

한국산 감귤주스의 향기성분

이 현유·허 우덕·신 동화·정 동호*

농수산물유통공사 종합식품연구원, *중앙대학교 식품공학과

Analysis of the Aroma Constituents of Korean mandarin (*Citrus reticula*) and Orange Juices by Capillary GC and GC/MS

Hyun-Yu Lee, Woo-Deek Hawer, Dong-Hwa Shin and Dong-Hyo Chung

Food Research Institute/AFMC, Suwon

Dept. of Food Technology/Chung-Ang Univ., Seoul

Abstract

The volatiles fraction from Korean mandarin (*Citrus reticula*) and valencia orange essence oil were analyzed by capillary gas chromatography and the separated components were identified from their retention time and mass spectrum. The essence oil were extracted with methylene chloride after steam distillation. The major volatile constituents of mandarin and sweet orange was limonene which accounted for 68% of total volatiles in mandarin and 87% in sweet orange. The 31 components identified from mandarin include 11 hydrocarbons, 1 ester, 10 alcohols, 4 aldehydes, 5 miscellaneous. The following 37 components were identified in sweet orange; 12 hydrocarbons, 1 ester, 11 alcohols, 8 aldehydes, 5 miscellaneous. Mandarin contained more octanal, α -terpinene, terpineol, styrene, citronellol, citronellal, citral and farnesol while orange included more sweet orange, myrcene, β -pinene, linalol, decanol, β -copaene, elemene, β -cadinene, valencene.

서론

식품중의 풍미(風味, Flavor)란 사람이 맛이나 냄새를 감지하는 기관의 자극에 의한 복합현상이다. 감귤주스의 풍미에 영향을 주는 성분으로는 혀에서 느껴지는 단맛, 신맛, 쓴맛의 taste와 코로 느껴지는 휘발성 물질인 향기물질이 있다.

감귤류의 향기물질에 관한 연구는 Bernhard⁽¹⁾가 캘리포니아산 lemon oil로부터 gas-partition chromatography를 이용하여 5개의 향기물질을 밝혔으며 2년후에는 25개의 향기물질⁽²⁾을 확인 하였고 valencia sweet orange에서 7개의 terpene fraction과 36개의 oxygenated fraction을 밝혔다.⁽³⁾ Fernandez⁽⁴⁾는 후로리다 sweet orange oil에서 72개를 분리하였으며 Slater⁽⁵⁾는 18.9%의 oxygenated compounds를 분리 하였고 Scott⁽⁶⁾는 orange의 신선한 과육에서 분리된 juice oil을 바로 추출한 것은 비교적 비중이 가벼운 상태이나 수시간 방치후 최수한 것은 무거워진다고 하는데 이는 주스의 cloud components에서, 정유에 지질 물질이 혼입되는 것으로 보이며 따라서 즉시 oil성분을 분리 하여야만 신선한 향기물질의 소실을 적게 할 수 있다고 한다. 대부분의 감귤 향기물질은 과육안에 있

는 oil sac에서 유래 되는데 껍질에 0.02~0.03%, 주스내에는 0.002~0.005%가 존재⁽⁷⁾하고 있고 Hunter⁽⁸⁾는 grapefruit, lemon, lime과 tangerin에서 정유를 분리하여 linalool 등 18개의 알코올향기물질을 Wolford⁽⁹⁾는 orange essence에서 8개의 탄화수소류, 16개의 알코올류, 12개의 알데하이드류, 4개의 에스테르류의 향기물질을 밝혀 내었으며, 5년뒤 58개의 향기물질을 확인하였다.^(10,11)

Moshonas는 citrus⁽¹²⁾, grapefruit⁽¹³⁾, tangerin⁽¹⁴⁾, lemon⁽¹⁵⁾과 lime⁽¹⁶⁾의 정유로부터 향기물질을 분석하였고, 이밖에 Shaw⁽¹⁷⁾, Coleman^(18, 19, 20), Lund⁽²¹⁾, Attaway⁽²²⁾, Buttery⁽²³⁾들도 감귤의 정유로부터 향기물질을 밝혔는데 이들은 탄화수소류가 대부분이라 하였다. Shaw⁽¹⁷⁾는 향기물질중 limonene이 sweet orange에 83~97%, mandarin에는 65~94% 존재한다고 하였다.

Claik⁽²⁴⁾, Schultz⁽²⁵⁾, Imagawa⁽²⁶⁾는 향기성분 분석방법을 head-space analysis로 Schultz⁽²⁷⁾와 Teranishi⁽²⁸⁾는 mass spectra를, Staroscik⁽²⁹⁾는 glass capillary GC를 이용 하였다. 국내에서는 김⁽³⁰⁾이 26개의 휘발성물질을 확인한 것과 이⁽³¹⁾등이 감귤껍질로부터 18개의 향기물질을 밝혔을 뿐 거의 향에 관한 연구

가 수행된 바 없다.

본 연구에서는 국내산 mandair과 수입산 sweet orange간의 향기성분을 capillary GC와 GC/MS를 이용하여 확인하였기에 보고한다.

