

효모의 종류를 달리하여 제조한 동결 농축 청수 와인의 품질 특성

박혜진 · 박의광 · 최성열 · 신혜림 · 김민자* · †박정미**

충청북도농업기술원 와인연구소 농업연구사,
*충청북도농업기술원 와인연구소 농업연구관, **충청북도농업기술원 작물연구과 농업연구사

Quality Characteristics of Cheongsoo Grape Wine by Freeze Concentration Fermented with Different Yeasts

Hyejin Park, Eui Kwang Park, Sungyeol Choi, Hyerim Shin, Min-Ja Kim* and †Jung-Mi Park**

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

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

**Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon 28130, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate the quality characteristics of Cheongsoo wine using freeze concentration fermented with 5 kinds of yeast strains (*Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30, HK22, HK32 and Fermivin). We compared the characteristics, volatile flavor component and physiological activity of 5 wines. The freeze concentration can increase the sugar concentration in grape juice by reducing its water content and the alcohol content of freeze-concentrated Cheongsoo wines ranged between 15.0-15.8%. The pH of wines ranged from 2.92 to 2.94 and the total acidity and soluble solid of wines ranged from 12.40-13.27. °Brix. The major organic acid in the wines was tartaric acid (4.49-5.11 mg/mL) and malic acid (7.00-7.97 mg/mL). It contains higher functional compounds in wine fermented with yeast (EJ18, EJ30, HK22, HK32) than wine fermented with fermivin. α-glucosidase and tyrosinase inhibitory activity had the highest values (78.87% and 62.25%) in wine fermented with HK22 and EJ18 yeast, respectively. 16 volatile flavor compounds (alcohols, esters, ketones, acids, and others) were detected in the Cheongsoo wines by freeze concentration. These results provide useful information that the quality characteristics of wine developed by the freeze-concentration method using grapes cultivated in Korea.

Key words: Cheongsoo wine, yeast, freeze concentration, quality characteristics, fermentation

서 론

와인의 품질은 1차적으로 원료의 영향을 가장 많이 받으며, 2차적으로 발효기술과 숙성기술도 영향을 준다(Lee 등 2004; Lee & Kim 2006). 국내는 주로 캠벨얼리(Campbell Early), MBA(Muscat Bailey A), 거봉(Kyoho) 등을 이용하여 와인을 제조하고 있으나, 양조용 포도 품종에 비해 당도가 낮고, 신맛이 강한 것으로 보고되고 있는데 우리나라의 경우 양조용 유럽계통의 *Vitis. vinifera* 종의 노지재배가 어렵기 때문에 *Vitis. labrusca* 품종을 이용하여 와인을 양조하고 있다

(Lee 등 2004).

와인 제조 및 국산 와인의 품질 개선에 관한 국내 연구들은 국산 와인의 품질을 개선하기 위해 송이 줄기를 첨가해 MBA(Muscat Bailey A) 와인의 생리활성 물질 함량을 증가시킨 연구(Jeong 등 2015), 포도 숙성 정도에 따른 청포랑 화이트 와인의 향기 및 품질 특성에 관한 연구(Yoon 등 2017) 등이 있으며, Bae 등(2004)은 우리나라 포도의 부족한 당을 보충하기 위하여 쌀과 포도를 혼합하여 쌀포도주를 양조하여 발효 특성을 살펴보고, Lee & Park(1980)은 와인의 신맛을 조절하기 위해 *Leuconostoc oenos*를 고정화시키는 연구를 진

† Corresponding author: Jung-Mi Park, Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5583, Fax: +82-43-220-5549, E-mail: hosu3457@korea.kr

행하였으며, Chang 등(2010)은 발효전 포도 으깬이의 열처리 온도에 따른 와인 품질특성에 관해 연구하였다.

아이스 와인은 잘 익은 포도를 수확기를 지나서까지 수확하지 않고 기다린 후 한겨울 온도가 $-7\sim-12^{\circ}\text{C}$ 를 유지할 때 부분적으로 동결된 포도를 손으로 수확한 후 빨리 압착한 포도 착즙액을 가지고 양조한, 당도가 높고 감미가 강한 디저트용 와인을 말한다(Pigeau 등 2007; Setkova 등 2007; de Lerma & Peinado 2011). 우리나라에서는 기후적 환경 때문에 자연 동결 농축된 과실을 얻을 수가 없으므로 인공적으로 과실이나 과즙을 농축해야 되는 실정이다. 동결 농축은 동결 건조를 포함한 다른 농축공정들보다 포도즙에서 휘발성 향기 성분의 변화와 페놀성 화합물들의 열에 의한 손상을 최소화할 수 있다(Wilson EL 1981). 국내 아이스 와인 제조에 관한 연구로는 MBA를 인공적으로 동결 건조하여 아이스 와인을 제조한 연구(Jeon & Kim 2014), 캠벨얼리 포도즙을 동결 건조하여 내당성 효모를 이용한 발효 연구(Hwang 등 2011), 내당성 효모 *Saccharomyces cerevisiae* SS89에 의한 동결농축 사과즙의 무가당 아이스 사과주 숙성 발효에 관한 연구(Choi 등 2012) 등이 있다.

청수는 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 육성한 포도 품종으로 'Seibel 9110'과 'Himrod Seedless'을 교배하여 만든 품종으로 국내 재배가 가능한 국내 육성 포도 품종 중에서 생식용뿐 아니라 양조 적성이 우수한 화이트 와인용 품종(Kim 등 2014)이며 다양한 와인으로서의 양조 가능성의 검토가 필요하다. 현재 국내 와인 제조에 쓰이는 발효 균주가 대부분 외국에서 개발한 균주를 사용하고 있다는 점에서 국내재배 포도품종에 적합한 발효 균주의 개발은 매우 중요하다(Kim 등 2007). 이에 본 연구에서는 국내에서 개발한 청수의 포도즙을 동결 농축하여 아이스 와인으로서의 양조 적성을 확인할 뿐 아니라 개발한 효모의 종류별로 양조하여 와인의 품질 특성과 기능성 등을 조사하여 국내 와인의 개발에 대한 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 연구에 사용한 청수(2020년산)는 충북 영동군에서 재배한 것을 이용하였으며, 와인 제조에 사용한 효모는 와인연구소에서 2019년에 국립농업과학원 미생물은행(KACC)에 생물자원등록한 4종(*Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30, HK22, HK32)과 대조구로 *Saccharomyces cerevisiae*(Fermivin 7013, DSM Food Specialities B. V. Netherlands)를 사용하여 발효를 시작하였다. 발효시 메타중아황산칼륨(Institut oenologique de

champagne, Mardeuil, France)을 이용하여 와인을 제조하였고 분석 시약은 Sigma-Aldrich Co.(St.Louis, MO, USA), Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan), Merck(München, Germany) 등에서 구입한 특급 및 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

2. 동결 농축 청수 와인의 제조

무가당 와인을 제조하기 위해 포도(청수)는 제경 파쇄하여 송이줄기를 제거하고, 파쇄한 후 포도즙의 산화를 방지하기 위해 메타중아황산칼륨 100 ppm을 첨가한 다음 10°C 에서 동결 농축기(Slushia, Sewon syschen, Korea)에 25 L씩 당도를 기준으로 약 50%까지 농축하였다. 농축된 청수 포도즙에 다섯 가지의 효모를 효모 수 $8.0\sim 9.0 \log \text{CFU/mL}$ 로 접종하여 18°C 에서 알코올 발효를 시작하였다. 알코올 발효가 진행되어 알코올 함량 14% 이상이 되면 발효를 중단한 후 시료를 채취하여 분석하였다.

