pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 31. No. 3, 378~387 (2018)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2018.31.3.378

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

구절초와 쑥부쟁이 정유의 휘발성 향기성분 분석

†최 향 숙
경인여자대학교 식품영양과

Analyses of the Volatile Flavor Composition of Essential Oils from *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* Kitamura and *Aster yomena* Makino

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

Abstract

This study investigated the volatile flavor composition of essential oils from *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* Kitamura and *Aster yomena* Makino. The essential oils obtained by the hydrodistillation extraction method from the aerial parts of the plants were analyzed by gas chromatography (GC) and GC-mass spectrometry (GC-MS). One hundred (95.04%) volatile flavor compounds were identified in the essential oil from the *C. zawadskii* var. *latilobum* Kitamura. The major compounds were valencene (10.82%), δ-cadinol (9.77%), hexadecanoic acid (8.70%), 2-methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl) but-2-en-1-ol (3.67%), and 2-(2,4-hexadiynylidene)-1,6-dioxaspiro[4,4]non-3-ene (3.57%). Ninety-eight (93.83%) volatile flavor compounds were identified in the essential oil from the *Aster yomena* Makino. The major compounds were and 3-eicosyne (13.61%), 9,10,12-octadecatrienoic acid (7.8%), α-caryophyllene alcohol (6.83%), 9-octadecynoic acid (6.03%), and α-caryophyllene (5.74%). Although the two plants are apparently very similar, the chemical composition of the essential oils was significantly different in quality and quantity. In the case of *C. zawadskii* var. *latilobum* Kitamura, the sesquiterpene, valencene was found to be 10.82%, but it was not identified in *A. yomena* Makino. δ-Cadinol appeared higher in *C. zawadskii* var. *latilobum* Kitamura than in *A. yomena* Makino. A clear characteristic of *A. yomena* Makino essential oil is that it has a high content of caryophyllene derivatives. The α-caryophyllene alcohol contained in *A. yomena* Makino was relatively high at 6.83%, although the compound was not identified in *C. zawadskii* var. *latilobum* Kitamura. Also α-caryophyllene was shown to be higher in *A. yomena* Makino than in *C. zawadskii* var. *latilobum* Kitamura.

Key words: *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* Kitamura, *Aster yomena* Makino, essential oil composition, valencene, caryophyllene derivatives

서 론

국화과(Compositae) 식물은 쌍떡잎식물 가운데 가장 진화된 식물로 쑥, 개미취, 참취, 곰취, 쑥부쟁이, 우산나물, 구절초, 민들레, 씀바귀 등을 포함하는 우리나라 식생활에 상당히 중요한 산채류를 포함한다. 국화과 식물은 전 세계에 걸쳐 자라며, 식용 외에도 관상용으로도 널리 활용되고 있다. 우리나라에서는 오래전부터 식용 및 약용으로 사용해 왔다. 국화과 식물은 낱꽃이라고 불리는 작은 꽃들이 무리지어 피는데, 꽃부리가 종처럼 통으로 된 낱꽃인 통상화(筒狀花)와 꽃부리가 띠처럼 한쪽만 길게 나온 낱꽃인 설상화(舌狀花)가 있다. 일부의 국화과 식물은 외관으로는 구분이 어려울 정도로 유사성을 지니고 있는데, 대표적인 예로 구절초와 쑥부쟁이를 들 수 있다(Lee TB 2003; Kim TJ 2008).

† 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

구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* Kitamura)는 국화속(*Chrysanthemum*)에 속하는 식물로 높이가 50 cm 내외의 다년초로서 지하경이 옆으로 길게 벋으면서 번식한다. 우리나라 높은 지대에서 군락을 형성하여 자라지만 들에서도 흔히 자라며, 꽃은 보통 백색이지만 붉은 빛이 도는 것도 있다. 구절초는 꽃이 달린 전초를 부인병 치료에 사용해 왔다. 구절초는 넓은잎구절초로도 불리며, 약 이름으로는 선모초라고도 한다. 유사한 식물로는 식물체에 흰털이 많은 바위구절초, 털이 거의 없고 잎이 실 모양으로 갈라진 산구절초, 서식지의 이름으로 명명한 포천구절초, 낙동구절초, 한라구절초, 서흥구절초 등이 있다(Lee TB 2003; Kim TJ 2008).

