

## 동결농축 Muscat Bailey A 포도 과즙으로 제조한 무가당 적포도주의 품질 특성

황성우<sup>1</sup> · 박희동<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 식품공학과, <sup>2</sup>경북대학교 발효생물공학연구소

### Properties of Red Wine Fermented Using Freeze-Concentrated Muscat Bailey A Grape Juice

Sung-Woo Hwang<sup>1</sup> and Heui-Dong Park<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>Institute of Fermentation Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

#### Abstract

Muscat Bailey A grapes, one of the major grape varieties in Korea, contain 18-20% (w/w) sugars, which is less than the amount required to make red wine. In the present study, fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grape juice to 24 °Brix was performed using several industrial wine yeasts, including *Saccharomyces cerevisiae* OC<sub>2</sub>, *S. cerevisiae* Fermivin and *S. cerevisiae* W-3. During fermentation, changes in the levels of soluble solids, alcohols, and yeast viable counts were monitored. Wine quality parameters including organic acid, minor alcohol, sensory score, etc. were also analyzed. Alcohol contents reached maximal levels after 9 days of fermentation, and were 12.6% (v/v) when Fermivin was used and 13% (v/v) when strains OC<sub>2</sub> and W-3 were used. No major difference between strains was apparent, except that Fermivin fermentation was somewhat slower in terms of both alcohol production and sugar consumption. Similar levels of soluble solids and total phenols were measured in wines fermented by each of the three strains. The total acid level of W-3 wine was high, whereas the alcohol content of Fermivin wine was low. Although the wines were variable in terms of acetaldehyde and minor alcohol contents, the levels of these materials were much lower than the limits set by the Korean National Tax Service. Upon sensory evaluation, OC<sub>2</sub> wine obtained the highest scores in terms of color, flavor, and overall acceptance. However, the best taste score was awarded to the Fermivin wine, which had the same flavor score as OC<sub>2</sub> wine but a slightly lower overall acceptance score.

**Key words** : Muscat Bailey A; freeze-concentration; grape; red wine; wine yeasts

#### 서 론

전 세계적으로 가장 많이 소비되고 있는 과실주인 포도주는 포도 과실 내 phytoalexin류 성분의 항암효과와 포도 특유의 식물성 색소인 플라보노이드 성분의 심장병 예방 기능이 발표되면서(1) 포도주의 생산 및 소비가 급증하고 있다. 그러나 국내에서는 외국산 포도주의 수입 증가와 국내 포도주 산업의 부진으로, 국내산 포도주의 시장 점유율이 점점 약화되고 있어(2) 이러한 어려움을 극복하기 위해

서는 국내산 포도주의 품질 향상이 필요하다. 또한 국민들의 소득증가로 생활수준과 함께 건강에 관심이 높아져, 포도주를 비롯한 알코올 도수가 낮은 주류의 판매가 늘어나는 추세이고, 국내 포도주 시장은 계속 증가할 것으로 전망되고 있어 우리나라 포도주 시장의 성장 가능성은 매우 높다고 할 수 있다(3).

우리나라의 주요 포도 재배 지역은 최저 온도가 섭씨 15°C 이상인 지역으로 김천, 경산, 영동, 영천, 천안 및 안성 등에 분포되어 있다. 포도 품종은 Campbell Early가 주를 이루고 있으며 비교적 양조적성이 우수한 만생종의 Muscat Bailey A는 전체 포도 재배 면적의 약 5%인 600 ha에서 재배되고 있다(4,5). 우리나라는 기후의 특징으로 8, 9월에

\*Corresponding author. E-mail : hpark@knu.ac.kr,  
Phone : 82-53-950-5774, Fax : 82-53-950-6772

포도수확이 집중되나 Muscat Bailey A는 만생종으로 10월에 수확된다. 생과용으로 일시적으로 출하되는데 포도는 다른 과실에 비해 저장성이 떨어짐으로 가격의 등락이 심하다. 생산되는 포도 중에서 약 8.3%가 가공에 이용되고 있으며 포도주 제조에 약 0.5%가 이용되고 있어 우리나라의 포도 가공산업은 매우 취약한 실정이다(4).

