

## 전통주의 품질 특성 규명을 위한 향기 성분 분석

안 윤 경 · 송 영 순 · 신 정 화<sup>†</sup>  
한국기초과학지원연구원

### Determination of the Volatile Flavor Compounds for the Quality Characteristics in Traditional Alcoholic Beverages

Ahn, Yun Gyong · Song, Yeong Sun · Shin, Jeoung Hwa<sup>†</sup>  
Korea Basic Science Institute, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

In order to evaluate the aroma compounds in Korean traditional alcoholic beverages, volatile compounds of the commercial wines, Makgeolli were analyzed and quantified using the conventional method. Eight volatile compounds including three kinds of alcohols, two kinds of organic acids and three kinds of ether were extracted by Liquid-Liquid Extraction with Dichloromethane. For the separation and quantification, Gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS) was used to analyze these compounds. Also, the separation efficiency of these compounds was performed and compared with GC column. The results of this study were as follows ; Eight kinds of volatile compounds were separated well on the HP-88 column better than on the DB-5MS column. Short chain fatty acids, butyric acid and isovaleric acid were not detected in two brands of makgeolli samples. The higher alcohols were detected in the range of 0.86~225.68  $\mu\text{g/mL}$  and ethyl esters were detected in the range of 0.86~225.68  $\mu\text{g/mL}$ , respectively. These compounds are known to be associated with sensory and odorant.

Key words: Makgeolli, aroma compounds, higher alcohols, GC/MS, odorant

#### I. 서론

술이란 탄수화물이 효모에 의해 알코올과 물, 이산화탄소로 분해 되어 생산되는 발효음료를 말하며, 알코올 발효과정 중에는 다양한 종류의 휘발성 향기성분이 생성된다. 술의 품질은 술을 만들기 위해 사용하는 원료와 담금방법에 따라 좌우되며 이 중 휘발성 향기성분은 제품의 질과 맛을 결정하는 중요한 요소

로 작용한다(Jin 2007). 해외의 경우 발효주에서 생성되어 잔존하는 휘발성향기성분에 대한 연구가 포도주로 유명한 프랑스를 비롯하여 여러나라에서 오랜 기간 연구되어지고 있다(Bougas 2009). 발효주에는 포도주처럼 처음부터 당분을 포함한 과즙을 발효시켜 만드는 과일주와 곡류를 원료로 하여 이것을 당화시키고 발효시킨 맥주, 청주, 탁주 등이 포함된다. 특히 발효주는 알코올 함량이 1~18%로 낮은 편이고 알코

접수일: 2012년 3월 23일 심사일: 2012년 6월 15일 게재확정일: 2012년 6월 19일

<sup>†</sup>Corresponding Author: Shin, Jeoung Hwa Tel: 82-2-920-0797

e-mail: jhshin01@kbsi.re.kr

을 발효와 함께 휘발성 향기성분과 맛과 관계되는 당분, 아미노산, 불휘발산 등을 포함하는 것이 특징이다 (Small Business Distribution Center 2011).

최근 들어 식품의 기능성이 특별히 강조되는 식품 시장의 흐름속에 막걸리를 포함한 전통주의 육성을 위한 국가의 정책적인 노력이 뒤따르고 있으며 국제청에서도 각종 규제를 완화하고 전통지원센터를 개설하고 품평회를 개최하는 등 활발한 움직임을 보이고 있다 (Jun et al. 2008). 따라서 세계 유명 위스키나 와인 못지 않은 우수한 품질의 전통주가 세계시장에 진출하기 위해서는 품질과 관련한 다양한 연구가 진행되어야 한다 (Jun et al. 2006). 해외의 경우 증류주인 위스키, 브랜디, 와인 류에서의 화학적 성분이 향미와 같은 감각에 어떠한 영향을 주는지와 관련한 프로파일링 연구가 지속적으로 되어 오고 있으며 분석 장비를 통해 이화학적 성분의 양적인 정보도 확보해 가고 있는 실정이다 (Stefania et al. 2008; Villén et al. 1995), 분석 장비로는 EPA 방법을 비롯, 대부분의 휘발성물질의 공인분석 검출방식으로 기체크로마토그래피/질량분석법(Gas Chromatography/Mass spectrometry, GC/MS)을 사용하는 추세이며 이는 질량분석기를 사용하였을 때 휘발성 화합물에 대한 정성분석의 정확성과 정량분석의 정밀성을 함께 보유할 수 있기 때문이다 (Marais & Houtman 1979). 화학성분과 향미효과 및 분류와의 연관성은 다변량 통계분석기법이 활용되고 있으며 통계적인 변수로써의 화학성분들이 어떤 향미적 감각과 상관관계가 있는지 구체적인 그래프를 통해 설명된다. 또한 화학성분 마다 일정 한계량 이상에서 감각에 영향을 나타내는 정량적인 값 또한 품질에 영향을 줄 수 있는 요인이므로 많은 분석을 통한 데이터의 확보가 중요하다.

