

머루 첨가량을 달리한 약주의 향기성분과 관능적 특성

최 성 희¹ · 곽 은 정^{2*}

¹동의대학교 식품영양학과, ²영남대학교 식품학부

Volatile Flavor Compounds and Sensory Properties of *Yakju* Fermented with Different Contents of *Meoru* (*Vitis coignetiae*)

Sung-Hee Choi¹ and Eun-Jung Kwak^{2*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Dongeui University, Busan 614-714, Korea
²Dept. of Food Science & Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

Abstract

In the present study, *yakju* was developed added with 100~400 g of *meoru* (*Vitis coignetiae*). We analyzed the volatile flavor compounds and investigated the sensory properties of *meoru yakju*. The volatile flavor compounds were isolated from in fusions by Porapak Q column adsorption. The concentrated flavor extract was analyzed and identified by GC (gas chromatography) and GC-MS (gas chromatography-mass spectrometry) analyses. Thirty-five compounds, including five alcohols, nine esters, seven acids, four hydrocarbons, three ketones, and seven other compounds, were identified. The total number and content of volatile flavor compounds in control *yakju* were the highest, but they decreased as the amount of added *meoru* increased. On the other hand, *yakju* containing 200 g of *meoru* was characterized by the highest content of ester compounds, and it was the most preferred in terms of flavor, color, taste, and over all acceptability. Based on these results, addition of 200 g of *meoru* to 1,715 g of control *yakju* was determined to be the optimal condition for making *meoru yakju*.

Key words : *Meoru*, *yakju*, volatile flavor compound, sensory properties.

서 론

약주는 멥쌀, 찹쌀, 밀가루 등의 전분질 원료에 누룩을 발효제로 사용하여 발효한 술덧을 여과하여 맑게 한 전통주의 일종이며, 삼국시대 이전부터 제조하여 음용해 온 술이다(이효지 1999, Shin *et al* 1999). 약주는 전분질 원료, 누룩이나 효모 등의 발효제, 발효 및 숙성 조건과 같은 원료나 제조 방법에 따라 유리당과 유기산뿐 아니라(Lee *et al* 2007), 알코올 함량은 10~20%의 범위로 큰 차이가 있다(Seo *et al* 2008). 또한 향기 성분은 약주 중 극미량 존재하며, 휘발성이 높아 제조 조건뿐 아니라 분석 방법에 따라서도 차이가 커서 당과 산 함량과 같은 맛성분에 비해 약주의 향기 성분에 관한 연구는 많지 않다.

가열 온도를 달리하여 살균한 약주의 향기 성분을 head-space 방법으로 분석한 결과, acetaldehyde, ethyl acetate 등 6종의 향기 성분(Kang *et al* 1999)이, 손바닥 선인장 열매를 첨가하여 제조한 약주에서는 2-propyl alcohol, linalool 등 미확인 화합물 23종의 성분을 포함하여 45종의 향기 성분(Bae *et al* 2002)

이 검출되었다. 제주 좁쌀 약주를 부침법(국세청기술연구소 2008)에 의해 증류한 후 측정하였을 때는 acetaldehyde, isoamyl alcohol 등 6종의 향기 성분(Kim & Koh 2004)이, 올망개 첨가 약주를 동일한 방법으로 증류 처리 후 측정 시 isoamyl alcohol, ethyl acetate 등 10종(Cheong *et al* 2008)의 향기 성분이 검출되었다. 또한 찹쌀의 종류와 전처리를 달리하여 제조한 약주의 향기 성분을 SPME(solid phase micro extraction) 방법으로 분석한 결과, ethyl linolate, ethyl oleate 등 21종의 화합물(Kwon *et al* 2010)이 검출되었고, 오가피, 영지버섯, 솔잎, 홍삼의 함량을 달리하여 첨가한 약주를 동일하게 SPME 방법으로 분석한 결과, isoamyl alcohol, copaene 등 31~49종(Choi & Min 2005)의 향기 성분이 검출되었다.

머루(*Vitis coignetiae*)는 포도나무과 덩굴성 목본식물로 한국과 일본 등에 널리 자생하고 있는 과수(Lee *et al* 2004)로 저온의 산간 지역에서도 생육되므로 고농서에는 산포도라는 이름으로 등장한다. 머루는 미네랄, 비타민 B₁, B₂, B₃ 및 C와 같은 영양성분(Choi *et al* 2006)뿐 아니라 흑색계 과피 색소로 항산화, 항암, 살균 기능이 강한 anthocyanin(Choi SJ 2010), 심혈관계 질환 및 신경보호 작용을 갖는 resveratrol(Lee & Choi 2009), 모세혈관 작용이 있는 rutin 등과 같은 다양한

