

곰취속 몇몇 종의 내적 품질과 휘발성 향기성분과 비교

백준필¹ · 마하무다 악타 밀리² · 최인이² · 윤혁성² · 김영설³ · 박완근³ · 권명철⁴ · 강호민^{1,2*}

¹강원대학교 농업생명과학연구원, ²강원대학교 원예학과, ³강원대학교 산림자원학과, ⁴강원대학교 농생명산업학과

Comparison of Internal Quality and Volatile Aromatic Compounds in Several *Ligularia* spp.

Jun Pill Baek¹, Mahmuda Akter Mele², In-Lee Choi², Hyuk Sung Yoon², Young Seol Kim³,
Wan Geun Park³, Myoung Cheol Kwon⁴, and Ho-Min Kang^{1,2*}

¹Agricultural and Life Science Research Institute, Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon 200-701, Korea

²Dept. of Horticulture, Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon 200-701, Korea

³Dept. of Forest Resources, Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon 200-701, Korea

⁴Dept. of Agrochemical Life Sciences, Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon 200-701, Korea

Abstract. This study was conducted to compare the aromatic compounds and the internal quality such as total phenolic contents, DPPH activity, and vitamin C contents in two new forma (red type and dalgom) and gom-chwi (*Ligularia fischeri*). Total phenolic contents were indicated 137.29mg/100g fresh wt. in gom-chwi, 158.40mg/100g fresh wt. in red type, and 180.82mg/100g fresh wt. in dalgom, red type and dalgom had higher contents than gom-chwi. DPPH activities were appeared similar result in gom-chwi (74.45%) and red type (75.59%), and dalgom (86.26%) had better than others. In vitamin C contents, gom-chwi and red variety had shown very closed results but dalgom had best result (1.81mg/100g fresh wt.). Essential oil contents of red type (0.164% of fresh wt.) and dalgom (0.290% of fresh wt.) had higher contents than gom-chwi (0.060%). Analysis of major components of essential oil by GC/MSD, identified 43 compounds in gom-chwi, 44 compounds in red type, and 31 compounds in dalgom. N-containing compound only detected in dalgom. Comparison of six aromatic compounds for fragrance (α-pinene, β-pinene, β-phellandrene, α-phellandrene, 3-carene, and limonene) was indicated red type had higher contents and dalgom had lower contents than gom-chwi. Dalgom had higher contents of total phenolic, DPPH activity, vitamin C, and essential oil than red type and gom-chwi. This result had shown the dalgom had better characters for new cultivar.

Additional key words : Dalgom, Essential oil, Fragrance, Vitamin C, GC/MSD

서 론

곰취(*Ligularia fischeri*)는 산지의 나무숲 밑이나 비옥한 초생지 및 산골짜기의 음습한 계곡부에 자생하는 국화과의 다년생 초본으로 왕곰취 또는 큰곰취라고도하며 높이가 1-2m이고 근경은 굵고 중기 위쪽에 잔털이 있으며(KNA, 2014), 근생엽은 가장자리에 규칙적인 톱니를 갖는 신장상 심장형 모양을, 경생엽은 아랫부분 앞은 근생엽에 유사하나 엽병이 짧고 밑부분이 넓어져서 엽초처럼 되는 형태학적인 특성을 갖는다(Yeon 등, 2012).

산채는 우리 민족과 오랜 역사를 함께하는 먹거리로 그간 식용으로만 활용되어 산업적 소재로서의 활용도가

낮았으나, 최근 소비자들에게 건강식품으로 인식되면서 농가의 새로운 소득 작목으로 부상되고 있다(Lee와 Go, 2012). 국내 자생 식용 가능식물 480여종 중 식품학적으로 가치가 있는 산채는 약 90여 종에 이르며 이중 재배가 이루어지고 있는 산채는 37종에 달한다(An, 2009). 산채는 수익성이 목재보다 높아 산간 지역 주민의 소득 기여도가 높으며(Kim, 2008), 다양한 기능성 생리활성물질을 함유하고 있어 이를 활용한 화장품, 기능성 식품, 그리고 천연 의약품 개발 연구가 활발하게 이루어지고 있다(An, 2009; Im, 2009). 식용 산채의 품질을 결정하는 중요한 인자로는 맛과 향을 들 수 있는데, 향이 너무 강한 산채는 생채로 직접 이용하기에 적합하지 않기 때문에 주로 가공하여 식용하고 있다(Han 등, 2010). 잎의 휘발성 물질은 산채 향기의 품질을 결정하는 주요한 요인 중 하나이며, 종간에도 차이를 보이는데, 이러한 식

