pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 30. No. 1, 156~165 (2017)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2017.30.1.156

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

머위 정유의 화학적 성분 분석 및 수확 연도에 따른 주요 화합물 함량 비교

†최 향 숙
경인여자대학교 식품영양과

Analyses of the Chemical Composition of *Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim Essential Oil and Comparison of the Major Compounds by Crop Year

†Hyang-Sook Choi
Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 21041, Korea

Abstract

This study investigated the chemical composition of *Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim essential oil. During the period 2011~2013, *P. japonicus* (S. et Z.) Maxim plant was investigated for composition of the essential oil. Chemical composition and characteristic compounds of the essential oils from the aerial parts of the plant according to the crop year studied. The essential oils consisted of sesquiterpene compounds, which were the most abundant components. Samples collected in 2011 were found to be richer in oxygenated sesquiterpenes, while samples collected in 2012 and 2013 were richer in diterpene alcohols and sesquiterpene hydrocarbons, respectively. Ninety-two compounds were identified in the *P. japonicus* (S. et Z.) Maxim essential oil of 2011, and caryophyllene oxide (20.49%), β-caryophyllene (10.28%), β-bisabolene (6.80%), and alloaromadendrene (6.50%) were the major compounds. Seventy-four compounds were identified in the plant essential oil of 2012, and phytol (17.22%), α-farnesene (15.31%), α-caryophyllene (9.93%), and β-caryophyllene (6.12%) were the major compounds. Ninety-two compounds were identified in the plant essential oil of 2013, and α-farnesene (22.42%), α-caryophyllene (21.49%), pentadecane (15.35%), and germacrene (5.70%) were the major compounds. The content of most of the chemical constituents varied significantly with different harvesting time. The content of α-caryophyllene and caryophyllene oxide was increased significantly from 2011 to 2013. The content of α-caryophyllene and isocaryophyllene was decreased significantly from 2011 to 2013.

Key words: *Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim, essential oil composition, sesquiterpene compound, crop year

서 론

머위(*Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim)는 국화과(*Compositae*), 머위속(*Petasites*)에 속하는 여러해살이식물로 우리나라 북부지방의 고산지대를 제외한 습기 있는 지대에 흔히 자라며, 중부 이남지역에서 더 많이 분포한다. 세계적으로는 중국, 러시아, 일본에 분포되어 있다. 머위는 봉두엽, 봉두채, 머우, 머굿대라고도 불리며, 머위 꽃봉오리를 약재로 사용하므로 약 이름으로는 관동화라고 한다. 머위 뿌리줄기는 굵고 길며, 여러 갈래로 갈라지거나 땅속으로 가늘게 뻗으며, 그 끝에서 다른 개체가 생겨나기도 한다. 줄기는 꽃대모양이며, 굵고 흔히 외대로 자란다. 뿌리 잎은 몇 개가 한데 모여 나며, 콩팥모양이고, 가장자리에 뾰족하고 불규칙한 톱니가 있으며, 긴 잎자루가 있다. 잎 표면은 녹색이고 짧은 털이 있으며, 뒷면은 연한 녹색이고 짧은 털이 성글게 있거나 거의 없다. 줄기잎은 비늘잎 모양이며, 약간 뾰족하고 잎부분은 좁아지지 않

† Corresponding author: Hyang-Sook Choi, Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 21041, Korea. Tel: +82-32-540-0272, Fax: +82-32-540-0275, E-mail: hschoi@kiwu.ac.kr

고, 그대로 줄기에 붙는다. 잎 양면에는 털이 거의 없다. 5~7월에 황백색 꽃이 핀다. 잎자루와 어린잎은 식용하며, 민간에서 어린잎을 진해제 등의 약으로 쓰고, 한방에서는 식욕촉진, 진정, 이뇨, 풍습 등에 약재로 쓴다. 머위속(屬)에는 머위와 함께 개머위(*P. saxatilis* (Turcz.) *Kom.*)가 있다(Lee TB 2003; Kim TJ 2009).

국화과 식물은 전 세계적으로 비교적 널리 알려진 식물로, 우리나라에서도 식용 및 관상용으로 다양한 종이 분포한다. 우리나라에는 50여 속이 존재하는데 이 중 쑥속, 쑥부쟁이속, 국화속, 등골나물속, 씀바귀속, 왕고들빼기속, 곰취속, 머위속, 미역취속, 우산나물속, 민들레속 및 뽀리뱅이속 등에 속하는 식물이 주로 식용되고 있다(Kim TJ 2009).

