

국화과 식물 종 꽃 에탄올추출물의 항산화효과

우정향 · 신소림 · 이철희[†]
충북대학교 원예과학과

Antioxidant Effects of Ethanol Extracts from Flower Species of Compositae Plant

Jeong Hyang Woo, So Lim Shin, and Cheol Hee Lee[†]

Dept. of Horticultural Science, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

The present experiments were carried out to develop new antioxidants from EtOH extract of flower resources of Compositae plant concerning total polyphenol and flavonoid content, scavenging activities on DPPH and ABTS radicals, ferrous ion chelating effects, and inhibition activity on lipid peroxidation of linoleic acid. EtOH extracts from *Matricaria recutita*, *Cosmos bipinnatus*, *Synurus deltoides*, and *Aster pilosus* showed higher level of total polyphenol content, and the flavonoid content was the highest in *C. bipinnatus*. However, scavenging activity on DPPH radicals was the highest in EtOH extract of *Hieracium pilosella*—1.1 times higher than BHT control. The activity on ABTS radical scavenging was the highest in EtOH extracts of *M. recutita* and *S. deltoides*—2.0 and 1.2 times higher than ascorbic acid, and 2.2 and 1.3 times higher than BHT, respectively. Ferrous ion chelating effects was also the highest in *M. recutita*, but the level was much lower than EDTA. Inhibition activity on lipid peroxidation of linoleic acid, measured at every 4 days for 32 days, was superior and longer lasting with *M. recutita* and *Achillea alpina*, compared to that of BHT. In conclusion, antioxidant activity was different depending on species, so selection of proper plant species for the development of potential antioxidant is very important.

Key words: *Achillea alpina*, ferrous ion chelating, *Matricaria recutita*, phenolic compound, radical scavenging

서 론

노화와 질병의 원인은 대사과정에서 생성된 유해물질의 축적(1), 생체 내 free radical에 의한 세포 내 지질 과산화물 생성(2) 등으로 알려져 있다. 특히 free radical은 세포 구성 성분인 지질, 단백질, 당 및 DNA 등에 대하여 비선택적, 비가역적인 파괴 작용을 함으로써 암을 비롯한 뇌졸중, 파킨슨 병 등의 뇌질환과 심장질환, 허혈, 동맥경화, 피부질환, 소화기질환, 염증, 류마티스, 자기면역질환 등의 각종 질병 및 노화의 주원인이 된다고 알려져 있다(3). 인체는 스스로 산화하여 다른 물질의 산화를 방지하는 비타민 E, 체내 과산화물을 제거하는 SOD 등 체내 산화방지 메커니즘을 가지고 있는데, 체내 산화방지 메커니즘은 급격히 생겨나는 산화물에 대해서는 모두 방어를 할 수 없으므로 항산화제를 섭취하여 인체의 산화를 방지할 필요가 있다.

국화과(Compositae)는 현화식물 중 세계에서 가장 넓게 분포하고 쌍자엽 식물 중에서 가장 진화된 식물분류군이며, 우리나라에는 약 300여종이 존재하는 것으로 알려져 있다. 구절초, 감국, 쑥, 쑥갓, 개미취, 참취, 곰취 등 국화과

식물들은 예로부터 민간에서 약용 및 식용 소재로써 다양하게 사용되어왔다(4). 최근에는 쑥(5), 쑥갓(6), 홍화(7), 참취(8) 등 다양한 국화과 식물의 항산화 효과도 보고되었다. 그러나 아직 항산화 물질함량 및 항산화 효과가 밝혀지지 않은 국화과 식물이 많으므로 이들의 항산화 효과를 탐색하여 경제적이고 효과적인 천연 항산화소재를 개발하는 것이 중요하다.

