

## 포도 종류를 달리한 포도 약주의 발효 특성

이지연·곽은정<sup>†</sup>

영남대학교 식품학부

### Fermentation Characteristics of Grape *Yakju* made with Three Kinds of Grape

Ji Yeon Lee and Eun Jung Kwak<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

#### Abstract

Three kinds of grape *yakju* (Kyoho, Campbell and Moru) and grape-free control were fermented with rice using *koji* of *Aspergillus kawachii* as a fermenting agent, and their fermentation characteristics were investigated. For the three *yakju*, reducing sugar content decreased slowly over 2 days fermentation after an initial rapid decrease. In case of Brix, the reducing sugar content increased gradually after increasing rapidly during the first 2 days of fermentation. The Kyoho and Moru groups displayed a gradual increase in reducing sugar content after an initial 2-day decrease, and the sugar content of the Campbell group increased gradually during fermentation. Uniformly, pH increased gradually after an initial 2-day decrease, however total acid increased continuously throughout fermentation. Alcohol content of *yakju* showed almost no change after increasing until day 6 (Kyoho) of day 4 (others), with the control displaying the highest content. Control  $\alpha$ -amylase activity decreased gradually after an initial 2-day increase, while that of the three *yakju* decreased throughout fermentation. Activities of  $\beta$ -amylase activities paralleled the results of reducing sugar. Concerning total anthocyanin, the Moru and Campbell groups displayed a rapid increase until day 2, a decrease until day 12, and a gradual increase thereafter. While the Kyoho and control groups displayed virtually no change after an initial 2-day increase until day 12, after which a gradual increase also occurred. In concerning sensory evaluation, Moru *yakju* scored highest for violetness, flavor of grape, and sweet taste, and also displayed a low alcohol content. These attributed Moru *yakju* the preferred choice.

Key words : Grape, *yakju*, *koji*, quality characteristics, sensory evaluation.

#### 서론

포도는 갈매나무목(Rhamnales) 포도과(Vitaceae)에 속하는 낙엽성 덩굴식물로 약 8,000년 전부터 경작해 온 오랜 역사를 갖는 과일(Park & Oh 2003, Lee *et al* 2008) 중의 하나로, invert sugar, tartaric acid, 비타민 및 철분 등의 미네랄이 풍부하여 식욕 증진, 피로 회복 등에 효과적(Jo & Kim 2008)일 뿐 아니라 색, 향, 맛 등의 관능적 요소를 골고루 함유하고 있어 전 세계적으로 많이 이용되고 있다(Lee *et al* 2002). 또한, 포도는 anthocyanin과 flavonoid 등의 phenol 화합물을 다량 함유하여(Choi *et al* 2006) 다양한 생리활성을 가지는데, 특히 resveratrol은 과산화 억제와 free radical 소거와 같은 항산화 작용뿐 아니라 항염증, LPL 산화 억제, 암세포 성장 억제 및 암 예방 기능도 보고되었다(Kim *et al* 2006).

우리나라에서는 캠벨, 거봉, 새단 등의 품종이 주로 재배되

고 있으며, 2005년 기준으로 22,000 ha의 재배 면적과 381,000 톤을 생산하고(Yook *et al* 2007) 있지만, 수확한 포도는 상처로 인한 부패, 건조로 인한 탈립 촉진, 과립내의 수분에 의한 과립 파열로 저장성이 낮음(Yang *et al* 2007)에도 불구하고 생산량의 10%만이 포도주, 주스, 잼 등의 가공식품의 제조에 이용되고 있으며, 90%는 제철에 생과로 소비되고 있다(Bae *et al* 2004, Kim *et al* 2008).

우리나라 고유의 전통주에는 다양한 양조 방법의 차이에 따라 탁주, 약주, 소주 등의 수백 여 종의 술들이 존재하였다(Lee *et al* 2004). 그러나 현재 우리나라의 양조시장은 1909년 주세법의 시행과 한국전쟁 이후 양곡 정책에 의해 쇠퇴기를 맞이하여 수많은 전통주가 사라지고 그 일부만 남아 유지되고 있는 실정이다(Ryu *et al* 2007). 또한, 1990년 주류시장의 개방으로 인해 외국 주류는 급속하게 국내 시장을 점령하였고, 그에 반해 상대적으로 우리 고유의 전통주의 시장 입지는 더욱 약하게 되었다(Kim *et al* 2008). 하지만 최근 웰빙과 건강을 생각하는 소비자들이 늘어나면서 전통 발효식품

<sup>†</sup> Corresponding author : Eun Jung Kwak, Tel : +82-53-810-2983, Fax : +82-53-810-4668, E-mail : kwakej@ynu.ac.kr

에 대한 개발과 연구가 활발히 진행되고 있다(Lee et al 2005).

한편, 약주는 찹쌀이나 멥쌀과 같은 곡류를 원료로 하고 누룩을 발효제로 첨가하여 제조(Bae et al 2008)하는 전통주의 일종이다. 발효제로 누룩을 사용하고 있으나, 누룩을 사용할 경우에는 다양한 미생물 때문에 세균이 증식할 수 있고, 약주의 균일성이 유지되기 어려워 온도 관리가 잘 되지 못하면 실패할 수 있는 단점이 있어, 최근에는 살균한 곡물에 *Aspergillus kawachii*(So MH 1999), *Aspergillus usamii*(So et al 1994), *Aspergillus oryzae*(Lee et al 2004) 등의 종균을 접종하여 배양한 koji를 사용해서 전통주를 제조(Lee et al 2004, Kim et al 2003, Kim et al 2003)하고 있다. Koji를 발효원으로 하여 제조한 약주는 아미노산의 함량이 낮고, 신맛이 강하고, 향기 성분의 종류가 단순한 단점이 있으나 알코올 함량이 높고, 안전한 산성의 pH가 유지되며, 양조 시간이 단축되는 장점(So et al 1994, So MH 1995, So MH 1999a, So et al 1999b)이 있는 것으로 보고되었다.

본 연구에서는 저장성 및 가공식품으로의 이용도가 낮은 포도의 가공율을 높이고 최근 건강을 생각하는 소비자들의 요구에 맞추기 위하여 지역에서 생산된 거봉, 캠벨, 머루포도를 사용하여 포도 약주를 제조하였다. 그리고 일정한 품질의 약주를 생산하기 위하여 발효원으로는 koji를 사용하여 발효 기간에 따른 포도 약주의 발효 특성을 알아보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

시료 제조에 사용한 포도는 거봉, 캠벨, 머루포도이며 거봉과 머루포도는 2008년 9월 경북 경산의 과수원에서 직접 구입하였고, 캠벨은 경산의 시장에서 구입하여 사용하였다. Koji의 원료인 멥쌀은 캠벨과 동일한 곳에서 구입하여 사용하였다.

