

## 사철쑥 정유의 저장 중 향기성분 변화

정 미 숙

덕성여자대학교 교양교직대학 식품영양학전공

### Changes in the Volatile Compounds of *Artemisia capillaris* Essential Oil during Storage

Mi-Sook Chung

Department of Food and Nutrition, College of Liberal Arts, Duksung Women's University

#### Abstract

In this study, changes in the volatile compounds of *Artemisia capillaris* essential oil were investigated under six different storage conditions for 6 months. The essential oil was collected by steam distillation and analyzed by a gas chromatography-mass selective detector (GC-MSD). Seventy-five volatile compounds were identified from the fresh essential oil of *Artemisia capillaris*. During storage, the total levels of aldehydes, alcohols, and ketones slightly decreased and the level of hydrocarbons greatly decreased; the total level of esters also decreased in the essential oil. Notably, the levels of carvacrol, eugenol, myrcene, 1,8-cineole, caryophyllene, coumarin,  $\alpha$ -thujone,  $\beta$ -thujone, borneol, and  $\gamma$ -terpinene, known as antioxidants and antimicrobial agents, decreased during storage. Finally, aerobic storage conditions caused greater reductions in some compounds even at low temperatures.

Key words : *Artemisia capillaris*, essential oil, volatile compounds, storage

## 1. 서 론

식물의 향기성분인 정유(essential oil)는 주로 테르펜 화합물로 이루어져 있으며 이 화합물은 미생물의 세포막을 파괴하여 성장을 억제하므로 식품의 천연보존제로서 가치가 크다(Draughon FA 2004). 정유의 항균작용을 이용하여 채소, 육류 및 가공식품의 저장수명을 연장하기 위한 연구가 보고되고 있어(Kim JO 등 1992, Kim YS과 Shin DH 2003, Lanciotti R 등 2004, Holley RA와 Patel D 2005), 식물의 향기성분인 정유의 천연 향균제로서의 가능성

이 제시되고 있다.

정유는 구조적인 특성으로 인하여 공기 중에서 산화되거나 열, 빛, 수분 및 촉매 등에 의하여 증합 및 자리 옮김 반응을 거쳐 쉽게 변질된다(Sylvestre M 등 2005). 향료산업에서 가장 많이 사용되고 있는 감귤류 정유 가운데 레몬 및 유자 정유를 저장하는 동안 hydrocarbons, alcohols 및 esters 등의 변화가 보고되어 있다(Sawamura M 등 2004, Njoroge SM 등 1996). 정유의 향기성분이 변화되면 항산화활성 및 항균활성이 현저하게 감소되는데 Tomaino A 등(2005)은 nutmeg 정유를 180°C에서 3분간 열처리하였을 때 유리라디칼 소거활성이 감소되었다고 보고하였다.

향기가 우수한 방향성식물을 식품에 첨가하여 품질 및 저장성을 향상시키기 위한 연구가 일부 식품을 대상으로 이루어져 있다. 로즈마리 0.5%가 첨가된 증편은 기공 크기가 작고 전체적인 기포도가 높게 나타나 로즈마리를 첨가한 증편의 개발 가능성

Corresponding author : Mi Sook Chung, Department of Food and Nutrition, College of Liberal Arts, Duksung Women's University, 419 Ssangmundong, Dobongku, Seoul 132-714, Korea  
Tel : 82-2-901-8590  
Fax : 82-2-901-8442  
E-mail : mschung@duksung.ac.kr

이 제시되었다(Kang SH 등 2006). Jeon MK과 Kim MR(2006)에 따르면 녹차, 로즈마리, 라벤더 및 타임을 첨가한 두부는 저장기간 동안 대조군 두부에 비하여 저장성이 향상되어 품질보존의 효과가 있는 것으로 확인되었다. 또한 바질 물추출물을 두부에 첨가하였을 때 고소한 맛, 전체적인 기호도 및 저장성이 증가하였다(Im JG 등 2004). 민들레 뿌리 3%와 잎 2%를 각각 첨가한 설기떡의 색과 향, 경도, 씹힘성 및 기호도가 유의적으로 증가하였으며(Yoo KM 등 2005), 빵잎가루를 닭고기 patty에 첨가하였을 때 포화지방산은 감소한 반면, 불포화지방산과 필수지방산의 함량이 증가하였다(Kim MW 등 2005). Jeon JR 등(2005)은 국수에 솔잎 추출물 3%가 첨가되었을 때 품질특성이 가장 우수하였으며, 솔잎 분말과 엑기스가 첨가된 국수의 저장성이 연장되었다고 보고하였다. 이상과 같이 향기가 우수한 방향성식물을 첨가하여 식품의 품질 및 저장성을 증가시키는 방법 외에도 방향성식물에서 추출한 정유를 첨가하는 방법이 제안되고 있다.

우리나라의 대표적인 방향성식물로 알려져 있는 사철쑥(*Artemisia capillaris* THUNB.)은 국화과 쑥속에 속하는 다년생 초본 식물로 인진쑥이라고도 부르며 우리나라 전역에 걸쳐 자생하고 있어 약용 및 식용으로 이용하고 있다(Kim TC 1998). 사철쑥에는 조단백질이 14.12% 함유되어 있으며 아미노산 중 8종의 필수아미노산이 13.11% 포함되어 있다. 또한 조지방 함량은 4.80%이며, 지방산 가운데 oleic acid가 23.86%로 가장 많은 함유율을 보였으며, 무기질 및 비타민 등도 함유하고 있어 영양소가 풍부한 식품으로 보고되었다(Lee HJ 등 2002). Solid phase microextraction 등의 방법으로 추출한 사철쑥의 주요 향기는 1,8-cineole, camphor, borneol, camphene, *p*-cymene, cineole, *p*-cymene, thujone, camphor, muurolene 및 longiverbenone 등으로 확인되었다(Hwang YM 등 2006, Cho YH와 Chiang MH 2001).

