

국내산 복숭아의 품종별 휘발성 향기성분

박은령 · 조정옥 · 김경수
조선대학교 식품영양학과

Volatile Flavor Components in Various Varieties of Peach (*Prunus persica* L.) Cultivated in Korea

Eun-Ryong Park, Jung-Ok Jo and Kyong-Su Kim
Department of Food and Nutrition, Chosun University

Abstract

Volatile flavor components in five varieties, Bekdo, Chundo, Yumung, Daegubo and Hwangdo, of peach (*Prunus persica* L.) were extracted by SDE (Simultaneous steam distillation and extraction) method using the mixture of n-pentane and diethylether(1:1, v/v) as an extract solvent. Analysis of the concentrate by capillary gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry led to the identification of 83, 85, 70, 74 and 66 components in Bekdo, Chundo, Yumung, Daegubo and Hwangdo, respectively. Aroma patterns (29 alcohols, 27 ketones, 18 aldehydes, 9 esters, 5 ethers, 3 acids, 6 terpene and derivatives, and 26 miscellaneous) were identified and quantified in five cultivars. Ethyl acetate, hexanal, o-xylene, (E)-2-hexenal, hexanol, (E)-2-hexen-1-ol, benzaldehyde, γ -decalactone and γ -dodecalactone were the main components in each samples, though there were several differences in composition of volatile components. Beside C_6 compounds, a series of saturated and unsaturated γ - and δ -lactones ranging from chain length C_6 to C_{12} , with concentration maxima for γ -decalactone and γ -dodecalactone, were a major class of constituents. Lactones and peroxidation products of unsaturated fatty acid (i.e. C_6 aldehydes and alcohols) were major constituents of the extract.

Key words : Peach, SDE, flavor

서론

원예학적으로 핵과류(stone fruit)에 속하지만 식물학적으로 도이과(Drupaceae)의 도이속(*Prunus* LINN.)에 속하는 복숭아는 예로부터 재배되었지만 주로 과실이 작은 야생종이었고, 약용, 식용, 화목용으로 이용되었다. 1906년 원예모범과가 설립됨에 따라 외국에서 많은 품종이 도입되어 현재와 같은 품질의 복숭아가 재배되기 시작하였으며, 과거에는 가공기술이

미흡하여 생식용 품종이 주로 재배되어 왔지만 최근에는 생식 및 가공 겸용 품종의 재배가 증가되고 있으며, 현재 백도, 창방조생, 유명, 대구보가 전체 복숭아 재배면적의 약 50%를 차지하고 있다(1).

복숭아는 백육계와 황육계로 분류할 수 있으며, 수분이 많고 독특한 향기와 감미가 강하여 여름철 생과용으로 알맞을 뿐만 아니라 통조림 가공에 많이 이용되고 있다. 그러나 복숭아 과육은 고온인 여름철에 쉽게 연화되어 저장성이 아주 낮으며, 동시에 변질 및 부패되어 경제적 손실을 초래하며 과일이 숙성됨에 따라 발생하는 많은 생화학적 변화들은 품질

Corresponding author : Kyong-Su Kim, Department of Food and Nutrition, Chosun University, Kwangju, 501-759, Korea

에 직접적인 연관이 있다(2,3). 품질에 대하여 Kramer와 Twigg(4)는 제품을 만드는 이러한 화학적·물리적 성질의 혼성이 소비자들의 요구를 만족시키고 유지하며 이러한 성질들의 가장 중요한 면은 과일의 향기이다라고 정의하였다.

복숭아 가공제품은 한국인의 기호에 맞아 통조림, 넥타, 잼 등의 가공형태로 이용되며, 주스는 성숙기에 농축하여 필요에 따라 희석하여 제품화한다(5). 이렇게 다른 과일에 비해 상대적으로 가공량이 많은 복숭아는 여름철에 단기간 수확되어 저장성이 없어 이로 인해 과실가공공장에서는 짧은 기간에 많은 물량을 가공해야 한다. 이를 위해 통조림 가공용 복숭아의 품종범위를 넓혀 가공기간을 연장하려는 연구가 이루어진 바 있다(6). 과일주스의 농축제품은 포장, 수송, 저장 비용을 절감하는 경제적 측면과 취급의 용이함을 위하여 요구되며, 최근에는 저장성은 물론 향기의 특성을 부여한 고품질의 제품이 요구되는 실정이다(7). 기존의 농축방법은 작동이 비교적 간단하여 운영비가 저렴하고 오래 전부터 식품산업에 사용되었으나 농축과정 중 과실주스의 휘발성 향기성분의 손실 등이 야기되었다(3). 이러한 문제점을 해결하기 위한 다양한 농축방법들에 대한 연구들이 행해지고 있으며, 특히 복숭아 펄프의 농축에는 serum-pulp 방법(8)을 적용시킬 수 있다.

복숭아에 대해 국내에서는 일반성분 분석(9,10), 숙성 및 저장 중의 연화현상(2), 증금속의 함량변화(11), 단백질 자원과 이용을 위한 복숭아 종자 단백질에 관한 연구(12) 그리고 복숭아 가공품의 저장용기(6) 및 통조림 부패균(13-15)에 대한 연구 등 가공에 관한 보고들이 줄을 이었던 반면에, 국외에서는 복숭아의 숙성단계와 저장기간별(16-18), 품종별(3,19-23), 농축방법(24)에 따른 변화 그리고 신선한 것과 가공된 복숭아의 휘발성성분의 상관도에 대한 보고(25) 등 다양한 분야에서 휘발성 향기성분에 관한 연구들이 활발하게 진행되고 있는 실정이다. 하지만 우리나라에서도 단순히 복숭아 펄프의 휘발성 향기성분을 분석한 연구(5,26)가 보고되고 있을 뿐 아직 복숭아의 품종간, 숙성단계, 저장기간에 따른 휘발성 향기성분의 변화에 대한 자료가 없는 실정이다.

본 연구의 목적은 과즙의 착즙·농축과정에서 천연향의 손실을 명확하게 파악하고, 이를 방지한 제품의 개발에 기초자료를 마련하고자 우리나라에서 재배되는 복숭아의 주요 품종들의 휘발성 향기성분을 규명하는데 있다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 복숭아는 1998년에 생산된 백도, 천도, 유명, 대구보 그리고 황도를 광주 각화동 농산물도매상가에서 구입하여, 이를 증류수로 세척하고 씨와 껍질을 제거하여 사용하였다.

휘발성 향기성분의 추출 분리

각 품종별로 씨와 껍질을 제거한 과육 300g을 Milli Q water 1ℓ와 혼합하여 Waring blender로 3분간 분쇄하여 이를 휘발성 향기성분의 추출용 시료로 사용하였다. 휘발성 향기성분의 추출은 Schultz 등(27)의 방법에 따라 개량된 연속수증기증류추출장치(Likens and Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus, SDE)(28)에서 재증류한 n-pentane과 diethylether 혼합용매 (1:1, v/v) 200 ml를 사용하여 상압하에서 2시간 동안 추출하였다. 이 추출액에 무수 Na₂SO₄를 가하여 수분을 제거하였다. 정량분석을 위해 내부표준물질로서 n-butylbenzene 1 μl를 추출용 시료에 첨가하였다. 향기성분의 유기용매 분획구는 Vigreux column을 사용하여 약 2 ml까지 농축하고 GC용 vial에 옮긴 후 질소가스 기류 하에서 0.1 ml까지 재농축하여 GC와 GC/MS의 분석시료로 하였다.