재료 및 방법

공시재료

감귤은 농촌진흥청 제주시험장으로 부터 분양 받은 '84년산 만생종인 입은주와 청도를 사용하였다.

이들 생과일은 0°C에 저장 하면서 원료의 품질을 측정하였고 sweet orange는 수입된 valencia농축품(63°Bx)를 -20°C에 저장하면서 공시 하였다. 시판중에 있는 정유를 C사로부터 공급 받아 원료와 대비 하였다.

감귤원료의 품질 측정

사용된 원료의 품질은 과육량, 과즙량, pH, 산도, 당도, 총당, 환원당을 상법에 따라 측정하였다.⁽³⁴⁾

향기성분의 분리 및 확인

시료조제

껍질을 제거한 후 Pulper finisher(Sterling Co., Model VL3514, U.S.A)를 이용 착즙, 여과한 주스 2,000ml를 상압 steam distillation 장치에서 3시간 증류 후 50ml의 methylene chloride로 4회, 추출하고 30°C 이하의 vacuum evaporator에서 0.2ml까지 농축시켜 1ml로 정용, GC 및 GC/MS에 주입 하였다.

향기물질의 분석 및 확인

향기물질의 분리 및 확인은 GC(Varian Co., model

6000, U.S.A.)와 GC/MS (Shimadzu Co., model QP 1000, Japan)를 사용 하였다.

GC의 칼럼은 $\phi 0.03mm$ 의 BP-10 fused silica capillary 25M를 이용 하였고 칼럼의 온도는 60°C에서 1분간 유지한 후 120°C까지는 분당 4°C 씩, 220°C까지는 8°C씩 승온시켜 50분간 작동하였다. 이동상가스는 헬륨을 분당 30ml로 유속 시켰고, injector의 온도는 250°C, FID detector의 온도는 260°C로 하였다. GC/MS의 조건은 GC와 동일하게 하였으며 진공도는 3.5×10^{-6} torr, gain은 2.5, mass scale은 10으로 하였고 chartspeed는 분당 1cm질량의 범위는 40~300, scan speed는 2초로 하였다.

향기물질의 확인은 limonene등 23가지 표준물질(ROTH Co., West Germany)의 머플은 시간과 비교하거나 mass spectrum의 eight peak index⁽³²⁾와 reference databook⁽³³⁾을 이용하였다.

결과 및 고찰

감귤원료의 품질

사용된 원료의 품질을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 표에서와 같이 원료의 평균 무게는 101~116g이었으며 과육량은 69~70%, 과즙량은 50~51%이었다. 당도는 입은주가 11.3°Bx, 청도가 12.0°Bx로 '83년산에 비해 당도가 1~2°Bx정도 높아졌음을 알 수 있었고⁽³⁴⁾, 산도는 1.3%로 '83년산의 1.25%와 유사한 값을 나타내 전체적으로 '83년산의 10.0~11.0°Bx에 비해 감미가 있는 것으로 보였다.⁽³⁴⁾

감귤주스의 향기성분

mandarin과 sweet orange농축품의 정유를 GC에 주

Table 1. Processing Quality of Mandarin Varieties

Varieties Components	early		medium		late	
	Heung-Jin	Sambo	Namgam 20	Bunjeon	Im-on	Chung-do
Weight of each (g)	131.5	115.4	105.4	115.9	101.2	116.2
Peel (g)	19.3	27.1	28.6	26.9	30.5	30.0
Fresh (%)	80.8	72.9	71.5	73.1	69.5	70.0
Juice (%)	58.6	60.2	50.5	55.4	50.4	50.7
pH	3.7	3.4	3.6	3.3	3.3	3.3
Total acidity (%)	0.71	1.02	0.89	1.11	1.30	1.25
Total sugar (%)	7.12	8.12	7.84	7.84	7.55	8.43
Reducing sugar (%)	2.26	2.59	2.30	2.58	2.67	2.70
°Bx	9.6	11.5	10.9	11.0	11.3	12.0

입하여 얻어진 Chromatogram은 Fig. 1, 2와 같으며 물질확인을 위해 GC/MS로 분석한 total ion intensity chromatogram은 Fig. 3, 4, 5와 같다.

이들로부터 얻어진 GC의 머무는 시간과 GC/MS의 mass spectrum을 이용하여 확인된 향기물질들은 Table 2와 같으며 이들 물질을 그룹별로 보면 Table

