pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 29. No. 2, 153~161 (2016)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2016.29.2.153

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

추출방법에 따른 미역취의 정유 성분 분석

†최 향 숙
경인여자대학교 식품영양과

Analysis of Essential Oil Composition of *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai with Different Extraction Methods

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

Abstract

This study investigated the chemical composition of *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai essential oils collected using different extraction methods. The essential oils obtained by simultaneous steam distillation extraction (SDE) and hydrodistillation extraction (HDE) methods from the aerial parts of *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai were analyzed by GC and GC-MS. Ninety-nine volatile flavor compounds were identified in the essential oil produced from *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai using the SDE method. These compounds were classified into eight categories in terms of chemical functionality: 26 hydrocarbons, 8 aldehydes, 36 alcohols, 7 ketones, 12 esters, 5 oxides and epixides, 4 acids, and a miscellaneous one. Spathulenol (15.66%) was the most abundant compound. Ninety-eight compounds including of 35 hydrocarbons, 6 aldehydes, 29 alcohols, 6 ketones, 10 esters, 4 oxides and epixides, 7 acids, and a miscellaneous one were identified in the essential oil from the plant using the HDE method. Hexadecanoic acid (24.74%) was the most abundant compound. The chemical composition of *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai essential oils extracted by SDE and HDE methods are characterized by high content of sesquiterpene alcohols and acids, respectively. The extraction methods may be influenced in the chemical composition of natural plant essential oils.

Key words: *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai, essential oil composition, simultaneous steam distillation extraction, hydrodistillation extraction

서 론

국화과(Compositae) 식물은 전 세계에 걸쳐 자라며, 1만 5,000~2만 종(種)과 940여 속(屬)이 있고, 우리나라에는 50여 속에 속하는 200여 종이 있다(Kim TJ 2009). 국화과 식물에는 국화 외에도 쑥, 씀바귀, 엉겅퀴 그리고 우리에게 친숙한 곰취, 참취, 벌개미취, 미역취 등을 포함한 취나물류를 포함한다. 특히 취나물은 우리 민족의 중요한 부식재료로 오랜 기간을 거쳐 꾸준히 소비되고 있으며, 최근 건강에 대한 관심 증가로 자연소재의 식재료 소비가 늘어나면서 다양한 종류의 취나물에 대한 국민들의 관심이 증가하고 있다.

식물성분의 생리적 기능에 관한 연구는 비타민, 카로티노이드, 플라보노이드, 폴리페놀 등의 성분들이 항돌연변이성, 항암성, 항산화성, 콜레스테롤 저하작용 등에 기여한다고 보고되었으나, 주로 약제성 식물을 중심으로 연구가 진행되었고, 일반 산채류에 관한 정보는 많지 않은 실정이다(Ham 등 1997; Lee 등 2005). 그러나 최근 들어 취나물을 포함한 산채류는 다양한 생리활성을 지니는 것으로 주목받고 있는데, 이러한 기능을 제공하는 성분 중의 하나가 식물에 함유된 정유이다. 정유는 식물을 수증기 증류하면 얻을 수 있는 식물의

† 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

휘발성 이차 대사산물로서, 항산화, 항진균 및 항암 효과 등의 생체 내 기능성을 지닌다고 알려져 있다(Jang 등 2010; Lee 등 2011).

최근 식생활의 서구화로 여러 만성질환이 증가하자 산채류에 대한 관심과 수요가 급격히 증가하면서 산채류 특유의 향기에 대한 식품업계의 관심이 증가하고 있다. 식품 속에 함유된 정유는 후각을 통해 쉽게 인지될 수 있는 물질로서 소비자들이 식품을 선택할 때 구매를 결정하는 주요 요인이기도 하다. 식물 속 정유는 추출하는 방법에 따라 상당한 영향을 받는 것으로 보고되었으며(Heath HB 1986; Min 등 1999), 식품가공시에 산채류에서 추출한 정유를 사용하는 경우 추출방법에 따라 다른 향기성분을 얻을 수 있다. 따라서 식품가공산업에 산채류를 적극 활용하기 위해서는 산채류로 부터 목적에 맞는 향기성분들을 추출하기 위한 체계적인 분석 방법 확립이 요구된다.

