

국산 시판 머루 와인의 품질 특성

†박혜진 · 박정미 · 한봉태 · 최원일 · 노재관*

충청북도농업기술원 와인연구소 농업연구사, *충청북도농업기술원 와인연구소 농업연구관

Quality Characteristics of Korean Domestic Commercial Meoru Wines

†Hyejin Park, Jung-Mi Park, Bongtae Han, Wonil Choi and Jaegwan Noh*

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

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

Abstract

This study was carried out to investigate quality characteristics of Korean domestic commercial meoru wines, 8 kinds of wines were purchased from the Korea Wine Festival in 2016 and we compared the characteristics and physiological activity of 8 domestic wine. The results of this study have shown that the alcohol contents of wines ranged from 9.8 to 14.3%, pH of wines ranged from 3.86 to 4.22 and the total acidity of wines ranged from 0.56~0.75%. The hue value of meoru wines ranged from 0.81 to 1.02, The brightness of meoru wines ranged from 0.77 to 5.55, the redness from 3.97 to 31.16, and the yellowness from 0.99 to 5.63. The organic acid analysis of wine revealed lactic acid content at 4.281~9.606 mg/mL, followed by malic acid, tartaric acid, and acetic acid. The concentrations of total polyphenol and anthocyanin contents in the samples were investigated by spectrophotometric methods. Total polyphenol contents of the M8 (172.24 mg%) wine was higher than those of the other wines and total anthocyanin contents represented from 356.69 to 601.33 mg/mL. The DPPH radical scavenging activity of meoru wines was between 57.23 to 73.98%. Volatile flavor component analysis of meoru wines identified 7 alcohols, 16 esters, 5 acids, 3 terpenes and 4 other compounds.

Key words: meoru, Korean commercial wines, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

머루(Korean wild grape, *Vitis cignetia*)는 포도과에 속하는 덩굴성 목본식물로 한국, 일본 등지에 야생으로 많이 자라고 있으며, 최근 머루 가공품 생산을 위해 이를 재배하는 농가가 늘고 있다. 성숙한 머루 열매는 크기가 8 mm 내외로 포도보다 작고, 짙은 흑자색을 띠며, 신맛이 강한 편이나, 다량의 무기질과 유기산, 비타민류가 풍부하여 머루즙이나 머루주 형태로 음용되고 있다(Hwang & Ahn 1975). 머루는 미네랄, 비타민 B₁, B₂, B₃ 및 C와 같은 영양성분(Choi 등 2006a)뿐만 아니라, 흑색계 과피 색소로 항산화, 항암, 살균 기능이 강한 anthocyanin(Choi SJ 2010), 심혈관계 질환 및 신경보호 작용

을 갖는 resveratrol(Lee & Choi 2009), 모세혈관 작용이 있는 rutin 등과 같은 다양한 건강기능성 물질의 함량도 높은 것으로 보고되고 있다.

이와 같이 머루는 기능성 식품 및 와인의 원료로서 유용하지만, 머루주에 대한 연구는 미미하여 개량 머루주의 감산에 관한 연구(Kim SK 1996), 머루즙과 머루주의 이화학적 분석 및 항산화 효과에 관한 연구(Choi 등 2006a), 산머루 와인의 최적 발효 조건에 관한 연구(Kim 등 2007) 및 숙성기간에 따른 머루와인의 품질적 특성에 관한 연구(Kang 등 2009) 등이 있다.

국내의 1인당 연간 와인 소비량은 1 L 정도로 레드 와인이 70% 이상을 차지하는데 약 80%를 수입산에 의존하고 있는

† Corresponding author: Hyejin Park, Researcher, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Chungbuk 29151, Korea. Tel: +82-43-220-5876, Fax: +82-43-220-5879, E-mail: hjp1109@korea.kr

실정이며, 레드 와인의 주된 phytochemicals로서 proanthocyanidin, resveratrol, flavanol 등의 폴리페놀 물질이 밝혀진 바 있다(Frankel 등 1993). 국내에서도 Campbell Early, MBA(Muscat Bailey A)와 같은 적포도 품종으로 제조한 레드 와인의 품질 특성에 관하여 보고된 바 있지만(Yook 등 2008, Hwang & Park 2009), 머루 와인의 전반적인 품질 특성에 관한 자료가 부족한 실정이다.

본 연구에서는 국내에서 시판되며, 2016년 충북 영동에서 개최한 대한민국 와인축제장에서 판매된 제조원이 다른 8개의 머루 와인을 구입하여 와인의 일반적인 품질 특성과 기능성 성분 및 생리활성을 비교 분석·보고하여 과학적인 기초 자료로 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시험재료 및 시약

머루 와인은 2016년 충북 영동에서 개최한 대한민국 와인 축제장에서 판매된 제조원이 다른 8개의 머루 와인을 구입하여 사용하였다. 일반 품질 특성 분석 시약 및 유리당 분석에 사용한 표준물질(fructose, glucose, sucrose), 총 폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능 분석에 이용된 gallic acid, Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)의 시약은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 등에서 구입한 특급 및 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

2. 일반 품질 특성(pH, 총산, 알코올 함량, 당도, 유리 아황산 및 총 아황산)

와인의 pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion pH meter, USA)를 이용하여 측정하였고, 총산도는 와인 5 mL에 1% phenolphthalein 2~3방울을 넣고 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 하여 적정한 후, 소비된 양으로부터 tartaric acid에 상당하는 유기산 계수로 환산하여 나타내었다. 당도(°Brix)는 디지털당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. 와인의 알코올 함량, 유리아황산 및 총 아황산은 Fourier Transform Infrared(FTIR) 기기인 Winescan™ SO₂(Foss, Hillerod, Denmark)을 사용하여 분석하였다(Moreira & Santos 2004, Malacarne 등 2013).

