

홍화꽃 및 홍화씨의 휘발성성분

최성희* · 임성임 · 장은영 · 조영수¹

동의대학교 식품영양학과, ¹동아대학교 생명자원과학부

Volatile Components of Flower and Seed of Safflower

Sung-Hee Choi*, Sung-Im Im, Eun-Young Jang, and Young-Su Cho¹

Department of Food Science and Nutrition, Donggeui University

¹Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University

Volatile components in flower and seed of safflower were identified. Volatile flavor compounds of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) was extracted by simultaneous steam distillation and extraction method using Likens and Nickerson's extraction apparatus. Concentrated extract was analyzed and identified by gas chromatography and GC-mass spectrometry. Main volatile components in flower were terpene compounds, including *p*-cymene, limonene, α -phellandrene, γ -terpinene, camphor, 4-terpineol, selinene, β -caryophyllene, torreyol, β -eudesmol, and 10 acids including 3-methylbutanoic acid, 2-methylbutanoic acid, and acids of C₂, C₅-C₁₁. Main volatile components in seed and safflower were 20 aldehydes including hexanal (7.17%), (*E*)-2-heptenal (1.10%), (*E,Z*)-2,4-decadienal and (*E,E*)-2,4-decadienal.

Key words: *Carthamus tinctorius* L., flower of safflower, seed of safflower, 3-methylbutanoic acid, 2,4-decadienal

서 론

국화과(Compositae)에 속하는 홍화(*Carthamus tinctorius* L.)는 2월에 파종하여 6-7월경이면 꽃이 피고 7-8월이면 씨가 익는 1년 생 초본으로 이집트 또는 메소포타미아(Mesopotamia)지방이 원산으로 우리나라, 중국 각지 및 일본 등지에서 재배되고 있으며, 꽃과 씨가 모두 식품 또는 약용으로 이용되고 있다. 홍화꽃에는 0.3-0.6%의 홍색색소(carthamin)와 20-30%의 황색색소(safflower yellow)가 함유되어 있고, 특히, 홍화꽃의 주성분인 carthamin은 홍소(紅素)라고 하여 예로부터 무명이나 비단에 진홍·분홍의 물을 들이기도 하였으며, 식품, 직물염색 및 혼례식 때 연지 등의 천연 착색료로 사용되어 왔다(1). 또한, 약성이 따뜻하고 피를 다스린다하여 한방에서는 어혈, 통경약 등의 약용으로 널리 이용되고 있다(2).

한편, 홍화씨에는 고도불포화지방산(PUFA)인 linoleic acid가 약 70-78%정도 함유되어 있으며(3), 혈중콜레스테롤 농도저하 작용으로 인한 동맥경화, 고지혈증, 고혈압 등의 순환기 질환의 예방과 치료에 대한 효과(4-6) 및 골절, 골다공증, 골 형성 부전증 등의 골 질환에 있어서의 뼈 형성 효과에 대한 연구보

고(7) 등 지금까지 민간에서 알려져 오던 약효가 과학적 연구에 의해 입증됨에 따라 치료제로도 그 사용범위가 확대되면서 최근 들어 생산능가 및 재배범위도 증대되고 있는 추세이다. 홍화꽃의 경우에도 총 지방산 함량의 약 70-75%가 불포화지방산인 linoleic acid(40-52%), linolenic acid(15-19%) 및 oleic acid(3-8%)인 것으로 보고되어 있다(8).

그 외 홍화에 관한 연구로는, 홍화의 적색소인 carthamin의 효과적 분리 및 화학구조 분석(9), 홍화의 부위별 이화학적 특성(10), 홍화(*Carthamus tinctorius* L.) 씨, 순 및 꽃잎 추출물의 폴리페놀 화합물 함량과 항산화 활성(11) 등의 생리물질로서 홍화의 이용을 위한 연구보고가 있다. 또한, 홍화종실분말 첨가 유과의 관능적·기계적 특성(12), 홍화씨 열수추출 분말 첨가가 국수의 품질에 미치는 영향(13)등 식품원료로서의 이용가능성에 대한 연구보고 및 홍화씨를 이용한 가공제품의 제조 및 식품재료로서의 이용가능성에 관한 연구(14,15)가 보고되어 있다. 이와 같이 홍화꽃 및 홍화씨에 대한 일반성분이나 기능성에 관한 연구(5,6,11)는 다소 되어 있으나, 휘발성 성분을 조사한 예는 국내외적으로 거의 없다. 이에 본 연구에서는 홍화꽃 및 홍화씨를 한방차 등 식품재료 및 약용으로 이용하기 위해 필요한 기호도와 관계되는 휘발성 성분을 분석, 동정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 홍화꽃 및 홍화씨 분말은 경남 산청군 소재 홍화원에서 구입(2003년 4월)하여 냉동보존(-20°C)하면서,