*Corresponding author: hominkang@kangwon.ac.kr

Received November 27, 2014; Revised December 12, 2014;

Accepted February 16, 2015

물간의 향기성분의 차이는 동일 식물이라도 재배지의 환경 따라 다르게 나타나기도 한다(Lee 등, 2008). 또한 동일 품종의 경우에도 지역에 따라 재배지 특성, 재배 방법에 따라 차이를 나타낸다(Baek 등, 2014a, 2014b). 산채류에 관한 연구를 보면, 향기품질이 구매에 큰 영향을 미침에도 불구하고 주로 재배나 추출물에 대한 기능성 물질 분석에 집중되어 있으며 고유의 방향성 연구는 거의 이루어지지 않고 있다(Han 등, 2010). 곱취의 향기 품질에 대한 연구는 곱취와 한대리 곱취간의 향기 성분의 단순비교가 이루어졌으나(Han 등, 2010; Yeon 등, 2012), 본 연구에서 사용한 적곱취, 달곰 등과 같은 여러 품종과의 비교 연구는 없었다.

적곱취는 엽병의 색이 붉고, 강한 향을 가지며, 달곰은 신규 등록된 곱취 품종으로 기존 곱취 특유의 향과 쓴 맛이 일반 곱취보다 적게 느껴진다. 따라서 본 연구는 이들 두 품종과 기존 재배종 곱취 간의 총페놀함량, DPPH 활성, 비타민 C 함량과 향기 성분을 비교하여 신 품종 육성을 위한 기초자료를 얻기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

본 실험에 사용한 재료는 환경 변화에 의한 향기 성분의 변화를 최소화하기 위하여, 강원도 화천 간동면 방천리 일대(N 38.06, E 127.85)에서 생산한 곱취(*Ligularia fischeri*)와 적곱취(red type)와 신품종 달곰(dalgom)을 자생지와 유사한 산지에서 생산물의 향기가 균일하며, 형태 및 크기가 균일하고 우수한 것을 수집하여 분석하였다.

수집된 재료는 냉장 박스에 포장하여 실험실로 가져와 정량 후 극저온냉동고(-80°C freezer)에 저장한 다음, 분석에 사용하였다.

총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu reagent (Singleton 과 Rossi, 1965)를 이용하여 725nm에서 흡광도를 측정하였고, gallic acid를 표준물질로 하여 상대값으로 나타내었다. 항산화활성은 Kang 과 Saltveit(2002)의 방법으로 DPPH 활성을 측정하였다. 비타민 C는 분석용 컬럼 ZORBAX Eclipse XDB-C18(4.6cm × 250mm, 5µm, Agilent, USA), 검출기는 Tunable Absorbance detector(Waters486, Waters,

USA)를 장착한 HPLC로 측정하였다(Kim 등, 2011).

휘발성 향기성분의 분석은 추출 효율을 높이기 위하여 연속수증기증류법과 용매추출법이 결합된 Nikerson 과 Likens (1966)의 방법으로 생체 100g을 4L의 증류수로 가열하여 2시간동안 추출하였으며, 추출용매는 diethyl ether(J.T.Baker, Mexico, 99.9%)를 사용하였다. 추출 후 sodium nitrate anhydrous를 이용하여 12 시간 이상 냉장 보관하며 잔류하는 수분을 제거한 다음, rotary evaporator (Eyela, Japan)로 감압 농축하여 정유성분을 분석하였다.

정유 성분 분석은 GC/MSD(gas chromatography/mass selective detector)를 이용하여 Agilent GC 7890A와 동사의 5975 MSD (mass selective detector)를 이용하여 정성, 정량 분석하였다. 이 때 GC 주입구의 온도는 250°C, 컬럼은 HP-5ms(30 × 0.25mm, 0.25µm)를 사용하였고, 오븐온도는 80°C에서 시작하여 250°C까지 1분에 5°C씩 승온하였고 180°C에서 5분간 그리고 250°C에서 5분간 정지하였다. 이동상 가스는 초고순도 Helium 가스로 1mL/min으로 조절하였다. 분석된 향기 성분의 질량 분석결과는 NIST Mass spectral library version 2.0 (2005)의 mass spectral data와 mass spectral search program을 통해 비교 분석하였다.

