pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 29. No. 4, 565~572 (2016)
http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2016.29.4.565

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

보리와 밀 혼합막걸리의 품질특성

신동선 · 최예지* · 정석태** · 심은영* · 이석기* · 김현주* · 우관식* · 김시주* · 오세관* · †박혜영*
동원대학교 호텔관광대학, *농촌진흥청 국립식량과학원 수확후이용과
**농촌진흥청 국립농업과학원 발효식품과

Quality Characteristics of Mixed *Makgeolli* with Barley and Wheat

Dong-Sun Shin, Ye-Ji Choi*, Seok-Tae Jeong**, Eun-Yeong Sim*, Seuk Ki Lee*, Hyun-Joo Kim*, Koan Sik Woo*, Si-Ju Kim*, Sea-Kwan Oh* and †Hye-Young Park*
College of Hotel & Tourism Management, Tong Won University, Gwangju 12813, Korea
**Crop Post-harvest Technology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea*
***Fermented Food Science Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea*

Abstract

This study was conducted to evaluate the quality of barley (*Huinchalssalbori*) and domestic wheats (*Keumkangmil*, *Baegjoongmil*, *Jogyeongmil*). The pH and total acidity of mixed *Makgeolli* were 4.04~4.12% and 0.94~1.06%, respectively. The total acidity, sugar and alcohol contents of *Makgeolli*, but not pH, varied significantly by wheat cultivar ($p<0.05$). In terms of color values, the L-value of *Baegjoongmil*, a-value and b-value of *Keumkangmil* were highest. The reducing sugar contents was approximately 5.65~7.85 mg/mL, and those of *Jogyeongmil* and imported wheat were approximately 5.70 mg/mL lower. The yeast cell numbers did not differ significantly, with the exception of in the rice *Makgeolli* ($p<0.05$). Among the organic acids (citric, malic, pyruvic and lactic acids) in *Makgeolli*, citric acid was present at the highest concentration. Regarding the sensory characteristics of *Makgeolli* mixed with barley and wheat, taste and overall acceptability were highest in *Baegjoongmil*, and appearance and flavor were highest in *Keumkangmil*. The rice *Makgeolli* showed the lowest sensory values, with the exception of appearance. The results of this study suggest that mixing *Makgeolli* with barley and wheat is an expected to replace the wheat materials in the domestic wheat to be imported.

Key words: barley, wheat, domestic, imported, *Makgeolli*

서 론

막걸리(*Makgeolli*, Korean rice wine)는 전분질 원료와 국을 주원료로 하여 발효시킨 술덧을 혼탁하게 제성한 것으로, 우리나라 고유의 전통주이며, 탁주 또는 농주라고도 한다(KFDA 2015). 국세청 통계자료에 의하면 막걸리의 생산량은 2010년 한류에 따른 막걸리 열풍으로 2009년 대비 47.8%가 급격히 증가하여 2012년 448,000 kL이었으나, 그 이후 급감하였다가 2013년 168,000 kL, 2014년 226,000 kL로 조금씩 증가하고 있다. 이에 따라 국내 외 소비자들의 트렌드 변화에 제대로 대응하기 위하여 막걸리 제조업체는 주류제조뿐만 아니라, 소비자와 직접 소통할 수 있는 막걸리 전문 외식매장도 운영하여 사업을 확대하고 있는 추세이다(NTS 2015).

막걸리는 일반 주류와 달리 생체 내 신진대사에 관여하는 비타민 B군과 10여종의 필수아미노산, 유기산 및 간 기능을 도와주는 acetylcholine 등이 함유되어 있으며(Woo 등 2010; Kim 등 2011), 이외에도 유산균 및 효모에 의한 정장작용과 미량 생리활성물질이 함유되어 있어, 약주와 과실주보다도

† Corresponding author: Hye-Young Park, Crop Post-harvest Technology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 16613, Korea. Tel: +82-31-695-0636, Fax: +82-31-695-4085, E-mail: phy0316@korea.kr

영양적으로 우수한 것으로 알려져 있다(Lee & Han 2001; Kwak 등 2014). 막걸리의 주 원료는 쌀과 밀이지만 수수(Woo 등 2010a), 조(Woo 등 2010b), 팥(Chen 등 2013), 현미(Lee 등 2014), 보리(Park 등 2015) 등의 다양한 잡곡류을 이용한 연구와 고구마(Cheon 등 2013), 베리류(Jeon & Lee 2011; Lee 등 2013; Lee 등 2014) 등 부재료를 이용한 연구가 활발히 이루어졌고, 최근에는 막걸리의 항암성에 대한 연구(Shin 등 2015)가 보고됨에 따라 침체된 막걸리 시장의 소비활성화를 기대하고 있다.