3. 품질 분석

1) 일반 품질 특성(pH, 당도, 총산 및 알코올 함량)

와인의 pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion pH meter, MA, USA)를 이용하여 측정하였고, 당도(°Brix)는 디지털당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하였다. 총산은 와인 시료 5 mL에 1% phenolphthalein 2-3방울을 넣고 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 적정하였고, 0.1 N NaOH의 소비된 양으로부터 tartaric acid에 상당하는 유기산 계수로 환산하였다(Park 등 2018). 와인의 알코올 함량은 국제청주류분석법(NTSTSI 1999)의 증류법으로 측정하였다. 즉, 시료 100 mL를 취하여 증류수 100 mL를 혼합한 후 증류시켜 그 유액이 70 mL가 되면 증류를 중지하고, 여기에 증류수를 이용해 100 mL로 정용한 후 증류액의 온도가 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 냉각시키고 주정계를 사용하여 측정된 다음 주정분 온도 환산표에 대입하여 알코올 함량을 측정하였다.

2) 색도 및 Hue, color intensity

와인의 색도를 측정하기 위해 원심분리한 시료의 상등액을 가지고 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 $L=99.55$ $a=-0.05$ $b=-0.33$ 이었다. 시료의 color intensity는 분광광도계(Lambda 35 UV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 420 nm(녹황색)+520 nm(적색)+620 nm(청색) 흡광도로 나타내었다(Yoon 등 2016).

3) 유리당 함량

와인의 유리당 함량은 시료를 0.45 µm membrane filter (Whatman, Maidstone, UK)로 여과한 후 HPLC(1200 Infinity, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. 칼럼은 Zorbax carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)을 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile:water = 75:25(v/v%), 유속 1.5 mL/min, 시료 주입량은 20 µL로 하였다. 검출기는 RI(30°C, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하였으며 표준물질은 fructose, glucose 및 sucrose(Sigma-Aldrich Co.)로 검량곡선을 작성하여 시료 중의 개별당 함량을 정량하였다(Park 등 2017).

4) 유기산 함량

유기산 함량은 시료를 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(1200 Infinity, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. 칼럼은 Hi-Plex H(7.7×300 mm, Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 이용하였고, 이동상은 0.01 M H₂SO₄, 유속은 0.6 mL/min, 시료 주입량은 20 µL로 하였다. UV 210 nm에서 검출하였으며 표준물질은 와인의 주요 유기산인 citric acid, tartaric acid, malic acid, lactic acid, acetic acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)로 개별 유기산 함량의 정량 분석에 사용하였다(Yoon 등 2016).

4. 생리 활성 측정

1) 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent를 이용하여 청색으로 발색되는 원리로 분석하였다(Amerine & Ough 1980). 즉, 각각의 시료 0.1 mL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하고 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 첨가하여 30분간 반응 후, 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용한 표준곡선을 작성하여 양을 환산하였다.

2) 탄닌 함량

탄닌 함량은 Duval & Shetty(2001)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 95% Ethanol 1 mL과 증류수 1 mL를 가하여 진탕하고 5% Na₂CO₃용액 1 mL과 1 N-Folin-Ciocalteu's reagent 0.5 mL를 첨가 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 총 탄닌 함량은 표준물질 tannic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였다.

3) DPPH 라디칼 소거능 분석

시료의 항산화활성을 확인하기 위해 DPPH 라디칼소거능

을 분석하였다. Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였고, 각 시료 0.2 mL에 0.4 mmol α,α-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) 용액 0.8 mL를 넣고 10초간 진탕하고 실온에서 10분 동안 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 대조구(증류수)의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

4) α-Glucosidase 저해활성

α-Glucosidase 저해활성은 Tibbot & Skadsen(1996)의 방법에 따라 측정하였다. α-Glucosidase (0.35 U/mL)와 p-nitrophenyl-α-Dglucopyranoside(1.5 mM, pNPG)는 0.1M sodium phosphate buffer(pH 7.0)에 용해하여 사용하였으며, 각각의 추출물 50 µL를 0.35 unit/mL α-glucosidase 효소액 100 µL와 혼합하여 37°C에서 10분간 전배양한 후 1.5 mM pNPG 50 µL를 가하여 37°C에서 20분간 반응시켰다. 1M Na₂CO₃ 1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 후 405 nm에서 흡광도를 측정하고 시료의 저해율(%)을 계산하였다.

$$\alpha\text{-Glucosidase inhibition ability (\%)} = \left(\frac{1 - (A - B)}{C} \right) \times 100$$

A: Absorbance at 405 nm determined with sample

B: Absorbance at 405 nm determined with buffer instead of enzyme

C: Absorbance at 405 nm determined with buffer instead of sample

5) Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase 저해활성은 Flurkey WH(1991)의 방법을 변형하여 tyrosinase의 작용 결과 생성되는 dopachrome을 비색법을 이용하여 측정하였다. 0.067 M Sodium phosphate buffer(pH 6.8) 0.5 mL, 시료 0.1 mL, 기질 10 mM L-DOPA(dihydroxyphenylalanine, Sigma-Aldrich Co.) 0.2 mL를 넣고 혼합한 혼합액에 효소액(mushroom tyrosinase, 110 unit/mL, Sigma-Aldrich Co.)을 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분 동안 반응시켜 475 nm에서 측정(Bio-Rad Laboratories, Inc.)하고 dopachrome의 변화를 저해능으로 환산하였다. Tyrosinase 저해능은 다음의 식에 의하여 계산되었다.

$$\text{Tyrosinase inhibition ability (\%)} = \left(\frac{1 - (A - B)}{C} \right) \times 100$$

A: Absorbance at 475 nm determined with sample

B: Absorbance at 475 nm determined with buffer instead of enzyme

C: Absorbance at 475 nm determined with buffer instead of sample

5. 향기성분 분석

향기성분 분석은 Losada 등(2012)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 시료 10 mL에 내부표준물질인 4-methyl-2-pentanol을 첨가하였으며, 향기성분의 추출은 direct headspace trap 기술 장비인 Turbomatrix 40 trap(Perkin Elmer)을 사용하였다. Gas chromatograph/mass spectroscopy(Perkin Elmer Clarus 680GC/Clarus SQ8T MSD)로 분석하였으며, 컬럼은 Elite Volatile MS(30 m×0.25 mm×0.25 μm, Perkin Elmer)을 장착하고 헬륨(99.9995%)을 carrier gas로 이용하였다. 향기성분의 동정은 GC-MS를 이용하여 얻은 mass spectrum을 NIST data base로 검색하여 동정(Mass 범위는 45~450 m/z)하였고, 정량은 내부표준물질인 4-methyl-2-pentanol의 면적비를 기준으로 정량하였다.

