J East Asian Soc Diet Life
27(5): 491~499 (2017)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2017.10.27.5.491

시판 생막걸리의 이화학 성분과 관능적 특성 분석

김재운[1] · 강지은[2†] · 최한석[2] · 김찬우[2] · 정석태[2]

[1]우리술 품질보증팀, [2]국립농업과학원 발효식품과

Analysis of the Physicochemical Characteristics and Sensory Properties in *Makgeolli*

Jae-Woon Kim[1], Ji-Eun Kang[2†], Han-Seok Choi[2], Chan-Woo Kim[2] and Seok-Tae Jeong[2]

[1]Woorisool Co., Ltd., Quality assurance, Gapyeong 12439, Korea
[2]Fermented Food Science Division, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea

ASTRACT

This study analyzed the physicochemical characteristics and sensory properties of *makgeolli*. Fifteen samples of 4 award winning *makgeolli* and 11 samples of non-award winning *makgeolli* in a Korea liquors contest were examined. Physicochemical analysis revealed a significant differences in the alcohol content, reducing sugar concentration, color difference, and volatile compounds between the award winning and non-award winning *makgeolli* ($p<0.05$). The award winning *makgeolli* was related to the high contents of alcohol and reducing sugar, bright color, and low contents of ethyl myristate. A total of 24 terms (appearance 2, odor 10, flavor and taste 8, and texture 4) were expressed in terms of *makgeolli*. Regarding the sensory property, the sweet, raspberry, pear, and yogurt smell were positively related to the award winning *makgeolli*. In addition, *nuruk*, savory smell, and savory flavor were positively related to the non-award winning *makgeolli*. A study of association between the volatile compounds and odor attribute revealed ethyl lactate to have a positive correlation with the raspberry smell ($r=0.840$) and pear smell ($r=0.723$) in the award winning *makgeolli* ($p<0.01$). The characteristics of *makgeolli* preferred by consumers are strongly related to the sweet taste and smell, bright color, and fruit flavor.

Key words: *Makgeolli*, physicochemical characteristics, sensory property, correlation analysis, Korea liquors contest

서 론

막걸리는 쌀을 원료로 하는 전통주로, 누룩 곰팡이의 효소에 의해서 당화가 이루어지고, 분해된 당은 효모에 의해 알코올로 전환되는 병행복발효주이다(Kim KS 2000). 막걸리는 당질, 식이섬유, 비타민 B군 및 단백질 등이 풍부하여 영양가가 우수한 것으로 알려져 있다. 담금 후에도 누룩 미생물에 의한 지속적인 효소작용으로 다량의 당분, 아미노산 및 유기산 등의 맛 성분과 효모, 젖산균 등의 미생물에 의한 알코올 발효로 휘발성 성분들이 생성된다(Huh CK 등 2012). 최근 연구결과 막걸리에서 항암성분이 발견(Ha JH 등 2014)되며, 저도주 선호현상과 함께 다양한 맛의 막걸리가 등장(Lee DP 2006; Baek CH 등 2013; Seo GU 등 2013)하여 젊은 연령층의 소비자들이 막걸리를 많이 찾는 모습을 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 국내 주류시장을 살펴보면 맥주와 희석식 소주가 전체 소비의 약 78%를 차지하고 있고, 전통주로 인식되는 막걸리는 10.7%, 약주는 0.3%를 차지(National Tax Service 2014)하여 우리 농산물을 사용하는 전통주의 소비비중이 매우 낮다.

전통주를 활성화할 수 있는 방안을 탐색하기 위하여 20~30대를 대상으로 막걸리에 대한 인식 조사를 실시한 결과 대부분 '맛이 쓰다', '맛이 떫다', '색이 탁하다', '인공감미료의 맛이 난다' 등 막걸리의 일부 특성이 전체적인 기호도에 부정적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다(Jung EK 등 2011). 이러한 결과를 바탕으로 막걸리의 기호도를 높이기 위해서 소비자가 선호하는 맛과 향이 무엇인지를 파악하고, 나아가 향미에 영향을 주는 요인을 규명하여 생막걸리의 품질관리의 기준으로 활용해야 한다. 외국주류의 경우, 1970년대부터 맥주의 향미를 분류한 것을 시작으로 위스키, 데킬라, 코냑, 진, 와인 등에 관한 다양한 성분 분석(Adam R 2015)이 이루어지고 있으나, 국내 전통주에 관한 과학적인 정보는 매우 부족하다. 특히 막걸리의 경우, 외국주류와 막걸리의 관능적 특성묘사에 대한 비교 연구(Yang JE 등 2014), 중국인들이 선호하는 막걸리의 관능적 특성에 대한 조사(Jeon KS & Park SI 2014), 부재료를 첨가한 막걸리의 관능적 특성(Jeon MH & Lee WJ 2011; Choi KW 등 2013; Seo SH 등

† **Corresponding author :** Ji-Eun Kang, Tel: +82-63-238-3617, Fax: +82-63-238-3843, E-mail: kje0516@korea.kr

2014) 등 막걸리의 관능 특성에 대한 단편적인 분석에 집중해 왔으나, 더 나아가 주류의 관능적 특성에 영향을 미치는 원인 도출이 필요하다.

또한 막걸리에 대한 관심이 장기적으로 이어질 수 있도록 하기 위해서는 소비자가 원하는 막걸리의 향과 맛에 대한 요구를 이해하고, 그에 맞는 제품을 개발해야 한다. 이를 위해 소비자들이 이해할 수 있는 용어로 설명하는 관능평가, 즉 묘사분석을 통한 막걸리의 특성을 도출하고, 이화학 분석과의 상관성을 분석하여 이를 신제품 개발에 반영할 수 있어야 한다.