*Corresponding author : Sung-Hee Choi, Department of Food Science and Nutrition, Donggeui University, 995 Eomgwangno, Gayadong, Busanjin-gu, Busan 614-714, Korea
Tel: 82-51-890-1590
Fax: 82-51-890-1579
E-mail: choish@deu.ac.kr

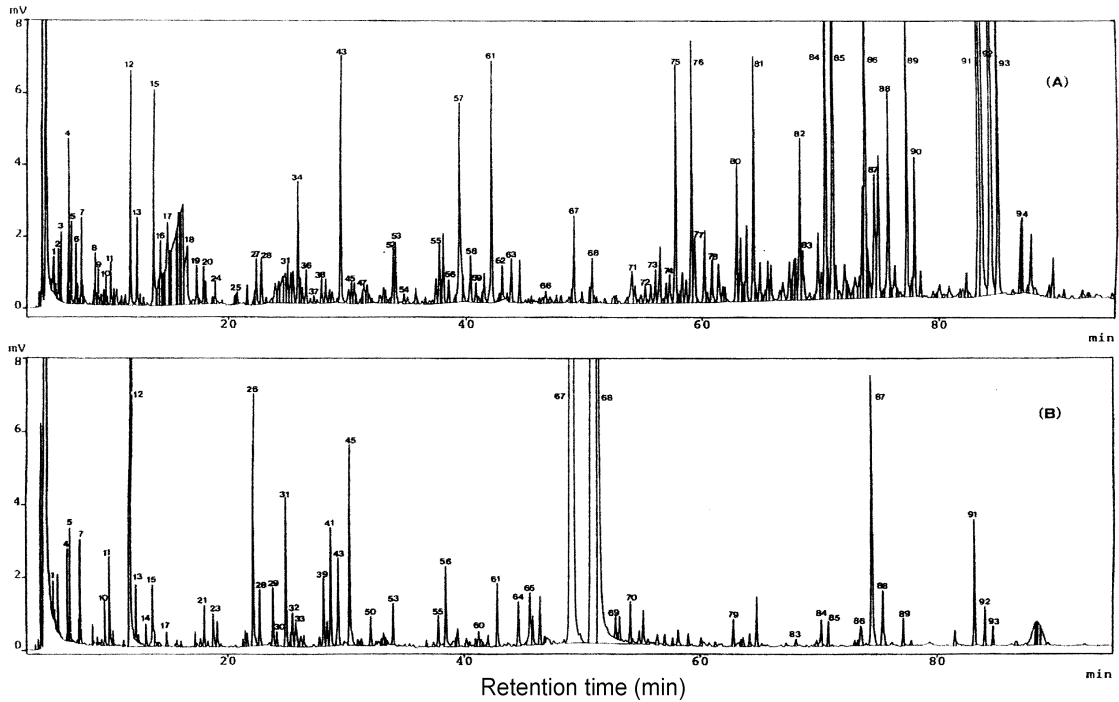


Fig. 1. Gas chromatograms of volatile components from flower of safflower (A) and seed (B).

전처리 없이 사용하였다. 각 휘발성성분의 동정에 이용한 탄화수소, 알코올류, 알데히드류, 케톤류 및 산류의 표준시약은 각각 limonene, 1-penten-3-ol, 1-octen-3-ol, hexanal, (E)-2-octenal, 3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine (Aldrich, Milwaukee, WI, USA), 1-pentanol, 2-pentanol, (E)-2-pentenal, (E)-2-heptenal, phenylacetaldehyde, nonanal, (E)-2-decenal, (E,E)-2,4-nonadienal, (E,E)-2,4-decadienal, hexanoic acid, heptanoic acid, octanoic acid, decanoic acid, dodecanoic acid(Wako, Osaka, Japan), nonanoic acid, 2-phenylethylalcohol, 3-methylbutanol(Sigma, St. Louis, MO, USA), 그 이외의 시약은 Tokyo kasei, Fluka 등의 특급 또는 1급 시약을 사용하였다.