3. Hue 값, color intensity와 색도 분석

분광광도계(Lambda 35 UV, Perkin Elmer)를 사용하여 Hue 값은 420 nm/520 nm의 흡광도 비로 나타내었으며, color intensity는 420 nm, 520 nm, 620 nm 흡광도의 합으로 나타내었다. 색도는 spectrophotometer CM-5(Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter L, a, b 값을 측정하였다. Hunter L

(Lightness, 명도), a(redness 적색도) 및 b(yellowness 황색도) 값은 각각 zero, white calibration을 통해 보정하였으며, 이때 백색판의 색도는 L=99.55, a=-0.05, b=-0.33이었다.

4. 유리당 함량 및 유기산 분석

유리당 함량은 시료를 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(1200 Infinity, Agilent Technologies, Santa Clara CA, USA)로 분석하였다. 칼럼은 Zorbax carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Agilent)을 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile : water = 75:25(v/v%), 유속은 1.5 mL/min, 시료 주입량은 20 µL로 하였다. 검출기는 RI(30°C)를 사용하였으며, 표준물질은 fructose, glucose 및 sucrose(Sigma Co.)로 검량곡선을 작성하여 시료 중의 개별 당 함량을 정량하였다. 유기산 함량은 시료를 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(1200 Infinity, Agilent)로 분석하였다. 칼럼은 Hi-Plex H(7.7×300 mm)를 사용하였으며, 이동상은 0.01 M H₂SO₄, 유속은 0.6 mL/min, 시료 주입량은 20 µL로 하였다. 검출기는 UV 210 nm(50°C)를 사용하였으며, 표준물질은 와인의 주요 유기산인 citric acid, tartaric acid, malic acid, lactic acid, acetic acid(Sigma Co.)로 검량곡선을 작성하여 시료 중의 개별 유기산 함량을 정량하였다(Yoon 등 2016).

5. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과, 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(Amerine & Ough 1980). 즉, 각각의 시료 0.1 mL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 가하고, 30분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질인 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였고, gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

6. 총 안토시아닌 함량 분석

안토시아닌 분석용 시료 100 µL에 900 µL의 0.025 M potassium chloride buffer(pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer(pH 4.5)를 혼합한 후 510 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(Cheng & Breen 1991).

Anthocyanin content (mg/L) =

$$(A_{510} - A_{700})pH_{1.0} - (A_{510} - A_{700})pH_{4.5}$$

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

7. DPPH 라디칼 소거능에 의한 항산화 활성 분석

전자공여능을 확인하여 시료의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH 라디칼 소거능을 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 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

8. 향기성분 분석

와인의 향기성분은 Losada 등(2012)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 와인을 분석하기 위하여 20 mL headspace에 와인 10 mL를 넣고 내부표준물질로 4-methyl-2-pentanol을 첨가하였다. 향기성분의 추출은 direct headspace trap 기술로 수행하였으며, 장비는 Turbomatrix 40 trap(Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)을 사용하였다. Vial은 1분간 압력이 가해졌으며, 1.5분간 충전되었다. 사용된 온도는 needle 110°C, oven 85°C, transfer line 140°C, trap low 45°C, trap high 290°C, 압력은 vial 20 psi, column 40 psi, desorption 30psi. 시간은 dry purge 10분, trap hold time 12분, desorb time 10min, thermostatisation 30분이었다. Gas chromatograph/mass spectroscopy(Clarus 680GC/Clarus SQ8T MSD, Perkin Elmer)로 분석하였으며, 컬럼은 Elite-wax(60 m×0.32 mm×0.25 μ m, Perkin Elmer)를 사용하였고, 오븐온도는 40°C에서 3분간 유지한 후 3°C/min으로 180°C까지 상승시킨 후 10분간 유지하였으며, 다시 5°C/min로 220°C까지 상승시킨 후 30분간 유지하였고, equilibration time을 20분 두었다. 유속은 1 mL/min, split ratio는 1:1, carrier gas는 헬륨(99.9995%)을 사용하였다. 향기성분의 동정은 GC-MS를 이용하여 얻은 mass spectrum을 NIST data base로 검색하여 동정하였다. Mass 범위는 45~450 m/z로 하였다. 정량은 내부표준물질로 4-methyl-2-pentanol을 50 mg/L가 되도록 첨가한

후 이 물질의 면적비를 기준으로 정량하였다.

9. 통계처리

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, 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. 일반 품질 특성(pH, 총산, 알코올 함량, 당도, 유리 아황산 및 총 아황산)

대한민국 와인축제에 출품된 8개의 머루 와인의 일반 품질 특성을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 머루 와인의 pH는 3.86~4.22이고, 총산은 0.56~0.75%로 분석되었다. Kim & Kim (1997)은 개량머루를 이용하여 머루 와인을 제조 시 pH가 3.55~3.65로 보고하여 본 연구의 결과보다 낮았는데 이는 품종, 포도의 숙도 및 양조 방법 등의 차이에 따른 것이라 판단되며, 총산의 경우, 와인용 포도의 최적 총산이 0.7~0.9%이라는 보고(Beelman & Gallander 1979)와 유사하거나 다소 낮은 것으로 나타났다. 머루 와인의 알코올 함량은 9.8~14.3%, 당도는 8.80~15.80 °Brix로 출품된 와인에서 제조한 와인의 종류에 따라 다양한 것으로 분석되었다. 머루 와인의 유리 아황산 및 총 아황산 함량의 분석 결과는 Table 1과 같다. 유리 아황산의 경우, M6 시료에서 37.00 mg/L의 가장 높은 함량을 나타내었으며, M2, M3, M8 시료에서는 검출되지 않았다. 총 아황산은 M6 시료에서 93.33 mg/L의 유의적으로 높은 함량이 분석되었고, M1과 M5에서 7.33 mg/L로 가장 낮은 함량이 분석되었다. 아황산은 주로 와인을 만들 때 항산화제이고, 항