따라서 본 연구에서 국내 막걸리를 대표할 수 있는 '대한민국 우리술 품평회'에 출품되었던 생막걸리를 대상으로 이화학 성분과 향미 성분을 조사하였다. 대회에서 입상한 막걸리와 입상하지 않은 막걸리의 품질특성을 비교하여 소비자들이 선호하는 이화학 성분의 범위를 알고자 하였다. 그리고 소비자들이 생막걸리의 외관, 맛, 향, 질감에 대해 느끼는 관능적 특성을 도출하고, 그 중 향 항목과 향미성분과의 상관관계를 파악하여 막걸리의 향에 가장 영향을 미치는 성분을 파악하였다. 이러한 결과를 활용하여 막걸리 활성화에 밑거름이 되었으면 한다.

재료 및 방법

1. 재료

2014년 대한민국 우리술 품평회에 출품되었던 막걸리를 각 제조사에서 구입하여 사용하였다. 각 시료는 A~O로 표시하여 각 막걸리에 대한 정보는 Table 1에 나타내었다. A~D의 시료는 우리술 품평회에서 수상한 제품들이며, E~O는 비수상 제품들이다.

2. 알코올 함량

알코올 함량은 주류분석규정에 의하여 측정하였다(National tax service 2009). 각 시료 100 mL에 증류수 100 mL를 혼합하여 증류하였다. 증류액 약 80 mL를 받고 증류수로 100 mL로 정용한 후, 증류액을 15℃로 조정하여 알코올 분석기(AL-

Table 1. Information of 15 *makgeolli*

Name	Alcohol contents (%)	Materials	Food additives
A	6	Polished rice	Lotus leaf, herb 0.0041%, aspartame, phenylalanine, purification enzyme, citric acid, lactic acid, starch syrup
B	6	Polished rice	Aspartame, phenylalanine, sodium saccharin, oligosaccharide
C	6	Polished rice	Purification enzyme
D	6	Rice (popped rice)	Gastrodia powder 0.01%, *Schsandra chinensis* extract, aspartame, phenylalanine
E	6	Rice 12.6%, wheat flour 3.15%	Aspartame 0.01%, *Cornus offcinlis* extract 0.35%
F	6	Polished rice 29.956%	Aspartame, phenylalanine, starch syrup, oligosaccharide
G	6	Polished rice, wheat	Aspartame, saccharin, starch syrup
H	6	Rice (popped rice)	Citric acid, lactose, dextrin, aspartame, phenylalanine, oligosaccharide
I	6	Polished rice	Fructose, aspartame, phenylalanine
J	6	Polished rice	*Gelidium amansii* lamouroux, aspartame, acesulfame potassium, lactic acid succinic acid, citric acid, starch syrup
K	6	Polished rice 50%, wheat floiur 50%	Aspartame, phenylalanine, acesulfame potassium, lactic acid
L	6	Polished rice 2.89%, wheat flour	Lactic acid, aspartame, phenylalanine
M	6	Polished rice	Maltose, aspartame, phenylalanine, citric acid, enzymatically modified stevia glucosylstevia, lactic acid
N	7	Polished rice 97%	Acesulfame potassium 0.0055%, starch sugar 3%
O	6	Polished rice	Aspartame, phenylalanine, lactic acid, citric acid, oligosaccharide

3, Riken Keiki, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

3. pH 및 총산

pH는 pH 미터기(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)로 상온에서 측정을 하고, 총산은 시료 10 mL를 중화시키는데 소비된 0.1 N NaOH의 소비량을 구연산으로 환산하였다(National Tax Service 2009).

4. 아미노산

아미노산은 시료 10 mL에 0.1 N NaOH(Yakuri pure chemicals Co., Ltd,) 용액으로 pH 8.2까지 적정한 다음, formalin (Yakuri pure chemicals Co., Ltd.) 용액 5 mL를 가하고, 유리된 산을 중화하는데 소비되는 0.1 N NaOH의 양을 glycine으로 환산하였다(National Tax Service 2009).

5. 환원당

환원당은 DNS(Dinitrosalicylic acid)법을 이용하였다(Choi SK 2006). 먼저 희석한 시료 용액 0.2 mL에 DNS 시약 0.6 mL를 넣어 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓여준 다음, 실온에서 냉각하였다. 냉각 후 증류수 4.2 mL를 넣고 잘 혼합한 후, 분광광도계(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 포도당 표준 검량선을 이용하여 환원당 함량(%)을 계산하였다.

6. 휘발산

휘발산은 알코올 증류액 30 mL를 이용해 phenolphthalein (Showa chemicals Inc., Tokyo, Japan) 용액 2~3방울을 첨가한 후, 0.01 N NaOH를 이용하여 자홍빛이 날 때까지 측정한 후 초산 함량으로 환산하였다.

7. 휘발성 성분

휘발성 성분은 GC(GC2010, Shimadzu Co.)를 사용하여 분석하였다. 분석용 column은 HP-INNOWAX(60 m × 0.25 mm I.d. × 0.25 μm film thickness, J&W Scientific, Agilent Co., Santa Clara, California, USA)를 사용하였으며, FID로 검출하였다. Column oven의 온도는 45℃(5 min holding), 5℃/min 승온, 100℃(5 min), 10℃/min 승온, 200℃(10 min)로 프로그램하였다. Carrier gas는 질소 가스를 이용하였으며, flow rate는 22.0 cm/sec(linear velocity), split ratio는 50:1로 설정하였고, injector의 온도는 250℃, detector의 온도는 280℃로 하였다. 시료는 여과(0.2 μm, Millipore Co. Cork, Ireland)한 다음 바로 주입하였다.