국산 포도주의 품질에 관한 연구로서 Park(7)은 Campbell Early와 Muscat Bailey A 등 다양한 품종으로 포도주를 제조하여 Muscat Bailey A는 당의 함량이 높아 비교적 저알코올 포도주의 무가당 발효가 가능하고 그 외의 종은 보당이 필요하다고 발표하였으며 효모를 첨가하여 발효시키는 것이 자연 발효시키는 것보다 품질 면에서 우수하였다고 보고한 바 있다. 또한, Park 등(8)이 Campbell Early 품종을 원료로 한 포도주 제조 시험 연구 이외에 Gong 등(9)에 의한 포도주용 포도 품종 선택을 목적으로 품종별 포도주 가공 적성에 관한 연구가 있다. 포도주용 포도는 당도가 20% 이상이 되어야 알코올 농도가 11% 정도의 포도주를 만들 수 있다(6). 또한 Yoo 등(10)은 한국산 우량 효모 균주를 사용하여 포도주 제조 시 품질을 평가하여 주모의 함량을 약 5%로 사용하도록 권장한 바가 있다. 기타 국산 Campbell Early 포도를 이용한 포도주의 연구로는 사과산과 주석산 등의 유기산의 조절에 관한 보고들이 있다(11-13). 국산 Campbell Early 포도를 사용하여 포도주를 발효시키면 당도가 약 14-15%로서 보당이 불가피하고 이에 따라 포도주의 향미가 약한 단점이 있다고 보고되고 있고, 또한 국산 포도를 이용한 포도주 발효 품질 평가시험에서 Muscat Bailey A 품종으로 제조한 포도주가 Campbell Early 품종으로 제조한 포도주보다 외관상 우수함을 보였다고 발표되었으나, 현재까지 Muscat Bailey A 포도주와 포도 과즙의 농축에 의한 무가당 포도주의 제조에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

우리나라에서는 기후조건과 8, 9월에 수확하는 포도 품종의 한계로 무가당 포도주 제조에는 어려움이 있어 본 연구에서는 10월에 수확한 Muscat Bailey A 포도 과즙을 동결농축 방법으로 농축하여 기타 당류로 보당하지 않고 무가당 포도주를 제조하여 발효 특성을 조사하는 한편 고품질의 국내산 무가당 포도주의 제조 가능성을 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 균주

포도주를 발효시키기 위한 원료 포도는 2010년 10월에 경북 영천에서 수확한 Muscat Bailey A 포도 상품을 구입하여 4℃에서 냉장 보관하면서 사용하였다. 포도주의 산화 방지 및 발효 과정 중 오염을 방지하기 위해 200 ppm의

potassium metabisulfite ( $K_2S_2O_5$ )를 첨가하였다. 본 실험에 사용한 균주는 경북대학교 식품공학과 미생물공학실에 보관중인 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>와 *S. cerevisiae* W-3 및 *S. cerevisiae* Fermivin을 사용하였다. 효모의 배양을 위하여 YPD 배지 (2.0% glucose, 1.0% yeast extract, 2.0% bactopectone)를 사용하여 30℃에서 정지기까지 120 rpm의 속도로 진탕하면서 배양하였다.

### 포도주의 제조

포도 농축과즙은 Muscat Bailey A 포도를 세척, 제경 및 파쇄하고  $K_2S_2O_5$ 를 200 ppm이 되게 첨가한 다음 파쇄한 포도 50 kg을 착즙하여 얻은 포도 과즙(15 °Brix)을 -20℃의 동결농축기에서 포도즙의 최종 당도를 24 °Brix가 되도록 동결농축하였다. 동결농축된 포도즙을 25 L 발효조에 넣고 YPD 배지에서 배양한 효모를 각각 5%되게 접종하여 20℃에서 발효시켰다. 발효 중 이산화탄소의 발생이 현저히 줄고 알코올 농도가 최대치에 도달한 것으로 판단될 때 여과하여 포도주를 분리하였다.

### 포도주의 발효 특성 분석

포도주의 총산은 AOAC 방법(14)에 따라 측정하여 주석산으로 환산하였고, pH는 pH meter (Mettler Toledo Co. Model 340, Schwerzenbach, Germany)를 이용하여 측정하였으며 당도는 당도계 (ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 알코올 함량은 상징액 80 mL에 증류수 20 mL를 첨가하고 증류하여 80 mL의 증류액을 얻은 다음 이 증류액을 주정계로 측정한 값을 Gay Lussac 표를 이용해 15℃로 온도 보정하여 환산하였다(14). 환원당 함량의 측정에는 DNS (Dinitrosalicylic acid)법(15)에 따라 측정하였다.

### 효모 생균수 측정

포도주 발효과정 중의 효모수의 변화는 발효 중인 포도주의 슬럿을 멸균수로 희석한 다음 표준 평판 계수법을 이용하여 YPD 고체배지에 도말한 다음 30℃에서 24 시간 배양한 후 형성된 콜로니를 계수하였다.