휘발성 향기성분의 분석

SDE 방법으로 추출, 농축된 정유를 GC와 GC/MS에 의하여 분석하였다. GC는 FID가 부착된 Hewlett-Packard 5890 II Plus를 사용하였다. Column은 DB-WAX capillary column (60 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, J&W)을 사용하였고, temperature program은 40℃에서 3분간 유지한 후, 150℃까지 2℃/min 속도로, 200℃까지 4℃/min 속도로 승온시켜 15분간 유지하였다. Injector와 detector의 온도는 각각 250℃와 300℃이었고, carrier gas는 helium을 사용하여 유속은 1.0 ml/min으로 하였으며, 시료주입은 1 μl를 split ratio 1:20으로 하였다. GC/MS는 Shimadzu GC/MS QP 5000을 이용하였다. GC/MS condition은 위에서 설명된 것과 같은 column과 분석조건을 설정하여, ion source temperature는 250℃, ionization voltage는 70 eV, 그리고 분석할 분자량의 범위 (m/z)는 31~400으로 하여 분석하였다.

휘발성 향기성분의 확인

GC/MS의 분석에 의해 total ion chromatogram (TIC)에 분리된 각 peak의 성분분석은 mass spectrum library(Wiley 139와 Nist 62)와 mass spectral data book의 spectrum(29,30)과의 일치 및 문헌상의 retention index(31,32)와의 일치 및 표준물질의 분석 data를 비교하여 확인하였다.

휘발성 향기성분의 정량

정량을 위하여 복숭아 300g에 내부표준물질로 첨가된 n-butylbenzene과 각각 동정된 향기성분의 peak area%를 이용하여 복숭아 1 kg에 함유된 휘발성 향기성분을 상대적으로 정량하였다.

$$\text{Component content (mg/kg of peach)} = \frac{B\% \times 1000 \text{ g}}{A\% \times 300 \text{ g}} \times \text{SG}$$

SG : n-butylbenzene(99+%)의 비중 (0.860 (20/20°C))

A% : n-butylbenzene의 peak area %

B% : 각 성분의 peak area %

결과 및 고찰

복숭아의 품종별 휘발성 향기성분

n-Pentane과 diethylether 혼합용매(1:1,v/v)를 추출용매로 사용하여 SDE 방법으로 향기성분을 추출하여 농축하였다. 각 품종별 복숭아의 정유를 GC로 분석하여 얻은 chromatogram을 각각 Fig. 1~5에, GC와 GC/MS로 이용하여 동정한 성분과 이들의 상대적 농도를 Table 1에 나타내었다.

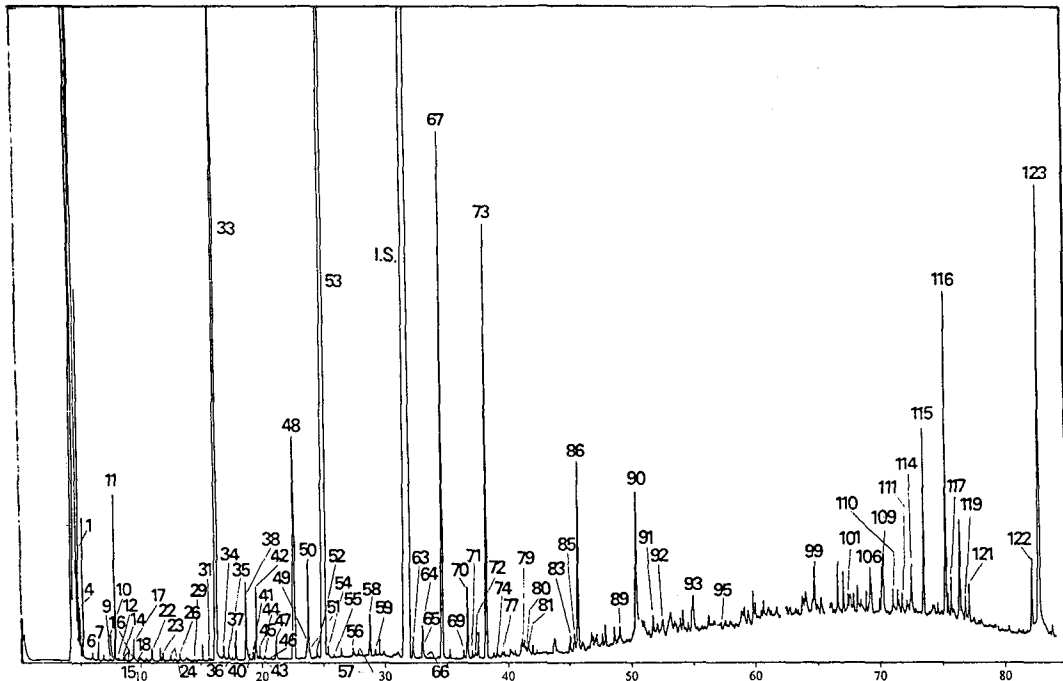


Fig. 1. GC chromatogram of volatile flavor components in Bekdo peach.

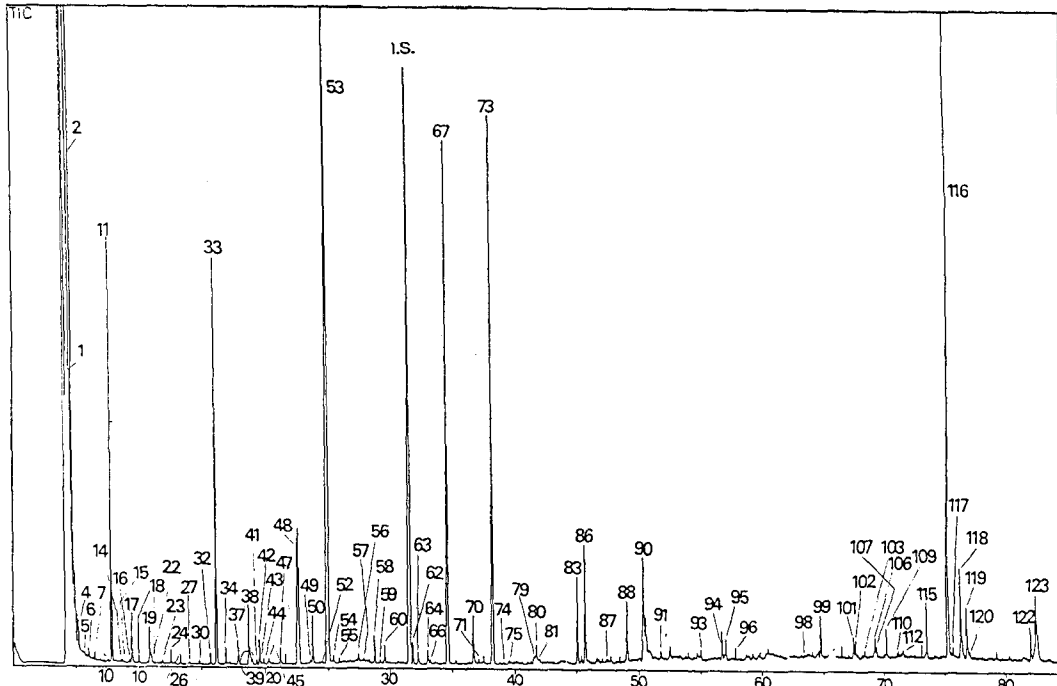


Fig. 2. GC chromatogram of volatile flavor components in Chundo peach.

