

석류를 이용한 막걸리의 품질 특성 및 항산화 활성

김난슬 · 안미지 · 최선욱[†]

경남대학교 식품생명학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of *Makgeolli* using Pomegranate Powder

Nan-Seul Kim, Mi-Ji An and Sun-Uk Choi[†]

Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Changwon 631-701, Korea

ABSTRACT

The quality characteristics and antioxidant activities of *makgeolli* added with different amounts of pomegranate powder (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) were investigated. Although pH was reduced with increasing concentrations of pomegranate powder, all pH values rapidly decreased for 2 days, and then gently increased afterwards. Total acidity increased until 3 days of fermentation and then slowly increased. Sugar and reducing sugar contents reached maximum levels after 1 day of fermentation and gradually decreased until 7 days. Alcohol content remarkably increased until 2 days and gradually increased until 7 days. The addition of over 10% pomegranate powder increased yeast count until 3 days of fermentation, followed by a decrease. In the sensory evaluation, color, flavor, sweetness, and overall acceptance decreased with increasing concentrations of pomegranate powder, and sourness and bitterness slightly increased. Early antioxidant activity improved according to the concentration of pomegranate powder, but addition of 15% and 20% pomegranate powders reduced antioxidant activity from 3 days of fermentation. In conclusion, addition of 10% pomegranate powder would be the most suitable to manufacture pomegranate *makgeolli*.

Key words : Pomegranate, *makgeolli*, quality characteristics, antioxidant activities, sensory evaluation

서 론

막걸리는 우리나라에서 가장 오래된 역사를 가진 술이며, 막거른 술이라는 데서 비롯된 것으로, 맑지 않고 탁하기 때문에 탁주라고 부르기도 한다(Song & Park 2003). 막걸리에는 일반 술과는 달리 단백질과 당질, 비타민, 그리고 생리활성물질 등이 들어 있어 영양적, 기능적 가치가 높은 술이다(Kim *et al* 2007, Song & Park 2003). 특히 인체 내의 신진대사에 관여하는 필수 아미노산이 많이 함유되어 있고, 비타민 B₁, B₂, 그리고 fusel oil 등이 함유되어 있다. 또한 풍미물질인 ethyl acetate, amylacetate, ethylcaproate 등의 ester와 새콤한 맛을 내는 유기산과 acetylcholine이 함유되어 있다(Jeong *et al* 2006). 오늘날의 막걸리는 주로 쌀을 주원료로 이용해 만들어지고 있으며, 황백색과 감미, 산미 등이 잘 조화되어 맛이 좋고, 발효에 의한 CO₂로 청량감을 가진다(Yang & Eun 2011). 최근에 전통발효주에 대한 관심이 매우 높아졌으며, 특히 막걸리에 대한 인기는 국내뿐만 아니라, 일본을 포함한

해외 여러 나라에서도 높아 소비량이 급증하였다. 이러한 영향으로 막걸리에 대한 새로운 신제품과 기능성에 대한 연구가 활발하게 진행되어 왔으며, 특히 성인병, 노화, 항암 등에 도움이 되는 기능성 원료를 첨가하여 생리활성 기능성이 강화된 막걸리들이 속속 개발되어 시판되고 있다(Lee *et al* 2005, Lee *et al* 2010, You *et al* 2010). 이러한 목적으로 이루어진 선행 연구로는 크랜베리 막걸리(Lee *et al* 2013), 블루베리 막걸리(Jeon & Lee 2011), 오디 막걸리(Kim *et al* 2013), 마늘 막걸리(Ko *et al* 2011) 등이 진행되었다.

석류(*Punica granatum* L.)는 이란을 중심으로 유럽 동남부에서 히말리야에 걸쳐 서식하는 석류과에 속한 낙엽소목으로 현재는 아열대 및 열대 각지에 널리 퍼져 있는 식물이다(Kim *et al* 2005). 예부터 촌충의 구제, 설사, 이질, 구내염, 장출혈에 효과가 있는 것으로 알려져, 석류열매와 줄기껍질, 그리고 뿌리껍질을 건조하여 한약재로 많이 쓰여왔으며, 근래에는 고혈압과 동맥경화, 항산화, 항염증, 항암 등의 임상적 효능을 가진 90여종의 생리활성물질이 함유되어 있다는 것이 보고되어 석류소비량이 최근 크게 증가하였다(Gil *et al* 2000, Kim *et al* 2005, Koh *et al* 2005, Lansky *et al* 2005). 석류의

[†]Corresponding author : Sun-Uk Choi, Tel : +82-55-249-2258, Fax : +82-55-249-2995, E-mail : suchoi@kyungnam.ac.kr

