

효모 및 전처리를 달리하여 제조한 캠벨얼리 첨가 약주의 품질 특성

박혜진 · 권누리* · 박재은 · 신현만** · 김주형** · †엄현주

충청북도농업기술원 지방농업연구소, *충청북도농업기술원 연구원, **충청북도농업기술원 지방농업연구소

Quality Characteristics of Campbell Early added Korean Traditional Wines (*Yakju*) with Different Yeast and Pretreatment

Hyejin Park, Nu Ri Kwon*, Jae Eun Park, Hyunman Shin**, Ju-Hyoung Kim** and †Hyun-Ju Eom

Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

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

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

Abstract

The objective of this study was to investigate the quality characteristics of Campbell Early grape-added traditional Korean wines (*yakju*) prepared with different yeasts and pretreatments. The first pretreatment (A) was prepared by crushing the grapes, the second method (B) was prepared by heating the grapes at 60~70°C for 30 minutes, and the third method (C) was prepared by freeze-concentrating grape juice. The pH of the fermented wines ranged from 3.77 to 4.10, and the total acidity of the samples ranged from 0.32 to 0.62%. The a value (redness) ranged from -0.40 to 17.89, which was higher in Campbell Early-added samples than in the controls (grapes not added). Total polyphenol content was the highest in samples prepared by crushing or heating Campbell Early grapes with ES22, and the total flavonoid contents were the highest in samples prepared by crushing Campbell Early grapes with ES22. The anthocyanin contents were also the highest in the samples fermented by heating Campbell Early grapes. ABTS and DPPH radical scavenging activities were also the highest (84.08 and 77.56%, respectively) in samples fermented by heating Campbell Early grapes.

Key words: yeast, Campbell Early, Korean fermentation wine, fermentation, quality characteristics

서 론

우리나라 전통주로는 탁주, 약주 등의 여러 종류의 술이 있으며, 감미, 산미, 고미 등의 맛이 어우러진 발효주이다 (Jeong 등 2015). 전통주의 주원료는 쌀을 비롯한 곡류 및 고구마, 감자 등의 전분질이 풍부한 원료를 사용하는데 이들을 알코올 발효에 이용하기 위해서는 전분질을 분해하는 효소 및 분해된 당질을 이용하여 알코올 발효를 시작하기 위한 효모가 필요하다(Han 등 1997). 최근에는 전통주 중 탁주와 막걸리에 대해 신제품과 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고 특히 기능성을 가진 제품이 개발되어 시판되고 있

며(Lee 등 2005, Lee 등 2010), 기능성 청주, 약주에 대한 소비자 수요가 증가하여 주류 업계에는 신제품 및 리뉴얼 제품 출시로 시장 상황에 대응하고 있다(Seo & Ryu 2002; Shin 등 2016). 주세법상 탁주와 약주는 곡류 기타 전분이 함유된 물료 또는 전분당과 국 및 물을 원료로 하여 발효시킨 주요(술덧)를 여과하지 않고, 혼탁하게 제성한 또는 발효제성과정에서 대통령령이 정하는 물료를 첨가한 것으로 되어 있고, 약주는 발효시킨 술덧을 여과제성한 것 또는 그 발효 제성과정에서 대통령령이 정하는 물료를 첨가한 것으로 되어 있는데(Lee 등 2004a), 특히 부재료로 사용되는 약용식물에 함유되어 있는 생리기능성 물질이 약주 발효과정 중에 생성되거나 용출되

† Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5691, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: hyunjueom@korea.kr

는 것으로 알려져 있어 이를 통한 약주의 건강기능성 향상에 기여할 수 있다(Lee & Kim 2011). 또한 국내에서의 주류 소비는 전반적으로 감소 추세인데 반해, 전통주 시장 규모는 소폭으로 성장하고 있으며(National Tax Service 2020), 최근 젊은층들을 중심으로 전통주에 관한 관심이 증가하고 있어 다양한 소재를 활용한 탁주 및 약주 등의 전통주 개발이 필요하다.

한편 포도는 세계적으로 광범위하게 재배되는 과실 중 하나로써 우리나라에서는 포도 생산량의 90%가 생과로 소비되고 있으며(Park & Kim 2000), 포도에는 anthocyanin, catechin, quercetin 및 resveratrol 등의 폴리페놀을 다량 함유하고 있다(Iacopini 등 2008). 국내에서는 일반적으로 양조용 유럽계통의 *Vitis vinifera*종의 노지재배가 어렵기 때문에 *Vitis labrusca* 품종을 이용하여 와인을 양조하고 있으며, 주로 캠벨얼리(Campbell Early), MBA(Muscat Bailey A) 등을 이용하여 와인(Lee 등 2004b) 등 양조에 이용하고 있다. 또한 캠벨얼리는 내한성이 강하며 한국의 토질과 기후에 적합하고, 완숙이 되면 단맛과 신맛을 나타내며, 미국종 특유의 향미가 있어 주로 생과용으로서 사용되는 품종으로 알려져 있다(Kim MA 2015). 하지만 캠벨얼리 포도는 국내에서 많이 생산되고 있을 뿐만 아니라 주로 와인 등 양조 재료에 많이 이용되고 있으며 특유의 단맛과 신맛이 우리나라 소비자들에게 거부감을 주지 않기 때문에 다양한 발효주 양조용 소재로서의 검토 또한 필요하다.

