pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 34. No. 4, 340~346 (2021)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2021.34.4.340

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

곤달비 및 곰취의 휘발성 향기성분 비교

†최 남 순
배화여자대학교 식품영양학과 교수

Comparison on Volatile Flavor Compounds in *Ligularia stenocephala* and *Ligularia fischeri* Leaves

†Nam-Soon Choi
Professor, Dept. of Food and Nutrition, Baewha Women's University, Seoul 03039, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the volatile flavor compounds of *Ligularia stenocephala* and *Ligularia fischeri*, edible wild plants. The volatile flavor compounds were isolated by the simultaneous distillation extraction method and analyzed by GC-MSD (gas chromatography-mass selective detector). Forty-eight volatile flavor compounds were identified in the extracts from *L. stenocephala* and the major compounds were sabinene, cis-ocimene, trans-caryophyllene, and β-elemene. Fifty-one volatile flavor compounds were identified in the extracts from *L. fischeri* and the major compounds were α-pinene, germacrene-D, trans-caryophyllene, endo-1-bourbonanol and 1-limonene. The common volatile flavor compounds between two plants were trans-caryophyllene, sabinene, β-elemene and β-cubebene etc. However, α-phellendrene and myrcene were identified in *L. stenocephala*, but were not identified in *L. fischeri*. However α-pinene, germacrene-D and limonene were identified in *L. fischeri* but were not identified in *L. stenocephala*.

Key words: Gondalbi (*Ligularia stenocephala*), Gomchwi (*Ligularia fischeri*), volatile flavor compounds, edible wild plants

서 론

곤달비(*Ligularia stenocephala*)는 국화과(Compositae)의 다년생초본으로서 잎 모양이 곰취와 유사하며 지역에 따라서 횡성군에서 생산되는 곤달비를 둔내곰취라고도 한다. 곤달비는 줄기에서 나는 잎은 3장 안팎인데 곰취에 비하여 부드럽다는 특징을 가지고 있다. 곤달비는 식용 및 약용에 쓰이며, 어린잎을 나물로 먹는데 쌈을 싸서 먹거나 묵나물로 만들어 먹기도 한다. 곤달비의 생리활성 효과로는 항염증 효과(Debnath 등 2017), 지방구 축적 억제 효과(Seo 등 2017), 항당뇨 효과(Choi 등 2007), 항산화 및 tyrosinase 저해활성을 통한 멜라닌 생성 감소 효과(Roh 등 2009) 등이 보고된 바 있으며 항혈전 및 항응고 효과를 갖는 물질인 3,4-dicaffeoylquinic acid와 3,5-dicaffeoylquinic acid 분리 연구(Yoon 등 2008) 등이 있다.

곰취(*Ligularia fischeri* Turcz)는 국화과의 식물로서 곤달비에 비해 잎이 더 크고, 예로부터 쌈, 무침, 묵나물, 장아찌 등으로 이용해 온 대표적인 산채 중 하나이다. 약리효과로서는 진해, 거담, 진통의 효능을 가지고 있고 혈액순환을 활발하게 해주고 기침약을 비롯하여 백일해, 천식 등에 대한 치료약으로 쓰이며 요통이나 관절통 등에도 효과가 있다고 알려져 있다(Kim TJ 1996).

곰취 추출물에는 항산화 성분이 다량 함유되어 있어 항산화 및 항염증 작용이 있으며(Nam 등 2017), 항고혈압 효능, 활성산소 억제, 멜라닌 생합성 억제 효과, 폐, 간 및 자궁암 세포의 증식억제와 혈소판 응집 억제 등 생리활성 효과가 있다고 알려져 있다(Ham 등 1998; Bae 등 2009; Kim 등 2011). 또한 곰취에 함유된 3,4-dicaffeoylquinic acid 성분이 항산화 효과를 통해 간세포 독성에 대한 억제효과(Choi 등 2005)가 알려져 있다.

† Corresponding author: Nam-Soon Choi, Professor, Dept. of Food and Nutrition, Baewha Women's University, Seoul 03039, Korea. Tel: +82-2-399-0883, E-mail: choens@baewha.ac.kr

우리나라 반찬용 산나물류의 휘발성 향기성분에 대한 연구로는 참나물의 향기성분 연구(Song 등 1997), 취나물류에 대한 향기성분 연구(Sa JY 2010) 등이 있으며, 곰취 및 한대리 곰취 정유성분 분석 연구(Choi HS 2019) 등이 있으나, 곤달비 등 산채류에 대한 향기성분 연구는 아직 부족한 실정이다.

