

## 국화과 *Chrysanthemum*속 식물 3종의 항산화 효과

- 연구노트 -

우정향<sup>1</sup> · 신소림<sup>1</sup> · 정헌상<sup>2</sup> · 이철희<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 원예과학과

<sup>2</sup>충북대학교 식품공학과

### Antioxidant Effect of Extracts Obtained from Three *Chrysanthemum* Species

Jeong Hyang Woo<sup>1</sup>, So Lim Shin<sup>1</sup>, Heon Sang Jeong<sup>2</sup>, and Cheol Hee Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Horticultural Science and <sup>2</sup>Dept of Food Science and Technology,  
Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

#### Abstract

To develop a natural antioxidant from three *Chrysanthemum* species, flower and shoot extracts of *Chrysanthemum frutescens*, *Chrysanthemum morifolium* and *Chrysanthemum zawadskii* ssp. *naktongense* were obtained and their phenolic compound contents, scavenging effects on DPPH and ABTS radicals, ferrous ion chelating effects and inhibition activity on lipid peroxidation of linoleic acid were studied. Shoots of *C. morifolium* showed the highest levels in all above mentioned analyses. Especially, shoot extract of *C. morifolium* had high scavenging activities on ABTS radicals, similar to ascorbic acid or BHT. Ferrous ion chelating effect was the lowest in a *C. morifolium* shoot extract, but the highest in a *C. morifolium* flower extract. Inhibition activity on lipid peroxidation of linoleic acid was the highest with *C. frutescens* and *C. morifolium* shoots, but activity was lower than BHT. From present study, a shoot extract of *C. morifolium* is demonstrated as a valuable source for the development of a natural antioxidant. However, due to its low levels of ferrous ion chelating effects and inhibition activity on lipid peroxidation, a combination of other antioxidants with *C. morifolium* extract is recommended for the development of a new antioxidant.

**Key words:** *Chrysanthemum frutescens*, *Chrysanthemum morifolium*, *Chrysanthemum zawadskii* ssp. *naktongense*, phenolic compound, radical scavenging

#### 서 론

쌍자엽 식물 중 가장 진화된 식물분류군인 국화과 식물은 약 23,000 여종이 전 세계에 가장 넓게 분포하고 있다. 그 중 *Chrysanthemum*속 식물들은 약 30여종이 있으며, 아시아 및 북부 유럽에 자생한다. *Chrysanthemum*속 식물들은 관상 가치가 높아 실내외 조경에 자주 사용하며, 약리적 효과가 우수하여 동서양에서 식·약용식물로 두루 사용되어 왔다. *Chrysanthemum*속 식물의 대표적 약리효과로는 항에이즈(1,2), 항균(3) 및 항진균(4) 등의 효과가 있으며, 최근에는 *Chrysanthemum*속 식물의 우수한 항산화효과도 보고되고 있다.

본 연구에 사용된 마가렛은 항균활성(5), 국화는 꽃 추출물의 항산화활성, 텔라닌 생성 억제활성 및 항변이성(6) 등이 보고되어 있으며, 낙동구절초는 한국의 태백산 서남쪽에서 자라는 구절초의 일종으로 구절초와 같이 약용으로 이용되는 것으로 알려져 있으나 생리활성에 관한 과학적 연구결과는 보고된 바 없다.

