

## 건조방법에 따른 냉이의 휘발성 향기성분

이미순 · 최향숙

덕성여자대학교 식품영양학과

### Volatile Flavor Components of *Capsella bursa-pastoris* as Influenced by Drying Methods

Mie-Soon Lee and Hyang-Sook Choi

Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University

#### Abstract

An attempt was made to determine the effects of drying methods including shady air drying, presteamed and shady air drying, microwave drying, and freeze drying on the volatile flavor components of *Capsella bursa-pastoris*. Essential oils from the samples were isolated by simultaneous steam distillation-extraction (SDE) method using diethyl ether as solvent. Concentrated samples were analyzed by gas chromatography (GC) and combined gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Respective 30, 18, 29, and 26 volatile flavor components were identified in shady air dried samples, presteamed and shady air dried samples, microwave dried samples, and freeze dried samples. The kinds and amounts of volatile flavor components evidently depended upon the drying methods. Trimethyl sulfide was regarded as the most abundant component in shady air dried samples, dimethyl trisulfide in presteamed and shady air dried samples, and phytol in microwave or freeze dried samples.

Key words: *Capsella bursa-pastoris*, wild plants, drying methods, volatile flavor components

#### 서 론

최근 급속한 경제성장에 따른 생활수준의 향상과 식품제조 가공기술의 발전에 의하여 우리의 식생활 양상도 크게 변화되었으며, 전래의 곡류 및 채소 위주의 식생활 패턴이 바뀌어 동물성 지방 및 단백질의 섭취 비중이 급속히 늘어나고 있는 실정이다. 이에 따라 열량의 과다섭취에 의한 비만, 성인병 및 각종 영양적 불균형에 대한 국민들의 불안이 높아지고 있다. 이러한 건강상의 문제점을 식품섭취를 통해 완화해 보려는 욕구가 급증하면서 일반 국민들의 식생활에 대한 관심이 고조되고 있으며, 각종 건강보조식품 및 산채류의 소비도 증가추세에 있다. 또한 세계적으로 각종 자원의 고갈현상이 날로 심각해지면서 최근 야생식용식물의 식용가치 및 약리효과에 대한 관심이 증대되고 있다<sup>1)</sup>. 야생식용식물은 비타민, 무기질 등의 일차 대사산물이 풍부하며 이외에 생리적 효능을 지니는

알칼로이드, 배당체, 수지 및 정유 등의 이차대사산물도 지니고 있다. 이 중 정유(essential oil)는 식물체를 수증기 증류하여 얻은 휘발성 물질로서 독특한 향기성분을 지니기 때문에 상업적으로 천연향료 및 식품방향제의 원료로서 매우 중요하다<sup>2)</sup>.

휘발성 향기성분은 다른 주요 식품성분에 비하여 미량으로 존재하지만 식품의 선택 및 구입시 중요한 선정요인이 된다. 독특한 향미로 인해 계절의 진미를 이루는 야생식용식물은 부식으로의 이용 외에 천연향신료 자원으로서도 그 가치가 우수하다고 생각되는데 실제로 야생식물에 함유된 정유성분은 천연향신료의 주원료가 된다. 일반적으로 향신료란 음식에 향기나 특이한 맛을 첨가해 주어 적은 양으로 향미를 돋우어 주는 식물의 열매, 씨 및 뿌리 등을 말한다<sup>3,4)</sup>. 향신료가 첨가되는 가공식품, 청량음료, 의약품, 화장품 등의 소비량이 증가함에 따라 향신료는 식품가공산업 및 향 첨가가 필수적인 여러 산업부 분야에서 중요한 위치를 차지하게 되었다. 최근들어 외국산 식물의 국내 재배에 의한 향 제조보다는 우리나라 고유의 향을 개발하려는 노력의 일환으로 쑥을 비롯한 고유식물자원

Corresponding author: Mie-Soon Lee, Department of Foods & Nutrition, Duksung Women's University, Ssangmun-dong, Dobong-ku, Seoul 132-714, Korea

에서 정유를 추출하여 향료로 제조하는 연구가 활발히 진행되고 있으므로 정유함유 식물자원에 대한 분포조사, 추출방법, 식물의 정유 생산성 연구 등 포괄적인 연구가 이루어져야 한다고 본다<sup>(5)</sup>.

