ISSN (Print) 1225-9918
ISSN (Online) 2287-3406
Journal of Life Science 2018 Vol. 28. No. 12. 1523~1528 DOI : https://doi.org/10.5352/JLS.2018.28.12.1523

- Note -

Comparative Analysis of the Flavor Compounds in Cultivated *Chrysanthemum indicum* L.

Kyeong Yeol Oh[1†], Young Min Goo[1†], Won Min Jeong[1], Seung Mi Sin[1], Young Sook Kil[1], Keon Hee Ko[1], Ki Jeung Yang[1], Jin-Hyo Kim[2] and Dong Yeol Lee[1*]

[1]*Gyeongnam Oriental Anti-aging Institute, Sancheong 52215, Korea*
[2]*Division of Applied Life Science (BK21 plus program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea*

Received July 11, 2018 / Revised September 20, 2018 / Accepted October 16, 2018

This study investigated the chemical composition of four Korean cultivated *Chrysanthemum indicum* L. (Gamguk 1 ho, Gamguk 2 ho, Gamguk 3 ho, and Wonhyang) which are used in the food and fragrance industries to identify their volatile flavor compounds. These compounds were analyzed using headspace GC-MS from plant samples cultivated in the same region of Korea (Sancheong-gun, Gyeongsangnam-do). A total of 23 compounds were identified, eight of which were common across the four cultivars. The major flavor components in the three Gamguk plants were identified as 3-carene, camphene, β-phellandrene, eucalyptol and (+)-camphor. Eleven compounds, including (+)-camphor at 31.40%, were identified in Gamguk 1 ho. Gamguk 2 ho was found to contain 12 flavor compounds, predominant of which was camphene at 25.60%. Thirteen compounds including (+)-camphor (26.88%) were identified in Gamguk 3 ho, while 17 were detected in the Wonhyang cultivar, including trans-piperitol (47.33%), sabinene, and γ-terpinyl acetate. These results indicate differences in the type and ratio of functional volatile flavor ingredients in *Chrysanthemum indicum* L. cultivars which is highly valuable as material for fragrance product development.

Key words : *Chrysanthemum indicum* L., cultivar, gas chromatography, headspace, flavor compound

서 론

국화과(Compositae)식물은 세계적으로 널리 분포되어 자생 또는 재배된다고 알려져 이으며 920속, 20,000여종이 보고되어 있다. 국화과 식물은 대부분 관상용으로 사용되지만 우리나라를 포함한 아시아 지역에서 쓴맛이 적고 향이 좋은 것을 선택적으로 식용 또는 약용으로 이용하는데 대표적인 식물로 감국, 산국, 구절초 등이 있다[1]. 이 중 감국(*Chrysanthemum indicum* L)은 국화과 국화속에 속하는 다년생 초본류로서 차나 주류의 소재로 사용된다. 한의학에서는 해열, 해독작용에 유효하다고 알려져 있고 소염 및 진통에 효능이 있어 한약재로 주로 사용되어 왔다[2].

감국 꽃에서는 달콤하면서도 감미로운 특유의 향을 가진다고 알려져 있는데[3], 향기를 포함한 방향성 화합물을 가지는 식물에 존재하는 휘발성 성분은 그 특성이 매우 다양하다. 일반적으로 이러한 향기성분의 조사는 gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) 분석을 이용하며, GC-MS를 이용한 휘발성 성분분석에 관련된 다양한 연구가 보고되어 있다. 향기성분은 분석대상 물질에 따라 불안정하고 복잡하여 반응성이 크기 때문에 분리 과정 중에 화합물의 변화가 일어날 수 있어 전처리 방법도 다양하게 적용할 수 있다[4]. 향기성분의 추출에는 동시증류추출(simultaneous steam distillation extraction, SDE), 유기용매 추출(solvent extraction), 헤드스페이스(headspace) 등이 이용되고 있으며, 이들 추출방법은 각 시료의 특성에 따라 향기성분 분석에 적합한 추출방법이 적용된다. SDE법을 이용해서 분석한 감국에서 camphor, germacrene D, heptadecane을 포함한 휘발성 향기성분이 존재한다는 것이 보고되었다[5]. 또한 국외에서 국화류의 향기성분에 대한 연구를 통해 borneol, cadinene, camphene, camphor, caryophyllen, chrysantenone, crysantenyl acetate, linalyl acetate, thujone과 같은 화합물들이 존재한다는 것이 알려졌다[6]. 유기용매 추출을 통해 감국에 존재하는 주요 성분으로는 플라보노이드계, 락톤계 화합물 등이 알려져 있는데, 플라보노이드계 화합물인 apigenin, apigenin 7-*O*-β-D-glucoside, luteolin 및 luteolin 7-*O*-β-D-glucoside 등이 존재한다고 보고되었고, sesquiterpene lactone계 화합물인 arteglasin A, angeloyljadin, cumambrin A 및 cumambrin B 등이 보고되었다[7].

