

## Headspace Solid-phase Microextraction을 이용한 시판 복분자주의 휘발성분 분석

이 승 주\*

세종대학교 조리외식경영학과

### Volatile Analysis of Commercial Korean Black Raspberry Wines (*Bokbunjaju*) Using Headspace Solid-phase Microextraction

Seung-Joo Lee\*

Department of Culinary and Foodservice Management, Sejong University

**Abstract** In this study, the volatile compounds in 24 commercial Korean black raspberry wines were isolated by headspace solid-phase microextraction and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). A total of 43 volatile components, including 15 esters, 12 terpenes, 7 alcohols, 4 acids, 3 ketones, and 2 aldehydes, were identified. Ethyl esters and alcohols such as ethyl acetate, ethyl octanoate, isoamyl alcohol, and phenethyl alcohol were the most represented groups among the quantified volatiles. In particular, various terpenes such as DL-limonene, linalool, alpha-terpineol, and myrtenol were identified. The differences in volatile components among the 24 black raspberry wines and possible sample grouping were examined by applying principal component analyses to the GC-MS data sets. The first and second principal components explained 43.9% of the total variation across the samples. No apparent sample groupings were observed according to manufacturing locations. The samples KU, BH, SR, and MO showed higher overall levels in the concentrations of terpenes originating from black raspberry, while other samples such as BB and HB, showed higher in ethyl ester and alcohol contents produced by yeast fermentation, respectively.

**Keywords:** Korean black raspberry wine, volatile analysis, headspace solid-phase microextraction, gas chromatography-mass spectrometry

## 서 론

식품에서 향기성분은 그 제품의 품질과 기호도를 결정하는 중요한 요소라 할 수 있다. 따라서 식품의 다양한 향기성분을 파악하려는 다수의 연구가 진행되어 왔다. 식품의 품질에 지대한 영향을 주는 향기성분의 분석을 위해 gas-chromatography (GC)와 mass spectrometry (MS)를 비롯한 다양한 기기 분석 기술이 개발되었고 최근까지 식품과 음료에서 6,900개 이상의 휘발성분(volatiles)이 동정되었다(1). 기호식품인 주류(酒類)에서도 품질에 많은 영향을 미치는 것으로 맛과 향을 들 수 있다. 와인, 약주, 위스키, 브랜디와 같이 향(香)으로 마신다는 술이 널리 알려진 바와 같이 주류에서 향은 품질을 결정하는 가장 중요한 요인이라 할 수 있다(2). 와인의 경우 alcohols, esters, organic acids, aldehydes, ketones과 monoterpenes을 포함하는 800여개 이상이 분석된 바 있다(3-5).

국내 과실주 시장은 복분자주가 주종을 이루고 있으며 2008년 출고가 기준 1200억원 수준으로 최고치를 이루었으나 이후 계속

적인 하락세를 보이며 2012년 770억원 내외로 시장으로 줄어들었다(6). 반면 와인으로 대표되는 수입 과실주의 경우 수입가 기준 2012년 2500억 원 내외로 시장규모가 확대되었다(7). 이러한 국산 과실주 시장 축소의 가장 큰 원인은 칠레, 유럽 등과의 FTA를 통한 수입 와인의 증가와 이들 와인의 가격 경쟁력 확대로 볼 수 있다. 그러나 저도주 위주로 주류 시장이 재편되고, 소비자들의 건강에 대한 관심이 계속적으로 높아지면서 과실주 시장에서 복분자주의 성장 가능성은 충분하리라 여겨지며 이를 위한 품질 고급화 및 다양화가 필요하다. 따라서 주류의 품질에 주요한 영향을 미치는 향기성분을 포함한 이화학적 특성에 대한 기초적인 이해와 더불어 관능검사와 소비자 조사를 통한 주요 관능특성과 기호도 파악이 필요하리라 여겨진다.