6. 통계분석

모든 실험의 각 항목은 3회 반복 실시하여 측정된 평균과 표준편차를 산출하고, 각 실험군간 평균치의 통계적 유의성은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test로 검증하였고 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)을 실시하였고, Duncan multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 동결 농축 청수 포도즙 및 와인의 일반 품질 특성 및 색도 분석

동결 농축 전, 후의 청수 포도즙 시료와 효모의 종류별로

제조한 동결 농축 청수 와인의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 원료 포도즙의 당도는 14.73 °Brix이고 동결 농축한 포도즙은 29.2 °Brix로 동결농축 전 포도즙 당도의 49.68%로 약 50% 농축되는 정도까지 포도즙을 동결농축 하였다. 알코올 발효를 중지하여 제조한 청수 와인의 당도는 12.40~13.27 °Brix로 Lee & Kim(2006) 등의 연구에서 여섯 가지 방법을 달리하여 Campbell Early 와인을 제조하였을 때 발효 전 포도의 당도가 14 °Brix인데 발효가 끝난 와인의 당도가 4.0~5.0 °Brix까지 감소하였으며 환원당은 거의 소진되었다는 연구보다 당도가 높아 잔당이 남아있는 와인을 제조하였으며 발효가 진행되어 와인의 알코올 함량은 15.0~15.8%으로 분석되었다. 알코올 함량은 포도 must의 당 함량에 좌우되는 것으로 알려져 있고 이론적으로 당 함량의 무게비로는 51.1% 부피비로는 59%가 알코올로 전환되며 가용성 고형물(°Brix) 대비 용량 기준으로는 약 55%의 알코올이 생성된다(Jackisch P 1985; American Wine Society 1994)는 이론과 유사하였고, 시판되는 퍼미빈 효모를 이용한 와인과 내당성이 있는 생물 자원 등록한 효모를 이용한 와인 모두 알코올 발효가 잘 일어난 것으로 나타나 높은 당 농도를 가진 동결농축 포도즙에서도 안정적으로 알코올을 생성하여 알코올 발효에 적합한 효모로 판단된다.

원료 포도즙의 pH는 3.06에서 동결농축을 진행하면 2.99로 감소하였고 총산 함량은 0.62에서 1.17로 증가하였는데 발효 전 포도즙의 총산 함량은 0.6~0.8%가 적당한 수준이라고 보고 되었지만(Yook 등 2007) 이것은 동결농축이 포도즙이 농축되어 수분이 제거될 때에 총산 함량이 증가하는 Moon 등(2004)의 연구와 일치하였으며 발효가 완료된 와인

Table 1. Chemical characteristics and colorimetric characteristics of Cheongsoo grape must and wine using freeze concentration

Sample	pH	Soluble solid (°Brix)	Total acidity (% w/v)	Alcohol (%)	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)	Color intensity
Grape must	3.06±0.04 ^{a1)2)}	14.73±0.06 ^b	0.62±0.00 ^f	ND	97.81±0.01 ^a	-1.06±0.01 ^a	6.81±0.01 ^g	0.45±0.01 ^b
Control ³⁾	2.99±0.02 ^b	29.30±0.00 ^a	1.17±0.00 ^e	ND	96.92±0.02 ^c	-2.33±0.01 ^f	14.39±0.01 ^a	1.13±0.00 ^a
Fermivin	2.93±0.01 ^c	13.27±0.06 ^c	1.42±0.01 ^a	15.0	97.61±0.00 ^f	-1.56±0.00 ^b	12.22±0.01 ^f	0.41±0.00 ^c
EJ18	2.94±0.01 ^c	13.20±0.00 ^d	1.39±0.01 ^c	15.0	97.72±0.00 ^c	-1.95±0.00 ^c	13.06±0.00 ^c	0.27±0.00 ^g
EJ30	2.92±0.01 ^c	12.40±0.00 ^g	1.38±0.00 ^d	15.8	97.74±0.00 ^b	-1.95±0.00 ^c	12.93±0.01 ^d	0.28±0.00 ^f
HK22	2.93±0.01 ^c	13.00±0.00 ^e	1.42±0.00 ^a	15.2	97.65±0.01 ^d	-1.83±0.01 ^c	12.71±0.01 ^e	0.30±0.00 ^e
HK32	2.92±0.02 ^c	12.47±0.06 ^f	1.40±0.00 ^b	15.4	97.62±0.00 ^e	-1.87±0.00 ^d	13.16±0.01 ^b	0.31±0.00 ^d

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⁾ Control means freeze concentrated Cheongsoo grape must.

Fermivin: Cheongsoo wine fermented with Fermivin, EJ18: Cheongsoo wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* EJ30, HK22: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK22, HK32: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK32.

의 pH는 2.92~2.94, 총산 함량은 1.38~1.42%로 동결 농축한 포도즙보다 pH는 약간 감소하였고 총산 함량은 약간 증가한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 발효 또는 숙성 시 권장되고 있는 화이트 와인의 pH 3.1~3.4 사이(Jackson RS 2008) 보다 다소 낮았는데 이와 같은 차이는 원료 포도 수확시기에 따른 차이인 것으로 본 연구에 사용된 청수 포도가 pH가 다소 낮고 총산 함량이 높아서 달라지는 것으로 판단된다.

와인의 색은 포도 과피 중의 폴리페놀 화합물이 와인 제조 공정 중 착즙액 및 발효액에 용출되어 나타나는 것으로 와인의 기호적 품질 및 기능성의 지표가 되는 요소들이다(Burin 등 2010; Valdez B 2012). 청수 포도즙과 효모 종류별로 제조한 동결 농축 청수 와인의 색도를 비교하기 위해 Hunter L, a, b 및 color intensity를 측정하였으며 분석 결과는 Table 1과 같다. 명도는 97.61~97.81로 분석되어 동결 농축 전 원료 청수 포도즙에서 가장 높았으며 적색도는 -2.33~-1.06, 황색도는 6.81~14.39로 황색도는 동결 농축 후 포도즙에서 가장 높았고 농축 전 원료에서 가장 낮은 것으로 나타나 동결 농축을 진행하면 황색도가 진행되는 것으로 나타났으며 이것은 동결 농축으로 색소의 농축이 같이 일어난 것으로 판단되며(Park 등 2019) 이와 같은 결과는 Yoon 등(2016)의 국산 시판 화이트 와인의 명도 89.56~95.46 및 황색도가 3.93~17.49로 분석되었다는 결과와 유사하였고, 제조한 와인에서는 HK32로 제조한 와인에서 가장 높은 황색도가 분석 되었다. 색의 진하기를 나타내는 color intensity 분석 결과 농축 전후의 color intensity는 0.45에서 1.13으로 2배 이상 증가하였으나 와인을 제조하면서 다시 감소하였고 퍼미빈으로 제조한 와인에서 가장 높은 값을 나타내었다.

