

크랜베리를 첨가한 막걸리의 품질 특성

이하나¹ · 이장미 · 장윤희[†]

명지대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of *Makgeolli* Supplemented with Cranberries

Ha-Na Lee¹, Jang-Mi Lee and Yun-Hee Chang[†]

Department of Food and Nutrition, Myong Ji University, Gyeonggi 449-728, Korea

Abstract

Korean traditional rice wine, *Makgeolli*, has been widely consumed and increasingly popular in Korea. In this study, we examined *Makgeolli* supplemented with cranberries (0, 5, 10 and 15% by rice weight) during fermentation for seven days for the various quality characteristics : pH, total acidity, soluble contents, color, reducing sugars, alcohol contents, and DPPH free radical scavenging activities, total flavonoids, microbial properties, and sensory properties. After the pH value decreased from a range of 4.40~5.63 to 3.83~3.94 up to day 3, the pH gradually increased until day 7. As fermentation proceeded, soluble contents and reducing sugar increased in most of the samples, with a temporary reduction after day 2. There were no differences in L and b color values, but the “a” value showed significant differences with the rate of cranberry added. The DPPH free radical scavenging activity and total flavonoid content of cranberry *Makgeolli* were higher than those of the control. After fermentation for seven days, the alcohol content ranged from 14.57 to 17.40%, while total acidity levels were within the range of 0.50 to 0.54%. Yeast cell counts increased until day 3 and then, gradually deceased. In the sensory evaluation, *Makgeolli* with 10% cranberry showed the highest overall acceptance.

Key words : *Makgeolli*, cranberry, quality characteristics, flavonoids, sensory evaluation.

서 론

막걸리의 이름은 막 거른 술이라는 데서 비롯되었으며, 맑지 않고 탁하여 탁주라 부르기도 했다. 또한 농부들의 식량 대용 또는 갈증 해소로 애용되어 농주라고도 불린다(Kim *et al* 2011). 막걸리는 감미, 산미, 신미, 고미, 샅미의 5미가 고루 조화되고, 지미와 특유의 청량미가 있는 술로 새콤한 맛을 내는 유기산은 갈증을 해소시켜준다(Lee & Choi 2005). 막걸리는 조선시대까지 많은 사랑을 받다가 1917년 일본 식민 정책에 의해 사라지기 시작하여(Yeo & Jeong 2010), 1954년 양곡관리법, 소비자의 인지도 저하, 저품질 막걸리의 범람, 폐쇄적인 시장구조, 1990년 주류 시장 개방 등으로 인해 전통주의 시장 입지는 더욱 약하게 되었다(Kim *et al* 2008). 그러던 중 웰빙 식품으로 막걸리의 인지도가 상승하면서 원료의 다양화 등으로 막걸리 산업의 규모가 커지고 있다(Yeo & Jeong 2010, Yum SK 2011).

최근 국민소득 향상과 더불어 식생활과 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 노화, 만성질환, 성인병 등을 예방할 수 있

는 기능성 물질 첨가 제품들이 소개되고 있으며, 이와 더불어 소비자 기호를 충족시킬 수 있는 방법도 연구되고 있다(You *et al* 2010). 이러한 인식 변화에 따라 막걸리 가공에 대한 선행 연구로는 블루베리 막걸리(Jeon & Lee 2011), 강낭콩 막걸리(Park *et al* 2010), 마늘 막걸리(Ko *et al* 2011), 황기 막걸리(Choi *et al* 2012) 등이 진행되었다.

크랜베리(Ericaceae과, *Vaccinium*속)는 덩굴월귤이라 하며, 철쭉과에 월귤류에 속하며, 미국의 북부지역에서 19세기 초부터 재배되었다(An & Lee 2010). 크랜베리는 선명한 적색을 띠는데, 크랜베리의 적색은 안토시아닌(anthocyanin) 색소로 넓게는 플라보노이드(flavonoid) 색소에 속한다(Francis FJ 1989). 크랜베리에 있는 안토시아닌(anthocyanin), 프로안토시아니딘(proanthocyanidin), 그리고 페놀화합물이 건강에 도움을 주는 크랜베리의 유효 성분이라고 밝혀졌다(Lin *et al* 2005, Apostolidis *et al* 2008, Wu *et al* 2009). 크랜베리는 젤리, 아이스크림, 캔디 등의 식품에 첨가 원료로 사용된다(Kim *et al* 2003). 본 연구에서는 신맛이 매우 강하지만(정청송 2004), 다양한 기능성 물질을 함유한 크랜베리를 우리나라 전통주인 막걸리에 첨가량을 달리하여 신제품 막걸리를 제조한 후 발효기간 동안 품질 특성을 조사하고, 관능평가를

[†] Corresponding author : Yun-Hee Chang, TEL : 82-31-33-6202, FAX : 82-31-330-6200 E-mail :

통해 기호도를 파악하여 최적의 첨가량을 도출하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 사용된 막걸리 제조용 원료인 백미는 2010년 산(Seosan, Korea)을 사용하였고, 첨가재료는 Firestone Pacific foods(USA)에서 제조된 2011년산 냉동 크랜베리(freezed cranberry)를 사용하였다. 누룩과 효모는 2011년 6월에 (주)한국효모(Seoul, Korea)에서 생산된 바이오누룩 제품을 사용하였다.

