

누룩 및 조 첨가량에 따른 전통발효주의 이화학적 특성

우관식 · 이재생 · 고지연 · 송석보 · 오병근 · 강종래 · 남민희 · 류인수¹ · 서명철*
농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부, ¹사단법인 한국가양주협회

Physicochemical Characteristics of Korean Traditional Wine Fermented from Foxtail Millet (*Setaria italica* Beauv.) and Nuruk at Different Addition Rates

Koan Sik Woo, Jae Saeng Lee, Jee Yeon Ko, Seuk Bo Song, Byeong Geun Oh, Jong Rae Kang, Min Hee Nam, In Soo Ryu¹, and Myung Chul Seo*

Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration
¹Guardian of Korea's Traditional Wines and Spirits

Abstract This study was carried out to compare the physicochemical characteristics of Korean traditional wine fermented from foxtail millet and nuruk at different mixing rates. The alcohol contents of fermented wine ranged from 12.70 to 13.38%. Two kinds of commercial nuruks, SH and BS nuruk, were used. The brix degrees of foxtail millet wine fermented by SH and BS nuruks were 21.6 and 22.4°Bx, respectively. The pH, total acidity, and turbidity of the wines fermented by SH and BS nuruks were 3.74 and 3.40, 1.40 and 1.51%, and 0.441 and 0.149, respectively. With an increase in the amount of foxtail millet, brix degree, pH, turbidity, b-value and L-value decreased, and total acidity and a-value increased. Total color difference (ΔE_{ab}) parameter of the wine fermented by SH nuruk were 8.58, 22.59 and 22.55, while those by BS nuruk were 0.35, 4.08 and 7.16 in 30, 70 and 100% addition rates of foxtail millet, respectively. With an increase in the amount added of foxtail millet, glucose content decreased. The organic acids such as lactic acid and acetic acid were predominantly detected in the fermented wine. Finally, based on sensory evaluations, the wine fermented by BS nuruk showed the best overall quality at the 30% addition rate of foxtail millet.

Key words: Foxtail millet (*Setaria italica* Beauv.), Korean traditional wine, nuruk, physicochemical characteristic

서 론

우리나라는 쌀을 이용하는 방법이 예부터 다양하게 발달되어 왔으며, 특히 곡주 문화권을 형성하였기 때문에 쌀의 이용에 있어서 양조가 차지하는 위치는 매우 중요하다(1). 이러한 측면에서 곡류를 이용한 전통발효주의 개발은 매우 가치 있는 일이며, 이를 통한 전통문화의 계승면에서도 중요하다. 옛날부터 즐겨 마시던 우리나라의 전통주는 그 종류와 양조법이 다양하였다(2). 이러한 전통주에 대한 연구로는 대추첨가량에 따른 알코올발효 특성을 연구한 보고(3)와 몇 가지 약초에 대하여 침출주 제조에 관한 연구(4), 약용주의 종류와 품질특성(5), 삼일주(6) 및 백하주(1)의 종류조건에 따른 성분의 변화에 대한 연구 등 약용주에 대한 연구가 보고되어 있다. 전통 민속주는 주류면허 개방에 따른 농업인과 생산자 단체의 주류제조면허 취득허가로 최근 여러 전통주 제조장이 설립되었으나, 제조기능보유자의 노령화와 생산기술

부족으로 주질이 떨어져 경쟁력에서 어려움을 겪고 있으며, 영세성을 면치 못해 경영상 어려움을 겪고 있는 실정이다(7).

우리나라에서 조를 이용한 발효주는 제주도의 오매기술이 대표적이며, 이것은 예로부터 쌀이 귀한 제주도에서 발곡식인 조를 주재료로 하여 연자방아나 맷돌로 빻아 제주 지역의 맑은 물로 빻아낸 순곡주인데, 하나의 독에서 청주와 막걸리를 함께 얻는다. 제주옹과 귀한 손님을 맞을 때 내놓는 접대용 술로서 걸쭉하면서도 부드러운 맛이 나는 것이 특징이다.