사철쑥 정유를 식품 품질 및 저장성 향상을 위한 목적으로 활용하기 위하여 사철쑥 정유의 향기성분 안정성에 대한 기초 자료가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 특징적인 향기를 가지고 있는 사철쑥 정유의 향기성분이 저장조건에 따라 어떠한 변화를 나타내는지 분석하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 정유의 추출

강원도 평창 지역 농가에서 재배하여 자연 건조한 사철쑥을 구입하였으며, 사철쑥을 분쇄기(HMC-400T, Hanil Electronics, Seoul, Korea)에서 30초간 분쇄한 후, clavenger-type apparatus(Hanil Labtech Ltd, Incheon, Korea)로 2시간 동안 수증기 증류하여 사철쑥 정유를 얻었다. 사철쑥 정유의 추출률은 0.14 g%이었다. 추출한 정유에 무수황산나트륨을 넣고 수분을 제거한 후, 여과하여 얻은 정유를 저장실험에 이용하였다.

### 2. 정유 저장조건

Sawamura M 등(2004)의 실험 방법을 변형하여 사철쑥 정유의 저장에 따른 향기성분의 변화를 분석하였다. 정유를 저장하는 동안 미세한 화학물질의 이동을 최소화하기 위하여 갈색병에 정유 0.5 mL를 담고 테프론 inner seal이 내장된 뚜껑으로 밀봉한 후, 저장기간, 저장온도 및 공기가 정유성분의 변화에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다음과 같은 조건에서 저장 실험을 하였다. 항온기(Incubator, EYELA SLI-450ND, Japan)를 사용하여 저장 온도를 5°C, 20°C 및 40°C로 고정하고, 각 온도마다 2 set의 정유 시료를 저장하면서, 한 set의 시료는 매일 1회 3분간 정유 vial의 뚜껑을 열었다가 닫았으며(AC-1), 다른 시료는 1달에 1회 3분간 정유 vial의 뚜껑을 열었다가 닫았다(AC-2). 정유성분의 변화는 저장하기 전의 정유, 저장 3 및 6개월에 각 정유의 향기성분을 분석하였으며, 3회 반복 실험을 하였다.

### 3. 향기성분 분석 및 확인

향기성분은 GC-MS(Agilent 6890 gas chromatograph /5973 mass selective detector, Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. Microsyringe를 이용하여 정유 1  $\mu$ L를 HP-5MS column(30 m length $\times$ 0.25 mm i.d. $\times$ 0.25  $\mu$ m film thickness, Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)에 주입하였으며, 운반 기체인 He의 유속은 1.0 mL/min로 조절하였다. 오븐 온도는 40°C에서 5분 유지한 후 5°C/min으로 승온하여 220°C에서 5분간 지속시켰다. Injector 온도는 200°C, detector는 250°C로

조절하였으며 mass selective detector의 이온화 에너지는 70 eV, scanning mass range는  $m/z$  33-330으로 하였다.

GC-MS에 의해 분리된 각 peak의 mass spectra와 Wiley mass spectral data base(Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)의 mass spectra를 비교하여 향기 성분을 확인하였다. 또한 C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub>의 알칸(Aldrich, Milwaukee, USA)을 사용하여 retention indices(RIs)를 구하고(van den Dool H와 Kratz PD 1963), 이를 문헌에 제시되어 있는 RI와 비교하여 시료에 함유된 향기성분을 동정하였다(Kondjoyan N과 Berdague JL 1996).

### III. 결과 및 고찰

사철쭉 정유의 저장 0일의 향기성분으로 총 75종이 확인되었으며, vulgarone B(14.54%), borneol(10.55%), camphor(8.87%), spathulenol(6.63%), 1,8-cineol (4.22%), vulgarone A(3.17%), 5-epi-neointermedol(2.85%),  $\beta$ -caryophyllene(1.87%),  $\delta$ -cadinene(1.74%), bornyl acetate (1.18%) 및 germacrene D(1.11%)의 순서로 상대적 peak 면적이 많았다(Table 1). 사철쭉의 향기성분으로 capillene, capollarin, dehydrofalcariinol 및 capillin 등이 보고되었으며(Harada R과 Iwasaki M 1982), Guo FQ 등(2004)에 따르면, 채집 지역에 따라 사철쭉 향기성분은 차이가 있었으며 공통적으로 많이 함유된 성분은  $\beta$ -linalool, trans-Z- $\alpha$ -bisabolene epoxide, hexadecanoic acid, falcariinol, 9,12,15- octadecatrienal이라고 보고한 바 있다. Cho YH와 Chiang MH(2001)는 사철쭉의 주요 향기성분으로 cineole, p-cymene, p-myrcene, camphene, thujone, camphor, borneol, muurolene 및 longiverbenone을 제시하였다. 또한 Hwang YM 등(2006)은 SPME법으로 사철쭉 향기를 추출하였을 때, 1,8-cineole, camphor, borneol, camphene 및 p-cymene이 주요 향기성분으로 확인되었다고 보고한 바 있다. 이상과 같이 사철쭉의 향기성분은 채집지역에 따라 차이가 있으며, 우리나라에서 보고된 논문에서 공통적으로 확인된 주요성분인 1,8-cineole, camphor, borneol, camphene 및 p-cymene 등은 본 실험에서도 확인되었다.

사철쭉 정유를 5°C, 20°C 및 40°C에서 6개월간 저장하면서 매일 1회 3분간 정유 vial의 뚜껑을 열었다가 닫아 공기와 반응시킨 시료(AC-1)와 1달에 1회 3분간 정유 vial의 뚜껑을 열었다가 닫아 공기와 반응

시킨 시료(AC-2)의 향기성분 변화를 확인하여 사철쭉 정유의 저장기간, 저장온도 및 공기에 대한 안정성을 분석한 결과를 Table 1과 2에 제시하였다. 사철쭉의 향기성분 가운데 aldehydes, alcohols 및 ketones은 저장기간, 저장온도 및 공기와 반응시간이 증가할수록 그 함량이 전반적으로 감소하였으며 특히 hydrocarbons은 현저한 감소율을 보였고, esters의 함량은 증가되는 경향을 보였다.

