

전통 배 약주 제조용 효모의 선발 및 배 약주의 최적 발효 조건

송정화¹ · 장정훈¹ · 나광출² · 김하근¹ · 이종수^{1*}

¹배재대학교 생명유전공학과, ²조선이공대학 식품영양조리학과

Screening of Yeast for Brewing of Korean Traditional Pear *Yakju* and Optimal Fermentation Condition

Jung-Hwa Song¹, Jeong-Hoon Jang¹, Kwang-Chul Na², Ha-Kun Kim¹ and Jong-Soo Lee^{1*}

¹Department of Life Science and Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

²Department of Food Nutrient and Culinary, Chosun University College of Science & Technology, Kwangju 501-744, Korea

(Received October 13, 2010. Accepted November 15, 2010)

ABSTRACTS: The goal of this study was to screen a useful yeast for Korean traditional pear *Yakju* (KTPY) brewing and develop its brewing process. Cooked non-glutinous rice and *nuruk* were mixed, and added into pear juice with various *Saccharomyces cerevisiae* and then fermented at 25°C for 7 days. Among several alcohol fermentation yeasts, ethanol contents was the highest in pear *Yakju* made by *S. cerevisiae* K-7 and also showed high ethanol content in pear *Yakju* which was made by commercial *S. cerevisiae* C-2. Therefore, we selected *S. cerevisiae* K-7 and *S. cerevisiae* C-2 as suitable yeasts for brewing of KTPY. Maximal ethanol production (10.4%) was obtained when cooked non-glutinous rice (100 g) and *nuruk* (30 sp/g) were mixed and added into pear juice (600 ml) with *S. cerevisiae* K-7 (5%) and fermented at 25°C for 7 days and also its antihypertensive angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity was 57.2%. Addition of antihypertensive starchy materials into the mash was not affected in ACE inhibitory activity and total acceptability of KTPY.

KEYWORDS : Alcohol fermentative yeast, Korean traditional pear *Yakju*

서 론

효모는 진핵세포를 갖고 있는 진균류로서 대체로 영양 요구성이 단순하고 배양이 용이하여 주류 및 장류 등의 식품산업에 많이 이용되고 있다. 효모는 발효 중 다양한 대사 산물을 생산하여 발효제품의 풍미와 영양성에 크게 영향을 미치며 최근에는 다양한 생리기능성 물질을 생산(Jeong *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2007)하여 발효제품의 부가가치 향상에 크게 기여한다는 연구가 보고되고 있다. 한편, 배는 배 나무과(Pomoideae), 배 나무속(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(Sohn *et al.*, 2003). 특히 식이섬유 함량이 높아 변비 및 장장 작용이 탁월하고 다환 방향족 탄화수소류의 체외 배출을 촉진하는 효과가 있다고 알려져 있다(Hwang *et al.*, 2006). 또한, 배즙은 어린 이들의 위 근전성(gastric myoelectric activity)을 높이고, 철분 흡수 증가 및 항산화 효과 등도 보고되었으며, 배의 폴리페놀성분 투여로 OVA 항원주사로 증가된

histamine이 감소되었다는 보고도 있다(Zhang *et al.*, 2003).

최근 막걸리 소비의 급증으로 시장규모가 2009년 4200억 원에서 올해 5000억 원을 상회할 정도로 크게 성장하고 있고, 따라서 다양한 종류의 막걸리가 개발, 상품화 되고 있다. 이러한 막걸리를 포함하는 우리 전통 민속주(이하 전통주)는 담금 방법과 양조과정이 다양하지만 대체로 원료는 멥쌀과 약용·가향, 식물의 뿌리나 줄기, 잎 등이 사용되고 발효제로는 주로 막누룩이 사용되며 단양법으로 3주 내외로 발효시켜 제조된다는 점 등의 특징이 있다(Song *et al.*, 2009b). 전통주는 크게 양조 곡주와 증류주 및 외래주로 분류되는데 오늘날 대부분의 전통주는 양조 곡주 중에서도 순곡주류와 약용곡주와 가향곡주 등에 속하며 지금까지 전통주의 연구는 주로 이들 순곡주류의 제조 방법과 발효 중의 성분 변화, 술덧중의 미생물 및 효소류의 분포, 발효제와 주모용 유용균주의 개발 등이 보고되었다(Lee *et al.*, 2005; Song *et al.*, 2009b). 또한, 발효제에 함유되어 있는 곰팡이(국균)과 효모 등에 의한 생리 기능성에 관한 연구가 보고되었고(Kim *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2005) 특히 전통 막걸리에는 식이 섬유와 비타민, 유기산 외에도 체내유용세균인 젖산균이 탁주 700 ml에 약 7×10^{10} 을 함유하고 있다고 알려지면서 전통주들이 건강에