2. 막걸리 제조 방법

백미 1.5 kg를 수세하여 24시간 상온에서 물에 침지시킨 후 1시간 동안 물을 뺐다. 25분간 찜기 위에서 찌고 5분간 뜸을 들인 후 고두밥이 되면 바로 내려 25℃의 온도가 될 때까지 방냉했다. 여기에 누룩 30 g, 효모 12 g을 섞은 후 발효 용기에 넣었다. 냉동 크랜베리는 상온에서 해동하여 믹서기로 분쇄하는데, 이 때 담금 시 필요한 물 2.25 L의 일부를 사용하여 첨가재료의 손실이 없도록 하였다. 분쇄된 크랜베리와 물을 발효 용기에 넣고 잘 저은 후 25℃로 맞춰진 incubator에서 7일간 발효시켰다. 냉동 크랜베리의 첨가량은 건조 쌀 중량의 5%, 10%, 15%이며, 무첨가 막걸리를 대조군으로 설정하였다.

3. pH 및 산도 측정

pH는 여과한 막걸리 시료 50 mL를 그대로 pH meter(420A, Thermo Orion, USA)를 이용해서 측정하였다(Seo *et al* 2012). 산도 측정은 Yi & Kim(2010)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료의 일정량을 10배로 희석한 후 시험관에 10 mL 채취하여 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어뜨린 다음 0.1 N NaOH로 중화 적정한 다음 소비된 양(mL)을 측정하였다. 다음 식에 의하여 % 젖산으로 산도를 계산하였다.

산도(% 젖산) =

$$\frac{0.009 \times \text{NaOH 소비량(mL)} \times \text{NaOH 역가(1.003)}}{\text{시료의 부피(mL)}}$$

× 100 × 희석배수(10)

4. 알코올 함량 측정

알코올 함량은 발효액 100 mL를 메스실린더로 취하여 등근 플라스크에 옮긴 후 냉각기를 연결하여 증류하였다. 증류액이 70 mL가 되면 증류수를 가하여 100 mL로 만든 후 시

료의 온도를 제어 15℃가 되었을 때 수은구부로 된 주정계(Deakwang Inc., Korea)로 값을 읽은 후 Gay-Lussak의 주정 환산표로 주정분을 결정하였다(Song & Park 2003).

5. 당도 및 환원당 측정

각 시료의 당도는 원심분리한 상등액을 전자당도계(PAL-1, ATAGO, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었다. 환원당은 DNS 법(Kim HY 2000)을 이용하여 측정하였으며, 환원당 정량 시 시료의 농도가 10~100 μg/mL일 때 최적 흡광도를 나타내므로 시료 2 mL를 100 mL volumetric flask에 넣고, 증류수를 가하여 희석하였다. 시험관에 희석된 용액 1 mL와 DNS 시약 3 mL를 가하여 혼합한 다음 100℃의 water-bath에서 15분간 방치한 후 상온에서 냉각하였다. 575nm에서 흡광도를 측정하고, glucose standard curve를 이용하여 환원당 함량(% w/v)을 계산하였다.

6. 색도 측정

색도는 여과된 막걸리 50 mL를 색차계(CR-300, Minolta, Japan)로 측정하였다. 백색판으로 보정(X=94.30, Y=96.11, Z=114.55)하여 측정 후 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)값으로 표시하였다(Yi & Kim 2010).

7. 플라보노이드 함량

플라보노이드 함량은 Dewanto *et al*(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. 1 mL의 시료에 1.25 mL의 증류수를 섞은 후, 75 μL의 5% NaNO₂를 혼합하여 6분간 상온에서 방치하였다. 150 μL의 10% AlCl₃·6H₂O를 넣은 후 다시 5분간 상온에서 방치하였다. 마지막으로 0.5 mL 1 N NaOH를 넣어준 후 spectrophotometer(powerwave X, Bio-TEK Instruments Inc., USA)를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 rutin(Sigma, USA)을 사용하였으며, standard curve를 이용하여 플라보노이드 함량(% w/v)을 계산하였다.

8. 항산화 활성(DPPH Assay)

전자공여능은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois의 방법(Blois MS 1958)으로 측정하였다. 시료 200 μL에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 ethanol 100 mL에 용해) 800 μL를 가한 후 10분간 반응시키고, 525nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조군과의 활성을 비교하였다(Blois 1958).

$$\text{Scavenging activity(\%)} = (1 - A_1/A_0) \times 100 \quad (1)$$

A₁은 시료와 반응한 후의 흡광도이고, A₀는 시료와 반응하기 전의 흡광도이다.

9. 효모수

식품 공전의 방법(KFDA 2012)으로 측정하였으며, 여과된 발효액 1 mL를 무균적으로 취하여 saline 용액에 계단 희석하였다. 각 희석액 1 mL를 PDA(potato dextrose agar, Difco Laboratories) 20 mL와 균일하게 혼합한 후 25°C에서 48시간 동안 배양한 후 colony를 계수하였다. 효모수는 시료 단위 mL 당 colony수(colony forming unit; CFU)로 나타내었다.