조(foxtail millet, *Setaria italica* Beauv.)는 1년생 초본으로 요수량이 적고 수분조절 기능이 높아서 한밭에 매우 강할 뿐만 아니라 밀, 보리, 콩 등의 재배가 어려운 척박한 토양에서도 생육이 좋은 작물로 알려져 있다(8,9). 국내에서 생산되고 있는 조는 열매가 작고 등글며, 메조와 차조로 구별된다. 종자 천 알의 무게는 조곡으로 2.5-3 g이고 1L의 종실수는 21만에서 26만 알이며, 종자의 겉질은 황색, 적색, 흑색 등 다양하다(10). 아밀로스 함량은 메조 전분이 28.0%, 차조전분이 8.0%로 알려져 있으며, 수분 및 섬유소 함량은 메조와 차조에서 유사하게 함유되어 있어서 입안에서의 촉감이나 맛이 우수한 편은 아니지만 배변을 쉽게 하여 변비를 예방하고 대장암을 예방하는 효과가 있다(11). 조에 대한 연구로는 국내산 조 전분의 이화학적 특성 및 기계적 특성에 대한 연구(9,12)가 보고되어 있으며, 메조 분말과 전분에 대하여 기능성 및 물성에 대한 연구(13)가 이루어져 있다. 가공에 대한 연구로는 메조와 차조 첨가에 따른 white layer cake의 품질

*Corresponding author: Myung Chul Seo, Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang, Gyeongnam 627-803, Korea
Tel: 82-55-350-1265
Fax: 82-55-352-3059
E-mail: mcseo@korea.kr
Received December 31, 2009; revised February 17, 2010;
accepted February 17, 2010

과 저장특성에 대한 연구(10)와 과자와 빵을 제조한 연구(14) 등 대부분 빵이나 과자에 대한 연구가 대부분으로 전통식품, 특히 발효주와 관련된 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 대표적인 잡곡 중에 하나인 조의 이용성 제고를 위하여 조를 이용한 발효주를 제조하여 이에 대한 이화학적 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 발효주의 제조

본 연구에 사용된 찹쌀과 멥쌀은 경남 밀양시 북북면에서 2008년에 생산된 것을 구입하여 사용하였고 조(차조)는 P유통업체(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였으며, 누룩은 SH업체(Gwanju, Korea)와 BS업체(Busan, Korea)의 제품 2종을 구입하여 사용하였다. 발효주의 제조는 멥쌀 4kg을 세척하여 분쇄한 후 떡을 찌고 누룩 1kg, 물 6L를 부어 3일간 숙성시킨 후 여기에 멥쌀 2kg을 세척하여 분쇄한 후 떡을 찌 첨가하여 다시 5일 동안 숙성시켜 밀술을 제조하였다. 조 첨가 발효주의 제조는 찹쌀을 대조군으로 하였고 조 100%와 조와 찹쌀을 70:30(% w/w) 및 30:70(% w/w)의 비율로 첨가하고 제조된 밀술을 1:1(w/w)의 비율로 첨가하여 잘 혼합한 후 30일 동안 발효하였으며, 발효가 완료된 시료를 면포로 1차 여과한 후 원심분리 및 2차 여과하여 분석용 시료로 사용하였다.

발효주의 이화학적 특성분석

알코올 함량은 제조된 발효주 100 mL를 증류장치의 수기에 취한 후 약 70 mL 정도를 증류한 다음 증류수를 가하여 최종 용량이 100 mL이 되도록 조절한 후 알코올 비중계로 알코올 도수(%)를 측정하고 온도 보정표를 이용하여 환산하였다(15). 당도는 굴절당도계(Spectrum Technologies Inc., Plainfield, IL, USA)를 사용하여 발효액의 당도를 측정하여 °Bx로 표시하였고 탁도는 Ryu 등(16)의 방법에 따라 UV-VIS Spectrophotometer(UV-2450, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 600 nm에서 투과도를 측정하였다. pH는 여과액을 pH meter(Model F-54, Horiba, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 산도는 발효액을 증화시키는데 필요한 0.1 N NaOH의 소요량(mL)을 주석산의 상당량으로 표시하였다(17). 색도 측정은 여과액을 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도의 정도를 나타내는 a값(redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었으며(18), 찹쌀 100%를 첨가한 시료와의 색차(ΔEab)를 계산하였다(19).

발효주의 유기산 함량 측정

제조된 발효주의 유기산 함량은 HPLC(Thermo Separation Products, San Jose, CA, USA)로 분리·정량하였으며, 시료를 적당히 희석하여 0.45 μm syringe filter(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하여 20 μL를 HPLC에 주입하였다. 표준물질로 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, formic acid, acetic acid, lactic acid(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 등을 사용하였다. 컬럼은 Aminex Ion exclusion HPX-87H와 Aminex Cation-H guard column(7.8×300 mm, Bio-rad Lab., Hercules, CA, USA)을 사용하였으며, UV(215 nm) 검출기로 검출하였고 이동상은 0.008 N H₂SO₄를 0.6 mL/min의 유속으로 흘려주었다.

