

Hydrodistillation Extraction 방법으로 분리한 곤드레 정유의 향기 특성

†최 향 숙

경인여자대학교 식품영양학과 교수

Flavor Characteristics of Gondre Essential Oil Separated by the Hydrodistillation Extraction Method

†Hyang-Sook Choi

Professor, Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 21041, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the flavor characteristics of Gondre (*Cirsium setidens* Nakai) essential oil. The essential oil was isolated from the aerial parts of the plant by the hydrodistillation extraction method and analyzed by gas chromatography (GC) and GC-mass spectroscopy (MS). Seventy-eight (90.28%) volatile flavor components were identified in the essential oil from Gondre harvested in May. The major compounds were hexadecanoic acid (44.84%), phytol (15.57%), 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone (5.62%), and tertadecanoic acid (4.77%). Seventy (90.72%) volatile flavor components were identified in the essential oil from Gondre harvested in September. The major compounds were phytol (24.18%), 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone (15.59%), tetracosane (8.87%), 2-methyl eicosane (3.55%), 6,10,14-trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one (3.12%), dibutyl phthalate (2.35%), and viridiflorol (2.33%). The flavor components of the essential oil from Gondre harvested in May and September were characterized by higher proportions of aliphatic fatty acids and terpene compounds, respectively.

Key words: Gondre, *Cirsium setidens* Nakai, essential oil, flavor characteristics

서 론

곤드레(*Cirsium setidens* Nakai)는 국화과에 속하는 엉겅퀴속(*Cirsium*) 식물로 우리나라에서만 자생하는 식물이다. 탄수화물, 단백질, 칼슘, 비타민 A 및 폴리페놀 등이 함유되어 있고, 생리활성이 높은 식품소재로 인식되면서 최근 소비가 증가하고 있다(Kim 등 2021). 곤드레는 우리나라 중부 이북 지방의 낮은 산지에서부터 높은 고원지대까지 자생하는데, 주로 강원도 산지에 분포한다(Kim TJ 2009). 강원지역에서는 곤드레의 어린 뿌리잎을 곤드레나물밥에 사용해 오고 있다. 곤드레의 정식명칭은 고려엉겅퀴로, 다른 이름으로는 강모계(剛毛薊), 구멍이엉겅퀴라고도 불린다(Kim TJ 2009; Oh 등 2015). 엉겅퀴속 식물은 세계적으로 200여 종이 알려져 있으며, 아시아, 유럽, 아프리카, 북아메리카 등에 분포되어 있는데, 우리나라에는 12종이 있다(Kim TJ 2009). 국내에 자생하

는 것으로는 엉겅퀴, 큰엉겅퀴, 고려엉겅퀴, 벼들잎엉겅퀴 등이 알려져 있다(Lee 등 2003; Oh 등 2015). 곤드레는 봄에 어린 잎과 부드러운 줄기를 나물이나 국으로 사용하며, 말려서 묵나물로도 사용한다. 특유의 향미와 촉감이 좋아서 최근 들어 곤드레나물밥으로 소비량이 증가하고 있으며, 그 밖에 무침, 볶음, 튀김, 차로도 이용된다(Lee 등 2006). 일반적으로 산채류는 채취 시기에 따라 활용도가 다르기도 한데, 곤드레는 5~6월경에 수확하여 나물로 식용하며 가을에 수확하여 차로 활용하기도 한다. 한방에서는 지상부는 5~6월에 수확하고, 지하부는 가을철에 채취하여 말려서 약용으로 사용하는데, 간염, 고혈압, 지혈 등에 효능이 있다고 알려져 있다(Lee SJ 1966).

국화과에 속하는 엉겅퀴속 식물은 페놀성 화합물에 기인한 항산화 활성 외에, 항암 효과, 간 보호 작용(Mourelle 등 1989), 알코올 유도지질의 산화 예방 효과(Ingelman-Sundberg

† Corresponding author: Hyang-Sook Choi, Professor, Dept. of Food Nutrition, Kyungin Women's University, Incheon 21041, Korea. Tel: +82-32-540-0272, Fax: +82-2-540-0275, E-mail: hschoi@kiwu.ac.kr

