

포도 신품종 '옥랑'을 이용한 와인 발효 및 품질 특성

박혜진 · 최원일 · 박정미 · 정창원 · 김시동 · 윤향식

충북농업기술원 와인연구소

Brewing and Quality Characteristics of New Grape Cultivar 'Okrang' Wine in Fermentation Process

Hye Jin Park, Wonil Choi, Jung-Mi Park, Changwon Jeong, Sidong Kim, and Hyang-Sik Yoon

Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services

ABSTRACT This study was carried out to investigate the effects of cold maceration and heat treatment prior to alcohol fermentation on the quality characteristics of wine made from Okrang grape cultivar. The results of this study show that alcohol contents of wines increased as fermentation period increased, whereas °Brix values decreased. The pH levels of wines ranged from 3.17 to 3.42 while the total acidities of wines ranged from 0.49~0.99%. The free sugar contents of wines tended to decrease as fermentation period increased. In particular, free sugar content of wine pre-treated at low temperature prior to alcohol fermentation slowly. Total polyphenol content of wine heat-treated prior to alcohol fermentation was higher than those of other wines and reached a maximum value after fermentation for 2 days. Campbell Early wine showed the strongest antioxidant effect, measured based on DPPH free radical scavenging activity, followed by Okrang wine pressing after fermentation. These results indicate that pre-treatment before wine fermentation greatly affects wine quality and biofunctional activities.

Key words: Okrang, wine, chemical composition, polyphenol, antioxidant activity

서 론

포도 가공품 중 하나인 포도주는 세계적으로 널리 음용되고 있는 알코올성 음료로 폴리페놀(polyphenol)계 물질이 풍부한 것으로 알려져 있다(1). 포도주의 품질은 원료인 포도와 발효기술이나 숙성기술에 의해서도 많은 영향을 받는데 포도는 품종 및 재배지역의 기후와 재배환경에 따라 품질이 좌우되며, 동일한 원료를 사용하더라도 원료의 처리 방법이나 제조 방식에 따라 포도주의 특성이 달라진다(2,3). 포도주 양조로 이용되는 품종은 외국의 경우 적포도주용으로 카베르네 소비뇽, 멜로, 피노누아, 말백, 시라, 진판델 등 수십 종의 품종들이 포도주 양조용으로 이용되고 있지만, 국내에서는 캠벨얼리가 전체 면적의 약 74%, 거봉이 약 13%, MBA가 약 5% 정도 재배되며(4,5), 그 밖에 세레단, 개량머루 등이 일부 재배되고 있어 이들 품종이 생식용뿐만 아니라 양조용으로 이용되고 있다(6). 한편, 충청북도 농업기술원 포도연구소에서는 2013년에 세리단과 캠벨얼리 포도 품종을 교배 조합하여 만든 신품종인 옥랑을 품종보호 등록하였

으며 내한성이 강하고 가공적성이 우수한 품종이다(7).

현재 포도주의 품질 개선을 위한 연구는 국외뿐만 아니라 국내 연구자들에 의해서도 많이 진행되고 있는데(8), 국내 포도주 연구로는 첨가되는 당의 종류나 첨가량에 대한 실험이 수행된 바 있으며(9,10), 국산 포도주의 기호성에 대한 연구(11,12) 등이 수행되었다. 또한, 포도 착즙에서는 포도를 80~90°C에서 60분간 열처리하는 것이 포도즙의 착즙수율과 색, 향, 맛에 있어서 우수한 포도즙을 생산할 수 있다고 보고한 바 있다(13). 본 연구에서는 포도 신품종인 옥랑을 이용하여 와인 제조 시 품질 및 생리활성에 미치는 포도 전처리 효과를 조사하기 위하여 기존의 와인 제조 방법과 예비 실험 결과를 참고하여 설정한 처리 온도와 시간인 10°C에서 48시간 저온 침용한 것, 65°C에서 30분간 가열한 것 등의 처리 방법을 달리하여 와인을 제조하였으며, 캠벨얼리를 사용하여 발효한 와인을 대조구로 비교 분석하였다. 발효 특성을 알아보기 위해 pH, 당도, 총산 함량, 알코올 농도, 유리당 함량, 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 전자공여능을 이용한 항산화 활성을 실시하였다.

Received 17 February 2017; Accepted 24 April 2017

Corresponding author: Hyang-Sik Yoon, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Youngdong, Chungbuk 29151, Korea
E-mail: aroma67@korea.kr, Phone: +82-43-220-5871

재료 및 방법

시험재료 및 시약

본 연구에서 사용한 옥랑(*Vitis hybrid*) 포도는 2013년

충청북도농업기술원 포도연구소(Okcheon, Korea)에서 1995년 셰리단(Sheridan)을 모본으로, 캠벨얼리(Campbell Early)를 부분으로 교배하여 1998년부터 2002년까지 수채 및 과신허성 조사를 통해 1차 선발하였고, 2003년부터 2009년까지 7년 동안 지역적응시험을 통해 최종 선발한 후 2011년 품종 출원하였다. 원료 포도는 2014년 옥랑은 무가온하우스에서, 캠벨얼리는 노지에서 재배한 것을 8월 20일 수확하여 사용하였다. 설탕은 백설 하얀 설탕(CJ CheilJedang Co., Seoul, Korea)을 사용하였고, 효모 *Saccharomyces cerevisiae*(DSM Food Specialities, Fermivin®, Lallemand, Denmark)와 메타중아황산칼륨(WW Co., Boeun, Korea)을 첨가하였다. 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.

