

구절초와 남구절초의 항산화 효과에 미치는 수확시기의 영향

우정향, 이철희*
충북대학교 원예과학과

Effect of Harvest Date on Antioxidant of *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam and *D. zawadskii* var. *yezoense* (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi

Jeong Hyang Woo and Cheol Hee Lee*

Dept. of Horticultural Science, Chungbuk Nat'l Univ., Cheongju 361-763, Korea

Abstract - This study was conducted to compare the antioxidative effects of *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam and *D. zawadskii* var. *yezoense* (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi due to the harvest date. Harvested samples at May 9th (early), July 17th (middle) and September 3rd (late stage) were extracted with 80% ethanol, and biological activities and antioxidant substance contents were detected. The earlier harvested samples showed the higher moisture contents and extraction yields. DPPH radical scavenging effect of early harvested *D. zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam ($RC_{50} = 0.128 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) was similar to BHT ($0.121 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$). ABTS radical scavenging effects of both species harvested at early stage were higher than that of ascorbic acid which was well-known natural antioxidant. However, both species harvested at late stage showed the highest Fe^{2+} chelating effect, but it was lower than that of EDTA. Total polyphenol and flavonoid contents of both species were higher when samples were harvested earlier stage. However, both species harvested at early stage contained more total polyphenols (79.93 and $75.10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) than flavonoids (57.84 and $54.91 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$).

Key words - Harvest date, Radical scavenge, Polyphenol, Flavonoid, Compositae

서 언

구절초 [*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam]는 국화과(Compositae)에 속하며 우리나라 전역에 자생하는 식물로 꽃이 단아하고 아름다워 경관 조성용으로 널리 재배되고 있다. 생약의 전초는 구절초의 줄기와 잎을 말린 것을 말하며 예로부터 한방과 민간요법에서 월경불순, 자궁냉증, 불임증, 위냉 등의 부인병과 치풍, 위장병 등에 사용되어 왔다(중약대사전, 1994). 또한 최근에는 구절초의 EtOAc, H₂O 분획물에서 우수한 항산화 효과가 보고되었고(Song *et al.*, 2000), 물 추출물에서도 비듬균에 대한 항균활성이 보고된 바 있다(Lee and Lee, 2007).

인간을 포함한 대부분의 호기성 생물체는 산소를 원료로 하여 에너지를 만드는데, 그 대사 과정에서 free radical이 형성된

다. Free radical은 체내 세포막에서 전자를 빼앗아 그 분자를 산화시켜 세포막의 성질을 변화시키며, 이로 인하여 세포의 기능이 점차 감퇴되어 효소활성의 감소, DNA 손상, 돌연변이 및 퇴행성 장애를 일으켜 암, 심장병, 노화 등의 생리학적인 변화를 유발한다(Kobatake *et al.*, 1983; Park and Kim, 1998). 한편, 인체에서는 생체 내 산화에 대항할 수 있도록 superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, non protein bound-SH와 glutathion, vitamin 등의 다양한 항산화제가 존재하여 호흡으로 생성된 free radical을 제거하여 항상성을 유지한다(Sung *et al.*, 1997). 그러나 급속히 형성되는 다량의 산화물을 모두 방어할 수는 없다. 따라서 superoxide dismutase, glutathione peroxidase 등과 같은 항산화 효소 또는 catechine, flavonoids, polyphenols, anthocyanins 등의 페놀성 화합물 또는 vitamin C, vitamin E, vitamin A 등과 같은 항산화제를 추가로 섭취하여 체내의 free radical을 효과적으로 제거할 수 있는 항산화 물질에 대한 연구가 활발히 진

*교신저자(E-mail) : leech@chungbuk.ac.kr

행되고 있다(Park *et al.*, 2007).