한편, 보리(*Hordeum vulgare* L.)는 4대 주요 곡물 중 하나로 쌀, 밀, 귀리 등 다른 곡류보다 많은 식이섬유 및 β-glucan을 함유하고 있어 기능성 식품소재로 관심이 증가되고 있는 식량자원이다(Seo & Park 2014). 또한, 보리의 가공학적 특성은 다른 곡류보다 발효가 잘 되며, 찰보리와 메보리는 전분의 특성이 달라 가공방법에 따라 다른 특성을 나타내기도 한다(Choe & Youn 2005). 밀(*Triticum aestivum* L.)은 당질, 단백질 및 비타민 등이 영양적으로 우수한 곡물이지만, 국내에서 소비되는 대부분의 밀은 수입에 의존하고 있어 국내산 밀의 자급률을 높이고, 밀 재배면적을 늘리려는 노력이 시도되고 있다(Kim & Yi 2010). 현재 국산밀을 이용한 가공품으로는 빵(Kim 등 2008), 국수(Kim 등 2011), 파스타(Park 등 2009) 제조가 대부분으로 우리밀 자급률 증대에 따른 소비촉진을 위한 새로운 가공품 개발이 필요한 시점이다.

최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 소비자들은 안전하고 품질이 우수한 농산물을 선호하고 있으며, 특히 국내산 농산물이 수입산에 비해 상대적으로 안전하다고 인식하고 있어 소비가 증가하고 있다. 우리나라 전통주인 막걸리 또한 현재 시중에서 유통되는 대부분의 보리막걸리가 수입밀을 혼합하여 제조 및 판매되고 있어, 본 연구에서는 수입밀을 국산밀로 대체한 막걸리의 품질 평가를 통해 국산밀 소비증대 방안을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 원료도정

본 연구에 사용된 보리와 국산밀은 2015년에 재배 및 수확한 것으로 보리는 흰찰쌀보리(Huinchalssal-bori, Gunsan, Korea)를 사용하였으며, 국산밀은 금강밀(Keumkang-mil, Gwangju, Korea), 백중밀(Baegjoong-mil, Gwangju, Korea), 조경밀(Jogyeong-mil, Hapcheon, Korea) 등 3품종을 사용하였다. 대조구로 사용된 수입밀은 중력분(CJ CheilJedang Co., Yangsan, Korea)으로 미국산과 호주산이 혼합된 것을 구입하였으며, 또 하나의 대조구인 쌀은 삼광(Samkwang, Suwon, Korea)을 사용하였다. 막걸리 제조를 위한 발효제로 입국은 천일산업(Cheonil Co., Yeosu, Korea)에서 탁주제조용을 구입하였고 누룩은 우리밀로 제조한 재래누룩(*Nuruk*, Jinjugokja, Jinju, Korea), 효모는 건조형태로 상품화된 *Saccharomyces cerevisiae*(La Parisienne, Societe Industrielle Lesaffre, Marcq en Baroeul, France)를 구입하여 실험에 사용하였다. 원료의 도정은 도정기(Barley mill DK 108, Dongyang Techtool Co., Daegu, Korea)를 이용하였다. 제분은 Buhler mill(MLU-202, SWISS)를 이용하여 AACCI Approved Methos 26-31.01(AACCI 2010)방법에 따라 제분수율을 70%로 제분하여 사용하였다.

2. 보리-밀 혼합막걸리 제조

국내산 밀과 수입산 밀 원료에 따른 특성 차이를 살펴보고자 보리와 밀 혼합막걸리는 모두 동일한 조건으로 제조하였다. 원료곡의 혼합은 흰찰쌀보리와 밀(혹은 쌀)을 1:1(w/w)로 하였고, 원료곡 무게는 세척 전 무게 1,500 g이 되도록 준비하였다. 보리(쌀)는 무게를 달아서 세척한 후 3배 부피의 물에 3시간(쌀은 2시간) 동안 침지하여 30분 동안 물빼기를 하였고, 100℃에서 1시간 증자 후 실온으로 식혔다. 밀(제분밀)은 50 mL의 물을 스프레이하여 덩어리지지 않게 비벼, 보리와 동일한 조건으로 증자하였다. 증자하여 혼합한 원료곡에 생원료 무게에 대비하여 입국은 20%(w/w), 재래누룩은 1%(w/w), 가수량 180%(w/w), 효모는 생 원료와 물 첨가량을 합한 양의 0.05%(w/w)를 첨가하여 고루 섞어 주었다. 발효 3일차까지 1일 1회 술덧을 고루 저어 섞어 주었고, 7일차에 거르기를 한 후 거른 여액을 시료액으로 분석하였다(Park 등 2015).

3. 보리-밀 혼합막걸리의 이화학적 특성

보리-밀 혼합막걸리의 이화학적 특성으로 pH, 총산, 당도 및 알코올함량은 국세청 주류분석 기준에 의해 측정하였다(NTS Liquors Licence Aid Center, 2010). 먼저 pH 측정은 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)를 이용하여 상온에서 측정하였고, 총산은 시료 10 mL에 0.1 N NaOH (F=1.000) 용액을 넣어 pH 8.2가 될 때까지 소비된 NaOH의 mL를 측정하여 젖산(lactic acid) 함량으로 환산하였다. 알코올함량 분석은 발효 술덧을 부직포로 조여과하여 얻어진 시료액 100 mL에 증류수 100 mL를 혼합하여 증류하였다. 증류액을 약 80 mL를 받은 다음 증류수로 100 mL로 정용한 후, 증류액을 15℃로 보정한 다음 주정계를 이용하여 측정하였다. 당도의 측정은 술덧의 여액을 당도계(PAL-3, ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

4. 보리-밀 혼합막걸리의 색도

보리-밀 혼합막걸리의 색도는 색도계(Ultra Scan Pro Spectrophotometer, Hunter Lab, Reston, VA, USA)를 이용하였으며,

RTRAN-regular transmission 모드에서 Hunter's value인 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 측정하였다.