국내 복분자주 관련 연구를 살펴보면, 복분자의 다양한 생리활성 기능에 대한 다수의 연구결과가 발표되었으나(8-10), 복분자주에 관한 연구로는 국내 주요 산지별 복분자를 이용한 복분자주의 발효 및 이화학적 특성 비교연구(11)와 같이 주로 발효과정 및 발효 후의 기초적인 이화학적 특성 분석 연구가 주를 이루고 있다(12,13). 복분자주의 품질 및 기호도에 영향을 주는 관능특성이나 향기성분 등에 대한 다양한 연구가 부족한 실정이다. 복분자주의 시장 확대를 위해 제품의 다양한 품질특성(관능, 이화학적, 소비자 기호도 등)에 대한 정확한 이해와 소비자들의 요구 파악이 제품 경쟁력 향상에 필수적이라 여겨진다.

따라서 본 연구에서는 국내 시판되는 24종의 복분자주를 수거하여 이들 제품의 향기성분을 headspace solid-phase microextrac-

\*Corresponding author: Seung-Joo Lee, Department of Culinary and Foodservice Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea  
Tel: 82-2-2260-3370  
Fax: 82-2-2260-3370  
E-mail: sejlee@sejong.ac.kr  
Received May 21, 2014; revised June 25, 2014;  
accepted June 25, 2014



Table 2. continued

No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
KI <sup>2)</sup>	1218	1255	1302	1310	1324	1401	1419	1433	1470	1497
Volatile compound <sup>3)</sup>	gamma-Terpinene	3-hydroxy-2-butanone	ethyl heptanoate	ethyl lactate	1-hexanol	ethyl octanoate	acetic acid	furfural	ethyl cis-3-octenoate	benzaldehyde
SW	0.00	0.47	0.18	3.75	0.18	12.77	14.36	2.13	1.17	3.67
HP	0.08	0.00	0.17	6.94	0.15	12.72	1.19	1.60	0.99	1.86
DW	0.00	0.00	0.00	10.87	0.27	6.40	10.61	2.23	0.49	4.35
JI	0.04	0.29	0.28	3.32	0.04	14.33	8.00	2.04	0.77	7.26
BA	0.39	0.00	0.37	1.24	0.28	46.95	5.73	2.53	1.78	1.83
NB	0.00	0.09	0.00	12.24	5.61	6.01	6.82	2.67	0.66	4.19
KU	0.45	0.00	0.00	0.14	0.11	32.01	1.09	1.92	0.51	2.76
HB	0.03	0.00	0.23	4.43	0.00	63.70	5.36	2.49	0.53	4.88
BH	0.58	0.00	0.26	0.63	0.00	32.80	3.35	2.60	0.80	3.12
GO	0.07	0.00	0.14	2.76	0.25	7.31	10.23	2.84	0.84	6.55
CO	0.06	0.00	0.00	4.09	0.10	9.10	9.83	2.10	0.71	11.22
DO	0.04	0.00	0.00	11.36	0.00	31.85	7.70	0.00	0.00	0.55
CH	0.05	0.00	0.00	0.71	0.12	15.58	2.18	1.21	1.05	3.65
SR	0.39	0.00	0.29	0.79	0.00	38.63	7.93	2.57	0.38	2.15
SU	0.02	0.54	0.11	9.80	0.00	8.91	33.85	2.20	1.16	8.05
MY	0.03	0.00	0.23	2.18	0.17	23.98	4.03	3.37	1.62	14.68
SE	0.12	0.00	0.15	0.58	0.26	11.55	4.33	1.51	1.44	6.13
NJ	0.04	0.00	0.00	2.49	0.00	23.87	4.66	2.25	0.65	5.34
BB	0.14	0.00	2.82	0.92	1.19	70.45	11.19	4.58	2.56	6.46
MO	0.15	0.70	0.00	1.04	0.10	2.85	10.51	1.17	0.45	4.52
HY	0.22	0.00	0.00	0.47	0.00	11.73	1.57	2.38	0.18	3.31
GJ	0.04	0.00	0.00	1.37	0.50	4.35	1.55	1.99	0.00	23.38
SB	0.04	0.00	0.00	0.89	0.13	20.76	2.27	3.09	0.88	15.82
SC	0.02	0.24	0.00	3.38	0.29	6.09	15.81	1.90	0.32	3.64
Id <sup>4)</sup>	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A

