분의 농도(mg·mL⁻¹)로 나타냈다. Radical 소거능을 비교하기 위한 양성 대조군은 BHT와 ascorbic acid를 사용하였다.

Ferrous ion chelating 효과

추출물 1 mL, 80% 에탄올 0.8 mL, 2 mM FeCl₂·4H₂O[iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA] 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine[3-(2-Pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma, USA] 용액 0.1 mL를 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 10분간 반응시켰으며, 562 nm에서 흡광도를 측정하였다(Yen 등, 2002). 추출물의 chelating 효과는 아래의 수식에 따라 산출한 후, 단순회귀분석을 이용하여 ferrous ion을 50% chelating 시키는데 필요한 시료의 농도(RC₅₀)를 구하였으며, 대조구로는 대표적 chelating agent인 EDTA를 사용하였다.

Chelating activity(%) = (1 - A/B) × 100

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 용매 첨가군의 흡광도

지질과산화 억제활성

지질과산화 억제활성은 ferric thiocyanate(FTC) 방법으로 실험하였다(Haraguchi 등, 1992). 가용성 고형분 농도를 0.125 mg·mL⁻¹로 조절한 시료 0.5 mL, 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid(L1376, Sigma, USA) 0.5 mL,

0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 1 mL, 증류수 0.5 mL를 갈색병에 첨가하여 반응액을 만들었으며, 40°C 암소에 저장하였다. 4일 간격으로 반응액 0.1 mL, 75% 에탄올 2.7 mL, 30% ammonium thiocyanate(221988, Sigma, USA) 0.1 mL, 20 mM ferrous chloride[iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, USA] 0.1 mL를 첨가하여 혼합한 후 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 조사하여 산화 정도를 측정하였다. 양성 대조군은 추출물 대신 BHT를 동일 농도로 반응액을 조성하여 실험하였다. 지질과산화 억제율은 아래와 같이 구하였다.

지질과산화 억제율(%) = (1 - A/B) × 100

A: 추출물이 첨가된 반응물의 흡광도, B: 추출물 대신 용매가 첨가된 반응물의 흡광도

통계처리

모든 실험은 3반복을 1회로 하여 3회 이상 반복 실험하였다. 통계처리는 SAS version 9.1(SAS institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 평균과 표준오차를 구하였다.

결과 및 고찰

식물 부위별 수분함량 및 추출수율

산국, 감국, 울릉국화의 수분함량은 77.9~86.9%, 추출수율은 14.5~28.7%로 다양하게 나타났다(Table 1). 수분함량은 울릉국화 잎+줄기에서 가장 낮고, 감국 잎+줄기에서 가장 높았으며, 추출수율은 감국 꽃에서 가장 높고 감국 잎+줄기에서 가장 낮았다. 수분함량은 부위별로 큰 차이가 없었으나, 추출수율은 부위에 따른 차이가 컸다. 산국의 잎+줄기는 꽃보다 1.3배, 감국 꽃은 잎+줄기의 2.0배, 울릉국화 잎+줄기는 꽃보다 1.2배 높은 추출수율을 보였다.

부위별 페놀성 물질 함량

페놀성 화합물은 체내의 radical을 제거하여 산화 방지 효과가 있으며(Labuza, 1971), 폴리페놀계 물질은 항산화, 항암, 항알러지(Lee 등, 2005) 등 다양한 생리활성 효과가 보고되어 있으며, 플라보노이드계 물질은 항산화, 항염, 항알러지, 항미생물 효과, 순환기 질병 예방, 면역증강, 모세혈관 강화(Cha 등, 1999; Kawaguchi 등, 1997) 등이 보고되었다. 본 연구에서 산국, 감국 및 울릉국화의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드의 함량을 분석한 결과, 3종

Table 1. Moisture contents and extraction yield of three *Dendranthema* species

Scientific name	Korean name	Plant part	Moisture(%)	Extraction yield(dry basis, %)
<i>Dendranthema boreale</i>	산국	Flowers	81.1	22.4
		Shoot	86.1	28.1
<i>D. indicum</i>	감국	Flowers	79.8	28.7
		Shoot	86.9	14.5
<i>D. zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	울릉국화	Flowers	79.9	21.8
		Shoot	77.9	25.5