### 총 폴리페놀 화합물의 정량

총 폴리페놀 화합물의 함량 측정은 Folin-Denis법(16)에 의해 비색 정량하였다. 포도주 여과액 2 mL에 50% phenol reagent (Folin-Ciocalteu's reagent) 2 mL를 첨가하여 3분 동안 실온에서 방치한 후 10%  $Na_2CO_3$  용액 2 mL를 첨가하여 실온에서 1시간 방치한 다음 분광광도계 (Shimadzu Co. UV-1601, Kyoto, Japan)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물의 양은 tannic acid를 표준 물질로 사용하여 환산하였다.

**유기산 함량 분석**

포도주의 유기산 함량은 황과 박(17)의 방법에 따라 발효액을 메탄올과 증류수로 활성화시킨 Sep-pak C18 cartridge와 0.45 µm membrane filter로 여과 후 HPLC (Waters 600E, Milford, USA)와 RI 검출기를 사용하여 분석하였다.

**아세트알데히드 및 미량 알코올의 정량**

포도주의 아세트알데히드 및 미량 알코올의 정량은 황과 박(17)의 방법에 따라 시료를 증류한 다음 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 GC (Hewlett Packard 6890 series II, Palo Alto, USA)와 FID 검출기를 사용하여 분석하였다.

**색도 측정**

각 시료를 UV-visible Spectrometer (UV 1601, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 420 nm와 520 nm에서 흡광도를 측정하여 Hue 값은 A420 nm / A520 nm의 비율로, Intensity는 A420 nm와 A520 nm의 합으로 하였다(18). 색도는 colorimeter (Minolta RS-232C, Long Branch, USA)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였다(19).

**관능검사**

관능검사는 색, 맛, 향 및 전반적인 기호에 대하여 경북대학교 식품공학과 학생 중 본 실험에 관심 있는 관능요원 20명을 선정하여, 최고 5점, 최저 1점으로 5단계 기호도 척도법으로 실행하였다(20). 이때 관능평점은 5, 대단히 좋다(very good); 4, 약간 좋다(good); 3, 보통이다(fair); 2, 약간 나쁘다(poor); 1, 아주 나쁘다(very poor)로 하였다. 모든 데이터는 SAS를 이용한 Duncan의 다중 비교 분석법으로 유의성을 검증하였다(21).

**결과 및 고찰**

**포도주의 발효 특성**

포도주 발효과정 중의 당도 변화는 Fig. 1A와 같다. Muscat Bailey A 포도주의 초기 당도는 24 °Brix로 발효를 시작하였으며 발효가 진행됨에 따라 모든 균주는 유사한 경향으로 당도가 감소하는 것을 확인할 수 있으며 특히, *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>는 당도가 다른 균주보다 다소 빠르게 감소하는 경향을 보였다. Muscat Bailey A를 사용하여 발효가 진행 일에 따라 알코올 함량을 측정한 결과는 Fig. 1B와 같다. 발효 중 알코올의 생성은 *S. cerevisiae* Fermivin의 경우 발효 약 7일 후 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>와 *S. cerevisiae* W-3의 경우에는 약 5일 후에 거의 최대치에 도달하였다. 발효가 완료된 후의 최종 알코올 함량은 OC<sub>2</sub>와 W-3의 경우 13.0%, Fermivin의 경우에는 12.6%로 나타났다. Gay-Lussac

equation에 의하여 포도당 1분자는 에탄올 2분자와 탄산가스 2분자로 분해된다. 또한, 알코올 함량은 must의 당 함량에 좌우된다. 포도의 당 구성은 대부분 포도당과 과당이지만 발효되지 않는 당이 일반적으로 아주 적은 양 존재한다. 이론적으로 당 함량의 무게비로는 51.1%, 부피비로는 59.0%가 알코올로 전환되며 가용성 고형물(°Brix) 대비 용량기준으로는 약 55%의 알코올이 생성된다(22,23). 본 연구에서는 발효 효율이 가용성 고형물 대비 OC-2와 W-3의 경우에는 54.2%, W-3의 경우에는 52.5%로 나타나 정상적인 발효가 이루어졌음을 알 수 있었다.

Kim등(24)과 Koh 등(25)은 포도주 초기 발효 시 효모의 생균수가 5.0×10<sup>6</sup> CFU/mL, 2.0×10<sup>6</sup> CFU/mL가 되도록 별도의 효모를 첨가하여 포도주를 발효하는 것이 유리하다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 이와 유사한 양의 효모를 첨가하여 발효를 행하면서 발효 과정 중 생균수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. Muscat Bailey A의 경우 일정한 패턴으로 나타나 발효가 정상적으로 일어났음을 알 수 있었다. 발효 기간 중 모든 균주에서 생육이 우수하였고 발효력이 다소 빠른 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>, *S. cerevisiae* W-3 균주가 *S. cerevisiae* Fermivin에 비하여 생균수가 다소 높은 것으로 나타났다.