본 연구는 이러한 연구의 일환으로 우리나라에서 널리 식용되는 냉이를 대상으로 정유성분의 조성을 조사하였다. 냉이(*Capsella bursa-pastoris* M<sub>EDICUS</sub>)는 이른 봄을 장식하는 나물로서 내한성이 강한 越年草이다<sup>(6)</sup>. 나생이, 나송이 등으로도 불리는 냉이는 옛부터 식용의 목적 외에 약용으로도 쓰이고 있는데, 비장을 실하게 해주고 지혈, 해독, 안질 등에 효능이 있다고 전해진다<sup>(7)</sup>. 본 연구에서는 냉이의 향신천연물질 자원으로서의 가치 탐색의 목적외에 냉이를 조리 및 가공식품의 향미개선에 보다 효율적으로 이용하고자 하는 시도로 여러가지 건조방법을 적용하여 건조방법에 따른 휘발성 향기성분의 변화패턴을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 냉이는 1993년 2월 서울 소재 경동시장에서 구입하여 식물학적 확인을 거쳐 사용하였다.

### 건조 방법

냉이는 전초를 식용하므로 전초를 대상으로 4가지 건조방법을 적용하였다. 음건 방법은 신선한 시료를 수세한 후 증류수로 행구어 물기를 제거한 다음 그늘진 곳에서 자연건조시켰으며, steaming 후 음건하는 방법은 시료를 수세하여 증기에 60초간 노출시킨 다음 찬물에 행구고 물기를 제거하여 그늘에서 자연건조시켰다. Microwave oven (RE-700W, 삼성전자)을 이용한 건조는 수세 후 물기를 제거하여 200 g씩 고출력에서 20분간 건조시켰고 동결건조는 Microprocessor controlled freeze-dryer (Dura-Dry MP, FTS System, Inc.)를 사용하여 -60°C (약 130 mT)에서 27시간 건조시켰다<sup>(10)</sup>.

### 휘발성 성분 추출

각 건조방법별로 건조시킨 시료 3 kg씩을 1 cm 길이로 자른 후 Schultz 등<sup>(11)</sup>의 연속증류추출(simultaneous steam distillation-extraction, SDE)장치에서 diethyl ether 125 ml/를 추출용매로 사용하여 상압하에서 2시간동안 수증기 증류 및 추출하였다. 이 diethyl ether 추출액을 무수 황산나트륨으로 탈수시켰

으며, 여과 후 여과물을 40°C의 수욕상에서 회전농축기로 농축하여 GC 및 GC-MS 분석시료로 사용하였다.

### 분석

언어진 정유의 휘발성 향기성분은 GC/GC-MS를 이용하여 분석 및 동정하였다. 분석에 사용된 기기는 Hewlett-Packard (HP) 5880A gas chromatograph (GC)이며 Supelcowax 10 (30 m×0.32 mm I.D.) fused silica capillary column을 이용하였으며 temperature program은 50°C에서 5분간 유지한 다음 3°C/min의 온도 상승으로 230°C까지 온도를 높여 30분간을 유지하였다. 검출기는 flame ionization detector (FID)가 사용되었고 검출기 및 주입구의 온도는 250°C로 유지하였다. 운반기체로서 N<sub>2</sub>가스를 이용하였으며, flow rate 1.2 ml/min, split ratio를 1 : 45로 하였다.

GC-MS분석을 위하여는 Varian 3700 GC에 open split로 연결된 Finnigan MAT 212 (MS)를 사용하였다. 본 실험에서는 DB-WAX 10 (30 m×0.32 mm I.D.) fused silica capillary column이 분석에 이용되었으며 column은 먼저 50°C의 온도로 5분간 유지한 다음 3°C/min의 속도로 220°C까지 온도를 높였다. MS 분석 조건으로는 ion source temperature 250°C, ionization voltage (EI) 70 eV 그리고 ion source pressure는 1.2×10<sup>-5</sup> torr이었다.

