ISSN(Print) : 1738-7248, ISSN(Online) : 2287-7428
Korean J Food Preserv
20(2), 207-214 (2013)
http://dx.doi.org/10.11002/kjfp.2013.20.2.207

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Monitoring of the Changes in Volatile Flavor Components in Oriental Melon Wine Using SPME

Yong-Jun Jo[1,2], Ok-Mi Kim[3], and Yong-Jin Jeong[1,2†]

[1]*Department of Food Science and Technology, Keimyung University Daegu 704-701, Korea*
[2]*KMF Co., Ltd, Daegu 704-701, Korea*
[3]*Faculty of Hotel Culinary Arts, Taekyeung College, Gyeongsan 712-850, Korea*

SPME를 이용한 참외와인의 휘발성 향기성분의 모니터링

조용준[1,2] · 김옥미[3] · 정용진[1,2†]

[1]계명대학교 식품가공학과, [2](주)케이엠에프, [3]대경대학교 호텔조리계열

Abstract

This study was conducted to investigate changes in the main volatile flavor components of oriental melon during the process of alcohol fermentation via SPME (solid phase micro extraction). The flavor components of oriental melon were shown to have mainly included melon and green flavors. The green flavor was identified to be nonanal, 1-butanol, 1-octen-2-ol and benzene, and its relative concentration was shown to be 16.66%. The nonanal concentration was shown to have been reduced among the green-flavor components, but no significant change in remaining components was observed. Mainly, sweet flavor tended to increase, and the relative concentration of benzene was particularly shown to have increase by 25.58%, accounting for the highest relative concentration. The amount of green-flavor components, except for 1-butanol, was shown to have significantly decrease after alcohol fermentation. Then, no component of green-flavor, which causes an offensive smell, was found during fermentation and aging. Meanwhile, the volatile flavor components, which are consist of acids, were shown to have been produced during alcohol fermentation. In particular, octanoic acid, which causes off-flavor, was shown to be 60.99%, a very high relative concentration during the aging stage. In addition, acetic acid with a pungent sour flavor tended to be produced. A further study on the improvement of flavor in the production of oriental melon wine is required.

Key words : Oriental melon, wine, volatile component, SPME

서 론

식품의 향은 맛, 색 및 조직감 등과 함께 원재료에서 제품까지 품질을 좌우하는 매우 중요한 요소로서 식품 내 각 성분, 특히 휘발성 성분의 상호 작용에 의해 다양한 관능적 특성이 나타난다. 휘발성 성분은 원료, 가공방법, 저장조건 및 이용되는 미생물 등에 따라 각기 여러 가지 향을 생성하며 threshold level이 낮은 경우 미량으로도 식품의 기호도에 영향을 주어 이들을 분석하고 관리하는 일은 매우 중요한 과정이다(1-3). 특히 알코올류, 유기산류, 알데하이드류 등의 휘발성 성분들에 의해 나타나는 과실주 및 와인의 향은 주류제조에 있어 품질을 결정하는 중요한 기준으로 제품의 등급, 숙성도 및 변질여부 등을 결정하는 요소이다. 일반적으로 와인에서 나타나는 향을 부케(bouquet)라고 표현하는데 약 500가지의 성분이 복합적으로 작용하여 나타내는 것으로 이를 기준으로 와인의 부패여부, 음용시기 등을 결정하는 잣대가 된다.

현재 휘발성 성분의 분석은 주관적인 방법인 관능검사법과 GC/MS 등에 의한 기기분석 방법이 있으며 그 중 기기분석 방법은 향에 관여하는 여러 성분의 종류와 농도를 밝힐 수 있어 화학적으로 의미 있는 절대값을 얻을 수 있으며 관능검사법에 비하여 주위환경에 영향을 받지 않는 장점이 있다(3). 휘발성 향기성분을 분석하기 위한 향기성분의 포집방법으로 simultaneous distillation extraction (SDE)법, liquid liquid continous extraction (LLCE) 및 solid-phase

†Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

microextraction (SPME)법 등이 있으며 이를 이용하여 휘발성 성분을 포집한 다음 GC/MS를 이용하여 분석을 한다(2). 그 중 SPME를 이용한 headspace 향기성분 포집하는 방법은 유기용매를 사용하지 않고 분석 대상 물질을 고정상에 입혀진 fiber에 흡착시켜 GC 주입구에 주입 후 고온으로 탈착하는 방법으로 휘발성분을 포집하는 과정에서 향기성분 손실을 최소화할 수 있다. 일반 headspace법은 강한 휘발성 물질에 선택적인 반면, SPME를 이용한 headspace법은 휘발성이 약한 물질에 대해 더욱 좋은 결과를 나타낸다(4-6). 또한 SPME 방법은 용매 추출이나 정제단계 및 복잡한 purge and trap 장치가 필요하지 않아서 최근 coffee, vegetable oil에 있는 butter향(7), 과일 음료의 향기성분(8), hop 중의 정유성분(9), 식품 model계의 pyrazine (10), vodka의 휘발성 성분(11) 등과 같은 식품소재의 향기성분 분석에 널리 이용되고 있다.