국화과 식물에 관한 연구는 국내에서는 활발히 이루어지고 있으나, 머위에 관한 연구는 비교적 많지 않은 실정이다. 머위를 대상으로 진행된 연구로는 apoptosis 조절물질 분리(Lee 등 2000), 알코올 투여한 쥐의 간조직 내 항산화 체계에 미치는 영향 등(Oh 등 2002; Cho 등 2007), 신경독소를 유발하는 효소 활성 억제에 관한 연구(Hong 등 2011) 등이 있는데, 주로 의학적인 접근으로 머위를 연구하여 왔다고 볼 수 있다. 머위는 독특한 향기로 인해 식용을 돋우는 산채류로써 우리나라에서는 오래전부터 식용된 식물이다. 식물 속에 존재하는 정유성분은 일반적으로 향기로 인지되는 성분이므로 식재료 구매 시에 정유의 성분은 주요한 선택요인이 된다. Heath HB(1986) 및 Lee 등(2012)은 식물성 식품 소재의 향기성분은 식물의 채취시기, 기후변화, 토양조성 등에 따라 민감하게 변화하므로, 향기성분 변이요인에 따른 과학적인 분석이 소비자에게 바른 정보를 제공할 수 있음을 강조하였다. 국내외에 자생하는 식물성 식품 소재들에 함유된 정유는 항산화효과, 항진균효과, 항암효과 등을 보이는 것으로 나타났다(Lee 등 2011). 그러나 식용자원으로써 머위에 대한 기본적인 화학성분 규명과 방향성 향기성분에 대한 기초자료 확립은 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 우리나라 고유 산채류의 효과적인 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 머위를 대상으로 정유성분을 분석하고, 최근 3년간 주요 정유 성분들의 정량적 변화 추이를 비교하였다. 머위는 최근 건강채소로 인식되어 소비가 증가하고 있으므로 이에 대한 정확한 화학적 성분에 대한 보고가 필요한 시점이라고 보겠다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

2011~2013년 5월에 수확한 머위(*Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim)를 통풍이 잘 되는 그늘에서 7일간 자연 건조시킨 후 실험에 사용하였다. 시료는 정확한 식물학적인 확인을 위해 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원에서 제공된 것을 사용하였다. 머위의 수확연도에 따른 향기성분의 변화를 알아보기 위하여 gas chromatography(GC)/mass spectrometry(MS)를 사용하여 분석하였고, Wako Pure Chemical Industries(Osaka, Japan), Sigma Chemical Co.(MO, USA), Aldrich Chemical Co.(WI, USA)의 표준물질과 Bolak Co., Ltd.(Osan, Korea) 및 French-Korean Aromatics(Youngin, Korea)로부터 제공받은 표준물질을 함께 사용하였다.

2. 정유 성분 추출

머위는 자연건조하여 사용하였으며, 유기용매를 사용하지 않는 수증기 증류방법인 hydrodistillation extraction(HDE) 장치인 Clevenger-type apparatus(Hanil Lab Tech Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 4시간 동안 증류하였다(Schultz 등 1997). 분리된 정유성분은 무수황산나트륨을 넣고 24시간 건조시킨 후 기기분석에 사용하였다.

3. GC 및 GC/MS 측정

정유성분 분석을 위해 gas chromatography로서 Agilent 6890N GC를 사용하여 정성분석을 실시하였다. 사용된 컬럼은 DB-5 (30 m×0.25 mm i. d., film thickness 0.25 μm) fused-silica capillary column(J & W Scientific Inc., Folsom CA, USA)이며, 컬럼 오븐은 70℃에서 2분간 유지한 후 230℃까지 2℃/분으로 승온하여 20분간 유지하였다. 검출기는 불꽃이온화 검출기를 사용하였고, 주입구와 검출기의 온도는 모두 250℃로 하였다. 운반기체인 질소의 유량은 1.0 mL/min으로 조정하였다. 시료 주입량은 1 μL로 하였으며, split ratio는 50:1로, linear velocity는 22 cm/sec로 하였다.

GC/MS 분석을 위해 위와 동일한 Agilent 6890N GC를 사용하였고, 이에 따른 분석조건도 동일하였다. MS는 JMS-600W MS(JEOL Ltd. Tokyo, Japan)를 사용하였다. GC/MS에 의해 얻어진 총 이온크로마토그램에서 각 피크의 mass spectrum과 NIST Mass Spectral Search Program(ChemSW Inc., NIST Database) 및 Wiley library를 시용한 Library Search System을 이용하여 확인하였고, 표준물질을 동시 주입하는 물질 동정 방법을 병행하였다. 각 정유성분의 Linear retention indices(RI)를 구하기 위해 *n*-alkanes(C_7~C_{29})을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 머위의 정유 성분 분석

HDE 방법을 사용하여 4시간 동안 추출한 머위 정유를 GC 및 GC/MS로 분석하였고, 확인된 정유 성분은 Table 1과 같다. Fig. 1에는 머위의 정유 성분에 대한 gas chromatogram을 제시하