발효주의 유리당 함량 측정

발효주의 유리당 함량은 Bae 등(18)의 방법을 변형하여 분석하였다. 시료를 0.45 μm syringe filter(Millipore)로 여과하여 분석 시료로 사용하였다. 분석기기는 HPLC(Waters 2695, Waters, New Castle, DE, USA)를 이용하였고, 컬럼은 carbohydrate analysis(4.6×250 mm, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), 이동상은 acetonitrile-water(85:15 v/v), 검출기는 ELSD(Waters 2420, Waters, New Castle, DE, USA), 유속은 1 mL/min, 주입량은 20 μL로 하였다. 표준물질은 fructose, glucose, sucrose, maltose(Sigma-Aldrich) 사용하였다.

관능검사 및 통계처리

제조된 발효주에 대한 관능검사는 Choi 등(20)의 방법에 의해 훈련된 패널 20명을 대상으로 실시하였다. 관능검사 방법은 제조된 발효주에 대한 기호도를 -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3점으로 설정하여 색, 향, 맛, 전체적인 기호도 등의 항목에 대해 100% 찹쌀 첨가구를 대조군으로 하여 상대비교법으로 실시하였다. 각각의 조건에서 얻어진 데이터의 통계분석은 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, SAS version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 각각의 변수에 대한 영향을 분석하였다.

결과 및 고찰

누룩 및 조 첨가량에 따른 발효주의 이화학적 특성

누룩의 종류와 조 첨가량을 달리하여 제조한 발효주의 알코올 함량을 측정한 결과 Fig. 1과 같이 100% 찹쌀만으로 발효시킨 대조군의 경우 SH업체와 BS업체 누룩에서 각각 12.36, 12.53%로 나타났다. 조 첨가량이 증가함에 따라 알코올 함량이 약간 증가하였으나 SH업체 누룩의 경우 12.53-13.04%로 유의적인 차이를 보이지 않았다. BS업체 누룩은 12.70-13.38%로 유의적인 차이를 보였다. 발효주의 당도를 측정한 결과 대조군은 SH업체와 BS업체 누룩에서 각각 21.6 및 22.4°Bx로 나타났으며, 조 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). SH업체 누룩의 경우 조를 30, 70 및 100% 첨가한 시료에서 각각 22.8, 16.2 및 9.5°Bx로 나타나 조 30% 첨가구에서 약간 증가하였으나 대체적으로 감소하는 경향을 보였고 BS업체 누룩은 각각 20.2, 12.4 및 9.5°Bx로 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 발효주 특유의 단맛을 위해 30% 정도의 조를 첨가하는 것이 양호할 것으로 보인다.

발효주의 pH를 측정한 결과 Fig. 2와 같이 대조군은 SH업체와 BS업체 누룩에서 각각 3.74 및 3.40으로 나타났다. 조 첨가량이 증가함에 따라 SH업체 누룩을 이용한 발효주는 약간 감소하는 경향을 보였고 BS업체 누룩은 대체적으로 유의성 있게 증가하는 것으로 나타났다. SH업체 누룩의 경우 조 30% 첨가군에서의 pH는 3.75로 대조군과 유사하게 나타났고 BS업체 누룩은 조 70% 첨가군에서 3.43으로 대조군과 유사한 수준이었다. Lee 등(21)의 보고에 의하면 대표적인 전통발효주의 하나인 소곡주의 pH는 4.01로 보고하였는데, 본 연구에서는 사용된 원료의 품질이나 품종, 원수 등의 차이로 인해 약간 낮게 나타난 것으로 생각된다.

