KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 31, No. 2, pp. 322~328 (1999)

국내산 수박(*Citrullus vulgaris* S.)과 참외(*Cucumis melo* L.)의 휘발성 향기성분

김경수 · 이해정 · 김선민*
조선대학교 식품영양학과, *동신대학교 식품생물공학과

Volatile Flavor Components in Watermelon (*Citrullus vulgaris* S.) and Oriental Melon (*Cucumis melo* L.)

Kyong-Su Kim, Hae-Jung Lee and Sun-Min Kim*
Department of Food and Nutrition, Chosun University
**Department of Food and Biotechnology, Dongshin University*

Abstract

Volatile flavor components of watermelon (*Citrullus vulgaris* S.) and oriental melon (*Cucumis melo* L.) obtained by simultaneous steam distillation and extraction apparatus were separated by gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Thirty seven and fifty five volatile flavor components were identified in watermelon and oriental melon, respectively. (*Z*)-3-Nonen-1-ol, (*Z,Z*)-3,6-nonadien-1-ol, (*E,Z*)-2,6-nonadienal and (*E*)-2-nonenal containing unsaturated nine carbon atoms were the characteristic flavor components of watermelon. C_9-Unsaturated esters including (*Z*)-3-nonenyl acetate, (*Z*)-6-nonenyl acetate, (*Z,Z*)-3,6-nonadienyl acetate and thioester were important components in the flavor profile of oriental melon.

Key words: volatile flavor components, watermelon, oriental melon

서 론

지금까지 과실류는 비타민이나 무기질의 급원으로 여겨져 영양학적 관점에서 많은 연구가 이루어져 왔다. 그러나 최근 면역력의 강화에 의한 생체방어, 성인병이나 종양의 방지 및 회복, 그리고 노화방지 등에 관한 연구가 활발히 진행되어 과실류에 의한 생체조절기능이 밝혀지고 있다[1-3]. 한편 우리나라의 민간요법에서도 각종 과실류가 그 기능성에 주목하여 많이 이용되어 왔던 점을 고려해 볼 때 이제는 과실류에 포함되어 있는 기능성 성분의 탐색 · 해명을 통해 건강을 위해 과실류를 섭취한 효과를 명확히 밝힐 시점인 것으로 생각된다.

Cucurbitaceae과에 속하는 참외와 수박은 독특한 향기와 시원한 맛이 우리 국민의 기호에 맞아 예로부터 여름철 과실로서 많이 애용되고 있다. 특히 수박은 이뇨제로서 부종에 효과가 있고 신장염, 요도염, 방광염 등에 좋으며, 염증을 없애고 해열하는 효과가 있을 뿐 아니라 흡수가 잘 되는 포도당과 과당이 들어 있어 피로회복에도 도움을 주는 과실로 알려져 있으며, 참외는 갈증을 멈추게 하고 이뇨작용이 있으며 뱃속에 답답한 기운을 없애주는 것으로 유명하다[4]. 그러나 수박과 참외에 관한 연구로는 일반성분 및 화학성분인 아미노산, 지방산, 당의 함량[5,6], 저장 및 가공에 관한 연구[7,8]로 포장 및 발효제품개발 등이 있으나, 아직까지 향기성분에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 다른 주요성분에 비하여 미량으로 존재하지만 식품의 색이나 조직감과 더불어 제품의 품질을 평가하는 주요 요소로 작용하는 휘발성 향기성분을 규명하고자 하였으며, 이를 통하여 제조가공시 발생하는 향기성분의 손실 및 변화를 추적하고 또한 과실내의 기능성 성분을 탐색, 평가하고 유효성분을 추출, 이용하고자 하였다.

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

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 수박(달고나)과 참외(금싸라기)는 1998년 7월 광주 각화동 광주농산물직판장에서 구입

하여 증류수로 세척하고 껍질과 씨를 제거한 과육만을 시료로 사용하였다.