8. 관능평가

묘사분석은 Choi의 방법(Choi JH 등 2013)을 일부 변형하여 실시하였다(IRB 94-5). 먼저 본 실험에 앞서 기본 맛 물질(단맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛, 알코올맛)에 대한 예민도와 알코올에 거부감이 없는 19세 이상으로 총 9명(남자 4명, 여자 5명)의 패널이 선정되었고, 기존의 주류 관련 관능평가 경험이 있는 패널로 구성하였다. 묘사분석은 생막걸리의 외관, 냄새/향, 맛/향미, 질감/입안 감촉, 후미 등 5가지 항목에 대해 15점 척도로 평가하여 0점 "매우 약하다", 7점 "보통이다", 14점 "매우 강하다"로 표시하였다. 시료는 난수표로 표시되어 와인잔에 냉장온도(0~4℃)로 제시되었으며, 제시순서는 Williams latin square 방식(Jeong SJ 등 2011)에 의해 랜덤화되어 오차를 최소화하였다. 시료 평가 시 한 개의 시료를 평가하고 난 뒤에는 다음 시료를 평가하는데 있어서 영향을 미치지 않도록 따뜻한 물과 가래떡을 입가심 물질로 제공하여 시료와 시료 사이의 쉬는 시간에 활용하도록 하였다. 시료의 평가에 소요된 시간은 약 5분 정도이며, 시료와 시료 사이의 쉬는 시간은 3분으로 하였다.

9. 통계처리

각 처리구들 사이의 성분변화 및 상관분석은 Minitab 16 (Minitab Inc., State college, Pennsylvania, USA) 프로그램을 이용하였다. 성분의 함량은 유의수준 5%($p<0.05$)로 설정하여 일원분산분석을 수행하였다. 관능평가 결과에 대한 비교는 주성분분석(XLSTAT, version 2014, Addinsoft, Paris, France)을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 이화학 성분

시판 막걸리의 일반성분 결과는 Table 2와 같다. 본 연구에서 분석된 알코올 함량은 비입상주(3.97~6.40%)에 비해 입상주(4.17~9.17%)에서 유의적으로 높게 나타났으나($p<0.05$), 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 Park(2011) 등의 연구에서 나타난 생막걸리의 알코올 함량(5.7~6.8%)보다 평균적으로 다소 낮은 함량을 보였다. 이는 2011년도에 비해 2014년 막걸리의 알코올 함량이 낮아져 저도주를 선호하는 현상이 막걸리에서도 나타난 것으로 사료된다.

pH는 발효과정에서 생성되는 유기산들의 종류나 농도에 영향을 받으며, 알코올 생성 정도를 추정하는 중요한 지표이다(Song JC 등 1997). 주세법상 막걸리의 pH의 적정 범위는 3.8~4.7(Lee SB 등 2001)로 본 연구에서 나타난 pH의 범위(3.52~4.19)는 모두 적정 범위로 나타났다. 주류의 산 함량은 잡균의 오염을 방지하여 발효가 잘 일어나게 도와주며, 신맛을 부여하며, 다른 물질과 결합하여 향미를 증진해주는 주요한

Table 2. Physicochemical properties of *makgeolli*

	Alcohol (%)	pH	Total acid (%, citric acid)	Amino acid (%, glycine)	Reducing sugar (%)	Volatile acid (mg/L)	Hunter color value ($\Delta E^{1)}$)
A	$6.30^{B2)}$	3.65^{EFG}	0.23^{DEF}	0.05^{G}	0.29^{B}	37.00^{B}	31.74^{AB}
B	4.17^{BC}	3.68^{DEF}	0.17^{F}	0.05^{G}	0.05^{B}	23.33^{B}	30.89^{B}
C	9.17^{A}	4.19^{A}	0.42^{A}	0.20^{A}	1.30^{A}	71.73^{A}	32.24^{A}
D	4.10^{BC}	3.52^{G}	0.33^{BC}	0.08^{DEFG}	0.12^{B}	33.32^{B}	31.90^{A}
Avg.	5.90±2.39	3.76±0.29	0.29±0.11	0.1±0.71	0.44±0.58	41.35±21.62	31.69±0.63
E	4.70^{bc}	3.88^{bc}	0.21^{ef}	0.07^{efg}	0.08^{b}	74.47^{c}	32.28^{a}
F	5.90^{bc}	3.97^{b}	0.29^{bcde}	0.16^{ab}	0.07^{b}	84.73^{bc}	32.35^{a}
G	5.40^{bc}	3.79^{cd}	0.36^{ab}	0.13^{bc}	0.11^{b}	126.20^{a}	32.18^{a}
H	5.13^{bc}	3.70^{def}	0.23^{def}	0.08^{defg}	0.08^{b}	41.00^{de}	32.21^{a}
I	5.70^{bc}	3.74^{de}	0.24^{cdef}	0.08^{defg}	0.10^{b}	27.87^{ef}	32.15^{a}
J	6.27^{bc}	3.69^{de}	0.24^{cd}	0.08^{defg}	0.06^{b}	30.00^{ef}	31.64^{ab}
K	5.17^{bc}	3.75^{cde}	0.31^{bcd}	0.10^{cd}	0.15^{b}	49.20^{d}	32.33^{a}
L	4.10^{bc}	3.77^{cde}	0.25^{cdef}	0.09^{cdef}	0.11^{b}	23.73^{f}	32.21^{a}
M	3.97^{c}	3.75^{cde}	0.18^{f}	0.05^{cde}	0.16^{b}	23.00^{f}	31.86^{a}
N	6.40^{b}	3.56^{fg}	0.31^{bcd}	0.10^{cd}	0.13^{b}	33.73^{ef}	31.63^{ab}
O	5.97^{bc}	3.88^{bc}	0.25^{cdef}	0.07^{defg}	0.13^{b}	95.20^{b}	32.26^{b}
Avg.	5.34±0.83	3.77±0.11	0.26±0.05	0.09±0.03	0.11±0.03	55.38±34.15	31.99±0.34
p-value	0.036^{*}	0.814	0.064	0.731	0.000^{*}	0.114	0.000^{*}

1) $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

2) Values are mean±S.D. (n=3), different letters within the same row differ significantly ($p<0.05$).

