

모시대(*Adenophora remotiflora*) 추출물의 휘발성 성분 및 항산화 활성김성향 · 최향숙 · 이미순 · 정미숙<sup>1,\*</sup>덕성여자대학교 자연과학대학 식품영양학과, <sup>1</sup>덕성여자대학교 교양교직대학 식품학전공Volatile Compounds and Antioxidant Activities of *Adenophora remotiflora*Sung Hyang Kim, Hyang Sook Choi, Mie Soon Lee, and Mi Sook Chung<sup>1,\*</sup>

Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University

<sup>1</sup>Department of General Education, Duksung Women's University

**Abstract** *Adenophora remotiflora* (Mosidae) is a perennial plant in the Campanulaceae family and a wild plant that only inhabits in Korea. This research analyzed the volatile compounds in *Mosidae* and their antioxidant activities. The volatile compounds in fresh, shady air-dried, and freeze-dried *Mosidae* were isolated by steam-distillation extraction (SDE) method using diethylether as a solvent. Volatile compounds were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Antioxidant activities were determined using the linoleic acid system and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method. Sixty and seventy-two volatile compounds were identified from fresh and shady air-dried *Mosidae*, respectively. In fresh *Mosidae*, the most abundant compounds were ethyl acetate and heptyl acetate, while ethyl acetate and limonene were the most abundant in the shady air-dried sample. Inhibition of peroxide formation by fresh *Mosidae* was higher than that of  $\alpha$ -tocopherol, and inhibition by shady air-dried *Mosidae* was same as that of  $\alpha$ -tocopherol. Furthermore, volatile compounds from shady air-dried *Mosidae* had higher free radical scavenging activity than  $\alpha$ -tocopherol. The freeze-dried sample showed lower antioxidant activity in both the linoleic acid system and DPPH method.

**Key words:** *Adenophora remotiflora*, volatile compounds, antioxidant activity, linoleic acid system, DPPH

## 서 론

모시대(*Adenophora remotiflora*)는 초롱꽃과(Campanulaceae)에 속하는 식물로 계로기, 지삼 등으로도 알려져 있으며, 연한 잎과 뿌리는 식용하고 한방과 민간에서 한열, 경기, 해독 및 거담 등에 뿌리를 약재로 이용한다(1,2). 우리나라의 방향성 식물자원인 모시대는 향기가 독특하여 나물, 장아찌, 떡류 및 김치류 등으로 다양하게 활용되어 왔으며 항산화 영양소인 비타민 C 및 E가 풍부하게 함유되어 있다(3).

지방의 자동산화과정은 유리라디칼(free radical) 반응으로 전개되어 식품의 품질을 저하시키고 영양소의 손실을 유발한다. 이러한 반응을 억제하기 위하여 항산화제가 사용되고 있으며, 항산화제는 경제성 및 안정성 등의 요인으로 인하여 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene(BHT)과 tertiary butylhydroquinone(TBHQ)이 많이 이용되고 있는 실정이다. 그러나 합성 항산화제의 발암 가능성이 제기되면서 천연 항산화제에 대한 관심이 증가되고 있다(4). 식물에 존재하는 플라보노이드(flavonoids), 안토시아닌(anthocyanins), 카로티노이드(carotenoids), 비타민(vitamin) 및 정유(essential oil) 등은 유리라디칼을 제거하여 항산화 활성을 나타낸

다. 나아가 식물에 함유된 천연 항산화물질이 유리라디칼로 인해 유발되는 각종 암 및 노화 관련 질환의 예방에 효과가 있는 것으로 보고됨(5)에 따라, 식물을 대상으로 한 항산화 활성 탐색은 더욱 활발히 진행되고 있다.