과실 등을 소재를 이용한 탁주 및 약주 제조 및 품질향상에 관한 연구로는 키위를 첨가한 막걸리의 품질특성 연구(Kim 등 2013a)에서 키위의 영양학적 효용성을 겸비한 기능성 막걸리의 제조에 관해 품질을 검토하였으며, 오미자를 첨가하여 제조한 막걸리(Kim 등 2007) 및 오미자약주(Cho 등 2012) 제조 및 품질특성에 관한 연구, 유자즙을 첨가하여 제조한 막걸리의 발효 기간 중 이화학적 특성 및 제조된 막걸리의 관능적 특성(Yang & Eun 2011) 및 백년초 분말과 키도 올리고당을 첨가한 탁주의 제조 및 품질특성(Park 등 2011) 등이 있다. 캠벨얼리 포도를 이용한 양조연구로는 캠벨얼리를 이용하여 국내에서 시판하는 12종의 효모를 이용하여 발효 특성과 포도주 품질에 대한 연구(Roh 등 2008), 캠벨얼리를 이용하여 만든 포도주의 산도 감소에 관한 연구(Lee & Kim 2006) 및 동결 농축 캠벨얼리 포도 과즙의 무가당 적포도주 발효 특성(Hwang & Park 2009) 등 주로 와인 제조에 관한 연구가 대부분으로 탁주 및 약주에 관한 연구가 미비하다. 또한 양조 시 알코올 발효에 있어 매우 중요한 역할을 하는 미생물에 따른 발효주의 품질에 관한 연구로는 주류의 풍미 및 품질 향상을 위한 야생 효모의 분리 및 특성 분석에 관한 연구(Baek 등 2015), 누룩 종류에 따른 현미 탁주의 품

질 특성연구(Woo 등 2010a), Woo 등(2010b)의 수수 첨가량 및 누룩의 종류를 달리하여 제조한 발효주의 이화학적 특성에 관한 연구 및 Yoon 등(2015)이 토종효모를 이용한 블루베리 발효주의 발효 특성 및 항산화 활성에 관해 보고하였다.

본 연구에서는 전통주인 약주 제조 시 소재로 포도를 첨가함에 있어 국내에서 재배되는 캠벨얼리 포도를 양조 재료로 다양한 전처리 방법으로 첨가하여 양조적성을 검토하였으며 양조 시 알코올 발효에 필수적인 미생물인 효모를 시판용 효모와 개발한 효모의 종류별로 이용해 양조한 약주의 품질 특성과 기능성 등을 조사하여 다양한 전통주 개발을 위한 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서 실험 재료로 사용한 포도는 충북 영동군에서 2022년에 재배한 캠벨얼리를 사용하였으며 짙은 2021년에 생산한 청원생명쌀(Cheongwon Saeng-myeong Cooperative Rice Center, Cheongju, Korea)을 구입하여 사용하였다. 양조에 사용한 누룩은 서울곡(Songhagokja Co., Ltd., Gwangju, Korea)을 사용하였으며, 효모는 시판 균주로는 퍼미빈(yeswine, Yeongdong, Korea)과 라빠리장(yeswine, Yeongdong, Korea)을 사용하였고, 개발한 효모 균주로는 충청북도농업기술원 와인연구소에서 개발한 국내 재배 포도 발효액에서 분리한 내당성 및 알코올 내성이 있으며 양조 적성이 우수한 특징이 있는 와인 생산용 효모 특허균주인 ES22(제 10-2204584호)를 사용하였다. 일반 품질 특성 분석 시약 및 기능성 성분 및 항산화 활성 분석에 사용된 gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, Rutin, diethylene glycol, ABTS(2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonic acid), potassium persulfate, DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 등에서 구입한 특급 및 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

2. 캠벨얼리 전처리에 따른 약주 제조 방법

포도의 전처리 방법에 따른 포도 첨가 약주를 제조하기 위하여 Yoon 등(2020)의 연구를 일부 변형하여 약주를 제조하였다. 또한 포도의 전처리 방법에 따라 기능성 및 생리활성에 차이를 비교하기 위해 캠벨얼리 포도는 3가지 방법으로 전처리하여 약주 제조에 첨가하였다. 즉, A처리구는 포도를 손으로 으갠 후 첨가 하였으며, B처리구는 포도를 으개지 않고 60-70°C에서 30분간 저어주며 가열처리 하여 첨가하였다. C처리구는 착즙기(Hurom, Gimhae, Korea)를 이용하여 즙을 내고 하루동안 동결한 후 포도즙의 양이 50%가 될 때까지

녹여 동결농축한 다음에 첨가하였다. 모든 처리구에 메타중아황산칼륨을 0.01% 처리하여 -70°C 의 저온 냉동고(DuoFreez U500, Wonju, Korea)에서 보관하고 약주 제조 시 2단 담금 단계에서 재료로 사용하였다.

다음으로 짚은 흐르는 물에 이물질을 제거하며 깨끗한 물이 나올 때까지 2-3회 깨끗이 세척한 다음에 1시간 동안 물에 침지하고 침지한 물을 1시간 동안 제거한 다음, 찌기에서 1시간 동안 증자하여 완성된 고두밥은 넓게 펴서 식힌 후 양조용 재료로 사용하였다. 첨가한 양조 재료는 먼저 1단 담금 시 찌쌀의 무게를 기준으로 소울곡은 10%를 첨가하였고, 물은 1.5배로 첨가하였다. 효모는 시판 균주인 퍼미빈과 라빠리장, 특히 균주인 ES22를 첨가하였으며 포도를 첨가하지 않은 대조구에는 시판 균주인 퍼미빈을 사용하였다. 찌쌀 기준으로 1%(w/w)를 첨가 전에 활성화하여 첨가하였다. 알코올로 깨끗이 소독한 15 L 발효용기(yeswine, Yeongdong, Korea)에 발효 온도는 20°C 를 유지하여 발효 기간은 3일간 발효하였고, 1단 담금 후 발효 기간 3일 이후에 2단 담금을 실시하였다. 2단 담금은 1단 담금과 동일한 양의 쌀에 앞의 방법으로 전처리한 포도를 쌀과 같은 비율로 각각 첨가하였고, 물은 찌쌀을 기준으로 1.5배를 넣어 주었으며 효모의 양은 1단 담금 때와 동일하게 하여 첨가하여 발효를 하였다. 포도 첨가 약주를 발효 온도 20°C 에서 12일 동안 발효하였으며 캠벨얼리 첨가 약주를 제조하기 위해 발효가 끝난 다음 시료를 여과하여 하루 동안 침전시켜 맑은액을 취하여 제조하였고, 일주일 간격으로 상정액을 취하며 시료의 품질 및 기능성 분석 실험에 사용하였다.