쑥부쟁이(*Aster yomena* Makino)는 쑥부쟁이속(*Aster*)에 속하는데, 쑥부쟁이속은 여러해살이 또는 한 두해살이식물로 아시아, 아프리카, 유럽, 북아메리카 등 전 세계적으로 널리 분포하는 주요 식용작물이다(Kim TJ 2008). 쑥부쟁이(*Aster yomena* Makino)는 다소 습기가 있는 곳에서 자라는 다년초로서 높이가 30~100 cm이고, 근경이 옆으로 길게 자라며, 세포학적으로는 가새쑥부쟁이와 남원쑥부쟁이 사이에서 나온 잡종이라고 하며, 어린순을 나물로 먹는다(Lee TB 2003). 쑥부쟁이, 까실쑥부쟁이, 개쑥부쟁이, 갯쑥부쟁이는 전국 각지에 서식하지만, 민쑥부쟁이는 북부지방에, 가는쑥부쟁이는 중부 이북지방에 서식하며, 북아메리카가 원산의 귀화식물인 미국쑥부쟁이는 1980년대에 알려져 현재 중부 이남 지방의 산과 들에 자라고 있다. 쑥부쟁이는 식용 외에 이뇨, 보익을 위해 사용하며, 한방에서는 방광염 치료에 이용된다(Kim TJ 2008).

구절초와 쑥부쟁이에 관한 연구는 비교적 약리작용에 집중되어 있다. 구절초는 항암, 항염증, 간 보호 작용을 갖는 플라보노이드계의 성분인 linarin과 acacetin이 보고되었고(Hsu 등 2004; Seo 등 2010), 구절초에서 분리된 다당류의 대식세포 면역조절 활성(Sung 등 2016) 등이 비교적 최근에야 보고된 바 있다. 쑥부쟁이에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았으며, Kim 등(2000)이 나물형태로 섭취되고 있는 쑥부쟁이를 차나 음료 형태로 활용하기 위해 추출조건에 따른 폴리페놀 함량 및 전자 공여 작용 변화를 보고한 정도이다. 이 두 식물은 다른 속에 속하지만, 형태상으로 매우 유사하여 일반인이 혼동하는 대표적인 식물이다. 형태학상으로는 구분이 어려운 식물의 경우, 정확한 화학성분간의 차이를 규명함으로써 이들의 화학분류에 활용할 수 있을 것으로 보인다. 본 연구에서는 이 두 식물의 휘발성 향기 성분 분석을 통해 화학성분간의 차이를 분석하고자 한다. 향기성분은 식품 구매 시 중요한 선정요인이 되므로, 정확한 향기성분 분석을 통해 이 두 식물간의 차이를 규명함으로써 우리나라 고유 산채류의 효과적인 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 한다. 고유 산채류의 식품소재로서의 활용도를 촉진하고, 새로운 미각채소로서 이용하기 위해서는 화학적 성분 등에 대한 체계화된 기초자료 조사가 수반되어야 하므로, 본 연구는 새로운 식품소재 개발 및 국민 건강향상 측면에서 유용한 자료를 제공할 것이다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

구절초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* Kitamura)와 쑥부쟁이(*Aster yomena* Makino)는 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원에서 2012월 10월에 수확하여 잎과 줄기를 시료로 사용하였다. 식물학적 확인을 거친 다음, 통풍이 잘되는 그늘에서 7일간 자연 건조시킨 후 정유 성분을 추출하였다. 기기분석을 통한 휘발성 향기 성분 분석을 위해 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, 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) 제품의 표준물질을 사용하였다.

2. 정유 성분 추출

자연건조한 구절초와 쑥부쟁이로부터 정유 성분 추출시에 유기용매에 의한 오염을 방지하기 위해 hydro distillation extraction(HDE) 방법을 사용하였다. 시료를 4시간 동안 Clevenger-type apparatus(Hanil Lab Tech Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 HDE 방법으로 수증기 증류한 후 기름층만을 분리하여 24시간 동안 무수황산나트륨으로 탈수하여 정유만을 분리하였고, GC 및 MS 분석 시까지 –25℃에 보관하였다.

3. GC 및 GC-MS를 활용한 정유 성분 동정

불꽃 이온화 검출기 및 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)을 장착한 Agilent 6890N GC를 사용하여 정유성분을 분석하였다. 주입구 및 검출기의 온도는 250℃로 하였고, 컬럼 온도는 70℃에서 2분간 유지한 후 230℃까지 분당 2℃씩 승온한 후 230℃에서 20분 유지하였다. Carrier gas로 질소를 사용하여 분당 1 mL의 유속을 유지시켰고, linear velocity는 22 cm/sec로 하였다. 정유는 1 μL를 주입하였고, split ratio는 50 : 1로 하였다. GC-MS 분석에 사용된 GC 및 분석 조건은 위와 동일하였으며, MS는 JMS-600W MS(JEOL Ltd. Tokyo, Japan)을 사용하였다. 기기분석은 3회 시행하여 평균값을 제시하였다.

정유 성분을 확인하기 위해 JEOL mass spectrometer에 연결된 Wiley library 및 NIST Mass Spectral Search Program (ChemSW Inc., NIST Database)의 데이터 시스템에 있는 기준물질과의 mass spectra를 비교하였다. *n*-Alkanes(C_7~C_{29})을 이

용하여 각 정유성분의 linear retention indices(RI)를 구하였으며, 이를 정유성분 동정에 활용하였다.