10. 관능평가

식품의 특성을 충분히 이해하는 식품영양학과 학생 23명을 패널로 선정하여 크랜베리 막걸리 관능 평가 항목을 충분히 이해시킨 후 기호도 조사를 실시하였다. 기호도 조사는 색, 향미, 단맛, 신맛, 쓴맛, 부드러움, 전체적인 기호도 7가지 항목을 실시하였으며, 9점 척도법으로 평가하여 대단히 좋아한다 9, 대단히 싫어한다 1로 점수를 표시하였다.

11. 통계처리

각 항목별 실험은 3회 반복하였으며, 분석 결과의 통계처리는 SPSS Version 19.0 package program, Sigmaplot Version 10.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고, 실험구 간의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH와 산도

발효 기간 동안 pH값은 Fig. 1과 같다. 담금 직후 pH의 값은 무첨가구 5.63, 크랜베리 5% 첨가구 5.19, 크랜베리 10% 첨가구 4.66, 크랜베리 15% 첨가구 4.40으로 크랜베리 첨가

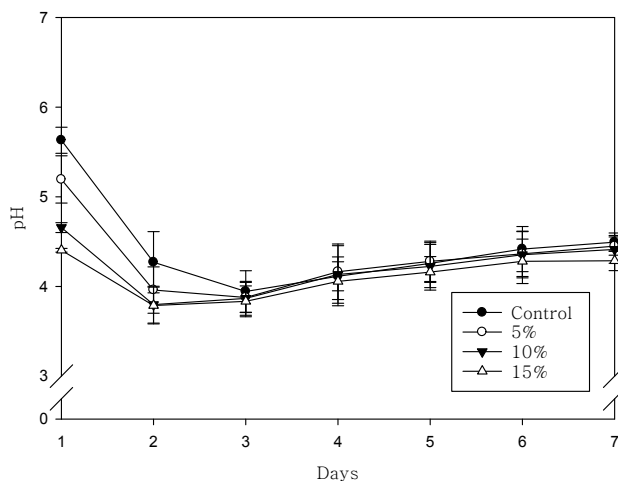


Fig. 1. pH of makgeolli with different amounts of cranberry during fermentation.

농도에 따라서 유의적으로 낮아졌다. 이는 크랜베리의 pH가 낮기 때문에 막걸리 전체에 영향을 미쳤다고 사료된다(Wu *et al* 2008). 발효 3일째까지 모든 실험구의 pH값이 유의적으로 점차 낮아졌는데, 이는 발효를 통해 생성된 탄산가스가 pH가 영향을 준 것으로 보인다는 선행 연구와 일치하였다(Choi *et al* 2011). 이후 발효 3일째 이후부터 완만하게 증가되었는데, 이는 So MH(1999)선행 연구로 단백질 분해로 인한 아미노산과 peptide의 완충작용에 의한 것으로 추정된다.

산도(Fig. 2)의 경우, 발효 1일째에는 첨가 농도가 증가함에 산도가 높아졌지만 발효가 진행될수록 그룹 간 차이는 보이지 않았다. 발효 1~4일까지 증가하는 경향을 보이다가 발효 5일째부터 감소하기 시작하여 발효 7일째에는 모든 실험구의 산도는 0.50~0.54%로 나타났다. 이는 Hong *et al*(1970)의 선행 연구와 같은 양상을 보이는데, 유기산이 알코올 등과 결합하여 ester와 같은 향미 형성 등에 이용되므로 후기에는 감소된 것으로 추측하였다.

2. 알코올 함량

무첨가구를 포함한 모든 첨가구에서 발효 1~2일에 알코올이 생성되기 시작하였으며, 발효 2~3일에 급격한 증가폭을 보였다(Fig. 3). 발효 2일째에 당도와 환원당의 함량이 급증하면서 효모의 알코올 생성 반응이 일어난 결과이다. 발효 3일 이후부터는 무첨가구와 모든 첨가구에서 완만하게 증가하였고, 최종 알코올 함량은 14.57~17.40%로 첨가 농도에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다.

3. 당도와 환원당

발효 기간 동안의 당도와 환원당의 함량 변화는 Table 1과 Table 2에 나타내었다. 발효 1일째에는 모든 실험구의 당도

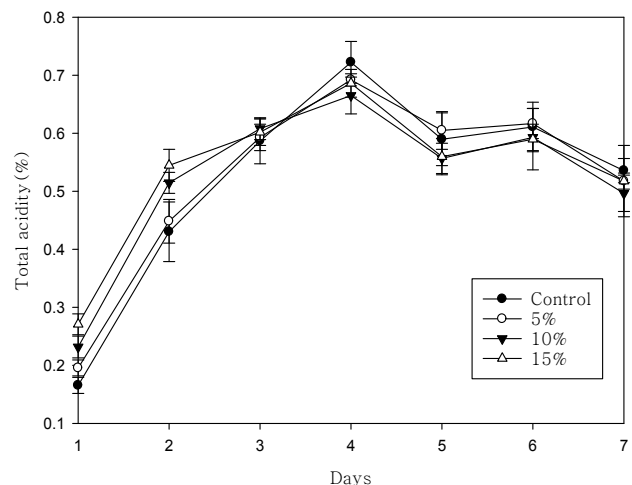


Fig. 2. Total acidity of makgeolli with different amounts of cranberry during fermentation.