**포도주의 일반 특성**

발효가 종료된 후 여과하여 제성한 포도주의 특성은 Table 1과 같다. *S. cerevisiae* Fermivin 포도주의 경우 알코올의 함량이 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주와 *S. cerevisiae* W-3 포도주의 13%보다 다소 낮은 12.6%로 나타났으며 가용성 고형물은 모든 균주에서 8-9 °Brix로 나타났다. 잔존 환원당의 함량은 발효 9일 후에 대부분의 환원당이 소모되었다. 총산의 함량은 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 0.71%로서 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>, *S. cerevisiae* Fermivin 포도주의 0.69, 0.62%보다 다소 높았으며 pH는 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 약간 낮았다. 총 폴리페놀 화합물의 함량은 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 1.56 mg/mL, *S. cerevisiae* W-3 포도주가 1.52 mg/mL로서 다소 높았으며 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주는 1.56 mg/mL로 약간 낮은 함량을 나타냈다.

**유기산의 함량**

와인의 신맛은 주로 주석산과 사과산에 의해 결정된다. 또한, Amerine 등(26)에 의한 유기산의 종류가 과실 및 과실주의 산미에 미치는 영향에 관한 연구에 의하면 총산 함량이 동일하였을 때에는 사과산, 주석산, 구연산, 젖산의 순으로 산미가 강하다. 포도주에 검출되는 유기산으로는 주석산, 사과산 및 구연산이 있으며 실험에서 사용한 포도의 유기산 함량과 발효가 끝난 후 발효주에서 나타난 유기산의 조성 및 각 유기산의 함량은 Table 2와 같다. 발효 완료 후 포도주에서 젖산, 사과산, 주석산 및 구연산이 검출되었

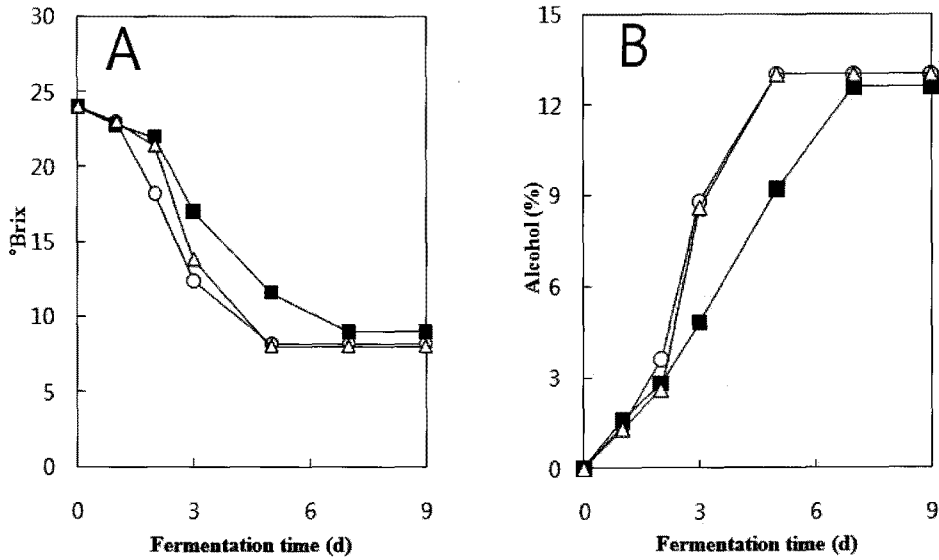


Fig. 1. Changes in the soluble solids (A) and alcohol contents (B) during fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grape juice by various wine yeasts.

○ ; *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>, ■ ; *S. cerevisiae* Fermivin, △ ; *S. cerevisiae* W-3

Table 1. General properties of the wine after fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grapes by various wine yeasts

Item	Strain		
	<i>S. cerevisiae</i> OC <sub>2</sub>	<i>S. cerevisiae</i> Fermivin	<i>S. cerevisiae</i> W-3
Alcohol (% v/v)	13.0	12.6	13.0
Soluble solids (°Brix)	8.2	9.0	8.0
Reducing sugar (mg/mL)	0.45	2.22	0.42
Total acid (%)	0.69	0.62	0.71
pH	3.65	3.67	3.48
Total polyphenol (mg/mL)	1.42	1.56	1.52

Table 2. Contents of organic acid in the wine after fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grapes by various wine yeasts