Table 1. Characteristics and general information of commercial meoru wines¹⁾

| Samples | pH | Total acidity (% w/v) | Alcohol (% v/v) | Soluble solid (°Brix) | Free SO ₂ (mg/L) | Total SO ₂ (mg/L) |
|---------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| M1 | 3.86±0.01 ^c | 0.58±0.01 ^c | 13.44±0.01 ^b | 15.80±0.20 ^a | 1.67±0.58 ^d | 7.33±2.52 ^e |
| M2 | 3.97±0.01 ^d | 0.68±0.00 ^b | 14.38±0.01 ^a | 9.77±0.06 ^f | ND | 14.33±2.52 ^c |
| M3 | 4.22±0.02 ^a | 0.64±0.00 ^c | 11.15±0.00 ^e | 8.80±0.17 ^h | ND | 10.67±0.58 ^{cd} |
| M4 | 4.13±0.01 ^b | 0.62±0.00 ^d | 11.50±0.01 ^c | 12.70±0.17 ^e | 0.67±0.58 ^e | 9.67±3.79 ^{cd} |
| M5 | 4.00±0.01 ^c | 0.56±0.00 ^f | 10.92±0.01 ^g | 13.83±0.15 ^c | 2.67±0.58 ^c | 7.33±0.58 ^e |
| M6 | 3.98±0.01 ^d | 0.75±0.01 ^a | 9.62±0.01 ^g | 9.40±0.10 ^g | 37.00±0.00 ^a | 93.33±1.53 ^a |
| M7 | 3.98±0.01 ^d | 0.60±0.01 ^d | 11.02±0.01 ^f | 13.13±0.15 ^d | 9.67±0.58 ^b | 60.33±2.52 ^b |
| M8 | 4.00±0.00 ^c | 0.67±0.01 ^b | 11.30±0.03 ^d | 15.47±0.06 ^b | ND | 12.00±1.00 ^{cd} |

¹⁾ Different letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$).

균제로 사용되며(Graham HF 1993), 발효 중 포도 머스트에 존재하는 물질들의 추출에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Jackson RS 2008). 와인의 아황산에는 유리 아황산과 결합 아황산이 있으며, 유리 아황산이 acetaldehyde, pyruvic acid, 폴리페놀류 등과 결합하여 결합 아황산이 되는데, 결합 아황산은 효모의 생육에 거의 영향을 주지 않고 미생물에 대한 저해활성도 거의 없다. 따라서 미생물의 저해활성은 유리 아황산량과 관련 있는 것이다(Graham HF 1993). Chang 등(2008a)의 연구에서 총 아황산 함량은 국산의 경우, 10 mg/L 미만인 36.8%, 10~50 mg/L가 52.6%, 50 mg/L 이상이 10% 차지했으며, 수입산은 10 mg/L 미만인 5%, 10~50 mg/L가 74%, 50 mg/L 이상이 21%를 나타내었고, 유리 아황산의 경우 국산 포도주는 대부분 1~5 mg/L가 약 47% 정도 차지하고, 수입산은 약 20% 정도를 차지한다고 보고하였다.

2. Hue 값, Color intensity와 색도 분석

머루 와인 8개의 Hue 값과 color intensity 및 색도를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 대한민국 와인축제에 출품된 8개 머루 와인의 Hue 값은 0.81~1.02인 것으로 나타났으며, 유의적인 차이는 없었다. Color intensity의 경우, 10.92~22.49로 분석되었다. 일반적으로 포도주는 숙성이 진행됨에 따라 안토시아닌의 흡수대인 520 nm에서의 흡광도 값이 점차 낮아지고, 갈색도를 나타내는 420 nm에서의 흡광도 값이 점차 높아져 hue 값이 전반적으로 증가하게 되는 것으로, 분석 결과 hue 값의 경우 Lee & Park (2011)의 연구한 참나무편을 첨가한 MBA 와인의 1.022~1.026 값과 유사하였으며, color intensity 보다는 낮은 것으로 나타났다. 이러한 차이는 포도 품종 및 와인 제조 방법 등에 의한 차이인 것으로 판단되며, 숙성기간에 따른 색 물질(coloring matters)의 침전 차이에 의한 것이라는 보고도 있으며, 침전물질로는 중합체와 안토시아닌-탄닌 부가물로 추정하고 있다(Drinkine 등 2007). 또한, 총 페놀 화합물의 함량이 높을수록 높은 hue, intensity의 값을 가진다는

연구가 보고되었다(Lee 등 2002). 머루 와인의 L값(명도) 분석 결과, 0.77~5.55, a값(적색도)은 3.97~31.16, b값(황색도)은 0.99~5.63으로 분석되어 M7 시료에서 유의적으로 높은 L, a, b 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 Kang 등(2009)의 연구의 숙성 기간에 따른 머루와인의 L값 19.5~53.7, a값 33.4~46.3, b값 13.6~22.5와 차이가 있었으며, 이는 시료 및 실험 방법 등에 의한 것으로 생각된다. 실제로 적포도주의 숙성 중 색깔 변화는 여러 가지 물질이 반응하는 복잡한 과정으로 오랜 기간 동안 한 가지 색소 물질만 변하는 것이 아니고, 장기간 산화로 인해 초기의 루비 빛이 벽돌색으로 변한다고 알려져 있다(Lee & Chae 2010).

3. 유리당 함량 및 유기산 분석

대한민국 와인축제에 출품된 8개의 머루 와인의 유리당 및 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 머루 와인의 유리당은 fructose 및 glucose가 검출되었고, sucrose는 검출되지 않았으며, 이는 효모가 알코올로 발효시키는데 소비된 것으로 시판 머루 와인의 발효가 완전히 완료된 것으로 나타났다. Fructose의 경우 0.24~3.88%로 분석되어 M1 시료에서 가장 높은 함량이 분석되었으며, glucose는 0.20~4.52%로 M8 시료에서 가장 높은 glucose 함량이 검출되었다. 유기산은 포도에서 신맛을 나타내는 주요 성분이며, 주석산, 사과산 및 구연산이 유기산의 대부분을 차지하지만, 와인에서는 발효과정 중 효소 작용에 의해 젖산(lactic acid), 초산(acetic acid), 호박산(succinic acid) 등이 생성된다(Chang EH 2010). 유기산 분석 결과, 주석산, 사과산, 젖산, 초산이 검출되었다. 주석산은 0.303~0.817 mg/mL, 초산은 0.030~1.419 mg/mL의 범위를 나타내었고, 사과산과 젖산은 각각 0.879~2.547 mg/mL 및 4.281~9.606 mg/mL로 분석되어 대부분의 시판 머루 와인에서 malolactic 발효가 일어난 것을 알 수 있었으며, malolactic 발효는 대부분 레드 와인에서 일어난다는 보고와도 유사하게 나타났다(Bauer 등 2004). 와인이 가지고 있는 유기산 함