### 2. Koji의 제조

Koji는 멥쌀 1 kg을 씻어 10시간 동안 물에 침지한 후, 30분 가량 물빼기를 하고 증자한 다음 상온에서 약 36°C가 되도록 방냉하였다. 다음 크린벤치에서 방냉한 증자미에 양조 제조용으로 시판되는 건조 입상 형태의 *Aspergillus kawachii* (수원 발효 연구소, 경기도 화성시) 2.5 g을 첨가하여 골고루 혼합한 후, 28°C에서 48시간 배양, 제조(국세청 2007)하여 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

### 3. 포도 약주의 제조

포도 종류를 달리한 약주는 Fig. 1과 같이 2단 담금법에 의해 제조하였다. 1단 담금에서는 증류수 2.8 L에 koji 960 g과 *Saccharomyces cerevisiae*(송천 효모 개발연구소, 충남 청양군) 9.6 g을 첨가하고, 26°C에서 36시간 배양하여 담금용 주

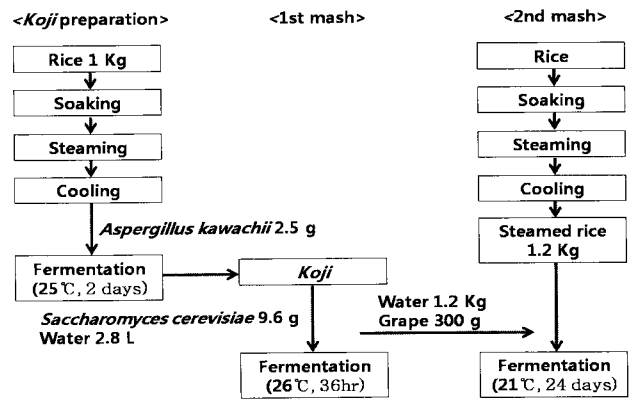


Fig. 1. Schematic diagram for the preparation of grape yakju.

모를 제조하였다. 2단 담금에서는 멥쌀을 씻어 10시간 물에 불려 증자한 다음 30°C로 냉각한 증자미 1.2 kg에 거봉, 캠벨, 머루포도를 껍질째 파쇄한 파쇄물 300 g과 증류수 1.2 L, 주모 960 g을 나누어 멸균한 병에 담아 21°C에서 24일간 발효시켰다. 일정 기간 발효된 것은 거스로 압착하고 원심분리한 후 냉장보관하면서 실험에 이용하였다. 관능검사용 시료는 21°C에서 3일간 발효시키다가 CO<sub>2</sub> 생성이 현저히 저하되면 전발효가 끝났다고 판단하고 12°C에서 15일간 숙성하여 사용하였다.

### 4. 환원당 측정

포도 종류를 달리한 약주의 발효 기간에 따른 환원당 함량은 DNS법(채수규 1998)에 의해 측정하였다. 예비 실험을 통해 시료의 희석배수를 결정한 다음 시료 0.5 mL에 DNS 시약 2 mL를 가한 후 끓는 물에 3분간 발색시킨 다음 얼음물에 담가 식힌 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 5. 당도 함량 측정

포도 종류를 달리한 약주의 발효 기간에 따른 당도는 굴절 당도계(ATAGO N-1E, Japan)를 사용하여 당도를 측정하였다.

### 6. pH 및 총산 측정

포도 종류를 달리한 약주의 발효 기간에 따른 총산은 5배 희석한 시료 5 mL를 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정하여 tartaric acid의 양으로서 표시하였다(AOAC 1990). pH는 시료 원액을 5배 희석하여 5 mL를 취한 후, pH meter(Mettler, Swiss)로 측정하였다.

### 7. 알코올 함량 측정

포도 종류를 달리한 약주의 발효 기간에 따른 알코올 함량

은 국세청 주류분석 규정(국세청 2000)에 따라 측정하였다.

8. 효소 활성도 측정

포도 종류를 달리한 약주의 발효 기간에 따른 amylase 활성도를 측정하기 위해  $\alpha$ -amylase와  $\beta$ -amylase의 활성도를 측정하였다.  $\alpha$ -amylase의 활성도는 Oh *et al*(2000)의 방법에 의해 1%의 가용성 전분 용액 1 mL에 0.02 M 인산 완충액 0.5 mL를 기질로 하여 시료 원액 0.5 mL를 첨가하고 38°C에서 30분간 반응시킨 후, 1 M 초산 5 mL를 넣어 반응을 정지시켰다. 다음 1/3,000 N 요오드 용액 5 mL를 넣고 혼합하고 660 nm에서 흡광도를 측정하고, 효소액 1 mL가 나타내는 흡광도 차(blank-시료)를 1 unit로 나타내었다.  $\beta$ -amylase의 활성도는 Miller(1959)의 방법으로 1% 가용성 전분 용액과 0.4 M 초산 완충액을 혼합한 것을 기질로 하여 시료 원액 1 mL를 첨가하고 30°C에서 10분간 반응시켰다. 다음 DNS 3 mL를 넣고 100°C에서 5분간 발색시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose를 표준 물질로 검량선을 작성하고 효소액 1 mL가 glucose 1 mg을 유리시키는 역가를 1 unit로 하였다.

9. 총 Anthocyanin 함량 측정

포도 종류를 달리한 약주의 발효 기간에 따른 총 anthocyanin 함량은 시료를 원심분리한 후 520 nm에서 측정된 흡광도의 값으로 나타내었다(Choi *et al* 2006).

10. 관능검사

시료의 식별 검사와 기호도 검사는 영남대학교 외식산업학과 20~25세의 훈련된 대학생 20명을 관능평가 요원으로 선정하여 실시하였다. 식별 검사의 측정 항목은 자색도, 포도향, 단맛, 신맛에 대해 검사하였고, 기호도 검사는 색, 향, 맛, 종합적 기호도에 대해 7점 척도법에 의해 측정하였다.

