Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(3):462-468, 2010

추출 방법에 따른 남구절초와 코스모스 추출물의 항산화 효과

우정향† · 신소림† · 장영득 · 이철희*

충북대학교 원예과학과

Antioxidant Effect according to Extraction Method in Extracts of *Dendranthema zawadskii* var. *yezoense* and *Cosmos bipinnatus*

Jeong Hyang Woo†, So Lim Shin†, Young Deug Chang, and Cheol Hee Lee*

Deptartment of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract. Top parts of *Dendranthema zawadskii* var. *yezoense* (DZY) and *Cosmos bipinnatus* (CB) are believed to contain substances with antioxidant effects and activity. Present experiments were undertaken to investigate an adequate and efficient extraction method which ensures the highest yield of antioxidant components. Extraction yield was 1.11-1.92 times higher by ultrasonic method than other methods in both species. By 45 minute ultrasonic extraction, total polyphenol contents reached the highest level, 80.70 $mg \cdot g^{-1}$ tannic acid equiv./DW in *Cosmos bipinnatus* and total flavonoid contents 50.41 $mg \cdot g^{-1}$ naringin equiv./DW in DZY. DPPH radical scavenging activity was almost the same among extraction methods or slightly higher in reflux extraction. The highest DPPH radical scavenging was observed by reflux extract in CB (RC_{50}=0.135 $mg \cdot mL^{-1}$). ABTS radical scavenging activity was the highest by 15 minute ultrasonic wave in DZY and CB, RC_{50}=0.159 $mg \cdot mL^{-1}$ and RC_{50}=0.139 $mg \cdot mL^{-1}$, respectively. High ferrous ion chelating effects were obtained by 30-minute ultrasonic wave in DZY (RC_{50}=0.803 $mg \cdot mL^{-1}$). Extracts of top parts of DZY obtained by reflux method showed the highest inhibition effect against peroxidation of linoleic acid, and extract of CB obtained by ultrasonic for 45 minutes showed the highest inhibition effect. In conclusion, optimum extraction method should be adjusted according to plant species and antioxidant substances.

***Additional key words*:** anti-lipid peroxidation, antioxidant substance, compositae, radical scavenging, ultrasonic wave

서 언

인간은 호흡과정에서 노화 및 질병의 원인이 되는 radical 등의 활성산소를 생성하며, 인체는 체내 산화를 방어할 수 있는 다양한 항산화 물질을 생성하여 항상성을 유지한다. 그러나, 체내 항산화 체계는 다량의 산화물을 모두 방어할 수 없으므로 항산화제를 추가 섭취하여 체내 산화를 막는 것은 노화 방지 및 질병 예방에 매우 중요하다. 기존에는 효과가 빠른 합성 항산화제가 많이 사용되었으나, butylated hydroxytoluene 와 butylated hydroxyanisole 등의 합성 항산화제의 발암성, 변이원성 등이 알려지면서(Branen, 1975), 식물의 2차 대사산물을 이용한 천연 항산화제를 개발이 왕성하게 진행되고 있다. 특히 약용식물의 약리효과는 항산화 효과로 설명되기도 하며 (Wang 등, 2007), 약용식물이 일반 식이 과·채류보다 항산화 효과가 우수한 경향을 보이므로(Liu 등, 2008), 천연 항산화제를 개발하기 위하여 다양한 민간·전통 약용식물들의 항산화 효과를 분석하는 것은 매우 중요하다.

본 연구에 사용한 남구절초는 국화과의 여러해살이풀로써, 섬과 바닷가에서 자라며, 높이가 20-50cm이다. 뿌리줄기는 길고 밑부분의 잎은 넓은 달걀모양이다. 꽃은 설상화로서 9-11월에 흰색으로 피는데, 줄기 끝에 1개 또는 여러개씩 두상꽃차례로 달린다. 한방과 민간에서는 포기 전체를 약재로 쓰며, 관상용으로도 심는다(Lee, 1999). 코스모스는 줄기가 1-2m로 자라며, 잎은 마주나고 2회 깃꼴로 갈라진

***Corresponding author:** leech@chungbuk.ac.kr

※ Received 24 April 2009; Accepted 10 August 2009. 본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

† These authors contributed equally to this work.