전통주 중 막걸리는 탁주라 하며 곡류와 누룩을 사용하여 발효한 술덧을 체로 걸러서 외관이 백탁인 상태의 술로써 막걸리는 담금 후 누룩 중의 미생물에 의한 효소작용으로 원료성분이 분해되어 생성되는 당분, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분과 효모나 젖산균 등의 미생물에 의한 알코올 발효 과정 중 휘발성 풍미성분이 생성되어 색과 함께 술의 품질을 결정짓는다 (Lee et al. 2001). 또한 막걸리는 감미, 산미, 신미, 고미, 삼미의 다섯 가지 오미가 고루 조화되어 있고, 비타민 B군, 필수 아미노산 및 전분질이 함유되어 다른 술 보

다 영양학적으로 우수한 주류라 할 수 있다 (Kwon et al. 2010). 그러나 이와 관련한 화학적 성분이나 정량적인 데이터는 상대적으로 부족한 편이다. 막걸리 제품 중 함량분석결과는 숙취유발과 관련한 메탄올과 같은 기본적인 알코올류만을 규제차원에서 제시하고 있고, 향과 맛에 관련한 성분 및 함량조사 결과는 분석 절차의 까다로움 및 장비분석에 어려움으로 인해 상대적으로 미비한 실정이다. 주류의 가공 과정 중 생성되는 휘발성 물질 중 향미와 품질에 영향을 주는 주요한 성분으로는 알코올, 에스테르, 휘발성 유기산, 케톤, 페놀류등으로 분류되며 잔류농도는  $\mu\text{g/mL}$ ~ $\mu\text{g/mL}$  까지 다양한 수준으로 존재하고 있다 (Niu et al. 2011). 따라서 본 연구에서는 주류에서 주로 검출되는 휘발성 향기 성분 중 휘발성 유기산 2종, 알코올 3종과 에틸 에스테르 3종을 비교적 쉽게 분석할 수 있는 방법을 제시하였다. 이를 바탕으로 막걸리 내 휘발성 향기 성분 8종을 추출방법으로 쉽게 활용될 수 있는 액체-액체 추출법을 활용, 분리에 대한 고찰과 정량분석을 수행하였으며, 이러한 방법을 통하여 전통주 내에 다양한 향미성분의 분석과 정량 데이터를 확보하는 수단을 제시함으로써 경쟁력 있는 전통주의 품질관리에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

## II. 연구방법

### 1. 시료 성분의 분리 검출 방법

막걸리 시료는 서울지역에서 판매되는 두 개의 제조사를 선정하여 분석하였다. 막걸리 성분 중에 유기산류 butyric acid, isovaleric acid 2종, 알코올 성분 3-methyl-1-butanol, 3-(methylthio)-1-propanol, phenylethyl alcohol 3종, 에틸 에스테르인 ethyl decanoate, ethyl dodecanoate, ethyl myristate 3종에 대한 추출과 분리 방법을 비교하였다. 추출과정으로는 이들 화합물의 추출효율이 좋은 용매로써 디클로로메탄(Methylene Chloride)을 사용하여 시료 15 mL에 50 mL의 추출용매를 분액 깔대기에 넣고 충분히 흔들어 준 후 용매 층을 취하였다. 분석을 위해서는 취해진 용매 층의 농축이 필요한데 휘발성 물질의 경우에는 이 과정에서 손실이 많기 때문에 이러한 손실을 감안한 정량 분석을 위해서 내부표준물질을 사용하였다. 유기산류와 알코올류