각 성분은 mass spectral data books의 mass spectrum<sup>(12-14)</sup>과 retention index (RI)<sup>(15)</sup>에 의하여 확인하였다.

## 결과 및 고찰

본 실험에서는 냉이를 대상으로 음지에서 자연건조, steaming 후 자연건조, microwave 건조 및 동결건조 방법을 적용하여 건조방법에 따른 휘발성 향기성분 변화패턴을 조사하였는데 이들에 대한 gas chromatogram은 Fig. 1~Fig. 4와 같다.

음건시킨 냉이에서 확인된 휘발성 향기성분은 (Table 1) 총 30종으로 확인된 성분들은 관능기별로 분류한 결과 탄화수소류 2종, 알데히드류 5종, 케톤류 3종, 알코올류 10종, 에스테르류 2종, 유기산류 1종 및 기타 7종이었다.

상대적인 면적비는 탄화수소류 1.05%, 알데히드류 3.00%, 케톤류 8.41%, 알코올류 23.51%, 에스테르류 1.29%, 유기산류 0.19% 및 기타 19.32%이었다. 전체적으로 알코올류의 함량이 가장 높았고 trimethyl sulfide (12.43%)가 확인된 성분 중 함량이 가장 높았다.

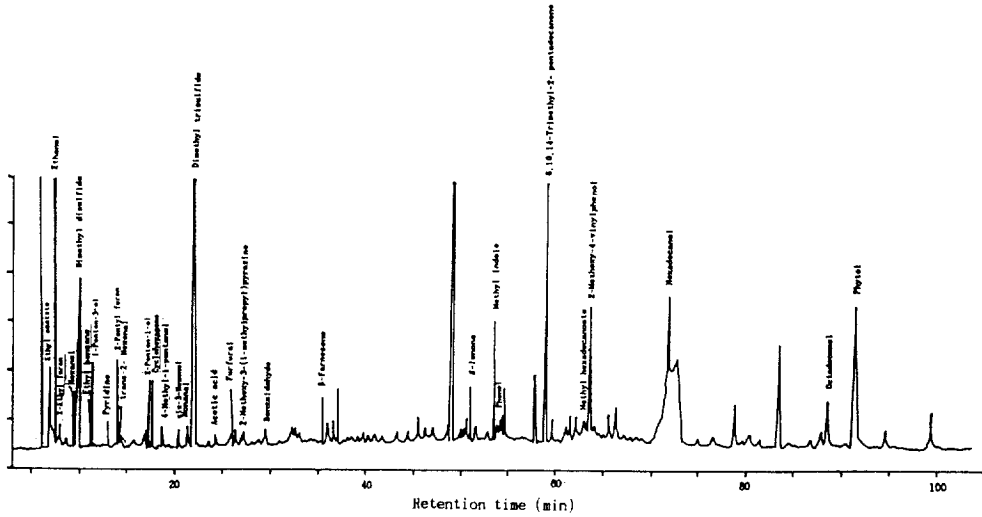


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile flavor components from shady air-dried *Capsella bursa-pastoris*