5. 보리-밀 혼합막걸리의 환원당

환원당은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 방법으로 분석하였다. 희석한 시료용액 1 mL에 DNS 시약 1 mL를 넣고 끓는 수욕 중에서 5분 동안 끓인 다음 실온에서 냉각하였다. 반응물을 잘 혼합한 후 spectrometer(T80+ UVNIS Spectrophotometer, PG, Instruments, Alma Park, UK)로 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, glucose standard curve를 이용하여 환원당 함량(%, w/v)을 계산하였다(Lee 등 2014).

6. 보리-밀 혼합막걸리의 유기산

유기산은 발효 술덧을 HLB Sep-pak C18 cartridge(Waters Co., USA)에 통과시켜 HPLC(Dionex Ultimate 3000, pump, autosampler, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석 column은 Aminex 87H(300 mm×6.5 mm, Waters Co., USA), mobile phase는 0.01N sulfuric acid를 사용하였고, flow rate는 0.5 mL/min, injection volume은 10 μL로 하여 UV detector(Shodex RI-101, RefractoMAX520, Japan)에서 검출하였다(Lee 등 2014).

7. 보리-밀 혼합막걸리의 효모수

보리와 밀 혼합막걸리의 효모수 측정은 균일하게 혼합된 시료를 saline 용액에 단계별로 희석한 시료를 YPD agar (Difco, Franklin Lakes, NJ, USA)배지에 접종한 다음, 25℃에서 72시간 배양하여 생성된 colony 수를 계수하여 log CFU/mL로 나타내었다(Park 등 2015).

8. 보리-밀 혼합막걸리의 관능적 특성

보리와 밀 혼합막걸리를 알코올 함량이 6%가 되도록 제성한 후 관능적 특성을 평가하였다. 패널 요원은 국립식량과학원 연구원 20명을 대상으로 평가에 대한 목적, 시료의 특성, 검사방법 등을 설명한 후 평가를 실시하였다. 평가방법은 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대해 7점 기호도법(1점: '매우 싫다', 4점: '보통이다', 7점: '매우 좋다')로 평가하도록 하였다. 시료의 제시는 난수표로 표기한 투명 플라스틱 컵에 무작위로 제공하였으며, 시료를 평가하고 나서 다음 시료를 평가할 때에는 입안을 미지근한 물로 헹군 후 평가하도록 하였다.

9. 통계처리

본 연구의 결과에 대한 측정값은 SPSS 통계 package program (version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고, 평균값은 one-way analysis of variance(ANOVA)로 비교하였으며, Duncan's multiple range test를 실시하여 5% ($p<0.05$) 유의 수준에서 평균 간의 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 보리-밀 혼합막걸리의 이화학적 특성

발효식품인 막걸리는 미생물이 관여하는 발효과정을 거치며 기존 구성성분의 변화와 새로운 생성물로 다양한 이화학적 특성을 나타내고, 이러한 특성은 품질에 큰 영향을 준다. 본 연구에서 보리와 밀 혼합막걸리의 이화학적 특성은 제성하기 전의 시료로 pH, 총산, 당도 및 알코올 함량을 측정하였으며, 그 결과는 Table 1과 같다.

일반적으로 주류의 pH는 발효 중 생성되는 다양한 유기산의 영향을 받으며, 발효 및 알코올 변화의 지표로 이용되는데(Song 등 1997), 본 연구에서 보리와 밀 혼합막걸리의 pH는 4.04~4.12의 범위로 매우 낮은 수준을 나타냈고, 총산이나 알코올 함량의 증가를 예측할 수 있는 수준이었다. 그러나 측정된 범위에서 원료의 원산지나 품종에 따른 유의적 차이는 나

Table 1. Physicochemical properties of mixed *Makgeolli* with barley and wheat

Sample[1)]	pH	Total acid (%)	Sugar contents (°Brix)	Alcohol contents (%)
HK	4.07±0.03	1.06±0.05[a2)]	13.44±0.07[a]	15.73±0.12[b]
HB	4.04±0.03	1.05±0.03[a]	13.07±0.42[b]	15.60±0.00[b]
HJ	4.06±0.04	1.02±0.03[ab]	12.72±0.12[c]	15.13±0.23[c]
HIF	4.07±0.07	1.01±0.06[ab]	12.67±0.17[c]	15.80±0.00[b]
HR	4.12±0.01	0.94±0.01[b]	11.76±0.13[d]	16.53±0.23[a]

[1)] HK, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Keumkangmil*; HB, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Baegjoongmil*; HJ, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Jogyeongmil*; HIF, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and imported wheat flours; HR, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and rice.