최근에는 식물에 함유된 향기성분들의 항산화 효과 및 항균효과 등 약리효과 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 관련하여 약용 허브식물에서 추출한 정유성분의 항균효과(Kim HK 2009)와 깻잎 향기성분의 항염증 효과(Lee 등 2017), 산채류의 방향성 성분도 생리활성 효과에 관여한다고 보고되었다(Kim MR 2005). 이러한 기능성을 지니고 있는 휘발성 향기성분은 재배 장소와 방법, 생육조건에 따라서도 차이를 보이는데, 이는 야생 더덕과 재배 더덕의 향기성분에 관한 연구(Lee 등 1995), 노지재배 깻잎과 하우스 재배 깻잎의 향기성분의 비교 연구(Hyun 등 2004)에서도 잘 나타나 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 섭취되는 산나물 중 *Ligularia*속에 속하는 곤달비와 곰취를 steam-distillation에 의한 방법에 의해 추출한 다음 volatile flavor compounds를 분석하고, 두 산채의 향기에 관여하는 주요 향기성분의 차이를 비교함으로써 국내 산채류의 이용을 활성화하고 다양한 활용 분야를 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료

본 실험에 사용된 곤달비(*Ligularia stenocephala*)는 강원도 횡성군 둔내면 농가에서 재배하고 수확한 것을 구입하여 사용하였다. 곰취(*Ligularia fischeri*)는 야생한 것을 강원도 정선군 정선읍 시장에서 구입하여 사용하였다. 재료는 구입한 즉시 이물질을 제거하고 −70℃의 냉동고에 보관하면서 휘발성향기성분 분석용 시료로 사용하였다. 추출 및 동정을 위하여 사용한 내부표준물질로는 nonadecane을 사용하였고, Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, USA) 제품을 사용하였다.

2. GC에 의한 휘발성 물질의 분석

1) 향기성분의 추출

향기성분은 연속수증기증류법(steam-distillation method)에 의해 추출하였다(Nickerson & Likens 1966). 즉, 시료 100 g을 3 L flask에 넣고 증류수 1 L, 내부표준물질(nonadecane)을 가하여 잘 혼합한 다음 ether(J.T.Baker, Mexico)를 70 mL에 1시간 연속 증류시켜 유액을 취한 후 탈수하고 Kuderna Danish 농축장치를 이용하여 농축시킨 다음 질소가스를 사용하여 최종 부피를 250 μL까지 농축하여 분석에 사용하였다.

2) 향기성분의 분석

추출된 휘발성 향기성분의 정량분석은 GC-MSD(Hewlett-Packard, G1800B GCD, Agilent Technologies Inc., CA, USA)를 사용하였다. Column은 HP-5(0.25×300 mm, 250 μm, Agilent Co., CA, USA)를 사용하였다. 온도 프로그램은 40℃에서 3분간 유지한 다음 3℃/min의 속도로 240℃까지 상승시키고 이후 5분간 유지하였다. Injection 및 detector 온도는 각각 250℃, 280℃로 설정하였고, carrier gas로는 He gas를 유속 0.8 mL/min으로 사용하였다. 시료는 1 μL를 주입하였으며, splitless mode로 분석하였다. GC-MSD의 분석 조건은 electron multiplier voltage를 1600 eV로 하였다. 휘발성 향기성분 함량은 Lim 등(2016)의 방법에서와 같이 내부표준물질의 peak area와 동정된 휘발성 향기성분의 peak area의 비율로 상대적인 함량을 산출하였다. 이 때 내부표준물질로 nonadecane(10 mg/kg)을 사용했으며, 피크 면적비와 중량비의 상관계수는 1이라고 가정하였다. 휘발성 향기성분의 동정을 위해 GC chromatogram에 나타난 retention time을 확인하고 retention index(RI)를 계산하였고 mass spectrum을 GC-MSD의 Wiley 275L data base를 이용하여 확인하였다.

결과 및 고찰

재배 곤달비와 야생 곰취의 휘발성 향기성분을 steam distillation으로 추출하고 GC-MSD를 통해 분석했을 때 chromatogram은 Fig. 1, Fig. 2와 같으며, 내부표준 물질의 peak area와 대비하여 도출된 곤달비와 곰취의 휘발성 향기성분 함량은 Table 1, Table 2와 같다.

1. 곤달비의 휘발성 향기성분

Table 1에서와 같이 곤달비에서는 48종의 휘발성 향기성분이 검출되었다. 주요 휘발성 향기성분으로는 β-terpinene이 84.6 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, 그 다음은 sabinene

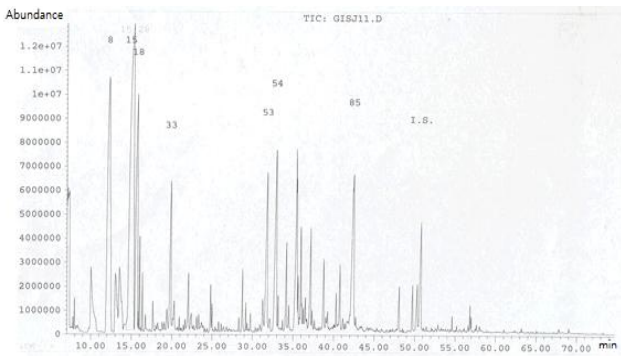

Fig. 1. Gas chromatogram of *Ligularia stenocephala*.