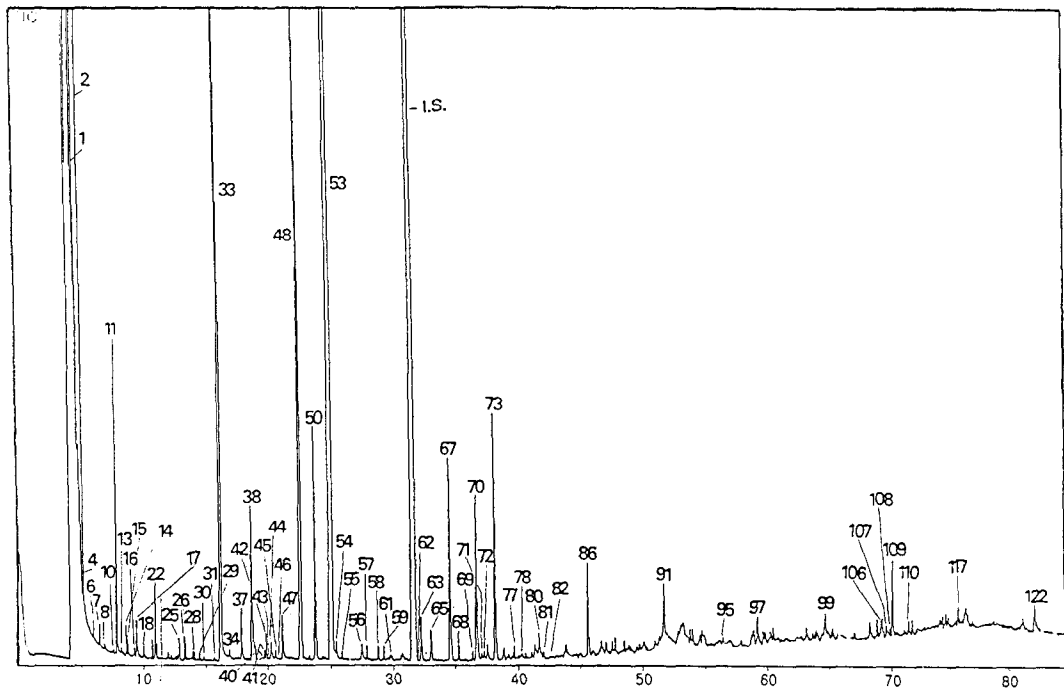


Fig. 3. GC chromatogram of volatile flavor components in Yumungdo peach.

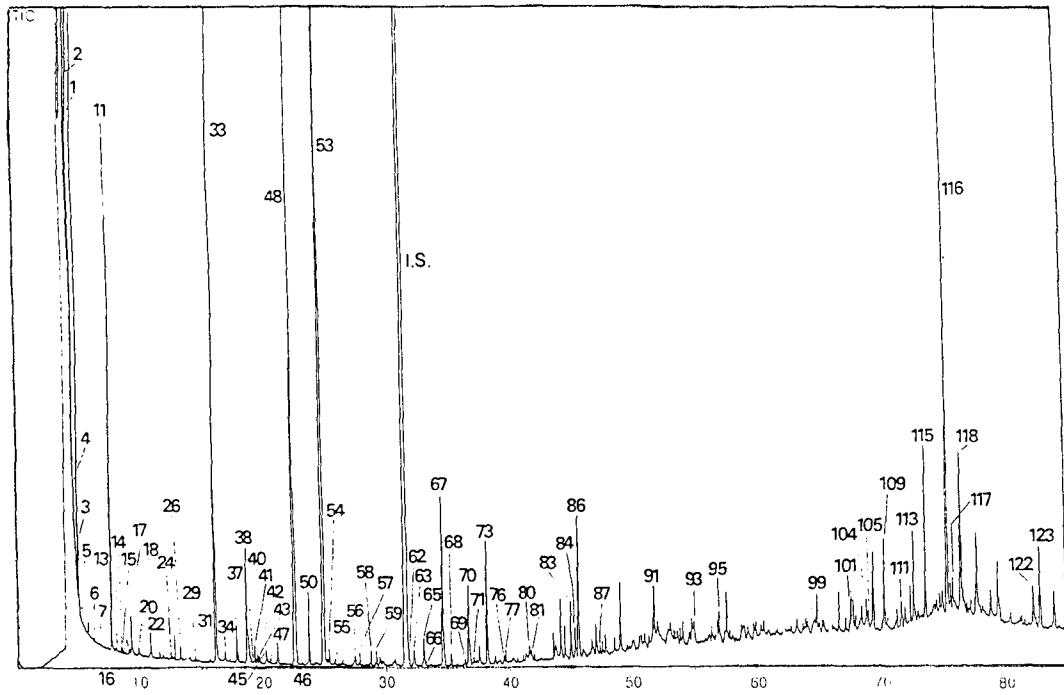


Fig. 4. GC chromatogram of volatile flavor components in Daegubo peach.