vial (Supelco, Bellafonte, PA, USA)에 복분자주 시료 15 mL과 NaCl 5 g, internal standard 용액(2-methyl-1-pentanol, 10 µg/mL DW solution) 0.5 mL을 넣고 silicon/teflon septum (Supelco)으로 입구를 밀봉하였다. Vial은 가열 온도(40°C) 조건에서 30분 동안 magnetic bar를 이용하여 교반하면서 평형상태를 만든 후 유리병에 SPME fiber needle을 넣고 30분 동안 휘발성 성분을 흡착시키고, 220°C의 GC-MS injection port에서 5분간 탈착하여 분석하였다. 복분자주의 향기성분 회수를 위해 적합한 SPME fiber (Supelco)로는 divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane (DCP, 50/30 m)를 선정하여 분석을 실시하였다.

**Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)에 의한 휘발 성분의 정성 및 정량 분석**

HS-SPME에 의해 흡착된 각각의 향기성분은 GC/MS (Agilent 6890 gas chromatography/5973 mass selective detector, Agilent Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 실험에 사용한 column은 DB-WAX (30 m length×0.32 mm i.d.×0.25 µm film thickness, J&W Scientific, Folsom, CA, USA)를 사용하였다. 이동상 기체는 helium으로 유속은 1.0 mL/min을 유지하였다. 오븐 온도는 40°C에서 5분간 유지한 후, 185°C까지 5°C/min의 속도로 상승시킨 후 20분간 유지하였다. 주입구 온도는 220°C였고 splitless mode에서 분석하였다. MS의 분석 조건으로 MS ionization voltage는 70 eV, source temperature는 200°C, interface temperature는 280°C, mass spectrum scan range는 40-350 m/z로 하였다.

GC-MS에 의해 분리된 각각의 peak 성분의 mass spectra와 Wiley 275 mass spectral database (Hewlett-packard, Palo Alto, CA, USA)의 mass spectra를 비교하고, C8-C24의 알칸(Aldrich, Milwaukee, MN, USA)을 사용하여 각각 peak의 linear retention index를 구하여(14) 이를 문헌 데이터와 비교를 통해 두 개의 조건에 모두 맞는 경우 동정된 것으로 하였다. 휘발성 향기성분의 정량은 내부표준물질(2-methyl-1-pentanol)의 peak area와 동정된 휘발성 향기성분의 peak area의 ratio로 나타내어 양을 비교하였다.

**통계처리**

휘발성분 분석 결과는 Windows 7.2의 SAS (Statistical Analysis Systems Cary, NC, USA)를 이용하여 분산 분석(ANOVA)을 실시하였고 시료의 분포와 휘발성 향기성분간의 관계를 파악하기 위해 XLSTAT ver. 2007.1 (Addinsoft, New York, NY, USA)을 이용하여 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**SPME 방법에 의한 시판 복분자주의 향기성분**

HS-SPME에 의한 24종 복분자주의 휘발성 향기성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 본 연구에서는 HS-SPME를 통해 24개의 시료에서 100여개의 향기성분이 확인되었고 그 중 43개의 성분이 동정되었다. 동정된 성분을 화학적 특성에 따라 분류하면 15 esters,

