

국산 시판 화이트 와인의 품질특성

*윤향식 · 박정미 · 박혜진 · 정창원 · 최원일 · 박재호 · 김시동
충청북도농업기술원 와인연구소

Quality Characteristics of Korean Domestic Commercial White Wines

*Hyang-Sik Yoon, Jung-Mi Park, Hyejin Park, Changwon Jeong, Wonil Choi, Jaeho Park and Sidong Kim
Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yeongdong 29151, Korea

Abstract

This study was carried out to evaluate the quality characteristics of Korean domestic commercial white wines. Four sample wines were analyzed in terms of their pH, total acidity, volatile acidity, alcohol content, soluble solid, free SO₂, total SO₂, color, free sugar content, organic acid, volatile compounds, total polyphenol content, DPPH radical scavenging activity and sensory characteristics. The pH of wines ranged from 3.06 to 3.76 and their total acidity from 0.43 to 0.83% (v/v). The alcohol content of samples ranged from 9.4 to 12.8% (v/v) and their soluble solid contents from 9.9 to 12.3 °Brix. The free SO₂ and total SO₂ contents of the W1 wine were lower than those of the other wines, while the color intensity, a (redness) and b (yellowness) of W1 wine were higher than the values of the other wines. The malic acid contents of the four wines indicated that complete malolactic fermentation (MLF) occurred in W1, incomplete MLF in W3, and was absent in W2 and W4. Aroma analysis resulted in identification of 10 alcohols, 11 esters, 2 ketones and 6 miscellaneous compounds. 2,3-Epoxybutane and 1-(ethenyloxy)-pentane levels in were significantly higher W1 than the other wines, while several types of ester predominated in W2, W3 and W4. W1 had the lowest sensory score among the four wines. Therefore, the quality characteristics of domestic white wines are considered to be acceptable.

Key words: Korean commercial white wines, quality characteristics, Cheongsoo, Naigara, Muscat of Alexandria

서 론

최근 생활수준이 향상됨에 따라 국내 와인시장은 2010년 이후 연평균 7.8%의 성장세를 보이고 있으며, 2014년 와인 수입량은 3천 3백만 L이다. 레드 와인의 소비가 독보적이었다면 점차 화이트 와인과 스파클링 와인의 소비가 증가하고 있으며, 특히 스파클링 와인의 성장세가 두드러진다(Han KE 2016). 국내에도 2011년 기준 70여개의 중소형 업체가 와인을 생산하고 있고, 급격히 성장하는 곳은 충북 영동, 경북 영천, 전북 무주를 들 수 있으며, 영동지역은 주로 캠벨얼리 포도를 사용하고, 경북 영천은 MBA(Muscat Baily A), 전북 무주의 경우 개량머루를 사용하여 레드 와인을 생산하고 있다(Kim 등

2012). 이와 같이 주로 레드 와인을 생산하여 왔으나, 최근에는 소비자의 기호를 반영한 화이트 와인 및 아이스 와인, 그리고 스파클링 와인을 생산하는 곳도 늘고 있다. 국내에서 화이트 와인에 관한 연구로는 Yoo 등(1984)이 국내 재배 화이트 품종과 레드 품종 포도를 이용하여 와인을 제조한 후, 품질 특성을 본 연구와 Jeong 등(2001)이 백포도주 양조에 있어서 포도주 효모의 발효 특성을 살펴보고, 수입포도인 레드글로브와 탐슨시들리스를 이용한 백포도주의 발효특성과 관능적 특성에 관한 연구(Kim & Kang 2008), 레드 품종인 캠벨얼리로 효모를 달리하여 백포도주를 제조한 후 품질특성을 본 연구(Kim & Han 2011)가 있으며, 농촌진흥청에서 선발한 청수 품종을 이용하여 세포벽 분해효소와 침용시간에 따른 와

* Corresponding author: Hyang-Sik Yoon, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yeongdong 29151, Korea. Tel: +82-43-220-5871, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: aroma67@korea.kr