발효주의 산도를 측정하여 주석산의 상당량으로 환산한 결과 Fig. 2와 같이 대조군은 SH업체와 BS업체 누룩에서 각각 1.40 및 1.51%로 나타났다. 조 첨가량이 증가함에 따라 SH업체 누룩을

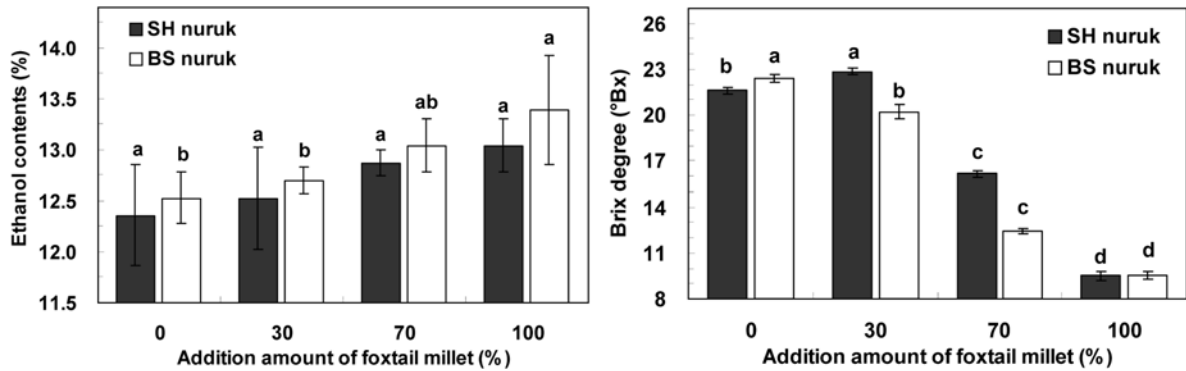


Fig. 1. The ethanol contents and brix degree of Korean traditional wine added with different nuruks and different amounts of foxtail millet. Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

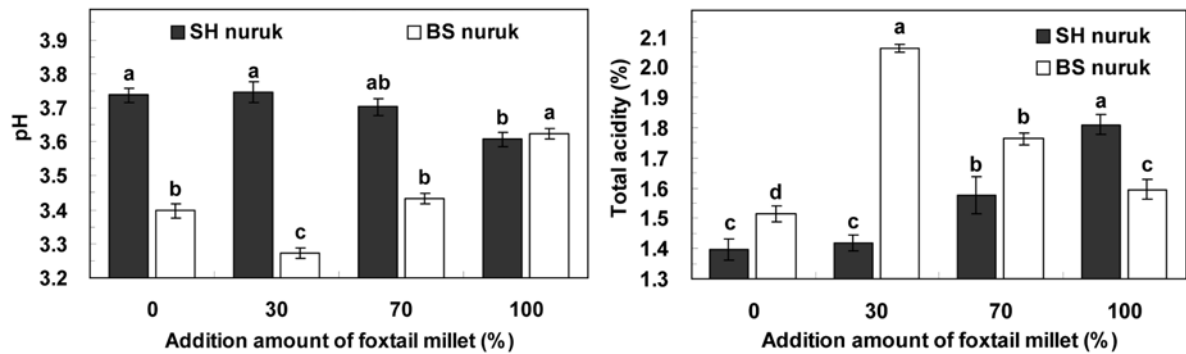


Fig. 2. The pH and total acidity of Korean traditional wine added with different nuruks and different amounts of foxtail millet. Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

이용한 발효주는 유의적으로 증가하는 경향을 보였고 BS업체 누룩은 대체적으로 유의성 있게 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 2). SH업체 누룩의 경우 조 30% 첨가군에서의 산도는 1.42%로 대조군과 유사하게 나타났고 BS업체 누룩은 조 100% 첨가군에서 1.60%로 유사한 값을 나타내었다. Kim 등(21)의 전통주의 발효 특성 연구에 의하면 전통발효주의 경우 pH 3.4 정도와 약 0.54%의 산도를 보이는 것으로 보고하였는데 본 연구에서 pH는 유사하였으며, 산도가 높게 나타난 것은 0.1 N NaOH 적정에서 종말점의 선택 차이와 발효온도의 영향으로 초산발효 진행과정에서 기인한 것으로 생각된다. 산도는 발효주의 품질에 중요한 영향을 미치는데 특히 총산이 높으면 신맛이 강하기 때문에 부재료를 가하여 총산을 낮추거나 calcium carbonate 등을 이용한 화학적 중화법으로 총산을 낮추는 방법(22)이 사용되기도 한다.

누룩 및 조 첨가량을 달리하여 제조한 발효주의 탁도를 600 nm에서 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 대조군은 SH업체와 BS업체 누룩에서 각각 0.441 및 0.149로 나타나 BS업체 누룩을 이용한 발효주의 탁도가 낮은 것으로 관찰되었으며, 조 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보여 밝아지는 것을 확인할 수 있었다. 조 첨가량이 증가할수록 SH업체 누룩의 경우 0.258-0.062, BS업체 누룩은 0.132-0.070으로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이는 찹쌀에 비해 조가 곡자에 의해 당화가 더디게 일어나기 때문인 것으로 생각된다.