* Corresponding author : Eun-Jung Kwak, Tel : +82-53-810-2983, Fax : +82-53-810-4668, E-mail : kwakej@ynu.ac.kr

건강기능성 물질의 함량도 높은 것으로 보고되고 있다. 머루의 생산량은 2010년도에 1,572톤(http://kosis.kr/abroad/abroad_01List.jsp?parentId=F 2012)으로 2005년도 1,727톤이 생산된 이후 매년 상당량이 생산되고 있으나, 머루는 저장성이 낮아 머루의 이용을 증가하기 위해서는 머루 wine(Choi *et al* 2006, Kang *et al* 2009), 머루주스(Choi *et al* 2006) 이외에 다양한 가공식품의 개발이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 머루의 소비를 촉진하기 위한 방편으로 머루 함량을 달리하여 약주를 제조한 후 흡착법에 의해 향기 성분을 흡착시킨 후 용매를 넣어 향기 성분을 용출시켜 농축 후 향기 성분을 분석하고 관능검사를 실시하여 머루약주를 개발하는 데 있어서 최적의 머루 첨가량을 알아보았다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용한 머루는 경북 봉화에서 수확한 것을 봉화시의 채래시장에서 구입하여 냉동보관하면서 사용하였고, 멥쌀은 경북 경산의 채래시장에서 구입하여 사용하였다. 누룩은 송학곡자(전남 광주)의 제품을 직접 생산자로부터 구입하여 사용하였다.

향기 성분 동정에 사용한 화합물은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, Mo, USA), Wako Co.(Osaka, Japan), Tokyo Kasei(Tokyo, Japan)에서 구입하였다.

2. 약주 제조

시료 약주는 Seo 등의 방법(2008)에 의해 2단 담금법으로 제조하였다. 주모(멥쌀)는 찹쌀 960 g을 씻어 10시간 물에 침지한 후, 30분 가량 물빼기를 하고 믹서기(Hanil, Korea)를 사용하여 분쇄한 다음 물 4 L를 가해 약불에서 20분간 가열하여 된 죽을 제조하였다. 이를 40℃ 정도로 방냉한 다음 믹서에 간 누룩 140 g을 첨가하여 균일하게 혼합한 후, 유리병(10 L)에 담아 발효전을 장착하고, 25℃의 인큐베이터(Hanbaek Scientific Co., Korea)에서 2일간 배양하여 담금용 주모를 제조하였다.

멥쌀 1,600 g을 10시간 물에 침지한 후, 30분 가량 물을 빼고 증자 용기에 넣은 다음 100℃에서 40분간 증자하여 고두밥을 제조하였다. 이를 30℃ 정도로 냉각시킨 다음, 증자한 고두밥 500 g에 담금용 주모 1,200 g, 믹서에 간 누룩 15 g을 혼합한 것을 대조구(총중량 1,715 g)로 하였고, 대조구에 냉동보관한 머루를 해동하여 껍질을 포함한 파쇄물 100, 200, 300, 400 g 씩을 첨가하여 혼합한 것을 머루첨가구로 하였다. 대조구와 머루첨가구는 각각 멸균한 유리병에 나누어 담고 25℃에서 15일간 발효시켰다. 발효 후 술덧을 면보에 걸러

압착한 후 8,000 rpm에서 원심분리하여 얻어진 상등액을 냉장 보관하면서 시료(Fig. 1)로 사용하였다.

3. 휘발성 향기 성분 농축물의 제조

대조구 및 머루 첨가량을 달리하여 제조한 4종 약주의 향기 성분 분석법으로 다공성 중합체 수지인 Porapak-Q(ethyl vinyl benzene-divinyl benzene, 50~80 mesh, Waters, Milford, MA, USA)를 사용하였다. 먼저 흡착제로 사용할 Porapak-Q는 hexane을 용매로 Soxhlet 추출 장치에서 6시간 불순물을 추출하여 정제한 후, 유리 column(2.0 cm×12.0 cm)에 충전하고 충전제의 10배량의 ether로 세정하였다. 다음 3~4배의 methanol을 흘려 ether를 배출, 치환한 후 7~8배의 탈이온수를 용리시켰다. 이어서 Porapak-Q를 충전한 column에 시료 약주 100 mL를 흘려 휘발성 향기 성분을 수지에 흡착시켰다. 그리고 탈이온수 3배량을 흘려 column 내에 존재하는 ethanol, 계면활성제 및 기타 수용성 성분을 용출시킨 후, 수지의 4배량의 ether를 사용하여 향기 성분을 용출하였다. Ether 추출액에 내부표준물질로 0.5 mL의 tetradecane(dichloromethane 중 80 ppm 농도로 조제)을 첨가한 후, 무수황산나트륨으로 탈수한 후 약 100 mL로 농축한 후, 그 중 0.8 mL를 gas chromatograph에 주입하였다.