미역취(*Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai)는 국화과(Compositae), 미역취속(*Solidago*)에 속하는 다년초로서 높이 35~85 cm이며, 근경이나 종자로 번식한다. 미역취속은 세계적으로 120여종이 알려져 있는데, 주로 아시아, 유럽, 북아메리카 등에 분포하며, 우리나라에는 1종이 있다(Kim TJ 2009). 미역취는 우리나라 전국 각지의 산과 들에 자라며, 중국, 러시아, 일본에도 분포한다. 뿌리줄기는 굵고 옆으로 뻗으며, 잔뿌리가 많다. 줄기는 가지를 뻗지 않고 곧게 외대로 자란다. 꽃은 7~10월에 피며, 지름 12~14 mm의 황색이다. 어린 순을 나물이나 쌈으로 먹고, 민간에서 건위 및 이뇨제로 사용하며 해열, 진통, 방광염, 감기, 폐렴 등에 한약제로도 사용되고 있다(Park 등 2006; Kim TJ 2009). 최근 산채류는 건강에 이로운 미각채소로서 인식되어 그 수요가 급증하는 만큼 산채류의 화학적 성분 규명 등에 대한 체계화된 연구는 새로운 식품소재 개발 및 국민 건강향상 측면에서 유용한 자료를 제공할 것이다. 따라서 본 연구는 우리나라 고유의 산채류의 효과적인 활용을 위한 기초자료를 제시하고자 미역취를 대상으로 simultaneous steam distillation extraction(SDE) 및 hydro distillation extraction(HDE) 방법으로 정유성분을 추출하여 화학적 성분을 비교하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

본 실험에 사용한 미역취(*Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai)는 경상북도 포항시에 위치한 기청산 식물원에서 2010년 10월에 수확된 자생 식물로서, 식물학적 확인을 거친 후 사용하였다. 수확된 시료는 통풍이 잘되는 그늘에서 7일간 자연 건조시킨 후 뿌리를 제외한 지상부를 실험에 사용하였다. Gas chromatography(GC) 및 mass spectrometry(MS)에 사용한 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. SDE 방법에 의한 정유 성분 추출

건조한 미역취는 Likens-Nickerson의 동시 연속 수증기 증류추출장치의 개량형인 SDE 장치(Schultz 등 1977)를 사용하여 정유를 추출하였다. 건조시료 200 g을 1 × 1 cm로 세절하여 3회에 나누어 사용하였고, 추출 용매로는 ether(99.9% purity, J. T. Baker Co., USA)와 *n*-pentane(99.9% purity, J. T. Baker Co., USA)을 1:1(v/v)을 사용하여 2시간 동안 추출하였다. 이때 냉동순환수조(D. P. C. Co., Ltc., Korea)를 통하여 4℃의 냉수를 공급하면서 정유성분을 얻었다. 추출 후 용매 층만을 분리하여 무수황산나트륨을 넣고, 4℃에서 24시간 탈수시킨 후 여과하였다. 이후 37℃의 상압 하에서 −1℃의 냉각수를 공급하며 회전식 진공농축기로 농축한 후 질소가스를 이용하여 용매를 제거하여 GC 및 GC-MS 분석 시료로 하였다.

3. HDE 방법에 의한 정유 성분 추출

건조한 미역취 300 g을 1 × 1 cm로 세절하여 2회로 나누어 4시간 동안 Clevenger-type 장치(Hanil Lab Tech Ltd., Seoul, Korea)를 사용하여 HDE 방법으로 수증기 증류한 후 정유부분을 분리하였다. 24시간 동안 무수황산 나트륨을 이용하여 탈수 후 정유만을 분리하였고, 밀봉한 정유를 GC 및 MS 분석 시까지 −25℃에 보관하였다.

4. GC 및 GC-MS 분석

GC 분석을 위해 Agilent 6890N gas chromatograph(GC), 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) 및 flame ionization detector를 사용하였다. 컬럼 온도는 70℃에서 2분간 유지한 후 230℃까지 분당 2℃씩 승온하였고, 230℃에서 20분 유지하였다. 주입구 및 검출기의 온도는 250℃로 하였고 정유 1 μL를 주입하였으며, 질소를 carrier gas로 사용하여 분당 1 mL의 유속을 유지하였다. Linear velocity는 22 cm/sec, split ratio는 50 : 1로 하였다. *n*-Heptanol 및 methyl myristate를 미역취 정유의 정량적 분석을 위한 내부표준물질로 사용하였다.