향기성분 분석을 위해 위와 같이 다양한 추출방법이 적용되

†**Authors contributed equally.**
***Corresponding author**
Tel : +82-55-970-1122, Fax : +82-55-974-1067
E-mail : dylee1984@gnoai.or.kr
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

지만 SDE법은 고온으로 가열하게 되면 열에 민감한 에스테르류 화합물들이 수분과 고열에 의해서 고리형성, 수산화, 탈수소화반응을 일으켜 탄화수소류와 알코올류 등의 부생성물들을 만들 수 있다고 알려져 있다[8](Kim et al., 1982). SDE법과 함께 추출방법으로 널리 사용되는 유기용매 추출법으로 얻은 정유는 원래 시료의 향에 가까운 향을 지니고 있으나 지방유, 왁스 등 친유성의 비휘발성 성분들을 포함함으로써 분석기기에 무리를 주는 단점이 있다[9]. Headspace분석은 시료에 주어진 일정한 온도와 압력으로 인해 공기중으로 발산된 증기로부터 휘발성성분을 포집하여 분석할 수 있는 방법으로, 이 분석법을 이용하여 산출된 결과는 대상 분석시료의 고유 향기와 가장 가깝다고 알려져 있다[10]. 또한 시료의 전처리 없이 기기분석을 통하여 향기 성분을 빠르게 분석 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

Headspace를 이용하여 국내에서 육종된 품종별 감국의 고유한 휘발성 향기성분의 분석에 대한 연구결과는 보고된 바 없어 GC-MS Headspace를 이용하여 향기성분을 분석함으로써 감국 품종별 향기제품의 소재로서 활용가치를 평가하는 것이 필요하다. 이에 본 연구는 국내에서 육종된 4개 품종 감국의 향기성분을 분석 및 동정하여 꽃의 향기를 구성하고 있는 화학물질을 구명하고, 이를 통해 주요 유효성분들의 기능성을 조사하여 품종별 감국의 산업화 소재로서 이용 가치를 높이고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 감국(품종명: 감국 1호, 감국 2호, 감국 3호, 원향)은 경상남도농업기술원 약용자원연구소에서 품종육성을 통해 개발한 감국 모종을 분양받아 2016년 4월 18일에 경남 산청군 산청읍 옥산리의 노지재배 포장에서 품종별로 20 m^2씩 3반복으로 각각의 품종을 정식 후 관행 재배하여 10월 17일에 수확하였다. 수확한 시료는 수분이 10% 이하가 되도록 음건하였으며, 음건 후 밀폐용기에서 분석 전까지 4℃ 조건으로 보관하여 분석에 사용하였다.

향기성분의 Headspace 포집

분석 전 blender를 이용하여 시료를 마쇄 후 100 Mesh의 체로 쳐서 균일한 크기의 감국 가루 0.5 g을 정확히 취해 20 ml headspace sampler vial에 넣은 후 알루미늄 캡으로 밀봉하였다. 이를 7697A headspace sampler (Agilent technologies, CA, USA)를 이용하여 70℃ headspace oven에서 15분간 가열하여 시료 중 향기성분을 포집하였다.