Table 1. Essential oil composition of *Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area percent		
			2011	2012	2013
1	4-Hydroxy-4-methyl-2-pentanone	3.565	-	-	0.23
2	2,3-Dimethyl-3-heptene	4.212	-	-	0.33
3	α-Terpenene	9.827	-	-	0.03
4	3,5-Octadienonl	11.074	-	-	0.62
5	Nonanone	11.362	-	0.04	0.03
6	3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	11.894	-	-	0.12
7	*p*-Menthatriene	12.194	-	-	0.03
8	Nonanol	14.148	-	0.03	-
9	Ethyl octanoate	16.382	-	-	0.03
10	α-Terpineol	17.296	-	-	0.02
11	3-Isopropyl-5-methyl-hex-4-en-2-one	17.970	-	-	0.02
12	Epoxy-p-menthene	18.870	0.15	-	-
13	5-Methyl-2-(1-methylethyl)-2-cyclohexen-1-one	20.33	-	-	0.02
14	5-Hexadecenoic acid, 2-mMethoxy-methylester	20.357	-	-	0.02
15	Undecanone	21.436	5.43	1.01	0.02
16	Germacrene	22.311	-	-	5.70
17	Decadienal	23.131	0.05	-	-
18	δ-Muurolene	24.027	0.07	-	-
19	α-Cubebene	24.707	1.60	-	-
20	2,5,5-Trimethyl-1,3,6-heptatriene	24.725	-	-	0.09
21	1-Formyl-2,2-dimethyl-3-trans-(3-methyl-but-2-enyl)-6-methylidene-cyclohexane	25.238	-	-	0.04
22	2-Undecenal	25.432	0.08	-	-
23	*cis*-Muurola-4(14),5-diene	25.625	-	-	0.12
24	Terpinylacetate	25.632	0.27	-	-
25	Ylangene	26.203	0.22	-	-
26	c-Muurolene	26.972	-	-	0.06
27	α-Copaene	27.098	0.25	-	-
28	β-Elemene	27.213	0.48	0.11	1.30
29	α-Cubebene	27.392	-	-	0.12
30	Ylangene	27.859	-	-	0.05
31	β-Caryopyllene	28.899	10.28	6.12	1.30
32	(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	29.324	0.10	-	-
33	2,6-Dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-bicyclo[3.1.1]hept-2-ene	29.759	0.08	-	-
34	3,3,7,11-Tetramethyl-tricyclo[6.3.0.0(2,4)undec-8-ene	29.979	0.10	-	-
35	Methyl 10,11-tetradecadienoate	30.507	-	-	0.02
36	Copaene	30.574	0.12	-	-
37	α-Ionone	30.700	-	-	0.15
38	α-Caryophyllene	30.744	2.22	9.93	21.49
39	ɣ-Elememe	30.833	-	-	0.09
40	Dodecenal	31.124	1.39	0.04	-

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention Time	Relative peak area percent		
			2011	2012	2013
41	ἀ-Ocimene	31,212	-	0.77	-
42	Geranyl acetone	31.524	-	0.64	-
43	Longifolene	31.660	0.75	-	-
44	Linalyl butyrate	31.820	-	-	1.12
45	Isoledene	32.025	0.62	-	0.15
46	β-Farnesene	32.100	-	-	1.92
47	ɣ-Muurolene	32.165	0.27	-	-
48	Linalylisovalerate	32.390	2.71	-	-
49	Isocaryophillene	32.640	0.67	1.68	3.43
50	Epoxy-2-undecenal	32.810	3.77	-	-
51	Aromadendrene	32.891	-	5.30	0.13
52	Germacrene D	32.990	0.37	-	-
53	*p*-Mentha-1-en-9-yl acetate	33.094	-	-	0.31
54	β-Ionone	33.160	0.34	-	-
55	Alloaromadendrene	33.465	6.50	-	-
56	Valencene	33.571	-	0.19	0.22
57	8-Cedren-13-ol	33.705	0.12	-	-
58	α-Farnesene	33.931	-	15.31	22.42
59	Heptyl propyl carbonate	34.111	-	0.11	-
60	β-Bisabolene	34.161	6.80	-	0.16
61	Pentadecane	34.366	0.21	-	15.35
62	Methyl laurate	34.581	0.09	-	2.84
63	1-Ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)-cyclohexane	34.648	-	-	1.44
64	Bicyclogermacrene	34.876	-	0.07	-
65	Cubenol	34.921	2.93	-	0.94
66	Bornyl Isovallrate	35.016	-	0.50	-
67	α-Muurolene	35.241	-	1.70	-
68	ἀ-Cubebene	35.316	0.84	1.67	0.11
69	Bergamotene	35.401	-	-	5.01
70	(1S-*cis*)-1,2,3,5,6,8a-Hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-naphthalene	35.995	-	-	2.71
71	Elemol	35.996	1.57	-	1.65
72	*cis*-Muurola-3,5-diene	36.262	-	-	0.20
73	Isoaromadendrene epoxide	36.412	1.31	-	0.11
74	Sesquirosefuran	36.727	0.50	-	-
75	Cadala-1(10),3,8-triene	37.037	0.09	-	-
76	2,6-Dimethyl-2-trans-6-octadiene	37.062	-	0.06	-
77	Caryophyllene alcohol	37.172	0.15	1.60	0.09
78	(E)-3,7,11-Trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol	37.407	1.09	-	0.61
79	α-Calacorene	37.462	-	-	0.02
80	Longipinocarvone	37.752	0.08	-	-