4. 휘발성 향기 성분의 분석 및 동정

대조구 및 머루 첨가량을 달리하여 제조한 4종 약주의 휘발성 향기 성분 분석 및 동정은 GC(gas chromatography) 및 GC-MS(gas chromatography-mass spectrometry)를 사용하여 행하였다. 분석에는 GC(model 17A, Shimadzu, Japan)를 사용하였고, 휘발성 향기 성분 검출에는 FID(flame ionization detector) 검출기, column은 capillary column[30 m(length)×0.25 mm(I.D.)×0.25 mm(film thickness), HP-5MS, J&W Scientific Inc., USA]을 사용하였으며, column 온도는 35℃에서 5분간 유지한 후, 210℃까지 5℃/min의 속도로 온도를 높였으며, GC의 주입부는 220℃를 유지하였다. Carrier gas는 N₂ 가



Fig. 1. Control and yakju added with 100~400 g of meoru after fermentation at 25℃ for 15 days.

스를, 유량은 1.0 mL/min, 분석 시 split mode로 split ratio는 1:50을 유지하였다. GC-MS는 GC(HP 6890, Agilent, CA, USA)와 Mass Selective Detector(HP5973, Agilent, CA, USA)가 연결된 것을 사용하였다. Carrier gas로 helium 가스를 사용한 것을 제외하고, 온도조건은 GC와 동일하게 설정하였다. GC-MS의 이온화 전압은 70 eV로 하였다. GC에 의해 분리된 각 peak 성분은 표준물질의 retention time 및 GC-MS 분석 결과로 얻은 mass spectral data를 Wiley 275 L library와 비교하여 확인하였다.

5. 휘발성 향기 성분의 정량

대조구 및 머루첨가량을 달리하여 제조한 4종 약주로부터 동정된 각각의 향기 성분의 함량은 동정된 성분의 peak area와 내부표준물질의 peak area 간의 상대적인 비율을 구하였다. 각 휘발성 향기 성분은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Relative content} = \frac{\text{각 휘발성 성분 peak area}}{\text{내부표준물질 peak area}} \times 100$$

6. 관능검사

시료 약주의 관능검사는 외식산업학과 22~25세의 약주에 대한 관능검사 경험이 있는 대학생 20명을 panel로 선정하여 실시하였다. 관능검사 전 관능검사에 대한 지식, 용어, 평가 기준 등을 설명하였다. 시료 약주는 10~12°C의 온도로 하여 50 mL 투명 플라스틱 컵에 20 mL를 담아 생수와 함께 제공하였고, 한 종류의 시료 평가 후에는 물로 입을 행구도록 하였다. 먼저 약주의 냄새를 맡게 하고, 맛을 본 다음 색, 향, 맛, 종합적 기호도에 대해 7점 척도법으로 측정하였다(1점 : 가장 낮음, 7점 : 가장 높음).

측정 결과는 통계분석 프로그램인 SPSS 12.0 version에 의해 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 각 시료간의 유의적인 차이를 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 시료 약주의 향기 성분

대조구 및 머루첨가량을 달리하여 제조한 4종 머루첨가구의 휘발성 향기 성분을 동정한 결과는 Table 1과 같다.

시료 약주의 향기 성분으로는 isoamyl alcohol(3-methyl butanol)과 phenyl ethyl alcohol 등 alcohol류 5종, ethyl acetate 등 ester류 9종, benzene acetic acid 등 acid류 7종, 3-methyl pentane 등 hydrocarbon류 4종, dihydroxy-5-pentyl-2(3)-furanone 등 ketone류 3종, 2,3-dihydroxy benzofuran 등 기타 화

합물 7종의 총 35종의 향기 성분이 동정되었다.

대조구의 향기 성분은 28종으로 가장 많았고, 100 g 첨가구 23종, 200 g 첨가구 17종, 300 g 첨가구는 15종, 400 g 첨가구는 13종으로 머루첨가량이 증가함에 따라 동정된 화합물의 수는 감소하였다. 또한 동정된 향기 성분의 총합량도 대조구, 100 g, 200 g, 300 g, 400 g 첨가구가 각각 2,102.53, 1,297.39, 878.37, 757.89, 628.13의 순서로 머루첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 이 같은 결과는 머루첨가량이 증가함에 따라 머루 중에 함유된 polyphenol 함량도 증가하여 폴리페놀의 항균 작용(Radovanović *et al* 2009)으로 인해 누룩 중의 미생물 생육이 저해되어 향기 성분 생성이 억제되었기 때문인 것으로 사료되었다.

시료 약주에서 동정된 alcohol, ester, acid, hydrocarbon, ketone 화합물, 기타 향기 성분의 총합량을 Fig. 2에 나타내었다.

