

## 저알코올 와인의 가열 및 비가열 살균 후 품질 특성 및 기능성

†신혜림 · 박혜진\* · 황온빛\*\* · 최성열 · 박의광 · 윤동규 · 윤향식\*\*\*

충북농업기술원 와인연구소 농업연구사, \*충북농업기술원 농업연구사,  
\*\*충북농업기술원 와인연구소 연구원, \*\*\*충청북도농업기술원 와인연구소 농업연구관

### Quality Characteristics and Functionality of Low Alcohol Wines after Heat Sterilization and Non-Thermal Sterilization

†Hyerim Shin, Hyejin Park\*, On Bit Hwang\*\*, Sungyeol Choi,  
Eui Kwang Park, Dong Kyu Yoon and Hyang-Sik Yoon\*\*\*

Associate Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yeongdong 29151, Korea

\*Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

\*\*Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yeongdong 29151, Korea

\*\*\*Senior Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yeongdong 29151, Korea

#### Abstract

Low alcohol (6%) wines were manufactured using Campbell Early. To develop the sterilization process of low alcohol wines, red wines were heat sterilized, and rose wines were nonthermal sterilized by concentration using potassium metabisulfite and potassium sorbate. Samples were stored at 25°C and quality characteristics were investigated by period. Results of this study revealed the pH of the samples after sterilization ranged from 3.15 to 3.19, and the total acidity of wines ranged from 0.011 to 0.024%. The free SO<sub>2</sub> contents of wines ranged from 13.00 to 29.678 mg/L, and the total SO<sub>2</sub> contents of wines ranged from 47.50 to 121.00 mg/L. L (lightness) of wines decreased whereas a (redness) and b(yellowness) increased. The hue value of wines ranged from 0.52 to 1.03, and decreased significantly(not including rose sweet wines). The color intensity of red and rose dry wines after sterilization increased, whereas red and rose sweet wines decreased. The DPPH radical scavenging activity of red wines and rose wines ranged between 75.50 to 89.23%, and 36.60 to 56.54%, respectively. The total polyphenol contents were 57.51~182.63 mg%. Results of this study provide scientific information to establish the sterilization process of low alcohol wines.

Key words: low wine, heat sterilization, non-thermal sterilization, red wine, rose wine

#### 서론

전 세계적으로 와인문화에 대한 관심과 소비는 커다란 증가를 보이고 있으며, 우리나라 또한 와인에 대한 인식이 고급 술이 아닌 누구나 쉽게 접하고 즐길 수 있는 하나의 주류로서 자리 잡고 있는 실정이다(Jung HW 2013). 최근 경제 발달로 인한 삶의 질 향상과 건강에 대한 관심의 증가는 와인에 대한 관심도 증가로 이어지고 있으며(Bing 등 2015), 맥주

대신 칼로리가 낮고 건강에 좋은 와인 소비로 전환되고 있다(Ko JY 2007). 이러한 관심도는 소비 트렌드에 반영되어 최근 젊은 층을 중심으로 저도주에 대한 관심과 수요가 지속적으로 증가하고 있으며 고도주는 일부 매니아 층만 즐기는 추세이다.

포도, 포도씨 추출물 등의 건강 기능성에 관한 연구는 다양하게 이루어져 있어 고혈압, 암 등 다양한 질환 치료에 이용되어 왔으며(Pérez-Jiménez & Saura-Calixto 2008) 포도와

† Corresponding author: Hyerim Shin, Associate Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yeongdong 29151, Korea. Tel: +82-43-220-5876, Fax: +82-43-220-5879, E-mail: limi8903@korea.kr

와인이 전혀 다름에도 불구하고 와인이 포도와 유사한 기능성을 나타내는 것은 알코올 발효 과정 중 포도 속 기능성 물질이 침출되어 와인의 생물학적 가용성이 증가하는 것으로 보고 있다(Guilford & Pezzuto 2011).

과실주의 품질특성 관련 연구로는 국산 시판 로제 및 화이트 와인의 품질특성(Yoon 등 2016; Park 등 2018), 포도 숙성 정도에 따른 청포랑 화이트 와인의 향기 및 품질 특성(Yoon 등 2017), 국내재배 캠벨얼리 포도품종의 적포도주 제조 적합성(Park 등 2002), 숙성기간에 따른 머루와인의 품질적 특성(Kang 등 2009) 등 시판 와인 및 와인 제조 시 사용되는 원료에 대해 다양하게 이루어져있다.

발효 전 딸기 과실즙에 살균 방법의 비교 및 발효 특성을 본 연구(Jeong 등 2006), 오디 과즙에 아황산 첨가 효과를 시험하기 위해  $K_2S_2O_5$ ,  $K_2SO_3$  등을 처리하여 알코올 발효력을 분석한 연구(Jung 등 2005) 등 1차 발효 전 과실즙의 살균 처리별 품질특성에 관한 연구가 있었다.

또한, 가열 살균 후 무균 포장한 청주의 저장성에 관한 연구(Lee & Kim 1995), 탁주의 열처리에 관한 연구(Lee 등 1991) 등 전통주에서 열처리 살균에 관한 연구는 이미 다수 수행되고 있어 탁주 내 대부분의 미생물 영양세포들은 65°C 이상의 가열에 의하여 불활성화되는 것으로 밝혀졌다(Lee & Kim 1995). 하지만 국내 재배 포도 품종을 이용하여 제조된 와인의 병입 전 살균 처리에 따른 품질특성 및 기능성에 관한 연구는 미비한 상태이다. 현재 우리나라에서는 포도주, 머루주 및 사과주 등을 생산하여 과실주의 생산량이 증가하고 있으나 생산업체의 제조 후 저장성 향상 기술이 미흡한 실정이므로 우리나라의 포도주 및 과실주 생산업체의 제조 기술 지원이 필요한 상태이다.

포도를 원료로 제조된 와인은 낮은 pH와 알코올 성분 때문에 병원성 미생물이 자라지 않으며(Kim 등 2012a), 발효 시 발생하는 알코올에 의해 폴리페놀 화합물이 용출되어 미생물적 안전성은 물론 와인의 색, 산화 등에 영향을 주어 와인의 품질 안정성을 증가시킨다는 보고가 있다(Yang 등 2020). 현재 캠벨얼리를 이용하여 와인 제조 시, 알코올 함량 12% 생성을 위해 설탕을 이용하여 20°Brix 이상으로 가당하고 있으며(Kim 등 1999), 이와 관련된 연구는 다수 보고되어 있으나 저알코올 와인에 대한 연구는 미비한 상태이다.