2. 동결 농축 청수 와인의 유리당 및 유기산 함량 분석

효모 종류별로 제조한 동결 농축 청수 와인의 유리당 및 유기산 분석 결과는 Table 2와 같다. 유리당 분석 결과 효모 종류별로 제조한 동결 농축 청수 와인에서 과당과 포도당이 검출되어 제조한 와인에서 당이 남아있는 것으로 나타났다. 과당의 경우 32.94~43.87 mg/mL, 포도당은 2.11~3.75 mg/mL 남아있거나 검출되지 않았다. 현재 우리나라의 경우, 와인은 주세법 상 과실주에 속하며, 당도에 관한 기준이 없으나, 미국의 경우 와인의 발효 후 잔존 당 함량에 따라 당 함량이 3%(w/v) 이상인 스위트 와인, 2~3%(w/v)의 미디움 스위트 와인, 1~1.8%(w/v)의 미디움 드라이 와인, 1%(w/v) 이하의 드라이 와인으로 구분되는데(Shin & Lee, 2019) 이번 연구에서 제조한 와인은 스위트 와인인 것으로 여겨지며 향후 관능적인 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

일반적으로 와인에서 신맛을 내는 주요 유기산은 주석산, 사과산 및 구연산이 대부분이며 발효과정 중 효소작용에 의해 초산, 젖산 및 호박산 등이 생성되는데 와인의 신맛은 주로 주석산과 사과산이 결정하고 구연산 함량은 상대적으로 낮아 큰 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다(Margalit Y 1997). 본 연구에서 대부분의 유기산은 주석산(4.49~5.11 mg/mL)과 사과산(7.00~7.97 mg/mL)이 많이 함유되었고 주석산은 퍼미빈으로 제조한 와인에서 가장 높았고 사과산은 HK22로 제조한 와인에서 가장 높았는데 수치적으로 큰 차이는 아니었다. 숙신산은 검출되지 않았으며 소량의 초산이 분석되었는데 이것은 Choi 등(2012)의 내당성 효모를 이용한 동결농축 사과즙의 무가당 아이스 사과주의 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

Table 2. Free sugar and organic acid contents of Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeasts (mg/mL)

	Fermivin	EJ18	EJ30	HK22	HK32
Fructose	43.87±0.59 ¹⁾²⁾	42.76±0.41 ^b	32.94±0.44 ^d	42.46±0.48 ^b	34.81±0.91 ^c
Glucose	2.74±0.40 ^b	3.75±0.17 ^a	ND	2.11±0.08 ^c	ND
Citric acid	0.50±0.01 ^b	0.51±0.01 ^{ab}	0.51±0.00 ^{ab}	0.52±0.01 ^a	0.51±0.00 ^{ab}
Tartaric acid	5.11±0.10 ^a	4.61±0.03 ^d	4.49±0.01 ^c	4.83±0.06 ^c	4.96±0.02 ^b
Malic acid	7.80±0.65 ^{ab}	7.00±0.06 ^c	7.24±0.03 ^{bc}	7.97±0.23 ^a	7.48±0.05 ^{abc}
Lactic acid	0.27±0.02 ^a	0.25±0.01 ^a	0.27±0.02 ^a	0.26±0.01 ^a	0.27±0.01 ^a
Acetic acid	0.02±0.05 ^b	0.06±0.00 ^a	0.05±0.00 ^{ab}	0.04±0.00 ^{ab}	0.05±0.00 ^{ab}

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

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

Fermivin: Cheongsoo wine fermented with Fermivin, EJ18: Cheongsoo wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* EJ30, HK22: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK22, HK32: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK32.

3. 동결 농축 청수 와인의 기능성 성분 및 생리활성

효모 종류별로 제조한 동결 농축 청수 와인의 기능성 성분 및 생리활성을 분석하기 위하여 총 폴리페놀 및 탄닌 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 분석하였고, α -glucosidase 및 tyrosinase 효소저해활성을 분석하였다.

총 폴리페놀 함량 및 탄닌 함량은 Table 3과 같다. 폴리페놀 화합물은 flavonoids, anthocyanins, tannins, catechins 등을 총칭하며, 과일 및 엽채류와 같은 식물에 다량 함유되어 있는 화합물이며(Urquiaga & Leighton 2000), 탄닌은 와인의 중요한 특성인 떫은맛과 무게감을 부여하는 성분이다(Park YH 1975).

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법을 이용하여 측정하였으며 분석 결과 61.39~64.62 mg%로 분석되어 HK32 효모로 제조한 와인에서 가장 높은 함량이 나타났고, 페미빈으로 제조한 와인에서 가장 낮은 함량이 분석되었다. 이와 같은 결과는 전처리 방법을 달리하여 만든 청수 와인이 15.9~30.6 mg% 범위에 속하였다는 보고(Jeon 등 2013) 및 청수 수확시기에 따른 와인 제조 시 14.7~29.8 mg%(Chang 등 2014) 보다 높았는데 본 연구에서는 포도즙의 동결 농축을 진행하였기 때문인 것으로 사료된다. 탄닌 함량은 58.40~61.79 mg%로 분석되어 EJ18, HK32로 제조한 와인에서 유의적으로 가장 높은 함량을 나타내었지만 수치적으로 큰 차이는 아니었다. 일반적으로 폴리페놀과 탄닌 함량은 화이트 와인보다는 레드 와인에서 많은 함량을 함유하고 있으며 포도 재배지의 기후, 재배 방법, 수확시기에 따라 와인에서도 영향을 준다.

Table 3. Total polyphenol and tannin contents of Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeasts (mg%)

Sample	Total polyphenol contents	Tannin contents
Fermivin	61.39±0.10 ^{b1)2)}	58.40±0.30 ^c
EJ18	62.88±0.10 ^{ab}	61.79±0.93 ^a
EJ30	61.65±0.10 ^b	60.13±0.15 ^b
HK22	62.84±0.10 ^{ab}	59.26±0.06 ^{bc}
HK32	64.62±0.10 ^a	61.73±0.71 ^a

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

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

Fermivin: Cheongsoo wine fermented with Fermivin, EJ18: Cheongsoo wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* EJ30, HK22: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK22, HK32: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK32.