모든 실험은 5반복으로 진행하였으며 통계분석은 Microsoft Excel 2007 program을 이용하여 평균값으로 나타내었고, 유의성 검정은 SPSS 21(IBM, U.S.)를 이용하여 던컨 다중검정을 하였다.

결과 및 고찰

곱취의 재배종과 신품종인 적곱취(red type)와 달곰(dalgom)의 향기성분 및 내적 품질을 비교하기 위하여 총페놀 함량과 DPPH 활성, 비타민 C 함량을 측정하였다(Table 1). 총 페놀 함량은 달곰, 적곱취, 재배종 순으로 신품종이 재배종보다 높게 나타났다.

DPPH 활성은 재배종 74%, 적곱취 75%, 그리고 달곰 86% 수준으로 달곰에서 12% 정도 높은 활성을 보였다(Table 1). Suh 등(2014)은 곱취 품종간 서로 다른 항산화 활성을 나타낸다고 보고하였으며, 본연구의 결과도 같

Table 1. Total phenolic contents, DPPH activities, vitamin C contents, and essential oil contents of cultivated, red variety, and dalgom of *Ligularia fischeri*.

	Gom-chwi	Red type	Dalgom
Total phenolic contents (mg/100g fresh wt.)	137.293b ^c	158.407ab	180.823a
DPPH activity (%)	74.455b	75.593b	86.268a
Vitamin C contents (mg/100g fresh wt.)	1.169b	1.285b	1.814a
Essential oil contents (% of 100g fresh wt.)	0.060c	0.163b	0.290a

^c Duncan's multiple range test (n=5).

은 결과를 나타내었다.

비타민 C 함량도 달콤에서 1.82mg으로 적곰취와 재배종보다 약간 높았으나, Park(1983)은 상추(6-18mg)나 토마토(20mg) 보다는 매우 낮은 수준으로, 잎의 생장에 따른 비타민 C의 희석효과를 가져올 수 있다고 보고한바 본 연구에 사용된 재료는 최적 수확기를 지난 시점에 수확되어 이용되었기 때문에 재배지 환경 및 수확기와 관련된 보다 면밀한 추가 연구가 필요하다고 사료되었다.

기존 재배종과 적곰취는 내적 품질 중 DPPH 활성정도, 비타민 함량에서 유사한 수준을 보였으며 총페놀 함량도 적곰취에서 유의성이 없는 수준으로 약간 높게 나타나 매우 유사한 내적 품질을 가졌음이 알 수 있었으며, 이에 반해 달콤의 경우 다른 두 가지보다 모두 우수한 내적 품질 특성을 나타내었다.

향기 성분은 정유(essential oil)를 추출하여 상호 비교하였다. 정유의 함량은 재배종에서 0.060%, 적곰취에서 0.163%, 그리고 달콤에서 0.290%의 수율을 나타내었다

(Table 1). 이러한 정유의 함량은 일반적으로 방향성 식물의 정유 함량과 유사한데, Lee 등(1994)은 배초향의 정유 함량이 부위에 따라 전혀 존재 하지 않거나 잎과 꽃에서 0.2-0.3% 내외로 존재 한다고 하였으며, Suh와 Park (1999)는 바실의 정유 함량이 무기염의 농도와 품종에 따라 서로 다르다고 보고 하였는데, 본 연구 결과 역시 재배종과 적곰취간에 60% 이상에 가까운 농도차를 보여 정유 함량을 통해 품종간 구분이 가능 할 것으로 나타났다.