[2)] Means with different letters ([a–d]) within a column are significantly different ($p<0.05$).

타나지 않았다($p<0.05$). 이와 관련한 Park 등(2015)의 연구에서 20% 도정 보리로 제조한 막걸리의 pH는 4.09로 나타나, 본 연구에서 밀가루를 섞어 제조한 보리-밀 혼합막걸리와 유사한 수준임을 알 수 있었다.

총산은 0.94~1.06%의 범위를 나타냈고, 그 중 보리와 쌀 혼합 막걸리가 가장 낮았다. 밀가루 원료의 품종이나 원산지별 차이를 살펴봤을 때 금강밀과 백중밀, 조경밀과 수입밀을 혼합한 막걸리는 유의적 차이 없이 같은 수준을 나타냈다($p<0.05$). 이는 막걸리가 발효되면서 총산의 함량은 밀의 품종에 따라 차이를 보였으나, 국산밀과 수입밀의 큰 차이는 없는 것으로 사료된다.

보리와 밀 혼합막걸리의 당도는 12.67~13.44 °Brix 범위를 나타내, 보리와 쌀 혼합막걸리 11.76 °Brix에 비해 유의적으로 높은 수준을 나타냈다. 또한 밀 품종 간에도 차이를 보여 금강(13.44) > 백중(13.07) > 조경(12.72) 순서로 나타났고, 특히 수입밀(12.67)은 국산밀과 비교하여 유의적으로 가장 낮은 수준을 나타냈다. 이러한 당도의 차이는 원료곡의 전분이 당화과정을 거치며 생성된 유리당 함량과 발효기간이 경과되며 알코올 생성 등에 의하여 소비되는 유리당 함량에 영향을 받았을 것으로 사료되며, 이와 유사한 연구에서 초기 당화시기의 급격한 당도 증가와 발효기간 경과에 따른 당도 감소를 확인할 수 있었다(Kim & Yi 2010; Choi 등 2011; Baek 등 2013). 차후 수입밀과 국산밀의 당도 차이에 대한 원인을 살펴보기 위해서는 원료곡에 따른 전분함량이나 품종별 당화도, 알코올 생성수율 등의 관계를 면밀히 분석해야 할 것이다.

막걸리에서 생성되는 알코올은 곡류의 전분 당화과정에서 단당류로부터 생성되는데 전분의 당화가 잘 이루어지지 않으면 알코올 발효가 어려워 산패될 가능성이 있다(Ryu IS 2014). 알코올 함량을 측정한 결과, 모든 막걸리는 15.13~16.53%의 범위로 알코올 발효가 잘 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 그 중 수입밀이 15.80%으로 가장 높게 나타났으나, 금강밀 및 백중밀 혼합 막걸리와 유의적인 차이를 나타내지 않아, 수입밀을 국산밀로 대체 시 알코올 수율에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 사료된다.

2. 보리-밀 혼합막걸리의 색도

보리와 밀 혼합막걸리의 색도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우, 쌀 혼합 막걸리는 62.19로 가장 낮았으며, 밀 혼합막걸리는 62.99~63.38의 범위로 품종 및 원산지 간의 유의적인 차이를 나타나지 않았다($p<0.05$). 적색도를 나타내는 a값은 0.26~0.60 범위에서 조경밀이 가장 낮았고, 금강밀이 가장 높았으며, 국산밀과 수입밀을 비교했을 때 수입밀은 금강밀보다 낮았지만, 백중밀이나 조경밀보다는 높은 수준을 나타내, 밀 품종과 원산지에 따른 유의적 차이를 나타냈다. 황색도를 나타내는 b값은 밀 혼합막걸리가 18.56~19.35로 쌀 혼합막걸리 16.20보다 유의적으로 높아, 좀 더 황색에 가까웠다($p<0.05$). 이러한 결과로 보리와 밀 혼합막걸리의 색도는 원료의 품종 및 원산지 등에 따라 차이가 발생한다고 사료된다.

Table 2. Calorimetric characteristics of mixed *Makgeolli* with barley and wheat

Sample[1)]	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
HK	62.99±0.44[a2)]	0.60±0.10[a]	19.35±0.15[a]
HB	63.38±0.31[a]	0.33±0.06[b]	18.71±0.22[b]
HJ	63.11±1.27[a]	0.26±0.06[c]	18.56±0.14[b]
HIF	63.27±0.67[a]	0.47±0.11[b]	19.32±0.23[a]
HR	62.19±0.54[b]	0.59±0.11[a]	16.20±0.18[c]

1) HK, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Keumkangmil*; HB, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Baegjoongmil*; HJ, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Jogyeongmil*; HIF, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and imported wheat flours; HR, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and rice.

2) Means with different letters ([a~c]) within a column are significantly different ($p<0.05$).

3. 보리-밀 혼합막걸리의 환원당

보리와 밀 혼합막걸리의 환원당 함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 환원당 함량은 5.65~7.85 mg/mL의 범위로 나타났으며, 그 중 조경밀 혼합막걸리가 가장 낮은 값을 보였고, 수입밀 혼합막걸리도 유의적 차이 없이 낮은 값을 나타냈다($p<0.05$).