기존에 개발된 합성 항산화제인 BHT(Butylated hydroxy-toluene)와 BHA(Butylated hydroxyanisole)는 탁월한 효과와 경제적 이득이 있지만 열안정성이 떨어지고 변이원성 및 발암성이 제기되었으며(Kasuga *et al.*, 1988; Branen, 1975), ascorbic acid와 tocopherol 같은 천연 항산화제는 안전하지만 단독으로는 산화 연쇄반응 저지 능력이 낮고 가격이 비싼 단점이 있다. 따라서 최근에는 다양한 식물소재로부터 항산화 물질 함량 또는 항산화 활성을 탐색하여 천연 항산화제를 개발하기 위한 다양한 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

본 연구는 구절초와 남구절초의 전초를 수확시기에 따라 항산화 효과 및 항산화 물질 함량을 분석하여, 보다 높은 항산화 효과를 기대할 수 있는 적정 수확시기를 알아보기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

실험 재료

충북 청원군 소재의 실험포장에서 재배 중인 구절초와 남구절초를 2006년 5월 9일(생육 초기), 7월 17일(생육 중기) 및 9월 3일(생육 후기)에 각각 수확하여 뿌리를 제거하고 지상부만 실험재료로 사용하였다(Table 1).

추출 방법

수확 직후에 동결건조(FD8512, Ilshin Lab. Co. Ltd., Korea)한 시료를 분쇄한 후 80% 에탄올을 용매로 사용하여 water bath에 냉각관이 부착된 환류추출장치(Changshin Co., Korea)를 사용하여 60°C에서 6시간 추출하였다. 각각의 추출액을 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 사용하여 감압여과 하였으며, 남은 잔사를 사용하여 총 3회 반복 추출하였다. 추출물은 질소 증진하여 -70°C에 보관하면서 실험에 사용하였다. 추출물의 추출 수율은 아래 식에 의하여 계산하였다.

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

A: 가용성 고형분 농도(mg · mL⁻¹)

B: 총 추출량(mL)

C: 동결건조 시료 량(mg)

항산화 활성

1) DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical 소거활성

DPPH에 대한 전자공여 정도로 시료의 환원력을 측정하는 방법인 Blois(1958)의 방법으로써 각종 질병과 노화를 일으키는 산화성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 정도를 측정하는 방법인 Blois(1958)의 방법을 응용하여 실행하였다. 농도를 달리한 각각의 추출물 0.2mL와 0.15mM DPPH 0.8mL을 혼합하여 실온 · 암상태에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 OD를 측정하였다. 전자공여능(EDA)은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며, 시료 무첨가구의 EDA를 50% 감소시키는데 필요한 시료의 농도(mg · mL⁻¹)를 RC₅₀값으로 나타냈다. (+)control로는 BHT와 ascorbic acid를 사용하였으며 아래 식에 의해 라디칼 소거활성을 계산하였다.

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

A: 시료 첨가구의 흡광도

B: 대조군의 흡광도

2) ABTS^{•+}(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) diammonium salt) cation decolorization assay

Re 등(1999)의 방법을 응용하여 2.6mM potassium persulfate에 ABTS 시약을 녹여 7.4mM ABTS 용액을 만들었으며, 실온 · 암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. 사용 직전에 732nm에서 OD값이 0.70±0.03이 되도록 ABTS 시약의 농도를 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 실험에 사용하였다. 농도별로 준비한 시료 50μL에 희석된 ABTS 용액 950μL를 각각 첨가한 후 암소에서 10분간

Table 1. List of plant species used for this study

Scientific name	Korean name	Harvest date
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam	구절초	May 09, 2006
		July 17, 2006
		Sept. 03, 2006
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>yezoense</i> (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi	남구절초	May 09, 2006
		July 17, 2006
		Sept. 03, 2006

반응시킨 후 732nm에서 OD의 감소를 측정하였으며, 라디칼 소거활성 정도를 RC₅₀값으로 나타냈다.

3) Fe²⁺ chelate 효과

Yena 등(2002)의 방법을 응용하여 실행하였으며 추출물 내의 항산화 물질에 의해 ferrous ion이 chelate되는 원리를 이용하였다. 추출물의 농도를 달리한 시료 1mL에 용매(80% EtOH) 0.8mL를 혼합하여 2mM FeCl₂ · 4H₂O 100μL와 5mM ferrozine 100μL를 순서대로 첨가하고 실온에서 10분간 반응시킨 후 562nm에서 OD를 측정하였고 결과를 RC₅₀값으로 나타냈다. (+)control로는 EDTA를 사용하였다.