인 특성과 수확시기에 따른 와인품질 특성에 관한 연구(Jeon 등 2013; Chang 등 2014)가 있을 뿐이며, 국산 시판 화이트 와인에 관한 보고는 거의 없다. 본 연구에서는 국산 와인의 품질 모니터링을 위해 충북 영동에서 시판되고 있는 화이트 와인의 품질 특성을 살펴 본 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

화이트 와인은 2015년 충북 영동에서 개최한 대한민국 와인축제장에서 판매된 제조원이 다른 4개의 화이트 와인을 구입하여 사용하였으며, 시료에 관한 정보는 Table 1과 같다. 시판 와인 중 W1과 W3는 머스캣 오브 알렉산드리아(Muscat of Alexandria) 포도 품종을 주품종으로 사용하였으며, W2는 청수와 나이아가라를 혼합하여 와인을 제조하였으며, W4는 청수 포도 100%로 만든 와인이다. 유리당 분석에 사용한 표준물질(fructose, glucose, sucrose), 총폴리페놀 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. pH, 총산, 휘발산 분석

와인의 pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion pH meter, USA)를 이용하여 측정하였고, 총산도는 와인 10 mL에 1%

phenolphthalein 2~3방울 넣고, 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 하여 적정한 후, 소비된 양으로부터 tartaric acid에 상당하는 유기산 계수로 환산하여 나타내었다. 휘발산은 증류한 샘플에 0.01N NaOH를 가하여 총산 측정과 동일하게 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 하여 적정한 후, 소비된 양으로부터 acetic acid에 상당하는 유기산 계수로 환산하여 휘발산을 산출하였다.

3. 알코올, 당도, 유리아황산 및 총아황산

와인의 알코올 함량은 국제청주류분석법(NTSTSI 1999)의 증류법으로 측정하였다. 시료 100 mL를 취하여 증류수 100 mL를 혼합한 후 증류시켜 그 유액이 70 mL가 되면 증류를 중지하고, 여기에 증류수를 이용해 100 mL로 정용한 후 15°C에서 주정계를 사용하여 측정하였으며, 가용성 고형물(°Brix)은 디지털당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)을 이용하여 분석하였다. 유리아황산 및 총아황산은 Fourier Transform Infrared (FTIR) 기기인 Winescan™ SO₂(Foss, Hilleroed, Denmark)을 사용하여 분석하였다.

4. Color intensity와 색도분석

Color intensity는 분광광도계(Lambda 35 UV, Perkin Elmer)를 사용하여 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)

Table 1. Wine information and general compositions of Korean domestic commercial white wines

Samples	W1	W2	W3	W4
Grape variety	Muscat of Alexandria	Cheongsoo, Niagara	Muscat of Alexandria	Cheongsoo
Vintage	2014	2015	2014	2015
Type	Sweet	Sweet	Sweet	Sweet
pH	3.51±0.00 ^{b1)}	3.48±0.01 ^c	3.76±0.01 ^a	3.06±0.00 ^d
Total acidity (%)	0.44±0.00 ^c	0.49±0.00 ^b	0.43±0.00 ^d	0.83±0.00 ^a
Volatile acidity (%)	0.016±0.001 ^c	0.014±0.000 ^c	0.032±0.001 ^a	0.026±0.001 ^b
Alcohol (% v/v)	8.7±0.1 ^b	9.8±0.3 ^a	10.0±0.2 ^a	10.2±0.2 ^a
Soluble solid (°Brix)	11.9±0.1 ^b	12.3±0.0 ^a	10.6±0.0 ^c	9.9±0.1 ^d
Free SO ₂ (mg/L)	2.0±0.0 ^d	3.7±0.6 ^c	44.7±0.6 ^a	21.3±0.6 ^b
Total SO ₂ (mg/L)	17.0±1.0 ^d	90.3±1.2 ^c	142.3±1.5 ^a	127.0±0.0 ^b
Color intensity	0.602±0.015 ^a	0.126±0.036 ^d	0.158±0.020 ^b	0.151±0.005 ^c
L (Lightness)	89.56±0.00 ^d	95.15±0.01 ^c	95.44±0.01 ^b	95.46±0.01 ^a
a (Redness)	2.25±0.00 ^a	0.24±0.01 ^b	-0.88±0.01 ^d	0.16±0.01 ^c
b (Yellowness)	17.49±0.02 ^a	4.56±0.01 ^c	5.54±0.01 ^b	3.93±0.01 ^d

All values represent mean±S.D.