환원당은 보통 술 제조 시 당화과정을 거치며 전분으로부터 유리되고, 유리된 당은 효모에 의하여 알코올과 이산화탄소를 생성하게 된다. 이러한 메카니즘을 고려할 때 유리당 함량과 알코올 함량은 상당한 연관성을 갖는다고 할 수 있다. 본 연구결과, 쌀 혼합막걸리는 7.85 mg/mL로 4가지 밀 혼합막걸리보다 높은 수준을 나타냈고, 이와 관련하여 Table 1의 알코올 함량에서도 밀 혼합막걸리보다 쌀 혼합막걸리의 알코올 함량이 높게 나타났다. 이것으로 쌀에서 유래하는 높은 당 함량이 알코올 함량과 직접적인 연관성이 있을 것으로 사료된다. 쌀과 밀 원료에 따른 이러한 막걸리의 특성을 살펴볼 수 있었던 Kim 등(2012)의 연구에서 밀가루 배합비율이 높아질수록 알코올 함량이 낮은 수준을 나타낸 것은 같은 결과를 반영한 것이라고 할 수 있다. 품종, 원산지 및 작물 품목 외 막걸리의 발효온도, 시간, 발효제 등도 당이나 알코올 함량에 영향을 줄 수 있으며(Park 등 2011), 특히 비살균 제품에 있어서는 잔당에 의하여 후발효를 일으킬 수 있음을 고려하여 제

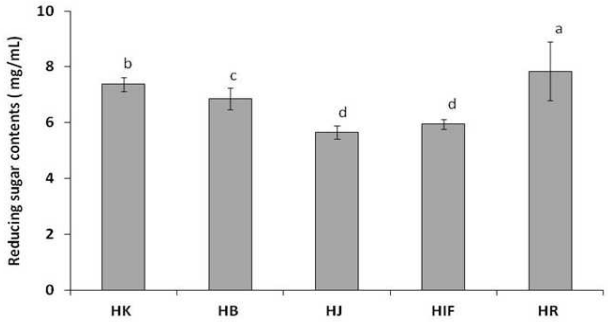

Fig. 1. Reducing sugar contents of mixed *Makgeolli* with barley and wheat. HK, *Makgeolli* mixed with Huinchalssalbori and *Keumkangmil*; HB, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Baegjoongmil*; HJ, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Jogyeongmil*; HIF, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and imported wheat flours; HR, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and rice. Means with different letters ($^{a\sim d}$) within a column are significantly different (p<0.05). Vertical bar represents SE of the means of 3 replicates.

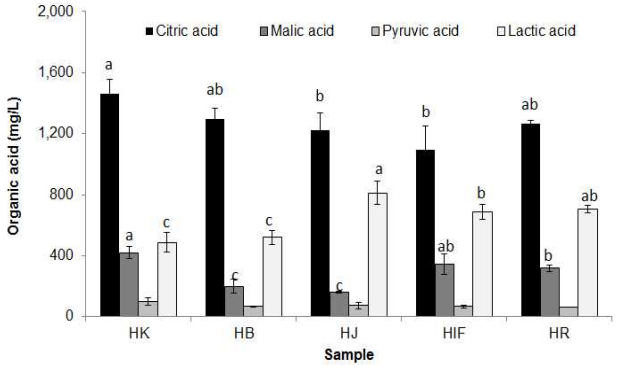

Fig. 2. Organic acid contents of mixed *Makgeolli* with barley and wheat. HK, *Makgeolli* mixed with Huinchalssalbori and *Keumkangmil*; HB, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Baegjoongmil*; HJ, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Jogyeongmil*; HIF, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and imported wheat flours; HR, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and rice. Means with different letters ($^{a\sim c}$) within a column are significantly different (p<0.05). Vertical bar represents SE of the means of 3 replicates.

품 생산에 주의를 해야 할 것이다.

4. 보리-밀 혼합막걸리의 유기산

유기산은 막걸리의 신맛을 내는 성분으로 미량 존재할 경우, 술의 맛과 향을 높이는 역할을 하지만, acetic acid가 다량 존재하면 알코올 성분이 산화되어 초산발효가 되므로 품질을 저하시키는 요인이 된다(Woo 등 2010). 보리와 밀 혼합막걸리의 유기산을 측정한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 acetic acid에 의한 품질 저하는 관찰되지 않았고, 모든 막걸리 시료에서 citric acid, malic acid, pyruvic acid 및 lactic acid가 검출되었다. 품종이나 원산지 차이에 따른 유기산별 함량 수준을 살펴보았을 때 금강밀 혼합막걸리에서 lactic acid를 제외한 citric acid, malic acid, pyruvic acid가 가장 높은 함량이 검출되었으며, lactic acid는 조경밀 혼합막걸리에서 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 Table 1의 금강밀 혼합막걸리가 높은 총산함량을 나타낸 것과 직접적인 상관을 가질 것으로 사료된다.

