

농축 복숭아 펄프의 휘발성 향기성분

이경혜 · 이영춘*

동남보건전문대학 식품가공과, *중앙대학교 식품공학과

Volatile Flavor Components in Concentrated Peach Pulp

Kyoung-Hae Lee and Young-Chun Lee*

Department of Food Technology, DongNam Health Junior College

*Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

Abstract

A serum-pulp method was applied to concentrate peach pulp with aroma recovery. The serum portion was concentrated to five-fold at 50~55°C and 30~50 mmHg with aroma recovery. The concentrated serum, insoluble pulp and aroma fraction were recombined to make a two-fold concentrated peach pulp. The results of GC and GC/MS analysis for volatile compounds and sensory evaluation of concentrated peach pulp indicated that flavor quality was significantly improved by addition of aroma fractions. A 10% aroma recovery appeared to be appropriate for peach pulp.

Key words: concentrated peach pulp, aroma recovery, serum-pulp method, GC, GC/MS, sensory evaluation

서 론

과실주스의 농축제품은 포장, 수송, 저장비용을 절감하는 경제적 측면과 취급의 용이함을 위하여 요구되며, 최근에는 저장성은 물론 향기의 특성을 부여한 고품질의 제품이 요구되는 실정이다^(1,2). 복숭아와 같은 과실주스의 농축방법으로는 증발농축법, 냉동농축법, 한외여과(UF) 및 역삼투압(RO)과 같은 막분리에 의한 방법, 이들 공정을 복합한 UF/RO 등이 있다⁽³⁻¹⁴⁾. 농축방법을 식품산업에 적용하기 위해서는 경제적인 측면을 고려하여 운영비용이 적게 들고, 영양소 및 향기손실을 최소화하여 고품질의 제품을 생산할 수 있는 공정을 선택하는 것이 중요하다.

오래전부터 식품산업에 사용된 증발농축법은 농축과정 중 과실주스의 휘발성 향기성분의 손실과 색소의 갈색화와 가열취의 생성이 문제되었다⁽¹⁵⁻¹⁹⁾. 이러한 문제점 해결방안으로 cut-back방법, 감압농축, 방향성분 회수방법, serum-pulp방법 등이 제시되고 있다^(15,17,20-23).

과즙을 serum과 불용성 펄프로 분리한 후 serum만

을 농축하고 여기에 펄프를 재조합시킨 serum-pulp방법⁽¹²⁾은 fouling현상이 야기되는 과실의 농축에 적용시킬 수 있으나, serum에 많은 향기성분들이 존재하는 과실펄프는 serum의 농축과정 중 방향성분을 회수하는 방법이 고려되어야 한다^(21,24).

본 연구에서는 과실고유의 향기특성을 지닌 고품질 농축주스의 제조조건을 모색하기 위한 목적으로 가공용으로 널리 사용되는 황육계 복숭아 중 관도 5호를 원료과실로 선정하여, 복숭아 과육질을 펄프상태에서 불용성 펄프와 serum으로 분리한 다음 여기서 생성된 serum으로부터 회수한 방향성분 회분, 불용성 펄프, 농축 serum을 혼합하여 2배 농축된 펄프를 제조하였다. 이렇게 재조합된 농축 펄프는 GC, GC/MS로 분석하고 관능검사를 행하여 적합한 가공조건을 비교, 검토하여 농축의 적정조건을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 복숭아는 1992년 8월 농촌진흥청 원예연구소에서 재배 수확된 관도 5호(*Prunus persica* L. Batsch)를 사용하였다. 복숭아를 수세하여 Waring blender로 마쇄한 다음, PET봉지에 분할 포장하여

Corresponding author: Kyoung-Hae Lee, Department of Food Technology, DongNam Health Junior College, 695-1 Jungja-dong, Jangan-gu, Suwon, Kyonggi-do 440-714, Korea

-76°C에서 냉동보관하여 공시재료로 사용하였다.