의 정량값을 보정해 주기 위해서 2-ethyl-1-hexanol을 사용하였으며 에틸 에스테르의 경우는 Methyl octanoate를 내부표준물질로 사용하였다. 두 내부표준물질은 사용하기 전에 막걸리 시료의 추출물 중에 존재하지 않음을 확인 하였으며, 추출 전 Beckman Coulter사(Brea, CA, USA)의 pH meter를 사용하여 pH를 측정하였다. 농축 장치로는 Büchi사(Flawel, Switzerland)의 syncore가 이용되었으며 성분의 확인과 정량을 위해 사용되는 표준물질과 내부표준물질은 Sigma-Aldrich사 (St. Louis, USA) 제품을 구입하여 사용하였다. 분석 장비는

Agilent사 6890 Gas Chromatography와 Agilent사 5973 Mass Selective Detector였으며 분리용 컬럼은 DB-5MS cross linked 5% Phenylmethylsilicone fused silica capillary column(30 mm x 0.25 mm x 0.25  $\mu$  m)와 HP-88 cross linked (88% cyanopropyl)-methylsiloxane fused silica capillary column(30 m x 0.25 mm x 0.2  $\mu$ m)를 이용하여 분리 성능 및 기기적 감도를 평가하였다. 크로마토그래피의 운반기체로는 헬륨을 사용하였으며 시료전처리 방법과 분석조건은 Fig. 1과 Table 1에 기술하였다.

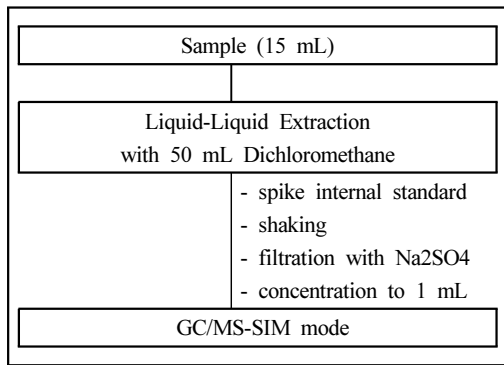


Fig. 1. Schematic diagram for analytical procedure

### 2. 시료 중 성분의 정량

각 휘발성 성분 8종을 10 mg씩 측정하여 10 mL 디클로로메탄에 녹여 혼합표준용액 1000 ppm을 만들고, 정량을 위한 검량선 작성을 위해서 표준물질의 혼합용액을 희석하여 5개의 검정용 표준용액을 만들었다. 시료의 전처리 방법과 동일한 방법으로 50 mL의 분액 깔대기에 물 15 mL를 넣고 각 농도의 표준 혼합용액 100  $\mu$ L와 내부표준물질로 사용한 2-ethyl-1-hexanol과 methyl octanoate 의 내부표준용액 1000  $\mu$ g/mL의 농도를 100 $\mu$ L씩 첨가한 후 디클로로메탄 30 mL을 넣은 후 수분 간 흔들어 휘발성 성분을 추출한다. 추출 용매 층을 무수황산나트륨을 통과시켜

Table 1. Conditions of GC/MS

GC (Ailent 6890 PLUS)		MS (Agilent 5973N MSD)	
		Ionization mode	Electron Impact(EI)
		Source temp.	230 $^{\circ}$ C
		Analyzer	Quadrupole
		Electron energy	70 eV
Column	DB-5MS(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m) HP-88(30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.2 $\mu$ m)	Scan range	m/z 30~500
		Selected Ion Monitoring	
			3-methyl-1-butanol(m/z 55, 70)
			Methyl octanoate(m/z 74, 87)
			2-ethyl-1-hexanol(m/z 57, 83)
			Butyric acid(m/z 60, 55)
			Isovaleric acid(m/z 60, 87)
			3-(methylthio)-1-propanol(m/z 106, 61)
			Phenylethyl alcohol(m/z 91, 122)
			Ethyl decanoate(m/z 88, 101)
			Ethyl dodecanoate(m/z 88, 101)
			Ethyl myristate(m/z 88, 101)
Oven temp.	60 $^{\circ}$ C(5 min) $\xrightarrow{10^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 250 $^{\circ}$ C		
Interface temp.	280 $^{\circ}$ C		
Injection mode	Splitless		
Injector temp.	250 $^{\circ}$ C		
Carrier gas	He(99.999 %)		