휘발성 향기성분 추출

실험재료 300 g을 blender (Braun, MR 350CA)에 직접 갈아 증류수 1 L를 혼합하여 휘발성 향기성분 추출용 시료로 사용하였다. 휘발성 향기성분의 추출은 Schultz 등[9]의 방법에 따라 개량된 연속수증기증류추출장치(Likens & Nickerson type simultaneous steam distillation and extraction apparatus, SDE)를 이용하여 상압하에서 2시간 동안 추출하였다. 이때 휘발성 향기성분의 추출용매는 재증류한 n-pentane과 diethylether 혼합용매(1:1, v/v) 200 mL를 사용하였으며 추출 후 추출용매층에 무수 Na_2SO_4를 가해 하루동안 방치하여 수분을 제거하였다. 정량분석을 위한 내부표준 물질로 n-butylbenzene 1 μL를 추출시료에 첨가하였다. 향기성분의 유기용매 분획분은 Vigreux column을 사용하여 약 2 mL까지 농축하고 GC용 vial에 옮긴 후 질소가스 기류하에서 약 0.1 mL까지 농축하여 GC와 GC/MS의 분석시료로 하였다.

GC에 의한 휘발성 향기성분의 분석

SDE 방법으로 추출한 향기성분의 농축시료를 GC로 분석하였다. GC는 FID가 부착된 Hewlett-Packard 5890 II Plus를 이용하였으며 column은 DB-WAX capillary column (J&W Scientific, 60 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, Folsom, CA)을 사용하였고, temperature program은 40°C에서 3 min간 유지한 후, 150°C까지 2°C/min 속도로, 200°C까지 4°C/min 속도로 승온시켜 10 min간 유지하였다. Injector와 detector의 온도는 각각 250°C와 300°C로 정하고 carrier gas는 helium을 유속 1.0 mL/min으로, split ratio 1:20으로 설정하였으며 시료는 1 μL를 주입하였다. GC chromatogram에 나타난 화합물들은 basic program이 내장된 integrator로부터 각각의 retention index (RI)를 구해 화합물의 동정에 필요한 자료로 활용하였다.

GC/MS에 의한 휘발성 향기성분의 동정

휘발성 향기성분의 동정에 사용한 GC/MS 분석기기는 Shimadzu GC/MS QP-5000이었으며 시료의 이온화는 electron impact ionization (EI)법으로 행하였다. GC/MS 분석을 위한 조건으로 ionization voltage는 70 eV, ion source temperature는 230°C, 그리고 분석할 분자량의 범위(m/z)는 41~450으로 설정하고 온도 program 등 다른 분석조건들은 GC와 동일하게 정하였다. Total ion chromatogram (TIC)에 분리된 각 peak의 동정은 mass spectrum library (Wiley 139와 Nist 62)와 mass spectral data book[10,11]의 spectrum과의 일치 및 GC-FID의 분석에 의한 RI와 문헌상의 RI[12,13]의 일치, 그리고 표준물질의 분석 data를 비교하여 확인하였다.