3. 품질 분석

1) pH, 총산, 당도

포도 첨가 약주의 일반 품질특성을 분석하기 위해 먼저 pH meter(Sartorius AG, Goettingen, Germany)를 이용하여 pH를 측정하였고, 총산 함량은 시료 10 mL에 1% phenolphthalein 2-3 방울 넣고 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 적정한 다음에 0.1 N NaOH의 소비된 양으로부터 젯산으로 환산하여 분석하였으며 당도($^{\circ}\text{Brix}$)는 디지털당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다(Park 등 2018).

2) 알코올 함량

시료의 알코올 함량은 국제청주류분석법(NTSTSI 1999)의 증류법을 기준으로 측정하였는데 먼저, 약주 100 mL를 취하여 여기에 증류수 100 mL를 혼합한 후 증류한 다음 증류액이 70 mL가 되면 증류를 중지하였다. 그리고 나서 받은 증류액을 증류수로 100 mL에 맞추어 정용한 다음 이 증류액의

온도가 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 냉각시키고 주정계를 사용하여 측정하였다. 그리고 나서 주정분 온도 환산표를 이용하여 대입해 시료의 알코올 함량을 나타내었다.

3) 색도

시료의 색도를 분석하기 위해 시료 15 mL를 취하여 색도 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였는데 시료의 색도는 각각의 3회 측정된 값의 평균값으로 나타내었다. 이때의 표준백색판의 색도는 $L=96.89$, $a=-0.07$, $b=-0.18$ 이었으며 시료의 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)으로 나타내었다(Park 등 2022).

4) 환원당 함량

환원당 함량 분석은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(Luchsinger & Cornesky 1962)을 변형하여 진행하였다. 시료 200 μL 에 DNS 시약 400 μL 를 넣고 끓는 물에서 5분간 증탕 후 1 mL의 증류수를 혼합하고 원심 분리하여 상등액을 취하여 분광광도계(Carry UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용해 흡광도를 측정하였다(550 nm). 이때 환원당 함량을 정량하기 위해 glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 위의 방법과 동일하게 실험하여 작성한 환원당 함량 표준곡선으로부터 환산하였다.

4. 기능성 성분 및 항산화 활성 분석

1) 총 폴리페놀 함량

포도 첨가 약주의 기능성 성분 및 항산화 활성을 분석하기 위해 먼저, 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent를 이용하여 청색으로 발색되는 원리를 이용해 분석하였다. 즉, 시료 50 μL 에 2% Na_2CO_3 1 mL를 혼합하여 3분간 방치하고, 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 50 μL 를 혼합하여 1시간 반응시킨 후에 분광광도계를 이용해 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 이때, gallic acid를 표준물질로 사용하여 동일하게 실험해 검량선을 작성하였으며 시료의 총 폴리페놀 함량을 나타내었다(Amerine & Ough 1980).

2) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 colorimetric의 방법 중 Zhuang 등(1992)을 변형하여 실험하였다. 즉, 시료 용액 200 μL 또는 Rutin을 4 mL의 diethylene glycol 및 600 μL 의 1 N NaOH와 혼합하여 실험을 진행하였다. 반응액을 37°C 에서 60 min 반

응시킨 다음 분광광도계를 이용해 흡광도를 420 nm에서 측정하였다. 표준물질은 Rutin을 사용하여 검량선을 작성하였고, 총 플라보노이드 함량은 Rutin의 검량선에 기초해 환산하여 나타내었다.

3) 탄닌 함량

탄닌 함량을 분석하기 위해 Duval & Shetty(2001)의 방법에 따라 먼저, 시료를 여과하여 10배 희석한 시료 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 1 mL를 가하여 진탕하고, 5% Na₂CO₃ 용액 1 mL와 1 N Folin-Ciocalteu's re-agent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 0.5 mL를 첨가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 분광광도계를 이용해 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 탄닌 함량은 tannic acid 표준품을 이용해 동일하게 실험한 표준곡선으로 양을 환산하였다.

4) 총 안토시아닌 함량 분석

안토시아닌 분석은 Cheng & Breen(1991)의 방법을 일부 변형하여 분석하였다. 즉, 시료 500 µL에 4,500 µL의 0.025 M potassium chloride buffer(pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer(pH 4.5)를 각각 혼합한 후 520 nm와 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며 총 안토시아닌의 함량(mg/L)은 cyanidin-3-glucoside의 몰흡광계수($\epsilon=26,900 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 아래의 식에 의해 산출하였다.

$$\text{Anthocyanin content (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times 1}$$

$$(A=(A_{520} - A_{700})\text{pH}_{1.0} - (A_{520}-A_{700})\text{pH}_{4.5})$$

$$MW=449.2, DF=\text{dilution factor}, \epsilon=26,900)$$

5) ABTS 라디칼 소거능 분석

시료의 항산화 활성을 확인하기 위해 라디칼 소거능을 분석하였다. 먼저, ABTS 라디칼 소거능은 ABTS(2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 7.4 mM ABTS(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)와 2.6 mM potassium persulfate를 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도가 1.4~1.5가 되도록 증류수로 희석하여 실험하였는데 이렇게 희석된 ABTS 용액 1 mL에 시료 50 µL를 혼합하여 30분 동안 반응시킨 후 흡광도를 측정하였다(735 nm). ABTS 라디칼의 소거능은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 백분율(%)로 나타내었다(Re 등 1999).

6) DPPH 라디칼 소거능 분석

시료의 DPPH 라디칼 소거능은 DPPH(1,1-diphenyl-2-

picrylhydrazyl) 0.4 mM DPPH(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 용액을 525 nm에서 흡광도 값이 1.3~1.4가 되도록 희석한 다음 분석 하였다. 즉, 시료 0.2 mL에 희석한 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분 동안 반응시킨 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 비첨가구(대조구)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다(Choi 등 2003).