주요 성분은 alkaloid인 isopelletierine이며, 그 외 tannin인 punicalin, inuline, mannitol, sorbitol, malic acid 등이 함유되어 있으며, 석류나무의 수피, 잎, 과피에는 ellagitannins와 gallo-tannin이 풍부하고, 잎에는 apogenin, lutein 등의 배당체가 함유되어 있다(Bae SY 2004, Gil *et al* 2000, Han *et al* 1997). 또, 석류는 과즙보다 껍질과 씨 부분에 기능성 성분의 함량뿐만 아니라, 항암 및 항산화 활성이 높으며, 여성호르몬인 에스트로겐 대용 물질도 많이 포함되어 있는 것으로 밝혀졌다(Lansky *et al* 2005, Jin SY 2011). 특히, 석류의 항산화 기능에 대한 관심이 높아지고 있는데, 항산화 물질은 식품의 산패 억제뿐 아니라, 인체 내에서 성인병 예방, 노화 억제, 항암 등 생리활성 기능이 입증되면서 식품 그 자체보다도 생리기능에 더 많은 관심이 쏠리고 있다(Jin SY 2011, Lim *et al* 1996). 그러나 석류는 일반적으로 생과를 그대로 섭취하거나, 착즙하여 주스나 과즙농축액, 차, 잼 등으로 가공하는데 착즙 시 껍질이나 씨는 사용하지 않기 때문에 석류의 가식비율은 20~30%로 폐기율이 매우 높은 것이 문제이다(Jin SY 2011). 또, 국내의 석류에 대한 가공식품연구도 주로 꺾은 맛을 내는 껍질과 씨를 제외하고, 과즙만을 착즙하여 이용하고 있는 추세이다(Yae *et al* 2007, Kim & Eun 2012). 그러므로 석류의 70~80%를 차지하고 있으며, 과즙보다 생리활성이 높은 껍질과 씨를 활용한 가공식품의 연구가 절실히 요구되는 실정이다. 석류를 이용한 막걸리의 연구는 Kim & Eun(2012)에 의해 진행된 바 있으나, 이 연구 또한 껍질과 씨가 포함되지 않은 석류즙 농축액만을 첨가하여 막걸리를 제조하였으며, 첨가농도에 따른 이화학적 및 관능적 특성만을 살펴본 것으로서, 껍질과 씨가 첨가된 막걸리에 대한 연구는 전혀 진행된 바 없다(Kim & Eun 2012).

따라서 본 연구에서는 과즙 및 착즙 시 부산물로 버려지고 있지만 생리활성이 높은 석류의 껍질과 씨를 모두 첨가한 막걸리를 제조하여, 기능성을 높인 새로운 막걸리의 개발 가능성을 검토하고자 하였으며, 석류 첨가량과 발효기간에 따른 품질 특성 및 항산화 활성의 변화에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 석류는 이란에서 수입된 Omid Nikan Co.(Tehran, Iran)의 이란산 석류를 사용하였으며, 석류를 절단하고 40℃에서 열풍건조 후 분쇄기(IKA M20, IKA Co. LTD. Germany)를 사용하여 10분 이상 분쇄하였다. 분쇄한 다음 100 mesh의 체로 친 다음 실험에 사용하였다. 백미는 삼안미곡종합처리장에서 생산된 ‘금싸라기 쌀’을 구입하여 사용하였으며, 당화를 위한 누룩은 진주곡자(2013년 6월 제

조, 300 SP, 진주, 한국)를 사용하였다. 탁주 발효에 이용된 효모는 (주)전원 식품에서 판매하는 건조효모를 구입하여 사용하였다.

2. 막걸리의 제조 및 숙성

석류막걸리의 제조는 쌀 500 g을 2시간 동안 물에 침지한 후 물기를 제거하여 고두밥(1시간 증자)을 제조한 뒤 실온에서 방냉하였다. 생쌀의 무게를 기준으로 누룩 2%를 첨가하였으며, 효모는 물 1 L 기준으로 건조 효모 1%를 혼합한 후 4 L용량의 발효용기에 투입하고, 물 1 L를 가수하여 제조하였다. 발효온도는 28℃로 7일간 배양하였으며, 석류분말은 탁주 제조에 사용된 쌀의 무게를 기준으로 첨가비율을 0, 5, 10, 15, 20%로 구분하여 각각 첨가하였다.

3. pH 및 산도 측정

24시간 간격으로 술덧을 채취하여 pH는 pH meter(CG842, Schott Mainz, Germany)를 사용하여 측정하였으며, 총산도는 시료 10 mL를 취해 페놀프탈레인 지시약 2~3방울 가해 0.1N NaOH용액으로 중화 적정하여 젯산함량(%)으로 환산하였다.

4. 당도 및 환원당 측정

당도는 당도계(지원하이텍, GMK-703F)로 측정하였으며, 환원당 함량은 시료를 DNS(dinitrosalicylic acid)에 의한 비색법으로 UV-Vis spectrophotometer(Shimadzu, UV-1601)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준정량곡선을 이용하여 환원당 함량을 계산하였다.

5. 색도 측정

시료의 색도는 색차계 (Model JC801, Color Techno System Co., Japan)를 이용하여 색도를 측정하고, L(Lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 나타내었다. 각각의 시료마다 5회 반복 측정하였으며, 표준 백판은 X값 94.25, Y값 96.06, Z값 114.26(L값 98.01, a값 2.27, b값 -1.13)이었다.