역할을 한다(Lee JS 등 1996). 이에 제조과정에서 인위적으로 산을 첨가하여 발효하는 경우도 있다(Huh CK 등 2012). 입상주(0.17~0.42)와 비입상주(0.18~0.36)의 총산 함량은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2016)에서 제시된 총산 0.5% 이하 기준에 부합하였다.

막걸리 술덧에 존재하는 단백질의 30~40%는 누룩의 protease나 산성 carboxylase 등에 의해서 분해된 아미노산 또는 peptide로 구성되어 있다(So MH 1995). 아미노산은 퓨젤유와 에스테르 등의 향기성분을 생성하는 전구체이며, 또한 술에 담백한 맛을 부여해 주는 성분이다(Shin JH 등 2004). 본 연구에서 시판 막걸리의 아미노산도는 0.05~0.20(입상주), 0.05~0.16 mL/10 mL(비입상주)로 나타났다.

알코올 발효의 기질로 이용되고 감미도에 영향을 주는 중요한 성분으로서 신맛과 감칠맛 등과 조화되어 막걸리의 독특한 맛을 부여하는 역할(Lee SB & Lee TS 2000)을 하는 환원당 함량은 0.05~1.30(입상주), 0.07~0.16%(비입상주)의 범위를 나타내 입상주에서 비입상주에 비해 약 4배 가량 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 생막걸리의 높은 감미도가 품평회의 결과에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

막걸리에 함유된 휘발산은 주로 초산이다. 휘발산 함량이 많다는 것은 발효 또는 숙성기간 중에 초산균에 의한 이상발효가 진행된 것을 나타낸다(Fleet GH 1993). 이는 기호성에 따라서 좋지 않은 성분으로서 많은 양이 함유되어 있으면, 식초 냄새를 발생시키기 때문에 막걸리 발효에 있어서 생성을 억제할 필요가 있다(Jeong ST 등 2013). 본 실험에서 생막걸리의 휘발산 함량은 23.00~126.20 mg/L를 나타내며, Kang 등(2014)의 연구에서 나타난 시판막걸리의 휘발산 함량(21.40~121.00 mg/L)과 유사하게 나타났다.

생막걸리의 색도(ΔE)는 비입상주(31.99)에 비해 입상주(31.69)에서 낮게 나타나 입상주의 색상이 유의적으로 밝은 것으로 나타났다($p<0.05$). 막걸리의 색도는 주원료와 부원료인 발효제의 종류에 따라 차이가 난다(Baek CH 등 2013). 본 연구에서 사용된 입상주가 모두 도정된 쌀을 주원료로 사용한 것에 비해, 비입상주에서는 쌀 외 밀과 다양한 부재료가

첨가되어 색도의 차이가 발생한 것으로 사료된다. 이에 쌀로 제조된 막걸리의 밝은 색상이 소비자로부터 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

2. 휘발성 성분

생막걸리별 휘발성 성분의 함량은 Table 3과 같다. 알코올 중 methanol의 함량은 2.30~125.02(입상주), 0~10.32 mg/L(비입상주)로 모두 주류 메탄올 기준 함량인 500 mg/L를 초과하지 않았다(Ministry of Food and Drug Safety 2016). 고급 알코올류인 isobutanol의 함량은 86.69~126.24(입상주), 58.07~198.14 mg/L(비입상주), 아미노산 중 leucine으로부터 생성되며, 주류에 적정량 존재 시 조화로운 풍미를 나타내지만, 과량이 존재하면 좋지 않은 냄새를 생성하며, 숙취로서 작용하는 isoamyl alcohol 함량(Lee JG 등 2015)은 45.59~180.20(입상주), 41.60~162.16 mg/L(비입상주)로 나타났다.

주류에서 에스테르는 알코올류나 알데하이드보다 함량은 적으나, 방향성을 가져 중요한 향기성분이다. 이 중 ethyl myristate는 제비꽃 향을 가지는 성분(Lee JG 등 2015)으로 생막걸리에서 2.68~5.81(입상주), 2.27~36.22 mg/L(비입상주)의 범위를 나타내 비입상주에 비해 입상주에서 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). 이외 과일향을 내는 ethyl lactate(U.S. Food and Drug Administration 2009)와 ethyl laurate, ethyl palmitate는 입상 여부에 따른 차이를 보이지 않았다.

일반적으로 유기산류는 그 자체로 산패취를 나타낼 수 있지만, 발효 중 생성된 알코올과 만나 여러 에스테르 성분을 생성하여 미량 함량의 유기산도 탁주의 향기에 중요한 영향을 미친다(Lee TS & Choi JY 2005). 본 연구에서 분석된 생막걸리의 유기산류인 *n*-butyric acid, caproic acid, valeric acid는 입상 여부에 따라 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

유리아미노산이 당, aldehyde, ketone류, amino carbonyl과

Table 3. Volatile compounds of *makgeolli* (mg/L)