제조한 발효주를 원심분리 및 여과하여 L, a 및 b-value로 측정하고 대조군으로 색차(ΔE_{ab})를 계산한 결과 Fig. 4와 같이 나타났다. 조 첨가량에 따라 명도를 나타내는 L-value는 감소하는 경향을 보였으며, 적색도를 나타내는 a-value는 증가하는 경향을

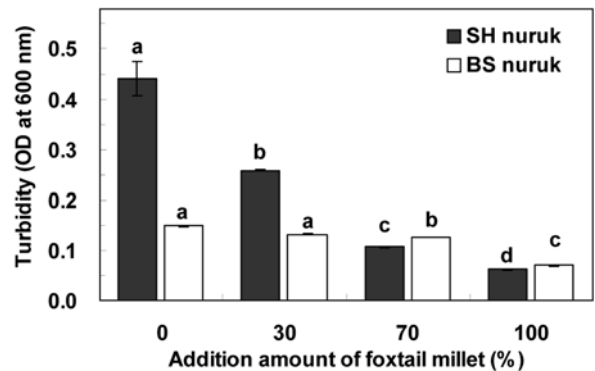


Fig. 3. The turbidity of Korean traditional wine added with different nuruks and different amounts of foxtail millet. Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple ranged test.

보였고 황색도를 나타내는 b-value는 감소하는 경향을 보였다. SH업체 누룩을 이용하여 발효한 시료의 경우 찹쌀 100% 처리군의 경우 L, a 및 b-value는 각각 62.99, 0.28 및 3.31로 나타났으며, 조 30, 70 및 100% 첨가군과의 색차는 각각 8.58, 22.59 및 22.55로 크게 증가하는 것으로 나타났다. BS업체 누룩을 이용하여 발효한 시료의 경우 찹쌀 100% 처리군의 경우 L, a 및 b-value는 각각 47.89, -0.62 및 6.18로 나타났으며, 조 30, 70 및 100% 첨가군과의 색차는 각각 0.35, 4.08 및 7.16으로 증가하는 것으로 나타났다.