6. 알코올 함량 및 항산화 활성(ORAC assay) 측정

국제청의 주류분석법(NTSTSI 1999)에 따라 500 mL 삼각 플라스크에 시료 100 mL와 증류수 30 mL를 넣고 증류시킨 뒤, 증류액이 70 mL가 되면 물을 가하여 100 mL까지 채운 뒤, 15℃에서 주정계를 넣고 알코올을 정량하였다. 항산화 활성은 대표적으로 사용되는 ORAC(Oxygen radical absorbance capacity) 분석법을 이용하였다(Talcott & Lee 2002). 75 mM potassium phosphate buffer (pH 7.4)에 녹인 100 µL의 40 nM fluorescein을 plate에 넣은 뒤 같은 buffer에 녹여 50 µg/mL 농도의 시료를 준비하였다. 50 µL의 시료를 plate에 넣은 뒤,

그 후 바로 peroxy radical을 생성하는 50 μ L의 20 mM 2,2'-azobis(2-methylpropionamidine) dihydro-chloride(AAPH)를 넣어 혼합해 주었다. AAPH와 대조군으로 사용된 수용성 vitamin E 유도체인 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid(trolox)는 매 실험에서 새로 만들어 사용하였다. 형광분석기는 측정 전 reaction mixture가 담긴 96-well plate를 10초 동안 shaking한 후, 5초 동안 안정화 하도록 설정하였다. 시료는 총 200분 동안 형광을 측정하도록 설정되었으며, fluorescein은 excitation wavelength 485nm, emission wavelength 535 nm에서 측정하였다. 최종 결과는 측정시료의 형광값과 blank의 형광값 간의 넓이 차이로 계산하였으며, 모든 결과는 trolox 당량(TE, Trolox Equivalents, μ M)로 환산하여 나타냈다.

7. 효모 수 측정

본 연구를 통해 제조된 막걸리의 효모수를 측정하였다(KFDA 2011). 무균적으로 채취한 시료를 멸균한 생리식염수로 순차적으로 10배 희석하고 균질화된 용액 1 mL와 PDA (Potato Dextrose Agar) 15 mL를 잘 혼합한 후, 25 $^{\circ}$ C에서 120 시간 동안 배양한 후 효모수를 측정하였다.

8. 관능평가 및 통계처리

석류 첨가량에 따른 막걸리의 관능변화를 알아보기 위해, 경남대학교 식품생명학과 대학원생 20명(평균연령 25세, 남성 10명, 여성 10명)을 대상으로 5가지 실험구에 대해 색(Color), 향(Flavor), 단맛(Sweetness), 신맛(Sourness), 쓴맛(Bitterness), 전체적인 기호도(Overall acceptance)를 9점 척도법으로 평가하였으며, 대단히 좋다 9, 대단히 싫다 1로 점수를 표시하였다. 모든 항목별 실험은 3회 반복하였으며, 결과의 유의성 검증은 SPSS program(version SPSS 18.0)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 각 시료간의 유의성 검증은 던컨의 다중 범위 시험법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 5%($p < 0.05$) 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH와 산도

막걸리는 발효과정 중에 생성되는 탄산가스와 유기산, 그리고 기타 다양한 물질들에 의해 pH가 변화가 발생하게 되므로 pH는 발효진행 정도를 판단할 수 있는 좋은 지표가 된다(Kim *et al* 2008). 석류첨가 막걸리의 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 담금 직후의 pH값은 무첨가구 5.57, 석류 5% 첨가구 5.09, 10% 첨가구 4.99, 15% 첨가구 4.93, 20% 첨가구 4.93으로 석류분말의 첨가량의 증가에 따라 유의적으로 낮아졌

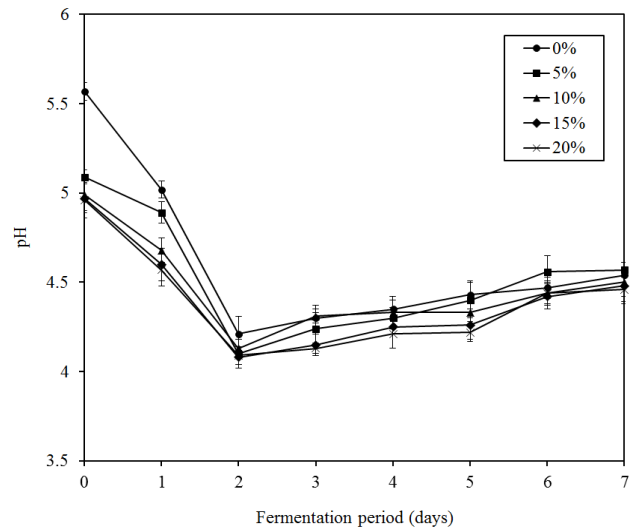


Fig. 1. Changes in pH of makgeolli added with different amounts of pomegranate during fermentation.

나, 발효 3일째에는 모든 실험구의 pH값이 4.13~4.31까지 낮아져 담금 직후에 나타났던 pH값의 차이는 거의 없어졌다. 이러한 pH값의 저하는 발효에 의해 생성되는 탄산가스와 유기산이 pH에 영향을 준 것으로 판단된다(Choi *et al* 2011). 그러나 발표 3일 이후부터 pH값이 완만하게 상승하여 발효 7일째에는 pH 4.46~4.57이 되었다. 이는 Lee *et al*(2013)와 So MH(1999) 등의 선행 연구와 같은 결과를 보이는 것으로, 발효가 진행됨에 따라 유기산이 알코올과 상호 반응하여 ester와 같은 향을 형성하는 것과 단백질의 분해로 인한 아미노산과 펩타이드의 완충작용에 의한 것으로 추정된다(Hong *et al* 1970, Lee *et al* 2013, So MH 1999). 또한 주세법에서 허용되는 막걸리의 pH 범위는 3.8~4.7로, 본 연구의 경우 발표 2일째 이후부터 7일째까지 적합한 pH 규격 범위 안에 놓인다는 것을 알 수 있었다(Lee *et al* 2001).