5. 통계분석

모든 실험은 3번 반복 실시하였으며 평균값과 표준편차를 산출하였다. 또한 실험 결과의 통계적 유의성을 확인하기 위해 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS Inc., Chicago, State of Illinois, USA)을 이용하여 $p<0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test로 검증하였고 효모 종류별 및 포도 전처리에 따른 실험 결과에 대해 각각 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)을 실시하였고, Duncan multiple range test로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 효모 및 전처리를 달리하여 제조한 캠벨얼리 첨가 약주의 일반 품질 특성

효모 및 포도 전처리를 달리하여 제조한 캠벨얼리 첨가 약주의 일반 품질 특성 및 색도를 분석한 결과는 Table 1 및 Table 2와 같다. 일반 품질 특성으로는 pH, 당도, 환원당, 총산 및 알코올 함량과 색도를 분석하였다. 먼저 pH는 3.77~4.10, 총산은 0.32~0.62%로 분석되어 특히 균주인 ES22로 제조한 시료에서 pH는 낮고 총산은 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 알코올 발효과정 중 pH는 숙성 및 저장 중 잡균의 오염에 영향을 주며(Park 등 2004), 막걸리에서의 총산은 휘발성 향기 성분과 함께 막걸리의 맛, 냄새와 직접 관련되어 있으며, 보존성에도 영향을 준다고 알려져 있다(Lee 등 2002). Lee & Kim(1995)이 약주를 14주간 저장하는 동안 약주의 pH가 4.0 부근에서 안정된 상태를 유지한다고 보고하였으며, 전통 발효주의 경우 pH 3.4 정도와 약 0.54%의 산도를 보이는 것으로 보고하였다(Kim 등 1996). 본 연구에서는 약주 제조 시 캠벨얼리를 첨가하였을 경우 대조구보다 약주의 총산이 대체로 증가하는 것으로 나타났고 특히 ES22 효모로 발효한 시료에서 가장 높았으며($p<0.05$) 포도 전처리에 따른 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

발효가 완료된 시료의 알코올 함량은 11.6~13.60%로 분석되었으며 당도(가용성 고형분 함량)는 7.90~9.37 °Brix로 나타났고, 환원당 함량은 0.33~1.26%로 분석되어 모든 처리구에서 발효가 완료된 것으로 나타났는데 탁주 제조 중 당류의

Table 1. Chemical characteristics of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment^{1),2)}

Sample	pH			Total acidity (% w/v)			Soluble solid (°Brix)			Reducing sugar contents (%)			Alcohol contents (%)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Control	3.95±0.01 ^a			0.34±0.00 ^c			8.87±0.05 ^b			0.55±0.01 ^d			12.80		
ES22	3.77±0.03 ^{Cb}	3.84±0.00 ^{Ca}	3.78±0.03 ^{Cab}	0.60±0.01 ^{Aa}	0.58±0.00 ^{Ab}	0.62±0.00 ^{Aa}	8.70±0.08 ^{Ab}	8.50±0.00 ^{Bc}	9.20±0.00 ^{Ba}	0.51±0.01 ^{Bb}	0.43±0.01 ^{Bc}	0.79±0.01 ^{Ba}	11.80	12.00	12.40
La Parisienne	4.10±0.01 ^{Aa}	4.08±0.00 ^{Ab}	4.07±0.02 ^{Aa}	0.32±0.00 ^{Ca}	0.32±0.00 ^{Ca}	0.32±0.00 ^{Ca}	7.97±0.05 ^{Aa}	7.87±0.05 ^{Cb}	7.90±0.00 ^{Cab}	0.35±0.01 ^{Cb}	0.39±0.01 ^{Ca}	0.33±0.01 ^{Cc}	13.00	12.80	13.60
Fermivin	3.89±0.01 ^{Bb}	3.93±0.01 ^{Ba}	3.87±0.02 ^{Bb}	0.39±0.00 ^{Bb}	0.39±0.00 ^{Bb}	0.42±0.00 ^{Ba}	8.60±0.00 ^{Bd}	8.70±0.00 ^{Ac}	9.37±0.05 ^{Aa}	0.70±0.01 ^{Ac}	0.78±0.02 ^{Ab}	1.26±0.02 ^{Aa}	11.90	11.60	12.10

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

²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment.

The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin.

Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

Table 2. Colorimetric characteristic of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment^{1),2)}

Sample	L (Lightness)			a (Redness)			b (Yellowness)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Control	97.54±0.01 ^a			-0.40±0.01 ^d			4.11±0.02 ^c		
ES22	81.31±0.01 ^{Cb}	89.12±0.01 ^{Ca}	80.76±0.02 ^{Cc}	17.89±0.01 ^{Aa}	10.33±0.00 ^{Ac}	17.10±0.02 ^{Ab}	19.16±0.03 ^{Bb}	4.86±0.01 ^{Ac}	22.12±0.02 ^{Ca}
La Parisienne	86.37±0.00 ^{Ac}	92.74±0.01 ^{Aa}	86.98±0.05 ^{Ab}	12.07±0.01 ^{Ca}	7.15±0.01 ^{Cc}	8.29±0.00 ^{Cb}	21.94±0.02 ^{Ab}	3.34±0.02 ^{Bc}	27.55±0.02 ^{Aa}
Fermivin	85.94±0.00 ^{Bd}	91.21±0.00 ^{Bb}	85.87±0.02 ^{Bc}	12.13±0.02 ^{Ba}	9.67±0.01 ^{Bc}	10.24±0.01 ^{Bb}	18.89±0.01 ^{Cb}	3.10±0.02 ^{Cd}	26.55±0.02 ^{Ba}

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

²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment.

The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin.

Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

양적 변화에 관한 연구에서 총당과 환원당의 함량이 2단 담금 직후인 3일 후부터 급격히 감소한다고 보고하였으며(Kim CJ 1963), 일반적으로 막걸리의 알코올 농도는 발효 조건에 따라 달라지고 최종 12~15%이며 여기에 물을 첨가하여 6~8%의 알코올 농도를 유지하고 있다고 알려져 있다(Kwon 등 2011).