결과 및 고찰

국내산 수박의 향기성분

SDE 방법으로 추출한 수박의 향기성분을 분석하여

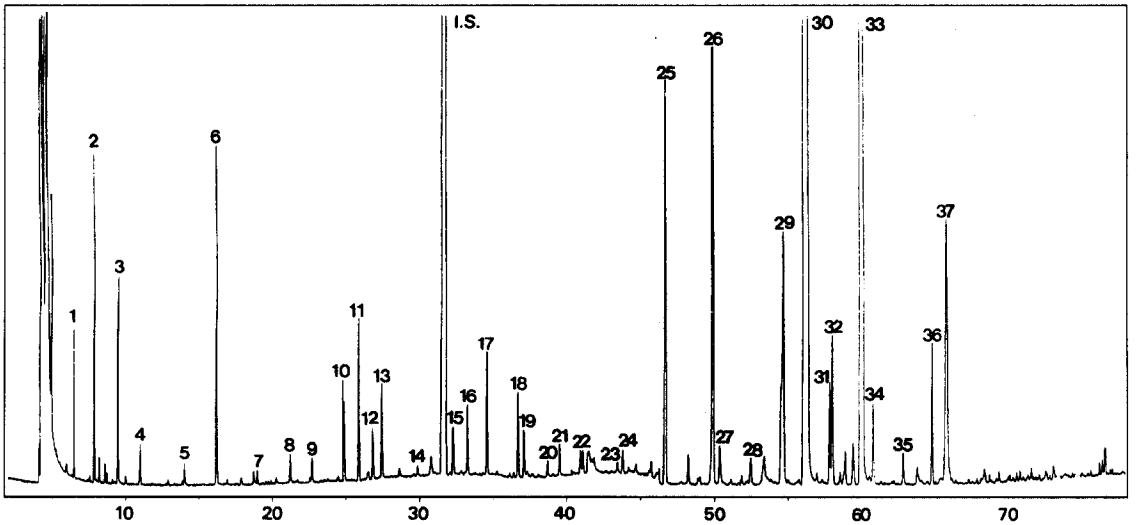

Fig. 1. GC chromatogram of volatile flavor components in watermelon.

얻은 chromatogram은 Fig. 1에 나타내었고 GC/MS를 이용하여 동정한 휘발성 향기성분과 이들의 상대적 농도는 Table 1과 같다. 국내산 수박에서 분리동정된 37종의 휘발성 향기성분 가운데 (*Z*)-3-nonen-1-ol이 전체 상대농도의 36.85%로 가장 높은 함유율을 보였고, Kemp 등[14]도 수박과 참외에서 확인하였다. 미량으로도 메론향을 발휘하는 것으로 보고된 (*Z,Z*)-3,6-nonadien-1-ol의 23.52%를 비롯해 16종의 alcohol 류가 전체 향기성분의 68.66%를 차지해 이들 alcohol 류가 국내산 수박의 주요 향기성분인 것으로 생각되었다. 그밖에 15종의 aldehyde 류, 2종의 ester 류, 2종의 ketone 류와 기타 2종의 화합물이 각각 9.46%, 1.23%, 0.85%, 0.74%를 차지하였다.

Aldehyde 류로는 (*E,Z*)-2,6-nonadienal, (*E*)-2-nonenal,

Table 1. Volatile flavor components identified from watermelon (*Citrullus vulgaris* S.)

Peak No.	Components	RT[1)]	RI[2)]	Peak Area (%)
1	Ethyl formate	6.467	820	0.36
2	Ethyl acetate	7.850	887	0.87
3	Ethanol	9.450	942	0.67
4	Pentanal	10.983	1010	0.16
5	Propanol	13.992	1045	0.09
6	Hexanal	16.200	1080	1.23
7	2-Pentenal	18.975	1127	0.06
8	1-Penten-3-ol	21.200	1165	0.10
9	Heptanal	22.700	1176	0.01
10	(*E*)-2-Hexenal	24.892	1194	0.27
11	2-Pentylfuran	25.883	1226	0.67
12	(*Z*)-2-Heptenal	26.817	1245	0.23
13	Pentanol	27.442	1258	0.40
14	Octanal	29.875	1281	0.04
I.S.[3)]	Butylbenzene	31.792	1304	13.18
15	(*E*)-2-Heptenal	32.283	1325	0.26
16	6-Methyl-5-hepten-2-one	33.258	1341	0.29
17	Hexanol	34.583	1362	0.55
18	(*Z*)-3-Hexen-1-ol	36.692	1391	0.38
19	Nonanal	37.108	1396	0.20
20	3-Ethyl-2-methyl-1,3-hexadiene	38.708	1418	0.07
21	(*E*)-2-Octenal	39.525	1429	0.14
22	(*Z*)-6-Nonenal	40.933	1450	0.12
23	(*Z*)-3-Octen-1-ol	43.425	1487	0.06
24	(*E,E*)-2,4-Heptadienal	43.783	1492	0.12
25	(*E*)-2-Nonenal	46.675	1535	2.63
26	(*E,Z*)-2,6-Nonadienal	49.900	1587	3.83
27	1,2-Propanediol	50.342	1607	0.26
28	(*E*)-2-Octen-1-ol	51.883	1629	0.04
29	Nonanol	54.692	1670	1.78
30	(*Z*)-3-Nonen-1-ol	56.383	1694	36.85
31	(*E*)-2-Nonen-1-ol	57.842	1724	0.51
32	(*Z*)-6-Nonen-1-ol	58.025	1728	0.75
33	(*Z,Z*)-3,6-Nonadien-1-ol	60.117	1763	23.52
34	(*E,Z*)-2,6-Nonadien-1-ol	60.792	1778	0.33
35	(*E,E*)-2,4-Decadienal	62.833	1837	0.14
36	Geranylacetone	64.808	1865	0.56
37	4-Methyl-2-octanol	65.783	1886	2.37

[1)]RT: retention time.
[2)]RI: retention index.
[3)]I.S.: internal standard.

