

## 수확 시기에 따른 별개미취 정유의 주요 화합물 함량 변화

†최 향 숙

경인여자대학교 식품영양과

### The Quantitative Changes of Major Compounds from *Aster koraiensis* Nakai Essential Oil by Harvesting Time

†Hyang-Sook Choi

Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 407-740, Korea

#### Abstract

This study investigates the chemical compositions of *Aster koraiensis* Nakai essential oils and the quantitative changes of major terpene compounds according to various harvesting times. The essential oils obtained by hydrodistillation from the aerial parts of *Aster koraiensis* Nakai are being analyzed by GC and GC-MS. The essential oil compositions of *Aster koraiensis* Nakai are characterized by higher contents of sesquiterpene compounds. Ninety-seven volatile flavor compounds are being identified in the essential oils from *Aster koraiensis* Nakai harvested in 2010, and caryophyllene oxide (8.38%), aristolene (7.08%), epiglobulol (5.57%), and ethyl furanone (4.73%) are the most abundant compounds. Ninety-five compounds are identified in the essential oils from the plants harvested in 2011, and aristolene (11.56%), calarene (9.33%), phytol (8.28%), ethyl furanone (7.63%), and epiglobulol (7.18%) are the most abundant compounds. Ninety-five compounds are being identified in the essential oils from the plants harvested in 2012, and calarene (15.3%), aristolene (14.24%), ethyl furanone (7.21%), phytol (6.98%) are the major compounds. The contents of aristolene,  $\alpha$ -caryophyllene,  $\alpha$ -muurolene,  $\alpha$ -calacorene, aromadendrene oxide, and calarene increase significantly from 2010 to 2012. The contents of  $\alpha$ -cubebene, isocaryophyllene, and diepi- $\alpha$ -cedrene epoxide decrease significantly from 2010 to 2012. The quantitative changes of aristolene and calarene according to harvesting time can be served as a quality index of the *Aster koraiensis* Nakai essential oils.

Key words: *Aster koraiensis* Nakai, essential oil composition, sesquiterpene compound, harvesting time

#### 서 론

국화과(Compositae) 식물은 전세계에 걸쳐 자라며, 1만 5,000~2만 종(種)과 940여 속(屬)이 있다. 우리나라에는 50여 속에 속하는 200여 종이 있다. 이 중 *Artemisia*속, *Aster*속, *Chrysanthemum*속, *Eupatorium*속, *Helianthus*속, *Inula*속, *Ixeris*속, *Lactuca*속, *Senecio*속, *Syneilesis*속, *Taraxacum*속 및 *Youngia*속 등이 많이 알려져 있다. 별개미취(*Aster koraiensis* Nakai)는 쑥부쟁이속(*Aster*)에 속하는데, 쑥부쟁이속은 여러해살이 또는 한두해살이 식물로 세계적으로 1,000여 종이 속하는 큰 속

들 중의 하나이며, 아시아, 유럽, 아프리카, 북아메리카 등 전세계에 널리 분포되어 있고, 우리나라에는 16종이 있다. 별개미취는 우리나라 특산종으로 별개미취, 고려쑥부쟁이라고도 불리며, 우리나라 중부 이남지방의 산과 들의 습기 있는 풀숲에서 자라는 다년초이다. 이른 봄에 채취한 별개미취의 어린순은 나물로 이용하거나 국에 넣어 먹는다. 한방에서는 전초를 보익, 해수, 이노 등을 위해 사용한다(Kim TJ 2009).

국화과 식물에 관한 연구는 다수 수행되었으며, 특히 *Aster*속에 관한 연구는 비교적 활발하게 진행되어 왔다(Bohlmann 등 1985; Hiroshi 등 1994; Toshihiro 등 1998; Jung 등 2001).

† Corresponding author: Hyang-Sook Choi, Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 407-740, Korea. Tel: +82-32-540-0272, Fax: 82-2-540-0275, E-mail: hschoi@kiwu.ac.kr

그러나 우리나라 유래종인 별개미취에 관한 연구는 매우 드문 실정이다(Choi HS 2012).

산채류는 오래전부터 우리 식생활에서 중요한 비중을 차지해 왔는데, 최근 식생활의 서구화로 여러 만성질환이 증가하자 산채류에 대한 관심과 수요가 급격히 증가하고 있다. 산채류 속에 함유된 정유는 후각을 통해 쉽게 인지될 수 있는 물질로서, 식물종의 유전적 특성, 채취 시기, 기후 변화, 토양 조성 등에 따라 성분에 차이를 보인다(Heath HB 1986; Lee 등 2012). 또한 국화과 식물을 포함한 식물에 함유된 정유는 항산화 효과, 항진균 효과, 항암 효과 등의 생체 내 기능성을 지닌다고 알려져 있다(Lee 등 2011).