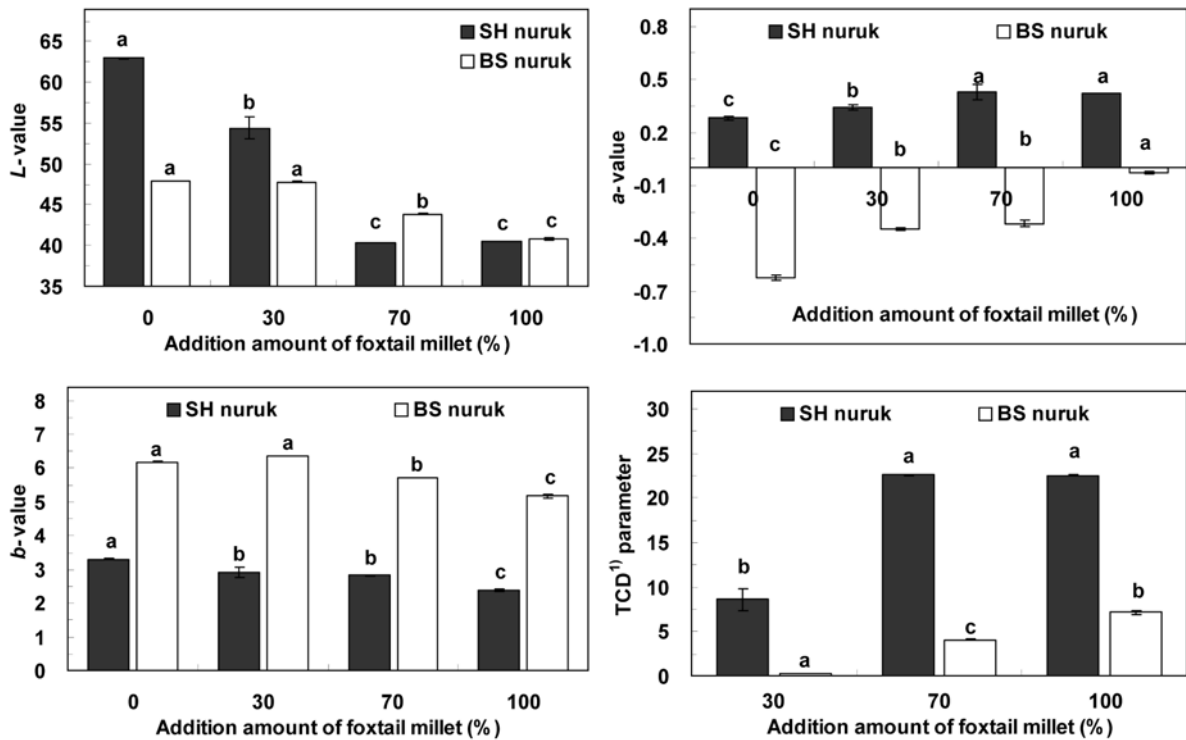


Fig. 4. The Hunter' L-, a-, and b-values of Korean traditional wine added with different nuruks and different amounts of foxtail millet. Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple ranged test. ¹⁾TCD parameter: total color difference (ΔE_{ab}) parameter, $\Delta E_{ab} = \{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2\}^{1/2}$.

누룩 및 조 첨가량에 따른 발효주의 유기산 함량

누룩의 종류와 조 첨가량을 달리하여 제조한 발효주의 유기산 함량을 측정된 결과 Table 1과 같이 나타났다. 표준품으로 사용한 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, formic acid, acetic acid 및 lactic acid 중에서 oxalic acid, lactic acid 및 acetic acid가 주된 구성 유기산임을 확인할 수 있었다. SH업체 누룩을 이용하여 제조한 발효주 중 대조군은 oxalic acid, lactic acid 및 acetic acid가 각각 0.0122, 0.3906 및 0.0753 mg/mL의 함량을 나타내었으며, BS업체 누룩은 lactic acid 및 acetic acid가 각각 0.4757 및 0.0592 mg/mL을 나타내 포함된 유기산의 대부분이 lactic acid임을 확인할 수 있었다. Lee 등(2)의 연구보고에 의하면 찹쌀을 주로 이용하여 제조하는 소곡주의 유기산 조성은 대부분이 lactic acid로 보고하였는데 본 연구에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 조 첨가 발효주 또한 주요 구성 유기산이 oxalic

acid, lactic acid 및 acetic acid로 나타났으며, 조 첨가량이 증가함에 따라 총 유기산 함량은 SH업체 누룩의 경우 증가하는 경향을 보였고 BS업체 누룩은 감소하는 것으로 나타났다. 이는 Fig. 2의 pH와 산도의 결과에서처럼 pH는 SH업체 누룩을 이용한 발효주는 감소하는 경향을 보였고 BS업체 누룩은 증가하는 것으로 나타났으며, SH업체 누룩에서 산도는 증가하는 경향을 보였고 BS업체 누룩은 감소하는 것으로 나타났는데 이와 같은 맥락으로 총 유기산 함량은 유사한 결과를 나타내었다.

누룩 및 조 첨가량에 따른 발효주의 유리당 함량

조첨가량 및 곡자를 달리하여 제조한 발효주의 유리당 함량을 측정된 결과 Table 1과 같이 표준품으로 사용한 fructose, glucose, sucrose 및 maltose 중에서 glucose만이 검출되었다. 대조군은 SH업체 및 BS업체 누룩에서 각각 7.116 및 7.580%로 나타났으며,

Table 1. The organic acid and glucose content of Korean traditional wine added with different nuruks and different amounts of foxtail millet

Treatment	SH nuruk				Glucose content (%)	BS nuruk				Glucose content (%)
	Organic acid content (mg/mL)					Organic acid content (mg/mL)				
Addition amount of foxtail millet (%)	Oxalic acid	Lactic acid	Acetic acid	Formic acid		Oxalic acid	Lactic acid	Acetic acid	Formic acid	
0	0.0122	0.3906	0.0753	ND ¹⁾	7.116	ND	0.4757	0.0592	ND	7.580
30	0.0359	0.3764	0.0590	ND	7.612	ND	0.7229	0.0986	ND	5.504
70	0.0483	0.4373	0.0652	0.0178	4.890	0.0376	0.5771	0.1012	ND	1.616
100	0.0537	0.4899	0.1157	ND	TA ²⁾	0.0640	0.4339	0.1120	ND	1.246

¹⁾ND: not detected.
²⁾TA: Trace amount.