*Corresponding author <E-mail : biotech8@pcu.ac.kr>

유익한 음료로 최근 관심이 집중 되고 있다.

그러나 이와 같은 전통 순곡주류와 약용곡주, 가향곡주 등에 비해 전통 혼양곡주류 중 곡물에 과일을 넣어 빚는 전통 과일주에 관한 연구는 매우 미흡하여 전통 포도주(Kang *et al.*, 2008)와 머루 약주(Seo *et al.*, 2008)의 제조 및 특성 연구가 보고 되었을 뿐 전통 과일주 제조용 효모와 이들의 품질 특성에 관한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 기호성과 생리기능성이 우수한 새로운 고품질의 전통 배 약주를 개발하고자 먼저 전보(Song *et al.*, 2009a)의 기호성과 항고혈압 활성이 우수한 신고배 와인을 기본으로 전통 포도주 제조 방법을 응용하여 전통 배 약주 제조용 우수 효모를 선발하고 이를 이용하여 전통 배 약주 제조를 위한 최적 발효조건을 검토하였다.

재료 및 실험 방법

원료, 균주 및 시약

멥쌀은 2009년 9월에 경기도 이천에서 재배된 것을 시중에서 구입하여 사용하였고 찹쌀, 보리, 수수 등은 2009년도에 재배된 것을 시중에서 구입하여 사용하였다.

주모제조용 효모로는 시판 알콜 발효용 효모 3종(*S. cerevisiae* C-1, C-2, C-3)과 배재대학교 생물공학연구소에서 보관중인 알코올 발효성 *S. cerevisiae* K-7과 K-10 및 분양 균주인 *S. cerevisiae* KCTC 7245, 7904, 7919등을 사용하였고 발효제(입국)는 중앙 곡자의 시제품을 사용하였다. 항고혈압성 엔지오텐신전환효소(ACE)저해 활성 측정용 시약으로 Hip-His-Leu와 rabbit lung acetone powder 등은 Sigma chemical Co. (St, Louis, MO, U.S.A)것을 사용하였으며 그 밖의 시약은 특급을 사용하였다.

담금 및 발효

담금은 강 등(Kang *et al.*, 2008)의 전통 포도주 담금법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다. 멥쌀 100 g에 배 파쇄액 500 ml와 물 100 ml를 넣고 발효제를 g당 30 sp로 첨가한 후 YEPD 배지에서 30°C로 2일 배양한 *S. cerevisiae*를 5% 첨가하여 25°C에서 5일간 발효시킨 후 원심 분리하여 분석용 시료로 하였다. 대조구는 전보(Song *et al.*, 2009a)와 같이 배 와인을 제조하여 전통 배 약주와 비교하였다.

성분 분석 및 관능검사

에탄올 함량은 원심 분리한 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였고 pH는 pH meter로 측정하였으며 총산은 1% 페놀프탈레인을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후 호박산으로 표시하였다(Song *et al.*, 2009b).

관능검사는 송 등(Song *et al.*, 2009b)의 방법을 일부 변형시켜 30~40대 40명의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 전통 배 약주에서 느낄 수 있는 향과 맛 특성을 묘사하게 하고 이들 중에서 공통적으로 묘사된 특성을 선정하여 표기하였다.