¹⁾ Means with different letters (^{a-d}) with in a row are significantly different ($P<0.01$)

값은 각각 zero, white calibration을 통해 보정하였으며, 이때 백색판의 색도는 $L=99.55$, $a=-0.05$, $b=-0.33$ 이었다.

5. 유리당 함량 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 \times 250 mm, Agilent)을 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile: water=75:25(v/v%), 유속은 1.5 mL/min, 시료 주입량은 20 μL 로 하였다. 검출기는 RI(30 $^{\circ}\text{C}$)를 사용하였으며, 표준물질은 fructose, glucose 및 sucrose(Sigma Co.)로 검량곡선을 작성하여 시료 중의 개별 당 함량을 정량하였다.

6. 유기산 함량 분석

유기산 함량은 시료를 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC(1200 Infinity, Agilent)로 분석하였다. 칼럼은 Hi-Plex H(7.7 \times 300 mm, Agilent)을 사용하였으며, 이동상은 0.01 M H_2SO_4 , 유속은 0.6 mL/min, 시료 주입량은 20 μL 로 하였다. 검출기는 UV 210 nm(50 $^{\circ}\text{C}$)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.

7. 향기성분 분석

와인의 향기성분은 Losada 등(2012)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 와인을 분석하기 위하여 20 mL headspace vial에 와인을 10 mL를 넣고, 내부표준물질로 4-methyl-2-pentanol을 첨가하였다. 향기성분의 추출은 direct headspace trap 기술로 수행하였으며, 장비는 Turbomatrix 40 trap(Perkin Elmer, Waltham, MA)을 사용하였다. Vial은 1분간 압력이 가해졌으며, 1.5분간 충전되었다. 사용된 온도는 needle 110 $^{\circ}\text{C}$, oven 85 $^{\circ}\text{C}$, transfer line 140 $^{\circ}\text{C}$, trap low 45 $^{\circ}\text{C}$, trap high 290 $^{\circ}\text{C}$, 압력은 vial 20 psi, column 40 psi, desorption 30 psi, 시간은 dry purge 10 min, trap hold time 12 min, desorb time 10 min, thermostatisation 30 min이었다. Gas chromatograph/mass spectroscopy(Perkin Elmer Clarus 680GC/Clarus SQ8T MSD)로 분석하였으며, 컬럼은 Elite Volatile MS(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm , Perkin Elmer)를 사용하였고, 오븐온도는 40 $^{\circ}\text{C}$ 에서 3분간 유지한 후, 2 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 80 $^{\circ}\text{C}$ 까지 상승시킨 후 15분간 유지하였으며, 다시 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 180 $^{\circ}\text{C}$ 까지 상승시킨 후, 10분간 유지하였고, 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 210 $^{\circ}\text{C}$ 까지 상승시킨 후 25분간 유지하였다. 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.

8. 총폴리페놀 함량 측정

총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과, 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(Amerine & Ough 1980). 즉, 각각의 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL 를 가하고, 30분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질인 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였고, 와인 중의 gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

9. DPPH 라디칼 소거능 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 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여효과는 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

10. 관능검사

관능검사는 충북농업기술원 와인연구소에서 근무하는 연구원 및 직원을 대상으로 와인의 색(청징도), 맛, 향을 종합적으로 평가하여 전반적인 기호도를 5점법(1 매우 우수, 2 우수, 3 양호, 4 시음 가능, 5 시음 불가)로 채점하였다(Onda 등 2013).

11. 통계처리

모든 실험은 3회 반복하였고, Statistical Analysis System (v8.1, SAS institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 이용하여 통계분석하였으며, 결과의 유의성을 검증하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 시료 간 차의 유무를 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다($P<0.01$).