향기성분의 분석 및 동정

포집한 향기성분의 분석은 Kim 등(2015)의 방법을 응용하여 실험에 사용하였다[10]. 분석을 위해 Agilent사의 5975C 질량분석기가 장착된 7890A gas chromatography를 사용하였으며, 휘발성 향기성분의 분리를 위해 사용된 column은 DB-5MS UI (30 m × 250 μm, 0.25 μm film thickness) 모세관 컬럼을 사용하였고 기기분석 조건은 Table 1과 같다. 상기 분석조건을 통해 나타난 향기성분은 NIST (National Institute of Standards and Technology) 2015 library database를 이용하여 동정하였다. Library분석을 통해 Retention Index와 Scan spectrum의 유사도가 85% 이상인 화합물을 대상으로 동정하였고, 품종별 분석을 통해 나타난 화합물의 성분조성비는 피크 면적을 기준으로 전체 피크에서 각각의 화합물이 나타내는 피크가 차지하는 비율을 산출하였다. 각 시료별로 GC-MS 분석을 5반복으로 수행하여 반복실험에서 모두 검출된 성분만을 동정하였다.

결과 및 고찰

GC-MS Headspace 분석을 통해 품종별 감국 시료로부터

Table 1. GC-MS parameter for analysis of volatile compounds

Instrument		Operating parameter
GC	Inlet	250°C, splitless mode
	Column	DB-5MS UI, 30 m × 250 μm, 0.25 μm
	Carrier gas	He, 1.0 ml/min
	Oven temperature program	40°C for 5 min, then 3℃ /min to 150℃ (hold 5 min) then increased to 220°C at 7℃ /min (hold 5 min)
	MSD transfer line	280°C
MS	Acquisition mode	Scan (50 to 500 *m/z*)
	Source temperature	230℃
	Quadrupole temperature	150℃
Autosampler	Sampler	7697A Headspace sampler
	Oven temperature	80℃
	Loop temperature	90℃
	Transfer line temperature	100℃

휘발된 향기성분을 분석한 총 이온 크로마토그램(total ion chromatogram, TIC)은 Fig. 1과 같다. 크로마토그램 상에서 나타난 피크의 모양은 겹침현상 등이 없이 정확한 분리가 되었다고 판단하였다. GC-MS 분석을 통해 얻어진 TIC에서 분리한 피크는 NIST library database를 이용하여 mass spectrum data searching을 통해 동정하였다. 이를 통해서 확인된 화학성분은 총 24종으로 나타났으며 향기성분의 머무름 시간(Retention time, Rt)과 성분명, 품종별 성분의 비율(%)은 Table 2와 같다.

네 품종 감국의 향기성분 분석을 통해 확인된 화합물은 모두 23종으로 나타났으며 화합물명은 Santolina triene, Tricyclo [2.2.1.0(2,6)]heptane,1,3,3-trimethyl, α-Phellandrene, 3-Carene,