휘발성 성분 농축물의 제조

홍화꽃 및 홍화씨의 휘발성성분 추출에는 Likens와 Nickerson형 연속수증기증류 장치(16)를 사용하였다. 즉, 분쇄한 시료 각 50 g과 증류수 500 mL를 Likens 와 Nickerson형 연속수증기증류 장치의 시료플라스크에 넣고 용매플라스크에는 diethyl ether 50 mL를 가한 후 1시간 동안 가열 환류하여 휘발성 성분을 추출하였다. 얻어진 휘발성성분은 무수 황산나트륨을 가해 하루 밤 탈수 후, diethyl ether를 상압에서 증류, 제거하여 얻어진 휘발성성분 농축물은 GC 및 GC-MS 분석에 사용하였다.

휘발성 성분의 분석 및 동정

연속수증기증류에 의해 얻어진 휘발성 성분 농축물의 분석 및 동정은 gas chromatography(GC)와 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)에 의하였다. GC는 Shimadzu model GC-17A(Kyoto, Japan)형을 사용하였다. 휘발성 성분의 검출에는 FID(불꽃이온화검출기), 칼럼은 HP-5(50 m×0.32 mm×0.52 μm film thickness: Hewlett Packard, USA)를 사용하였으며, column 온도는 60°C에서 5분간 유지시킨 후 220°C까지 2°C/min의 속도로 승온하였으며, GC주입부의 온도는 220°C를 유지하였다.

Carrier gas는 질소가스를, 유량은 1.2 mL/min, 분석시 split mode로 split ratio는 1:38을 유지하였다. GC-MS는 HP 6890와 HP 5973 Mass Selective Detector(Palo Alto, CA, USA)가 연결된 것을 사용하였다. Carrier gas로 helium을 사용한 것을 제외하고는 column과 온도조건은 GC의 조건과 동일하게 하였다. MS의 이온화 전압은 70 eV로 하였다. GC에 의해 분리된 각 peak 성분의 동정은 표준물질의 머무름 시간(t_R) 및 GC-MS분석 결과로 얻은 mass spectral library data와 비교하여 확인하였다.

결과 및 고찰

홍화꽃 및 홍화씨 분말의 휘발성 성분을 추출, 농축하여 GC 및 GC-MS로 분석, 동정하였다. 연속수증기증류에 의해 얻어진 홍화꽃 농축물은 관능적으로 냄새가 강하고 홍화씨 분말 농축물은 지방분해취가 났다. 홍화꽃 및 홍화씨 휘발성 성분 농축물의 수량은 각각 31.92 mg%, 17.92 mg%로 높은 편이었으며, GC 및 GC-MS 주입량은 각각 0.4 μL, 1 μL로 하였다. 각 시료의 가스크로마토그램은 Fig. 1과 같고, 추정 또는 동정된 화합물의 결과는 Table 1에 나타내었다. Fig. 1에 나타낸 것과 같이 작은 peak 성분을 포함하여 90여 종 이상의 휘발성 성분이 검출되었다. 홍화꽃과 홍화씨의 냄새성분은 관능적으로 전혀 다르지만 일치하는 성분도 있어 peak의 번호를 서로 일치시켰다. 홍화꽃의 휘발성 성분으로는 α-terpinene 등의 terpene hydrocarbon류 9종, hydrocarbon류 3종, eugenol등의 alcohol류 13종, 3-methyl butanal 등의 aldehyde류 20종, 3-penten-2-one 등의 ketone류 13종, acetic acid 등의 acid류 10종, acetyl furan 등의 heterocyclic compound 3종 및 기타 7종 등 총 78종의 화합물을 추정 또는 동정하였다.