결과 및 고찰

1. 구절초의 정유 성분 분석

재배지역에 따른 식물체의 화학적 성분 변이를 최소화하고자 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원에서 채취한 구절초를 시료로 사용하였다. 정유 성분을 추출하기 위해 HDE 방법으로 4시간 증류하였고, 포집된 정유를 GC 및 GC-MS를 사용하여 성분을 분석하였다. 총 100종의 화합물(95.04%)이 정유에서 분석되었고, 컬럼에서 용출되어 나오는 순서로 총 정유량에 대한 상대적인 비율의 peak area %로 제시하였다(Table 1).

구절초 정유에서는 valencene의 비율이 10.82%로 가장 높았고, δ-cadinol(9.77%), hexadecanoic acid(8.70%), 2-methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol(3.67%)이 그 뒤를 이었다. Valencene($C_{15}H_{24}$)은 세스퀴테르펜(sesquiterpene)으로 발렌시아 오렌지로부터 비교적 쉽게 얻을 수 있다. 이 화합물은 주로 citrus 계열 과실의 향기에 관여하며, farnesyl pyrophosphate로부터 생합성된다. 또한 자몽의 주요 향기성분인 nootkatone의 전구체로도 알려져 있다(Furusawa 등 2005).

Table 1. Essential oil composition of *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* Kitamura and *Aster yomena* Makino

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area percent	
			C. zawadskii	*A. yomena*
1	α-Pinene	9.39	0.23	
2	Camphene	9.55	0.57	
3	Octanol	9.77	0.22	
4	Limonene	10.29	0.43	
5	Eucalyptol	10.36	0.22	
6	Nonanal	11.05		0.10
7	*trans-2*-Caren-4-ol	11.50	1.04	
8	Borneol	11.70	0.17	
9	δ-Elemene	13.39	0.13	0.25
10	α-Cabebene	13.51	0.24	
11	Undecanol	13.67		0.18
12	Ylangene	13.76		0.17
13	Copaene	13.77	0.28	
14	Bourbonene	13.85		0.11
15	Isobrnyl propionale	13.89		0.24
16	β-Elemenl	13.92		0.76
17	Isobornylpropionate	13.94	1.24	
18	β-Bourbonene	14.18		2.01
19	β-Caryophyllene	14.22	1.74	
20	Ylangene	14.30	0.14	
21	β-Selinene	14.34		0.40
22	*trans*-α-Bergamotene	14.36		0.19
23	β-Farnesenl	14.45		0.09
24	α-Caryophyllene	14.54	0.46	5.74
25	β-Caryophyllene	14.59		1.28
26	Dodecenal	14.61	1.48	
27	δ-Humalene	14.70		0.13

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area percent	
			C. zawadskii	*A. yomena*
28	Linalyl isovalerale	14.77		0.40
29	β-Guaiene	14.80		1.39
30	δ-Menth-1-en-9-ol	14.84		0.31
31	4-(2,6,6-Trimethyl-1-cyclohexen-1-yl-3-buten-2-one	14.87		0.29
32	Valencene	14.91	10.82	
33	β-Ionone	14.92	0.22	
34	Bisabolene	14.99	0.93	0.92
35	Alloaromadendrene	14.99		0.89
36	α-Zingiberene	15.00	0.93	1.04
37	Tridecanal	15.03	0.24	
38	β-Zingeberene	15.03		0.37
39	Methyl laurate	15.07	0.13	
40	(*Z,E*)-3,7,11-Trimethyl-1,3,6,10-Dodecatetraene	15.09		0.33
41	Methyl laurate	15.13		0.67
42	Bicyclogermacnene	15.15		0.13
43	Isocaryophyllene	15.17	0.45	
44	2-Methyl-5-octyl-4-ol	15.24		0.78
45	δ-Muurolene	15.26		0.11
46	α-Muurolene	15.28	0.95	
47	Cadinadiene	15.33		0.30
48	Cadinene	15.40	0.14	
49	α-Calacorene	15.43		0.13
50	δ-Curcumene	15.52		0.21
51	Epiglobulol	15.54	0.28	
52	α-Caryophyllene alcohol	15.58		6.88
53	Spathulenol	15.59	0.37	0.73
54	Nerolilol	15.68	0.20	0.18
55	Hexyl octanoate	15.72	0.29	0.22
56	Globulol	15.77	0.18	
57	Caryophyllene oxide	15.86	2.82	3.08
58	lsoaromadendrene epoxide	15.87		0.09
59	Alloaromadendrene oxide-(2)	15.88	0.95	
60	Tridecanol	15.94	0.43	0.12
61	Hexadecanone	15.97	0.88	0.39
62	Hexadecane	15.99		0.25
63	Cedrenol	16.04	0.23	
64	Geranyl isovallrale	16.09		4.43
65	(1S,2S,5R)-1'-(Butyn-3-one-1-yl)menthol	16.12		0.53
66	Calarene epoxide	16.12	1.55	