GC-MS 분석에 사용된 GC 종류 및 기기분석 조건은 위와 동일하였고, MS는 JMS-600W MS(JEOL Ltd. Tokyo, Japan)을 사용하였다. 각 정유성분의 linear retention indices(RI)를 구하기 위해 *n*-alkanes(C_7~C_{29})을 사용하였다.

5. 정유 성분 동정

개개의 정유성분 확인을 위해 우선 *n*-alkanes(C_7~C_{29})을 이용한 retention index(RI)를 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.

결과 및 고찰

1. SDE 방법으로 추출한 미역취의 정유 성분

미역취의 정유성분 추출을 위해 SDE 방법으로 2시간 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. SDE 방법으로 추출한 미역취의 정유에서 총 99종의 성분이 확인되었으며, spathulenol의 함량이 15.66%로 가장 높았고, caryophyllene oxide(7.68%), valencene(3.12%), undecanone(2.97%), limonene(2.92%) 순이었다(Table 1). 추출된 정유 성분을 기능기별로 분류한 결과는 Table 2와 같으며, 지방족 탄화수소류 7종(5.15%), 모노테르펜 탄화수소류 3종(6.35%), 세스퀴테르펜 탄화수소류 16종(11.05%), 지방족 알데히드류 6종(3.45%), 테르펜 알데히드류 2종(0.71%), 지방족 알코올류 10종(5.61%), 모노테르펜 알코올류 12종(5.51%), 세스퀴테르펜 알코올류 12종(21.23%), 디테르펜 알콜류 2종(1.70%), 케톤류 7종(4.73%), 에스테르류 12종(6.86%), 옥사이드 및 에폭사이드류 5종(8.92%), 산류 4종(7.08%) 및 기타 1종(0.20%)이었다.

2. HDE 방법으로 추출한 미역취의 정유 성분

미역취의 정유를 HDE 장치로 추출하여 분석한 결과, 총 98종의 성분이 확인되었으며, hexadecanoic acid의 함량이 24.74%로 가장 높았고, caryophyllene oxide(4.40%), phytol(3.72%), dihydro neoclovene(3.46%), pentacosane(2.58%)의 순이었다(Table 1). 추출된 정유 성분을 기능기별로 분류한 결과는 Table 2와 같으며, 지방족 탄화수소류 17종(11.57%), 세스퀴테르펜 탄화수소류 18종(11.70%), 지방족 알데히드류 5종(4.14%), 테르펜 알데히드류 1종(0.83%), 지방족 알코올류 11종(5.44%), 모노테르펜 알코올류 2종(1.98%), 세스퀴테르펜 알코올류 15종(4.92%), 디테르펜 알콜류 1종(3.72%), 케톤류 6종(3.13%), 에스테르류 10종(4.12%), 옥사이드 및 에폭사이드류 4종(6.32%), 산류 7종(26.90%) 및 기타 1종(0.21%)이었다.

3. 추출방법에 따른 성분 비교

식물의 정유성분은 추출방법, 추출용매, 식물의 채취지역, 채취시기 및 기후변화 등에 매우 민감하게 변하므로 분석 조건 및 환경변화에 따른 정유의 성분변화에 관한 연구는 매우 큰 의미를 지니고 있다(Heath HB 1986; Choi HS 2014). 본 연구에 사용된 미역취는 재배지역에 따른 식물체의 화학적 성분 변이를 최소화하고자 경상북도 포항시, 기청산 식물원의 동일한 장소에서 자생한 것을 2010년 10월 초순의 동일한 시기에 채취하여 사용하였다. 애플민트 정유의 주성분인 piperitone oxide는 성장기 동안에 85%에서 1.3%로 감소한다는 보고에서(Fusita & Nezu 1985; Min 등 1999) 식물의 채취시기, 성장단계 등이 그 식물의 정유조성에 상당한 영향을 미치므로 동일한 시기에 시료를 채취함으로써 변이요인을 가능한 차단하였다. SDE 방법으로 얻어진 정유에서 확인된 99개의 성분 가운데 알코올류가 36개로 34.05%를 차지하였다. HDE 방법으로 얻어진 정유에서 확인된 98개의 성분 가운데 탄화수소류가 35개로 가장 많았고, 그 함량은 23.27%를 차지하였다. 그러나 HDE 방법으로 추출된 정유에서 가장 많은 함량을 차지하는 성분은 산류이었고, 7개의 산류가 확인되었으며, 이들이 26.90%를 차지하였다.