항고혈압 활성 측정

전통 배 약주 50 ml를 감압 건조하여 알코올을 모두 제거한 후 다음과 같이 엔지오텐신전환효소(Angiotensin I-converting enzyme; ACE)저해 활성을 Cushman 등(Cushman and Cheung, 1971)의 방법에 따라 측정하였다. 시료액에 동일 용량의 ethyl acetate를 첨가하여 진탕 추출한 후 얻은 추출액 50 μ l를 rabbit lung acetone powder에서 추출한 ACE 용액 150 μ l (3 unit)와 기질 용액(100 mM sodium borate buffer, pH 8.3, 2.5 ml에 300 mM NaCl과 25 mg Hip-His-Leu을 용해) 50 μ l와 섞은 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 1 N HCl로 반응을 정지시켰다. 이 반응액에 유리되어 나오는 hippuric acid의 양을 228 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였고 시료 무침가구를 대조구로 하여 저해율을 구하였다.

결과 및 고찰

전통 배 약주용 효모의 선발 및 특성

전통 배 약주에 적합한 알콜 발효 효모를 선발하기 위하여 시판 주류 제조용 효모 3종과 필자 등이 전통주 제조용으로 분리, 사용해오고 있는 효모 2종 및 균주보관 기관에서 분양 받은 3종의 효모들을 이용하여 위와 같이 배 약주를 제조한 결과는 Table 1과 같다. 8종의 시험 효모들은 4.3~7.1%의 알콜을 생성하였고 특히 *S. cerevisiae* C-2와 *S. cerevisiae* K-7 효모가 많은 에탄올을 생성하였다. 따라서 *S. cerevisiae* C-2와 *S. cerevisiae* K-7을 전통 배 약주 제조용 효모로 최종 선발하였다.

S. cerevisiae K-7 효모는 알콜 발효액이 우수하면서 항고혈압성 ACE 저해물질(Kim *et al.*, 2004), 암전이 억제물질(Jeong *et al.*, 2006)과 항치매성 β -secretase 저해물질(Lee *et al.*, 2007) 등을 생성 하는 생리 기능성 효모로 보고 되어있어 전통주 산업뿐만 아니라 의약산업 등에도 다양하게 이용될 수 있는 유용 효모로 사료된다. *S. cerevisiae* C-2 효모는 시판되고 있는 알콜 발효 효모로서 특히 향미가 우수하여 과실주 제조에 많이 이용되고 있다.

Table 1. Ethanol content of various traditional pear *Yakju* made by different yeasts

Yeasts	Ethanol content (%)
<i>S. cerevisiae</i> C-1 ^a	4.7
<i>S. cerevisiae</i> C-2	6.8
<i>S. cerevisiae</i> C-3	6.0
<i>S. cerevisiae</i> K-7 ^b	7.1
<i>S. cerevisiae</i> K-10	6.5
<i>S. cerevisiae</i> KCTC 7245	5.2
<i>S. cerevisiae</i> KCTC 7904	6.1
<i>S. cerevisiae</i> KCTC 7919	4.3

^aC-1, 2 and 3 were commercial yeasts and K-7, K-10^b were yeasts in Laboratory of Biotechnol., Paichai University for brewing of alcohol beverages.

Table 2. Effect of rices and its soup on the physicochemical properties and ACE inhibitory activity of traditional pear *Yakju*

Traditional pear <i>Yakju</i>	pH	Ethanol (%)	Total acid (%)	Volatile acid (%)	Residual sugar (mg/ml)	ACE ^a inhibitory activity (%)
Pear + non-glutinous rice <i>Yakju</i> ^b	4.05	7.2	0.28	0.0128	3.76±0.35	32.3±1.3
Pear + non-glutinous rice soup <i>Yakju</i>	4.25	4.6	0.19	0.0134	4.96±0.44	29.9±0.9
Pear + glutinous rice <i>Yakju</i>	4.45	5.8	0.21	0.0115	4.12±0.18	30.0±0.7
Pear wine	3.87	11.4	0.42	0.0128	3.68±0.24	24.3±1.8

^aACE; angiotensin I-converting enzyme.

^bVarious traditional pear *Yakju* were brewed 25°C by 5 days of fermentation.