모시대와 같은 방향성 식물의 휘발성 향기성분은 정유의 형태로 추출되며, 정유는 주로 terpene 화합물로 이루어져 있다. 식물의 정유는 강한 항산화 활성을 나타내는데 특히 로즈마리, 세이지, 타임 및 정향 등의 정유가 유지에 대한 항산화 활성이 있는 것으로 보고되었다(6-10). 또한 쑥속 식물인 개똥쑥 정유가 항산화 활성이 있으며(11), 이집트산 *Artemisia judaica*의 정유는 항산화 작용이 뛰어나 식품가공 시 천연항산화제로의 사용이 제안되었다(12). 우리나라의 방향성 식물에 대한 항산화 활성 연구는 대부분 용매추출물을 시료로 하였으며(3,13), 식물의 휘발성 성분인 정유를 대상으로 한 항산화 활성 연구는 거의 없는 실정이다.

현재 모시대에 대한 연구로는 전자코를 이용한 향기 패턴 분석(14), 식품 이용화 가치 증진을 위한 품질특성(15) 및 당뇨발환취에서 혈당강하 효과가 연구되어 있으나(16), 모시대의 향기를 분석하고 향기성분을 활용하기 위한 실질적인 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 모시대 추출물의 휘발성 성분을 분석하고, 추출물의 항산화 활성을 측정하여 기능성 식품소재로의 활용 가능성을 검토하고자 한다.

## 재료 및 방법

## 시료

본 실험에 사용한 모시대는 서울 소재 농협에서 구입하여 광

\*Corresponding author: Mi Sook Chung, Department of General Education, Duksung Women's University, 419 Ssangmun-dong, Dobong-ku, Seoul 132-714, Korea  
Tel: 82-2-901-8590  
Fax: 82-2-901-8442  
E-mail: mschung@duksung.ac.kr  
Received October 4, 2006; accepted February 4, 2007

릉수목원의 식물분류학 전문가의 확인을 거친 후 실험에 이용하였다. 신선한 모시대는 수확 직후 수돗물로 오염물을 충분히 제거한 후, 증류수로 행구고 수분을 제거하여 4°C에서 보관하면서 24시간 이내에 사용하였다. 신선한 모시대를 세척한 후, 바람이 잘 통하는 그늘에서 약 1주일동안 자연 건조하여 자연건조 모시대 시료를 준비하였다. 또한 동결건조 시료는 세척한 신선한 모시대를 동결건조기(Ilshin Lab Co., Ltd., Korea)로 동결 건조하여 준비하였으며 -70°C에 보관하면서 사용하였다.

#### SDE법을 이용한 휘발성 성분의 추출

휘발성 성분 추출을 위하여, 신선 및 자연건조한 모시대를 각각 200 g과 60 g을 평량하여 deodorized water 1.4 L를 넣은 후 내부표준물질로 1-dodecanol(GC grade, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 µL를 첨가하고 diethyl ether(99.9% purity, J. T. Baker Co., USA) 125 mL를 추출용매로 하여 동시수증기증류 추출(simultaneous steam distillation-extraction: SDE) 장치로 2시간 동안 휘발성 성분을 증류하였다. 효율적인 휘발성 향기성분 추출을 위하여 refrigerated circulated bath(D.P.C. Co., Ltd., Korea)를 통해서 1°C의 냉각수를 공급하였으며, 휘발성 성분 추출 후 용매 층만 분액하여 무수황산나트륨(anhydrous Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; first grade, D.P.C. Co., Ltd., Korea)을 넣고 4°C에서 24시간 동안 탈수시킨 후 여과지(Whatman No.1)로 여과하여 37°C 상압하에서 1°C의 냉각수를 공급하며 회전식 진공 농축기(Eyela, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan)로 농축한 다음 질소가스로 용매를 완전히 제거한 후 GC 및 GC/MS용 분석 시료로 사용하였다.

항산화 활성 측정을 위하여 위와 동일한 방법으로 신선, 동결 건조 및 자연건조 모시대의 휘발성 성분을 추출하여 실험의 재료로 하였다.