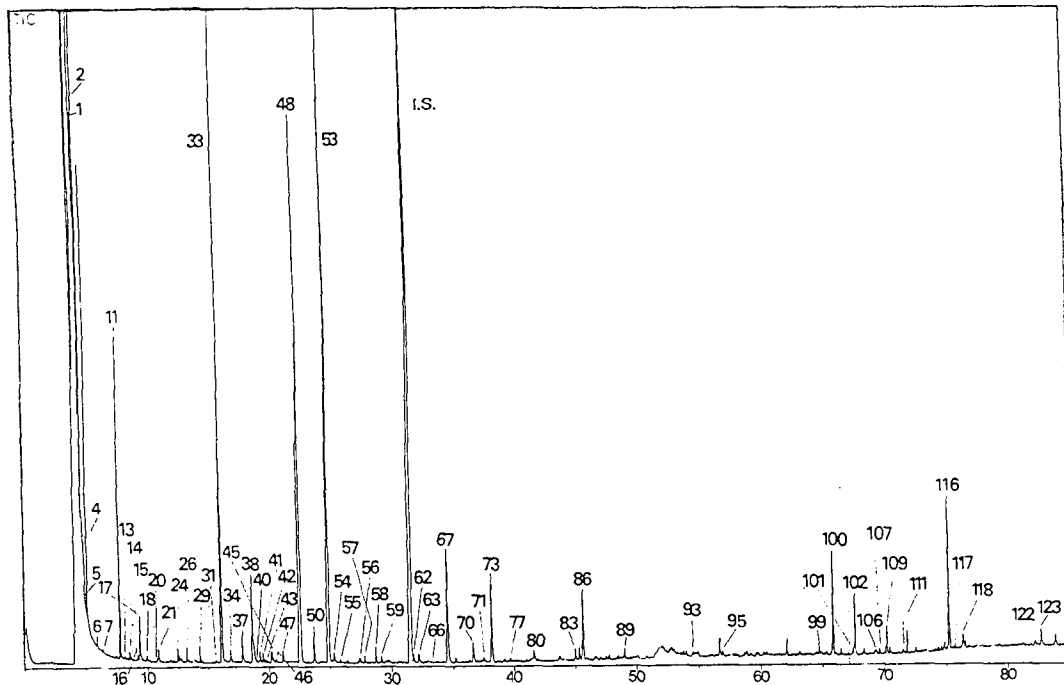


Fig. 5. GC chromatogram of volatile flavor components in Hwangdo peach.

Table 1. Volatile flavor components in peach

Peak No.	Components	RT ^(a)	RI ^(b)	Relative Peak Area (%)						
				Bekdo	Chundo	Yumung	Daegubo	Hwangdo		
1	Ethyl isopropyl ether	4.692	527	0.13	2.62	1.00	1.18	1.88		
2	2-Methyl-1-pentene	4.833	620	-	5.88	3.81	5.51	7.77		
3	2,3-Dimethyl-2-butene	4.908	659	-	-	-	0.09	-		
4	Ethyl propyl ether	4.974	698	0.16	1.04	0.19	0.22	0.26		
5	sec-Butyl ethyl ether	5.283	699	-	0.05	-	0.01	0.01		
6	Ethyl butyl ether	5.992	750	0.02	0.07	0.04	0.05	0.08		
7	Ethyl formate	6.483	821	0.07	0.07	0.05	0.01	0.04		
8	2-Propenal	6.858	840	-	-	0.01	-	-		
9	2-Methyltetrahydrofuran	7.442	868	0.01	-	-	-	-		
10	Butanal	7.558	874	0.01	0.02	0.01	-	-		
11	Ethyl acetate	7.850	888	0.61	3.67	0.80	2.10	2.66		
12	Nonane	8.158	900	0.01	-	-	-	-		
13	2-Butanone	8.200	905	-	-	0.01	0.01	0.01		
14	2-Methylbutanal	8.575	911	0.01	0.02	0.08	0.02	0.06		
15	3-Methylbutanal	8.717	915	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01		
16	2-Propanol	9.217	934	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04		
17	Ethanol	9.442	942	0.09	0.48	0.13	0.23	0.53		
18	2-Ethylfuran	9.975	955	0.01	0.07	0.05	0.01	0.07		
19	2,3-Butanedione	10.867	971	-	0.41	-	-	-		
20	Propyl acetate	10.883	976	-	-	-	0.01	0.01		
21	Cyclopentanol	10.950	977	-	-	-	-	0.18		
22	Pentanal	10.975	978	0.06	0.09	0.24	0.14	-		
23	Decane	11.883	1000	0.03	0.02	-	-	-		
24	2-Methylpropyl acetate	12.533	1009	0.02	0.12	-	0.03	0.14		
25	1-Penten-3-one	12.850	1014	-	-	0.06	-	-		
26	2-Butanol	13.300	1023	0.03	0.09	0.07	0.08	0.17		
27	Propanol	13.992	1036	-	0.03	-	-	-		
28	Methyl-butyl-1-ol	14.033	1037	-	-	0.03	-	-		
29	3-Hexanone	14.483	1039	0.01	-	0.01	0.01	0.01		
30	2,3-Pentanedione	14.833	1053	-	0.03	0.01	-	-		
31	Dimethyl disulfide	15.675	1068	0.01	-	0.01	0.01	0.01		
32	Butyl acetate	15.708	1071	-	0.10	-	-	-		
33	Hexanal	16.300	1080	10.49	4.44	12.54	5.64	8.96		
34	2-Methylpropanol	16.900	1097	0.07	0.17	0.03	0.06	0.16		
35	Undecane	17.293	1100	0.05	-	-	-	-		
36	2-β-Pinene	17.617	1111	0.01	-	-	-	-		
37	3-Pentanol	17.883	1120	0.16	0.26	0.21	0.24	0.41		
38	2-Pentanol	18.708	1128	0.45	0.83	0.72	0.87	1.52		
39	2,3-Hexanedione	19.000	1131	-	0.09	-	-	-		
40	(E)-2-Pentenal	18.958	1133	0.01	-	0.06	0.01	0.01		
41	p-Xylene	19.300	1138	0.03	0.05	0.08	0.10	0.14		
42	(E)-Allyl propenyl ether	19.550	1142	0.38	0.26	0.38	0.06	0.12		
43	m-Xylene	19.717	1144	0.01	0.02	0.04	0.01	0.04		
44	2-Methyl-4-pentenal	19.875	1146	0.07	0.05	0.11	-	-		
45	Butanol	20.242	1152	0.02	0.03	0.06	0.09	0.20		
46	3-Heptanone	20.592	1157	0.01	-	0.02	0.01	0.03		
47	1-Penten-3-ol	21.183	1165	0.14	0.19	0.19	0.14	0.16		
48	o-Xylene	22.583	1178	1.48	1.67	6.63	7.18	11.25		
49	α-Limonene	23.608	1195	0.05	0.03	-	-	-		
50	(Z)-3-Hexenal	23.775	1198	0.66	0.58	1.07	0.52	0.49		
51	Dodecane	23.933	1200	0.06	-	-	-	-		
52	2-Methyl-1-butanol	24.508	1209	0.02	0.02	-	-	-		
53	(E)-2-Hexenal	25.158	1220	19.10	16.42	31.87	16.15	15.10		
54	p-Ethyltoluene	25.417	1223	0.08	0.09	0.08	0.10	0.14		
55	2-Pentylfuran	25.867	1228	0.01	0.05	0.02	0.01	0.01		
56	Pentanol	27.417	1241	0.03	0.10	0.10	0.01	0.01		
57	m-Ethyl toluene	27.850	1245	0.02	0.02	0.06	0.08	0.11		
58	Hexyl acetate	28.775	1253	0.31	0.32	0.05	0.09	0.22		
59	o-Ethyltoluene	29.217	1272	0.05	0.05	0.06	0.09	0.11		
60	3-Hydroxy-2-butanone	29.567	1282	-	0.22	-	-	-		
61	4-Heptanol	29.742	1284	-	-	0.01	-	-		
I.S.	Burylbenzene	31.958	1306	34.52	12.50	29.32	32.49	29.05		
62	(Z)-3-Hexenyl acetate	31.850	1316	-	0.26	0.20	0.17	0.11		
63	(Z)-2-Penten-1-ol	32.258	1323	0.16	0.19	0.25	0.14	0.14		
64	(E)-2-Hexenyl acetate	33.025	1335	0.21	0.19	-	-	-		
65	o-Propyltoluene	33.108	1336	0.01	-	0.18	0.23	-		
66	6-Methyl-5-hepten-2-one	33.258	1339	0.01	0.05	-	0.01	0.01		
67	Hexanol	34.642	1361	4.03	8.38	1.32	1.70	2.39		
68	4-Ethyl-o-xylene	35.250	1370	-	-	0.06	0.01	-		
69	2-Methylindane	36.392	1387	0.06	-	0.02	0.01	-		
70	(Z)-3-Hexen-1-ol	36.692	1391	0.52	0.68	1.06	0.81	0.38		
71	Nonanal	37.092	1397	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01		
72	1-Methylindane	37.308	1398	0.02	-	0.01	-	-		
73	(E)-2-Hexen-1-ol	38.217	1414	3.15	8.77	1.35	1.09	1.61		
74	Decanal	39.100	1426	0.01	0.02	-	-	-		
75	(Z)-2-Octenal	39.517	1428	-	0.02	-	-	-		
76	(E)-2-Octenal	39.492	1432	-	-	-	0.01	-		
77	2,6-Dimethyl-2-octanol	39.692	1434	0.02	-	0.05	0.08	0.03		
78	p-2-Methylpropyltoluene	40.000	1440	-	-	0.01	-	-		
79	Acetic acid	41.158	1455	0.12	0.15	-	-	-		
80	Furfural	41.683	1462	0.12	0.29	0.11	0.12	0.16		
81	(E,E)-2,4-Heptadienal	41.883	1464	0.01	0.05	0.01	0.07	-		
82	2-Ethyl-1-hexanol	43.808	1495	-	-	0.01	-	-		
83	3-Nonen-2-one	45.058	1514	0.14	1.16	-	0.43	0.16		
84	2-Methyl-1-octen-3-yne	45.367	1517	-	-	-	0.26	-		
85	Benzyl alcohol	45.383	1517	0.21	-	-	-	-		
86	Benzaldehyde	45.683	1520	1.54	1.80	0.52	1.30	1.27		
87	Linalool	47.392	1559	-	0.03	-	0.09	-		
88	(E)-3,8-Nonadien-2-one	49.050	1598	-	0.80	-	-	-		
89	(E,E)-3,5-Octadien-2-one	49.083	1575	0.10	-	-	-	0.14		
90	1,2-Propanediol	50.387	1597	1.71	2.01	-	-	-		
91	o-Tolualdehyde	51.733	1610	0.14	0.14	0.28	0.43	-		
92	1,2-Ethanedione	52.517	1623	0.20	-	-	-	-		
93	Estragole	54.983	1663	0.36	0.20	-	0.25	0.01		
94	α-Terpinol	56.842	1703	-	0.03	-	-	-		
95	γ-Hexalactone	56.983	1699	0.01	0.36	0.01	0.31	0.04		
96	4-Methyl-3-pentenoic acid	57.808	1724	-	0.03	-	-	-		
97	Epoxylinolol	59.233	1750	-	-	0.17	-	-		
98	(E)-β-Damascenone	63.433	1837	-	0.03	-	-	-		
99	Nerylacetone	64.775	1863	0.52	0.49	0.07	0.24	0.08		
100	2-Ethylbiphenyl	65.858	1876	-	-	-	-	1.53		
101	γ-Octalactone	67.458	1917	0.12	0.02	-	0.18	0.07		
102	o-Methylbiphenyl	67.642	1932	-	0.24	-	-	0.84		
103	β-Ionone	68.392	1955	-	0.09	-	-	-		
104	7,8-Dihydro-β-ionone	68.725	1957	-	-	-	0.24	-		
105	(E)-6-Methyl-6-(5-methyl-2-furanyl)-3-hepten-2-one	68.900	1964	-	-	-	0.12	-		
106	Dodecanol	69.250	1982	0.28	0.22	0.05	-	0.03		
107	1-Phenyl-1-butanol	69.367	1984	-	0.12	0.07	-	0.05		
108	2-Hexenoic acid	69.642	1993	-	-	0.01	-	-		
109	o-Methylbenzyl alcohol	70.175	1998	0.33	0.34	0.36	0.81	0.4		
110	2-Tetradecanol	71.058	2006	0.14	0.05	0.04	-	-		