등 1988), 알코올성 간경화 보호 효과(Ferenci 등 1989) 등의 생리활성이 보고된 바 있다. 최근 연구에 의하면 영경귀속 식물에는 아피제닌, 루테올린 등을 포함한 수십 종의 플라보노이드류가 함유되어 있어 항염증, 항암, 항균 등에 효과가 있고 면역증진에도 도움을 준다(Park 등 2019). 식품 분야에서도 곤드레를 활용하려는 연구가 비교적 활발히 수행되어, 곤드레를 활용한 두부, 떡, 양조간장, 건강음료의 개발이 시도되고 있고, 대사증후군 개선 가능성 등이 제시되면서 건강 기능식품 소재로서 곤드레를 활용하려는 연구 필요성이 대두되고 있다(Lee 등 2014; Park 등 2021). 또한 식물을 수증기 증류하면 얻어지는 향기 화합물인 정유성분의 생리활성 기능이 알려지면서 전통 산채류 및 나물류의 향기에 관한 관심도 증가하고 있다. 식물을 수증기 증류하여 얻어지는 정유는 주로 테르펜(terpene) 화합물로 구성되어 있는데(Heath & Reineccius 1986), 이 성분들이 식물의 향기성분이면서 항산화, 항균, 항염, 항암 등의 다양한 생리활성 기능을 지니는 것으로 보고되고 있다(Lee 등 2011; Lee 등 2017). 그러나 곤드레의 향기성분에 대한 체계적인 연구는 미미한 실정이다. 산채류 구매 시에 향기가 주요한 선택요인이 되므로, 본 연구에서는 5월과 9월에 수확한 곤드레를 대상으로 휘발성 향기성분을 분석하고자 하였다. 곤드레의 휘발성 향기성분 연구는 소비자 및 산업계에 유용한 정보를 제공함으로써 다양한 활용 분야를 모색하게 하고, 국내 산채류의 소비 촉진 및 산업적 활용에 유용한 기초자료가 될 것이다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 곤드레(*Cirsium setidens* Nakai)는 강원도 평창군 농가에서 재배한 것을 5월과 9월에 수확하여 실험에 사용하였다. 곤드레는 구입 후 통풍이 잘되는 그늘에서 자연 건조시킨 후 시료로 사용하였다. 향기 성분 동정을 위하여 내부표준물질로는 1-heptanol 및 myristate(Wako Pure Chemical Industries, Osaka, Japan)를 사용하였고, 성분 분석에 사용된 GC 및 MS에 활용한 표준물질로는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, Mo, USA), PolyScience Co.(Niles, IL, USA), Wako Pure Chemical Industries(Osaka, Japan) 및 French-Korean Aromatics (Yongin, Korea) 제품을 사용하였다.

2. 정유성분 추출

정유성분 추출을 위해 hydrodistillation extraction 방법(Schultz 등 1977)을 변형하여 사용하였다. 즉, 건조된 시료 300 g을 세절하여 증류수 4 L를 넣고 4시간 동안 cleverger-type 장치(Hanil Lab Tech Ltd., Seoul, Korea)로 수증기 증류하

였다. 수증기 증류는 3회 시행하였고, 기름층만을 분리하여 혼합 후 24시간 동안 무수황산나트륨으로 탈수하여 정유만을 분리하였다. 3회 추출하여 혼합한 정유를 볼텍스믹스로 균질화한 후 GC 및 GC-MS 분석 시료로 사용하였다.

3. 향기성분 분석

추출된 정유의 휘발성 향기성분 분석은 Agilent 6890N GC(Santa Clara, CA, USA)를 사용하였다. Column은 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 사용하였고, 시료는 1 μL를 주입하여 70°C에서 2분간 유지한 다음 2°C/min의 속도로 230°C까지 상승시키고 이후 20분간 유지하였다. 주입구 및 검출기 온도는 각각 250°C로 설정하였고, 질소를 carrier gas로 사용하여 유속 1 mL/min로 하였다. Linear velocity는 22 cm/sec로, split ratio는 50 : 1로 하였으며 기기분석은 3회 시행하였다. 이어서 GC-MS 분석에 사용된 GC와 분석 조건은 위와 동일하였으며, MS는 JMS-600W MS(JEOL Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하였다. 향기 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. 추출된 정유의 향기 성분은 내부표준물질로 1-heptanol 및 methyl myristate(Wako Pure Chemical Industries, Osaka, Japan)을 이용하여 weight percent(Choi & Sawamura 2000)로 평균값을 제시하였다.

결과 및 고찰

1. 5월에 수확한 곤드레의 향기성분

곤드레의 향기성분 분석을 컬럼에서 용출되어 나오는 성분들을 순서대로 Table 1에 제시하였다.