#### 휘발성 성분의 GC 및 GC/MS의 분석

동시수증기증류추출법에 의해 얻어진 각각의 휘발성 성분은 GC 및 GC/MS를 이용하여 분석하였다. 실험에 사용한 GC(Agilent 6890N, Hewlett-Packard, Avondale, PA, USA)의 column은 DB-Wax fused silica capillary column(60 m×0.25 mm i.d., film thickness 0.25 µm)을 사용하였고 온도는 70°C에서 2분간 지속시킨 후, 3°C/min으로 승온하여 2분간 지속시키고, 220°C에서 20분 동안 유지하였다. Detector는 flame ionization detector(FID)를 사용하였으며, 운반 기체는 N<sub>2</sub>로 하였고 flow rate는 1.0 mL/min으로 하였다. GC/MS는 Varian Saturn 2000R 3000GC (Walnut Creek, CA, USA)를 사용하였고 분석조건은 GC의 조건과 동일하다. GC/MS에 의해 분리된 각각의 peak는 표준물질과의 co-injection과 각 peak의 mass spectrum을 computer library file인 Wiley 275 자료와 비교하여 동정하였다.

#### Linoleic acid system을 이용한 모시대 추출물 휘발성 성분의 항산화 활성 측정

Linoleic acid system을 이용한 모시대의 항산화 활성 측정은 Osawa 등의 방법(17)을 변형하여 측정하였다. 모시대 추출물 휘발성 성분 5 mg에 linoleic acid 0.13 mL, 99.9% ethanol 10 mL 및 0.2 M phosphate buffer(pH 7.0) 10 mL를 첨가한 후 증류수로 총 액량을 25 mL로 맞추었다. 이 시료 용액을 40°C에서 incubation 시키면서 thiocyanate method에 의해 UV-VIS spectrophotometer (Hewlett-Packard)로 500 nm에서 흡광도를 측정하여 산화정도를 분석하였다. Linoleic peroxidation의 inhibition 백분율, 즉 % inhibition of linoleic peroxidation = 100 - (Abs increase of sample/Abs

increase of control×100)을 계산하여 항산화 활성을 나타내었다. 천연 항산화제인 α-tocopherol과 합성 항산화제인 butylated hydroxytoluene(BHT)을 비교군으로 하여 모시대의 상대적인 항산화 활성을 측정하였다. 실험은 3회 반복하였으며 SAS Package(SAS Institute, Inc., NC, USA)를 이용하여 Duncan's multiple test로 통계처리하였다.

#### DPPH를 이용한 모시대 추출물 휘발성 성분의 유리라디칼 소거활성 측정

DPPH를 이용한 유리라디칼 소거활성은 Yamaguchi 등의 방법(18)을 변형하여 측정하였다. 0.1 M Tris-HCl(hydroxymethyl aminomethane) buffer(pH 7.4) 950 µL에 ethanol(HPLC grade, J. T. Baker Co., USA)에 녹인 모시대 추출물 휘발성 성분 50 µL를 첨가한 다음 ethanol(HPLC grade, J. T. Baker Co., USA)에 녹인 0.5 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma Co.) 1 mL(최종농도 250 µM)를 넣고 30초 동안 vortex mixer로 혼합한 후 30분 동안 방치한 다음 UV-VIS spectrophotometer(Hewlett-Packard)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다(9). 대조군은 추출물 대신에 에탄올을 50 µL를 넣고 측정하였으며, 비교군으로는 에탄올에 녹인 500 ppm의 α-tocopherol(Sigma Co.)과 BHT(Sigma Co.) 50 µL를 첨가하여 같은 방법으로 분석하였다. 유리라디칼 소거활성은 대조구에 대한 시료구의 흡광도를 백분율로 나타내었다. 실험은 3회 반복하였으며 SAS Package(SAS Institute, Inc., NC, USA)를 이용하여 Duncan's multiple test로 통계처리하였다.