그동안 국화과 식물의 기능성 생리활성에 관한 연구 및 상품 개발은 주로 꽃에 한정되어왔으나(7,8), 식물은 부위에 따라 기능성 생리활성에 차이가 있으므로(9) 부위별 생리활성을 분석하여 적정 활용방안을 개발할 필요가 있다. 특히 꽃보다 수확량이 많은 잎줄기를 건강 기능성 소재로 활용할 수 있다면 경제적인 식물소재로 사용할 수 있으며, 국화류 재배 시 도장 방지 및 개화수 증가를 위한 적심처리에서 발생하는 부산물 및 꽃을 수확하고 남은 부산물을 효율적으로 처리할 수 있으므로 재배농가의 부산물 처리 비용을 절감하고 소득을 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 국화과 *Chrysanthemum*속의 마가렛, 국화 및 낙동구절초의 꽃과 잎줄기 추출물의 항산화물질 함량 및 항산화활성을 분석하여 식물의 부위에 따른 항산화효과를 비교하고, 천연 항산화 소재로 개발 가치가 높은 식물과 부위를 선별하여 향후 국화과 식물을 이용한 기능성 소재 개발의 기초자료로 활용하고자 하였다. 특히 기능성 식물소재로 활용도가 낮았던 잎줄기의 생리활성을 분석하여 부산물로 버려지는 잎줄기의 활용도를 증가시키고자 하였다.

\*Corresponding author. E-mail: leech@chungbuk.ac.kr  
Phone: 82-43-261-2526, Fax: 82-43-271-5449

## 재료 및 방법

### 식물 재료 및 추출

충북 청원군에 소재한 노지 실험포장에서 재배하던 마가렛(*Chrysanthemum frutescens*)의 꽃은 6월, 잎줄기는 8월에 수확하였다. 국화(*Chrysanthemum morifolium*)의 잎줄기는 충북 청원군의 노지 실험포장에서 9월에 수확하였으며, 꽃은 충북 청주시에 위치한 비닐하우스에서 10월에 수확하였다. 낙동구절초(*Chrysanthemum zawadskii* ssp. *nak-tongense*)의 꽃, 잎 및 줄기는 충북 청주시에 위치한 비닐하우스에서 10월에 수확하였다. 식물재료는 수확 후 바로 수세하여 동결건조기(FD8512, Il Shin Lab. Co. Ltd., Yangju, Korea)로 동결건조 한 다음 분쇄하였다. 분쇄한 건조시료는 80% 에탄올을 용매로 60°C에서 6시간 동안 환류냉각 추출하였다. 추출물은 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan) 2장으로 감압여과 한 후 잔사를 2회 재추출하여 총 3회 추출하여 실험에 사용하였다. 최종 추출물은 아래의 식에 의하여 추출수율을 구하였으며, 질소를 충전하여 -70°C(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Busan, Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

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

A: 가용성 고형분 농도( $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ ), B: 총 추출량(mL), C: 동결건조 시료량(mg)

### 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정

총 폴리페놀 함량을 측정하기 위하여 추출물 0.1 mL, 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2 mL를 혼합하고 3분 후에 1 N Folin & Ciocalteu's phenol reagent(F9252, Sigma, St. Louis, MO, USA)를 0.1 mL 첨가하여 실온에서 30분 동안 반응시킨 후 UV/Visible spectrophotometer(Ultrospec 4000, Pharmacia Biotech., Orsay, France)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다(10). Tannic acid를 표준물질로 하여 작성한 검량선으로 건조시료 g당 총 폴리페놀 함량(mg)을 tannic acid 기준으로 환산하여 나타냈다. 총 플라보노이드 함량은 추출물 0.2 mL, diethylene glycol(H26456, Sigma) 2 mL, 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하여 37°C의 항온수조(VS-190CS, Vision Sci., Bucheon, Korea)에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정한다. 다음, naringin을 표준물질로 작성한 검량선에 대입하여 건조시료 g당 총 플라보노이드 함량( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )을 naringin 기준으로 환산하여 나타냈다(11).