1) Alcohol류

대조구 및 4종 머루첨가구의 alcohol 화합물로는 isoamyl alcohol, phenylethyl alcohol, 4-hydroxybenzene ethanol, 4-hydroxyphenyl ethanol, 1H-indole-3-ethanol이 동정되었다. Alcohol 화합물은 ester 화합물과 함께 발효 중 yeast 대사에 의해 생성되는데(Selli *et al* 2006), 이들 alcohol 화합물은 대조구와 머루첨가구 향기 성분 총합량의 77~90%로 대부분을 차지하였다. Alcohol 화합물의 총합량은 대조구가 가장 높았고, 다음은 100 g, 200 g, 300 g, 400 g 첨가구의 순으로 머루첨가량이 증가함에 따라 감소하였다.

Isoamyl alcohol과 phenylethyl alcohol은 대조구와 머루첨가구 모두에서 가장 주요 alcohol 성분으로, 이들 alcohol 화합물은 진분분해 효모융합체를 이용한 발효주(Ju *et al* 2009), 시판 청주(Choi *et al* 2008), 울방개를 첨가한 약주(Cheong *et al* 2008) 및 white wine(Selli *et al* 2006)에서도 가장 주요한 성분으로 보고되어 청주나 약주와 같은 곡물을 주원료로 하는 곡주나 과일주인 wine 모두에 있어 중요한 향기 성분인 것으로 사료되었다. 오가피를 0, 5, 12.5, 25 g으로 첨가량을 달리하여 제조한 약주에서도 오가피 첨가량이 증가함에 따라 ethanol, propanol, isobutyl alcohol 등의 alcohol 화합물의 함량은 감소하여 본 결과와 일치하였다(Choi & Min 2005). 이는 오가피나 머루 첨가량 증가에 따른 polyphenol 함량의 증가로 yeast 생육이 저해되기(Ahn *et al* 2007) 때문인 것으로 사료되었다. 한편, 쌀의 0~50%를 울방개로 대체하여 제조한 약주의 경우, isoamyl alcohol 및 isobutyl alcohol의 alcohol 화합물 생성량은 울방개를 20% 첨가할 때까지 증가하다 이후 감소하여 비진분질 재료의 다량 첨가는 isoamyl alcohol 생성을 억제하는 본 연구 결과와 부분적으로 일치하였다(Cheong *et al* 2008).

Table 1. Volatile flavor compounds identified in control and yakju added with 100~400 g of meoru after fermentation at 25°C for 15 days

No	Compound	t_R (min)	Sample ¹⁾					Evidence ²⁾
			Control	100 g	200 g	300 g	400 g	
1	3-methyl pentane	7.08	21.38	27.26	30.21	34.89	37.18	MS
2	Ethyl acetate	7.41	12.53	31.25	81.83	33.76	32.10	GC, MS
3	Isoamyl alcohol	11.36	744.67	658.61	375.44	365.07	256.52	GC, MS
4	Ethyl butanoate	13.61	16.28	8.39	46.00	32.25	21.51	MS
5	3-Methyl-1-pentene	16.52	5.52	5.17	nd	nd	nd	MS
6	Isoamyl acetate	16.82	1.52	3.43	7.03	6.19	5.57	MS
7	Ethyl hexanoate	21.70	4.96	3.80	6.12	5.86	4.80	GC, MS
8	Undecane	25.39	nd	nd	4.60	3.41	nd	MS
9	Phenylethyl alcohol	26.87	1,123.20	519.76	300.12	255.12	238.16	GC, MS
10	Diethyl butanedioate	28.27	5.79	2.22	nd	nd	nd	GC, MS
11	Ethyl octanoate	28.85	1.03	1.39	3.08	3.05	2.22	GC, MS
12	2,3-Dihydrobenzofuran	29.67	4.12	nd	nd	nd	nd	MS
13	2-Methyl-1-propenyl benzene	30.77	2.05	nd	nd	nd	nd	MS
14	Phenylethyl formate	31.06	2.75	4.08	4.51	4.27	4.13	MS
15	3-Ethylacetophenone	31.43	8.53	nd	nd	nd	nd	MS
16	Benzeneacetaldehyde	32.94	1.77	nd	nd	nd	nd	MS
17	Dihydroxy-5-Pentyl-2(3)-Furanone	34.10	2.81	1.35	nd	nd	nd	MS
18	Decanoic acid	34.27	3.97	1.13	nd	nd	nd	GC, MS
19	Ethyl decanoate	34.47	2.95	0.62	3.25	2.76	nd	MS
20	Unknown	34.67	nd	nd	nd	nd	0.48	MS
21	Unknown	34.83	nd	nd	nd	nd	1.02	MS
22	Unknown	37.55	nd	nd	nd	nd	1.54	MS
23	Unknown	38.37	nd	nd	nd	nd	13.53	MS
24	4-hydroxybenzene ethanol	36.36	21.80	6.29	3.52	2.67	2.06	MS
25	3-Phenyl-2-propenoic acid	36.88	2.05	0.66	2.69	2.78	2.96	MS
26	4-Hydroxyphenyl ethanol	37.53	0.64	0.70	1.55	2.69	nd	MS
27	2,5-Cyclohexasene-1,4-dione	37.98	1.05	nd	nd	nd	nd	MS
28	Dodecanoic acid	39.48	3.74	1.07	nd	nd	nd	MS
29	Indolebutyric acid	39.94	10.44	5.35	2.80	nd	nd	MS
30	1,3-Diphenyl cyclobutane	44.23	nd	nd	2.17	3.12	4.35	MS
31	4-Hydroxy-3-methoxy benzene acetic acid	45.12	8.60	5.61	nd	nd	nd	MS
32	Benzene acetic acid	45.33	8.94	1.25	3.45	nd	nd	MS
33	1H-indole-3-ethanol	46.13	44.01	7.42	nd	nd	nd	MS
34	n-hexadecanoic acid	52.73	25.70	0.58	nd	nd	nd	MS
35	Ethyl hexadecanoate	52.79	9.73	nd	nd	nd	nd	MS
Total			2,102.53	1,297.39	878.37	757.89	628.13	