Table 2. continued

No.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
KI <sup>2)</sup>	1516	1520	1528	1566	1599	1633	1660	1666	1688	1693
Volatile compound <sup>3)</sup>	9-hydroxy-pyrimido [1,6-a]pyrimidine-4-one	2,3-butanediol	Linalool	Junipene	4-terpineol	ethyl decanoate	ethyl benzoate	diethyl butanedioate	$\alpha$ -terpineol	borneol
SW	10.63	0.48	2.18	4.59	3.51	1.85	15.80	11.85	5.49	0.91
HP	7.84	0.47	1.67	2.05	2.06	2.90	11.16	6.27	4.12	0.00
DW	3.90	0.22	0.00	2.38	0.69	1.43	4.72	7.61	0.91	0.00
JI	6.83	0.33	1.51	2.14	1.91	8.06	23.70	5.38	3.09	0.47
BA	10.93	0.58	6.52	1.73	5.83	8.22	12.85	1.49	12.95	0.00
NB	3.12	0.44	0.87	2.01	1.07	4.77	7.88	9.86	1.85	0.28
KU	7.56	0.18	3.08	1.70	2.91	10.45	6.80	1.63	4.74	0.00
HB	8.58	0.54	0.76	2.26	1.74	19.83	8.75	34.28	3.94	0.15
BH	12.01	0.63	3.34	2.12	3.67	21.27	11.99	2.96	6.84	0.00
GO	7.36	0.40	1.31	1.80	2.28	1.62	12.90	11.23	5.04	0.24
CO	11.98	0.71	2.33	1.86	3.61	0.80	18.32	3.58	6.34	0.68
DO	4.42	1.14	1.36	1.68	1.33	10.92	1.74	2.70	3.34	0.00
CH	7.08	0.32	0.63	1.58	1.60	3.07	5.02	10.92	3.26	0.00
SR	15.99	0.41	4.07	2.07	4.18	15.18	6.11	2.86	9.13	0.00
SU	5.19	1.35	1.47	0.00	2.30	2.91	16.61	9.26	3.85	0.69
MY	11.46	0.69	2.51	2.30	3.78	11.67	27.71	17.38	5.23	0.76
SE	10.84	0.69	3.64	1.56	2.78	2.34	11.37	7.94	6.00	0.00
NJ	6.59	0.61	0.92	2.05	1.73	13.53	7.31	18.46	2.61	0.00
BB	13.59	1.01	2.54	3.05	2.89	50.47	12.99	13.94	4.91	1.12
MO	9.92	0.23	3.85	1.58	4.31	1.69	21.44	2.33	9.09	1.78
HY	7.86	0.58	1.70	2.17	1.60	4.53	4.52	2.15	3.04	0.00
GJ	2.52	0.00	10.35	1.34	0.57	1.33	2.93	10.11	1.44	0.55
SB	11.59	0.39	1.57	2.36	2.22	9.63	12.57	17.05	3.98	0.00
SC	4.13	0.71	0.46	0.00	1.38	2.42	10.67	8.26	2.13	0.34
Id <sup>4)</sup>	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A

3 ketones, 7 alcohols, 2 aldehydes, 12 terpene류, 4 acids 성분이 동정되었다. Ester류와 terpene류가 동정된 성분 중 가장 많이 나타났다. Ethyl acetate, ethyl octanoate, isoamyl alcohol, phenethyl alcohol이 동정된 성분 중 높은 농도를 차지하였고 이들 성분은 모두 복분자 당분의 알콜 발효의 산물로 여겨진다. 그 외 ethyl hexanoate, ethyl decanoate, benzaldehyde, dL-limonene, linalool,  $\alpha$ -terpineol, myrtenol, acetic acid가 주요 성분으로 나타났다. 일반 포도주에 비해 terpene류가 많이 나타나 복분자주의 향기성분의 주요 특성으로 여겨진다. 향후 복분자 과실과 복분자주의 향기성분 분석 결과를 종합하여 복분자 함량 확인에도 적용이 가능하리라 여겨진다.

화학적 특성에 따라 분류된 향기성분 중 24종 시료의 평균값을 분석하면 에스테르 성분이 전체 향기성분의 42.9% 정도를 차지하는 주된 향기성분으로 나타났고 다음으로 alcohol류, terpene류, acid류 순으로 나타났다. 향기성분 물질로는 ethyl acetate, ethyl octanoate와 isoamyl alcohol의 세 향기성분이 정량된 전체 향기성분의 40% 정도를 차지하는 높은 농도를 나타내었다. 일반 복분자주와 버섯 추출물을 함유한 복분자주의 향기성분 분석(15) 논문의 경우 단순한 용매추출을 이용하여 향기성분이 14개만이 보고되어 본 연구결과와 비교하기에는 차이를 보였다. 전국의 복분자 주요산지 4 곳에서 복분자를 수거하여 제조한 복분자주의 향기성분을 분석한 논문(16)은 solvent assisted flavor evaporation

(SAFE) 장치를 이용하여 휘발성분을 포집하여 분석한 것으로 본 연구에서의 향기성분 포집 방법(SPME)과는 차이를 보였으나 동정된 성분은 ester류와 terpene류가 주요한 향기성분으로 유사하게 나타났다.