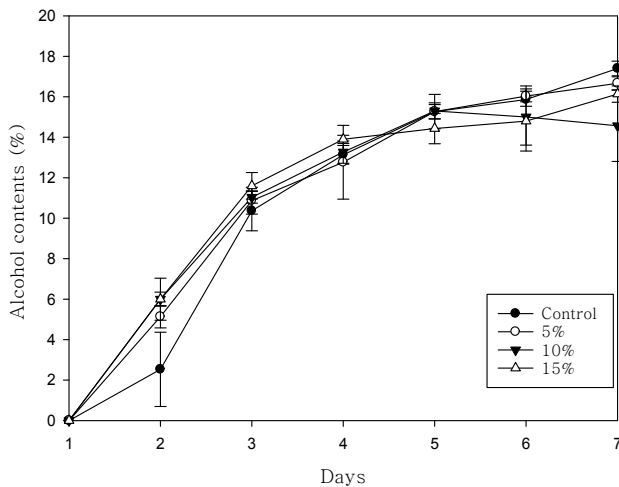


Fig. 3. Alcohol contents of *makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation.

Table 1. Soluble contents of *makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation ($^{\circ}$ Brix).

Fermentation period(days)	Added ratios of cranberry			
	0%	5%	10%	15%
1	7.20 \pm 0.20 ^{Ad1)}	4.93 \pm 0.67 ^{Bd}	4.23 \pm 0.15 ^{Bd}	4.43 \pm 0.40 ^{Bd}
2	11.93 \pm 0.64 ^{Cbc}	14.93 \pm 0.51 ^{Ba}	16.37 \pm 0.23 ^{Aa}	16.37 \pm 0.49 ^{Aa}
3	13.37 \pm 0.55 ^{Aa}	13.07 \pm 0.40 ^{Ab}	12.93 \pm 0.32 ^{Ab}	11.57 \pm 0.25 ^{Bb}
4	12.23 \pm 0.67 ^{Ab}	11.47 \pm 0.47 ^{ABc}	11.63 \pm 0.50 ^{ABc}	10.93 \pm 0.59 ^{Cbc}
5	11.10 \pm 0.36 ^{Ac}	11.37 \pm 0.51 ^{Ac}	11.03 \pm 0.80 ^{Ac}	10.40 \pm 0.66 ^{Ac}
6	11.6 \pm 0.87 ^{Abc}	11.23 \pm 0.47 ^{Ac}	11.13 \pm 0.76 ^{Ac}	10.93 \pm 0.80 ^{Abc}
7	11.47 \pm 0.50 ^{Abc}	11.73 \pm 0.21 ^{Ac}	11.33 \pm 0.65 ^{Ac}	11.47 \pm 0.57 ^{Ab}

¹⁾ Values are mean \pm standard deviation and different superscripts in the same column (a~d) and row(A~C) are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

는 4.23~7.20 $^{\circ}$ Brix였으며, 담금 직후 첨가구에 비해 대조구의 당도가 유의적으로 높았다. 이는 크랜베리가 초기 발효의 미생물에 영향을 끼친 것으로 사료된다. 하지만 이후 전체적으로 급격히 증가하여 발효 2일째에 가장 높은 것으로 보아 막걸리 발효 과정에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다. 비슷한 양상으로 환원당의 경우, 발효 2일째에 무첨가구 4.36%, 크랜베리 5% 첨가구 4.75%, 크랜베리 10% 첨가구 6.06%, 크랜베리 15% 첨가구 5.46%로 가장 높았다. 담금 직후 탄수화물인 백미가 당화 amylase의 효소 작용으로 분해되어 환원당이 증가되었으나, 발효 후기에 효모나 젖산균의 발효 기질로 이용되어 감소되었을 것으로 사료된다.

Table 2. Reducing sugar of *makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation ($^{\circ}$)

Fermentation period(days)	Added ratios of cranberry			
	0%	5%	10%	15%
1	2.74 \pm 0.73 ^{Ab1)}	2.66 \pm 0.56 ^{Ab}	2.32 \pm 0.62 ^{Ab}	2.34 \pm 1.07 ^{Ab}
2	4.36 \pm 1.06 ^{Ba}	4.75 \pm 0.35 ^{ABa}	6.06 \pm 0.67 ^{Ba}	5.46 \pm 0.70 ^{ABa}
3	2.34 \pm 0.37 ^{Abc}	2.34 \pm 0.34 ^{Abc}	2.65 \pm 0.56 ^{Ab}	2.33 \pm 0.34 ^{Ab}
4	2.58 \pm 0.79 ^{Abc}	1.82 \pm 0.71 ^{Abc}	1.94 \pm 1.17 ^{Ab}	1.52 \pm 0.59 ^{Ab}
5	2.21 \pm 0.49 ^{ABbc}	2.38 \pm 0.40 ^{Bbc}	1.96 \pm 0.29 ^{ABb}	1.6 \pm 0.11 ^{Ab}
6	2.38 \pm 0.18 ^{Abc}	2.14 \pm 0.99 ^{Abc}	2.18 \pm 0.20 ^{Ab}	2.18 \pm 0.09 ^{Ab}
7	1.43 \pm 0.50 ^{Ac}	1.38 \pm 0.77 ^{Ac}	2.10 \pm 0.73 ^{Ab}	1.99 \pm 0.73 ^{Ab}