효모 및 전처리별 캠벨얼리 첨가 약주의 색도를 비교하기 위해 Hunter L, a, b를 측정하였다(Table 2). 먼저 명도인 L값은 80.76~97.54로 분석되어 대조구에서 가장 높은 값을 나타내었고, 적색도인 a값은 -0.40~17.89로 나타나 캠벨얼리를 첨가한 시료에서 대조구보다 높은 적색도를 나타내었는데($p<0.05$), 이것은 캠벨얼리 포도 껍질의 안토시아닌 성분의 붉은 색소가 발효 과정 중 용출되어 약주의 적색도가 높아진 것으로 판단되며 Choi 등(1995)의 연구에서도 발효과정을 통해 오미자의 안토시아닌계 색소의 용출로 인해 무첨가구와의 적색도와 색차값의 차이가 크게 나타났다고 하였다. 포도 전처리별 적색도는 모든 효모에서 포도를 으개서 첨가한 약주에서 높은 것으로 나타났고 효모 종류별로 비교하면 a값은 모든 처리구에서 특히 효모인 ES22로 발효한 시료에서 유의

적으로 높은 값을 나타내었는데($p<0.05$), Lee 등(2013)의 연구에서도 효모의 종류를 달리한 복분자 발효주의 색도는 효모 종류에 따라 유의적인 차이를 나타내었다고 보고하였다. 따라서 포도를 으개서 첨가하고 ES22 효모로 발효하면 적색도가 높은 약주 제조가 가능할 것으로 판단된다. 황색도인 b값은 3.10~27.55로 분석되었는데 효모별 차이보다는 전처리별 차이가 나타나 으개 포도를 첨가한 A와 동결농축 포도즙을 첨가한 C에서 전반적으로 높은 값이 분석되었다.

2. 효모 및 전처리별 캠벨얼리 첨가 약주의 기능성 성분

효모 종류와 전처리에 따른 캠벨얼리 첨가 약주의 기능성 성분으로 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 탄닌 및 안토시아닌 함량을 분석하였다. 총 폴리페놀 함량 분석 결과 36.16~53.08 mg/100 mL로 나타나(Fig. 1) 효모별 총 폴리페놀 함량은 모든 전처리에서 특히 효모인 ES22로 발효한 시료에서 유의적으로 가장 높은 값을 나타내었으며($p<0.05$), 전처리별 총 폴리페놀 함량은 ES22 효모로 발효한 약주에서는 A 및 B 처리구에서 높았고, 라빠리장 효모로 발효한 약주에서는 포도를 가열처리하여 첨가한 B처리구에서 가장 높았으나

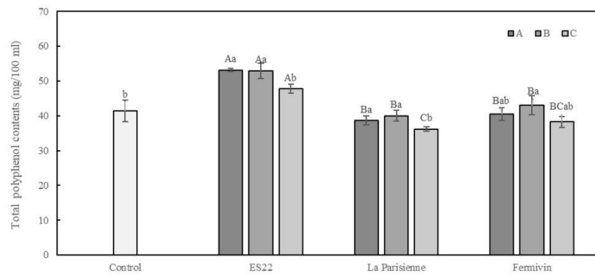


Fig. 1. Total polyphenol contents of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

A와 유의적인 차이는 없었으며 퍼미빈 효모로 발효한 약주에서는 캠벨얼리를 가열처리하여 첨가한 B처리구에서 유의적으로 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 나타내었다($p<0.05$). 이는 peanut hulls를 고온에서 볶음처리 하였을 때 열처리 시간이 증가할수록 총 폴리페놀 함량이 증가하는 연구(Lee 등 2006), 발효 전 포도 으깬이의 열처리 온도 50°C, 60°C, 70°C로 와인을 제조했을 때, 열처리 온도가 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가하였다는 연구와 일치하였다(Chang 등 2010). 총 플라보노이드 함량은 10.59~20.25 mg/100 mL로 포도를 첨가하지 않은 대조구보다 캠벨얼리를 첨가한 처리구에서 높은 함량을 나타내었다(Fig. 2). 이는 Park 등(2022)의 수수와 옥수수 첨가 비율별 발효주의 총 플라보노이드 함량 분석 결과 10.63~18.44 mg/100 mL와 유사한 함량이었으며 포도 전처리에 따른 총 플라보노이드 함량은 모든 효모에서 캠벨얼리 포도를 으개서 첨가한 A처리구에서 높은 것으로 나타났으며 효모별 차이는 ES22 효모로 발효한 약주에서 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 플라보노이드는 페놀 화합물의 일종으로 *in vitro* 연구에서 항산화, 항염증 및 항암효과를 보이는 것으로 알려져 있다(Ahn 등 2007). 탄닌 함량 분석결과는 Fig. 3과 같으며 24.52~39.39 mg%으로 나타나 모든 처리구에서 ES22 효모로 발효한 시료에서 가장 높은 것으로 분석되었다($p<0.05$). 캠벨얼리 포도 전처리별 약주의 탄닌 함량은 ES22의 경우 포도를 가열처리한 또는 으개서 첨가한 처리구에서 가장 높았고, 라파리장 및 퍼미빈 효모로 발효한 약주는 캠벨얼리를 가열처리해서 첨가한 시료에서 유의적으로 높은 것으로 나타났($p<0.05$). 이는 페놀성물질이 높은 온도

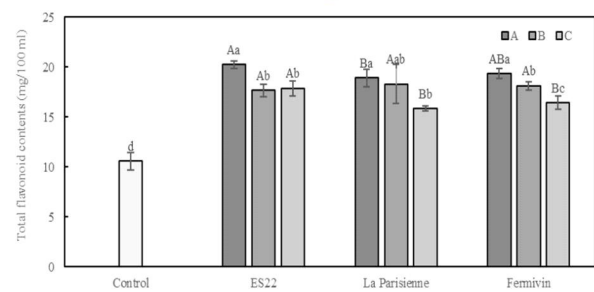


Fig. 2. Total flavonoid contents of Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

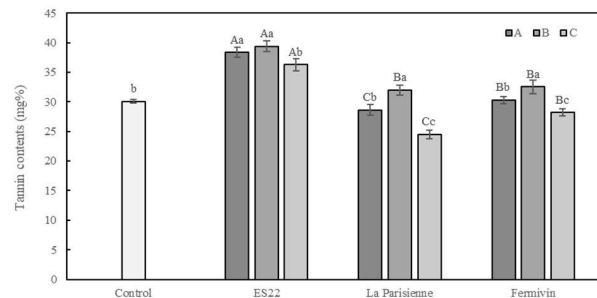


Fig. 3. Tannin contents of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

에서 용출이 용이해지기 때문인 것으로 판단되며 발효 전 포도 으깬이의 열처리 온도가 상승함에 따라 탄닌의 함량이 증가되는 것으로 보고된 바 있으며(Chang 등 2010), 포도 착즙에 있어서는 포도를 80~90°C에서 60분간 열처리하는 것이 포도즙의 착즙수율과 색, 향, 맛에 있어서 우수한 포도즙을 생산할 수 있다는 보고(Kim 등 1999)가 있어 향후 관능적인