홍화꽃의 휘발성 성분으로는, 홍화꽃의 관능적 냄새에 영향을 미치지 않을 것으로 생각되는 tetradecane등의 직쇄형 탄화수소도 몇 종류 있으나, p-cymene, limonene, α-phellandrene, γ-

Table 1. Volatile compounds identified in flower and seed of safflower

Peak No ¹⁾	<i>f_R</i> (min)	Compound	Peak area (%)		Peak No ¹⁾	<i>f_R</i> (min)	Compound	Peak area (%)	
			SF ²⁾	SS ³⁾				SF ²⁾	SS ³⁾
Hydrocarbons									
37	27.14	<i>α</i> -Terpinene ⁵⁾	0.05		30	24.10	1-Octen-3-ol ⁴⁾	0.07	
38	27.76	<i>p</i> -Cymene ⁵⁾	0.15		69	52.82	2,4,4-Trimethyl cyclohexanol ⁵⁾		0.11
39	28.11	Limonene ⁴⁾	0.15		85	71.02	Tetradecanol ⁵⁾	3.75	0.13
44	30.06	<i>α</i> -Phellandrene ⁵⁾	0.13	0.31	Total aliphatic alcohols				
46	30.52	<i>γ</i> -Terpinene ⁵⁾	0.13		Aldehydes				
72	55.21	<i>α</i> -Copaene ⁵⁾	0.13		4	6.64	3-Methyl butanal ⁴⁾	0.38	0.18
75	57.74	Selinene ⁵⁾	1.51		5	6.68	2-Methyl butanal ⁴⁾	0.22	0.24
76	59.07	<i>β</i> -Caryophyllene ⁵⁾	1.65		7	7.67	Pentanal ⁴⁾	0.26	0.28
77	59.33	<i>γ</i> -Muuroleone ⁵⁾	0.56		10	9.72	(<i>E</i>)-2-Pentenal ⁴⁾	0.10	0.14
Total terpenes									
32	25.40	Decane ⁴⁾	4.46	0.31	12	11.76	Hexanal ⁴⁾	0.91	7.16
57	39.43	1-Methyl-1,4-cyclohexadiene ⁵⁾	0.18		15	13.70	Furfural ⁴⁾	0.96	0.29
74	57.27	Tetradecane ⁴⁾	1.63		21	17.98	Heptanal ⁴⁾	0.16	1.10
78	60.80	Hexadecane ⁴⁾	0.20		26	22.12	(<i>E</i>)-2-Heptenal ⁴⁾	0.29	0.25
78	62.77	1-Pentadecene ⁵⁾	0.30		28	22.73	Benzaldehyde ⁴⁾	0.64	0.06
Others total									
40	28.33	1,8-Cineole ⁴⁾	0.14	0.14	34	25.80	Octanal ⁴⁾	0.19	0.98
54	34.73	2-Phenylethyl alcohol ⁴⁾	0.06	0.32	36	26.47	(<i>E,E</i>)-2,4-Heptadienal ⁴⁾	1.36	0.46
59	40.80	4-Terpineol ⁴⁾	0.12		43	29.38	Phenylacetaldehyde ⁴⁾	0.13	0.06
82	68.23	Eugenol ⁵⁾	1.10		45	30.21	(<i>E</i>)-2-Octenal ⁴⁾	0.07	0.19
86	73.74	Torreyol ⁵⁾	2.97		47	31.22	Toluialdehyde ⁴⁾	0.38	0.49
87	74.48	<i>β</i> -Eudesmol ⁵⁾	1.13		53	33.99	Nonanal ⁴⁾	0.14	0.31
2	5.79	Total terpene and aromatic alcohol	(5.38)	0.16	56	38.50	(<i>E</i>)-2-Nonenal ^e	1.47	0.26
6	7.23	2-Methyl-3-butanol ⁴⁾	0.19	0.16	64	44.57	(<i>E,E</i>)-2,4-Nonadienal ⁴⁾	0.51	0.38
8	8.82	1-Pentene-3-ol ⁴⁾	0.17	1.64	65	45.55	(<i>E</i>)-2-Decenal ⁴⁾	0.28	18.26
11	10.12	3-Methyl butanol ⁴⁾	0.17	(1.94)	67	49.16	(<i>E,Z</i>)-2,4-Decadienal ^e	0.28	56.26
13	12.32	1-Pentanol	0.36	0.16	68	50.71	(<i>E,E</i>)-2,4-Decadienal ⁴⁾	1.52	0.20
20	17.87	2-Hexadecanol ⁵⁾	20	17.87	70	54.07	Undecenal ^e	2.11	0.14
22	18.04	Heptanol ⁴⁾		0.11	81	64.32	Tridecanal ^e	11.91	87.45
Total aliphatic and aromatic aldehyde									
Ketones									
					9	9.09	3-Penten-2-one ^e	0.14	