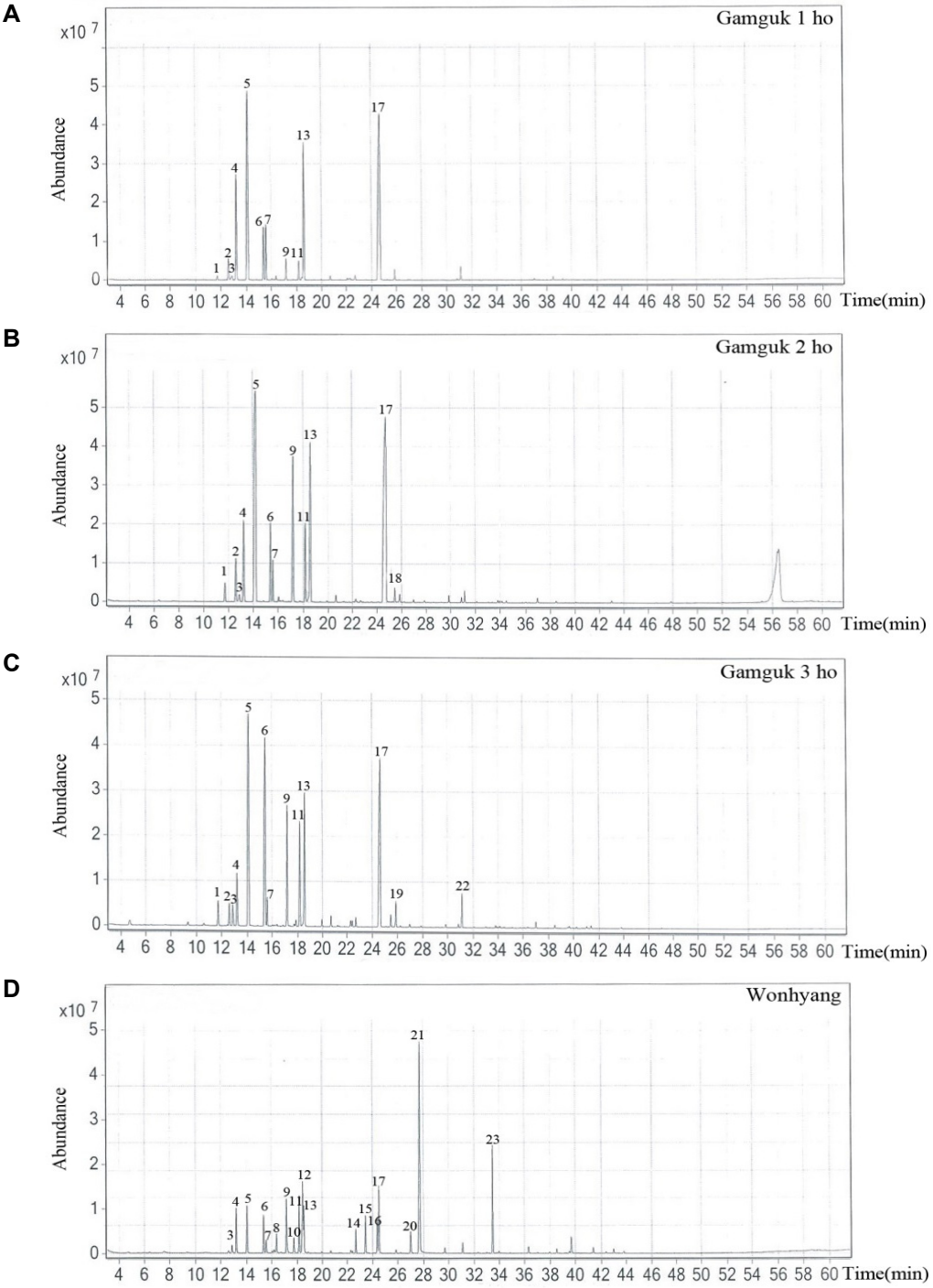

Fig. 1. Total ion chromatograms of volatile flavor compounds by GC-MS Headspace analysis from *Chrysanthemum indicum* L. Cultivars. (A) Gamguk 1 ho, (B) Gamguk 2 ho, (C) Gamguk 3 ho, (D) Wonhyang