다. 꽃은 6-10월에 피고 가지와 줄기 끝에 두상화가 1개씩 달린다. 두상화는 지름이 6cm이고 6-8개의 설상화와 황색의 관상화로 구성된다. 한방에서는 뿌리를 제외한 식물 전체를 추영(秋英)이라는 약재로 쓰는데, 눈의 충혈 및 종기에 사용한다(Lee, 1999). 또한, 민간에서 황달, 간헐적 열병, 비장 비대증 치료에 사용되어 왔으며, 상온에서 추출한 코스모스 꽃 추출물의 항산화 효과가 알려져 있다(Jang 등, 2008).

식물의 기능성물질 함량 및 생리활성을 조사하기 위해서는 일반적으로 열수추출법이 많이 사용되고 있으나 열수추출법은 열에 의한 유용성분 파괴, 단백질 변이, 가용성분 위주의 추출, 장시간의 추출 및 낮은 추출효율로 인한 에너지 소비 등의 단점이 있다(Kwon, 2002; Park 등, 2004). 반면, 초음파를 이용한 추출방법은 열에 의한 성분 파괴를 줄일 수 있으며, 추출 시간을 줄이고 추출효율을 높일 수 있는 장점이 있다(Kim 등, 2005, 2006; Park 등, 2004). 또한, 초음파 조사에 의한 공동현상(cavitation)으로 인하여 압력이 높아지고, 세포 내부 조직이 파괴되어 확산이 용이하게 되므로, 추출물의 기능성 생리활성이 증가되기도 한다(Park 등, 2004).

본 연구는 예로부터 관상 및 약용식물로 사용되어온 남구절초와 코스모스 지상부의 항산화 효과를 분석하여 원예식물을 이용한 천연 항산화제 개발 및 초음파 수조를 이용한 경제적이며 효과적인 추출방법을 개발하기 위한 기초 자료를 제시하기 위하여 시행하였다.

재료 및 방법

식물재료

남구절초(*Dendranthema zawaskii* var. *yezoense*)와 코스모스(*Cosmos bipinnatus*)의 지상부는 각각 2006년 9월 1일, 2006년 9월 21일에 충북 청원군의 실험포장에서 수확하였으며, 동결건조기(FD8512, IlShin Lab. Co. Ltd., Korea)를 이용하여 동결건조하였다. 건조 시료는 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric. Korea)로 분쇄하여 -70℃ 초저온 냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하여 실험에 사용하였다.

환류냉각추출

80% 에탄올을 용매로 하여 60℃에서 6시간 동안 환류냉각추출하였다. 추출 후 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) 2장을 깔고 Vacuum Pump(GAST)로 감압여과하였다. 여과 후 남은 잔사는 같은 방법으로 2회 더 추출하여 총 3회 반복 추출하였다(Fig. 1A).

초음파추출

80% 에탄올을 용매로 하여 물을 채운 42kHz(±6%)의 초음파 수조에서 15, 30 및 45분씩 초음파 처리하여 추출하였다. 이 때, 삼각플라스크의 바닥면이 초음파 수조의 바닥에 닿지 않도록 stainless rack을 아래에 받친 후 그 위에 삼각플라스크를 얹어 삼각플라스크 내의 추출물과 용매가 물에 완전히 잠기도록 하였다. 추출 후 환류냉각추출법과 같은 방법으로 여과하였으며, 초음파 추출물은 반복 추출하지 않고 1회 추출하였다(Fig. 1B).

모든 추출물은 여과 후 질소 충전하여 -70℃(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였으며, 아래의 수식에 의하여 추출수율을 계산하였다.

추출수율(%)=(A×B/C)×100

A : 가용성 고형분 농도(mg·mL^{-1}), B : 총 추출량(mL), C : 동결건조한 시료 량(mg)

항산화 물질 함량 및 항산화 활성

총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량은 Woo 등(2008)의 방법으로 측정하였으며, 각각 tannin acid와 naringine을 표준물질로 검량선을 작성한 후, 함량을 계산하였다.

추출물의 항산화 활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 및 ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) diammonium salt] radical의 소거능 및 Fe^{2+} chelating 효과를 Woo 등(2008)의 방법으로 측정하였다.