현재 국내에서는 다양한 과실을 이용한 살구(12), 딸기(13), 단감(14), 무화과(15) 및 오디(16) 등 와인개발 및 생산이 활발히 이루어지고 있으나 휘발성 향기성분의 조사를 통한 과실주 및 와인의 이취성분의 규명에 따른 품질향상 연구가 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 참외를 이용한 과실주 개발 방안으로 SPME법을 이용하여 참외 와인 제조 중 휘발성 향기성분의 변화를 모니터링하여 참외를 이용한 와인개발에 활용하고자 한다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 참외는 2011년 경상북도 성주군에서 수확된 '오복'품종을 이용하였다. 알코올 발효에는 시판와인효모 *Saccharomyces cerevisiae* Fermivin (DSM Food Specialties, Seclin, France)을 사용하였다. 보당에 사용된 설탕은 (주)삼양제넥스(Samyang Genex Co., Ltd., Seoul, Korea), 혼합산과 potassium metabisulfite는 와인킷 코리아(Wine Kit Korea Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

참외 와인의 제조 및 숙성

참외는 세척하여 2등분으로 절단하여 씨를 제거한 뒤 마쇄기(M-12, Hankook Fujee Plant Co., Ltd., Suwon, Korea)로 마쇄하여 참외 과즙을 제조하였다. 참외 과즙을 부직포로 여과한 뒤 착즙액에 혼합산을 이용하여 총산도 0.6%로 보산하였으며 설탕으로 22 °Brix가 되도록 보당하여 참외 머스트를 준비하였다. 준비된 참외 머스트에 시판 와인 효모 *S. cerevisiae* Fermivin을 0.02%(w/w) 접종하여 알코올 발효하였다(17,18). 발효온도는 25℃로 유지하며 9일 동안 발효하였으며, 발효 종료 후 10℃이하의 저온에서 racking 시킨 후 상등액을 여과한 뒤 병입하여 10℃에서 1개월 동안 숙성하여 분석에 이용하였다. 알코올 발효 과정 중 휘발성 향기성분의 변화는 참외 원과, 머스트, 참외 알코올 발효 및 숙성과정으로 구분하여 분석하였다.

Headspace 향기성분의 추출 및 포집

참외 알코올 발효 중 향기성분의 변화 분석을 위한 향기성분의 추출 및 포집방법은 solid phase-micro extraction (SPME)을 이용한 headspace분석 방법을 사용하였다(8). 향기성분 분석에서 시료는 10 mL vial (Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)에 넣은 후 알루미늄 캡으로 밀봉한 다음 100 μm polydimethylsiloxane (PDMS) fiber에 100 rpm, 50℃에서 30분 동안 흡착하였다. 흡착이 완료되면 fiber를 GC/MS주입구에 삽입하여 향기성분을 250℃에서 3분간 열탈착시켜 GC/MS를 사용하여 분석하였다(19,20).

향기성분의 분리 및 동정

참외 알코올 발효과정 중의 포집된 휘발성 향기성분은 Cho 등(21)의 방법을 변형하여 분리 및 동정하였다. GC/MSD는 HP 6890/HP 5973을 이용하였으며 column은 DB-5MS(30 m×0.25 mm×0.25 μm)를 사용하였다. Oven의 온도프로그램은 70℃에서 3분간 유지한 다음 분당 5℃씩 180℃까지 승온시킨 후 다시 분당 10℃씩 250℃까지 승온시킨 후 3분간 머물렀다. Injector 온도 250℃, split ratio 20:1, 유속 0.8 mL/min이었으며 운반기체는 helium를 사용하였다. Inoization mode는 70eV electron impact였으며, ion source 및 quadrapole 온도는 각각 230℃, 150℃였다. GC/MSD로 분리되어 검출된 각 성분은 Wiley 7n 및 pest library를 이용해 동정하였다.

결과 및 고찰

참외의 휘발성 향기성분

참외의 휘발성 향기성분을 분리·동정하여 Fig. 1에 나타내었으며, 확인된 휘발성 향기성분과 이들의 상대적 농도는 Table 1에 나타내었다. 참외 원과에서는 총 16종의 화합물이 동정되었는데 과일향의 주요성분으로 알려져 있는 ester류가 5종 확인되었으며, aldehyde류가 2종, alcohol류가 4종, ketone류가 3종, benzene류 1종 및 기타 1종이 동정되었다. 확인된 휘발성 성분들을 상대적 농도에 따라 분류하면 alcohol류가 34.88%, ester류가 24.51%, aldehyde류가 20.37%, ketone류가 8.5% 순으로 나타났으며, ethanol에 기인한 alcohol류가 가장 많이 함유되어 있고, 5종의 ester류 2-methyl-butyl-acetate, 1-hexyl acetate, 2,3-butanedioldiacetate, benzylacetate, β-phenylethyl acetate가 원과의 향기성분에

Table 1. Volatile flavor compounds of oriental melon by SPME

R.T (min)	Compounds	Peak area(%)	Identification	Odor description
1.02	2-Methyl-butyl acetate	2.58	GC-MS	fruity, sweety
1.17	1-Butanol	2.67	GC-MS	green
4.46	1-Octen-3-ol	0.59	GC-MS	green, mushroom
5.36	Thiirane	1.48	GC-MS	
5.69	1-Hexyl acetate	1.83	GC-MS	fruity
6.35	2-Octene	0.35	GC-MS	
7.27	2,3-Butanedioldiacetate	1.13	GC-MS	
7.36	Benzene	4.67	GC-MS	grassy, sweet
9.06	Nonadien-1-ol	26.67	GC-MS	melon
9.15	Nonanal	8.73	GC-MS, RT	green
9.73	1-Propene	1.42	GC-MS	
10.82	2,6-Nonadienal	11.64	GC-MS	musk melon
11.12	Benzyl acetate	18.04	GC-MS	sweet
11.43	1-Nonanol	4.95	GC-MS	melon
14.05	β-Phenylethyl acetate	0.93	GC-MS	rose
15.24	9,12,15-Octadecatrieboic acid	0.78	GC-MS	