식물의 화학적 성분은 주변 환경의 변화에 따라 민감하게 영향을 받는다. 또한 최근 지구온난화의 시대에 도래함으로써 각국의 고유 식물자원의 분포 및 화학성분에 많은 변화가 나타나고 있다. 국화과 식물은 우리 국민의 식생활에 주요 부분을 차지하는 미각채소로서, 이에 대한 화학적 성분 등에 대한 체계화된 과학적인 연구는 새로운 식품 소재 개발 및 국민 건강 향상 측면에서 유용한 자료를 제공할 것이다. 따라서 본 연구는 우리나라 고유의 산채류의 효과적인 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 우리나라 고유종인 별개미취를 대상으로 정유 성분을 분석하고, 최근 3년간 주요 정유 성분들의 정량적 변화 추이를 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

본 실험에 사용한 개미취(*Aster koraiensis* Nakai)는 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원에서 제공된 2010~2102년 10월에 수확된 자생 식물로서, 식물학적 확인을 거친 후 사용하였다. 수확된 시료는 통풍이 잘 되는 그늘에서 7일간 자연 건조시킨 후 사용하였다. Gas chromatography(GC) 및 mass spectrometry(MS) 분석을 위해 표준물질은 Aldrich Chemical Co.(WI, USA), Sigma Chemical Co.(MO, USA), PolyScience Co.(IL, USA), AccuStandard Inc.(CT, USA), Theta Co.(PA, USA), Wako Pure Chemical Industries(Osaka, Japan), Bolak Co., Ltd.(Osan, Korea) 및 French-Korean Aromatics(Youngin, Korea)의 제품을 사용하였다.

### 2. 정유 성분 추출

본 연구에서는 정유 성분 추출 시에 유기용매에 의한 오염을 방지하기 위해 hydro distillation extraction(HDE) 방법을 사용하였다(Schultz 등 1997). 음건한 시료를 4시간 동안 Clevenger-type apparatus(Hanil Lab Tech Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 추출한 후, 정유 부분을 분리하여 24시간 동안 무수황산나트

륨을 이용하여 건조시켰다. 밀봉한 정유를 GC 및 MS 분석 시까지  $-25^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다.

### 3. GC 및 GC-MS

Agilent 6890N gas chromatograph(GC), DB-5(30 m $\times$ 0.25 mm i. d., film thickness 0.25  $\mu\text{m}$ ) fused-silica capillary column(J & W Scientific Inc., Folsom CA, USA) 및 flame ionization detector를 사용하였다. 컬럼온도는  $70^{\circ}\text{C}$ 에서 2분간 유지한 후  $230^{\circ}\text{C}$ 까지 분당  $2^{\circ}\text{C}$ 씩 승온하였고,  $230^{\circ}\text{C}$ 에서 20분 유지하였다. 주입구 및 검출기의 온도는  $250^{\circ}\text{C}$ 로 하였고, 정유 1  $\mu\text{l}$ 를 주입하였으며, 질소를 carrier gas로 사용하여 분당 1 ml의 유속을 유지하였다. Linear velocity는 22 cm/sec, split ratio는 50:1로 하였다.

GC-MS 분석에 사용된 GC 종류 및 기기분석 조건은 위와 동일하였고, MS는 JMS-600W MS(JEOL Ltd. Tokyo, Japan)을 사용하였다. 각 정유 성분의 linear retention indices(RI)를 구하기 위해 *n*-alkanes( $\text{C}_7\text{-C}_{29}$ )을 사용하였다.

### 4. 정유 성분 동정

개개의 정유 성분 확인을 위해 우선 *n*-alkanes( $\text{C}_7\text{-C}_{29}$ )을 이용한 RI를 구하였다. JEOL mass spectrometer에 연결된 Wiley library 및 NIST Mass Spectral Search Program(ChemSW Inc., NIST Database)의 데이터 시스템에 있는 기준물질과의 mass spectra를 비교하였고, 또한 표준물질과의 co-injection을 통한 물질 동정을 병행하였다.

### 5. 통계분석

통계분석은 SPSS를 이용하여 통계 처리하였으며, 분산분석(ANOVA)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의성을 검증하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. 별개미취의 정유 성분 분석

식물의 정유 성분은 그 식물의 채취 지역, 채취 시기 및 기후 변화 등에 매우 민감하게 변하므로 환경 변화에 따른 정유의 성분 변화에 관한 연구는 매우 큰 의미를 지니고 있다(Heath HB 1986). 별개미취의 정유 성분 추출을 위해 HDE 방법으로 4시간 증류하였으며, 포집된 정유를 GC 및 GC-MS를 사용하여 성분을 분석하였다. 확인된 성분은 GC 분석에 사용된 DB-5 컬럼에서 용출되어 나오는 화합물의 순서로 Table 1에 제시하였다.