지질과산화 억제활성은 Haraguchi 등(1992)의 방법을 변형하여 수행하였다. 실험에 사용한 반응액은 추출물 0.5mL (0.125mg·ml^{-1}), 2.51% linoleic acid 0.5mL, 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 1mL와 증류수 0.5mL를 갈색병에 혼합한 후

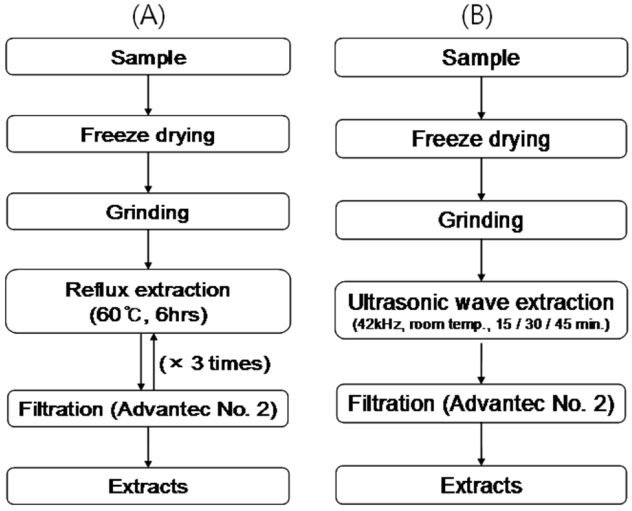

Fig. 1. Scheme for extraction from plant materials. A, Reflux extraction; B, ultrasonic wave extraction.

실험 기간 동안 40℃의 암소에 저장하였다. 4일 간격으로 반응액 0.1mL, 75% 에탄올 2.7mL, 30% ammonium thiocyannate 0.1mL, 20mM ferrous chloride[iron(II)] chloride tetrahydrate 0.1mL를 혼합하여 3분 후 500nm에서 흡광도를 조사하였다. 지질과산화 억제율은 아래의 식으로 구하였다.

지질과산화 억제율(%)=(1-A/B)×100

A : 시료가 첨가된 반응물의 흡광도, B : 대조군의 흡광도

통계처리

모든 측정은 3회 이상 반복 실시하였다. 통계처리는 SAS version 9.1(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 평균과 표준오차를 구하고, 던컨의 다중검정방법으로 유의성을 검증하였다.

Table 1. Extraction yield according to extraction methods.

Extraction method (min.)	Extraction yield (dry basis, %)
Dendranthema zawadskii var. *yezoense* (shoot)	
Ultrasonic wave 15	27.35 a[z]
Ultrasonic wave 30	26.30 b
Ultrasonic wave 45	26.00 b
Reflux 360 × 3	23.42 c
Cosmos bipinnatus (shoot)	
Ultrasonic wave 15	31.00 b
Ultrasonic wave 30	32.75 a
Ultrasonic wave 45	31.15 b
Reflux 360 × 3	17.05 c

[z]Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, $p<0.05$.

결과 및 고찰

추출효율

두 종 모두 초음파 추출물이 추출 시간에 관계없이 환류냉각추출물보다 높은 추출수율을 보였다(Table 1). 15분 초음파 추출한 남구절초 지상부 추출물의 수율은 환류냉각추출물보다 1.16배, 30분 초음파 추출한 코스모스 지상부 추출물의 수율은 환류냉각추출물보다 1.92배 높았다. 이는 환류냉각추출할 때에는 용출되지 않았던 다양한 활성물질들이 초음파 에너지로 인한 액체 간의 상호 탈기 작용 등으로 인해 용매로 추출되었기 때문으로 생각된다(Park 등, 2004). 따라서 초음파 추출은 15-45분의 짧은 시간으로도 환류냉각추출(총 18시간 소요)보다 추출수율을 높일 수 있는 효율적인 추출법으로 생각되었다.

항산화 물질 함량

총 폴리페놀의 함량을 측정한 결과, 남구절초와 코스모스 지상부 모두 환류냉각추출물보다 초음파추출물에서 총 폴리페놀 함량이 높았으며, 추출시간이 증가할수록 총 폴리페놀의 함량도 증가되었다(Table 2). 45분 초음파 추출한 남구절초 지상부의 총 폴리페놀의 함량은 75.19mg·g^{-1}으로 환류냉각추출물(62.84mg·g^{-1})보다 1.20배 높았다. 45분 동안 초음파 추출한 코스모스 지상부의 총 폴리페놀 함량은 80.70mg·g^{-1}으로 환류냉각추출물(61.45mg·g^{-1})보다 1.31배 증가되었다. 연구의 결과, 초음파추출물은 15-45분의 짧은 추출시간 동안 환류냉각추출물보다 많은 양의 총 폴리페놀을 추출할 수 있으므로, 식물에서 폴리페놀을 추출하기 위한 효율적인 추출방법으로 생각된다.

