

저장조건에 따른 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 변화

정미숙

덕성여자대학교 자연과학대학 식품영양학전공

Effects of Storage Conditions on Essential Oil of *Artemisia princeps* Pampan. cv. ssajuari (*ssajuarissuk*)

Mi-Sook Chung

Department of Foods and Nutrition, College of Natural Science, Duksung Women's University

Abstract

In this study, we identified the volatile compounds of *Artemisia princeps* Pampan. cv. ssajuari (*ssajuarissuk*) essential oils and analyzed changes in the contents of volatile compounds under four different storage conditions, such as exposure to air at 20°C and 40°C. Sixty-five volatile compounds consisting of 6 monoterpene hydrocarbons, 23 oxygenated monoterpenes, 16 sesquiterpene hydrocarbons, 6 oxygenated sesquiterpenes, 1 diterpene, 6 benzene derivatives, and 7 non-isoprenoid compounds were identified on the basis of their mass spectra characteristics and retention indices from original *ssajuarissuk* essential oils. Identified compounds constituted 90.56% of the total peak area. Borneol (10.29%) was the most abundant compound in the original *ssajuarissuk* essential oils, followed by 1,8-cineole (9.06%), viridiflorol (8.99%), spathulenol (8.73%), α -thujone (5.28%), and camphor (4.39%). After six months storage at 40°C with the cap opened for 3 min everyday, the total amount of volatile compounds in essential oil as determined by the percentage peak area decreased by 84.93%. The total levels of *cis*-sabinene hydrate, camphor, 4-terpineol, humulene oxide, β -caryophyllene oxide, and caryophyllene alcohol increased significantly. For *ssajuarissuk* essential oils stored under experimental conditions, changes in the contents of volatile compounds in essential oils were accelerated by temperature and contact with the atmosphere.

Key words: *ssajuarissuk*, steam distillation, essential oil, volatile compounds, storage

1. 서론

국화과에 속하는 쑥 속(*Artemisia*) 식물인 쑥은 300종 이상이 있으며 우리나라를 포함한 아시아뿐만 아니라 유럽, 아메리카 및 아프리카에 걸쳐 자생하고 있다. 쑥은 민간요법에서 감기, 당뇨, 류마티즘, 기관지 질환 및 위 질환을 치료하기 위하여 사용된 가장 오래된 식물의 하나로 알려져 있다(Graven EH 등 2008, El-Massry KF 등 2002).

우리나라에는 약 26종의 쑥 속 식물이 건조 및 반건조 지역에서 자생하고 있으며, 이 가운데 강화도는 해양성 기후와 물 빠짐이 좋은 화강암계의 흙이 많아 품질 좋은 쑥이 전통적으로 재배되고 있다. 강화도에 자생하는 약쑥으

로 싸주아리쑥과 사자발쑥이 있는데, 최근에는 이 두 종류의 쑥을 재배하여 강화도의 특산물로 판매하고 있다. 싸주아리쑥은 싸자리쑥으로도 불리며 사자발쑥 보다 향기가 우수하고 잎은 새의 날개 모양으로 평평하고 뒷면은 희며, 줄기는 희고 부드러운 특징을 지니고 있다.

식물 정유(essential oils)는 다양한 미생물의 생육 억제 효과를 지니고 있어서 식품의 천연보존제로서 가치가 확인되고 있다(Draughon FA 2004). 또한 최근에는 식물 정유의 천연 항산화제로서의 작용이 확인되어 합성 항산화제의 대체물로 제안되고 있다. 특히 쑥 정유는 항산화작용(Burits M 등 2001), 항균작용(Kalemba D 등 2002), herpes simplex virus type 1(HSV-1)에 대한 항바이러스작용(Sinico C 등 2005), human oral epidermoid carcinoma cell에 대한 apoptosis작용(Jeong MR 등 2007), 항경련작용(Sayyah M 등 2004) 등의 생리활성이 우수하여 식품, 화장품 및 의약품에 활용되고 있다. 식물의 정유는 수확에서 수백 가지의 화합물의 혼합물로 이루어져 있는데, 이

*Corresponding author: Mi-Sook Chung, Department of Food and Nutrition, College of Natural Science, Duksung Women's University
Tel: 02-901-8590
Fax: 02-901-8372
E-mail: mschung@duksung.ac.kr

러한 복잡성이 정유의 항균작용이나 항산화작용을 설명하는데 어려움을 주고 있다. 식물 정유에 함유된 단일화합물 가운데 페놀화합물에 대한 항산화작용이 규명되어 있기는 하나, 정유에 함유된 한 가지 물질의 활성보다는 synergism, antagonism 및 additivity 등이 더 강조되고 있으나 실험으로 증명하지 못하고 있는 경우가 대부분이다 (Ruberto G와 Baratta M 2000). 또한 정유는 저장조건 및 저장기간에 따라 휘발성 성분이 변하며, 이러한 정유의 성분 변화는 정유가 갖는 생리활성의 변화를 초래하므로, 정유의 휘발성 성분 변화에 대한 연구는 매우 중요하다.