선발 효모를 이용한 전통 배 약주의 최적 발효조건

전통 배 약주 제조에 적합한 전분질 원료를 선정하기 위하여 먼저 배즙에 멥쌀과 찹쌀 죽, 찹쌀을 각각 첨가하여 *S. cerevisiae* K-7으로 5일간 발효시킨 후 이들의 물리화학적 성질을 조사하여 대조구인 배 와인과 비교하였다(Table 2). pH는 전통 배 약주들이 pH 4.05~4.45로 대조구인 배 와인(pH 3.87)보다 높았고 총산 함량은 배 와인의 0.42% 보다 낮은 0.19~0.28%를 보였다. 이와 같이 전통 배 약주가 배 와인보다 pH가 높고 총산 함량이 낮은 것은 전통 배 약주 제조 시 첨가된 멥쌀이나 찹쌀이 발효제에 의해 당화되는 과정에서 산 생성 억제물질이나 pH를 중화시키는 물질이 생성되기 때문인 것으로 추정된다. 또한, 이와 같은 결과들은 전통 포도주의 pH 3.02~3.48, 총산 0.93~1.20 mg/100 ml (Kang *et al.*, 2008)와 머루 약주의 pH 3.21~3.24, 총산 0.82~0.85%(Seo *et al.*, 2008)보다 pH는 높고 총산 함량은 낮은 결과이었다. 또한, 이들 결과를 전보(Song *et al.*, 2009a)의 배 품종별 와인 제조 실험에서 배 와인의 pH가 3.41~4.00, 총산 함량이 0.26~0.49%이었다는 결과와 비교했을 때도 전통 배 약주의 pH가 높고 총산 함량이 낮았는데 이는 일반적으로 알려진, 과실주의 pH가 전통 곡주보다 대체로 낮고 총산 함량이 높은 경향과 유사한 결과이었다.

에탄올 함량은 배즙에 멥쌀을 첨가하여 5일간 발효 시켰을 때 7.2%를 보여 찹쌀과 배즙을 이용하여 제조한 전통 배 약주(5.8%)와 멥쌀을 죽 형태로 배즙과 혼합하여 발효시켜 제조한 배 약주(4.6%)보다 높은 에탄올 함량을 보였다. 이와 같이 찹쌀 첨가 배즙 보다 멥쌀 첨가 배즙 발효액이 높은 에탄올 함량을 보인 것은 일반적으로 찹쌀 전분은 멥쌀 전분보다 아밀로펙틴을 더 많이 함유하고 있어 국균의 당화 효소에 의한 당화율이 낮고 따라서 에탄올 생성량도 멥쌀보다 낮은 경향을 보이는 것으로 사료된다. 그러나 호화 멥쌀 첨가 배즙 발효액이 가장 낮은 에탄올 함량을 나타 낸 것에 대해서는 추가의 연구가 요구 되었다.

한편, 항고혈압성을 나타내는 ACE저해 활성은 엔지오텐신 I을 II로 전환시켜 혈관 수축을 억제하는 ACE의 활성을 저해하여 항고혈압 활성을 보이는 것으로 알려져 있다(Lee *et al.*, 2005). 위와 같이 다양한 전분질 원료를 이용하여 제조한 전통 배 약주의 ACE 저해 활성을 조사한 결과 배즙에 멥쌀을 첨가하여 발효시킨 전통 배 약주가 32.3%로 여타의 전통 배 약주

들보다는 약 2%, 배 와인보다는 약 8% 더 높았다(Table 2). 그러나 이들 전통 배 약주들의 ACE 저해 활성은 필자 등이 발표한 다른 전통주들(Lee *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2010; Song *et al.*, 2009b)보다는 약 30~40% 낮았고, 신고배 와인과는 비슷하였으며 다른 배 와인들(Song *et al.*, 2009a)보다는 높았으나 포도주(No *et al.*, 2008)보다는 6~33% 낮은 활성 이었다. 한편, 전통 과실주의 생리기능성에 관한 연구로는 강 등(Kang *et al.*, 2008)이 전통 포도주의 항산화 활성이 50.59~56.75%이었다고 보고한 것뿐이다.