## 결과 및 고찰

#### 모시대 추출물의 휘발성 성분

SDE 방법에 의해 추출된 시료의 휘발성 성분 추출 수율은 신선한 모시대 및 자연건조한 모시대에서 각각 0.06% 및 0.42%로 나타났다. GC 및 GC/MS로 향기성분을 분석한 결과(Table 1), 신선한 모시대에서 산류 4종, 알데하이드류 7종, 알코올류 12종, 에스테르류 9종, 탄화수소류 23종, 케톤류 2종 및 기타 3종의 총 60종 휘발성 성분이 확인되었다. 자연건조한 모시대에서 확인된 성분은 총 72종으로 산류 6종, 알데하이드류 11종, 알코올류 14종, 에스테르류 10종, 탄화수소류 25종, 케톤류 3종 및 기타 3종이었다. 확인된 휘발성 성분이 신선한 모시대보다 자연건조한 시료에 더 많은 이유는 자연건조 과정에서 휘발성 향기 성분이 변화 및 생성되었기 때문으로 판단된다(19).

확인된 휘발성 성분의 peak area를 살펴보면, 신선한 모시대의 경우 에스테르류가 50.98%로 가장 많았고, 탄화수소류가 22.57%를 차지하였다. 이 가운데 ethyl acetate가 peak area 29.60%로 가장 많이 함유되어 있었으며, heptyl acetate 19.86%, tridecane 10.24%, 6-methyl-hept-5-en-2-one 5.70%, 9-octadecenoic acid 2.86%, tetradecane 2.46%, tetradecene 2.27%, limonene 2.24% 및 isothymol 1.40%의 순서로 함유되어 있었다. 한편 자연건조한 모시대에는 탄화수소류 20.09% 및 에스테르류 11.80%가 함유되어 있었다. 자연건조한 시료에서 확인된 성분 가운데 ethyl acetate 5.73%, limonene 5.38%, 9-octadecenoic acid 4.63%, tetradecane 4.21%, isothymol 2.94%, nerol oxide 2.46%, camphene 2.16% 및 trans-2-decenal 2.04%의 순서로 비교적 많은 부분을 차지하였다.

신선, 자연건조 모시대 두 시료에서 동일하게 탄화수소류가 비슷한 비율로 확인되었으며, 신선한 모시대의 경우 에스테르류가 높은 비율을 차지하였으나 자연건조한 시료에서는 알데하이드류, 산류, 케톤류 및 알코올류가 신선한 시료에 비하여 2배 이상 많

**Table 1. Volatile compounds of *Adenophora remotiflora***

	Compounds <sup>1)</sup>	RT <sup>2)</sup>	Peak area %	
			Fresh	Shady air-dried
Acids	Propionic acid	30.65	-	0.06
	Formic acid	47.47	-	1.36
	Nonanoic acid	63.50	0.29	0.97
	7-Hexadecanoic acid	80.43	0.48	0.20
	9-Octadecenoic acid	81.49	2.86	4.63
	Tetradecanoic acid	83.36	0.68	0.26
Aldehydes	2-Hexenal	7.42	0.31	1.28
	Nonanal	11.10	-	1.53
	Octanal	29.89	0.13	0.13
	Benzaldehyde	23.51	-	0.63
	Decanal	26.43	0.24	0.51
	Undecanal	34.01	-	0.62
	<i>trans</i> -2-Decenal	36.37	0.50	2.04
	2,4-Heptadienal	40.71	-	1.12
	Tridecanal	45.87	0.07	0.08
	Octadecanal	76.67	0.19	0.33
9,17-Octadecadienal	84.55	0.63	0.83	
Alcohols	Hexanol	7.24	0.24	-
	2-Pentenol	7.86	0.05	0.15
	3-Hexenol	8.08	0.13	0.08
	2-Methyl butanol	13.61	-	0.75
	3-Methyl butanol	14.09	-	0.05
	3-Octenol	23.22	-	0.15
	Borneol	30.48	0.06	0.20
	Octanol	31.76	0.38	0.61
	$\alpha$ -Terpineol	40.04	0.32	1.20
	Dehydrocaveol	52.10	0.14	0.89
	Eugenol	63.13	0.14	0.18
	Isothymol	65.39	1.40	2.94
	Cinnamyl alcohol	68.35	0.20	0.23
	$\rho$ -Mentha-1,8-diene-10-ol	69.07	0.24	0.39
Phytol	82.38	0.68	0.14	
Esters	Ethyl acetate	6.20	29.60	5.73
	2-Methylbutyl butyrate	16.73	0.12	0.06
	2-Hexenyl acetate	18.80	-	1.11
	Heptyl acetate	22.22	19.86	0.99
	1-Methoxy-2-propyl acetate	23.05	-	0.10
	Nonyl acetate	33.26	0.13	0.36
	Citronellyl acetate	37.45	0.52	1.40
	Decyl acetate	38.79	0.34	0.40
	Geranyl acetate	42.97	0.23	0.86
	Geranyl propionate	46.09	0.09	-
	Cedryl acetate	62.14	0.09	0.79