11. 통계 처리

실험 결과는 3회 반복 측정 후 평균±표준편차로 나타내었으며, 통계처리는 SPSS 14.0 version에 의해 ANOVA를 실시하였으며, 각 측정값 간의 유의성을  $p<0.05$  수준에서 Duncan's multiple ranged test로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 환원당

포도 종류를 달리하여 제조한 포도 약주의 발효 기간에 따른 환원당의 변화는 Fig. 2와 같다. 담금일의 환원당은 캠벨 첨가구 4.07%, 거봉 첨가구 3.99%, 머루포도 첨가구 3.17%, 대조구 1.34%의 순으로 나타났다. 포도 첨가구가 포도를 첨

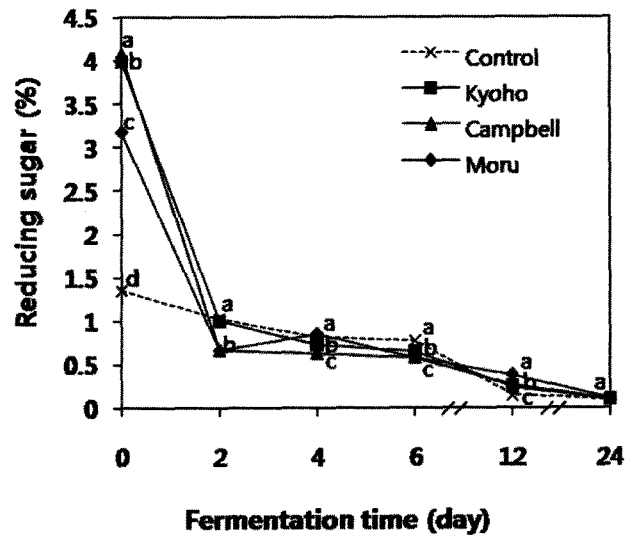


Fig. 2. Changes in reducing sugar of grape yakju during fermentation at 21°C for 24 days.

Data represent the means of three determinations.

<sup>a-d</sup> Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the  $p<0.05$  by Duncan's multiple ranged test.

가하지 않은 대조구보다 2.4~3.0배나 환원당 함량이 높았고, 포도 첨가구 중에서는 캠벨, 거봉, 머루포도 첨가구의 순으로 높았다. 담금 2일째 포도 첨가구의 환원당 함량은 급격히 감소하여 거봉 첨가구 1.00%, 캠벨과 머루포도 첨가구가 각각 0.66%의 값을 나타내었으나, 대조구의 환원당은 1.00%로 포도 첨가구보다 크게 감소하지 않았다. 담금 2일 이후부터 모든 시료의 환원당은 서서히 감소하여 담금 24일째의 환원당 함량은 시료간의 차이가 없이 0.09%로 나타났다.

꽃감과 동충하초를 첨가한 삼백주(Lee *et al* 2004), 오가피 추출액을 첨가한 약주(Kim *et al* 2008) 및 손바다 선인장 열매를 첨가한 전통주(Bae *et al* 2002)의 경우에서도 담금일의 환원당 함량이 가장 높았고, 발효 기간이 증가됨에 따라 환원당은 점차적으로 감소하여 본 연구의 결과와 일치하여 누룩과 koji의 발효제에 따른 차이는 나타나지 않았다. 한편, 머루약주(Seo *et al* 2008)는 담금일에서 2일째까지 감소하다가 3일째 다시 급격하게 증가한 후 5일째에 감소하여 본 연구와 차이를 보였다. 이와 같은 차이는 약주의 제조 조건, 재료의 종류 및 발효원인 누룩의 당화력 등에 따른 것으로 사료되었다(Seo *et al* 2008).

2. 당도 함량

포도 종류를 달리하여 제조한 포도 약주의 발효 기간에 따른 당도 함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 담금일의 당도 함량은 캠벨 첨가구 6.20%, 머루포도 첨가구 6.00%, 거봉 첨가구

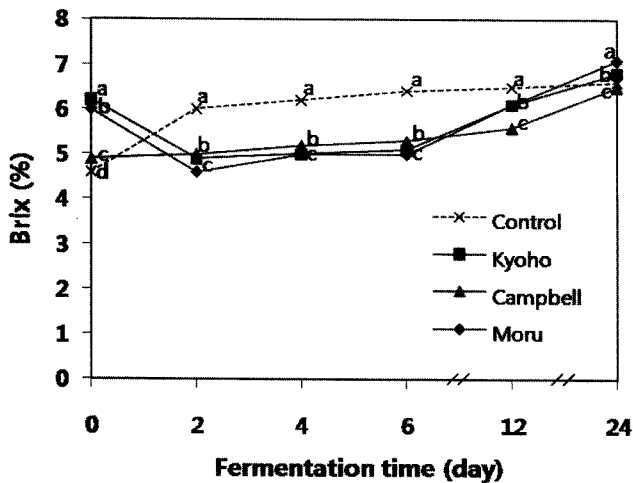


Fig. 3. Changes in total sugar of grape yakju during fermentation at 21°C for 24 days.

Data represent the means of three determinations.  
<sup>a-d</sup> Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the  $p < 0.05$  by Duncan's multiple ranged test.

4.90%, 대조구 4.60%으로 포도 첨가구가 대조구보다 높았으나, 캠벨, 머루포도, 거봉 첨가구의 순으로 높아 캠벨, 거봉, 머루포도의 순으로 나타난 환원당의 결과와 다소 차이를 보였다. 대조구의 환원당은 2일째까지 크게 증가하여 점차적으로 증가하였고, 거봉과 머루포도 첨가구는 2일째까지 급격히 감소하다가 2일 이후 서서히 증가하였으며, 캠벨 첨가구는 담금일에서부터 점차적으로 증가하여, 24일째의 당도는 머루포도 첨가구 7.20%, 캠벨 첨가구 6.80%, 거봉 첨가구 6.60%, 대조구 6.60%의 순으로 나타났다. 오가피 추출액을 첨가한 약주(Kim *et al* 2008)의 총당량은 담금일이 가장 높았고 이후 6일째까지 급감하다가 25일까지 완만히 감소하였고, 유자과피를 첨가한 진양주(Jin *et al* 2008a)의 경우는 담금일 이후 서서히 감소하여 이들 약주와 포도첨가구의 결과는 유사한 것으로 사료되었다. 한편, 손바닥 선인장 열매를 첨가한 진통주(Bae *et al* 2002)의 경우는 담금일에서 6일째까지 증가한 후 변화가 없어 본 연구의 대조구의 결과와 유사하였다.

