

배 첨가가 막걸리의 품질과 생리 기능성에 미치는 영향

이대형 · 김재호* · †이종수**

경기도 농업기술원 원예연구과, *한국식품연구원

**배재대학교 생명유전공학과

Effect of Pears on the Quality and Physiological Functionality of *Makgeoly*

Dae Hyoung Lee, Jae-Ho Kim* and †Jong Soo Lee**

Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 449-702, Korea

*Korea Food Research Institute, Seongnam 462-420, Korea

**Dept. of Life Science and Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

Abstract

This study was conducted to develop a high value pear *Makgeoly* that possessed the physiological functionality of pears and rice. To accomplish this, the effects of the addition of pears on the alcohol fermentation of Korean traditional rice wine, *Makgeoly* were investigated. The total acidity contents were unchanged for 9 days of fermentation after the addition of pear to the mash, however, it decreased by approximately 0.13% after 9 days. Additionally, the ethanol contents increased to 16.0% after 5 days of fermentation, after which they did not change significantly. The residual reducing sugar and free sugar content were decreased after 7 days and 5 days of fermentation, respectively. The total acceptability was the best in the *Makgeoly* that contained grated pear after 10 days of fermentation. Additionally, antihypertensive angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity was found to be greater than 80% in all pear *Makgeoly*, but the fibrinolytic activity, SOD-like activity and antioxidant activity were weakened. Based on these results, *Makgeoly* that was brewed by the addition of 20% grated pear into the fermented broth from fermentation at 20°C for 10 days has the potential to become a new functional Korean traditional *Makgeoly* with high acceptability and antihypertensive properties.

Key words: pear(*Pyrus pyrifolia*), *Makgeoly*, physiological functionalities.

서론

막걸리(탁주, 농주)에는 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 식이섬유 및 당질이 들어 있고 소량의 비타민과 유기산 및 생리활성 물질과 많은 양의 젖산균 등이 함유되어 있어 영양적, 기능적 가치가 높다(Lee J 1982; Lee CH 1993), 최근 국내와 일본 등에서 소비가 크게 증가하는 추세이다. 이와 같이 막걸리는 우수한 전통 발효 식품임에도 불구하고 대표적인 주류로 자리 잡지 못하고 있는 실정인데, 그 이유는 소비자들의 고급 주류 선호와, 저장시 발생하는 이취, 마시기 불

편함, 소량의 fusel oil의 함유 등 아직까지 해결되지 않은 품질 상의 문제점들 때문이다.

전통적인 막걸리 제조는 곰팡이를 배양한 누룩에 적당량의 물과 효모를 첨가하여 주모를 제조하고, 여기에 증자미와 효모를 첨가하여 1단 담금을 한 후 효모를 증식시키고 증자된 쌀과 물을 첨가하여 2단 담금을 한 후 숙성 및 제성하여 막걸리를 제조하고 있다. 그러나 1938년 일본의 소주 제조용 곰팡이인 *Aspergillus kawachii*가 국내에 도입되고, 이것을 사용해 만든 입국이 막걸리 양조에 적용되면서 누룩의 사용이 점차 감소되어졌다. *Aspergillus kawachii*는 구연산과 내산성

† Corresponding author: Jong Soo Lee, Dept. of Life Science and Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea. Tel: +82-42-520-5388, Fax: +82-42-520-5388, E-mail: biotech8@pcu.ac.kr

당화효소를 생산하기 때문에 이 입국을 막걸리 양조에 사용하면 술덧의 pH를 산성으로 유지하여 발효를 안전하게 할 수 있게 도움을 준다. 그러나 입국으로 제조한 막걸리는 독특한 향이 없고, 아미노산의 함량이 낮으며, 입국에서 오는 유기산의 신맛이 지나치게 강하여 누룩으로 제조했을 때와 같은 조화로운 향미가 없는 것으로 알려지고 있다(So 등 1999).