우리나라에 자생하는 다양한 쑥 속 식물에 대한 휘발성 성분과 생리활성은 보고되어 있으나 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 및 저장조건에 따른 휘발성 성분 변화에 대한 연구보고는 없는 실정이다. 본 연구에서는 수증기증류법으로 싸주아리쑥 정유를 추출하여 휘발성 성분을 확인하고, 정유를 저장온도와 저장기간을 달리하여 저장하면서 휘발성 성분 변화를 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 정유의 추출

강화도에서 재배하여 자연 건조시킨 싸주아리쑥을 2006년에 구입하였으며, clavenger-type apparatus(Hanil Labtech Ltd, Incheon, Korea)를 이용하여 2시간 30분간 수증기 증류하여 정유를 추출하였다. 싸주아리쑥 정유에 무수황산나트륨을 넣고 4°C에서 24시간 방치 후 여과하여 수분이 제거된 정유를 저장실험에 이용하였다. 싸주아리쑥 정유의 추출률은 0.25 g%이었다.

2. 정유의 저장조건

싸주아리쑥 정유의 저장 안정성을 분석하기 위하여 저장기간, 저장온도를 달리하여 휘발성 성분의 변화를 분석하였다. 정유를 저장하는 동안 휘발성 성분의 미세한 이동을 최소화하고 빛에 의한 영향을 줄이기 위하여 테프론이 코팅된 뚜껑을 장착한 갈색병에 정유 0.5 mL를 넣고 밀봉하였다. 선행 연구(Chung MS 2007)에 의하면, 저온에서는 정유 성분의 변화가 매우 미세하게 나타나 저장온도를 20 및 40°C로 설정하였으며, 각 온도는 항온기(Incubator, Eyela SLI-450ND, Japan)를 사용하여 일정하게 유지하였다. Sawamura M 등(2004)의 방법에 근거하여 정유를 식품 및 의약품의 제조공정에 첨가하는 과정 또는 일반인이 sniffing 목적으로 사용 시 정유가 공기 중에 노출될 수 있는 최대의 시간을 고려하여, 저장기간 동안 매일 1회 3분간 정유병의 뚜껑을 열었다가 닫아 공기를 함유시켰다. 싸주아리쑥 정유의 성분의 변화는 저장하기 전, 저장 3 및 6개월에 각각 분석하였으며 3회 반복 실험

을 하였다.

3. 휘발성 성분 동정

싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분은 GC-MS(Agilent 6890 gas chromatograph/5973 mass selective detector, Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. Microsyringe를 이용하여 HP-5MS column(30 m length × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm film thickness, Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)에 정유를 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. Injector와 detector의 온도는 각각 200, 250°C로 조절하였으며 mass selective detector의 이온화 에너지는 70 eV, scanning mass range는 m/z 33-330으로 하였다.

GC-MS에 의해 분리된 각 피크의 질량스펙트럼과 Wiley mass spectral data base(Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)의 질량스펙트럼을 비교하여 휘발성 성분을 확인하였다. 또한 C8-C22의 알칸(Aldrich, Milwaukee, USA)을 사용하여 retention indices(RI)를 구하고(van den Dool H와 Kratz PD 1963), 이를 문헌에 제시되어 있는 RI와 비교하여 시료에 함유된 휘발성 성분을 동정하였다(Kondjoyan N과 Berdague JL 1996).

4. 통계 처리

휘발성 성분의 총 함량 결과는 SPSS 17.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)프로그램을 이용하여 ANOVA 처리를 하였으며 시료간의 유의차는 Duncan's multiple range test로 분석하여 α=0.05 유의수준에서 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 저장기간 동안 싸주아리쑥 정유의 총 휘발성 성분 함량 변화

싸주아리쑥 정유를 20 및 40°C 항온기에 저장하면서 매일 1회 3분간 정유병의 뚜껑을 열어 공기를 함유시키면서 저장 3 및 6개월에 정유의 휘발성 성분을 분석하였다. 저장기간 동안 싸주아리쑥 정유의 총 휘발성 성분 함량 변화는 Fig. 1과 같다. 싸주아리쑥 정유의 저장 0주에 확인된 총 휘발성 성분의 피크면적은 90.56±0.44%이었으나, 20°C의 저장 3 및 6개월에는 각각 87.99±2.26 및 87.29±1.58%로 나타났으며 40°C의 저장 3 및 6개월에는 각각 85.83±1.32 및 84.93±0.60%로 확인되어, 공기와의 접촉이 많으며 저장온도가 높고 저장기간이 길수록 정유의 휘발성 성분의 총 함량이 유의적으로 감소됨(p<0.05)을 확인하였다.