따라서, 본 연구에서는 국내 재배용 포도를 이용하여 가당을 하지 않고 포도 원료 자체의 당만을 이용한 저알코올 와인을 제조하였고 와인의 품질저하를 최소화하면서 최적의 살균 조건을 수립하기 위해 가열 및 비가열 살균 처리 후 와인의 품질특성과 기능성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 시약

본 연구에 사용한 와인은 와인연구소에서 제조한 캠벨얼리 드라이 및 스위트 와인을 사용하였는데 캠벨얼리 포도는 본 연구소에서 재배한 것을 이용하였으며 당도는 13.2°Brix였다. 효모 접종 전 살균제로 메타중아황산칼륨(Institut oenologique de champagne, Mardeuil, France)을 이용하였다. 와인 제조 시 사용된 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*(Fermivin 7013, DSM Food Specialities, Fermivin®, Lallemand, Denmark)를 사용하여 와인을 제조하였고 분석 시약은 Sigma-Aldrich Co.(St.Louis, MO, USA), Merck(München, Germany) 등에서 구입한 특급 및 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

### 2. 저알코올 와인 제조

레드 와인의 경우 제경 파쇄기를 이용해 포도의 송이줄기를 제거하고 파쇄된 포도즙(포도즙, 과육, 씨 등을 포함)에 100 ppm의 메타중아황산칼륨을 처리하였고 처리 5시간 후 효모를 처리하였다. 가당하지 않은 포도즙에 효모를 미지근한 물에서 30분가량 활성화 시킨 후 포도즙 전체 무게의 0.02%(W/W) 첨가하여 발효를 시작하였다. 일주일의 침용 기간 후 압착하였다. 로제 와인의 경우 제경 및 파쇄한 포도즙을 48시간 침용 후 압착하여 가당없이 발효를 시작하였다. 발효 온도는 18°C를 유지하였으며 알코올 발효 기간 중 매일 2회씩 저어주면서 발효과정을 관찰하고 알코올 함량이 7~8% 정도로 발효가 진행되면 저온으로 옮겨 랙킹 및 숙성을 진행하였다. 스위트 와인의 경우, 제조된 드라이 와인에 설탕량을 4%(W/V)를 첨가하여 제조하였다.

### 3. 저알코올 와인의 살균

제조한 저알코올 와인의 살균 후 품질특성을 조사하기 위한 가열 및 비가열 살균 조건은 2015~2017년 수행했던 국산 와인 살균 공정 설정 및 실용화 연구를 참고하여 설정하였다(Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services 2018). 레드 와인은 향온 수조(DAIHAN Scientific Co., Wonju, Korea)를 이용하여 70°C에서 20분간 가열살균을 진행하였고, 로제 와인은 레드 와인과는 달리 가열할 경우 발생할 수 있는 갈변현상을 방지하기 위해 비가열 살균을 진행하였다. 드라이 와인의 경우 메타중아황산칼륨 100 ppm을 단독으로 처리하였고, 스위트 와인은 메타중아황산칼륨 100 ppm과 소르빈산칼륨을 농도별로 100 및 200 ppm 처리하여 비가열 살균을 진행하였다. 살균 처리한 저알코올 와인은 온도가 일정하게 유지되는 향온 항습기(DAIHAN Scientific Co., Wonju,

Korea)를 이용하여 25℃에 8주까지 보관하며 와인의 품질 특성 및 기능성 등을 분석하였다.

#### 4. 일반 품질 특성

##### 1) pH, 총산 및 휘발산

와인의 pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였고, 총산은 시료 5 mL에 증류수 5 mL를 가하여 균질화한 시료에 페놀프탈레인 용액 2~3 방울을 떨어뜨린 후, 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 하여 적정한 후 소비된 양으로부터 tartaric acid에 상당하는 유기산 계수를 이용하여 다음식으로 나타내 총산으로 환산하였다(Park 등 2021).

$$\text{총산} = \frac{F \times V \times f}{S} \times 100$$

$V$ =소비한 0.1 N-NaOH의 mL수

$f$ =0.1 N-NaOH의 factor (=1)

$S$ =검체량

$F$ =0.1 N NaOH 용액 0.1 mL에 상당하는 유기산의 계수 (0.0075 주석산)

휘발산은 와인을 증류한 샘플 10 mL에 0.01N NaOH를 가하여 총산 측정과 동일하게 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 하여 적정한 후, 소비된 양으로부터 acetic acid에 상당하는 유기산 계수로 환산하여 휘발산을 산출하였다(Yoon 등 2017).

##### 2) 효모 검출

와인의 효모 수는 효모 검출용 petrifilm(petrifilm EC, 3M Inc., MN, USA)에 원액 및 희석액 1 mL를 도말하여 35℃에서 48시간 배양 후 colony를 계수하여 측정하였고, 모든 측정은 3회 반복하여 수행하였으며 평균값을 결과 값으로 나타내었다.

##### 3) 당도, 알코올 함량, 유리아황산 및 총아황산

와인의 당도(°Brix)는 디지털당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하였으며 증류수 1 mL로 영점을 맞춘 후 측정하였다. 와인의 알코올 함량, 유리아황산 및 총아황산은 Fourier Transform Infrared(FTIR) 기기인 Winescan™ SO<sub>2</sub>(Foss, Hillerod, Denmark)을 사용하여 분석하였다(Park 등 2017).

##### 4) 색도, Hue 값 및 color intensity

와인의 색도는 spectrophotometer CM-5(Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter L, a, b 값을 측정하였다.

Hunter L(Lightness, 명도), a(redness 적색도) 및 b(yellowness 황색도) 값은 각각 zero, white calibration을 통해 보정하였으며, 이때 백색판의 색도는 L=99.55, a=-0.05, b=-0.33이었다. Hue 값은 분광광도계(Lambda 35 UV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 사용하여 420 nm/520 nm의 흡광도 비로 나타내었으며, color intensity는 420 nm+520 nm+620 nm 흡광도의 합으로 나타내었다(Park 등 2018).