	n-Butyric acid	Caproic acid	Ethyl lactate	Ethyl laurate	Ethyl myristate	Ethyl palmitate	Furfural	Isoamyl alcohol	Isobutanol	Methanol	Valeric acid
A	4.63[1)]	0.65	13.99	N.D[2)]	4.66	2.21^{B}	2.60^{A}	140.11	126.24	4.40	6.93^{B}
B	3.39	N.D	N.D	N.D	5.81	0.57^{B}	N.D	174.11	86.69	2.30	2.03^{B}
C	10.89	1.31	103.23	2.10	2.68	9.53^{A}	4.16^{A}	180.20	88.44	125.02	6.12^{B}
D	1.31	1.89	5.58	0.60	4.96	3.60^{B}	0.35^{B}	48.59	120.09	13.36	20.49^{A}
Avg.	5.06±4.12	0.96±0.82	30.70±48.69	0.68±0.99	4.52±1.61	3.98±3.90	1.78±1.96	135.75±99.22	105.37±20.78	36.27±59.36	8.89±8.02
E	10.05^{a}	N.D	6.81^{ab}	N.D	6.77^{cd}	N.D	3.07^{a}	41.60	72.18	5.41	7.09^{a}
F	9.59^{a}	N.D	N.D	N.D	36.22^{a}	3.84	N.D	87.53	192.53	N.D	3.85^{a}
G	11.11^{a}	N.D	3.65^{bc}	0.36^{c}	12.35^{bc}	1.82	2.12^{a}	117.54	79.33	N.D	6.80^{a}
H	5.35^{abc}	0.39	4.05^{bc}	0.20^{c}	11.69^{bc}	3.32	N.D	101.53	58.07	6.25	3.04^{a}
I	7.23^{abc}	N.D	N.D	N.D	15.89^{b}	N.D	N.D	144.24	123.08	N.D	6.59^{a}
J	0.82^{c}	N.D	3.66^{bc}	N.D	8.74^{bcd}	2.11	N.D	81.67	138.81	N.D	8.53^{a}
K	11.77^{a}	1.09	3.42^{bc}	N.D	7.59^{bcd}	1.33	0.46^{b}	82.79	139.67	N.D	8.05^{a}
L	7.47^{ab}	N.D	4.93^{ab}	0.41^{c}	6.75^{cd}	2.25	N.D	162.16	81.19	N.D	3.22^{a}
M	1.56^{bc}	N.D	8.93^{a}	0.45^{c}	4.76^{cd}	3.93	N.D	49.09	108.41	N.D	5.82^{a}
N	2.45^{bc}	0.93	3.57^{bc}	5.41^{a}	4.69^{cd}	9.80	1.50^{a}	111.52	144.40	10.32	25.84^{a}
O	10.33^{a}	N.D	5.58^{ab}	2.93^{b}	2.27^{d}	2.47	N.D	80.65	198.14	N.D	60.27^{b}
Avg.	7.07±3.98	0.21±0.41	4.05±2.61	0.88±1.72	10.70±9.45	2.80±2.67	0.65±1.08	92.21±65.04	121.44±47.02	2.00±3.61	12.64±17.00
p-value	0.317	0.105	0.225	0.772	0.007*3)	0.326	0.188	0.171	0.785	0.200	0.520

1) Values are mean±S.D. (n=3), different letters within the same row differ significantly (p<0.05).
2) N.D.: means not detected.
3) * denotes significance at p<0.05.

반응하면서 생성되며, 탄내를 가지고 있는 향기성분인 furfural (Brewing Society of Japan 1999)의 함량 또한 입상 여부에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

3. 생막걸리의 관능적 특성

15종의 생막걸리를 대상으로 개발된 묘사용어와 패널들이 느낀 강도를 15점 척도로 나타내어 분산분석한 결과는 Table 4와 같다. 외관 항목(탁한 정도, 입자의 크기) 2개, 향 항목(알코올향, 시큼한 향, 단내, 쓴향, 구수한 향, 요구르트향, 누룩향, 복분자향, 배향, 도라지향) 10개, 맛 항목(단맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛, 알코올맛, 구수한 맛, 요구르트맛, 복분자맛) 8개, 질감 항목(떫은맛, 탄산감, 걸쭉한 정도, 입자의 거친 정도) 4개 등 총 24개 특성에 대한 묘사 용어가 개발되었다. 24개 용어 중 외관 항목(탁한 정도, 입자의 크기) 2개, 향 항목(알코올향, 시큼한향, 단내, 쓴향, 구수한향, 요구르트향, 누룩향, 복분자향, 배향) 9개, 맛 항목(단맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛, 알코올맛, 구수한 맛, 요구르트맛) 7개, 질감 항목(떫은맛, 탄산감, 걸쭉한 정도) 3개, 총 21개 특성이 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$).

묘사용어에 대한 주성분 분석을 실시한 결과는 Fig. 1과 같다. 주성분 분석 결과, 주성분 1(F1)이 47.32%, 주성분 2(F2)가 18.16%로 전체 변동에 대해 65.48%를 설명하고 있다. 주성분 1의 관능적 특성(b)은 x축 양의 방향에서 구수한 향, 누룩향, 구수한 맛이 높게 발현되었고, 음의 방향에서는 알코올향, 단내, 요구르트향, 복분자향, 탄산감은 높게 발현되었다. 주성분 2의 관능적 특성은 y축 양의 방향에서 단맛, 걸쭉한 정도, 탁한 정도 등이 높게 나타나고, 음의 방향에서는 쓴향 등과 관련이 높게 나타났다. 입상주와 비입상주의 관능적 특성 (a)를 살펴보면, 입상주는 모두 주성분 1의 음의 방향에 위치해 있는 것을 알 수 있으며, 이는 주로 단내, 배향, 요구르트향, 알코올향, 알코올맛, 탄산감과 관련이 높고, 구수한 향, 구수한 맛, 누룩향과는 관련성이 낮게 나타났다. 비입상주의 관능적 특성으로는 주성분 1의 양의 방향에 위치한 누룩향, 구수한 향, 구수한 맛 등의 특성이 주로 발현되는 것으로 나타났다. 따라서 생막걸리에서 선호되는 관능적 특성은 요구르트향, 단내, 배향, 복분자향, 알코올향, 알코올맛, 탄산감으로 사료된다.