한편, 밀 품종간 차이에서 수입밀과 국산밀의 차이를 살펴보았을 때, citric acid 함량은 수입밀 혼합막걸리가 1,096 mg/L로 가장 낮았으며, 국산밀 혼합막걸리 중에서는 금강밀 > 백중밀> 조경밀 혼합막걸리 순으로 나타났다. Park 등(2011)의 연구에서 막걸리의 citric acid 생성은 입국 제조과정의 *Aspergillus kawachii*에 의한 것으로 입국의 유・무 및 사용량에 따라 다르다고 보고하였는데, 본 연구에서 발효제로 이용한 것이 입국이었던 것을 고려하면 이의 영향으로 citric acid의 함량이 가장 높게 나타났던 것으로 사료된다. 또한 총 유기산 함량이 금강밀 2,470 mg/L, 백중밀 2,341 mg/L, 수입밀 2,305 mg/L, 조경밀 2,262 mg/L로 나타나, 수입밀을 금강밀이나 백중밀로 대체한다면 citric acid를 포함하는 총 유기산 함량의 증가로 일부 유기산 유래 기능성의 증가를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 보리-밀 혼합막걸리의 품질특성에 대한 상관관계

보리와 밀 혼합막걸리의 이화학적 특성, 환원당 및 유기산의 상관관계를 분석한 결과는 Table 3과 같다. pH는 총산 및 당도에 대해 부의 상관관계를 가지며, 총산은 당도에 대해 정의 상관관계로 나타났다. 당도는 알코올과 citric acid에 대하여 부의 상관관계로 나타났으며, 환원당은 알코올과 정의 상관관계로 나타났다. 유기산 중 malic acid, pyruvic acid는 상관성이 없었으며, lactic acid는 당도와 malic acid의 정의 상관관계, citric acid는 당도, malic acid, pyruvic acid, lactic acid의 부의 상관관계로 나타났다. 따라서 혼합막걸리는 pH, 총산, 당도, 알코올, lactic acid 및 citric acid의 품질특성 간 상관성을 고려한 품질관리 및 기술개발이 이루어져야 할 것이다.

6. 보리-밀 혼합막걸리의 효모수

보리와 밀 혼합막걸리의 효모수를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 밀의 품종과 원산지 간의 유의적인 차이는 없었으나 (p<0.05), 밀이 혼합된 막걸리가 7.17~7.46 logCFU/g의 범위

Table 3. Correlation coefficients among quality characteristics of *Makgeolli* mixed with barley and wheat

Factor	pH	Total acid	Sugar	Reducing sugar	Alcohol	Malic acid	Pyrubic acid	Lactic acid	Citric acid
pH	1.000	−0.709**	−0.582*	0.253	0.489*	−0.498	0.321	−0.517	0.235
Total acid		1.000	0.849***	−0.151	−0.479	0.615	0.011	0.525	−0.458
Sugar			1.000	−0.090	−0.601*	0.525	0.102	0.649*	−0.574*
Reducing sugar				1.000	0.579*	0.447	0.339	0.168	−0.367
Alcohol					1.000	0.093	0.429	−0.185	−0.034
Malic acid						1.000	0.293	0.793**	−0.639*
Pyrubic acid							1.000	0.395	−0.711**
Lactic acid								1.000	−0.707*
Citric acid									1.000

*$p<0.05$, **$p<0.01$, ***$p<0.001$

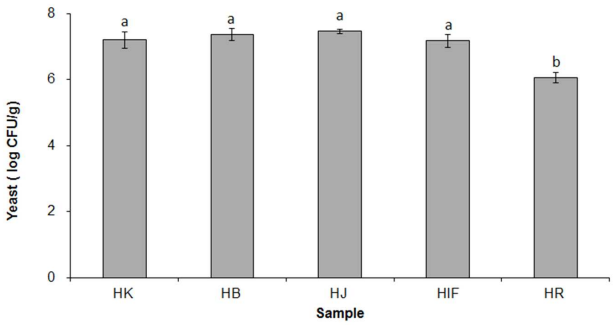

Fig. 3. Yeast cell numbers contents of mixed *Makgeolli* with barley and wheat. HK, *Makgeolli* mixed with Huinchalssalbori and *Keumkangmil*; HB, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Baegjoongmil*; HJ, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Jogyeongmil*; HIF, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and imported wheat flours; HR, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and rice. Means with different letters ($^{a\sim b}$) within a column are significantly different ($p<0.05$). Vertical bar represents SE of the means of 3 replicates.

로, 쌀이 혼합된 막걸리 6.06 logCFU/g보다 더 높게 나타나, 혼합 원료곡 품목간의 유의적 차이를 나타냈다. 막걸리의 효모수는 술덧이 발효가 잘 되어 잡균에 의한 산패가 일어나지 않으려면 효모수가 10^7~10^8 CFU/mL는 되어야 한다(Lee 등 2014)고 보고하였는데, 본 연구결과, 발효 7일차 기준에서 나타난 효모수를 고려했을 때 정상적인 알코올 발효가 진행되었을 것으로 사료된다. 그러나, 발효과정 중 효모수 모니터링은 비살균 제품으로 유통되는 생막걸리 제품의 후발효와 관계하여 제품품질에 직접적 영향을 줄 수 있으므로 원료곡에서 오는 발효기간 중 효모수는 물론, 기타 발효특성의 경시적 변화에 대한 후속 연구가 이루어져야 할 것이다.