GC/MSD에 의한 정유 성분 분석은 정유 성분을 보다 명확히 분석하여 소비자가 원하는 적절한 품종을 선택하기 위하여 수행되었다. Fig. 1은 GC/MSD의 크래마토그램을 나타내었는데 본 그림에서 재배종과 적곰취 그리고 달콤의 주요 물질 함량에 상당한 차이가 있음을 알 수 있었다. 초기 주요 휘발성 물질의 함량은 재배종과 적곰취가 유사한 패턴을 나타내었으며, 16분에서 22분대에서는 세가지에서 모두 유사한 경향을 나타내었고, 이

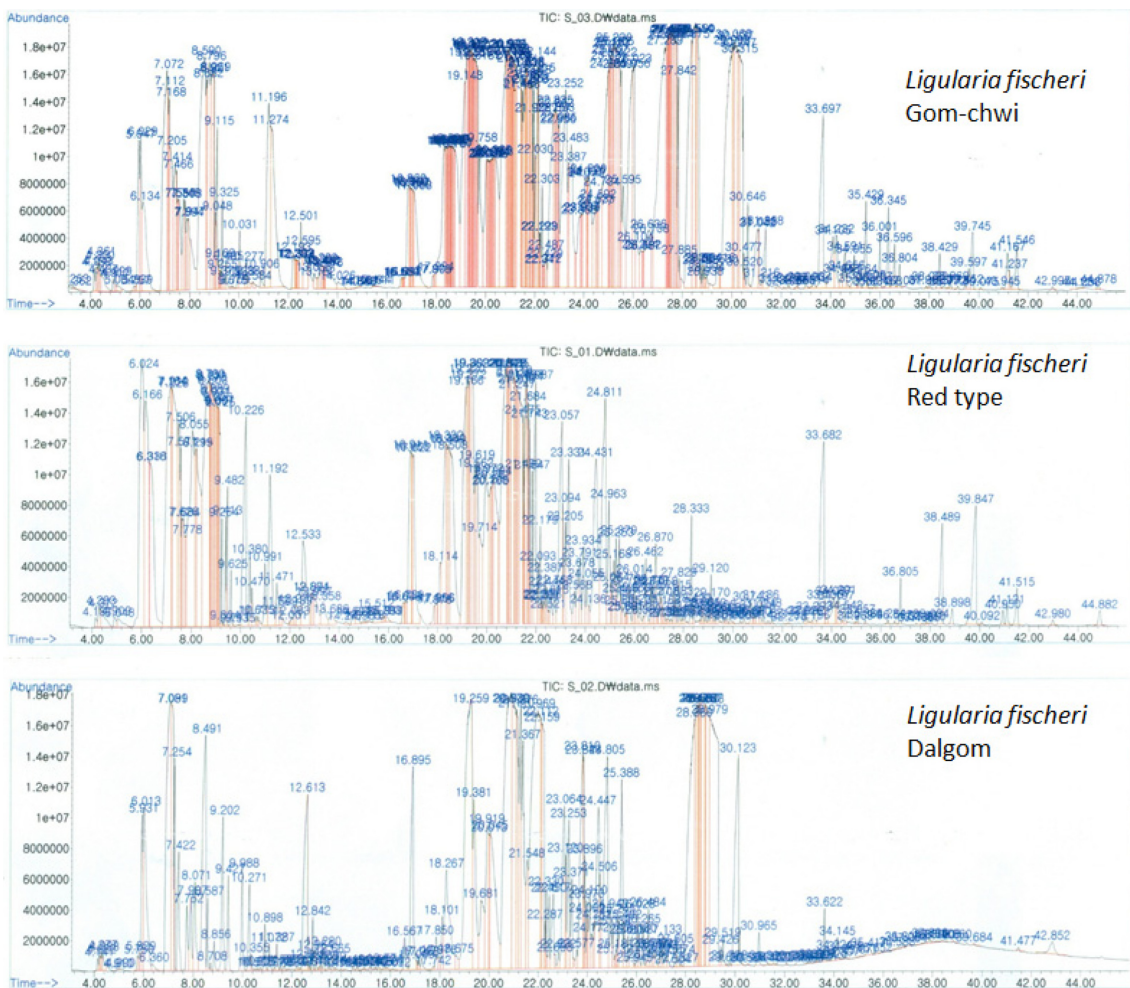


Fig. 1. GC/MSD chromatogram of gom-chwi, and type, and dalgom of *Ligularia fischeri*.

후 세가지 모두 매우 다른 양상을 보였다. 따라서 정유 성분의 특이적인 크레마토그램을 통해 품종을 특정 할 수 있을 것을 판단되었다.