#### 5. 기능성 분석

##### 1) DPPH 전자공여능

와인의 항산화 활성을 측정하기 위하여 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 분석하였다. 즉 0.4 mM 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH, Sigma-Aldrich Co.) 용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 10분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 대조구로는 증류수를 사용하였으며 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이로 나타내었다.

$$\text{Electron Donating Ability}(\%) = \frac{C_{Abs} - S_{Abs}}{C_{Abs}} \times 100$$

$C_{Abs}$ : Absorbance of control

$S_{Abs}$ : Absorbance of sample

##### 2) 총폴리페놀 함량

와인의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(Amerine & Ough 1980). 즉 각각의 시료 0.1 mL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치시킨 다음 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.1 mL를 가하고 30분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질인 gallic acid를 이용하여 표준곡선으로 양을 환산하였고, mg%로 나타내었다.

#### 6. 통계분석

모든 실험은 3회 반복하여 측정된 평균과 표준편차를 산출하였고, 각 실험군간 평균치의 통계적 유의성은 SPSS 통계 프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원배치분산분석(one-way ANOVA test) 후 시료 간 차의 유무를 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

### 1. pH, 총산 및 휘발산, 효모 수

저알코올 와인의 종류에 따라 살균 방법을 달리하여 8주까지의 pH와 총산, 휘발산 변화 및 효모 수를 조사한 결과는 Table 1과 같다. pH 측정 결과, 대조구는 2.68-3.17, 살균 후 와인의 pH는 3.15~3.19로 분석됐다. 가열 살균한 레드 드라이 와인을 제외한 모든 처리군에서 증가하였으며, 4주까지 증가하다 이후로는 일정한 경향을 보였다. 일반적으로 와인 발효 또는 저장 시 권장되고 있는 pH는 3.2~3.5 사이로(Park 등 2021), pH 3.6 이상이면 잡균 오염이 일어날 수 있다고 보고된 바 있으며(Park 등 2002) 본 연구 결과에서의 pH는 적정 범위에 해당하였다. 살균 후 와인의 총산은 0.54~0.59%로 대조구 대비 감소하는 경향이 나타났지만 유의성은 없었으며, Park 등(2002)의 연구에 따르면 국내산 캠벨얼리로 제조한 와인의 총산이 0.70~0.75%라고 보고한 결과보다 낮게 나타났다. 가열 및 비가열 살균 후 와인의 휘발산 함량은 0.011~0.024%로 대조구(0.020~0.026%)대비 감소하거나 일정하였다. 와인의 휘발산의 주요 원인 물질로는 초산이 있으며, 휘발산의 함량이 높다는 것은 발효 또는 숙성 중 초산균에 의한 이상발효에 따른 것일 수 있다(Du Toit & Lambrechts

2002). 오랫동안 호기성인 초산균은 와인 양조 중 낮은 pH, 높은 알코올 및 SO<sub>2</sub> 농도 등으로 생존할 수 없다고 믿어왔으나, 이후 여러 연구에서 초산균이 와인 발효 및 숙성 중에 살아남을 수 있다는 것을 보여주었다(Joyeux 등 1984). 휘발산이 높은 와인은 기호도에서 바람직하지 않으므로 휘발산의 함량이 낮은 와인의 품질이 양호하다고 할 수 있다(Roh 등 2008). 레드 와인 및 로제 와인 종류별 저알코올 와인의 효모 수를 분석한 결과, 모든 처리군에서 효모는 검출되지 않아 가열 및 비가열 살균에 의하여 불활성화된 것을 확인하였고 설정된 살균 처리 조건으로 연구를 계속 진행하였다.

### 2. 당도, 알코올 함량, 유리 아황산 및 총 아황산

가열 및 비가열 살균 후 저알코올 와인의 당도, 알코올 함량, 유리 아황산 및 총 아황산 함량을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 먼저 가용성 고형물로 본 당도는 가열 및 비가열 살균 처리한 와인 모두 처리에 따른 변화는 없었다. 알코올 함량의 변화는 가열 살균한 레드 와인의 경우, 살균 전에는 6.21~6.36%였으며 살균 후 기간이 경과함에 따라 6.30~6.46%로 증가하였다. 비가열 살균 처리한 로제 와인에서는 살균 처리에 따른 큰 변화는 없었다. 아황산은 와인 제조 시 항산화제로 와인의 갈변현상을 억제하며, 발효 중 불

Table 1. pH, total acidity, volatile acidity, viable yeast cells of low alcohol wine after sterilization

Samples	Period (weeks)	Red wine (70°C, 20 min)		Rose wine (nonthermal sterilization)		
		Dry	Sweet	Dry <sup>3)</sup>	Sweet	
					A <sup>4)</sup>	B <sup>5)</sup>
pH	0 (Control)	3.17±0.01 <sup>b1)2)</sup>	2.68±0.05 <sup>b</sup>	3.13±0.01 <sup>c</sup>	2.82±0.04 <sup>b</sup>	2.82±0.04 <sup>b</sup>
	4	3.22±0.01 <sup>a</sup>	3.22±0.01 <sup>a</sup>	3.17±0.00 <sup>a</sup>	3.18±0.00 <sup>a</sup>	3.20±0.01 <sup>a</sup>
	8	3.17±0.01 <sup>b</sup>	3.18±0.00 <sup>a</sup>	3.15±0.01 <sup>b</sup>	3.17±0.01 <sup>a</sup>	3.19±0.00 <sup>a</sup>
Total acidity (%)	0 (Control)	0.61±0.04 <sup>a</sup>	0.55±0.01 <sup>a</sup>	0.61±0.03 <sup>a</sup>	0.63±0.08 <sup>a</sup>	0.63±0.08 <sup>a</sup>
	4	0.59±0.02 <sup>a</sup>	0.60±0.04 <sup>a</sup>	0.54±0.01 <sup>b</sup>	0.54±0.01 <sup>a</sup>	0.54±0.01 <sup>a</sup>
	8	0.58±0.02 <sup>a</sup>	0.59±0.01 <sup>a</sup>	0.56±0.01 <sup>ab</sup>	0.54±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.01 <sup>a</sup>
Volatile acidity (%)	0 (Control)	0.021±0.000 <sup>a</sup>	0.020±0.000 <sup>a</sup>	0.026±0.000 <sup>a</sup>	0.024±0.000 <sup>a</sup>	0.024±0.000 <sup>b</sup>
	4	0.015±0.000 <sup>b</sup>	0.013±0.001 <sup>b</sup>	0.026±0.000 <sup>a</sup>	0.025±0.000 <sup>a</sup>	0.026±0.001 <sup>a</sup>
	8	0.011±0.000 <sup>c</sup>	0.012±0.000 <sup>b</sup>	0.021±0.000 <sup>b</sup>	0.024±0.001 <sup>a</sup>	0.023±0.001 <sup>b</sup>
Viable yeast cells (log CFU/mL)	0 (Control)					
	4			ND <sup>6)</sup>		
	8					

<sup>1)</sup> All values are mean±S.D. of triple determinations.