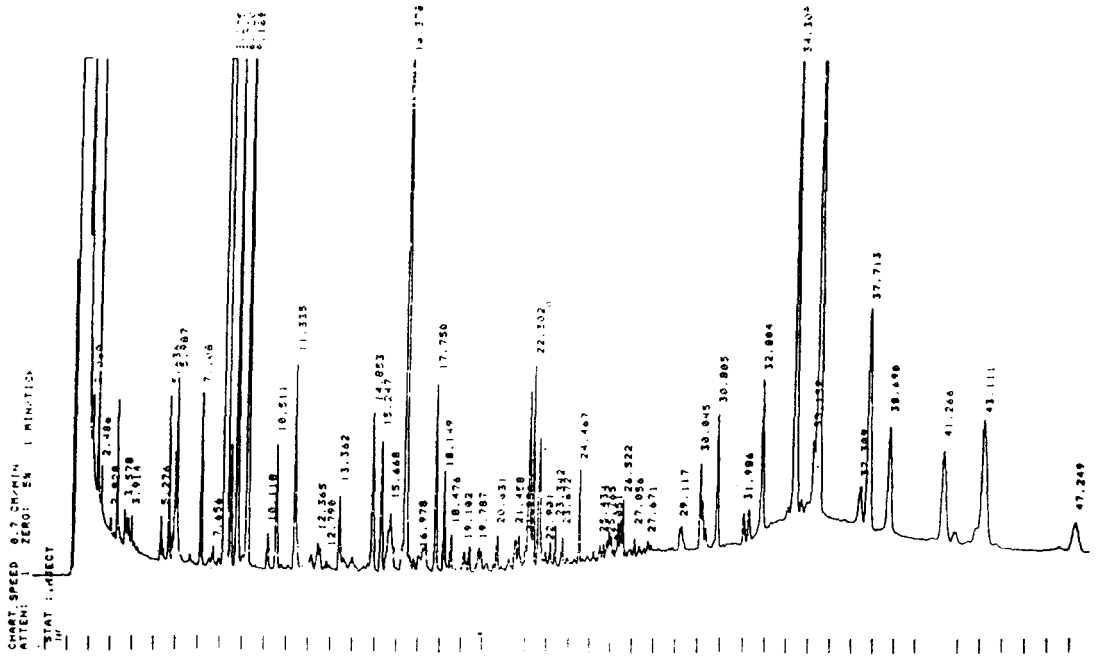


Fig. 1. GC chromatogram of volatile components in Imonju mandarin

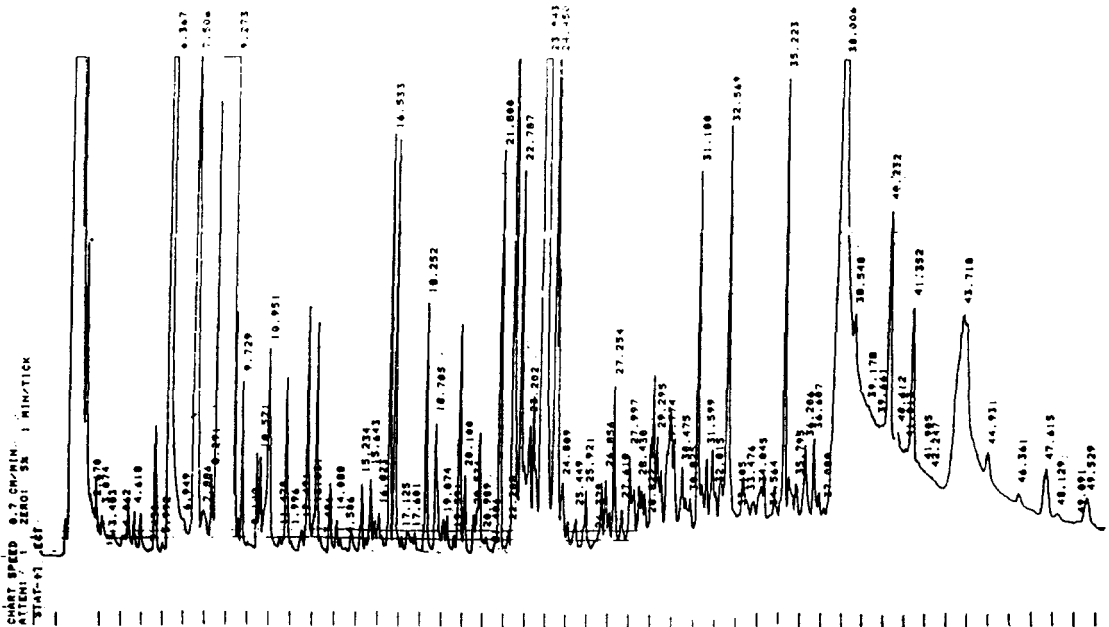


Fig. 2. GC chromatogram of volatile components in valencia sweet orange

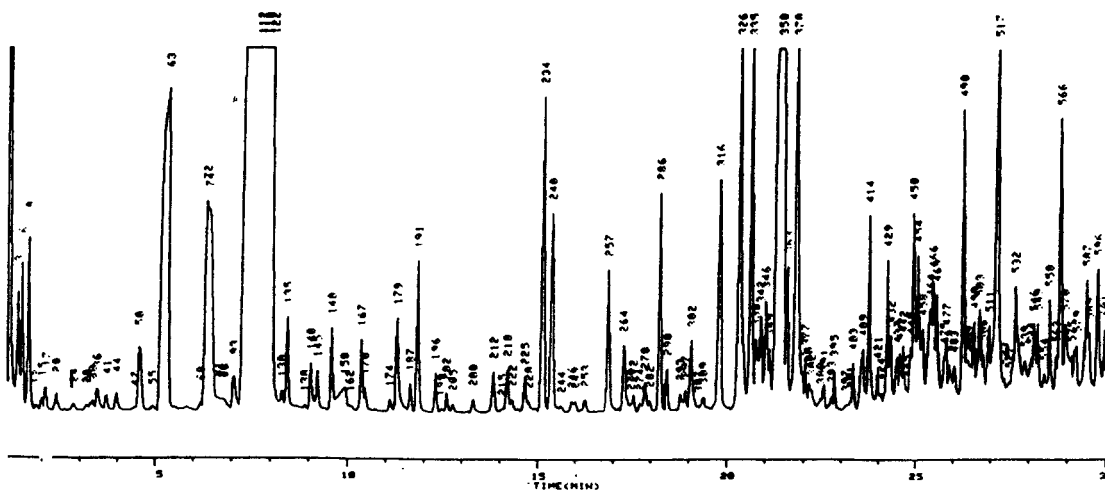


Fig. 3. GC/MS total ion intensity chromatogram of volatile components in Valencia sweet orange juice