### Radical 소거활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl; D9132, Sigma) radical 소거능은 추출물 0.2 mL와 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL을 혼합하여 실온 암상에서 30분 동안 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정한다. 다음 시료 첨가구와 시료 대신 용매를 첨가한 대조군의 흡광도 차이를 아래의 식에 의하여 백분율(%)로 구하였다(12). 단순회귀분석을 통하여 시료 무

침가구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도( $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ )를  $\text{RC}_{50}$ 값으로 나타냈다. 양성 대조군으로는 BHT(2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol; B1378, Sigma, Deisenhofen, Germany)와 ascorbic acid(A5960, Sigma, Beijing, China)를 사용하였다.

$$\text{Electron donating activity (EDA, \%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 대조군의 흡광도

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)diammonium salt; A9941, Sigma, St. Louis, MO, USA] radical 소거활성은 ABTS radical cation decolorization assay를 이용하여 측정하였다(13). 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온 · 암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 실험 직전에 ABTS 용액을 732 nm에서 흡광도가  $0.700 \pm 0.030$ (mean  $\pm$  SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 농도별 추출물 50  $\mu\text{L}$ 에 ABTS 용액 950  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거능( $\text{RC}_{50}$ )은 DPPH radical 소거능과 같은 방법으로 계산하였으며, 소거능을 비교하기 위한 양성 대조군은 BHT와 ascorbic acid를 사용하였다.

### Ferrous ion chelating 효과 측정

추출물 1 mL, 80% 에탄올 0.8 mL, 2 mM  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  [iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma, St. Louis, MO, USA] 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine[3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; P5338, Sigma] 용액 0.1 mL를 첨가한 다음 혼합하여 실온에서 10분간 반응시켰으며, 562 nm에서 흡광도를 측정하였다(14). 추출물의 chelating 효과는 아래의 수식에 따라 산출한 후, 단순회귀분석을 이용하여 ferrous ion을 50% chelating 시키는데 필요한 시료의 농도( $\text{RC}_{50}$ )를 구하였으며, 대조구로는 대표적 chelating agent인 EDTA를 사용하였다.

$$\text{Chelating activity (\%)} = (1 - A / B) \times 100$$

A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 용매 첨가구의 흡광도

### 지질과산화 억제활성 측정

가용성 고형분 농도를  $0.125 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 로 조절한 시료 0.5 mL, 99.9% 에탄올에 녹인 2.51% linoleic acid(L1376, Sigma, St. Louis, MO, 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) 0.1 mL, 20 mM ferrous chloride[iron(II) chloride tetrahydrate; 220299, Sigma] 0.1 mL를 첨가하여 혼합한 후 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 조사하여 산화정도를 측정하였다(15). 양성 대조군은 추출물 대신 BHT를

동일 농도로 반응액을 조성하여 실험하였다. 지질과산화 억제율은 아래와 같이 구하였다.

$$\text{지질과산화 억제율 (\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 추출물이 첨가된 반응물의 흡광도

B: 추출물 대신 용매가 첨가된 반응물의 흡광도

#### 통계처리

모든 실험은 3반복을 1회로 하여 2회 이상 반복 실험하였다. 통계처리는 SAS version 9.1(SAS institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 Duncan의 다중검정방법(Duncan's multiple range test)로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 수분함량 및 추출수율

마가렛, 국화 및 낙동구절초의 꽃의 수분함량은 83.9~84.3%, 추출수율은 28.4~42.8%, 잎줄기의 수분함량은 70.6~90.4%, 추출수율은 16.1~26.4%로 나타났다(Table 1). 추출수율은 모두 꽃에서 우수하였는데, 마가렛, 국화 및 낙동구절초 꽃의 추출수율은 잎줄기의 추출물보다 각각 1.6, 1.4, 1.8배 높았다. 대체로 꽃이 잎줄기보다 수분함량이 적고, 추출수율이 높았으므로 추출소재로 적합한 것으로 생각되었다. 그러나 꽃은 수확시기가 한정적이며, 수확량이 잎줄기보다 적으므로 산업화하기 위해서는 수확량과 추출효율을 같이 고려해야 할 것으로 생각된다.