결과 및 고찰

1. pH와 총산, 휘발산 함량

화이트 와인 4종의 pH는 3.06~3.76 범위에 속하였으며, 청수로 만든 W4의 pH가 3.06으로 가장 낮은 값을 나타내었으

며, 머스켓 오브 알렉산드리아로 만든 W3의 pH가 3.76으로 가장 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 이탈리아 화이트 와인 19개를 분석한 결과, 3.03~3.7의 범위에 속하였다는 결과와 유사한 결과이다(Martuscelli 등 2013). W4는 Jeon 등(2013)이 보고한 같은 청수 품종으로 만든 와인의 pH 3.2~3.4에 비해서는 약간 낮은 값을 나타내었다. 총산 함량은 0.43~0.83%로 나타났으며, W1~W3는 0.43~0.49%로 큰 차이가 없었으나, W4는 0.83%로 다른 와인에 비해 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 W4와 같은 청수 품종으로 만든 와인의 총산 함량이 0.55~0.56% 이었다는 보고에 비해 높은 값을 보였다(Jeon 등 2013). 이러한 결과는 품종 및 수확시기에 따른 차이뿐만 아니라, Gomez-Miguez 등(2007)이 동일한 포도를 사용해도 발효전 포도의 침용온도 및 시간에 의해서 최종 와인의 총산 함량이 0.49%와 0.62%로 다르게 나타날 수 있다는 보고와 같이 양조방법도 영향을 줄 수 있다. 화이트 와인의 휘발산 함량은 0.016~0.032%로 초기에 초산 발효는 일어나지 않은 것으로 판단된다.

2. 알코올, 당도, 유리아황산, 총아황산

화이트 와인 4종의 알코올 함량은 8.7~10.2%의 범위에 속하였으며, 가용성 고형물은 9.9~12.3 °Brix를 나타내었다. 이와 같은 결과는 19종의 이탈리아 시판 화이트 와인의 알코올 함량이 11.5~13.5% 범위에 속하였다는 보고에 비해서는 약간 낮은 값을 보였으며(Martuscelli 등 2013), 가용성 고형물은 청수로 만든 드라이 화이트 와인이 6.7~7.1 °Brix였다는 보고(Jeon 등 2013)에 비해 높은 값으로, 이는 국산 시판 화이트 와인의 유형이 대부분 스위트 와인이기 때문이다. 아황산은 주로 와인을 만들 때 항산화제이며, 항균제로 사용된다(Graham HF 1993). 시판 화이트 와인에 함유된 유리아황산 함량과 총아황산 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 시판 화이트 와인의 유리아황산 함량은 2.0~44.7 mg/L로 나타났으며, 총아황산 함량은 17.0~142.3 mg/L를 보였다. W1은 유리아황산 함량이 가장 낮았으며, W3가 가장 높은 값을 나타내었다. 이탈리아 시판 와인 분석결과, 화이트 와인의 총아황산 함량은 평균 100.55 mg/L로 레드 와인 55.79 mg/L, 로제 와인 79.6 mg/L보다 높은 값을 나타내었다고 보고하였다(Martuscelli 등 2013). 이와 같이 레드 와인에 비해 화이트 와인의 아황산 첨가량이 높은 이유는 화이트 와인의 색소를 안정화하기 위한 것이다(Ribereau-Gayon 등 2006).

3. Color intensity와 색도분석

화이트 와인의 color intensity는 0.126~0.602 값을 나타내었으며, W2~W4는 0.126에서 0.158의 범위에 속하였으며, W1은 0.602로 가장 높은 값을 보였다. W1의 color intensity는 Stavek 등(2012)이 보고한 로제 와인의 color intensity 0.591과 유사한