산도의 경우, 발효 3일째까지 급격한 증가를 보이다가 그 이후에는 완만히 증가하였다(Fig. 2). 또한 발효 1일째에는 석류분말 첨가 농도에 따라 산도가 높아졌으나, 발효가 진행됨에 따라 실험구 간의 차이는 점차 줄어들어 발효 3일 이후에는 첨가농도에 따른 산도의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과는 Hong *et al*(1970)과 Lee *et al*(2013) 등의 결과와 매우 유사하였다(Hong *et al* 1970, Lee *et al* 2013).

2. 당도와 환원당

발효에서 당분은 에탄올 생산뿐만 아니라, 술의 향기성분 및 단맛에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Lee HK 2011). 발효 기간 동안 석류첨가량을 달리한 막걸리의 당도 변화는 Fig. 3과 같다. 담금 직후의 당도는 석류가루를 첨가하지 않

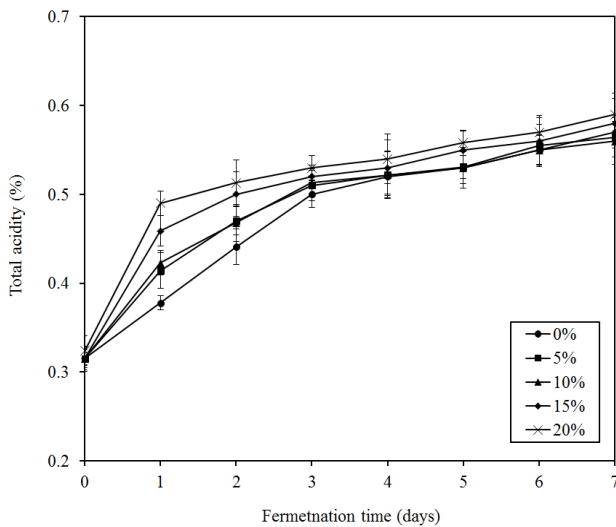


Fig. 2. Changes in total acidity of *makgeolli* added with different amounts of pomegranate during fermentation.

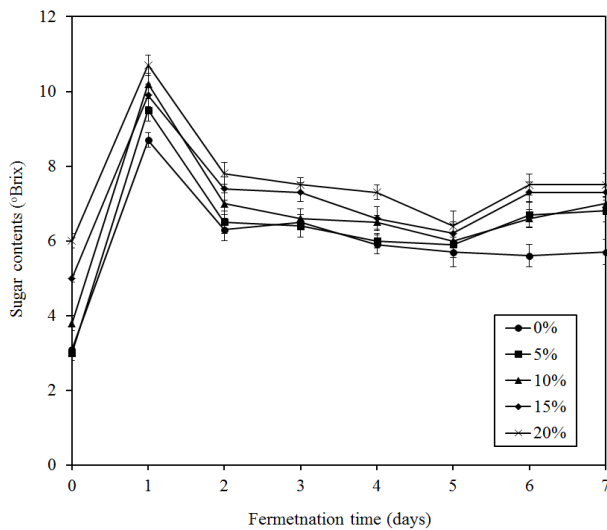


Fig. 3. Change in sugar contents of *makgeolli* added with different amounts of pomegranate during fermentation period.

은 무첨가구(0%)의 경우, 3 °Brix 정도를 나타낸 반면, 석류분말을 첨가할수록 유의적으로 증가하여 20% 첨가구에서는 6 °Brix로 가장 높은 결과를 나타냈다. 이러한 경향은 전 발효 기간 동안 유지되었다. 또한 모든 실험구에서 발효 1일째 가장 높은 당도를 보이다가 발효 2일째 급격히 떨어졌으며, 발효가 끝날 때까지 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 따라서 석류의 첨가에 따라 당도는 증가하더라도 발효에 따른 당도의 변화에는 차이가 없다는 것을 확인할 수 있었다. 환원당 또한 당도와 비슷한 양상을 보였다. 담금 직후의 환원당 함량은 석류의 첨가량에 따라 유의적으로 비례하여 높았는데,

이것은 석류에 포함된 환원당에 기인하는 것으로 추정된다 (Fig. 4). 발효 1일째 당화효소의 작용으로 인해 담금 직후보다 환원당 함량이 급격히 증가하였으나, 알코올 생성이 증가하는 2일째부터 현저히 감소하였고, 발효 4일째부터는 모든 실험구에서 낮게 유지되었다. 이러한 결과는 Jeon & Lee(2011), Park *et al*(2004), So *et al*(1999) 등이 보고한 결과들과 매우 유사하였다(Jeon & Lee 2011, Park *et al* 2004, So *et al* 1999).