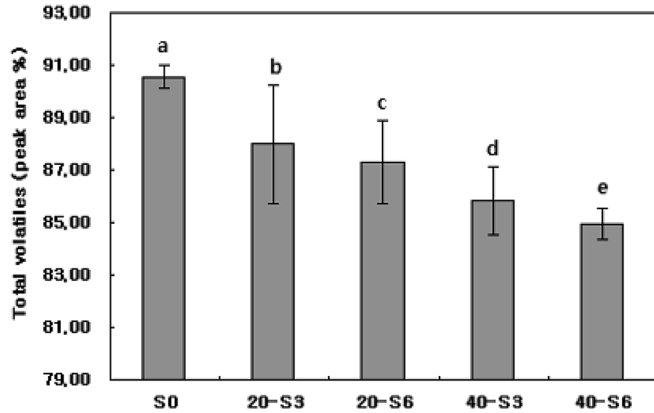


Fig. 1. Changes of total volatiles of *Artemisia princeps* Pampan. cv. ssajuari (*ssajuarissuk*) essential oil during storage. Samples with S0, 20-S3, 20-S6, 40-S3, and 40-S6 are storage 0, storage 3 months at 20°C, storage 6 months at 20°C, storage 3 months at 40°C, and storage 6 months at 40°C, respectively. Different letters on the bar are significantly different ($\alpha=0.05$).

2. 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 동정

수증기증류법에 의하여 싸주아리쑥의 정유를 추출하여 GC/MS로 휘발성 성분을 분리 및 동정한 결과, monoterpene hydrocarbons 6종, oxygenated monoterpenes 23종, sesquiterpene hydrocarbons 16종, oxygenated sesquiterpenes 6종, diterpene 1종, benzene derivatives 6종 및 non-isoprenoid compounds 7종의 총 65종의 성분이 확인되었다(Table 1). 싸주아리쑥 정유에서 가장 많이 함유된 휘발성 성분은 borneol(10.29%)이며 그 다음으로는 1,8-cineole(9.06%), viridiflorol(8.99%), spathulenol(8.73%), α -thujone(5.28%) 및 camphor(4.39%)로 나타났다. 우리나라에서 채집된 쑥류 가운데 사철쑥 정유의 주요 성분은 borneol, 1,8-cineole, spathulenol, α -thujone 및 camphor 등으로 보고되었고(Cho YH와 Chiang MH 2001, Hwang YM 등 2006, Chung MS 2007), 사자발쑥은 2-hexanal(Park MH 등 2009), 쑥은 borneol(Chung MS 2009)이었다. 또한 *A. vulgaris*(Govindaraj S 등 2008), *A. fragrans*(Morteza-Semmani K 등 2005), *A. arborescens* L.(Sinico C 등 2005)의 정유에서는 cam-

Table 1. Volatile compounds of *Artemisia princeps* Pampan. cv. ssajuari (*ssajuarissuk*) essential oil during storage

Volatile compound	RI ¹⁾	Aroma description ²⁾	S0 ³⁾	20°C		40°C		ID ⁴⁾
				S3	S6	S3	S6	
<i>Monoterpene hydrocarbons</i> (6)			1.75±0.13 ^{as)}	1.44±0.16 ^b	1.36±0.18 ^{bc}	1.11±0.09 ^{cd}	0.97±0.11 ^d	
α -Thujene	925	woody, herbal	0.02 ⁶⁾	0.01	0.02	0.01	0.01	MS/RI
α -Pinene	934	pine, fruity, citrus, lime	0.32	0.24	0.25	0.23	0.21	MS/RI
Camphene	946	camphor	0.26	0.21	0.23	0.20	0.18	MS/RI
Sabinene	978	fresh, spicy, woody, sweet	0.17	0.15	0.17	0.14	0.14	MS/RI
γ -Terpinene	1060	gasoline, turpentine	0.59	0.41	0.35	0.22	0.11	MS/RI
Terpinolene	1088	-	0.39	0.42	0.35	0.32	0.31	MS/RI
<i>Oxygenated monoterpenes</i> (23)			46.17±0.22 ^a	45.34±0.87 ^a	45.48±0.69 ^a	45.06±0.57 ^a	45.38±0.37 ^a	
Yomogi alcohol	999	-	1.47	1.40	1.36	1.33	1.31	MS/RI
1,8-Cineole	1030	mint, sweet	9.06	8.82	8.71	8.73	8.71	MS/RI
Artemisia ketone	1062	green, herb	3.47	3.33	3.44	3.34	3.40	MS/RI
<i>cis</i> -Sabinene hydrate	1073	balsamic	0.40	0.47	0.42	0.46	0.42	MS/RI
Artemisia alcohol	1084	-	3.09	3.00	3.03	2.84	3.03	MS/RI
α -Thujone	1105	-	5.28	4.92	5.19	4.79	5.19	MS/RI
β -Thujone	1116	-	2.44	2.89	2.87	2.95	2.96	MS/RI
<i>p</i> -Menth-2-en-1-ol	1122	-	0.55	0.51	0.55	0.58	0.47	MS
Camphor	1147	camphor, green, leaf	4.39	4.23	4.48	4.33	4.58	MS/RI
Pinocarvone	1165	-	0.33	0.26	0.21	0.23	0.21	MS/RI
Borneol	1167	camphoraceous, musty	10.29	10.18	9.96	10.18	9.97	MS/RI
4-Terpineol	1177	pungent, woody, earthy	1.38	1.39	1.31	1.49	1.47	MS/RI
α -Terpineol	1193	oil, anise, mint	1.64	1.58	1.64	1.49	1.56	MS/RI
<i>trans</i> -Carveol	1217	caraway	0.54	0.51	0.55	0.56	0.47	MS/RI
<i>cis</i> -Carveol	1229	caraway	0.10	0.08	0.10	0.10	0.07	MS/RI