값을 보였으나, Salinas 등(2005)이 보고한 로제 와인의 color intensity 0.95~1.01에 비해서는 낮은 값을 나타내었다. 이와 같이 color intensity가 다른 것은 와인타입, 품종, 제조공정이거나 여과방법, 숙성 정도에 의한 차이라고 생각된다. 화이트 와인의 색도 분석은 Hunter 색차계 분석으로 Table 1과 같다. 명도는 89.56~95.46의 범위에 속하였으며, W1이 89.56으로 가장 낮은 값을 보였으며, 나머지 화이트 와인은 큰 차이가 없었다. 적색도는 -0.88~2.25를 나타내었으며, W3가 -0.88로 가장 낮은 값을 보였으며, W1이 2.25로 가장 높은 값을 나타내었다. 황색도는 3.93~17.49를 나타내었으며, W4가 가장 낮은 값을 보였으며, W1이 가장 높은 값을 보였다. Cosme 등(2012)의 보고에 의하면 동일한 포도 품종을 이용하여 화이트 와인을 만들어도 청징 방법에 따라 만들어진 와인의 명도, 적색도, 황색도가 달라진다고 보고하였다. 이와 같이 화이트 와인의 색도는 품종, 와인제조 공정, 숙성방법에 따라 차이가 나는 것으로 생각된다.

4. 유리당 함량

시판 화이트 와인의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 와인의 fructose는 10.87~38.42 mg/mL이었으며, glucose는 12.72~42.37 mg/mL로 나타났다. Sucrose는 W1만 55.52 mg/mL로 나타났으며, 나머지 시판 와인에서는 검출되지 않았다. 이러한 분석결과, 와인의 유리당 총 함량은 W1 79.11 mg/mL, W2 80.79 mg/mL, W3 62.33 mg/mL, W4 50.31 mg/mL로 나타났으며, W2~W4 와인의 glucose와 fructose의 함량비가 제조원별로 유사한 비율을 보였다. 일반적으로 우리나라는 스위트 와인을 만들 때 초기에 보당을 한 후 발효하다가 도중에 발효를 멈춰 잔당을 남기거나, 드라이 와인으로 만든 후 설탕을 첨가하는 방법을 사용하는데, 나중에 glucose와 fructose의 함량이 유사한 것으로 보아, 드라이 와인으로 제조한 후 나중에 설탕을 첨가한 것으로 생각된다. W1의 경우, 병입 직전 설탕을 첨가하여 스위트와인으로 만들어 아직 glucose와 fructose로 가수분해되지 않은 상태인 것으로 판단된다. 이와 같이 시판 와인이 스위트 와인으로 판매되고 있는 이유는 Yoo 등(2008)이 국내 유통 적포도주 일반분석 및 소비자 기호도 조사 결과, 당도가 높고 짙은맛이 낮은 와인을 선호한다는 소비자의 기호를 반영한 것으로 생각된다.

5. 유기산 함량

시판 화이트 와인의 유기산 함량은 주석산, 사과산, 젖산 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. Table 2와 같이 주석산은 1.002~2.962 mg/mL의 범위에 속하였고, 사과산은 0.443~3.204 mg/mL로 W1이 가장 낮고, W2가 가장 높은 값을 보였다. 젖산은 0.071~1.760 mg/mL의 범위에 속하였으며, W4가 가장 낮

Table 2. Free sugars and organic acids of Korean domestic commercial white wines

(Unit: mg/mL)

Samples	W1	W2	W3	W4
Fructose	10.87±0.32 ^d	38.42±0.32 ^a	30.89±0.29 ^b	29.17±0.40 ^c
Glucose	12.72±0.81 ^d	42.37±1.30 ^a	31.44±1.16 ^b	21.14±0.93 ^c
Sucrose	55.52±0.24 ^a	0.00 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b
Citric acid	0.009±0.000 ^a	0.013±0.003 ^a	ND ^a	0.014±0.002 ^a
Tartaric acid	1.002±0.220 ^b	1.232±0.176 ^b	1.222±0.275 ^b	2.962±0.318 ^a
Malic acid	0.443±0.177 ^c	3.204±0.441 ^a	1.763±0.351 ^b	2.973±0.705 ^a
Lactic acid	1.469±0.320 ^a	0.141±0.016 ^b	1.760±0.277 ^b	0.071±0.067 ^b
Acetic acid	0.263±0.095 ^a	ND ^b	0.392±0.107 ^a	0.063±0.055 ^b

All values represent mean±S.D.