Table 1. Continued

Peak No ¹⁾	<i>t_R</i> (min)	Compound	Peak area (%)		Peak No ¹⁾	<i>t_R</i> (min)	Compound	Peak area (%)	
			SF ²⁾	SS ³⁾				SF ²⁾	SS ³⁾
19	17.28	2-Heptanone ⁴⁾	0.23		71	54.09	Decanoic acid ⁴⁾	0.35	
25	20.73	3-Hepten-2-one ⁵⁾	0.07		83	68.48	Dodecanoic acid ⁴⁾	0.46	0.05
41	28.63	3-Octen-2-one ⁵⁾	0.54		Heterocyclic compounds				
42	28.65	2,6,6-Trimethyl cyclohexanone ⁵⁾	0.08		14	13.07	Methyl pyrazine ⁴⁾		0.08
48	31.32	(<i>E,Z</i>)-3,5-Octadien-2-one ⁵⁾	0.17		23	18.72	2,5-Dimethyl pyrazine ⁴⁾		0.17
51	33.00	(<i>E,E</i>)-3,5-Octadien-2-one ⁵⁾	0.11		24	18.86	Acetyl furan ⁴⁾	0.10	
52	33.80	Trimethyl-1,3-cyclopentadiene ⁴⁾	0.34		31	24.94	Pentyl furan ⁴⁾	0.23	0.67
55	37.71	Camphor ⁵⁾	0.37	0.16	33	25.68	2-Ethyl-5-methyl pyrazine ⁴⁾		0.18
63	43.80	2,6,6-Trimethyl-2,4-cyclopentadien-1-one ⁵⁾	0.29		35	26.12	2-Formyl-1-methyl pyrrole ⁵⁾		0.07
73	56.08	β -Damascenone ⁵⁾	0.20		50	31.99	3-Ethyl-2,5-dimethyl pyrazine ⁴⁾		0.14
80	62.87	5,6-Epoxy-6-ionone ⁵⁾	0.84		60	41.20	Furfuryl pyrrole ⁵⁾		0.10
88	75.68	Acetophenone ⁴⁾	1.52	0.36	62	43.01	2,3-Dihydrobenzofuran ⁵⁾	0.19	
93	84.94	6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone ⁵⁾	2.64	0.10	Total heterocyclic compounds			0.52	1.41
Total aliphatic and aromatic ketones			6.98		Others				
Acids					3	6.01	Ethyl acetate ⁴⁾	0.17	
1	5.40	Acetic acid ⁴⁾	0.16	0.06	27	22.31	Butyl benzene ⁴⁾	0.25	
16	14.25	Pentanoic acid ⁴⁾	0.38		84	70.40	Caryophyllene oxide ⁵⁾	2.93	0.16
17	14.84	3-Methylbutanoic acid ⁴⁾	0.87	0.06	90	77.91	Phellandrene epoxide ⁵⁾	0.87	
18	16.50	2-Methylbutanoic acid ⁵⁾	0.81		91	83.40	<i>p</i> -Allyltolylene ⁵⁾	19.02	0.64
29	23.77	Hexanoic acid ⁴⁾	0.34	0.27	92	84.35	3-Methyl-1H-indene ⁵⁾	6.09	0.20
49	31.61	Heptanoic acid ⁴⁾	0.13		94	86.95	1-Methyl-1H-indene ⁵⁾	0.36	
58	40.34	Octanoic acid ⁴⁾	0.32		Total others			26.69	1.00
66	46.75	Nonanoic acid ⁴⁾	0.10						

¹⁾Peak numbers in Fig. 1.

²⁾Flower of safflower.

³⁾Seed of safflower.

⁴⁾The compound was identified by comparing its mass spectral data and retention time with those of the reference compound.

⁵⁾The compounds were tentatively identified by comparing its mass spectral data with those reported in the literature.