Strain	Organic acid (ppm)			
	Malic acid	Tartaric acid	Citric acid	Lactic acid
<i>S. cerevisiae</i> OC <sub>2</sub>	763	356	141	2,619
<i>S. cerevisiae</i> Fermivin	1,751	403	155	2,407
<i>S. cerevisiae</i> W-3	758	343	235	1,831

다. 사과산과 주석산의 함량은 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 다소 높게 나왔으며 구연산은 *S. cerevisiae* W-3, 젖산은 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주에서 높은 함량을 보였다. 일반적으로 Muscat Bailey A 포도주에는 약 2,400 ppm의 사과산과 약 3,000 ppm의 주석산과 약 500 ppm의 젖산이 함유되어

있는 것으로 알려져 있다(27). 본 연구의 결과 무가당 포도주의 사과산의 함량은 758-1,751 ppm, 주석산 함량은 343-403 ppm, 젖산 함량은 1,831-2,619 ppm으로 사과산의 함량과 주석산의 함량이 매우 낮았으며 젖산 함량이 매우 높은 것으로 나타났다. 발효 후 주석산 함량이 낮아진 것은 동결농축 과정 중 상당부분이 제거된 것으로 생각되며 사과산 함량이 낮고 젖산 함량이 높은 것은 포도주 발효 중 malolactic 발효가 진행된 때문인 것으로 추정된다.

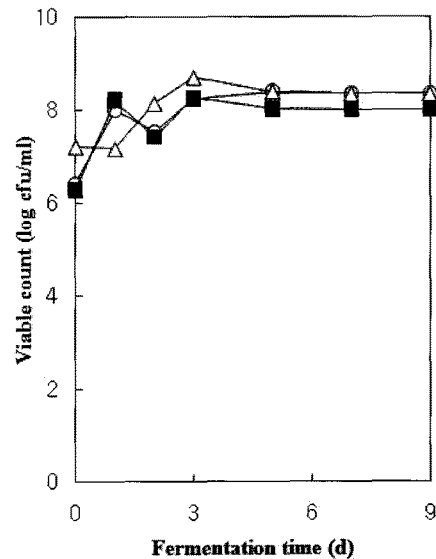


Fig. 2. Changes in the yeast viable counts during fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grape juice by various wine yeasts.

○ ; *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>, ■ ; *S. cerevisiae* Fermivin, △ ; *S. cerevisiae* W-3

**알데히드 및 미량 알코올 함량**

알데히드는 알코올이 산화되면서 만들어지고 포름알데히드, 아세트알데히드 등 종류가 많으나 이들 중 술에서 흔히 볼 수 있는 것은 아세트알데히드이다. 아세트알데히드는 알코올 생성과정에서 미생물에 의해 생성되며 간 독성, 발암성 등 사람의 건강에 나쁜 영향을 미치는 물질로서 와인의 아세트알데히드 함량은 식품공전에서 기준을 정하여 관리하고 있는 항목이다. 본 연구에서 발효 시킨 Muscat Bailey A 포도주의 알데히드 함량은 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주가 31.99±1.80 ppm으로 나타났고, *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 33.63±1.90 ppm, *S. cerevisiae* W-3 포도주가 30.36±1.89 ppm으로 유사하게 나타났다. 아세트알데히드 함량은 모든 시험구에서 식품 공전의 기준치인 700 ppm보다 현저히 낮게 나타났다(Table 3).

가 각각 53.95±2.50 ppm, 51.38±2.38 ppm으로 나타났다. 이소아밀알코올 함량은 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주가 129.12±7.80 ppm, *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 97.17±5.81 ppm, *S. cerevisiae* W-3 포도주가 100.88±6.82 ppm으로 나타났다 (Table 3).

**색 도**

포도주의 색도와 갈변도를 알아보기 위해 Hue 값과 Intensity 값 그리고 Hunter의 색도값을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 적포도주는 흡광도 520 nm와 420 nm에서 극대 흡수치와 극소 흡수치를 나타내며 숙성이 진행됨에 따라 520 nm에서 흡광도가 점차 낮아지고 420 nm에서는 점차 증가한다. 포도주의 Hue 값은 포도주의 갈변정도나 포도주의 광택, 윤기와 관계가 있으며(30,31), 미숙 적포도주의

**Table 3. Contents of acetaldehyde and minor alcohols in the wine after fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grapes by various wine yeasts**

Strain	Content (ppm)				
	Acetaldehyde	Methanol	Propyl alcohol	iso-Butyl alcohol	iso-Amyl alcohol
<i>S. cerevisiae</i> OC <sub>2</sub>	31.99±1.80	144.1±6.30	16.94±1.50	53.95±2.50	129.1±7.80
<i>S. cerevisiae</i> Fermivin	33.63±1.90	140.7±5.20	21.05±1.63	51.38±2.38	97.17±5.81
<i>S. cerevisiae</i> W-3	30.36±1.89	79.7±4.40	32.60±1.90	76.92±2.80	100.8±6.82