사철쭉 향기성분 가운데 aldehydes는 상대적 peak 면적 0.76%를 차지하였고, 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-1 시료는 0.63%로 감소하였으며 AC-2는 0.65%로 감소되었다. 특히 trans-2-hexenal은 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-1 및 AC-2 시료에서 50%의 감소율을 나타내었다. 이와 같이 사철쭉 정유의 저장 동안 aldehydes의 감소는 초피 정유의 저장(Chung 2006)에서도 확인되었으며, 레몬 정유에서도 저장기간이 길어질수록 aliphatic aldehyde인 octanal의 함량이 현저히 감소되었다고 보고된 바 있다(Sawamura M 등 2004).

사철쭉 정유에서 확인된 hydrocarbons은 대부분 terpenes으로 상대적 peak 면적 12.64%를 차지하였는데 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-1과 AC-2에서 각각 7.62%와 10.58%로 감소되어, 공기와 반응시간이 많은 시료(AC-1)에서 현저한 감소 현상이 확인되었다. 사철쭉 정유에서 확인된 terpenes은 monoterpene hydrocarbons보다 sesquiterpene hydrocarbon의 함유율이 높게 나타났으며, 특히  $\beta$ -caryophyllene과  $\delta$ -cadinene은 각각 상대적 peak 면적 1.87%와 1.74%를 차지하였으나, 이 두 가지 성분은 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-1에서 상대적 peak 면적 0.89%와 1.05%로 감소되었고 AC-2에서는 1.75%와 1.44%로 각각 줄어들었다.  $\alpha$ -Pinene은 빛에 의해 trans-pinocarveol로 산화되는데(Sawamura M 등 2004), 본 실험의 저장조건에서  $\alpha$ -pinene이 감소하였으나, trans-pinocarveol은 확인되지 않았다. 사철쭉 hydrocarbons의 함량 변화에서 예외적으로 본 실험의 모든 저장조건에서 p-cymene의 함량은 증가되어, 정유 저장 전의 상대적 peak 면적 0.14%에서 AC-1 시료는 0.98%, AC-2는 0.91%로 나타났다. p-Cymene은  $\alpha$ -terpinene 및  $\nu$ -terpinene의 dehydration과 rearrangement에 의하여 생성될 수 있는데(Njoroge SM 등 1996) 본 실험에서도 저장온도가

높을수록 저장기간 및 공기와의 반응시간이 길어질수록 p-cymene의 증가량은 높아지고  $\nu$ -terpinene의 감소량은 컸다. 그러나 이러한 변화는 AC-2보다 AC-1에서 그리고 저장온도가 높을수록 크게 나타났으며, AC-2의 5°C에서는 그 변화 정도가 매우 작았다.

사철쭉 정유에서 확인된 향기성분 가운데, 총 alcohols은 상대적 peak 면적 25.31%를 차지하였다. 저장기간이 길어질수록 총 alcohols 함량이 감소하여 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-1에서는 25.14 %, AC-2에서는 24.97%로 나타났다. 이 가운데 yomogi alcohol 함량은 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-2 시료에서는 1.5배 증가되었으나, 공기와의 반응시간이 더 많았던 AC-1 시료에서는 2배의 증가율을 나타내었다. 또한 본 실험에서는 저장기간이 길어짐에 따라 geraniol은 증가하면서 myrcene이 감소하는 추세를 보였으며 geraniol은 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-1과 AC-2에서 각각 35%, 17%의 증가율을 나타내었다. 이러한 현상은 monoterpene hydrocarbon인 myrcene이 자동산화 되어 linalool, geraniol 및 nerol을 형성하기 때문으로 볼 수 있다(Dieckmann RH와 Palamand SR 1974). 본 실험에서 다량 확인된 borneol과 spathulenol은 저장기간이 길어질수록 AC-1과 AC-2 시료에서 감소되었다. Spathulenol은 쑥속 식물인 *Artemisia judaica* L, *Artemisia campestris* var. *glutinosa*와 초피의 주요 향기성분으로 보고되었으나(El-Massry KF 등 2002, Juteau F 등 2002a, Chung 2005), Njoroge SM 등(1996)은 spathulenol이 yuzu 정유의 artifact 화합물의 하나이며 bicyclogermacrene이 공기 중에서 산화되어 생성되는 물질이라고 보고하였다.

사철쭉에서 가장 많은 함유율을 보인 vulgarone B는 저장조건에 관계없이 저장기간이 길어질수록 증가하였으나, 공기와 반응이 적은 AC-2 시료보다 공기와의 반응시간이 많은 AC-1 시료에서 그리고 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길수록 그 증가량이 많았다. Monoterpene bicyclic류에 속하는 camphor는 사철쭉의 향기성분 가운데 세 번째로 함유량이 높은 성분으로 저장온도 40°C, 저장 6개월의 조건에서 AC-1 및 AC-2 시료 모두에서 저장 전 정유에 비하여 약 4% 증가하였다. Juteau F 등(2002b)과 Perazzo FF 등(2003)은 개똥쭉(*Artemisia annua*) 정유의 향기성분 가운데 camphor가 가장 높은 함유율을 나타내었다고 보고하

였다.  $\alpha$ -Thujone과  $\beta$ -thujone은 저장기간 동안 AC-1 및 AC-2 시료에서 감소하는 추세를 보였으며, cryptone과 piperitone은 초피 향기의 aroma-active compounds로 보고되어 있는데(Chung 2005), 본 실험에서는 온도가 높을수록 저장기간 동안 그 함량이 증가하는 경향을 보였다. 또한 사철쭉의 향기성분으로 확인된 carvone은 저장기간 동안 AC-1 및 AC-2 시료에서 변화정도가 크지 않았으나, 오렌지 주스에서는 주스 가공 중에 limonene이 산화되어 carvone을 형성하여 주스의 off-flavor에 기여하는 것으로 알려져 있다(Belitz HD와 Grosch W 1999).