본 연구에서는 ethyl ester류 화합물이 다수 동정되었는데, ethyl acetate와 ethyl octanoate가 높은 함량을 보였다. ethyl ester는 발효과정 중 유리 지방산과 ethanol의 ester화로 인해 생성되는데 (3,5) 특히 발효주에서는 적은 분자량의 ester류인 ethyl butanoate, isoamyl acetate, ethyl hexanoate가 주요하게 과일향에 기여하는데 복분자주에서 모두 동정되었다. 본 연구에서는 ester류 중 ethyl acetate가 가장 높은 수준을 나타내었으나 과도한 수준의 ethyl acetate는 주류에서 식초, 페인트류의 향을 줄 수도 있어 품질 저하의 원인이 되기도 한다(2). Alcohol류로는 isoamyl alcohol과 phenylethyl alcohol이 높은 농도를 나타내었고, 국산 포도주의 향기성분 분석 결과와도 유사한 것으로 나타났다(17). 12종의 terpene류가 동정되었는데 이는 복분자 과실에서 유래하는 성분으로 기존 포도주와의 차별성을 보이는 부분으로 여겨진다. 포도주의 경우 일부 백포도주 품종인 Muscat과 Riesling 와인에서 동정되며 대개 꽃향과 과일향에 기여하는 것으로 알려져 있다(5). 본 연구에서는 주요 성분으로는 dl-limonene, linalool,  $\alpha$ -terpineol, terpinen-4-ol, myrtenol으로 나타났다. 이들 성분은 대개 floral, citrus green, woody, peppery, spicy 등 다양한 향기를 나타내는 것으로

Table 2. continued

No.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
KI <sup>2)</sup>	1756	1776	1787	1807	1828	1836	1840	1852	1869	1905
Volatile compound <sup>3)</sup>	beta.-citronellol	ethyl phenyl-acetate	myrtenol	phenethyl acetate	(E)-2-carene-4-ol	ethyl dodecanoate	p-cymen-8-ol	hexanoic acid	benzyl alcohol	phenethyl alcohol
SW	0.63	0.44	5.99	0.61	2.28	0.36	1.55	0.00	1.37	12.65
HP	0.00	0.36	2.13	0.34	1.57	0.54	1.03	0.00	0.72	14.19
DW	0.00	0.39	0.47	0.10	0.21	0.34	0.31	0.00	0.00	5.53
JI	0.12	0.76	2.30	0.36	0.92	0.82	0.77	0.77	0.49	7.33
BA	2.86	0.23	9.18	0.66	5.11	0.78	2.36	0.99	0.95	24.28
NB	0.00	0.67	1.59	0.17	0.50	2.01	0.40	0.00	0.68	2.92
KU	1.05	0.19	18.49	0.27	3.49	1.21	1.25	0.42	0.84	14.21
HB	0.00	0.67	1.69	0.71	1.09	0.93	1.04	1.21	0.76	33.35
BH	1.03	0.28	3.66	0.79	3.50	2.98	1.68	0.31	0.86	20.90
GO	0.20	0.56	2.88	0.18	1.55	0.73	1.11	0.00	0.00	8.39
CO	0.66	0.38	5.64	0.19	2.16	0.19	1.63	0.00	0.00	6.02
DO	0.41	0.13	2.25	0.58	0.00	0.97	0.40	0.46	0.23	19.92
CH	0.00	0.44	1.54	0.24	2.05	0.39	1.03	0.11	0.92	19.47
SR	0.79	0.32	5.06	1.12	1.99	0.80	2.20	0.73	0.00	23.21
SU	0.00	0.40	2.73	0.49	1.49	1.17	0.73	0.00	0.70	7.08
MY	0.00	0.67	5.68	0.00	1.86	1.20	1.42	0.00	0.32	16.57
SE	0.00	0.26	4.13	0.18	2.56	1.27	1.48	0.00	1.23	11.29
NJ	0.00	0.36	1.76	0.29	1.03	1.64	0.71	0.00	0.58	23.37
BB	0.71	0.96	3.92	0.67	2.12	7.22	1.35	0.25	0.95	35.11
MO	2.82	0.27	10.59	0.12	3.09	0.58	2.88	0.00	1.54	13.20
HY	0.00	0.18	2.15	0.29	1.21	2.71	0.80	0.00	0.37	6.79
GJ	0.00	0.30	0.34	0.13	0.00	4.35	0.31	0.53	3.39	7.71
SB	0.00	0.64	3.20	0.15	0.92	1.06	1.14	0.29	0.46	12.85
SC	0.00	0.43	1.61	0.52	1.02	0.70	0.59	0.00	0.45	6.00
Id <sup>4)</sup>	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A