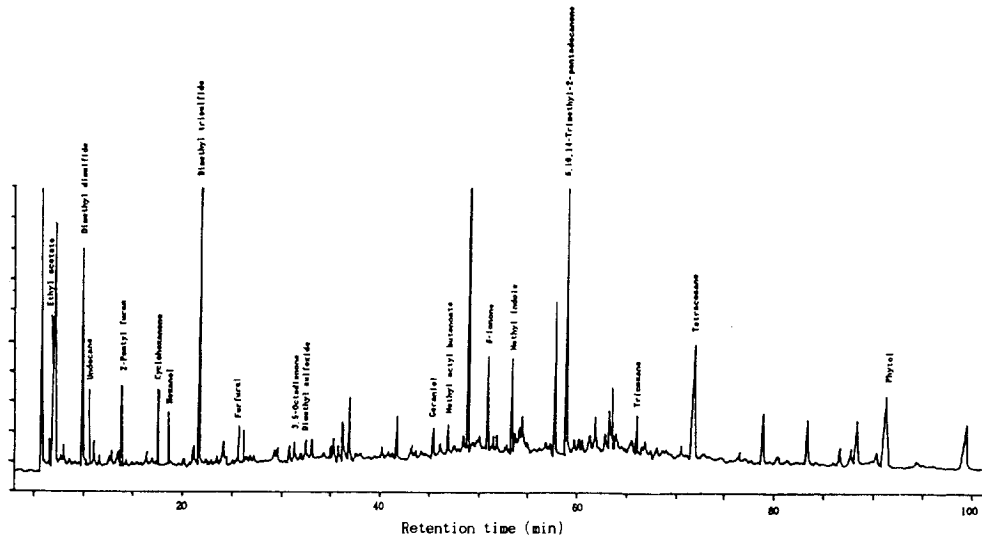


Fig. 2. Gas chromatogram of volatile flavor components from presteamed and shady air-dried *Capsella bursa-pastoris*

Steaming 후 음건시킨 냉이의 휘발성 향기성분 (Table 1)은 총 18종이 확인되었으며 탄화수소류 3종, 알데히드류 1종, 케톤류 4종, 알코올류 3종, 에스테르류 2종 및 기타 5종이었다.

관능기별로 확인된 성분들의 총 peak area %는 탄화수소류 7.03%, 알데히드류 0.90%, 케톤류 12.23%, 알코올류 5.35%, 에스테르류 2.17% 및 기타 18.36%로서 음건시킨 시료에 비하여 알코올류의 함량이 상당히 낮았으며 유기산류는 확인되지 않았고 dimethyl trisulfide (10.96%)의 함량이 가장 높았다.

Microwave로 건조시킨 냉이의 휘발성 향기성분은 (Table 1) 탄화수소류 5종(5.47%), 알데히드류 5종(2.96%), 케톤류 3종(9.85%), 알코올류 6종(26.60%), 에스테르류 2종(2.69%) 및 기타 8종(10.41%)으로 총 29개의 성분이 확인되었다. 유기산류는 확인되지 않았으며 식품의 향기에 그다지 기여하지 않는 phytol (14.65%)의 함량이 가장 높게 나타났고, 다음으로 6,10,14-trimethylpentadecan-2-one (7.65%), dimethyl trisulfide (5.87%)의 함량이 비교적 높게 보여졌다.

동결건조시킨 냉이에서는 총 26개의 휘발성 향기성



Table 1. Volatile flavor components of *Capsella bursa-pastoris* as influenced by drying methods

Compound	Peak area %				Identification
	Shady air-dried	Presteamed & shady air-dried	Microwave-dried	Freeze-dried	
Hydrocarbons					
Ethyl benzene	0.29	-	-	-	A <sup>1)</sup>
Methyl benzene	-	-	0.33	-	A, B <sup>2)</sup>
Xylene	-	-	0.15	-	A
Limonene	-	-	-	0.56	A, B
Undecane	-	1.08	-	-	A, B
Tridecane	-	-	-	0.17	A, B
Tetradecane	-	-	-	0.21	A, B
β-Farnesene	0.76	-	-	-	A
Neophytadiene	-	-	1.10	-	A, B
Eicosane	-	-	1.14	0.28	A, B
Tricosane	-	1.11	-	1.51	A, B
Tetracosane	-	4.84	2.74	4.97	A, B
Hexacosane	-	-	-	2.36	A, B
Octacosane	-	-	-	1.14	A, B
(Total hydrocarbons)	(1.05)	(7.03)	(5.47)	(11.20)	
Aldehydes					
n-Hexanal	0.50	-	-	-	A, B
trans-2-Hexenal	0.48	-	-	-	A, B
n-Nonanal	0.62	-	0.63	0.58	A, B
Furfural	1.09	0.90	1.05	0.08	A, B
Benzaldehyde	0.31	-	0.31	-	A, B
Tetradecanal	-	-	0.48	1.71	A, B
4-Hydroxy-3-methoxy benzaldehyde(Vanillin)	-	-	0.49	-	A
(Total aldehydes)	(3.00)	(0.90)	(2.96)	(2.37)	
Ketones					
Cyclohexanone	1.06	1.24	1.70	0.46	A
Octadienone	-	-	-	0.25	A
3,5-Octadienone	-	0.54	-	-	A
Nonenone	-	-	-	0.28	A
Trimethyl pentadecanone	-	-	-	0.71	A
β-Ionone	1.24	1.94	0.50	0.99	A, B
6,10,14-Trimethylpentadecan-2-one	6.11	8.51	7.65	5.69	A
(Total ketones)	(8.41)	(12.23)	(9.85)	(8.38)	
Alcohols					
Ethanol	5.21	-	3.98	-	A, B
n-Pentanol	-	-	0.30	-	A, B
n-Pentenol	-	-	-	0.33	A, B
1-Pentenol-3-ol	-	-	-	-	A, B
2-Pentenol-3-ol	0.93	-	-	-	A, B
4-Methyl-1-pentanol	1.22	-	-	-	A
n-Hexanol	0.28	1.02	-	0.19	A, B
cis-3-Hexen-1-ol	-	-	-	-	A, B
Geraniol	0.35	0.99	-	0.54	A, B
Phenol	0.57	-	1.04	0.68	A, B
2-Methoxy-4-vinylphenol	2.91	-	4.14	-	A
Octadecanol	2.51	-	2.49	-	A, B
Phytol	1.96	-	-	-	A, B
(Total alcohols)	7.57	3.34	14.65	6.89	A
	(23.51)	(5.35)	(26.60)	(8.63)	