본 연구에 사용된 별개미취는 재배지역에 따른 식물체의 화학적 성분 변이를 최소화하고자 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원 내의 동일한 장소에서 자생한 것을 2010~

**Table 1. Essential oil composition of *Aster koraiensis* Nakai**

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area %		
			2010	2011	2012
1	Butanol	3.078	-	0.14	-
2	Pentanone	3.168	-	0.04	-
3	Methyl butanoate	3.232	-	0.05	-
4	Methyl-2-butenol	3.349	-	0.06	-
5	4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone	3.449	-	1.02	-
6	$\alpha$ -Myrcene	6.260	-	0.42	-
7	Ocimene	6.875	-	0.03	-
8	D-Limonene	7.105	-	0.06	-
9	$\gamma$ -Terpinene	10.927	-	0.03	-
10	Linalyl acetate	19.920	0.24	0.03	0.04
11	Decanol	20.145	-	0.03	0.04
12	( <i>E</i> )-3,7-Dimethyl-2,6-octadienoic acid, methyl ester	21.821	-	-	0.03
13	Ethyl undecanoate	22.701	-	0.02	0.03
14	( <i>E,E</i> )-2,4-Decadienal	23.502	0.24	-	-
15	$\delta$ -Murolene	23.637	0.10	0.03	0.66
16	Alloaromadendrene	24.267	-	-	0.11
17	Heptyl-2-methyl butyrate	24.562	0.11	-	-
18	$\alpha$ -Cubebene	24.682	0.84	0.77	0.17
19	Aristolene	25.327	7.08	11.56	14.24
20	Terpinyl acetate	25.382	0.25	-	-
21	Ethyl furanone	25.662	4.73	7.63	7.21
22	Undecanol	26.423	0.41	0.03	1.23
23	$\alpha$ -Copaene	26.658	-	0.04	0.51
24	Geranyl acetate	27.238	1.35	2.26	-
25	$\beta$ -Damascenone	27.423	-	0.03	-
26	Isobornyl propionate	27.648	1.50	1.12	1.10
27	( <i>Z,E</i> )-3,7,11-Trimethyl-1,3,6,10-dodecatetraene	28.183	-	-	0.25
28	Methyl eugenol	28.539	-	0.03	0.06
29	$\beta$ -Caryophyllene	29.149	3.72	3.71	5.38
30	<i>cis</i> - $\alpha$ -Bisabolene	29.244	-	-	0.97
31	[ <i>S</i> -( <i>R,S</i> )]-3-(1,5-Dimethyl-4-hexenyl)-6-methylene-cyclohexene	29.424	-	-	0.44
32	$\alpha$ -Caryophyllene	29.724	0.76	0.92	1.42
33	2-Dodecenal	30.199	0.91	0.12	1.71
34	$\beta$ -Selinene	30.244	1.05	-	-
35	<i>trans</i> - $\alpha$ -Bergamotene	30.534	0.18	-	-
36	Linalyl isovalerate	30.634	0.12	0.93	1.30
37	Geranyl acetone	31.070	0.88	-	-
38	$\beta$ -Guaiene	31.105	0.26	0.47	0.15
39	( <i>E</i> )-4-Hepten-2-one	31.260	-	0.04	-
40	<i>cis</i> -Muurolo-4(14),5-diene	31.330	-	-	0.03
41	<i>p</i> -Mentha-1-en-9-ol	31.530	0.93	0.85	0.19

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area %		
			2010	2011	2012
42	Germacrene D	32.525	0.57	0.07	-
43	Valencene	32.715	1.04	0.65	2.97
44	$\alpha$ -Zingiberene	32.845	0.90	0.10	0.72
45	Tridecanal	32.985	1.29	0.43	0.83
46	(1 <i>S-cis</i> )-1,2,3,5,6,8a-Hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene	33.040	-	-	0.74
47	Methyl laurate	33.516	0.65	0.39	-
48	Isocaryophyllene	33.751	3.52	0.10	-
49	$\alpha$ -Muurolene	33.901	0.16	1.21	2.17
50	Epiglobulol	34.076	5.57	7.18	2.80
51	$\alpha$ -Farnesene	34.186	0.16	0.11	-
52	$\alpha$ -Calacorene	34.431	0.28	4.72	4.88
53	$\delta$ -Cadinene	34.606	-	0.07	0.17
54	1,3-Bis-(2-cyclopropyl,2-methylcyclopropyl)-but-2-en-1-one	34.861	-	1.09	0.05
55	Elemene	35.071	-	-	0.25
56	Calarene	35.266	0.14	9.33	15.30
57	( <i>E</i> )-6,7,11-Trimethyl-1,6,10-dodececatrien-3-ol	35.726	-	-	0.31
58	4-Epi-cubenol	36.182	-	-	0.34
59	Nerolidol	36.232	0.46	0.05	0.04
60	$\gamma$ -Cadinene	36.397	-	0.05	0.06
61	Elemol	36.732	0.25	0.04	0.05
62	Geranyl butyrate	36.917	-	0.03	0.47
63	$\alpha$ -Curcumene	36.952	-	0.06	0.09
64	Germacrene B	37.497	0.13	-	-
65	Hexyl acetate	37.552	0.13	-	-
66	Hexyl octanoate	38.002	-	0.04	0.05
67	Isopropyl benzoate	38.127	-	0.11	0.05
68	Caryophyllene oxide	38.383	8.38	0.24	2.91
69	( <i>E</i> )-3,7,11-Trimethyl-1,6,10-dodecatriene	38.487	0.54	-	-
70	Guaiol	38.978	-	-	0.06
71	Cedrenol	39.103	0.12	-	-
72	Dehydrocarveol	39.418	-	0.04	0.15
73	Hexadecanone	39.513	3.87	0.05	-
74	Tridecanol	39.563	-	0.20	0.62
75	Globulol	39.773	1.16	-	-
76	Isoaromadendene epoxide	39.828	-	0.46	0.20
77	2,5,5-Trimethyl-1,3,6-heptatriene	40.013	-	0.20	0.09
78	7-Methylene-bicyclo[4.1.0]heptane	40.118	-	0.04	0.72
79	Geranyl isovalerate	40.198	0.12	-	-
80	Epoxy- $\beta$ -ionone	40.298	0.20	-	-
81	Humulane-1.6-dien-3-ol	40.503	1.64	0.15	0.41
82	<i>cis</i> -Lanceol	40.693	1.39	0.05	0.21