4. 묘사용어와 휘발성 성분간 상관관계

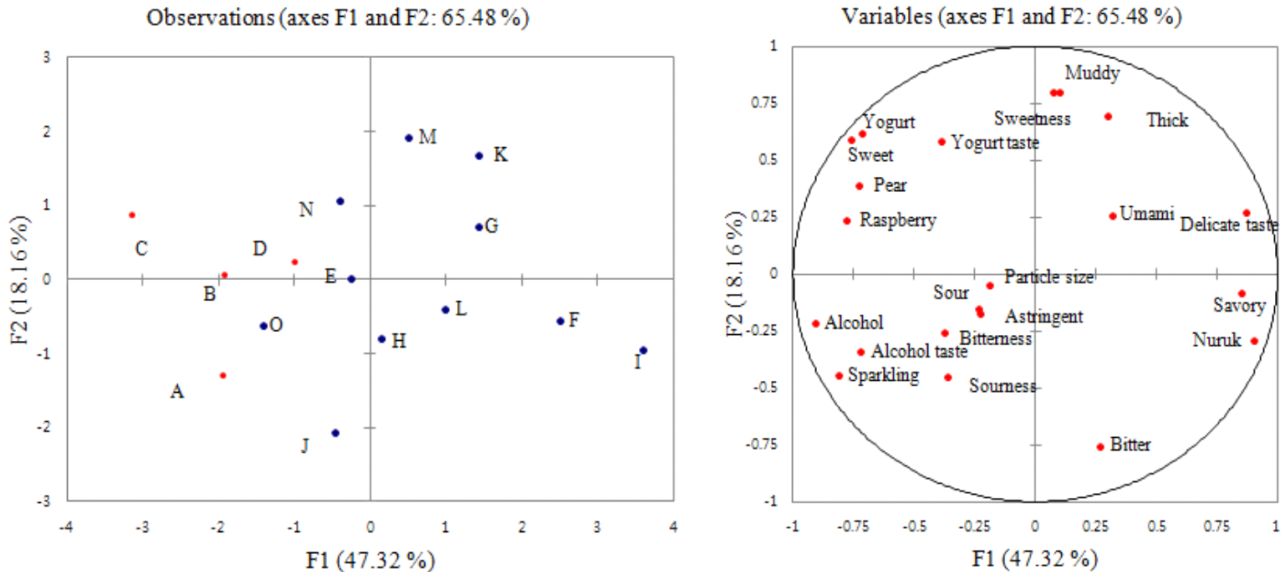
생막걸리에 함유된 휘발성 성분과 묘사용어 중 향에 관한 항목과의 상관분석 결과는 Table 5와 같다. 가장 유의적인 상관성을 나타내는 성분과 향 항목은 ethyl lactate와 복분자향(r=0.840) 및 배향(r=0.723), 단내(r=0.580)로 나타났다($p<0.01$). Ethyl lactate는 과실주와 같은 과일을 함유한 다양한 식품에 소량 함유된 성분으로 부드러운 과일 및 코코넛향을 나타내 의약품, 식품 첨가제, 향료 등에 많이 활용된다(U.S. Food and Drug Administration 2009). 따라서 단내, 과일향의 관능적 특성과 ethyl lactate의 상관성이 가장 높게 나타난 것으로 추정된다.

Ethyl myristate는 구수한 향(r=0.552), 누룩향(r=0.772)과 양의 상관성을, 알코올향(r=−0.569), 단향(r=−0.664), 요구르트향(r=−0.639), 배향(r=−0.568)과는 음의 상관성을 나타내며, 생막걸리의 관능적 특성에 영향을 준 것으로 나타났다($p<0.05$).

Table 4. The sensory evaluation term analysis of variance result

Characteristic		*F*-value	*P*-value
Appearance	Muddy	12.399	0.000***[1)]
	Particle size	10.410	0.000***
Odor attribute	Alcohol	4.906	0.000***
	Sour	3.540	0.000***
	Sweet	7.761	0.000***
	Bitter	1.901	0.025**
	Savory	11.126	0.000***
	Yogurt	5.548	0.000***
	Nuruk	8.402	0.000***
	Raspberry	4.935	0.000***
	Pear	4.092	0.000***
	Ballon flower	1.266	0.226
Flavor/ taste attribute	Sweetness	4.119	0.000***
	Sourness	2.799	0.001***
	Bitterness	2.897	0.000***
	Umami	3.290	0.000***
	Alcohol taste	4.410	0.000***
	Delicate taste	5.915	0.000***
	Yogurt tatse	2.756	0.001***
	Raspberry taste	1.204	0.269
Texture/ mouth feel attribute	Astringent (burning)	3.872	0.000***
	Sparkling	7.646	0.000***
	Thick	4.550	0.000***
	Particle rough	1.271	0.222

[1)] * denotes significance at $p<0.05$, ** denotes significance at $p<0.01$, *** denotes significance at $p<0.001$.



(a) (b)

Fig. 1. Principal component plot of 15 *makgeolli* (a) and their sensory properties (b).
(a) Red spot: award winning *makgeolli*, blue spot: non-award winning *makgeolli.*

Table 5. The correlation on the odor attribute and volatile compounds

Correlation analysis	n-Butyric acid	Caproic acid	Ethyl lactate	Ethyl laurate	Ethyl myristate	Ethyl palmitate	Furfural	Isoamyl alcohol	Isobutanol	Methanol	Valeric acid
Alcohol	−0.102	0.156	0.394	0.771	−0.569*1)	0.117	0.333	0.042	0.394	0.354	0.341
Sour	0.177	−0.218	−0.254	0.173	−0.196	−0.247	−0.075	−0.384	−0.252	−0.287	0.751*
Sweet	−0.075	0.569*	0.580*	0.501	−0.664*	0.595*	0.486	0.069	0.580*	0.603	0.192
Bitter	−0.031	−0.582*	−4.500	−0.386	0.402	−0.484	−0.602*	−0.076	−0.450	−0.468	−0.030
Delicate	0.285	−0.343	−0.251	−0.263	0.552*	−0.308	−0.266	0.177	−0.251	−0.240	−0.317
Yogurt	−0.098	0.495	0.409	0.413	−0.639*	0.444	0.407	0.108	0.409	0.431	0.159
Nuruk	0.331	−0.334	−0.418	−0.365	0.772*	−0.373	−0.376	−0.138	−0.418	−0.397	−0.199
Raspberry	0.283	0.471	0.840**	0.403	−0.444	0.564*	0.694*	0.272	0.840*	0.839*	0.242
Pear	−0.141	0.787*	0.723**	0.244	−0.568*	0.541*	0.507	0.266	0.723*	0.752*	−0.055

1) * denotes significance at $p<0.05$, ** denotes significance at $p<0.01$.