수분을 없애주고 플라스크에 옮긴 후 Büchi사의 syncore를 이용하여 농축하고 농축액 1 mL을 취해 분석 장비에 주입할 수 있도록 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 시료 성분의 분리 검출 방법

2종의 내부표준물질을 포함한 10종의 휘발성 향기 성분의 표준물질로 일정농도의 표준용액을 만들어 DB5-MS 컬럼과 HP-88 컬럼에서의 머무름 시간을 얻고 이들에 대한 성분의 동정은 미국 국립표준기술 연구소(NIST, National Institute of Standards and Technology)에서 구축되어진 129,000종의 화합물에 대한 질량 스펙트럼 데이터베이스를 활용하여 확인할 수 있다. Fig. 2(lower panel, Library Search result)는 데이터베이스에서 검색된 phenethyl alcohol의 질량스펙트럼으로써 스펙트럼상에서 분자량의 확인이 가능하였다. 시료 중 미지 물질을 확인하는데 GC/MS의 이러한 데이터베이스의 활용은 상당한 이점을 가지고 있으며, 질량분석기의 이온화방식 중 전자 충격 이온화(Electron impact)법에 사용되는 이온화 에너지

는 70eV로써 분자 구조가 깨져서 생기는 특정 이온들의 상대적인 이온세기 비율의 일치도에 따라 가장 가까운 화합물을 검색을 통해 확인하여 준다. 그와 더불어 분리용 컬럼에서의 머무름 시간의 일치된다면 정확한 물질의 정성확인이 가능하며 대부분의 경우 Fig. 2에서와 같이 표준물질을 통해 확인되고 있다.

또한 Fig. 2는 DB-5MS 컬럼과 HP-88 컬럼에서 8종의 휘발성 향기 성분과 내부표준물질인 2-ethyl-1-hexanol(IS1)과 methyl octanoate(IS2)의 크로마토그램으로써 같은 분석조건에서 모두 분리가 되어졌으나 DB-5MS 컬럼에서는 맨 마지막으로 용리되어 나온 성분인 ethyl myristate의 크로마토그램에서의 머무름 시간(Retention Time, RT)이 20분으로 HP-88 컬럼의 14분 보다 약 6분가량이 길었다. 이로써 해당되는 성분들이 같은 분석조건에서 HP-88 컬럼을 이용할 경우 보다 빠른 시간 내에 분석이 용이함을 알 수 있었다. 일반적으로 고온에서 오래 사용할 수 있는 DB-5MS 컬럼은 실험실에서 가장 많이 사용하고 있는 중간 극성 컬럼이지만 휘발성 유기산 종류인 butyric acid와 isovaleric acid을 포함 해당 휘발성 향기 성분의 분리에 있어서 극성 컬럼인 HP-88 컬럼에