영향을 주는 것으로 여겨진다. 참외의 휘발성 향기성분 중 nonadien-1-ol, benzyl acetate, 2,6-nonadienal의 순으로 상대적 농도가 높게 나타났다. Nonadien-1-ol은 과일품종의 수확 후 숙성에 의한 2차 분해산물로 추정되며(22), benzyl acetate는 alcohol류를 ester류로 전환하는 endogenous esterifying enzyme system에 의해 많은 양의 butanol에서 유래된 화합물로 추정된다(23). 또한, 오이의 주요 향기성분으로 알려진 2,6-nonadienal은 11.64%로 나타나 참외에서도 비교적 높게 나타났다(24). 이러한 C_9 불포화화합물은 주로 과일의 세포벽에 존재하는 불포화지방산인 linoleic, linolenic acid가 lipoxygenase에 의해 과산화되고, aldehyde lyase에 의해 탄소-탄소 결합이 분해되고, 그 외 alcohol dehydrogenase 등의 효소들의 작용에 의해 생성된다(25). 참외 원과의 향기성분은 주로 melon, fruity 및 green향이 주로 나타났으며 이 중 이취를 나타내는 풋내(green)을 나타내는 성분은 nonanal, 1-butanol, 1-octen-3-ol 및 benzene으로 상대적 농도는 16.66%로 나타났다. 참외 원과의 향기성분 분석결과 Kim 등(26)등은 금싸라기 참외의 향기성분을 조사한 결과 주로 과일향의 ester류의 상대적 농도가 63.8%로 가장 높게 나타난다고 보고하였으나 본 연구에서는 green

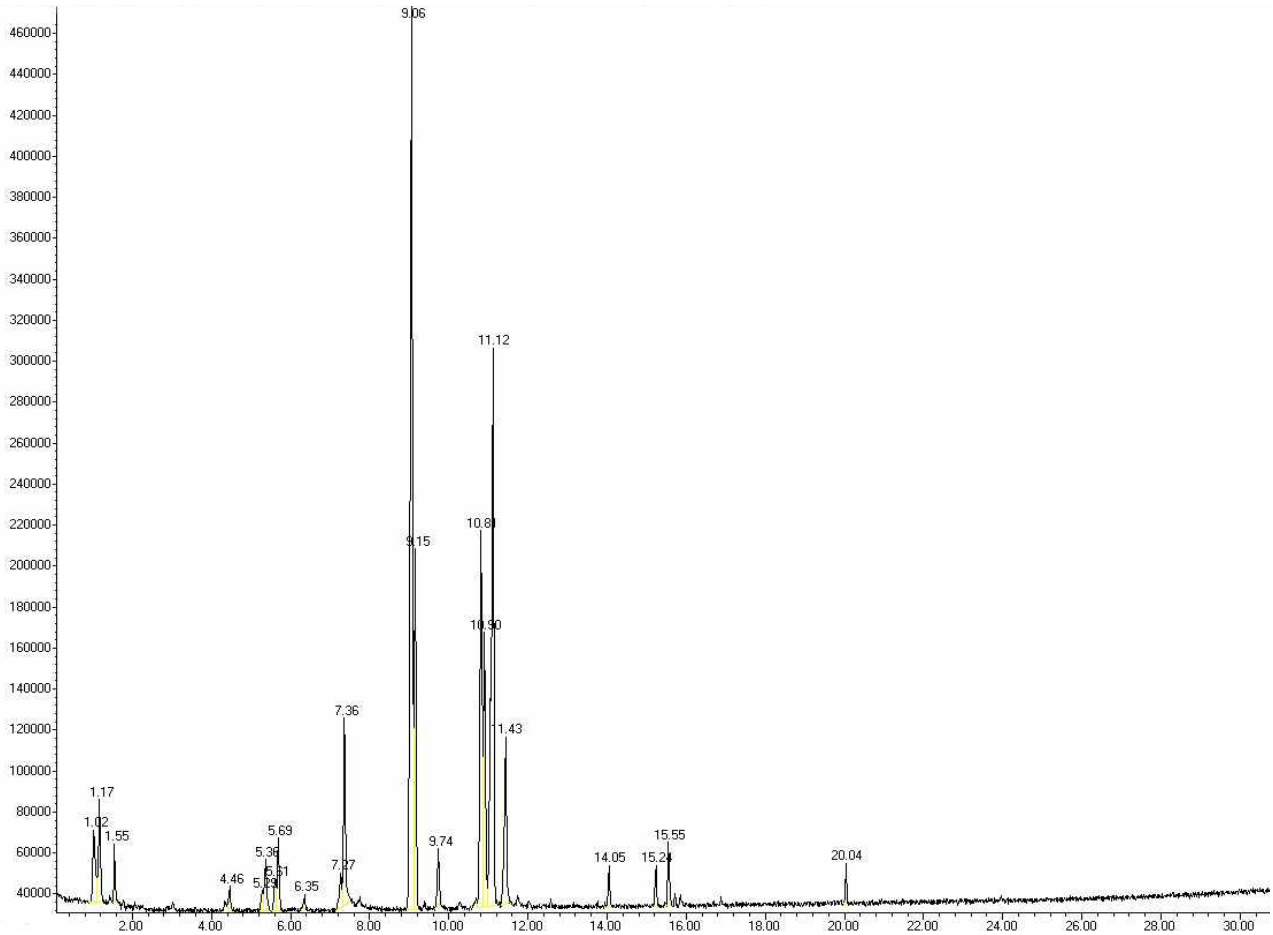

Fig. 1. Gas chromatogram of volatile flavor compounds of oriental melon by SPME.