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention Time	Relative peak area percent		
			2011	2012	2013
81	(E)-3-(4,8-Dimethyl-3,7-nonadienyl)-furan	37.882	0.12	-	-
82	Caryophyllene oxide	38.402	20.49	5.79	0.88
83	(E,Z)-6,10-Dimethyl-3,5,9-undecatrien-2-one	38.487	0.10	-	-
84	Veridiflorol	38.652	0.28	-	-
85	Aristolene epoxide	38.777	0.16	-	-
86	Lauryl alconol	38.969		-	0.02
87	*cis*-Z-ά-Bisabolene epoxide	39.013	0.24	-	-
88	(1ά,3aά,7ά,8aά)-2,3,6,7,8,8a-exahydro-1,4,9,9-tetramethyl-1H-3a,7-methanoazulene	39.208	0.35	-	-
89	1,4-Dimethyl-3-(2-methyl-1-propene-1-yl)-4-vinyl-1-Cycloheptene	39.373	-	0.10	-
90	1-Hydroxy-1,7-dimethyl-4-isopropyl-2,7-cyclodecadiene	39.496	-	-	0.81
91	1,3-Bis(1-methylethyl)-1,3-cyclopentadiene	39.953	-	0.43	-
92	[1R-(1R*,3E,7E,11R*)]-1,5,5,8-tetramethyl-12-oxabicyclo[91.0]dodeca-3,7-diene	39.628	2.96	-	-
93	Epiglobulol	39.808	0.15	-	0.02
94	Tridecanol	40.063	0.26	-	0.02
95	3,4-Dimethyl-3-cyclohexen-1-carboxaldehyde	40.213	-	0.58	-
96	Calarene epoxide	40.373	0.21	-	1.04
97	(E,E)-3,5-Nonadien-7-yn-2-ol	40.428	-	0.04	-
98	2-Methyl-3-(3-methyl-but-2-enyl)-2-(4-methyl-pent-3-enyl)-oxetane	40.638	0.64	0.04	-
99	1-Methylene-2b-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-4b-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexane	40.859	-	0.07	-
100	Spάthulenol	40.968	0.13	0.89	0.12
101	Humulane-1,6-dien-3-ol	41.083	-	-	0.02
102	1-n-Butyladamantane	41.134	-	0.06	-
103	*trans*-Longipinocarveol	41.153	0.33	-	0.02
104	*tau*.-Muurolol	41.429	0.61	4.93	0.21
105	(E)-6,10-Dimethyl-5,9-undecadien-2-one	41.534	-	0.08	-
106	Cubenol	41.699	0.34	-	0.34
107	10,10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo[7.2.0]undecan-5á-ol	41.754	-	0.11	-
108	Selina-6-en-4-ol	41.890	-	-	0.05
109	3-Methyl-2-(3,7,11-trimethyldodecyl)-furan	41.977	-	-	0.05
110	*cis*-Muurola-4-(14),5-diene	42.079	-	0.24	-
111	β-Eudesmol	42.099	1.47	-	0.34
112	*tau*.-Cadinol	42.119	-	0.99	-
113	α-Cadinol	42.234	-	1.45	1.24
114	β-Eudsmol	42.379	-	0.68	-
115	β-Caryophyllene alcohol	42.394	0.27	-	-
116	4,4-Dimethyl-3-(3-methylbut-3-enylidene)-2-methylenebicyclo[4.1.0]heptane	42.494	0.23	-	-
117	*cis*-Lanceoi	42.550	-	-	0.04
118	β-Bisabolol	43.174	2.05	-	0.16
119	Z-ά-*trans*-Bergamotol	43.410	-	0.29	-
120	ά-Bisabolol	43.664	0.06	-	-

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention Time	Relative peak area percent		
			2011	2012	2013
121	Pentadecanal	43.839	0.24	0.93	-
122	1-{2-[3-(2-Acetyloxiran-2-yl)-1,1-dimethylpropyl]cycloprop-2-enyl}ethanone	43.995	0.31	-	-
123	10-(Acetylmethyl)-(+)-3-carene	44.000	-	0.24	-
124	2R-Acetoxymethyl-1,3,3-trimethyl-4t-(3-methyl-2-buten-1-yl)-1t-cyclohexanol	44.211	-	-	0.08
125	(E)-4-Tridecen-6-yne	44.345	-	0.24	-
126	10,10-Dimethyl-4-acetyl-tricyclo[5,2,1,0(1,5)]decane	44.424	-	-	0.04
127	Aromadendrene epoxide	44.470	0.08	-	0.14
128	*trans*-p-Mentha-1(7),8-dien-2-ol	44.610	-	0.14	-
129	β-Sinensal	44.680	-	0.03	-
130	(E)-Farnesene epoxide	44.684	-	-	0.02
131	(E)-2-Dodecen-1-ol	45.231	-	-	0.02
132	α-Caryophyllene alcohol	45.460	0.05	-	0.02
133	3,7,11-Trimethyl-dodeca-2,4,6,10-tetraenal	45.995	0.56	-	-
134	1-{2-[3-Methyl-3-(5-methyl-furan-2-yl)-butyl]-oxiran-2-yl}-ethanone	46.200	0.05	-	-
135	4,6,6-Trimethyl-2-(3-methyl-1,3-dienyl)-3-oxatricyclo[5.1.0.0(2,4)]octane	46.491	0.06	-	-
136	3,7,11-Trimethyl-6,10-dodecadien-1-yn-3-ol	46.851	0.50	-	0.17
137	10,12-Tricosadiynoic acid, methyl ester	46.756	-	1.21	-
138	Aristolene epoxide	47.031	0.06	-	0.02
139	Benzyl benzoate	47.541	-	1.22	-
140	Viridiflorol	47.781	0.27	-	0.03
141	Methyl furaneol	48.131	0.11	-	0.49
142	Aristolene epoxide	48.487	-	0.08	-
143	E-2-Tetradecen-1-ol	49.567	0.16	-	0.02
144	Hexadecanone	50.117	0.14	-	0.02
145	2,6,8-Trimethylbicyclo[4.2.0]oct-2-ene-1,8-diol	50.237	0.08	-	-
146	(3E,5E,7E)-6-Methyl-8-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexenyl)-3,5,7-octatrien-2-one	50.627	-	0.07	-
147	4-Methoxy phenol acetate	50.843	-	0.26	-
148	Pentadecanal	51.588	0.34	-	-
149	6,10.14-Trimethyl-2-Pentadecanone	51.938	2.21	2.17	0.04
150	1-(1,3a,4,5,6,7-Hexahydro-4-hydroxy-3,8-dimethyl-5-azulenyl)-ethanone,1	50.859	-	-	0.02
151	Boldenone	52.260	-	-	0.02
152	6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate	52.763	-	0.62	-
153	Phytol	52.803	0.34	17.22	0.07
154	7-Tetracyclo[6.2.1.0(3.8)0(3.9)]undecanol44,11,11-tetramethyl]	53.108	0.05	-	-
155	9-Eicosyne	53.638	0.56	-	-
156	[1ar-(1aα,4α,4aα,7α,7aα,7bα)-decahydro-1,1,4,6-tetramethyl-1H-cycloprop[e]azulen-4-ol	54.779	0.13	-	-
157	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-3-ol	54.960		-	0.04
158	(E,E)-6,10,14-Trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one	55.444	0.08	-	-
159	6,6-Dimethyl-10-methylene-1-oxaspiro[4,5]dec-3-ene	56.334	-	-	0.07