메탄올은 과실 중의 pectin methylesterase가 pectin을 가수분해하여 생성되기 때문에 포도주의 정상성분이라는 하지만 과량을 섭취한 경우 시신경을 마비시키거나 심하면 생명에 치명적으로 작용할 수 있다. 본 연구에서 발효시킨 Muscat Bailey A의 메탄올 함량은 *S. cerevisiae* W-3 포도주에서 79.7±2.40 ppm으로 가장 낮게 나타났으며 모든 시험구에서 식품공전에 명시된 과실주의 메탄올 허용기준치인 1,000 ppm보다 매우 낮게 나타났다(Table 3).

Fusel oil은 에틸알코올보다 끓는점이 높고 분자 구조상 탄소 수가 많은 복잡한 알코올을 총칭해서 이르는 말로 주류의 품질을 평가하는 중요한 항목이 되는 성분이며 포도주 제조 중 생성되는 고급 알코올의 양에 따라 포도주 품질에 큰 영향을 미친다(28). 이를 구성하는 주요 고급 알코올로는 이소부틸알코올, 이소아밀알코올 및 포로필알코올등으로 이들 각각의 성분은 매우 독특한 냄새와 휘발성으로 인하여 포도주와 같이 알코올 농도가 낮은 알코올성 음료에는 향이나 body에 결정적인 영향을 미치는 중요한 구성성분이다(29). 본 연구에서 제조한 포도주의 propyl alcohol의 함량은 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주가 16.94±1.50 ppm으로 현저하게 낮았으며 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주와 *S. cerevisiae* W-3 포도주는 각각 21.05±1.63 ppm, 32.60±1.90 ppm으로 나타났다. 이소부틸알코올의 함량은 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 76.92±2.80 ppm으로 가장 높은 함량을 보였고 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주와 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주

**Table 4. Color values of the wine after fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grapes by various wine yeasts**

Strain	OD <sub>520</sub>	Hue Intensity	Hunter's color value		
			L	a	b
<i>S. cerevisiae</i> OC <sub>2</sub>	1.387	0.77 2.83	25.21±0.20	47.08±0.06	12.56±0.03
<i>S. cerevisiae</i> Fermivin	1.313	0.76 2.74	25.30±0.06	45.28±0.06	11.95±0.02
<i>S. cerevisiae</i> W-3	1.250	0.91 3.14	30.93±0.02	55.86±0.11	16.44±0.11

일반적인 Hue 값은 0.5 부근이며 과도하게 산화된 경우 1.0 이상이 된다고 한다(32). 본 연구 결과 포도주의 Hue 값은 0.77-0.91로 나타나 1.0 이하의 값으로 적합하였다. Intensity를 측정 한 결과 모든 시험구에서 2.74-3.14의 수준으로 높게 나타났다. 이러한 현상은 Jeon(33)의 동결농축 포도 과즙을 이용한 아이스와인의 제조 연구에서와 같이 동결농축에 의해 증가된 때문으로 추정된다. Intensity 값은 갈변이 진행될수록 증가하는 경향을 보이며 1.0 이상의 값을 나타내면 일반 적포도주에서는 적합하지 않다고 알려져 있다(34). 그러나 현재까지 동결농축 포도주에 대한 Intensity 값에 대한 정확한 근거는 명확하지 못한 실정이다.

포도주를 평가할 때 중요한 항목 중의 하나인 색도는 품질을 평가해 주는 요소이기도 하지만 양조과정 중의 색도 변화는 발효과정, 혹은 숙성정도를 예측할 수 있는 지표가 되기도 한다(35). 숙성과정을 거치면 명도 L 값은 pH의

증가, SO<sub>2</sub>의 첨가, 총 폴리페놀 함량의 감소 등과 더불어 감소한다(36).

발효 종료 후 모든 시험구의 명도를 나타내는 L 값과 적색도를 나타내는 a 값 그리고 황색도를 나타내는 b 값 모두에서 *S. cerevisiae* W-3 포도주가 가장 높았으며, 각각의 그 값은 L값이 30.93±0.02로 나타났고, a 값은 55.86±0.06으로 발효가 진행이 되면 적색에 가까운 색으로 변한다는 Kim(37)의 최종 수치와 유사한 경향을 나타내었으며 b 값은 16.44±0.11로 나타났다. Anthocyanin 색소의 함량을 나타내주는 지표로 알려진 520 nm에서의 흡광도를 조사한 결과는 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주에서 1.387, *S. cerevisiae* Fermivin 포도주에서 1.313, *S. cerevisiae* W-3 포도주에서 1.250으로 나타났다.