(*Z*)-6-nonenal 등 C_9 불포화화합물이 주로 나타났다. (*E,Z*)-2,6-Nonadienal과 (*E*)-2-nonenal은 각각 3.83%, 2.63%를 차지하고 있으며, 이들 화합물은 오이의 중요 향기성분으로 알려져 있고, 특히 (*E,Z*)-2,6-nonadienal은 오이의 impact compound로 보고되었으며 muskmelon에서도 확인되었다[15]. (*Z*)-6-Nonenal은 0.12%로 낮았으나 수용액 중에서의 odor threshold[16]가 0.005 ppb로 매우 낮기 때문에 관능적 향기 특성에 기여하는 정도가 크다고 할 수 있다. 이들 C_9 불포화화합물은 주로 과일의 세포벽에 존재하는 불포화지방산인 linoleic, linolenic acid가 lipoxygenase에 의해 특정 위치에서 과산화되고, 뒤이어 절단효소인 aldehyde lyase에 의해서 탄소-탄소 결합이 개열되고 그외 isomerase, alcohol dehydrogenase 등의 효소들의 작용에 의해 생성된다[17]. 또한 이 화합물들의 일부는 다시 산으로 산화되며 ester 합성효소에 의해 각각의 ester가 된다. 한편 lipoxygenase의 활성은 과일의 품종, 숙도, 저장조건 등에 따라 달라지므로 lipoxygenase에 의해 생성된 C_9 불포화화합물의 농도는 조건 의존도가 높다고 할 수 있다. Kemp 등[18]은 냉동상태로 과일을 저장하는 동안 2-nonenal, 3-nonen-1-ol, 6-nonen-1-ol 그리고 nonanol의 함량이 크게 증가하는 것으로 보고하였다.

한편 (*Z*)-6-nonenal은 muskmelon의 향기성분으로 처음 보고된 화합물로써 강한 메론향을 갖고 있으며, off-flavor를 내는 것으로 알려져 있는 6-nonenal의 (*E*)-이성질체는 검출되지 않았다. 또한 (*Z*)-6-nonen-1-ol도 odor threshold가 1 ppb[10]로 낮아서 수박의 향기 발현에 크게 기여할 것으로 생각된다.

소량 확인된 hexanal, (*E*)-2-hexenal, hexanol, (*E*)-3-hexen-1-ol은 green note를 나타내는 C_6 화합물로써 lipoxygenase에 의한 생합성 경로에 의해 생성되며[17], 이중 (*E*)-2-hexenal은 muskmelon의 일차적 향기성분으로 보고되었다[15].

국내산 참외의 향기성분

참외의 향기농축물을 GC로 분석하여 얻은 결과는 Fig. 2와 같고, GC/MS를 이용하여 동정한 향기성분과 이들의 상대적 농도는 Table 2에 나타내었다.

참외에서는 총 55종의 화합물이 동정되었는데 모든 과일향의 주요 성분으로 알려져 있는 ester 류가 26종 확인되었고 전체 상대농도의 63.8%를 차지하였으며, 16종의 alcohol 류, 10종의 aldehyde, 기타 3종의 화합물이 각각 12.19%, 4.3%, 0.7%를 나타내었다. Ester 류 중에서는 ethyl acetate가 17.39%로 가장 많이 함유되어 있었으며, nonanyl acetate도 8.94%로 다량 확인되었다. 2,3-Butanediol에서 유도되어 생성된 diester인 2,3-butanediol diacetate는 11%로 다량 확인되었지만 odor threshold (T)가 높기 때문에 참외의 중요 향기에 크게 기여하지 않는다[19]. Honeydew melon[16]의 특징적 향기성분으로 보고된 (*Z*)-3-nonenyl acetate, (*Z*)-6-nonenyl acetate, (*Z,Z*)-3,6-nonadienyl acetate가 각각 2.79%, 2.47%, 0.36%씩 확인되었다. 또한 odor threshold (T)가 낮아 미량만 존재하여도 관능적으로 melon의 특징적인 향기를 느끼게 하는 ethyl 2-methyl-