1) Means with different letters (a-d) with in a row are significantly different ($P<0.01$)

고, W3가 가장 높은 값을 나타내었다. 사과산과 젖산 함량 비율을 고려할 때 W1은 malolactic 발효가 이루어진 것으로 보이며, W3는 일부가 진행되었고, W2와 W4는 malolactic 발효가 거의 이루어지지 않은 것으로 판단된다. 이와 같이 화이트 와인은 malolactic 발효를 하지 않는 경우가 많으며, 소비농 블랑 포도로 만든 화이트 와인의 경우도 malolactic 발효를 하지 않아 사과산 함량은 2.23~2.86 g/L로 높고, 젖산 함량은 0.26~0.40 g/L로 낮은 값을 보였다고 보고하였다(Baiano 등 2012). 또한 사과산이 젖산으로 바뀌는 malolactic 발효는 대부분 레드 와인에서 이루어지며, 화이트 와인과 로제 와인은 사과산이 젖산으로 일부만 바뀌거나 바뀌지 않았다고 보고하였다(Bauer & Dicks, 2004). 초산 함량은 W1, W3에서 각각 0.263 mg/mL, 0.392 mg/mL로 나타났으며, W2는 검출되지 않았고, W4도 매우 미량으로 나타났다.

6. 향기 성분 분석

국산 시판 화이트 와인의 향기성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 검출된 향기성분은 총 29이며, 알코올류는 10종, 에스테르류는 11종, 케톤류는 2종, 기타 화합물은 6종으로 나타났다. 시판 화이트 와인을 구성하는 향기화합물 수는 19~24종이었으며, W1이 19종으로 가장 적었고, W3와 W4가 24종으로 가장 많은 수를 나타내었다. 화합물의 기능기별로 살펴본 결과, W1은 알코올류와 기타화합물이 6개로 가장 많은 수를 나타내었으며, 에스테르 화합물은 2개로 가장 적은 수를 나타내었다. W2~W4 와인은 유사한 향기패턴을 구성하고 있었으나, 알코올류와 기타화합물 수는 W1에 비해 적은 수로 구성되었으나, 에스테르 화합물은 8~10개로 구성성분의 수가 많은 것으로 나타났다. W2~W4 와인의 향기성분 구성성분은 유사한 것으로 나타났으나, 화합물의 함량 및 비율은 약간 다르게 나타났다. 퓨젤오일은 알코올 발효에 의해 생성되며, 주성분이 1-propanol, 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol로

모든 와인에서 검출되었다. 1-propanol은 8.9~33.43 mg/L의 범위에 속하였으며, 2-methyl-1-propanol은 14.13~38.92 mg/L, 3-methyl-1-butanol 69.83~83.88 mg/L의 범위에 속하였다. W2를 제외하고는 1-propanol 함량이 2-methyl-1-propanol 함량에 비해 낮은 값을 보였으며, 이와 같은 결과는 Jeon 등(2013)의 결과와는 약간 다른 경향을 보였다. 에스테르 화합물 중 ethyl acetate 함량은 W4 와인이 70.37 mg/L로 가장 낮은 함량을 나타내었으며, W2 와인이 99.86 mg/L로 가장 높은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 청수 포도 숙성시기에 따라 제조한 와인의 ethyl acetate 함량이 11~14 µg/L라는 보고에 비해 훨씬 높게 나타났으며(Chang 등 2014), 청수포도를 상온에서 5일간 침용한 후 발효한 와인의 경우 65.7 mg/L라는 보고(Jeon 등 2013)와 청수로 만든 시판 와인 W4와는 큰 차이를 보이지 않았다. Olejar 등(2015)은 수확방법이나 저온침용 방법에 따라 소비농 블랑 와인의 ethyl acetate 함량이 73.0~130.0 mg/L라고 보고하였다. 이와 같은 차이는 포도품종, 양조방법이나 향기성분 추출방법에 의한 것으로 생각된다. 꽃향, 과일향으로 알려진 ethyl hexanoate, ethyl octanoate, ethyl decanoate는 W2~W4 와인에서 검출되었으며, 함량은 달랐으나 3개의 와인 모두 ethyl octanoate 함량이 다른 2종의 화합물에 비해 농도가 높았다. 소비농 블랑으로 만든 와인의 경우, ethyl hexanoate 함량이 ethyl octanoate 함량이나 ethyl decanoate 함량에 비해 높은 것으로 나타났으며(Olejar 등 2015), 샤프도네 포도로 만든 와인은 국산 화이트 와인에 비해 3가지 ethyl ester 화합물의 함량이 낮은 것으로 보고되었으며, 사용하는 효모의 종류에 따라 함량비가 달라지는 것으로 나타났다(Medina 등 2013). 또한 침용온도가 낮을 때 ethyl ester 화합물이 더 풍부하고, 병 저장 기간이 경과함에 따라 감소하는 것으로 보고되었다(Salinas 등 2005). 위의 결과를 토대로 W1의 에스테르 화합물이 다른 시판 화이트 와인에 비해 낮은 것은 제조방법, 저장방법 등에 의한 것으로 생각된다.