포도 전처리 및 와인 제조 조건

포도는 손으로 과경과 포도 알갱이를 분리하였으며, 과경을 분리한 포도즙(과육, 씨 등을 포함)에 100 mg/L의 메타중아황산칼륨을 처리한 다음 5시간 정도 방치하고, 당도가 22°Brix가 되도록 설탕을 첨가하였다. 효모는 37°C 물에서 활성화한 다음 전체 포도 무게의 0.02%를 첨가하여 발효를 시작하였다. 옥랑 와인 제조 방법에 따른 발효 특성을 분석하기 위하여 포도 전처리 방법 및 압착 시기에 따라 5개의 처리구별로 각각 와인을 제조하였다. A 처리구는 옥랑을 기존의 와인과 같이 압착 시기를 1차 발효 중에 과피의 색상과 발효 정도를 육안으로 평가하여 발효 4일째에 압착하였고, B 처리구는 10°C에서 48시간 저온 침용하여 압착한 후 과즙 상태에서 발효하였으며, C 처리구는 65°C에서 30분간 가열 처리한 후 압착하여 과즙 상태에서 발효하였다. D 처리구는 잔당이 0.5% 이하까지 알코올 발효가 진행되었을 때 압착하였으며, E 처리구는 캠벨얼리 포도를 A 처리구와 같은 방법으로 발효하였다. 발효실 온도를 18°C로 유지한 후 알코올 발효를 하였으며, 초기에는 하루에 2회 저어주고 알코올 발효가 진행되어 일정한 비중이 되면 1회 저어주었다. 포도 전처리 및 와인 제조 조건을 달리하여 제조한 와인은 발효 전부터 랙킹 전 시료까지 발효 기간에 따른 와인을 원심분리 후 분석용 시료로 사용하였다.

pH 및 총산 측정

와인의 pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였고, 총산은 Yoon 등(14)의 방법대로 와인 5 mL에 증류수를 가하고 균질화한 시료에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 결정하여 적정한 후 소비된 양으로부터 tartaric acid 계수로 환산하여 총산을 산출하였다.

당도 및 알코올 함량

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 와인의 당도는 디지털 당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 즉 디지털 당도계에 증류수 1 mL를 넣은 후 영점을 맞추고, 시료를 반복하여 채취한 후 시료 1 mL를 넣어 당도를 측정하였다. 옥랑 와인의 알코올 발효 정도를 확인하기 위하여 주정도는 국제청주류분석법(NTSTSI 1999)의 증류법으로 측정하였다(15). 즉 시료 100 mL를 취하여 증류수 100 mL를 혼합한 후 증류시켜 그 유액이 70 mL가 되면 증류를 중지하고 여기에 증류수를 이용해 100 mL로 정용한 다음 증류액의 온도가 10~15°C가 되도록 냉각시키고 주정계를 사용하여 측정한 후 주정분 온도 환산표에 대입하여 알코올 함량을 측정하였다.

Hue 값과 color intensity

와인의 색도를 확인하기 위해 Hue 값과 color intensity를 분석하였다. 원심분리 한 시료의 상등액을 가지고 분광광도계(Lambda 35 UV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 사용하여 흡광도를 측정한 후에 Hue 값은 420 nm/520 nm의 흡광도 비로 나타내었으며, color intensity는 420 nm, 520 nm, 620 nm에서 흡광도의 합으로 나타내었다.

유리당 함량 분석

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 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(14). 칼럼은 Zorbax carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Agilent Technologies)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)를 사용하였으며 표준물질은 fructose, glucose 및 sucrose(Sigma-Aldrich Co.)로 검량곡선을 작성하여 시료 중의 개별당 함량을 정량하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 와인의 총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(16)의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다. 즉 시료 0.1 mL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치시킨 다음 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.1 mL를 가하고 30분 방치 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질인 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성하였고, 총 폴리페놀 함량은 와인 중의 gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거능에 의한 항산화 활성 분석

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 와인의 항산화 활성을 측정하기 위하여 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois(17)의 방법을 변형하여 분석하였다. 즉 0.4 mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma-Aldrich Co.) 용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이로 나타내었다.

통계처리

모든 실험의 각 항목은 3회 반복 시행하여 측정된 결과를

평균과 표준편차를 산출하였으며, 각 실험군 간 평균값의 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 검증 및 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)을 실시하였고, 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH 및 총산

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 pH 및 총산 분석 결과는 Table 1과 같다. 발효 전 포도의 초기

Table 1. Characteristics of Okrang wines produced by different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation

Pre-treatment ¹⁾	Fermentation periods (day)	pH	Total acidity (% w/v)	Soluble solid (°Brix)
A	0	3.35±0.03 ^{Abc2)}	0.54±0.01 ^{Db}	16.40±0.34 ^{Ba}
	2	3.30±0.01 ^{Ba}	0.78±0.02 ^{Cab}	20.35±0.73 ^{Aab}
	4	3.26±0.01 ^{Cb}	0.84±0.05 ^{Bb}	13.83±0.33 ^{Cc}
	6	3.36±0.01 ^{Ab}	0.77±0.04 ^{Cbc}	9.13±0.21 ^{Dc}
	8	3.18±0.01 ^{Dc}	0.95±0.03 ^{Aab}	7.35±0.10 ^{Ec}
	10	3.27±0.02 ^{Cc}	0.84±0.01 ^{Bab}	7.03±0.05 ^{Eb}
	11	3.30±0.01 ^{Bc}	0.84±0.01 ^{Bb}	6.98±0.05 ^{Ea}
B	0	3.33±0.02 ^{AcD}	0.53±0.09 ^{Db}	16.40±1.29 ^{Ba}
	2	3.28±0.01 ^{CDb}	0.70±0.05 ^{Cb}	19.25±1.04 ^{Ab}
	4	3.26±0.01 ^{Db}	0.92±0.01 ^{ABa}	19.75±0.26 ^{Aa}
	6	3.32±0.03 ^{ABc}	0.69±0.03 ^{Cd}	13.30±0.50 ^{Ca}
	8	3.17±0.01 ^{Ec}	0.99±0.03 ^{Aa}	9.98±0.05 ^{Da}
	10	3.30±0.02 ^{BCb}	0.88±0.07 ^{Ba}	7.70±0.22 ^{Ea}
	11	3.26±0.01 ^{Dd}	0.85±0.02 ^{Bb}	6.95±0.10 ^{Ea}
C	0	3.37±0.01 ^{Bab}	0.49±0.01 ^{Eb}	16.00±0.14 ^{Ba}
	2	3.29±0.00 ^{Ca}	0.74±0.07 ^{Dab}	20.30±0.50 ^{Aab}
	4	3.30±0.01 ^{Ca}	0.85±0.04 ^{BCb}	14.25±0.06 ^{Cb}
	6	3.42±0.02 ^{Aa}	0.79±0.02 ^{CDb}	8.98±0.15 ^{Dc}
	8	3.30±0.01 ^{Ca}	0.92±0.02 ^{Ab}	7.58±0.05 ^{Eb}
	10	3.39±0.01 ^{Ba}	0.81±0.03 ^{BCb}	7.18±0.05 ^{Fb}
	11	3.38±0.01 ^{Ba}	0.85±0.05 ^{Bb}	7.05±0.10 ^{Fa}
D	0	3.38±0.01 ^{Aa}	0.49±0.02 ^{Cb}	16.68±0.21 ^{Ba}
	2	3.25±0.01 ^{Dc}	0.75±0.16 ^{Bab}	21.58±1.17 ^{Aa}
	4	3.23±0.01 ^{Ec}	0.84±0.04 ^{Bb}	14.03±0.05 ^{Cbc}
	6	3.31±0.01 ^{Cc}	0.74±0.02 ^{Bc}	9.65±0.13 ^{Db}
	8	3.21±0.01 ^{Eb}	0.95±0.04 ^{Aab}	7.35±0.06 ^{Ec}
	10	3.25±0.02 ^{Dc}	0.84±0.01 ^{Bab}	6.75±0.24 ^{Ec}
	11	3.33±0.01 ^{Bb}	0.84±0.02 ^{Bb}	6.75±0.06 ^{Eb}
E	0	3.31±0.01 ^{Bd}	0.61±0.02 ^{Ba}	13.58±0.15 ^{Bb}
	2	3.19±0.00 ^{Ed}	0.87±0.11 ^{Aa}	20.53±0.25 ^{Aab}
	4	3.18±0.00 ^{Ed}	0.85±0.03 ^{Ab}	11.85±0.06 ^{Cd}
	6	3.30±0.01 ^{Bc}	0.85±0.02 ^{Aa}	7.33±0.21 ^{Dd}
	8	3.22±0.01 ^{Db}	0.93±0.04 ^{Ab}	6.48±0.05 ^{Ed}
	10	3.27±0.01 ^{Cc}	0.86±0.03 ^{Aab}	6.45±0.13 ^{Ed}
	11	3.32±0.01 ^{Ab}	0.92±0.02 ^{Aa}	6.58±0.13 ^{Ec}

¹⁾A: control of Okrang, B: cold maceration at 10°C for 48 h, C: heat treatment at 65°C for 30 min, D: pressing after fermentation, E: control of Campbell Early.

²⁾Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($P < 0.05$) among different fermentation periods. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($P < 0.05$) among different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation.

pH는 3.31~3.38로 발효가 진행되면서 감소하였으며, 저온 침용한 옥랑 와인이 발효 8일차에서 3.17의 가장 낮은 pH를 보였고, 발효종료 후에는 3.26~3.38로 분석되었다. 와인의 pH는 발효과정 및 숙성, 저장 중 포도주의 맛에 많은 영향을 주는 것으로 3.2에서 3.6 사이가 적당하다고 보고되었다 (18).

발효 전 포도의 총산 함량은 0.49~0.61%로 캠벨얼리 시료에서 가장 높은 값을 나타내었다. 발효가 진행되면서 모든 처리구에서 총산 함량이 증가하여 발효 8일에 0.92~0.99%의 범위를 나타내었으며 저온 침용한 옥랑 와인에서 0.99%로 가장 높게 나타났다. 이것은 Roh 등(19)이 보고한 일반적인 포도주의 총산 함량인 0.5~0.7%보다 높은 값이며, 이는 렉킹을 진행하지 않은 와인인 것으로 렉킹 이후 총산 값은 전반적으로 감소하였는데 주석산의 침전에 의한 것으로 생각된다. 주석산은 숙성과정 중 많은 양이 potassium bitartrate 형태로 침전되어 앙금 분리과정에서 제거된다고 알려져 있으며(20), 발효가 끝난 후의 시료의 총산 함량은 0.84~0.92%로 Park 등(21)이 최근에 보고한 국내산 캠벨로 제조한 포도주의 총산 함량이 0.70~0.84 g/100 mL라고 보고한 연구 결과와 유사하다.