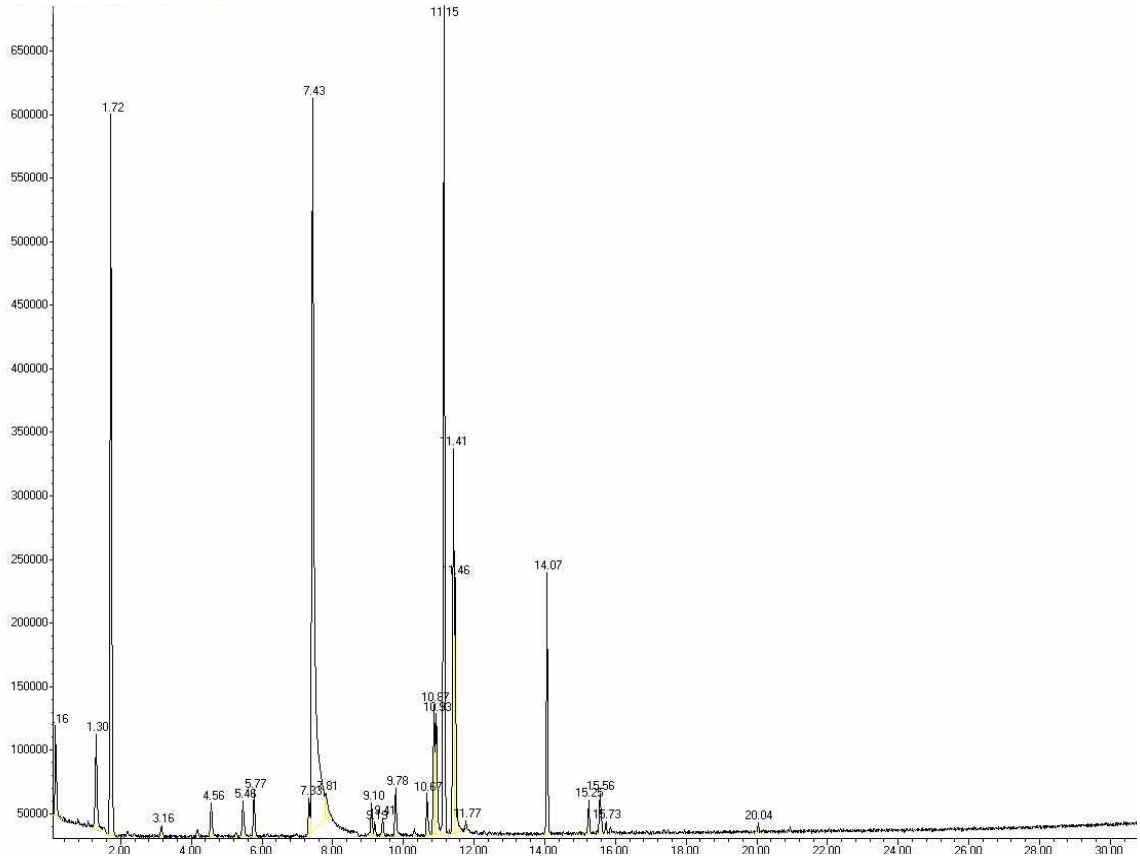

Fig. 2. Gas chromatogram of volatile flavor compounds of oriental melon must by SPME.

및 grassy 등 풋내를 유발하는 1-butanol 및 nonanal 등의 상대적 농도 또한 비교적 높아 다소 차이를 나타내었다. 이는 품종, 원과의 숙성정도, 향기성분 추출법 및 분석조건 등에 의한 것이라 여겨진다.

참외 머스트의 휘발성 향기성분

참외를 파쇄하여 여과한 뒤 보산 및 보당한 참외 머스트의 휘발성 향기성분을 분리·동정한 결과는 Fig. 2에 표시하였으며, 확인된 휘발성 향기성분 및 상대적 농도는 Table 2에 나타내었다. 참외 머스트의 경우 총 23종의 화합물이 동정되었으며 ester류 8종, alcohol류 6종, benzene류 2종, aldehyde류 2종, ketone류 2종 및 기타 3종이 동정되었다. 이들의 상대적 농도는 benzene류가 46.46%로 가장 많은 함량을 차지하였으며 ester류 25.89%, alcohol류 17.56%로 나타났다. 휘발성 향기성분 중 grassy향을 나타내는 benzene이 29.31%로 가장 높게 나타났으며, floral 및 grassy 향을 나타내는 styrene 그리고 sweet향을 나타내는 benzyl acetate가 각각 16.21%, 16.11%로 상대적 농도가 높게 나타났다. 특히 benzyl acetate의 경우 odor threshold가 2 ppb로 낮아 참외 머스트의 관능적 특성에 매우 큰 영향을 끼칠 것으로 여겨진다(26). 또한 참외의 향기성분으로 처음 보고된 화합물로 강한 melon 향을 갖고 있는 Z-6-nonenal과 melon향을 유발하는 (6Z)-nonen-1-ol의 상대적 농도는 각각 0.73%, 7.44%로 비교적 낮게 나타났으나 이들의 odor threshold는 0.005 ppb 및 1 ppb로 매우 낮아서 참외 머스트의 향기 특성에 영향을 주는 것으로 추정된다(27,28). 머스트 상태의 경우 풋내(green)를 나타내는 성분인 1-butanol, 1-octen은 원과와 비교하였을 때 큰 차이를 보이지 않았으나 nonanal의 함량은 크게 감소하였으며 sweet향 등과 같은 향기성분의 상대적 농도는 증가하는 경향으로 나타났다.