5월에 수확한 곤드레에서 추출한 정유에서는 총 78종(90.28%)의 휘발성 향기성분이 확인되었고, hexadecanoic acid의 함량이 44.84%로 가장 높았으며, 그 다음으로 phytol(15.57%), 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone(5.62%), tertadecanoic acid(4.77%) 순으로 나타났다. Hexadecanoic acid는 식품에 널리 존재하는 지방산으로 팜오일에 다량 함유되어 있으며 팔미트산으로 불린다(Jensen 등 1978). 식물 외에 버터, 치즈, 우유, 육류 등의 동물성 식품에도 함유되어 있으며 식품가공 산업이나 화장품 산업에서 보편적으로 사용되는 지방산이다(Arctander S 1969). 본 연구에서 이 화합물은 5월에 채취한 곤드레 정유의 주요 성분으로 확인되었으며 이전 연구에서 봄에 채취한 영경귀로부터 추출한 정유에서도 주된 성분으로 확인되었다(Choi HS 2016). Phytol(3,7,11,15-tetramethyl-2-hexadecen-1-ol)

Table 1. Volatile flavor components identified in Gondre essential oil

Volatile compounds	Retention time (min)	w/w%	
		May	Sep.
Hydrocarbons			
Aliphatic hydrocarbons			
1,3,5-Trimethyl-2-octadecyl-cyclohexane	53.027	0.05	0.70
5,8-Diethyl-dodecane	54.207	0.05	0.38
Octadecane	54.994	0.07	0.29
3,7,11-Trimethyl-2,4-dodecadiene	57.381	0.26	0.31
(<i>E,E</i>)-6,10,14-Trimethyl-5,9,13-pentadecatriene	59.969	0.05	1.95
2-Butyl-5-hexyloctahydro-1H-indene	65.811	0.20	-
2-(1-Methylpropyl)-cyclopentanene	65.927	0.07	-
Heneicosane	67.695	0.21	-
2,6,10,15-Tetramethyl-heptadecane	68.358	1.31	1.28
Eicosane	72.666	0.51	1.92
9-Hexyl heptadecane	73.506	0.51	0.37
Tetracosane	76.814	0.51	8.87
Pentacosane	76.967	0.61	0.30
1,1'-Dodecylidenebis[4-methyl-cyclohexane]	77.034	-	0.36
3-Ethyl-5-(2-ethylbutyl)-octadecane	78.808	-	0.50
Hexacosane	80.795	-	1.82
2-Methyl eicosane	84.916	0.06	3.55
2,6,10-Trimethyl-tetradecane	84.192	0.46	-
9-Ethyl-9-heptyl-octadecane	90.125	0.36	0.29
10-Methyl eicosane,	96.935	-	0.07
3-Ethyl-5-(2-ethylbutyl)-octadecane	99.542	0.40	-
Subtotal		5.69	22.96
Monoterpene hydrocarbons			
α -Pinene	5.719	-	0.28
3-Carene	8.033	0.05	0.27
α -Terpinene	8.340	0.06	0.52
Terpinolene	10.361	0.08	0.27
γ -Terpinene	10.574	0.06	0.27
β -Phelladrene	12.521	0.04	0.31
Subtotal		0.29	1.92
Sesquiterpene hydrocarbons			
Germacrene	21.737	-	0.27
δ -Elemene	25.225	0.03	0.32
Ylangene	27.492	-	0.27
Copaene	27.572	-	0.26
β -Elemene	28.713	0.02	0.30
Cadinene	30.253	0.02	0.27
β -Caryophyllene	30.820	0.65	0.26

Table 1. Continued

Volatile compounds	Retention time (min)	w/w%	
		May	Sep.
α -Caryophyllene	32.127	0.08	0.33
Subtotal		0.80	2.28
Diterpene hydrocarbons			
Kaur-16-ene	65.297	-	0.41
Subtotal			0.41
Alcohols			
Aliphatic alcohols			
3-Butyn-1-ol	8.313	0.08	0.41
<i>cis</i> -Tetradecen-1-ol	64.562	0.86	-
2,6,10,15,19,23-Hexamethyl-tetracos-2,6,14,18,22-pentaene-10,11-diol	64.290	0.41	0.51
2-Ethyl-2-methyl-tridecanol	65.881	0.05	-
<i>Z</i> -9-Pentadecenol	69.385	0.41	0.51
Subtotal		1.81	1.41
Monoterpene alcohols			
<i>cis-p</i> -Mentha-1(7),8-dien-2-ol	20.003	-	0.42
Carveol	22.318	0.03	0.36
<i>o</i> -Mentha-1(7),8-dien-3-ol	58.722	0.05	0.31
Subtotal		0.08	1.09
Sesquiterpene alcohols			
Elemol	38.069	0.12	0.28
Farnesol	46.672	0.02	0.27
Viridiflorol	49.746	0.07	2.33
6-Epi-shyobunol	69.632	0.03	0.31
Subtotal		0.24	3.19
Diterpene alcohols			
3,5,11,15-Tetramethyl-1-hexadecen-3-ol(isophytol)	61.389	0.02	0.36
(<i>E,E</i>)-3,7,11,15-Tetramethyl-1,6,10,14-hexadecatetraen-3-ol(geranyl linalool)	65.130	0.15	0.44
Phytol	68.885	15.57	24.18
Subtotal		15.74	24.98
Aldehydes			
Nonanal	15.342	0.04	0.29
Octadecanal	58.448	-	0.38
Subtotal		0.04	0.67
Ketones			
Oxolane-2,5-dione(hexadec-2-enylsuccinic anhydride)	20.624	0.04	0.28
6,10,14-Trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one	56.161	0.06	3.12
6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone	56.421	5.62	15.59
(<i>E</i>)-6,10-Dimethyl-5,9-undecadien-2-one	58.268	0.05	0.56
9,9-Dimethoxybicyclo[3.3.1]nona-2,4-dione	60.751	0.23	-
Subtotal		6.00	19.55