### 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

체내 radical을 제거하여 산화방지 효과를 내는 페놀성 물질인 총 폴리페놀과 플라보노이드의 함량을 분석한 결과 총

폴리페놀의 함량은 23.31~77.50 mg·g<sup>-1</sup>, 총 플라보노이드 함량은 11.84~56.49 mg·g<sup>-1</sup>으로 나타났다(Table 2). 총 폴리페놀 함량은 국화의 잎줄기에서 가장 높았으며, 총 폴리페놀 함량이 가장 적게 나타난 낙동구절초의 잎줄기보다 3.3배 많이 함유되어 있었다. 국화의 잎줄기와 꽃의 총 폴리페놀 함량을 비교한 결과, 국화의 잎줄기는 국화의 꽃보다 2.7배 많은 총 폴리페놀이 함유되어 있었다. 총 플라보노이드 함량 또한 국화의 잎줄기에서 가장 높았다. 국화의 잎줄기에 함유된 총 플라보노이드의 함량은 꽃보다 3.4배 많았으며, 본 연구에서 총 플라보노이드의 함량이 가장 낮게 나타난 낙동구절초 꽃보다 총 플라보노이드의 함량이 4.8배 많았다.

연구의 결과, 식물 중에 따라 생리활성 물질의 함량이 다르며, 같은 식물도 부위에 따라 생리활성 물질의 함량이 크게 다른 것을 알 수 있었다. 식물의 부위별 총 폴리페놀의 함량을 비교한 결과, 마가렛은 부위에 따른 총 폴리페놀의 함량차가 없었으나 국화는 잎줄기, 낙동구절초는 꽃에서 총 폴리페놀의 함량이 많았다. 부위별 총 플라보노이드의 함량을 비교한 결과, 마가렛은 꽃, 국화와 낙동구절초는 잎줄기에서 총 플라보노이드의 함량이 많았다. 따라서 식물의 종과 생리활성 물질의 종류에 따라 많이 함유된 부위가 다르므로 식물의 생리활성 물질을 이용하기 위해서는 각 식물과 이용하고자하는 생리활성 물질의 종류에 따라 적정 부위를 선택적으로 사용해야 할 것으로 생각되었다.

본 연구에서 페놀성 물질의 함량이 가장 우수한 것으로 나타난 국화의 잎줄기는 약용식물인 팔각, 뽕나무 잎, 육두구, 생강(16), 감초 뿌리, 오갈피나무 수피와 뿌리, 갈근뿌리, 산수유 열매, 당귀 뿌리(17), 국화과의 홍화(18), 참취 잎줄기와 해국, 벌개미취, 단양쑥부쟁이의 꽃과 잎줄기(19)보다 총

Table 1. Moisture content and extraction yield of three *Chrysanthemum* species

Scientific name	Korean name	Plant part	Moisture (%)	Extraction yield (%; dry basis)
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	마가렛	Flowers	83.9±0.8 <sup>b1)</sup>	42.8±0.1 <sup>a</sup>
		Shoot	85.3±1.2 <sup>b</sup>	26.4±0.2 <sup>d</sup>
<i>C. morifolium</i>	국화	Flowers	83.9±0.9 <sup>b</sup>	31.5±0.4 <sup>b</sup>
		Shoot	70.6±0.8 <sup>c</sup>	22.6±0.9 <sup>e</sup>
<i>C. zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	낙동구절초	Flowers	84.3±0.2 <sup>b</sup>	28.4±0.3 <sup>c</sup>
		Shoot	90.4±0.4 <sup>a</sup>	16.1±0.4 <sup>f</sup>

<sup>1)</sup>Means within the same column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

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

Scientific name	Plant part	Total polyphenols <sup>1)</sup>		Total flavonoids <sup>2)</sup>	
		(mg·g <sup>-1</sup> , dry basis)			
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	Flowers	43.22±0.58 <sup>b3)</sup>	34.83±0.06 <sup>b</sup>		
	Shoot	43.45±0.30 <sup>b</sup>	20.75±0.02 <sup>c</sup>		
<i>C. morifolium</i>	Flowers	29.24±0.27 <sup>d</sup>	16.78±0.30 <sup>cd</sup>		
	Shoot	77.50±0.28 <sup>a</sup>	56.49±3.20 <sup>a</sup>		
<i>C. zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	Flowers	35.27±0.71 <sup>c</sup>	11.84±0.73 <sup>e</sup>		
	Shoot	23.31±0.48 <sup>c</sup>	14.07±0.17 <sup>d</sup>		

<sup>1)</sup>mg of total polyphenol contents per gram each dried extract as equivalent of tannic acid.