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention Time	Relative peak area percent		
			2011	2012	2013
160	1-Cyclohexyl-3-methyl-butane-1,1-dicarbonitrile	56.780	-	0.13	-
161	Dibutyl phthalate	57.525	0.16	-	0.04
162	n-Hexadecanoic acid	57.805	0.30	-	0.03
163	Phthalic acid, cyclobutyl isobutyl ester	58.201	-	0.05	-
164	Hydrazinecarboxylic acid, ethyl ester	58.246	-	0.07	-
165	n-Decanoic acid	58.911	-	0.45	-
166	Decahydro-1,1,4,7-tetramethyl-4aH-cycloprop[e]azulen-4a-ol	58.970	0.10	-	-
167	1,4-Diacetoxybicyclo[2.2.2]oct-2-ene	59.126	-	0.30	-
168	Octadecanal	59.816	-	0.04	-
169	Octadecanaldehyde	60.071	-	0.06	-
170	Hexanoic acid, 5-oxo-, ethyl ester	63.438	-	0.04	-
171	17-Octadecynoic acid	65.999	-	0.04	-
172	Tetradecamethyl hexasiloxane	67.974	-	0.04	-
173	3-Methyl-2-butenoic acid, cyclobutyl ester	68.660	-	0.09	-
174	(*Z,Z,Z*)-9,12,15-Octadecatrienoic acid	68.730	-	0.08	-
175	Docosane	68.879	0.84	-	-
176	Octadecanoic acid	69.165	-	0.22	-
177	O-Dichloroacetyl-O'-(3-methylbut-2-enoyl)-1,2-benzenediol	69.840	-	0.07	-
178	Phytol acetate	71.564	-	-	0.32
179	Tricosane	72.061	0.06	-	-
180	Octadecamethy cyclonona siloxane	73.251	-	0.26	-
181	1-(1,2-Dimethylpropyl)-1-methyl-2-nonyl cyclopropane	74.802	-	0.05	-
182	4,8,12,16-Tetramethyl heptadecan-4-olide	74.942	-	0.05	-
183	Hexadecyl-oxirane	75.707	0.14	-	-
184	Octadecanoic acid, 2-methylpropyl ester	77.283	-	0.94	-
185	1-Hexadecen-3-ol,3,5,11,15-tetramethyl-	77.287	-	-	0.03
186	9-Octyl-heptade	77.707	-	-	0.02
187	2,5,9-Trimethyl decane	77.968	-	0.05	-
188	Hexadecamethyl hepta siloxane	78.013	-	0.04	-
189	5à-Cholestane-3á,4á,6à,8,15à,16á,26- heptol	79.014	-	0.04	-
190	2-Methyl-eicosane	79.804	0.07	-	-
191	4-(1-Hydroperoxy-2,2-dimethyl-6-methylene-cyclohexy)-pent-3-en-2-one	81.095	-	0.04	-
192	Pentacosane	81.684	0.34	-	0.13
193	9-Hexadecanoic acid	81.785	-	4.09	-
194	Hexacosane	81.980	0.09	0.25	-
195	Heptacosane	88.137	0.11	-	0.13
196	5-Acetyl-8,8-dimethyl-bicyclo[2,2,2,]octan-2-one	83.182	-	-	0.41
197	Trimethylsiyl-di(timethylsiloxy)-silane	84.329	-	-	0.02
198	Octacosane	96.005	1.39	-	-
	Total		96.10	95.57	100

였다.