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area %		
			2010	2011	2012
83	(E)-Longipinane	40.828	1.42	-	-
84	7,8-Dehydro-8a-hydroxy-isolongifolene	40.944	0.10	0.11	0.21
85	Citronellyl valerate	41.184	0.20	0.03	0.27
86	Cubenol	41.359	0.47	0.46	0.46
87	Ledene oxide	41.569	0.49	0.03	0.32
88	Humlene oxide	41.699	0.51	0.07	0.55
89	<i>tau</i> -Muurolol	41.719	-	0.04	0.15
90	Ledene oxide(II)	42.039	-	-	0.35
91	Geranyl valarate	42.189	1.37	0.06	-
92	$\beta$ -Eudesmol	42.284	0.13	0.34	0.37
93	Butyl-6,9,12-hexadecatrienoate	42.564	-	0.06	1.49
94	Cadina-1,4-dien-3-ol	42.829	0.73	0.33	0.59
95	$\alpha$ -Bisabolol	42.999	1.08	0.46	1.11
96	Spathulenol	43.295	0.62	1.52	0.99
97	Butyl laurate	43.429	1.07	-	-
98	$\delta$ -Cadinol	43.655	0.74	-	-
99	$\alpha$ -Cadinol	43.724	1.02	0.03	0.08
100	Diepi- $\alpha$ -cedrene epoxide	43.990	2.01	0.42	0.05
101	Zingiberenol	44.235	-	2.06	2.09
102	8-Cedren-13-ol	44.475	-	0.03	0.04
103	(E)-2-Dodecen-1-ol	44.580	0.24	-	-
104	$\alpha$ -Caryophyllene alcohol	45.005	0.79	0.03	0.05
105	Heptadecane	45.085	3.85	0.07	-
106	Aromadendrene oxide	45.190	0.39	1.58	1.77
107	$\beta$ -Sinensal	45.380	0.31	0.03	0.13
108	Pentadecanal	45.460	0.27	0.13	0.14
109	(E)-Farnesol	45.715	3.18	0.08	0.61
110	Benzyl benzoate	45.821	-	2.22	1.72
111	(E)-1,3,3-Trimethyl-2-(3-methyl-2-methylene-3-butenylidene)cyclohexanol	46.010	-	-	0.03
112	Octadecanal	46.356	0.51	0.35	0.52
113	2-Methylene-6,8,8-trimethyl-tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol	46.611	1.47	-	-
114	Aristolene epoxide	46.981	-	0.26	0.29
115	Diepicedrene-1-oxide	47.006	4.12	-	-
116	3,7,11-Trimethyl-dodeca-2,4,6,10-tetraenal	47.066	0.51	-	-
117	<i>trans</i> -Longipinocarveol	47.456	0.69	0.05	0.03
118	Shyobunone	47.676	0.11	-	-
119	Tetramethylphenyl butenone	47.891	0.63	-	-
120	Calarene epoxide	48.306	0.26	-	0.12
121	Methyl-9,12-octadecadiynoate	48.456	0.19	-	-
122	(4 $\alpha$ ,5 $\alpha$ ,8 $\alpha$ )-4,4a,5,8-Tetrahydro-5,8-dimethyl-5,8-epoxy-3H-2-benzopyran	48.992	0.27	-	-
123	10-Epi- $\gamma$ -eudesmol	49.012	-	0.09	0.23