전통 배 약주 제조를 위한 최적 발효 일수를 정하기 위하여 배즙과 증자한 멥쌀과 *S. cerevisiae* K-7등을 이용하여 전통 배 약주를 담금 한 후 10일 동안 발효시키면서 발효액의 물리화학적 성질의 변화를 조사하였다. Fig. 1과 같이 pH는 발효 3일에 약 0.8 낮아진 후 변화가 없었고 총산 함량은 발효 5일 까지 약 0.3%까지 급속히 증가한 후 변화가 없었다. 에탄올 함량은 발효 일수가 경과함에 따라 원만히 증가하여 발효 7일째 10.4~11.0%를 보여 발효가 끝났다. 또한, 항고혈압성 ACE 저해 활성도 발효가 진행됨에 따라 증가하여 발효 7일에 57.2%까지 증가하였다(Fig. 2). 위와 같은 에탄올 생성량과 항고혈압 활성 결과를 볼 때 전통 배 약주의 최적 발효 일수는 7일이었다.

전분질 부원료의 첨가 효과

위와 같이 제조한 전통 배 약주의 항고혈압 활성과 기호도 증진을 위해 항고혈압성 ACE저해 활성이 있다고 보고된 수수 등 3종의 전분질 부원료(Rhyu *et al.*, 1996)를 첨가하여 7일간 발효시킨 후 이들의 물리화학적 성질을 조사하였다(Table 3). 에탄올 함량은 전통 배 약주에 부원료를 첨가한 것과 첨가하지 않은 것 모두 큰 차이 없이 10.2~10.9%를 보였다. 그러나 항고혈압성 ACE저해 활성은 수수 등의 부원료를 첨가하여 발효시킨 배 약주가 무첨가 전통 배 약주와 비슷하거나 오히려 낮았다(Table 2).

이들 3종류의 부원료 첨가 전통 배 약주들의 개괄적인 관능 특성을 조사한 결과 부원료를 첨가하지 않은 배 약주와 같이 대체로 단맛과 쓴맛이 다른 맛 보다 적고 씹미가 약하게 느껴졌고 알콜향이 누룩향보다 약간 강하여 맛이 부드럽고 향긋하여 음용에 매우 좋았다(data not shown). 한편, 서 등(Seo *et al.*, 2008)은 머루에 멥쌀을 첨가하여 발효시켜 제조한

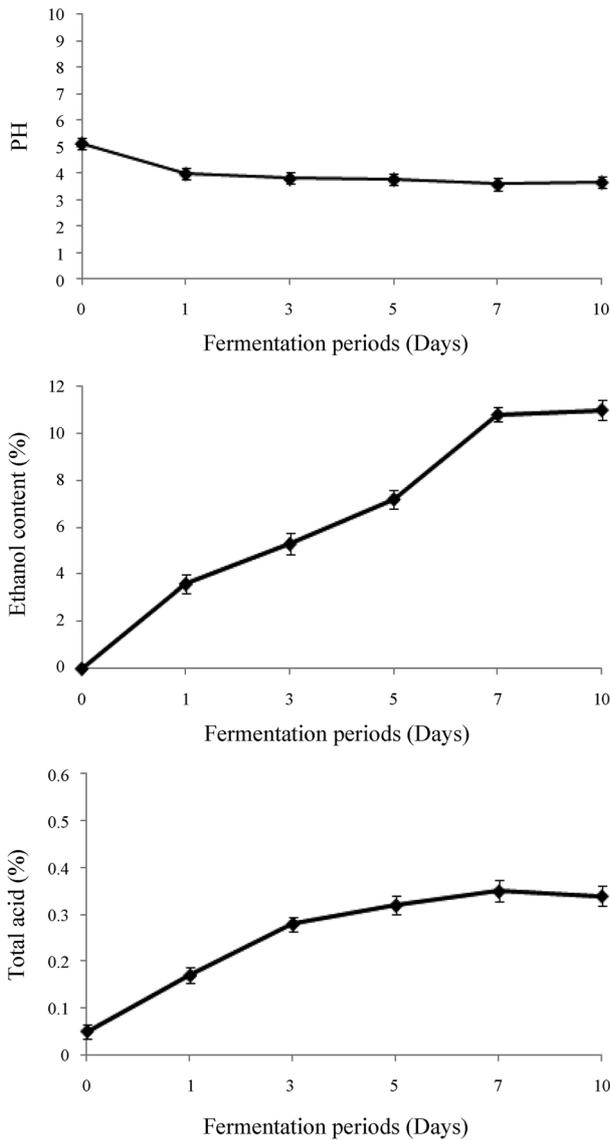


Fig. 1. Changes of pH, ethanol and total acid content during the fermentation of traditional pear *Yakju* using *S. cerevisiae* K-7.