확인된 성분 가운데 esters는 저장온도 40°C, 저장 6개월의 AC-1 시료에서는 약 8%의 증가율을 보였으며, AC-2에서는 약 6% 증가되었다. 또한 caryophyllene이 산화되어 생성된 caryophyllene oxide는 저장 기간이 길어질수록 그 함량이 증가하였으며, 특히 AC-1에서 많은 함량을 나타내어 공기에 의하여 oxides 생성이 촉진됨을 알 수 있다. 사철쭉에서 확인된 1,8-cineole은 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간이 증가할수록 함량이 감소되었으며, 쑥속 식물인 스페인산 *Artemisia pedemontana*와 *Artemisia asiatica nakai*의 주요 향기성분으로 보고되었다(Perez-Alonso MJ 등 2003, Kim JO 등 1992).

사철쭉에서 확인된 carvacrol 및 eugenol과 같은 페놀화합물은 *E. coli*, *S. aureus*, *Vibrio vulnificus* 등에 대하여 항균활성이 매우 높으며(Dorman HJD와 Deans SG 2000, Farag RS 등 1989, Cosentino S 등 1999), myrcene, 1,8-cineole, camphor, caryophyllene, coumarin 및 farnesol은 *Salmonella typhimurium* TA100에서 aflatoxin B<sub>1</sub>의 돌연변이 유발 억제효과가 인정되었다(Kim JO 등 1992). 또한 사철쭉에서 확인된  $\alpha$ -thujone과  $\beta$ -thujone도 *E. coli*, *Bacillus subtilis* 및 *S. aureus* 등에 대한 항균작용이 보고되어 있다(Kim YS 등 1994). Farag RS 등(1989)은 camphor, borneol, eugenol 및 thymol과 같은 페놀 핵을 지닌 화합물은 hydroperoxide 형성을 억제한다고 보고하였으며, camphor를 함유한 쑥속 식물의 정유와  $\nu$ -terpinene은 항산화활성이 높다고 알려져 있다(El-Massry KF 등 2002, Lee JH 등 2002).

이와 같이 본 실험에서 확인된 사철쭉 정유의 향기성분 가운데 carvacrol, eugenol, myrcene, 1,8-cineole,

Table 1. Relative compositional changes in *Artemisia capillaris* essential oils under storage condition AC-1<sup>1)</sup>

Possible compounds	RI <sup>2)</sup>	Identifi- cation <sup>3)</sup>	Relative peak area(%) <sup>4)</sup>						
			0	5°C		20°C		40°C	
				3 mon	6 mon	3 mon	6 mon	3 mon	6 mon
Aldehydes (4)									
trans-2-hexenal	<800	MS	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
benzaldehyde	974	MS/RI	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06
cuminal	1240	MS	0.33	0.30	0.32	0.31	0.30	0.31	0.29
phellandral	1263	MS	0.32	0.32	0.31	0.31	0.30	0.29	0.27
Hydrocarbons (31)									
$\alpha$ -pinene	934	MS/RI	0.06	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01
camphene	946	MS/RI	0.36	0.28	0.28	0.27	0.25	0.22	0.20
verbenene	968	MS/RI	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
$\beta$ -pinene	978	MS/RI	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
myrcene	989	MS/RI	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
phellandrene	1002	MS/RI	0.35	0.28	0.25	0.25	0.22	0.22	0.20
$\alpha$ -terpinene	1009	MS/RI	0.45	0.37	0.39	0.33	0.30	0.32	0.29
p-cymene	1024	MS/RI	0.14	0.16	0.20	0.35	0.75	0.66	0.98
$\gamma$ -terpinene	1060	MS/RI	0.36	0.20	0.16	0.07	0.04	0.02	0.01
terpinolene	1084	MS/RI	0.12	0.08	0.07	0.08	0.06	0.06	0.06
$\alpha$ -guaiene	1342	MS	0.23	0.23	0.20	0.19	0.12	0.11	0.07
$\alpha$ -longipinene	1353	MS/RI	0.20	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.18
$\alpha$ -cubebene	1354	MS/RI	0.35	0.33	0.32	0.32	0.31	0.30	0.26
$\beta$ -guaiene	1370	MS	0.22	0.21	0.17	0.17	0.15	0.12	0.08
$\alpha$ -copaene	1386	MS/RI	0.79	0.68	0.69	0.68	0.67	0.64	0.55
$\beta$ -cubebene	1395	MS	0.37	0.36	0.37	0.30	0.27	0.21	0.11
junipene	1399	MS	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06
tetradecane	1400	MS/RI	0.13	0.12	0.11	0.12	0.10	0.12	0.09
$\beta$ -caryophyllene	1437	MS/RI	1.87	1.82	1.74	1.69	1.44	1.21	0.89
$\alpha$ -humulene	1467	MS/RI	0.50	0.42	0.37	0.30	0.24	0.19	0.09
aromadendrene	1460	MS/RI	0.19	0.19	0.17	0.11	0.09	0.10	0.08
$\alpha$ -gurjunene	1468	MS/RI	0.27	0.27	0.26	0.25	0.23	0.23	0.21
$\beta$ -selinene	1490	MS	0.47	0.44	0.40	0.31	0.28	0.31	0.24
$\alpha$ -amorphene	1491	MS	0.48	0.42	0.39	0.38	0.35	0.34	0.30
$\alpha$ -selinene	1493	MS	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.14
germacrene D	1500	MS/RI	1.11	0.81	0.74	0.70	0.65	0.66	0.61
$\alpha$ -muurolene	1501	MS/RI	0.28	0.27	0.24	0.23	0.20	0.21	0.16
$\beta$ -bisabolene	1506	MS/RI	0.49	0.47	0.46	0.44	0.41	0.40	0.29
$\gamma$ -muurolene	1511	MS/RI	0.43	0.40	0.36	0.37	0.33	0.34	0.26
$\delta$ -cadinene	1538	MS/RI	1.74	1.57	1.57	1.55	1.39	1.43	1.05
cadina-1,4-diene	1540	MS	0.21	0.20	0.17	0.16	0.12	0.11	0.07
Alcohols (18)									
1-octen-3-ol	979	MS/RI	0.29	0.29	0.29	0.31	0.32	0.32	0.34
2,5,5-trimethyl-3,6-heptadien-2-ol (yomogi alcohol)	999	MS/RI	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
p-menth-2-en-1-ol	1120	MS	0.21	0.21	0.23	0.24	0.24	0.24	0.25
isoborneol	1162	MS/RI	0.67	0.67	0.68	0.67	0.66	0.65	0.66
borneol	1173	MS/RI	10.55	10.55	10.53	10.54	10.51	10.51	10.48