SDE 방법으로 추출한 정유의 15.66%를 차지한 spathulenol ($C_{15}H_{24}O$)은 HDE 방법으로 추출한 정유에서는 0.56%에 불과하였다. 이 성분은 세스퀴테르펜 알코올로 유칼립투스의 정유에서 확인된 이후 다양한 방향성 식물에서 분리되고 있으며, 향기 특성이 좋아 화장품 및 식품 산업에서 널리 쓰이고 있다(Arctander S 1969). Arctander S(1969)는 이 성분을 earthy aroma 및 herbal flavor로 기술하였다. 테르펜 화합물은 이소프렌 분자(CH_2=C(CH_3)－CH=CH_2)가 2개 또는 그 이상 중합되어 이루어진 물질로서, 탄소수에 따라 모노테르펜(monoterpene, C_{10}), 세스퀴테르펜(sesquiterpene, C_{15}), 디테르펜(diterpene, C_{20}), 트리테르펜(triterpene, C_{30}) 및 테트라테르펜(tetraterpene, C_{40})으로 분류되며, 식물체 향기의 주요 성분이다(Heath HB 1986). 테르펜 화합물은 대체로 지용성이며, 대부분의 천연 테르펜 화합물은 생합성의 최종단계에서 폐환과 산화 또는 다른 구조적인 변화를 일으켜서 한 개 또는 두 개 이상의 관능기가 있는 환상구조를 갖게 된다(Heath HB 1986). Caryophyllene($C_{15}H_{24}$)은 세스퀴테르펜으로 쑥, 수리취, 참취를 포함한 국화과 식물을 비롯하여 다양한 방향성 식물에 함유되어 있는데, 최근 병원성 세균에 대해 높은 항균효과를 지니는 것으로 보고되어 기능성 측면에서 연구가 진행되고 있다(Lee 등 2013; Choi HS 2015). 주로 α- 및 β-caryophyllene이 식물체에서 발견되는데, 이 중 β-caryophyllene은 항염증, 항균 작용 및 종양세포주 억제효과가 보고된 바 있다(Amiel 등 2012). SDE 방법으로 추출한 미역취 정유에서는 α-caryophyllene이 1.03%, β-caryophyllene이 0.25% 확인되었고, HDE 방법으로 추출한 정유에서는 이들이 각각 0.17% 및 0.36% 함유된 것으

Table 1. Essential oil composition of *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai by SDE and HDE methods

No.	RI (DB-5)	Compound name	w/w %	
			SDE	HDE
1	940	α-Pinene	1.84	-
2	979	Octanol	0.33	-
3	993	α-Myrcene	1.59	-
4	1000	2-Octen-4-ol	0.18	-
5	1014	(*E,E*)-2,4-Heptadienal	0.47	-
6	1034	D-Limonene	2.92	-
7	1049	Benzeneacetaldehyde	1.22	-
8	1074	(*E,E*)-3,5-Octadien-2-one	0.28	-
9	1097	1-Nonen-3-ol	0.17	-
10	1102	3,7-Dimethyl-1,6-octadien-3-ol	0.32	-
11	1106	Nonanal	0.36	-
12	1113	1-Methyl cycloheptanol	1.28	-
13	1117	Phenylethyl alcohol	0.21	-
14	1125	*trans-p*-Mentha-2,8-dienol	0.24	-
15	1140	Camphor	0.17	-
16	1144	β-Terpineol	0.18	-
17	1150	*trans*-2-Caren-4-ol	0.82	-
18	1171	*cis*-Piperitol	0.34	-
19	1181	*p*-Mentha-l,5-dien-8-ol	0.20	-
20	1190	Terpinen-4-ol	0.53	-
21	1203	Myrtenol	0.24	-
22	1213	(*E*)-Carveol	0.32	-
23	1223	*trans*-3(10)-Caren-2-ol	1.04	-
24	1235	Isovornyl formate	0.27	-
25	1248	Neral	0.46	-
26	1282	Epoxy-2-nonenal	0.18	-
27	1288	Bornyl acetate	0.21	-
28	1295	Undecanone	2.97	-
29	1295	Nonadecane	-	0.35
30	1295	2,4-Decadienal	0.46	
31	1319	δ-Elemene	0.19	0.23
32	1335	Dodecamethyl cyclohexasilosane	-	0.20
33	1369	Undecanol	-	0.56
34	1340	α-Cubebene	0.25	-
35	1377	Copaene	0.27	-
36	1381	(*Z*)-3-Hexenyl hexanoate	0.18	-
37	1391	β-Elemene	0.43	-
38	1395	Isovornyl propionate	0.55	0.40
39	1407	Cadinene	1.21	0.13
40	1419	α-Amorphene	0.87	0.55
41	1422	β-Ionone	0.17	-