당도 및 알코올 함량

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 당도는 Table 1과 같고, 알코올 함량은 Fig. 1과 같다. 발효 전 옥랑 포도의 당도는 16.00~16.68°Brix, 캠벨얼리는 13.58°Brix를 나타내었다. 발효가 진행됨에 따라 모든 시료의 당도는 감소하였으며 특히 발효 6일차에 급격히 감소하였는데, 이는 발효가 진행되면서 효모에 의해 보당한 당이 알코올로 발효가 진행되었기 때문으로 판단된다. 발효 8일차에는 저온 침용한 옥랑 와인의 당도가 9.98°Brix로 가장 높은 값을 나타내었고, 캠벨얼리 와인은 6.48°Brix로 가장 낮은 값을 보였다. 발효가 종료된 11일차에서는 6.58~7.05°Brix

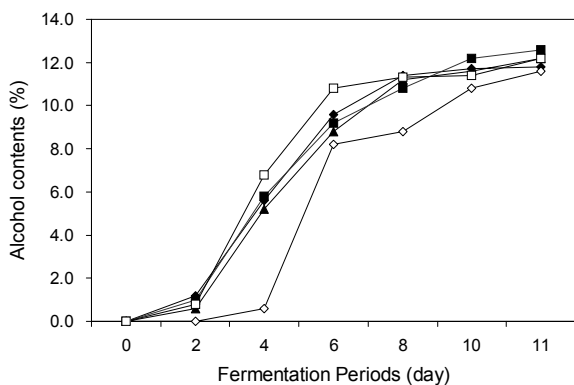


Fig. 1. Alcohol contents of Okrang wines produced by different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation. ◆: control of Okrang, ◇: cold maceration at 10°C for 48 h, ▲: heat treatment at 65°C for 30 min, ■: pressing after fermentation, □: control of Campbell Early.

로 큰 차이가 없었다.

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 알코올 함량 분석 결과 10°C에서 48시간 저온 침용 처리한 와인의 초기 발효속도가 다른 처리구에 비해 다소 느리게 진행되는 것으로 나타났다. 발효 6일이 경과하였을 때 와인의 알코올 함량은 저온 침용 처리구에서 8.2%로 가장 낮은 함량을 보였고 캠벨얼리 와인의 경우 10.8%로 가장 높은 값을 나타내어 다소 차이를 보였으나, 발효가 종료된 시점에서의 알코올 함량 범위는 11.6~12.6%로 처리구 간 알코올 농도가 1% 이내의 차이를 나타내어 전처리 방법이나 압착 시기가 알코올 함량에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Kim 등(22)이 포도의 초기당도를 24°Brix로 조정하여 9일 동안 알코올 발효를 시킨 결과 14.7%의 알코올 함량을 나타내어 22°Brix로 당도를 조정한 본 결과보다는 높게 나타났다.

Hue 값과 color intensity

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 Hue 값과 color intensity의 변화는 Table 2와 같다. Hue 값 및 intensity 값은 와인의 품질을 평가할 수 있는 중요한 항목 중의 하나로 양조과정 중의 색도 변화는 발효과정, 숙성 정도를 예측할 수 있는 지표이며, Hue 값은 오렌지색을 향한 색깔의 발전을, color intensity는 색깔의 양을 나타내는 것으로 포도주와 포도 품종에 따라 크게 변화한다고 한다(23). 기존 방식으로 처리한 와인의 경우 초기 Hue 값은 1.220으로 높은 값을 나타낸 후 발효가 경과하면서 0.506으로 감소하였는데 이는 발효 초에 용출되지 않았던 안토시아닌이 알코올 발효에 의해 용출되었기 때문으로 생각된다. 저온 침용법으로 침용한 옥랑 와인은 일반적인 산화에 의한 Hue 값의 경향과는 다르게 분석되었는데, 이와 같은 결과는 10°C의 저온에서 침용한 와인의 알코올 발효속도가 다른 처리구에 비해 다소 느리게 진행되어 안토시아닌 색소의 용출이 상대적으로 늦게 일어나기 때문으로 판단되며 향후 안토시아닌 함량의 검토가 요구된다. 포도 전처리 방법을 가열 처리한 와인과 발효 종료 후 압착한 처리구 와인의 Hue 값은 초기 1.439, 1.487에서 발효가 진행됨에 따라 감소하는 경향을 나타내어 발효 10일차에는 0.573, 0.570의 분석값을 나타내었으나, 발효 11일차에는 0.698, 0.897의 값으로 10일차에 비해 약간 증가하는 것으로 분석되어 산화되고 있는지에 대한 주의가 필요할 것으로 보인다. 캠벨얼리 와인의 Hue 값은 발효 초기 0.649에서 감소하여 11일차에는 0.418의 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 Lee와 Chae(23)의 연구에서 MBA 포도로 담근 적포도주의 발효과정 중 Hue 값 변화와 같이 발효가 진행함에 따라 흡광도 420 nm/520 nm의 비율, 즉 Hue 값은 감소하는 경향과 일치하였으며, 주로 적포도주는 0.5~0.7 정도의 Hue 값을 나타내고 숙성기간이 오래 지속할수록 증가하며, 백포도주에 가까울수록 1.0 이상의 큰 Hue 값을 가진다고 보고되어 있다(24).