총 폴리페놀 함량

Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다(Velioglu *et al.*, 1998). 추출물 시료 0.1mL에 2% Na₂CO₃ 2mL를 혼합한 후 3분간 반응시킨 후에 1 N Folin-ciocalteu's phenol reagent 100μL를 첨가하고 충분히 혼합하여 실온에서 30분간 방치한 후 750nm에서 OD를 측정하였다. 표준물질은 tannic acid를 기준으로 하여 검량선을 작성하였으며, 결과 값을 건조시료 g당 tannic acid 함량(mg · g⁻¹)으로 계산하였다.

총 플라보노이드 함량

Diethylene glycol 비색법을 사용하였다(NFRI, 1990). 추출물 시료 0.2mL에 diethylene glycol 2mL와 1 N NaOH 0.2 mL을 첨가하여 37°C에서 1시간 반응시킨 후 420nm에서 OD를 측정하였다. 표준물질은 naringin을 기준으로 검량선을 작성하였으며 결과를 건조시료 g당 naringin 함량(mg · g⁻¹)으로 계산하였다.

결과 및 고찰

수분함량 및 추출수율

수확한 시료의 수분함량은 68.9~83.1%로 나왔다. 생육초기에 수확한 남구절초와 구절초의 추출 수율은 각각 32.10 및 31.30%으로 가장 높았으며 수확 시기가 늦어질수록 식물체의

수분 함량과 추출수율이 낮아지는 경향을 보였다(Table 2).

항산화 활성

1) DPPH assay에 의한 radical 소거효과 측정

합성 항산화제인 BHT와 천연 항산화제인 ascorbic acid를 대조군으로 하여 시료의 각 추출물에 대하여 free radical 소거활성을 측정한 결과, 구절초는 생육 초기에 수확한 시료의 추출물이 0.128mg · mL⁻¹의 RC₅₀값을 나타내 BHT(RC₅₀=0.121 mg · mL⁻¹)와 비슷한 radical 소거활성을 보였고, 생육 중기와 생육 후기에 수확한 시료 간에 유의차는 나타나지 않았다(Table 3). 그리고 남구절초의 모든 시료는 대조군보다 소거활성이 낮았고 수확 시기에 따른 시료 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

2) ABTS assay에 의한 radical 소거효과 측정

남구절초와 구절초 모두 시료를 수확한 시기가 이룰수록 ABTS radical 소거활성이 높았으며, 생육 후기인 9월에 수확한 시료의 소거능은 현저히 떨어졌다(Table 3). 남구절초는 생육 초기와 중기에 수확한 시료의 RC₅₀값이 각각 0.170 및 0.192 mg · mL⁻¹으로 나타나 대조구인 BHT(RC₅₀=0.217mg · mL⁻¹)와 ascorbic acid (RC₅₀=0.199mg · mL⁻¹)보다 활성이 높았고, 생육 후기(RC₅₀=0.213mg · mL⁻¹)에 수확한 시료도 BHT와 비슷한 ABTS radical 소거활성을 보여 전반적으로 우수한 ABTS radical 소거능을 보였다. 구절초는 생육 초기에 수확한 시료의 ABTS radical 소거활성이 0.133mg · mL⁻¹의 RC₅₀값을 나타내 가장 모든 처리구 중 가장 높은 소거능을 보였으며, 대조구인 BHT와 ascorbic acid보다도 우수한 소거능을 보였다.