Table 1. Continued

Volatile compounds	Retention time (min)	w/w%	
		May	Sep.
Esters			
3,6-Octadecadiynoic acid, methyl ester	8.524	0.05	-
Pentacosanoic acid, 2-[(trimethylsilyl)oxyl]-methyl ester	53.515	0.16	-
Hexadecanoic acid, methyl ester	60.369	0.06	0.57
Methyl-9-methyltetradecanoate	59.701	0.24	-
Phthalic acid, isobutyl octadecyl ester	61.259	0.59	-
Octadecanoic acid, 2-(2-Hydroxyethoxy)ethyl ester	65.330	0.42	0.61
Phytol acetate	69.432	0.33	0.43
Ethyl-9,12-octadecadienoate	69.485	0.03	0.32
11,14-Eicosadienoic acid, methyl ester	70.119	-	0.34
Citronelly butyrate	70.339	0.06	-
9-Octadecenoic acid, 18-(trimethylsiloxy)-, methyl ester	77.467	-	0.31
Octadecanoic acid, 2-methylpeopyl ester	77.568	-	0.29
Z-8-Octadecen-1-ol acetate	83.036	-	0.27
Docosanoic acid nonyl ester	80.171	0.13	-
(Z)-9-Hexadecenoic acid, tetradecyl ester	89.738	-	0.29
Subtotal		2.07	3.43
Acids			
Tetradecanoic acid	51.724	4.77	-
Decanoic acid	52.302	1.79	-
Undecanoic acid	54.756	0.09	-
Eicosanoic acid	58.667	0.56	-
Hexadecanoic acid	61.722	44.84	-
Octadecanoic acid	64.743	0.93	-
17-Octadecynoic acid	65.525	0.61	-
9,12-Methyl octadecadienoic acid	65.717	0.15	-
Isopropyl palmitate	66.283	0.07	-
9-Octadecynoic acid	66.878	0.11	-
Subtotal		53.92	0.00
Phthalides			
Dibutyl phthalate	61.936	0.08	2.35
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	82.354	0.07	-
Subtotal		0.15	2.35
Miscellaneous			
(3 α ,5 α)-3,14-Dihydroxy-bufa-20,22-dienolide	58.582	-	0.32
3-Acetoxy-7,8-epoxylanostan-11-ol	58.889	-	0.31
4-Methoxy-, 1,1-2H-1,4-benzothiazin-3(4H)-one	60.409	0.06	0.34
7,12a-Dimethyl-1,2,3,4,4a,11,12,12a-octahydrochrysene	60.462	0.17	0.28
11-Oxa-dispiro[4.0.4.1]undecan-1-ol	69.292	1.01	1.21
Octadecamethyl-cyclononasailoxane	69.532	0.03	0.43

Table 1. Continued

Volatile compounds	Retention time (min)	w/w%	
		May	Sep.
1-Acetyl-20-hydroxy-16-methylene-strychane	77.881	-	0.27
4,8,12,16-Tetramethylheptadecan-4-olide	78.775	0.76	0.28
9-Desoxo-9-x-acetoxy-3,8,12-triacetylingol	86.071	0.05	-
3',8,8'-Trimethoxy-3-piperidyl-2,2'-binaphthalene-1,1',4,4'-tetrone	86.688	0.34	-
Trimethylene oxide	91.465	0.52	2.07
1',1'-Dicarboethoxy-1a,2a-dihydro-17a-hydroxy-3'H-cycloprop[1,2]androsta-1,4,6-trien-3-one	97.020	0.51	0.95
Subtotal		3.45	6.46
Total		90.28	90.72