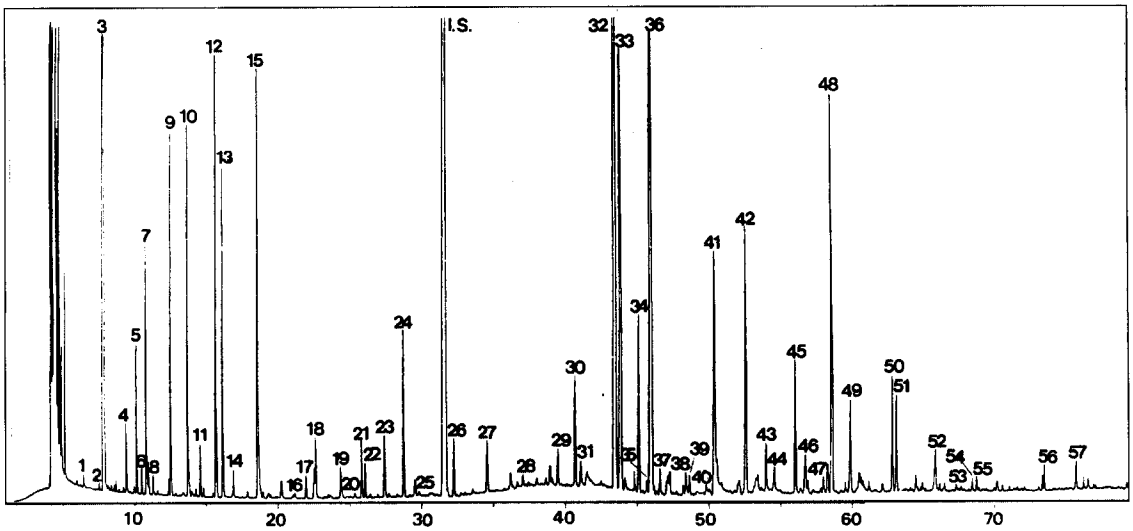

Fig. 2. GC chromatogram of volatile flavor components in oriental melon.

Table 2. Volatile flavor components identified from oriental melon (*Cucumis melo* L.)

Peak No.	Components	RT[1)]	RI[2)]	Peak Area (%)
1	Ethyl formate	6.467	821	0.04
2	Butanal	7.550	874	0.03
3	Ethyl acetate	7.917	899	17.39
4	Ethanol	9.450	943	0.36
5	Ethyl propanoate	10.167	956	0.69
6	Ethyl 2-methylpropanoate	10.500	964	0.12
7	Propyl acetate	10.842	975	1.39
8	Methyl butyrate	11.283	985	0.09
9	2-Methylpropyl acetate	12.550	1014	2.03
10	Ethyl butyrate	13.742	1036	2.23
11	Ethyl 2-methylbutyrate	14.592	1051	0.29
12	Butyl acetate	15.725	1073	3.18
13	Hexanal	16.192	1082	2.04
14	2-Methyl propanol	16.908	1100	0.13
15	2-Methylbutyl acetate	18.650	1123	3.43
16	1-Penten-3-ol	21.175	1165	0.20
17	Pentyl acetate	21.958	1177	0.14
18	1,2-Dimethyl benzene	22.533	1186	0.23
19	2-Methyl butanol	24.375	1214	0.24
20	Butyl butyrate	25.017	1219	0.19
21	2-Pentylfuran	25.842	1226	0.37
22	Ethyl hexanoate	26.075	1231	0.23
23	Pentanol	27.425	1258	0.52
24	Hexyl acetate	28.767	1273	1.18
25	Octanal	29.817	1287	0.22
I.S.[3)]	Butylbenzene	31.733	1312	11.71
26	(*E*)-2-Heptenal	32.267	1325	0.43
27	Hexanol	34.575	1362	0.42
28	(*Z*)-3-Hexenol	36.667	1391	0.17
29	(*E*)-2-Octenal	39.500	1429	0.26
30	Ethyl (methylthio)acetate	40.717	1448	0.86
31	7-Octen-4-ol	41.100	1454	0.22
32	2,3-Butandiol diacetate	43.550	1498	11.00
33	1-Acetoxy-2-propanol	43.908	1498	7.11
34	Unknown	45.019	1523	1.37
35	Benzaldehyde	45.675	1528	0.09
36	Nonanyl acetate	46.024	1538	8.94
37	(*E*)-2-Nonenal	46.583	1550	0.20
38	Unknown	47.972	1572	0.06
39	Ethyl 3-(methylthio)propanoate	48.625	1594	0.14
40	(*E,Z*)-2,6-Nonadienal	49.792	1587	0.04
41	(*Z*)-3-Nonenyl acetate	50.400	1614	2.79
42	(*Z*)-6-Nonenyl acetate	52.579	1635	2.47
43	(*Z,Z*)-3,6-Nonadienyl acetate	53.992	1650	0.36
44	Nonanol	54.692	1663	0.17
45	(*Z*)-3-Nonen-1-ol	56.033	1694	1.08
46	2,4-Nonadienal	56.900	1708	0.10
47	(*Z*)-6-Nonen-1-ol	57.967	1725	0.13
48	Benzyl acetate	58.592	1735	3.75
47	(*Z*)-6-Nonen-1-ol	57.967	1725	0.13