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area percent	
			C. zawadskii	*A. yomena*
67	Ledene oxide-(ll)	16.18	0.72	
68	Cubenol	16.21	0.13	
69	*trans*-Z-α-Bisabolene epoxide	16.24		0.28
70	Citronellyl valerate	16.27	0.36	
71	1-Hydroxy-1,7-dimethy-4-isopropyl-2,7-cyclodecadiene	16.28		0.55
72	Cubenol	16.32	0.32	0.16
73	β-Caryophyllene alcohol	16.41		0.80
74	α-Cadinol	16.42	3.31	
75	α-Guaiene	16.47		0.14
76	*tau*-Cadinol	16.50	1.93	0.13
77	β-Eudesmol	16.55		0.76
78	β-Bisabolol	16.63		0.46
79	(*Z,Z,Z*)-9,12,15-Octadecatrien-1-ol	16.68		0.16
80	2-Methyl-4-(2,6,6-trimethy-1-cyclohexen-1-yl)-2-butenal	16.74		0.98
81	δ-Cadinol	16.71	9.77	0.23
82	Zingiberenol	16.79	0.12	0.19
83	Aromadendrene epoxide	16.83	0.69	
84	9-lsopropyl-1-methyl-2-methylene-5-oxatricyclo[5.4.0.0 (3,8)]undecane	16.86		0.09
85	(*E*)-2-Dodecen-1-ol	16.88	0.83	
86	2,5-Dicyclopentylidene-cyclopentanone	16.91		0.11
87	β-Caryophyllene alcohol	16.96	1.86	0.13
88	Heptadecane	17.00	0.35	0.08
89	β-Sinensal	17.02	0.11	0.23
90	Pentadecanal	17.14	0.49	0.18
91	(*E*)-Farnesol	17.22	0.70	0.57
92	Benzyl bonzoate	17.25	0.14	0.19
93	Isoaromadendrene epoxide	17.30	0.18	
94	2-Methylene-6,8,8-trimethyl-Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol	17.32		0.21
95	7-Ethyl-1,4-dimethyl-azulene	17.35	0.34	
96	4-Methylene-1-methyl-2-(2-methyl-1-propen-1-yl)-1- vinyl-cycloheptane	17.39	0.13	
97	Longipinocarvone	17.47	0.49	0.17
98	Shyobunone	17.44	0.44	
99	Trimethylphenyl butanone	17.55	0.54	
100	2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol	17.63		0.49
101	7R,8R-8-Hydroxy-4-isopropylidene-7-methylbicyclo[5.3.1]undec-1-ene	17.66		0.28
102	Tetradecanoic acid	17.69		1.07
103	2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol	17.76	3.67	
104	Hexadecanal	17.79		0.10
105	2-Methyl-9-(prop-1-en-3-ol-2-yl)-bicyclo[4.4.0]dec-2-ene-4-ol	17.80	1.01	