Table 2에서는 GC/MSD를 통해 정성된 방향성 물질을 나타내었다. 동정된 주요 방향성 물질은 재배종의 경우

Table 2. Constituents of volatile compounds in gom-chwi, red type and dalgom of *Ligularia fischeri* by GC/MSD analysis.

		% of identified constituents		
		Gom-chwi	Red type	Dalgom
1	a-pinene	1.333	9.023	1.998
2	β-pinene	1.102	7.846	4.231
3	β-phellandrene	2.306	2.242	2.600
4	3-carene	1.951	6.481	0.740
5	a-phyllandrene	1.292	^z	-
6	Limonene	5.727	6.888	0.299
7	Cyclohexane-methyl	-	1.885	0.150
8	Terpinolen	-	2.431	0.582
9	Terpineol	0.921	2.523	0.602
10	Elemene	2.586	2.283	2.019
11	Copaene	2.142	2.076	0.103
12	Humulen	5.708	3.100	1.866
13	Caryophyllene	8.874	12.119	11.301
14	Isocaryophyllene	4.284	7.694	16.303
15	a-cubebene	8.176	9.450	3.871
16	Azulene	5.227	3.851	12.375
17	Cubenol	2.456	2.898	2.030
18	Caryophyllene oxide	1.716	1.861	3.489
19	Muurolol	2.127	2.634	2.450
20	a-cadinol	2.350	2.770	2.750
21	Ledene oxide	-	0.826	0.216
22	Naphthalenone	5.987	-	-
23	Calareneoxide	-	0.811	-
24	Aromadendrene oxide	-	-	1.416
25	Logipinocarveol	-	-	0.220
26	Lanceol	-	-	0.140
27	Dimethyloxybenzopyran	-	-	0.385
28	Isopropenyl naphthalenol	-	0.585	-
29	Peroxy murolan	-	-	0.254
30	Acetic acid	-	-	0.302
31	3,7-cyclodecadien	10.730	0.338	-
32	1-chloro-7-heptadecene	-	0.208	-
33	Peroxy murolan	-	0.135	-
34	Cyclopropa benzofuran	-	0.139	-
35	Peroxy-murolandiene	-	0.099	-
36	Longipinocarvone	1.293	-	-

Table 2. Continued.

		% of identified constituents		
		Gom-chwi	Red type	Dalgom
37	2[3H] Naphthalene	6.650	-	-
38	1[3H]naphthalenone	-	0.164	-
39	Tetramethyl hexadecenol	-	0.442	-
40	Trimethyl penta-clecanone	-	0.078	-
41	Amino-methyl-dimethoxyquinoline	-	-	23.845
42	1-heptatriacotanol	-	0.110	-
43	Dimethyloctane	0.057	-	-
44	Phthaic acid	-	0.042	-
45	Peroxy murolan	0.062	-	-
46	1-hexadecanol	-	0.193	-
47	Tetramethyl-2-hexadecenol	-	0.079	-
48	1-heptatriacotanol	-	0.066	-
49	Cycloisobngifolene	0.257	-	-
50	2[1H] Naphthalene	7.873	-	-
51	Ethanone	1.894	-	-
52	Hydro ethanone	-	-	2.838
53	Hexadecanoic acid	0.656	0.094	0.250
54	1-heptatriacotanol	-	0.112	-
55	Diethy-tetrahydro naphthalene	-	0.064	-
56	Phytol	1.303	2.969	0.211
57	Octadecatrienoic acid	0.793	0.666	0.000
58	cis-3-octyl-oxiranneoctic acid	0.072	-	-
59	Octadecanoic acid	0.203	-	0.166
60	Azulonol	0.160	-	-
61	3-methyl-2-butenic acid	0.425	-	-
62	Cyclopropanecarboxylic acid	0.198	-	-
63	1-Elcosanol	0.168	-	-
64	1-chloro-heptacosane	0.094	-	-
65	Heneicosane	-	0.191	-
66	2H-1-benzopyran	0.328	-	-
67	Methyl-benzopyran	-	1.286	-
68	1-Elcosene	0.258	-	-
69	Octacosane	0.263	0.250	-
Total contents		100	100	100
% of total constituents of essential oil		78.991	83.754	83.347
Total number of compounds		43	44	31

^z not founded by GC/MSD analysis.