머위의 정유는 주로 terpene 화합물로 구성되어 있었다. 일반적으로 식물체의 향기성분을 이루는 물질은 terpene 화합물이 많으며, 이 물질은 이소프렌 분자(isoprene, $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$)가 중합된 것으로 중합정도에 따라 두 분자가 중합되면 monoterpene, 세 분자가 중합되면 sesquiterpene, 네 분자가 중합되면 diterpene으로 불리며, 이 중 monoterpene과 sesquiterpene류가 식물체의 향기에 기여도가 크다. 대부분의 terpene 화합물은 고리 화합물이며, 지용성이므로 유기용매를 사용하여 추출하는 경우가 많다.

2011년 5월에 채취한 머위의 정유에서는 총 92개(96.1%)의 성분이 확인되었고, caryophyllene oxide의 함량이 20.49%로 가장 높았으며, β-caryophyllene(10.28%), β-bisabolene(6.80%), allo-aromadendrene(6.50%), undecanone(5.43%), epoxy-2-undecenal(3.77%) 순이었다.

Caryophylle은 β-caryophyllene을 지칭하는 화합물로써 클로브, 로즈마리를 포함한 수많은 방향성 식물의 정유를 구성하는 sesquiterpene 화합물이다. 일반적으로 isocaryophyllene과 caryophyllene의 혼합물로서 식물체에 존재하며(Arctander 1969), caryophyllene은 caryophyllene oxide을 거쳐 대사되는 것으로 알려져 있다(Oh & Whang 2003). 이 성분은 정향 및 소나무과 식물을 비롯하여 다양한 우리나라 고유 산채류에도 널리 존재하는 성분으로 식품뿐만 아니라, 비누, 화장품, 방향제 등에 널리 사용된다. 최근 Kim & Shin(2009), Amiel 등 (2012)에 의해 병원성 세균에 대한 항균효과, 항염증효과, 종양세포주 억제효과가 보고된 이후 다양한 기능성 연구가 수행되고 있다.

β-Bisabolene은 레몬, 오레가노를 비롯한 여러 식물에 존재하는 정유 성분으로 여러 천연 화합물의 생합성 중간체이다. 유럽에서는 식품첨가물로 승인되었으며 α-, β- 및 γ-bisabolene이 있다.

2012년 5월에 동일 장소에서 채취한 머위의 정유에서는 총 74종(95.57%)의 성분이 확인되었고, phytol(17.22%), α-farnesene (15.31%), α-caryophyllene(9.93%), β-caryophyllene(6.12%), caryophyllene oxide(5.79%), aromadendrene(5.30%), tau-muurolol(4.93%)의 함량이 높았다.

Phytol은 diterpene alcohol로서 2012년도산 머위의 정유에서 17.22% 확인되었다. 이 화합물은 식물체 내에서 녹색을 내는 클로로필의 구성성분이며, 비타민 E와 K의 합성 시에 전구체로 이용된다. Phoenix 등(1989)은 phytol이 체내 지질산화를 억제시킴을 보고하였고, Lee 등(1999)은 phytol의 항암 및 항돌연변이 효과를 연구하여, 이 성분이 암세포의 DNA 합성 과정을 억제함을 규명하였다.

2012년도에 수확한 머위의 정유에서는 α-farnesene의 함량

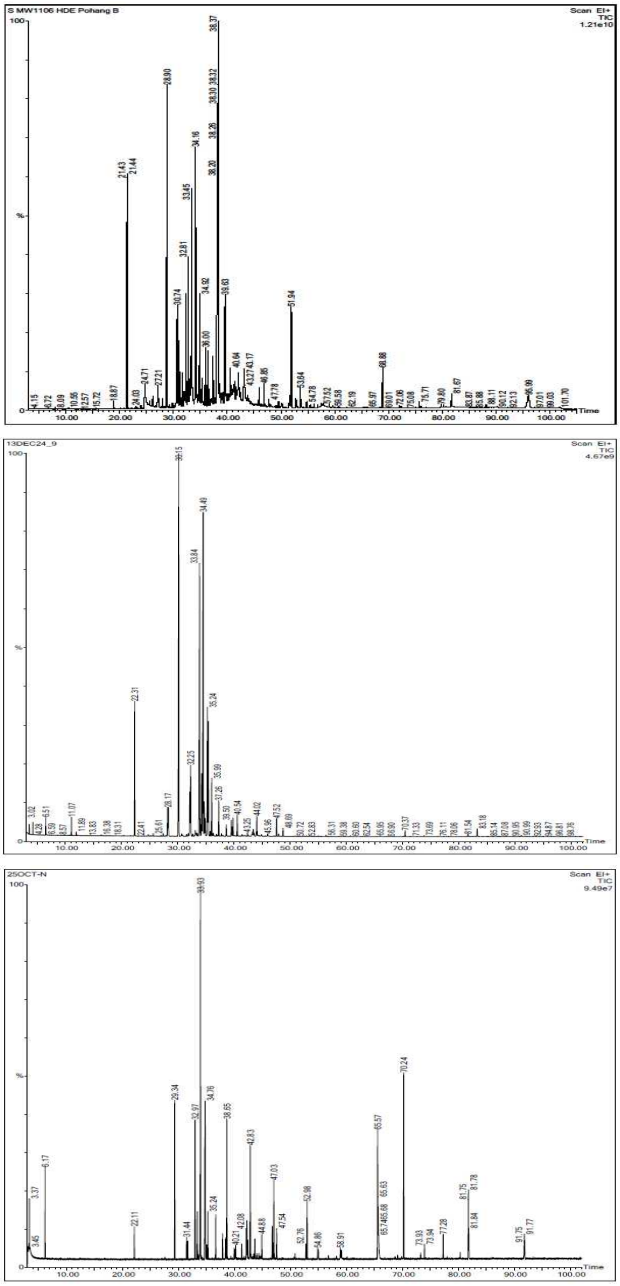

Fig. 1. Gas chromatogram of essential oil from *Petasites japonicus* (S. et Z.) Maxim (top: 2011, middle: 2012, bottom: 2013).