Table 1. continued

Possible compounds	RI	Identifi- cation	Relative peak area(%)						
			0	5°C		20°C		40°C	
				3 mon	6 mon	3 mon	6 mon	3 mon	6 mon
$\alpha$ -terpineol	1193	MS/RI	1.01	1.02	1.04	1.04	1.09	1.08	1.10
myrtenol	1196	MS/RI	0.29	0.29	0.29	0.30	0.32	0.32	0.30
trans-piperitol	1199	MS/RI	0.54	0.55	0.53	0.52	0.50	0.50	0.48
trans-carveol	1217	MS/RI	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.31
cis-carveol	1235	MS	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09
geraniol	1258	MS/RI	0.23	0.23	0.24	0.24	0.26	0.28	0.31
cuminol	1293	MS	0.19	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	0.20
carvacrol	1299	MS/RI	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.12
eugenol	1369	MS/RI	0.29	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.27
methyl eugenol	1407	MS/RI	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06
nerolidol	1562	MS/RI	0.91	0.92	0.92	0.94	0.96	0.96	0.95
spathulenol	1601	MS/RI	6.63	6.64	6.60	6.55	6.51	6.52	6.01
5-epi-neointermedeol	1662	MS	2.85	2.85	2.97	2.89	3.20	3.16	3.17
Ketones (14)									
3,6,6-trimethyl-1,5-heptadien-4-one (artemisia ketone)	1062	MS/RI	0.32	0.32	0.32	0.30	0.31	0.31	0.30
$\alpha$ -thujone	1105	MS/RI	0.46	0.46	0.41	0.40	0.41	0.42	0.40
$\beta$ -thujone	1116	MS/RI	0.23	0.23	0.21	0.24	0.23	0.22	0.21
camphor	1147	MS/RI	8.87	8.90	9.02	9.10	9.18	9.16	9.21
pinocarvone	1165	MS/RI	0.31	0.31	0.30	0.30	0.31	0.29	0.30
cryptone	1188	MS/RI	0.09	0.10	0.11	0.10	0.12	0.11	0.10
carvone	1249	MS/RI	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.16
piperitone	1253	MS/RI	0.43	0.40	0.38	0.39	0.37	0.36	0.36
$\beta$ -damascenone	1389	MS/RI	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.04
coumarin	1452	MS	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.16	0.15
$\beta$ -ionone	1482	MS/RI	0.25	0.25	0.24	0.24	0.23	0.24	0.23
salvial-4(14)-en-1-one	1595	MS/RI	0.54	0.53	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53
vulgarone A	1611	MS	3.17	3.17	3.12	3.10	2.98	2.81	2.49
vulgarone B	1651	MS/RI	14.54	14.55	14.50	14.60	14.55	14.54	14.29
Esters (5)									
bornyl formate	1230	MS	0.41	0.42	0.43	0.42	0.42	0.40	0.40
bornyl acetate	1287	MS/RI	1.18	1.18	1.19	1.19	1.21	1.21	1.22
$\alpha$ -terpinenyl acetate	1361	MS	0.26	0.26	0.27	0.25	0.28	0.27	0.29
geranyl acetate	1397	MS	0.32	0.33	0.33	0.34	0.35	0.35	0.39
methyl palmitate	1908	MS	0.11	0.12	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15
Miscellaneous (3)									
1,8-cineole	1030	MS/RI	4.22	4.20	4.17	4.00	3.76	3.82	3.48
caryophyllene oxide	1609	MS/RI	0.60	0.62	0.62	0.64	0.66	0.69	0.72
hexadecanoic acid	1966	MS/RI	0.33	0.37	0.37	0.38	0.40	0.39	0.42

<sup>1)</sup> Samples were stored in the incubator set at 5°C, 20°C, and 40°C with cap opened for 3 min everyday during storage.

<sup>2)</sup> Retention indices were determined using n-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>3)</sup> Tentative identification was performed as follows: Mass spectrum (MS) was consistent with that of the Wiley mass spectrum database [2001, Hewlett Packard Co., Palo Alto, USA]; Retention index (RI) was consistent with that found in literature (Kondjoyan N과 Berdague JL 1996).

<sup>4)</sup> Average of the relative percentage of the peak area in the MS total ion chromatogram (n=3).