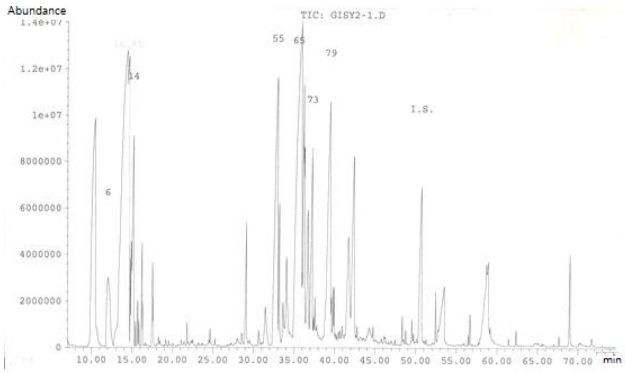

Fig. 2. Gas chromatogram of *Ligularia fischeri.*

(54.27 mg/kg), cis-ocimene(31.35 mg/kg), trans-caryophyllene(22.59 mg/kg)의 순으로 나타났다. 그 외에도 β-elemene(17.28 mg/kg)과 쓴맛을 내는 allo-ocimene(12.75 mg/kg) 등이 확인되었다.

곤달비의 주요 향기성분 중 가장 함량이 높은 β-terpinene은 그 다음으로 많이 검출된 sabinene에서 유래한 것으로 해석된다. α-Terpinene은 피톤치드의 주요 성분중 하나로서 양하의 주요 항산화성분(Lee 등 2007)이며, sage와 같은 허브식물에서 주요 향기성분으로 보고(Oh & Whang 2003)된 바 있다. Yang KW(2014)는 온주밀감 꽃 에센셜오일의 항염증 효과를 나타내는 염증억제 성분을 γ-terpinene(24.66%)라고 보고한 바 있다. 본 실험에서 많은 양이 검출된 sabinene은 monoterpene이며, 흑후추의 주요 향기성분 중 하나이기도 하다. Ryu 등(2019)은 산국의 정유성분에 함유된 sabinene이 근육위축을 억제하는 효과를 보였다고 보고한 바 있다.

Cis-ocimene은 monoterpenes의 한 종류로서, 레몬, 한라봉 등에 비교적 많이 함유되어 있다고 보고(Yoo 등 2004)되었으며, 상쾌한 허브향이 나므로 향료로서도 활용된다. 향료로 이용되는 녹나무과의 *Litsea cubeba* 정유성분 중에서 ocimene 함량이 가장 많았으며, 항곰팡이 활성(Wang 등 1999)이 보고된 바 있다. Trans- caryophyllene은 sesquiterpenes으로서, 산화에 의한 세포독성에 대하여 보호 효과가 있음이 보고(Hong SH 2006)된 바 있다. β-Elemene을 포함해서 elemenes(α-, β-, γ-, 그리고 δ-elemene)은 식물에서 꽃 향기와 같은 냄새를 내며, 다양한 약용식물의 추출물에 함유된 성분(Edris AE 2009)으로서 유방암세포의 증식 억제 효과(Guan 등 2014) 등 천연 항암성분으로 알려져 있다. 또한 많은 양은 아니지만 α-phellandrene이 검출되었으며, 이는 Eucalyptus oil의 주요성분으로서 Zhang 등(2017)의 연구에서 *Penicillium cyclopium*균에 대한 항균 활성이 있는 것으로 보고한 바 있다.