이 전 년도에 비하여 14배 증가하였다. 이 물질은 (*Z,E*)-3,7,11-trimethyl-1,3,6,10-dodecatetraene으로 불리는 sesquiterpene 화합물로서, 자연계에는 4개의 이성체가 존재한다. 이 중 (*E,E*)-α-farnesene이 가장 일반적인 이성체인데, 이 성분은 여러 과실에 함유되어 있는 화합물로 사과의 특징적인 향기성분에 관여한다. (*E,E*)-α-farnesene은 perilla oil에서 분리되었는데, 식물체에서 곤충을 유인하는 페로몬으로 잘 알려져 있다(Šobotnik

등 2008). α-Caryophyllene도 상당량 확인되었는데, 이 성분은 hop(*Humulus lupulushumulene*)에서 최초로 확인되어서 humulene 이라고 불린다. 이 성분은 맥주 발효시에 중요한 향기특성을 부여하며, 다양한 방향성 식물에 분포한다. 주로 β-caryophyllene 과 함께 존재하는 경우가 많다. α-Caryophyllene은 세이지(S*alvia officinalis*), ginseng 종, ginger 속의 식물에 널리 존재한다(Bouajaj S 등 2013).

2013년 5월에 동일 장소에서 채취한 머위의 정유에서는 총 92종(100%)의 성분이 확인되었고, α-farnesene(22.42%), α-caryophyllene (21.49%), pentadecane(15.35%), germacrene(5.70%), bergamotene(5.01%), isocaryophyllene(3.43%)의 함량이 높았다.

Germacrene은 1,7-dimethyl-4-(1-methylethyl)cyclodecane으로 불리며, 자연계에 널리 존재하는 sesquiterpene으로 항균성을 지닌다. 이 성분은 방향성 식물의 향기에 기여하며, germacrene A와 D가 자연계에서 우세하게 존재한다(Arctander 1969). Bergamotene 역시 sesquiterpene으로, 이 성분은 Bergamot, kumquat 등의 *Citrus*계 식물 정유에 함유되어 있다(Choi HS 2004).

2. 수확연도에 따른 머위 정유의 주요 화합물 함량 변화

식물의 화학적 성분 변화는 기후 및 수확시기에 민감하게 영향을 받는다(Heath HB 1986). 재배지역에 따른 머위의 화학적 성분 변이를 최소화하기 위해 경상북도 포항시의 기청산 식물원내의 동일한 장소에서 2011~2013년 5월 중순에 수확한 머위를 사용하였다. 머위의 수확 지역인 포항지역의 위도 및 경도를 비롯하여 날씨 측정 정보에 대한 기상청에서 발표한 기후인자는 Table 2에, 포항 지역의 기온, 강수량, 일조시간, 상대습도 등의 기후요소는 Table 3에 나타내었다.

비교적 머위의 향기에 중요한 19종 화합물(undecanone, β-caryophyllene, α-caryophyllene, isocaryophyllene, β-bisabolene, cubenol, β-bisabolol, β-ionone, aromadendrene, tau.-muurolol, pentadecane, bergamotene, germacrene, alloaromadendrene, α-farnesene, caryophyllene oxide, spathulenol, 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone, phytol)의 총 함량은 2011년 60.75%에서 2012년 70.35%, 2013년도 77.29%로 나타났고, 특히 α-caryophyllene, isocaryophyllene, α-farnesene 함량의 증가가 유의적으로 두드러졌다. 또한 undecanone, β-caryophyllene, caryophyllene oxide, 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone의 함량은 유의적으로 감소하였다. Phytol의 함량은 2012년도에 수확한 머위에서 가장 높게 보여졌고, β-ionone, alloaromadendrene은 2011년도에 수확한 머위에서만 확인되었다. Pentadecane, bergamotene, gremacrene은 2013년도에 수확한 머위에서만 확인되었다.

Table 2. Information of the observation station

Station	Pohang
Lat. (N)	36° 01"
Long. (E)	129° 22"
H (m)	2.3
Hb (m)	2.7
Ht (m)	1.6
Ha (m)	15.4
Hr (m)	0.6

H: Height of observation field above mean sea level.
Hb: Height of barometer above mean sea level.
Ht: Height of thermometer above the ground.
Ha: Height of anemometer above the ground.
Hr: Height of raingauge above the ground.

Table 3. Climate information of Pohang

	2011	2012	2013
Ave. temp[1)]	14.3	14.1	14.9
Max temp[2)]	35.1	36.8	37.6
Min temp[3)]	−12.7	−11.5	−12.3
DH[4)]	182.8	186.6	204.4
Precipitation[5)]	90.8	111.1	75.5
RH[6)]	63.3	64.6	60.0

1) Average temperature.
2) The maximum temperature.
3) The minimum temperature.
4) Daylight hours.
5) The amount of rainfall.
6) Relative humidity.