시료의 조제

원료 복숭아를 분쇄하여 얻은 펄프를 11,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 serum과 불용성 펄프로 나뉘었다. Serum은 회전식 감압농축기(Tokyo Rikakikai Co., model NE 1S, Japan)를 사용하여 50~55°C, 30~50 mmHg에서 5배 농축하였고, 이때 초기에 발생하는 증기를 응축시켜 방향성분 회분(serum 부피의 5%, 10%, 15%, 20%)을 회수하였다. 농축 복숭아 펄프의 제조는 불용성 펄프, 5배 농축한 serum과 회수한 방향성분을 재조합하여 전체적으로 2배 농축 펄프가 되도록 조절하였다(control: fresh peach pulp, PC-0: insoluble pulp+concentrated serum, PC-1: insoluble pulp+concentrated serum+5% aroma fraction, PC-2: insoluble pulp+concentrated serum+10% aroma fraction, PC-3: insoluble pulp+concentrated serum+15% aroma fraction, PC-4: insoluble pulp+concentrated serum+20% aroma fraction).

휘발성 향기성분의 포집 및 분석

농축 복숭아 펄프의 휘발성 향기성분의 포집에는 dynamic headspace concentration (DHC)분석법⁽²⁵⁾을 채택하였으며 기기는 Tekmar purge-trap LSC 2000 (Tekmar Co., Cincinnati, USA)을 사용하였다. 시료를 Tekmar needle sparge sampler에 담아 헬륨가스로 포집하여 head space에 휘산되어 있는 휘발성 향기성분을 trap에 흡착시켰다. Bottom, mount, line, valve 등 각 부분의 온도를 120°C로 동일하게 고정하였으며, stand-by 온도는 30°C 이하로 설정하였다. 30 psi의 헬륨가스를 분당 30 ml로 30분간 purging하여 Tenax-GC가 들어있는 흡착관에 흡착시켰다. 흡착된 향기성분을 탈착시키기 위하여 흡착관을 75°C로 예비가열한 후 150°C까지 가열하였다. 탈착이 완료된 후 trap내부에 잔존하는 비흡착 물질과 수분을 제거하기 위하여 250°C에서 8분간 가열하였다.

탈착된 향기성분은 Tekmar system과 GC사이에 연결된 직경 0.3 mm의 모세유리관을 통하여 GC의 시료 주입구로 이동되어 column에 주입되도록 장치하였다. DHC방법으로 추출된 농축 복숭아 펄프의 향기성분 분석에 사용된 GC는 Hewlett-Packard GC 5890였으며, column은 극성이 약간 높은 BP-5 (0.22 mm × 30 m I.D., 0.25 μm)를 사용하였다. 검출기는 flame ionization detector (FID)가 사용되었고, 이때 주입구와 검출기의 온도는 각각 150°C와 250°C였으며, column의 온도는 40°C에서 1분간 유지한 다음 분당 3°C로

220°C까지 올렸다. 운반기체인 헬륨가스의 유속은 분당 30 ml로 하였다.

향기성분 동정

DHC법으로 포집한 향기성분을 동정하기 위하여 GC/MS를 사용하여 분석하였다. GC에서 MS로 시료를 도입하기 위한 interface의 온도는 200°C였으며 이때 MS는 Concept II (Kratos Analytical, Manchester, UK)를 사용하였고 electron impact mode로는 70 eV에서 이온화시켰다.

GC의 검출기로 사용한 FID에서 얻은 chromatogram과 MS에서 얻은 total ion chromatogram (TIC)을 상호비교하기 위한 표준지표물질로 C₈~C₁₀의 n-alkane류 (Aldrich, USA)의 혼합물을 사용하였다. n-Alkane류를 GC에 주입하였을 때 FID검출기에서 얻어지는 chromatogram으로부터 C₈부터 C₁₀ 각각의 n-alkane의 머무름시간을 구하였다. 이와 동일한 n-alkane류를 GS/MS system에 주입하여 TIC로부터 얻어지는 머무름시간을 GC의 chromatogram과 비교하여 각각의 향기성분에 대한 상대적인 머무름시간을 계산하여 각 성분의 머무름시간을 비교하였다. 이 방법을 DHC법에 이용하여 headspace에서 나오는 향기성분을 배관을 통하여 GC의 injector port로 연결시켜 분석할 때 void volume의 차이로 발생하는 머무름시간의 오차를 보정하였다.