Table 2. Colorimetric characteristics of commercial meoru wines¹⁾

| Samples | Hue values | Color intensity | L (Lightness) | a (Redness) | b (Yellowness) |
|---------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| M1 | 1.00±0.00 ^a | 22.49±0.01 ^a | 2.71±0.05 ^c | 16.65±0.14 ^d | 4.17±0.06 ^d |
| M2 | 0.97±0.03 ^a | 11.47±0.12 ^c | 1.60±0.03 ^d | 9.16±0.08 ^e | 2.18±0.04 ^e |
| M3 | 0.96±0.05 ^a | 11.80±0.15 ^{bc} | 2.72±0.03 ^c | 17.00±0.07 ^c | 4.45±0.03 ^c |
| M4 | 0.99±0.01 ^a | 19.86±6.49 ^b | 0.77±0.02 ^g | 3.97±0.05 ^h | 0.99±0.04 ^g |
| M5 | 0.97±0.03 ^a | 11.81±0.34 ^{bc} | 1.17±0.04 ^e | 6.44±0.30 ^f | 1.65±0.10 ^f |
| M6 | 0.81±0.29 ^a | 17.31±5.59 ^{ab} | 3.41±0.04 ^b | 21.57±0.15 ^b | 5.63±0.10 ^b |
| M7 | 0.99±0.02 ^a | 10.92±0.33 ^c | 5.55±0.02 ^a | 31.16±0.06 ^a | 9.40±0.04 ^a |
| M8 | 1.02±0.04 ^a | 13.17±0.31 ^{bc} | 0.85±0.03 ^f | 4.31±0.05 ^g | 1.08±0.02 ^g |

¹⁾Different letters in the same items indicate a significant difference(p<0.05).

Table 3. Free sugar and organic acid contents of commercial meoru wines¹⁾

| Samples | Free sugar contents (%) | | Organic acid contents (mg/mL) | | | |
|---------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Fructose | Glucose | Tartaric acid | Malic acid | Lactic acid | Acetic acid |
| M1 | 3.88±0.03 ^a | 4.17±0.05 ^b | 0.751±0.126 ^a | 2.547±0.162 ^a | 3.781±0.155 ^f | 0.030±0.060 ^e |
| M2 | 0.24±0.01 ^h | 0.20±0.02 ^g | 0.639±0.073 ^{ab} | 1.760±0.262 ^{bc} | 4.281±0.053 ^e | 0.232±0.028 ^d |
| M3 | 0.50±0.02 ^g | 0.39±0.30 ^g | 0.649±0.141 ^{ab} | 0.999±0.212 ^{de} | 7.135±0.085 ^b | 0.817±0.030 ^b |
| M4 | 2.30±0.06 ^e | 2.57±0.07 ^e | 0.429±0.113 ^{bcd} | 1.886±0.376 ^{bc} | 6.867±0.114 ^b | 0.498±0.015 ^c |
| M5 | 3.39±0.04 ^c | 3.78±0.13 ^c | 0.817±0.174 ^a | 1.996±0.277 ^b | 6.085±0.151 ^c | 0.364±0.029 ^c |
| M6 | 0.78±0.01 ^f | 0.97±0.10 ^f | 0.602±0.177 ^{abc} | 0.879±0.325 ^e | 9.606±0.097 ^a | 1.419±0.210 ^a |
| M7 | 2.97±0.04 ^d | 3.26±0.04 ^d | 0.395±0.030 ^{cd} | 1.439±0.085 ^{cd} | 5.467±0.451 ^d | 0.891±0.164 ^b |
| M8 | 3.78±0.10 ^b | 4.52±0.13 ^a | 0.303±0.046 ^d | 1.751±0.249 ^{bc} | 4.638±0.465 ^e | 0.882±0.054 ^b |

¹⁾ Different letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$).

량에 의하여 총산이 결정되므로 와인 내의 유기산 함량은 포도주 맛에 영향을 끼치는 요소들 중 하나이다. 와인의 주된 유기산은 tartaric acid, malic acid, citric acid이지만, citric acid 함량은 상대적으로 낮으므로 포도와 와인의 신맛은 주로 tartaric acid와 malic acid가 결정하며(Park 등 2002), 과실 및 과실주의 산미에 유기산의 종류가 미치는 영향을 검토한 결과, 총산 함량이 동일할 때에는 malic acid > tartaric acid > citric acid > lactic acid의 순으로 산미가 강하다고 보고되었다(Amerin 등 1965).

4. 총 폴리페놀 함량

폴리페놀 화합물은 차 및 과채류 외에 포도껍질에 많이 존재하여 포도껍질과 함께 발효시킨 와인은 폴리페놀계 물질의 공급원이 될 수 있다(Yair M 1997). 머루 와인의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 분석 결과, 총 폴리페놀 함량 범위는 158.53~172.24 mg%를 나타내었으며, M8 시료에서 가장 높은 총 폴리페놀 함량이 분석되었고, M3 시료에서 낮은 함량을 나타내었다. 이와 같이 시료마다 차이가

나는 이유는 발효과정 중에 생성된 알코올에 의해 껍질로부터 폴리페놀이 더 많이 용출되는(Chang 등 2010) 등의 제조 방법에 따른 차이, 원료의 차이 등에 의한 것이라 판단된다. Heo 등(2016)의 연구에서는 포도주용으로 육성된 ‘칭산(*Vitis amuensis*)’ 머루 품종의 포도주 제조에 따른 품질특성 분석 결과에서 페놀 함량이 1,516.2 mg/L로 본 연구와 유사하였다.