남구절초와 코스모스 지상부의 총 플라보노이드 함량은

Table 2. Total polyphenol and total flavonoid contents according to extraction methods.

Extraction method (min.)	Total polyphenol (mg·g^{-1}, dried basis)	Total flavonoid (mg·g^{-1}, dried basis)
Dendranthema zawadskii var. *yezoense* (shoot)		
Ultrasonic wave 15	67.36 b[z]	50.02 a
Ultrasonic wave 30	69.94 b	49.34 a
Ultrasonic wave 45	75.19 a	50.41 a
Reflux 360 × 3	62.84 c	38.23 b
Cosmos bipinnatus (shoot)		
Ultrasonic wave 15	74.48 a	34.52 b
Ultrasonic wave 30	79.40 a	39.33 a
Ultrasonic wave 45	80.70 a	34.55 b
Reflux 360 × 3	61.45 b	26.18 c

[z]Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, $p<0.05$.

초음파추출물에서 환류냉각추출물보다 높게 나타났다(Table 2). 초음파 추출한 남구절초 지상부의 총 플라보노이드 함량은 환류냉각추출물보다 1.29-1.32배 높았으며, 초음파추출 시간 증가에 따른 통계적 유의차는 없었다. 코스모스 지상부는 30분 초음파 추출했을 때 총 플라보노이드 함량이 가장 높았으며(39.33mg·g^{-1}), 환류냉각추출물(26.18mg·g^{-1}) 보다 1.5배 높았다. 그러나 30분보다 추출시간이 길어질 경우 총 플라보노이드 함량이 감소되었다. 따라서 초음파 추출은 건조시료에서 추출되는 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량을 증가시킬 수 있으나, 적정 추출시간은 식물종에 따라 다른 것으로 생각된다.

DPPH free radical 소거능

남구절초 지상부 추출물은 초음파추출 시간이 길어질수록 DPPH radical 소거능이 증가되었다. 15분 동안 초음파 추출 했을 때에는 환류냉각추출물보다 DPPH radical 소거능이 1.05배 낮았으나, 초음파수조에서 30분 이상 초음파 추출했을 때에는 DPPH radical 소거능이 환류냉각추출물보다 1.06배 높게 나타났다(Table 3). 그러나 모든 처리구에서 통계적 유의차는 나타나지 않았다. 코스모스 지상부 추출물의 DPPH radical 소거능은 환류냉각추출물에서 가장 높았다. 초음파추출시간이 증가될수록 추출물의 소거활성도 증가되었으나, 초음파추출물 중 소거활성이 가장 우수한 45분 추출물의 소거활성보다 환류냉각추출물의 소거활성이 1.10배 높았다(Table 3).

일반적으로 총 폴리페놀의 함량이 높을수록 DPPH radical 소거능도 높아지는 것으로 알려져 있다(Choi 등, 2005; Kim 등, 2004). 그러나 본 연구에서는 초음파추출로 총 폴리페놀 함량은 증가되었으나 DPPH radical 소거능은 오히려 감소되었다. DPPH radical법은 ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류 등에 의하여 DPPH가 환원되는 원리를 이용한 항산화활성 측정방법이다(Cha 등, 2009; Choi 등, 2003). 본 연구에서 초음파추출로 페놀계물질 함량은 증가되었으나, DPPH radical 소거능이 감소한 이유는 용매인 80% 에탄올에 소량 포함된 물로 인하여 추출물 내에 수산기 radical이 형성되어 폴리페놀 이외의 다른 항산화 물질이 파괴되었기(Paniwnyk 등, 2001) 때문으로 생각된다.

ABTS cation radical 소거능

남구절초와 코스모스 지상부 추출물의 ABTS radical 소거활성을 분석한 결과, 두 종 모두 15분 초음파추출한 추출물에서 ABTS radical 소거능이 가장 높았다(Table 3). 남구절초 지상부는 초음파추출시간이 길어질수록 ABTS radical 소거능이 낮아졌으나, 모든 초음파추출물이 환류냉각추출물보다 1.34-1.09배 높은 소거활성을 보였다. 코스모스 지상부 추출물은 15분 초음파추출했을 때 환류냉각추출물보다 1.22배 높은 ABTS radical 소거능을 보였으나, 30분 이상 초음파 추출할 때에는 환류냉각추출물보다 소거활성이 낮아졌다.