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area percent	
			C. zawadskii	*A. yomena*
106	4-(1,5-Dihydroxy-2,6,6-trimethylcycolhex-2-enyl)but-3-en-2-one	17.83	0.73	
107	3,5,9-Trimethyl-deca-2,4,8-trien-1-ol	17.87	0.43	
108	Octadecane	17.89	0.39	
109	Hexadecanone	17.99	0.13	
110	Octadecane	18.04	0.41	
111	8S-14-Cedran-diol	18.09	0.19	
112	12-Octadecenal	18.16		0.10
113	3-*t*-Butyl-7-7-dimethyl-Oct-3-ene-1,5-diyne	18.18	0.13	
114	3-Eicosyne	18.43		13.61
115	2-Methyl-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-2-butenal	18.47	1.30	
116	6,10,14-Trimethyl-2-Pentadecanone	18.48	1.23	2.63
117	3a,9b-Dimethyl-1,2,3a,4,5,9b-hexahydrocyclopenta[a]naphthalene-3-one	18.60	0.11	
118	6-(1-Hydroxymethylvinyl)-4,8a-dimethyl-3,5,3,7,8,8a-hexahydro-1H-naphthalen-2-one	18.62	0.13	
119	Pentadecanoic aicd	18.70		0.17
120	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	18.81		0.09
121	(*Z*)-9,17-Octadecadienal	18.86		0.16
122	2-(2,4-Hexadiynylidene)-1,6-Dioxaspiro[4.4]ono-3-ene	18.87	0.90	
123	9,12,15-Octadecatrienal	18.92		0.23
124	2-(2,4-Hexadiynylidene)-1,6-Dioxaspiro[4.4]non-3-ene	18.95	3.57	
125	*cis,cis,cis*-7,10,13-Hexadecatrienal	18.99	0.31	
126	5,8,11-Heptadecatriynoic acid, methyl ester	19.05	0.30	
127	2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol	19.12	0.16	
128	(*E,E*)-6,10,14-Trimethyl-,5,9,13-Pentadecatrien-2-one	19.19		0.80
129	5,8,11-Heptadecatriynoic acid, methyl ester	19.26	0.30	
130	4-Dimethyl-7-(1-methylethyl)-azulen-2-ol	19.29	0.25	
131	2-Decenoic acid, methyl ester	19.31	0.24	
132	3,5,11,15-Tetramethyl-1-Hexadecen-3-ol,	19.48		0.46
133	2,6-Ddimethoxy-4-(2-propenyl)-Phenol	19.51		0.17
134	5,8,11-Heptadecatriynoic acid, methyl ester	19.61	2.12	
135	3-(4,8,12)-Trimethyltridecyl)furan	19.67		0.20
136	Dibutyl phthalate	19.68	0.1	0.49
137	Hexadecamerhyl-heptasiloxane	19.85		0.57
138	Z-8-Methyl-9-tetradecenoic acid	19.94		0.81
139	Pentadecanoic acid	19.97	3.20	
140	*n*-Hexadecanoic acid	20.20	8.70	4.42
141	Octadecanal	20.24	0.17	
142	5,8,11,14-Eicosatetraynoic acid	20.26	0.21	
143	(*E,E*)-3,7,11,15-Tetramethyl-1,6,10,14-hexadecatetraen-3-ol	20.32	0.11	

Table 1. Continued

No.	Compound name	Retention time	Relative peak area percent	
			C. zawadskii	*A. yomena*
144	2-(1,5-Dimethyl-hexyl)-cyclobutanone	20.60		0.09
145	8,9-Dehydro-9-formyl-cycloisolongifolene	20.67	0.51	
146	Heneicosane	21.01		0.30
147	(*Z,Z,Z*)-9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester	21.02	0.19	
148	3,7,11,15-Tetramethyl-1-hexadecyn-3-ol	21.10	0.16	0.29
149	1,2,15,16-Diepoxyhexadecane	21.19		1.39
150	Phytol	21.21	0.70	
151	2,6,10-Trimethyl-Tetradecane	21.28		2.15
152	Unknown	21.40	0.18	
153	17-Octadecynoic acid	21.48	0.19	
154	9-Octadecynoic acid	21.49		6.03
155	9,10,12-Octadecatrienoic acid	21.56		7.80
156	(*Z,Z*)-9,12-Octadecadienoic acid,enthyl ester	21.67	3.20	
157	*(Z,Z,Z)*-9,12,15-Octadecatrienoic acid	21.74	2.20	0.12
158	2-(2-Hydroxyethoxyl) ethyl octadecanoate	21.87	0.24	
159	*cis*-13-Eicosenoic acid	22.11		0.14
160	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	22.21		0.21
161	Octadecanal	22.28	0.23	
162	Tricosane	23.00	0.17	
163	4,8,12,16-Tetramethylheptadecan-4-olide	23.64		0.10
164	(*E*)-3-Pentadecen-2-ol	23.94		0.14
165	Octadecanal	24.59	0.27	
166	Pentacosane	25.00	0.27	0.27
167	bis(2-Ethylhexyl) phthalate	25.46		0.09
168	2-Methyl-nonadecane	26.88	0.30	
169	2-Methyl-octadecane	26.86	0.20	0.20
170	(*Z*)-2-Octadecen-1-ol	26.90		4.04
	Total		95.04	93.83

테르페노이드류는 이소프렌(C_5H_8) 단위로 이루어진 탄화수소와 이들로부터 유도된 알코올, 알데히드, 케톤 등의 화합물을 말하는데, 대부분 식물체의 정유 속에 함유되어 있으며, 모노테르펜(monoterpene) 및 세스퀴테르펜류가 식물의 향기에 중요하게 기여한다(Kim 등 2005). δ-Cadinol($C_{15}H_{26}O$)은 여러 식물로부터 생성되는 세스퀴테르펜 알코올로서 torreyol, sesquigoyol, pilgerol, cedrelanol, lambertol 등으로도 불린다(Herout & Sýkora 1958). 세스퀴테르펜류는 자연계에 널리 존재하는 천연물질로 식물체의 향기에 기여도가 높은 화합물로 향기 산업에서는 상당히 중요하게 여겨져 왔다(Zhou 등 2016). Zhou 등(2016)은 farnesyl diphosphate를 기질로 하여 δ-cadinol 합성효소에 의해 δ-cadinol이 미생물로부터 합성 가능함을 규명하였다. 세스퀴테르펜류는 식・음료 및 향신료 외에도 향수, 생활용품 등 다양한 산업부분에서 활용도가 높은 물질인데, 최근에는 이들 화합물의 생리적 기능성에 관심이 증가하고 있다. Kumar 등(2017)은 *Combretum albidum* G.라는 식물에서 추출한 정유가 항산화 및 항균효과가 뛰어남을 보고하였고, 이러한 기능성의 원인이 세스퀴테르펜 화합물임을 규명한 바 있다. Hexadecanoic acid($CH_3(CH_2)_{14}COOH$)는 팜오일 및 우유, 유가공품에 함유되어 있는 성분으로, 식품산업에