5. 총 안토시아닌 함량

Anthocyanin은 플라보노이드의 일종으로서 포도의 색상을 결정하는 대표적인 색소 물질로 anthocyanidin 배당체이다. 결합하고 있는 당으로는 포도당이 가장 많으며, 가수분해되면 aglycon인 anthocyanidin과 당으로 분해된다. 포도 가공 식품의 품질 평가에 중요한 지표가 되는 색소 물질(Lee & Park 2004), 머루 와인의 총 안토시아닌 함량을 분석한 결과는 Fig. 2와 같고, 시료들의 범위는 356.69~601.33 mg/L가 분석되었으며, M6 와인에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 국내에서 판매되는 수입산 레드 와인의 anthocyanin 함량은 16~130 mg CGE/L인 것으로 보고되었고(Choi 등 2006b), 숙성된 포

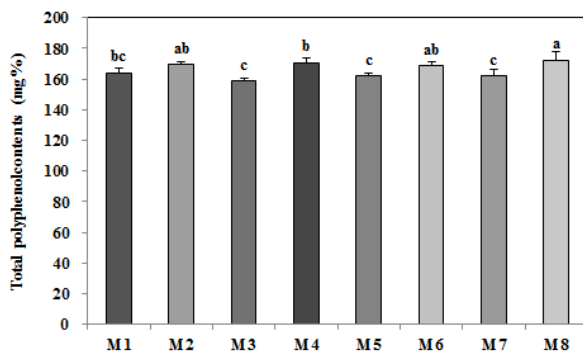


Fig. 1. Total polyphenol contents of commercial meoru wines¹⁾. ¹⁾ Different letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$).

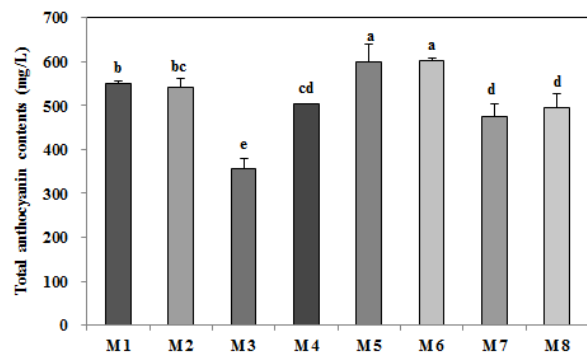


Fig. 2. Total anthocyanin contents of commercial meoru wines¹⁾. ¹⁾ Different letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$).

도주의 색깔에 있어서는 유리 안토시아닌보다는 다른 폴리페놀 물질과 결합된 복합체 안토시아닌에 의해 크게 영향을 받는다고 알려져 있으며(Chang 등 2008b), 향후 구성 안토시아닌 성분 구명에 관한 추가 실험이 진행되어야 할 것으로 판단된다.

6. DPPH 라디칼 소거능에 의한 항산화 활성

대한민국 와인축제에 출품된 8개의 머루 와인의 항산화 활성을 비교하기 위해 DPPH 라디칼 소거능을 분석하였으며, 실험결과는 Fig. 3과 같다. DPPH 라디칼이 항산화능을 가진 시료와 반응하여 생기는 색조 변화를 분광법으로 측정하는 원리(Blois MS 1958)로 항산화 활성 분석에 이용하였다. 머루 와인의 DPPH 라디칼 소거능 분석 결과, 시료 M7 와인에서 73.98%로 가장 높은 활성이 분석되었고, M4에서 57.23%의 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 원료 및 와인 제조 방법과 숙성 기간에 의한 차이인 것으로 판단되며, 숙성기간이 1년인 머루와인의 자유라디칼 포획효과가 87% 내외로 항산화제 BHA(90%)와 Quercetin(92%)만큼 높은 활성을 나타내었다는 보고가 있다(Kang 등 2009). 또한, Park HS(2011)은 머루와인의 전자공여능을 측정된 결과, 81.2±1.6%의 활성이 분석되어 머루와인의 전자공여능은 매우 뛰어나다고 보고하였다.

7. 향기 성분 분석

머루 와인의 향기성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 휘발성 성분의 분석은 주관적인 방법인 관능검사법과 GC/MS 등에 의한 기기분석 방법이 있으며, 그 중 기기분석 방법은 향에 관여하는 여러 성분의 종류와 농도를 밝힐 수 있어 화학적으로 의미 있는 절대 값을 얻을 수 있으며, 관능검사법에 비하여 주위환경에 영향을 받지 않는 장점이 있다고 알려져 있다(Noh BS 2005). 대한민국 와인축제에 출품된 머루 와인 8개의 검출된 향기성분은 총 35종이며, 알코올류는 7종, 에스