은 테르펜 화합물 중 탄소 20개로 구성된 디테르펜 화합물이며 식물의 녹색 색소인 클로로필의 구성 성분으로 식물 조직이 파괴될 때 가수분해되어 생성되는 화합물로, 5월에 수확한 곤드레 정유에는 15.57% 함유된 것으로 나타났다. 6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone은 hexahydrofarnesyl acetone 또는 phytone이라고도 불리는 화합물로서 향균, 항산화, 혈당대사 조절 등의 다양한 생리활성을 지니는 것으로 보고되었다(Oyinloye 등 2020). 이 화합물은 바질, 오레가노, 샐러리의 특징적이고 중요한 향기성분이며, 이 외에도 여러 향신채소에 함유된 향기성분으로 알려져 있는데, 국내 산채류에서는 썩갓, 영경귀에도 상당량 함유된 것으로 조사되었다(Choi HS 2016; Choi HS 2022). 미리스트산으로 불리는 *teradecanoic acid*는 팜오일, 코코넛 오일, 버터 등에 존재하는 지방산으로, 5월에 수확한 곤드레로부터 추출한 정유에서 4.77% 함유된 것으로 조사되었다.

2. 9월에 수확한 곤드레의 향기성분

9월에 수확한 곤드레에서 추출한 정유에서는 총 70종(90.72%)의 휘발성 향기성분이 확인되었고, phytol의 함량이 24.18%로 가장 높았으며, 그 다음으로 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone(15.59%), tetracosane(8.87%), 2-methyl eicosane(3.55%), 6,10,14-trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one(3.12%), dibutyl phthalate(2.35%), viridiflorol(2.33%) 순으로 나타났다.

Phytol은 가을에 채취한 영경귀 정유에서 40% 이상의 높은 함유율을 보인 성분으로(Choi HS 2016), 본 연구에서 9월에 수확한 곤드레 정유에서도 20% 이상의 높은 함유율을 보였다. 이 화합물은 항암, 항돌연변이 효과가 있음이 보고된 바 있고(Lee 등 1999), 골격근의 비효소적 지질산화를 부분 억제하는 효과가 있는 것으로도 보고되었다(Phoenix 등 1989). Carvalho 등(2020)은 phytol이 통증을 유발하는 염증성

질환을 완화하는 약리학적 특성을 가지고 있으며, 특히 관절염에 효과적이어서 관절부종과 과알레르기 증상을 억제하는데 효과적임을 확인하였다. 또한 phytol이 관절과 척수의 염증 반응을 약화시키는 능력으로 인해 혁신적인 관절염 방지제가 될 수 있음을 보고하였다. 본 연구에서 phytol은 5월에 수확한 곤드레보다 9월에 수확한 곤드레에서 1.5배 이상 더 높게 함유된 것으로 나타났다. 9월에 수확한 곤드레에서 추출한 정유 속에 2.35% 함유된 것으로 확인된 dibutyl phthalate는 영경귀 정유에서도 확인된 성분이며(Choi HS 2016), 향종양 등의 생리활성(Okuyama 등 1990)과도 관련 있는 물질이다. Viridiflorol은 다양한 식물의 정유 속에 함유된 향기물질로(Acha 등 2019; Akiel 등 2022), 세포사멸을 통해 유방암, 폐암 등에 항종양 효과가 있는 물질로 보고되었고(Akiel 등 2022), 특히 티트리 군의 대표적인 식물인 니아올리(*Melaleuca quinquenervia*)의 화학분류에 주요한 성분이다(Ireland 등 2002). 니아올리는 호주 및 파피아뉴기니에서 자라는 식물로 통증, 호흡기 질환, 감염 완화에 효능이 있는 식물로 알려져 있으며, chemotype 2에 viridiflorol이 13~66% 함유되어 있어 chemotype 1과 구분되는 주요한 향기성분으로 알려져 있는데(Ireland 등 2002), 9월에 수확된 곤드레 정유에서는 이 성분이 2.33% 함유된 것으로 확인되었다.

3. Hydrodistillation extraction 방법으로 분리한 곤드레 정유의 향기 특성

5월에 수확한 곤드레로부터 추출한 정유의 주요성분은 hexadecanoic acid, phytol, 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone, tetracosanoic acid로 전체 정유의 70.8%를 차지하였다. 9월에 수확한 곤드레로부터 추출한 정유의 주요성분은 phytol, 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone, tetracosane, 2-methyl eicosane, 6,10,14-trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one, dibutyl phthalate,