한편, 효모에 의하여 알코올이 생성되는 것을 고려하여 두 가지 결과를 살펴보았을 때, 효모수에서 밀 원산지에 따른 유의적 특성이 없었던 것(Fig. 3)과 알코올 함량에서 금강밀, 백중밀, 수입밀이 b그룹의 유의성을 나타낸 것(Table 1)으로 수입밀의 국산밀 대체 시에도 생산성에 큰 영향을 주는 알코올 수율에는 문제가 없을 것으로 사료된다.

7. 보리-밀 혼합막걸리의 관능적 특성

보리와 밀 혼합막걸리의 관능평가 결과는 Table 4와 같다. 혼합막걸리의 외관, 향, 맛, 전반적인 기호도를 측정한 결과, 모든 평가 항목에서 유의적인 차이는 없었다($p<0.05$). 외관은 수입밀 혼합막걸리와 쌀 혼합막걸리가 약간 높았으며, 향은 금강밀 혼합막걸리 4.77, 백중밀 혼합막걸리 4.60으로 높았다. 맛은 백중밀 혼합막걸리 4.33, 금강밀 혼합막걸리 4.23, 조

Table 4. Preference test of mixed *Makgeolli* with barley and wheat

Sample[1)]	Appearance	Flavor	Taste	Overall acceptability
HK	4.40±1.00	4.77±1.14	4.23±1.01	4.20±1.21
HB	4.33±1.09	4.60±1.00	4.33±1.27	4.37±1.13
HJ	4.30±1.02	4.37±1.10	4.17±1.05	4.20±0.96
HIF	4.47±1.14	4.43±0.68	4.10±1.18	4.17±0.95
HR	4.47±1.38	4.20±1.10	3.67±1.21	3.80±1.13

[1)] HK, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Keumkangmil*; HB, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Baegjoongmil*; HJ, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and *Jogyeongmil*; HIF, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and imported wheat flours; HR, *Makgeolli* mixed with *Huinchalssalbori* and rice.

경밀 혼합막걸리 4.17, 수입밀 혼합막걸리 4.10, 쌀 혼합막걸리 3.67 순으로 높게 나타났다. 전반적인 기호도에서도 맛과 비슷한 결과로 백중밀 > 금강밀 > 조경밀 > 수입밀 > 쌀 혼합막걸리 순으로 선호하는 것으로 나타났다.

이와 같은 국산밀과 수입밀 간의 차이는 밀 원료를 수입밀에서 국산밀인 금강밀이나 백중밀로 대체 시 일부 품질 증대와 더불어 원료 국산화에 따른 소비자들의 만족도를 충족시킬 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

본 연구에서는 보리와 밀 혼합막걸리의 품질특성으로 이화학적 특성, 색도, 환원당, 유기산, 효모수, 관능적 특성을 조사하였다. 보리는 흰찰쌀보리를 이용하였고, 금강밀, 백중밀, 조경밀을 1:1로 혼합하고 수입밀과 쌀을 대조구로 하여 25℃에서 7일간 발효 후 착즙한 술덧을 시료로 하였다. 이화학적 특성으로 pH, 총산, 당도 및 알코올 함량을 측정한 결과, pH는 4.04~4.12로 밀 품종에 따른 유의적인 차이는 없었고, 총산은 0.94~1.06%로 나타났다($p<0.05$). 당도는 밀 혼합막걸리가 12.67~13.44 °Brix 수준으로 쌀 혼합 막걸리 11.76 °Brix에 비해 높게 나타났으며, 알코올 함량은 15.13~16.53%의 범위로 나타났다. 밀 품종간 색도 L값의 유의적인 차이는 없었고, a값은 0.26~0.60 범위를 보였으며, b값은 밀 혼합막걸리가 쌀 혼합막걸리보다 유의적으로 높아 좀 더 황색에 가까웠다($p<0.05$). 환원당은 5.65~7.85 mg/mL의 범위로 나타났으며, 유기산은 금강밀 혼합막걸리에서 lactic acid를 제외한 citric acid, malic acid, pyruvic acid가 가장 높게 검출되었다. 효모수는 밀이 혼합된 막걸리가 7.17~7.46 logCFU/g으로 쌀이 혼합된 막걸리 6.06 logCFU/g 보다 더 높았다. 관능적 특성에서 우리밀과 수입밀 간의 유의적은 차이는 없었으나, 맛은 백중밀이 가장 높게 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과로 보리 막걸리 제조 시 황색도, 효모수, 맛 등에서 높은 수준을 보였던 우리밀이 보리 막걸리 제조 시 혼합 곡물로 더 적합하였다.