3) Fe²⁺ chelate 효과

Fe²⁺ chelating 효과에 대한 결과는 Table 3에 나타내었다. 구절초의 Fe²⁺ chelating 효과는 DPPH 및 ABTS radical 소거활성과는 달리 생육 후기에서 가장 우수하였으며, RC₅₀값이 1.112mg · mL⁻¹로 나타났다. 그러나 대조구인 EDTA보다는 활성이 낮았다. 한편, 남구절초 지상부의 Fe²⁺ chelating 효과는 수확시기에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 2. Moisture content and extraction yield of samples

Scientific name	Harvest date	Moisture (%)	Extraction yield (%)
<i>D. zawadskii</i> var. <i>yezoense</i> (Maxim.) Kitam	May 09, 2006	81.2	32.10
	July 17, 2006	80.9	30.19
	Sept. 03, 2006	75.5	23.42
<i>D. zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi	May 09, 2006	83.1	31.30
	July 17, 2006	80.8	26.60
	Sept. 03, 2006	68.9	23.35

Table 3. DPPH and ABTS radicals scavenging effect and ferrous ion chelating effect of extracts obtained from *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam and *D. zawadskii* var. *yezoense* (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi according to harvest date

Scientific name	Harvest date	DPPH [*]	ABTS ^{**}	Fe ²⁺ chelate
		RC ₅₀ (mg · mL ⁻¹) ^z	RC ₅₀ (mg · mL ⁻¹) ^y	RC ₅₀ (mg · mL ⁻¹) ^x
BHT		0.121 ± 0.003 b ^w	0.217 ± 0.004 d	-
EDTA		-	-	0.030 ± 0.003 a
Ascorbic acid		0.026 ± 0.000 a	0.199 ± 0.009 cd	-
<i>D. zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam	May 09, 2006	0.128 ± 0.001 b	0.133 ± 0.009 a	1.421 ± 0.007 cd
	July 17, 2006	0.192 ± 0.013 d	0.189 ± 0.003 bc	1.890 ± 0.000 e
	Sept. 03, 2006	0.199 ± 0.003 d	0.418 ± 0.004 e	1.112 ± 0.056 b
<i>D. zawadskii</i> var. <i>yezoense</i> (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi	May 09, 2006	0.179 ± 0.002 c	0.170 ± 0.009 b	1.235 ± 0.004 bc
	July 17, 2006	0.171 ± 0.002 c	0.192 ± 0.002 c	1.483 ± 0.146 c
	Sept. 03, 2006	0.166 ± 0.011 c	0.213 ± 0.011 d	1.207 ± 0.015 b

^{*}Concentration of the material which is required to scavenge 50% of 0.15mM DPPH radicals at 30 min. after starting the reaction.

^{**}Concentration of the material which is required to scavenge 50% of 7.4mM ABTS radicals at 10 min. after starting the reaction.

^zConcentration of the material which is required to reduction 50% of ferrous ion at 10 min. after starting the reaction.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

Values are mean ± SE.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

시기를 달리하여 수확한 남구절초와 구절초 지상부의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량은 Fig. 1과 같다. 두 식물 모두 생육 초기에 수확한 시료에서 항산화 물질 함량이 가장 높았으며, 수확 시기가 늦어질수록 항산화 물질의 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 생육 초기인 5월에 채취한 구절초의 총 폴리페놀 함량은 79.93mg · g⁻¹이었고, 생육 중기(7월)와 생육 후기(9월)에 수확할 경우는 각각 71.97 및 65.28mg · g⁻¹로 함량이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 남구절초의 지상부도 생육 초기에 수확했을 때 75.10mg · g⁻¹의 함량을 나타내어 생육 중기와 생육 후기에 수확한 것보다 높은 총 폴리페놀 함량을 나타냈

다. 총 플라보노이드 함량 역시 생육초기에 수확한 구절초(57.84mg · g⁻¹)와 남구절초(54.91mg · g⁻¹)에서 가장 높게 나타났으며, 특히 생육 초기에 수확한 남구절초의 지상부는 생육 후기(38.23mg · g⁻¹)에 수확할 때보다 1.4배 이상 높은 총 플라보노이드 함량을 나타내었다.

따라서 본 연구를 통하여 식물체의 생육시기에 따라 항산화 물질의 함량이 달라지는 것을 확인할 수 있었으며, 항산화 물질을 많이 함유한 구절초와 남구절초를 얻기 위해서는 생육 초기에 수확하는 것이 보다 유리할 것으로 생각되었다.