은 함량을 차지하였다. 이 등은 이와 유사한 결과로 냉이를 음건 하였을 때 알코올류의 휘발성 성분이 가장 많이 확인되었다고 보고하였다(19).

신선한 모시대에 비하여 자연건조 시료의 휘발성 성분에서  $\alpha$ -terpineol과 isothymol의 함량이 각각 3.8 및 2.1배 증가하였다. Limonene이 산화되어  $\alpha$ -terpineol을 형성하며, 이 반응이 오렌지 주스를 저장할 때 나타나 오렌지주스 향기에 결합을 주는 원인 물질로 알려져 있는데(20,21), 모시대를 자연건조하는 과정에서 limonene의 산화가 촉진되어 신선한 시료에 비하여 비교적 많은 양의  $\alpha$ -terpineol이 자연건조한 시료에서 확인되었다고 판단된다. Isothymol은 carvacrol이라고도 부르는 페놀화합물로 thymus 정유에 2.8-20.6% 함유되어 있으며 *E. coli*, *S. aureus* 등에 대하여 강력한 항균활성이 보고된 향기성분이다(22).

신선한 채소와 과일의 향기성분으로 알려져 있는 에스테르류 가

운데 ethyl acetate와 heptyl acetate는 신선한 모시대에 비하여 자연건조한 시료에서 각각 약 5 및 20배 정도 감소된 양이 확인되었다. Heptyl acetate는 과일향, 약한 꽃향기 및 leafy note에 관여하는 물질이며, ethyl acetate도 달콤한 과일향에 기여하는 화합물이다(23).

**Linoleic acid system을 이용한 모시대 추출물 휘발성 성분의 유리라디칼 소거활성**

신선, 자연건조 및 동결건조한 모시대 추출물 휘발성 성분의 linoleic acid peroxidation 억제효과에 대한 결과를 Table 2에 제시하였다. Linoleic acid peroxidation 억제효과는 BHT에서 가장 높게 나타났고,  $\alpha$ -tocopherol과 비교하였을 때 신선한 모시대 추출물의 휘발성 성분의 억제효과가 높았으며, 자연건조 시료는 동일하였고 동결건조 시료는 낮게 나타났다. 이와 같은 모시대 추출

Table 1. (continued)

	Compounds <sup>1)</sup>	RT <sup>2)</sup>	Peak area %	
			Fresh	Shady air-dried
Hydrocarbons	$\alpha$ -Pinene	8.38	0.13	0.08
	$\alpha$ -Fenchene	9.06	0.03	0.09
	Camphene	9.59	0.60	2.16
	Undecane	10.06	0.10	0.06
	$\beta$ -Pinene	10.92	0.17	0.16
	Sabinene	11.27	0.57	1.47
	$\delta$ -3-Carene	11.74	0.79	1.91
	Myrcene	11.94	-	0.10
	$\alpha$ -Terpinene	12.87	0.14	0.23
	Limonene	14.31	2.24	5.38
	$\beta$ -Phellandrene	14.64	0.10	0.28
	$\gamma$ -Terpinene	15.46	0.24	0.80
	$p$ -Cymene	16.44	0.60	0.14
	terpinolene	17.32	0.54	1.07
	Tridecane	18.61	10.24	0.03
	Tetradecane	22.62	2.46	4.21
	Tetradecene	23.34	2.27	0.36
	$\alpha$ -Cubebene	25.86	0.53	0.48
	$\alpha$ -Ylangene	27.92	0.12	0.08
	$\alpha$ -Copaene	28.18	0.04	0.15
	Pentadecane	28.34	0.12	0.04
	$\beta$ -Cubebene	30.90	0.14	0.12
	$\beta$ -Caryophyllene	34.21	0.25	0.11
$\gamma$ -Elemene	35.39	0.15	0.16	
Cyclohexa-1,3-diene	53.75	-	0.42	
Ketones	6-Methyl-hept-5-en-2-one	20.49	5.70	1.65
	$\beta$ -Ionone	52.62	0.07	0.11
	3-Buten-2-one	56.04	-	0.22
Miscellaneous	<i>cis</i> -Linalool furanoxide	25.65	0.12	0.26
	Carvone oxide	45.62	0.23	0.36
	Nerol oxide	72.78	0.32	2.46
Unknown	Unknown 1	6.58	-	3.00
	Unknown 2	10.50	-	0.73
	Unknown 3	17.16	-	1.24
	Unknown 4	18.12	-	0.11
	Unknown 5	36.70	-	0.87
	Unknown 6		-	2.95