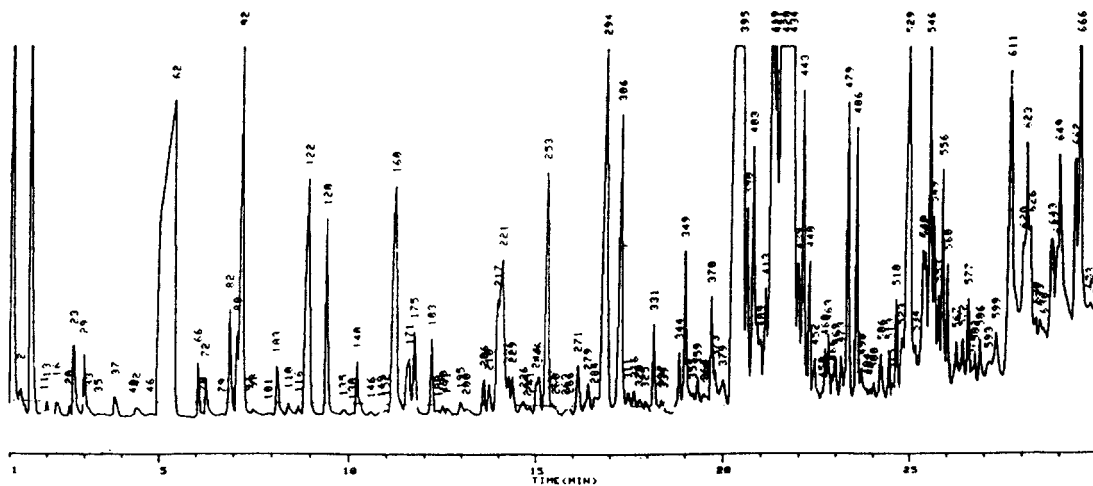


Fig. 4. GC/MS total ion intensity chromatogram of volatile components in Chungdo mandarin juice

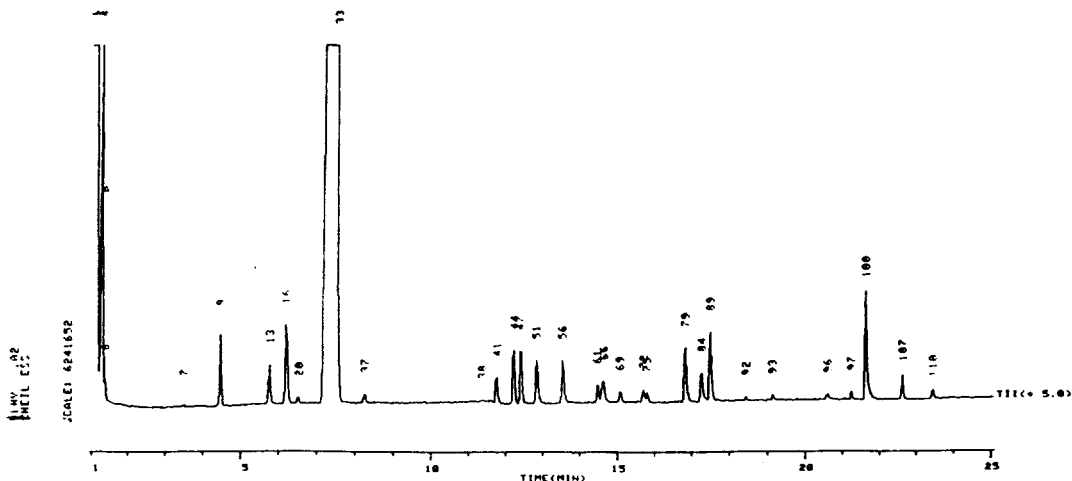


Fig. 5. GC/MS total ion intensity chromatogram of volatile components in commercial essential oil

Table 2. Contents of volatile constituents in mandarin and sweet orange juices by GC