체내의 신진대사와 산화된 식품의 섭취로 인해 기인되는 자유 라디칼은 반응성이 강하고 여러 생체물질과 쉽게 화학 반응을 일으켜 지질, 단백질, 핵산과 같은 체내 주요 물질의 비가역적 손상을 야기하며, 노화 및 만성질환을 유발한다(Halliwell B 1996). 효모 종류별로 제조한 청수 동결농축 와인의 항산화 활성을 비교하기 위해 DPPH 라디칼 소거능을 분석하였고 분석결과는 Fig. 1과 같다. 라디칼 소거능은 항산화능을 지닌 페놀성 물질 함량이 높을수록 소거활성이 증가되며 따라서 free radical 물질인 DPPH의 소거활성은 유의적인 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다(Rice-Evans 등 1997, Kim 등 2012). 효모 종류별 동결농축 청수 와인의 DPPH 라디칼 소거능 분석 결과 63.03~68.40%로 분석되어 페미빈으로 제조한 와인보다 생물자원 등록 효모로 제조한 와인에서 전반적으로 높게 분석되었다.

효모 종류별로 제조한 동결농축 청수 와인의 다양한 생리활성을 비교하기 위해 효소저해활성을 분석하였고 분석 결과는 Fig. 2 및 Fig. 3과 같다. α -Glucosidase는 이당류나 다당류를 소화 흡수되기 쉬운 단당류로 가수분해하는 역할을 하는데 이 효소에 대한 저해능은 탄수화물 섭취 후 혈당상승을 억제할 수 있어 항당뇨 활성측정법으로 이용되며(Gua 등 2006), α -Glucosidase는 식후 혈당치 증가에 밀접한 관계를 갖고 있으므로 천연물의 α -Glucosidase 저해제를 탐색하여 혈당 조절용 제품으로 개발하고자 하는 많은 연구들이 이루어지고 있다(Mai 등 2007). α -Glucosidase 저해활성 분석 결과 60.46~78.87%로 분석되었으며 HK22로 제조한 와인에서 유의적으로 가장 높은 저해활성을 나타내었고 Son & Choi

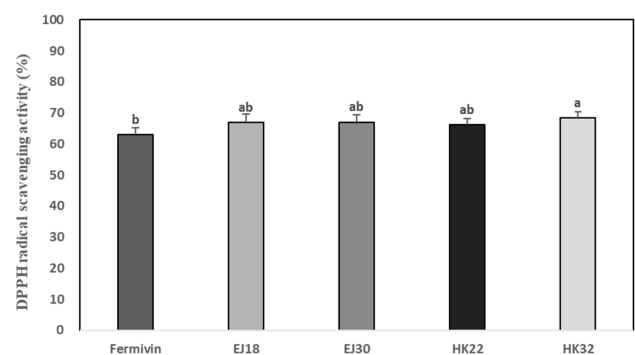


Fig. 1. DPPH free scavenging activity of Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeasts. Fermivin: Cheongsoo wine fermented with Fermivin, EJ18: Cheongsoo wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* EJ30, HK22: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK22, HK32: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK32.

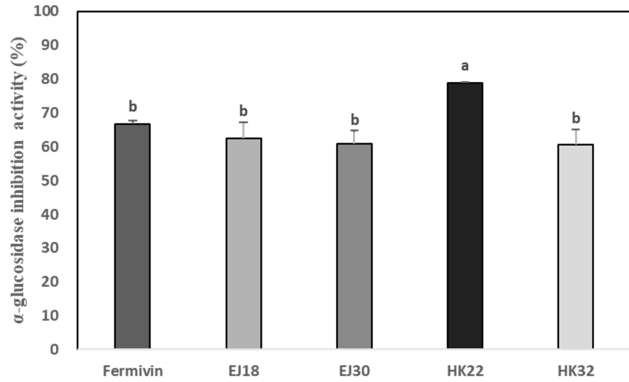


Fig. 2. α -Glucosidase inhibition activity of Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeasts.

Fermivin: Cheongsoo wine fermented with Fermivin, EJ18: Cheongsoo wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* EJ30, HK22: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK22, HK32: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK32.

(2013)의 연구에서 오디와인의 생리활성 및 α -glucosidase 저해제의 분석결과 오디와인이 69.37%로 분석된 결과와 유사한 활성을 나타내었다.

Tyrosinase 저해 활성은 피부 내에서 멜라닌 중합체 생합성을 효과적으로 저해할 수 있으므로 피부 미백 효능을 검증하는 데 있어서 매우 효과적인 평가방법이라고 할 수 있다 (Yang 등 2008). 분석결과 53.91~62.25%으로 퍼미빈으로 제조한 와인보다 생물자원 등록 효모로 제조한 와인에서 전반적으로 높은 저해활성을 나타내었으며 EJ18(62.25%)로 제조한 와인에서 유의적으로 가장 높게 분석되었고 HK22 (61.49%) 순이었으며 이는 Han 등(2008)의 연구에서 포도씨 methanol 추출 분획물의 tyrosinase 활성 분석 결과 1 mg/mL의 농도의 hexane 분획층(64.18%)과 유사한 활성을 나타내었다. 이와 같은 결과는 천연물에서 유래된 tyrosinase 활성 저해제로 알려진 물질인 quercetin, resveratrol 등이 포도에 다량 함유되어

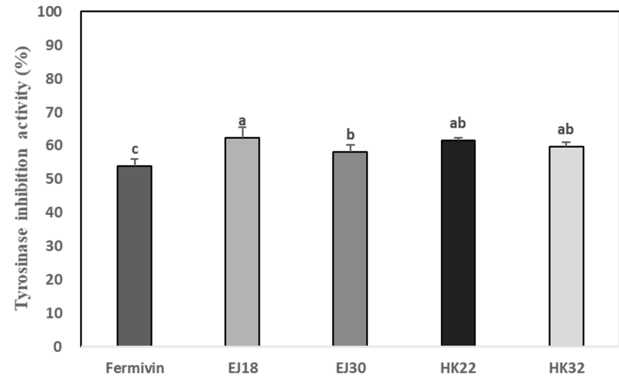


Fig. 3. Tyrosinase inhibition activity of Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeast.

Fermivin: Cheongsoo wine fermented with Fermivin, EJ18: Cheongsoo wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* EJ30, HK22: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK22, HK32: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK32.

있는 것으로 예상되어(Song 등 2007) 향후에 어떠한 성분이 저해활성의 증가에 영향을 주었는지에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.

4. 기능성 성분 및 생리활성의 상관관계분석

효모 종류별로 제조한 동결농축 청수 와인의 총 폴리페놀 및 탄닌 함량, DPPH 라디칼소거능, α -glucosidase 및 tyrosinase 저해활성 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 기능성 성분 및 생리활성 간의 상관관계는 α -glucosidase 저해활성과 총 폴리페놀 및 탄닌 함량, α -glucosidase 저해활성과 DPPH 라디칼 소거능 및 tyrosinase 저해활성을 제외하고는 모두 양의 상관관계를 나타내었으며 특히 총 폴리페놀 및 탄닌 함량과 tyrosinase 저해활성, 탄닌 함량과 DPPH 라디칼 소거능간의 상관계수가 각각 0.544, 0.525 및 0.604($p < 0.05$)로 높은 상관관계를 나타내었다. 따라서 본 연구에서는 동결농축

Table 4. Correlation coefficients among total polyphenol (TPC), tannin contents (TC), DPPH radical scavenging activity, α -glucosidase and tyrosinase inhibition activity of Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeasts

Factor	TPC	TC	DPPH	α -Glucosidase	Tyrosinase
TPC	1	0.507	0.279	-0.023	0.544*
TC		1	0.604*	-0.451	0.525*
DPPH			1	-0.242	0.422
α -Glucosidase				1	0.118
Tyrosinase					1

Significant at * $p < 0.05$.