**Table 2. Relative compositional changes in *Artemisia capillaris* essential oils under storage condition AC-2<sup>1)</sup>**

Possible compounds	RI <sup>2)</sup>	Identifi- cation <sup>3)</sup>	Relative peak area(%) <sup>4)</sup>						
			0	5°C		20°C		40°C	
				3 mon	6 mon	3 mon	6 mon	3 mon	6 mon
Aldehydes (4)									
trans-2-hexenal	<800	MS	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
benzaldehyde	974	MS/RI	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06
cuminal	1240	MS	0.33	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.30
phellandral	1263	MS	0.31	0.31	0.31	0.30	0.29	0.29	0.28
Hydrocarbons (31)									
$\alpha$ -pinene	934	MS/RI	0.06	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02
camphene	946	MS/RI	0.36	0.29	0.31	0.27	0.27	0.26	0.25
verbenene	968	MS/RI	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
$\beta$ -pinene	978	MS/RI	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
myrcene	989	MS/RI	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05
phellandrene	1002	MS/RI	0.35	0.30	0.28	0.27	0.25	0.24	0.22
$\alpha$ -terpinene	1009	MS/RI	0.45	0.40	0.38	0.40	0.36	0.36	0.31
p-cymene	1024	MS/RI	0.14	0.14	0.15	0.24	0.61	0.64	0.91
$\gamma$ -terpinene	1060	MS/RI	0.36	0.21	0.17	0.13	0.07	0.09	0.02
terpinolene	1084	MS/RI	0.12	0.10	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06
$\alpha$ -guaiene	1342	MS	0.23	0.23	0.22	0.22	0.20	0.19	0.16
$\alpha$ -longipinene	1353	MS/RI	0.20	0.20	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18
$\alpha$ -cubebene	1354	MS/RI	0.35	0.35	0.34	0.33	0.34	0.29	0.28
$\beta$ -guaiene	1370	MS	0.22	0.22	0.22	0.20	0.17	0.17	0.12
$\alpha$ -copaene	1388	MS/RI	0.79	0.79	0.79	0.74	0.72	0.72	0.65
$\beta$ -cubebene	1395	MS	0.37	0.37	0.37	0.35	0.34	0.32	0.28
junipene	1399	MS	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07
tetradecane	1400	MS/RI	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.11	0.11
$\beta$ -caryophyllene	1437	MS/RI	1.87	1.87	1.86	1.86	1.83	1.80	1.75
$\alpha$ -humulene	1467	MS/RI	0.50	0.50	0.50	0.48	0.47	0.45	0.40
aromadendrene	1460	MS/RI	0.19	0.19	0.19	0.18	0.17	0.15	0.10
$\alpha$ -gurjunene	1468	MS/RI	0.27	0.27	0.26	0.25	0.23	0.23	0.22
$\beta$ -selinene	1490	MS	0.47	0.47	0.49	0.46	0.41	0.40	0.31
$\alpha$ -amorphene	1491	MS	0.48	0.48	0.48	0.46	0.44	0.44	0.40
$\alpha$ -selinene	1493	MS	0.20	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17
germacrene D	1500	MS/RI	1.11	1.11	1.11	1.04	1.00	1.00	0.93
$\alpha$ -muurolene	1501	MS/RI	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.25	0.21
$\beta$ -bisabolene	1506	MS/RI	0.49	0.48	0.48	0.46	0.45	0.43	0.41
$\gamma$ -muurolene	1511	MS/RI	0.43	0.43	0.43	0.43	0.38	0.40	0.38
$\delta$ -cadinene	1538	MS/RI	1.74	1.58	1.53	1.57	1.71	1.18	1.44
cadina-1,4-diene	1540	MS	0.21	0.21	0.20	0.17	0.17	0.17	0.11
Alcohols (18)									
1-octen-3-ol	979	MS/RI	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	0.32
2,5,5-trimethyl-3,6-heptadien-2-ol (yomogi alcohol)	999	MS/RI	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
p-menth-2-en-1-ol	1120	MS	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24
isoborneol	1162	MS/RI	0.67	0.66	0.65	0.63	0.68	0.65	0.66
borneol	1173	MS/RI	10.55	10.55	10.55	10.54	10.53	10.53	10.51

Table 2. continued

Possible compounds	RI	Identifi- cation	Relative peak area %						
			0	5°C		20°C		40°C	
				3 mon	6 mon	3 mon	6 mon	3 mon	6 mon
$\alpha$ -terpineol	1193	MS/RI	1.01	0.99	1.01	1.02	1.04	1.04	1.06
myrtenol	1196	MS/RI	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31
trans-piperitol	1199	MS/RI	0.54	0.54	0.54	0.55	0.53	0.52	0.50
trans-carveol	1217	MS/RI	0.27	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.29
cis-carveol	1235	MS	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11
geraniol	1258	MS/RI	0.23	0.23	0.23	0.24	0.25	0.25	0.27
cuminol	1293	MS	0.19	0.19	0.20	0.21	0.21	0.22	0.20
carvacrol	1299	MS/RI	0.19	0.19	0.18	0.15	0.14	0.14	0.13
eugenol	1369	MS/RI	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.27
methyl eugenol	1407	MS/RI	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04
nerolidol	1562	MS/RI	0.91	0.91	0.92	0.93	0.94	0.93	0.94
spathulenol	1601	MS/RI	6.63	6.63	6.60	6.57	6.54	6.39	6.09
5-epi-neointermedeol	1662	MS	2.85	2.85	2.85	2.86	2.91	3.01	3.00
Ketones (14)									
3,6,6-trimethyl-1,5-heptadien-4-one (artemisia ketone)	1062	MS/RI	0.32	0.33	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34
$\alpha$ -thujone	1105	MS/RI	0.46	0.46	0.45	0.44	0.45	0.44	0.43
$\beta$ -thujone	1116	MS/RI	0.23	0.23	0.25	0.20	0.22	0.21	0.23
camphor	1147	MS/RI	8.87	8.94	9.08	9.00	9.31	9.11	9.20
pinocarvone	1165	MS/RI	0.31	0.34	0.33	0.32	0.34	0.33	0.32
cryptone	1188	MS/RI	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.10
carvone	1249	MS/RI	0.17	0.17	0.19	0.17	0.18	0.19	0.18
piperitone	1253	MS/RI	0.43	0.40	0.39	0.38	0.39	0.38	0.37
$\beta$ -damascenone	1389	MS/RI	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.06	0.06
coumarin	1452	MS	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16
$\beta$ -ionone	1482	MS/RI	0.25	0.25	0.25	0.26	0.24	0.25	0.24
salvial-4(14)-en-1-one	1595	MS/RI	0.54	0.54	0.54	0.53	0.55	0.54	0.53
vulgarone A	1611	MS	3.17	3.17	2.72	2.88	2.76	2.78	2.51
vulgarone B	1651	MS/RI	14.54	14.54	14.54	14.53	14.54	14.55	14.57
Esters (5)									
bornyl formate	1230	MS	0.41	0.41	0.41	0.43	0.39	0.40	0.42
bornyl acetate	1287	MS/RI	1.18	1.18	1.18	1.19	1.21	1.20	1.22
$\alpha$ -terpinenyl acetate	1361	MS	0.26	0.26	0.26	0.27	0.29	0.27	0.28
geranyl acetate	1397	MS	0.32	0.32	0.33	0.32	0.34	0.33	0.35
methyl palmitate	1908	MS	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14
Miscellaneous (3)									
1,8-cineole	1030	MS/RI	4.22	4.20	4.19	4.01	3.89	3.98	3.53
caryophyllene oxide	1609	MS/RI	0.60	0.60	0.62	0.63	0.65	0.65	0.68
hexadecanoic acid	1966	MS/RI	0.33	0.33	0.34	0.35	0.37	0.37	0.41