Ethyl myristate는 제비꽃 향을 나타내는 에스테르로 증류주 향에 긍정적인 영향을 주는 성분(Nykanen L & Suomalainen H 1983)이지만 생막걸리에 있어서는 구수한 누룩향에 영향을 주는 향기성분으로 사료된다.

Ethyl palmitate는 향보다는 주로 감칠맛에 관여하여 주류의 바디감을 부여하는 성분이다. 그러나 단향(r=0.595), 복분자향(r=0.564), 배향(r=0.541)과 유의적인 상관성을 나타내어 ($p<0.05$), 생막걸리의 향/냄새에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료되나, 장시간 숙성 시 산취를 발생하게 되므로 적정 발효온도와 기간을 관리하는 것이 필요하다(Lee JG 등 2015).

Methanol의 경우, 복분자향(r=0.839) 및 배향(r=0.752)과 높은 상관관계를 나타내었다($p<0.05$). Methanol은 특히 과일을 원료로 한 브랜디나 사과주의 발효과정에서 비교적 많이 검출되는데, 펙틴의 메틸 에스테르가 가수분해되어 생성된다(Kim YJ 등 2012). 허용량 500 mg/L 이상은 신체에 해로우나, 과실향을 이루는 구성성분으로 주류에서 적정량 함유 시 과일향을 발현하는 특징을 나타내는 것으로 사료된다.

고급 알코올류로 주로 효모의 아미노산 대사에 의해 생성

되는 isobutanol은 단내(r=0.580), 복분자향(r=0.840), 배향(r=0.723)과 높은 상관성을 보였으나, isoamyl alcohol의 경우는 특정한 관능적 특성과 상관성이 나타나지 않았다. 이들은 초산에스테르를 합성하는 효소류에 의해 효모 세포막에 결합하여 존재하고 있으나 불안정하기 때문에, 술덧 초기가 가장 활성이 높고, 발효 일수가 경화함에 따라 감소된다(Bae SM 2008). 그 감소의 비율은 술덧 온도가 높을수록 크고, 불포화 지방산이나 용존 효소에 의해 저해되는 특성을 가진다.

지방산의 한 종류인 *n*-butyric acid는 관능적 특성과 유의성이 나타나지 않았으며, valeric acid는 신향(r=0.751)과 높은 상관관계를 보였다.

Caproic acid 등의 중급지방산은 효모가 체내 고급지방산을 생합성할 때에 생성되어 특히 저온에서 증가하는 성분(Bae SM 2008)으로 단내(r=0.569) 및 배향(r=0.787)과 상관성이 있는 것으로 나타나, 적정량 보유 시 생막걸리의 기호도에 좋은 영향을 미칠 수 있으나, 지방산은 그 양이 많을 경우 산취를 발생시킬 수 있어 양을 조절할 수 있는 방법이 필요하다(p<0.05) (Lee JG 등 2015).

Furfural은 주류의 당류와 술덧의 유기산에 의해 자극적인 카라멜 향기를 형성하여 무거운 향의 주체가 되는 카르보닐 화합물(Brewing Society of Japan 1999)로 복분자향(r=0.694)과 상관성이 높은 것으로 나타났다. 주류를 증류하였을 경우, 열에 의해 furfural은 가열취를 형성하게 되는데, 위스키에서 사람이 탄내를 인지할 수 있는 농도는 839 mg/L 이상이라고 한다(Monica LK 등 2000). 이렇듯 역치 이상의 농도에서는 주류의 탄내를 유발하나, 생막걸리에서 미량 함량은 단내 및 과일향과 관련이 있는 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서 시판 생막걸리의 이화학 성분과 관능적 특성을 살펴보고, 특히 휘발성 성분과 향미 묘사용어와의 상관관계를 분석하였다. 이화학 성분은 우리술 품평회에서 입상한 생막걸리의 알코올, 환원당 함량이 유의적으로 높게 나타났고, 색도가 낮게 나타났다(p<0.05). 또한 휘발성 성분에서 입상한 생막걸리의 ethyl myristate의 함량이 2.4배 낮게 나타났다(p<0.05). 전체 15종 생막걸리의 묘사용어는 총 24개(외관 2개, 향 10개, 맛 8개, 질감 4개)의 용어가 개발되었다. 입상주의 관능적 특성은 단내, 배향, 요구르트향, 알코올향, 알코올 향미, 탄산감이 주로 발현되었으며, 구수한 향/향미, 누룩향은 적게 나타났다. 생막걸리에 함유된 휘발성 성분과 묘사용어 중 향에 관한 항목과의 상관분석 결과, ethyl lactate가 복분자향(r=0.840), 배향(r=0.723)과 높은 양의 상관관계를 보였다(p<0.01). 본 연구에서 도출된 소비자들이 선호하는 이화학 특성과 관능적 특성(단내, 복분자향, 배향, 요구르트향 등)이 생막걸리의 품질특성에 잘 반영된다면 막걸리의 소비 활성화에 기여할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01259401)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

REFERENCES

Adam R (2015) Proof: The Science of Booze. MID, Seoul, Korea. pp 209-246.

Bae SM (2008) Cheongju Manufacturing Technology. Ugok Publication, Seoul, Korea. p 272.

Baek CH, Choi JH, Choi HS, Jeong ST, Kim JH, Jeong YJ, Yeo SH (2013) Quality characteristics of brown rice *makgeolli* produced under differing conditions. Korean J Microbiol Biotechnol 41(2): 168-175.

Brewing Society of Japan (1999) Component of The Alcoholic Beverages. Shin Nippon Printing Co. Ltd., Tokyo, Japan. pp 50-62.