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area %		
			2010	2011	2012
124	(Z,Z,Z)-9,12,15-Octadecatrienoic acid	49.312	0.16	0.03	0.13
125	3,5,9-Trimethyl-deca-2,4,8-trien-1-ol	49.647	0.21	-	-
126	1,7-Dimethyl-4 $\alpha$ -isopropenyl-bicyclo[4.4.0]dec-6-en-9 $\alpha$ -ol	49.952	0.11	-	-
127	Sclareol oxide	50.122	0.24	-	-
128	[S-(Z)]-3,7,11-Trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol	50.267	-	-	0.03
129	Octadecane	50.327	0.12	0.11	0.05
130	1,3,3-Trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octan-6-ol	50.707	0.45	-	0.15
131	Diethyl-2-hydroxyglutarate	51.628	0.10	-	-
132	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	52.363	-	0.55	0.10
133	Methyl tetrahydroionol	52.553	2.77	-	-
134	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	52.763	0.29	-	-
135	13-Tetradecene-11-yn-1-ol	52.803	-	-	0.03
136	Pentadecanoic acid	53.869	0.10	-	-
137	1-Octadecyne	54.414	0.14	-	-
138	8-Methyl-1-undecene	54.474	-	-	0.03
139	(Z)-9,17-Octadecadienal	54.699	0.12	-	-
140	(E,E)-1-Phenyl-1,4,9-decatriene	54.964	0.84	-	1.72
141	cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatrienal	54.986	0.10	-	-
142	Dibutyl phthalate	55.919	-	-	0.11
143	(E,E)-6,10,14-Trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one	56.320	0.13	0.16	-
144	(Z)-3-Hexenyl octanoate	58.200	-	0.03	-
145	4,8,12-trimethyltridecyl furan	58.465	0.15	-	-
146	n-Hexadecanoic acid	60.907	1.61	0.03	0.21
147	(Z,E)-2,9-Heptadecadiene-4,6-diyne-8-ol	62.117	0.34	-	0.42
148	Phytol	64.758	0.66	8.28	6.98
149	cis-3-Undecene-1,5-diyne	66.033	-	-	0.06
150	trans-3-Undecene-1,5-diyne	66.494	-	-	0.07
151	Falcarinol	68.294	0.20	-	-
152	cis,cis,trans-3,3,6,6,9,9-Hexamethyl-tetracyclo[6.1.0.0(2,4).0(5,7)]nonane	70.795	-	-	0.06
153	Tetratriacontane	71.406	-	0.03	-
154	Methyl-5,8,11-heptadecatriynoate	72.426	0.10	-	-
155	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctylester	78.148	-	0.03	-
156	Tetracosamethyl cyclododecasiloxane	84.271	-	0.02	-
Total			97.02	79.94	99.89

2102년 10월 초순에 채취하여 사용하였다.

2010년 10월에 채취한 별개미취 정유에서는 총 97종(97.02%)의 성분이 확인되었고, caryophyllene oxide의 함량이 8.38%로 가장 높았으며, aristolene(7.08%), epiglobulol(5.57%), ethyl furanone(4.73%) 순이었다(Choi HS 2012). 2011년 10월에 동일 장소에서 채취한 별개미취의 정유에서는 총 95종(79.94%)의 성분이

확인되었고, aristolene(11.56%), calarene(9.33%), phytol(8.28%), ethyl furanone(7.63%), epiglobulol(7.18%)의 함량이 높았다. 2012년 10월에 동일 장소에서 채취한 별개미취의 정유에서는 총 95종(99.89%)의 성분이 확인되었고, calarene(15.3%), aristolene(14.24%), ethyl furanone(7.21%) phytol(6.98%)의 함량이 높게 조사되었다.

별개미취 정유에서 확인된 성분은 주로 테르펜 화합물로서, 특히 sesquiterpene류의 화합물이 주를 이루었다. 정유 속 테르펜 화합물의 생리적 효능이 최근 주목받고 있는데, 정유는 식물에서 자연 발생하는 휘발성의 화합물질을 말한다. 테르펜 화합물은 이소프렌 분자(isoprene,  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ )가 2개 또는 그 이상 중합되어 이루어진 물질을 총칭하며, 탄소수에 따라 monoterpene( $\text{C}_{10}$ ), sesquiterpene( $\text{C}_{15}$ ), diterpene( $\text{C}_{20}$ ), triterpene( $\text{C}_{30}$ ) 및 tetraterpene( $\text{C}_{40}$ )으로 분류된다. 대부분의 천연 테르펜 화합물은 생합성의 최종단계에서 폐쇄환 산화 또는 다른 구조적인 변화를 일으켜서 한 개 또는 두 개 이상의 관능기가 있는 환상구조를 갖게 된다. 테르펜 화합물은 대체로 지용성이며, 식물조직으로부터 석유 에테르, 디에틸 에테르(diethyl ether) 또는 클로로포름으로 추출한다.