널리 쓰이는 물질이다. 팔미트산으로 널리 알려진 화합물로 저렴한 가격으로 조직감을 향상시키는 역할을 하므로 식품 산업 외에도 세제 및 화장품 산업 등 광범위하게 이용되는 성분이다(Fremy E 1842; Jensen 등 1978). 2-Methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol($C_{14}H_{24}O$)은 boronal로 불리며, 꽃향 및 과실향을 내는 물질로 알려져 있다(https://products.symrise.com/aroma-molecules/product-search/boronal).

2. 쑥부쟁이의 정유 성분 분석

쑥부쟁이로부터 추출한 정유에서는 총 98종의 화합물(93.83%)이 정유에서 분석되었고, 3-eicosyne(13.61%)의 비율이 가장 높았으며, 9,10,12-octadecatrienoic acid(7.8%), α-caryophyllene alcohol(6.88%), 9-octadecynoic acid(6.03%), α-caryophyllene(5.74%)이 그 뒤를 이었다. 3-Eicosyne($C_{20}H_{38}$)은 불포화 탄화수소류로 녹색 채소에 널리 함유된 성분이다. 일반적으로 탄화수소류는 그 자체가 어느 정도 신선한 향을 부여하는 역할은 할 수 있어도 향기에 대한 기여도는 낮은데, 3-eicosyne과 같은 알킨류도 향기에 대한 기여도가 낮은 성분이다(Oh & Whang 2003). Caryophyllene($C_{15}H_{24}$)은 세스퀴테르펜으로 우리나라에 자생하는 일반적인 산채류에 널리 함유되어 비교적 강한 향기 특성을 부여하는 물질이다(Choi HS 2015). 최근 이 물질의 항균 효과, 항염증 효과, 종양세포주 억제효과 등에 대한 연구가 활발하게 이루어짐에 따라 이 물질을 함유한 산채류에 대한 관심이 증가하고 있다(Kim & Shin 2009; Amiel 등 2012). 쑥부쟁이 정유에서는 이 물질과 관련하여 α-caryophyllene alcohol과 α-caryophyllene, caryophyllene oxide가 규명되었다. α-Caryophyllene alcohol은 온후한 허브향을 내는 물질로 약간의 민트향도 지니고 있다. 이 물질은 버섯향을 낼 때 쓰인다(Arctander S 1969). 이 물질은 클로브와 유사한 향과 건조한 나무향을 내는 것으로 알려져 있는데, 실제로 클로브 봉오리 정유에 존재하는 성분이다(Arctander S 1969). 9-Octadecynoic acid는 9-stearolic acid으로도 불리는 지방산으로 Berry 등(1991)에 의해 이 물질의 DNA 결합 능력이 항균, 항산화 등의 기능성 효과와 관련이 있음이 보고된 이래 주목받는 화합물이다.

3. 구절초와 쑥부쟁이의 정유 성분 비교

구절초는 국화과의 국화속에 속하며, 쑥부쟁이는 국화과의 쑥부쟁이 속에 속한다. 이 두 식물은 다른 속에 속하지만, 형태상으로 매우 유사하여 일반인이 혼동하는 대표적인 식물이다. 산채류를 식재료로 활용 시에는 시각적 판단 외에 후각을 통한 재료 선별이 중요한 구매요인이 된다. 이 두 산채류와 같이 외관이 매우 유사한 경우에는 그 산채류의 독특한 향기 특성이 구매요인에 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 두 산채류로부터 정유성분을 추출하여 휘발성 향기성분을 비교·분석하였다. 외관상으로 유사한 구절초와 쑥부쟁이로부터 추출한 정유의 화학적 성분의 조성은 상당한 차이를 보였다. 구절초에서는 100종의 성분이, 쑥부쟁이에서는 98종의 성분이 확인되었다. 두 산채류로부터 추출한 정유성분의 차이는 valencene, δ-cadinol, hexadecanoic acid 2-methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol, 2-(2,4-hexadiynylidene)-1,6-dioxaspiro[4.4]non-3-ene, 3-eicosyne, 9,10,12-octadecatrienoic acid, α-caryophyllene alcohol, 9-octadecynoic acid, α-caryophyllene, caryophyllene oxide, geranyl isovalerate, pentadecanoic acid, (*Z*)-2-octadecen-1-ol을 비교할 때 두드러졌다. 구절초 정유의 경우, 세스퀴테르펜류인 vlaencene의 함량이 차지하는 비율이 상대적으로 높은 반면, 구절초에서는 확인되지 않았다. δ-Cadinol은 구절초 정유에서 차지하는 비율이 9.77%이었으나, 쑥부쟁이에서는 전체 정유의 0.23%를 차지하는 것으로 나타났다. Hexadecanoic acid는 쑥부쟁이 정유에서 훨씬 더 높은 비율로 함유되어 있었고, 2-methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol, 2-(2,4-hexadiynylidene)-1,6-dioxaspiro[4.4]non-3-ene, pentadecanoic acid는 구절초 정유에서만 확인되었고, 쑥부쟁이 정유에서는 확인되지 않았다.