Compounds	Retention time (min)	Mandarin (area %)	Sweet orange (area %)
2-Methyl 1-butanol	3.15	0.10	0.02
Ethyl isobutyrate	2.64	0.10	0.01
2-Buten-1-ol-3-methyl	4.32		0.05
α -Pinene	5.62	0.43	0.15
Furfural, β -Pinene	6.37		3.22
Myrcene	7.51	tr	1.00
2-Ethyl 5 methyl furan	8.30		0.10
Limonene	9.27	62.63	88.56
α -Terpinene	9.54	0.37	0.01
Octanal	9.72	2.67	0.12
2-Furan carboxy aldehyde 5-methyl	10.41		0.08
Terpinolene	10.95	0.47	0.37
Styrene	11.76	0.85	0.19
Benzene acetaldehyde	12.73	0.08	0.26
Linalool	13.16	0.08	0.22
Terpinene 4-ol	15.23		tr
Citronellal	15.64	0.56	0.09
Decanol	16.53	tr	0.42
Terpineol	16.78	3.73	0.42
Linalyl acetate	17.60	0.11	0.02
α -Citronellol	18.25	0.69	0.26
cis-Carveol	18.71	0.39	0.20
1-Decanal	19.26	0.09	0.05
α -Copaene	19.85	0.09	0.29
Citral	20.10	0.16	0.08
Cyclopentane-1-one	20.54		0.04
Elemene	21.80		0.47
Calarene	23.20	0.07	0.23
α -Selinene	23.40	0.10	0.19
Valencene	23.94	0.12	4.34
α -Cadiene	24.45	0.25	0.81
Farnesol	30.83	0.48	0.08

3과 같다.

분리 확인된 물질들은 Table 3에서와 같이 mandarin에는 linalool등을 포함한 알코올류 10종, citronellal등의 알데하이드류 4종, limonene과 같은 탄화수소류 11종, 에스테르 1종, 기타 5종을 포함해서 31종을 확인 하였으며 sweet orange에는 알코올류 11종, 알데하이드류 8종, 탄화수소류 12종, 에스테르 1종과 기타 5종등 37종을 확인 하였다. 시판되고 있는

정유에는 탄화수소류 5종, 알코올류 4종, 알데하이드류 4종 등 13종만이 확인 되었다.

탄화수소류

Mandarin과 sweet orange농축품에 함유되어 있는 탄화수소류는 limonene, α -pinene, β -pinene, myrcene, α -terpinene, terpinolene, α -copaene, 1,4,7-octatriene, r-cadinene, calarene, valen-

Table 3. Identification of aroma constituents from mandarin and sweet orange by GC/MS spectrum

Compounds	1	Peak 2	No.* 3	Base Peak of Mass	Molecular Weight
Alcohols					
2-Buten-1-ol, 3-methyl	20	36		40	
2-Hexen-1-ol	62	63	95		
Methyl heptenol	122	140		40	
Linalool	175	191	41	71	154.24
Fenchyl alcohol	195	205	51	40	154.24
Terpineol	253	240		59	
d-Citronellol	294	257	79	109	156.26
cis-Carveol	306	264		40	
1-Decanol	320	278		40	158.28
Farnesol		483		40	222.36
Aldehydes					
Benzaldehyde			37	40	
Furfural	62	63		95	
Octanal	110	135		40	128.22
Furan carboxy aldehyde		140		40	
Benzene acetaldehyde	160	179		91	
Citronellal	210	212	56	40	154.24
Decanal	246	234	69	43	156.26
Citral		290	92	40	152.23
Hydrocarbones					
α -Pinene	42	50	9	93	136.23
Camphene			13	40	136.23
Myrcene	72	72	16	41	136.23
β -Pinene			20	40	136.23
Limonene	92	112	33	67	136.23
α -Terpinene		130		40	136.23
Terpinolene	103	145		40	136.23
α -Copaene	331	286		119	
1,4,7-Octatriene	349				
α -Caldiene		316		161	204.34
Calarene		338		40	
α -Selinene	403	342		40	
α -Mumuloene	413	349		81	
α -Cadiene	443	370		161	
Acethyl cedrene	518	442		40	
Ester					
Ethly isobutyrate	16	20		43	116.16
Miscellaneous					
3-Methyl furan	29				
2-Ethyl-5-methyl furan	82	93		40	
5-Hexen 2-one-3-ethyl- diene-1-methoxy	140	167	d	132	
6-Methyl 3-undecene	171	187		40	
3-Cyclohexen-1-ol-5- methylene isophenyl	183	196		40	
Cyclopenten-1-one		293		40	

cene, d-selinene, α -mumurolene, β -cadinene, acetyl cedrene이었다.

전체 향기물질중 탄화수소류가 차지하는 비율은 mandarin이 65.5%, sweet orange가 95.3%로 대부분이었으며 특히 limonene은 mandarin에 62.3%, sweet orange농축품에는 85.56% 함유하고 있는 중요한 향기물질로서 mandarin보다 sweet orange농축품에 25.93%나 많이 함유하고 있다. 이들 결과는 Rangana⁽³⁵⁾ 등이 orange향기물질 중 탄화수소류가 90~95% 존재하고 있다는 결과와 Show⁽³⁶⁾ 등이 sweet orange 농축품에 limonene함량이 83~97%, mandarin에 65~94% 함유 한다는 보고와 유사 하였다.