전통 머루주가 머루에 찹쌀이나 보리를 첨가하여 제조한 전통 과실주보다 단맛과 신맛이 강하지 않고 알코올 함량이 높지

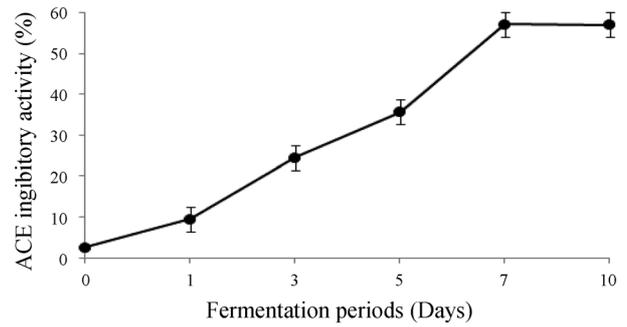


Fig. 2. Changes of antihypertensive angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity during the fermentation of traditional pear *Yakju* using *S. cerevisiae* K-7.

않아 기호도가 우수하였다고 보고한바 있다.

이상의 실험들을 통하여 먼저 기호도와 항고혈압 활성이 비교적 우수한 전통 배 약주 제조용 우수 효모로 *S. cerevisiae* K-7과 *S. cerevisiae* C-2를 선발 하였고 증자한 멥쌀과 발효제와 배즙 등을 선발 효모와 같이 담금하여 25°C에서 7일간 발효시킴으로 고품질 전통 배 약주를 개발하였다. 따라서 본 논문은 배의 고부가가치 가공품 개발 뿐 만 아니라 다른 전통 과일주 개발에 귀중한 자료로 활용 될 것으로 사료된다.

적요

전통 배 약주용 우수 효모를 선발하고 기호도와 생리기능성이 우수한 전통 배 약주를 개발하기 위하여 배즙에 증자 멥쌀과 누룩, 다양한 종류의 *Saccharomyces cerevisiae*를 첨가하여 발효 시킨 후 에탄올 함량과 항고혈압 활성을 측정하여 전통 배 약주용 우수 효모로 *S. cerevisiae* K-7과 시판 *S. cerevisiae* C-2를 최종 선발하였다. 또한 최적 발효 조건을 검토한 결과 증자 멥쌀 100 g을 배즙 600 ml에 첨가하고 발효제 g당 30 sp와 *S. cerevisiae* K-7를 5% 첨가하여 25°C에서 7일간 발효시켰을 때 10.4%의 에탄올 함량과 항고혈압성 엔지오펜신 전환효소 저해 활성이 57.2%인, 기호도가 우수한 전통 배 약주를 제조 하였다. 항고혈압성 전분질 부원료의 첨가는 이들의 기호도와 생리기능성에 영향을 주지 않았다.

Table 3. Effects some cereals on the physicochemical properties and ACE inhibitory activity of traditional pear *Yakju*

Traditional pear <i>Yakju</i>	pH	Ethanol (%)	Total acid (%)	Volatile acid (%)	Residual sugar (mg/ml)	ACE ^a inhibitory activity (%)
Pear + non-glutinous rice + sorghum <i>Yakju</i> ^b	4.08	10.2	0.32	0.0128	4.30 [°] ±0.12	55.0 [°] ±0.6
Pear + non-glutinous rice + glutinous rice <i>Yakju</i>	3.99	10.8	0.37	0.0154	4.08 [°] ±0.65	51.4 [°] ±1.0
Pear + non-glutinous rice + barley <i>Yakju</i>	4.00	10.8	0.32	0.0120	3.42 [°] ±0.35	55.8 [°] ±0.4
Pear + non glutinous rice <i>Yakju</i>	4.05	10.4	0.32	0.0100	3.21 [°] ±0.04	57.2 [°] ±0.6

^aACE; angiotensin I-converting enzyme.