Peak No.	Components	RT ^{a)}	RI ^{b)}	Relative Peak Area (%)				
				Bekdo	Chundo	Yumung	Daegubo	Hwangdo
111	Isopropyl tetradecanoate	71.542	2033	0.10	-	-	0.23	0.02
112	γ -Nonalactone	71.600	2052	-	0.15	-	-	-
113	4-Keto- α -ionone	72.525	2068	-	-	-	0.68	-
114	3-Thujen-2-one	72.545	2066	0.32	-	-	-	-
115	Unknown	73.508	2098	1.00	0.54	-	1.02	-
116	γ -Decalactone	75.258	2167	1.98	8.77	-	5.47	2.08
117	Tetradecanol	75.708	2179	0.24	0.02	0.07	0.30	0.06
118	1,6-Dimethyl decalin	76.392	2203	-	1.34	-	1.71	0.33
119	δ -Undecalactone	76.842	2216	0.17	0.65	-	-	-
120	Megstigmationone	77.058	2217	-	0.14	-	-	-
121	2-Hexadecanol	77.133	2226	0.22	-	-	-	-
122	Farnesylacetone	82.158	2394	0.49	0.46	0.16	0.40	0.09
123	γ -Dodecalactone	82.742	2405	3.75	1.90	-	0.72	0.27
Total				92.18	94.60	96.85	93.37	94.49

RT^{a)}: retention time. RI^{b)}: retention index.

과육의 빛깔이 백색이고 치밀하고 견고하며 완숙하면 과즙이 많아지고 단맛이 많아 품질이 우수한 품종인 백도에서 분리 확인된 휘발성 향기성분은 총 83종으로, 알코올류가 23종으로 다수가 동정되었으며, 알데히드류 15종, 케톤류 13종, 에스터류 6종, 에테르류 4종, 테르펜과 유도체 3종, 유기산류 1종 그리고 기타 18종이 동정되었다. 백도에서 추출 분리된 총 휘발성 향기성분 중 용매 peak를 제외한 total peak area % 중에서 92.18%에 해당되는 성분이 확인되었으며, 관능기별로 확인된 총 area%는 알데히드가 32.38%로 다량 동정되었으며, 그 외에 알코올이 12.23%, 케톤 7.63%, 에스터 1.32%, 에테르 0.69%, 유기산 0.12%, 테르펜과 유도체 0.42% 그리고 기타가 2.95% 순으로 나타났다(Table 2). 확인된 성분들 중에서 (E)-2-hexenal이 전체 상대농도의 19.10% 그리고 hexanal이 10.49%로 이 두 화합물이 백도의 휘발성 향기성분의 main components이었으며, hexanol과 (E)-2-hexen-1-ol, γ -decalactone 그리고 γ -dodecalactone도 주요한 화합물로 동정되었다.