GC/MS로 얻은 각각의 mass spectrum은 Wiley library를 사용하여 검색 확인하였다.

관능검사

신선한 복숭아 펄프와 농축 복숭아 펄프의 향기품질에 관한 관능적 품질평가는 20명의 훈련된 패널요원들을 동원하여 실시하였으며, 관능검사 결과의 통계분석⁽²⁶⁾으로 순위법은 Friedman식 통계방법, 기호도검사는 t-검정을 이용하여 유의성의 유무를 검정하였다.

결론 및 고찰

농축 복숭아 펄프의 휘발성 향기성분

농축 복숭아 펄프는 불용성 펄프, 방향성분 회분, 농축 serum을 혼합 제조한 것으로, 대조구와 같은 농도로 조정하여 GC로 분석한 gas chromatogram은 Fig. 1과 같다.

Serum으로부터 회수한 방향성분 회분을 첨가하지 않고 제조한 농축 복숭아 펄프(PC-0)의 gas chromatogram은 Fig. 1의 (II)와 같으며, 피크면적이 작고 피크갯수도 적게 나타났다. 여기에 20% 회수된 방향

성분 획분을 첨가한 구의 gas chromatogram (Fig. 1의 III)을 비교해 보면, 원료 복숭아 펄프의 방향성분 회수 효과가 뚜렷하게 나타남을 알 수 있었다. 또한 GC 및

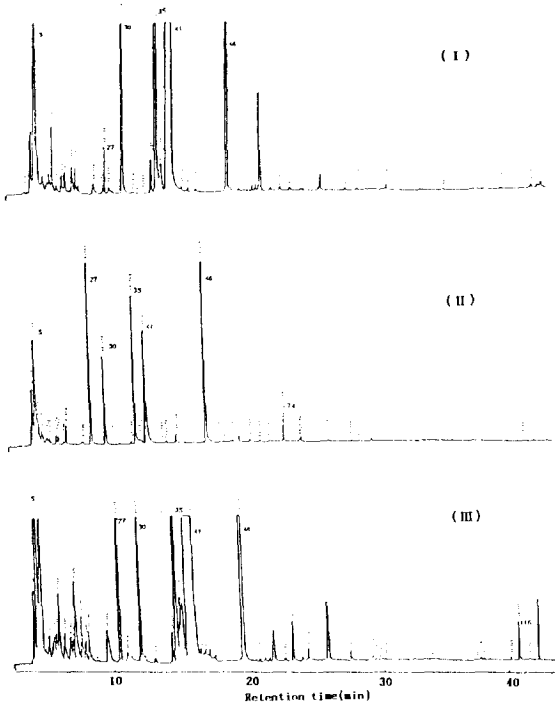


Fig. 1. Gas chromatogram of volatile flavor compounds; fresh peach pulp (I), concentrated peach pulp without aroma fraction (II) and concentrated peach pulp with 20% aroma fraction (III)

GC/MS로 농축 복숭아 펄프의 향기성분들을 분석 동정한 결과는 Table 1과 같다. PC-O 처리구는 serum의 농축공정에서 대부분의 향기성분들이 손실되어 농축 펄프에는 복숭아 고유의 향기성분들이 존재하지 않는다는 것을 알 수 있었다. 방향성분 획분이 첨가된 처리구들에서는 복숭아 특유의 향기성분인 γ -dodecalactone 과 (Z)-3-hexenyl acetate 등이 검출되었으므로 이들 처리구들에서는 복숭아 특유의 향기성분들이 존재함을 알 수 있었다. 상대적인 향기성분들의 총량의 변화에서 PC-1은 대조구보다 적었으며 PC-2 이상에서는 대조구보다 그 양이 약간씩 증가하는 결과를 보였다. 이는 공시재료로 사용한 복숭아 개체간의 오차와 미시적인 주변환경 요인에 의한 것으로 생각되며, 10% 이상 회수된 방향성분 획분을 첨가한 처리구의 GC profile은 대조구의 것과 유사함을 알 수 있었다.