¹⁾ The result is expressed as the ratio of peak area of each compound/peak area of internal standard×100.²⁾ Evidence; GC retention times were confirmed with those of standard samples (GC) and tentative identification was based on mass spectral (MS) data. t_R ; retention time. nd; not detected.

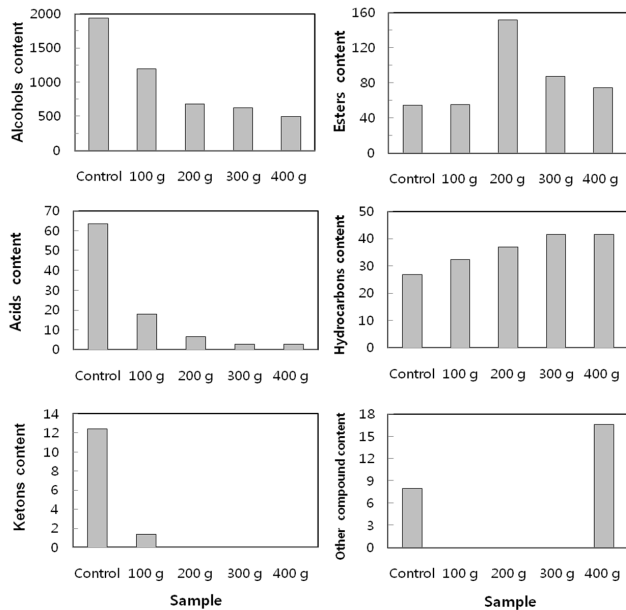


Fig. 2. Contents of volatile flavor compounds of control and yakju added with 100~400 g of meoru after fermentation at 25°C for 15 days.

Content of volatile flavor compounds is expressed as the ratio of peak area of each compound/peak area of internal standard \times 100.

3-methyl-butanol은 바나나 향의 감미를 지닌 방향 성분으로 leucine으로부터 효모 발효에 의해 생성되며(Kim *et al* 2000), 장미향을 띄는 phenylethyl alcohol도 phenylalanine으로부터 발효 과정 중 생성된다(Choi *et al* 2008). 이들 alcohol 화합물은 대조구 및 머루첨가구의 바나나향 또는 꽃향기와 같은 향긋한 향기에 기여하는 중요 향기 성분인 것으로 사료되었다. 한편, ethyl alcohol은 50~80°C로 가열한 약주 향기 성분의 94~97%(Kang *et al* 1999), 손바닥 선인장 열매를 이용한 발효주와 증류주(Bae *et al* 2002)의 84~98%, 오가피 약주의 41.4~79.6%(Choi & Min 2005)를 차지하였다고 보고되었으나, 본 연구에서는 거의 동정되지 않았다. 향기 분석 방법이 증류법인 경우 ethyl alcohol이 차지하는 비율은 너무 크므로 미량 존재하는 다른 향기 성분의 동정이 어렵게 된다. 본 연구에서 사용한 흡착법은 보고된 부침법(Kang *et al* 1999)이나 SPME 방법(Choi & Min 2005, Kwon *et al* 2010)과 달리 주류의 ethyl alcohol은 거의 흡착하지 않고, 다른 향기 성분을 흡착제에 흡착시키므로 극미량 존재하는 주류의 향기 성분 분석에 적합한 향기 성분 추출 방법으로 사료되었다.