Table 2. Relative content of functional groups in Peach
Peak area(%)

Functional group	Bekdo	Chundo	Yumung	Daegubo	Hwangdo
Aldehydes	32.3	23.99	46.97	24.44	26.07
Alcohols	12.23	23.01	6.20	6.68	8.47
Esters	1.32	4.73	1.1	2.64	3.2
Terpene and derivatives	0.42	0.29	0.17	0.34	0.01
Acids	0.12	0.18	0.01	-	-
Ethers	0.69	4.04	1.61	1.52	2.35
Ketones	7.63	15.82	0.35	8.83	2.99
Miscellaneous	2.95	10.04	11.12	16.47	22.35
Total peak	83	85	70	74	66
Total peak area %	57.66	82.10	67.53	60.88	65.44

천도에서 분리 동정된 휘발성 향기성분은 총 85종으로, 백도와 유사하게 알코올류가 21종으로 역시 다수 확인되었으며, 알데히드류 15종, 케톤류 18종, 에스터류 7종, 에테르류 5종, 유기산류 2종, 테르펜과 유도체 4종 그리고 기타 13종이 확인되었으며, 관능기별로 확인된 총 peak area 94.60%에서 알데히드 23.99%, 알코올 23.01%, 케톤 15.85%, 에스터 4.73%, 에테르 4.04%, 유기산 0.18%, 테르펜과 유도체 0.29% 그리고 기타가 10.04% 순으로 나타났다. 확인된 천도의 휘발성 구성성분 중에서 (E)-2-hexenal이 역시 전체 상대농도의 16.42%를 차지하여 main components이었으며, ethyl acetate, hexanal, hexanol, (E)-2-Hexen-1-ol, γ -decalactone, 그리고 γ -dodecalactone도 다량 동정되었다.

백색바탕의 과육에 소립의 반점이 약간 있으며 단맛이 많아 품질이 우수한 품종인 유명에서 분리 동정된 휘발성 향기성분은 총 70가지로, 22종의 알코올류를 비롯하여 알데히드류 15종, 케톤류 8종, 에테르류와 에스터류가 각각 4종, 유기산류와 테르펜과 유도체가 각각 1종 그리고 기타 15종이 확인되었다. 확인된 전체 상대농도(95.85%) 중에서 알데히드 46.97%, 알코올 6.20%, 에테르 1.61%, 에스터 1.1%, 케톤 0.35%, 테르펜과 유도체 0.17%, 유기산 0.01% 그리고 기타 11.12%로 분류할 수 있다. 확인된 성분들 중 (E)-2-hexenal이 31.87%를 차지하여 주성분으로 확인되었으며, hexanal(12.54%), o-xylene(6.63%), (E)-2-hexen-1-ol, hexanol 역시 주요 화합물이었으며, 다른 품종들에서 다량 검출되었던 γ -decalactone과 γ -dodecalactone이 유명에서는 검출되지 않았다.

과육의 빛깔이 백색이고 이핵이며 핵주위가 착색되어 가공용으로는 부적절한 품종인 대구보에서 총 74종의 휘발성 향기성분이 분리 동정되었다. 이 성분들을 관능기별로 살펴보면, 알코올류 16종(6.68%), 알데히드류 13종(24.44%), 케톤류 14종(8.83%), 에스터류 7종(2.64%), 에테르류 5종(1.52%), 테르펜과 유도체 2종(0.34%) 그리고 기타 17종(16.43%)으로 분류할 수 있으며 유기산류는 검출되지 않았다. 대구보의 휘발성 향기성분의 주요성분은 확인 가능하였던 93.37%의 상대농도 중에서 16.15%를 차지한 (E)-2-hexenal이었으며, 그밖에 hexanal, o-xylene, γ -decalactone, hexanol, ethyl acetate도 다량 검출되었다.

과육속이 적게 착색되어 통조림용으로 우수한 품종인 황도에서 분리 동정된 휘발성 향기성분은 총 66종으로, 알코올류가 19종으로 다수 동정되었으며, 케톤류 12종, 알데히드류 9종, 에스터류 7종, 에테르류 5종, 테르펜과 유도체 1종 그리고 기타 13종이 확

인되었으며, 대구보에서와 마찬가지로 유기산류는 검출되지 않았다. 휘발성 향기를 구성하는 관능기의 상대적 농도(%)를 살펴보면, 알데히드류가 26.07%로 가장 다량 동정되었으며, 알코올 8.47%, 에스터 3.2%, 케톤 2.99%, 에테르 2.35%, 테르펜과 유도체 0.01% 그리고 기타 22.35%로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 복숭아 휘발성 향기의 주성분은 역시 전체 상대 농도의 15.10%를 차지하는 (E)-2-hexenal이었으며, 그 다음으로 o-xylene 11.25%, hexanal 8.96%, hexanol 2.39%, γ -decalactone 2.08% 순으로 나타났다.

위에서 설명한 것처럼, 5가지의 복숭아 품종에서 분리 확인된 휘발성 향기성분의 구성에 있어서 5종 모두 가장 많은 종류의 알코올류를 동정할 수 있었고, 반면에 함량면에서는 알데히드류가 다량으로 검출되었음을 알 수 있다. 또한, 복숭아의 휘발성 향기성분의 구성에 있어서 (E)-2-hexenal이 모든 품종에서 주요성분으로 확인되었으며, hexanol, hexanal, γ -decalactone, (E)-2-hexen-1-ol도 다량으로 함유되어 있었다.

복숭아의 휘발성 향기성분의 특징

이번 실험에서 복숭아의 향기성분에 크게 기여하는 것으로 여겨지는 알데히드류는 2-methyl-butanal, 3-methyl-butanal, hexanal, (Z)-3-hexenal, (E)-2-hexenal, benzaldehyde 등이 확인되었으며, 특히 (E)-2-hexenal은 유명에서 최대 31.87%에서 황도에서는 15.10%까지의 많은 함량이 존재하였다. Benzaldehyde는 복숭아 펄프의 주요한 향기성분(3)이며, 핵과일의 향기성분의 구성에 있어서 주요한 역할을 차지한다고 Narain 등(24)에 의해 보고되었다. 또한 Do 등(17)은 이 성분이 나무에서 숙성시킨 복숭아의 특징적인 향기성분이며, 수확 후 인공숙성 시킨 것 보다 5배 정도의 양을 함유하며, benzaldehyde의 생성기원에 대해 복숭아 핵부위에 존재하는 amygdalin의 효소적 가수분해에 의해 또는 benzyl alcohol의 산화로 생성된다고 보고하였다. Table 1에서 보여주듯이, 본 실험에 사용된 복숭아 5 품종 모두 나무에서 수확된 후 숙성된 것이라는 것을 benzaldehyde의 함량으로부터 추정할 수 있었다.