본 연구는 머위 정유의 화학적 성분 분석과 함께 기후변화에 따른 머위의 정유성분 변화에 대해 조사하였다. 이를 위해 3년간 동일 장소에서 동일 수확시기에 머위를 수확하여 분석에 사용하였다. 지속적인 기후변화에 따른 식물 성분의 변화를 추적 조사함으로써 국내 식물자원의 품질 지표 확립에 유용한 자료가 축적될 것이다. 수확연도에 따라 머위 정유의 성분 변화 조사에서 가장 두드러진 차이점은 caryophyllene류의 함량 변화이다. 즉, β-caryophyllene과 caryophyllene oxide의 함량 감소와 α-caryophyllene, isocaryophyllene 함량의 증가이다. 최근 기후변화 문제는 전 세계의 공통 문제로 대두되고 있으므로 수확연도에 따른 식물 정유의 화학적 성분 변화를 추적함으로써 국내 식물자원의 품질 지표 확립이 필요할 것으로 보인다.

요약 및 결론

머위 정유의 terpene 함량을 분석과 수확 년도에 따른 주요 정유화합물의 변화 추이를 조사하였다. 2011년도 채취한 시료에서는 92종, 2012년 및 2013년도에 수확한 시료에서는 각

각 74종 및 92종의 화합물이 확인되었다. 머위의 정유는 sesquiterpene의 함량이 상당히 높았는데, 이는 주로 α-, β-caryophyllene, caryophyllene oxide, farnesene, β-bisabolene, germacrene, alloaromadendrene 등의 높은 함량에 기인하는 것으로 나타났다. 2011년 5월에 채취한 머위 정유에서는 caryophyllene oxide의 함량이 20.49%로 가장 높았으며, β-caryophyllene (10.28%), β-bisabolene(6.80%), alloaromadendrene(6.50%) 순이었다. 2012년 5월에 채취한 머위의 정유에서는 phytol(17.22%) α-farnesene(15.31%), α-caryophyllene(9.93%), β-caryophyllene (6.12%)의 함향이 높았다. 2013년 5월에 동일 장소에서 채취한 머위의 정유에서는 α-farnesene(22.42%), α-caryophyllene (21.49%), pentadecane(15.35%)의 함량이 높았다. 머위의 경우, 수확연도에 따라 β-caryophyllene과 caryophyllene oxide의 함량 감소와 α-caryophyllene, isocaryophyllene 함량의 증가가 가장 두드러진 특징이므로, 이들 성분들이 머위 정유의 품질 기준 확립에 있어서 중요하다고 볼 수 있겠다.

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. β-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

Arctander S. 1969. Perfume and Flavor Chemicals. Montclair, NY. USA

Bouajaj S, Benyamna A, Bouamama H, Romane A, Falconieri D, Piras A, Marongiu B. 2013. Antibacterial, allelopathic and antioxidant activities of essential oil of *Salvia officinalis* L. growing wild in the Atlas Mountains of Morocco. *Nat Prod Res* 27:1673-1676

Cho BS, Lee KJJ, Lee MY. 2007. Effects of ethanol extracts from *Petasites japonicus* S. et Z. Max. on hepatic antioxidative systems in alcohol treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:298-304

Choi HS. 2004. Volatile constituents of satsuma mandarins growing in Korea. *Flavour Frag J* 26:406-412

Heath HB. 1986. Flavor Chemistry and Technology. pp.2-157. Macmillan Publishers Ltd

Kim HY, Shin TS. 2009. Vilatile 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. vol. 5 pp.10-176. Seoul National University Publisher

Lee CH, Chung MC, Lee HJ, Kho YH. 2000. An apoptosis regulator isolated from *Petasites japonicum*. *Korean J Food Sci Technol* 32:448-453

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 deltoides* 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

Lee TB. 2003. Coloures Flora of Korea. Vol 2. pp.329. Hyangmunsa

Oh MH, Whang HJ. 2003. Chemical composition of several herb plants. *Korean J Food Sci Technol* 35:1-6

Oh SH, Sok DE, Lee KJ, Kim MR. 2002. Heat processing of edible plants grown in Korea has differential effects on their antioxidant capacity in bovine brain homogenate. *Nutraceuticals & Food* 7:378-385

Phoenix J, Edwards RH, Jackson MJ. 1989. Inhibition of Ca^{2+}-induced cytosolic enzyme efflux from skeletal muscle by vitamin E and related compounds. *Biochem J* 257:207-213

Schultz TH, Flath RA, Mon TR, Eggling SB, Teranishi R. 1997. Isolation of volatile components from a model system. *J Agri Food Chem* 25:446-449

Šobotnik J, Hanus R, Kalinová B, Piskorski R, Cvačka J, Bourguignon T, Roisin Y. 2008. (*E,E*)-α-farnesene, an alarm pheromone of the termite *Prorhinotermes canalifrons*. *J Chem Ecol* 34:478-486

Received 02 December, 2016
Revised 26 January, 2017
Accepted 10 February, 2017