Table 1. Continued

No.	RI (DB-5)	Compound name	w/w %	
			SDE	HDE
42	1430	β-Caryophyllene	0.25	0.36
43	1435	Ylangene	0.32	-
44	1451	β-Selinene	0.18	0.23
45	1457	α-Caryophyllene	1.03	0.17
46	1457	6,10-Dimethyl-5,9-undecadien-2-one	-	0.36
47	1461	(*E*)-7,11-Dimethyl-3-methylene-1,6,10-dodecatriene	-	0.21
48	1478	Linalyl Isovaterate	0.27	0.38
49	1481	β-Guaiene	0.58	0.90
50	1486	*p*-Mentha-1-en-9-ol	-	0.50
51	1488	Germacrene D	-	0.35
52	1490	Valencene	3.12	0.15
53	1496	α-Zingiberene	0.29	0.13
54	1496	Alloaromadendrene	-	0.37
55	1501	β-Zingeberene	0.51	2.20
56	1504	Tridecanal	0.43	1.94
57	1510	Methyl laurate	0.51	0.23
58	1523	2-Methyl-5-octyn-4-ol	1.01	0.30
59	1525	α-Muurolene	0.38	1.16
60	1529	Cadinadiene	1.17	0.31
61	1544	α-Calacorene	-	0.32
62	1551	α-Curcumene	-	0.48
63	1553	Epiglobulol	0.59	0.41
64	1557	Caryophyllene alcohol	-	0.16
65	1563	(*Z*)-Nerolidol	-	0.14
66	1569	Hexyl octanoate	0.49	0.88
67	1574	Globulol	0.33	0.35
68	1579	Lauryl alcohol	-	0.20
69	1586	Caryophyllene oxide	7.68	4.40
70	1588	Ledene oxide-(ll)	0.34	0.34
71	1595	Tridecanol	0.57	0.15
72	1601	*trans*-Z-α-Bisabolene epoxide	0.50	1.39
73	1609	Cedrenol	0.96	0.62
74	1616	1-Butyl-3-one-yl menthol	-	1.48
75	1614	1'-(Butyn-3-one-1-yl)-menthol(1S,2S,5R)	0.66	-
76	1628	α-Cubenol	0.71	0.25
77	1631	Dihydro neoclovene	-	3.46
78	1634	T-Muurolol	-	0.26
79	1638	Spathulenol	15.66	0.56
80	1644	β-Cubenol	-	0.63
81	1646	α-Cadinol	0.65	0.14
82	1650	Tau-cadinol	0.24	0.27