Table 2. Colorimetric characteristics of Okrang wines produced by different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation

Pre-treatment ¹⁾	Fermentation periods (day)	Hue	Intensity
A	0	1.220	5.508
	2	1.455	2.319
	4	0.849	2.172
	6	0.642	2.447
	8	0.549	2.242
	10	0.514	3.201
	11	0.506	2.888
B	0	0.963	1.868
	2	1.681	3.487
	4	1.725	3.488
	6	1.178	0.982
	8	1.341	0.717
	10	1.140	6.729
	11	0.545	1.413
C	0	1.439	2.235
	2	0.678	8.569
	4	0.772	6.658
	6	0.947	7.640
	8	0.939	7.252
	10	0.573	4.336
	11	0.698	4.704
D	0	1.487	2.235
	2	1.638	2.134
	4	0.885	2.156
	6	0.613	2.246
	8	0.733	1.347
	10	0.570	2.046
	11	0.897	1.475
E	0	0.649	2.332
	2	0.846	3.698
	4	0.509	4.352
	6	0.448	4.162
	8	0.385	3.658
	10	0.433	5.452
	11	0.418	4.764

¹⁾A: control of Okrang, B: cold maceration at 10°C for 48 h, C: heat treatment at 65°C for 30 min, D: pressing after fermentation, E: control of Campbell Early.

와인의 color intensity 값은 포도 전처리 방법 중 가열 처리한 와인이 가장 높은 값을 나타내었으며 발효가 진행됨에 따라 캠벨얼리 와인의 경우 옥랑 와인에 비해 높은 값을 나타내었다. 발효 종료 후 와인의 intensity 값을 비교해 보면 대조구인 옥랑 와인은 2.888, 저온 침용처리 옥랑 와인은 1.413, 가열처리 옥랑 와인은 4.704, 발효 종료 후 압착한 옥랑 와인은 1.475를 나타내었으며, 캠벨얼리 와인은 4.764를 나타내어 일반적인 방법으로 제조한 옥랑 와인은 캠벨얼리 와인이나 레드와인보다 훨씬 낮은 intensity 값을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 color intensity는 Salinas 등(25)이 보고한 로제 와인의 color intensity 0.95~1.01에 비해서는 높은 값을 나타내었는데 포도 전처리 방법에 따른 차이인 것으로 생각되며, 캠벨얼리보다 옥랑 와인이 로제

와인의 color intensity에 가까운 것을 알 수 있다. 열처리한 옥랑 와인이 캠벨얼리 와인과 색도가 가장 유사한 것을 알 수 있다. 이는 옥랑이 캠벨얼리와 세리단을 교배하여 만든 품종으로 포도의 색상이 캠벨얼리보다 옅은 갈색을 나타내기 때문이라 생각하는데 Sudraud(26)는 color intensity가 포도주와 포도 품종에 따라 크게 변하고 Hue와 color intensity의 값을 통하여 적색과 황색이 포도주 전체의 색깔에 기여하는 정도를 알 수 있다고 하였다. 와인에서 intensity와 Hue는 발효과정, 숙성 정도를 예측할 수 있는 지표가 되기도 하는데 이러한 것들은 총 페놀 함량, 미생물의 활성, SO₂ 등 여러 가지 요인에 의해 영향을 받으며 숙성 중에 와인의 색깔 변화는 여러 가지 물질이 반응하는 복잡한 과정으로 알려져 있다(27).

유리당 함량

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 유리당 함량 분석 결과는 Table 3과 같다. 옥랑 와인의 유리당 함량은 모든 처리구에서 발효 기간이 경과하면서 감소하는 경향을 나타내었으며, 알코올 함량이 급속히 증가하는 시기인 발효 6일차에서 fructose, glucose 및 sucrose 함량이 급속히 감소하였다. 대조구인 옥랑 와인은 발효 6일차에 급격히 감소하여 총 유리당 함량이 41.84 mg/mL를 나타내었으며, 발효 10일차에는 3.60 mg/mL까지 감소하여 발효가 완료된 것을 알 수 있었다. Fructose의 경우 glucose보다 서서히 감소하였는데 이는 효모가 glucose를 먼저 이용한 후 fructose를 이용하기 때문으로 생각되며, Kim 등(9)의 연구에서도 glucose가 먼저 이용되고 fructose는 약간 느리게 이용되고 있었으며 결국 두 당이 모두 소진된다고 보고하였다. 저온 침용 처리한 옥랑 와인은 발효속도가 대조구에 비해 현저히 낮은 것을 알 수 있으며, 발효 10일에도 fructose의 함량이 26.64 mg/mL, glucose의 함량이 3.33 mg/mL 정도 남아 있는 것으로 분석되었다. 발효 도중 압착한 대조구와 1차 발효 종료 후 압착한 와인의 경우 유리당 함량 변화는 유사한 것으로 나타났으며 옥랑보다는 캠벨얼리 와인의 발효속도가 빠른 것을 알 수 있었다.

총 폴리페놀 함량

폴리페놀 물질은 포도주에 있어 가장 중요한 성분이며 포도주의 색, 수렴성, 쓴맛, 산화에 직접 관여할 뿐 아니라 항산화제로서 건강에 유익한 영향을 미친다고 알려져 있다(28-30).