<sup>2)</sup> Different letters in the same items indicate a significant difference ( $p<0.05$ ).

<sup>3)</sup> Only treated with 100 ppm potassium metabisulfite.

<sup>4)</sup> A: Treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 100 ppm potassium sorbate.

<sup>5)</sup> B: Treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 200 ppm potassium sorbate.

<sup>6)</sup> ND: not detected.

**Table 2. Soluble solid, alcohol, free SO<sub>2</sub>, total SO<sub>2</sub> of low alcohol wine after sterilization**

Samples	Period (weeks)	Red wine (70°C, 20 min)		Rose wine (Nonthermal sterilization)		
		Dry	Sweet	Dry <sup>3)</sup>	Sweet	
					A <sup>4)</sup>	B <sup>5)</sup>
Soluble solid (°Brix)	0 (Control)	4.00±0.00 <sup>a1)2)</sup>	7.87±0.06 <sup>b</sup>	3.90±0.00 <sup>b</sup>	7.90±0.00 <sup>a</sup>	7.90±0.00 <sup>a</sup>
	4	3.93±0.06 <sup>a</sup>	8.10±0.00 <sup>a</sup>	4.10±0.10 <sup>a</sup>	8.00±0.10 <sup>a</sup>	8.00±0.00 <sup>a</sup>
	8	3.93±0.06 <sup>a</sup>	7.80±0.00 <sup>b</sup>	4.00±0.00 <sup>ab</sup>	7.90±0.00 <sup>a</sup>	7.90±0.10 <sup>a</sup>
Alcohol (%)	0 (Control)	6.36±0.02 <sup>c</sup>	6.21±0.05 <sup>b</sup>	6.53±0.06 <sup>b</sup>	6.50±0.04 <sup>ab</sup>	6.50±0.04 <sup>a</sup>
	4	6.42±0.00 <sup>b</sup>	6.26±0.01 <sup>ab</sup>	6.71±0.02 <sup>a</sup>	6.58±0.02 <sup>a</sup>	6.49±0.01 <sup>a</sup>
	8	6.46±0.01 <sup>a</sup>	6.30±0.02 <sup>a</sup>	6.62±0.04 <sup>ab</sup>	6.41±0.07 <sup>b</sup>	6.38±0.05 <sup>b</sup>
Free SO <sub>2</sub> (mg/L)	0 (Control)	34.00±1.00 <sup>a</sup>	33.00±0.00 <sup>a</sup>	36.67±0.58 <sup>b</sup>	35.00±0.00 <sup>b</sup>	35.00±0.00 <sup>b</sup>
	4	22.00±0.00 <sup>b</sup>	21.00±0.00 <sup>b</sup>	41.67±0.58 <sup>a</sup>	38.33±0.58 <sup>a</sup>	37.00±0.00 <sup>a</sup>
	8	13.00±0.00 <sup>c</sup>	13.67±0.58 <sup>c</sup>	28.00±0.00 <sup>c</sup>	29.67±0.58 <sup>c</sup>	26.67±0.58 <sup>c</sup>
Total SO <sub>2</sub> (mg/L)	0 (Control)	99.00±0.00 <sup>a</sup>	100.50±0.71 <sup>a</sup>	129.50±0.71 <sup>b</sup>	127.00±0.00 <sup>b</sup>	127.00±0.00 <sup>b</sup>
	4	74.00±0.00 <sup>b</sup>	72.00±0.00 <sup>b</sup>	148.50±0.71 <sup>a</sup>	143.00±4.24 <sup>a</sup>	145.50±0.71 <sup>a</sup>
	8	48.50±0.71 <sup>c</sup>	47.50±0.71 <sup>c</sup>	112.00±1.41 <sup>c</sup>	121.00±1.41 <sup>c</sup>	112.00±0.00 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> All values are mean±S.D. of triple determinations.

<sup>2)</sup> Different letters in the same items indicate a significant difference ( $p<0.05$ ).

<sup>3)</sup> Only treated with 100 ppm potassium metabisulfite.

<sup>4)</sup> A: Treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 100 ppm potassium sorbate.

<sup>5)</sup> B: Treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 200 ppm potassium sorbate.

필요한 미생물 생육 억제에 효과가 있다(Kim 등 2012a). 가열 및 비가열 살균 처리 와인의 유리아황산 함량은 살균 전 34.00~36.67 mg/L에서 13.00~29.67 mg/L로 감소하였다. 가열 살균 처리한 레드 와인에서 13.00~13.67 mg/L로 유리아황산 함량이 가장 낮았다. 총아황산 함량도 유리아황산 함량과 마찬가지로 살균 후 감소하는 경향을 나타냈으며, 가열 살균 처리한 레드 와인에서 47.50~48.5 mg/L로 가장 낮았다. Chang 등(2008)의 연구에 따르면 국산 적포도주의 경우, 총아황산 농도가 10~50 mg/L인 와인의 비율이 52.6% 차지한다고 했는데 본 연구 결과도 범위에 해당하는 것으로 나타났다. 비가열 살균 처리한 로제 와인은 살균 후 4주차에 143.00~148.50 mg/L로 대조구 대비 높았으나 8주차에 112.00~121.00 mg/L로 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 국산 시판 로제 와인의 총아황산 함량은 0~215.00 mg/L로 제조원별 차이가 크며 레드 와인보다 높았는데 이는 로제 와인의 색소를 안정화시키기 위해 아황산을 더 필요로 하기 때문이라고 보고하였다(Park 등 2018).