Table 2. Sensory evaluation of Korean traditional wine added with different nuruks and different amounts of foxtail millet

Treatment		Color	Flavor	Taste	Overall acceptance
Nuruk	Addition amount of proso millet (%)				
SH nuruk	0	0.00±0.00 ^{1)ab2)}	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^{ab}
	30	-0.18±0.85 ^{ab}	0.09±1.02 ^a	0.00±0.76 ^a	-0.09±0.81 ^{ab}
	70	-0.45±0.91 ^b	-0.09±0.81 ^a	-0.45±0.80 ^{ab}	-0.36±0.66 ^b
	100	-0.45±1.10 ^b	0.18±1.05 ^a	-0.45±1.41 ^{ab}	-0.36±1.00 ^b
BS nuruk	0	0.00±0.00 ^{ab}	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^{ab}
	30	0.09±0.68 ^a	0.18±0.85 ^a	-0.73±1.08 ^b	-0.45±0.80 ^b
	70	0.27±0.63 ^a	0.36±1.09 ^a	-0.09±1.02 ^a	0.18±0.85 ^a
	100	0.18±0.59 ^a	0.09±0.81 ^a	-0.45±1.34 ^{ab}	-0.45±0.91 ^b

¹⁾Each value is mean±SD (n=20).

²⁾Means with same superscript in the same column are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

조 첨가량이 증가할수록 glucose 함량은 감소하는 경향을 보였다. 조를 100% 첨가하여 제조한 발효주의 glucose 함량은 BS업체 누룩에서 1.246%, SH업체 누룩에서는 미량 검출되었다. 이는 Fig. 1의 당도 결과에서처럼 조 첨가량이 증가할수록 당도가 감소하는 것과 일맥상통하는 것으로 보인다. Jung 등(23)의 연구에서 벼 도정 부산물을 이용하여 탁주를 제조 연구에서도 당의 대부분은 glucose가 차지하고 fructose, sucrose 및 maltose는 소량 검출되는 것으로 보고하였는데 본 연구에서는 glucose만이 검출되었으며, 소량 존재하는 것은 기기의 검출한계에 기인한 것으로 보인다.

관능검사

누룩 종류 및 조 첨가량을 달리하여 제조한 발효주의 관능검사는 각각의 누룩에 대하여 찹쌀 100%를 첨가하여 제조한 발효주를 대조군으로 설정하여 관능검사를 실시한 결과 Table 2와 같이 나타났다. 색, 맛 및 전체적인 기호도는 처리군 간에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났으나, 향은 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 제조된 발효주의 색은 전체적으로 SH업체의 누룩보다 BS업체의 누룩을 사용한 발효주가 더 높은 기호도를 보이는 것으로 나타났으며, BS업체 누룩을 사용한 발효주는 조를 첨가할 경우 관능특성이 더 좋아지는 것으로 나타났고 조 70% 첨가 발효주에서 좋은 결과를 나타내었다. 맛은 전체적으로 조를 첨가할 경우 감소하는 것으로 나타났으나, SH업체 누룩을 이용하여 조 30% 첨가에서 양호한 결과를 나타내었다. 전체적인 기호도에서 조를 첨가시 대조군에 비해 기호도가 감소하였으나, BS업체 누룩을 이용하여 조를 70% 첨가한 발효주가 가장 양호한 결과를 나타내었다.

요 약

대표적인 잡곡 중 하나인 조의 이용성 제고를 위하여 누룩 및 조 첨가량을 달리하여 제조한 발효주의 이화학적 특성을 검토한 결과 알코올 함량은 처리군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 당도는 조 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 발효주 특유의 단맛을 위해 30% 정도의 조를 첨가하는 것이 양호할 것으로 여겨졌다. pH는 조 첨가량이 증가함에 따라 SH업체 누룩을 이용한 발효주는 약간 감소하는 경향을 보였고 BS업체 누룩은 증가하는 것으로 나타났으며, 산도는 pH와 반대의 경향을 보였다. 탁도는 조 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경

향을 보여 맑아지는 것을 확인할 수 있었다. 조 첨가량에 따라 L 및 b-value는 감소하는 경향을 보였으며, a-value는 증가하는 경향을 보였고 색차(ΔE_{ab})는 증가하는 것으로 나타났다. 발효주의 유기산은 oxalic acid, lactic acid 및 acetic acid가 주를 이루었고 유리당은 glucose만이 검출되었고 조 첨가량이 증가함에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 보였다. 관능검사결과 조를 첨가할 경우 선호도가 감소하는 것으로 나타났으나, BS업체 누룩을 이용하여 조를 70% 첨가한 발효주가 가장 양호한 관능적 특성을 보였다.