<sup>1)</sup> Samples were stored in the incubator set at 5°C, 20°C, and 40°C with cap opened for 3 min once a month during storage.

<sup>2)</sup> Retention indices were determined using n-paraffins C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub> as external references.

<sup>3)</sup> Tentative identification was performed as follows: Mass spectrum (MS) was consistent with that of the Wiley mass spectrum database [2001, Hewlett Packard Co., Palo Alto, USA]; Retention index (RI) was consistent with that found in literature (Koridjoyan N과 Berdague JL 1996).

<sup>4)</sup> Average of the relative percentage of the peak area in the MS total ion chromatogram (n=3).



camphor, caryophyllene, coumarin,  $\alpha$ -thujone,  $\beta$ -thujone, borneol 및  $\gamma$ -terpinene 등은 향균 및 항산화작용이 뛰어난 성분으로 잘 알려져 있다. 본 실험 결과에 따르면, camphor를 제외한 위의 향기성분들은 저장온도가 높을수록 그리고 저장기간과 공기와의 반응시간이 증가할수록 그 함량이 감소되는 경향을 보였으며, 높은 온도에서 장기간 저장할 때는 감소율이 더 크게 나타났다. 따라서 사철쭉 정유의 향기성분 변화를 최소한으로 감소시키기 위하여, 가능한 저온에서 밀폐하여 단기간 저장하는 것이 바람직하다고 판단된다.

#### IV. 결 론

사철쭉 정유를 수증기 증류 장치로 추출한 후, 5°C, 20°C 및 40°C에서 저장하면서 1일 1회 3분간 및 한 달에 1회 3분간 정유 vial의 뚜껑을 열었다가 닫아서 공기와 반응시키면서 각 시료의 향기성분의 변화를 6개월간 저장하면서 분석하였다. 저장 전의 사철쭉 정유에서 총 75종의 향기성분이 확인되었으며, vulgarone B, borneol, camphor, spathulenol, 1,8-cineole, vulgarone A, 5-epi-neointermedol,  $\beta$ -caryophyllene,  $\delta$ -cadinene, bornyl acetate 및 germacrene D의 순서로 함유량이 많았다. 사철쭉의 향기성분 가운데 aldehydes, alcohols 및 ketones은 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간이 증가할수록 그 함량이 전반적으로 감소하였으며 hydrocarbons는 현저한 감소율을 보였고, esters의 함량은 증가되는 경향을 보였다. 확인된 성분 가운데 carvacrol, eugenol, myrcene, 1,8-cineole, caryophyllene, coumarin,  $\alpha$ -thujone,  $\beta$ -thujone, borneol 및  $\gamma$ -terpinene 등은 저장온도가 높을수록 그리고 저장기간과 공기와의 반응시간이 증가할수록 그 함량이 감소되는 경향을 보였으며, 높은 온도에서 장기간 저장할 때는 감소율이 더 크게 나타났다. 따라서 사철쭉 정유의 향기성분 변화를 최소한으로 감소시키기 위하여, 가능한 저온에서 밀폐하여 단기간 저장하는 것이 바람직하다고 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 덕성여자대학교 2006년도 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