Table 2. Flavor compounds from *Chrysanthemum indicum* L. cultivars

No.	Compounds	Rt (min)	Formula	Peak area (%)			
				Gamguk 1 ho	Gamguk 2 ho	Gamguk 3 ho	Wonhyang
1	1. Santolina triene	11.7	$C_{10}H_{16}$	0.39±0.05	1.02±0.05	0.97±0.12	-
2	Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3,3-trimethyl	12.5	$C_{10}H_{16}$	2.00±0.15	2.39±0.30	0.88±0.09	-
3	α-Phellandrene	12.8	$C_{10}H_{16}$	0.44±0.08	0.46±0.08	0.82±0.10	0.48±0.05
4	3-Carene	13.2	$C_{10}H_{16}$	10.26±0.51	4.65±0.21	2.03±0.30	2.60±0.30
5	Camphene	14.1	$C_{10}H_{16}$	27.14±1.02	25.60±0.91	26.88±0.88	2.60±0.21
6	β-Phellandrene	15.3	$C_{10}H_{16}$	4.23±0.27	3.58±0.42	10.02±0.72	1.95±0.12
7	Cyclohexane, 1-methylene-4-(1-methylethenyl)	15.5	$C_{10}H_{16}$	3.97±0.19	1.53±0.13	0.69±0.10	-
8	β-Myrcene	16.3	$C_{10}H_{16}$	-	-	-	0.92±0.07
9	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	17.1	$C_{10}H_{16}$	1.55±0.11	8.48±0.67	9.31±0.31	2.98±0.18
10	α-Terpinolen	17.7	$C_{10}H_{16}$	-	-	-	0.91±0.05
11	*p*-Cymene	18.1	$C_{10}H_{14}$	1.53±0.08	3.95±0.39	8.74±0.42	2.90±0.09
12	Sabinene	18.4	$C_{10}H_{16}$	-	-	-	5.17±0.38
13	Eucalyptol	18.6	$C_{10}H_{18}O$	13.52±0.32	10.35±0.80	10.06±0.69	2.22±0.17
14	7,7-Dimethyl-3-methylenebicyclo[4.1.0]heptan-2-ol	22.6	$C_{10}H_{16}O$	-	-	-	1.11±0.07
15	*cis*-s-Thujanol	23.4	$C_{10}H_{18}O$	-	-	-	1.87±0.15
16	*cis*-2-Menthenol	24.3	$C_{10}H_{18}O$	-	-	-	1.56±0.11
17	(+)-Camphor	24.7	$C_{10}H_{16}O$	31.40±1.17	24.02±0.81	25.52±1.01	3.49±0.40
18	Chrysanthenol	25.4	$C_{10}H_{16}O$	-	0.57±0.10	-	-
19	Borneol	25.8	$C_{10}H_{18}O$	-	-	0.85±0.12	-
20	α-Terpineol	26.9	$C_{10}H_{18}O$	-	-	-	1.32±0.04
21	*trans*-Piperitol	27.7	$C_{10}H_{18}O$	-	-	-	47.33±0.73
22	L-α-bornyl acetate	31.1	$C_{12}H_{20}O_2$	-	-	1.03±0.09	-
23	γ-Terpinyl acetate	33.4	$C_{12}H_{20}O_2$	-	-	-	16.14±0.73

Camphene, β-Phellandrene, Cyclohexane,1-methylene-4-(1-methylethenyl), β-Myrcene, Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,2-methyl-5-(1-methylethyl), α-Terpiolen, *p*-Cymene, Sabinene, Eucalyptol, 7,7-Dimethyl-3-methylenebicyclo[4.1.0]heptan-2-ol, *cis*-s-Thujanol, *cis*-2-Menthenol, (+)-Camphor, Chrysanthenol, Borneol, α-Terpineol, *trans*-Piperitol, L-α-bornyl acetate, γ-Terpinyl acetate로 나타났다. 4품종의 감국에서 모두 검출된 성분은 α-Phellandrene, 3-Carene, Camphene, β-Phellandrene, Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,2-methyl-5-(1-methylethyl), *p*-Cymene, Eucalyptol, (+)-Camphor로 8개 성분이 공통적으로 존재함을 확인하였다.

감국 1호, 감국 2호, 감국 3호, 원향 모두에서 동정된 주요 휘발성 향기성분으로는 3-carene, camphene, β-phellandrene, eucalyptol과 (+)-camphor로 분석되었다. 3-Carene은 소나무과의 식물에 존재하는 무색의 테르빈오일로 달콤하면서 매운 향을 나타낸다고 알려져 있으며 향수의 소재로 사용된다. 식물에서 추출된 정유 중 이 성분은 항박테리아 효과를 나타내는 것으로 연구되었다[11]. 또한 추출물에서 인지기능 개선 등의 연구가 있었다는 것이 보고되었다[12]. 이 향기성분은 감국 1호에서 10.26%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 감국 3호에서 2.03%로 가장 낮게 나타났다. Camphene은 terpene류에 속하는 불포화탄화수소로 camphor의 합성 공정 중에 생성된다. 이 화합물은 상온에서 쉽게 휘발되며, 약간 매운향을 나타내는 정유성분으로 향료의 제조 및 향료를 위한 식품 첨가제로 사용된다[13]. 또한 이 향기성분은 산화 스트레스를 저해하는 항산화효능을 나타내는 것으로 연구결과가 보고되었으며[14], 각각 27.14%(감국 1호), 25.60%(감국 2호), 26.88%(감국 3호), 2.60%(원향)를 나타내어 품종별로 이 성분이 차지하는 비율의 차이가 있음을 확인하였다. 원향과 비교하여 감국 1호는 이 성분의 비율이 10배 이상 높게 존재함을 확인하였다. 이 화합물은 감국 2호와 감국 3호 에서 가장 높은 비중을 차지하는 주요 향기성분으로 나타났다. β-Phellandrene은 고리형 monoterpene으로 회향유와 캐나다 발삼 오일에서 분리된 것으로 알려져 있다. 허브식물인 페퍼민트와 비슷한 향을 가지며, 기분을 좋게 하는 향료로 향수의 원료로 사용되며[15], 이 화합물은 산초, 생강, 회향 등의 식물에도 존재하는 것으로 보고되었다. 이 향기성분은 감국 3호에서 10.02%로 가장 높은 비율을 나타내었다. Eucalyptol은 cineole계 유칼립투스 오일