<sup>2)</sup>mg of total flavonoid contents per gram each dried extract as equivalent of naringin.

<sup>3)</sup>Means within the same column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 높으므로 페놀성 물질 함량이 높은 식물성 항산화소재로 활용 가치가 높은 것으로 생각되었다.

#### Radical 소거능 및 ferrous chelating 효과

Free radical의 일종이며, 체내 산화의 원인으로 알려진 DPPH radical(12)이 항산화물질에 의하여 환원되는 원리를 이용하여 DPPH radical 소거능을 측정한 결과, 국화의 잎줄기 추출물에서 소거능이 가장 우수했으며( $RC_{50}=0.13 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), 국화의 꽃 추출물( $RC_{50}=0.54 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ )에서 소거능이 가장 낮았다(Table 3). 국화의 잎줄기 추출물은 3종의 *Chrysanthemum*속 식물의 꽃과 잎줄기 추출물 중 DPPH radical 소거활성이 가장 높았으나, 시판중인 항산화제인 ascorbic acid와 BHT보다는 소거능이 낮았다.

Potassium persulfate와 반응하여 형성된 청록색의 ABTS radical cation이 추출용액의 항산화 물질에 의하여 소거되어 탈색되는 원리를 이용하여 ABTS radical 소거능을 측정한 결과, ABTS radical 소거능은 국화의 잎줄기 추출물에서 가장 높고( $RC_{50}=0.18 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ), 낙동구절초의 꽃 추출물( $RC_{50}=0.42 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ )에서 가장 낮았다(Table 3). 국화 잎줄기 추출물의 ABTS radical 소거능은 ascorbic acid ( $RC_{50}=0.20 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ) 및 BHT( $RC_{50}=0.22 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ )와 유사하게 나타나 ABTS radical 소거능이 매우 강한 것을 알 수 있었다.

체내에서 세포의 지질 및 단백질의 산화를 촉진하는  $Fe^{2+}$ (19)의 chelating 효과를 분석한 결과, 국화의 꽃 추출물( $RC_{50}=0.94 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ )에서  $Fe^{2+}$  chelating 효과가 가장 우수하였다(Table 3). 상기의 연구에서 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 가장 높게 나타난 국화의 잎줄기 추출물은 DPPH 및 ABTS radical 소거능도 가장 우수하게 나타났으나,  $Fe^{2+}$  chelating 효과는 가장 낮았다( $RC_{50}=12.82 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ). 이는 금속이온을 제거할 수 있는 물질과 radical을 제거할 수 있는 물질이 다르기 때문이며(20), 따라서 국화의 잎줄기는 radical을 효과적으로 제거할 수 있는 페놀성 물질

의 함량은 높지만 금속이온을 제거할 수 있는 생리활성 물질의 함량은 매우 낮은 것으로 생각되었다. 한편 본 연구에서 사용한 모든 추출물은 금속이온 chelating agent인 EDTA보다  $Fe^{2+}$ 의 chelating 효과가 극히 낮았으므로 체내에 생성된  $Fe^{2+}$ 를 효과적으로 제거시킬 수 있는 천연물로 활용하기는 어려운 것으로 생각되었다.

#### Linoleic acid에 대한 지질과산화 억제활성

인지질의 구성성분인 linoleic acid는 free radical과 결합하여 hydroperoxide로 산화되는데, free radical에 의하여 산화된 linoleic acid는 DNA 손상에 강력한 영향을 미치므로 체내 지질과산화를 방지하는 것은 노화 및 질병예방에 매우 중요하다(21). 또한, 식품에 함유된 지질의 과산화는 식품의 영양소 파괴, 색과 향미 등 관능저하 및 변질을 유발하므로 천연물 유래 지질과산화 억제물질은 건강기능성 식품 및 식품 보존제로 다양하게 활용 가능하다(22).