Cuminal	1240	wood, herb	0.15	0.18	0.16	0.16	0.14	MS/RI
Carvone	1249	mint, basil, fennel	0.07	0.07	0.09	0.08	0.10	MS/RI
Piperitone	1253	-	0.13	0.12	0.12	0.12	0.10	MS/RI
Carvenone		-	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	MS/RI
Bornyl acetate	1287	camphoraceous, herbal, balsamic	0.29	0.27	0.32	0.30	0.29	MS/RI
Cuminol	1289	wood, herb	0.34	0.34	0.35	0.38	0.37	MS/RI
Thymol	1299	-	0.59	0.63	0.46	0.48	0.44	MS/RI
Piperitone	1253	mint, fresh	0.12	0.12	0.08	0.12	0.08	MS/RI
<i>Sesquiterpene hydrocarbons (16)</i>			12.53±0.02 ^a	11.64±0.52 ^b	11.25±0.33 ^b	10.28±0.39 ^c	9.39±0.10 ^d	
α -Cubebene	1354	herb, wax	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	MS/RI
α -Copaene	1388	wood, spice	0.51	0.54	0.48	0.54	0.51	MS/RI
β -Bourbonene	1391	herb	0.15	0.17	0.16	0.16	0.14	MS/RI
β -Cubebene	1395	citrus, fruit	0.07	0.07	0.07	0.06	0.03	MS/RI
β -Elemene	1397	herb, fresh	0.15	0.13	0.12	0.15	0.12	MS/RI
β -Caryophyllene	1437	woody, terpene, fruity, sweet	3.62	3.52	3.65	2.92	2.77	MS/RI
α -Humulene	1467	wood	1.03	0.90	0.86	0.81	0.68	MS/RI
Aromadendrene	1460	wood	0.06	0.04	0.06	0.05	0.05	MS/RI
<i>trans</i> - β -Farnesene	1455	oily, fruity, citrus-like, woody	0.33	0.31	0.27	0.25	0.19	MS/RI
γ -Selinene	1462	wood	0.29	0.29	0.27	0.26	0.23	MS/RI
Germacrene D	1484	wood, spice	2.36	1.75	1.53	1.12	0.87	MS/RI
β -Selinene	1490	herbaceous	0.93	0.94	0.91	0.96	0.96	MS/RI
γ -Cadinene	1543	-	0.35	0.35	0.33	0.33	0.33	MS/RI
α -Muurolene	1501	wood	0.77	0.70	0.65	0.72	0.60	MS/RI
α -Amorphene	1492	-	0.25	0.27	0.27	0.25	0.24	MS
δ -Cadinene	1519	thyme, medicine, wood	1.61	1.61	1.56	1.63	1.60	MS/RI
<i>Oxygenated sesquiterpenes (6)</i>			25.23±0.44 ^a	24.85±0.34 ^a	24.94±0.16 ^a	25.00±0.16 ^a	25.17±0.90 ^a	
Nerolidol	1562	wood, flower	0.86	0.89	0.80	0.86	0.75	MS/RI
Spathulenol	1601	herb, fruit	8.73	8.75	8.79	8.82	8.54	MS/RI
Viridiflorol	1750	-	8.99	8.46	8.47	8.44	8.54	MS/RI
Humulene oxide	1635	herb	1.73	1.76	1.77	1.76	1.77	MS/RI
β -Caryophyllene oxide	1610	sweet, fruity, herbaceous	3.07	3.15	3.17	3.15	3.49	MS/RI
Caryophyllene alcohol	1642	earth, moss	1.85	1.84	1.94	1.98	2.08	MS/RI
<i>Diterpene (1)</i>			1.24±0.06 ^{ab}	1.27±0.12 ^a	1.23±0.06 ^{ab}	1.18±0.03 ^{ab}	1.10±0.10 ^b	
Phytol	2130	-	1.24	1.27	1.23	1.18	1.10	MS/RI
<i>Benzene derivatives (6)</i>			2.38±0.05 ^a	2.25±0.14 ^{ab}	1.99±0.10 ^{bc}	2.08±0.06 ^c	1.97±0.19 ^c	
Benzaldehyde	974	almond, burnt sugar	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	MS/RI
1,2,4-Trimethylbenzene	990	-	0.14	0.13	0.13	0.14	0.12	MS/RI
Estragole	1201	licorice, anise	0.66	0.64	0.55	0.61	0.59	MS/RI
Eugenol	1369	clove, honey	0.90	0.80	0.73	0.72	0.64	MS/RI
Methyl eugenol	1407	clove, spice	0.24	0.22	0.22	0.23	0.22	MS/RI
Chamazulene	1770	-	0.40	0.42	0.33	0.36	0.36	MS
<i>Non-isoprenoid compounds (7)</i>			1.25±0.13 ^a	1.20±0.12 ^{ab}	1.04±0.06 ^{bc}	1.10±0.04 ^{abc}	0.96±0.03 ^c	
2-Hexenal	854	apple, green	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	MS/RI
Tricyclene	919	-	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	MS/RI
1-Octen-3-ol	979	-	0.49	0.46	0.32	0.41	0.33	MS/RI