Table 2. Continued

Peak No.	Components	RT[1)]	RI[2)]	Peak Area (%)
48	Benzyl acetate	58.592	1735	3.75
49	(*Z,Z*)-3,6-Nonadienol	59.875	1763	0.85
50	(*E,E*)-2,4-Decadienal	62.800	1817	0.89
51	Phenethyl acetate	63.083	1824	0.70
52	Benzyl alcohol	65.808	1857	0.39
53	Phenethyl alcohol	67.275	1920	0.04
54	3-Phenylpropyl acetate	68.400	1968	0.09
55	Dihydro-β-ionone	68.717	1982	0.10
56	(*E*)-m-Propenyl guaiacol	75.733	2182	0.19
57	Ethyl hexadecanoate	78.050	2254	0.09

[1)]RT: retention time.
[2)]RI: retention index.
[3)]I.S.: internal standard.

propanoate (T=0.1 ppb), ethyl 2-methylbutyrate (T=0.3 ppb), ethyl butyrate (T=1 ppb) 그리고 benzyl acetate (T= 2 ppb)가 0.11%, 0.29%, 2.23%, 3.75%씩 검출되었다.

한편 alcohol 류 중에서 Kemp 등[14]이 수박에서 검출하여 보고한 (*Z,Z*)-3,6-nonadien-1-ol이 0.85% 존재하였고, (*Z*)-6-nonen-1-ol도 0.13% 포함되어 있었다. Horvat 등[20]에 의해 muskmelon의 향기성분으로 확인된 benzyl alcohol은 0.39%로 소량 확인되었다.

Aldehyde 류중 hexanal이 2.04%로 전체 aldehyde 함량의 절반 정도를 차지하였다. Kemp 등[21]이 muskmelon의 특징적인 향기성분으로 보고한 2-nonenal도 (*E*)-이성질체 형태로 0.2% 존재하였으며, (*E,Z*)-2,6-nonadienal은 0.04%로 미량 확인되었다. 국내산 참외의 향기성분을 Kemp 등[22]이나 Yabumoto와 Jennings[23]가 muskmelon에서 분리동정한 향기성분과 비교해 볼 때 muskmelon이 국내산 참외보다 많은 종류의 ester 류를 포함하고 있었으며 국내산 참외는 muskmelon 보다 alcohol 류와 aldehyde 류가 더 풍부하게 존재하였다.