¹⁾ Values are mean \pm standard deviation and different superscripts in the same column (a~c) and row(A~C) are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

4. 색도

발효기간 동안 색도의 변화는 Table 3에 나타내었다. 발효 1일째 L값(명도)의 경우, 크랜베리 첨가 농도가 증가함에 따라서 L값은 유의적으로 작아지고, a(적색도)값은 유의적으로 커졌다. 발효가 진행될수록 모든 그룹의 L값과 a값은 유의적으로 줄어들었으며, b(황색도)값의 경우 증가하였다. 발효 기간 동안 첨가 함량이 클수록 L값과 b값은 작았으며, a값은 높은 수치를 나타내었는데, 이는 크랜베리의 붉은 색소인 안토시아닌의 영향이라고 사료된다.

5. 플라보노이드 함량

발효 기간 동안 크랜베리 첨가량을 달리한 막걸리의 플라보노이드 함량은 Fig. 4에 나타내었다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사물질로서, 이는 항산화 활성과 항암작용을 하는 생리활성물질로 사료된다(Kim *et al* 2011a).

발효 1일째의 플라보노이드 함량은 무첨가구 12.67 μ g/mL, 크랜베리 5% 첨가구 15.33 μ g/mL, 크랜베리 10% 첨가구 22.67 μ g/mL, 크랜베리 15% 첨가구 28.67 μ g/mL로 크랜베리 첨가량에 따라서 유의적으로 높아졌다.

발효 7일째에는 무첨가구 41.00 μ g/mL, 크랜베리 5% 첨가구 46.00 μ g/mL, 크랜베리 10% 첨가구 51.33 μ g/mL, 크랜베리 15% 첨가구 56.00 μ g/mL로 모든 실험구에서 플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였다. 무첨가구를 포함한 모든 실험구에서 플라보노이드 함량의 증가는 발효 과정 동안 미생물 작용에 의한 분해산물에 의한 결과라고 사료된다. 이와 같이 첨가 함량 증가에 따라 플라보노이드 함량이 증가하는

Table 3. Color difference of *makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation

Fermentation period(days)	Added ratios of cranberry				
	0%	5%	10%	15%	
L-value (lightness)	1	54.86±1.05 ^{Ad1}	48.90±0.84 ^{Bd1}	41.75±2.38 ^{Cd1}	38.45±3.38 ^{Cc}
	2	71.38±3.39 ^{Aa}	58.35±3.80 ^{Bbc}	57.02±3.82 ^{Bcc}	51.58±1.05 ^{Cc}
	3	68.65±3.86 ^{Ab}	67.72±2.52 ^{Aa}	66.90±1.97 ^{Aa}	57.30±2.78 ^{Bbb}
	4	64.17±2.98 ^{Abc}	60.69±0.43 ^{ABb}	58.29±1.95 ^{Bb}	59.17±3.09 ^{Ba}
	5	61.04±2.71 ^{Ac}	59.08±0.78 ^{ABbc}	55.17±1.71 ^{BCbc}	53.14±3.90 ^{Cbc}
	6	60.98±3.87 ^{Ac}	57.38±1.67 ^{ABbc}	55.09±2.64 ^{Bbc}	48.03±2.33 ^{Cd}
	7	58.60±4.12 ^{Ac}	55.39±1.87 ^{ABc}	51.18±2.17 ^{BCc}	46.25±2.41 ^{Cd}
a-value (redness)	1	-1.07±0.15 ^{Da}	2.35±0.69 ^{Ca}	6.94±1.46 ^{Ba}	12.91±0.77 ^{Aa}
	2	-0.81±0.27 ^{Dc}	1.38±0.16 ^{Cb}	3.87±0.23 ^{Bb}	5.93±0.30 ^{Ab}
	3	-1.04±0.06 ^{Dc}	0.58±0.18 ^{Cc}	2.32±0.42 ^{Bc}	3.73±0.29 ^{Ac}
	4	-1.11±0.20 ^{Dc}	0.24±0.17 ^{Cc}	2.00±0.26 ^{Bc}	3.32±0.05 ^{Ac}
	5	-1.09±0.04 ^{Db}	0.19±0.04 ^{Cc}	1.86±0.20 ^{Bc}	2.98±0.22 ^{Ac}
	6	-1.12±0.06 ^{Dd}	0.32±0.13 ^{Cc}	1.75±0.02 ^{Bc}	3.01±0.37 ^{Ad}
	7	-1.14±0.24 ^{Dc}	0.50±0.21 ^{Cc}	1.80±0.24 ^{Bc}	2.86±0.16 ^{Ad}
b-value (yellowness)	1	-0.34±2.26 ^{Af}	-1.77±2.25 ^{Ac}	-1.77±2.81 ^{Ac}	-3.81±1.33 ^{Ac}
	2	1.44±1.94 ^{Bc}	1.44±0.31 ^{Ab}	1.28±0.50 ^{Ab}	0.40±0.30 ^{Bb}
	3	3.29±0.25 ^{Bd}	3.29±0.09 ^{Aa}	2.99±0.46 ^{Ab}	2.79±0.43 ^{Aa}
	4	3.30±0.74 ^{Ba}	3.30±0.78 ^{Aa}	3.54±0.28 ^{Aa}	3.82±0.58 ^{Aa}
	5	3.74±0.53 ^{Bc}	3.74±0.87 ^{Aa}	3.55±0.35 ^{Aa}	3.09±1.05 ^{Aa}
	6	4.12±0.13 ^{Cb}	4.12±0.14 ^{Aa}	3.84±0.17 ^{Aa}	3.27±0.17 ^{Ba}
	7	4.12±0.80 ^{Ca}	4.12±0.68 ^{Aa}	3.64±0.52 ^{Ab}	3.17±0.40 ^{Ba}