3. pH와 총산

포도 종류를 달리하여 제조한 포도 약주의 발효 기간에 따른 pH와 총산의 변화는 Table 1과 같다. 먼저 담금일의 pH는 대조구가 4.49, 거봉 첨가구 4.39, 캠벨 첨가구 4.13, 머루포도 첨가구 4.06의 순이었으나, 담금 2일째에는 대조구 3.32~머루포도 첨가구 3.26으로 감소하였다. 2일 이후 pH는 점차적으로 증가하였고, 24일째에는 대조구 3.92, 머루포도 첨가구 3.88, 캠벨 첨가구 3.82, 거봉 첨가구 3.76의 순으로 증가하였다.

총산의 경우, 담금일에는 머루포도 첨가구 0.26%, 캠벨 첨

Table 1. Changes in pH and total acid of grape yakju during fermentation at 21°C for 24 days

Fermentation time (day)	Sample	Total acid(%)	pH
0	Control	0.13±0.03 <sup>a</sup>	4.49±0.01 <sup>c</sup>
	Kyoho	0.19±0.00 <sup>b</sup>	4.39±0.01 <sup>b</sup>
	Campbell	0.21±0.03 <sup>c</sup>	4.13±0.00 <sup>b</sup>
	Moru	0.26±0.00 <sup>d</sup>	4.06±0.00 <sup>a</sup>
2	Control	0.30±0.05 <sup>a</sup>	3.32±0.01 <sup>a</sup>
	Kyoho	0.26±0.00 <sup>b</sup>	3.28±0.00 <sup>a</sup>
	Campbell	0.30±0.00 <sup>a</sup>	3.24±0.01 <sup>a</sup>
	Moru	0.28±0.03 <sup>c</sup>	3.26±0.01 <sup>a</sup>
4	Control	0.34±0.00 <sup>a</sup>	3.34±0.01 <sup>a</sup>
	Kyoho	0.32±0.03 <sup>b</sup>	3.30±0.01 <sup>ab</sup>
	Campbell	0.33±0.01 <sup>b</sup>	3.31±0.00 <sup>ab</sup>
	Moru	0.30±0.05 <sup>b</sup>	3.31±0.00 <sup>b</sup>
6	Control	0.38±0.00 <sup>a</sup>	3.52±0.01 <sup>a</sup>
	Kyoho	0.38±0.00 <sup>b</sup>	3.37±0.01 <sup>a</sup>
	Campbell	0.36±0.03 <sup>c</sup>	3.35±0.00 <sup>a</sup>
	Moru	0.38±0.00 <sup>c</sup>	3.34±0.00 <sup>a</sup>
12	Control	0.47±0.03 <sup>a</sup>	3.65±0.00 <sup>a</sup>
	Kyoho	0.43±0.03 <sup>b</sup>	3.47±0.00 <sup>ab</sup>
	Campbell	0.38±0.00 <sup>c</sup>	3.41±0.01 <sup>b</sup>
	Moru	0.43±0.03 <sup>c</sup>	3.41±0.01 <sup>ab</sup>
24	Control	0.47±0.00 <sup>a</sup>	3.92±0.00 <sup>b</sup>
	Kyoho	0.64±0.01 <sup>d</sup>	3.76±0.01 <sup>a</sup>
	Campbell	0.56±0.01 <sup>c</sup>	3.82±0.01 <sup>a</sup>
	Moru	0.56±0.01 <sup>b</sup>	3.88±0.01 <sup>a</sup>

Data are expressed as mean±SD.  
<sup>a-d</sup> Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the  $p < 0.05$  by Duncan's multiple ranged test.

가구 0.21%, 거봉 첨가구 0.19%, 대조구 0.13%의 순이었으나, pH의 결과와 반대로 2일째에는 캠벨 첨가구 0.30%, 대조구 0.30%, 머루포도 첨가구 0.28% 및 거봉 첨가구 0.26%로 증가하였다. 이후 시료 약주의 총산량은 점차적으로 증가하여 24일째에는 거봉 첨가구 0.64%, 캠벨과 머루포도 첨가구 0.56%, 대조구 0.47%으로 나타났다. 오가피 추출액을 첨가한

약주(Kim *et al* 2008)의 경우 pH는 담금일에 3일째까지 감소한 반면 총산량은 3일째까지 증가한 이후 pH와 총산 모두 서서히 증가하였고, 참나리 구근을 이용한 전통주(Lee *et al* 2008)에서도 pH는 2일째까지 감소한 반면 총산은 급격하게 증가하였다가 이후 점차적으로 증가하여 본 연구의 결과와 유사하여 누룩과 *koji*의 발효원에 따른 차이는 나타나지 않았다. 일반적으로 유기산의 생성량이 많으면 pH는 감소하지만 전통주의 발효 과정 중에서는 담금 초기 술덧에 생육하는 미생물의 작용으로 유기산의 생성량이 증가되어 pH는 감소하여도 발효 기간이 지남에 따라 유기산과 알코올이 반응하여 유기산이 향미 형성 등에 이용되므로 pH는 다시 증가하는 것으로 보고되었다(Jin *et al* 2008a, Jin *et al* 2008b).

4. 알코올의 함량

포도 종류를 달리하여 제조한 포도 약주의 발효 기간에 따른 알코올 함량 변화는 Fig. 4와 같다. 담금일의 알코올 함량은 주정계로 측정하기에 불가능할 정도로 알코올 생성량이 적어 측정하지 못하였다(0%로 표시함). 이후 알코올 함량은 급격하게 증가해서 4일째에는 대조구가 19.0%로 가장 높았고, 다음 머루포도 첨가구 13.0%, 거봉과 캠벨 첨가구가 11.0%의 순으로 나타났다. 대조구와 머루포도 첨가구는 4일 이후, 거봉 첨가구는 6일 이후, 캠벨 첨가구는 12일 이후부터 변화가 없었고, 24일째는 대조구 20.0%, 거봉 첨가구 16.0%, 머루포도와 캠벨 첨가구 13.0%로 나타났다. 유사 과피를 첨가한 진양주(Jin *et al* 2008a)와 더덕을 첨가한 약주(Jin *et al* 2008b)

에서의 알코올 함량은 담금일에 모두 0%였고, 이후 9일째까지 증가한 다음 9일 이후 거의 변화가 없는 것으로 나타나 본 연구와 유사한 것으로 사료되었다. 그러나 오가피 추출액을 첨가한 약주(Kim *et al* 2008)에서의 알코올 함량은 급격하게 증가한 후에도 발효가 진행됨에 따라 유의성 있게 증가하였고, 참나리 구근을 이용한 전통주(Lee *et al* 2008)와 홍국 쌀을 첨가한 약주(Jin *et al* 2008c)의 경우에는 발효가 진행됨에 따라 알코올 함량이 계속해서 증가하는 경향을 보였다. 이는 누룩을 사용하여 제조한 전통주의 경우에서도 전통주의 원료, 제조 조건 및 제조 방법에 따라 차이가 생길 수 있기 때문인 것으로 생각된다.