따라서 농축 복숭아 펄프의 GC profile로 보아 복숭아의 휘발성 향기성분은 농축시 발생하는 증기량의 10% 정도를 회수하여 농축 펄프에 혼합해 주는 것이 적절한 것으로 평가되었다. 한편 다른 과실에서의 연구를 보면 딸기주스는 10%가 적당하다는 보고⁽²⁷⁾가 있었고, 사과주스의 경우는 30%라고 보고⁽²⁸⁾된 바 있다.

농축 복숭아 펄프의 관능검사

농축 복숭아 펄프(PC-O, PC-1, PC-2, PC-3, PC-4)와 대조구의 관능적 향기품질을 9점 기호척도법과 순위법으로 관능검사를 실시한 결과는 Table 2~3과 같다.

9점 기호척도법으로 복숭아 펄프의 향기를 평가한

Table 1. Changes in volatile flavor components of fresh peach pulp and concentrated peach pulps with different amounts of aroma fractions (Area count $\times 10^3$)

Peak no.	R.T.(min) ¹⁾	Flavor components	Control	PC-0	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4
1	4.841	Ethylene	332	-	332	334	387	391
2	5.065	Methanol	154	109	746	2277	3366	2952
3	5.272	Unknown	4238	2140	6310	575	29956	58479
5	5.468	Unknown	33872	5215	2362	1027	46235	6838
9	5.864	Unknown	1104	939	1101	1112	152	1456
10	5.922	Ethanol	1672	-	301	259	864	1851
12	6.290	Unknown	2192	597	3051	207	2962	662
14	6.570	Formic acid	4898	370	8168	25654	9148	4151
15	7.234	2-Methylpropanal	1360	-	2053	2311	1665	2297
16	7.291	Ethoxyethene	1702	355	1301	2171	1343	1065
18	7.497	Ethyl acetate	2196	316	1447	2280	1592	1190
20	7.528	2-Methyl-1-propanol	2842	148	1038	438	3100	7012
21	8.235	2-Methylbutanal	1938	665	1969	2623	1943	2656
23	8.732	2-Pentanol	1830	-	1808	1649	1022	953
25	9.226	2-Methyl-1-butanol	896	176	821	5638	3030	995
27	10.335	Methylbenzene	2626	6491	7715	38331	12931	11858
30	11.490	Hexanal	30392	2376	25797	15997	18136	16451

¹⁾R.T.: Retention time

Table 1. (Continued)

Peak no.	R.T.(min)	Flavor compounds	Control	PC-0	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4
35	13.740	(E)-2-Hexanal	34700	3647	34504	56200	48404	64030
37	13.976	Unknown	2474	76	1514	1659	1546	3267
38	14.005	3-Methyl cyclopentene	5300	60	3340	2315	2744	4611
40	14.692	(Z)-2-Hexen-1-ol	186300	1006	177320	183140	196051	255549
41	14.782	Hexanol	81538	3284	57128	74245	63774	117687
48	19.225	Benzaldehyde	36420	6128	69614	69546	76714	94600
54	20.624	Unknown	172	-	284	208	293	264
57	21.467	(Z)-3-Hexen-1-ol acetate	410	-	255	115	331	190
59	21.837	Hexyl acetate	4208	192	1098	971	1317	1026
60	22.720	Heptenol	1020	-	435	330	561	348
62	22.720	Benzeneacetaldehyde	138	142	296	138	59	320
71	24.965	(R)-4-Methyl-cycloheptanone	-	639	210	175	-	-
74	26.585	<i>l</i> -Limonene	580	85	745	826	981	1729
77	28.616	Naphthalene	132	56	233	239	321	562
82	30.263	γ -Terpinene	-	-	146	165	176	221
110	40.680	Dihexyl ether	-	-	-	117	-	-
113	41.280	1-Allyloxy-octa-2,7-diene	128	-	106	251	135	150
115	42.423	γ -Dodecalactone	200	-	1436	2062	1043	1446
124	44.861	4-Methyl-2,6-bis(1,1-dimethyl-ethyl)-phenol	1156	54	2411	2800	1828	1879