Table 1. Continued

No.	RI (DB-5)	Compound name	w/w %	
			SDE	HDE
83	1653	β-Eudsmol	0.33	0.49
84	1657	Humulane-1,6-dien-3-ol	0.62	0.16
85	1664	β-Bisabolol	0.24	0.34
86	1665	Oxo-β-ionone	-	0.16
87	1670	δ-Cadinol	0.36	-
88	1674	β-Cadinol	0.67	-
89	1675	Hexadecamethyl cyclooctasiloxane	-	1.19
90	1680	Zingiberenol	0.49	0.14
91	1678	Aromadendrene epoxide	0.18	0.19
92	1689	17-Octadecynoic acid	0.19	-
93	1704	Heptadecane	0.20	0.15
94	1709	β-Sinensal	0.25	0.83
95	1711	2-Ethylhexyl benzoate	-	0.22
96	1716	Pentadecanal	0.79	1.55
97	1722	Benzyl benzoate	0.37	0.14
98	1726	Unknown	0.20	-
99	1739	4-(3-Hydroxy-6,6-dimethyl-2-methylenecyclohexyl)-3-buten-2-one	0.27	-
100	1740	3,7,11-Tremethyl-1-dodecanol	-	0.15
101	1745	2-Methyl-1-hexadecanol	-	0.15
102	1758	1,1'-(1,5-Pentanediyl)bis-cyclohexne	-	0.18
103	1766	Aromadendrene oxide	0.22	-
104	1770	Tetradecanoic acid	0.35	0.47
105	1775	1,4-Dimethyl-7-(1-methylethyl)-azulene	-	0.25
106	1783	4,6,6-Trimethyl-2-(3-methylbuta-1,3-dienyl)-3-oxatricyclo[5.1.0.0(2,4)] octane	-	0.19
107	1790	4-Ethyl-undecane	-	0.45
108	1805	Octadecanal	-	0.18
109	1818	17-Chloro-7-heptadecyne	-	0.21
110	1835	Octadecamethyl-cyclononasiloxane	-	0.26
111	1841	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	0.77	1.87
112	1847	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	0.42	1.83
113	1868	Pentadecanoic acid	-	0.30
114	1883	*trans*-9-Hexadecen-1-ol	0.63	0.55
115	1888	(*Z*)-9,17-Octadecadienal	-	0.14
116	1903	2-Nonadecanone	-	0.30
117	1920	(*E,E*)-6,10,14-Trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one	0.45	1.32
118	1950	3,5,11,15-Tetramethyl-1-hexadecen-3-ol	-	0.23
119	1965	Dibutyl phthalate	0.20	-
120	1981	*n*-Hexadecanoic acid	6.28	24.74
121	2012	*n*-Octadecanoic acid	-	0.23
122	2029	Isopropyl palmitate	-	0.40
123	2072	1.3-Bis-(2-cyclopropyl,2-methylcyclopropyl)-but-2-en-1-one	-	0.13

Table 1. Continued

No.	RI (DB-5)	Compound name	w/w %	
			SDE	HDE
124	2080	7,11-Hexadecadienal	-	0.33
125	2086	10-Heneicosene	0.22	-
126	2101	9,12,15-Octadecatrienoate	0.25	-
127	2102	Phenylmethyl-6,9,12-octadecatrienoate	-	0.18
128	2102	(ZZZ)-9,12,15-Octadecatrienoic acid	-	0.35
129	2109	3,7,11,15-Tetramethyl-1-hexadecyn-3-ol	-	0.19
130	2115	Phytol	1.37	3.72
131	2131	2,6,10,15-Tetramethyl-heptadecane	-	1.20
132	2139	2-(3-acetoxy-4,4,14-Trimethylandrost-8-en-17-yl)-propanoic acid	-	0.58
133	2139	1-Heptatriacotanol	0.33	-
134	2144	2-Methyl-2-undecanethiol	-	0.94
135	2146	9,12,15-Octadecatrienoic acid	0.26	-
136	2149	1,1-Dimethylethyl hexadecanoate	-	1.03
137	2300	Tricosane	0.49	0.44
138	2417	2-Methyl-nonadecane	-	0.41
139	2420	Bis(2-ethylhexyl)hexanedioate	2.27	-
140	2482	2-Ethyl hexadecyl hexanoate	-	0.26
141	2502	Pentacosane	2.24	2.58
142	2549	Decyl-2-ethylhexyl ester phthalic acid	-	0.23
143	2600	Hexacosane	-	0.38
144	2600	Bis(2-ethylhexyl)phthalate	1.29	-
145	2606	9-Octyl-heptadecane	-	1.35
146	2689	2-Methyl octadecane	0.63	-
147	2689	2-Methyl eicosane	0.98	0.81
148	2712	Heptacosane	0.39	-
		Total	88.55	84.98

로 확인되었다. Caryophyllene의 산화물인 caryophyllene oxide는 쑥을 포함한 국화과 식물에 함유되어 있는 성분으로(Choi HS 2015), SDE 방법으로 추출한 미역취 정유에서는 7.68%, HDE 방법으로 추출한 정유에서는 4.40% 함유되어 있었다.