누룩을 발효원으로 사용하여 제조한 약주의 알코올 함량은 대체로 10.0~18.0%의 범위인 것으로 알려져 있으나(Lee *et al* 2004, Kim *et al* 2006, Lee *et al* 2007), 대조구는 20.0%의 높은 알코올 함량을 갖는 것으로 나타났다. 이는 단일 중균만을 사용해서 배양한 *koji*를 사용하였기 때문에 많은 종류의 미생물이 배양된 누룩보다 알코올 함량이 높은 것(So MH 1995, So MH 1999)으로 사료되었다. 또한, 포도 첨가구의 알코올 함량은 대조구보다 낮았는데 이는 포도 phenol 화합물의 항균 작용(Chan *et al* 2007)에 의해 시료 약주 중의 *Aspergillus kawachii*가 일부 사멸되었기 때문인 것으로 생각되었다.

5. 효소 활성도

포도 종류를 달리하여 제조한 포도 약주의 발효 기간에 따른  $\alpha$ -,  $\beta$ -amylase 활성도의 결과는 Fig. 5와 같다.  $\alpha$ -amylase의 경우, 담금일에는 거봉 첨가구 1.47 unit/mL, 캠벨 첨가구 1.46 unit/mL, 머루포도 첨가구 1.44 unit/mL로 포도 첨가구간에는 차이가 없었으나 대조구의 활성은 1.33 unit/mL로 포도 첨가구보다 현저히 낮았다. 포도 첨가구의  $\alpha$ -amylase의 활성은 담금 2일째까지 감소한 반면, 대조구는 이와는 반대로 담금일 이후 증가하여 담금 2일째에는 모든 시료 중 가장 높은 값을 나타내었다. 담금 2일부터 6일째까지 대조구와 거봉 첨가구의  $\alpha$ -amylase 활성도는 서서히 감소한 반면, 캠벨과 머루포도 첨가구는 거의 변화가 없었다. 6일 이후부터 포도 첨가구의 활성도는 점차적으로 감소하여 24일째에는 거봉, 머루, 캠벨 첨가구의 순으로 나타났으나 시료간에 유의적인 차이는 없었다. 한편, 6일 이후 대조구의 활성도는 포도 첨가구보다 유의적으로 크게 저하하여 포도 첨가구의 결과와 차이를 보였다.

$\beta$ -amylase의 활성도의 경우 담금일에는 캠벨 첨가구 14.82 unit/mL, 거봉 첨가구 13.24 unit/mL, 머루포도 첨가구 10.90 unit/mL, 대조구 8.87 unit/mL의 순으로 나타났으며, 대조구의 활성은  $\alpha$ -amylase의 활성도의 결과와 동일하게 포도 첨가구보다 현저하게 낮았다. 담금 2일째 포도 첨가구의  $\beta$ -amylase

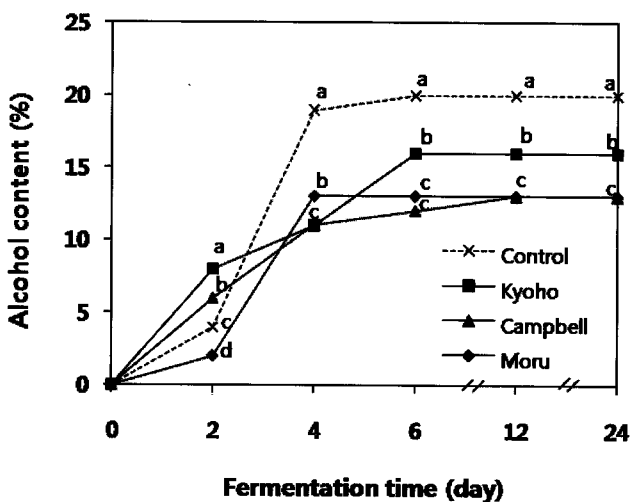


Fig. 4. Changes in alcohol content of grape yakju during fermentation at 21°C for 24 days.

Data represent the means of three determinations.

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the  $p < 0.05$  by Duncan's multiple ranged test.

활성도는 거봉 첨가구 5.46 unit/mL~머루포도 첨가구 4.98 unit/mL로 급격히 감소하였으나, 대조구는 약간만 저하되어 포도 첨가구의 활성도보다 높은 것으로 나타났다. 2일 이후부터  $\beta$ -amylase 활성도는 점차적으로 감소하여 24일째에는 머루포도 첨가구 0.61 unit/mL, 거봉 첨가구 0.58 unit/mL, 대조구 0.53 unit/mL, 캠벨 첨가구 0.50 unit/mL의 순이었으나 시료간에 유의적인 차이는 없었다.  $\beta$ -amylase의 결과는 Fig. 1의 환원당의 결과와도 일치하였다.

전통주의 amylase의 활성 변화는 발효원의 종류, 전통주의 원료 및 제조 방법에 따라 다른 것으로 사료되었다. 로즈마리를 첨가한 전통주(Kim *et al* 2006)의 경우 담금일의  $\alpha$ -amylase는 활성이 낮았으나 이후 증가하여 5일째에 최고치를 보이다가 점차적으로 감소하였고, 머루 약주(Seo *et al* 2008)의

경우는 담금일에 활성이 가장 높았으나, 이후 급속히 감소한 후 3일째 다시 증가하였다가 감소하여 본 연구의 결과와 차이가 있었다.  $\beta$ -amylase의 경우에서도 본 연구에서는  $\alpha$ -amylase의 활성도와 유사하였으나 로즈마리를 첨가한 전통주(Kim *et al* 2006)와 머루 약주(Seo *et al* 2008)의 결과와는 차이가 있었다.