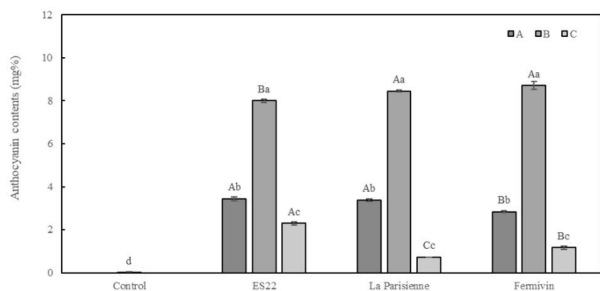


Fig. 4. Anthocyanin contents of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

평가가 필요할 것으로 판단된다. 안토시아닌은 플라보노이드의 일종으로서 포도의 색상을 결정하는 대표적인 색소 물질로 anthocyanidin 배당체이며 포도 가공 식품의 품질 평가에 중요한 지표가 되는 색소 물질이다(Lee & Park 2004). 시료의 안토시아닌 함량을 분석한 결과 Fig. 4와 같이 0.02~8.71 mg%으로 포도를 첨가하지 않은 대조구에서 가장 낮은 함량이 분석되었고, A 및 C 전처리구에서는 ES22 효모를 사용한 약주에서 가장 높았으며 B 전처리구는 라파리장 및 퍼미빈에서 높았는데 모든 효모별 시료에서 특히 가열처리한 시료에서 가장 높은 안토시아닌 함량을 나타내어($p<0.05$) 8.00~8.71 mg%이 분석되었는데 이는 Kim 등(2013b)의 추출 방법에 따른 포도 추출액의 품질 특성과 항산화 활성 연구에서 80°C에서 열수 추출한 캠벨얼리 추출물의 안토시아닌 함량 10.5 mg%와 유사한 수치였다. 효모 및 전처리에 따른 캠벨얼리 첨가 약주의 기능성 성분을 분석한 결과 캠벨얼리 포도를 으깨거나 가열처리하여 첨가하고 ES22 효모로 발효한 약주에서 전반적으로 높은 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 탄닌 및 안토시아닌 함량을 나타내었다.

3. 효모 및 전처리별 캠벨얼리 첨가 약주의 항산화 활성

효모 및 전처리를 달리한 캠벨얼리 첨가 약주의 항산화 활성을 분석하기 위해 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 분석하였고 결과는 Fig. 5 및 Fig. 6과 같다. 먼저 ABTS 라디칼 소거능 분석 결과 32.19~84.08%로 분석되었으며 대조구보다 캠벨얼리 첨가 시료에서 높은 것으로 나타났는데 일반적인

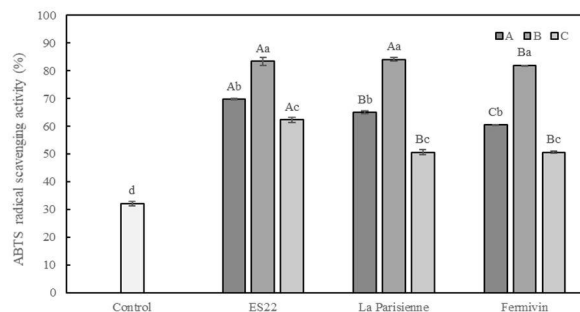


Fig. 5. ABTS free scavenging activity of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

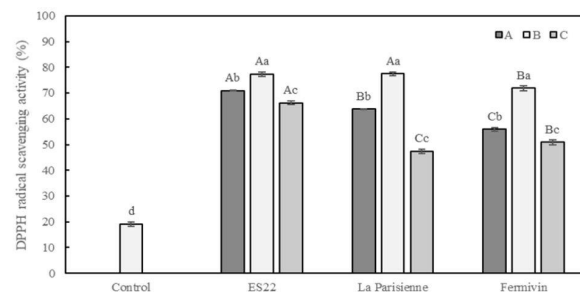


Fig. 6. DPPH free scavenging activity of Korean traditional Korean traditional wines (*yakju*) with different yeast and pretreatment. ¹⁾ All values are mean±S.D. of triple determinations. ²⁾ Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different yeast. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($p<0.05$) among different pretreatment. The name of the yeast used: ES22, La Parisienne, Fermivin. Control (not added grapes); A, crushing grapes; B, heating grapes at 60~70°C for 30 min; C, freeze concentrating grape juice.

로 와인을 포함한 술은 포도, 사과, 쌀 등의 재료를 사용하여 제조하며, 그들의 생리활성은 사용된 원재료의 종류에 의해 크게 영향을 받는다고 알려져있고(Song 등 2015), Cho 등 (2016)과 Song 등(2015)은 여주, 자색고구마, 오미자 등을 술에 첨가하였을 때 항산화 활성이 향상된 결과를 나타내었다. 효모별 약주는 포도를 으깨서 첨가한 A 및 동결농축한 포도

즙을 첨가한 C 처리구에서는 특히 효모인 ES22로 제조한 약주에서 높은 전자공여능을 나타내었으며 가열처리한 B 처리구에서는 ES22 및 라빠리장 효모에서 높은 값이 분석되었다. 포도 전처리에 따른 차이는 ES22, 라빠리장 및 퍼미빈 효모 모두 캬벨얼리를 가열 처리하여 첨가한 약주에서 각각 83.37%, 84.08% 및 81.91%로 유의적으로 높은 활성을 나타내었는데($p < 0.05$) 이것은 Park 등(2019)이 동결농축 두누리 와인을 비울별로 항산화 활성을 분석한 결과 82.95~83.93%로 높은 항산화 효과가 있는 것으로 나타났다고 보고한 연구와 유사한 수치를 나타내었다. 또한 효모 및 전처리별 캬벨얼리 첨가 약주의 DPPH 라디칼 소거능은 19.10~77.56%로 나타나 A 및 C 처리구에서는 ES22로 제조한 약주에서 높은 활성이 분석되었으며 B 처리구에서는 ES22 및 라빠리장 효모에서 우수하였다. 포도 전처리에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 모든 효모에서 캬벨얼리를 가열 처리하여 첨가한 시료에서 유의적으로 가장 높은 활성을 나타내어 ABTS 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타내었다. Kang 등(1996)은 전자공여능이 phenolic 물질에 대한 항산화 작용의 지표라 하였으며 이러한 물질은 환원력이 클수록 전자공여능이 더 높다고 하였다.