#### 참고문헌

- Belitz HD, Grosch W. 1999. Food Chemistry. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. pp 322-323
- Cho YH, Chiang MH. 2001. Essential oil composition and antibacterial activity of *Artemisia capillaris*, *Artemisia argyi*, and *Artemisia princeps*. Kor J Intl Agri 13(4):313-329
- Chung MS. 2005. Volatile compounds of *Zanthoxylum piperitum* A.P. DC. Food Sci Biotechnol 14(4): 529-532
- Chung MS. 2006. Compositional changes in essential oil of *Zanthoxylum piperitum* A.P. DC. during storage. Korean J Food Culture 21(4):433-438
- Cosentino S, Tuberoso CIG, Pisano B, Satta M, Mascia V, Arzedi E, Palmas F. 1999. In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. Lett Appl Microbiol 29:130-135
- Dieckmann RH, Palamand SR. 1974. Autoxidation of some constituents of hops. The monoterpene hydrocarbon, myrcene. J Agric Food Chem 22:498-503
- Dorman HJD, Deans SG. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oil. J Appl Microbiol 88:308-316
- Draughon FA. 2004. Use of botanicals as biopreservatives in foods. Food Tech 58:20-28
- El-Massry KF, El-Ghorab AH, Farouk A. 2002. Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. Food Chem 79:331-336
- Farag RS, Badei AZMA, Hewedi FM, El-Baroty GSA. 1989. Antioxidant activity of some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media. J Am Oil Chem Soc 66:792-799
- Guo FQ, Liang YZ, Xu CJ, Huang LF, Li XN. 2004. Comparison of the volatile constituents of *Artemisia capillaris* from different locations by gas chromatography-mass spectrometry and projection method. J Chromatogr A 1054:73-79
- Harada R, Iwasaki M. 1982. Volatile components of *Artemisia capillaris*. Phytochemistry 21(8):2009-2111
- Holley RA, Patel D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiol 22:273-292
- Hwang YM, Kim MK, Chung MS. 2006. Analysis of volatile flavor compounds from *Artemisia capillaris* using SPME. Duksung Women's University, Ann Plant Resour Res 5:17-31
- Im JG, Park IK, Kim SD. 2004. Quality characteristics of tofu added with basil water extracts. Korean J Soc Food Cookery Sci 20(2):144-150
- Jeon MK, Kim MR. 2006. Studies on storage characteristics

- of tofu with herb. Korean J Food Cookery Sci 22(3):307-313
- Jeon JR, Kim HH, Park GS. 2005. Quality characteristics of noodles prepared with pine needle powder and extract during storage. Korean J Food Cookery Sci 21(5):685-692
- Juteau F, Masotti V, Bessiere JM, Viano J. 2002a. Compositional characteristics of the essential oil of *Artemisia campestris* var. *glutinosa*. Biochem Syst Ecol 30:1065-1070
- Juteau F, Masotti V, Bessiere JM, Dherbomez M, Viano J. 2002b. Antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia annua* essential oil. Fitoterapia 73:532-535
- Kang SH, Lee KS, Yoon HH. 2006. Quality characteristics of Jeungpyun with added rosemary powder. Korean J Food Cookery Sci 22(2):158-163
- Kim JO, Kim YS, Lee JH, Kim MN, Rhee SH, Moon SH, Park KY. 1992. Antimutagenic effect of the major volatile compounds identified from mugwort (*Artemisia asiatica nakai*) leaves. J Korean Soc Food Nutr 21(3):308-313
- Kim MW, Ahn MS, Lee YH. 2005. Quality characteristics of chicken patties with added mulberry leaves powder. Korean J Food Cookery Sci 21(4):459-465
- Kim TC. 1998. Korean resources plants IV. Seoul National University Press, Seoul, Korea. p 183
- Kim YS, Kim MN, Kim JO, Lee JH. 1994. The effect of hot water-extract and flavor compounds of mugwort on microbial growth. J Korean Soc Food Nutr 23:994-1000
- Kim YS, Shin DH. 2003. Research on the volatile antimicrobial compounds from edible plants and their food application. Korean J Food Sci Technol 35(2): 159-165
- Kondjoyan N, Berdague JL. 1996. A Compilation of relative retention for the analysis of aromatic compounds. Laboratoire flaveur, de recherches sur la Viande. Clermont-Ferrand, France. pp 14-138
- Lanciotti R, Gianotti A, Patrignani F, Belletti N, Guerzoni ME, Gardini F. 2004. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally processed fruits. Trends Food Sci Tech 15:201-208
- Lee HJ, Hwang EH, Yu HH, Song IS, Kim CM, Kim MC, Hong JH, Kim DS, Han SB, Kang KJ, Lee EJ, Chung HW. 2002. The analysis of nutrients in *Artemisia capillaris* Thunberg. J Korean Soc Food Sci Nutri 31(3):361-366
- Lee JH, Choi HS, Chung MS, Lee MS. 2002. Volatile flavor components and free radical scavenging activity of *Cnidium officinale*. Korean J Food Sci Technol 34:330-338
- Njoroge SM, Ukeda H, Sawamura M. 1996. Changes in the volatile composition of yuzu(*Citrus junos* Tanaka) cold-pressed oil during storage. J Agric Food Chem 44(2):550-556
- Perazzo FF, Carvalho JCT, Carvalho JE, Rehder VLG. 2003. Central properties of the essential oil and the crude ethanol extract from aerial parts of *Artemisia annua* L. Pharmacol Res 48:497-502
- Perez-Alonso MJ, Velasco-Negueruela A, Pala-Paul J, Sanz J. 2003. Variations in the essential oil composition of *Artemisia pedemontana* gathered in Spain: chemotype camphor-1,8-cineole and chemotype davanone. Biochem Syst Ecol 31:77-84
- Sawamura M, Son US, Choi HS, Kim MSL, Phi NTL, Fears M, Kumagai C. 2004. Compositional changes in commercial lemon essential oil for aromatherapy. Int J Aromather 14:27-36
- Sylvestre M, Pichette A, Longtin A, Nagau F, Legault J. 2005. Essential oil analysis and anticancer activity of leaf essential oil of *Croton flavens* L. from Guadeloupe. J Ethnopharmacol 103:99-102
- Tomaino A, Cimino F, Zimbalatti V, Venuti V, Sulfaro V, De Pasquale A, Saija A. 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. Food Chem 89:549-554
- van den Dool H, Kratz PD. 1963. A generalisation of the retention system including linear temperature programmed gas-liquid chromatography. J Chromatogr 11:463-471
- Yoo KM, Kim SH, Chang JH, Hwang IK, Kim KI, Kim SS, Kim YC. 2005. Quality characteristics of *Sulgidduk* containing different levels of dandelion (*Taraxacum officinale*) leaves and roots powder. Korean J Food Cookery Sci 21(1):110-116

(2007년 4월 30일 접수, 2007년 6월 14일 채택)