막걸리의 품질을 개선시키는 가장 중요한 방법은 Lee 등 (1987)이 보고한 것처럼 신맛이 강하고 독특한 맛과 향이 부족한 *Aspergillus kawachii* 입국의 사용량을 줄이고, 양질의 누룩을 사용하는 것이다. 그러나 누룩에는 불필요한 미생물이 증식할 수 있어 효소력이 낮고, 효모 수가 높지 못하며, 균일성이 유지되는 양질의 누룩을 구하기 어렵고, 많은 양을 사용하면 술에 불쾌한 냄새를 나타내기도 한다(An 등 1985; Jang 등 1986). 지금까지 발효제의 품질 개선을 위한 연구가 다수 있었지만 당화 효소력, 알코올 발효력 및 유기산 생산능력 등이 높은 미생물을 이용하여 발효 속도와 발효 수율을 높이기 위한 연구가 대부분이었다(Ahn BH 1997; Kim 등 1997).

한편, 배는 배나무과(Pomoideae), 배나무속(*Pyrus*)에 속하는 식물로 과실은 알칼리성 식품으로 이용되고 있으며, 품종에 따라 차이는 있으나 가식율이 80~82%, 수분 함량이 85~88% 정도이며, 열량의 주성분은 탄수화물로 이 중 당분은 10~13%이다. 특히 식이섬유 함량이 높아 변비 및 정장작용이 탁월하고 다환 방향족 탄화수소류의 체외 배출을 촉진하는 효과가 있다고 알려져 있다(Hwang 등 2006). 또한, 배즙은 어린이들의 위 근전성(gastric myoelectric activity)을 높이고, 철분 흡수 증가 및 항산화 효과 등도 보고되었으며, 배의 폴리페놀 성분 투여로 OVA 항원주사로 증가된 histamine이 감소되었다는 보고도 있다(Zhang 등 2003).

그밖에도 막걸리 중의 당류, 유기산, 아미노산 등의 맛 성분 관련 연구(So MH 1991; Han 등 1997a)와 전분질 원료나 누룩 종류에 따른 막걸리의 휘발성 향기성분에 관한 연구(Han 등 1997b) 등이 있지만, 막걸리의 기호도 증진과 생리활성 물질의 탐색과 기능성 규명, 담금 단계에서의 원료의 다양화 등에 대해서는 아직까지 연구가 매우 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 생리 기능성이 우수한 전통 배 막걸리를 개발하기 위하여 먼저 배를 발효 초기와 발효 후 막걸리 발효액에 첨가하여 발효 중의 물리·화학적 특성과 항고혈압성 안지오텐신 전환 효소 저해 활성 등의 생리 기능성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 원료, 균주 및 시약

배(*Pyrus pyrifolia*)와 멍쌀(추청쌀)은 2008년 경기도농업기

술원에서 재배된 것을 사용하였고 조효소(누룩)은 (주)한국 효소 제품(역가 1,500 sp)을, 정제효소는 데코자임 제품(glucoamylase 92%, α -amylase 8% 역가 30,000 sp)을 사용하였다. 효모는 시판 중인 *Saccharomyces cerevisiae*(Laparisisienne, Netherlands)을 사용하였고, 생리 기능성 측정용 시약인 Hip-His-Leu과 rabbit lung acetone powder, fibrin, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 등은 Sigma(St, Louise, Mo, USA)사 제품을 사용하였으며, 그 밖의 시약은 특급을 사용하였다.

2. 담금 및 발효

담금은 Bae(2006)의 쌀 막걸리 담금법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다. 먼저 1단 담금으로 멍쌀 4 kg을 2시간 물에 침지한 후 물을 뺀 다음 100°C로 30분간 증자하였다. 이를 30°C까지 냉각시킨 후 물 5,600 ml, 조효소(누룩) 240 g, *S. cerevisiae* 1%를 첨가하여 20°C에서 2일간 1차 발효시킨 후 2단 담금으로 멍쌀 8 kg에 정제효소 6 g, 물 14,400 ml를 넣고 20°C에서 8일간 2차 발효시켰다. 처리구로 2단 담금 첫 날에 배 500 g을 가정용 믹서기로 같은 배와 배즙으로 구분하여 각각 첨가하여 발효하였고, 발효 종료 후 배 500 g을 가정용 믹서기로 같은 배와 배즙으로 구분하여 각각 첨가하였다.

3. 성분분석 및 관능검사

에탄올 함량은 원심분리한 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였고, 총산은 시료 10 ml를 0.1 N NaOH 용액으로 중화적정한 후 소비 ml를 호박산(succinic acid)으로 표시하였다. 당도(brix)는 당도계(ATAGO, RX-5000 α)로 측정하였고 잔당은 dinitrosalicylic acid method에 따라 550 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당으로 환산하여 정량하였다(Technical Service Institute, NNTSA 1997).