기후 또는 토양적 차이로 인해 식물은 같은 종의 동일 부위라도 수확 시기, 자생지 또는 재배지에 따라 함유 성분에 큰 차이

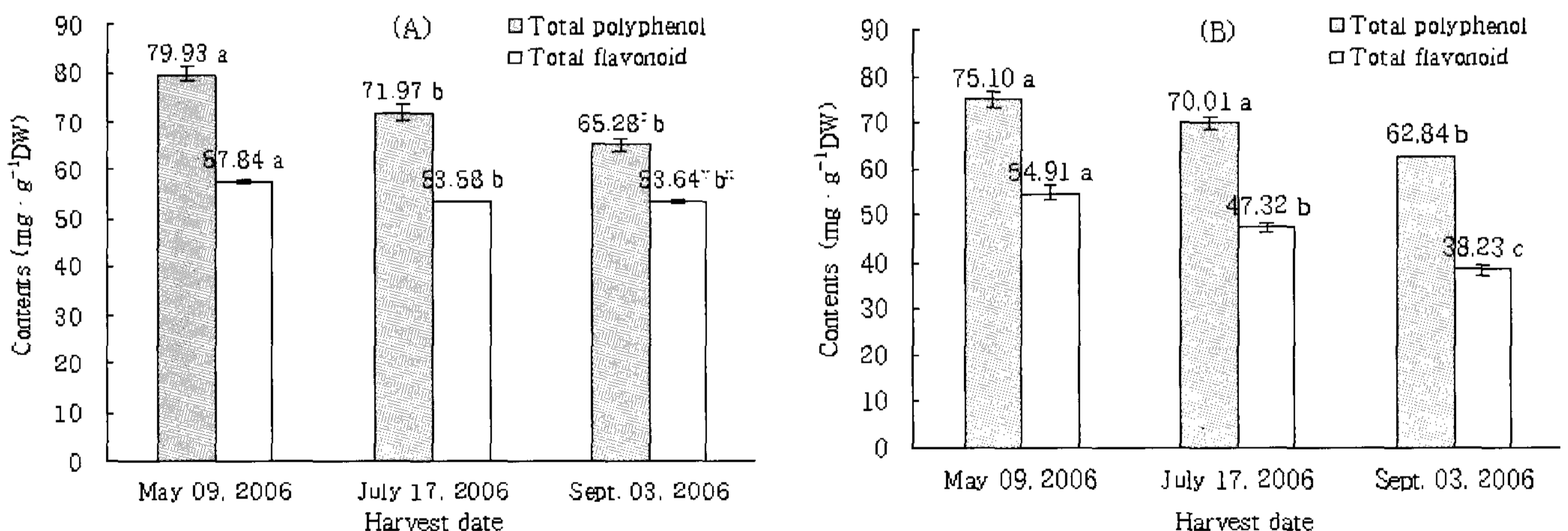


Fig. 1. Total polyphenol and total flavonoid contents of extracts obtained from shoot of plants harvested at different dates. A: *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam, B: *D. zawadskii* var. *yezoense* (Maek.) Y.M. Lee & H.J. Choi.

^zmg of total polyphenol content per gram of dried sample based on tannic acid as standard.

^ymg of total flavonoid content per gram of dried sample based on naringin as standard.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