보고되었다(5,18). 산지별 복분자 원과와 제조방법 및 숙성별 복분자주에서 이들 향기성분의 변화에 대한 모니터링 연구와 관능검사를 통해 terpene류가 복분자주의 향기특성에 미치는 영향에 대한 좀 더 깊이 있는 연구가 필요하리라 사료된다.

복분자주 시료간의 분포와 휘발성 향기성분의 차이를 파악하고자 주성분 분석(principal component analysis)을 실시하였다. 동정된 43개 성분을 이용하여 주성분 분석을 한 결과는 Figure 1과 같다. 주성분 1 (PC 1)과 주성분 2 (PC 2)는 각각 전체 데이터 변동의 28.11%와 15.82%를 설명하는 것으로 나타났다. 24종 시료의 분포를 1-4 사분면까지 전체적으로 시료가 분포한 것을 볼 수 있고 생산지별 시료의 그룹핑은 나타나지 않았다. 9종의 고창산 복분자주(BA, KU, MY, SW, CO, SE, DO, GO, SU)의 경우 주성분1에서 양에서 음의 방향으로 전체적으로 넓게 분포한 것을 볼 수 있다. 전남산 복분자주인 BB, BH, HP, GJ의 경우도 1-4사분면까지 각각의 사분면에 자리잡아 향기성분의 구성에서 차이를 나타낸 것으로 여겨진다. 향기성분의 분포를 살펴보면, 1사분면에 주요 fusel alcohol인 2-methyl-1-propanol (#4), isoamyl alcohol (#9), phenethyl alcohol (#40)과 ester류; ethyl butyrate (#3), isoamyl acetate (#5), ethyl hexanoate (#10), ethyl heptanoate (#13), ethyl octanoate (#16), ethyl decanoate (#26), phenethyl acetate (#34)이 분포하였고, 또한 주요 발효 산물인 acid류(hexanoic acid #38, octanoic acid #41, decanoic acid #43)도 분포하여 주요 발효산물 향기성분이 자리잡은 것으로 나타났다. 반면 4사분면에는 dl-limonene(#8)을 제외한 모든 동정된 terpene

류(#7, #11, #23, #25, #21, #29, #30, #31, #33, #35, #37)가 자리 잡아 발효산물인 ester 및 alcohol류와 차별화된 특성을 보인 것으로 여겨진다. 2 사분면에는 ethyl acetate (#1), 일부 alcohol류(#6, #15)와 benzaldehyde (#20), acetic acid (#17) 등이 분포하였다. 실제 KU, BH, SR, MO 시료의 terpene류 함량이 전체 시료 평균인 21.9 ppm에 비해 높은 31.9-48.5 ppm으로 나타나 주성분 분석 결과를 확인할 수 있었다.