viridiflorol로 전체 정유의 59.99%를 차지하였다. 5월과 9월에 수확한 곤드레의 향기성분을 관능기별로 Fig. 1에 제시하였고, 주요 향기성분은 Fig. 2에 제시하였다. 5월에 수확한 곤드레의 정유성분에는 지방산의 함량이 높았으며, 9월에 수확한 곤드레 정유에서는 탄화수소류, 알코올류, 케톤류, 에스테르류 등의 함량이 높았다. 즉, 5월에 수확한 곤드레의 정유성분에는 tetradecanoic acid, decanoic acid, octadecanoic acid, eicosanoic acid, hexadecanoic acid, undecanoic acid 등의 지방산 함량이 높은 반면, 9월에 채취한 곤드레의 정유성분에는 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one, phytol, dibutyl phthalate 등의 함량이 높게 나타났다. 이 외에도 α -pinene, 3-carene, α -terpinene, γ -terpinene, β -phellandrene, germacrene, carveol, δ -elemene, ylangene, copaene, β -elemene, cadinene, β -caryophyllene, elemol, farnesol, viridiflorol 등의 모노테르펜 및 세스퀴테르펜 등의 테르펜류의 함량이 9월에 수확한 곤드레의 정유에서 더 높게 함유된 것으로 나타났다. α -Pinene은 모노테르펜으로 소나무 및 수지(樹脂)향을 내는 물질로 레몬이나 베르가못 향기를 합성할 때 사용된다(Arctander S 1969). 3-Carene은 스페아민트, 레몬, 라임 등의 향기성분 제조에 활용되는 모노테르펜이다(Arctander S 1969). α -Terpinene은 레몬이나 감귤류 향기를 내는 물질로 40 ppm 이하 농도에서 레몬과 유사한 향기를 내지만 고농도에서는 쓴맛을 내며, γ -terpinene은 허브향을 내는 물질로 이 화합물 역시 40 ppm 이하 농도에서는 상쾌한 감귤류 향을 낸다(Arctander S 1969). Germacrene은 달콤한 나무향을 내는 세스퀴테르펜이며(Arctander S 1969), β -caryophyllene은 클로브, 로즈마리를 포함한 다양한 식물의 정유에 함유된 세스퀴테르펜으로(Arctander S 1969), 세균에 대한 항균효과, 항염증효과 등이 보고된 바 있다(Amiel 등 2012). Elemol은 달콤한

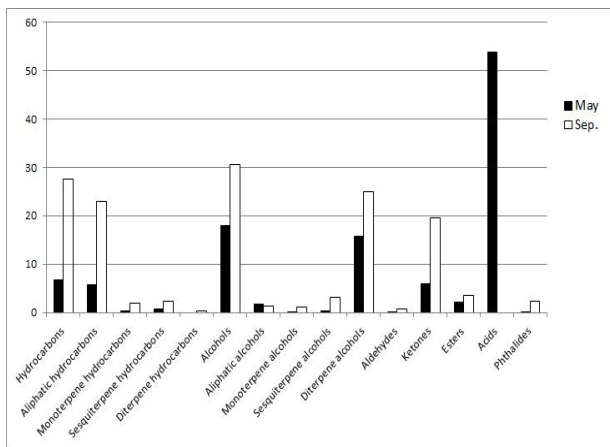


Fig. 1. Constitution of functional groups of flavor components from Gondre essential oil.

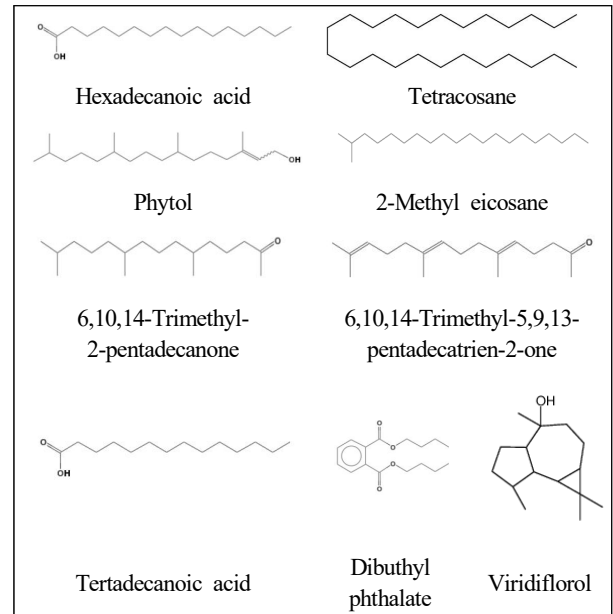


Fig. 2. The major flavor components of Gondre essential oil.