3. 색도

석류분말을 첨가한 막걸리의 명도(L)는 담금 직후 석류 10% 첨가구까지는 첨가량에 비례하여 유의적으로 감소하였으며, 적색도(a)와 황색도(b) 또한 석류 10% 첨가구까지는 비례적으로 증가하였다(결과 미제시). 그러나 명도의 경우, 발효가 진행됨에 따라 담금 직후에 나타났던 실험구 간의 차이는 감소하여 발효 3일째부터는 모든 실험구에서 비슷한 명도를 보였다. 담금 직후에 나타난 명도의 감소는 석류에 포함된 고유의 안토시아닌계 색소에 의한 것으로 추정되며, 적색도 또한 담금 직후 석류첨가량에 따라 현저히 증가하였다(Jin SY 2007). 이러한 결과는 Kim *et al*(2013)과 Lee *et al* (2013) 등의 결과와 유사한 것으로 10% 이상의 첨가부터는 큰 차이를 보이지 않았으며, 발효가 진행됨에 따라서 첨가량에 따른 차이도 점차 사라졌다(Kim *et al* 2013, Lee *et al* 2013). 비록 안토시아닌계 색소는 산성에서 적색을 나타내지만, Fig. 1에서와 같이 발효 2일째까지 pH가 더 낮아졌음에도 불구하고, 적색도는 오히려 감소하는 결과를 나타냈기 때문에 본 결과는 발효가 진행됨에 따라 미생물에 의해 색소가 분해된 것으

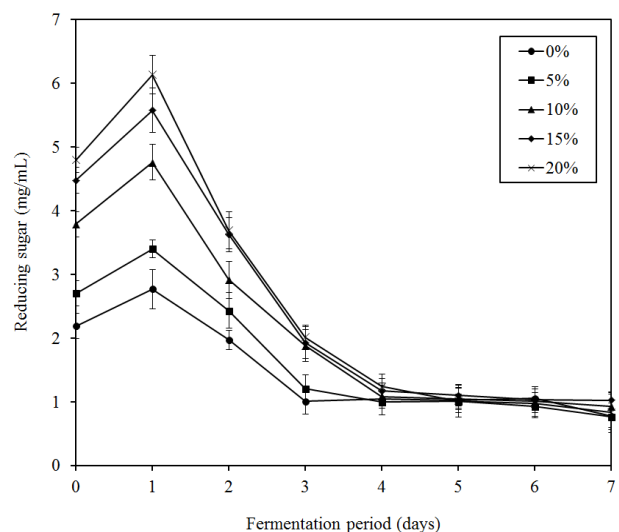


Fig. 4. Change in reducing sugar content of *makgeolli* added with different amounts of pomegranate during fermentation period.

로 추정된다(Kim *et al* 2013, Lee *et al* 2013).

4. 알코올 함량

알코올의 함량은 모든 술의 발효에 가장 중요한 요소 중 하나로 석류막걸리의 발효과정 중 에탄올 함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 모든 실험구에서 발효 2일까지 급격한 알코올 증가를 보이다가 그 후부터 완만한 증가를 보였으며, 발효 7일째 가장 높은 알코올 함량을 나타냈다. 발효에 따른 알코올 생산의 변화는 담금 직후부터 급격하게 증가하였던 당도와 환원당의 함량이 발효 2일째 이후부터 매우 낮은 농도로 유지된 것과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 Jeon & Lee(2011)와 Lee *et al*(2009)에 의해서 보고된 것과 같은 결과이다(Jeon & Lee 2011, Lee *et al* 2009). 또, 석류첨가량에 따른 알코올 생산의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 그러므로 막걸리 발효에 석류분말을 20% 까지 첨가하여도 알코올 발효에는 거의 영향을 미치지 않는다는 사실을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다.

5. 효모 수

막걸리 발효에 중요한 영향을 미치는 효모수의 변화는 Fig. 6에 나타내었다. 석류의 첨가량에 따라 효모 수는 달라졌는데, 대조구와 5% 석류 첨가구의 경우 발효 5일째까지 완만하게 증가하다가 6일째부터 감소하는 경향을 보였으며, 10% 이상의 석류 첨가구들은 발효 3일째까지 증가하고, 4일째부터 감소하는 경향을 보였다(Fig. 6). 또한 석류 첨가량에 따라 효모 수에서도 차이를 보였는데, 담금 직후부터 발효 4일째까지 석류 첨가량에 비례하여 효모 수가 유의적으로 많은 경향

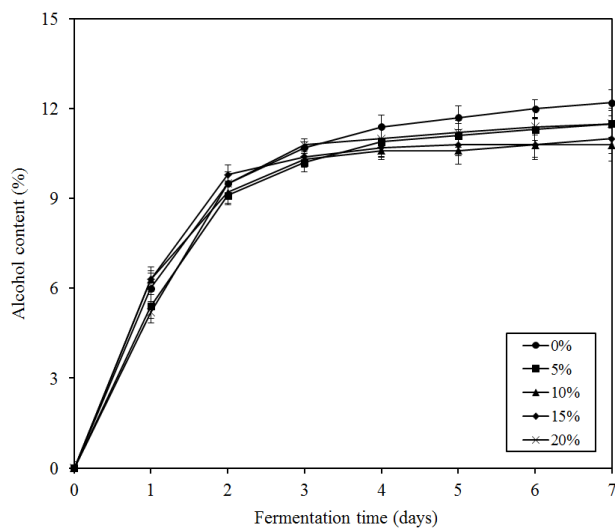


Fig. 5. Change in alcohol content of *makgeolli* added with different amounts of pomegranate during fermentation period.