### 3. 색도, Hue 값 및 color intensity

살균 후 레드 및 로제 와인의 색도를 비교하기 위해 Hunter L, a, b 및 Hue 값, color intensity를 측정하였으며 분석 결과는 Table 3과 같다. 가열 및 비가열 살균 와인의 명도는

51.09~88.51로 분석되어 대조구(73.58~93.70)보다 감소하였으며, 살균 후 시간이 경과할수록 낮아졌다. 가열처리온도에 따른 대추술의 품질변화 연구에 따르면 가열온도가 높을수록 술의 색이 어두워지는 것은 가열에 의한 당과 산성분의 갈변반응 및 폴리페놀류의 산화에 의한 착색이 증가하기 때문이라고 보고되어 있다(Min 등 1997). 저알코올 와인의 적색도와 황색도는 가열 및 비가열 살균 후 증가하였는데, 적색도는 14.41~65.04로 살균 전 와인(5.89~35.80)보다 증가하였으며 살균 후 시간이 경과할수록 높아졌다. Heredia 등 (1998)의 연구에 따르면 pH가 1.5~4 범위 내에서 증가할수록 안토시아닌의 색도가 손실된다고 보고하였으나 본 연구 결과에서는 pH가 증가하였어도 적색도가 증가하였다. 황색도는 13.13~25.11로 적색도와 마찬가지로 살균 후 시간이 경과할수록 증가하였다. 레드 와인의 색깔은 발효 초기에는 혼탁하고 불투명한 붉은빛을 띠다 발효 및 숙성을 거쳐 투명하고 진한 붉은 색으로 변하며 총 페놀 화합물의 함량, SO<sub>2</sub> 첨가량 등에 의해 주로 영향을 받는다(Lee 등 2002; Lee & Chae 2010). Hue 값은 숙성 정도를 예측할 수 있는 지표가 되기도 하는데 산화적 숙성은 산소가 관여하는 숙성으로 적포도주의 색이 벽돌색으로 변하는 과정이 전형적인 예이다(Lee 등 2002). 저알코올 와인의 가열 및 비가열 살균 후 Hue 값은 로제 스위트 와인은 1.13~1.17로 살균 처리 후 4주차에 가장

Table 3. Color of low alcohol wine after sterilization

Samples	period (weeks)	Red wine (70°C, 20 min)		Rose wine (Nonthermal sterilization)		
		Dry	Sweet	Dry <sup>3)</sup>	Sweet	
					A <sup>4)</sup>	B <sup>5)</sup>
L (Lightness)	0 (Control)	73.58±0.00 <sup>a2)</sup>	75.70±0.01 <sup>a</sup>	93.70±0.02 <sup>a</sup>	93.30±0.01 <sup>a</sup>	
	4	56.62±0.01 <sup>b</sup>	56.93±0.01 <sup>b</sup>	91.88±0.01 <sup>b</sup>	91.44±0.01 <sup>b</sup>	91.61±0.01 <sup>b</sup>
	8	51.09±0.02 <sup>c</sup>	51.90±0.02 <sup>c</sup>	86.74±0.00 <sup>c</sup>	88.51±0.00 <sup>c</sup>	87.56±0.00 <sup>c</sup>
a (Redness)	0 (Control)	35.80±0.02 <sup>c</sup>	34.13±0.02 <sup>c</sup>	5.89±0.03 <sup>c</sup>	6.83±0.02 <sup>c</sup>	
	4	61.45±0.15 <sup>b</sup>	61.23±0.01 <sup>b</sup>	8.12±0.02 <sup>b</sup>	8.85±0.02 <sup>b</sup>	8.71±0.01 <sup>b</sup>
	8	65.04±0.02 <sup>a</sup>	64.93±0.02 <sup>a</sup>	17.65±0.01 <sup>a</sup>	14.41±0.01 <sup>a</sup>	16.17±0.01 <sup>a</sup>
b (Yellowness)	0 (Control)	5.11±0.02 <sup>c</sup>	9.32±0.01 <sup>c</sup>	9.75±0.01 <sup>c</sup>	10.04±0.01 <sup>c</sup>	
	4	15.30±0.00 <sup>b</sup>	15.13±0.01 <sup>b</sup>	12.34±0.00 <sup>b</sup>	12.28±0.01 <sup>b</sup>	12.20±0.01 <sup>b</sup>
	8	25.11±0.01 <sup>a</sup>	22.88±0.01 <sup>a</sup>	13.72±0.00 <sup>a</sup>	13.13±0.00 <sup>a</sup>	13.14±0.00 <sup>a</sup>
Hue values	0 (Control)	0.84±0.00 <sup>a</sup>	0.96±0.04 <sup>a</sup>	1.41±0.02 <sup>a</sup>	0.86±0.01 <sup>c</sup>	
	4	0.58±0.01 <sup>b</sup>	0.56±0.01 <sup>b</sup>	1.18±0.06 <sup>b</sup>	1.17±0.02 <sup>a</sup>	1.13±0.02 <sup>a</sup>
	8	0.52±0.00 <sup>c</sup>	0.52±0.00 <sup>b</sup>	1.03±0.02 <sup>c</sup>	1.10±0.03 <sup>b</sup>	1.04±0.01 <sup>b</sup>
Color intensity	0 (Control)	1.11±0.01 <sup>c</sup>	10.02±0.46 <sup>a</sup>	0.37±0.00 <sup>c</sup>	1.15±0.01 <sup>a</sup>	
	4	2.25±0.03 <sup>b</sup>	2.19±0.03 <sup>b</sup>	0.57±0.02 <sup>b</sup>	0.52±0.01 <sup>c</sup>	0.44±0.00 <sup>c</sup>
	8	2.44±0.01 <sup>a</sup>	2.05±0.02 <sup>b</sup>	0.73±0.01 <sup>a</sup>	0.60±0.01 <sup>b</sup>	0.62±0.00 <sup>b</sup>

1) All values are mean±S.D. of triple determinations.

2) Different letters in the same items indicate a significant difference ( $p<0.05$ ).

3) Only treated with 100 ppm potassium metabisulfite

4) A: treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 100 ppm potassium sorbate.

5) B: treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 200 ppm potassium sorbate.

높았으며, 8주째에는 다시 감소하였다. Park 등(2017)의 캠벨 얼리로 제조한 국산 시판 로제 와인의 품질 특성 중 Hue값은 0.592~1.317로 다양하게 나타났으며 본 연구 결과는 범위에 속하였다. 이 외에 처리군에서는 가열 및 비가열 살균 처리 후 감소하는 경향을 나타내었다. 색의 진하기를 의미하는 color intensity 분석 결과, 레드 및 로제 드라이 와인은 살균 후 증가하였으나 레드 및 로제 스위트 와인은 살균 후 감소하였다. 레드 드라이 및 스위트 와인의 살균 후 color intensity는 각각 2.44 및 2.05로 적포도주의 색도변화에 관한 연구에서 캠벨얼리 와인의 color intensity는 8.183으로(Lee 등 2002), 본 연구 결과가 현저히 낮은 것으로 나타났는데 이는 제조된 와인의 낮은 알코올 도수로 인해 일반 적포도주에 대비 색소 침출이 적을 것으로 생각된다.