아미노산도는 산도 적정이 끝난 검체 10 ml에 중성 formalin 용액을 5 ml를 가하여 유리된 산을 0.1 N NaOH 용액으로 pH 7.0이 될 때까지 적정하여 소비된 ml를 측정하여 글리신(glycine)으로 표시하였다(Technical Service Institute, NNTSA 1997). 유리당 함량은 각 발효액을 원심분리(5,000 \times g, 10 min)하여 상등액을 얻고 이를 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 다음과 같이 High-performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. HPLC는 Agilent(1100 series, USA)사의 pump, 20 μ l의 loop를 가진 autoinjector를 이용하였으며, prevail carbohydrate ES 5 μ 컬럼(250 \times 4.6 mm, USA)과 이동상으로는 75% acetonitrile을 이용, 30°C에서 1.0 ml/min의 유속으로 분리시킨 후 RI detector를 사용하여 분석하였다(Kim 등 2008).

배 막걸리의 관능검사는 Kim 등(2008)의 방법을 일부 변형시켜 경기도농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금

막걸리에서 느낄 수 있는 향과 맛 특성을 묘사하게 하고, 이들 중에서 공통적으로 묘사된 특성을 선정하였다. 선정된 향과 맛 특성에 대하여 1~5의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 다각형 그림으로 나타내었고, 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 5의 점수로 표시하여 그 평균값을 정량적 묘사 분석 방법(quantitative descriptive analysis: QDA)로 도식하였으며, 분산분석과 다중범위 검정에 의하여 시료간의 유의성을 분석하였다.

4. 생리 기능성 측정

원심분리한 배 막걸리 상등액을 0.45 μm membrane filter로 여과 후 50 ml를 취해 감압 동결 건조하여 알코올을 모두 제거한 후 아래와 같이 생리 기능성을 측정하였다(Kim 등 2002).

항고혈압성 안지오텐신 전환 효소(Angiotensin I-converting enzyme: ACE) 저해활성은 Cushman 등(1977)의 방법에 따라 시료액에 동일 용량의 ethyl acetate를 처리하여 얻은 추출액 50 μl 를 rabbit lung powder에서 추출한 ACE용액 150 μl (2.8~3.0 unit)와 기질 용액(pH 8.3의 1×10^{-1} M sodium borate 완충 용액 2.5 ml에 3×10^{-1} M NaCl과 25 mg Hip-His-Leu을 용해) 50 μl 와 섞은 후 37°C에서 30 min간 반응시킨 다음 1 N HCl로 반응을 정지시켰다. 이 반응액에 유리되어 나오는 hippuric acid의 양을 228 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였고, 시료 무첨가구를 대조구로 하여 저해율을 구하였다.

전자공여능은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois(1958)의 방법으로 측정하였다. 시료 200 μl 에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 EtOH 100 ml에 용해) 800 μl 를 가한 후 10 min간 반응시키고, 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조구와 활성을 비교하였다.

Superoxide dismutase(SOD) 유사활성은 Marklund & Marklund (1974)의 방법에 따라 시료액 20 ml에 55 mM Tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.2) 20 ml를 가한 후 균질화하고 원심분리하여 얻은 상등액을 pH 8.2로 조정 후 TCB를 이용하여 50 ml로 정용한 후 시료액으로 사용하였다. 시료액 950 μl 에 50 μl 의 24 mM pyrogallol을 첨가하여 420 nm에서 초기 2분간의 흡광도 증가율을 측정하여 시료액 무첨가구와 비교하였다.

혈전 용해활성은 Haverkate & Trass (1974)의 방법을 일부 변형시켜 측정하였는데, 먼저 μl 당 0.1 unit의 thrombin을 함유한 평판배지에 pH 7.0의 인산완충용액에 용해시킨 0.6%의 fibrinogen을 주입하여 고형화 시켰다. 여기에 시료 25 μl 를 함유한 paper disc를 놓고 37°C에서 6시간 반응시킨 후 투명환의 크기를 측정하여 mm로 표시하였다.