그리고 복숭아의 휘발성 향기성분의 구성에 다량 함유된 (E)-2-hexenal, hexanal, (Z)-3-hexenal 등, C₆-aldehyde는 과일의 분쇄과정 중 linoleic과 linolenic acid가 효소적산화와 이성화로부터 유래되었으며(33,34), Robertson 등(16), Engel 등(20), Horvat 등(3)과 Takeka 등(21)에 의하여 복숭아의 향기성분으로 보고되었다. 그러나, Engel 등(20)은 enzyme system이 복숭

아를 분쇄하기 전에 불활성화하지 않았기 때문에 C₆-aldehyde의 함량이 복숭아의 휘발성 향기성분을 대표하지 못한다고 하였음에도 불구하고, 이러한 두 종류의 알데히드 모두 그들의 odor thresholds 보다 상의로 존재하였고 복숭아 향에 크게 기여한다고 하였다(35).

알코올류로 hexanol, (Z)-3-hexen-1-ol, (E)-2-hexen-1-ol, (Z)-2-penten-1-ol, ethanol, 2-pentanol, butanol 등 총 32 종류가 확인되었으며, 이 중에서 (E)-2-hexen-1-ol과 hexanol이 복숭아의 휘발성 향기성분의 구성에 큰 비중을 차지하였으며, 이는 Narain 등의 결과와 일치하였다(24). 불포화지방산의 과산화물로부터 hexanol, (E)-2-hexen-1-ol, (E)-3-hexen-1-ol, (Z)-3-hexen-1-ol과 같은 알코올을 형성하게 되며(36), 특히 2종류의 unsaturated C₆-alcohol인 (E)-2-hexen-1-ol과 (Z)-3-hexen-1-ol은 풀내음(green)으로 알려져 있다(37). 또한 천도와 대구보에서 소량으로 검출된 linalool은 완숙된 복숭아 향의 구성성분이며, 숙성도에 따라 함량이 증가되지만 저장기간에 길어질수록 감소한다고 보고되었다(3,16).

그리고 Ethyl acetate, ethyl formate, hexyl acetate, (Z)-3-hexenyl acetate 그리고 (E)-2-hexenyl acetate 등 다양한 에스터류 화합물이 소량으로 검출되었는데, 이러한 경향은 이와 이(26) 그리고 Spencer 등(25)의 보고에서도 볼 수 있었으며, 일반적으로 에스터류 화합물은 복숭아뿐만 아니라 바나나, 넥타린 등 다른 과일에서도 자주 검출되는 화합물이다(20,21,35,37).

동정된 lactone류 중 C₆-C₁₂까지의 γ -lactone류는 복숭아의 휘발성 향기성분의 중요한 비중을 차지하는 화합물의 그룹이며, Robertson(16), Jennings and Sevenants(22), Hrovat 등(3), Engel 등(20), Spencer 등(25) 그리고 Takeoka 등(21)에 의해서 보고되었었다. 특히 γ -decalactone은 복숭아와 넥타린에 있어서 중요한 lactone으로 Do 등(17)과 Mori(38)의 보고에 의하면 nectarines가 복숭아보다 더 많은 함량을 함유하고 있음을 보여주며, Spencer 등(25)은 γ -lactone류 중에서 γ -dodecalactone는 신선한 복숭아에서 확인되며, Horvat 등(3)은 숙성도에 따라 이러한 γ -와 δ -decalactone의 양이 감소하며, Do 등(17)은 수확 후 숙성시킨 복숭아에서는 γ -와 δ -dodecalactone의 양이 매우 적었다고 보고하였다. 반면에, 구조적으로 δ -dodecalactone과 연관이 있으며 여러 실험자들에 의하여 복숭아의 향기특성으로 보고되었던 두 종류의 unsaturated lactone 즉, 6-pentyl- α -pyrone(16,19,20,21,39)과 jasmin lactone이란 이름을 가지고 있는 (Z)-Dec-7-en-5-olide(20,21)는 본 실험에서 검출되지 않았다. 복숭아 향에 대한 각 lactone류들의 기여도를 확인하기 위해 Guadagni 등(40)에 의해 Engel 등(20)의

향기역가를 이용한 odor units가 계산되기도 하였으나, 이러한 lactone류의 불규칙적이고 저조한 회수율 때문에, 이의 향에 대한 기여도는 아직 불확실한 채 남아있다.

위에서 언급한 향기성분 외에, 천도를 제외한 모든 품종에서 소량 검출된 dimethyl disulfide는 Narain 등 (24)에 의해 4,5-dimethylthiazole과 함께 처음으로 복숭아에서 확인되었으며, 일반적으로 아미노산분해의 결과라고 알려져 왔다.

휘발성 향기성분의 정량

복숭아의 5가지 품종에서 분리 동정된 휘발성 향기성분을 내부 표준물질로 사용한 n-butylbenzene의 peak area%을 이용하여 복숭아 1kg으로 정량한 결과, 백도에서 4.78mg/kg, 천도에서 21.66mg/kg, 유명에서 9.49mg/kg, 대구보에서 8.17mg/kg 그리고 황도에서 9.35mg/kg으로 함유되어 있었으며, 이 결과 복숭아의 여러 품종 중 천도에 다른 품종의 약 2~5배의 휘발성 향기성분을 함유하고 있음을 알 수 있었다.

요 약

국내에서 생식용 및 가공용으로 널리 재배되고 있는 5종류 품종, 백도·천도·유명·대구보 및 황도의 복숭아의 휘발성 향기성분을 SDE 방법으로 추출하고, 이를 GC와 GC/MS를 사용하여 분리 확인하였다. 복숭아의 품종별 즉 백도, 천도, 유명, 대구보 및 황도에서 83, 85, 70, 74, 66종의 휘발성 향기성분이 각각 동정되었다. 확인된 성분들은 29 알코올, 27 케톤, 18 알데히드, 9 에스터, 5 에테르, 3 유기산, 6 테르펜과 그 유도체 및 26 기타성분으로 구성되었다. 각각의 품종에서 (E)-2-hexenal이 가장 많은 함량을 차지하였으며, 품종별 약간의 차이는 있었지만 ethyl acetate, hexanal, o-xylene, (E)-2-hexen-1-ol, benzaldehyde, γ -decalactone과 γ -dodecalactone 역시 다량 확인되었다. C₆~C₁₂까지의 γ -와 δ -lactone류, 특히 이들 lactone류 중에서 다량 검출된 γ -decalactone과 γ -dodecalactone이 포함된 화합물그룹과 불포화지방산의 과산화물인 C₆-aldehyde와 C₆-alcohol이 복숭아의 휘발성 향기성분에 큰 비중을 차지하였다.