Table 2. Contents of phenolic compounds obtained from three *Dendranthema* species

Scientific name	Plant part	Total polyphenols ^z	Total flavonoids ^y
		(mg·g ⁻¹ DW)	
<i>Dendranthema boreale</i>	Flowers	25.04 ± 0.39 ^x	14.75 ± 0.07
	Shoot	17.03 ± 0.17	8.38 ± 0.03
<i>D. indicum</i>	Flowers	32.55 ± 0.17	16.60 ± 0.25
	Shoot	23.62 ± 0.43	11.03 ± 0.17
<i>D. zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	Flowers	57.09 ± 0.05	41.60 ± 0.44
	Shoot	47.45 ± 0.30	24.75 ± 0.02

^zmg of total polyphenol content per gram each dried extract as equivalent of tannic acid.

^ymg of total flavonoid content per gram each dried extract as equivalent of naringin.

^xValues are mean ± S.E.

모두 잎+줄기보다 꽃에 페놀성 물질이 많았다. 그러나 잎+줄기를 기능성 소재로 사용한다면, 연중 여러 번 수확할 수 있고 꽃보다 수확량이 많으며 적심 후 버려지는 잎+줄기를 활용할 수 있으므로 꽃보다 경제적인 항산화 식물 소재로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

*Dendranthema*속 3종의 페놀성 물질 함량을 비교한 결과, 산국과 감국보다 울릉국화에서 페놀성 물질의 함량이 높았다(Table 2). 울릉국화 꽃의 총 폴리페놀 함량(57.09 mg·g⁻¹)은 잎+줄기보다 1.2배 높았으며, 함량이 가장 낮은 산국 잎+줄기보다 3.35배 높았다. 울릉국화 꽃의 총 플라보노이드 함량(41.60 mg·g⁻¹)은 잎+줄기보다 1.68배, 함량이 가장 낮은 산국 잎+줄기보다 3.0배 높았다. 같은 국화과의 Aster속 식물들과 비교한 결과, 울릉국화 꽃의 페놀성 물질 함량은 참취 꽃보다 낮았으나, 해국과 유사하고 단양쑥부쟁이와 별개미취보다는 높게 나타났다(Woo 등, 2008a). 또한 울릉국화는 약용식물인 황기, 황정, 당귀, 오가피, 독활(Min과 Lee, 2007), 뽕나무 잎, 생강, 옥두구(Liu 등, 2008)보다 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량이 높으므로 페놀성 물질의 함량이 높은 식물성 항산화소

재로 활용가치가 높은 것으로 생각되었다.

본 연구에서 tannic acid와 naringin을 표준물질로 하여 총 폴리페놀과 플라보노이드의 함량을 분석한 결과, 울릉국화에 페놀성 물질의 함량이 많다는 것을 확인하였다. 따라서 차후 울릉국화를 물질분리하여 정확한 유효 성분을 동정할 계획에 있으며, 이를 통하여 천연 기능성 소재로써 울릉국화를 더욱 합리적으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

식물 부위별 radical 소거능 및 ferrous chelating 효과

체내 산화의 원인으로 알려진 free radical의 일종인 DPPH radical과 cation radical의 일종인 ABTS radical 소거능을 측정된 결과 DPPH와 ABTS radical 소거능은 울릉국화 꽃에서 가장 높았다. 울릉국화의 DPPH radical 소거능 효과(RC₅₀=0.16 mg·mL⁻¹)는 천연 항산화제인 ascorbic acid(RC₅₀=0.03 mg·mL⁻¹)와 합성 항산화제인 BHT(RC₅₀=0.12 mg·mL⁻¹)보다 낮게 나타났으나, ABTS radical 소거능(RC₅₀=0.14 mg·mL⁻¹)은 ascorbic acid(RC₅₀=0.20 mg·mL⁻¹)의 1.40배, BHT(RC₅₀=0.22 mg·mL⁻¹)의 1.53배 높았다.