**관능 검사**

관능 검사원 20 명이 시료의 색, 향, 맛, 전반적인 기호에 대하여 5점 채점법으로 검사한 결과는 Table 5와 같다. 포도주의 색, 전반적인 기호도에서는 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주가 가장 높은 점수를 얻었다. 향은 OC<sub>2</sub> 포도주와 Fermivin 포도주가 3.10으로서 동일하게 가장 우수하였다. 맛에 있어서는 Fermivin 포도주가 2.50으로서 가장 높은 값을 나타내었으며 OC<sub>2</sub> 포도주와 W-3 포도주는 그에 비하여 다소 낮은 2.40과 2.20의 점수를 얻었다. 황과 박(18)에 의하면 국산 Campbell Early 포도주의 관능평가에 있어서 색에서는 W-3, 향과 맛은 OC<sub>2</sub>, 전반적인 기호도는 Fermivin 포도주가 가장 높은 점수를 얻은 것과는 다소 상이한 결과를 나타내었다. 이로 미루어보아 포도 품종에 따라 포도주 효모 균주가 주질 특성에 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

**Table 5. Sensory evaluation of the wine after fermentation of freeze-concentrated Muscat Bailey A grapes by various wine yeasts**

Strain	Sensory score			
	Color	Flavor	Taste	Overall acceptance
<i>S. cerevisiae</i> OC <sub>2</sub>	3.60 <sup>ab</sup>	3.10 <sup>a</sup>	2.40 <sup>a</sup>	3.10 <sup>a</sup>
<i>S. cerevisiae</i> Fermivin	3.10 <sup>ab</sup>	3.10 <sup>a</sup>	2.50 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>
<i>S. cerevisiae</i> W-3	3.00 <sup>ab</sup>	2.90 <sup>a</sup>	2.20 <sup>a</sup>	2.80 <sup>a</sup>

\* a, b and c represent scores within a row followed by the same superscript are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test. Sensory evaluation was conducted by 20 members of panel using scoring difference test and sensory scores were 5, excellent ; 3, fair ; 1, very poor.

**요 약**

국산 포도주의 품질을 향상시키고 개선하기 위한 발효 방법의 일환으로 국내산 Muscat Baily A 포도 과즙을 약 24 °Brix가 되게 동결농축한 후 포도주 발효를 수행하였다.

효모로는 산업용 포도주 효모인 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub>, *S. cerevisiae* Fermivin, *S. cerevisiae* W-3를 이용하였으며 이들에 의한 농축 과즙의 알코올 발효를 행하면서 발효 특성과 발효 후 여과하여 제성한 포도주의 품질 특성을 조사하였다. 발효가 끝날 시점의 알코올 함량은 12.6-13.0%로 비슷하였으며 환원당의 함량은 거의 흔적 정도로 검출되었다. pH는 약 3.4-3.7, 총산 함량은 0.62-0.71%로 모든 시험구에서 정상적으로 발효가 일어났음을 알 수 있었다. 발효 종료 후 여과한 포도주의 아세트알데히드, 메탄올, fusel oil의 함량은 식품공전에 명시된 과실주의 기준치보다 매우 낮게 나왔으며 총 폴리페놀 함량은 1.42-1.56 mg/mL 정도를 나타내었다. 각 시험구의 포도주는 모두 농축으로 인하여 진한 색을 띄었고 특히 적색을 나타내는 520 nm에서의 흡광도가 높았으며 이는 색도인 L, a, b 값을 통해서도 확인하였다. 관능검사를 실시한 결과는 색, 향, 전반적인 기호도에서 *S. cerevisiae* OC<sub>2</sub> 포도주가 가장 우수한 것으로 나타났으며 향과 맛은 *S. cerevisiae* Fermivin 포도주가 가장 우수한 것으로 나타났다.