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 총 폴리페놀 함량 분석 결과는 Fig. 2와 같다. 전체 총 폴리페놀 함량 범위는 37.13~143.24 mg%로 분석되었는데 가열 처리한 옥랑 와인이 가장 높은 값을 보였으며 대조구인 캠벨얼리 와인보다 높은 함량으로 분석되어 발효 2일째 시료에서 143.24 mg%의 가장 높은 함량을 나타내었다. Chang 등(31)이 발효 전 포도 으깬이의 열처리 온도에 따른 총 폴리

Table 3. Free sugar contents of Okrang wines produced by different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation

Pre-treatment ¹⁾	Fermentation periods (day)	Fructose (mg/mL)	Glucose (mg/mL)	Sucrose (mg/mL)	Total (mg/mL)
A	0	115.74±0.06 ^{Ba2)}	96.87±0.29 ^{Ba}	19.16±0.02 ^{Ac}	231.78
	2	121.36±0.24 ^{Ab}	97.98±1.18 ^{Ac}	13.87±0.42 ^{Bd}	233.21
	4	84.14±0.11 ^{Ce}	38.36±0.60 ^{Cd}	8.44±0.01 ^{Cd}	130.93
	6	33.40±0.13 ^{Dc}	5.86±0.18 ^{Dd}	2.58±0.01 ^{Dc}	41.84
	8	4.99±0.34 ^{Fd}	3.41±0.21 ^{Ec}	0.87±0.02 ^{Eb}	9.28
	10	2.14±0.06 ^{Gd}	1.46±0.20 ^{Fb}	0.01±0.01 ^{Fa}	3.60
	11	10.05±0.11 ^{Eb}	1.41±0.14 ^{Fc}	0.01±0.00 ^{Fa}	11.46
B	0	106.18±0.12 ^{Cb}	87.58±0.51 ^{Cb}	22.35±0.03 ^{Ba}	216.10
	2	114.21±0.07 ^{Bc}	108.87±0.33 ^{Ab}	31.68±0.02 ^{Aa}	254.76
	4	115.03±0.26 ^{Aa}	94.20±1.20 ^{Ba}	21.57±0.01 ^{Ca}	230.80
	6	80.03±0.03 ^{Da}	36.85±0.11 ^{Da}	3.96±0.03 ^{Da}	120.84
	8	58.05±0.18 ^{Ea}	17.13±0.29 ^{Ea}	0.94±0.03 ^{Ea}	76.12
	10	26.64±0.01 ^{Fa}	3.33±0.02 ^{Fa}	0.01±0.00 ^{Fa}	29.97
	11	3.00±0.07 ^{Gc}	2.00±0.03 ^{Gb}	0.00±0.00 ^{Fa}	5.00
C	0	105.76±0.20 ^{Bc}	88.30±0.40 ^{Bb}	18.10±0.02 ^{Bd}	212.16
	2	121.59±0.13 ^{Ab}	98.64±0.78 ^{Ac}	24.74±0.12 ^{Ac}	244.98
	4	89.34±0.14 ^{Cb}	43.74±0.06 ^{Cb}	9.28±0.01 ^{Cc}	142.35
	6	29.91±0.11 ^{Dd}	9.08±0.33 ^{Db}	2.31±0.02 ^{Dd}	41.30
	8	5.57±0.23 ^{Ec}	3.82±0.30 ^{Eb}	0.86±0.04 ^{Eb}	10.24
	10	2.77±0.16 ^{Fc}	1.83±0.23 ^{Fb}	0.02±0.01 ^{Fa}	4.62
	11	1.02±0.15 ^{Ge}	0.84±0.16 ^{Gd}	0.01±0.00 ^{Fa}	1.86
D	0	96.81±0.10 ^{Bd}	79.87±0.20 ^{Bc}	21.75±0.05 ^{Bb}	198.43
	2	110.97±0.07 ^{Ad}	88.07±1.07 ^{Ad}	27.39±0.35 ^{Ab}	226.42
	4	86.57±0.11 ^{Cc}	41.21±0.31 ^{Cc}	9.66±0.07 ^{Cb}	137.44
	6	41.48±0.19 ^{Db}	7.60±0.36 ^{Ec}	3.18±0.03 ^{Db}	52.27
	8	6.93±0.30 ^{Fb}	1.28±0.01 ^{Fd}	0.01±0.01 ^{Ec}	8.22
	10	3.21±0.09 ^{Gb}	0.85±0.06 ^{Fb}	0.01±0.01 ^{Ea}	4.07
	11	22.22±0.09 ^{Ea}	18.31±0.25 ^{Da}	0.01±0.00 ^{Ea}	40.54
E	0	88.36±0.10 ^{Be}	65.94±0.81 ^{Bd}	0.29±0.37 ^{Ae}	154.59
	2	142.27±0.10 ^{Aa}	116.60±0.72 ^{Aa}	0.04±0.00 ^{ABe}	258.91
	4	84.70±0.20 ^{Cd}	28.38±0.57 ^{Cc}	0.08±0.01 ^{ABe}	113.15
	6	16.48±0.15 ^{De}	1.52±0.18 ^{De}	0.09±0.03 ^{ABe}	18.08
	8	0.54±0.02 ^{Fe}	0.33±0.04 ^{Dc}	0.02±0.00 ^{ABc}	0.89
	10	0.02±0.01 ^{Ge}	1.01±1.12 ^{Db}	0.01±0.00 ^{Ba}	1.04
	11	1.69±0.13 ^{Ed}	1.48±0.19 ^{Dc}	0.01±0.00 ^{Ba}	3.19

¹⁾A: control of Okrang, B: cold maceration at 10°C for 48 h, C: heat treatment at 65°C for 30 min, D: pressing after fermentation, E: control of Campbell Early.

²⁾Different capital letters in the same items indicate a significant difference ($P<0.05$) among different fermentation periods. Different small letters in the same items indicate a significant difference ($P<0.05$) among different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation.