나무향을 내는 화합물로 비누 등 생활용품의 향기를 낼 때 널리 이용되는 물질이다(Arctander S 1969). 즉 기기 분석을 통한 화학적 조성에 기초하여 곤드레 정유의 향기 특성을 살펴보면 봄에 수확한 곤드레의 정유에서는 지방산의 함량이, 가을에 수확한 시료에서는 테르펜 화합물의 함량이 높은 것으로 보이며, 봄에 수확한 곤드레의 향기가 온후하며, 가을에 수확한 것이 향기 특성이 강할 뿐만 아니라 생리적 활성을 지니는 화합물의 함량도 높은 것으로 보인다. 수확시기에 따른 이들 성분들의 함량 변화가 곤드레의 정유를 활용함에 있어서 중요한 지표가 될 수 있을 것으로 보이므로 추후 이에 대한 심도있는 연구가 필요해 보인다. 본 연구의 곤드레 정유의 향기성분 분석 결과는 국내 식물자원의 기초자료에 유용한 정보를 제공해줄 뿐만 아니라 일반인에게는 영양정보 제공 측면에서, 식품산업 분야에서는 식품가공산업에 활용 시 품질 관리 측면에서 유용한 정보를 제공해 줄 수 있을 것이다.

요약 및 결론

최근 곤드레의 소비가 증가하고 있으므로 소비자 및 식품산업 분야에 정확한 정보를 제공하고자 곤드레 정유의 향기성분을 분석하였다. 5월과 9월에 수확한 곤드레의 향기성분 분석을 통해 국내 식물자원의 다양한 활용 분야를 모색하게 하고, 국내 산채류의 소비 촉진 및 산업적 활용에 유용한 기초자료가 되고자 본 연구를 수행하였다. 5월에 수확한 곤드

레에서 추출한 정유에서는 총 78종(90.28%)의 휘발성 향기성분이 확인되었고, hexadecanoic acid의 함량이 44.84%로 가장 높았고, 그 다음으로 phytol(15.57%), 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone(5.62%), tertadecanoic acid(4.77%) 순으로 나타났다. 9월에 수확한 곤드레에서 추출한 정유에서는 총 70종(90.72%)의 휘발성 향기성분이 확인되었고, phytol의 함량이 24.18%로 가장 높았으며, 그 다음으로 6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone(15.59%), tetracosane(8.87%), 2-methyl eicosane(3.55%), 6,10,14-trimethyl-5,9,13-pentadecatrien-2-one(3.12%), dibuthyl phthalate(2.35%), viridiflorol(2.33%) 순으로 나타났다. 5월에 수확한 곤드레의 정유성분에는 지방산의 함량이 높았으며, 9월에 수확한 곤드레의 정유에서는 탄화수소류, 알코올류, 케톤류, 에스테르류 및 테르펜 화합물의 함량이 높았다. 곤드레의 향기분석 연구는 국내 식물자원의 기초자료 확립에 유용한 정보를 제공해줄 뿐만 아니라 일반인에게는 영양정보 제공 측면에서, 식품산업 분야에서는 식품가공에 활용 시 품질 관리 측면에서 유용한 정보를 제공해 줄 수 있을 것이다.

References

- Acha E, Ahounou Aikpe JF, Adovelande J, Assogba MF, Agossou G, Sezan A, Dansou HP, Gbenou JD. 2019. Anti-inflammatory properties of *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) ST Blake Myrtaceae (Niaouli) leaves' essential oil. *Int J Curr Res Chem Pharm Sci* 6:30-40
- Akiel MA, Alshehri OY, Aljihani SA, Almuaysib A, Bader A, Al-Asmari AI, Alamri HS, Alrfaei BM, Halwani MA. 2022. Viridiflorol induces anti-neoplastic effects on breast, lung, and brain cancer cells through apoptosis. *Saudi J Biol Sci* 29:816-821
- 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. *Evid Based Complement Altern Med* 2012:872394
- Arctander S. 1969. Perfume and Flavor Chemicals. Allured
- Carvalho AMS, Heimfarth L, Pereira EWM, Oliveira FS, Menezes IRA, Coutinho HDM, Picot L, Antonioli AR, Quintans JSS, Quintans-Júnior LJ. 2020. Phytol, a chlorophyll component, produces antihyperalgesic, anti-inflammatory, and antiarthritic effects: Possible NF κ B pathway involvement and reduced levels of the proinflammatory cytokines TNF- α and IL-6. *J Nat Prod* 83:1107-1117
- Choi HS, Sawamura M. 2000. Composition of the essential oil of *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka (Hyuganatsu). *J Agric Food Chem* 48:4868-4873
- Choi HS. 2016. Chemical composition of *Cirsium japonicum* var. *ussuriense* Kitamura and the quantitative changes of major compounds by the harvesting season. *Korean J Food Nutr* 29:327-334
- Choi HS. 2022. Analysis of volatile flavor components of the essential oil from *Chrysanthemum coronarium* var. *spatiosum* Bailey. *Korean J Food Nutr* 35:185-192
- Ferenci P, Dragosics B, Dittrich H, Frank H, Benda L, Lochs H, Meryn S, Base W, Schneider B. 1989. Randomized controlled trial of silymarin treatment in patients with cirrhosis of the liver. *J Hepatol* 9:105-113
- Heath HB, Reineccius G. 1986. Flavor Chemistry and Technology. pp.2-157. Macmillan
- Ingelman-Sundberg M, Johansson I, Penttilä KE, Glaumann H, Lindros KO. 1988. Centrilobular expression of ethanol-inducible cytochrome P-450 (IIE1) in rat liver. *Biochem Biophys Res Commun* 157:55-60
- Ireland BF, Hibbert DB, Goldsack RJ, Doran JC, Brophy JJ. 2002. Chemical variation in the leaf essential oil of *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) S.T. Blake. *Biochem Syst Ecol* 30:457-470
- Jensen RG, Hagerty MM, McMahon KE. 1978. Lipids of human milk and infant formulas: A review. *Am J Clin Nutr* 31:990-1016
- Kim HL, Hong JW, Jeon SJ, Kim HY, Kim JW. 2021. Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidant from *Cirsium setidens* using response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 50:285-293
- Kim TJ. 2009. Wilds Flowers and Resources Plants in Korea. Vol. 4. pp.480-487. Seoul National University Press
- Lee DG, Kim HK, Park Y, Park SC, Woo ER, Jeong HG, Hahm KS. 2003. Gram-positive bacteria specific properties of silybin derived from *Silybum marianum*. *Arch Pharm Res* 26:597-600
- 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 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 Med Crop Sci*