별개미취 정유는 sesquiterpene 화합물의 함량이 상당히 높았는데, 이는 주로 aristolene, calarene,  $\beta$ -caryophyllene, epiglobulol 등의 높은 함량에 기인하는 것으로 나타났다. Aristolene( $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ )은 유칼립투스 정유를 비롯하여 다양한 식물의 정유에 함유되어 있다. Calarene( $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ )은 1(10)-aristolene으로 마타리과에 속하는 감송향(*Nardostachys rhizoma*)의 에탄올 추출물에서 확인되었는데, 감송향은 sesquiterpene 화합물이 풍부하여 항말라리아성 효능을 지니고, 신경 성장 인자를 지닌다고 보고된 바 있다(Yun 등 2007). Sesquiterpene alcohols은 향료 산업에서 매우 유용한데, Bombarda 등(1999)은 calarene 및 thujopsene으로 부터 산화환원반응을 통해 경제적으로 저렴한 sesquiterpene alcohols의 합성법을 보고하였다.  $\beta$ -Caryophyllene은 과실, 방향성 산재 및 향신료에 널리 함유되어 있는 성분으로 식품가공 및 향료 산업에 널리 사용되고 있는 성분이며, 항염증 및 항균 작용, 종양세포주 억제 효과가 보고된 바 있다(Amiel 등 2012). Caryophyllene은 정향과 소나무과 식물을 비롯하여 다양한 식물에 분포하는데, 향신료로서의 용도 외에도 병원성 세균에 대해 높은 항균효과를 지녀 기능성 측면에서도 활용도가 증가하고 있다(Kim & Shin 2009). 일반적으로 테르펜 탄화수소류는 그 자체가 어느 정도 신선한 향기를 부여하여 향기산업에서 중요하기는 하지만, 일반적으로는 산화된 형태로써가 더 활용도가 크며, 알데히드, 알콜, 케톤 및 에스테르 등이 부가된 형태가 더욱 풍부한 향기 특성을 발휘하는 것으로 알려져 있다(Oh & Whang 2003). Epiglobulol은 pineapple guava(Binder & Flath 1989)을 비롯하여 여러 식물의 정유에 함유된 sesquiterpene으로 보도되었으며(Apel 등 2004), 향기산업에서 유용하게 사용되는 성분이다.

Sesquiterpene 화합물 이외에 phytol의 함량도 높게 보여졌는데, phytol( $\text{C}_{20}\text{H}_{40}\text{O}$ )은 식물체 내에서 녹색색소인 클로로필의 구성성분이며, 색소로서의 역할뿐 아니라, 중요한 생리적 기능을 담당하여 주목받고 있는 diterpene alcohol이다. Phytol

은 이전의 연구에서 비타민 E와 K의 합성 시에 전구체로 이용되며, 인체 내에서 암세포의 DNA 합성 과정을 억제함으로써 항암 및 항돌연변이 효과를 지닌다고 보고된 바 있다(Lee 등 1999). Phoenix 등(1989)은 phytol이 인체 골격근의 비효소적 지질산화를 부분적으로 억제시킨다고 보고한 바 있다.

## 2. 수확연도에 따른 별개미취의 정유의 주요 화합물 함량 변화

본 연구에 사용된 별개미취는 재배지역에 따른 식물체의 화학적 성분 변이를 최소화하고자 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원 내의 동일한 장소에서 자생한 것을 2010~2012년 10월 초순에 채취하여 사용하였다. Heath HB(1986)의 보고에 따르면 식물의 화학적 성분 변화는 기후 및 수확시기와 상당한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 본 연구에 사용된 시료의 채취 지역인 포항의 평균기온은 연구기간 동안 점차 감소하는 것으로 나타났다(Choi HS 2013). 연 중 최고기온은 전반적으로 증가하는 추세를 보여졌고, 최저기온은 점차 감소 추세를 보였다. 따라서 해가 지날수록 최고기온과 최저기온의 차이가 점차 커지는 것으로 나타났고, 이와 더불어 강수량이 현저히 증가하고 있다는 점이 특징적이었다(Choi HS 2013).

Table 2에는 별개미취 정유에서 확인된 주요 화합물의 정량적 변화를 나타내었다.

주요 19종의 총 함량은 2010년 44.63%에서 2011년 60.82%, 2012년도 71.41%로 증가하는 추세를 보였고, 특히 aristolene,  $\alpha$ -caryophyllene,  $\alpha$ -muurolene,  $\alpha$ -calacorene, aromadendrene oxide, calarene 함량의 증가가 유의적으로 두드러졌다. Ethyl furanone,  $\beta$ -caryophyllene 및 phytol의 함량은 일관성 있는 증가는 아니었지만, 전반적으로 증가 추세를 보였다.

$\alpha$ -Cubebene, isocaryophyllene, diepi- $\alpha$ -cedrene epoxide의 함량은 일관성 있는 감소 추세를 보였다. Ethyl furanone, epiglobulol, spathulenol 및 phytol의 함량은 2011년도 수확한 시료에서 가장 높게 보여졌고, valencene,  $\alpha$ -bisabolol, caryophyllene oxide와 farnesol의 함량은 2011년도 수확한 시료에서 가장 낮게 보여졌다. Cubenol은 수확연도에 따른 변화가 매우 적게 나타났다.