## 요 약

국내 주요 시판 복분자주 24종을 수거하여 시료의 휘발성 향기성분을 HS-SPME법에 의해 추출한 후, GC-MS를 이용하여 분석 동정하였고 이들 성분의 정량 분석도 실시하였다. 총 43개의 성분이 동정되었고, 화학적 특성에 따라 분류하면 15 esters, 3 ketones, 7 alcohols, 2 aldehydes, 12 terpene류, 4 acids 성분이 동정되었다. ethyl acetate, ethyl octanoate, isoamyl alcohol, phenethyl alcohol이 동정된 성분중 높은 농도를 차지하였고, 그 외 ethyl hexanoate, ethyl decanoate, benzaldehyde, dl-limonene, linalool, alpha-terpineol, myrtenol, acetic acid가 주요 성분으로 나타났다. 주성분 분석 결과 향기성분 구성 및 함량에 따라 제조지역별 차이를 나타내지 않았다. 복분자주에 사용되는 복분자 품종이 대개 북미산인 *Rubus occidentalis* L.으로 동일한 품종이 전국에 재배됨에 따라 향기성분 구성의 차이가 크지 않은 것으로 여겨진다. 또한 복분자주 제조과정의 특성상 발효 후 제성과정을 통해

Table 2. continued

No.	41	42	43
KI <sup>2)</sup>	2083	2252	2361
Volatile compound <sup>3)</sup>	octanoic acid	ethyl hexadecanoate	decanoic acid
SW	0.00	0.00	
HP	0.59	0.65	
DW	0.11	0.49	
JI	0.63	0.80	
BA	5.17	0.41	1.11
NB	0.16	0.51	
KU	2.24	0.38	0.69
HB	6.04	1.43	1.21
BH	0.90	1.34	0.18
GO	0.27	1.57	
CO	0.32	0.48	
DO	1.89	0.82	0.27
CH	1.54	0.72	0.11
SR	4.87	0.86	1.20
SU	0.24	0.31	
MY	0.57	0.46	
SE	0.57	0.57	
NJ	1.06	1.85	
BB	2.16	0.71	0.51
MO	1.62	0.49	0.25
HY	0.31	8.83	
GJ	0.19	1.43	
SB	0.55	0.99	
SC	0.33	0.95	0.07
Id <sup>4)</sup>	A	A	A

<sup>1)</sup>Average of the ppm (n=2) = (Area of each compound × Amount of internal standard 10<sup>6</sup>) / (Area of internal standard × Amount of sample)

<sup>2)</sup>Kovats indices of unknown compounds on DB-WAX column.

<sup>3)</sup>Compounds by order of their Kovats indices in a chemical class.

<sup>4)</sup>Volatiles were identified based on the following criteria: A, mass spectrum and retention index consistent with those of an authentic standard; B, mass spectrum consistent with that of the Wiley 275 mass spectrum database.

발효 원주의 함량과 성분에 변화가 생기므로 생산지역보다는 제조공정 및 방법에 더 영향을 받는 것으로 여겨진다. 향후 생산지역별 제조시 사용되는 복분자에 대한 좀 더 자세한 품종 및 재배 특성에 대한 연구와 제조공정에 따른 이화학적 성분 분석이 필요하다. 그러나 향기성분 분포의 경우, 주요 발효산물인 ester, alcohol, acid 성분은 대개 1 사분면에 분포하고, 복분자 과실에서 유래하는 terpene류의 경우 4 사분면에 모두 분포하여 이들 성분 간의 차이를 나타내었다. 향후 복분자주 품질관련 주요 지표물질로 활용이 가능하리라 여겨진다.

## 감사의 글

본 연구는 2008년 고창군 연구개발비 용역 연구사업으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