본 연구는 톱풀, 미국쑥부쟁이, 코스모스, 구절초, 에키나세아, 등골나물, 알프스민들레, 조팝나물, 쯤썸바귀, 저먼캐모마일, 각시취, 울릉비역취, 수리취, 서양민들레의 꽃과 산비장이의 꽃봉오리 등 국화과 식물 중 15종의 꽃으로부터 80% 에탄올추출물을 조제하여 항산화 관련 성분함량 및 항산화 효과를 탐색하여 국화과 식물을 이용한 천연 항산화제 개발의 기초자료를 제공하기 위하여 시행하였다.

재료 및 방법

식물 재료 및 추출

본 연구에 사용된 톱풀(*Achillea alpina*), 미국쑥부쟁이

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

(*Aster pilosus*), 코스모스(*Cosmos bipinnatus*), 구절초(*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*), 에키나세아(*Echinacea angustifolia*), 등골나물(*Eupatorium japonicum*), 알프스민들레(*Hieracium pilosella*), 조밥나물(*Hieracium umbellatum*), 좁쌀바귀(*Ixeris stolonifera*), 저먼캐모마일(*Matricaria recutita*), 각시취(*Saussurea pulchella*), 산비장이(*Serratula coronata* var. *insularis* f. *insularis*), 울릉미역취(*Solidago virgaurea* ssp. *gigantea*), 서양민들레(*Taraxacum officinale*)의 꽃과 수리취(*Synurus deltoides*)의 꽃봉오리는 4~10월에 충북 청원군에 소재한 노지 실험포장에서 재배 중인 식물에서 수확하여 사용하였다(Table 1). 실험재료는 수확 직후 수세하여 동결건조 한 다음 분쇄하였다. 분쇄한 건조시료는 80% 에탄올을 용매로 60°C에서 6시간 동안 환류냉각추출 한 후 감압여과 하였으며, 여과 후 잔사는 2회 반복추출 하여 총 3회 반복 추출하였다. 3회 반복 추출로 얻어진 추출물은 아래의 식으로 추출수율을 구하였으며, 질소충전 하여 $-70 \pm 2^\circ\text{C}$ 에 저장하여 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 플라보노이드 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 추출물 0.1 mL, 2% Na_2CO_3 2 mL를 혼합하고 3분 후에 1 N Folin & Ciocalteu's phenol reagent(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 측정 한 다음 tannic acid를 표준물질로 작성한 검량선을 이용하여 측정하였다(9). 총 플라보노이드 함량은 추출물 0.2 mL, diethylene glycol(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 측정 한 다음 naringin을 표준물질로 작성한 검량선을 이용하여 측정하였다(10).

DPPH radical 및 ABTS radical 소거활성

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl; Sigma) radical 소거능은 희석배율을 달리한 각각의 추출물 0.2 mL와 0.15 mM DPPH 용액 0.8 mL를 혼합하여 실온 암상태에서 30분 동안 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정 한 다음 아래의 식에 의하여 소거활성을 구하였다(11). ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] radical 소거능을 측정하기 위하여 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합한 다음 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 ABTS 용액을 실험 직전에 732 nm에서 흡광도가 0.70 ± 0.03 (mean \pm SE)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 농도별

추출물 50 μL 에 준비된 ABTS 용액 950 μL 를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며(12), 아래의 식에 의하여 소거활성을 구하였다. DPPH와 ABTS radical 소거능은 농도별 추출물의 소거활성을 단순 회귀분석에 대입하여 추출물 무첨가구의 radical 활성을 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도($\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$)를 RC_{50} 값으로 나타냈다. (+)control로는 BHT(butylated hydroxytoluene; Sigma, Deisenhofen, Germany)와 ascorbic acid(Sigma, Beijing, China)를 사용하였다.

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

A: 시료 첨가군의 흡광도

B: 대조군의 흡광도

Ferrous ion chelating 효과

추출물 1 mL, 80% 에탄올 0.8 mL, 2 mM $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ [iron(II) chloride tetrahydrate; Sigma] 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine[3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; Sigma] 용액 0.1 mL를 혼합하여 실온에서 10분 동안 반응시켰으며, 562 nm에서 흡광도를 측정하였다(13). 추출물의 chelating 효과는 아래의 수식에 따라 산출한 후 단순회귀분석을 이용하여 ferrous ion을 50% chelating 시키는데 필요한 시료의 농도(RC_{50})를 구하였으며, 대조구로는 대표적 chelating agent인 EDTA(ethylenediaminetetraacetic acid)를 사용하였다.