이들 탄화수소류는 terpenoid물질로 monoterpene (C₁₀H₁₆)이 방향성이 높은 것으로 알려져 있으며 sesquiterpene (C₁₅H₂₄)은 존재 하더라도 향이 강하지 않다고 한다. 즉, 탄화수소수가 너무 적거나 많으면 강한 향을 내지 못하고, 탄소수 8~15개가 향기를 많이 내며 사슬화합물이 고리화합물보다 강하고, 불포화도가 많을수록 향을 많이 휘발시킨다고 한다.⁽⁷⁾ 향을 내는 것은 탄소수 10개, 분자량 136.23으로 limonene,

terpinene은 레몬향, myrcene은 향긋한 향, terpinolene은 감미로운향, pinene은 잣나무 향을 갖고 있으나 탄소수 15개가 넘는 cadinene등은 향을 휘발 시키지 않는다고 한다.⁽³⁷⁾ Attaway⁽³⁸⁾는 hamlin sweet orange의 외피로부터 sesquiterpene류인 valencene이 90%이상 함유한다 하였으며 본 연구결과에서 확인된 valencene도 cuticular wax에서 유래된 것으로 보인다. Norman⁽³⁹⁾은 limonene, β -myrcene, α -pinene을 Ashoor⁽⁴⁰⁾는 mandarin 및 Florida tangerin으로부터 γ -terpinene, α -pinene, camphen을 Ifuku⁽⁴¹⁾는 α - β -elemene을, Imagawa⁽⁴²⁾는 β -elemene을 확인 하였다. 탄화수소류의 대표적인 물질인 limonene의 mass spectrum은 Fig. 6와 같다.

알코올류

Mandarin에 함유 되어 있는 알코올성분은 linalool, decanol, terpineol, d-citronellol, cis-carveol, farnesol, 3-methyl-2-buten-1-ol, 2-hexene-1-ol, methyl heptenol, fenchyl alcohol 이었고 sweet orange에는 이외에 2-methyl-1-butanol이