$0.125 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 의 농도로 조절된 추출물의 linoleic acid 과산화 억제활성을 조사한 결과, 반응 4일째에는 마가렛의 꽃 추출물에서 지질과산화 억제활성이 가장 우수하였으며(90.19%), BHT와 지질과산화 억제활성이 유사하였다(Table 4). 마가렛 꽃의 추출물을 제외한 나머지 추출물은 68.69~77.40%의 우수한 지질과산화 억제활성을 보였다. 그러나 국화의 꽃 및 낙동구절초의 꽃과 잎줄기의 추출물은 반응 4일 이후에는 지질과산화 억제활성을 보이지 않았다. 반응 초기 지질과산화 억제활성이 가장 우수하였던 마가렛의 꽃 추출물은 12일까지도 60.22%의 높은 지질과산화 억제활성을 유지하였으나, 12일 이후에는 활성을 보이지 않았다. 마가렛과 국화의 잎줄기 추출물은 반응 12일째에 각기 20.10과 60.73%의 지질과산화 억제활성을 보였으며, 반응 16일째에도 지질과산화 억제활성을 보였으나 각기 5.64와 3.98%로 억제활성은 미비하였다. 따라서 마가렛의 꽃과 국화의 잎줄기 추출물은 지질과산화 억제활성이 비교적 우수하지만 단독으로는 장기간 동안 지질과산화를 효과적으로 억제할 수 없으므로 다른 추출물 또는 항산화제와 혼용하여 사용해야

Table 3. Antioxidant activities of extracts obtained from three *Chrysanthemum* species (mg·mL<sup>-1</sup>)

Scientific name	Plant part	DPPH $RC_{50}$ <sup>1)</sup>	ABTS <sup>++</sup> $RC_{50}$ <sup>2)</sup>	$Fe^{2+}$ $RC_{50}$ <sup>3)</sup>
Ascorbic acid		0.03±0.00 <sup>e4)</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	—
BHT		0.12±0.00 <sup>b</sup>	0.22±0.00 <sup>a</sup>	—
EDTA		—	—	0.03±0.00 <sup>a</sup>
<i>Chrysanthemum frutescens</i>	Flowers	0.41±0.03 <sup>d</sup>	0.41±0.03 <sup>c</sup>	3.42±0.15 <sup>d</sup>
	Shoot	0.26±0.01 <sup>c</sup>	0.28±0.01 <sup>b</sup>	1.54±0.01 <sup>c</sup>
<i>C. morifolium</i>	Flowers	0.54±0.01 <sup>e</sup>	0.32±0.02 <sup>b</sup>	0.94±0.08 <sup>b</sup>
	Shoot	0.13±0.00 <sup>b</sup>	0.18±0.01 <sup>a</sup>	12.82±0.37 <sup>c</sup>
<i>C. zawadskii</i> ssp. <i>naktongense</i>	Flowers	0.43±0.00 <sup>d</sup>	0.42±0.01 <sup>c</sup>	1.18±0.06 <sup>bc</sup>
	Shoot	0.40±0.01 <sup>d</sup>	0.41±0.02 <sup>c</sup>	1.00±0.01 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>Concentration of the material which is required to scavenge 50% of 0.15 mM DPPH radicals.

<sup>2)</sup>Concentration of the material which is required to scavenge 50% of 7.4 mM ABTS radicals.

<sup>3)</sup>Concentration of the material which is required to reduction 50% of ferrous ion.