청수 와인의 총 폴리페놀 및 탄닌과 같은 기능성 성분이 항산화 활성이나 tyrosinase 저해활성에도 영향을 준 것으로 판단된다.

5. 동결 농축 청수 와인의 향기성분

효모 종류별 제조한 동결 농축 청수 와인의 향기성분 분석 결과는 Table 5와 같고, 주요 에스테르 화합물인 isoamyl acetate의 GC-MS spectrum은 Fig. 4와 같다. 와인의 향은 와인의 관능에 중요한 요인이며 와인의 품질을 판단하는 지표로 작용하기도 하며 알코올류, 유기산류, 알데하이드류 등의 휘발성 성분들에 의해 나타나는 과실주 및 와인의 향은 주류제조에 있어 품질을 결정하는 중요한 기준으로 제품의 등급, 숙성도 및 변질여부 등을 결정하는 요소이다(Jo 등 2013).

효모 종류별로 제조한 동결 농축 청수 와인 분석 결과 검출된 향기성분은 총 16종이며, alcohol류는 4종, ester류는 8종, ketone류는 1종, acid류는 2종 기타 화합물은 1종으로 나타났다. 먼저 알코올류는 알코올 발효에 의해 생성되는 퓨젤

오일인 2-methyl-1-propanol과 3-methyl-1-butanol, 1-hexanol 그리고 phenethyl alcohol로 구성되었다. 이들 알코올류 성분의 전체 함량은 EJ30 효모로 발효한 와인에서 90.84 mg/L로 가장 많았고, HK22(89.84 mg/L), HK32(87.65 mg/L), EJ18(80.64 mg/L) 순이었으며 페미빈으로 발효한 와인이 67.25 mg/L로 가장 낮은 함량이 분석되었다. 이와 같은 결과는 Yoon 등 (2017)이 포도 숙성 정도에 따른 청포랑 화이트 와인의 향기성분을 분석한 연구에서 청포랑 와인의 향기성분의 알코올류 분석 결과에서 완숙 포도로 양조한 와인의 알코올류 함량 (84.02 mg/L)보다는 높고 중간정도 익은 포도(97.43 mg/L)보다는 낮은 함량이었다.

와인에서 나오는 대부분의 과일 향은 여러 가지 에스테르 화합물에서 생성되게 되는데, 이러한 에스테르 화합물은 포도 자체에서 생성되거나 알코올 발효 중에 효모의 효소에 의해 생성되는데(Bang 등 2015), 청수 와인의 에스테르 화합물은 8종이 검출되었으며 함량은 EJ18 효모로 발효한 와인에서 31.05 mg/L로 가장 많았고, HK32(27.56 mg/L), HK22

Table 5. Volatile compounds of Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeasts (mg/L)

	R.T. ¹⁾	Compounds	Fermivin	EJ18	EJ30	HK22	HK32
Alcohols	6.27	2-Methyl-1-propanol	7.74	10.38	11.60	10.08	9.12
	13.71	3-Methyl-1-butanol	57.35	67.47	76.07	76.47	75.16
	21.81	1-Hexanol	2.16	2.49	2.80	3.01	2.99
	44.04	Phenylethyl alcohol	0.25	0.30	0.38	0.29	0.38
		Total alcohols	67.25	80.64	90.84	89.84	87.65
Esters	7.24	Isoamyl acetate	9.59	16.08	13.70	12.72	13.54
	15.44	Ethyl Hexanoate	2.55	3.11	3.67	3.65	3.68
	17.67	Hexyl acetate	1.20	2.30	1.47	1.69	1.87
	25.96	Ethyl octanoate	1.46	3.05	1.66	1.88	1.95
	34.64	Ethyl decanoate	1.08	2.96	2.64	3.61	3.03
	36.60	Ethyl 9-decenoate	0.11	0.29	0.17	0.16	0.17
	40.87	Phenethyl acetate	0.21	0.31	0.25	0.23	0.29
	42.31	Ethyl dodecanoate	1.08	2.96	2.64	3.61	3.03
	Total esters	17.29	31.05	26.20	27.55	27.56	
Ketones	10.87	2,6-Dimethyl-4-heptanone	3.64	3.69	4.36	3.43	3.78
		Total ketones	3.64	3.69	4.36	0.00	3.78
Acid	26.03	Acetic acid	1.07	1.57	2.30	2.83	3.17
	44.04	Methylphenylphosphinic acid	0.25				
		Total acid	1.32	1.57	2.30	2.83	3.17
Miscellaneous	46.71	Biphenyl	0.18	0.03	0.07	0.07	0.06
		Total miscellaneous	0.18	0.03	0.07	0.07	0.06
		Total	89.92	116.99	123.78	123.72	122.21

¹⁾ Retention time.