2. 곰취의 휘발성 향기성분

Table 2에서와 같이 곰취에서는 51종의 휘발성 향기성분

Table 1. Volatile flavor compounds identified in *Ligularia stenocephala*

No.	Retention time (min)	Volatile compounds	*L. stenocephala* (mg/kg)
1	7.79	2-Hexenal	0.30
2	7.98	3-Hexen-1-ol	1.11
3	8.22	1-Methyl-2-pentyl-cyclopropane	0.22
4	9.78	α-Thujene	0.37
5	10.01	α-Pipene	11.70
6	12.07	Sabinene	54.27
7	13.03	Myrcene	9.24
8	13.52	α-Phellandrene	10.93
9	15.28	β-Terpinene	84.60
10	15.39	Cis-Ocimene	31.25
11	15.69	Benzenacetaldehyde	0.32
12	15.86	Trans-β-Ocimene	3.64
13	17.55	α-Terpinolene	1.79
14	19.90	Allo-Ocimene	12.75
15	20.30	2,6-Dimethyl-2,4,6-octatriene	2.09
16	22.07	3-Cyclohexen-1-ol	4.23
17	22.42	4-Isopropyl-2-cyclohexene-1-one	1.57
18	23.09	(E)-1-(p-Methoxyphenyl)-2-methoxye	0.67
19	26.94	Exobornyl acetate	0.03
20	29.18	γ-Elemene	1.14
21	29.33	β-Selinene	0.38
22	31.25	Berkheyaradulen	2.45
23	31.45	β-Elemene	17.28
24	32.96	Trans-Caryophyllene	22.59
25	33.16	β-Cubebene	1.74
26	33.72	γ-Cadinene	0.45
27	34.07	α-Humulene	5.49
28	34.49	Trans-β-Farnesene	1.57
29	35.43	1.2.3.4.4a.5.6.8a-Octahydronaphthalene	19.73
30	35.63	Eremophilene	2.51
31	35.97	α-Bergamotene	6.65
32	36.27	Germacrene A	1.33
33	36.52	E.E-α-Farnesene	2.46
34	37.18	β-Sesquiphellandrene	7.58
35	37.35	Oxacyclotridec-10-en-2-one	1.16
36	38.79	Nerolidol	5.04
37	39.27	Caryophyllene oxide	0.87
38	40.32	Oplopenone	1.95
39	40.50	β-Maaliene	0.37
40	41.15	Calarene	0.85
41	42.49	Selina-3,7(11)-diene	22.92
42	50.32	Liguhodgsonal	3.74
43	50.75	Nonadecane	10.00
44	51.44	Methyl hexadecanoic acid	0.29
45	52.91	Hexadecanoic acid	0.53
46	55.03	Muscopyridine	0.09
47	56.62	9,12-Octadecadienoic acid	0.28
48	56.85	9,12,15-Octadecatrienoic acid	1.03
49	67.83	Tetracosane	0.39

Table 2. Volatile flavor compounds identified in *Ligularia fischeri*

No.	Retention time (min)	Volatile compounds	*L. fischeri* (mg/kg)
1	10.01	α-Pipene	27.32
2	12.07	Sabinene	8.24
3	14.45	α-Pinene	74.63
4	14.92	1-Methyl-4-(2-methylethyl)-benzene (p-cymene)	4.16
5	15.20	1-Limonene	9.40
6	15.39	Cis-Ocimene	0.32
7	15.69	Benzenacetaldehyde	1.04
8	15.86	Trans-β-Ocimene	0.53
9	16.23	α-Thujene	2.78
10	16.66	Trans-Sabinene hydrate	0.08
11	17.55	α-Terpinolene	2.78
12	18.14	Cis-Sabinene hydrate	0.03
13	18.27	Linalool	0.19
14	19.18	1-Terpineol	0.29
15	19.54	Neo-allo-Ocimene	0.12
16	20.76	2,6-Nonadienal	0.04
17	21.81	4-Terpineol	0.55
18	24.51	1-Isopropyl-2-methoxy-4-methylbenzene	0.09
19	24.66	Z-3-Hexenyl isopentanoate	0.42
20	29.12	Bicycloelemene	4.39
21	29.53	α-Cubebene	0.33
22	30.65	α-Copaene	0.53
23	31.45	β-Elemene	2.74
24	32.96	Trans-Caryophyllene	25.35
25	33.16	β-Cubebene	5.73
26	34.07	α-Humulene	6.14
27	35.93	Germacrene-D	54.01
28	36.32	α-Muurolene	2.43
29	36.73	4-Methyl-2,6-bis(1,1-dimethylethyl)phenol	3.09
30	37.25	δ-Cadinene	9.60
31	37.56	1,2,4a,5,6,8a-Hexahydro-4,7-dimethyl-1(1-Methylethyl)-naphthalene	1.29
32	39.44	Endo-1-bourbonanol	22.78
33	39.79	Viridiflorol	1.51
34	40.66	β-Patchoulene	0.48
35	44.73	Mintsulfide	0.40
36	46.27	Tetradecanoic acid	0.13
37	47.45	Fukinanolid	0.13
38	48.33	Phytol	0.54
39	50.75	Nonadecane	10.00
40	51.27	Methyl palmitate	0.11
41	52.46	Butyl phthalate	1.14
42	52.91	Hexadecanoic acid	6.65
43	56.45	Methyl 11,14-octadecadienoic acid	0.21
44	56.68	Methyl 9,12,15-octadecatrienoic acid	0.60
45	58.84	9,12,15-Octadecatrien-1-ol	8.07
46	61.42	6-Angeloyloxy-1,10-epoxy-euryopsin	0.18
47	62.35	Tricosane	0.36
48	64.68	5-Eicosene	0.27
49	65.03	Cyclopentadecane	0.22
50	67.65	Eicosane	0.26
51	68.99	Isooctyl phthalate	2.86
52	71.69	Pristane	0.43

이 검출되었다. 주요 휘발성 향기성분을 살펴보면, α-pinene (74.63 mg/kg), germacrene-D(54.01 mg/kg)가 매우 높았으며 그 다음으로 α-pipene(27.32 mg/kg), trans-caryophyllene(25.35 mg/kg), endo-1-bourbonanol(22.78 mg/kg)의 순으로 함량이 높았다. 그 외에도 1-limonene, δ-cadinene 등이 검출되었다.