남구절초와 코스모스 지상부의 ABTS radical 소거능 또한 항산화 물질로 알려진 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드의 함량과 상관관계가 낮게 나타났으며, 코스모스 지상부는 초음파추출 시간 증가에 따라 ABTS radical 소거능이 감소되었다가 다시 증가하는 것으로 나타났다. 이는 초음파가 세포벽을 파괴하여 생리활성물질의 용출을 증가시킬 수 있으나(Kim 등, 2006), 추출용매 및 추출시간 등 조건에 따라 일부 생리활성물질이 파괴될 수 있기 때문으로(Paniwnyk

Table 3. DPPH, ABTS radical scavenging effect and ferrous ion chelating effect according to extraction methods.

Extraction method	$DPPH^{\cdot}$ RC_{50}[z] (mg·mL^{-1})	$ABTS^{\cdot+}$ RC_{50} (mg·mL^{-1})	Fe^{2+} chelate RC_{50} (mg·mL^{-1})
	Dendranthema zawadskii var. *yezoense* (shoot)		
Ultrasonic wave 15	0.175 a[y]	0.159 a	0.895 a
Ultrasonic wave 30	0.157 a	0.184 ab	0.803 a
Ultrasonic wave 45	0.157 a	0.195 ab	1.238 b
Reflux 360 × 3	0.166 a	0.213 b	1.207 b
	Cosmos bipinnatus (shoot)		
Ultrasonic wave 15	0.167 b	0.139 a	1.640 a
Ultrasonic wave 30	0.155 b	0.231 d	1.624 a
Ultrasonic wave 45	0.148 ab	0.210 c	3.025 b
Reflux 360 × 3	0.135 a	0.170 b	1.564 a

[z]Concentration of the soluble solids which is required to scavenge 50%.
[y]Mean separation within columns by Duncan's Multiple Range Test, $p<0.05$.

등, 2001) 생각된다. 따라서 향후 초음파추출시간이 증가됨에 따라 용출되는 생리활성물질의 함량, 용출된 생리활성물질의 파괴 및 구조 변화, 수산기 radical 형성에 따른 추출물의 변화 등에 관한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

Fe^{2+} chelating 효과

남구절초와 코스모스 지상부의 Fe^{2+} chelating 효과를 비교한 결과, 남구절초 지상부가 코스모스 지상부보다 Fe^{2+} chelating 효과가 우수하였다(Table 3). 남구절초 지상부 추출물은 초음파 30분 추출물에서 chelating 효과가 가장 우수하였으며 초음파 45분 추출물보다 1.52배, 환류냉각추출물보다 1.50배 높은 chelating 효과를 보였다. 코스모스 지상부 추출물은 환류냉각추출물에서 chealting 효과가 가장 높았으며, 초음파 15, 30, 45분 추출물보다 각각 1.05, 1.04, 1.93배 높은 chealting 효과를 보였다.

한편, 본 연구에서 ferrous ion chelating 효과는 DPPH radical와 ABTS radical 소거능, 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량과 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. Woo(2008)가 30종의 국화과 식물 잎과 꽃 추출물의 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능 및 ferrous ion chelating효과의 상관관계를 분석한 결과, 국화과 식물 추출물의 ferrous ion chelating 효과는 총 폴리페놀 함량(R^2=0.0452), 총 플라보노이드 함량(R^2=0.0784), DPPH radical 소거능(R^2=0.0030) 및 ABTS radical 소거능(R^2=0.0006)과는 상관관계가 거의 없는 것으로 나타나 본 연구결과와 유사하였다.

Linoleic acid에 대한 과산화 억제 활성

4일 간격으로 32일 동안 지질과산화 억제활성을 분석한 결과, 식물종에 따라 지질과산화 활성을 증가시킬 수 있는 추출방법이 다르게 나타났다(Fig. 2). 환류냉각추출한 남구절초 지상부는 모든 처리구 중 지질과산화 억제활성이 가장 우수하였으며, 실험 후 32일까지 지질과산화 억제활성을 나타냈다(44.87%). 15분 초음파추출물은 12일 까지는 초음파추출물 중 가장 우수한 지질과산화 억제활성을 유지하였으나, 이후 급속히 억제활성이 낮아져 16일 이후에는 지질과산화 억제활성을 보이지 않았으며, 30, 45분 초음파 추출물의 지질과산화 억제활성은 유사하였으며, 20일까지 지질과산화 억제활성을 유지하였다.