<sup>4)</sup>Means within the same column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

Table 4. Inhibitory activity of extracts obtained from three *Chrysanthemum* species on lipid 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±0.36 <sup>1)</sup>	86.42±0.66 <sup>a</sup>	79.93±0.61 <sup>a</sup>	50.47±0.62 <sup>a</sup>	21.42±0.12	ND <sup>2)</sup>	ND	ND
<i>Chrysanthemum</i>	Flowers	90.19±0.23 <sup>a</sup>	87.40±0.68 <sup>a</sup>	60.22±0.52 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
<i>frutescens</i>	Shoot	68.69±0.13 <sup>d</sup>	50.33±1.05 <sup>c</sup>	20.10±0.36 <sup>c</sup>	5.64±0.05 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND
<i>C. morifolium</i>	Flowers	77.40±0.21 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Shoot	73.32±0.20 <sup>c</sup>	66.01±0.25 <sup>b</sup>	60.73±1.19 <sup>b</sup>	3.98±0.20 <sup>b</sup>	ND	ND	ND	ND
<i>C. zawadskii</i> ssp.	Flowers	74.69±0.16 <sup>c</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>naktongense</i>	Shoot	73.07±0.28 <sup>c</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>Means within the same column with different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

<sup>2)</sup>Not detected.

할 것으로 생각되었다.

연구의 결과, *Chrysanthemum* 식물의 잎줄기는 꽃보다 수분함량이 높고 추출수율이 낮은 단점이 있으나, 항산화물질의 함량이 높고 항산화활성이 비교적 우수하므로 항산화 기능성 소재로 활용할 수 있을 것으로 생각되었다. 특히 국화의 잎줄기는 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 가장 높고, radical 소거활성이 우수하며 지질과산화 억제활성도 비교적 우수하였으므로, 가을철 국화 축제 및 경관산업 등의 소재로 자주 사용되는 국화의 재배 중에 발생하는 잎줄기 및 꽃이 지고 남은 잎줄기를 이용하여 다양한 항산화 기능성 제품을 개발할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 국화의 잎줄기는 향이 강하고 쓴 맛이 강한 편이므로 차후 이를 제거하여 소비자의 기호를 높일 수 있는 방법을 개발할 필요가 있는 것으로 생각된다.

## 요 약

천연 항산화제를 개발하기 위하여 80% 에탄올을 용매로 환류냉각 추출한 마가렛, 국화 및 낙동구절초의 꽃과 잎줄기 (shoot)의 페놀성 물질 함량, DPPH radical과 ABTS radical 소거능, ferrous ion chelating 효과 및 linoleic acid에 대한 지질과산화 억제활성을 측정하였다. 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능은 국화 잎줄기 추출물에서 가장 높았으며, 특히 국화 잎줄기 추출물의 ABTS radical 소거능은 천연 항산화제인 ascorbic acid와 합성 항산화제인 BHT와 유사하였다. 그러나 Fe<sup>2+</sup> chelating 효과는 국화 잎줄기 추출물에서 가장 낮았으며, 국화 꽃 추출물에서 가장 우수하였다. Linoleic acid에 대한 지질과산화 억제활성은 마가렛과 국화 잎줄기 추출물에서 가장 우수하였으나, BHT보다 억제활성이 낮았다. 연구의 결과, 국화 잎줄기 추출물은 페놀성 물질 함량 및 radical 소거활성이 우수하여 천연 항산화제로 개발 가치가 매우 높은 것으로 생각되었다. 그러나 금속이온 chelating 및 지질과산화 억제활성은 다소 낮으므로, 다발적으로 발생하는 산화스트레스를 방지하기 위한 항산화제를 개발하고자 할 때는 국화 잎줄기 추출물과 다른 항산화제를 같이 사용하는

것이 좋을 것으로 생각된다.