terpinene, camphor, selinene, β -caryophyllene, 4-terpineol, torreyol 및 β -eudesmol 등의 테르페네 탄화수소의 종류가 많았다. 이들 중 γ -terpinene은 홍화화과 같은 국화과 식물(17)중에서 차나 약용으로 이용되는 산국의 정유성분(18)으로 동정된 바 있으며 *p*-cymene, selinene 및 β -caryo-phyllene 등은 역시 차나 약용으로 이용되는 감국 및 산국의 정유성분으로 동정된 바 있다(18,19). β -Caryophyllene(20,21)은 정향과 소나무, 스파이스향으로 묘사되며 화장품이나 합성향료로 사용되어진다. *p*-Cymene(20)은 약한 휘발유취와 함께 레몬이나 오렌지향을 띠며, 오렌지의 일종으로 얼그레이 홍차에 첨가하는 Bergamot향의 조합과 비누 및 세제의 향료로도 사용된다. 홍화꽃에서 동정된 β -caryophyllene, 1,8-cineole 및 camphor(2-camphanone)의 경우 썩향기(22-24)성분으로 비교적 중요한 성분들이다. 홍화꽃이 썩의 향기성분에서 동정된 것과 동일한 물질들이 다소 동정된 것은 썩 역시 국화과(compositae) 식물이기 때문인 것 같다. 또한, 이들 화합물은 들연변이 유발을 억제시키는 효과가 있었으며(23) 특히 cineole은 인조 유칼리유(油)를 제조하는 것으로 차의 향기성분으로도 존재해 쥐의 유방암 실험에서 화학적 치료 효과가 인정되었다(25). Terreyol은 녹차(26) 중 덩어리 차에서만 동정되고 국내산 천공에서도 동정된 바 있다(27).

그 외 홍화꽃의 경우, 포화 및 불포화 알데히드류(약 12%), 케톤류(약 7%) 및 산류(약 3.9%)의 생성을 볼 수 있는데 이들 화합물들은 홍화꽃에 함유된 불포화지방산의 산화로 생성된 산화생성물인 것으로 생각된다. 홍화꽃에는 통상 꽃향기 성분으로 동정되는 β -caryophyllene(20,21), 2-phenylethanol(28-31), 4-terpineol(18) 및 phenylacetaldehyde(21) 등도 동정되고 썩이나 녹차류 등에서 동정된 물질도 있었으나 특이한 점은 다른 꽃(18-21,29-32)들에 비해 산류의 종류가 많고 함량적으로도 많은 양을 차지하는 점이었다. 즉, 홍화꽃에는 acetic acid를 비롯한 10 종류의 산류가 동정되었으며 이들 함량은 전체 peak 면적의 3.92%를 차지하고 있었다. 녹차꽃(32)에는 2-ethylhexanoic acid 만이, 딸기꽃(29) 등에도 산류는 검출되지 않았다.

홍화꽃의 산류 중 가장 많은 함량의 3-methylbutanoic acid와 2-methylbutanoic acid는 냄새가 강한 산류로서 홍화꽃이 다른 꽃들에 비해 향기롭지 못한 요인으로 작용하는 것으로 사료된다. 홍화꽃의 강한 냄새 때문에 홍화꽃을 차로 이용하고자 할 때 기호도를 높이기 위해 건조된 홍화꽃과 녹차 등을 블렌딩하여 사용하는 것이 바람직하다고 생각되며 기능성 식품으로 이용하고자 할 때에도 그 냄새를 억제하는 연구가 필요하다고 생각된다.

한편, 홍화씨의 경우 hydrocarbon류 3종, 1,8-cineole 등의 alcohol류 8종, hexanal 등의 aldehyde류 20성분, 3-octen-2-one 등의 ketone류 4성분, hexanoic acid 등의 acid류 4종, methyl pyrazine 등의 heterocyclic compound 7종 및 기타 3종 등 총 49종을 동정 또는 추정하였다.

홍화씨의 경우 알데히드류가 생성된 전체 휘발성성분의 87% 이상을 차지하는 것으로 나타났고, 그 중 (*E,Z*)-2,4-decadienal과 (*E,E*)-2,4-decadienal은 전체 peak 면적의 약 75%를 차지하였다. 이들 2,4-decadienal의 생성은 PUFA의 산화에 의한 것으로 알려져 있으며(33) 홍화씨에 70%정도 함유된 linoleic acid(3)의 산화생성물인 것으로 보여진다.

홍화씨의 냄새성분으로서의 방향성과 관계가 있다고 생각되는 torreyol 및 β -eudesmol 등의 terpene alcohol류나 홍화꽃에도 동정된 달콤한 향과 관계가 있다고 생각되는 3-methylbutanal 및 2-methylbutanal(34) 등도 있었으나 산류는 꽃보다도 현저하

게 적었다. 홍화씨의 냄새성분으로 대부분을 차지하고 있는 지방산분해 생성물은 유통기간이 길어지면 더욱 증가될 것이 예상된다. 따라서, 홍화씨를 건강식품으로 유통시킬 경우 더 좋은 향을 오래 보유할 수 있고 산패를 방지시킬 수 있는 방법에 관한 연구도 필요하다고 생각된다.