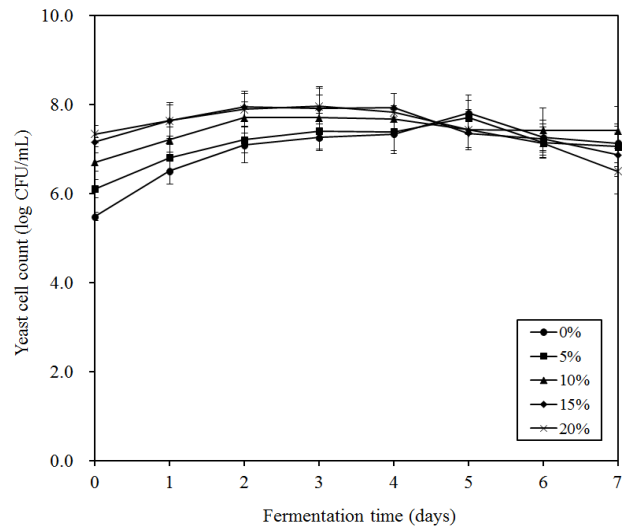


Fig. 6. Change in yeast count of *makgeolli* added with different level of pomegranate during fermentation period.

을 보였다. 이러한 결과는 Fig. 4에 제시된 환원당의 함량과 깊은 관련이 있는 것으로 석류에 포함된 환원당이 효모의 초기 증식에 도움을 준 것으로 판단된다. 그러나 이러한 초기 효모 수의 증가는 알코올 생산에 거의 영향을 미치지 않았는데, 발효 초기에 높은 환원당의 함량이 비록 효모 수를 증가시키더라도 알코올 발효가 가장 활발한 발효 후기에는 환원당의 농도가 모든 실험구에서 낮게 유지되어 알코올의 생산에는 차이가 없는 것으로 추정된다(Lee *et al* 2009, Jeon & Lee 2011).

6. 항산화 활성

Jin SY(2011)의 보고에 의하면 석류에는 총 폴리페놀, 플라보노이드, 식물성 에스트로겐의 양이 풍부하게 함유되어 있으며, 특히, 과즙보다 껍질과 씨 부분에서 기능성 성분의 함량과 항산화 활성이 더 높고, 성분의 양이 높아질수록 항산화성 또한 높아진다고 보고하였다(Jin SY 2011). 따라서 본 실험에서는 석류의 과즙뿐만 아니라, 전과를 분말화한 석류가루를 첨가한 막걸리를 제조하였다. 석류막걸리의 항산화 활성을 ORAC 분석법으로 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. 담금 직후에는 석류의 첨가에 의해 항산화 활성이 비례적으로 증가하였는데, 이러한 결과는 석류의 껍질과 씨에 함유된 항산화 성분에 의한 것으로 보인다. 그러나 발효가 진행됨에 따라 항산화 활성의 차이는 석류첨가량에 따라 다른 경향을 보였는데, 석류 5%와 10% 첨가구는 대조구인 무첨가구에 비해 전 발효기간 동안 유의적으로 높은 항산화 활성을 보인 반면, 15%와 20% 첨가구의 경우 담금 직후와 발효 1일째를 제외하고, 발효 2일째부터 대조구보다 낮은 항산화 활성을 보

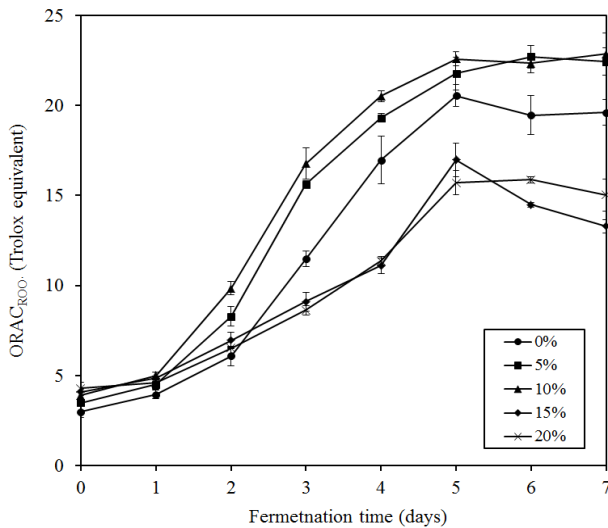


Fig. 7. ORAC activity (ORAC_{ROO}) of makgeolli added with different amounts of pomegranate.

였다. 이러한 결과는 항산화 활성을 측정하는 또 다른 방법인 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 분석법으로도 측정해 보았으나 같은 결과를 보였다(결과 미제시). 막걸리에는 다양한 항산화 화합물을 다중 함유하고 있다는 사실은 이미 다른 연구를 통해서 잘 알려져 있다(Wang SJ 2011, Jin SY 2007). 비록 10% 이상의 석류 첨가군에서 항산화 활성이 감소한 것에 대해 명확한 원인은 아직 알 수 없지만, 10%까지의 석류 첨가는 막걸리의 항산화 활성을 비례적으로 높인다는 사실은 이번 연구를 통해 확인할 수 있었다.