Acetylcholinesterase(AChE) 저해 활성은 Ellman 등(1961)의 방법을 변형하여 측정하였다. 2 ml의 sodium phosphate buffer

(pH 8.0)에 200 μl 의 DTNB 용액과 100 μl 의 효소(0.03 unit)를 기한 뒤 37°C에서 10분간 preincubation을 하고, 1 mM의 acetylcholine iodide을 0.1 M의 sodium phosphate buffer(pH 8.0)에 녹인 기질 200 μl 를 가해 3분간 반응시킨 후 412 nm에서 흡광도를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 발효 초기 배 첨가의 영향

1) 총산과 에탄올 함량의 변화

2단 담금 첫날에 전체 가수량 대비 20%의 같은 배와 배즙을 각각 막걸리 발효액에 첨가하여 10일간 발효시키면서 이들의 총산 및 에탄올 함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 총산 함량은 무첨가 막걸리가 0.19%에서 0.13%로 약 0.06% 정도 낮아졌으나, 같은 배와 배즙 막걸리에서는 0.16~0.17%에서 0.13%로 감소폭이 매우 적었다. 아미노산도는 발효 초기부터 전체적으로 서서히 증가하였으나, 입국을 사용하지 않은 원료 종류별 아미노산도 생성 결과보다 낮은 결과이었다(Kim 등 2008).

발효 과정 중 에탄올 함량 변화를 조사한 결과는 Fig. 1의 (d)와 같이 발효 5일차까지 큰 차이를 보이지 않았으나 5일 이후에 배 첨가구와 대조구간에 서서히 차이를 나타내어 발효 종료 후에는 같은 배와 배즙을 첨가한 것이 17.4%로 대조구인 무첨가의 19.1%보다 약 1.5%가 낮았다. 이는 배 첨가구의 경우 누룩에 존재하는 효소에 의해 쌀 전분이 단당류로 분해되는 동안 과실 중에 함유되어 있는 당류를 먼저 효모가 발효

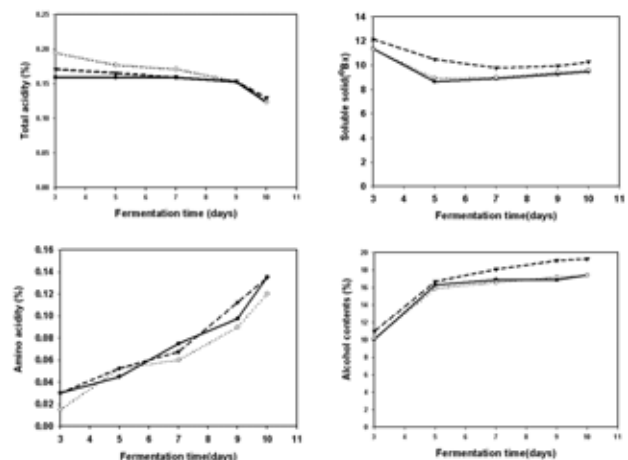


Fig. 1. Change of total acidity, soluble solid, amino acid and alcohol contents of Makgeoly from pear addition during fermentation(○ Grate pear-Makgeoly, ● Pear juice-Makgeoly, ▼ Control).

시켜 알코올을 생성하나, 이후 쌀 전분 당화로부터 생성된 당들은 충분히 발효시키지 못하여 발효액이 고당화 되고, 따라서 효모의 발효력 약화로 후반기에 알코올 생성량이 대조구에 비해서 낮아지는 것으로 추정된다.

2) 환원당 함량의 변화

발효기간에 따른 환원당 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. 발효 3일의 환원당 함량은 무첨가 배 막걸리가 13 mg/ml, 같은 배와 배즙 첨가 막걸리는 11 mg/ml이었고, 발효 5일에는 무첨가구는 12.5 mg/ml로 거의 변화 없었으나, 같은 배와 배즙 첨가 막걸리는 7.0 mg/ml과 5.5 mg/ml로 급격히 감소하였다. 일반적인 막걸리의 경우 1단 담금 후 발효가 시작되면 초기에 전분, 전분 분해물 등이 경시적으로 조금 분해되어 당 함량이 소량 증가하지만 2단 담금 후 발효가 본격적으로 진행되면서 전분 함량은 현저하게 감소하고 환원당을 비롯한 소당류, 이당류 등이 증가하지만, 이들 역시 발효되어 알코올을 생산하므로 많이 감소되는 경향을 보이게 된다. Brix 당도의 경우에는 무첨가 막걸리는 2단 담금 과정 이후에 효모에 의한 알코올 발효가 진행되어 당의 함량이 급격히 감소하였으나, 5일