^bVarious traditional pear *Yakju* were brewed 25°C by 7 days of fermentation.

감사의 글

본 연구는 농림수산물식품부 농림기술개발사업(2008년도 배수출사업단)의 지원에 의하여 수행된 연구 결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Cushman, D. W. and Cheung, H. S. 1971. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharm.* 20:1637-1648.
- Hwang, I. G., Woo, K. S., Kim, T. M., Kim, D. J., Yang, M. H. and Jeong, H. S. 2006. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 38:342-347.
- Jeong, S. C., Lee, D. H. and Lee, J. S. 2006. Production and characterization of an anti angiogenic agent from *Saccharomyces cerevisiae*. *Kor. J. Microbiol.* 16:1904-1911.
- Kang, S. G., Yang, E. J., Jo, G. H., Park, Y. K. and Jung, S. T. 2008. Brewing and quality characteristics of Korean traditional grape wine. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 37:1030-1036.
- Kim, J. H., Lee, D. H., Jeong, S. C., Chung, K. S. and Lee, J. S. 2004. Characterization of antihypertensive angiotensin I-converting enzyme inhibitor from *Saccharomyces cerevisiae*. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 146:1318-1323.
- Kim, J. H., Lee, D. H., Choi, S. Y. and Lee, J. S. 2002. Characterization of physiological functionalities in Korean traditional liquors. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 34:118-122.
- Lee, D. H., Lee, D. H. and Lee, J. S. 2007. Characterization of a new antidementia β -secretase inhibitory peptide from *Saccharomyces cerevisiae*. *Enzyme and Microbial. Technol.* 42:83-88.
- Lee, D. H., Park, W. J., Lee, B. C., Lee, J. C., Lee, D. H. and Lee, J. S. 2005. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional wine by using Gugija (*Lycii fructus*). *Kor. J. Food Sci. Technol.* 37:789-794.
- Lee, E. N., Lee, D. H., Kim, S. B., Lee, S. W., Kim, N. M. and Lee, J. S. 2007. Effects of medicinal plants on the quality and physiological functionalities of traditional ginseng wine. *J. Ginseng Res.* 31:102-108.
- Lee, M. Y., Sung, S. Y., Kang, H. K., Byun, H. S., Jung, S. M., Song, J. H. and Lee, J. S. 2010. Quality characteristics and physiological functionality of traditional rice wines in Chungnam province of Korea. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 38:177-182.
- No, J. D., Lee, E. N., Seo, D. S., Chun, J. P., Choi, S. Y. and Lee, J. S. 2008. Changes of angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity, fibrinolytic activity and β -secretase inhibitory activity of red wines during fermentation and post-fermentation. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 36:291-298.
- Rhyu, M. R., Nam, Y. J. and Lee, H. Y. 1996. Screening of angiotensin I-converting enzyme inhibitors in cereals and legumes. *Foods Biotechnol.* 5:334-337.
- Seo, J. S., Lee, J. S., Byun, G. I. and Kwak, E. J. 2008. Quality characteristics of *yakju* fermented with wild grape and 4 kinds of cereals. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 37:1472-1478.
- Sohn, D. S., Cho, K. S., Song, J. H., Kim, M. S., Kang, S. S., Hong, S. S. and Kim, Y. K. 2003. Story of Korean pear. pp.17-27. *RDA, National Institute of Horticultural & Herbal Science*. Korea.
- Song, J. H., Chun, J. P., Na, K. C., Moon, J. H., Kim, W. S. and Lee, J. S. 2009a. Optimal fermentation condition for development of high quality pear wine and characteristics of pear wine. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 37:213-218.
- Song, J. H., Lee, J. S., Lee, E. N., Lee, S. W., Kim, J. H. and Lee, J. S. 2009b. Manufacture and quality characteristics of Korean traditional Gugija (*Lycii fructus*) tagju. *Kor. J. Food & Nutr.* 22:86-91.
- Zhang, Y. B., Bae, M. J., An, B. J., Choi, H. J., Bae, J. H., Kim, S. and Choi, C. 2003. Effect of antioxidant activity and change in quality of chemical composition and polyphenol compound during long term storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 35:115-120.