Monoterpene류에 해당하는 α-pinene은 많은 식물에 함유된 정유성분 중 하나이다. 측백나무의 주요 정유성분인 pinene ($C_{10}H_{16}$)은 기억력 손상으로부터 뇌세포를 보호하고, 인지기능을 증진시키는 효과(Lee GY 2012)가 보고된 바 있다. α-와 β- 모두 항응고효과, 항암, 항균, 항산화, 항염증 효과 등 광범위한 약리적 효과(Salehi 등 2019)가 보고되었다. 곰취와 한대리곰취에 대한 Han 등(2010)의 정유성분 연구에서 두 산채류 모두 가장 높게 나타난 limonene이 본 실험에서도 검출되었으나 그리 높은 수치는 아니었다. 반면 Han 등(2010)의 실험에서 두 번째로 높게 나타났던 α-pinene은 본 실험에서도 높게 검출되었다. Kang SI(2010)는 소나무속 *P. densiflora* 정유성분 연구에서 α-pinene(12.05%)과 sesquiterpene인 trans-caryophyllene, endo-1-bourbonanol, 그리고 germacrene-D가 주요 정유성분이었으며, 추출물에서 항균효과를 나타냈다고 보고한 바 있다. 본 실험에 분석된 곰취에서도 α-pinene, trans-caryophyllene, endo-1-bourbonanol, 그리고 germacrene-D가 검출되었다는 점은 야생 곰취의 특성상 생육한 지역과도 관련이 있을 것이라고 해석된다. Germacrene은 다양한 종의 식물에서 발견되며, sesquiterpenes으로서 살충, 미생물억제 등의 효과(Yang 등 2005)가 있다고 알려져 있다. Choi HS(2020)의 연구에서 곰취의 정유성분으로 검출된 viridiflorol, ɣ-muurolene, limonene 및 caryophyllene 성분이 본 실험에서도 확인되었으나, longiverbenone은 본 연구에서는 검출되지 않았다. 이는 서식하는 지역의 토양이나 기후, 재배조건, 정유성분의 추출방법 등의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

3. 곤달비 및 곰취의 휘발성 향기성분 비교

곤달비와 곰취의 휘발성 향기성분으로서 본 연구에서 공통으로 검출된 성분은 α-pipene, sabinene, cis-ocimene, trans-β-ocimene, α-terpinolene, β-elemene, trans-caryophyllene, β-cubebene, α-humulene 등이었다.

곤달비의 경우 항암물질로 널리 알려진 β-elemene은 곰취에 비해 6배 정도 높게 나타났으며, sabinene과 cis-ocimene 함량은 곰취에 비해 5~10배 이상 높게 나타났다. Sabinene는 다양한 식물의 정유성분에서 검출되는 monoterpene으로서, 항염증효과와 곰팡이 억제효과가 보고된 바 있다(Cao 등 2018).

항염증효과(Fernandes 등 2007) 뿐만 아니라 대뇌의 허혈성 손상에 대한 보호효과(Chang 등 2013)가 보고된 trans-caryophyllene이 두 산채 모두 검출되었으며, 곤달비(22.59

mg/kg)와 곰취(25.25 mg/kg) 두 산채 모두 다량 함유하는 것으로 나타났다. Caryophyllene은 *pseudomonas aeruginosa*와 *bacillus subtilis*에 대한 방어기전을 통한 항균효과(Sabulal 등 2006)가 보고된 바 있으며, α-pinene, β-myrcene 그리고 β-caryophyllene 등이 주요 휘발성성분인 산초 정유성분에서 강한 항균 효과(Bae SM 2009)가 보고되었다. 쑥의 일종인 *Artemisia vulgaris* L.의 연구(Malik 등 2019)에서도 caryophyllene (37.45%), germacrene D(16.17%), humulene(13.66%) 등의 주요성분을 함유한 추출물에서 세균 및 곰팡이 번식 억제효과가 있음이 보고되었다.

곰취와 한대리곰취에서 많은 양이 검출된 β-cubebene의 경우 본 실험에서도 곤달비와 곰취 모두 검출되었으며, 곰취의 경우 3배 정도 더 높게 검출되었다.