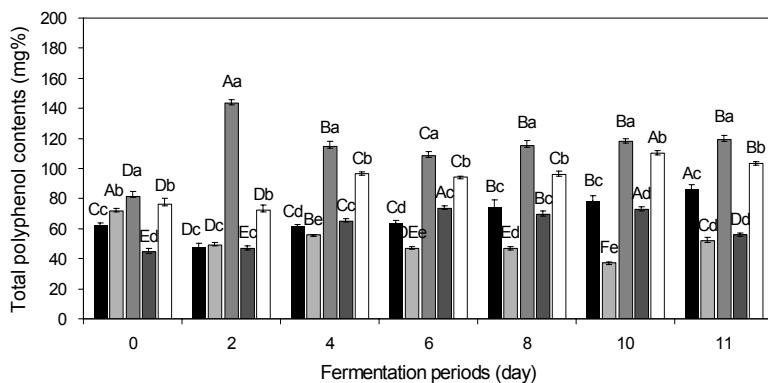


Fig. 2. Total polyphenol contents of Okrang wines produced by different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation. ■: control of Okrang, ■: cold maceration at 10°C for 48 h, ■: heat treatment at 65°C for 30 min, ■: pressing after fermentation, □: control of Campbell Early. Different capital letters (A-F) in the same items indicate a significant difference ($P<0.05$) among different fermentation periods. Different small letters (a-e) in the same items indicate a significant difference ($P<0.05$) among different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation.

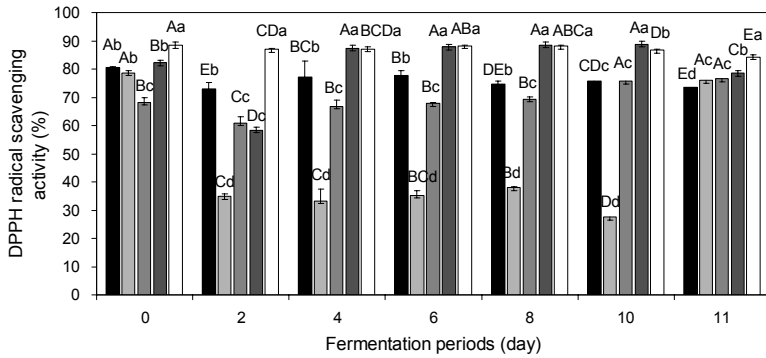


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of Okrang wines produced by different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation. ■: control of Okrang, ▒: cold maceration at 10°C for 48 h, ■: heat treatment at 65°C for 30 min, □: pressing after fermentation, □: control of Campbell Early. Different capital letters (A-E) in the same items indicate a significant difference ($P<0.05$) among different fermentation periods. Different small letters (a-d) in the same items indicate a significant difference ($P<0.05$) among different pre-treatments of grape prior to alcohol fermentation.

페놀 함량을 측정된 결과 무처리구에 비해 열처리 온도가 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량은 증가하여 열처리 온도 70°C에서 1,548 mg/L의 가장 높은 함량을 나타내었으며, 이는 열처리 온도가 증가함에 따라 증가하는 특징을 보였다. Choi 등(32)과 Turkmen 등(33)의 연구에서도 식물체를 열처리할 경우 결합형의 폴리페놀 성분이 유리형으로 전환되어 활성이 증가한다고 보고하였다. 저온 침용법으로 처리한 옥랑 와인의 총 폴리페놀 함량이 가장 낮은 값을 보였으며 발효가 진행되면서 약간 감소하였으나 일정한 경향은 나타나지 않았고, 다른 처리 와인은 발효 일수가 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 침용 후 압착하여 과즙 상태로 발효한 시료 전처리에 따른 차이로 생각된다. 일반적으로 포도주 양조과정에서 포도 껍질과 함께 발효시킨 적포도주는 발효과정 중 에탄올의 생성으로 포도 껍질의 페놀 성분이 용출되어 총 폴리페놀 함량이 발효 기간에 점차 증가하는데, skin contact 기간에 추출되는 폴리페놀 성분은 계속 증가하는 것이 아니라 anthocyanin 등의 색소 물질들은 과피에 다시 흡수되기도 한다고 알려져 있다 (34).

DPPH 라디칼 소거능에 의한 항산화 활성

포도 전처리 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 항산화 활성을 나타내기 위하여 DPPH 라디칼을 이용하여 전자공여능을 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 포도주의 DPPH 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 특유의 보라색이 포도주 내 항산화제의 작용에 의하여 수소 혹은 전자를 받음으로써 안정한 형태의 화합물로 전환되어 라디칼 용액은 옅은 노란색으로 변하는 것을 원리로 측정된 것으로 항산화 활성 측정에 사용된다(35). 캠벨얼리 와인에서 전반적으로 높은 전자공여능을 나타내었고 발효 전처리에 따른 옥랑 와인의 전자공여능은 알코올 발효 종료 후 압착한 와인에서 높은 값을 보였으며 발효 10일째인 와인에서 88.86%로 가장 높은 값을 나타내었다. 옥랑 와인의 침용 온도에 따른 차이는 저온 침용보다 고온 침용한 와인의 경우 우수한 전자공여능을 나타내었는데, 이는 Chang 등(36)이 발효 전 포도 발효액을 50~70°C에서 열처리한 포도주의 폴리페놀 함량과 항

산화 활성을 측정하였을 때 70°C에서 열처리한 포도주의 폴리페놀 함량과 항산화 활성이 가장 높다고 보고한 연구와 유사하다. 또한, 저온 침용한 와인은 발효가 시작되면서 전자공여능이 27.55%까지 감소하였으며 종료되면서 증가하는 경향이 나타났다.