Table 1. (Continued)

Compound	Peak area %				Identification
	Shady air-dried	Presteamed & shady air-dried	Microwave-dried	Freeze-dried	
<b>Esters</b>					
Ethyl acetate	0.89	1.75	2.19	-	A, B
Methyl octyl butenoate	-	0.42	-	-	A
Methyl-9,12-octadecadienoate	-	-	-	0.53	A
Methyl-9,12,15-octadecatrienoate	-	-	-	1.30	A
Methyl octadecatrienoate	-	-	0.50	-	A
Methyl hexadecanoate	0.40	-	0	-	A
(Total esters)	(1.29)	(2.17)	(2.69)	(1.83)	
<b>Acids</b>					
Acetic acid	0.19	-	-	-	A, B
(Total acids)	(0.19)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	
<b>Miscellaneous</b>					
2-Ethyl furan	0.33	-	-	-	A, B
Dimethyl disulfide	2.12	3.30	1.31	-	A
Pyridine	0.37	-	0.33	-	A
2-Pentyl furan	1.12	1.05	0.33	0.28	A, B
2,5-Dimethyl pyrazine	-	-	0.20	-	A
Dimethyl trisulfide	12.43	10.96	5.87	0.72	A
Trimethyl pyrazine	-	-	0.25	-	A
2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine	-	-	0.71	-	A
2-Methoxy-3-(1-methylpropyl)pyrazine	0.27	-	-	-	A
Dimethyl sulfoxide	-	0.63	-	-	A
Methyl indole	2.68	2.42	1.41	-	A, B
(Total miscellaneous)	(19.32)	(18.36)	(10.41)	(1.00)	

<sup>1)</sup>A: Identified by mass spectral data only

<sup>2)</sup>B: Identified by comparison of mass spectral data and retention time with those of authentic samples

은 적으리라고 생각된다.

지방족 탄화수소류는 일반적으로 향기에 크게 관여하지 못하는데 저급의 지방족 탄화수소, 특히 불포화 탄화수소류 중에는 특유의 향기를 지닌 성분도 있으나 고급의 지방족 탄화수소, 특히 포화 탄화수소류는 휘발성이 적고 향기도 미약하다. 또한 직쇄화합물보다는 측쇄화합물의 향기가 강하기는 하지만 카르보닐기를 함유하는 화합물에 비하여 향기의 강도 및 용해도가 낮으므로 향료로서의 용도는 적다<sup>(6)</sup>. 따라서 동결건조시킨 냉이의 휘발성 성분 중 탄화수소류의 함량은 가장 높으나, 고급의 포화 탄화수소류가 대부분이므로 향기에는 크게 기여하지 못한다고 생각된다.