코스모스 지상부의 30, 45분 초음파추출물은 환류냉각추출물보다 지질과산화 억제활성이 우수하였다. 45분 초음파추출물은 경과 16일째까지 지질과산화 억제능을 나타내 추출물 중 지질과산화 억제활성이 가장 오래 지속되었다(24.12%). 반면 초음파 15분 처리구는 조사 4일째 이후에 지질산패가 급격히 이루어져 8일째에는 지질과산화 억제활성을 나타내지 않았다.

환류냉각추출한 남구절초 지상부 추출물은 국화과의 단양쑥부쟁이, 벌개미취, 참취, 해국 꽃 추출물보다 지질과산화 억제활성이 높고(Woo 등, 2008), 약용 양치식물인 고사리, 쇠고비, 석위, 봉의꼬리, 부처손, 청나래고사리, 야산고비와 유사한 지질과산화 억제활성을 보였으며(Jeong 등, 2007), 코스모스 추출물은 단양쑥부쟁이와 해국 꽃(Woo 등, 2008)보다 높은 지질과산화 억제활성을 보였다. 따라서 두 종 모두 체내 지질과산화를 방지할 수 있는 식물소재로 사용가치가 높은 것으로 생각되었다.

연구 결과, 남구절초와 코스모스 지상부 추출물은 약용식물인 경포부자, 두충, 목이버섯, 발아현미, 복령, 부추, 사상자, 산약, 삼칠근, 속단, 속새, 손바닥선인장, 시호, 씀바귀, 아마란스, 원지, 은행, 참깨, 초두구, 하수오, 황정보다 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 높고 DPPH radical 소거능이 우수하며(Choi 등, 2005), 지질과산화 억제활성이 비교적 우수하였다. 식물 추출물의 페놀물질 함량이 높으면 기능성물질로 유용하게 사용될 수 있으며, DPPH radical 소거능이 높은 식물은 천연 항산화제 개발 및 차 등으로 제조하

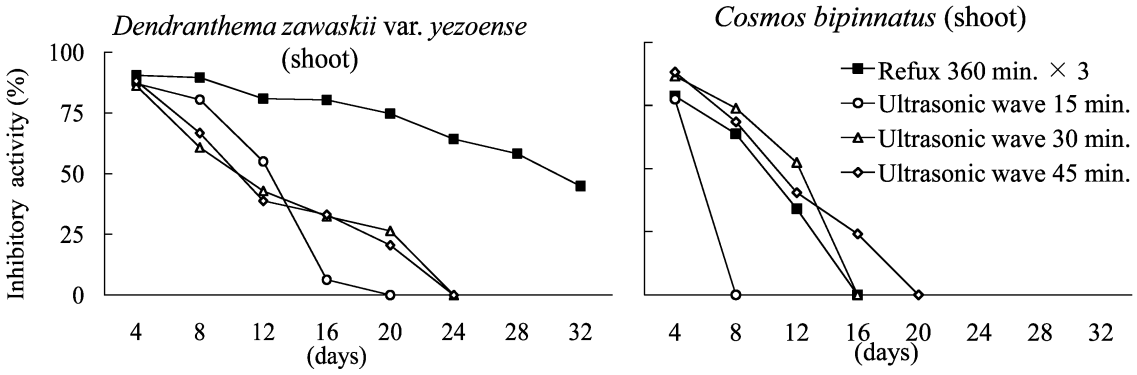

Fig. 2. Inhibitory activity against linoleic acid peroxidaion of extracts (0.125 mg·mL^{-1}) obtained by extraction methods.

여 식용할 수 있으므로(Park 등, 2008) 남구절초와 코스모스 지상부는 건강 기능성 소재로 활용가치가 높은 것으로 생각된다.