참외 와인의 휘발성 향기성분

알코올 발효가 끝난 참외 와인의 휘발성 향기성분을 분리·동정한 결과는 Fig. 3에 표시하였으며, 확인된 휘발성 향기성분 및 상대적 농도는 Table 3에 나타내었다. 휘발성 향기성분은 18종의 화합물이 동정되었으며 ester류 4종, alcohol류 4종, benzene류 2종, acid류 5종 및 기타 3종이 동정되었다. 이들의 상대적 농도는 acid류가 59.61%로 가장 많은 함량을 차지하였으며, alcohol류 29.79%, ester류 6.74%, benzene류 1.47%순으로 나타났다. 원과 및 머스트 상태와 비교하였을 때 새로운acid류의 성분들이 생성되었으며 가장 높은 함량을 차지하였다. 과일향의 주요성분인 ester류의 상대적인 농도가 6.75%로 나타나 원과에 비해 매우 감소하였으며, alcohol류의 상대적 함량이 증가하였

Table 2. Volatile flavor compounds of oriental melon must by SPME

R.T (min)	Compounds	Peak area(%)	Identification	Odor description
0.16	n-Butyl acetate	1.68	GC-MS	fruity
1.30	1-Butanol	2.55	GC-MS	green
1.72	Styrene	16.21	GC-MS	floral, grassy
3.16	S-Methyl pentanethioate	0.27	GC-MS	
4.56	1-Octen-3-ol	0.83	GC-MS	sweet, mushroom
5.46	2-Propen-1-thiol	0.98	GC-MS	green
5.77	1-Hexyl acetate	1.06	GC-MS	fruity
7.33	2,3-Butanedioldiacetate	0.76	GC-MS	
7.43	Benzene	29.31	GC-MS	grassy, sweet
9.10	Z-6-Nonenal	0.73	GC-MS	
9.20	Nonanal	0.28	GC-MS,RT	green
9.41	Phenylethyl alcohol	0.46	GC-MS	rose
9.78	3-(Methylthio)-propyl acetate	0.97	GC-MS	
10.67	cis-Cyclooctene	0.94	GC-MS	
10.87	(-)-1-Methyl-2-norcaranone	3.07	GC-MS	
10.93	3-Methylene-1,6-hexadiene	3.02	GC-MS	
11.15	Benzyl acetate	16.11	GC-MS	melon
11.42	(6Z)-nonen-1-ol	7.44	GC-MS	melon
11.47	1-Nonanol	5.30	GC-MS	melon
11.77	Unknown	0.24	GC-MS	
14.07	β-Phenylethyl acetate	4.84	GC-MS	rose
15.25	trans-Cyclooctene	0.63	GC-MS	
15.73	n-Nonyl acetate	0.20	GC-MS	fruity

다. 알코올 발효 과정에서 주로 sweaty 및 rancid향을 나타내는 octanoic acid, decanoic acid 및 hexanoic acid가 각각 29.38%, 19.76% 및 9.21%로 높은 함량을 나타내 부정적인 영향을 미치는 것으로 추정된다. 원과 및 머스트 상태에서 melon향을 나타내는 성분 중 (6Z)-nonen-1-ol 및 cis-6-nonenol 두 성분만 존재하였으며 상대적 함량이 총 2.1%로 머스트에 비해 매우 감소하였다. 풋내(green)를 나타내던 성분 중 원과에서 가장 높은 상대적 함량을 가진 nonanal은 불검출되었으며 머스트 상태에서 상대적 함량이 높은 styrene과 benzene은 크게 감소하였으나 1-butanol은 증가하는 경향을 나타냈다. 주로 melon, sweet 및 green 향이 주를 이루었던 원과와는 달리 장미꽃향으로 장미, 오렌지 꽃과

Table 3. Volatile flavor compounds of oriental melon wine by SPME

R.T (min)	Compounds	Peak area(%)	Identification	Odor description
1.15	1-Butanol	23.24	GC-MS	green
1.57	Styrene	1.19	GC-MS	floral
5.19	Hexanoic acid	9.21	GC-MS	sweaty, sour
7.38	Benzene	0.28	GC-MS	sweet
9.38	Benzeneethanol	4.45	GC-MS	floral
9.74	3-(Methylthio)-propyl acetate	0.13	GC-MS	
11.12	Benzyl acetate	0.31	GC-MS	sweet
11.39	cis-6-Nonenol	0.57	GC-MS	melon
12.28	Octanoic acid	29.38	GC-MS	sweaty
14.06	β-Phenylethyl acetate	5.58	GC-MS	rose
15.24	endo-4-Methylbicyclo[3.2.1]oct-3-ene	2.05	GC-MS	
15.31	Nonanoic acid	0.26	GC-MS	cheese
15.37	exo-Methylbicyclo[3.2.1]oct-3-ene	0.26	GC-MS	
15.59	(6Z)-Nonen-1-ol	1.53	GC-MS	melon
17.88	Ethyl 9-decenoate	0.72	GC-MS	
18.11	Decanoic acid	17.96	GC-MS	rancid
23.12	Unknown	1.89	GC-MS	
23.97	Benzoic acid	0.10	GC-MS	

같은 천연 정유에 발견되며 맥주에서 방향족 alcohol 성분 중 가장 중요한 향기성분인 benzeneethanol, cheese향을 나타내는 nonanic aicd 등의 휘발성 향기성분들이 생성되었다 (29,30).