Valencene 역시 세스퀴테르펜으로 SDE 방법으로 추출한 미역취 정유에서는 3.12%, HDE 방법으로 추출한 정유에서는 0.15% 함유된 것으로 확인되었다. 이 성분은 감귤류의 향기성분으로 발렌시아 오렌지에서 쉽게 얻을 수 있다. 이 성분은 grapefruit의 특징적 향기성분인 nootkatone의 전구체이기도 하다(Arctander S 1969). Dihydro neoclovene은 SDE 방법으로 추출한 미역취 정유에서는 확인되지 않았으나, HDE 방법으로 추출한 정유에서는 3.46% 함유되어 있었다. Neoclovene은 세스퀴테르펜으로 인삼 및 취나물에서도 확인된 성분이다(Ahn 등 2008). Hexadecanoic acid는 SDE 방법으로 추출한 미역취 정유에서는 6.28%, HDE 방법으로 추출한 정유에서는 24.74% 함유되어 있었으며, 수증기 증류방법을 사용시 다량 추출되는 것으로 보여졌다. HDE 방법은 정유 성분 추출시에 유기용매에 의한 오염이 없는 장점이 있으나, 식품산업에서 향을 이용하기 위한 목적으로 사용할 경우 향기기여도가 낮은 지방계 물질의 추출 효율이 높을 수 있으므로 정유를 식품산업에 이용할 경우 식품가공 목적에 적합한 추출방법인지를 고려해봐야 할 것으로 보여진다. 미역취 정유에서는 phytol도 확인되었는데, SDE 방법으로 추출한 미역취 정유에서는 1.37%, HDE 방법으로 추출한 정유에서는 3.72% 함유되어 있었다. Phytol($C_{20}H_{40}O$)은 디테르펜 알코올로 식물체 내에서 녹색색소인 클로로필의 구성성분이다. 색소로서의 역할뿐 아니라, 생리적 기능 측면에서도 주목받고 있는 성분으로 비타민 E와 K의 합성 시에 전구체로서의 기능 외에도 인체내에서 암세

Table 2. Constitution of functional groups of essential oil composition from *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai by SDE and HDE methods

Functional group		Total No.		w/w %	
		SDE	HDE	SDE	HDE
Hydrocarbons	Aliphatics	7	17	5.15	11.57
	Monoterpenes	3	-	6.35	-
	Sesquiterpenes	16	18	11.05	11.70
Aldehydes	Aliphatics	6	5	3.45	4.14
	Terpenes	2	1	0.71	0.83
Alcohols	Aliphatics	10	11	5.61	5.44
	Monoterpenes	12	2	5.51	1.98
	Sesquiterpenes	12	15	21.23	4.92
	Diterpenes	2	1	1.70	3.72
Ketones		7	6	4.73	3.13
Esters		12	10	6.86	4.12
Oxides and epoxides		5	4	8.92	6.32
Acids		4	7	7.08	26.90
Miscellareous		1	1	0.20	0.21
Total		99	98	88.55	84.98

포의 DNA 합성 과정을 억제함으로써 항암 및 항돌연변이 효과(Lee 등 1999), 인체 골격근의 비효소적 지질산화를 부분적으로 억제하는 효과(Phoenix 등 1989)는 이미 잘 알려진 바 있다.

방향성 식물에 함유된 모노테르펜 및 세스퀴테르펜류는 항산화와 항암 효과를 비롯하여 다양한 생리활성이 있으므로 최근 관심이 높아지고 있는 실정이다(Gould MN 1997; Zhang 등 2005; Al-Massarani SM 2014). 식물의 향기에 대한 기여도 측면에서 테르펜 탄화수소류보다는 산화된 형태로서가 더 향기가 풍부하므로 향기산업 부분에서도 이들의 활용도가 더 크다. 즉, 테르펜 탄화수소류보다는 이들의 알데히드, 알코올, 케톤, 에스테르 및 옥사이드 형태가 식품산업에서 더 중요한 비중을 차지하는 것으로 보인다(Oh & Whang 2003). SDE로 추출한 정유에서는 HDE로 추출한 정유에서보다 향기 산업에 더욱 유용성이 높은 테르펜 탄화수소류의 산화된 형태가 많이 추출되었다.