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

A: 시료 첨가군의 흡광도, B: 용매 첨가군의 흡광도

지질과산화 억제활성

지질과산화 억제활성은 ferric thiocyanate(FTC) 방법으로 실험하였다(14). 0.125 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 농도의 추출물 0.5 mL, 2.51% linoleic acid(Sigma) 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(Sigma) 0.1 mL, 20 mM ferrous chloride[iron(II) chloride tetrahydrate; Sigma] 0.1 mL를 혼합하여 3분 후에 500 nm에서 흡광도를 조사하여 산화 정도를 측정하였다. 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,

Table 1. Moisture contents of flowers and EtOH extract yields from flower species of Compositae plant

Scientific name	Korean name	Harvest	Moisture (%)	Extract yield (%)
<i>Achillea alpina</i>	톱풀	July	84.3±0.4 ¹⁾	25.0±0.1
<i>Aster pilosus</i>	미국쑥부쟁이	Sept.	72.3±0.9	29.8±0.6
<i>Cosmos bipinnatus</i>	코스모스	Sept.	85.0±1.2	24.4±0.2
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	구절초	Oct.	84.0±1.3	28.1±0.3
<i>Echinacea angustifolia</i>	에키나세아	July	83.4±1.2	22.3±0.5
<i>Eupatorium japonicum</i>	등골나물	Aug.	78.2±0.6	22.6±0.4
<i>Hieracium pilosella</i>	알프스민들레	June	83.4±1.5	42.7±0.8
<i>Hieracium umbellatum</i>	조밥나물	Sept.	80.6±2.4	20.6±0.2
<i>Ixeris stolonifera</i>	좁쌀바귀	May	84.3±1.4	19.5±0.3
<i>Matricaria recutita</i>	저먼캐모마일	June	83.1±0.6	24.9±1.0
<i>Saussurea pulchella</i>	각시취	Sept.	73.6±1.2	32.7±0.5
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	산비장이	Aug.	53.6±0.8	26.2±0.3
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	울릉미역취	Sept.	71.8±0.9	20.8±0.6
<i>Synurus deltooides</i>	수리취	Sept.	65.6±1.5	25.9±0.4
<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	Apr.	85.4±1.2	42.5±0.8

¹⁾Values are mean±SE.

NC, USA)를 이용하여 평균과 표준오차를 구하였다.

결과 및 고찰

수분함량 및 추출수율

국화과 식물 중 15종 꽃의 수분함량과 80% 에탄올추출물의 추출수율을 조사한 결과, 수분함량은 53.6~85.4%, 추출수율은 19.5~42.7%로 종에 따라 수분함량과 추출수율이 크게 다른 것으로 나타났다(Table 1). 15종 꽃의 평균 수분함량은 77.9%였으며, 산비장이의 꽃봉오리(53.6%)에서 가장 낮았고 서양민들레의 꽃(85.4%)에서 가장 높았다. 15종 식물 꽃의 평균 추출수율은 27.2%였으며, 알프스민들레의 꽃에서 추출수율이 가장 높고(42.7%), 좁쌀바귀 꽃의 추출수율(19.5%)이 가장 낮았다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