숙성 중 휘발성 향기성분

1개월 숙성시킨 참외 와인의 휘발성 향기성분을 분리·동정한 결과는 Fig. 4에 표시하였으며, 확인된 휘발성 향기성분 및 상대적 농도는 Table 4에 나타내었다. 총 13종의 화합물이 동정되었으며 acid류 6종, alcohol류 1종, ester류 2종, ketone류 2종, phenol류 1종 및 기타 1종이 동정되었다. 이들의 상대적 농도는 acid류가 91.65%로 대부분의 향기성분을 차지하고 있었으며 그 외 ester류 1.13%, alcohol류 2.28%, ketone류 0.54% 및 phenol류 0.30%로 매우 감소하여 낮은 함량을 나타내었다. 참외 와인은 숙성 과정 중 원과에서 나타난 과일향의 ester류 및 alcohol류의 상대적 농도가 감소하였으며 acid류의 상대적 농도가 증가하는 것으로 나타났다. 숙성 중 참외 와인의 휘발성 향기성분들은 rose향의 phenethyl alcohol을 비롯하여 sweaty, sour, sweet, cheese, rancid 및 waxy등 다양한 향을 나타내는 성분들이 존재하였지만 버터나 치즈 등의 불쾌한 냄새를 유발하는 sweaty향의 octanoic acid와 decanoic acid의 함량이 총 78.06%로 매우

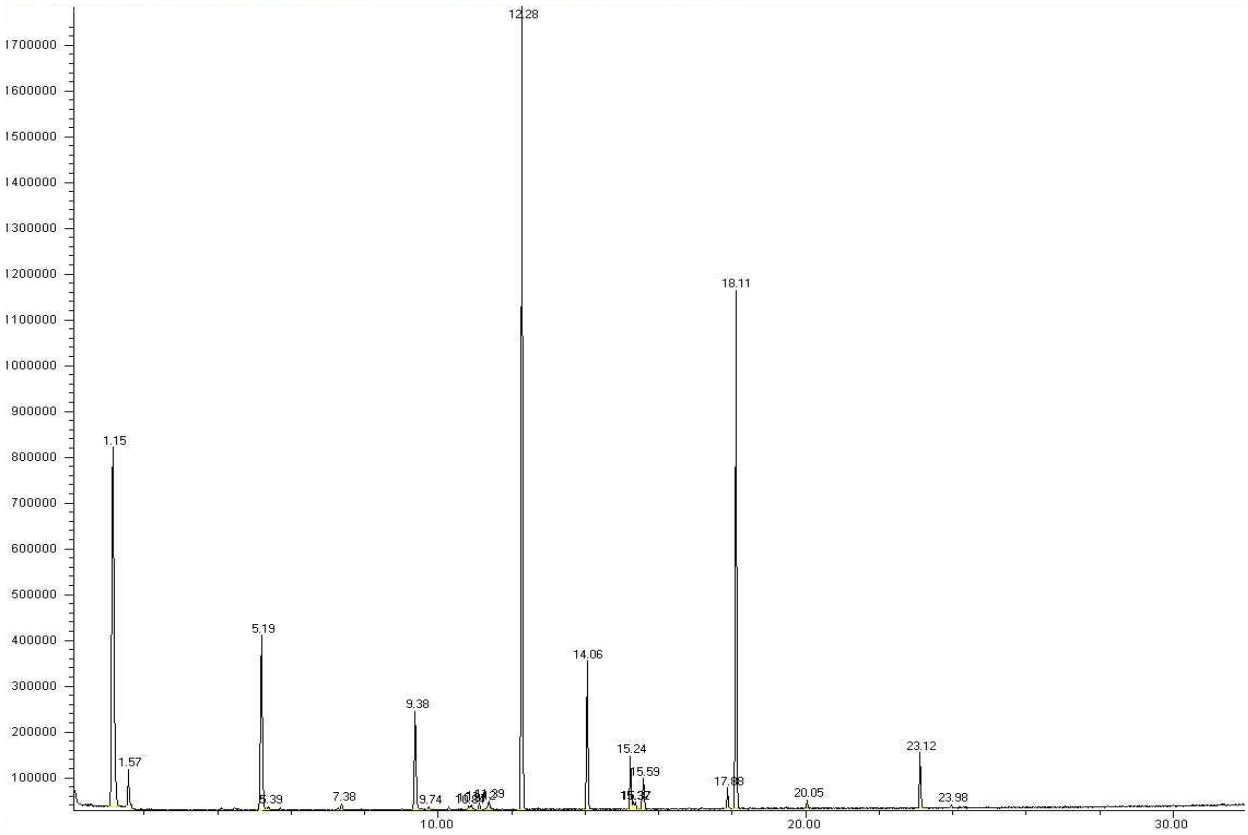

Fig. 3. Gas chromatogram of volatile flavor compounds of oriental melon wine by SPME.