요 약

본 연구에서는 세리단과 캠벨얼리 포도 품종을 교배 조합하여 만든 신품종인 옥랑 포도 품종의 와인으로서의 가능성을 조사하기 위하여 포도 전처리 방법 및 와인 제조 조건에 따라 옥랑 와인의 발효 특성을 조사하였다. 포도 전처리 방법으로 저온 침용과 열처리 방법을 사용하였고, 발효 4일차 압착과 발효 종료 후 압착한 와인을 제조하였으며 캠벨얼리 와인과 비교하였다. 발효 기간이 경과함에 따라 당도는 감소하여 알코올 함량이 증가하였는데, 저온 침용 처리한 와인의 초기 발효속도가 다소 느리게 진행되었으나 발효가 종료된 시점에서는 전처리 방법이 알코올 함량에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. pH는 저온 침용한 옥랑 와인에서 3.17의 가장 낮은 pH가 분석되었으나 발효종료 후에는 비슷한 수치를 나타내어 발효 진행에 따른 pH 변화는 거의 없는 것으로 분석되었다. 발효 전 총산 함량은 캠벨얼리가 0.61%로 0.54%의 옥랑보다 높았으나 발효가 진행되면서 모든 처리구에서 총산 함량이 증가하여 발효 8일의 저온 침용한 옥랑 와인에서 0.99%의 가장 높은 총산 함량을 나타내었고 이후 감소하였다. 기능성 성분인 총 폴리페놀 함량 분석 결과 전처리 방법으로 가열 처리한 발효 2일째 옥랑 와인에서 143.24 mg%의 높은 총 폴리페놀 함량이 분석되었으며, 옥랑 와인의 전자공여능의 경우 발효 종료 후 압착 처리한 와인에서 높은 값을 보였으며 발효 10일째인 와인에서 88.86%의 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다. 이와 같은 연구로 포도 전처리 방법 및 와인 제조 조건에 따른 옥랑 와인의 비교 분석 자료를 제공함으로써 발효 특성을 과학적으로 제시하였고, 캠벨얼리보다 과피색이 연한 옥랑의 특성을 살려 로제 와인으로 개발이 가능할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Yair M. 1997. *Concepts in wine chemistry*. The Wine Appreciation Guild Ltd., San Francisco, CA, USA. p 20-27.
2. 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.
3. Lee JK, Kim JS. 2006. Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 38: 408-413.
4. Anon. 2002. *The annual report of food industry*. The AF News Press, Seoul, Korea. p 200-205.
5. National Agricultural Products Quality Management Service. 2002. 2002 Survey on fruit cultivation in Korea. Gimcheon, Korea. p 744-785.
6. 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.
7. Lee JW, Lee SH, Lee KY, Kim YH. 2013. Breeding of a black table grape cultivar 'Okrang' (*Vitis* sp.) with early maturity and high quality. *Korean J Breed Sci* 45: 278-282.
8. Lee AR, Park HD. 2011. Effects of roasted Korean oak chip addition on the aging of red wine. *Korean J Food Preserv* 18: 891-897.
9. Kim JS, Sim JY, Yook C. 2001. Development of red wine using domestic grape, *Campbell early*. Part (I) - Characteristics of red wine fermentation using *Campbell early* and different sugars - . *Korean J Food Sci Technol* 33: 319-326.
10. 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.
11. Lee JE, Hong HD, Choi HD, Shin YS, Won YD, Kim SS, Koh KH. 2003. A study on the sensory characteristics of Korean red wine. *Korean J Food Sci Technol* 35: 841-848.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. NTSTSI. 1999. *Alcoholic liquors analytical rule: National tax service technical service instructions*. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. p 37-38.
16. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010-3014.
17. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
18. American Wine Society. 1999. *The complete handbook of winemaking*. Kent Inc., Ypsilanti, MI, USA. p 87-93.
19. Roh HI, Chang EH, Joeng ST, Jahng KY. 2008. Characteristics of fermentation and wine quality. *Korean J Food Preserv* 15: 317-324.
20. Chang EH, Jeong ST, Roh JH, Yun HK, Park KS, Choi JU. 2008. Effect on wine quality of pre-treatment of grapes prior to alcohol fermentation. *Korean J Food Preserv* 15: 824-831.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D. 2006. The chemistry of wine. In *Handbook of Enology: Volume 2. The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments*. John Wiley & Sons, New York, NY, USA. p 178-197.
25. Salinas MR, Garijo J, Pardo F, Zalacain A, Alonso GL. 2005. Influence of prefermentative maceration temperature on the colour and the phenolic and volatile composition of rosé wines. *J Sci Food Agric* 85: 1527-1536.
26. Sudraud P. 1958. Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges. *Ann Technol Agric* 7: 203-208.
27. Kim MS. 2013. Production and characterization of mead using Korean honey. *MS Thesis*. Konkuk University, Seoul, Korea.
28. Mazza G, Fukumoto L, Delaquis P, Girard B, Ewert B. 1999. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. *J Agric Food Chem* 47: 4009-4017.
29. Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, López-Roca JM, Martínez A. 2000. Color and phenolic compounds of a young red wine. Influence of wine-making techniques, storage temperature, and length of storage time. *J Agric Food Chem* 48: 736-741.
30. Gómez-Plaza E, Gil-Muñoz R, López-Roca JM, Martínez-Cutillas A, Fernández-Fernández JI. 2001. Phenolic compounds and color stability of red wines: Effect of skin maceration time. *Am J Enol Vitic* 52: 266-270.
31. 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.
32. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
33. Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. 2005. The effects of cooking methods total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem* 93: 713-718.
34. Kim JC. 2009. *Enology*. Baeksan Press, Seoul, Korea. p 21-62.
35. 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.
36. 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.