6. 총 anthocyanin 함량

포도 종류를 달리하여 제조한 포도 약주의 발효 기간에 따른 총 anthocyanin 함량의 변화는 Fig. 6과 같다. 담금일의 총 anthocyanin 함량은 머루포도 첨가구 0.14, 캠벨 첨가구 0.10, 거봉 첨가구 0.06, 대조구 0.04의 순으로 나타났다. 총 anthocyanin 함량의 경우 머루포도와 캠벨 첨가구는 2일째까지, 머루포도 첨가구 0.55, 캠벨 첨가구 0.37로 급증한 후 감소하다가 12일 이후 서서히 증가하였으며, 대조구와 거봉 첨가구는 2일째까지 대조구 0.17, 거봉 첨가구 0.15으로 약간 증가한 후 감소하다가 머루포도와 캠벨 첨가구와 동일한 경향을 보였다. Boutista-Ortin *et al*(2007)은 포도주 발효 중 발효 초기에 anthocyanin의 함량이 최고치를 보이다가 점차 감소한다고 하였는데, 본 연구의 포도 첨가구에서도 포도 함유량은 많지 않지만 포도주 발효 과정에서의 anthocyanin의 변화가 포도 약주 시료에서도 동일하게 일어났기 때문인 것으로 추측되었다. 한편, 담금 24일째의 총 anthocyanin은 머루포도 첨가구 0.39, 캠벨 첨가구 0.19, 대조구 0.17, 거봉 첨가구 0.15의 순으로 증가하였다. 이는 포도주의 anthocyanin 색소와

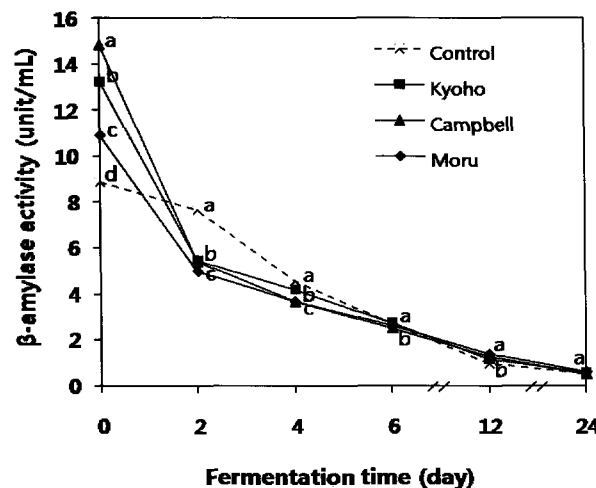
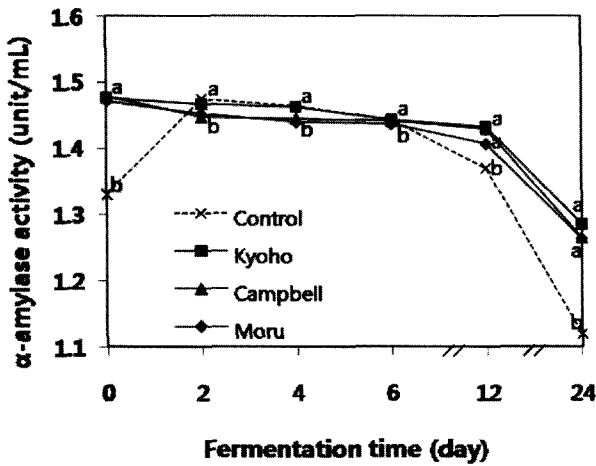


Fig. 5. Changes in  $\alpha$ -amylase and  $\beta$ -amylase of grape yakju fermented at 21°C for 24 days.

Data represent the means of three determinations.

<sup>a-d</sup> Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the  $p < 0.05$  by Duncan's multiple ranged test.

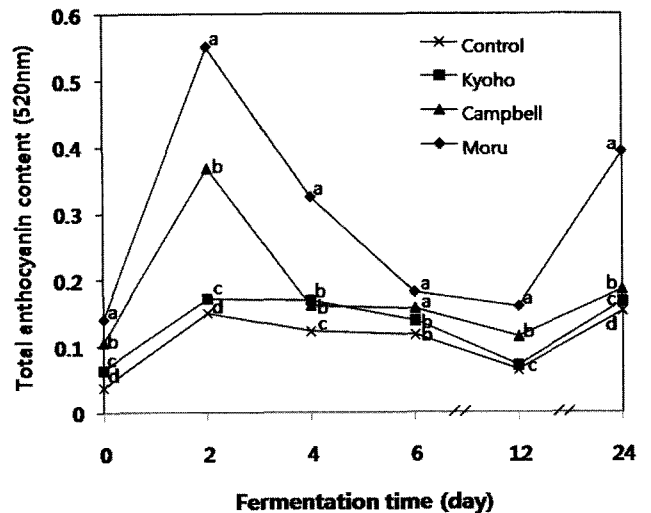


Fig. 6. Changes in total anthocyanin of grape yakju during fermentation at 21°C for 24 days.

Data represent the means of three determinations.

<sup>a-d</sup> Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the  $p < 0.05$  by Duncan's multiple ranged test.

tannin 화합물이 축합되어(Boutista-Ortin *et al* 2007), anthocyanin 함량을 나타내는 520 nm의 값은 감소되고 갈변도를 나타내는 420 nm의 값은 증가(Kim SY 1997)하였기 때문이다.

7. 관능 검사

포도 종류를 달리한 포도 약주의 식별 검사 결과는 Fig. 7과 같다. 자색도(violetness)의 경우, 머루포도 첨가구가 6.10으로 가장 높았고, 다음 캠벨 첨가구 3.80, 거봉 첨가구 2.25, 대조구 2.00의 순으로 나타났는데, 이 결과는 Fig. 5의 총 anthocyanin 함량의 결과와도 일치하였다. 포도향은 자색도의 결과와 동일하게 머루포도 첨가구, 캠벨 첨가구, 거봉 첨가구, 대조구의 순으로 나타났다. 단맛은 머루포도 첨가구가 3.75로 가장 높았고, 다음 캠벨 첨가구, 거봉 첨가구, 대조구의 순이었으며, 이는 총당의 결과와 유사하였다. 신맛은 캠벨 첨가구가 5.05로 가장 높았고, 다음 머루포도 첨가구 4.70, 대조구 4.30, 거봉 첨가구 4.20의 순이었다. 시료의 신맛은 포도의 유기산에 기인하기도 하지만 *koji*를 제조 시 유기산의 생성량이 많기(So MH 1995, So MH 1999) 때문인 것으로 생각되었다. 식별 검사 결과 신맛을 제외한 모든 항목에서 머루포도 첨가구, 캠벨 첨가구, 거봉 첨가구, 대조구의 순으로 높은 점수를 얻었다.