<sup>1)</sup>Tentative identification was performed as follows: Co-injection with authentic samples (analytical standards); Mass spectrum (MS) was consistent with that of the Wiley mass spectrum database [2001, Hewlett Packard Co., Palo Alto, USA].

<sup>2)</sup>Retention time.

물 휘발성 성분의 항산화 활성은 모시대 휘발성 성분(Table 1)에서 확인된 borneol, eugenol, isothymol 등의 페놀화합물에 기인한다고 볼 수 있다. Farag 등(6)은 carvenone, camphor, borneol, eugenol 및 thymol과 같은 페놀 핵을 지닌 화합물이 존재하면 hydroperoxide 형성을 억제한다고 보고하였으며, 2,6-dimethyl phenol 및 camphor를 함유하고 있는 쑥속 식물의 정유가 높은 항산

Table 2. The inhibition percentage of peroxides formation in the presence of volatile compounds of *Adenophora remotiflora* as compared to  $\alpha$ -tocopherol and BHT after 6 days

	Inhibition % <sup>1)</sup>
$\alpha$ -Tocopherol	83.61 $\pm$ 1.11 <sup>2),c</sup>
BHT	94.33 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>
Volatile compounds of fresh <i>Mosidae</i>	90.17 $\pm$ 5.50 <sup>ab</sup>
Volatile compounds of shady air-dried <i>Mosidae</i>	86.08 $\pm$ 1.84 <sup>bc</sup>
Volatile compounds of freeze-dried <i>Mosidae</i>	76.88 $\pm$ 1.79 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Each value is mean  $\pm$  SD of triplicate assays.

<sup>2)</sup>Each scores with different superscripts are significantly different ( $p < 0.001$ ).

화작용을 나타낸다고 El-Massry 등(12)이 보고하였다. 또한 정유의 terpene계 성분 가운데  $\gamma$ -terpinene 및 citronellal이 높은 항산화 활성을 보인다고 하였으며(13), 식물의 정유에서 확인된 carveol, limonene 및 perillyl alcohol과 같은 terpenoids가 폐암, 간암 및 기타 암 치료에 효과적이라고 보고된 바 있다(24). 따라서 본 실험의 휘발성 성분분석 결과에서 확인된 바와 같이 모시대에 함유된  $\gamma$ -terpinene 및 limonene 등도 항산화 활성에 기여하였을 것으로 판단된다.

#### DPPH를 이용한 모시대 추출물 휘발성 성분의 유리라디칼 소거활성

모시대 추출물 휘발성 성분의 항산화 활성을 DPPH로 측정된 결과(Table 3), 지방의 유리라디칼과 반응하는 항산화제로서 합성 항산화제인 BHT가 가장 높은 활성을 나타내었다. 자연건조한 모시대의 휘발성 성분이  $\alpha$ -tocopherol 보다 높은 유리라디칼 소거 활성을 보였으며 신선한 모시대의 휘발성 성분도  $\alpha$ -tocopherol과 같은 수준의 활성을 나타내었고 동결건조 시료는 낮게 나타났다. 이러한 결과는 linoleic acid system에 의한 항산화 활성 분석에서,