Chrysanthenyl acetate	1263	-	0.24	0.27	0.25	0.25	0.23	MS/RI
<i>cis</i> -Jasmone	1389	-	0.30	0.28	0.29	0.25	0.24	MS
Tetradecane	1400	-	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05	MS/RI
Oleic acid	2082	fat	0.13	0.13	0.12	0.12	0.09	MS/RI
			90.56	87.99	87.29	85.83	84.93	

¹⁾ Retention indices(RI) were determined using alkane(C₈-C₂₂) as external references.

²⁾ Aroma description adapted from references(Acree T와 Am H).

³⁾ Samples with S0, S3, and S6 are storage 0, storage 3 months, and storage 6 months, respectively.

⁴⁾ 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] and retention index (RI) was consistent with that found in literature.

⁵⁾ Mean±SD. Means with different superscript are significantly different from each other within a row ($\alpha=0.05$).

⁶⁾ Average of the relative percentage of the peak area in the MS total ion chromatogram (n=3).

phor가 주요 성분으로 제시되어 있다. *A. aucheri*의 정유에서는 verbenone(Sefidkon F 등 2002), *A. santolina*에서는 neryl acetate(Sefidkon F 등 2002), *A. parviflora*에서는 β -caryophyllene(Rana VS 등 2003), *A. marschaliana*에서는 germacrene D(Ahmadi L 등 2002), *A. dracunculus* L.에서는 *trans*-anethole(Sayyah M 등 2004), *A. asiatica* Nakai에서는 1,8-cineole(Kalemba D 등 2002) 및 *A. scoparia*에서는 citronellal(Singh HP 등 2009)이 주요 휘발성 성분으로 보고되어 쑥 속 식물의 품종에 따라 주요 휘발성 성분이 매우 다양함을 알 수 있다.

3. 저장조건에 따른 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 변화

저장 동안 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분의 변화를 분석한 결과(Table 1), 싸주아리쑥의 휘발성 성분 가운데 monoterpene hydrocarbons, sesquiterpene hydrocarbons, diterpene, benzene derivatives 및 non-isoprenoids compounds의 함량은 저장온도가 높고 저장기간이 길어질수록 유의적인 감소를 보였다($p<0.05$). 또한 *cis*-sabinene hydrate, camphor 및 4-terpineol을 제외한 oxygenated monoterpenes도 감소 경향을 보였으며, humulene oxide, β -caryophyllene oxide 및 caryophyllene alcohol을 제외한 oxygenated sesquiterpenes도 감소되었다. 본 연구 결과와 유사하게 레몬 정유와 사철쑥 정유를 저장하였을 때에도 aldehydes, ketones 및 hydrocarbons의 감소가 보고된 바 있다(Sawamura M 등 2004, Chung MS 2007).

싸주아리쑥 정유에서 확인된 monoterpene hydrocarbons인 sabinene 함량은 0.17%에서 40°C의 저장 6개월에 0.14%로 감소되었으며, oxygenated monoterpene인 *cis*-sabinene hydrate는 0.40%에서 20 및 40°C의 저장 6개월에 0.42%로 증가하는 경향을 보였다. Sesquiterpene hydrocarbons인 β -caryophyllene은 3.62%에서 40°C의 저장 6개월에 2.77%로 감소하였다. 또한 α -humulene은 1.03%에서 20 및 40°C의 저장 6개월에 각각 0.86 및 0.68%로 감소되었다. 그러나 oxygenated sesquiterpenes인 humulene oxide는 1.73%

에서 20 및 40°C의 저장 6개월에 1.77%로 증가 경향을 보였으며 caryophyllene이 산화되어 생성되는 β -caryophyllene oxide는 3.07%에서 20 및 40°C의 저장 6개월에 각각 3.17 및 3.49%로 증가하였다. 이와 같이 공기와의 반응시간과 저장기간이 길어질수록 oxide 함량이 증가하는 결과는 사철쑥 정유의 저장실험에서도 확인된 바 있다(Chung MS 2007). Caryophyllene alcohol도 1.85%에서 20 및 40°C의 저장 6개월에 각각 1.94 및 2.08%로 증가 경향을 보였다.