1) Values are mean±standard deviation and different superscripts in the same column (a~f) and row(A~D) are significantly different by Duncan's multiple range test($p < 0.05$).

것은 설기떡을 이용한 흑마늘 막걸리의 제조와 품질 특성을 주제로 한 Kim *et al*(2011a)의 선행 연구와 일치하였다.

6. DPPH Free Radical Scavenging Activity

전자공여능은 항산화 측정에 대표적으로 쓰이는 방법이다. DPPH는 항산화 활성을 측정하기 위한 기질로 사용되고, phenol, flavonoid와 같은 페놀성 물질에 대한 항산화작용의 지표라고 알려져 있으며, 유리 라디칼에 전자를 공여하여 식품 중의 지방산화를 억제하고, 인체 내 노화를 억제시키는 작용으로 많이 이용되어 인체의 질병과 노화를 방지하는데 중요한 역할을 한다(Lee *et al* 1997).

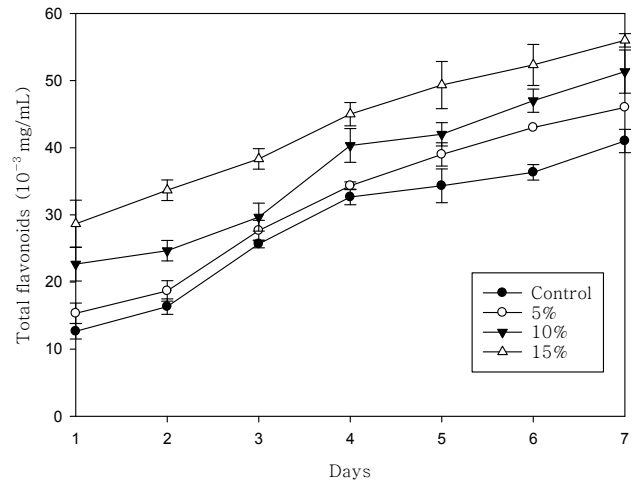


Fig. 4. Total flavonoids of *makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation.

발효 7일째 무첨가구는 38.62%, 크랜베리 5% 첨가구는 53.35%, 크랜베리 10% 첨가구는 64.82%, 크랜베리 15% 첨가구는 71.44%로 무첨가구에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타냈으며, 크랜베리 첨가량에 의존적으로 항산화 활성이 큰 것을 알 수 있다(Fig. 5). 이는 민들레 뿌리를 첨가한 약주의 환원력 활성 조사 연구에서 첨가 재료의 함량이 커질수록 항산화 활성이 커진다는 Kim *et al*(2011b) 등의 결과와 일치한다.

7. 효모 수

발효 기간 동안 막걸리의 효모수 변화는 Fig. 6에 나타나

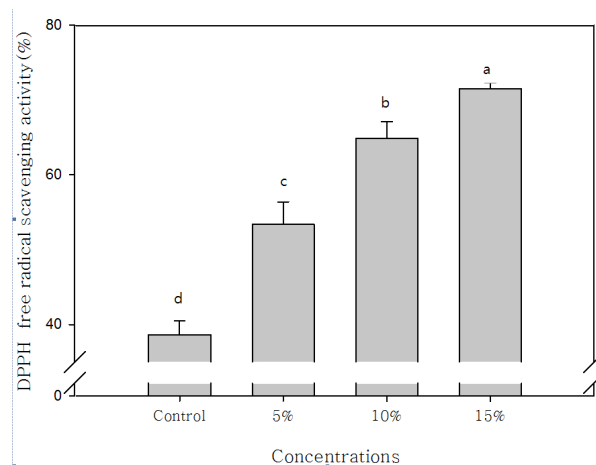


Fig. 5. DPPH free radical scavenging activity of *makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation.

a~d) Different letter are significantly different from each other ($p < 0.05$) by ANOVA with Duncan's multiple range test.