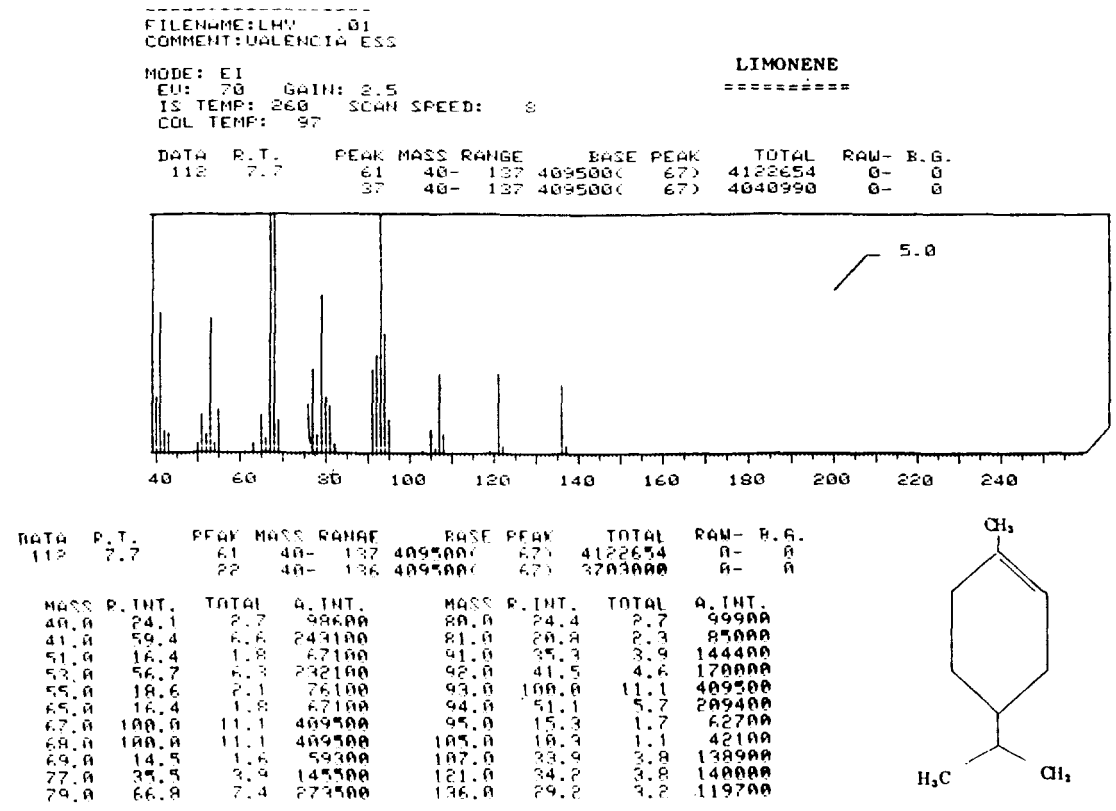


Fig. 6. Mass spectrum and molecular formular of limonene

확인 되었다. 이들 알코올성 수산기는 2중, 3중 결합이 있으면 향이 강하고 위치에 따라서도 향의 감지는 다르다고 하며 OH수가 많으면 향이 오히려 감소하고 방향족알코올이 지방족알코올보다 약하다고 한다.⁽⁴²⁾ 확인된 향기물질의 탄소수는 8~15, 분자량은 154~158이었으며 linalool은 레몬향, fenchyl alcohol은 라임향, farnesol과 1-decanol은 꽃향, d-citronellol은 장미향을 휘발 시키거나 terpineol은 좋지 않은 냄새를 낸다고 한다.^(7, 37) Kirkner와 Miller⁽⁴³⁾는 hexanol, 3-hexen-1-ol, linalool, n-octanol, α -terpineol, n-decanol, carveol을 확인 하였으며, Bernard⁽⁴⁾는 3-hepten-1-ol, iso-pulegol, borneol, citronellol을, Attaway⁽³⁸⁾들은 methanol, octanol, citronellol등 16개의 알코올류가 존재한다고 보고 하였다. 이들은 미량으로 강한향을 갖으며 일반적으로 linalool이 가장 많이 발견되는 물질이다.

알데하이드류

Mandarin에 존재하고 있는 알데하이드류의 향기물질은 octanal, benzene acetaldehyde, citronellal, decanal, furfural이 확인 되었고 sweet orange에는 이외에 citral과 furan carboxyaldehyde가 있었는데 총합량비는 sweet orange가 3.94%로 mandarin의 3.3%보다 0.64% 많이 함유되어 있다. 확인된 향기물질의 탄소수는 8~10개, 분자량은 128~156이었으며 octanal과 decanal은 특 쏘는 강한 향, citronellal은 장미향, citral은 레몬향을 갖고 있다.⁽³⁵⁻³⁷⁾

Wolford⁽⁹⁾는 sweet orange에서 neral, hexanal, octanal, nonanal, decanal, geranial, 2-octenal, undecanal, citronellal, acetaldehyde를 확인 하였으며 특히 알데하이드류는 citrus essential oil의 품질 지표로 알려져 있고, saturated aliphatic물질들이 많이 있다.⁽⁷⁾

에스테르류

Ethylisobutyrate와 linalylacetate가 확인 되었으나 linalylacetate는 GC/MS로는 확인 되지 않았으며 ethylisobutyrate는 탄소수 6개, 분자량116으로 사과향을 갖고 있다.⁽³⁷⁾

Attaway와 Oberbacher⁽³⁸⁾는 hamlin sweet orange에서 ethyl acetate, butyrate, hexanoate, octanoate를 확인 하였고, Shaw⁽¹⁷⁾는 valencia에서 ethylbutyrate, methyl butyrate, ethyl propionate, ethyl acetate가 있다고 보고 하였으며 ethyl butyrate와 ethylisobutyrate는 과실이 완숙 되면서 증가되는 중요

한 에스테르이다.

기타류

Mandarin과 sweet orange로부터 3-methyl furan, 2-ethyl-5-methyl furan, 5-hexene-2-one-3ethylidene-1-methoxy, 6-methyl-3-undercene, 5-methylene-isophenyl cyclohexene-1-ol cyclopenten-1-one이 확인 되었다.

요 약

국내 mandarin감귤중 만생종으로 대표적인 임은주 및 청도품종과 valencia sweet orange의 향기성분을 capillary GC와 GC/MS에 의해 분석하여 mandarin으로부터 탄화수소류 11종, 알코올류 10종, 알데하이드류 4종, 에스테르 1종, 기타 5종등 31종을 확인 하였으며, sweet orange에서는 탄화수소류 12종, 알코올류 11종, 알데하이드류 8종, 에스테르 1종, 기타 5종등 37종을 확인 하였다.

이들 중 limonene이 62.63, 88.56%로 대부분을 차지하고 있으며 sweet orange에 25.93%나 많이 함유하고 있다.

이외 mandarin에는 octanal, terpineol, styrene, d-citronellol, farnesol, α -pinene, α -terpinene, ϑ -cadiene, citronellal, cis-carveol등이 있고 sweet orange에는 myrcene, elemene, decanal, terpineol, terpinolene, linalool, d-citronellol등이 있음을 확인 하였다.