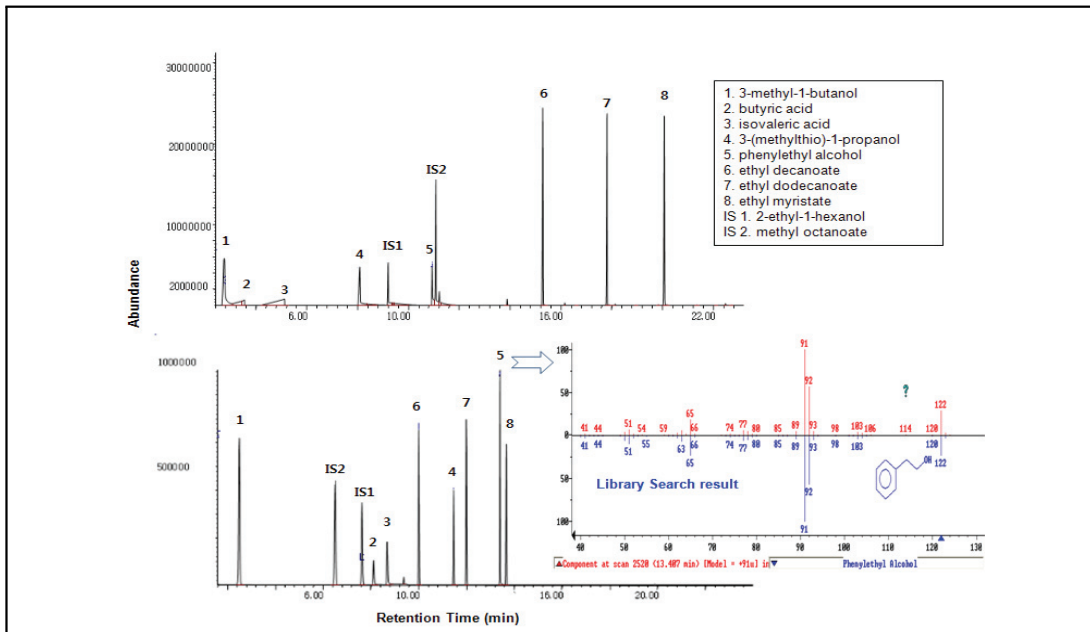


Fig. 2. Chromatogram of standard volatile flavor compounds on DB-5MS column (upper panel) and HP-88 column (lower panel)

Table 2. Retention time &amp; RRF of volatile flavor compounds on DB-5MS and HP-88 column

Compound	DB-5MS		HP-88	
	RT (min)	RRF	RT (min)	RRF
1. 3-Methyl-1-butanol	2.75	1.54	2.50	8.66
2. Butyric acid	3.56	0.13	8.12	4.19
3. Isovaleric acid	5.13	0.02	8.69	3.73
4. 3-(methylthio)-1-propanol	8.01	0.61	11.47	7.88
5. Phenylethyl alcohol	10.93	1.48	13.41	25.18
6. Ethyl decanoate	15.28	1.05	10.01	10.51
7. Ethyl dodecanoate	17.81	1.03	12.00	10.27
8. Ethyl myristate	20.05	0.90	13.67	11.83
IS 1. 2-ethyl-1-hexanol	9.21		7.63	
IS 2. methyl octanoate	11.08		6.50	

서 보다 효과적임을 알 수 있었다. 컬럼에서의 분리 시간과 함께 고려된 사항은 화합물의 검출감도를 알 수 있는 상대감응비(Relative Response Factor, RRF)를 알아보았고 동량의 내부표준물질에 대한 각 화합물들의 컬럼 내에서의 감응비를 계산하여 머무름 시간과 함께 Table 2에 실었다. 상대적으로 HP-88 컬럼에서 보다 빠르고 감도 높게 휘발성 향기성분을 분석할 수 있음을 알 수 있었다.

## 2. 시료 중 성분의 정량

두 막걸리의 pH는 약 4값을 나타내었으며, 원료는 백미를 사용한 제품이었다. 제조과정으로는 세미 및 침미 (쌀을 씻고 불리는 과정), 증자 및 냉각 (고온의 수증기로 쌀에 함유된 전분을 팽창시키고 적당한 온

도로 식히는 과정), 1, 2차 담금 (효모 증식 및 발효 과정), 숙성 (발효를 안정시키는 단계) 및 거르기의 제조과정을 모두 거쳐 포장·출고된 제품으로써 알코올분은 6°이었다. 휘발성 향기성분을 정량분석하기 위해 내부표준물질법(Internal standard method)를 이용하여 검량선을 작성하고 시료의 농도범위 내에서 검량선의 직선성을 알아보았다. 본 실험에서는 내부표준물질로 알코올류와 유기산의 정량을 위해서 2-ethyl-1-hexanol (IS1)을, 에틸 에스테르의 경우 methyl octanoate(IS2)를 각각 사용하였으며, 향기성분별 감도가 달라 butyric acid, isovaleric acid는 10~1000  $\mu$ g/L, 3-methyl-1-butanol, phenethyl alcohol은 8~800  $\mu$ g/L, 3종의 에틸에스테르의 경우는 1~200  $\mu$ g/L 사이 농도를 5개 선정하여 검량선을 작성하였다. 해당