추출방법에 따라 정유의 성분에 차이가 보이고, 이로 인해 관능적 특성도 다르다고 볼 수 있다. 따라서 식품산업에 식물에서 추출한 정유성분을 활용 시에는 향 특성에 따라 추출방법을 달리하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

요약 및 결론

미역취 정유의 화학적 성분을 분석하기 위해 SDE 및 HDE 방법으로 정유성분을 추출하여 GC 및 GC-MS로 분석한 결과, 각각 99종 및 98종의 화합물이 확인되었다. SDE 방법으로 추출한 미역취의 정유에서는 spathulenol의 함량이 15.66%로 가장 높았으며, caryophyllene oxide(7.68%), valencene(3.12%), undecanone(2.97%), limonene(2.92%) 순이었다. HDE 장치로 추출하여 분석한 결과, hexadecanoic acid의 함량이 24.74%로 가장 높았고, caryophyllene oxide(4.40%), phytol(3.72%), dihydro neoclovene(3.46%), pentacosane(2.58%)의 순이었다. SDE 방법으로 추출된 정유에서 확인된 99개의 성분 중 알코올류가 36개로 34.05%를 차지하였다. HDE 장치로 추출된 정유에서 가장 많은 함량을 차지하는 성분은 산류로 7개의 산류가 26.90%를 차지하였고, 탄화수소류의 수가 35개로 가장 많았고, 23.27%를 차지하였다. SDE 방법으로 추출한 정유에서는 HDE 방법으로 추출한 정유보다 향기 산업에 더욱 유용성이 높은 테르펜 탄화수소류의 산화된 형태가 많이 추출되었다. 따라서 식품산업에 식물에서 추출한 정유성분을 활용할 경우, 향 특성에 따라 추출방법을 달리하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

감사의 글

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

References

Ahn JK, Kwon WS, Min JW, Lee BS, Kim EJ, Yang DC. 2008. Volatile constituents by treatment of artificial saliva in fresh ginseng root. *J Ginseng Res* 32:305-310

Al-Massarani SM. 2014. Phytochemical and biological properties of sesquiterpene constituents from the marine red seaweed Laurencia: A review. *Nat Prod Chem Res* 2:147

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. *Evidence-Based Complement Alternat Med* 2012:1-8

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

Choi HS. 2014. The quantitative changes of major compounds from *Aster koraiensis* Nakai essential oil by harvesting year. *Korean J food & Nutr* 27:194-202

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

Fusita S, Nezu K. 1985. Components of essential oils of *Mentha rotundifolia* (Linn.) Huds. II. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 59:703-706

Gould MN. 1997. Cancer chemoprevention and therapy by monoterpenes. *Environ Health Perspect* 105:977-979

Ham SS, Lee SY, Oh DH, Kim SH, Hong JG. 1997. Development of beverages drinks using mountain edible herbs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26:92-97

Heath HB. 1986. Flavor Chemistry and Technology. pp.43-70. Macmillan Publishers Ltd.

Jang MR, Seo JE, Lee JH, Chung MS, Kim GH. 2010. Antibacterial action against food-borne pathogens by the volatile flavor of essential oil from *Chrysanthemum morifolium* flower. *Korean J food & Nutr* 23:154-161

Kim TJ. 2009. Wilds Flowers and Resources Plants in Korea. p.30. Seoul National University Publisher. Seoul, Korea

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 SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37:233-240

Min YK, Yoon HS, Kin JY, Jeong HS. 1999. Aroma characteristics of applemint (*Mentha rotundifolia* (L.) Huds) with different extraction method. *Korean J Food Sci Technol* 31:1465-1470

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

Park JH, Lee JW, Kim HJ, Lee IS. 2006. Effects of *Solidago virga-aurea* var. *gigantea* Miq. root extracts on the activity and differentiation of MC3T3-E1 osteoblastic cell. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:929-936

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. 1977. Isolation of volatile components from a model system. *J Agric Food Chem* 25:446-449

Zhang S, Won YK, Ong CN, Shen HM. 2005. Anti-cancer potential of sesquiterpene lactones: Bioactivity and molecular mechanisms. *Curr Med Chem Anticancer Agents* 5:239-249

Received 4 February, 2016
Revised 2 March, 2016
Accepted 17 March, 2016