감사의 글

이 논문은 1997년 조선대학교 교내학술연구비지원에 의하여 연구되었으며, 이에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

1. 김정호, 김종천, 고광출, 박여변, 김규래, 이재창 (1993) 과수원에각론. 향문사, p.179-228
2. 김미현, 신승렬, 손미혜, 김광수 (1992) 복숭아의 성숙 및 저장중의 세포벽 성분의 변화. 한국식품영양과학회지, 21, 372-376
3. Horvat, R.J., Chapman, G.W. Jr., Robertson, J.A., Meredith, F.I., Scorza, R., Callahan, A.M. and Morgens, P. (1990) Comparison of the Volatile Compounds from several Commercial Peach Cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 234-237
4. Kramer, A., Twigg, B.A. (1966) Fundamentals of Quality Control for the Food Industry. 2nd ed. Avi Publishing, Westport, CT
5. 이경혜, 이영준 (1995) 복숭아 펄프에서 회수한 방향성분획분의 향기특성. 한국식품과학회지, 27, 921-927
6. 이동선, 구영조, 신동화, Thorpe, R.H. (1981) 복숭아 1차가공품의 저장성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 13, 219-226
7. Braddock, R.J. and Marcy, J.E. (1987) Quality of Freeze Concentrated Orange Juice. *J. Food Sci.*, 52, 159-162
8. Rardford, T., Kawashima, K., Friedel, P.K., Pope, L.E. and Gianturco, M.A. (1974) Distribution of volatile compounds between the pulp and serum of some fruit juices. *J. Agric. Food Chem.*, 22, 1066
9. 이희봉, 양조범, 유태종 (1972) 한국산 주요 과채류 및 과실류의 화학성분에 관한 연구(제1보)-토마토·수박·참외·복숭아·자두 중의 유리아미노산 및 당의 함량. 한국식품과학회지, 4, 36-43
10. 이동선, 이상규, 양조범 (1972) 한국산 주요 과실류의 화학성분에 관한 연구-매실, 복숭아, 포도, 사과 및 배의 주요 품종별 계절적 비휘발성 유기산 및 당의 함량변화. 한국식품과학회지, 4, 134-139
11. 이상건, 윤정의, 허윤행 (1975) 복숭아 통조림의 저장기간 중 중금속의 함량변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 7, 1-6
12. 이강자 (1988) 복숭아 종자의 단백질에 관한 연구. 한국식품영양과학회지, 17, 43-49
13. 구영조, 이동선, 신동화, 유태종 (1981) 복숭아 Solid Pack 적정살균조건규명을 위한 선발효모의 열저항성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 13, 43-52
14. 최정미, 박승규, 경규항 (1987) 부패된 복숭아 통조림으로부터 분리된 효모의 열저항성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 19, 38-41

15. Shin, H.S., Kyung, K.H. and Kim, H.K. (1987) Microbiological Investigation of Swollen Commercially Canned Grapes and Peaches. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 453-455
16. Robertson, J.A., Meredith, F.I., Horvat, R.J. and Senter, S.D. (1990) Effect of Cold Storage and Maturity on the Physical and Chemical Characteristics and Volatile Constituents of Peaches (Cv. Cresthaven). *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 620-624
17. Do J.Y., Salunkhe, D.K. and Olson, L.E. (1969) Isolation, Identification and Comparison of the Volatiles of Peach Fruit as Related to Harvest Maturity and Artificial Ripening. *J. Food Sci.*, **34**, 618-621
18. Lim, M.S. and Roman, R.J. (1964) Volatiles and the Harvest Maturity of Peaches and Nectarines. *J. Food Sci.*, **29**, 246-253
19. Sevenants, M.R. and Jennings, W.G. (1971) Occurrence of 6-Pentyl- α -Pyrone in Peach Essence. *J. Food Sci.*, **36**, 536
20. Engel, K.H., Flath, R.A., Buttery, R.G., Mon, T.R., Ramming, D.W. and Teranishi, R. (1988) Investigation of Volatile Constituents in Nectarines. I. Analytical and Sensory Characterization of Aroma Components in Some Nectarine Cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 549-553
21. Takeoka, G.R., Flath, R.A., Guntert, M. and Jennings, W.G. : Nectarine Volatiles (1988) Vacuum Steam Distillation versus Headspace Sampling. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 553-560
22. Jennings, W.G. and Sevenants, M.R. (1964) Volatile components of peach. *J. Food Sci.*, **29**, 796-801
23. Sevenants, M.R. and Jennings, W.G. (1966) Volatile Components of Peach. II. *J. Food Sci.*, **31**, 81-86
24. Narain, N., Hsieh, T.C.Y. and Johnson, C.E. (1990) Dynamic Headspace Concentration and Gas Chromatography of Volatile Flavor Components in Peach. *J. Food Sci.*, **55**, 1303-1307
25. Spencer, M.D., Pangborn, R.M. and Jennings, W.G. (1978) Gas Chromatographic and Sensory Analysis of Volatile from Cling Peaches. *J. Agric. Food Chem.*, **26**, 725-732
26. 이경혜, 이영춘 (1996) 농축 복숭아 펄프의 휘발성 향기성분. *한국식품과학회지*, **28**, 226-231
27. Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Enggling, S.B. and Teranishi, R. (1977) Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.*, **25**, 446
28. Nikerson, G.B. and Likens, S.T. (1966) Gas chromatography evidence for the Occurrence of Hop Oil components in Beer. *J. Chromatography*, **21**, 1
29. Robert, P.A. (1995) Identification of Essential Oil Components by Gas chromatography / Mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, USA
30. Stehagen, E., Abrahamsom, S. and Malafferty, F.W. (1974) The Wiley / NBS Registry of Mass Spectral Data, John Wiley and Sons, N.Y.
31. Davies, N.W. (1990) Gas Chromatographic Retention Indices of Monoterpenes and Sesquiterpenes on Methyl silicone and Carbowax 20M phases. *J. Chromatography*, **503**, 1
32. Sadtler Research Laboratories (1986) The Sadtler Standard Gas chromatography Retention Index Library. Sadtler, USA
33. Tressl, R. and Drawert, F. (1973) Biogenesis of Banana Volatiles. *J. Agric. Food Chem.*, **21**, 560-565
34. Grosch, W. (1982) Lipid degradation products and flavours. In Morton, I.D. and Macleod, A.J. (Editor), "Food Flavours Part A", p.325, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands
35. Buttery, R.G., Seifery, R.M., Guadagni, D.G., Ling, L.C. (1971) Characterization of Additional Volatile Components of Tomato. *J. Agric. Food Chem.*, **19**, 524-529
36. Schreier, P. (1984) Chromatographic Studies of Biogenesis of Plant Materials. Dr. Alfred Huethig Verlag, Heidelberg, FRC
37. Shaw, G.J., Allen, J.M. and Visser, F.R. (1985) Volatile Flavor Components of Babaco Fruit (*Carica pentagona*, Heilborn). *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 795-797
38. Mori, M. (1977) Studies on Quality Index of Canned Agricultural Foods, Part V. Volatile Components of Canned Peach. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, **24**, 215-220
39. Pittet, A.O., Klaiber, G.M. (1975) Synthesis and Flavor Properties of Some Alkyl-Substituted Pyrone Derivatives. *J. Agric. Food Chem.*, **23**, 1189-1195
40. Guadagni, D.G., Buttery, R.G. and Harris, J. (1996) Odour Intensities of Hop Oil Constituents. *J. Sci. Food Agric.*, **17**, 142-144

(1999년 3월 2일 접수)