**Table 3. Free radical scavenging activity of volatile compounds of *Adenophora remotiflora* as compared to  $\alpha$ -tocopherol and BHT by DPPH method**

	DPPH percentage of reduction
$\alpha$ -Tocopherol <sup>1)</sup>	46.38 $\pm$ 0.05 <sup>3)bc</sup>
BHT <sup>2)</sup>	84.62 $\pm$ 0.02 <sup>4)ab</sup>
Volatile compounds of fresh <i>Mosidae</i>	44.23 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>
Volatile compounds of shady air-dried <i>Mosidae</i>	55.63 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>
Volatile compounds of freeze-dried <i>Mosidae</i>	37.15 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>

<sup>1,2)</sup> $\alpha$ -Tocopherol and BHT concentration = 500 ppm.  
<sup>3)</sup>Each value is the Mean  $\pm$  SD of triplicate assays.  
<sup>4)</sup>Each scores with different superscripts are significantly different ( $p < 0.001$ ).

동결건조한 시료보다 신선 및 자연건조한 모시대 추출물 휘발성 성분의 활성이 높게 나온 것과 일치한다. 속속 식물의 정유의 유리라디칼 소거활성도 효과적인 합성항산화제로 알려져 있는 BHT 보다 낮게 보고되어 있다(12). 유리라디칼은 불포화지방의 자동 산화에 중요한 역할을 하며 항산화제는 유리라디칼 사슬의 산화를 방지하거나 phenolic hydroxyl 그룹 자체가 수소를 내어 안정한 유리가 형성되므로 더 이상의 지방 산화가 일어나지 않도록 한다(25). Linoleic acid 및 DPPH 분석을 통하여, 모시대의 휘발성 성분이 수소공여체 및 지방 유리라디칼과 반응하는 주요 항산화제로서 작용함을 알 수 있다.

이상과 같은 결과를 통하여, 우리나라의 방향성 식물인 모시대는 고유한 향을 지니고 있으며  $\alpha$ -tocopherol과 유사하거나 높은 항산화 활성을 나타내는 휘발성 성분을 함유하고 있으므로 모시대를 자연건조하거나 신선한 상태로 처리한 후 기능성 식품소재로 활용할 수 있음을 확인하였다.

## 요 약

신선 및 자연건조 모시대의 휘발성 성분을 SDE 방법으로 추출한 후 GC 및 GC/MS를 이용하여 분석하였으며, 모시대의 휘발성 성분 추출물을 시료로 하여 linoleic acid system과 DPPH 방법으로 유리라디칼 소거 활성을 측정하였다. 신선한 모시대에서 산류 4종, 알데하이드류 7종, 알코올류 12종, 에스터류 9종, 탄화수소류 23종, 케톤류 2종 및 기타 3종의 총 60종 휘발성 성분이 확인되었다. 자연건조한 모시대에서 확인된 성분은 총 72종으로 산류 6종, 알데하이드류 11종, 알코올류 14종, 에스터류 10종, 탄화수소류 25종, 케톤류 3종 및 기타 3종이었다. Linoleic acid peroxidation 억제효과를 살펴보면, BHT가 가장 높은 억제 효과가 나타났고  $\alpha$ -tocopherol과 비교하였을 때 신선한 모시대 추출물의 휘발성 성분의 억제효과가 높았으며, 자연건조 시료는 동일하였고 동결건조 시료는 낮게 나타났다. 또한 모시대 휘발성 성분 추출물의 항산화 활성을 DPPH로 측정한 결과, BHT가 가장 높았으며 자연건조한 모시대의 휘발성 성분이  $\alpha$ -tocopherol 보다 높은 유리라디칼 소거활성을 보였으며 신선한 모시대의 휘발성 성분도  $\alpha$ -tocopherol과 같은 수준의 활성을 나타내었고 동결건조 시료는 낮게 나타났다.