기호도 검사의 결과는 Fig. 7과 같다. 색의 선호도는 머루포도를 첨가한 약주가 6.15로 가장 높았고, 다음은 캠벨 첨가구, 거봉 첨가구, 대조구의 순으로 나타났다. 이는 식별 검사의 자색도(violetness)와 같은 결과로, 자색도가 높을수록 색의 선호도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 향의 기호도는 머루포도를 첨가한 약주가 4.85점으로 가장 높았고 이어 거봉 첨가구, 캠벨 첨가구, 대조구의 순이었으나, 머루 첨가구, 캠벨 첨가구, 거봉 첨가구 간에 통계학적으로 유의적인 차이는 없었다. 맛의 선호도는 머루포도 첨가구가 5.05점으로 가장 높았으나 캠벨 첨가구(5.00)와 유의적인 차이 없이 유사한 정도로 선호되었고, 거봉 첨가구와 대조구도 유의적인 차이 없이 유사한 정도로 머루포도와 캠벨 첨가구의 선호도보다 현저하게 낮았다.

종합적 기호도는 머루포도 첨가구가 가장 높았고, 다음은 캠벨 첨가구, 거봉 첨가구, 대조구의 순으로 나타났다. 머루포도를 첨가한 약주는 색, 향, 맛의 모든 기호도에서 4종류의 시료 중 가장 높았는데, 이와 같은 결과는 자색도가 높아 시각적인 선호도가 증가하였고, 단맛이 강하고 알코올 함량은 가장 낮아 부드러운 맛을 느끼게 하여 가장 선호된 것으로 생각되었다. 쌀포도주(Bae *et al* 2004)와 머루약주(Seo *et al* 2008) 그리고 유자 과피를 첨가한 진양주(Jin *et al* 2008a)와 같은 전통주의 종합적인 기호도에 있어서 맛은 가장 중요한 요인으로 보고되었다. 그러나 포도 약주의 종합적인 기호도는 색, 향, 맛의 선호도의 결과와 매우 유사하여 포도 약주는

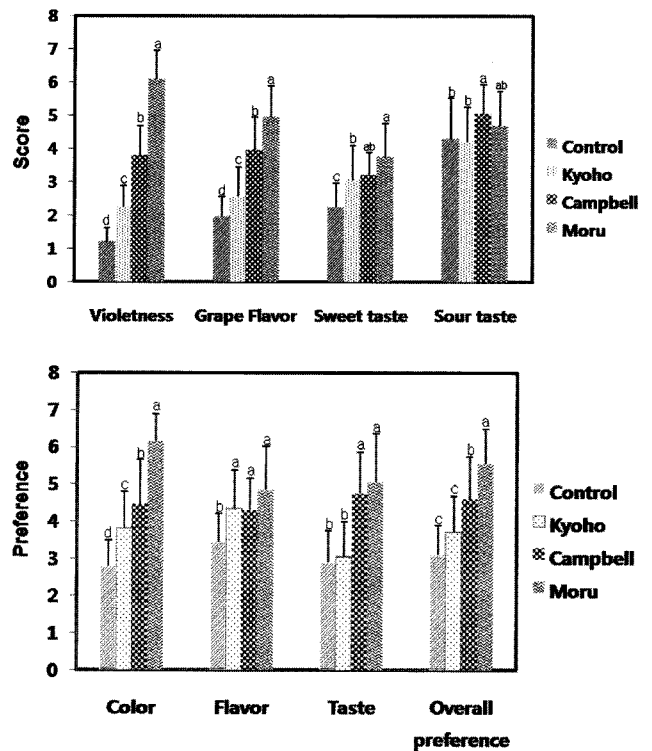


Fig. 7. Descriptive test of grape yakju during fermentation at 12°C for 15 days.

Data represent the means of three determinations.

a-d Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the  $p < 0.05$  by Duncan's multiple ranged test.

맛 이외에 색, 향의 요인이 다른 전통주보다 기호도에 크게 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

요약 및 결론

*Aspergillus kawachii*로 제조한 *koji*를 사용하여 포도를 첨가하지 않은 대조구와 거봉, 캠벨, 머루포도를 첨가한 포도 약주를 제조하여 이의 발효 특성을 알아보았다. 환원당의 경우 모든 시료는 담금 2일째까지 급격하게 감소한 후 발효 기간이 증가함에 따라 점차적으로 감소하였다. 당도의 경우, 대조구는 2일째까지 급격히 증가한 이후에 완만히 증가하였고 거봉과 머루포도 첨가구는 2일째까지 감소하였다가 완만히 증가하였고, 캠벨 첨가구는 담금일에서부터 점차적으로 증가하였다. pH는 모든 시료가 2일째까지 감소한 후 점차적으로 증가하였고, 총산은 담금일부터 계속해서 증가하였다. 알코올 함량의 경우 거봉 첨가구는 6일째까지, 그 외 시료는 4일째까지 급격히 증가한 후 거의 변화가 없었으며, 대조구의 알코올 함량은 포도 첨가구들보다 높았다.  $\alpha$ -amylase 활성도의 경우, 대조구는 담금일로부터 2일째까지 증가한 후

서서히 감소하였고, 포도첨가구는 담금일로부터 점차적으로 감소하였다.  $\beta$ -amylase의 활성도는 환원당과 유사한 결과를 나타내었다. 총 anthocyanin 함량의 경우, anthocyanin 함량이 많은 머루포도와 캠벨 첨가구는 2일째까지 급증한 후 12일째까지 감소하다가 이후 서서히 증가하였으며, anthocyanin 함량이 적은 거봉 첨가구와 대조구는 2일째까지 증가한 후 큰 변화를 보이지 않다가 12일 이후부터는 머루포도, 캠벨 첨가구와 동일한 경향을 보였다. 식별검사에서는 머루포도가 자색도, 포도향, 단맛에서 가장 높은 값을 나타내었고, 기호도 검사에서도 머루포도 첨가구가 색, 향, 맛의 항목에서 가장 높아, 시료 약주 중 가장 선호된 것으로 사료되었다.