7. 관능평가

첨가비율을 달리한 석류막걸리를 제조하고, 기호도를 조사하기 위해 관능평가를 실시하였다(Table 1). 석류 첨가량에 따라 색, 향, 단맛, 전체적인 기호도는 유의적으로 낮아졌

으며, 반대로 신맛과 쓴맛은 높아지는 경향을 보였다. Kim & Eun(2012)의 연구에 따르면 석류즙의 경우 3%와 7%의 석류즙을 첨가한 경우가 대조구에 비해 전체적인 기호도가 더 높아지는 경과를 보고한 바 있다(Kim & Eun 2012). 따라서 본 실험에서 석류 첨가량에 따라 전체적인 기호도가 유의적으로 낮아진 결과는 짙은맛과 쓴맛이 강해 거의 식용으로 사용되지 않는 껍질과 씨 부분이 첨가되었기 때문으로 판단된다. 따라서 석류껍질과 씨에는 항암과 항산화 활성, 그리고 에스트로겐 대응 물질 등의 기능성 성분들이 풍부하게 함유되어 기능적으로는 우수하더라도 관능적인 기호도를 떨어뜨리는 주요한 요인이 되므로, 석류분말을 첨가하여 막걸리를 제조할 경우에는 이러한 맛을 마스킹(masking)하거나 또는 전체적인 기호도를 높일 수 있는 추가적인 식품소재의 첨가가 필요하다는 사실을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다.

요약 및 결론

본 연구에서는 식품성 에스트로겐 성분 및 항산화와 항암 등의 기능성이 입증되어 최근 소비량이 급증하고 있는 석류의 껍질과 씨를 첨가한 막걸리를 제조하였으며, 첨가량과 발효기간에 따른 품질 및 항산화 활성의 변화에 대해 조사하였다. 그 결과, 막걸리의 품질을 평가하는 항목인 pH, 산도, 당도와 환원당 함량, 색도, 알코올 함량, 효모 수에서 발효 초기에 보였던 유의적인 차이들이 발효가 진행됨에 따라 대조구를 포함한 모든 실험구에서 크게 나타나지 않았다. 따라서 석류분말을 20%까지 첨가하더라도 막걸리 제조에는 전혀 문제가 없다는 사실을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다. 그러나 항산화 활성 및 관능평가의 결과는 석류첨가에 따른 유의적인 차이가 뚜렷하였는데, 담금 직후에는 석류의 첨가량에 따라 항산화 활성이 비례적으로 증가하였으나, 발효가 진행됨에 따라 항산화 활성의 차이는 석류첨가량에 따라 다른

Table 1. Sensory evaluation of makgeolli added with different amounts of pomegranate

Sensory evaluation	Added ratios of pomegranate (%)				
	0	5	10	15	20
Color	6.73±1.41 ^{a1)}	5.53±1.59 ^b	5.13±1.50 ^b	5.03±1.50 ^b	4.60±1.67 ^b
Flavor	5.50±1.40 ^a	5.03±1.67 ^{ab}	4.87±1.57 ^b	4.50±1.91 ^b	4.10±1.95 ^b
Sweetness	4.43±1.55 ^a	4.06±1.82 ^{ab}	4.03±1.56 ^{ab}	3.73±1.60 ^{ab}	3.40±1.83 ^b
Sourness	4.30±0.92 ^a	4.95±1.31 ^{ab}	5.75±1.37 ^{bc}	6.40±1.39 ^{cd}	7.20±1.39 ^d
Bitterness	3.90±1.48 ^a	4.45±1.39 ^{ab}	5.20±1.10 ^{bc}	5.40±1.18 ^c	5.70±1.52 ^c
Overall acceptance	5.53±1.50 ^a	5.50±1.70 ^b	5.27±1.51 ^b	4.20±1.49 ^b	3.67±1.63 ^b

¹⁾ Values are mean±S.D. and different superscripts in the same column (^{a,b}) are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