테르류는 16종, 산류는 5종, 테르펜류는 3종, 기타 화합물은 4종으로 나타났다. 7종의 알코올류는 퓨젤 오일인 1-butanol, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol, 1-hexanol, 3-hexen-1-ol, 2,3-butanediol이 검출되었으며, 알코올류의 함량은 69.94~123.48 mg/L의 범위가 분석되어 평균이 99.28 mg/L인 것으로 나타났다. 퓨젤 오일은 알코올 발효에 의해 생성되며, 주성분이 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol로 모든 와인에서 검출되었다. Choi 등(2012)의 연구에서 머루 첨가량을 달리한 약주의 향기성분을 분석하였을 때 alcohol 화합물은 대조구와 머루 첨가구 향기 성분 총합량의 77~90%로 대부분을 차지한 결과와 마찬가지로 본 연구에서도 알코올류가 향기 성분 대부분인 것으로 나타났으며, 이들 alcohol 화합물은 바나나향 또는 꽃향기와 같은 향긋한 향기에 기여하는 중요 향기 성분인 것으로 보고되었다. 머루 와인 8종의 에스테르류 함량은 20.17~55.49 mg/L이며, 평균값은 34.83 mg/L, 표준편차는 11.85 mg/L이었다. 시료마다 차이가 있는 것으로 분석되어 M6 와인에서 가장 높은 함량을 나타내었고, M4에서 가장 낮은 함량을 나타내었다. 주류에서 ester 화합물은 alcohol 화합물보다 일반적으로 소량 함유되어 있으나, alcohol 화합물보다 향의 기여도가 큰 화합물로 알려져 있으며(Lee 등 2007; Cheong 등 2008), 머루 8종의 와인 제조 시 원료, 효모 종류, 양조 방법 등에 따른 차이에 따라 분석된 에스테르 종류 및 함량이 차이가 있는 것으로 판단된다. 에스테르 화합물 중 가장 많이 함유되어 있는 ethyl acetate는 머루 와인 모두에 함유된 것으로 분석되었으며, 과일 향을 띠는 ethyl acetate는 숙성되지 않은 포도주에서 주로 검출되며, 효모나 유산균의 발효 과정에서 생산되는 대사산물이다(Matthews 등 2004, Garde-Cerdan & Ancin-Azpilicueta 2007). 산류의 경우, acetic acid 등 5종이 검출되어 0.67~2.39 mg/L의 범위를 나타내었으며, 테르펜류는 linalool, 4-terpineol, lemonene, 기타 화합물은 1,1-diethoxy ethane, 2,3-pentanedione, acetoin, benzaldehyde이 미량 검출되어 각각 0.59 mg/L 및 0.59 mg/L의 함량이 분석되었다.

요약 및 결론

머루(Korean wild grape)는 포도과에 속하는 덩굴성 낙엽 활엽성 식물로 우리나라 전역에 분포하며, 과립이 작고 신맛이 강하여 와인용으로 사용되고 있다. 본 연구는 2016년 대한민국 와인축제에서 판매된 제조원이 다른 8개의 머루 와인을 구입하여 일반 품질 특성과 기능성 성분 및 생리활성을 비교 분석하였다. 시판 머루와인의 pH는 3.86~4.22, 총산은 0.56~0.75%, 알코올 함량은 9.8~14.3%, 당도는 8.8~15.8 °Brix를 나타내었다. 유리야황산 함량은 0~15.80 mg/L, 총아황산 함량은 7.33~93.33 mg/L로 분석되었다. 머루와인의 hue 값은 0.81~

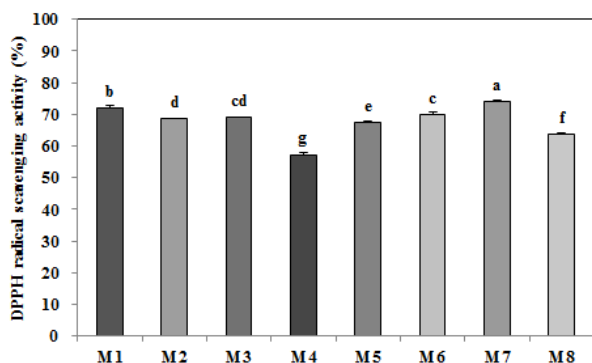


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity meuru wines¹⁾.

¹⁾ Different letters in the same items indicate a significant difference ($p < 0.05$).