Melon의 전체적인 aroma profile을 결정하는데 중요한 역할을 하는 요소로서 황화합물은 Yabumoto 등[24]이 melon 추출물에서 dimethyl disulfide를 분리한 것이 최초였으며, 자신의 T보다 높은 농도로 존재할 때 melon의 향기 특성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[25]. 본 연구에서는 ethyl (methylthio)acetate와 ethyl 3-(methylthio)propanoate가 0.86%와 0.14%의 농도로 검출되었으며, ethyl 3-(methylthio)propanoate는 파인애플[26]의 중요 향기성분으로 확인되었다. Wyllie와 Leach[25]도 melon으로부터 이들 2가지 황화합물을 비롯한 6종류의 thioether ester를 확인하였으며 그밖에도 ethyl (methylthio)acetate를 거의 모든 품종에서 발견하였다. 이들 황화합물들은 숙성 호르몬인 ethylene이 발생되는 동안 methionine의 탈아미노반응과 α-keto-(methylthio)butanoic acid의 탈탄산화반응을 포함한 생합성 경로를 거쳐 생성되거나, 또는 thioglucosinate로부터 생성된다[17].

Table 3. Comparison of relative concentration by functional groups in watermelon and oriental melon

(mg/kg of sample)

Functional groups	Watermelon	Oriental melon
Esters	0.27	15.63
Alcohols	14.97	2.99
Aldehydes	2.06	1.05
Ketones	0.19	-
The others	0.16	0.17
Total	17.65	19.84

수박과 참외의 향기성분 조성 비교

수박과 참외에서 동정된 휘발성 향기성분의 상대적 정량을 위하여 내부 표준물질로 첨가한 n-butylbenzene과 각 화합물의 peak area%를 비교하여 성분들의 함유량을 계산하였으며, 관능기별로 그 상대적 함유량을 비교한 결과는 Table 3과 같다. Table 3에서 보듯이 수박의 향기성분 총량은 17.65 mg/kg, 참외는 19.84 mg/kg으로 참외가 보다 높은 회수율을 보였다.

관능기별로는 ester 류가 수박에서는 0.27 mg/kg, 참외에서는 15.63 mg/kg으로 시료간에 함량차가 가장 컸으며 alcohol 류도 수박과 참외에서 14.97 mg/kg과 2.99 mg/kg 씩 동정되어 큰 함량차이를 보였다. 이처럼 각 시료에서 분리동정된 향기성분의 조성차가 각각의 독특한 향기특성에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 생각되었다.