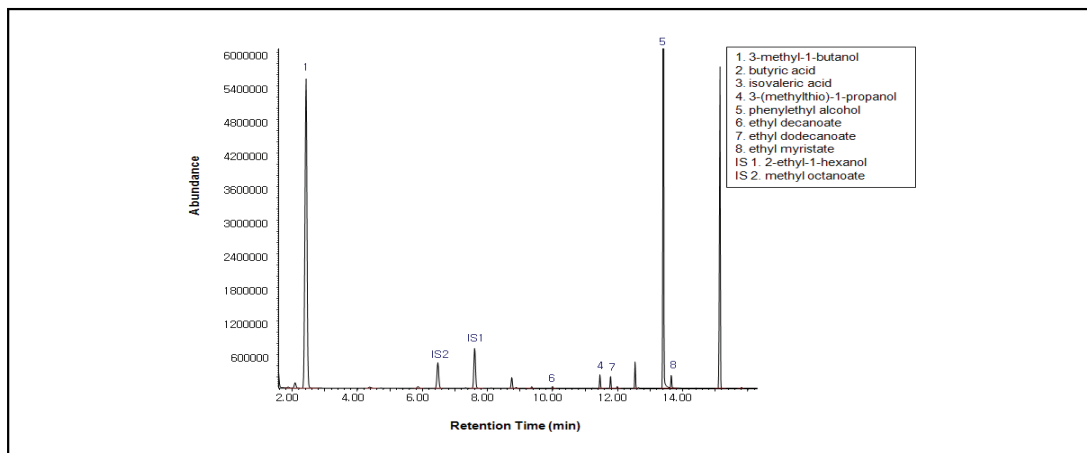


Fig. 3. Chromatogram of volatile flavor compounds extracted with the makgeolli sample

**Table 3.** Concentrations of volatile flavor compounds in sample A and B

Compound	Concentration ( $\mu\text{g/ml}$ )	
	Sample A	Sample B
3-methyl-1-butanol	43.88	43.28
Butyric acid	N/D	N/D
Isovaleric acid	N/D	N/D
	0.86	1.35
Phenylethyl alcohol	154.21	225.68
Ethyl decanoate	0.19	0.21
Ethyl dodecanoate	0.27	0.30
Ethyl myristate	2.08	4.77

향기성분 분석물질은 바탕시료로써 증류수를 사용하여 분석대상 물질이 포함되어 있지 않음을 확인하고 내부 표준물질 일정량을 첨가하여 동일한 시료 전처리 과정을 거친 후 동일한 조건에서 분석 한 후 크로마토그램에서의 면적비(분석대상물질/ 내부 표준 물질의 면적)를 농도별로 그래프화 하여 상관계수를 얻은 결과 8종의 해당 성분들의  $R^2$ 값이 0.98이상의 직선성을 가짐으로써 검량선 범위내에서 막걸리 중 8종의 해당 성분들의 정량이 가능함을 알 수 있었다. 정량을 위한 분석조건은 각 성분들의 질량스펙트럼에서 이온 세기가 높은 두 가지 이온을 선별하여 보다 이온 세기가 높은 이온은 정량이온으로, 다른 하나는 확인을 위한 확인이온으로 사용하는 선택이온검색법(Selected Ion Monitoring, SIM)을 사용하여(Table 1) 전처리 과정에서도 제거되지 않고 크로마토그램에서도 겹쳐질 수 있는 화합물을 분리할 수 있도록 분석조건을 제시하였다.

위와 같은 분석조건으로 시판되는 막걸리 시료 2종을 추출과정으로 액체-액체 추출하여 최종 농축액 1mL을 얻은 후, HP-88 분석용 컬럼으로 각 화합물을 분리한 결과 Fig 3과 같은 크로마토그램을 얻을 수 있었으며, 선택이온검색법을 사용하여 크로마토그램상의 면적비를 얻은 후 검량선에 대입하여 각 화합물을 정량하였다. Table 3에서와 같이, 두 시료 모두에서 세균과 효모의 발효과정에서 생성되는 유기산인 butyric acid 와 isovaleric acid는 함유되어 있지 않음을 알 수 있었고 (N/D; Not Detected), 다른 휘발성 향기성분들은 모두 검출되었다. 체리와인의 향 성분