한편, 동일 식물의 동일한 양의 시료도 추출방법에 따라 생리활성 물질의 함량 및 생리활성 정도에 차이를 보였으며, 전반적으로 환류냉각추출물보다 초음파추출물에서 추출수율 및 항산화 물질 함량이 높게 나타났다. 식물에서 생리활성물질을 추출하는데 있어서 초음파 추출의 효율성은 여러 차례 보고되었다. *Rosmarinus officinalis*의 rosmaric acid와 carnosic acid 함량(Albu 등, 2004), 말린 차 잎의 추출수율(Mason과 Yiyun, 1994) 및 *Salvia officinalis*의 추출수율(Sališová 등, 1997) 또한 초음파추출에 의하여 증가되었다. 이는 적절한 세기의 초음파가 식물 세포벽을 파괴하여 생리활성물질의 용출을 증진시키고(Kim 등, 2006), 용출용매의 식물 세포내 이동을 증가시켜(Yasui 등, 2005), 여러 가지 생리활성 물질의 전달 효율이 향상되었기 때문으로 알려져 있다. 따라서 초음파 수조를 이용한 추출법은 적은 시간과 노력으로 동일한 양의 시료로 환류냉각추출보다 더 많은 양의 항산화 물질을 추출할 수 있으며, 고가의 장비 구입 없이 초음파 세척기로도 충분히 우수한 효과를 누릴 수 있으므로 매우 실용적인 추출방법이라 생각된다.

그러나, 초음파 추출은 추출물의 항산화 활성을 저하시키기도 했는데, 이는 용매에 따라 수산기 radical이 형성되어 일부 생리활성물질을 파괴하고 추출물의 생리활성을 저하시켰기 때문으로 생각된다(Paniwnyk 등, 2001). 따라서 차후 초음파 추출에 적합한 용매, 추출시간에 따른 생리활성 물질의 용출 정도 및 용출된 생리활성 물질의 파괴 또는 구조 변화에 관한 연구를 진행해야 할 것으로 생각된다.

초 록

항산화 활성이 우수할 것으로 기대되는 남구절초(*Dendranthema zawaskii* var. *yezoense*)와 코스모스(*Cosmos bipinnatus*) 지상부의 항산화 물질 함량 및 항산화 활성을 증가시킬 수 있는 효율적인 추출방법을 개발하기 위하여 본 연구를 시행하였다. 추출수율은 두 종 모두 초음파추출물에서 우수하였으며, 환류냉각추출물보다 1.11-1.92배 증가되었다. 총 폴리페놀과 총 플라보노이드의 함량 또한 초음파추출물에서 우수하였다. 총 폴리페놀은 함량은 45분 동안 초음파추출한 코스모스에서 80.70mg·g^{-1} DW로 가장 높았고, 총 플라보노이드 함량은 45분 동안 초음파추출한 남구절초에서 50.41mg·g^{-1} DW로 가장 높았다. DPPH radical 소거능은 추출방법에 따른 차이가 없거나 환류냉각추출물이 다소 우수한 경향을 보였으며, 환류냉각추출한 코스모스 지상부 추출물의 소거능(RC_{50}=0.135mg·mL^{-1})이 가장 우수하였다. ABTS radical 소거능은 남구절초와 코스모스 모두 초음파 15분 추출물에서 가장 우수하였다(각각 RC_{50}=0.159, 0.139mg·mL^{-1}). Fe^{2+} chelating효과는 30분 동안 초음파추출한 남구절초 지상부에서 가장 높았다(RC_{50}=0.803mg·mL^{-1}). 남구절초 지상부 추출물의 지질과산화 억제활성은 환류냉각추출물에서 가장 우수하였으나, 코스모스 지상부 추출물의 지질과산화 억제활성은 45분 동안 초음파추출한 처리구에서 가장 높았다. 연구 결과, 식물 종과 목표로 하는 항산화 효과에 따라 추출방법을 달리해야 할 것으로 생각되었다.

추가 주요어 : 지질과산화 억제활성, 항산화 물질, 국화과 식물, 라디칼 소거능, 초음파

인용문헌

Albu, S., E. Joyce, L. Paniwnyk, J.P. Lorimer, and T.J. Mason. 2004. Potential for the use of ultrasound in the extraction of antioxidants from *Rosmarinus officinalis* for the food and pharmaceutical industry. Ultrason. Sonochem. 11:261-265.

Branen, A.L. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxytoluene, butylated hydroxyanisole. J. Am. Oil Chem. Soc. 52:59-63.

Cha, J.Y., H.Y. Ahn, K.E. Eom, B.K. Park, B.S. Jun, and Y.S. Cho. 2009. Antioxidative activity of *Aralia elata* shoot and leaf extracts. J. Life Sci. 19:652-658.