쑥부쟁이 정유성분의 특징은 구절초에서는 확인되지 않은 3-eicosyne, 9,10,12-octadecatrienoic acid, 9-octadecynoic acid, geranyl isovalerate, (*Z*)-2-octadecen-1-ol, α-caryophyllene alcohol이 비교적 다량 함유된 것이다. 또한 쑥부쟁의의 두드러진 향기 특성은 구절초에 비하여 세스퀴테르펜류인 caryophyllene 연관 물질의 함량이 높다는 것이다. α-Caryophyllene alcohol은 쑥부쟁이에서 6.88%로 비교적 많은 양이 함유되어 있었으나, 구절초에서는 확인되지 않았다. α-Caryophyllene은 구절초에서보다 쑥부쟁이 정유에서 차지하는 상대적 비율이 약 13배 정도가 더 높게 보여졌다. Caryophyllene oxide도 쑥부쟁이에서 좀 더 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과를 토대로 구절초 정유의 특징적인 terpenoid marker 성분은 valencene, δ-cadinol, hexadecanoic acid라고 할 수 있겠다. 쑥부쟁이의 경우에는 3-eicosyne이 가장 주요한 terpenoid maker로 보여지며, 9,10,12-octadecatrienoic acid, α-caryophyllene alcohol, 9-octadecynoic acid, α-caryophyllene 역시 유력한 terpenoid maker로 보여졌다. Choi(2012)는 일반인이 혼동하기 쉬운 취나물류를 terpenoid 분석을 통해 향기지표물질을 제시하였고, 이를 통해 개미취, 곰취, 미역취 및 참취의 새로운 분류 가능성을 제시한 바 있다. 이처럼 식물의 분류는 형태학적인 기준 하에 이루어지지만, 외관상 유사한 경우 그 식물을 구성하는 정유 속 테르펜 화합물의 패턴분석이 식물의 화학분류에 유용한 방법이 될 수 있다. 본 연구에서도 외관상 유사한 구절초와 쑥부쟁이를 정유성분의 화학적 성분을 지표로 하여 분류할 수 있을 것으로 본다.

요약 및 결론

구절초와 쑥부쟁이는 국화과에 속하는 외관상 매우 유사한 식물이다. 이에 본 연구에서는 두 산채류로부터 정유성분을 추출하여 휘발성 향기성분을 분석함으로써 이 두 식물의 향기 특성의 차이를 분석하고자 하였다. 구절초 정유에서는 총 100종의 화합물(95.04%)이 확인되었고, valencene의 함량이 10.82%로 가장 높았다. δ-Cadinol(9.77%), hexadecanoic acid(8.70%), 2-methyl-4-(2,6,6-trimethylcyclohex-1-enyl)but-2-en-1-ol(3.67%)이 그 뒤를 이었다. 쑥부쟁이로부터 추출한 정유에서는 총 98종의 화합물(93.83%)이 확인되었고, 3-eicosyne (13.61%)의 함량이 가장 많았으며, 9,10,12-octadecatrienoic acid(7.8%), α-caryophyllene alcohol(6.88%), 9-octadecynoic acid (6.03%), α-caryophyllene(5.74%)이 그 뒤를 이었다. 외관상으로 유사한 구절초와 쑥부쟁이로부터 추출한 정유의 화학적 조성은 정성 및 정량적으로 상당한 차이를 보였다. 두드러진 특징은 구절초 정유의 경우, 세스퀴테르펜류인 vlaencene이 차지하는 비율이 상당히 높은 반면, 쑥부쟁이 정유에서는 확인되지 않았고, δ-cadinol은 구절초에서 9.77%, 쑥부쟁이에서 0.23%로 구절초의 정유에서 상대적 비율이 약 42배 높게 나타났다. 쑥부쟁이 정유성분의 두드러진 특징은 3-eicosyne이 13.61%로 상당히 많은 양이 함유되어 있었으나, 구절초에서는 확인되지 않았다는 것과 세스퀴테르펜류인 caryophyllene 연관 물질의 함량이 쑥부쟁이 정유에서 높다는 것이다. α-Caryophyllene alcohol은 쑥부쟁이에서 상대적 비율이 6.88%로 비교적 높게 함유되어 있었으나, 구절초에서는 확인되지 않았다. α-Caryophyllene은 구절초에서보다 쑥부쟁이에서 상대적 비율이 약 13배 정도가 더 높게 보여졌다. 이상의 결과를 토대로 구절초 정유의 특징적인 terpenoid marker 성분은 valencene, δ-cadinol, hexadecanoic acid라고 할 수 있겠다. 쑥부쟁이의 경우에는 3-eicosyne, 9,10,12-octadecatrienoic acid, α-caryophyllene alcohol, 9-octadecynoic acid, α-caryophyllene이 주요 유력한 terpenoid maker로 보여졌다.