을 분석한 Niu 등(2011)의 연구 결과에 따르면 butyric acid와 isovaleric acid는 관능평가(Sensory evaluation)에서 유쾌하지 않은 향을 내는 물질로 조사되었으며 농도는 ND~2.30  $\mu\text{g/mL}$  수준이었다. 휘발성향기성분 중 맥주, 청주 및 소주 등의 품질에 영향을 주는 성분은 higher alcohol류였으며 3-methyl-1-butanol은 higher alcohol 중의 하나이며, 감미성의 바나나향을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(Schneider et al. 1998). 와인 중에서는 3.38~201.07  $\mu\text{g/mL}$  농도 수준이었으며 막걸리에서 분석한 농도는 43.28  $\mu\text{g/mL}$  농도 수준으로 검출되었다. 주류에서 황을 함유한 화합물은 주로 보관중에 함량이 늘어나는 것으로 알려져 있는데 3-(methylthio)-1-propanol이 이에 해당되는 화합물이다. 와인과 관련한 황 성분 함유화합물은 마늘, 양파 또는 고무 향등 품질에 부정적인 영향을 주는 물질로 구분되고 있다(Mestres et al. 2000). 3-(methylthio)-1-propanol의 경우 와인의 종류에 따라 다르지만 대략 0.1~5.66  $\mu\text{g/mL}$  농도 수준의 검출결과를 보였으며, 막걸리 분석결과 0.86, 1.35  $\mu\text{g/mL}$  농도 결과를 얻었다. phenylethyl alcohol은 phenylalanine으로부터 유래한 성분으로 장미, 오렌지꽃과 같은 천연 정유에서 발견되는데(Zhou et al. 1996) 웨이크, 와인, 위스키 등 다양한 종류의 주류에서 중요한 방향족 알코올 성분으로 알려져 있다(Fukuda et al. 1990). 본 실험 결과로부터, 시료 A, B에 포함된 phenylethyl alcohol은 각각 154.21과 225.68  $\mu\text{g/mL}$ 의 검출결과를 보였으며 다른 휘발성 향기성분 중 가장 많은 양을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 특히 함성감미료로 페닐알라닌을 첨가한 제품에서 phenylethyl alcohol의 함량이 높았으며 감미료 첨가로 인해 생성되는 화합물에 대한 연구 조사가 필요하다. 에틸에스테르의 경우 그 함유량은 발효조건에 의해 큰 영향을 받는 화합물로 발효과정 중 높은 온도와 낮은 pH 조건에서 에스테르의 농도는 낮아지는 것으로 보고되고 있다. 아로마 프로파일에서 에스테르의 경우는 과일 향을 내는 그룹으로 알려져 있으며 발효 위스키의 경우는 발효 조건 및 탄소사슬 정도에 따라 다르나 2.7~93.6  $\mu\text{g/mL}$  사이 농도 수준이었으며(Berbert et al. 2009), 막걸리 분석결과와 비교하여 0.19~4.77  $\mu\text{g/mL}$  사이에서 검출되었다. 해외의 경우 종류별 와인, 위스키 등과 같은 다양한 주류에 대한 관능평가가 이루어지고 있

는 반면 우리나라의 전통주에 관한 이러한 평가는 아직 부족한 실정이다. 향미 성분에 관한 이러한 평가는 품질관리를 위해 앞으로 필요한 조사 연구가 될 수 있으며 제조 및 보관과정에서의 성분변화 또한 분석이 필요할 것으로 보인다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 시판되는 막걸리 시료를 중심으로 화학적 성분이 향미에 영향이 있는 것으로 알려진 휘발성 성분 8종에 대하여 쉽게 접근할 수 있는 액체-액체 추출법으로 추출하고 농축하는 방법을 고려하였으며, 이러한 성분의 시료 중 양적인 정보를 얻기 위한 공인분석 검출방식으로 기체크로마토그래프/질량분석기(GC/MS)를 사용하여 정성확인 및 정량분석을 수행하였다. 화합물의 분리를 위한 조건들의 검토를 통하여 보편적으로 사용하고 있는 DB-5MS 컬럼과 HP-88 컬럼을 비교분석하여 HP-88 컬럼에서 분리효율이 더 높음을 알 수 있었고 이러한 분석조건들을 막걸리 시료 분석에 적용한 결과, 막걸리 두 시료 모두에서 2종의 acid인 butyric acid 와 isovaleric acid를 제외한 3종의 higher alcohol과 3종의 ethyl esters가 모두 함유되어 있음을 알 수 있었고, 이들의 함량은 3-methyl-1butanol이 시료 A에서는 43.88  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 시료 B에서는 43.28  $\mu\text{g}/\text{mL}$  이었으며, 3-(methylthio)-1-propanol은 시료 A, B에서 각각 0.86  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 1.35  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 이 함유되어 있었다. 또한 가장 많은 양을 함유하고 있는 휘발성 향기성분은 phenylethyl alcohol로 그 함유량이 시료 A는 154.21  $\mu\text{g}/\text{mL}$  이었으며, 시료 B는 225.68  $\mu\text{g}/\text{mL}$  이었다. 그리고 미량이기는 하지만, 막걸리의 품질에 영향을 주는 향기성분인 ethyl ester류 3종도 함유되어 있음을 알 수 있었다. 이러한 방법을 통하여 전통주 내에 다양한 향미성분의 분석에 적용할 수 있으며, 경쟁력 있는 전통주의 품질관리를 위한 향미 성분의 정량 데이터 확보에 기여할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