## 감사의 글

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

## 문 헌

- Collins RA, Ng TB, Fong WP, Wan CC, Yeung HW. 1997. A comparison of human immunodeficiency virus type 1 inhibition by partially purified aqueous extracts of Chinese medicinal herbs. *Life Sci* 60: 345-351.
- Hu CQ, Chen K, Shi Q, Kilkuskie RE, Cheng YC, Lee KH. 1994. Anti-AIDS agents, 10. Acacetin-7-O-beta-D-galactopyranoside, an anti-HIV principle from *Chrysanthemum morifolium* and a structure-activity correlation with some related flavonoids. *J Nat Prod* 57: 42-51.
- Sassi AB, Harzallah-Skhiri F, Bourgougnon N, Aouni M. 2008. Antimicrobial activities of four Tunisian *Chrysanthemum* species. *Ind J Med Res* 127: 183-192.
- Marongiu B, Piras A, Porcedda S, Tuveri E, Laconi S, Deidda D, Maxia A. 2009. Chemical and biological comparisons on supercritical extracts of *Tanacetum cinerariifolium* (Trevir) Sch. Bip. with three related species of chrysanthemums of Sardinia (Italy). *Nat Prod Res* 23: 190-199.
- Gonzalez A, Estevez-Reyes R, Estevez-Braun A, Ravelo AG. 1997. Biological activities of some *Argyranthemum* species. *Phytochemistry* 45: 963-967.
- Tseng WK, Chen YS, Kwan CC. 2009. Study of *Chrysanthemum zawadskii* ssp. *naktongense* flowers extract on the efficacy of antioxidation, inhibiting the formation of melanin and antimutagenicity. *Taiwan J Agric Chem Food Sci* 47: 47-54.
- Park NY, Lee KD, Jeong YJ, Kwon JH. 1998. Optimization of extraction conditions for physicochemical properties of ethanol extracts from *Chrysanthemum boreale*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 585-590.
- Yu JS, Hwang IG, Woo KS, Chang YD, Lee CH, Jeong JH, Jeong HS. 2008. Physicochemical characteristics of *Chrysanthemum indicum* L. flower tea according to different pan-firing times. *Korean J Food Sci Technol* 40: 297-302.

9. Kwon YD, Ko EY, Hong SJ, Park SW. 2008. Comparison of sulforaphane and antioxidant contents according to different parts and maturity of broccoli. *Kor J Hort Sci Technol* 26: 344-349.
10. Velioglu YS, Mazza G, Cao L, Oomah BD. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J Agric Food Chem* 46: 4113-4117.
11. NFRI. 1990. *Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation (2)*. National Food Research Institute, Skuba, Japan.
12. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
13. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
14. Yen GC, Duhb PD, Tsaia HL. 2002. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and garlic acid. *Food Chem* 79: 307-313.
15. Haraguchi H, Hashimoto K, Yagi A. 1992. Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. *J Agric Food Chem* 40: 1349-1351.
16. Liu H, Qiu N, Ding H, Yao R. 2008. Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Res Internat* 41: 363-370.
17. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
18. Kim HJ, Jun BS, Kim SK, Cha JY, Cho YS. 2000. Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 1127-1132.
19. Decker EA, Hultin HO. 1992. Lipid oxidation in muscle foods via redox iron. In *Lipid oxidation in food*. St. Angelo AJ, ed. ACS Symposium Series 500, Washington, DC, USA. p 1-11.
20. Seo SJ, Choi Y, Lee SM, Kong S, Lee J. 2008. Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 129-135.
21. de Kok TMCM, Zwingman I, Moonen EJ, Schilderman PAEL, Rhijnsburger E, Haenen GRMM, Kleinjans JCS. 2003. Analysis of oxidative DNA damage after human dietary supplementation with linoleic acid. *Food Chem Toxicol* 41: 351-358.
22. Lee SE, Sung JS, Jang LB, Kim GS, Ahn TJ, Han HS, Kim JE, Kim YO, Park CB, Cha SW, Ahn YS, Park HK, Bang JK, Seong NS. 2008. Investigation on antioxidant activity in plant resources. *J Med Crop Sci* 16: 356-370.

(2009년 12월 2일 접수; 2010년 3월 22일 채택)