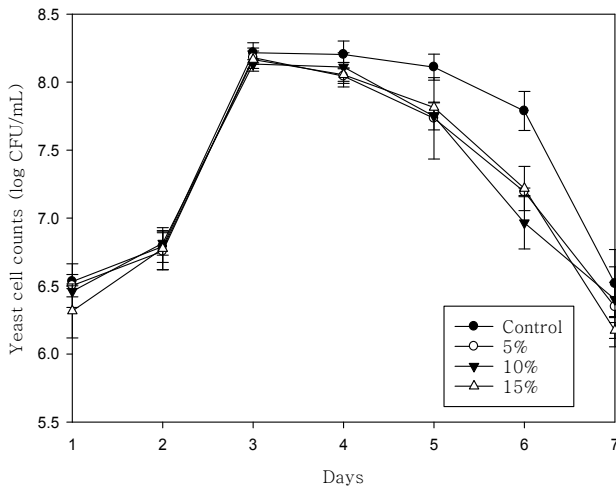


Fig. 6. Yeast cell counts of *Makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation.

었다. 발효 1일째 6.32~6.53 log CFU/mL로 첨가 함량에 따른 그룹 간의 유의적 차이는 보이지 않았다. 발효 1~3일째에는 모든 실험구의 효모수가 8.13~8.22 log CFU/mL로 유의적으로 증가하였으며, 발효 4~7일째에는 점차 감소하였다. 이는 효모수가 담금 직후부터 발효 3일째에 급격히 증가하다가 이후 감소한다는 선행 연구 결과와 일치하였다(Kim *et al* 2011a).

8. 관능평가

항목은 색(color), 향미(flavor), 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 쓴맛(bitterness), 부드러움(texture), 전체적인 기호도(overall acceptance)이고, 1점(대단히 싫어한다)~9점(대단히 좋아한다)로 표시되었다(Table 4). 점수가 의미하는 것은 평가 항목의 정도를 수치화 한 것이 아니라 기호도 평가이기 때문에 항목에 대한 만족도를 의미하는 것이다. 색(color)과 향미(flavor)에서는 크랜베리 15% 첨가구가 각각 6.4점과 6.2점으로 유의적으로 가장 높았으며, 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 쓴맛(bitterness), 부드러움(texture)에서는 크랜베리 10% 첨가구의 점수가 각각 6.2, 5.9, 5.8, 6.3, 6.2로 유의적으로 가장 높았다. 또한 전체적인 기호도(overall acceptance)에서도 크랜베리 10% 첨가구가 6.2점으로 유의적으로 가장 높았다. 크랜베리 15% 첨가구의 경우, 색(color)과 향미(flavor)의 점수는 높았지만 지나친 첨가로 인해 전체적인 기호도를 만족시키지 못한다는 결론을 내릴 수 있다.

결론

건조 쌀 중량 기준 크랜베리 0%, 5%, 10%, 15%를 첨가하여 크랜베리 막걸리를 제조하였고, 이들의 품질 특성과 관능

Table 4. Sensory evaluation of *Makgeolli* with different amounts of cranberry during fermentation

Sensory evaluation	Added ratios of cranberry			
	0%	5%	10%	15%
Color	6.0±1.7 ^{AB1)}	5.6±1.3 ^B	6.1±1.7 ^{AB}	6.4±2.2 ^A
Flavor	6.1±1.4 ^A	5.5±1.3 ^B	6.1±1.5 ^A	6.2±1.8 ^A
Sweetness	5.7±1.7 ^A	5.8±1.8 ^A	6.2±1.7 ^A	6.0±2.0 ^A
Sourness	5.0±1.7 ^B	5.6±1.9 ^{AB}	5.9±1.7 ^A	5.6±1.8 ^{AB}
Bitterness	5.4±2.0 ^A	5.2±1.8 ^A	5.8±1.7 ^A	5.7±1.9 ^A
Texture	6.3±1.5 ^B	5.6±1.6 ^B	6.3±1.6 ^A	5.8±1.8 ^{AB}
Overall acceptance	5.9±1.4 ^{AB}	5.4±1.8 ^B	6.2±1.7 ^A	5.8±2.0 ^{AB}

1) Values are mean±standard deviation and different superscripts in the same row(A~B) are significantly different by Duncan's multiple range test($p<0.05$).

평가를 통한 기호도를 조사하였다. 조사 결과, 막걸리의 품질을 평가하는 항목인 산도, 당도, 알코올 함량, pH, 환원당, 효모계수에서는 무첨가구를 포함한 모든 실험구에서 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 플라보노이드 함량과 DPPH free radical scavenging activity의 경우 크랜베리 첨가 함량이 커질수록 함량과 활성이 유의적으로 높았다. 또한, 관능평가를 통한 기호도 조사에서는 크랜베리 10% 첨가구가 제일 높은 점수를 받았다. 이 결과들을 종합적으로 분석해 보면 크랜베리를 첨가하여 제조한 막걸리가 무첨가구에 비해 기능적 면에서 더 우수하였고, 이 중에서도 크랜베리 10% 첨가구는 다른 실험구와 비교하여 발효 기간 동안 이화학적 변화와 비슷한 양상을 보이며, 관능평가를 통한 전체적인 기호도에서 가장 높은 점수를 받았으므로, 크랜베리 10% 첨가가 신제품 개발에 가장 적합한 첨가함량이 되겠다.