의 향기성분으로 유쾌한 향을 나타내며 향료 및 화장품에 사용된다. 또한 제과류나 육류, 음료 등의 제품에서 낮은 농도의 향료로 사용되기도 한다. 약용으로서는 구강 세정제와 기침억제제로도 사용되며, 담배의 풍미를 향상시키기 위한 첨가제로도 소량 사용된다고 알려져 있다[16]. 이 향기성분은 각각의 감국 품종에서 13.52% (감국 1호), 10.35% (감국 2호), 10.06% (감국 3호), 2.22% (원향) 나타내었다. 원향을 제외한 세 품종에서는 10% 이상의 높은 비중을 나타내는 주요 향기성분으로 판단된다. (+)-Camphor는 장뇌라고 하는 방향성이 있는 흰색 또는 투명한 색깔의 고체로, 아시아 지역에서 발견되는 상록수인 녹나무와 같은 목재에서 얻을 수 있다. Juteau (2002) 등은 개똥쑥에서 분리한 이 화합물이 항산화효능과 항균효과를 나타내는 것으로 보고하였다[17]. 또한 후추속 작물인 Piper angustifolium에서 분리한 에센셜 오일에서 검출된 이 화합물은 항염증 효과를 나타내는 것으로 연구되었다[18]. 네 품종 감국에서 각각 31.40%(감국 1호), 24.02%(감국 2호), 25.52%(감국 3호), 3.49%(원향)의 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 이 화합물은 감국 1호에서 동정된 11개 화합물 중 가장 높은 비율을 차지하고 있었으며, 감국 2호와 감국 3호에서는 두 번째로 큰 비중을 가진 주요 향기성분으로 조사되었다.

원향에서는 다른 세 가지 품종에서 검출되지 않은 sabinene, *trans*-piperitol과 γ-terpinyl acetate이 각각 5.17%, 47.33%와 16.14%를 차지하는 주요 향기성분으로 분석 되었다. Sabinene은 홀름오크(Quercus ilex)와 노르웨이 스프루스(Picea abies)를 포함한 다양한 식물의 에센셜 오일에서 분리된 천연 monoterpene 화합물로서, 후추의 매운맛을 나타내는데 기여한다[19]. 이 화합물은 티트리 오일, 육두구, 편백나무, 월계수 등의 식물에서도 유효성분으로 존재한다고 연구되었으며 천식을 일으키는 균인 Alternaria alternata에 대한 항균효과가 있다고 보고되었다[20]. *Trans*-Piperitol은 후추과 작물인 Piper hymenophyllum의 추출한 에센셜 오일에 존재한다고 연구된 화합물로서 매운향을 나타내는 성분으로 항균활성을 가진다고 연구되었다[21]. 이 성분은 원향에서 가장 높은 비율(47.33%)을 차지하는 성분으로 향기를 이용한 많은 연구가 진행되지 않아 이 품종 감국을 이용한 산업적 활용을 위해 추후 다양한 기능성 검증 연구가 필요할 것이다. γ-Terpinyl acetate은 야생에서 채취한 클라라세이지(*Salvia sclare*) 에센셜 오일에서 미량 검출이 보고되었던 화합물로, 약리작용에 기여한다고 조사되었다[22]. 이 화합물을 대상으로한 기능성 연구자료는 많지 않아 다양한 연구를 통해 이들이 가지는 효능을 검증하고 활용하여야 할 것이다.