문 헌

1. Min YK, Yun HS, Jeong HS. Studies on the distillation operation of *baikhaju*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 37: 9-13 (1994)
2. Lee CY, Kim TW, Sung CK. Studies on the souring of *Hansan sogokju* (Korean traditional rice wine). Korean J. Food Sci. Technol. 28: 117-121 (1996)
3. Min YK, Lee MK, Jeong HS. Fermentation characteristics of jujube alcoholic beverage from different additional level of jujube fruit. J. Korean Agric. Chem. Soc. 40: 433-437 (1997)
4. Min YK, Jeong HS. Manufacture of some Korean medicinal herb liquors by soaking. J. Korean Food Sci. Technol. 27: 210-215 (1996)
5. Min YK, Jeong HS, Cho JG. Distillation and quality characteristics of medicinal herb wines. J. Korean Agric. Chem. Soc. 39: 368-373 (1996)
6. Min YK, Yun HS, Jeong HS, Jang YS. Changes in compositions of liquor fractions distilled from *samilju* with various distillation conditions. J. Korean Food Sci. Technol. 24: 440-446 (1992)
7. Park JE, Jeon YJ, Kim JH, Kim SH. Isolation and identification of filamentous fungi from indoor air of a *sogokju* traditional rice wine factory. Korean J. Mycol. 36: 1-8 (2008)
8. Cho NK, Song CK, Kim IS, Cho YI, Oh EK. Effect of number of plants per hill on the major characters, forage yield, and chemical composition of Jeju Italian millet. J. Anim. Sci. Technol. 43: 967-972 (2001)
9. Kim NS, Seog HM, Nam YJ. Physicochemical properties of domestic millet starches. J. Korean Food Sci. Technol. 19: 245-249 (1987)
10. Lee MH, Chang HG, Yoo YJ. Effect of the millet and waxy millet on properties of white layer cake. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 395-402 (2005)
11. Ha YD, Lee SP. Characteristic of proteins in Italian millet, sorghum, and common millet. Korean J. Postharv. Sci. Technol. 8: 182-192 (2001)
12. Lim HJ, Yum CA. Effect of cereal on the physicochemical and sensory characteristics of *noti*-II. Study on the physicochemical

- and sensory characteristics of glutinous millet *noti*. J. Korean Soc. Food Sci. 12: 166-177 (1996)
13. Lornez K, Dilsaver W. Rheological properties and food applications of proso millet flours. Cereal Chem. 57: 21-24 (1980)
 14. Badi SM, Hosney RC. Use of sorghum and pearl millet flours in cookies. Cereal Chem. 53: 733-738 (1976)
 15. Min YK, Lee MK, Jeong HS. Fermentation characteristics of jujube alcoholic beverage from different additional level of jujube fruit. J. Korean Agric. Chem. Soc. 40: 433-437 (1997)
 16. Ryu BM, Kim JS, Kim MJ, Lee YS, Moon GS. Comparison of the quality characteristics of *sikhye* made with N₂-circulated low-temperature dry malt and commercial malts. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 311-315 (2008)
 17. Kang TS, Woo KS, Lee JS, Jeong HS. Fermentation characteristics of wine using fresh jujube. Food Engin. Prog. 10: 164-171 (2006)
 18. Bae SK, Lee YC, Kim HW. The browning reaction and inhibition on apple concentrated juice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 6-13 (2001)
 19. Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Lee J, Jeong HS. Characteristics of sucrose thermal degradation with high temperature and high pressure treatment. Food Sci. Biotechnol. 18: 717-723 (2009)
 20. Choi YH, Jeong EG, Choung JI, Kim DS, Kim SL, Kim JT, Lee CG, Son JR. Effects of moisture contents of rough rice and storage temperatures on rice grain quality. Korean J. Crop Sci. 51: 12-20 (2006)
 21. Kim IH, Park WS, Koo YJ. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and nuruk (Korean-style bran *koji*). Korean J. Diet. Culture 11: 339-348 (1996)
 22. Iverson J. Home wine making step by step, A guide to fermenting wine grapes. 3rd ed. Stonemark Publishing Co., Medford, MA, USA. pp. 115-125 (2000)
 23. Joung EJ, Paek NS, Kim YM. Studies on Korean Takju using the by-product of rice milling. Korean J. Food Nutr. 17: 199-205 (2004)