Choi JH, Kim KP, Chung SJ (2013) Relative sweetness and sweetness quality of low calorie sweeteners in milk and coffee model system. Korean J Food Sci Technol 45(6): 754-762.

Choi KW, Lee JK, Jo HJ, Lee KJ, Yoon JA, An JH, Chun KH (2013) Fermentation characteristics of *makgelli* made with loquat fruits *Eriobotrya japonica* Lindley. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(6): 975-982.

Choi SK (2006) Standard Food Analysis. Jigu Publishing Co., Paju, Korea. pp 374-375.

Fleet GH (1993) Wine Microbiology and Biotechnology. Harwood Academic Publishers, Philadelphia, USA. pp 400-401.

Ha JH, Shim YS, Cho YS, Seo DW, Jang HW, Jang HJ (2014) Analysis of E,E-farnesol and squalene in *makgeolli* using stir bar sorptive extraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry. Analytical Science and Technology 27 (1): 60-65.

Huh CK, Lee JW, Kim YD (2012) Quality characteristics of rice wine according to the rice wine seed mash with lactic acid concentration. Korean Food Preserve 19(6): 933-938.

Jeon KS, Park SI (2014) A survey of preference for commercial *makgeolli* among chinese students in Korea. The Korean

Journal of Culinary Research 20(4): 115-126.

Jeon MH, Lee WJ (2011) Characteristics of blueberry added *makgeolli*. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(3): 444-449.

Jeong SJ, Noh BS, Ju JC, Lee MH, Park SY (2011) Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory attributes of commercial milk preserved at different temperature. Korean J Dairy Sci Technol 29(2): 25-35.

Jeong ST, Kwak HJ, Kim SM (2013) Quality characterisitcs and biogenic amine production of *makeolli* brewed with commercial *nuruk*. Korean J food Sci Technol 45(6): 727-734.

Jung EK, Kim Js, Joo N (2011) Consumption and satisfaction evaluation of *takju* among consumers ages 20 to 29. J Korean Diet Assoc 17(1): 1225-9861.

Kang JE, Choi HS, Choi jh, Yeo SH, Jeong ST (2014) Physicochemical properties of Korean non-sterilized commercial *makgeolli*. Korean J Living Science 25(3): 363-372.

Kim KS (2000) Studies on fungal isolated collected from Korean traditional *nuruk*. MS thesis. Korea National University of Education, Cheongwon, Korea. p 60.

Kim YJ, Song KC, Lee YH, Janb GH, Jeong ST, Cheong C (2012) Fruit Wine Spirits; Science and Application. Suhaksa, Seoul, Korea. p 174.

Lee DP (2006) Policy issues for the globalization of Korean traditional liquer. Food Industry and Nutrition 11(2): 1-9.

Lee JG, Moon SH, Bae KH, Kim JH, Choi HS, Kim TW, Cheong C (2015) Distilled Spirits. Gwangmunkag, Seoul, Korea. pp 367-425.

Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS (1996) Volatile flavor components in mash of nonglutinous rice *takju* during fermentation. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry 39(4): 249-254.

Lee SB, Ko GH, Yang JY, Oh SH (2001) Food Fermentation. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. p 217-218.

Lee SB, Lee TS (2000) Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *takju* during fermentation. J Natural Science 12: 71-79.

Lee SJ, Kim JH, Jung YH, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SR, Kim GW (2011) Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *makgeolli*. Korean J Food Sci Technol 43(2): 206-212.

Lee TS, Choi JY (2005) Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Aspergillus kawachii nuruks*. Korean J Food Sci 37(6): 944-950.

Ministry of Food and Drug Safety (2016) Korean Food Standards Codex. 5-27-1.

Monica LK, Paterson A, Piggott JR, Greame DR (2000) Perception of whisky flavor reference compounds by Scottish distillers. Journal of The Institute of Brewing 106: 203-208.

National Agricultural Products Quality Management (2012) Criteria of alcohol quality certification. http://www.naqs.go.kr/notice/notice_08_tot_list.jsp. Accessed on 13. July. 2012.

National Tax Service (2009) Analysis of Liquor. Sejong, Korea. pp 41-42.

National Tax Service (2014) http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=2465. Accessed on 29. June. 2017.

Nykanen L, Suomalainen H (1983) Aroma of Beer, Wine and Distilled Alcoholic Beverages. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Holland. pp 173-175.

Park CW, Park EJ, Yeo SH, Kim OM, Jeong YJ (2011) Comparison of the quality characteristics of commercial *makgeolli* type in South Korea. Korean J Food Preserve 18(6): 884-890.

Seo GU, Choi SY, Kim TW, Ryu SG, Park JH, Lee SC (2013) Functional activities of *makgeolli* by-products as cosmetic materials. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(4): 505-511.

Seo SH, Park SE, Yoo SA, Son HS (2014) Quality characteristics of *makgeolli* supplemented with pineapple. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(8): 1283-1288.

Shin JH, Choi DJ, Sung NJ (2004) Nutritional properties of *yakju* brewed with natural plants. Korean J Food Nutr 17 (1): 18-24.

So MH (1995) Aptitudes for *takju* brewing of wheat flour-*nuluks* made with different mold species. Korean J Food Nutr 8(1): 6-12.

Song JC, Park HJ, Shin WC (1997) Change of *takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. Korean J Food Sci Technol 29(5): 895-900.

U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition Archived (2009) https://en.wikipedia.org/wiki/Ethyl_lactate. Accessed on 2. July. 2017.

Yang JE, Choi JB, Chun L (2014) Cross-cultural comparison of sensory characteristics of *makgeolli* (Korean rice wine) by Japanese and Korean panels. J East Asian Soc Dietary Life 24(5): 529-543.

Date Received Jul. 5, 2017
Date Revised Jul. 31, 2017
Date Accepted Sep. 6, 2017