Monoterpene hydrocarbons 가운데, α -pinene은 빛에 의해 *trans*-pinocarveol로 산화되는 화합물로 알려져 있는데(Sawamura M 등 2004), 본 실험에서는 α -pinene이 저장기간 동안 감소되었으나 *trans*-pinocarveol은 확인되지 않았다. 일반적으로 monoterpenoids는 휘발성이 매우 높아 식품 저장 시 문제를 유발하는 해충에 대하여 insecticidal effect를 갖는데(Ahn 등 1998), 싸주아리쑥 정유에는 monoterpenoids가 47.92% 함유되어 있다.

Oxygenated monoterpenes인 borneol은 싸주아리쑥 정유에 가장 풍부하게 함유된 성분으로 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간이 증가할수록 그 함량이 감소되었다. Borneol과 같이 phenol 핵을 지닌 화합물은 hydroperoxide 형성을 억제하는 물질로 보고되어 있다(Farag RS 등 1989). 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 가운데 두 번째로 많이 함유된 1,8-cineole은 저장 6개월 20 및 40°C에서 3.9%의 감소율을 보였는데, 사철쑥 정유에서도 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간이 증가할수록 1,8-cineole 함량이 감소되었다고 보고되었다(Chung MS 2007). 싸주아리쑥 정유에서는 camphor와 4-terpineol 함량이 저장기간을 통하여 증가하는 경향을 보였다. Camphor를 함유한 쑥속 식물의 정유와 γ -terpinene은 항산화활성이 높다고 알려져 있다(El-Massry KF 등 2002). α -Thujone, β -thujone 및 bornyl acetate와 같은 oxygenated monoterpene 함량이 높은 정유는 유통 수명이 우수하다고 보고되어 있는데(Toyota M 등 1996), 본 연구의 대상인 싸주아리쑥 정유에는 α -thujone 5.28%, β -thujone 2.44% 함유되었으나, bornyl acetate는 0.29%로 매우 낮은 함량을 보였다.

싸주아리쑥 정유에서 확인된 oxygenated sesquiterpenes 가운데, spathulenol은 20°C에서는 저장기간이 길수록 증가하는 경향을 보였으나, 40°C에서는 저장 3개월에는 증가하였다가 6개월에는 감소하는 결과를 보여 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간에 따른 일정한 변화를 보이지 않았다. 그러나 사철쑥 정유에서는 저장기간이 길어짐에 따라 감소추세를 보였다(Chung MS 2007). Spathulenol은 bicyclogermacrene이 실온의 공기 중에서 산화되어 생성되는 물질이며(Njoroge SM 등 1996), 쑥속 식물인 *A. judaica* L. 및 *A. campestris* var. *glutinosa*의 주요 향기성분으로 보고되었다(El-Massry KF 등 2002, Juteau F 등 2002). 싸주아리쑥 정유의 주요 휘발성 성분의 하나로 확인된 viridiflorol은 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간이 길어짐에 따라 감소 경향을 보였다. Toyota M 등(1996)은 spathulenol, β -caryophyllene, germacrene D 및 caryophyllene oxide를 유리기 소거능이 뛰어난 화합물로 보고 한 바 있는데, 싸주아리쑥 정유에는 spathulenol 8.73%, β -caryophyllene 3.62%, germacrene D 2.36% 및 β -caryophyllene oxide 3.07%가 함유되었으며, β -caryophyllene과 germacrene D는 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간이 길수록 현저히 감소하여, 40°C의 저장 6개월에는 감소율이 각각 23.4 및 63.1%로 나타났다.

싸주아리쑥 정유에는 oxygenated terpenes 함량이 71.4% 함유되어 있다. Oxygenated compounds가 풍부한 쑥의 정유는 박테리아의 작용을 효과적으로 억제한다고 알려져 있으며, Gram-negative 박테리아의 세포벽 lipopolysaccharide가 지방의 침투를 차단하여 지방이 세포 내부로 들어가지 못하게 하므로 세포막에 지방이 쌓이게 되는데, 이와 같은 이유로 지용성 물질인 정유는 Gram-negative 박테리아 세포 내부로의 침투가 용이하지 않아 Gram-negative 박테리아보다 Gram-positive 박테리아에 대한 억제 효과가 크다고 알려져 있다(Mangena T와 Muyima NYO 1999). 그러나 Kalemba D 등(2002)은 *A. asiatica* 정유의 monoterpene alcohols이 Gram-positive 박테리아뿐만 아니라, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*와 같은 Gram-negative 박테리아에서도 대한 우수한 항균활성을 나타내었음을 보고한 바 있다.