Table 3. Antioxidant activities of extracts obtained from three *Dendranthema* species

Scientific name	Plant part	DPPH· RC ₅₀ ^z	ABTS ^{•+} RC ₅₀ ^y (mg·mL ⁻¹)	Fe ²⁺ RC ₅₀ ^x
Ascorbic acid		0.03 ± 0.00 ^w	0.20 ± 0.01	-
BHT		0.12 ± 0.00	0.22 ± 0.00	-
EDTA		-	-	0.03 ± 0.00
<i>Dendranthema boreale</i>	Flowers	0.46 ± 0.04	0.34 ± 0.00	0.72 ± 0.02
	Shoot	1.91 ± 0.00	0.73 ± 0.05	1.16 ± 0.01
<i>D. indicum</i>	Flowers	0.47 ± 0.01	0.46 ± 0.03	2.02 ± 0.17
	Shoot	0.34 ± 0.02	0.47 ± 0.01	1.95 ± 0.14
<i>D. zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	Flowers	0.16 ± 0.01	0.14 ± 0.01	3.92 ± 0.10
	Shoot	0.25 ± 0.00	0.27 ± 0.01	1.34 ± 0.01

^zConcentration of the material which is required to scavenge 50% of 0.15 mM DPPH radicals.

^yConcentration of the material which is required to scavenge 50% of 7.4 mM ABTS radicals.

^xConcentration of the material which is required to reduction 50% of ferrous ion.

^wValues are mean ± S.E.

Han(2003)이 산국의 DPPH radical 소거활성에 영향을 미치는 유효성분을 분석한 결과, flavone인 apigenin과 acacetin-7-O-rutinoside(Linarin)이 우수한 radical 소거능을 나타낸다고 하였다. 본 연구에서 DPPH 및 ABTS radical 소거활성이 가장 우수한 울릉국화 또한 총 플라보노이드성 물질의 함량이 많았으므로, 플라보노이드성 물질에 의하여 radical 소거활성이 높아진 것으로 생각된다. 본 연구에서 항산화 물질의 함량이 많고 항산화 활성이 우수한 것으로 밝혀진 울릉국화는 울릉도에 자생하는 한국 특산식물로서 지역 특이성과 희소 가치가 높으므로 특색있는 기능성 식물소재로 활용 가치가 매우 높다. 그러나 추출물의 생리활성 및 유효성분에 관한 연구가 미약하므로 본 연구결과를 기본으로 하여 차후 유효성분 분리 및 *in vivo* 실험을 진행할 예정이다.

Fe²⁺ chelating 효과는 산국 꽃에서 가장 높았으나 모든 추출물의 Fe²⁺ chelating 효과는 합성 아미노산인 EDTA (RC₅₀=0.03 mg·mL⁻¹)보다 낮게 나타났다(Table 3). Radical 소거능이 가장 높았던 울릉국화 꽃 추출물은 Fe²⁺ chelating 효과는 가장 낮게 나타났으며(RC₅₀=3.92 mg·mL⁻¹), chelating 효과가 가장 우수한 산국 꽃 추출물(RC₅₀=0.72 mg·mL⁻¹)보다 Fe²⁺ chelating 효과가 5.5배 낮게 나타났다. 따라서 체내 산화의 원인물질인 radical 제거에는 울릉국화 추출물이 효과적이지만, O₂⁻, H₂O₂, RO· ROO· 등의 2차 radical을 생성시켜 인체 산화를 촉진시키는 ferrous ion을 chelating

하여 안정화시키기에는(Fridovich, 1986) 산국 꽃 추출물이 효과적이므로 천연물질로 항산화제를 개발할 때에는 각각의 항산화기작에 효과적인 여러 추출물을 복합적으로 사용하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