위와 같은 결과로 동일한 지역에서 재배된 감국에서 품종별로 가진 향기성분의 종류와 비율의 분포가 다름을 확인하였다. 감국 1호, 감국 2호, 감국 3호 는 세 품종이 검출되는 향기성분의 종류와 그들이 차지하는 비율이 큰 차이를 나타내지 않았지만, 이들과 비교하여 원향은 품종이 가진 고유의 향기성분이 존재함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 네 품종 감국꽃에 함유되어 있는 향기성분을 GC-MS로 구명하였다. 네 품종의 감국에서 공통적으로 나타나는 향기성분은 8성분이었으며, 감국 1호, 감국 2호, 감국 3호에서는 3-carene, camphene, β-phellandrene, eucalyptol과 (+)-camphor로 등이 주요 향기성분으로 확인되었다. 원향에서는 sabinene, *trans*-piperitol과 γ-terpinyl acetate이 주요 화합물로 검출되었다. 이를 통해 각각의 품종에 존재하는 향기성분이 다르게 분포하고 그들이 차지하는 비율이 다르며, 품종 특이적으로 동정된 화합물이 존재하기 때문에 이러한 연구결과를 바탕으로 향기성분이 가지는 기능성을 활용한 향기산업의 소재로서 제품 개발에 선택적으로 이용 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 지역농업특화작물 육성기반기술사업(과제번호 : PJ011839)의 지원을 받아 연구되었음.

References

1. Choi, S. H., Im, S. I. and Bae, J. E. 2006. Analysis of aroma components from flower tea of german chanmomile and chrysanthemum boreale makino. *Kor. J. Food Cookery Sci.* **22**, 769-773.
2. Yoon, O. H. and Cho, J. S. 2007. Optimization of extraction conditions for hot water extracts from *Chrysanthemum indicum* L. by response surface methodology. *Kor. J. Food Cookery Sci.* **23**, 1-8.
3. Uchio, Y. 1978. Constituents of the essential oil of *Chrysanthemum japonense*. Nojigiku alcohol and its acetate. *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **51**, 2342-2346.
4. Choi, H. S., Kang, E. J. and Kim, G. H. 2006. Analyses of essential oil and headspace compositions of *Capsella bursa-pastoris* Medicus by SDE and SPME Methods. *Kor. J. Food Preserv.* **13**, 108-114.
5. Woo, G. S., Yu, J. S., Hwang, I. G., Lee, Y. R., Lee, C. H., Yoon, H. S., Lee, J. S. and Jeong, H. S. 2008. Antioxidative activity of volatile compounds in flower of *Chrysanthemum indicum, C. morifolium, and C. zawadskii*. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **37**, 805-809.
6. Hanafusa, M. 1993. Fragrance materials of the cosmetica: *Chrysanthemum. Kouryou* (in japanese) **177**, pp. 107-110.
7. Ryu, S. Y., Choi, S. U., Lee, C. O., Lee, S. H., Ahn, J. W. and Zee, O. P. 1994. Antitumor activity of some phenolic components in plants. *Arch. Pharm. Res.* **17**, 42-44.
8. Kim, K. R., Zlatkis, A., Park, J. W. and Lee, U. C. 1982. Isolation of essential oils from tobacco by gas co-distillation/solvent extraction. *Chromatographia* **15**, 559.
9. Koedam, A. 1988. Capillary gas chromatography in essential