냉이는 microwave 건조 및 동결건조 방법보다는 음건시키든지 steaming 후 음건시킬 때 냉이 특유의 매콤한 향이 더 많이 보존되었다. 특히 dimethyl disulfide 및 dimethyl trisulfide 같은 함유황화합물들은 자연 건조 및 microwave 건조방법을 적용한 시료에서는 상당량 확인되었으나 동결건조시킨 시료에서는 소량 확

인되었다. 건조된 냉이에서 확인된 휘발성 함유황화합물들 중 dimethyl disulfide (CH<sub>3</sub>-S-S-CH<sub>3</sub>)는 감자, 마늘, 양파, 코코아 및 rutabaga 등에서 확인된 휘발성 성분이며, dimethyl trisulfide (CH<sub>3</sub>-S-S-S-CH<sub>3</sub>)는 양배추, 마늘 및 양파, dimethyl sulfoxide ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO)는 완두콩(pea)에서 확인된 바 있다<sup>(7)</sup>.

자연건조 방법은 단순하며 용이한 방법이나 복원성 및 위생상의 문제를 지니므로 최근 동결건조 방법 및 microwave oven을 이용한 건조방법이 널리 이용되고 있다. 특히 동결건조 방법은 식품가공시 색을 보존시킨다는 측면에서 많이 시행되고 있는데 비용이 많이 드는 단점이 있다. 동결건조 방법은 식품을 먼저 -30°C~-40°C로 급속히 동결시키고 이 동결물을 0.1~1 mmHg 정도의 진공을 유지하고 있는 건조실에서 얼음을 승화시켜 수분을 제거하는 방법으로서 건조속도가 피건조식품의 두께에 좌우되므로 식품을 10~20 mm정도 두께로 절단하는 것이 원칙이다. 동결건조는 얼음의 승화에 의하여 건조되기 때문에 식품본래의

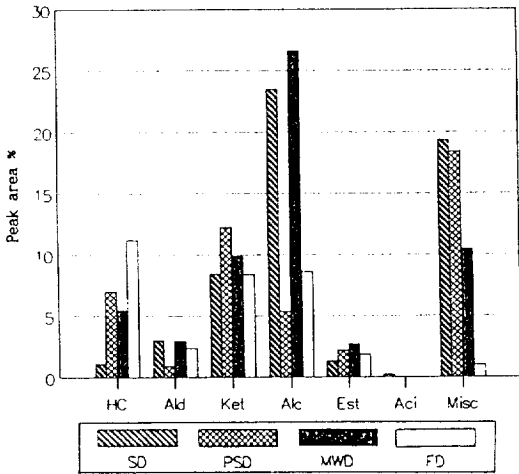


Fig. 5. Composition of volatile flavor components from *Capsella bursa-pastoris* as influenced by drying methods SD=shady air-dried; PSD=presteamed and shady air-dried; MWD=microwave-dried; FD=freeze-dried; HC=hydrocarbons; Ald=aldehydes; Ket=ketones; Alc=alcohols; Est=esters; Aci=acids; Misc=miscellaneous

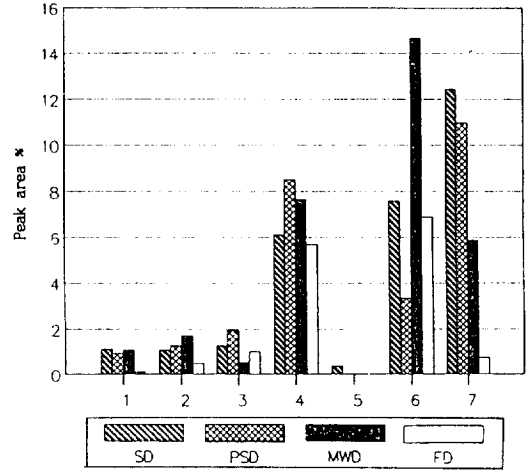


Fig. 6. Contents of furfural (1), cyclohexanone (2)  $\beta$ -ionone (3), 6,10,14-trimethylpentadecan-2-one (4), cis-3-hexenol (5), phytol (6) and dimethyl trisulfide (7) in the essential oil from *Capsella bursa-pastoris* as influenced by drying methods SD=shady air-dried; PSD=presteamed and shady air-dried; MWD=microwave-dried; FD=freeze-dried; HC=hydrocarbons; Ald=aldehydes; Ket=ketones; Alc=alcohols; Est=esters; Aci=acids; Misc=miscellaneous