별개미취 정유의 경우, 수확연도에 따라 aristolene 및 calarene 함량의 변화가 가장 두드러진 특징이라고 볼 수 있다. 2012년도 10월에 수확한 별개미취의 정유에서 이 두 화합물이 차지하는 비율은 약 30%로, 2010년도의 7.22%에 비해 4배 이상 증가하였으며, 이 두 화합물을 수확 연도에 따른 별개미취 정유의 화학적 성분 변화의 지표물질로 제시할 수 있다고 생각된다.

기상 변화가 식물의 생장 및 화학적 성분 변화에 영향을

**Table 2. Quantitative changes of major compounds from *Aster koraiensis* Nakai essential oil by harvesting time**

Compound	Harvesting time		
	2010 <sup>1)</sup>	2011	2012
$\alpha$ -Cubebene	0.84 <sup>a</sup>	0.77 <sup>b</sup>	0.17 <sup>c</sup>
Aristolene	7.08 <sup>a</sup>	11.56 <sup>b</sup>	14.24 <sup>c</sup>
Ethyl furanone	4.73 <sup>a</sup>	7.63 <sup>b</sup>	7.21 <sup>c</sup>
$\beta$ -Caryophyllene	3.72 <sup>a</sup>	3.71 <sup>a</sup>	5.38 <sup>b</sup>
$\alpha$ -Caryophyllene	0.76 <sup>a</sup>	0.92 <sup>b</sup>	1.42 <sup>c</sup>
Valencene	1.04 <sup>a</sup>	0.65 <sup>b</sup>	2.97 <sup>c</sup>
Epiglobulol	5.57 <sup>a</sup>	7.18 <sup>b</sup>	2.80 <sup>c</sup>
$\alpha$ -Muurolene	0.16 <sup>a</sup>	1.21 <sup>b</sup>	2.17 <sup>c</sup>
$\alpha$ -Calacorene	0.28 <sup>a</sup>	4.72 <sup>b</sup>	4.88 <sup>c</sup>
Cubenol	0.47 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>
$\alpha$ -Bisabolol	1.08 <sup>a</sup>	0.46 <sup>b</sup>	1.11 <sup>c</sup>
Spathulenol	0.62 <sup>a</sup>	1.52 <sup>b</sup>	0.99 <sup>c</sup>
Caryophyllene oxide	8.38 <sup>a</sup>	0.24 <sup>b</sup>	2.91 <sup>c</sup>
Isocaryophyllene	3.52 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	-
Diepi- $\alpha$ -cedrene epoxide	2.01 <sup>a</sup>	0.42 <sup>b</sup>	0.05 <sup>c</sup>
Aromadendrene oxide	0.39 <sup>a</sup>	1.58 <sup>b</sup>	1.77 <sup>c</sup>
Calarene	0.14 <sup>a</sup>	9.33 <sup>b</sup>	15.30 <sup>c</sup>
Farnesol	3.18 <sup>a</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.61 <sup>c</sup>
Phytol	0.66 <sup>a</sup>	8.28 <sup>b</sup>	6.98 <sup>c</sup>
Total	44.63 <sup>a</sup>	60.82 <sup>b</sup>	71.41 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Choi HS (2012)

Means with the same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

미칠 것으로 생각되며, 차후의 지속적인 연구를 통해 기후변화와 식물의 테르펜 화합물 생성 메카니즘 규명 연구가 수행된다면 국내 자생식물의 품질 관리 및 식물의 화학성분 변화를 예측하기 위한 데이터베이스 구축에 기여할 것으로 생각된다.

## 요약 및 결론

별개미취 정유의 테르펜 함량을 분석하고, 수확 년도에 따른 주요 정유 화합물의 변화 추이를 조사하기 위해 HDE 방법으로 정유 성분을 추출하여 GC 및 GC-MS로 분석한 결과, 2010년도 채취한 시료에서는 97종, 2011년 및 2012년도에 수확한 시료에서는 각각 95종의 화합물이 확인되었다. 별개미취 정유는 sesquiterpene의 함량이 상당히 높았는데, 이는 주로 aristolene, calarene,  $\beta$ -caryophyllene, epiglobulol 등의 높은 함량에 기인하는 것으로 나타났다. 2010년 10월에 채취한 별개

미취 정유에서는 caryophyllene oxide의 함량이 8.38%로 가장 높았으며, aristolene(7.08%), epiglobulol(5.57%) 순이었다. 2011년 10월에 채취한 별개미취의 정유에서는 aristolene(11.56%), calarene(9.33%), phytol(8.28%), ethyl furanone(7.63%), epiglobulol(7.18%)의 함량이 우세하였고, 2012년 10월에 동일 장소에서 채취한 별개미취의 정유에서는 calarene(15.3%), aristolene(14.24%), ethyl furanone(7.21%) phytol(6.98%)의 함량이 높았다. Aristolene,  $\alpha$ -caryophyllene,  $\alpha$ -muurolene,  $\alpha$ -calacorene, aromadendrene oxide, calarene의 함량 증가가 유의적으로 두드러졌다.  $\alpha$ -Cubebene, isocaryophyllene, diepi- $\alpha$ -cedrene epoxide의 함량은 일관성 있는 감소 추세를 보였다. 별개미취의 경우, 수확연도에 따라 aristolene 및 calarene 함량의 변화가 가장 두드러진 특징이라고 볼 수 있어, 수확시기에 따른 별개미취 화학적 성분 변화의 지표물질로 제시할 수 있다고 생각된다. 수확 년도에 따른 식물 테르펜 화합물의 정성 및 정량적 변화 연구를 지속적으로 수행됨으로써 기후 변화로 인한 국내 식물자원의 품질 지표 확립에 기여할 것이다.