2) Ester류

대조구 및 4종 머루첨가구의 ester 화합물로 ethyl acetate, ethyl butanoate, isoamyl acetate, ethyl hexanoate, diethyl butanedioate, ethyl octanoate, phenylethyl formate, ethyl decanoate,

ethyl hexadecanoate가 동정되었다. 주류에서 ester 화합물은 alcohol 화합물보다 일반적으로 소량 함유되어 있으나, alcohol 화합물보다 향의 기여도가 큰 화합물이며(Choi *et al* 2008, Lee *et al* 2007), 과일 향기의 주성분으로 알려져 있다. 본 시료 약주에서도 ester 화합물은 alcohol 화합물보다 소량 동정되었다. 대조구와 머루첨가구 중의 ester 화합물 총합량은 200 g, 300 g, 400 g, 100 g 첨가구, 대조구의 순으로 ester 화합물은 200 g 첨가구까지는 머루첨가량이 증가함에 따라 증가하였으나, 200 g 이상 첨가 시에는 감소하였다.

대조구와 및 4종 머루첨가구에서 모두 동정된 ethyl acetate와 ethyl butanoate는 시료 약주의 가장 중요한 ester 화합물인 것으로 나타났다. Ethyl acetate는 파인애플을 떠오르게 하는 향기 성분으로 맥주나 일본 소주의 주요 ester 화합물(Choi *et al* 2008)이며, isoamyl acetate는 배, 바나나, 사과향을 느끼게 하는 향기 성분이다(Lee *et al* 2007). 올방개 약주의 경우(Cheong *et al* 2008), ethyl acetate는 10% 첨가 시 가장 많이 생성되었고, 이후 감소하는 경향을 보였다.

한편 Choi & Min(2005)은 오가피 약주의 향에 대한 기호도는 향기 성분의 총합량보다 미량이지만, 과일, 약재 등에서 유래한 다양한 ester 화합물의 존재가 크게 영향을 미치는 것으로 보고하였고, Kim *et al*(2000)은 특히 ethyl ester와 같은 short-chain monocarboxylic acids의 ester 화합물은 휘발성이 높아 주류의 품질에 중요한 성분이라고 하였다.

3) Acid류

대조구 및 4종 머루첨가구의 acid 화합물로 decanoic acid, 3-phenyl-2-propenoic acid, dodecanoic acid, indolebutyric acid, 4-hydroxy-3-methoxybenzene acetic acid, benzene acetic acid, hexadecanoic acid가 동정되었다. 대조구에서는 7종 acid 화합물이 모두 동정되었고, acid 화합물 총합량도 가장 높았다. 100 g 첨가구에서도 7종 화합물이 동정되었으나, 총합량은 대조구의 1/4로 낮았으며, 200 g 첨가구는 2종 화합물만이 동정되었고, 총합량도 대조구의 1/10로 머루첨가량이 증가함에 따라 acid 화합물 총합량은 급격히 감소하였다. 3-phenyl-2-propenoic acid는 머루첨가량이 증가함에 따라 점차 증가하였으나, 이를 제외한 6종의 acid 화합물은 감소하다가 200 g이나 300 g 첨가구 이상에서는 동정되지 않았다. 주류에서 acid 화합물은 alcohol과 결합해 ester 화합물을 생성하므로(Kim *et al* 2000) 미량 함유되어 있어도 주류의 풍미 생성에 중요한 성분이다(Lee *et al* 2007). Acetic acid는 주류에서 세균과 효모의 발효 작용으로 생성되며, 자극취를 갖는 성분으로(Lee *et al* 2007) 시판 청주(Choi *et al* 2008), 가열한 약주(Kang *et al* 1999), 탁주(Lee *et al* 2007)에서 동정된 acetic acid는 본 시료에서는 동정되지 않았다.

4) Hydrocarbon류

대조구 및 4종 머루첨가구의 hydrocarbon 화합물로 3-methyl pentane, 3-methyl-1-pentene, undecane, 1,3-diphenyl cyclobutane이 동정되었는데, 직쇄형 탄화수소는 주류의 향기에 크게 기여하지 않는 성분이다. 3-methyl pentane은 모든 시료 약주에서 동정되었으며, 머루첨가량이 증가함에 따라 동정량은 증가하였다. 3-methyl-1-pentene은 대조구와 100 g 첨가구에서만 동정되었으나, 1,3-diphenyl cyclobutane은 이와 반대로 대조구와 100 g 첨가구에서는 동정되지 않고, 200 g 이상의 첨가구에서 동정되었으며 머루첨가량이 증가함에 따라 동정량이 증가하였다. Undecane는 200 g 첨가구와 300 g 첨가구에서만 동정되었다. 상황버섯 균사체 발효주에서는 terpene 탄화수소인 L-limonene과 직쇄형 탄화수소인 dodecane의 hydrocarbon류가 동정되었으며(Choi *et al* 2008), 대추술(Kim *et al* 2000)에서는 tetradecane, hexadecane, octadecane, nonadecane의 4종이 동정되었다. 사과, 배 등의 과실로부터 분리된 효모를 첨가한 약주(Shin *et al* 1999)에서는 hydrocarbon류가 동정되지 않았다.