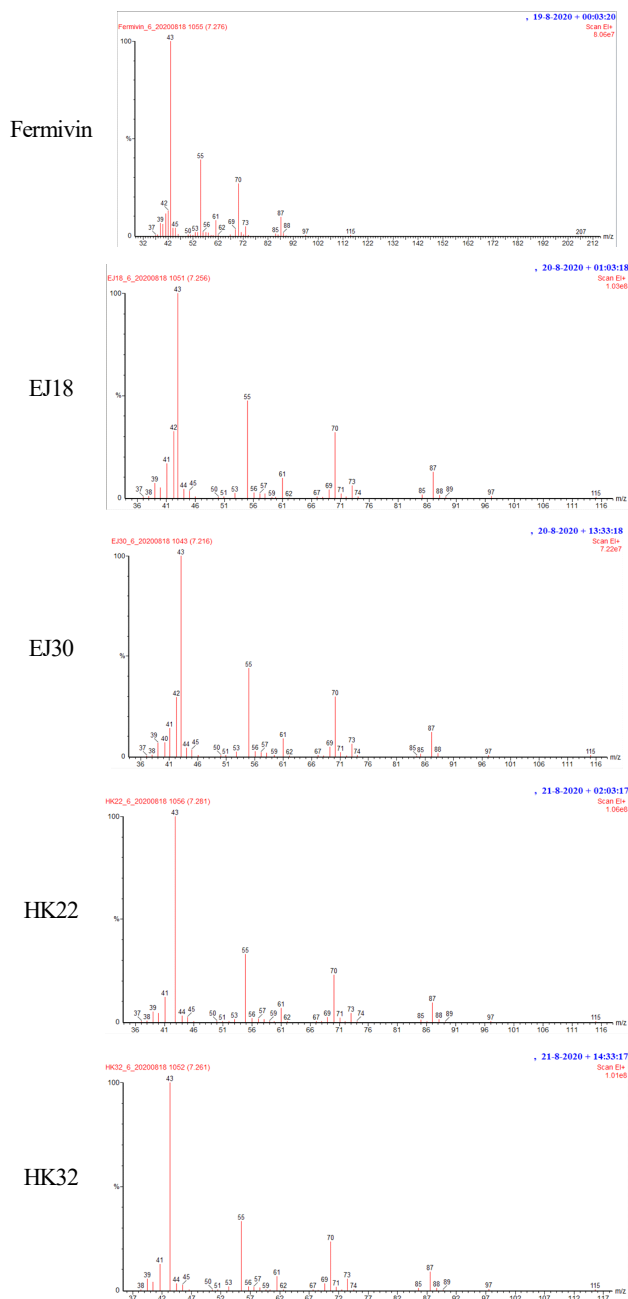


Fig. 4. GC-MS spectrum of major volatile flavor compound from Cheongsoo grape wine by freeze concentration fermented with different yeast. Fermivin: Cheongsoo wine fermented with Fermivin, EJ18: Cheongsoo wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* EJ30, HK22: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK22, HK32: Cheongsoo wine fermented with *S. cerevisiae* HK32.

(27.55 mg/L), EJ30(26.20 mg/L) 순이었으며 퍼미빈으로 발효한 와인이 17.29 mg/L로 가장 낮은 함량이 분석되었다. 화이

트 와인 품종 청수, 샤르도네, 리슬링의 주스 및 와인의 향기 성분 비교한 Kim 등(2018a)의 연구에서도 본 연구에서 분석된 에스테르 화합물이 검출되어 청수 와인의 향기 성분 중 주된 에스테르 물질은 isoamyl acetate, ethyl butanoate, ethyl hexanoate, ethyl octanoate과 ethyl decanoate였으며 isoamyl acetate는 청수 와인에서만 확인된 물질로 odor descriptor가 바나나 향 및 달콤한 향을 나타내었고 청수 와인의 과일 향과 달콤한 향은 다양하고 높은 ester 화합물 함량에 의한 것으로 판단하였다. 이와 같이 에스테르 화합물은 와인에서 fruity, floral 및 sweet 등의 향기 특성을 나타내는 물질로 와인의 향기 특성을 결정하는 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Kim 등 2018b). 따라서 본 연구에서 향기 성분 분석 결과 동결 농축 청수 와인 제조 시 생물자원 등록 효모로 발효한 와인에서 시판되는 효모인 퍼미빈으로 제조한 와인보다 더욱 풍부하고 많은 양의 향기 성분을 함유하고 있으며 와인의 관능적인 품질에 긍정적인 영향을 줄 것으로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 국내에서 육성된 청수 포도 품종을 이용하여 동결 농축한 후 생물자원 등록된 효모 4종(*Saccharomyces cerevisiae* EJ18, EJ30, HK22, HK32)과 시판 효모 1종을 사용해 효모 종류별로 와인을 제조하여 와인의 품질 특성과 향기 성분 및 기능성 성분을 비교하였다. 와인의 일반 품질 특성 분석 결과 원료의 포도즙을 29.2 °Brix으로 농축하여 발효한 결과 효모 종류별 모두에서 발효가 잘 진행되어 알코올 함량 15% 이상의 와인을 제조하였으며, 당도는 12.40~13.27 °Brix으로 나타났다. 동결농축 청수와의 기능성 성분 및 생리활성 분석 결과 총 폴리페놀 및 탄닌 함량이 퍼미빈으로 발효한 와인보다 생물자원 등록한 와인에서 수치적으로 큰 차이는 아니었으나 높은 함량이 나타나 EJ18 및 HK32로 제조한 와인에서 높게 분석되었으며 항산화 활성을 나타내는 DPPH 라디칼 소거능 역시 퍼미빈으로 제조한 와인보다 생물자원 등록 효모로 제조한 와인에서 전반적으로 높게 분석되었다. α-Glucosidase 저해활성 분석 결과 HK22로 제조한 와인에서 78.87%로 가장 높은 저해활성이 분석되었으며 tyrosinase 저해활성은 EJ18(62.25%), HK22(61.49%) 순으로 높게 나타났다. 향기 성분 분석 결과, 총 16종이며, alcohol류는 4종, ester류는 8종, ketone류는 1종, acid류는 2종 기타 화합물은 1종으로 나타났다. 시판되는 퍼미빈으로 발효한 와인보다 생물자원 등록 효모로 발효한 와인의 향기 성분이 더 많은 것으로 나타났고, 알코올류는 EJ30 효모로 발효한 와인에서 90.84 mg/L로 가장 많았고, 에스테르 화합물은 EJ18 효모로 발효한 와인에서 31.05 mg/L로 가장 많이 분석되어 향기 성분이 풍부

하게 나타날 것으로 판단하였다. 이와 같은 결과는 동결 농축 기술을 적용하여 청수 와인 제조 시 여러 가지 종류의 효모를 이용하여 고품질의 무가당 프리미엄 와인 개발 가능성을 보여주었으며 향후 와인 산업에서 다양한 적용이 가능할 것이라고 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 양조용 포도 생산기술 및 고품질 포도주 제조기술 개발, 과제번호: PJ013481)의 지원에 의한 것으로, 이에 감사드립니다.