43종이 분석되었으며, 적곰취의 경우 44종이 분석되었고, 달곰의 경우 31종이 분석되었다. Yeon 등(2012)은 곰취의 주요 방향성 성분이 총 19종임을 동정 하였고 한대리 곰취에서는 25종을 동정 하였는데 본 연구에서는 이보다 다양한 물질이 추출되었다. 이것은 추출방법에 따른 차이로 steam distillation/extraction 방법과 본 실험의 추출방법간의 차이로 판단된다. 검출된 총 피크의 수는 200개 수준이었다. 전체 정유 함량 중 동정된 물질이 차지하는 비율은 재배종이 78.991%, 적곰취가 83.754%, 그리고 달곰이 83.347%를 나타내었다. 재배종 곰취의 5% 내외의 함량은 가지는 주요 물질은 limonene, humulen, caryophyllene, isocaryophyllene, a-cubebene, naphthalenone, 3,7-cyclodecadien, 2[3]naphthalenone, 그리고 1[3]naphthalenone 으로 나타났다. 적곰취는 a-pinene, β -pinene, 3-carene, limonene, caryophyllene, isocaryophyllene, a-cubebene, 그리고, 2[3]naphthalenone 으로 나타났다. 달곰은 b-pinene, caryophyllene, isocaryophyllene, azulene, 그리고 amino-methyl-dimethoxyquinoline 이 5% 이상의 주요 물질로 나타났다. 재배종의 caryophyllene 과 isocaryophyllene 함량이 13%수준으로 가장 높음 함량을 나타냈으나 Han 등(2010) 과 Yeon 등(2012)은 limonene 이 가장 높은 함량을 보인다고 하였다. 본 연구의 limonene 함량은 재배종은 5.727% 그리고 적곰취는 6.888%를 나타내어 높은 함량을 나타냈으나 가장 높은 수준은 아니었다. 이것은 정유 수율부분에서와 유사하게 추출방법 또는 수확기에 차이가 정유 함량 또는 조성에 영향을 미친 것으로 판단되었다. 달곰은 0.299%를 나타내어 주요 방향성분의 조성 차이가 있음을 나타냈다. 적곰취 역시 caryophyllene 과 isocaryophyllene 이 19% 수준으로 가장 높은 함량을 나타내었다. Caryophyllene 은 식물 정유에 있어 매우 일반적인 물질로 식물계에 상당량이 존재하고 있으며 정향 과 black pepper 등의 주요 성분이고 향수 조제에 주로 이용된다(Corey 등, 1964). 달곰에서는 amino-methyl-dimthoxyquinoline 이 23.845% 로 가장 높음 함량을 나타냈는데 N 함유 화합물은 다른 두 가지에서는 나타나지 않았다. 이러한 특징은 Yeon 등(2012)의 곰취와 한대리 곰취의 조성별 비교에서 같게 나타났는데 일반곰취에서는 N 함유 화합물이 나타나지 않았으나, 한대리 곰취에서는 나타났다. 따라서 N 화합물의 유무는 형태적 특징이 매우 유사한 재배종 곰취와 달곰을 구별할 수 있는 지표가 되리라 판단된다. 달곰의 caryophyllene 과 isocaryophyllene 함량은 27% 수준으로 다른 두가지에 비하여 두배 정도의 차이를 보이며 높은 함량을 보였다. 일반적으로 식물체의 주요 방향성 물질인 a-pinene, β -pinene, β -phellandrene, a-phellandrene, 3-carene, 그리고 limonene 의 6종의 방향성 물질 함량

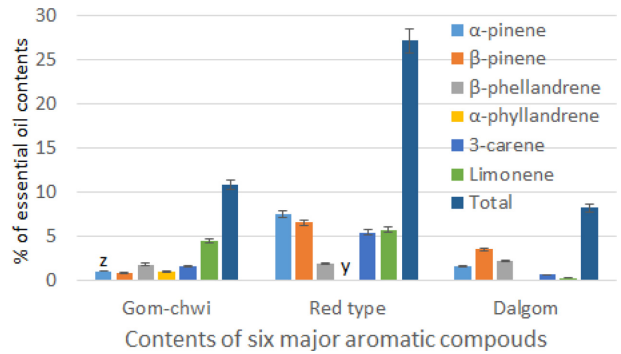


Fig. 2. Major six volatile compounds of gom-chwi, red type, and dalgom of *Ligularia fischeri*. by GC/MSD analysis.