15종의 꽃으로부터 조제된 80% 에탄올추출물의 총 폴리페놀 함량은 25.67~68.83 mg·g⁻¹, 총 플라보노이드 함량은 14.88~65.46 mg·g⁻¹으로 식물 종에 따라 페놀성 물질 함량이 크게 다르게 나타났다(Table 2). 15종 꽃의 평균 총 폴리페놀 함량은 42.919 mg·g⁻¹이었으며, 저먼캐모마일(68.83 mg·g⁻¹), 코스모스(67.96 mg·g⁻¹), 수리취(67.05 mg·g⁻¹), 미국쑥부쟁이(63.25 mg·g⁻¹)의 꽃에서 함량이 높고, 산비장이 꽃봉오리에서 가장 낮았다(25.67 mg·g⁻¹). 15종 꽃의 평균 총 플라보노이드 함량은 27.469 mg·g⁻¹였으며, 코스모스의 꽃(65.46 mg·g⁻¹)에서 함량이 가장 높고, 각시취의 꽃(14.88 mg·g⁻¹)에서 가장 낮았다. 코스모스 꽃은 각시취보다 총 플라보노이드 함량이 4.4배 높게 나타나 종에 따라 총 플라보노이드 함량 차이가 크게 나타났다. 15종 모두 총 폴리페놀보다 총 플라보노이드 함량이 낮았다. 코스모스의 꽃은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량이 유사하였으나, 각시취의 꽃은 총 폴리페놀이 2.2배 많이 함유되어 총 폴리페놀

Table 2. Phenolic compound contents of EtOH extracts from flower species of Compositae plant (mg·g⁻¹)

Scientific name	Total polyphenols ¹⁾	Total flavonoids ²⁾
<i>Achillea alpina</i>	44.53±0.26 ³⁾	38.27±0.21
<i>Aster pilosus</i>	63.25±0.08	49.74±3.59
<i>Cosmos bipinnatus</i>	67.96±0.19	65.46±2.85
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	32.16±1.00	20.25±0.39
<i>Echinacea angustifolia</i>	49.61±0.29	28.26±0.03
<i>Eupatorium japonicum</i>	37.18±0.31	20.08±0.66
<i>Hieracium pilosella</i>	56.83±0.57	36.41±0.47
<i>Hieracium umbellatum</i>	46.99±0.81	26.73±1.61
<i>Ixeris stolonifera</i>	48.49±0.51	22.71±0.91
<i>Matricaria recutita</i>	68.83±1.00	45.58±0.50
<i>Saussurea pulchella</i>	33.27±0.32	14.88±1.65
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	25.67±1.26	18.18±0.22
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	36.70±0.99	18.09±0.06
<i>Synurus deltooides</i>	67.05±0.20	40.91±2.61
<i>Taraxacum officinale</i>	40.66±0.25	23.11±0.52

¹⁾mg of total polyphenol content per gram each dried EtOH extract as equivalent of tannic acid.

²⁾mg of total flavonoid content per gram each dried EtOH extract as equivalent of naringin.

³⁾Values are mean±SE.

과 플라보노이드의 함량 차이가 컸다. 따라서 식물종에 따라 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량비가 각기 다른 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 코스모스의 꽃이 페놀성 물질 함량이 가장 높았으며, 미국쑥부쟁이와 저먼캐모마일의 꽃과 수리취의 꽃봉오리 또한 페놀성 물질 함량이 높았다. 다른 식물과 비교한 결과, 코스모스 꽃, 미국쑥부쟁이와 저먼캐모마일의 꽃과 수리취 꽃봉오리는 약용식물인 갈근, 하동피, 감초, 산수유(15), 울금, 꽃생강(16)보다 폴리페놀 함량이 높고, 육두구, 생강(17), 독활, 오가피, 황기, 황정, 당귀(18), 감초, 속단, 오가피, 음양곽(15)보다 총 플라보노이드 물질 함량이 높으므로 페놀성 물질을 추출하기 위한 식물 소재로 적합하며, 천

연 항산화제로 개발 가치가 높은 것으로 판단된다.