이상의 결과로 약주 제조 시 포도를 첨가한 시료에서 대조구보다 기능성 및 항산화 활성이 우수하며 특히 캬벨얼리 포도를 으깨거나 가열처리하여 첨가하고, ES22 효모로 발효한 약주에서 전반적으로 높은 기능성 성분 함량과 항산화 활성을 나타내어 약주 제조에 다양하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구에서는 캬벨얼리 포도 전처리 및 효모를 달리하여 첨가해 약주를 제조한 다음 약주의 품질 특성과 기능성 성분 및 항산화 활성을 비교하였다. 약주 제조 방법으로 먼저, 1단 담금은 대조구와 실험구의 차이 없이 모든 재료를 동일하게 제조한 다음 2단 담금에서 캬벨얼리 포도의 전처리 방법으로 포도를 으갠 후 첨가(A), 포도를 가열 처리하여 첨가(B), 포도즙을 동결 농축하여 첨가(C)의 세가지 방법으로 전처리 하였고 효모는 ES22, 라빠리장, 퍼미빈을 사용하여 약주를 제조하였다. 일반 품질 특성 분석 결과 pH는 3.77~4.10, 총산은 0.32~0.62%로 분석되어 특히균주인 ES22로 제조한 시료에서 pH는 낮고 총산은 높은 것으로 나타났다. 색도 중 적색도인 a_{490} 은 -0.40~17.89로 나타나 캬벨얼리를 첨가한 시료에서 대조구보다 높았으며 포도를 으개서 첨가하고 ES22로 발효한 시료에서 높은 것으로 나타났다. 총 폴리페놀 분석 결과 36.16~53.08 mg/100 mL로 ES22로 발효한 약주에서 높

았고 캬벨얼리를 으개거나 열처리한 시료에서 가장 높은 함량을 나타내었으며 총 플라보노이드 함량은 10.59~20.25 mg/100 mL로 캬벨얼리를 으개어 첨가하고 ES22 효모로 발효한 시료에서 가장 높은 값을 나타내었다. 안토시아닌 함량은 0.02~8.71 mg%으로 모든 효모에서 포도를 가열처리에서 첨가할 경우에 가장 높은 것으로 나타났고 탄닌 함량은 ES22 효모로 발효한 시료에서 높았다. 항산화 활성 분석 결과 대조구보다 캬벨얼리 첨가 시료에서 높은 것으로 나타났으며 ABTS 라디칼 소거능 분석 결과 세 가지 효모 모두 캬벨얼리를 가열 처리하여 첨가한 약주에서 83.37%, 84.08% 및 81.91%로 유의적으로 높은 활성을 나타내었고 포도를 으개서 첨가하고 동결농축한 포도즙을 첨가한 처리구에서는 ES22로 제조한 약주에서 높은 전자공여능을 나타내었으며 가열처리한 처리구에서는 ES22 및 라빠리장 효모에서 높은 값이 분석되었다. DPPH 라디칼 소거능은 ABTS 라디칼 소거능과 유사한 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과로 약주 제조 시 캬벨얼리 포도를 으개거나 가열처리하여 첨가하고, ES22 효모로 발효한 약주에서 전반적으로 높은 기능성 성분 함량과 항산화 활성을 나타내었고 다양한 활용이 가능할 것이다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 국산 포도의 안정생산과 와인 경쟁력 강화를 위한 생산기술 개발 및 실용화, 과제번호: RS-2021-RD012438)의 지원에 의한 것으로, 이에 감사드립니다.

References

- Ahn MS, Kim HJ, Seo MS. 2007. A study on the antioxidative and antimicrobial activities of the citrus unshju peel extracts. *Korean J Food Cult* 22:454-461
- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wines. pp.176-180. John Wiley & Sons
- Baek SY, Lee YJ, Kim JH, Yeo SH. 2015. Isolation and characterization of wild yeasts for improving liquor flavor and quality. *Microbiol Biotechnol Lett* 43:56-64
- 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
- Cheng GW, Breen PJ. 1991. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *J Am Soc Hort*