Monoterpene에 해당하며 간세포의 autophagy를 일으킴으로써 간세포 증식을 억제하는 효과(Hsieh 등 2015)가 있다고 보고된 α-phellandrene은 곤달비에서만 확인되었다. 또한 coriander 경엽에서 가장 많이 검출된 β-sesquipellandrene이 곤달비에서만 검출되었으며, *ligularia*에 속하는 식물에서 항암 등 생리활성효과를 낸다고 알려진 sesquiterpenes류의 eremophilene($C_{15}H_{24}$)도 곤달비에서만 검출되었다(Hou 등 2014).

반면 곰취에서 많은 양이 검출된 α-pinene, germacrene-D, endo-1-bourbonanol 등은 곤달비에서는 검출되지 않았다. 특히 곰취의 지표물질로 알려진 limonene은 곰취의 경우에만 검출되었고, 곤달비에서는 검출되지 않았다. Han 등(2010)의 곰취와 한대리곰취의 휘발성 향기성분 연구에서 두 산채 모두 D-limonene이 가장 많은 부분을 차지하였으며, 또한 곰취와 한대리곰취에서 검출된 pinene 성분이 본 실험에서는 곰취에서만 검출되고 곤달비에서는 검출되지 않았다. 소량이기는 하지만 쓴맛을 내는 δ-cadinene과 mintsulfide도 곰취에서만 검출되었다. 곰취에서 많이 검출된 α-pinene, germacrene-D, trans-caryophyllene, limonene 등은 Cho 등(1999)의 솔 부위별 추출물에서 분석된 물질과 유사한 휘발성 향기성분으로 구성된 것을 볼 수 있었다. 또한 Song & Kwon(1990)은 미나리에서 limonene, germacrene D, β-pinene 등의 휘발성 향기성분이 많이 검출되었다고 보고한 바 있다. 곰취와 곤달비는 유사한 모양과 향을 가진 것으로 구분이 어려운 산채이지만 실제로 함유하는 휘발성 향기성분의 구성은 많은 차이가 있는 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합하면 곰취와 곤달비의 휘발성 향기성분을 비교할 때, α-pinene, germacrene-D, endo-1-bourbonanol과 쓴맛을 내는 δ-cadinene, limonene은 곰취만 검출되었으며, 반면 allo-ocimene, α-phellandrene, myrcene 등은 곤달비 추출물에서만 확인되었다. 이러한 결과에서 볼 때 모양이 유사할지라도 곰취와 곤달비의 휘발성 향기성분의 주요 성분의 종류와 양에 많은 차이가 있음을 알 수 있었다.

요약 및 결론

곤달비와 곰취를 steam distillation에 의한 추출 후 GC 및 GCD에 의한 향기성분의 분석 결과는 다음과 같다. 즉, 곤달비의 휘발성 향기성분은 총 48종이 검출되었으며, 주요 휘발성 향기성분은 β-terpinene, sabinene, cis-ocimene, trans-caryophyllene, β-elemene 등이었다. 곰취의 향기성분은 51종의 성분이 확인되었으며, 주요 휘발성 향기성분은 α-pinene, germacrene-D, trans- caryophyllene, limonene 등이었다. 곰취와 곤달비의 휘발성 향기성분을 비교할 때, α-pinene, germacrene-D, endo-1-bourbonanol과 limonene, 쓴맛을 내는 δ-cadinene은 곰취의 경우에만 검출되었다. 반면 allo-ocimene, α-phellandrene, myrcene 등은 곤달비 추출물에서만 검출되었다. 이를 통해 모양이 유사하고 같은 속에 속할지라도 곰취와 곤달비의 휘발성 향기성분이 상당히 다름을 알 수 있었으며, 재배를 통해 생산량이 증가하는 곤달비에 대한 휘발성 성분에 대한 연구는 부족한 상태이므로 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라고 생각된다.

References

Bae JH, Yu SO, Kim YM, Chon SU, Kim BW, Heo BG. 2009. Physiological activity of methanol extracts from *Ligularia fischeri* and their hyperplasia inhibition activity of cancer cell. *J Bio-Environ Control* 18:67-73

Bae SM. 2009. Studies on proximate composition, antioxidant, antimicrobial and anticancer activities of *Zanthoxylum schinifolim* fruit according to ripening stages. Ph.D. Thesis, Kyungnam Univ. Masan. Korea

Cao Y, Zhang H, Liu H, Liu W, Zhang R, Xian M, Liu H. 2018. Biosynthesis and production of sabinene: Current state and perspectives. *Appl Microbiol Biotechnol* 102:1535-1544

Chang HJ, Kim JM, Lee JC, Kim WK, Chun HS. 2013. Protective effect of *β*-caryophyllene, a natural bicyclic sesquiterpene, against cerebral ischemic injury. *J Med Food* 16:471-480

Cho JE, Lee MJ, Lee YB, Yoon J. 1999. Comparisons of volatile compounds of *Pinus densiflora* on kinds of extraction solvent and parts of pinus. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:973-979

Choi HS. 2019. Chemical composition of the essential oils from *Ligularia fischeri* and *Ligularia fischeri* var. *spiciformis*.