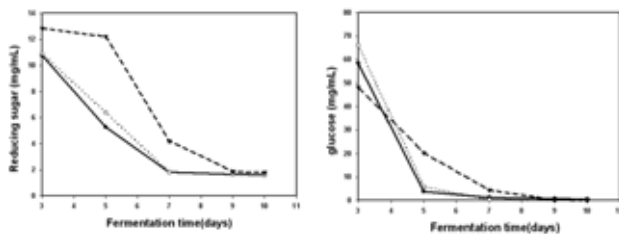


Fig. 2. Change of reducing sugar contents and glucose contents of *Makgeoly* from pear addition during fermentation (○ Grate pear-*Makgeoly*, ● Pear juice-*Makgeoly*, ▼ Control).

이후에는 Park & Lee (2002)의 결과와 같이 효모에 의한 당의 소비보다 누룩에 의한 전분 당화가 많이 진행되어 당 함량이 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 발효가 진행되면서 초기에 급격한 속도로 당 함량이 감소되는 것으로 보아 알코올 발효가 초기에 매우 빠르게 진행되고 있음을 짐작할 수 있었다.

2. 발효 종료 후 배 첨가의 영향

배 막걸리 맛의 다양성을 위해 막걸리 발효 종료 후 같은 배 및 배즙을 첨가하여 하루 간 숙성시킨 후 물리화학적 특성을 조사하였다(Table 1). 에탄올 함량은 같은 배와 배즙 모두 약 1.5%의 감소하였고, 당도는 0.6 brix 정도 상승하였다. 이것은 같은 배와 배즙이 첨가됨으로써 알코올 농도가 희석되었고 그 대신 배 첨가로 인해 당도는 상승된 것으로 생각된다. 또한 산도와 아미노산도에는 큰 변화를 보이지 않았다.

덧밥 기준으로 같은 배와 배즙을 20%씩 각각 첨가하여 제조한 막걸리의 관능검사를 실시한 결과, 배를 첨가한 것이 특유의 향과 맛이 강하게 느껴졌으며, 특히 발효 종료 후에 같은 배와 배즙을 첨가한 시험구가 더 많은 향과 맛이 느껴졌다(Fig. 3). 특히 같은 배 첨가 막걸리가 배 특유의 아삭함이 남아 있어서 배 막걸리의 특성을 살리기에 적합하였다. 이러한 향미 특성이 전체적인 기호도에 영향을 주어 발효 후 같은 배를 첨가한 막걸리의 기호도가 가장 높은 것으로 평가되었으며, 발효 중 배 첨가, 발효 후 배즙 첨가, 발효 초기 같은 배 첨가 순으로 나타났다.

3. 배 첨가 막걸리의 생리기능성

발효 초기와 발효 종료 후의 배 첨가에 따른 배 막걸리의 생리기능성을 조사한 결과는 Table 2와 같이 전자공여능은 발

Table 1. Effects of various pear addition after fermentation on physicochemical properties of *Makgeoly*

Physicochemical properties	Ethanol content (%)	Total acidity (%)	Soluble solid content (°Bx)	Amino acidity (%)
Kinds of <i>Makgeoly</i>				
<i>Makgeoly</i> from addition of grate pear after 1st day fermentation	17.4±0.2	0.124±0.03	9.64±0.02	0.135±0.04
<i>Makgeoly</i> from addition of grate pear after 10 days fermentation	15.9±0.5	0.130±0.02	10.28±0.05	0.120±0.01
<i>Makgeoly</i> from addition of pear juice after 1st day fermentation	17.4±0.3	0.124±0.04	9.61±0.06	0.120±0.03
<i>Makgeoly</i> from addition of pear juice after 10 days fermentation	15.7±0.4	0.124±0.03	10.79±0.04	0.128±0.01
Control ¹⁾	19.1±0.6	0.130±0.02	10.38±0.06	0.135±0.01

¹⁾ *Makgeoly* from no addition of pear.