## 문 헌

- 국세청 (2000) 국세청 기술연구소 주류 분석 규정. pp 39-40.
- 국세청 (2007) 탁·약주 제조 교본. 국세청 기술연구소. pp 68-73.
- 이삼빈, 고경희, 양지영, 오성훈 (2002) 발효식품학. 효일, 서울. p 211.
- 채수규 (1998) 식품분석학. 지구문화사, 서울. p 125.
- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis* 13th ed. Association of official analytical chemists, Washinton DC, USA. p 746.
- Bae IY, Yoon EJ, Woo JM, Kim JS, Lee HG, Yang CB (2002) The development of Korean traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*-I. Characteristics of mash and soju. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 11-17.
- Bae SD, Bae SM, Kim JS (2004) Fermentation characteristics of rice-grape wine fermented with rice and grape. *Korean J Food Sci Technol* 36: 616-623.
- Bae SM, Lee YH, Lee MK, Kang SA, Cheong C (2008) Effects of traditional *Nuruk* ratio and yeast on the fermentation and quality of *yakju*. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 41-48.
- Bautista-Ortin AB, Fernandez-Fernandez JI, Lopez-Roca JM, Gomez- Plaza E (2007) The effects of enological practices in anthocyanin, phenolic compounds and wine colour their dependence on grape characteristics. *J Food Anal* 20: 546-552.
- Chan EWC, Lim YY, Omar M (2007) Antioxidant and antibacterial activity of leaves of *Etilingera* species (Zingiberaceae) in Peninsular Malaysia. *Food Chemistry* 104: 1586-1593.
- Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ (2006) Physicochemical analysis and antioxidative effects of wild grape (*Vitis coignetiea*) juice and its wine. *Korean J Food & Nutr* 19: 311-317.
- Jin TY, Kim ES, Eun JB, Wang SJ, Wang MH (2007) Changes in physicochemical and sensory characteristics of rice wine, *Yakju* prepared with different amount of red yeast rice. *Korean J Food Sci Technol* 39: 309-314.
- Jin TY, Wang MH, Yin Y, Eun JB (2008) Effect of *Citrus junos* peel on the quality and antioxidant activity of traditional rice wine, *Jinyangju*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 76-82.
- Jin TY, Lee WG, Lee IS, Wang MH (2008) Changes of physicochemical, sensory and antioxidant activity characteristics in rice wine, *Yakju* added with different ratios of *Cononopsis lanceolata*. *Korean J Food Sci Technol* 40: 201-206.
- Jo YG, Kim JE (2008) Quality characteristics of wet noodles after addition of grape-peel power. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 822-828.
- Kim HW, Chu SM, Lee DJ (2006) Determination of resveratrol content in grape and wines. *Korean J Crop Sci* 51: 259-263.
- 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, Jeong SC, Kim NM, Lee JS (2003) Effect of Indian millet *Koji* and *Legumes* on the quality and angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of Korean traditional rice wine. *Korean J Food Sci Technol* 35: 733-737.
- Kim JH, Lee JH, Kim HJ, Choi SY, Lee JS (2003) Effects of barley *Koji* and legumes on the quality and fibrinolytic activity of Korean traditional rice wine. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1066-1070.
- Kim JS, Kwak EJ, Lee YS (2006) Effect of on the quality characteristics of Korean traditional wines with the addition of rosemary(*Rosemarinus officinalis* L.). *Korean J Food Cookery Sci* 22: 914-922.
- Kim JY, Jang JS, Lee JW, Lee KT (2008) Flavor pattern analysis of imported wines using electronic nose system. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 14-21.
- Kim SY, Kim SK (1997) Winemaking from new wild grape. *Korean J Food & Nutr* 10: 254-262.
- 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 EN, Lee DH, Kim SB, Lee SW, Kim NM, Lee JS (2007) Effects of medicinal plants on the quality and physiological functionalities of traditional ginseng wine. *J Ginseng Res* 31: 102-108.
- Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH (2002) Study on the color characteristics of Korean red. *Korean J Food Sci Technol* 34: 164-169.
- Lee JI, Jung JD, Lee JW, Ha YJ, Joo ST, Park GB (2008) Quality characteristics of pressed ham containing grape seed oil. *J Anim Sci & Technol* 50: 721-732.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Lee CG, Lee JY, Lee HD, Oh MJ (2008) Manufacture and physiological functionality of Korean traditional alcoholic beverage by using lily (*Lilium lancifolium*) scales. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 598-604.
- Lee WY, Rhee CH, Woo CJ (2004) Changes of quality characteristics in brewing of *Chungju* (*Sambaeju*) supplemented with dried persimmon and *Cordyceps sinensis*. *Korean J Food Preserv* 11: 240-245.
- Miller GL (1959) Use of reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
- Oh HI, Shon SH, Kim JM (2000) Changes in microflora and enzyme activities of Kochujang prepared with *Aspergillus oryzae*, *Bacillus licheniformis* and *Saccharomyces rouxii* during fermentation. *J Korean Soc Food Technol* 32: 410-428.
- Park SJ, Oh DH (2003) Free radical scavenging effect of seed and skin extracts of black olympia grape (*Vitis labruscana* L.). *Korean J Food Sci Technol* 35: 121-124.
- Ryu HY, Kum EJ, Bae KH, Kim YK, Kwun IS, Sohn HY (2007) Evaluation for the antimicrobial, antioxidant and anti-thrombosis activity of Korean traditional liquors. *Kor J Microbiol Biotechnol* 35: 238-244.
- Seo JS, Lee JS, Byun GI, Kwak EJ (2008) Quality characteristics of *Yakju* fermented with wild grape and 4 kind of cereals. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1472-1478.
- So MH, Park SY, Kim SH, Oh HJ (1994) Conditions for the production of amylase and protease in making wheat flour *nuruk* by *Aspergillus usamii* mut, *shirousamii* S1. *Korean J Food & Nutr* 7: 51-57.
- So MH (1995) Aptitudes for *takju* brewing of wheat flour-*nuruks* made with different mold species. *Korean J Food & Nutr* 8: 6-12.
- So MH (1999) Characteristics of a modified *nuruk* made by inoculation of traditional *nuruk* microorganisms. *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.
- Yang YJ, Hwang YS, Park YM (2007) Modified atmosphere packaging extends freshness of grapes 'Campbell Early' and 'Kyoho'. *Kor J Hort Sci Technol* 25: 138-144.
- Yook C, Seo MH, Kim DH, Kim JS (2007) Quality improvement of Campbell Early wine by mixing with different fruits. *Korean J Food Sci Technol* 39: 390-399.

(2009년 1월 12일 접수, 2009년 2월 14일 채택)