싸주아리쑥 정유에서 확인된 benzene derivatives인 estragole, eugenol, methyl eugenol 및 chamazulene 함량은 저장기간, 저장온도 및 공기와의 반응시간이 증가함에 따라 감소하였다. Eugenol은 *E. coli*, *S. aureus*, *Vibrio vulnificus* 등에 대하여 항균활성이 매우 높다고 보고된 물질이다(Dorman HJD와 Deans SG 2000, Farag RS 등 1989, Cosentino S 등 1999). Chamazulene은 *A. afra* Jacq. 정유의 주 성분이며, hydroxyl radicals에 의한 지방 손상을 억제하는 항산화 효과가 확인되었다(Burits M 등 2001). Estragole은 carcinogenicity 및 genotoxicity가 있는 물질이며, methyl

eugenol 역시 다량 이용할 경우 carcinogenic 및 genotoxic properties가 있다고 보고된 물질이며(Ribnicky DM 등 2004), chamazulene은 *A. princeps* 정유에서 11.82% 함유되었음이 확인되었다(Liu CH 등 2006).

Non-isoprenoid compounds 가운데 싸주아리쑥 정유에서 미량 확인된 2-hexenal은 apple 및 green note를 가지는 물질로, lipoxygenase가 linoleic acid에 작용하여 13-hydroperoxide를 생성하고 여기에 hydroperoxide lyase가 관여하여 3Z-hexenal이 되고, 다시 3Z,2E-E1,3Z,2E-enal isomerase가 작용하여 생성되는 휘발성 성분이다(Schwab W 등 2008). 싸주아리쑥 정유에 0.24% 함유된 chrysanthemyl acetate는 *A. laciniata* 정유의 sesquiterpenes 가운데 재배 지역에 따라 1.3~22.6%로 함량 편차가 많은 성분으로 보고되어 있다(Weyerstahl P 등 1997).

이상과 같은 결과를 통하여 살펴보면, 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 변화를 막기 위하여 고온 및 공기와의 반응을 최소화 하는 것이 바람직하다고 사료된다. 또한 저장조건에 따른 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 변화로 인한 항균작용 및 항산화작용의 변화의 추후 연구가 이루어져야 할 것이다.

IV. 요약 및 결론

수증기증류 추출하여 얻은 싸주아리쑥의 정유의 휘발성 성분을 GC-MSD로 동정한 결과, monoterpene hydrocarbons 6종, oxygenated monoterpenes 23종, sesquiterpene hydrocarbons 16종, oxygenated sesquiterpenes 6종, diterpene 1종, benzene derivatives 6종 및 non-isoprenoid compounds 7종의 총 65종이 확인되었다. 이 가운데 주요성분은 borneol(10.29%), 1,8-cineole(9.06%), viridiflorol(8.99%), spathulenol(8.73%), α -thujone(5.28%) 및 camphor(4.39%)로 나타났다. 싸주아리쑥 정유의 저장 0주에 확인된 총 휘발성 성분의 피크면적은 90.56±0.44%이었으나, 20°C의 저장 3 및 6개월에는 각각 87.99±2.26 및 87.29±1.58%로 나타났다. 40°C의 저장 3 및 6개월에는 각각 85.83±1.32 및 84.93±0.60%로 확인되어, 공기와의 접촉이 많으며 저장온도가 높고 저장기간이 길수록 정유의 휘발성 성분의 총 함량이 유의적으로 감소됨(p<0.05)을 확인하였다. 저장 동안 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분의 변화를 분석한 결과, 싸주아리쑥의 휘발성 성분 가운데 monoterpene hydrocarbons, sesquiterpene hydrocarbons, diterpene, benzene derivatives 및 non-isoprenoids compounds의 함량은 저장온도가 높고 저장기간이 길어질수록 유의적인 감소를 보였다(p<0.05). 또한 cis-sabinene hydrate, camphor 및 4-terpineol을 제외한 oxygenated monoterpenes도 감소 경향을 보였으며, humulene oxide, β -caryophyllene oxide 및 caryophyllene alcohol을 제외한 oxygenated sesquiterpenes

도 감소되었다. *cis*-Sabinene hydrate, camphor, 4-terpineol, humulene oxide, β -caryophyllene oxide 및 caryophyllene alcohol은 20 및 40°C에서 공기와의 반응시간과 저장기간이 길어질수록 함량이 증가하였다. 결론적으로, 싸주아리쑥 정유의 휘발성 성분 변화를 막기 위하여 고온 및 공기와의 반응을 최소화 하는 것이 바람직하다고 사료된다.

V. 감사의 글

본 논문의 저장실험을 위하여 도움을 주신 덕성여자대학교 중앙실험관리실의 김미경 박사님께 감사드립니다.