Radical 소거능 및 ferrous chelating 효과

국화과 15종 꽃의 DPPH radical, ABTS radical 소거능 및 Fe²⁺ chelating 효과를 분석한 결과, DPPH radical 소거능은 알프스민들레의 꽃(RC₅₀=0.11 mg·mL⁻¹), ABTS radical 소거능은 저먼캐모마일(RC₅₀=0.10 mg·mL⁻¹), Fe²⁺ chelating 효과는 알프스민들레의 꽃(RC₅₀=0.90 mg·mL⁻¹)에서 가장 우수하였다(Table 3). 알프스민들레의 꽃 추출물은 합성 항산화제인 BHT와 DPPH radical 소거능이 유사하였다. ABTS radical 소거능이 가장 높은 저먼캐모마일의 꽃 추출물은 천연 항산화제인 ascorbic acid보다 2.0배, BHT보다 2.2배, 수리취 꽃봉오리 추출물은 ascorbic acid보다 1.2배, BHT보다 1.3배 우수하였다. 한편, 모든 추출물의 Fe²⁺ chelating 효과는 대조구인 합성 아미노산 EDTA(RC₅₀=0.03 mg·mL⁻¹)보다 낮았다. 식물 종에 따라 항산화 활성에 큰 차이를 보였는데, DPPH radical 소거능이 가장 낮은 산비장의 꽃봉오리 추출물은 알프스민들레의 꽃 추출물의 7.5%, ABTS radical 소거능이 가장 낮은 서양민들레의 꽃 추출물은 저먼캐모마일의 꽃 추출물의 14.9%, Fe²⁺ chelating 효과가 가장 낮은 미국쑥부쟁이의 꽃 추출물은 알프스민들레의 꽃 추출물의 19.4%의 소거활성을 보였다.

일반적으로 Fe²⁺ chelating 효과는 페놀성 물질함량과 상관관계가 낮지만(19), DPPH 및 ABTS radical 소거능은 페놀성 물질함량이 높을수록 소거활성이 증가되며 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능은 정의 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다(20). 그러나 본 연구에서는 총 플라보노이드 물질 함량이 가장 높았던 코스모스 꽃 추출물의

ABTS radical 소거능은 낮은 편이었으며, 알프스민들레 꽃의 추출물은 코스모스와 미국쑥부쟁이 꽃의 추출물보다 페놀성 물질의 함량이 낮았으나, DPPH radical 소거활성은 오히려 높았다. 또한 알프스민들레의 꽃 추출물은 연구에 사용된 추출물 중 DPPH radical 소거능이 가장 높았으나, ABTS radical 소거능은 비교적 낮은 편에 속하는 등 기존의 연구와 상이한 결과를 보였다.

이는 대부분의 페놀성 물질이 radical을 효과적으로 제거하지만, radical의 기질에 따라 선택적으로 작용하는 페놀성 물질이 존재하기 때문으로 생각된다. 예를 들어, flavonoid는 치환기의 위치에 따라 radical 소거능이 달라지며 특히 B-ring에 methoxyl 그룹이 결합하면 radical 소거능이 감소되는 것으로 보고되어 있으며(21), 폴리페놀의 일종인 (+)-1-hydroxypinoresinol-1-β-D-glycoside와 homoplantaginin은 ABTS radical은 제거할 수 있지만 DPPH radical은 소거하지 못한다(22). 따라서 알프스민들레의 꽃에는 ABTS radical 소거활성은 낮으나, DPPH radical을 효과적으로 제거할 수 있는 물질이 함유되어 있는 것으로 생각되며, 차후 이에 관한 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Linoleic acid에 대한 지질과산화 억제활성

인지질의 구성성분이며(23), 콩기름과 면실유 등에 다량 함유된 linoleic acid 과산화 억제활성을 조사한 결과, 톱풀과 저먼캐모마일의 꽃은 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하며, 반응 32일째에도 억제활성을 보여 지질과산화 억제활성이 장기간 지속되었다(Table 4). 합성 항산화제인 BHT는 20일 이후에는 지질과산화 억제활성이 나타나지 않았으나, 저먼캐모마일과 톱풀의 꽃 추출물은 32일째에도 지질과

Table 3. Antioxidant activities of EtOH extracts from flower species of Compositae plant (mg·mL⁻¹)