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. *J Evidence-Based Complementary Altern Med* 2012:1-8

Arctander S. 1969. Perfume and Flavor Chemicals. Montclair

Berry DE, Chan JA, MacKenzie L, Hecht SM. 1991. 9-Octadecynoic acid: A novel DNA binding agent. *Chem Res Toxicol* 4:195-198

Choi HS. 2012. A comparison of volatile flavor characteristics of chwi-namuls by terpenoid analysis. *Korean J Food Nutr* 25:930-940

Choi HS. 2015. The variation of the major compounds of *Atemisia princeps* var. *orientalis* (Pampan) Hara essential oil by harvest year. *Korean J Food Nutr* 28:533-543

Fremy E. 1842. Memoire sur les produits de la saponification de l'huile de palme. *J Pharmacie et de Chimie* XII:757.

Furusawa M, Hashimoto T, Noma Y, Asakawa Y. 2005. Highly efficient production of nootkatone, the grapefruit aroma from valencene, by biotransformation. *Chem Pharm Bull* 53:1513-1514

Herout V, Sykora V. 1958. The chemistry of cadinenes and cadinols. *Tetrahedron* 4:246-255

Hsu YL, Kuo PL, Lin CC. 2004. Acacetin inhibits the proliferation of Hep G2 by blocking cell cycle progression and inducing apoptosis. *Biochem Pharmacol* 67:823-829

Jensen RG, Hagerty MM, McMahon KE. 1978. Lipids of human milk and infant formulas: A review. *Am J Clin Nutr* 31:990-1016

Kim HK, Kwon YJ, Kim KH, Jeong YH. 2000. Changes of total polyphenol content and electron donating ability of *Aster glehni* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. *Korean J Food Sci Technol* 32:1022-1028

Kim HY, Shin TS. 2009. Vilatile flavor compounds of olive flounder (*Parallchthys olivaceus*) fed diets supplemented with Yuza (C*itrus junos* ex Tanaka). *Korean J Fish and Aqua Sci* 42:224-231

Kim KH, Kim JG, Chae KS, Heo YH. 2005. Biochemistry for Life Science. pp.259-261. Jigu Publishing Co

Kim TJ. 2008. Wilds Flowers and Resources Plants in Korea. 5th ed. pp.39-48, 132-137. Seoul National University Publisher

Kumar UP, Sreedhar S, Remashree AB, Purushothaman E. 2017. Studies on chemical constituents, antioxidant and antimicrobial activity of essential oil from leaves of *Combretum albidum* G. Don. *J Essential Oil Bearing Plants* 20:1570-1578

Lee TB. 2003. Coloured Flora of Korea. 2nd ed. pp.318-321, 377, 378. Hyangmunsa

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

Seo JY, Lim SS, Park J, Lim JS, Kim HJ, Kang HJ, Yoon Park JH, Kim JS. 2010. Protection by *Chrysanthemum zawadskii* extract from liver damage of mice caused by carbon tetrachloride is maybe mediated by modulation of QR activity. *Nutr Res Pract* 4:93-98

Sung NY, Park YY, Kim YE, Cho EJ, Kim MH, Ryu GH, Byun EH, Park YJ. 2016. Immuno-modulatory activities of polysaccharides separated from *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* in macrophage cells. *Korean J Food Nutr* 29: 431-437

Symrise. 2018. Available from https://products.symrise.com/aroma-molecules/product-search/boronal/ [cited 22 March 2018]

Zhou H, Yang YL, Zeng J, Zhang L, Ding ZH, Zeng Y. 2016. Identification and characterization of a δ-cadinol synthase potentially involved in the formation of boreovibrins in *Boreostereum vibrans* of Basidiomycota. *Nat Prod Bioprospect* 6:167-171

Received 03 April, 2018
Revised 17 May, 2018
Accepted 24 May, 2018