5) 기타

Furanone은 주류의 단(sweet) 향기 성분(Choi *et al* 2008)으로 대조구에서만 동정되었는데, Choi *et al*(2008)은 시판 청주와 *Phellinus linteus* mycelium가 첨가된 약주에서도 동정되었다고 보고하였다. 2-methyl-1-prophenyl benzene과 benzeneacetaldehyde는 대조구에서만 검출되었고, GC-MS에서만 검출되어 확인할 수 없는 성분들은 400 g 첨가구에서만 검출되었다. Acetaldehyde는 강한 자극취를 갖는 향기 성분으로 발효과정에서 ethyl alcohol의 효모에 의한 산화, 탈아미노화 등에 의해 생성된다(Bae *et al* 2002).

2. 기호도 검사

머루 함량을 달리하여 제조한 머루약주의 기호도 검사의 결과는 Fig. 3과 같다. 색에 대한 기호도의 경우, 200 g 첨가구가 5.76으로 가장 높았으며, 300 g 첨가구 5.46, 400 g 첨가구 5.00, 100 g 첨가구 3.23, 대조구 2.23의 순으로 나타났으나, 200 g 첨가구~400 g 첨가구 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 맛의 기호도는 색의 기호도와 마찬가지로 200 g 첨가구가 4.92로 가장 높았으며, 다음 300 g과 400 g 첨가구가 유사한 정도로 선호되었고, 이어서 100 g 첨가구, 대조구의 순으로 나타났다. 향의 기호도에서도 200 g 첨가구가 4.53으로 가장 높았고, 이어서 300 g과 400 g 첨가구가 유사한 정도로 선호되었다. 200 g 첨가구의 선호도가 가장 높은 이유는 과일향을 느낄 수 있는 ester 화합물의 함량이 시료 약주 중에서 가장 높았기 때문인 것으로 사료되었다. 또한

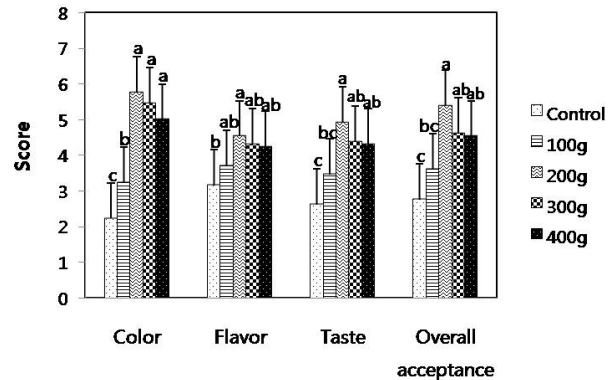


Fig. 3. Preference for color, flavor, taste and overall acceptance of control and *yakju* added with 100~400 g of *meoru* after fermentation at 25°C for 15 days.

^{a-c} Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different ($p < 0.05$).

대조구 및 4종 머루첨가구에 대한 향의 기호도 순서와 ester 화합물 총합량의 순서는 일치하여 본 연구에서도 약주의 향기는 향기 성분의 총합량이나 약주 중 다량 존재하는 isoamyl alcohol과 phenyl ethyl alcohol보다 미량 존재하지만, 과일향을 느끼게 하는 ester 화합물의 영향을 크게 받는 것으로 나타났다(Choi & Min 2005).

종합적인 기호도는 머루를 200 g 첨가한 약주가 5.38로 가장 높았고, 다음 300 g, 400 g 첨가구가 4.61, 4.53으로 유의적인 차이가 없었으며, 그 다음이 100 g 첨가구의 순이었고, 대조구는 2.76으로 가장 선호되지 않았다. 머루를 200 g 첨가한 약주가 모든 항목에서 가장 높은 선호도를 나타내었는데, 이는 향기 이외에도 단맛과 신맛은 강하지 않고, Fig. 1의 사진과 같이 색은 진하지 않게 느꼈기 때문인 것으로 사료되었다. 이상의 결과 머루약주 제조를 위한 최적의 머루 첨가량은 대조구 1,715 g에 머루 200 g이며, 이 배합으로 향기 이외에도 색, 맛의 기호도가 높은 약주 개발이 가능한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 대조구 및 머루첨가량을 100, 200, 300, 400 g으로 달리하여 제조한 약주를 대상으로 향기 성분을 분석하고, 관능검사를 실시하여 기호도가 높은 머루약주를 제조하기 위한 최적의 머루 첨가량을 알아보았다. 대조구 및 4종 머루첨가구의 향기 성분으로 alcohol류 5종, ester류 9종, acid류 7종, hydrocarbon류 4종, ketone류 2종 및 기타 화합물 7종의 총 35종의 향기 성분이 동정되었다. 향기 성분은 대조구가 28종으로 가장 많았고, 동정된 향기 성분 화합물의 수와 향기 성분 총합량은 머루첨가량이 증가함에 따라 감소하였