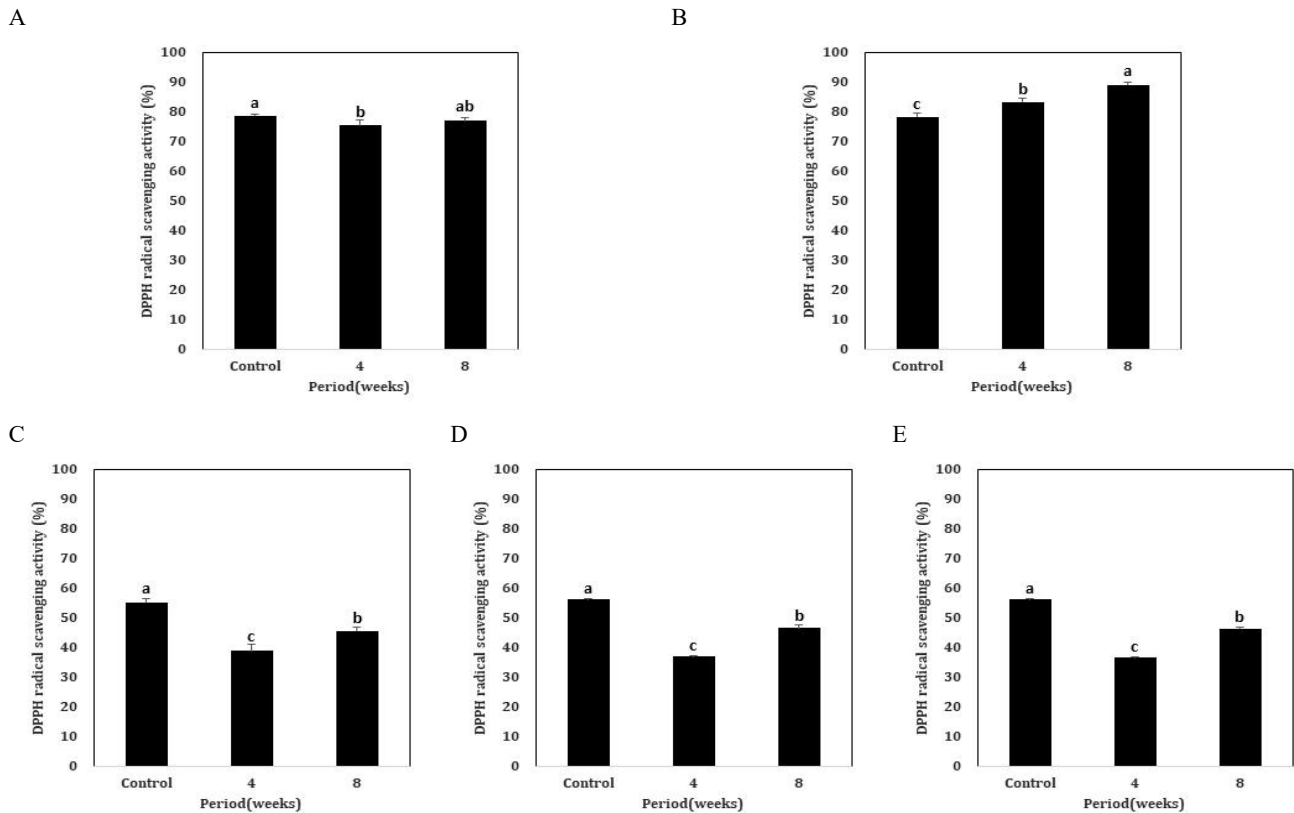
#### 4. DPPH 전자공여능

와인의 DPPH 전자공여능은 DPPH 라디칼 특유의 보라색이 와인 내 항산화제의 작용에 의하여 수소 혹은 전자를 받음으로써 안정한 형태의 화합물로 전환되어 라디칼 용액은 옅은 노란색으로 변하는 것을 원리로 측정된 것으로 항산화

활성 측정에 사용되는 것이다(Kim 등 2002). 살균 후 저알코올 와인의 DPPH 전자공여능을 분석한 결과는 Fig. 1에 나타났다. 레드 와인의 경우 살균 후 감소하는 경향이 나타났는데 드라이 와인의 살균 전 78.88%에서 8주차 77.00%로 큰 변화는 없었으며, 스위트 와인은 살균 전 78.43%에서 89.23%로 드라이 와인과는 반대로 증가하였다. 비가열 살균 처리한 저알코올 와인의 DPPH 전자공여능의 분석 결과, 메타중아황산 칼륨 100 ppm 단독으로 처리한 로제 드라이 와인은 대조군(55.39%)대비 4주에는 38.93%로 감소하였다 8주차에는 45.69%로 다시 증가하였다. 로제 스위트 와인도 같은 경향을 나타내어 4주차에 37.05, 36.60%로 가장 낮았으며, 46.62, 46.45%로 다시 증가하였다. Park 등(2018)의 연구에 따르면 국산 시판 로제 와인의 DPPH 전자공여능은 73.75~90.41%였으며 본 시험연구 결과는 이에 비해 낮은 수치를 나타냈다.

#### 5. 총 폴리페놀 함량

와인의 산화는 환원성 물질이 먼저 산화되는데 산소와 반응하는 성분 중에서도 폴리페놀 물질이나 양조 시 첨가되는 아황산이 가장 잘 반응하는 물질이며, 산소의 수용체가 되어