## 문 헌

1. Lee CB. Korean Dictionary of Plant. Hyangmunsa, Seoul, Korea. p. 720 (1985)

2. Kim TC. Korean Resources Plants. IV. Seoul National University Press, Seoul, Korea. p. 183 (1998)

3. Cho MJ. A study on the antioxidant nutrients analysis and antioxidative activities of *Adenophora remotiflora* and *Aster glehni*. MS thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea (2001)

4. Gordon MH. Dietary antioxidants in disease prevention. Nat. Prod. Rep. Bioorgan. Chem. 14: 265-273 (1996)

5. Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB, Kromhout D. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study. Lancet 342: 1007-1011 (1993)

6. Farag RS, Badei AZMA, Hewedi FM, El-Baroty GSA. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. J. Am. Oil. Chem. Soc. 66: 792-799 (1989)

7. Farag RS, Badei AZMA, Hewedi FM, El-Baroty GSA. Influence of thyme and clove essential oils on cottonseed oil oxidation. J. Am. Oil. Chem. Soc. 66: 800-804 (1989)

8. Baratta MT, Dorman HJD, Deans SG, Biondi DM, Ruberto G. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano, and coriander essential oil. J. Essent. Oil Res. 10: 618-627 (1998)

9. Choi HS, Song HS, Ukeda H, Sawamura M. Radical-scavenging activities of citrus essential oils and their components : detection using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. J. Agr. Food Chem. 48: 4156-4161 (2002)

10. Ruberto G, Baratta MT. 2000. Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. Food Chem. 69: 167-174

11. Juteau F, Masotti V, Bessiere JM, Dherbomez M, Viano J. Antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia annua* essential oil. Fitoterapia 73: 532-535 (2002)

12. El-Massry KF, El-Ghorab AH, Farouk A. Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. Food Chem. 79: 331-336 (2002)

13. Lee JH, Choi HS, Chung MS, Lee MS. Volatile flavor components and free radical scavenging activity of *Cnidium officinale*. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 330-338 (2002)

14. Kim SH, Kim MK, Chung MS, Lee MS. Flavor pattern and sensory characteristics of *Adenophora remotiflora*. Annals of Plant Resources Research, Duksung Women's University 5: 112-120 (2006)

15. Lee SR, Kim SJ, Kim GH. Quality characteristics of *Adenophora remotiflora* for increasing the value as a food resource. Institute of Natural Sciences Research, Duksung Women's University 7: 117-124 (2001)

16. Lim SJ, Han Hk, Ko JH. Effects of edible and medicinal plants intake on blood glucose, glycogen, and protein levels in streptozotocin induced diabetic rats. Korean J. Nutr. 36: 981-989 (2003)

17. Osawa T, Namiki M. A novel type of antioxidant isolated from leaf wax Eucalyptus leaves. Agr. Biol. Chem. Tokyo 45: 735-739 (1981)

18. Yamaguchi T, Takamura H, Matoba T, Terae J. HPLC method for evaluation of the free radical-scavenging activity of foods by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. Biosci. Biotech. Bioch. 62: 1201-1204 (1998)

19. Lee MS, Choi HS. Volatile flavor components of *Capsella bursa-pastoris* as influenced by drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 814-821 (1996)

20. Dieckmann RH, Palamand SR. Autoxidation of some constituents of hops. The monoterpene hydrocarbon, myrcene. J. Agr. Food Chem. 22: 498-503 (1974)

21. Belitz HD, Grosch W. Food Chemistry. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany. p. 778 (1999)

22. Cosentino S, Tuberose CIG, Pisano B, Satta M, Mascia V, Arzedi E, Palmas F. *In-vitro* antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. Lett. Appl. Microbiol. 29: 130-135 (1999)

23. Aretander S. Perfume and Flavor Chemicals. New York, NY, USA. No. 1137, 1513. (1969)

24. Crowell PL. Monoterpenes in breast cancer chemoprevention. Breast Cancer Res. Tr. 46: 191-197 (1997)

25. Dziezak JD. Antioxidants. Food Technol.-Chicago 40: 94-102 (1986)