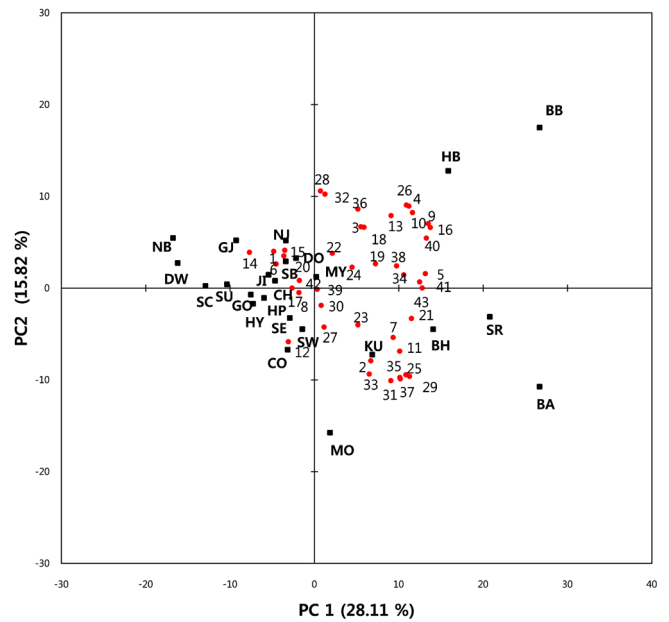


Fig. 1. PCA loadings for 43 volatiles (numbers) and scores for 24 black raspberry wines (alphabetical letters). (PC1 is 28.11% and PC2 is 15.82% of variation). The codes of volatile compounds and samples are defined in Table 1 and 2, respectively.

## References

- Spanier AM. Food Flavor and Chemistry: Explorations into the 21<sup>st</sup> Century. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK (2005)
- Lee SJ, Noble AC. Characterization of odor-active compounds in Californian chardonnay wines using GC-olfactometry and GC-mass spectrometry. J. Agr. Food Chem. 51: 8036-8044 (2003)
- Schreier P. Flavor composition of wines: a review. CRC Cr. Rev. Food Sci. 12: 59-111 (1979)
- Rapp A. Volatile flavour of wine: correlation between instrumental analysis and sensory perception. Nahrung 42: 351-363 (1998)
- Ebeler SE. Analytical chemistry: Unlocking the secrets of wine flavor. Food Rev. Int. 17: 45-64 (2001)
- Korea Alcohol Liquor Industry Association. Alcohol Beverage News 3: 11 (2013)
- National Tax Services. Statistical yearbook of national tax. Available from: <http://www.nts.go.kr>. Accessed Apr. 20, 2014.
- Chung TH, Kim JC, Lee CY, Moon MK, Chae SC, Lee IS, Kim SH, Hahn KS, Lee IP. Potential antiviral effects of *Terminalis chebula*, *Sanguisorba officinalis*, *Rubus coreanus* and *Rheum palmatum* against duck hepatitis B virus (DHBV). Phytother. Res. 11: 179-182 (1997)
- Cha HS, Park MS, Park KM. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 409-415 (2001)
- Yang HM, Lim SS, Lee YS, Shin HK, Oh YS, Kim JK. Comparison of the anti-inflammatory effects of the extracts from *Rubus coreanus* and *Rubus occidentalis*. Korean J. Food Sci. Technol. 39: 342-347 (2007)
- Lee SJ, Ahn BM. Changes in physicochemical characteristics of black raspberry wines from different regions during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 662-667 (2009)
- Choi HS, Kim MK, Park HS, Kim YS, Shin DH. Alcoholic fermentation of *bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 543-547 (2006)
- Choi HS, Kim MK, Park HS, Shin DH. Changes in physico-

- chemical characteristics of *bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 574-578 (2005)
14. Kovats ES. Gas chromatographic characterization of organic substances in the retention index system. Advan. Chromatogr. 1: 229-247 (1965)
  15. Shin HJ, Nam HG, Lim IJ, Cha WS. Comparison of volatile compounds in *bokbunja* (*Rubus coreans* Miquel) wines with and without mushroom extracts. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 21: 410-413 (2006)
  16. Lee SJ, Lee KG. Volatile analysis and preference measurement of Korean black raspberry wines from different regions. Food Eng. Prog. 13: 302-307 (2009)
  17. Lee SJ, Lee JE, Kim HW, Kim SS, Koh KH. Development of Korean red wines using *Vitis Labrusca* varieties: instrumental and sensory characterization. Food Chem. 94: 385-393 (2006)
  18. Nykänen L, Suomalainen H. Aroma of Beer, Wine and Distilled Alcoholic Beverages (Handbook of Aroma Research). Springer, New York, NY, USA. pp. 248-262 (1983)