요 약

식품재료 및 약리 효과로 인한 약용재료로서 사용범위가 확대되고 있는 홍화꽃 및 홍화씨의 휘발성 성분을 분석 동정하였다. 그 결과, 홍화꽃의 주요 휘발성 성분으로는 테르펜류인 *p*-cymene, limonene, α -phellandrene, γ -terpinene, camphor, 4-terpineol, selinene, β -caryophyllene, torreyol, β -eudesmol 등이 검출되었다. 또한, phenylacetaldehyde, 2-phenylethylalcohol, 4-terpineol, β -caryophyllene, γ -terpinene, α -phellandrene 등 통상의 꽃향기 성분과 알데히드류인 3-methylbutanal, 2-methylbutanal, pentanal, hexanal, octanal, nonanal 및 decanal, 알코올류인 2-pentanol 및 heptanol, 케톤류의 3-penten-2-one, 2-heptanone, 2,6,6-trimethyl cyclohexanone 등이 함유되어 있었다. 그 이외 산류인 acetic acid, heptanoic acid, 2-methylbutanoic acid 및 rancid-cheese odor를 띠는 3-methylbutanoic acid(isovaleric acid) 등의 생성이 확인되었다. 특히, 홍화꽃에서의 이들 산류의 생성은 다른 꽃들에 비해 종류나 함량이 많았으며, 홍화꽃이 다른 꽃에 비해 좋지 않은 냄새를 내는 특징적인 요인으로 생각되었다. 한편, 홍화씨의 경우는 hexanal, (*E*)-2-heptenal, (*E,Z*)-2,4-decadienal 및 (*E,E*)-2,4-decadienal 등의 알데히드류가 주요 휘발성 성분으로 동정되었다. 일반성분 중 전체 함량의 약 30%의 지질을 함유하는 홍화씨는, 방향성과 관계된 torreyol, β -eudesmol 등의 terpene alcohol류, 달콤한 향과 관계가 있는 3-methylbutanal 및 2-methylbutanal과 함께 산류의 생성도 있었으나, 지방산 산화 분해생성물인 (*E,Z*)-2,4-decadienal 및 (*E,E*)-2,4-decadienal이 전체 휘발성 함량의 약 75%를 차지하였다.

문 헌

1. Lee CR, Kim WJ. Natural Flavors and Food Colorants. pp. 71-73. Hyangmunsa, Seoul, Korea (1985)
2. Kim MN, Kim KH. Research for analgesic and hepatoprotective action of *Carthami* Flos. Pusan Bull. Pharm. Sci. 26: 32-36 (1992)
3. Noh WS, Park JS. Lipid composition of Korean safflower seeds. J. Korean Agric. Chem. Soc. 35: 110-114 (1992)
4. Cox C, Sutherland W, Mann J, Jong S, Chisholm A, Skeaff M. Effects of dietary coconut oil, butter and safflower oil on plasma lipids, lipoproteins and lathosterol levels. Eur. J. Clin. Nutr. 52: 650-654 (1998)
5. Kim HS, Chung SY. Effects of feeding the mixed oils of butter, sardine and safflower on the lipid components in serum and activities of hepatic functional enzymes in rats. J. Korean Soc. Food Nutr. 21: 608-616 (1992)
6. Cox C, Mann J, Sutherland W, Chisholm A, Skeaff M. Effects of coconut oil, butter, and safflower oil on lipids and lipoproteins in persons with moderately elevated cholesterol levels. J. Lipid Res. 36: 1787-1795 (1995)
7. Kim JH, Jeon SM, An MY, Ku SK, Lee JH, Choi MS, Moon KD. Effects of diet of Korean safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed powder on bone tissue in rats during the recovery of rib fracture. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 698-704 (1998)
8. Srinivas CVS, Praveena B, Nagaraj G. Safflower petals: A source of gamma linolenic acid. Plant Foods Human Nutr. 54: 89-92 (1999)