- Sci* 116:865-869
- Cho KM, Hwang CE, Lee HY, Ahn MJ, Joo OS. 2016. Quality characteristics and antioxidant activities of *makgeolli* prepared using rice *nuruk* containing bitter melon (*Momordica charantia*). *Korean J Food Preserv* 23:259-266
- Cho KS, Jeong EY, Choi HS, Kim MK. 2012. Brewing and quality characteristics of *Schisandra chinensis yakju*. *J Appl Biol Chem* 55:163-167
- Choi JT, Joo HK, Lee SK. 1995. The effect of *Schizandrae fructus* extract on alcohol fermentation and enzyme activities of *Saccharomyces cerevisiae*. *Agricult Chem Biotechnol* 38:278-282
- Choi Y, Kim M, Shin JJ, Park J, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- 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
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29:555-562
- 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* 16:977-984
- Iacopini P, Baldi M, Storch P, Sebastiani L. 2008. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, *in vitro* antioxidant activity and interactions. *J Food Compos Anal* 21:589-598
- Jeong JH, Chai HS, Lee YH, Kim JM, Lee JH. 2015. Quality characteristics of *takju*, *yakju*, spirit made by cereal *nuruks*. *Korean J Culin Res* 21:267-280
- Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28:232-239
- Kim CJ. 1963. Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *takju*. *J Appl Biol Chem* 4:33-42
- Kim E, Chang YH, Ko JY, Jeong Y. 2013a. Quality characteristics of *makgeolli* added with kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1821-1828
- Kim IH, Park WS, Koo YJ. 1996. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and *nuruk* (Korean-style bran koji). *Korean J Diet Cult* 11:339-348
- Kim JH, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim AR, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2007. Effects of *Glycyrrhiza uralensis*, *Menthae herba*, *Schizandra chinensis* and chitosan on the shelf-life and quality of *takju*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1436-1443
- Kim JS, Kim SH, Lee WK, Pyun JY, Yook C. 1999. Effects of heat treatment on yield and quality of grape juice. *Korean J Food Sci Technol* 31:1397-1400
- Kim MA. 2015. Fermentation characteristics of Campbell Early wine based on the amount of Korean indigenous *Hanseniaspora uvarum* cells. Master's Thesis, Kyungpook National Univ. Daegu. Korea
- Kim MH, Kwak HJ, Yoo BH, Kim DJ, Youn SJ. 2013b. Quality characteristics and antioxidant effects of grape juice obtained with different extraction methods. *Korean J Food Preserv* 20:784-790
- Kwon RH, Chae GY, Ha BJ. 2011. The effects of the *makgeolli* on the antioxidative activity in the endotoxin LPS-treated rats. *J Food Hyg Saf* 26:166-170
- 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 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 HS, Park CS, Choi JY. 2010. Quality characteristics of the mashes of *takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 42:56-62
- Lee JK, Kim JS. 2006. Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 38:408-413
- Lee JO, Kim CJ. 2011. The influence of adding buckwheat sprouts on the fermentation characteristics of *yakju*. *Korean J Food Culture* 26:72-79
- Lee SB, Ko KH, Yang JY, Oh SH, Kim JG. 2004a. Science of Food Fermentation. pp.205-206. Hyoil
- Lee SC, Jeong SM, Kim SY, Park HR, Nam KC, Ahn DU. 2006. Effect of far-infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity of water extracts from peanut hulls. *Food Chem* 94:489-493
- Lee SJ, Lee JE, Kim SS. 2004b. Development of Korean red

- wines using various grape varieties and preference measurement. *Korean J Food Sci Technol* 36:911-918
- Lee SS, Kim KS, Eom AH, Sung CK, Hong IP. 2002. Production of Korean traditional rice-wines made from cultures of the single fungal isolates under laboratory conditions. *Korean J Mycol* 30:61-65
- Lee SY, Park JD. 2004. Effects of heating temperatures and times on anthocyanin pigments in grape juice. *Korean J Food Preserv* 11:336-341
- Lee Y, Kim JC, Hwang KT, Kim DH, Jung CM. 2013. Quality characteristics of black raspberry wine fermented with different yeasts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:784-791
- Luchsinger WW, Cornesky RA. 1962. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. *Anal Biochem* 4:346-347
- National Tax Service. 2020. Regulatory reform report of liquor market. Available from <http://www.nts.go.kr> [cited 29 January 2021]
- National Tax Service Technical Service Institute [NTSTSI]. 1999. Alcoholic Liquors Analytical Rule: National Tax Service Technical Service Instructions. pp.37-38. NTSTSI
- Park ER, Kim KS. 2000. Volatile flavor components in various varieties of grape (*Vitis vinifera* L.). *Korean J Postharvest Sci Technol* 7:366-372
- 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 H, Choi W, Han B, Noh J, Park JM. 2019. Quality characteristics and volatile flavor compounds of Doonuri wine using freeze concentration. *Korean J Food Nutr* 32:485-493
- Park HJ, Kwon NR, Kang HJ, Kim JH, Eom HJ. 2022. Quality characteristics of Korean traditional wines with different amounts of sorghum and corn. *Korean J Food Nutr* 35:369-377
- Park SS, Kim JJ, Yoon JA, Lee JH, Jung BO, Chung SJ. 2011. Preparation and quality characteristics of *takju* (rice wine) with *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* and chitoooligosaccharide. *J Chitin Chitosan* 16:164-169
- Park WM, Park HG, Rhee SJ, Kang KI, Lee CH, Yoon KE. 2004. Properties of wine from domestic grape, *Vitis labrusca* cultivar. Campbell's Early, fermented by carbonic maceration vinification process. *Korean J Food Sci Technol* 36:773-778
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Roh HI, Chang EH, Joeng ST, Jahng KY. 2008. Characteristics of fermentation and wine quality. *Korean J Food Preserv* 15:317-324
- Seo MJ, Ryu SR. 2002. Improvement of Cheongju manufacturing process using gelatinized rice and zeolite. *Korean J Food Sci Technol* 34:610-616
- Shin DS, Yoo SM, Han GJ, Oh SG. 2016. Quality of *tteokbokki* tteok prepared by adding various concentration of brown rice. *Korean J Food Preserv* 23:194-203
- Song YR, Lim BU, Song GS, Baik SH. 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of *makgeolli* supplemented with *omija* berries (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean J Food Sci Technol* 47:328-335
- Woo KS, Lee JS, Ko JY, Song SB, Oh BG, Kang JR, Nam MH, Ryu IS, Seo MC. 2010b. Physicochemical characteristics of Korean traditional wine fermented from foxtail millet (*Setaria italica* Beauvios) and *nuruk* at different addition rates. *Korean J Food Sci Technol* 42:298-303
- Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ. 2010a. Quality characteristics of brown rice *takju* by different *nuruks*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:301-307
- Yang HS, Eun JB. 2011. Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*makgeolli*) added with citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) juice. *Korean J Food Sci Technol* 43:438-445
- Yoon HH, Chae KS, Son RH, Jung JH. 2015. Antioxidant activity and fermentation characteristics of blueberry wine using traditional yeast. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:840-846
- Yoon HS, Kang HJ, Eom HJ, Jeong HS. 2020. Quality properties of *makgeolli* brewed with Korean sweet potato cultivars (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Korean J Food Nutr* 33:624-630
- Zhuang XP, Lu YY, Yang GS. 1992. Extraction and determination of flavonoid in ginkgo. *Chin Herb Med* 23:122-124

Received 14 December, 2023

Revised 13 March, 2024

Accepted 01 April, 2024