Table 2. Flavor preference of peach pulps evaluated by 9 points

Samples	Control ²⁾	PC-0 ³⁾	PC-1 ⁴⁾	PC-2 ⁵⁾	PC-3 ⁶⁾	PC-4 ⁷⁾
Quality attributes						
Flavor	8.0	2.3	7.0	7.4	7.6	7.6
Significance ¹⁾	a	c	ab	ab	ab	a

¹⁾Averages with the same letters are not significantly different from each other at 5% level

²⁾Control: Fresh peach pulp

³⁾PC-0: Insoluble pulp+concentrated serum

⁴⁾PC-1: Insoluble pulp+concentrated serum+5% aroma fraction

⁵⁾PC-2: Insoluble pulp+concentrated serum+10% aroma fraction

⁶⁾PC-3: Insoluble pulp+concentrated serum+15% aroma fraction

⁷⁾PC-4: Insoluble pulp+concentrated serum+20% aroma fraction

결과, 회수된 방향성분을 첨가하지 않은 처리구(PC-O)는 다른 처리구에 비하여 기호도가 상당히 낮았고 5~20% 회수된 방향성분 회분을 첨가한 PC-1, PC-2, PC-3, PC-4는 대조구와 통계적으로 5%의 유의수준에서 유의적 차이가 없었다.

순위법으로 향미의 순위를 결정한 결과 5% 회수된 방향성분 회분을 첨가한 PC-1은 순위의 합이 59로 5%의 수준에서 대조구와 유의적 차이가 없었다. 5, 10, 15 및 20%로 회수된 방향성분 회분을 첨가한 PC-1, PC-2, PC-3, PC-4는 순위의 합이 59~79의 범위로 이들 처리구 간에는 통계적으로 5%의 수준에서 유의적 차이가 없으므로 회수율 5~20%의 범위내에서 방향성분의 양을 점차적으로 증가시킨 처리구간에는 향

Table 3. Results of rank order test for flavor difference of concentrated peach pulp samples

Sample Rank	Control	PC-0	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4
Rank total ¹⁾	39	103	59	66	74	79
Significance	a	c	ab	b	b	b

¹⁾Rank totals with same letter are not significantly different from each other at 5% level

기의 관능적 품질의 차이가 없음을 알 수 있었다. 또한 PC-0는 순위의 합이 103으로 순위가 가장 낮았으며, 대조구 및 처리구 PC-1~PC-4와는 5% 유의수준에서 유의적 차이가 있었다.

따라서 9점 기호척도법과 순위법으로 관능검사한 결과, 처리구 PC-1, PC-2, PC-3 간에는 유의성의 차이가 없었으며, GC profile을 분석한 결과 대조구는 PC-1보다 상대적 향기성분들의 총량이 많았고 PC-2나 PC-3보다는 적게 나타났다.

복숭아 펄프의 농축방법

복숭아 펄프의 증발농축공정은 향미의 손실, 아스코르브산의 파괴 및 펄프가 증발표면을 덮어 농축공정에 장애가 되어 증발효율을 저하시키는 등 여러가지 문제를 일으킨다²⁹⁾. 그러나 복숭아는 불용성 펄프를 제거한 청징주스보다는 이를 포함하는 것이 산업적으로 이용 가능성이 크므로 농축공정으로 serum-pulp방법을 이용하는 것이 fouling현상의 장애를 보완

하기 위하여 적합하다고 판단되었다.