Table 4. Volatile flavor compounds of oriental melon wine during the aging a month by SPME

R.T (min)	Compounds	Peak area(%)	Identification	Odor description
1.82	Hexanoic acid	7.57	GC-MS	sweaty, sour
7.41	Phenylethyl alcohol	2.28	GC-MS	rose
9.60	Benzyl acetate	0.16	GC-MS	sweet
11.05	Octanoic acid	60.99	GC-MS	sweaty
13.02	Acetic acid	4.91	GC-MS	sour
14.39	endo-4-Methylbicyclo[3.2.1]oct-3-ene	1.43	GC-MS	
14.49	Nonanoic acid	0.54	GC-MS	cheese
17.29	Ethyl 9-decenoate	0.97	GC-MS	
17.54	Decanoic acid	17.07	GC-MS	rancid
22.90	Dodecanoic acid	0.57	GC-MS	waxy
23.60	2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-(1-oxopropyl)phenol	0.30	GC-MS	
24.89	1-Pentanamine	0.17	GC-MS	
28.77	4,9-Decadien-2-amine	0.37	GC-MS	

높은 경향으로 나타났다(29). 또한 누룩취 등에서 확인되는 자극적인 신 냄새를 가지는 acetic acid의 농도가 4.91% 생성되었다(31). 숙성과정 중 nonanal, 1-butanol, benzene 및 styrene 등의 풋내(green)를 나타내는 성분들은 모두 불검출되었으나 이취를 나타내는 sweaty 및 rancid향의 상대적 함량이 매우 높게 증가하였다.

요 약

본 연구에서는 SPME를 이용하여 참외 알코올 발효과정 중 주요 휘발성 향기성분의 변화를 조사하였다. 참외 원과의 향기성분은 주로 melon 및 풋내향이 주로 나타났으며 풋내성분은 nonanal, 1-butanol, 1-octen-3-ol 및 benzene으로 동정되었고 상대적 농도는 16.66%로 나타났다. 머스트에서는 풋내성분 중 nonanal은 농도는 감소하였으나 나머지 성분들은 큰 변화가 없었으며, 주로 sweet향이 증가하는 경향으로 나타났으며 특히 benzene의 상대적 함량이 25.58% 증가하여 가장 높은 함량을 차지하였다. 알코올 발효 후 1-butanol을 제외한 풋내유발 성분들의 함량이 매우 감소하였으며 숙성 중 모두 검출되지 않은 것으로 나타났다. 이취의 원인이 되는 풋내유발 물질들은 발효 및 숙성과정을 통해 모두 소멸되었으나 acid류의 휘발성 향기성분들은 알코올 발효과정에서 생성되었으며 특히 불쾌취를 유발하는 octanoic acid는 상대적 농도가 숙성과정 중 60.99%로

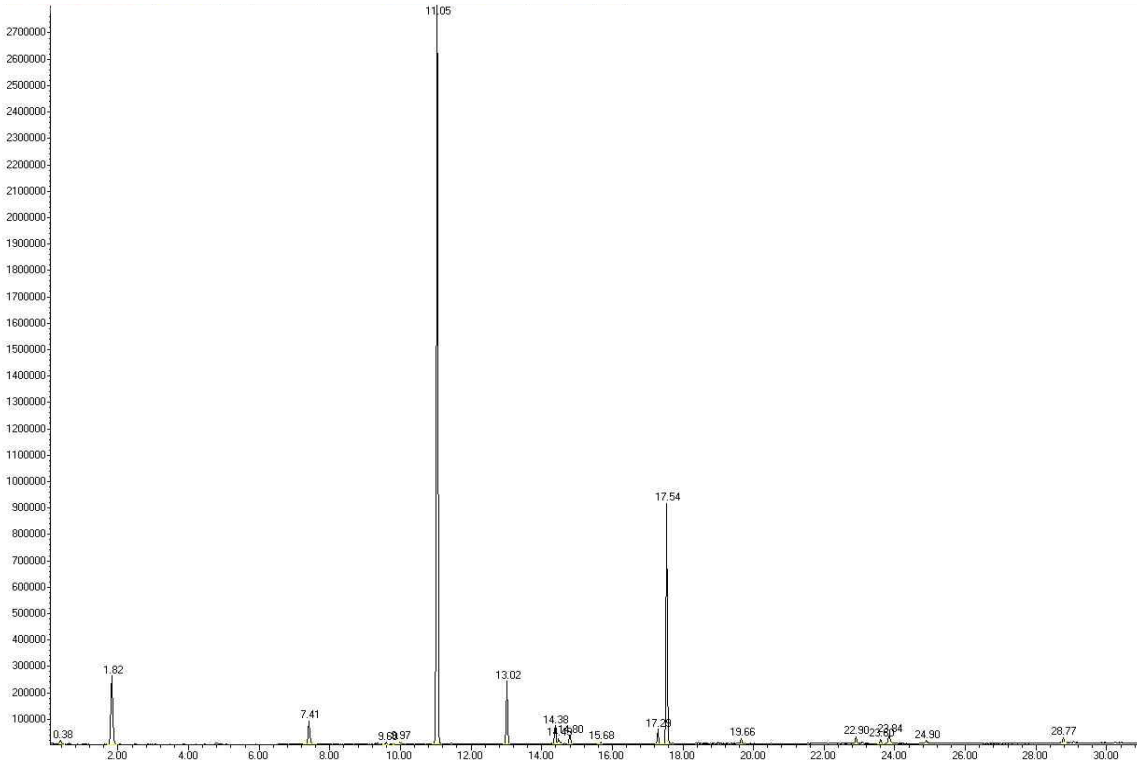

Fig. 4. Gas chromatogram of volatile flavor compounds of oriental melon wine during the aging a month by SPME.

매우 높게 나타났으며 숙성 중에 자극적인 신냄새의 acetic acid가 생성되는 경향으로 나타나 향후 참외 와인 제조에 있어 향기 개선을 위한 연구가 요구된다.