모양이 변형되지 않아 건조전의 원형을 그대로 유지할 수 있으며 성분변화도 거의 일어나지 않는 장점이 있다<sup>(18)</sup>. Koller<sup>(19)</sup>는 동결건조와 더불어 50°C 및 80°C에서 air drying시킨 thyme과 sage를 대상으로 head-space 방법으로 포집된 휘발성 향기성분을 조사한 결과 동결건조 및 50°C air drying시킨 경우에는 향기패턴이 유사하게 나타났으나 80°C에서 건조시킨 경우에는 상이한 패턴을 보임을 보고하였다.

냉이의 경우 양적인 측면에서 주요한 향기성분들의 건조방법에 따른 함량 변화패턴은 Fig. 6과 같다. 곡물이나 옥수수 이삭에서 주로 추출되는 구수한 향미를 지닌 furfural<sup>(20)</sup>은 동결건조시킨 시료에서 가장 적게 나타났고, 파파야, 감자, 녹차 등의 향기에 관여하는 cyclohexanone<sup>(21)</sup>은 microwave로 건조시킨 시료에서,  $\beta$ -ionone은 steaming 후 음건시킨 시료에서 가장 다량 함유되어 있었으며, 풋풋한 풀내음을 지닌 cis-3-hexen-1-ol<sup>(20)</sup>은 음건시킨 시료를 제외한 모든 시료에서 확인되지 않았다. Microwave로 건조시킨 냉이에서 가장 다량 함유된 성분으로 확인된 phytol은 무미-무취에 가까우나 건조향을 지니며<sup>(20)</sup>, 홍차 및 lemon balm에서 확인된 바 있다<sup>(21)</sup>. 6,10,14-Trimethylpentadecan-2-one 및 dimethyl trisulfide의 함량은 동결건조시킨 시료에서 가장 적게 보여졌다.

이상에서 살펴본 바와같이 냉이는 각각의 건조방법에 따라 함유된 휘발성 향기성분의 양 및 종류가

다르게 보여졌다. 동결건조 방법은 식품 본래의 향기를 잘 보존하는데<sup>(18)</sup> 본 실험에서는 다른 건조방법을 적용시킨 시료에 비하여 동결건조시킨 시료의 향기가 비교적 조화로우며 향 특성은 우수한 것으로 평가되었다. 동결건조시킨 시료의 향기는 열분해(thermal degradation)의 영향이 적다고 생각되는데, 실제 Kanasawud 및 Crouzet<sup>(22)</sup>는  $\beta$ -carotene을 30°C에서 90°C까지 온도를 증가시키면서 가열하여 이 성분으로부터 열분해되어 생성되는 휘발성 화합물들을 조사한 결과 온도가 증가할수록 휘발성 성분들의 생성이 증가함을 보고하였고, passion fruit을 이용한 Engel 및 Tressel<sup>(23)</sup>의 실험에서도 유사한 결과가 보고되었다. 따라서 동결건조시킨 시료의 향기성분들은 열분해의 영향을 비교적 적게 받았으리라고 추정된다.

## 요 약

냉이의 건조방법에 따른 휘발성 향기성분을 분석하기 위해 SDE방법으로 정유성분을 추출한 다음 GC 및 GC-MS를 이용하여 성분을 확인하였다. 음건시킨 시료에서는 탄화수소류 2종, 알데히드류 5종, 케톤류 3종, 알코올류 10종, 에스테르류 2종, 유기산류 1종 및 기타 7종이 확인되었고, steaming 후 음건시킨 시료에서는 탄화수소류 3종, 알데히드류 1종, 케톤류 4종, 알