**감사의 글**

본 연구는 농촌진흥청 15대 어젠다 과제(PI006763)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

**참고문헌**

1. Kinella JE, Franke E, German B, Kanner J (1993) Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technol.*, 47, 85-91
2. Kanner J, Franke E, Granit R, German B, Kinella JE (1994) Natural antioxidants in grape and wines. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 64-69
3. Korean Ministry of Agricultural and Forestry (2001) *Agricultural and forestry statistical yearbook*. Seoul, Korea
4. Korean Ministry of Agriculture and Forestry (2006) *Agricultural and forestry statistical yearbook*. Seoul, Korea
5. Kim SK (2005) The present state of grape cultivation in Korea. In: *Syposium on development of Yeongdong grape cluster regional innovation*. Yeongdong Grape Cluster Organization, Yeongdong, Korea, p.4-10
6. Amerine MA, Vernon LS (1997) *Wine: An introduction*, 2nd ed., University of California Press, Los Angeles,

- California, USA
7. Park YH (1975) Studies on the grape variety and the selection of yeast stain for wine-making. Korean J. Agric. Chem. Soc., 18, 219-227
  8. Park KL, Nah SS, Yoo YJ, Hong SC (1969) Studies on the red wine production (in Korean). Tech. Bull. Natl. Inst. Technol. Qual., 9, 07-112
  9. Gong SJ, Hong SB, Lee DK (1973) Investigation on grape varieties for winering (in Korean). Tech. Bull. Natl. Horti. Res. Inst., 15, 19-23
  10. Yoo JH, Seng HM, Shin DH, Min BY (1984) Enological characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine (in Korean). Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng., 12, 185-190
  11. Ruffner HP (1982) Metabolism of tartaric acid and malic acid in *Vitis*. *Vitis*, 21, 247-259
  12. Beelman RB, Gallander JF (1979) Wine deacidification. *Adv. Food Res.*, 25, 1-53
  13. Richard PV (1981) Commercial winemaking, processing and controls. Westport A.V.I. Inc., Westport, USA p.272
  14. A.O.A.C. (2000) Official method of analysis 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA
  15. Ahmed H (2004) Principles and reactions of protein extraction, purification and characterization. CRC Press, London, UK, p.350-352
  16. Amerine MA, Ough CS (1980) Methods for analysis of musts and wine. Wiley & Sons, New York, USA, p.176-180
  17. Kim DH, Hong YA, Park HD (2008) Co-fermentation of grape must by *Issatchenkia orientalis* and *Saccharomyces cerevisiae* reduces the malic acid content in wine. *Biotechnol. Lett.*, 30, 1633-1638
  18. Hwang SW, Park HD (2009) Characteristics of Red Wine Fermentation of Freeze-Concentrated Campbell Early Grape Juice using various Wine Yeasts. *Korean J. Food. Preserv.*, 6, 977-984
  19. Kim GH (1998) Studied on quality maintenance of fresh fruit and vegetables using modified atmosphere packaging. *Korean J. Postharvest. Sci. Tech.*, 5, 23-28
  20. Lawless HT, Heymann H (1988) Sensory evaluation of food: principles and practices. Chapman and Hall, San Francisco, CA, USA
  21. Hubbard MR (1990). Statistical quality control for the food industry. Van Nostrand Reinhold, New York, USA
  22. Jackisch P (1985) Modern winemaking. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA, p.164-165
  23. American Wine Society (1994) The complete handbook of winemaking. Kent INC., Ypsilanti, MI, USA, p.87-93
  24. Kim JS, Kim SH, Han JS (1999) Effect of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell's Early. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 516-521
  25. Koh KH, Chang WY (1998) Change of chemical components during seibel white grape must fermentation by different yeast strains (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 487
  26. Amerine MA, Roessler EB, Ough CS (1965) Acid and the acid taste: I. The effect of pH and titrable acidity. *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 29-37
  27. Lee JK, Kim JS (2006) Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 38, 408-413
  28. Rankine BC (1967) Formation of higher alcohols by wine yeasts and relationship to taste thresholds. *J. Sci. Food Agric.*, 18, 583-589
  29. Jackson RS (2000) Wine science: principle, practice, perception. 2nd Ed. Academic Press, San Diego, CA, USA
  30. Sudraud P (1963) Etude experimentable de la vinification en rouge. Doctoral Thesis. University of Bordeaux, France
  31. Bae SM (2002) Wine making principles. Bae Sang Myun Brewery Institute Co. Ltd., Seoul, Korea, p.53
  32. Pietta PG (2000) Flavonoids as antioxidants. *J. Nat. Prod.*, 63, 1035-1042
  33. Koh KH, Lee JE (2003) A study on the sensory characteristics of Korean red wine. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 841-848
  34. Jeon EJ (2006) Characteristics of icewine fermentation using domestic grapes, Muscat Bailey A by freeze-concentration. MS degree, Kyungpook National University, Daegu, Korea
  35. Zoecklein BW, Fugelsang KC, Gump BH, Nury FS (1995) Wine analysis and production. Chapman and Hall, New York, USA p.129-168
  36. Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH (2002) Study on the color characteristics of Korean red wine. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 164-169
  37. Kim JS, Sim JY, Yook C (2001) Development of red wine using domestic grape Campbell's Early. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 516-521