을 비교하면 재배종의 6가지 물질의 총합은 10.828% 이고, 적곰취는 27.203%, 달곰은 8.224%를 나타내어 (Fig. 2), 경험적으로 재배종에 비하여 향기가 강했던 적곰취가 가장 높은 함량을 나타내었고, 반대로 향기가 약하였던 달곰의 함량이 가장 낮게 나타났다. 적곰취는 분자량이 작고 강한 휘발성을 가지는 a, β -pinene 함량이 가장 높은 9.023% 와 7.846%를 나타냈다. 달곰은 다른 두종에 비해 β -pinene 함량이 높았으나(4.231%) 전체적으로 낮은 함량을 나타냈다. 이러한 결과는 적곰취의 경우 특 징적인 붉은색과 더불어 강한 향취를 가진다고 판단되어 보다 곰취 특유의 향취를 즐기도록 하는 소비자에게 최적의 신선채로의 가치를 가지고, 달곰은 신선 곰취를 즐기도록 하나 강한 향 때문에 꺼려졌던 소비자에서 곰취를 즐길 수 있게 해줄 수 있다고 사료 된다.

내적 품질을 확인한 결과 총페놀함량, DPPH 활성, 비타민 함량 등에서 적곰취와 달곰 모두 재배종에 비해 우수한 결과는 나타내어 새로운 소득 작물로 가능성을 보였다. 향기 성분의 조성 및 함량을 이용하여 재배종 곰취인 적곰취와 달곰의 내적 품질 평가의 결과 경험적으로 향취의 정도를 정유성분의 GC/MSD 분석을 통하여 확인할 수 있었다. 또한 본 연구의 결과 적곰취와 달곰이 재배종 곰취에 비하여 목적에 따른 서로 다른 품질을 지녀 다양한 소비자의 취향에 부합되게 이용 할 수 있음을 나타내었다.

적 요

새로운 농가 소득 작물로서 곰취 신제품 육성을 위한 기초자료를 얻기 위하여, 두 곰취(적곰취와 달곰)와 기존 재배종 곰취에 대한 향기 성분과 총페놀함량, DPPH 활성, 비타민 C 함량을 분석하였다. 생체중 100g 당 총페놀 함량은 재배종(137.29mg) 보다 적곰취(158.40mg)와 달곰(180.82mg)에서 현저히 높았다. DPPH 활성은 재배종(74.45%)과 적곰취(75.59%)보다 달곰(86.26%)에서 다

소 높았다. 비타민 C 함량은 재배종과 적곰취 보다 달곰(1.81mg)에서 다소 높았다. 향기 성분인 정유 함량은 재배종에 비하여 적곰취(0.164%), 달곰(0.290%)에서 유의하게 높았다. GC/MSD 분석의 결과 주요 물질은 재배종 곰취 43종, 적곰취 44종, 달곰 31종이 동정되었으며, N 함유 화합물은 달곰에서만 검출되었다. 향취를 나타내는 주요 6종의 향기 성분 (a-pinene, β-pinene, β-phellandrene, a-phellandrene, 3-carene, limonene) 함량은 재배종에 비하여 적곰취가 높았으며, 달곰은 상대적으로 낮았다. 특히 달곰은 총페놀함량, DPPH 활성, 비타민 C 함량, 정유함량 등에서 재배종 및 적곰취보다 유의하게 높은 것으로 나타나, 우수한 특성을 가진 것으로 판단되었다.