Choi, C.H., E.S. Song, J.S. Kim, and M.H. Kang. 2003. Antioxidative activities of *Castanea crenata* Flos. methanol extracts. Kor. J. Food Sci. Technol. 35:1216-1220.

Choi, S.Y., S.H. Lim., J.S. Kim, T.Y. Ha., S.R. Kim, K.S. Kang, and I.K. Hwang. 2005. Evaluation of the estrogenic and antioxidant activity of some edible and medicinal plants. Kor. J. Food Sci. Technol. 37:549-556.

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

Jang, I.C., J.H. Park, E. Park, H.R. Park, and S.C. Lee. 2008. Antioxidative and antigenotoxic activity of extracts from cosmos (*Cosmos bipinnatus*) flowers. Plant Foods Hum. Nutr. 63:205-210.

Jeong, J.A., S.H. Kwon, and C.H. Lee. 2007. Screening for antioxidant activities of extracts from aerial and underground parts of some edible and medicinal ferns. Kor. J. Plant Res. 20:185-192.

Kim, D.H., H.J. Kim, and B.W. Chung. 2006. Extraction of anti-oxidative substance from *Haematococcus* pluvialis using ultrasonification. J. Eng. Res. 37:79-86.

Kim, E.Y., I.H. Baik, J.H. Kim, S.R. Kim, and M.R. Rhyu. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Kor. J. Food Sci. Technol. 36:333-338.

Kim, J.H., D.H. Kim, J.H. You, C.H. Kim, M.C. Kwon, N.S. Seong, S.E. Lee, and H.Y. Lee. 2005. Immuno-regulatory

activities of various fractions from *Ehpedrae Sinica* Stapf, *Rubus Coreanus* Miq. and *Angelica gigas* Nakai extracts with ultrasonification. Kor. J. Med. Crop Sci. 13:161-170.

Kwon, Y.J., K.H. Kim, and H.K. Kim. 2002. Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Ligularia fischeri* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. Kor. J. Food Preserv. 9:332-337.

Lee, C.B. 1999. Illustrated flora of Korea. Hyangmoonsa. Seoul.

Liu, H., N. Qiu, H. Ding, and R. Yao. 2008. Polyphenols contents and antioxidant capacity of 68 Chinese harbals suitable for medical or food uses. Food Res. Internat. 41:363-370.

Mason, T.J. and Z. Yiyun. 1994. Enhanced extraction of tea solids using ultrasound. Ultrasonics 32:375-377.

Paniwnyk, L., E. Beaufoy, J.P. Lorimer, and T.J. Mason, 2001. The extraction of rutin from flower buds of *Sophora japonica*. Ultrason. Sonochem. 8:299-301.

Park, J.H., H.S. Lee, H.C. Mun, D.H. Kim, N.S. Seong, H.G. Jung, J.K. Bang, and H.Y. Lee. 2004. Improvement of anticancer activation of ultrasonificated extracts from *Acanthopanax senticosus* Harms, *Ephedra sinica* Stapf, *Rubus coreanus* Miq. and *Artemisia capillaris* Thunb. Kor. J. Med. Crop Sci. 12: 273-278.

Park, Y.S., Y.J. Park, H.J. Kim, M.H. Im, M.K. Lee, Y.M. Kim, J.Y. Cho, and B.G. Heo. 2008. Physiological activity of ethanol extract from the different plant parts of Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26:75-80.

Sališová, M., Š. Toma, and T.J. Mason. 1997. Comparison of conventional and ultrasonically assisted extractions of pharmaceutically active compounds from *Salvia officinalis*. Ultrason. Sonochem. 4:131-134.

Wang, T.C., M.C. Ti, S.C. Lo, and C.C. Yang. 2007. Free radical-scavenging activity of aqueous extract of *Pteris multifida* Poiret. Fitoterapia 78:248-249.

Woo, J.H. 2008. Antioxidant substance and biological activity of Compositae species. M.S. Thesis, Chungbuk Natl. Univ. Cheongju.

Woo, J.H., H.S. Jeong, J.S. Yu, Y.D. Chang, and C.H. Lee. 2008. Antioxidant effect of extracts obtained from four *Aster species* native to Korea. Kor. J. Plant Res. 21:52-59.

Yasui, K., T. Tuziuti, and Y. Iida. 2005. Dependence of the characteristics of bubbles on type of sonochemical reactors. Ultrason. Sonochem. 12:347.