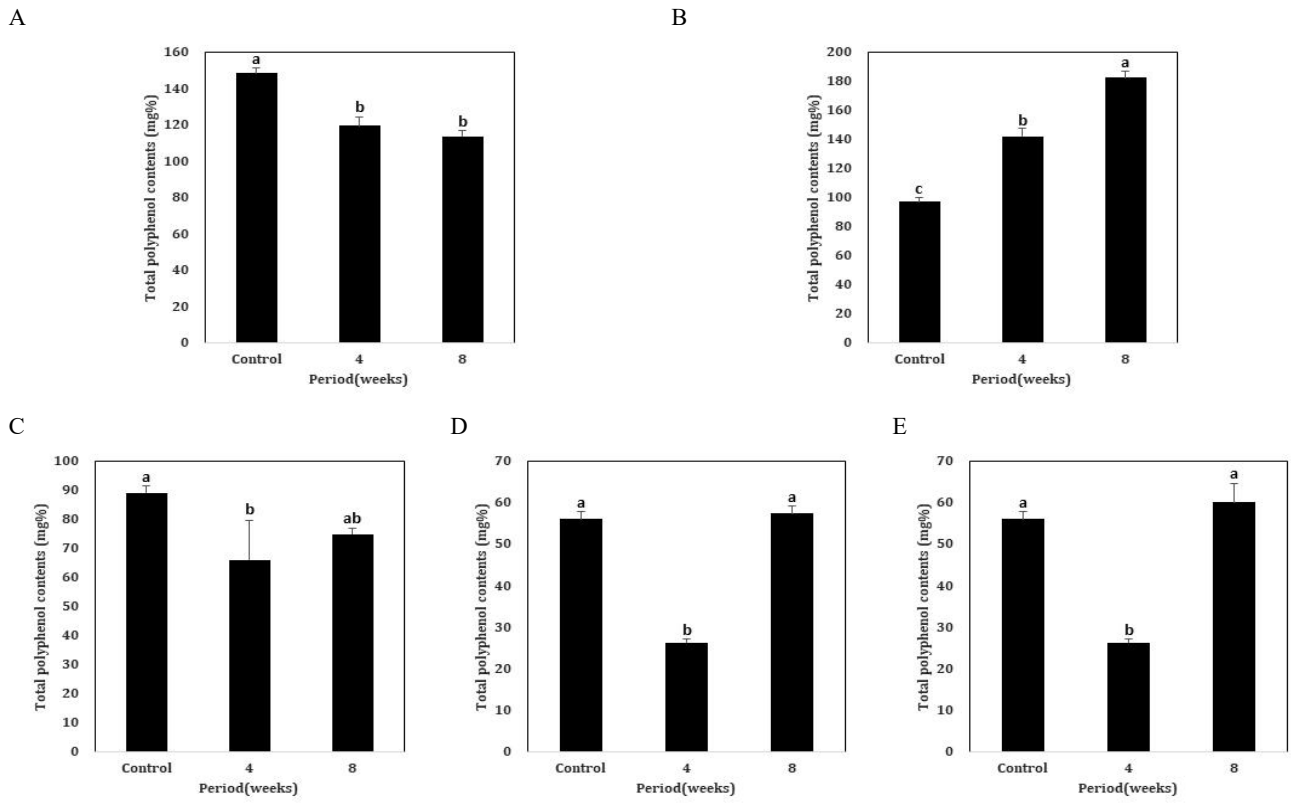
**Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of low alcohol wine.** (A) red dry wine for 8 weeks after heat sterilization. (B) red sweet wine for 8 weeks after heat sterilization. (C) rose dry wine for 8 weeks after treated with 100 ppm potassium metabisulfite. (D) rose sweet wine for 8 weeks after treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 100 ppm potassium sorbate. (E) rose sweet wine for 8 weeks after treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 200 ppm potassium sorbate.

와인의 산화를 방지한다(Chang 등 2008). 또한, Lee & Kim (2006)의 연구에 따르면 총폴리페놀류 함량과 갈변도를 나타내는 Hue 값이 음의 상관관계를 나타내어 총폴리페놀 함량이 높을수록 낮은 Hue 값을 나타낸다고 하였으며, 이는 총폴리페놀 함량이 적은 와인에서 숙성 중 산화가 많이 진행되어 갈변도도 높게 나타났다고 보고하였다. 따라서 폴리페놀 함량에 따라 와인의 산화에 대한 저항성이 결정된다. 가열 및 비가열 살균 처리 저알코올 와인의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 가열 살균 레드 드라이 와인은 살균 전 148.42 mg%에서 113.76 mg%로 감소하였다. 반면, 가열 살균 처리한 레드 스위트 와인은 살균 전 97.40 mg%에서 182.63 mg%로 살균 후 시간이 경과함에 따라 증가하였다. 비가열 살균 처리한 로제 와인은 살균 후 4주에는 감소하였다 8주차에는 살균 전과 동일한 수준으로 다시 증가하는 경향을 보였으며, 스위트 와인보다 드라이 와인에서 총 폴리페놀 함량이 더 높았다. Phenolic content와 DPPH 라디칼에 대한 소거능은 관계가 있으며, 폴리페놀 성분에 의해 항산화 활성

이 나타난다는 보고(Guilford & Pezzuto 2011; Kim 등 2012b)가 있으며, 본 연구 결과에서도 비슷한 경향을 나타내었다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 레드 및 로제 저알코올 와인을 제조하여 와인 종류별로 가열 및 비가열 살균 처리를 진행하였고 품질특성과 기능성을 비교하였다. pH 측정 결과, 대조구는 2.68~3.17, 살균 후 와인의 pH는 3.15~3.19로 분석됐다. 가열 살균한 레드 드라이 와인을 제외한 모든 처리군에서 증가하였으며, 4주까지 증가하다 이후로는 일정한 경향을 보였다. 가열 및 비가열 살균 후 와인의 휘발산 함량은 0.011~0.024%로 대조구(0.020~0.026%)대비 감소하거나 일정하였다. 알코올 함량은 가열 살균한 레드 와인의 경우 살균 전에는 6.21~6.36%, 살균 후 시간이 경과함에 따라 6.30~6.46%로 증가하였다. 유리야황산 함량은 가열 및 비가열 살균 처리 모두 살균 후 13.00~29.67 mg/L로 감소하였다. 총야황산 함량도 유리야황



**Fig. 2. Total polyphenol contents of low alcohol wine.** (A) red dry wine for 8 weeks after heat sterilization. (B) red sweet wine for 8 weeks after heat sterilization. (C) rose dry wine for 8 weeks after treated with 100 ppm potassium metabisulfite. (D) rose sweet wine for 8 weeks after treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 100 ppm potassium sorbate. (E) rose sweet wine for 8 weeks after treated with 100 ppm potassium metabisulfite and 200 ppm potassium sorbate.