Scientific name	DPPH RC ₅₀ ¹⁾	ABTS ⁺⁺ RC ₅₀ ²⁾	Fe ²⁺ RC ₅₀ ³⁾
Ascorbic acid	0.03±0.00 ⁴⁾	0.20±0.01	—
BHT	0.12±0.00	0.22±0.00	—
EDTA	—	—	0.03±0.00
<i>Achillea alpina</i>	0.27±0.01	0.25±0.01	1.36±0.13
<i>Aster pilosus</i>	0.19±0.00	0.21±0.00	4.63±0.21
<i>Cosmos bipinnatus</i>	0.20±0.00	0.49±0.05	2.43±0.32
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	0.39±0.01	0.36±0.01	1.63±0.01
<i>Echinacea angustifolia</i>	0.20±0.01	0.28±0.01	2.42±0.03
<i>Eupatorium japonicum</i>	0.31±0.01	0.29±0.00	1.93±0.09
<i>Hieracium pilosella</i>	0.11±0.01	0.34±0.03	0.90±0.11
<i>Hieracium umbellatum</i>	0.22±0.00	0.26±0.01	1.97±0.14
<i>Ixeris stolonifera</i>	0.22±0.01	0.25±0.01	1.92±0.11
<i>Matricaria recutita</i>	0.14±0.00	0.10±0.00	1.75±0.33
<i>Saussurea pulchella</i>	0.46±0.02	0.49±0.01	2.00±0.10
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	1.46±0.00	0.37±0.01	4.43±0.12
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	0.20±0.00	0.32±0.01	1.71±0.05
<i>Synurus deltooides</i>	0.16±0.00	0.17±0.00	1.82±0.02
<i>Taraxacum officinale</i>	0.51±0.00	0.67±0.00	3.50±0.47

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

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

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

⁴⁾Values are mean±SE.

Table 4. Inhibitory activity of EtOH extracts from flower species of Compositae plant on peroxidation of linoleic acid as measured by the FTC method

Scientific name	Inhibitory rate (%)							
	4th day	8th day	12th day	16th day	20th day	24th day	28th day	32nd day
BHT	89.35±0.36 ²⁾	86.42±0.66	79.93±0.61	50.47±0.62	21.42±0.12	ND ¹⁾	ND	ND
<i>Achillea alpina</i>	90.67±0.16	89.43±0.19	80.69±0.23	69.17±0.00	68.60±0.31	58.85±0.50	43.46±0.01	14.37±0.61
<i>Aster pilosus</i>	70.03±0.43	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Cosmos bipinnatus</i>	76.97±0.26	51.85±0.52	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	74.29±0.29	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Echinacea angustifolia</i>	89.96±0.26	88.36±0.14	75.60±0.45	30.11±0.08	ND	ND	ND	ND
<i>Eupatorium japonicum</i>	90.37±0.07	89.08±0.07	78.81±0.13	47.87±0.26	ND	ND	ND	ND
<i>Hieracium pilosella</i>	90.66±0.01	89.82±0.15	80.33±0.50	68.79±0.23	65.59±0.19	48.43±0.42	ND	ND
<i>Hieracium umbellatum</i>	72.16±0.43	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Ixeris stolonifera</i>	59.26±0.02	41.21±0.12	14.11±0.98	2.05±0.02	ND	ND	ND	ND
<i>Matricaria recutita</i>	90.66±0.20	89.71±0.02	89.71±0.17	73.42±0.12	70.91±0.03	65.90±0.16	61.33±0.11	49.83±0.01
<i>Saussurea pulchella</i>	90.49±0.39	89.75±0.17	80.46±0.20	71.41±0.07	70.41±0.23	52.65±0.36	30.05±0.91	ND
<i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i> f. <i>insularis</i>	77.26±0.04	0.38±0.03	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>gigantea</i>	81.43±0.11	73.73±0.34	61.45±0.67	29.49±0.58	ND	ND	ND	ND
<i>Synurus deltooides</i>	90.56±0.30	90.17±0.22	80.83±0.20	72.35±0.13	70.75±0.12	51.30±0.39	7.25±0.72	ND
<i>Taraxacum officinale</i>	69.95±0.91	25.91±0.14	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾Not detected.²⁾Values are mean±SE.