문헌

- 정청송 (2004) 서양조리기술론. 기전연구사, 서울. pp 432-433.
- An HR, Lee KS (2010) Quality characteristics of pan bread by the addition of cranberry powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 697-705.
- Apostolidis E, Kwon YI, Shetty K (2008) Inhibition of *Listeria monocytogenes* by oregano, cranberry and sodium lactate combination in broth and cooked ground beef systems and likely mode of action through proline metabolism. *International Journal of Food Microbiology* 128: 317-324.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of

- stable free radical. *Nature* 191: 1199-1200.
- Choi JH, Jeon JA, Jung ST, Park SY, Lee CH, Kim TJ, Choi HS, Yeo SH (2011) Quality characteristics of *seoktanju* fermented by using different *nuruks*. *Korean J Microbiol Biotechnol* 39: 56-62.
- Choi JH, Park JH, Lee CH, Park SY, Kim JJ, J TJ, Kim ST, Choi HS, Yeo SH (2012) Quality characteristics of fermented alcoholic beverage with *Asagali radix* added. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 41-51.
- Dewanto V, Wu X, Kafui K, Adom, Rui HL (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010-3014.
- Francis FJ (1989) Food colorants : Anthocyanins. *Crit Rev Food Sci & Nutr* 28: 273-313.
- Hong SW, Hah YC, Min KH (1970) The biochemical constituents and their changes during the fermentation of *takju*. *J Korean Agric Chem Soc* 8: 107-115.
- Jeon MH, Lee WJ (2011) Characteristics of blueberry added *makgeolli*. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 40: 444-449.
- KFDA (2012) Code food. KFDA, Seoul, Korea.
- Kim GM, Jung WJ, Shin JH, Kang MJ, Sung NJ (2011a) Preparation and quality characteristics of *makgeolli* made with black garlic extract and *sulgidduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 759-766.
- Kim IH, Kim SH, Kwon JH (2008) Fermentation characteristics of *yakju* added with *Acanthopanax cortex* extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 521-527.
- Kim JH, Lee JH, Baik CK (2003) Characteristics and stability of the color of the cranberry solution. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 806-811.
- Kim M, Lee JB, Park HK, Lee JS (2011b) Studies on antioxidant activity, total flavonoids and polyphenols, and reducing powder in *yakju* with different ratios of dandelion root. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 882-887.
- Kim HY (2000) The Korea Society of Food Science and Nutrition hand book of experiments in food science and nutrition. Hyoil Publishing Co., Seoul. pp 151-152.
- Ko YJ, Kang SD, Kang ST, Ryu CH (2011) Quality properties and anti-allergic effect of *makgeolli* added with garlic. *Journal of Life Science* 21 : 1592-1598.
- Lee KD, Chang HK, Kim HK (1997) Antioxidative and nitrite scavenging activities of edible mushroom. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
- Lee TS, Choi JS (2005) Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Aspergillus kawachii* *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 37: 944-950.
- Lin YT, Labbe RG, Shetty K (2005) Inhibition of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood systems using oregano and cranberry phytochemical synergies and lactic acid. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6: 453-458.
- Park SS, Yoon JA, Kim JJ (2010) Quality properties of *Takju* (rice wine) added with kidney bean. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 575-581.
- Seo WT, Cho HK, Lee JY (2012) Quality characteristics of wheat-rice *makgeolli* by making of rice *nuruk* prepared by *Rhizopus oryzae* CCS01. *Kor J Microbiol* 48: 147-155.
- So MH (1999) Characteristics of a modified *nuruk* made by inoculation of traditional *nuruk* microorganisms. *Korean J Food Nutr* 12: 219-225.
- Song JC, Park HJ (2003) *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 847-854.
- Wu VC, Qiu X, Bushway A, Harper L (2008) Antibacterial effects of American cranberry(*Vaccinium macrocarpon*) concentrate on foodborne pathogens. *LWT - Food Science and Technology* 41: 1834-1841.
- Wu VCH, Qiu XJ, de los Reyes BG, Lin CS, Pan YP (2009) Application of cranberry concentrate (*Vaccinium macrocarpon*) to control *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef and its antimicrobial mechanism related to the down regulated *Slp*, *hdeA* and *Cfa*. *Food Microbiology* 28: 32-38.
- Yeo SH, Jeong YJ (2010) Current trends and development a plan in the Korean *makgeolli* industry. *Food Science and Industry* 43: 55-64.
- Yi YH, Kim JY (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.
- You SG, Kim SW, Jung KH, Moon SK, Yu KW, Choi WS (2010) Effect of *Astagali radix* and *Opuntia humifusa* on quality of red ginseng drink. *Food Eng Prog* 14: 299-306.
- Yum SK (2011) The history of *makoli* industry in Korea. *Food Science and Industry* 44: 18-27.

접 수: 2012년 12월 17일
 최종수정: 2013년 2월 12일
 채 택: 2013년 2월 20일