다. 한편, 과일향의 ester 화합물이 가장 많이 동정된 200 g 첨가구는 관능검사 결과에서도 향기뿐 아니라, 색, 맛, 종합적 기호도가 가장 높았다. 이상의 결과로부터 약주 향기는 향기 성분의 총합량보다 미량 존재하는 ester 화합물에 의하며, 머루약주 제조를 위한 최적의 머루첨가량은 대조구 1,715 g에 머루 200 g인 것을 알 수 있었다.

문 헌

- 국제청기기술연구소 (2008) 주류분석규정. pp 65-66.
- 이효지 (1996) 한국의 전통민속주. 한양대학교 출판부, 서울. pp 33-34.
- Ahn MS, Kim HJ, Seo MS (2007) A study on the antioxidative and antimicrobial activities of the *Citrus unshju* peel extracts. *Korean J Food Culture* 22: 454-461.
- Bae IY, Yoon EJ, Woo JM, Kim JS, Lee HG, Yang CB (2002) The development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. I. Characteristics of mashes and soju. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 11-17.
- Cheong C, Rhee IS, Lee SK, Kang SA (2008) A study on the qualitative properties of traditional sake using allbanga. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 784-791.
- Choi HS, Min KC (2005) Quality characteristics of *ogapiju* prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 37: 525-531.
- Choi SH, Jang EY, Choi BT, Im SI, Jeong YK (2008) Analysis and comparison of volatile flavor components in rice wine fermented with *Phellinus linteus* mycelium and regular commercial rice wine. *Food Quality Culture* 2: 32-36.
- Choi SJ (2010) The difference of anthocyanin pigment composition and color expression in fruit skin of several grape cultivars. *Korean J Food Preserv* 17: 847-852.
- Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ (2006) Physicochemical analysis and antioxidative effects of wild grape (*Vitis coignetiae*) juice and its wine. *Korean J Food & Nutr* 19: 311-317.
- Ju MN, Hong SW, Kim KW, Yum SK, Kim GY, Chung KS (2009) Preparation of Korean traditional alcoholic beverage (yakju) by a protoplast fusion yeast strain utilizing starch and its quality characteristics. *Korean J Food Sci Technol* 41: 541-546.
- Kang BT, Yoon OH, Lee JW, Kim SH (2009) Qualitative properties of wild grape wine having different aging periods. *Korean J Food & Nutr* 54: 548-553.
- Kang MY, You SS, Park YS, Mok CK, Chang HG (1999) Analysis of flavors in heat-sterilized *yakju*. *Food Engineering Progress* 3: 170-175.
- Kim HW, Chu SM, Lee DJ (2006) Determination of resveratrol content in grapes and wines. *Korean J Crop Sci* 51: 259-263.
- Kim JY, Koh JS (2004) Screening of brewing yeasts and saccharifying molds for foxtail millet-wine making. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 85-91.
- Kim JY, Min YK, Yoon HS (2000) Flavor changes of *daechusul* during storage. *Food Engineering Progress* 4: 45-50.
- 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. *Kor J Microbiol Biotechnol* 38: 46-52.
- Lee DH, Yu HE, Lee JS (2004) Quality characteristics and physiological functionality of wild grape wine. *J Natural Sci* 15: 69-78.
- Lee HS, Lee TS, Noh BS (2007) Volatile flavor components in the mashes of *takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 39: 593-599.
- Lee NR, Choi SJ (2009) Contents of resveratrol in different parts of various grape cultivars. *Korean J Food Preserv* 16: 959-964.
- Radovanović A, Radovanović B, Jovančićević B (2009) Free radical scavenging and antibacterial activities of southern Serbian red wines. *Food Chem* 117: 326-331.
- Selli S, Canbas A, Cabaroglu T, Erten H, Günata Z (2006) Aroma components of cv Muscat of Bornova wines and influence of skin contact treatment. *Food Chem* 94: 319-326.
- Seo JS, Lee JS, Byun GI, Kwak EJ (2008) Quality characteristics of *yakju* fermented with wild grape and 4 kinds of cereals. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1472-1478.
- Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD (1999) Characterization of *yakju* prepared with yeast from fruits. 1. Volatile components in *yakju* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 794-800.
- http://kosis.kr/abroad/abroad_01List.jsp?parentId=F. Accessed July 10, 2012.