부위별 지질과산화 억제활성

최근 불포화 지방산을 다량 함유한 음식물의 소비가 늘어가는 추세에 따라 지방산의 산화를 방지하기 위한 항산화제의 중요성이 증가되고 있다(Jeong 등, 2007). 본 연구에서 산국, 감국 및 울릉국화의 linoleic acid에 대한 지질과산화 억제활성을 조사한 결과, 3종 모두 꽃보다 잎+줄기 추출물에서 지질과산화 억제활성이 우수하였으며 꽃 추출물은 반응 8일 이후에는 지질과산화 억제활성을 나타내지 않았다. 억제활성이 가장 높은 울릉국화 잎+줄기 추출물은 합성항산화제인 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하였으며 반응 32일 이후에도 41.01%의 높은 지질과산화 억제활성을 보였다. 또한 산국 잎+줄기 추출물은 반응 16일 이후에 40.41%의 지질과산화 억제활성을 보여 BHT(50.47%)와 유사한 억제활성을 보였다. 그러나 산국 잎+줄기 추출물은 16일, BHT는 20일 이후에는 억제활성을 보이지 않았다. 연구의 결과, *Dendranthema*속 식물들은 국화과 *Aster*속 식물들보다 지질과산화 억제활성이 높고(Woo 등, 2008a), 약용 양치식물인 고사리, 쇠고비, 석위, 봉의꼬리, 부처손, 청나래고사리 등과 지질과산화 억제활성이 유사하였으

Table 4. Inhibitory activity of extracts obtained from three *Dendranthema* species on peroxidation of linoleic acid as measured by the FTC method

Scientific name	Plant part	Inhibitory rate(%)							
		4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day
BHT		89.35	86.42	79.93	50.47	21.42	ND ^z	ND	ND
<i>Dendranthema boreale</i>	Flowers	80.13	50.48	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Shoot	90.21	87.76	78.22	40.41	ND	ND	ND	ND
<i>D. indicum</i>	Flowers	63.59	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Shoot	81.43	71.56	54.21	4.06	ND	ND	ND	ND
<i>D. zawadskii var. lucidum</i>	Flowers	75.74	24.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Shoot	90.31	89.47	80.53	79.92	76.01	62.71	53.76	41.01

^zNot detected.

로(Jeong 등, 2007) 지질과산화물 방지할 수 있는 식물소재로 활용가치가 높으며, 특히 울릉국화의 잎+줄기 추출물은 합성 항산화제인 BHT를 대체할 수 있는 천연물로 사용 가능할 것으로 생각된다.

적 요

*Dendranthema*속의 산국, 감국 및 울릉국화의 꽃과 잎 줄기(Shoot)를 80% 에탄올을 용매로 환류냉각추출하여 페놀성물질 함량, DPPH radical과 ABTS radical 소거능, ferrous ion chelating 효과 및 linoleic acid에 대한 지질과산화 억제활성을 측정하였다. 연구의 결과, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 물질 함량은 울릉국화에서 가장 높았으며 특히, 울릉국화 꽃에서 함량이 높았다. DPPH radical과 ABTS radical 소거능 또한 울릉국화 꽃에서 가장 우수하였으며, 울릉국화의 잎줄기에서도 소거능이 높게 나타났다. 그러나 ferrous ion chelating 효과는 산국 꽃에서 가장 높았으며, 울릉국화 꽃에서 가장 낮았다. 지질과산화 억제활성은 울릉국화 잎줄기에서 가장 높았으며, 반응 32일 이후에도 41.01%의 높은 억제활성을 보여 합성 항산화제인 BHT보다 지질산패 억제효과가 우수하였다. 연구의 결과, 울릉국화 꽃 및 잎줄기는 항산화물질함량이 높고 항산화활성이 우수하므로 천연 항산화소재로 적합하였다. 또한 동일한 식물도 부위에 따라 항산화효과가 다른 것을 확인하였으며, 항산화효과의 종류에 따라 우수한 활성을 보이는 식물종이 각기 다르므로 사용 목적에 따라 식물종을 선택적으로 사용해야 할 것으로 생각되었다.

사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업 및 산업자원부 한국산업기술평가원 지원의 지역협력연구센터인 충북대학교 생물건강산업개발연구센터의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

인용문헌

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

Branen, A.L. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS* 52:59-63.

Cha, J.Y., S.Y. Kim, S.J. Jeong, and Y.S. Cho. 1999. Effects of hesperetin and naringenin on lipid concentration in oratic acid treated mice. *Kor. J. Life Sci.* 9:389-394.(in Korean)

Choi, Y.J. 1992. *Traditional plant in Korea*. Academic Books. Seoul.(in Korean)

DanBensky, R. and G. Andrew. 1986. *Chinese herbal medicine*. Estland Press, Seattle.