참고문헌

1. Lee JG, Kwon YJ, Chang HJ, Kwag JJ, Kim OC, Choi YH (1997) Volatile components of green tea(*Camellia sinesis* L. var. Yabukita) by purge and trap headspace sampler. J Korean Soc Food Sci Nutr, 10, 25-30
2. Seo JH, Park NY, Jeong YJ (2001) Volatile components in perimmon vinegars by solid-phase microextraction. Korean J Food Sci Technol, 33, 153-156
3. Noh BS (2005) Analysis of volatile compounds using electronic nose and its application in food industry. Korean J Food Sci Technol, 37, 1048-1064
4. Arthur CL, Pawliszyn J (1990) Solid-phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. Anal Chem, 62, 2145-2148
5. Arthur C, Killam LM, Buchholz KD, Pawliszyn J (1992) Automation and optimization of solid-phase microextraction. Anal Chem, 64, 1960-1966
6. Zhang Z, Pawliszyn J (1993) Headspace solid-phase microextraction. Anal Chem, 65, 1843-1852
7. Yang X, Peppard T (1994) Solid-Phase microextraction for flavor analysis. J Agric Food Chem, 42, 1925-1930
8. Penton, Z (1996) Flavor volatiles in a fruit beverage with automated SPME. Food Test Anal, 2, 16-18
9. Field JA, Nickerson G, James DD, Heider C (1996) Determination of essential oils in hops by headspace solid-phase microextraction. J Agric Food Chem, 44, 1768-1772
10. Ibanez E, Bernhard RA (1996) Solid-phase microextraction (SPME) of pyrazines in model reaction systems. J Sci Food Agric, 72, 91-96
11. Ng LK, Hupe M, Harnois J, Moccia D (1996) Characterization of commercial vodkas by solid-phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry analysis. J Sci Food Agric, 70, 380-388
12. Jung GT, Ju IO, Ryu J, Choi JS, Choi YG (2003) Studies on manufacture of wine using apricot. Korean J Food Preserv, 10, 493-497
13. Lee JM, Kim SK, Lee GD (2003) Monitoring on alcohol fermentation characteristics of strawberry. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 679-683
14. Cho KM, Lee JB, Kahng GG, Seo WT (2006) A study on the making of sweet persimmon (*Diospyros kaki,* T) wine. Korean J Food Sci Technol, 38, 785-792

15. Jeong MR, Cha JD, Yun SI, Han JH, Lee YE (2005) Manufacturing of wine with korean figs(*Ficus carica* L.) and quality improvement by adding fig leaves. J East Asian Soc Dietary Life 15, 112-118
16. Kim YS, Jeong DY, Shin DH (2008) Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. Korean J Food Sci Technol, 40, 63-69
17. Jo YJ, Jang SY, Kim OM, Park CW, Jeong YJ (2010) Effects of sugar addition in alcohol fermentation of oriental melon. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1359-1365
18. Jo YJ, Park CW, Jang SY, Kim OM, Jeong YJ (2011) Characteristics of alcohol fermentation in oriental melon by yeast kind. Korean J Food Preserv, 18, 779-785
19. Kwon YJ, Lee JG, Deng KY, Lee GH, Oh MJ (1999) The odor discriminents analysis and the comparison of flavor components in korean and chinese sesame oils. Korean J Postharvest Sci Technol, 6, 200-205
20. Choi HS, Kang EJ, Kim KH (2006) Analyses of essential oil and headspace compositions of *Capsella bursa-pastoris* medicus by SDE and SPME methods. Korean J Food Preserv, 13, 108-114
21. Cho MG, Kim H, Chae YA (2003) Analysis of volatile compounds in leaves and fruits of *Zanthoxylum schinifolium* siebold et zucc. & *Zanthoxylum piperitum* DC. by headspace SPME. Korean J Medicinal Crop Sci, 11, 40-45
22. Park ER, Choi JH, Kim KS (2002) Volatile flavor components from traditional cultivars of pear(*Pyrus pyrifolia* N.). Korean J Food Sci Technol, 34, 180-185
23. Suwanagul A, Richardson DG (1998) Identification of headspace volatile compounds from different pear(*Pyrus communis* L.) varieties. Acta Horticulture, 475, 605-623
24. Schreiber P, Ofner S, Grosch W (1990) Evaluation of potent odorants in cucumbers(*Cucumis sativus*) and muskmelon(*Cucumis melo*) by aroma extract dilution analysis. J Food Sci, 55, 193-195
25. Schreiber P (1982) Chromatographic studies of biogenesis of plant volatiles. Huethig Verlag, Heidelberg. p 149-158
26. Kim KS, Lee HJ, Kim SM (1999) Volatile flavor components in watermelon (*Citrullus vulgaris* S.) and oriental melon (*Cucumis melo* L.). J Korean Food Sci Technol, 31, 322-328
27. Buttery RG, Seifert RM, Ling LC, Soderstrom EL, Ogawa JM, Tumbaugh JG (1982) Additional aroma components of honeydew melon. J Agric Food Chem, 30, 1208-1211
28. Robert PA (1995) Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Co., p121-129
29. Park NY (2000) Dynamic changes in flavor-related components of *polygonatum odoratum* root as affected by steaming and roasting. Ph D. thesis. Kyungpook National University, Daegu, Korea.
30. Yuda J (1976) Volatile compounds from beer fermentation. J Soc Brew Japan, 71, 818-830
31. Chung MS, Lee MS (1998) Analysis of volatile flavor components of *Pleurospermum kamtschaticum*. Korean J Soc Food Sci, 14, 541-546

(접수 2013년 1월 11일 수정 2013년 2월 27일 채택 2013년 4월 15일)