산화 억제활성이 유지되었으며, 각시취와 수리취의 꽃 추출물은 28일, 알프스민들레 꽃 추출물은 24일까지 지질과산화 억제활성이 유지되어 BHT보다 linoleic acid 과산화억제활성이 우수한 것으로 나타났다. 그러나 미국쑥부쟁이, 구절초, 조팝나물의 꽃 추출물은 4일, 산비장이 꽃봉오리와 서양민들레의 꽃 추출물은 8일 이후에는 억제활성이 나타나지 않아 식물 종에 따라 지질과산화 억제활성에 큰 차이가 있었다. 특히 저먼캐모마일의 꽃 추출물은 32일째에도 49.83%의 높은 지질과산화 억제활성을 보였으며 튼풀의 꽃 추출물은 28일째에는 43.46%, 32일째에는 14.37%의 억제활성을 보여 비교적 장기간 지질과산화를 억제할 수 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 식물 추출물이 생체막 구성성분인 linoleic acid의 과산화 억제에 미치는 영향을 장기간 조사하여 체내 산화스트레스로 인한 세포 구성성분의 파괴를 지속적으로 억제시킬 수 있는 국화과 식물소재를 탐색하고자 하였으며, 그 결과, 저먼캐모마일과 튼풀의 꽃이 가장 적합하였다. 저먼캐모마일의 꽃은 유럽에서 소화기관 장애, 감기, 피부질환 치료제 및 허브차로 다양하게 사용되어 왔으며(24), 항균효과, 항고혈압, 항독성효과, 항콜레스테롤 효과, 전자공여능 및 지용성 물질에 대한 항산화활성이 보고되어 있다(25). 튼풀의 잎줄기는 유기산 함량이 높고, 항균 및 항염 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(26,27). 그러나 본 연구에서와 같이 linoleic acid 억제활성에 관한 연구는 보고된 바 없다. 따라서 저먼캐모마일과 튼풀 꽃은 체내 linoleic acid의 과산화 활성을 억제하여 산화스트레스로 인한 세포손상으로 유래되는 만성 질환 예방을 위한 새로운 기능성식품 소재로 개발가치가 높으며, 기능성식품 이외에도 지질의 산패로 인

한 식품의 변질, 관능저하를 방지할 수 있는 첨가물로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 국화과 15종 식물 꽃 추출물의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량, DPPH 및 ABTS radical 소거능, Fe²⁺ chelating 효과 및 linoleic acid의 과산화 억제활성을 분석하여 새로운 식물 유래의 항산화제 소재를 개발하기 위하여 시행하였다. 총 폴리페놀 함량은 저먼캐모마일 꽃, 총 플라보노이드 함량은 코스모스의 꽃에서 가장 높았으며, 미국쑥부쟁이의 꽃과 수리취 꽃봉오리의 페놀성 물질 함량도 높게 나타났다. 알프스민들레의 꽃 추출물은 DPPH radical 소거능이 가장 높았으며, BHT보다 1.14배 높은 DPPH radical 소거능을 보였다. ABTS radical 소거능은 저먼캐모마일 꽃과 수리취 꽃봉오리의 추출물에서 우수하였으며, 각각 ascorbic acid보다 1.9, 1.2배 높고 BHT보다 2.1, 1.3배 높은 ABTS radical 소거활성을 보였다. Fe²⁺ chelating 효과는 저먼캐모마일꽃에서 가장 높았으나, EDTA의 chelating 효과보다 극히 낮았다. 32일 동안 4일 간격으로 추출물의 linoleic acid 과산화 억제활성을 조사한 결과, 저먼캐모마일과 튼풀의 꽃 추출물은 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하고, 32일까지 지질과산화 억제활성이 유지되어 장기간 동안 지질과산화를 억제할 수 있었다. 또한 각시취와 수리취의 꽃 추출물도 BHT보다 지질과산화 억제활성이 우수하고 지속기간도 길게 나타났다. 연구의 결과, 식물 종에 따라 항산화 효과가 다르게 나타났으며 목적으로 하는 항산화 효과에 맞

는 식물종을 선택하여 항산화제를 개발할 필요가 있는 것으로 판단된다.