## 감사의 글

이 논문은 2010년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2010-0021285)이며, 이에 감사드립니다.

## References

- Amiel E, Ofir R, Dudai N, Soloway E, Rabinsky T, Rachmilevitch S. 2012.  $\beta$ -Caryophyllene, a compound isolated from the biblical balm of gilead (*Commiphora gileadensis*), is a selective apoptosis inducer for tumor cell lines. *Evid-Based Complement Alternat Med* 2012:1-8
- Apel MA, Sobral M, Schapoval EES, Henriques AT, Menut C, Bessiere JM. 2004. Essential oil composition of *Eugenia florida* and *Eugenia mansoi*. *J Essent Oil Res* 16:321-322
- Binder RG, Flath RA. 1989. Volatile components of pineapple guava. *J Agric Food Chem* 37:734-736
- Bohlmann F, Jakupovic J, Hashemi-Nejad M, Huneck S. 1985. Clerodane diterpenoids from *Aster alpinus*. *Phytochemistry* 24:608-610
- Bombarda I, Gaydou EM, Faure R, Smadia J. 1999. Synthesis of sesquiterpene alcohols from calarene and thuijopsene. *Flavour Fragr J* 12:227-235
- Choi HS. 2012. Comparison of the essential oil composition between *Aster tataricus* and *A. koraiensis*. *Anal Chem Lett*

- 2:138-151
- Choi HS. 2013 Analysis of the terpenoids from *Syneilesis palmata* essential oil and the variation of the sesquiterpene compounds by harvest year. *Korean J Food & Nutr* 26:287-294
- Heath HB. 1986. Flavor Chemistry and Technology. pp.2-157. Macmillan Publishers Ltd
- Hiroshi, M, Shinji N, Koichi T, Hideji I. 1994. Conformational analysis of an antitumor cyclic pentapeptide, Astin B, from *Aster tataricus*. *Tetrahedron* 50:11613-11633
- Jung CM, Kwon HC, Seo JJ, Ohizumi Y, Matsunaga K, Saito S, Lee KR. 2001. Two new monoterpene peroxide glycosides from *Aster scaber*. *Chem Pharm Bull* 49:912-914
- Kim HY, Shin TS. 2009. Volatile flavor compounds of olive flounder (*Parallchthys olivaceus*) fed diets supplemented with Yuza (*Citrus junos* ex Tanaka). *Kor J Fish Aquat Sci* 42:224-231
- Kim TJ. 2009. Wilds Flowers and Resources Plants in Korea. p.59. Seoul National University Publisher
- Lee ES, Lee JH, Kim JK, Kim GS, Kim YO, Soe JS, Choi JH. Lee ES, Noh HJ, Kim SY. 2011. Anti inflammatory activity of medicinal plant extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 19:217-226
- Lee KC, Sa JY, Wang MH, Han SS. 2012. Comparison of volatile aroma compounds between *Synurus deltooides* and *Aster scaber* leaves. *Korean J Medicinal Crop Sci* 20:54-62
- Lee KI, Rhee LS, Park KY. 1999. Anticancer activity of phytol and eicosatrienoic acid identified from perilla leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:1107-1112
- Oh MH, Whang HJ. 2003. Chemical composition of several herb plants. *Korean J Food Sci Technol* 35:1-6
- Phoenix J, Edwards RH, Jackson MJ. 1989. Inhibition of Ca<sup>2+</sup>-induced cytosolic enzyme efflux from skeletal muscle by vitamin E and related compounds. *Biochem J* 257:207-213
- Schultz TH, Flath RA, Mon TR, Egging SB, Teranishi R. 1997. Isolation of volatile components from a model system. *J Agri Food Chem* 25:446-449
- Toshihiro A, Yumiko K, Kazuo K, Takaaki T, Ken Y, Koichi A, Yasuhiro S, Tamotsu N, Astertarone A. 1998. A Triterpenoid ketone isolated from the roots of *Aster tataricus* L. *Chem Bull* 46:1824-1826
- Yun SH, Park JH, Kim KS, Oh WK, Yeom SR, Kwon YD, Song YS. 2007. Effect of *Nardostachytis rhizoma* on induction of differentiation in HL-60 cells. *J Oriental Rehab Med* 17: 61-74

---

접 수 : 2014년 1월 22일  
 최종수정 : 2014년 3월 11일  
 채 택 : 2014년 4월 3일