Table 4. Aroma compounds of Korean commercial meoru wines

| Compounds | R.T. | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | Mean | S.D. |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 1-Propanol | 5.000 | 8.77 | 10.29 | 13.81 | 11.87 | 0 | 9.35 | 12.38 | 15.49 | 10.25 | 4.71 |
| 1-Butanol | 8.996 | 0.23 | 0.11 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.14 | 0.15 | 0.14 | 0.14 | 0.04 |
| 2-Methyl-1-propanol | 11.667 | 1.47 | 2.04 | 1.19 | 0.98 | 0.84 | 1.5 | 1.36 | 2.36 | 1.47 | 0.51 |
| 3-Methyl-1-butanol | 16.349 | 75.85 | 84.52 | 105.48 | 97.35 | 64.69 | 65.89 | 88.04 | 89.17 | 83.87 | 14.39 |
| 1-Hexanol | 22.637 | 3.07 | 3.55 | 2.49 | 1.58 | 3.88 | 4.63 | 2.89 | 2.64 | 3.09 | 0.93 |
| 3-Hexen-1-ol | 23.052 | 0.06 | 0.09 | 0 | 0 | 0.08 | 0.09 | 0 | 0 | 0.04 | 0.04 |
| 2,3-Butanediol | 30.24 | 0.54 | 0.85 | 0.38 | 0.35 | 0.33 | 0.41 | 0.31 | 0.19 | 0.42 | 0.20 |
| Total alcohols | | 89.99 | 101.45 | 123.48 | 112.26 | 69.94 | 82.01 | 105.13 | 109.99 | 99.28 | 17.54 |
| Ethyl acetate | 6.29 | 9.98 | 16.8 | 10.41 | 6.91 | 5.23 | 21.81 | 14.79 | 12.58 | 12.31 | 5.41 |
| Ethyl propanoate | 7.716 | 0.2 | 0.93 | 0.82 | 0.21 | 0.14 | 0.17 | 0.25 | 0.11 | 0.35 | 0.33 |
| Ethyl isobutyrate | 7.956 | 0.17 | 0.36 | 0.3 | 0.11 | 0.08 | 0.17 | 0.25 | 0.12 | 0.20 | 0.10 |
| n-Propyl acetate | 8.131 | 0.24 | 0.36 | 0.18 | 0.1 | 0.1 | 0.23 | 0.2 | 0.12 | 0.19 | 0.09 |
| Isobutyl acetate | 9.186 | 0.13 | 0.28 | 0.24 | 0.13 | 0.1 | 0.27 | 0.38 | 0.23 | 0.22 | 0.09 |
| Ethyl butanoate | 9.902 | 0.7 | 0.68 | 0.67 | 0.57 | 0.54 | 0.6 | 0.67 | 0.35 | 0.60 | 0.12 |
| Isopentyl acetate | 12.983 | 1.07 | 1.46 | 1.48 | 0.81 | 0.68 | 1.31 | 2.02 | 0.78 | 1.20 | 0.45 |
| Ethyl pentanoate | 15.094 | 1.98 | 1.96 | 1.88 | 0 | 1.72 | 2.34 | 2.15 | 1.39 | 1.68 | 0.73 |
| Ethyl hexanoate | 17.64 | 1.36 | 1.21 | 1.35 | 0.94 | 1.21 | 2.45 | 1.99 | 0.53 | 1.38 | 0.60 |
| Ethyl lactate | 22.101 | 7.62 | 9.86 | 9.48 | 5.4 | 7.03 | 12.19 | 9.67 | 11.9 | 9.14 | 2.35 |
| Ethyl octanoate | 26.418 | 3.47 | 4.3 | 3.8 | 3.18 | 3.39 | 8.23 | 7.36 | 5.07 | 4.85 | 1.93 |
| Ethyl 2,4-hexadienoate | 29.109 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.99 | 2.58 | 0.07 | 0.83 | 1.56 |
| Ethyl decanoate | 34.707 | 0.11 | 0 | 0.37 | 0.38 | 0.98 | 0.68 | 0.4 | 0.85 | 0.47 | 0.34 |
| Diethyl butanoate | 35.842 | 0.35 | 0.35 | 0.96 | 0.93 | 0.36 | 0.37 | 1.10 | 0.90 | 0.67 | 0.33 |
| Phenethyl acetate | 43.955 | 0.78 | 0.78 | 0.47 | 0.5 | 0.36 | 0.57 | 0.99 | 0.77 | 0.65 | 0.21 |
| Ethyl hexadecanoate | 51.523 | 0.17 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | 0.21 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| Total esters | | 28.33 | 39.43 | 32.41 | 20.17 | 21.92 | 55.49 | 45.01 | 35.85 | 34.83 | 11.85 |
| Acetic acid | 25.988 | 0.54 | 0.96 | 0.69 | 0.62 | 0.38 | 0.61 | 1.14 | 1.99 | 0.87 | 0.51 |
| 3-Methyl butanoic acid | 35.282 | 0.07 | 0.1 | 0.05 | 0.04 | 0 | 0.06 | 0.14 | 0.1 | 0.07 | 0.04 |
| Hexanoic acid | 41.699 | 0.08 | 0 | 0.11 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.09 | 0.1 | 0.09 | 0.04 |
| Octanoic acid | 48.897 | 0.12 | 0.08 | 0.17 | 0.15 | 0.19 | 0.14 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.04 |
| Sorbic acid | 51.503 | | | | | | 0.29 | 0.26 | 0.08 | 0.21 | 0.11 |
| Total acids | | 0.81 | 1.14 | 1.02 | 0.91 | 0.67 | 1.2 | 1.74 | 2.39 | 1.24 | 0.57 |
| Linalool | 30.635 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0.01 | 0.02 |
| 4-Terpineol | 32.906 | 0 | 0 | 0.06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 | 0.02 |
| Limonene | 46.556 | 0.25 | 0.62 | 0.92 | 1.47 | 0.15 | 0.14 | 0.22 | 0.76 | 0.57 | 0.47 |
| Total terpenoids | | 0.25 | 0.62 | 1.03 | 1.47 | 0.15 | 0.14 | 0.27 | 0.76 | 0.59 | 0.48 |
| 1,1-Diethoxy ethane | 6.415 | 0.35 | 0.58 | 0.51 | 0 | 0.22 | | 0.33 | 0.32 | 0.33 | 0.19 |
| 2,3-Pentanedione | 10.572 | 0.21 | 0.27 | 0 | 0 | 0.05 | 0.11 | 0 | 0 | 0.08 | 0.11 |
| Acetoin | 19.41 | 0.14 | 0.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0.08 | 0.13 |
| Benzaldehyde | 29.464 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.42 | 0.18 | 0.39 | 0.12 | 0.18 |
| Miscellaneous compounds | | 0.7 | 1.22 | 0.51 | 0 | 0.27 | 0.53 | 0.67 | 0.71 | 0.58 | 0.36 |
| Total | | 119.27 | 142.72 | 157.43 | 133.9 | 92.28 | 138.17 | 151.08 | 147.31 | 135.27 | 20.89 |

1.02를 나타내었으며, color intensity는 10.92~22.49로 국산 캠벨얼리로 만든 와인에 비해 색의 강도가 강한 것으로 나타났다. 와인의 색도 중 명도(L값)는 0.77~5.55, 적색도(a값)는 3.97~31.16, 황색도(b값)는 0.99~5.63으로 나타났다. 유리당 함량을 분석한 결과, 3종은 드라이 와인, 5종은 스위트 와인인 것으로 조사되었으며, 유기산 함량 중 사과산은 0.879~2.547 mg/mL, 젖산은 4.281~9.606 mg/mL로 이들 비율로 볼 때 시판 머루와인은 대부분 말로락틱 발효가 이루어진 것으로 판단된다. 시판 머루와인의 총 폴리페놀 함량은 158.53~172.24 mg%, 총 안토시아닌 함량은 356.69~601.33 mg/L로 일반적인 캠벨얼리 와인에 비해 전반적으로 높은 함량을 함유하였으며, DPPH 라디칼 소거능 분석 결과, 57.23~73.98%가 분석되었다. 머루 와인의 향기 성분 분석 결과, 검출된 휘발성 향기성분은 총 35종이며, 알코올류는 7종, 에스테르류는 16종, 산류는 5종, 테르펜류는 3종, 기타 화합물은 4종으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 충북 포도, 복숭아를 이용한 수용자 맞춤형 와인 및 지역특산품 개발, 과제번호: PJ012597)의 지원에 의한 것으로, 이에 감사드립니다.