- 19:217-226
- Lee KI, Rhee SH, Park KY. 1999. Anticancer activity of phytol and eicosatrienoic acid identified from perilla leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:1107-1112
- Lee OH, Kim JH, Kim YH, Lee YJ, Lee JS, Jo JH, Kim BG, Lim JK, Lee BY. 2014. Nutritional components and physiological activities of *Cirsium setidens* Nakai. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:791-798
- Lee SH, Jin YS, Heo SI, Shim TH, Sa JH, Choi DS, Wang MH. 2006. Composition analysis and antioxidative activity from different organs of *Cirsium setidens* Nakai. *Korean J Food Sci Technol* 38:571-576
- Lee SJ. 1966. Korean Folk Medicine. pp.145-146. Seoul National University Press
- Mourelle M, Muriel P, Favari L, Franco T. 1989. Prevention of CCL₄-induced liver cirrhosis by silymarin. *Fundam Clin Pharmacol* 3:183-191
- Oh JW, Lee JH, Cho ML, Shin GH, Kim JM, Choi SI, Jung TD, Kim YH, Lee SJ, Lee BJ, Park SJ, Lee OH. 2015. Development and validation of analytical method for pectolinarin and pectolinarigenin in fermented *Cirsium setidens* Nakai by bioconversion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1504-1509
- Okuyama T, Takata M, Nishino H, Nishino A, Takayasu J, Iwashima A. 1990. Studies on the antitumor-promoting activity of naturally occurring substances. II. : Inhibition of tumor-promoter-enhanced phospholipid metabolism by umbelliferous materials. *Chem Pharm Bull* 38:1084-1086
- Oyinloye OE, Alabi OS, Ademowo OG. 2020. *In vitro* antimicrobial, anti-oxidant properties and GC-MS analysis of the crude methanolic extract and fractions of *Solanum dasyphyllum* Schumach and Thonn. leaves. Available from <https://www.researchsquare.com/article/rs-125789/v1> [cited 10 March 2023]
- Park SJ, Kim HD, Lee YH. 2021. Antioxidant and anti-obesity properties of pectolinarin-rich *Cirsium setidens* Nakai fine powder. *Korean J Food Nutr* 34:69-78
- Park YE, Kwon GS, Kim BH, Lee JB. 2019. Evaluation of the usefulness of the fermented thistle (*Cirsium japonicum*) with *Lactobacillus rhammosus* BHN-LAB105 for antioxidative and whitening effects. *Asian J Beauty Cosmetol* 17:1-13
- Phoenix J, Edwards RH, Jackson MJ. 1989. Inhibition of Ca²⁺-induced cytosolic enzyme efflux from skeletal muscle by vitamin E and related compounds. *Biochem J* 257: 207-213
- Schultz TH, Flath RA, Mon TR, Egging SB, Teranishi R. 1977. Isolation of volatile components from a model system. *J Agric Food Chem* 25:446-449

Received 16 March, 2023

Revised 25 April, 2023

Accepted 8 May, 2023