경향을 보였다. 석류 5%와 10% 첨가구는 대조구인 무첨가구에 비해 전 발효 기간 동안 유의적으로 높은 항산화 활성을 보인 반면, 15%와 20% 첨가구의 경우, 담금 직후와 발효 1일째를 제외하고 발효 2일째부터 대조구보다 낮은 항산화 활성을 보였다. 또한, 관능평가를 통한 기호도 조사에서는 석류를 첨가할수록 색, 향, 단맛, 전체적인 기호도는 유의적으로 낮아졌으며, 반대로 신맛과 쓴맛은 약간 증가하는 결과를 보였다. 그러므로 모든 시험구에서 막걸리 발효가 정상적으로 진행되었더라도 항산화활성 및 관능적인 특성을 고려한다면 석류분말을 10%까지 첨가하는 것이 석류막걸리 제조에 가장 적합할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Bae SY (2004) Identification of linoleic acid and conjugated linolenic acid as phytoestrogenic components from *Punica granatum* (pomegranate). *MS Thesis* Kyungpook National University, Daegu, pp 1-17.
- 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 commercial *nuruks*. *Korean J Microbiol Biotechnol* 39: 56-62.
- Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA (2000) Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J Agric Food Chem* 48: 4581-4589.
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS (1997) Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *J Food Sci Technol* 29: 555-562.
- 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*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 444-449.
- Jeong JW, Park MH, Kim DS (2006) Quality characteristics of *takju* fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J Food Preserv* 13: 329-336.
- Jin SY (2007) Antioxidant activity in pomegranate and development of the *maejakgwa* added pomegranate extract. *PhD Dissertation* Sookmyung Women's University, Seoul, pp 29-87.
- Jin SY (2011) Study on antioxidant activities of extracts from different parts of Korean and Iranian pomegranates. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1063-1072.
- KFDA (2011) Code Food. Korean Food and Drug Association, Seoul, Korea.
- Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH (2008) Effect of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of *takju*. *Korean J Food Sci Technol* 40: 194-200.
- Kim BH, Eun JB (2012) Physicochemical and sensory characteristics of *makgeolli* with pomegranate (*Punica granatum* L.) juice concentrate added. *Korean J Food Sci Technol* 44: 417-421.
- Kim EK, Chang YK, Ko JY, Jeong YH (2013) Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, *makgeolli*, supplemented with mulberry during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1682-1689.
- Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH (2007) pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 39: 266-271.
- Kim SH, Kim IH, Cha TY, Kang BH, Lee JH, Kim JM, Song KS, Song BH, Kim JG, Lee JM (2005) Optimization of enzyme treatment condition for clarification of pomegranate extract. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 240-245.
- Kim SH, Kim IH, Kang BH, Cha TY, Lee JH, Rim SO, Song KS, Song BH, Kim JG, Lee JM (2005) Analysis of extraction characteristics of phytoestrogen components from *Punica granatum* L. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 352-357.
- Ko YJ, Kang SD, Kang ST, Ryu CH (2011) Quality properties and anti-allergic effect of *makgeolli* added with garlic. *J Life Sci* 21: 1592-1598.
- Koh JH, Hwang MO, Moon JS, Hwang SY, Son JY (2005) Antioxidative and antimicrobial activities of pomegranate seed extract. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 171-179.
- Lansky EP, Harrison G, Froom P, Jiang WG (2005) Pomegranate (*Punica granatum*) pure chemicals show possible synergistic inhibition of human PC-3 prostate cancer cell invasion across MatrigelTM. *Invest New Drugs* 23: 121-122.
- Lee DH, Kim JH, Lee JS (2009) Effect of pears on the quality and physiological functionality of *Makgeoly*. *Korean J Food and Nutr* 22: 606-611.
- Lee DH, Park WJ, Lee BC, Lee JC, Lee DH, Lee JS (2005) Manufacture and physiological functionality of Korean traditional wine by using *gugija* (*Lycii fructus*). *Korean J Food Sci Technol* 37: 789-794.

- Lee HK (2011) Effects of yeast arginase (CAR1) gene disruption on the quality of Korean traditional rice wine. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Daegu, pp 15-33.
- Lee HN, Lee JM, Chang YH (2013) Quality characteristics of *makgeolli* supplemented with cranberrie. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 85-91.
- Lee HS, Pak CS, Choi JY (2010) Quality characteristics of the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 42: 56-62.
- Lee SB, Ko GH, Yang JY, Oh SH (2001) Food Fermentation. Hyoil Publishing Co, Seoul, Korea.
- Lim DK, Choi U, Shim DH (1996) Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 83-89.
- NTSTSI (1999) Alcoholic liquors analytical rule: National tax service technical service instructions. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea.
- Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS (2004) Fermentation characteristic of *Takju* prepared with old rice. *Korean J Food Sci Technol* 36: 609-615.
- So MH (1999) Characteristics of a modified *nuruk* made by inoculation of traditional *nuruk* microorganism. *Korean J Food Nutr* 12: 219-225.
- So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. *Korean J Food Nutr* 12: 226-232.
- 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.
- Talcott ST, Lee JH (2002) Ellagic acid and flavonoid antioxidant content of muscadine wine and juice. *J Agric Food Chem* 50: 3186-3192.
- Wang SJ (2011) Isolation and identification of antioxidants from *Takju* (*Makgeolli*) and their antioxidative activity. *MS thesis* Chonnam National University, Chonnam, Korea.
- Yae MJ, Lee GH, Nam KH, Jang SY, Woo SM, Jeong YJ (2007) Establishment of quality control standardization for pPomegranate vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1425-1430.
- Yang HS, Eun JB (2011) Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*Makgeolli*) added with citron (*Citrus junos* Sied ex Tanaka) juice. *Korean J Food Sci Technol* 43: 438-445.
- You SG, Kim SW, Jung KH, Moon SK, Yu KW, Choi WS (2010) Effect of *Astragali radix* and *Opuntia humifusa* on quality of red ginseng drink. *Food Eng Prog* 14: 299-306.

Date Received	Aug. 22, 2014
Date Revised	Dec. 23, 2014
Date Accepted	Dec. 23, 2014