코올류 3종, 에스테르류 2종 및 기타 5종, microwave로 건조시킨 시료에서는 탄화수소류 5종, 알데히드류 5종, 케톤류 3종, 알코올류 6종, 에스테르류 2종 및 기타 8종, 동결건조시킨 시료에서는 탄화수소류 8종, 알데히드류 3종, 케톤류 6종, 알코올류 5종, 에스테르류 2종 및 기타 2종이 확인되었다. 일반적으로 음건시킨 냉이와 microwave로 건조시킨 냉이에서는 확인된 휘발성 향기성분 중 알코올류가 차지하는 비율이 가장 높았고, microwave 건조 및 동결건조 방법보다는 steaming 후 음건시킬 때 함유황화합물의 함량이 높게 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호 90-0800-04)의 일환으로 "한국산 야생식물자원의 가치 및 효능 탐색"이란 제목하에 수행되었으며 연구비 및 관련지원에 깊은 감사를 드립니다.

### 문헌

- Teutonico, R.A. and Knorr, D.: Amaranth ; Composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. *Food Technol.*, **39**(4), 49 (1985)
- 우원식 : 천연물화학연구법. 민음사, p.123 (1986)
- 이춘녕, 김우정 : 천연 향신료와 식용색소. 향문사, p.10 (1987)
- 최영전 : 香料, 藥味, 香辛料 植物 百科. 오성출판사, p.39 (1992)
- 신순희 : 향신천연물질자원. 제 1회 유용천연물질 개발 심포지움: 한국산 천연물 자원. 한국생약학회편집. 한국생약학회, p.8 (1987)
- 이창복 : 대한식물도감. 향문사, p.395 (1985)
- 김영상, 송정섭, 성종환, 이봉호, 홍영표, 한인송, 정주호, 장영선 : 원색도감 한국의 자생식물 초보편. 농촌진흥청, p.31 (1989)
- 윤국병, 장준근 : 몸에 좋은 산야초. 석오출판사, p.203 (1989)
- 홍만선 : 山林經濟 [민족문화추진위원회 : 국역산림경제 제2권. 민족문화추진고간행회, p.128 (1985)]
- 최향숙 : 야생식물종의 휘발성 향기성분 분석 및 변화 패턴에 관한 연구. 덕성여자대학교 박사학위논문 (1995)
- Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Eggling, S.B. and Teranishi, R.: Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.*, **25**(3), 446 (1977)
- Heller, S.R. and Milne, G.W.A.: *EPA/NIH Mass Spectral Data Base*, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C. (1978)
- Stehagen, E., Abrahamsson, S. and McLafferty, F.W.: *Registry of Mass Spectral Data*. John Wiley and Sons, N.Y. (1974)
- Tennings, W. and Shibamoto, T.: *Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography*. Academic Press, N.Y. (1980)
- Kovat, E.: Gas chromatographic characterization of organic substances in the retention index system. *Advan. Chromatog.* **1**, 229 (1965)
- 문범수 : 식품첨가물. 수확사, p.262 (1986)
- Fenaroli, G.: *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients*, 2nd ed., Vol. I.II., T.E. Furia and N. Bellanca (Ed.), CRC Press, Inc., USA. (1975)
- 양한철 : 식품공업. 세문사, p.460 (1994)
- Koller, W.D.: Problems with the flavour of herbs and spices. In *Frontiers of Flavor*. Proceeding of the 5th international flavor conference. G. Charalambous (Ed.), Elsevier Science Publishers Co., Inc., Amsterdam, Netherlands, p.123 (1988)
- Arctander, S.: *Perfume and Flavor Chemicals*. Montclair, N.Y.(1969)
- TNO-CIVO Food Analysis Institute : Volatile compounds in food : Qualitative and quantitative data, Vol. I. II., 6th ed., M. Maarse and C.A. Isscher (Ed.), TNO-CIVO Food Analysis Institute, Netherlands (1989)
- Kanasawud, P. and Crouzet, J.C.: Mechanism of formation of volatile compounds by thermal degradation of carotenoids in aqueous medium. I.  $\beta$ -Carotene degradation. *J. Agric. Food Chem.* **38**, 237 (1990)
- Engel, K.H. and Tressel, R.: Formation of aroma components from nonvolatile precursor in passion fruit. *J. Agric. Food Chem.*, **31**, 998 (1983)

(1996년 1월 18일 접수)