감사의 글

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

문헌

- Kawashima S. 1969. The possible role of lipoperoxide in aging. *Nagoya J Med Sci* 32: 303-326.
- Dicker EA, Crum AD, Calvert JT. 1992. Differences in the antioxidant mechanism of carnosine in the presence of copper and iron. *J Agric Food Chem* 40: 756-759.
- Halliwell BH, Gutteridge JMC. 1990. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods Enzymol* 186: 1-85.
- Ahn DK. 2003. *Illustrated book of Korean medical herbs*. Gyohaksa, Seoul, Korea. p 114-683.
- Ryu SN, Kang SS. 2004. Analysis of available component in Artemisiae Herba. *Korean J Crop Sci* 49: 169-175.
- Jang HW, Lee HJ, Lee KG. 2005. Analysis and antioxidant activity of volatile extracts from plants commonly used in Korean foods. *Korean J Food Sci Technol* 37: 723-729.
- Kim JH, Park JH, Kim JK, Lee JM, Moon KD. 2002. Effect of pretreatment conditions on effective components of extracts from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 367-372.
- Kim SJ, Kim CK, Kim GH. 2004. Quality characteristics of *Aster scaber* and development of functional healthy drinks using its extract. *Korean J Soc Food Cook Sci* 20: 84-90.
- 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.
- NFRI. 1990. *Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation (2)*. National Food Research Institute, Skuba, Japan. p 61.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- 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.
- Yen GC, Duhb PD, Tsaia HL. 2002. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and garlic acid. *Food Chem* 79: 307-313.
- Haraguchi H, Hashimoto K, Yagi A. 1992. Antioxidative substances in leaves of *Polygonum hydropiper*. *J Agric Food Chem* 40: 1349-1351.
- 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.
- Chen IN, Chang CC, Ng CC, Wang CY, Shyu YT, Chang TL. 2008. Antioxidant and antimicrobial activity of Zingiberaceae plants in Taiwan. *Plant Foods Hum Nutr* 63: 15-20.
- Liu H, Qui N, Ding H, Yao R. 2008. Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese herbals suitable for medical or food uses. *Food Res Int* 41: 363-370.
- Min SH, Lee BR. 2007. Antioxidant activity of medicinal plant extracts cultivated in Jechon. *Korean J Food Cult* 22: 336-341.
- Graf E, Eaton JW. 1990. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Radic Biol Med* 8: 61-69.
- Jeong JA, Kwon SH, Lee CH. 2007. Screening for antioxidant activities of extracts from aerial and underground parts of some edible and medicinal ferns. *Korean J Plant Res* 20: 185-192.
- Park SH, Kim KS. 2004. Isolation and identification of antioxidant flavonoids from *Salicornia herbacea* L. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 120-123.
- Wang MF, Shao Y, Li JG, Zhu NQ, Rangarajan M, Lavoie EJ, Ho CT. 1998. Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J Agric Food Chem* 46: 4869-4873.
- Seo JS, Choi YM, Lee SM, Kong SH, Lee JS. 2008. Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 129-135.
- Dewick PM. 2002. *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. Wiley, Chichester, England. p 196-197.
- McKay D, Blumberg JB. 2006. A review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). *Phytother Res* 20: 519-530.
- Liu ML, Li ML, Hu SK. 1983. Study of antibacterial and antiinflammatory components of *Achillea alpina*. *J Tradit Chin Med* 3: 213-216.
- Huang L, Ye WH, Ren N. 1983. The pharmacological study of the total acid of *Achillea alpina*. *J Tradit Chin Med* 3: 205-212.

(2009년 10월 29일 접수; 2009년 12월 4일 채택)