Korean J Food Nutr 32:284-293

Choi HS. 2020. Chemical composition of the essential oils from *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai with different harvesting area. *Korean J Food Nutr* 33:257-265

Choi JW, Kim WB, Nam JH, Park HJ. 2007. Anti-diabetic effect of the methanolic extract of *Ligularia stenocephala* leaves in the streptozotocin-induced rat. *Korean J Plant Resour* 20:362-366

Choi J, Park JK, Lee KT, Park KK, Kim WB, Lee JH, Jung HJ, Park HJ. 2005. *In vivo* antihepatotoxic effects of *Ligularia fischeri* var. *spiciformis* and the identification of the active component, 3,4-dicaffeoylquinic acid. *J Med Food* 8:348-352

Debnath T, Kim EK, Deb Nath NC, Lee KG. 2017. Therapeutic effects of *Ligularia stenocephala* against inflammatory bowel disease by regulating antioxidant and inflammatory mediators. *Food Agric Immunol* 28:1142-1154

Edris AE. 2009. Anti-cancer properties of *Nigella* spp. essential oils and their major constituents, thymoquinone and β-elemene. *Curr Clin Pharmacol* 4:43-46

Fernandes ES, Passos GF, Medeiros R, da Cunha FM, Ferreira J, Campos MM, Pianowski LF, Calixto JB. 2007. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (−)-*trans*-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. *Eur J Pharmacol* 569:228-236

Guan C, Liu W, Yue Y, Jin H, Wang X, Wang XJ. 2014. Inhibitory effect of β-elemene on human breast cancer cells. *Int J Clin Exp Pathol* 7:3948-3956

Ham SS, Lee SY, Oh DH, Jung SW, Kim SH, Chung CK, Kang IJ. 1998. Antimutagenic and antigenotoxic effects of *Ligularia fischeri* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:745-750

Han SS, Sa JY, Lee KC. 2010. A comparison the volatile aroma compounds between *Ligularia fischeri* and *Ligularia fischeri* var. *spiciformis* leaves. *J For Environ Sci* 26:209-217

Hong SH. 2006. Cytoprotective effect of *trans*-caryophyllene against oxygen-glucose deprivation- or hydrogen peroxide-induced cytotoxicity. Master's Thesis, Ewha Womans Univ. Seoul. Korea

Hou C, Kulka M, Zhang J, Li Y, Guo F. 2014. Occurrence and biological activities of eremophilane-type sesquiterpenes. *Mini Rev Med Chem* 14:664-677

Hsieh LC, Hsieh SL, Chen CT, Chung JG, Wang JJ, Wu CC. 2015. Induction of *α*-phellandrene on autophagy in human liver tumor cells. *Am J Chin Med* 43:121-136

Hyun KW, Koo KC, Jang JH, Lee JG, Kim MR, Lee JS. 2004. Quality characteristics and flavor compounds of Geumsan perilla leaves cultivated in greenhouse and field. *Korean J Food Preserv* 11:28-33

Kang SI. 2010. Composition and antibacterial activity of essential oil extracted from *Cinnamomum* and *Pinus* species. Master's Thesis, Kyungnam Univ. Masan. Korea

Kim DH, An BJ, Kim SG, Park TS, Park GH, Son JH. 2011. Antimelanogenic effect of *Ligularia fischeri, Solidago virga-aurea, Aruncus dioicus* extracts from Ullung Island in murine melanoma cells. *J Life Sci* 21:279-285

Kim HK. 2009. Biological activities of biofunctional components isolated from 30 medicinal herb plants. Ph.D. Thesis, Jeonbuk Univ. Jeonju. Korea

Kim MR. 2005. A new analytical method for volatile components and their biological activities in Korean medicinal plant, *Danggui*. Ph.D. Thesis, Chonnam National Univ. Gwangju. Korea

Kim TJ. 1996. Korean Resources Plants. pp.242-243. Seoul National University Press

Lee EK, Shin MC, Jung SH. 2017. Volatile compound analysis and anti-oxidant and anti-inflammatory effects of *Oenanthe javanica*, *Perilla frutescens*, and *Zanthoxylum piperitum* essential oils. *Asian J Beauty Cosmetol* 15:355-366

Lee GY. 2012. Neuroprotective potential of α-pinene for the prevention and/or treatment of dementia. Master's Thesis, Daegu Haany Univ. Gyeongsan. Korea