가 나타날 수 있다(Kim *et al.*, 2003; Kang *et al.*, 2002; Song *et al.*, 1997). 본 연구에서 남구절초와 구절초 지상부의 수확시기에 따른 항산화 활성을 분석한 결과, DPPH 및 ABTS의 전자공여능 및 총 폴리페놀과 플라보노이드의 함량은 이른 시기에 수확한 지상부에서 우수하였으나, Fe²⁺ chelating 효과는 수확시기가 늦을수록 활성이 우수하였다. 최근 여러 식물에서 수확 시기에 따른 생리활성 물질의 함량 변화에 관한 연구가 진행되었는데, 부추의 항산화 활성은 초벌 수확한 것에서 가장 높았으며(Moon *et al.*, 2003), 구기자, 가용성 당도, betaine 함량, DPPH 전자공여능 및 SOD 유사활성은 수확시기가 늦을수록 우수하였다(Park *et al.*, 2006). 또한, 감잎, 뽕잎, 탕자나무의 잎을 4~9월까지 매달 수확하여 항산화 성분을 조사한 결과 polyphenol, ascorbic acid 및 glutathione의 함량은 잎이 성숙할수록 감소되었으나, β-Carotene 및 α-Tocopherol의 함량은 잎이 성숙함에 따라 증가되었다(Kang *et al.*, 2004). 그러나, 해당화의 β-carotene은 11월보다는 9월에 채취할 때 함량이 우수하였으며, ascorbic acid는 9월보다는 11월에 채취할 때 함량이 높았다(Kim *et al.*, 2000). 한편 함초를 6, 8, 10월에 채취하여 아미노산, 미네랄 8월에 첫 수확하여 한 달 간격으로 수확하여 이화학적 특성을 분석한 결과 glutamic acid, arginine은 늦게 수확할수록 함량이 높았으나 prolin, phenylalanine은 6월에 함량이 가장 높았으며, DPPH 전자공여능은 8월 > 6월 > 10월의 순으로 우수하였고 폴리페놀 화합물 및 betaine의 함량은 8월에 가장 높았다(Cha *et al.*, 2006). 또한 토천궁과 일천궁의 생육시기별 항산화 활성을 조사한 결과, DPPH 전자공여능 및 Xanthine/Xanthine oxidase 억제활성 등 비효소적 항산화 활성은 채취시기가 늦을수록 활성이 증가하였으나 POS, SOD 활성 등과 같은 효소적 항산화 활성은 잎과 뿌리는 생육이 경과될수록 활성이 증가하고 줄기는 생육이 가장 왕성할 때인 8월에 가장 우수하였다고 한다(Joo *et al.*, 2007).

따라서 같은 식물의 동일 부위라도 생육 정도에 따라 생리활성 물질의 함량이 다르며, 함량이 최고에 달하는 시기는 생리활성 물질별로 각각 다른 것으로 나타났다. 또한, 동일한 생리활성 물질이라도 식물 종 및 수확 부위에 따라 함량이 증가하는 시기가 각기 달라질 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 차후 천연 항산화제를 개발할 때는 개발대상 부위의 목표 생리활성 물질에 따른 식물의 적정 수확 시기를 고려해야 할 것으로 생각되었다.

적 요

구절초와 남구절초의 수확 시기에 따른 항산화 효과를 비교하기 위하여 본 연구를 실시하였다. 구절초와 남구절초를 생육 초기(5월 9일), 중기(7월 17일) 그리고 생육 후기(9월 3일)에 각

각 수확한 후 80% 에탄올로 추출하여 radical 소거활성 및 항산화 물질 함량을 측정하였다. 수확 시기가 늦어질수록 식물체의 수분 함량과 추출 수율이 낮아졌다. DPPH 및 ABTS radical 소거능은 이른 시기에 수확한 시료일수록 활성이 높은 경향을 보였다. 구절초의 DPPH radical 소거능은 생육 초기에 수확한 시료가 0.128mg · mL⁻¹의 RC₅₀값을 나타내 BHT(RC₅₀=0.121 mg · mL⁻¹)와 비슷한 소거능을 보였고, 생육 초기에 수확한 남구절초와 구절초는 천연 항산화제인 ascorbic acid보다도 높은 ABTS radical 소거활성을 나타냈다. 그러나 Fe²⁺ chelating 효과의 경우, 구절초를 생육 후기에 수확하는 것이 초기나 중기에 수확하는 것 보다 높았으며, EDTA에 비해서도 훨씬 낮았다. 두 종 모두 수확 시기가 빠를수록 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 높은 경향을 보였으며, 생육 초기에 수확한 구절초와 남구절초의 총 폴리페놀 함량은 각각 79.93 및 75.10mg · g⁻¹로 총 플라보노이드 함량(57.84, 54.91mg · g⁻¹)에 비해 높았다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌

- Branen, A.L. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52: 59-63.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1198-1204.
- Cha, J.Y., J.J. Jeong, Y.T. Kim, W.S. Seo, H.J. Yang, J.S. Kim and Y.S. Lee. 2006. Detection of chemical characteristics in Hamcho (*Salicornia herbacea* L.) according to harvest periods. *J. Life Sci.* 16: 683-690 (in Korean).
- Joo, S.Y., H.J. Jeong, J.B. Jeong, J.R. Lee, J.Y. Yun, H.K. Lee, H.S. Ahn, G.Y. Chung and J.H. Park. 2007. Antioxidant activity of extracts on the growing stages in *Ligusticum chuanxiong* and *Cnidium officinale*. *Kor. J. Plant Res.* 19(1): 105 (Abstr.) (in Korean).
- Kang, J.R., S.J. Kim and S. Park. 2004. Changes in antioxidants of several plant leaves during growth. *J. Life Sci.* 14: 104-109 (in Korean).
- Kang, M.H., M.K. Oh, J.K. Bang, D.H. Kim, C.H. Kang and B.H. Lee. 2002. Varietal difference of lignan contents and fatty acids composition in Korean sesame cultivars. *Kor. J. Crop Sci.* 45: 203-206 (in Korean).

- Kasuga, A., Y. Aoyagi and T. Sugahara. 1988. Antioxidants activities of edible plants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*. 35: 22-25 (in Japanese).
- Kim, K.S., C.G. Park and J.K. Bang. 2003. Varietal and yearly differences of lignan contents in fruits of collected lines of *Schizandra chinensis* Baillon. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 11: 71-75 (in Korean).
- Kim, M.J., J.S. Kim, K. Heo, D.H. Cho and C.Y. Yu. 2000. Biological active substances in *Rosa rugosa*. *Kor. J. Plant Res.* 13(2): 84-86 (Abstr) (in Korean).
- Kobatake, Y., K. Kuroda, H. Jinouchi, E. Nishide and S. Innami. 1983. Dietary effect of ω -3 type polynasaturated fatty acids on surum and liver lipid levels in rat. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 29: 11.
- Lee, S.H. and J.S. Lee. 2007. Production and characteristics of antidandruffy compound from *Chrysanthemum zawaskii*. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 35: 220-225 (in Korean).
- Moon, G.S., B.M. Ryu and M.J. Lee. 2003. Components and antioxidative activities of Buchu (Chinese chives) harvested at different times. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 35: 493-498 (in Korean).
- NFRI. 1990. Manuals of quality characteristic analysis for food quality evaluation (2). National Food Research Institute, Tsukuba, Japan. pp. 61 (in Japanese).
- Park, J.G. and S.W. Kim. 1998. Molecular consideration of free radical for aging process. *J. Basic Sci.* 9:103-114 (in Korean).
- Park, S.J., W.J. Park, B.C. Lee, S.D. Kim and M.H. Kang. 2006. Antioxidative activity of different species *Lycium chinensis* Miller extracts by harvest time. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 35:1146-1150 (in Korean).
- Park, Y., S. Choi, S.H. Kim, J. Han and H.G. Chung. 2007. Changes in antioxidant activity, total phenolics and vitamin C content during fruit ripening in *Rubus occidentalis*. *Kor. J. Plant Res.* 20:461-465 (in Korean).
- 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, E.Y., Y.H. Choi, K.H. Kang and J.S. Koh. 1997. Quality characteristics of citrus fruits according to harvest date and variety. *Agric. Chem. Biotechnol.* 40: 416-421 (in Korean).
- 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 (in Korean).
- Sung, I.S., E.M. Park, M.K. Lee, E.K. Han, J.Y. Jang and S.Y. Cho. 1997. Effect of acorn extracts on the antioxidative enzyme system. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 494-500 (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.
- Yen, G.C., P.D. Duh and H.L. Tsai. 2002. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem.* 79: 307-313.

(접수일 2008. 1. 15 ; 수락일 2008. 3. 10)