oil analysis. *Flavour Fragr. J.* **3**, 141.
10. Kim, Y. D., Jeong, Y. S., Seo, Y. R., Kim, J. C., Song, H. J. and Choi, M. S. 2015. Analysis of volatile compounds by headspace GC-MS and amino acid of *Allium Hookeri*. *J. Agric. Life Sci.* **49**, 17-26.
11. Dorman, H. J. D. and Deans, S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* **88**, 308-316.
12. Miyazawa, M. and Yamafuji, C. 2005. Inhibition of acetylcholinesterase activity by bicyclic monoterpenoids. *J. Agric. Food Chem.* **53**, 1765-1768.
13. Ciobanu, A., Landy, D. and Fourmentin, S. 2013. Complexation efficiency of cyclodextrins for volatile flavor compounds. *Food Res. Int.* **53**, 110-114.
14. Tiwari, M. and Kakkar, P. 2009. Plant derived antioxidants-geraniol and camphene protect rat alveolar macrophages against t-BHP induced oxidative stress. *Toxicol. In vitro* **23**, 295-301.
15. Boland, D. J., Brophy, J. J. and House, P. N. 1991. Eucalyptus leaf oils: use, chemistry, distillation and marketing. pp. 6. Inkata Press, Melbourne, Australia.
16. Harborne, J. B. and Baxter, H. 2001. Chemical dictionary of economic plants. John Wiley & Sons Ltd. UK
17. Juteau, F., Masotti, V., Bessière, J. M., Dherbomez, M. and Viano, J. 2002. Antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia annua* essential oil. *Fitoterapia* **73**, 532-535.
18. Tirillini, B., Velasquez, E. R. and Pellegrino, R. 1996. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Piper angustifolium*. *Planta Med.* **62**, 372-373.
19. Shulgin, A. T., Sargent, T. and Naranjo, C. 1967. The chemistry and psychopharmacology of nutmeg and of several related phenylisopropylamines. *Psychopharmacol. Bull.* **4**, 13.
20. Kohzaki, K., Gomi, K., Yamasaki-Kokudo, Y., Ozawa, R., Takabayashi, J. and Akimitsu, K. 2009. Characterization of a sabinene synthase gene from rough lemon (*Citrus jambhiri*). *J. Plant Physiol.* **166**, 1700-1704.
21. Ratnam, K. V., Bhakshu, L. M. and Raju, R. V. 2015. Phytochemical composition and *In vitro* antimicrobial activity of essential oil of *Piper hymenophyllum* Miq.: A rare wild betel. *Int. J. Pharmacognosy Phytochem. R*es. **7**, 68-71.
22. Peana, A. T. and Moretti, M. D. 2002. Pharmacological activities and applications of *Salvia sclarea* and *Salvia desoleana* essential oils. *Stud. Nat. Prod. Chem.* **26**, 391-423.

초록 : 국내 육성 감국의 품종별 향기성분 비교 분석

오경열[1†] · 구영민[1†] · 정원민[1] · 신승미[1] · 길영숙[1] · 고건희[1] · 양기정[1] · 김진효[2] · 이동열[1*]
([1]경남한방항노화연구원, [2]경상대학교 응용생명과학부(BK21 플러스사업) & 농업생명과학연구원)

감국(*Chrysanthemum indicum* L.)은 한방재료로서 식품 및 향기제품의 소재로 활용된다. 본 연구에서는 국내에서 육성된 감국 품종별 휘발성 향기성분을 분석 및 동정하여 이들이 함유하는 화학성분을 구명하고자 수행되었다. 국내에서 육성한 네 품종(품종명 : 감국 1호, 감국 2호, 감국 3호, 원향) 감국을 동일한 시기에 같은 지역(경상남도 산청군)에서 재배하여 수확한 후 GC-MS Headspace를 이용하여 향기성분을 분석하였다. 향기성분 분석 결과 네 품종에서 23종의 성분이 동정되었고, 이 중 8개의 화합물이 공통적으로 존재하였다. 감국 1호, 감국 2호, 감국 3호에서는 3-carene, camphene, β-phellandrene, eucalyptol과 (+)-camphor로 등이 주요 향기성분으로 확인되었다. 감국 1호는 (+)-camphor (31.40%)를 포함하여 11개 화합물이 존재하였고, 감국 2호의 주요 향기성분으로는 camphene (25.60%)을 포함한 12개 화합물이 존재하였으며, 감국 3호는 (+)-camphor (26.88%) 등 13개 향기성분이 검출되었다. 원향에서는 주요 향기성분인 *trans*-piperitol (47.33%), sabinene, γ-terpinyl acetate을 포함한 17종류의 향기성분이 분석 되었다. 본 연구를 통해 감국 품종 간에 기능성 향기성분의 종류 및 비율의 차이가 있음을 확인하였고, 이러한 연구결과는 향후 다양한 향기제품의 산업화 소재로서 이용가치를 높일 수 있을 것으로 기대된다.