Fridovich, I. 1986. Biological effect of the superoxide radical. *Arch. Biochem. Biophys.* 247:1-11.

Han, W.S. 2003. Isolation and sstructure elucidation of radical scavengers from *Chrysanthemum boreale* Makino. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 11:1-4.(in Korean)

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

Jeong, J.A., S.H. Kwon, and C.H. Lee. 2007. Screening for antioxidative activities of extracts from aerial and under-

- ground parts of some edible and medicinal ferns. Kor. J. Plant Res. 20:185-192.(in Korean)
- Kawaguchi, K., T. Mizuno, K. Aida, and K. Uchino. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. Biosci. Biotechnol. Biochem. 61:102-104.
- Korea National Arboretum(KNA) and The Korean Society of Plant Taxonomists. 2007. A Synonymic list of vascular plants in Korea. Kor. Natl. Arb. Pocheon.(in Korean)
- Labuza, T.P. 1971. Kinetics of lipid oxidation in foods. CRC Crit. Rev. Food Technol. 2: 335-405.
- Lee, C.B. 2003. Illustrated flora of Korea. Hyangmoonsa. Seoul.(in Korean)
- Lee, S.H., I.G. Hwang, H.K. Lee, S.L. Shin, Y.D. Chang, C.H. Lee, and H.S. Jeong. 2009a. Quality characteristics and antioxidant activity of *Chrysanthemum indicum* L., *C. boreale* M., and *C. zawadskii* K. flowers candies. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 38:1406-1413.(in Korean).
- Lee, S.H., I.G. Hwang, J.W. Nho, Y.D. Chang, C.H. Lee, K.S. Woo, and H.S. Jeong. 2009b. Quality characteristics and antioxidant activity of *Chrysanthemum indicum* L., *Chrysanthemum boreale* M. and *Chrysanthemum zawadskii* K. powdered teas. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 38:824-831.(in Korean).
- 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. Kor. J. Food. Sci. Technol. 37:233-240.(in Korean).
- Lee, Y.A., H.Y. Kim, and E.J. Cho. 2005. Comparasion of methanol extracts from vegetables on antioxidative effect under *In Vitro* and cell system. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 34:1151-1156.(in Korean)
- Liu, H., N. Qiu, H. Ding, and R. Yao. 2008. Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese herbals suitable for medical or food uses. Food Res. Internat. 41:363-370.
- McKee, T. and J.R. McKee. 2002. Biochemistry. 3th ed. McGraw-Hill, New York, USA.
- Min, S.H. and B.R. Lee. 2007. Antioxidant activity of medicinal plant extracts cultivated in Jechon. Kor. J. Food Cult. 22:336-341.(in Korean)
- NFRI. 1990. Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation(2). National Food Research Institute, Skuba.
- 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 Rad. Biol. Med. 26:1231-1237.
- Shin, G.C. and Y.C. Shin. 1992. New our talk large a dictionary. Samsung publishing company, Seoul.(in Korean)
- 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.
- Woo, J.H., H.S. Jeong, J.S. Yu, Y.D. Chang, and C.H. Lee. 2008a. Antioxidant effect of extracts obtained from four *Aster* species native to Korea. Kor. J. Plant Res. 21:52-59.(in Korean)
- Woo, K.S., J.S. Yu, I.G. Hwang, Y.R. Lee, C.H. Lee. H.S. Yoon, J.S. Lee, and H.S. Jeong. 2008b. Antioxidant activity of volatile compounds in flower of *Chrysanthemum indicum*, *C. morifolium*, and *C. zawadskii*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 37:805-809.(in Korean)
- Yen, G.C., P.D. Duhb, and H.L. Tsaia. 2002. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. Food Chem. 79:307-313.
- Yoo, M.Y., S.H. Park, Y.M. Kang, and J.Y. Yang. 2005. Characterization of antioxidants extracted from leaves of *Sanjook*(*Sasa boreails* var. *chiisanensis*). J. Life Sci. 15:796-801.(in Korean)

(접수일 2009.10.12; 수락일 2010.1.22)