참고문헌

- Acree T, Am H. Flavornet and human odor space. Available from: <http://flavornet.org>. Accessed August 10, 2009
- Ahmadi L, Mirza M, Shahmir F. 2002. The volatile constituents of *Artemisia marschaliana* Sprengel and its secretory elements. *Flavour Fragr J* 17:141-143
- Ahn YJ, Lee SB, Lee HS, Kim GH. 1998. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and β -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. *J Chem Ecol* 24:81-90
- Burits M, Asres K, Bucar F. 2001. The antioxidant activity of the essential oils of *Artemisia afra*, *Artemisia abyssinica* and *Juniperus procera*. *Phytother Res* 15:103-108
- 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. 2007. Changes in the volatile compounds of *Artemisia capillaris* essential oil during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 23(4):414-422
- Chung MS. 2009. Changes in the volatile compounds of *Artemisia princeps* var. *orientalis* essential oils during storage. *Food Sci Biotechnol* 18(2):481-487
- 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
- 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
- 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
- Govindaraj S, Kumari BDR, Cioni PL, Flamini G. 2008. Mass propagation and essential oil analysis of *Artemisia vulgaris*. *J Biosci Bioeng* 105(3):176-183
- Graven EH, Dean SG, Svoboda KP, Mavi S, Gundidza MG. 2008. Antimicrobial and antioxidative properties of the volatile (essential) oil of *Artemisia afra* Jacq. *Flavour Fragr J* 7: 121-123
- Hwang YM, Kim MK, Chung MS. 2006. Analysis of volatile flavor compounds from *Artemisia capillaris* using SPME. *Duksung Women's Univ Ann Plant Resour Res* 5:17-31
- Jeong MR, Cha JD, Lee KY, Kil BS, Han JH, Lee YE. 2007. The essential oil of *Artemisia iwayomogi* Kitamura induces apoptosis on human oral epidermoid carcinoma cells. *Food Sci Biotechnol* 16(4):531-536
- Juteau F, Masotti V, Bessiere JM, Viano J. 2002. Compositional characteristics of the essential oil of *Artemisia campestris* var. *glutinosa*. *Biochem Syst Ecol* 30:1065-1070
- Kalembe D, Kusewicz D, Świader K. 2002. Antimicrobial properties of the essential oil of *Artemisia asiatica* Nakai. *Phytother Res* 16:288-291
- 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 15-138
- Liu CH, Mishra AK, Tan RX, Tang C, Yang H, Shen YF. 2006. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. *Bioresource Technol* 97:1969-1973
- Mangena T, Muyima NYO. 1999. Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *Pteronia incana* and *Rosmarinus officinalis* on selected bacteria and yeast strains. *Lett Appl Microbiol* 28:291-296
- Morteza-Semnani K, Akbarzadeh M, Moshiri K. 2005. Essential oil composition of *Artemisia fragrans* Wild from Iran. *Flavour Fragr J* 20:330-331
- 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
- Park MH, Kim MJ, Cho WI, Chang PS, Lee JH. 2009. Effects of treatments on the distribution of volatiles in *Artemisia princeps* Pampan. *Korean J Food Sci Technol* 41(5):587-591
- Rana VS, Juyal JP, Amparo Blazquez M, Bodakhe SH. 2003. Essential oil composition of *Artemisia parviflora* aerial parts. *Flavour Fragr J* 18:342-433
- Ribnický DM, Poulev A, O'Neal J, Wnorowski G, Malek DE, Jager R, Raskin I. 2004. Toxicological evaluation of the ethanolic extract of *Artemisia dracuncululus* L. for use as a

- dietary supplement and in functional foods. *Food Chem Toxicol* 42:585-598
- Ruberto G, Baratta M. 2000. Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. *Food Chem* 69:167-174
- 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
- Sayyah M, Nadjafnia L, Kamalinejad M. 2004. Anticonvulsant activity and chemical composition of *Artemisia dracunculus* L. essential oil. *J Ethnopharmacol* 94:283-287
- Schwab W, Davidovich-Rikanati R, Lewinsohn E. 2008. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. *Plant J* 54:712-732
- Sefidkon F, Jalili A, Mirhaji T. 2002. Essential oil composition of three *Artemisia* spp. from Iran. *Flavour Fragr J* 17:150-152
- Singh HP, Mittal S, Kaur S, Batish DR, Kohli RK. 2009. Chemical composition and antioxidant activity of essential oil from residues of *Artemisia scoparia*. *Food Chem* 114:642-645
- Sinico C, Logu AD, Lai F, Valenti D, Manconi M, Loy G, Bonsignore L, Fadda AM. 2005. Liposomal incorporation of *Artemisia arborescens* L. essential oil and in vitro antiviral activity. *Eur J Pharm Biopharm* 59:161-168
- Toyota M, Koyama H, Mizutani M, Asakawa Y. 1996. (-)-ent-Spathulenol isolated from liverworts is an artefact. *Phytochemistry* 41(5):1347-1350
- Weyerstahl P, Marschall H, Schroder M, Wahlburg HC, Kaul VK. 1997. The sesquiterpene fraction of the essential oil of *Artemisia laciniata* Willd. *Flavour Fragr J* 12:315-325

2010년 10월 28일 접수; 2010년 11월 23일 심사(수정); 2010년 11월 24일 채택