산 함량과 마찬가지로 살균 후 감소하는 경향을 보였으며, 가열 살균한 레드 와인에서 47.50~48.5 mg/L로 가장 낮았다. 가열 및 비가열 살균 와인의 명도는 51.09~88.51로 분석되어 대조구(73.58~93.70)보다 감소하였으며, 적색도와 황색도는 증가하였다. 저알코올 와인의 가열 및 비가열 살균 후 Hue 값을 분석한 결과, 로제 스위트 와인은 1.13~1.17로 살균 처리 후 4주차에 가장 높았으며 8주차에는 다시 감소하였다. 이 외에 처리군에서는 살균 처리 후 감소하는 경향을 나타내었다. Color intensity 분석 결과, 레드 및 로제 드라이 와인은 살균 후 증가하였으나 레드 및 로제 스위트 와인은 살균 후 감소하였다. 저알코올 와인의 DPPH 전자공여능 분석 결과, 가열 살균한 레드 와인은 75.50~89.23%였으며, 로제 와인은 36.60~56.54%로 살균 후 4주에는 감소하다 8주차에 다시 증가했다. 가열 및 비가열 살균 처리 저알코올 와인의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 가열 살균 레드 드라이 와인은 살균 전 148.42 mg%에서 113.76 mg%로 감소하였으나, 가열 살균 레드 스위트 와인은 살균 전 97.40 mg%에서 182.63 mg%로 살균 후 증가하였다. 비가열 살균 처리한 로제 와인은 살

균 후 4주에는 감소하였다 8주차에는 살균 전과 동일한 수준으로 다시 증가하는 경향을 보였으며, 스위트 와인보다 드라이 와인에서 총 폴리페놀 함량이 더 높았다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 국산 포도의 안정생산과 와인 경쟁력 강화를 위한 생산기술 개발 및 실용화, 과제번호: PJ016146)의 지원에 의한 것으로, 이에 감사드립니다.

## References

- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wine. pp.176-180. John Wiley & Sons
- Bing DJ, Kim HJ, Lee OS, Chun SS. 2015. Development of rose sparkling wine with reed root extracts. *Korean J Food Nutr* 28:666-675



- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Chang EH, Jeong ST, Park KS, Yun HK, Roh JH, Jang HI, Choi JU. 2008. Characteristics of domestic and imported red wines. *Korean J Food Preserv* 15:203-208
- Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services. 2018. 2017 Research Report on Agricultural Science and Technology Research and Development. pp.571-596. *Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services*. Report No. 73-6430048-000007-10
- Du Toit WJ, Lambrechts MG. 2002. The enumeration and identification of acetic acid bacteria from South African red wine fermentations. *Int J Food Microbiol* 74:57-64
- Guilford JM, Pezzuto JM. 2011. Wine and health: A review. *Am J Enol Vitic* 62:471-486
- Heredia FJ, Francia-Aricha EM, Rivas-Gonzalo JC, Vicario IM, Santos-Buelga C. 1998. Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes—I. pH effect. *Food Chem* 63:491-498
- Jeong EJ, Kim YS, Jeong DY, Shin DH. 2006. Yeast selection and comparison of sterilization method for making strawberry wine and changes of physicochemical characteristics during its fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 38:642-647
- Joyeux A, Lafon-Lafourcade S, Ribéreau-Gayon P. 1984. Evolution of acetic acid bacteria during fermentation and storage of wine. *Appl Environ Microbiol* 48:153-156
- Jung GT, Ju IO, Choi DG. 2005. Quality characteristics and manufacture of mulberry wine. *Korean Journal of Food Preservation* 12:90-94
- Jung HW. 2013. Wine selection attributes and purchase motives according to the drinker groups. Master's Thesis, Sungshin Women's Univ. Seoul. Korea
- Kang BT, Yoon OH, Lee JW, Kim SH. 2009. Qualitative properties of wild grape wine having different aging periods. *Korean J Food Nutr* 22:548-553
- Kim DO, Lee KW, Lee HJ, Lee CY. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. *J Agric Food Chem* 50:3713-3717
- Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim MY, Lee SH, Lee BH. 2012b. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44:337-342
- Kim JS, Kim SH, Han JS, Yoon BT, Yook C. 1999. Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 31:516-521
- Kim YJ, Song GC, Lee YH, Jang KH, Jeong ST, Jeong C. 2012a. Fruit Wine: Science and Application. pp.135-137. Soohaksa
- Ko JY. 2007. Relationships between well-being perception and wine purchase choice attributes. *Korean J Hosp Admin* 16:155-172
- Lee CH, Kim GM. 1995. Determination of the shelf-life of pasteurized Korean rice wine, Yakju, in aseptic packaging. *Korean J Food Sci Technol* 27: 156-163
- Lee CH, Tae WT, Kim GM, Lee HD. 1991. Studies on the pasteurization conditions of Takju. *Korean J Food Sci Technol* 23:44-51
- 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 JK, Kim JS. 2006. Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 38:408-413
- Lee JY, Chae SK. 2010. Studies on the changes in the extraction of phenolics and color characteristics by the enzyme treatment of red grape (Muscat Bailey A) wine during fermentation. *Korean J Food Nutr* 23:324-331
- Min YK, Lee MK, Yoon HS, Park HJ. 1997. Quality changes in jujube wine with heating temperatures. *Food Eng Prog* 1:212-218
- Park H, Park E, Park EK, Choi S, Shin H, Kim MJ. 2021. Quality characteristics and functionality of vin chaud prepared from Campbell Early wine. *Korean J Food Nutr* 34:516-525
- Park H, Park JM, Han B, Choi W, Noh J. 2018. Quality characteristics of Korean domestic commercial meoru wines. *Korean J Food Nutr* 31:703-711
- Park JM, Park H, Jeong C, Choi W, Kim S, Yoon HS. 2017. Quality characteristics of Korean domestic commercial rose wines. *Korean J Food Nutr* 30:889-899
- Park WM, Park HG, Rhee SJ, Lee CH, Yoon KE. 2002. Suitability of domestic grape, cultivar Campbell's Early, for production of red wine. *Korean J Food Sci Technol* 34:590-596
- Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F. 2008. Grape products and cardiovascular disease risk factors. *Nutr Res Rev* 21:158-173
- Roh HI, Chang EH, Joeng ST, Jahng KY. 2008. Characteristics

- of fermentation and wine quality. *Korean J Food Preserv* 15:317-324
- Yang MR, Bae EJ, Kim YM, Kang JE, Lim B, Kang HY, Her YY, Park YS, Jeong ST. 2020. Physicochemical characteristics of wine made from domestic grapes. *Korean J Food Sci Technol* 52:649-654
- Yoon HS, Jeong C, Park H, Park JM, Choi W, Kim S. 2017. Aroma and quality characteristics of Cheongporang white wines using grapes at different stages of ripening. *Korean J Food Nutr* 30:813-822
- Yoon HS, Park JM, Park H, Jeong C, Choi W, Park J, Kim S. 2016. Quality characteristics of Korean domestic commercial white wines. *Korean J Food Nutr* 29:538-546
- 
- Received 16 September, 2022  
Revised 26 September, 2022  
Accepted 02 October, 2022