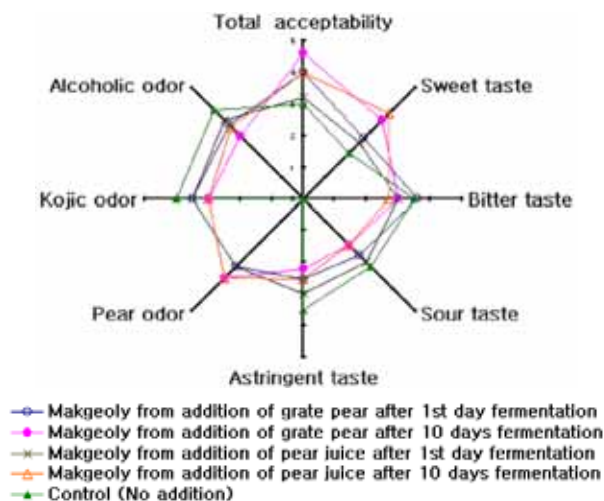


Fig. 3. The quantitative descriptive analysis(QDA) profile for taste and flavor of various pear *Makgeolies*.

효 초기에 배를 첨가한 배 막걸리에서 무첨가 막걸리보다 약 6% 높은 $13.6 \pm 0.6\%$ 의 활성을 나타내었으며, 다른 배 첨가물에서도 비슷한 활성을 나타내었다. 이는 배에 포함된 폴리페놀 성분들인 proanthocyanidin 계통의 물질들이 막걸리에 포함되어 활성이 증가된 것으로 생각된다(Zhang 등 2003). 항고혈압성을 나타내는 ACE 저해활성은 배를 첨가하여 제조한 배 막걸리가 무첨가 막걸리보다 낮았다. 이와 같이 무첨가 막걸리보다 배 첨가 막걸리의 항고혈압성 ACE 저해활성이 낮은 것은 대부분의 주류의 ACE 저해물질이 펩타이드라는 Lee 등(2005)의 보고와 같이 주원료인 쌀이 배 첨가로 인해 당 함량과 pH의 상승으로 누룩에서 생성된 acid protease 활성이 약해져서 쌀에 있는 단백질을 peptide로 많이 분해시키지 못하였기 때문인 것으로 생각된다. 한편, 혈전 용해 활성과 SOD 유사 활성은 No 등(2008)이 보고한 포도주의 경우와 같이 모

든 시료에서 검출되지 않았다.

요약 및 결론

새로운 고부가가치의 기능성 배 막걸리를 개발하기 위하여 배를 발효 초기와 발효 종료 후 첨가하여 배 막걸리 발효 중의 물리화학적 특성과 기호도 및 생리 기능성 변화를 조사하였다. 배를 2단 담금시 첨가하여 발효시킨 배 막걸리들의 총산 함량은 발효 9일까지 큰 변화가 없다가 10일에 약 0.13% 감소하였고, 에탄올 함량은 발효 5일까지는 약 16%가 생성되어 처리구간에 차이가 없었지만 발효 10일후에는 배를 첨가하여 발효시킨 막걸리가 무첨가 막걸리보다 오히려 약 1.5% 낮았다. 잔당 함량은 발효 7일후에, 유리당 함량은 5일 이후에 급격히 감소하는 경향을 보였다. 발효 종료 후의 배 첨가 역시 물리화학적 특성에는 큰 차이가 없었지만 발효 종료 후 같은 배를 첨가한 막걸리가 기호도가 가장 높았다. 생리 기능성 중 항고혈압성 ACE 저해활성은 시료 간에 큰 차이 없이 대체로 모든 배 막걸리들이 80% 이상의 높은 활성을 보였으나, 혈전 용해 활성과 SOD 유사 활성 및 전자공여능은 대체로 미약하거나 없었다. 이상의 결과들을 종합하였을 때 증자 멥쌀에 1단 담금은 누룩 6%, 2단 담금은 정제효소를 7.5 mg%와 *S. cerevisiae* 1%를 첨가하여 20°C에서 10일간 발효시킨 후 같은 배를 가수량의 20%를 첨가하여 24시간 숙성하여 기호도가 아주 우수하고 항고혈압성 ACE 저해활성을 갖는 고품질 배 막걸리를 제조할 수 있었다.