따라서 밀 원료를 수입밀에서 금강밀이나 백중밀로 대체 시 일부 품질 증대와 함께 원료국산화에 따른 막걸리 프리미엄화 전제조건을 충족시킬 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 국립식량과학원 기관고유사업(과제번호 PJ011337)에 의한 연구결과의 일부이며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

References

AACC International (AACCI). 2010. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Methods 26-31.01. 44-15.02, 46-30.14, 08-0.4.01, 56-70.01, 56-0.01, 38-12.02

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 Biotechno* 41:168-175

Chen Y, Hwang JA, Chang YH. 2013. Quality characteristics of *Makgeolli* added with red bean. *Korean J Food Cookery Sci* 29:777-784

Cheon JE, Baik MY, Choi SW, Kim CN, Kim BY. 2013. Optimization of *Makgeolli* manufacture using several sweet potatoes. *Korean J Food Nutr* 26:29-34

Choe JS, Youn JY. 2005. The chemical composition of barley and wheat varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:223-229

Choi JH, Jeon JA, Jung ST, Park JH, Park SY, Lee CH, Kim TJ, Choi HS, Yeo SH. 2011. Quality characteristics of *Seoktanju* fermented by using different *Nuruks*. *Korean J Microbiol Biotechno* 39:56-62

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

Kim GM, Jung WJ, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ. 2011. Preparation and quality characteristics of *Makgeolli* made with black garlic extract and *Sulgidduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:759-766

Kim JY, Yi YH 2010. pH, acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol in puffed millet powder containing millet *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 42:727-732

Kim SM, Han AR. 2012. Storage properties and biogenic amines production of *Makgeolli* brewed with different proportions of rice and wheat flour. *Korean J Food Sci Technol* 44:583-591

Kim YJ, Ju JC, Kim RY, Kim WT, Park JH, Chun SS. 2011. Cooking properties of fresh pasta using Korean Wheat and Durum Rimachinata. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1474-1481

Korea Food & Drug Administration (KFDA). 2015. Handbook on the food code. http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=69(accessed Sep 2015)

Kwak HJ, Kim JY, Lee HS, Kim SM. 2014. Formation of biogenic amines by *Lactobacillus plantarum* isolated from *Makgeolli*. *Korean J Food Sci Technol* 46:438-445

Lee HN, Lee JM, Chang YH. 2013. Quality characteristics of

Makgeolli supplemented with cranberries. *J East Asian Soc Dietary Life* 23:85-91

Lee HS, Park YS, Bai DH. 2014. Quality characteristics of *Makgeolli* (rice wine) fermented with *Koji* by starch types. *Food Eng Prog* 18:215-221

Lee KH, Choi HS, Choi YH, Park SY, Song J. 2014 Changes in isoflavone content and quality characteristics of *Cheonggukjang* prepared with *Bacillus subtilis* HJ18-3 and KACC 15935. *Korean J Food Preserv* 21:121-128

Lee SA, Kim GW, Hwang ES, Shim JY. 2014. Stability of anthocyanin pigment in aronia *makgeolli*. *Food Eng Prog* 18:374-381

Lee TS, Han EH. 2001. Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using *Aspergillus oryzae nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 33:366-372

National Tax Statistics (NTS). 2015. http://stats.nts.go.kr/national/major_detail.asp?year=2015&catecode=A10004#

NTS Liquors Licence Aid Center. 2010. Coursebook on the preparation of *Takju* and *Yakju*. NTS Liquors Licence Aid Center, Seoul, Korea. pp. 20-39

Park CW, Jang SY, Park EJ, Yeo SH, Kim OM, Jeong YJ. 2011. Comparison of the quality characteristics of commercial *Makgeolli* type in south Korea. *Korean J Food Preserv* 18: 884-890

Park HY, Choi ID, Oh SK, Woo KS, Yoon SD, Kim HJ, Sim EY, Jeong ST. 2015. Effects of different cultivars and milling degrees on quality characteristics of barley *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1839-1846

Park KT, Kim MY, Chun SS. 2009. Quality characteristics of Korean wheat wet noodles with pomegranate cortex powder. *Korean J Cul Res* 15:128-136

Ryu IS. 2014. Textbook of Korea traditional alcoholic drink. 1st ed. Gyomunsa, Paju, Korea. pp. 140-153

Seo JS, Park ID. 2014. Quality properties of barley *Kochujang* added with germinated barley powder. *Korean Soc Food Culture* 29:187-194

Shin EJ, Kim SH, Kim JH, Ha JH, Hwang JT. 2015. Dealcoholized Korean rice wine (*Makgeolli*) exerts potent anti-tumor effect in AGS human gastric adenocarcinoma cells and tumor xenograft mice. *J Microbiol Biotechnol* 25:1485-1492

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* 29:895-900

Woo KS, Ko JY, Song SB, Lee JS, Oh BG, Kang JR, Nam MH, Ryu IS, Jeong HS, Seo MC. 2010a. Physicochemical characteristics of Korean traditional wine prepared by addition of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) using different *Nuruks*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:548-553

Woo KS, Lee JS, Ko JY, Song SB, Oh BG, Kang JR, Nam MH, Ryu IS, Seo MC. 2010b. Physicochemical characteristics of Korean traditional wine fermented from foxtail millet (*Setaria italica* Beauvios) and *Nuruk* at different addition rates. *Korean J Food Sci Technol* 42:298-303

Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ. 2010. Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:301-307

Received 7 July, 2016
Revised 6 August, 2016
Accepted 23 August, 2016