우선 복숭아 펄프를 4°C에서 11,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 serum과 불용성 펄프를 분리하고, 농축 펄프에 향기성분을 보강하기 위하여 serum만을 다시 농축하면서 초기에 발생하는 증기를 응축시켜 방향성분 회분으로 하고, 남은 serum을 다시 농축하여 최종적으로 불용성 펄프, 농축 serum과 방향성분 회분을 혼합하여 2배 농축된 제품을 얻고자 하였다. 이때 방향성분 회분을 종합적으로 검토한 결과(Table 1~3) 향기성분의 상대적인 총량은 방향성분 회분이 증가할수록 크게 나타났으며 5%의 방향성분 회수는 대조구보다 향기성분의 상대적 총량은 적었고, 대조구의 상대적인 총량은 처리구 PC-1보다 많고 PC-2보다는 적게 나타났다. 그러므로 GC/MS로 분석동정한 결과 농축 펄프에 방향성분 회분을 10% 이상 첨가하는 것이 복숭아 고유의 향미를 보강하는 효과가 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 관능검사의 결과 9점 기호 척도법의 경우는 대조구와 방향성분 회분이 첨가된 처리구들(PC-1~PC-4)에서는 유의적 차이가 없었으며, 순위법의 평가는 대조구와 5% 회수된 방향성분이 첨가된 처리구(PC-1)와 유의적인 차이가 없었고, 5% 이상의 처리구들간에서도 유의적 차이가 없었다. 그러므로 관능검사의 결과 방향성분 회수는 5% 이상이 적합하다고 생각되었다. 따라서 GC profile로 분석하고 GC/MS로 동정한 결과와 관능적 평가 및 작업의 편의성을 고려하여, 농축 복숭아 펄프에 10% 회수된 방향성분 회분을 첨가하는 것이 복숭아 특유의 향기를 보강한 고품질의 농축 펄프를 생산하는데 적합한 조건으로 판단되었다.

요 약

복숭아 펄프를 serum-pulp방법에 따라 serum과 불용성 펄프로 분리하고 serum만을 농축하면서 초기에 발생하는 증기를 회수하여 방향성분 회분으로 사용하였다. 농축 복숭아 펄프는 농축 serum, 불용성 펄프와 회수한 방향성분을 혼합제조하여 전체적으로 2배 농축하였다. 농축 복숭아 펄프의 향기성분은 DHC법으로 추출하여 GC와 GC/MS로 분석하고 관능검성한 결과 10% 회수된 방향성분 회분을 첨가하는 것이 우수한 향기성분을 유지하는 고품질의 농축 펄프를 생산하는데 적합한 조건으로 나타났다.