Lee JW, Chon SU, Han SK, Choi DG, Ryu J. 2007. Effects of antioxidant and flavor components of *Zingiber mioga* Rosc. *Korean J Med Crop Sci* 15:203-209

Lee SP, Kim SK, Choi BS, Lee SC, Kim KU. 1995. Growth and aromatic constituents of wild and domesticated *Codonopsis lanceolata* grown at two different regions. *Korean J Crop Sci* 40:587-593

Lim SH, Nam H, Baek HH. 2016. Aroma characteristics of acai berry. *Korean J Food Sci Technol* 48:122-127

Malik S, de Mesquita LSS, Silva CR, de Mesquita JWC, de Sá Rocha E, Bose J, Abiri R, de Maria Silva Figueiredo P, Costa-Júnior LM. 2019. Chemical profile and biological activities of essential oil from *Artemisia vulgaris* L. cultivated in Brazil. *Pharmaceuticals.* 12:49-59

Nam HS, Jung JW, Kim DW, Ha HC. 2017. Antioxidant and anti-inflammatory activities of hot water extracts of *Ligularia fischeri. Korean J Food Preserv* 24:834-841

Nickerson GB, Likens ST. 1966. Gas chromatography evidence for the occurrence of hop oil components in beer. *J Chromatogr A* 21:1-5

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

Roh EJ, Kim YS, Kim BG. 2009. Effect of antioxidation and inhibition of melanogenesis from *Ligularia stenocephala* extract. *J Korean Appl Sci Technol* 26:87-92

Ryu YK, Lee DH, Jung SH, Lee KJ, Jin HZ, Kim SJ, Lee HM, Kim BK, Won KJ, 2019. Sabinene prevents skeletal muscle atrophy by inhibiting the MAPK–MuRF-1 pathway in rats. *Int J Mol Sci* 20:4955-4969

Sa JY. 2010. A study on the volatile aroma compounds in fresh leaves of *Ligularia, aster* and *Synurus* species. Master's Thesis, Kangwon National Univ. Chuncheon. Korea

Sabulal B, Dan M, J AJ, Kurup R, Pradeep NS, Valsamma RK, George V. 2006. Caryophyllene-rich rhizome oil of *Zingiber nimmonii* from South India: chemical characterization and antimicrobial activity. *Phytochemistry* 67:2469-2473

Salehi B, Upadhyay S, Erdogan Orhan I, Kumar Jugran A, Jayaweera SLD, Dias DA, Sharopov F, Taheri Y, Martins N, Baghalpour N, Cho WC, Sharifi-Rad J. 2019. Therapeutic potential of α- and β-pinene: A miracle gift of nature. *Biomolecules* 9:738-772

Seo DY, Cheon WY, Kim YH. 2017. Antioxidant activity and anti-adipogenic effect of *Ligularia stenocephala* extract. *Korean J Food Nutr* 30:1292-1298

Song GS, Kwon YJ. 1990. Analysis of the volatile constituents of *Oenanthe stolonifera* DC. *J Korean Soc Food Nutr* 19:311-314

Song HS, Choi HS, Lee MS. 1997. Analysis of volatile flavor components of *Pimpinella brachycarpa*. *Korean J Soc Food Sci* 13:674-680

Wang F, Yang D, Ren S, Zhang H, Li R. 1999. Chemical composition of essential oil from leaves of *Litsea cubeba* and its antifungal activities. *Zhong Yao Cai* 22:400-402

Yang FQ, Li SP, Chen Y, Lao SC, Wang YT, Dong TTX, Tsim KWK. 2005. Identification and quantitation of eleven sesquiterpenes in three species of *Curcuma* rhizomes by pressurized liquid extraction and gas chromatography–mass spectrometry. *J Pharm Biomed Anal* 39:552-558

Yang KW. 2014. A study on the architectural design about urban-type country houses. Master's Thesis, Gyeongnam National Univ of Science and Technology. Jinju. Korea

Yoo ZW, Kim NS, Lee DS. 2004. Comparative analyses of the flavors from Hallabong (*Citrus sphaerocarpa*) with lemon, orange and grapefruit by SPTE and HS-SPME combined with GC-MS. *Bull Korean Chem Soc* 25:271-279

Yoon MH, Cho CW, Lee JW, Kim YS, An GH, Lim CH. 2008. Antithrombotic compounds form the leaves of *Ligularia stenocephala* M. *Nat Prod Sci* 14:62-67

Zhang Jh, Sun Hl, Chen Sy, Zeng L, Wang Tt. 2017. Anti-fungal activity, mechanism studies on α-phellandrene and nonanal against *Penicillium cyclopium*. *Bot Stud* 58:13-22

Received 02 July, 2021
Revised 06 July, 2021
Accepted 19 July, 2021