문 헌

- Bernhard, R.A.: *Food Res.* **23**, 213 (1958)
- Bernhard, R.A.: *J. Chromatography*, **3**, 471 (1960)
- Bernhard, R.A.: *J. Food Sci.*, **26**, 401 (1961)
- Fernandez, B., Fagerson, I.S., Nawar, W.W.: *J. Gas Chromatography*, **1(9)**, 21 (1963)
- Slater, C.A.: *J. Sci. Food Agr.*, **12**, 257 (1961)
- Scott, W.C., Kew, T.J., Veldhuis, M.K. *J. Food Sci.*, **30**, 833 (1965)
- Kefford, J.F., Chandler, B.V.: The chemical constituents of citrus fruits, Academic press U.S.A. (1970)
- Hunter, G.L.K, Moshonas, M.G.: *J. of Food Sci.*, **31**, 167 (1961)
- Wolford, R.W., Alberding, G.E., Attaway, J.A.: *Agr. and Food Chem.*, **10(4)**, 297 (1962)
- Wolford, R.W., Attaway, J.A.: *J. Agr. Food Chem.*

- 15, 369 (1967)
11. Wolford, R.W., Attaway, J.A., Alberding, G.E., Atkins, C.D.: *J. Food Sci.*, **28**, 320 (1963)
 12. Moshonas, M.G., Shaw, P.E.: *J. Agr. Food Chem.*, **32**(3), 526 (1984)
 13. Moshonas, M.G., Shaw, P.E.: *J. Agr. Food Chem.*, **19**(1), 119 (1971)
 14. Moshonas, M.G., Shaw, P.E.: *J. Agr. Food Chem.*, **20**(1), 70 (1969)
 15. Moshonas, M.G., Shaw, P.E.: *J. Agr. Food Chem.*, **20**(5), 1029 (1972)
 16. Moshonas, M.G., Lund, E.D., Berry, R.E., Veldhuis, M.K.: *J. Agr. Food Chem.*, **20**(39), 688 (1972)
 17. Shaw, P.E., Coleman, R.I.: *J. Agr. Food Chem.*, **19**(6), 1276 (1971)
 18. Coleman, R.I., Shaw, P.E.: *J. Agr. Food Chem.*, **19**(3), 520 (1971)
 19. Coleman, R.I., Lund, E.D., Moshonas, M.G.: *J. Food Sci.*, **34**, 610 (1969)
 20. Coleman, R.I., Shaw, P.E.: *J. Agr. Food Chem.*, **20**(6), 1290 (1972)
 21. Lund, E.D., Bryan, W.L.: *J. Food Sci.*, **42**(4) 385 (1977)
 22. Attaway, J.A., Wolford, R.W., Alberding, G.E., Edwards, G.J.: *J. Agr. Food Chem.*, **12**(2), 118 (1964)
 23. Buttery, R.G., Bomben, J.L., Guadagni, D.G., Ling, L.C.: *J. Agr. Food Chem.*, **19**(6), 1045 (1971)
 24. Clark, R.G., Cronin, D.A.: *J. Sci. Food Agr.*, **26**, 1615 (1975)
 25. Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon. T.R.: *J. Agr. Food Chem.*, **19**(6), 1060 (1971)
 26. Imagawa, K., Yamanishi, T., Koshika, M.: *日本農藝化學會誌*, **48**(10), 561 (1974)
 27. Schultz, T.H., Teranishi, R., Mcfadden, W.H., kilpatrick, P.W., Cores, J.: *J. Food Sci.*, **29**, 790 (1964)
 28. Teranishi, R., Lundin, R.E., Macfadden, W.H., Mon, T.R., Schultz, T.H., Stevens, K.L., Wasserman, J.: *J. Sci. Food Agr.*, **14**(5), 447 (1966)
 29. StarosciK, J.A., Wilson, A.A.: *J. Agr., Food Chem.*, **30**, 509 (1982)
 30. 김호, 조도현, 박연희, 이춘영, 이양희: *한국농학회지*, **23**(2) (1980)
 31. 이재현, 박창식, 김병현: *과학기술처보고서* (1980)
 32. Mass Spectrometry Data Center: Eight peak Index of Mass Spectra (1983)
 33. Heller, S.R., Milne, G.W.A., Gevantman, L.H.: EPA/NIH Mass Spectral Data Base (1983)
 34. 이현유, 신동화: *식품연구사업보고서*, **12**, 농어촌개발공사 종합식품연구원 (1985)
 35. Ranganna, S., Govindara: *an, U.S., Ramana, K. V.R., CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **18** 313. (1984)
 36. Shaw, P.E.: *J. Agr. Food Chem.*, **27**, 246 (1979)
 37. Fernaroli, G.: *Handbook of flavor Ingredients*, **2**, CRC press (1975)
 38. Attaway, J.A., Oberbacher, M.F.: *J. Foodsci.*, **33**, 287 (1968)
 39. Norman, S., Craft, C.C., Dawis, P.L.: *J. Food Sci.*, **32**, 656 (1967)
 40. Asoor, S.H.M., Bernhard, R.A.: *J. Agr. Food Chem.*, **15**, 369 (1967)
 41. Ifuku, Y., Maeda, H., Sawamura, M.: **23**(1), 20 (1976)
 42. 玉田治: *香料化學總覽*, (I), 廣川君店, 13 (1980)
 43. Kirchner, J.G., Miller, J.M.: *J. Agr. Food Chem.*, **5**(4), 283 (1966)

(1987년 3월 27일 접수)