문 헌

1. Braddock, R.J. and Marcy, J.E.: Quality of freeze con-

- centrated orange juice. *J. Food Sci.*, **52**, 159 (1987)
2. Chowhury, J., Short, J., Hunter, D., Johnson, E. and Ushio, S.: CRC crit. warmup to freeze concentration. *Chem. Engr.*, **95**(4), 24 (1988)
3. Bomben, J.L., Kitson, J.A. and Morgan, A.I.: Vacuum stripping of aromas. *Food Technol.*, **20**, 125 (1966)
4. Merson, R.L. and Morgan, A.I.: Juice concentration by reverse osmosis. *Food Technol.*, **22**, 631 (1968)
5. Deshpande, S.S., Bolin, H.R. and Salunkhe, D.K.: Freeze concentration of fruit juices. *Food Technol.*, **36**(5), 68 (1982)
6. Sheu, M.J. and Wiley, R.C.: Preconcentration of apple juice by reverse osmosis. *J. Food Sci.*, **48**, 422 (1983)
7. Wilson, E.L. and Burns, D.J.W.: Kiwifruit juice processing using heat treatment techniques and ultrafiltration. *J. Food Sci.*, **48**, 1101 (1983)
8. Braddock, R.J. and Adams, J.P.: Recovery of citrus oils by ultrafiltration an reverse psmosis. *Food Technol.*, **38**(12), 109 (1984)
9. Paulson, D.J., Wilson, R.L. and Spatz, D.D.: Crossflow membrane technology and its applications. *Food Technol.*, **38**(12), 77 (1984)
10. Braddock, R.J. and Marcy, J.E.: Freeze concentration of pineapple juice. *J. Food Sci.*, **50**, 1636 (1985)
11. Braddock, R.J. and Marcy, J.E.: Quality of freeze concentrated orange juice. *J. Food Sci.*, **52**, 159 (1987)
12. Barefoot, S.F., Tai, H.Y., Brandon, S.C. and Thomas, R. L.: Production of microbiologically stable apple juice by metallic membrane ultrafiltration. *J. Food Sci.*, **54**, 408 (1988)
13. Braddock, R.J., Nikdel, S. and Nagy, S.: Composition of some organic and inorganic compounds in reverse osmosis-concentrated citrus juices. *J. Food Sci.* **53**, 508 (1988)
14. Chou, F., Wiley, R.C. and Schlimme, D.V.: Reverse osmosis and flavor retention in apple juice concentration. *J. Food Sci.*, **56**, 484 (1991)
15. Askar, A., E-Samashy, Abd El-Baki, M.M.A. and Abd El-Fadwd, M.G.: Concentration of mango juice. I. Evaluation of four method of mango juice concentration. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.*, **7**, 70 (1981)
16. Thijssen, H.A.C.: Concentration process for liquid foods containing volatile flavors and aromas. *J. Food Technol.*, **5**, 211 (1970)
17. Bomben, J., Bruin, S. and Thijssen, H.A.C.: Aroma recovery and retention in concentration and drying of food. *Adv. Food Res.*, **20**, 1 (1973)
18. Sandu, K.S., Bhatia, B.S. and Shukla, F.C.: Physiochemical changes during storage of kinnow mandarin orange and pine apple juice concentrates. *J. Food Sci. & Technol.*, **22**, 342 (1984)
19. Sandu, K.S., Bhatia, B.S. and Shukla, F.C.: Physiochemical changes during preparation of fruit juice concentrate. *J. Food Sci & Technol.*, **22**, 202 (1985)
20. Askar, A., El-samshy, S.K., Abd El-bak, M.M. and Abd El-fadeel, M.G.: Production of lime juice concentrates using the serum-pulp method. *Lebensm. Technol. Alimenta*, **20**, 5 (1981)
21. Rardford, T., Kawashima, K., Friedel, P.K., Pope, L.E. and Gianturco, M.A.: Distribution of volatile com-

- pounds between the pulp and serum of some fruit juices. *J. Agr. Food Chem.*, **22**, 1066 (1974)
22. El-samashy, S.K., Askar, A. Abd El-bak, M.M. and Abd El-fadeel, M.G.: Concentration of juice; 2. Aroma deterioration during the concentration. *Chem. Mikrobiol. Lebensm.*, **7**, 102 (1982)
 23. El-samashy, S.K., Abd El-bak, M.M., Abd El-fadeel, M. G. and Askar, A.: Concentration of mango juice; 3. Quality changes of zebda mango juice concentrates during storage. *Chem., Mikrobiol. Lebensm.*, **7**, 107 (1982)
 24. Kopelman, J. and Mannheim, H.C.: Evaluation of two methods of tomato juice concentration. *Food Technol.*, **18**, 121 (1964)
 25. Olafsdottir, R., Steinke, J.A. and Lindsay, R.C.: Quantitative performance of a simple Tenax-GC adsorption method for use in the analysis of aroma volatiles. *J. Food Sic.*, **50**, 1431 (1985)
 26. 이영춘, 김광옥 : 식품의 관능검사. 학연사, p.255 (1989)
 27. Lee, Y.C. and Lee, S.H.: Flavor quality of concentrated strawberry pulp with aroma recovery. *J. Food Quality*, **15**, 321 (1992)
 28. Shaw, G.J., Allen, J.M. and Visser, F.R.: Volatile flavor components of babco fruit (*Caria pentagona*, Heilborn). *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 795 (1985)
 29. Takeoka, G.R., Flath, R.A., Grunert, M. and Jennings, W.: Nectarine volatiles; Vacuum steam distillation versus headspace samplings. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 553 (1988)
-
- (1995년 8월 14일 접수)