References

- American Wine Society. 1994. The American Wine Society Presents: The Complete Handbook of Winemaking. pp.87-93. G.W. Kent
- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wine. pp.176-180. John Wiley & Sons
- 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
- Bang BH, Paik JK, Lee SW, Jeong EJ, Rhee MS, Yi DH. 2015. Physicochemical characteristics based on fining and filtering of Muscat Bailey A grape wine. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1687-1692
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Burin VM, Falcão LD, Gonzaga LV, Fett R, Rosier JP, Bordignon-Luiz MT. 2010. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. *Food Sci Technol* 30:1027-1032
- Chang EH, Jeong ST, Roh JH, Jeong SM, Lee HC, Choi JU. 2010. Wine quality properties with reference to the temperature of grape-must prior to fermentation. *Korean J Food Preserv* 17:608-615
- Chang EH, Jung SM, Hur YY. 2014. Changes in the aromatic composition of grape cv. Cheongsoo wine depending on the degree of grape ripening. *Food Sci Biotechnol* 23:1761-1771
- Choi SH, Baek SY, Yeo SH, Park HD. 2012. Rapid fermentation of freeze-concentrated ice apple wine by a sugar tolerant yeast, *Saccharomyces cerevisiae* SS89. *Korean J Food Preserv* 19:413-419
- de Lerma NL, Peinado RA. 2011. Use of two osmoethanol tolerant yeast strain to ferment must from Tempranillo dried grapes: Effect on wine composition. *Int J Food Microbiol* 145:342-348
- Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25:361-377
- Flurkey WH. 1991. Identification of tyrosinase in mushrooms by isoelectric focusing. *J Food Sci* 56:93-95
- Gua J, Jin YS, Han W, Shim TH, Sa JH, Wang MH. 2006. Studies for component analysis, antioxidative activity and α -glucosidase inhibitory activity from *Equisetum arvense*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49:77-81
- Halliwell B. 1996. Antioxidants in human health and disease. *Annu Rev Nutr* 16:33-50
- Han J, Sung J, Kim DJ, Jeong HS, Lee JS. 2008. Inhibitory effect of methanol extract and its fractions from grape seeds on mushroom tyrosinase. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1679-1683
- Hwang SW, Hong YA, Park HD. 2011. Characteristics of ice wine fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grape juice by *S. cerevisiae* S13 and D8 isolated from Korean grapes. *Korean J Food Preserv* 18:811-816
- Jackisch P. 1985. Modern Winemaking. pp.164-165. Cornell University Press
- Jackson RS. 2008. Wine Science: Principles and Applications. 3rd ed. Academic Press
- Jeon EJ, Kim JS. 2014. Fermentation characteristics of ice wines prepared with freeze-dried Muscat Bailey A grapes. *Korean J Food Sci Technol* 46:173-179
- Jeon JA, Park SJ, Yeo SH, Choi JH, Choi HS, Kang JE, Jeong ST. 2013. Effect of cell wall degrading enzyme and skin contact time on the brewing characteristics of Cheongsoo grape. *Korean J Food Preserv* 20:846-853
- Jeong SH, Chang EH, Hur YY, Jeong SM, Nam JC, Koh SW, Choi IM. 2015. Phenolic compounds of must and wine supplemented with Muscat Bailey A grape fruit stem. *Korean J Food Preserv* 22:91-99
- Jo YJ, Kim OM, Jeong YJ. 2013. Monitoring of the changes in volatile flavor components in oriental melon wine using SPME. *Korean J Food Preserv* 20:207-214
- Kim EJ, Choi JY, Yu M, Kim MY, Lee S, Lee BH. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci*

- Technol* 44:337-342
- Kim HI, Hur YY, Jung SM, Im DJ, Kim SJ. 2018a. Comparison of volatile compounds in juices and wines of white grape cultivars Cheongsoo, Chardonnay, and Riesling. *Korean J Food Preserv* 25:165-172
- Kim HI, Kim SJ, Lim DJ, Jung SM, Hur YY, Jung KH. 2018b. Comparison on aroma compounds of 11 red wines from Wanju. *Korean J Horticult Sci* 5:147
- Kim JI, Lee NK, Hahm YT. 2007. Isolation and identification of wild yeast and its use for the production of grapewine. *Korean J Microbiol* 43:217-221
- Kim SJ, Park SJ, Jung SM, Noh JH, Hur YY, Nam JC, Park KS. 2014. Growth and fruit characteristics of 'Cheongsoo' grape in different Trellis systems. *Korean J Hort Sci Technol* 32:427-433
- Lee JK, Kim JS. 2006. Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 38:408-413
- Lee SJ, Lee JE, Kim SS. 2004. Development of Korean red wines using various grape varieties and preference measurement. *Korean J Food Sci Technol* 36:911-918
- Lee SO, Park MY. 1980. Immobilization of *Leuconostoc oenos* cells for wine deacidification. *Korean J Food Sci Technol* 12:299-304
- Losada MM, López JF, Añón A, Andrés J, Revilla E. 2012. Influence of some oenological practices on the aromatic and sensorial characteristics of white Verdejo wines. *Int J Food Sci Technol* 47:1826-1834
- Mai TT, Thu NN, Tien PG, Van Chuyen N. 2007. Alpha glucosidase inhibitory and antioxidant activities of Vietnamese edible plants and their relationships with polyphenol contents. *J Nutr Sci Vitaminol* 53:267-276
- Margalit Y. 1997. Concepts in Wine Chemistry. pp.1-27. The Wine Appreciation Guild
- Moon YJ, Lee MS, Sung CK. 2004. The fermentation properties of red wine using active dry yeast strains. *Korean J Food Nutr* 17:450-457
- National Tax Service Technological Service Institute [NTSTSI]. 1999. Alcoholic Liquors Analytical Rule: National Tax Service Technical Service Instructions. pp.37-38
- Park H, Choi W, Han B, Noh J, Park J. 2019. Quality characteristics and volatile flavor compounds of Doonuri wine using freeze concentration. *Korean J Food Nutr* 32:485-493
- 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 HJ, Choi W, Park JM, Jeong C, Kim S, Yoon HS. 2017. Brewing and quality characteristics of new grape cultivar 'Okrang' wine in fermentation process. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46:622-629
- Park YH. 1975. Studies on the grape variety and the selection of yeast strain for wine-making in Korea. *J Korean Agric Chem Soc* 18:219-227
- Pigeau GM, Bozza E, Kaiser K, Inglis DL. 2007. Concentration effect of Riesling icewine juice on yeast performance and wine acidity. *J Appl Microbiol* 103:1691-1698
- Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 2:152-159
- Setkova L, Risticovic S, Pawliszyn J. 2007. Rapid headspace solid-phase microextraction-gas chromatographic-time-of-flight mass spectrometric method for qualitative profiling of ice wine volatile fraction II: Classification of Canadian and Czech ice wines using statistical evaluation of the data. *J Chromatogr A* 1147:224-240
- Shin JH, Lee JS. 2019. Quality characteristics and antioxidative activities of domestic dry red wine. *Culin Sci Hosp Res* 25:52-62
- Son WR, Choi SW. 2013. Biological activity and analysis of α -glucosidase inhibitor from mulberry (*Morus alba* L.) wine. *Korean J Food Preserv* 20:877-885
- Song S, Lee H, Jin Y, Ha YM, Bae S, Chung HY, Suh H. 2007. Syntheses of hydroxy substituted 2-phenyl-naphthalenes as inhibitors of tyrosinase. *Bioorg Med Chem Lett* 17:461-464
- Tibbot BK, Skadsen RW. 1996. Molecular cloning and characterization of a gibberellin-inducible, putative α -glucosidase gene from barley. *Plant Mol Biol* 30:229-241
- Urquiaga I, Leighton F. 2000. Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biol Res* 33:55-64
- Valdez B. 2012. Scientific, Health & Social Aspects of the Food Industry. InTech
- Wilson EL. 1981. High pressure liquid chromatography of apple juice phenolic compounds. *J Sci Food Agric* 32:257-264
- Yang B, Zhao M, Jiang Y. 2008. Optimization of tyrosinase inhibition activity of ultrasonic-extracted polysaccharides from longan fruit pericarp. *Food Chem* 110:294-300
- 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

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, 2020

Revised 22 September, 2020

Accepted 29 September, 2020