추가 주제어 : 달곰, 정유, 향기, 비타민 C, GC/MSD,

사 사

본 연구는 2013년 강원대학교 학술연구조성비로 연구하였으며(과제번호-120131370). 2015년 '2015년 농촌진흥청 지역전략작목 산학협력사업(과제번호: C1011977-01-01)'의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

Literature Cited

- An, S.Y. 2009. Medicare for functional foods/medicines. Wild edible plants as natural resources for the development of medicare industry at Yanggu-gun. Seminar of Yanggu-gun, Yanggu, Korea. pp. 79-132 (in Korean).
- Baek, J.P., G.H. Lee, and H.M. Kang. 2014a. Quality characteristics of melon and watermelon produced in Yanggu, Gangwon province. J. of Agricultural, Life and Environmental Sciences. 26:38-41 (in Korean).
- Baek, J.P., G.H. Lee, and H.M. Kang. 2014b. Quality characteristics of *Ligularia stenocephala* and *Asparagus officinalis* produced in Yanggu, Gangwon province. J. of Agricultural, Life and Environmental Sciences. 26:42-49 (in Korean).
- Corey, E.J., M. Ohno, R.B. Mitra, and P.A. VAtakencherry. 1964. Total synthesis of d,l-caryophyllene and di-isocaryophyllene. J. Am. Chem. Soc. 86:485-492.
- Han, S.S., J.Y. Sa., and K.C. Lee. 2010. A Comparison the volatile aroma compounds between *Ligularia fischeri* and *Ligularia fischeri* var. *spiciformis* leaves. J of Forest Sci. 26:209-217 (in Korean).
- Im, S.S. 2009. Development of natural herbal medicine for medicare industry. Wild edible plants as natural resources for the development of medicare industry at Yanggu-gun. Seminar of Yanggu-gun, Yanggu, Korea. pp. 3-26 (in Korean).
- Kang, H.M. and M.E. Saltveit. 2002. Antioxidant enzymes and DPPH-radical scavenging activity in chilled and heat shocked rice (*Oryza sativa* L.) seedlings radicales. J. Agri. Food. Chem. 50:513-518.
- Kim, G.T. 2008. A comparison of photosynthetic characteristics of three *Ligularia* species under-tree cultivation. Korean J. Plant Res. 21:357-361 (in Korean).
- Kim, H.S., J.Y. Jung, H.K. Kim, K.M. Ku, J.K. Suh, Y. Park, and Y.H. Kang. 2011. Influences of meteorological conditions of harvest time on water-soluble vitamin contents and quality attributes of oriental melon. Journal of Bio-Environment Control. 20:290-296 (in Korean).
- Korea National Arboretum. 2014. Korean National Organism Knowledge Information System. www.nature.go.kr (in Korean).
- Lee, H.M. and J.T. Go. 2012. A study on the consumers' satisfaction of Yanggu *Ligularia Fischeri*. Kor. J. Food. Marketing Economics. 28:77-92 (in Korean).
- Lee H.Y, E.J Jeong, S.Y. Jeon, M.S. Cho, W.J. Cho, H.D. Kim, and Y.J. Cha. 2008. Comparison of volatile flavor compounds of domestic onions harvested in varipus regions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37:1609-1614 (in Korean).
- Lee, J.C., Y.H. Choi, and Y.H. Kim. 1994. Essential oils in aerial parts of *Agastache rugosa* O. Kuntze. Korean. J. Medicinal Crop Sci. 2:168-173 (in Korean).
- Nikerson G.B. and S.T. Likens. 1966. Gas chromatographic evidence for the occurrence of hop oil components in beer. J. Chromatog. 21:1-3.
- Park, K.W. 1983. Effect of fertilization, irrigation and harvest period on the quality of vegetable crops. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 24:325-337 (in Korean).
- Suh, E.J. and K.W. Park. 1999. Effect of S-ionic strength in nutrient solution on the growth and the content and composition of essential oil of basil. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:193-199 (in Korean).
- Suh, J.T., K.D. Kim, J.N. Lee, S.Y. Hong, S.J.Kim, J.H.Nam, E.Y. Choi, and M.J. Kim. 2014. Comparative study of antioxidative component analysis and biological activity at different species of *Ligularia* ssp. The 8th International Symposium on Fermented Korean Medicines & International Conference of the Plant Resources Society of Korea. Korean J. Plant Res. pp. 133 (In Korean).
- Yeon, B.R., H.M. Cho, M.S. Yun, J.W. Jhoo, J.W. Jung, Y.H. Park, and S. Kim. 2012. Comparison of fragrance and chemical composition of essential oils in gum-chewi (*Ligularia fischeri*) and Handaeri gom-chewi (*Ligularia fischeri* var. *spicifoprmsis*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41:1758-1763 (in Korean).