Berbert H, Yohannan BK, Bringham TA, Brosnan JM, Pearson SY, Walker JW, Walker GM(2009)

- Evaluation of a Brazilian Fuel Alcohol Yeast Strain for Scotch Whisky Fermentations. *J Inst Brew* 115(3), 198-207.
- Bougas NV(2009) Evaluating the effect of pot still design on the resultant distillate. Stellenbosch University, Department of Viticulture and Oenology, Faculty of AgriSciences <http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/4057>.
- Fukuda K, Watanabe M, Asano K, Ueda H, Ohta S(1990) Breeding of brewing yeast producing a large amount of phenylethyl alcohol and phenylethyl acetate. *Agric Biol Chem* 54, 269-271.
- Jin TY, Kim ES, Eun JB, Wang SJ, Wang MH(2007) Changes in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, Yakju prepared with different amount of red yeast rice. *J Food Sci Technol* 39, 309-319.
- Jun YM, Ahn YS, Kim MH, An OS(2008) The analysis of brand origin and intellectual property right status of tradition liquor. *J Agricultural Extension & Community Development* 15(1), 23-47.
- Jun YM, Ahn YS, Kim MH(2006) A study on the cases of merchandising and suggestions for improving competitive power of traditional liquor. *Korean J Community Living Science* 17(2), 3-14.
- Kwon YH, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH(2010) Fermentation characteristics and volatile compounds in yakju made with various brewing conditions: Glutinous rice and pre-treatment. *Korean J Microbiol Biotechnol* 38(1), 46-52.
- Lee TS, Han EH(2001) Volatile flavor component in mash of Takju prepared by using *Rhizopus japonicus* nuruks. *Korea J Food Sci Technol* 32, 691-698.
- Marais J, Houtman AC(1979) Quantitative gas chromatographic determination of specific esters and higher alcohols in wine using freon extraction. *Am J Enol vitic* 30, 250-252.
- Mestres M, Busto O, Guasch J(2000) Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. *Journal of Chromatography A* 881, 569-581.
- Niu Y, Zhang X, Xiao Z, Song S, Eric K, Jia C, Yu H, Zhu J(2011) Characterization of odor-active compounds of various cherry wines by gas chromatography-mass spectrometry, gas chromatography-olfactometry and their correlation with sensory attributes. *Journal of Chromatography B* 879(23), 2287-2293.
- Stefania V, Jordi T, Pilar U(2008) Different commercial yeast strains affecting the volatile and sensory profile of cava base wine. *Int. J Food Microbiol* 124, 48-57.
- Schneider R, Baumes R, Bayonove C, Razungles A(1998) Volatile compounds involved in the aroma of sweet fortified wines from Grenache

Noir. J Agric Food Chem 46, 3230-3237.  
Technical Report of the mainstream market. Small  
Business Distribution Center(2011) 12  
Villén J, Señoráns FJ, Reglero G, Herraiz M(1995)  
Analysis of wine aroma by direct injection in gas  
chromatography without previous extraction. J  
Agric Food Chem 43, 717-722.

Zhou Y, Riesen R, Gilpin C(1996) Comparison of  
Amberlite XAD-/Freon 11 extraction with liquid/  
liquid extraction for the determination of wine  
flavor components. J Agric Food Chem 44, 818-  
822.