요 약

동시증류추출장치를 사용하여 획득한 수박(*Citrullus vulgaris* S.)과 참외(*Cucumis melo* L.)의 휘발성 향기성분을 기체크로마토그래피로 분리하여 질량분석법으로 동정하였다. 수박에서 분리동정된 37종의 화합물로는 16종의 alcohol 류, 15종의 aldehyde 류, 2종의 ester 류, 2종의 ketone 류와 기타 2종의 화합물이 확인되었다. 전체 상대적 농도의 68.66%를 차지한 alcohol 류가 수박의 주요 향기성분이었으며, 불포화 C_9 화합물인 (*Z*)-3-nonen-1-ol, (*Z,Z*)-nonadien-1-ol, (*E,Z*)-2,6-nonadienal, (*E*)-2-nonenal이 특징적 향기성분으로 나타났다. 참외에서 분리동정된 55종의 화합물로는 26종의 ester 류, 16종의 alcohol 류, 10종의 aldehyde 류와 기타 3종의 화합물이 확인되었으며, 전체 상대적 농도의 63.8%를 차지한 ester 류가 참외의 주요 향기성분으로 나타났다. 이 중에서 (*Z*)-3-nonenyl acetate, (*Z*)-6-nonenyl acetate와 (*Z,Z*)-3,6-nonadienyl acetate, C_9-불포화 ester 류가 중요한 향기성분이었으며, 황함유 ester 류인 ethyl (methylthio)acetate, ethyl 3-(methylthio) propanoate 또한 참외의 향기에 중요한 역할을 하는 화합물이었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산기술관리센터의 연구비 지원에 의한 일부의 결과로서 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Ishikawa, Y.: Utilization of functional materials in fruits (in Japanese). Fruit in Japan, p.20-47 (1996)
2. Kawanami, Y.: Invitation to functional foods (in Japanese). Sankyo Press (1995)
3. Nakamura, S.: Apples I, Committe for operating an apple fair (in Japanese) (1994)
4. Lee, C.H.: Food for used pharmacy (in Korean). Homungak (1995)
5. Lee, H.B., Yang, C.B. and Yu, T.J.: Studies on the chemical composition of some fruit vegetables and fruits in Korea (I), On the free amino acid and sugar contents in tomato, watermelon, muskmelon, peach and plum (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **4**, 36-43 (1972)
6. Chun, S.J. and Park, Y.H.: Molecular species of triglycerides in watermelon seed oil (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 377-381 (1987)
7. Lee, K.J., Park, J.R. and Lee, S.W.: Studies on low-temperature and film-packing storage of oriental melon (in Korean). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **3**, 29-34 (1974)
8. Cha, S.K., Chun, H.I., Hong, S.S., Kim, W.J. and Koo, Y.J.: Manufacture of fermented cantaloupe melon with lactic starter culture (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 386-390 (1993)
9. Schultz, T.H., Flath, R.A., Mon, T.R., Enggling, S.B. and Teranishi, R.: Isolation of volatile components from a model system. *J. Agric. Food Chem.*, **25**, 446-449 (1977)
10. Robert P.A.: Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Co., (1995)
11. Stehagen, E., Abbrahamssom, S. and Malafferty, F.W.: The Wiley/NBS registry of mass spectral data. John Wiley and Sons Inc., (1974)
12. Davies, N.W.: Gas Chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases. *J. Chromatography*, **503**, 1-24 (1980)
13. Sadtler Research Laboratories.: The Sadtler standard gas chromatography retention index library. Sadtler, (1986)
14. Kemp, T.R., Knavel, P.E., Stoltz, L.P. and Lundin, R.E.: 3,6-Nonadien-1-ol from *Citrullus vulgaris and Cucumis melo. Phytochem.*, **13**, 1167-1170 (1974)
15. Schreiber, P., Ofner, S. and Grosch, W.: Evaluation of potent odorants in cucumbers (*Cucumis sativus*) and muskmelon (*Cucumis melo*) by aroma extract dilution analysis. *J. Food Sci.*, **55**, 193-195 (1990)
16. Buttery, R.G., Seifert, R.M., Ling, L.C., Soderstrom, E. L., Ogawa, J.M. and Turnbaugh, J.G.: Additional aroma components of honeydew melon. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 1208-1211 (1982)
17. Schreiber, P.: Chromatographic studies of biogenesis of plant volatiles. Huethig Verlag, Heidelberg, p.149-158 (1982)
18. Kemp, T.R., Knavel, D.E. and Stoltz, L.P.: *Cucumis melo* components: Identification of additional compounds and effects of storage conditions. *Phytochem.*, **12**, 2921-2924 (1973)
19. Willyie, S.G. and Leach D.N.: Aroma volatile of *Cucumis melo* cv. Golden Crispy. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 2042-2044 (1990)
20. Horvat, R.J. and Senter, S.D.: Identification of additional volatile compounds from Cantaloupe. *J. Food Sci.*, **52**, 1097-1098 (1987)
21. Kemp, T.R., Knavel, D.E. and Stoltz, L.P.: *cis*-6-Nonenal: A flavor component of muskmelon fruit. *Phytochem.*, **11**, 3321-3322 (1972)
22. Kemp, T.R., Stoltz, L.P. and Knavel, D.E.: Volatile components of muskmelon fruit. *J. Agric. Food Chem.*, **20**, 196-198 (1972)
23. Yabumoto, K. and Jennings, W.G.: Volatile constituents of cantaloupe, *Cucumis melo*, and Their biogenesis. *J. Food Sci.*, **42**, 32-37 (1977)
24. Yabumoto, K., Yamaguchi, M. and Jennings, W.G.: Production of volatile compounds by muskmelon, *Cucumis melo. Food Chem.*, **3**, 7-16 (1978)
25. Wyllie, S.G. and Leach, D.N.: Sulfur-containing compounds in the aroma volatiles of melons (*Cucumis melo*). *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 253-256 (1992)
26. Connell, D.W.: Volatile flavoring constituents of the pineapple. *Aust. J. Chem.*, **17**, 130-140 (1964)

(1998년 12월 23일 접수)