References

- Amerin MA, Roessler EB, Ough CS. 1965. Acid and the acid taste. I. The effect of pH and titrable acidity. *Am J Enol Vitic* 16:29-37
- Amerine MA, Ough CS. 1980. Methods for Analysis of Musts and Wine. pp.176-180. John Wiley & Sons
- Bauer R, Dicks LMT. 2004. Control of malolactic fermentation in wine: A review. *S Afr J Enol Vitic* 25:74-88
- Beelman, RB, Gallander JF. 1979. Advance in Food Research. vol. 25. pp.1-2. Academic Press Inc
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 81:1199-1200
- Chang EH, Jeong ST, Park KS, Yun HK, Roh JH, Jang HI, Choi JU. 2008a. Characteristics of domestic and imported red wines. *Korean J Food Preserv* 15:203-208
- Chang EH, Jeong ST, Roh JH, Yun HK, Park KS, Choi JU. 2008b. Effect on wine quality of pre-treatment of grapes prior to alcohol fermentation. *Korean J Food Preserv* 15:824-831
- Chang EH, Jeong ST, Yoh 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. 2010. Deacidification effect of Campbell Early wine by carbonic maceration treatment. Ph.D. Thesis, Kyungpook National Univ. Daegu. Korea
- Cheng GW, Breen BJ. 1991. Activity of phenylalanyl ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *J Am Soc Hortic Sci* 116: 865-869
- Cheong C, Rhee IS, Lee SK, Kang SA. 2008. A study on the qualitative properties of traditional sake using allbangaegae. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:784-791
- Choi SH, Kwak EJ. 2012. Volatile flavor compounds and sensory properties of *Yakju* fermented with different contents of *Meoru* (*Vitis coignetiae*). *J East Asian Soc Diet Life* 22:642-648
- Choi SJ. 2010. The difference of anthocyanin pigment composition and color expression in fruit skin of several grape cultivars. *Korean J Food Preserv* 17:847-852
- Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ. 2006a. Physicochemical analysis and antioxidative effects of Wild grape (*Vitis coignetiea*) juice and its wine. *Korean J Food Nutr* 19:311-317
- Choi Y, Yu KW, Han NS, Koh JH, Lee J. 2006b. Antioxidant activities and antioxidant compounds of commercial red wines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1286-1290
- Drinkine J, Lopes P, Kennedy JA, Teissedre PL, Saucier C. 2007. Ethylidene-bridged flavan-3-ols in red wine and correlation with wine age. *J Agri Food Chem* 55:6292-6299
- Frankel EN, German JB, Kinsella JE, Parks E, Kanner J. 1993. Inhibition of oxidation human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet* 41:454-457
- Garde-Cerdan T, Ancin-Azpilicueta C. 2007. Review of quality factors on wine aging in oak barrels. *Trends Food Sci Technol* 17:438-477
- Graham HF. 1993. Sulfur dioxide and wine microorganisms. In *Wine Microbiology and Biotechnology*. pp.373-393. Harwood Academic Publishers
- Heo JY, Um NY, Jeong ST, Park YS. 2016. Quality characteristics of red wine from 'Cheongsan (*Vitis amurensis*)' grape cultivar. *J Korean Soc Int Agric* 28:237-242
- Hwang JK, Ahn SY. 1975. Studies on the anthocyanins in wild vines. *J Korean Agric Chem Soc* 18:183-193
- Hwang SW, Park HD. 2009. Characteristics of red wine fermentation of freeze-concentrated Campbell Early grape juice use-

- ing various wine yeasts. *Korean J Food Preserv* 16:977-984
- Jackson RS. 2008. Chemical constituents of grapes and wine. In: Wine Science: Principles and Applications, Jackson RS (Ed), Academic Press, Burlington, MA, USA, pp.270-331
- Kang BT, Yoon OH, Lee JW, Kim SH. 2009. Qualitative properties of wild grape wine having different aging periods. *Korean J Food Nutr* 22:548-553
- Kim EJ, Kim YH, Kim JW, Lee HH, Ko YJ, Park MH, Lee JO, Kim YS, Ha YL, Ryu CH. 2007. Optimization of fermentation process and quality properties of wild grape wine. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:366-370
- Kim SK. 1996. Deacidification of new wild grape wine. *Korean J Food Nutr* 9:265-270
- Kim SY, Kim SK. 1997. Winemaking from new wild grape. *Korean J Food Nutr* 10:254-262
- 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
- Lee HS, Lee TS, Noh BS. 2007. Volatile flavor components in the mashes of takju prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 39:593-599
- Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. 2002. Study on the color characteristics of Korean red wine. *Korean J Food Sci Technol* 34:164-169
- 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
- Lee NR, Choi SJ. 2009. Contents of resveratrol in different parts of various grape cultivars. *Korean J Food Preserv* 16:959-964
- Lee SY, Park JD. 2004. Effects of heating temperatures and times on anthocyanin pigments in grape juice. *Korean J Food Preserv* 11:336-341
- Losada MM, Lopez JF, Anon A, Andres 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
- Malacarne M, Bergamo L, Bertoldi D, Nicolini G, Larcher R. 2013. Use of fourier transform infrared spectroscopy to create models forecasting the tartaric stability of wines. *Talanta* 117:505-510
- Matthews A, Grimaldi A, Walker M, Bartowsky B, Grbin P, Jiranek V. 2004. Lactic acid bacteria as a potential source of enzymes for use in vinification. *Appl Environ Microb* 70:5715-5731
- Moreira JL, Santos L. 2004. Spectroscopic interferences in Fourier transform infrared wine analysis. *Anal Chim Acta* 513:263-268
- Noh BS. 2005. Analysis of volatile compounds using electronic nose and its application in food industry. *Korean J Food Sci Technol* 37:1048-1064
- Park HS. 2011. The antioxidant and nitrite scavenging activity of wild grape (*Vitis coignetiea*) wine. *J East Asian Soc Dietary Life* 21:68-73
- 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
- Yair M. 1997. Concepts in Wine Chemistry. pp.20-27. Wine Appreciation Guild
- Yook C, Seo MH, Lee JW, Kim YH, Lee KY. 2008. Quality properties of wines fermented with domestic new different grapes. *Korean J Food Sci Technol* 40:633-642
- 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 26 August, 2018

Revised 10 September, 2018

Accepted 20 September, 2018