참고문헌

Ahn BH. 1997. Research trends of yeast on traditional alcoholic beverages. *Bioindustry New* 10:3033-3035

Table 2. Physiological functionality of various pear *Makgeolies*

Kinds of <i>Makgeoly</i>	Physiological functionality	ACE ¹⁾ inhibitory activity(%)	Fibrinolytic activity(mm)	SOD ¹⁾ -like activity(%)	Electron-donating ability(%)
<i>Makgeoly</i> from addition of grate pear after 1st day fermentation		80.7±0.2	n.d.	n.d.	13.6±0.6
<i>Makgeoly</i> from addition of grate pear after 10 days fermentation		82.3±1.6	n.d.	n.d.	11.6±0.1
<i>Makgeoly</i> from addition of pear juice after 1st day fermentation		85.1±1.5	n.d.	n.d.	12.5±0.9
<i>Makgeoly</i> from addition of pear juice after 10 days fermentation		83.1±0.4	n.d.	n.d.	11.6±0.6
Control ²⁾		85.7±1.3	n.d.	n.d.	7.5±0.8

¹⁾ ACE: Angiotensin I-converting enzyme, SOD: Superoxide dismutase, ²⁾ *Makgeoly* from no addition of pear.

- An BH, Chung KS, Park WS, Lee MK, Cha J, Sung KW. 1985. Scientific approaches on Korean traditional fermented foods; Studies on development of the starter cultures for traditional alcoholic beverages. pp.19-134. Annual Reports of Agriculture and Forest Administration
- Bae SM. 2006. Edible Everything can become Alcoholic Beverages. pp.9-109. Wogok Pub Co
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 191:1199-1200
- Cushman DW, Cheung HS, Sabo EF, Ondetti MA. 1977. Design of potent competitive inhibitors of angiotensin-converting enzyme. Carboxylalkanoyl and mercaptoalkanoyl amino acids. *Biochemistry* 16:5484-5495
- Ellman GI, Courtney KD, Andres V, Featherstone RM. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem Pharmacol* 7:68-75
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Volatile flavor compounds in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruks*. *Korea J Food Sci Technol* 29:563-570
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. *Korea J Food Sci Technol* 29:555-562
- Haverkate F, Trass DW. 1974. Dose-response curves in the fibrin plate assay. Fibrinolytic activity of protease. *Thromb Haemost* 32:356-365
- Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. 2006. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korea J Food Sci Technol* 38:342-347
- Jang WK, Oh SB, Noh SJ, Kim DK. 1986. Studies on reemergence and development of Korean traditional alcoholic beverages. Annual Reports of Technical Service Institute, National Tax Service Administration 5th ed. pp.1-24. Seoul. Korea
- Kim HR, Jo SJ, Lee SJ, Ahn BH. 2008. Physicochemical and sensory characterization of a Korean traditional rice wine prepared from different ingredients. *Korea J Food Sci Technol* 40: 551-557
- Kim HS, Hyun JS, Kim J, Ha HP, Yu TS. 1997. Enzymological characteristics and identification of useful fungi isolated from traditional Korean nuruk. *Bioindustry New* 10:3027-3032
- Kim JH, Lee DH, Chio SY, Lee JS. 2002. Characterization of physiological functionalities in Korean traditional liquors. *Korean J Food Sci Technol* 34:118-122
- Lee CH. 1993. History of Korea liquor. *Bioindustry News* 6:4058-4061
- 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 J. 1982. Studies on the qualities of *Takju* with various koji strains. MS. Thesis, Seoul Woman's Uni. Seoul. Korea
- Lee WK, Kim JR, Lee MW. 1987. Studies on the changes in free amino acids and organic acids of *Takju* prepared with different koji strains. *Agri Chem and Biotech* 30:323-327
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:469-474
- No JD, Lee EN, Seo DS, Chun JP, Choi SY, Lee JS. 2008. Changes of angiotensin i-converting enzyme inhibitory activity, fibrinolytic activity and β -secretase inhibitory activity of red wine during fermentation and post-fermentation. *Kor J Microbiol Biotechnol* 36:291-298
- Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 34:296-302
- So MH. 1991. Improvement in the quality of *Takju* by the combined use of *Aspergillus kawachii* and *Aspergillus oryzae*. *Korea J Food & Nutr* 4:115-124
- So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS. 1999. Analysis of major flavor compounds in *Takju* mash brewed with a modified nuruk. *Korean J Food & Nutr* 12:421-426
- Technical Service Institute, National Tax Service Administration. 1997. Textbook of alcoholic beverage-making. Technical Service Institute, National Tax Service administration pp.39-46. Seoul. Korea
- Zhang YB, Bae MJ, An BJ, Choi HJ, Bae JH, Kim S, Choi C. 2003. Effect of antioxidant activity and change in quality of chemical composition and polyphenol compound during long-term storage. *Korea J Food Sci Technol* 35:115-120