9. Kim JB, Cho MH, Hahn TR, Paik YS. Efficient purification and chemical structure identification of carthamin from *Carthamus tinctorius*. *Agric. Chem. Biotechnol.* 39: 501-505 (1996)
10. Kim SK, Kim HJ, Jeong BH, Cha JY, Cho YS. Properties of the chemical composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Korean J. Life Sci.* 10: 431-435 (2000)
11. Kim HJ, Jun BS, Kim SK, Cha JY, Cho YS. Polyphenolic compound content and antioxidative activities by extracts from seed, sprout and flower of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 1127-1132 (2000)
12. Park GS, Lee GS, Sin YJ. Sensory and mechanical characteristics of Yukwa added safflower seed powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 1088-1094 (2001)
13. Kwak DY, Kim JH, Choi MS, Shin SR, Moon KD. Effect of hot water extract powder from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed on quality of noodle. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 460-464 (2002)
14. Kim JH, Choi MS, Moon KD. Quality characteristics of bread prepared with the addition of roasted safflower seed powder. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 7: 80-83 (2000)
15. Kim JH, Park JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD. Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 617-624 (2002)
16. Nickerson GB, Likens ST. Gas chromatographic evidence for the occurrence of hop oil components in beer. *J. Chromatogr.* 21: 1-5 (1966)
17. Park CH. Hanyakbaeka-Dogam. Sinil Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 945-947 (2003)
18. Choi SH. Analysis of essential oil from flowers of *Chrysanthemum boreale* Makino. *J. Center Human Ecol. Dongeui Univ.* 3: 43-47 (1999)
19. Choi SH. Analysis of essential oil from flowers of *Chrysanthemum indicum* L. *Res. J. Dongeui Univ.* 34: 141-145 (2001)
20. Fujimaki M. Goryonoziten. Asakurasouten, Tokyo, Japan. p. 151 (1982)
21. Akahoshi G. Koryonokagaku. Tainippondosyo, Tokyo, Japan. pp. 299-300 (1983)
22. Choi KS, Choi BY, Park HK, Kim JH, Park JS, Yoon CN. Flavor components of *Artemisia Lavandulaefolia* DC. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 774-779 (1988)
23. Kim JO, Kim YS, Lee JH, Kim MN, Rhee SH, Moon SH, Park KY. Antimutagenic effect of the major volatile compounds identified from mugwort (*Artemisia asiatica nakai*) leaves. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 308-313 (1992)
24. Kim YS, Lee JH, Kim MN, Lee WG, Kim JO. Volatile flavor compounds from raw mugwort leaves and parched mugwort tea. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23: 261-267 (1994)
25. Kubo I, Muroi H, Himejima M. Antimicrobial activity of green tea flavor components and their combination effects. *J. Agric. Food Chem.* 40: 245-248 (1992)
26. Yamanishi T. The aroma of various teas. pp. 305-328. In: *Flavor of Foods and Beverages*. Charambous G, Inglett GE. (eds). Academic Press, New York, NY, USA (1978)
27. Choi SH, Kim HJ. The flavor components of Korean *Cnidium officinale* Makino. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 582-585 (2000)
28. Yamaguchi K, Shibamoto T. Volatile constituents of the chestnut flower. *J. Agric. Food Chem.* 28: 82-84 (1980)
29. Hamilton-Kemp TR, Loughrin JH, Andersen RA. Identification of some volatile compounds from strawberry flowers. *Phytochemistry* 29: 2847-2848 (1990)
30. Flath RA, Mon TR, Lorenz G, Whitten CJ, Mackley JW. Volatile components of *Acacia* sp. blossoms. *J. Agric. Food Chem.* 31: 1167-1170 (1983)
31. Kim YS, Park ER, Kim KS. Volatile components of chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) flower. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 801-805 (2003)
32. Baik SO, Bock JY, Han SB, Cho KS, Bang GP, Kim IK. Analysis of volatile flavor constituents in green tea flower. *Anal. Sci. Technol.* 9: 331-335 (1996)
33. Josephson DB. Seafood. pp. 179-202. In: *Volatile Compounds in Foods and Beverages*. Maarse, H. (ed). Marcel Dekker, New York, NY, USA (1991)
34. Cha YJ, Lee GH, Cadwallader KR. Aroma-active compounds in salt-fermented anchovy. pp. 131-147. In: *Flavor and Lipid Chemistry of Seafood*. Shahidi F, Cadwallader KR. (eds). American Chemical Society, Washington, DC, USA (1997)

(2003년 10월 18일 접수; 2004년 1월 8일 채택)