Table 3. Volatile compounds of Korean domestic commercial white wines

(Unit: mg/L)

RT ¹⁾	Compounds	Samples				
		W1	W2	W3	W4	
	7.825	1-Propanol	8.9	33.43	14.19	8.39
	10.606	2-Methyl-1-propanol	38.92	14.13	18.62	22.66
	11.354	1-Pentanol	35.76	31.93	29.80	37.20
	11.729	2-Methyl-butanol	12.49	5.80	5.76	7.28
	14.076	2-Hexanol	22.52	21.41	21.20	21.51
Alcohols	17.180	3-Methyl-1-butanol	81.35	73.23	69.83	83.88
	17.474	2-methyl-1-butanol	30.16	14.71	14.26	17.76
	19.814	2,3-Butnanediol	0.97			
	28.678	3,4-Dimethyl pentanol		1.47		0.70
	56.912	Phenylethylalcohol	1.56			
	Total alcohols	232.63	196.11	173.66	199.38	
	6.974	Methyl acetate		16.25	1.32	2.43
	9.887	Ethyl acetate	89.95	99.86	78.43	70.37
	18.67	2-Methyl propanate		1.13	0.97	
	22.213	Ethyl butanoate		1.86	1.87	1.04
	23.101	2-Hydroxy ethyl propanoate	3.81		2.55	
	27.122	Iso pentyl acetate		7.39	2.58	3.71
Esters	29.558	Pentyl aectate		14.82	5.33	7.37
	45.825	4-Methyl pentanoate		2.78	1.37	1.26
	46.53	Ethyl hexanoate		5.95	3.06	2.70
	61.996	Ethyl octanoate		12.90	10.93	6.32
	72.511	Ethyl decanoate		3.69	4.59	2.98
	Total esters	93.76	166.63	113	98.18	
	6.343	Acetoin	1.75	1.85	5.70	10.30
Ketones	43.389	2-Methyl 4-octanone	0.72		0.65	0.73
		Total ketones	2.47	1.85	6.35	11.03
	6.563	2,3-Epoxybutane	15.44		0.90	0.79
	8.229	2-Hydroxy-propanamide	1.70	4.32	4.18	4.29
	8.580	Acetic anhydride	3.83		2.17	1.91
Miscellaneous	16.087	Alanine	1.42	1.38	1.44	1.45
	16.608	2,4,5-Trimethyl1,3-dioxalane	6.31	7.53		0.65
	19.411	1-(Ethenyloxy)-pentane	0.87			
	Total miscellaneous	29.57	13.23	8.65	9.09	

¹⁾ Retention time

7. 총폴리페놀 함량

국산 포도로 만든 시판 화이트 와인의 총폴리페놀 함량은 29.5~86.4 mg%로 Fig. 1과 같다. 총폴리페놀 함량은 W3 와인이 29.5 mg%로 가장 낮고, W4 와인이 86.4 mg%로 가장 높은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 전처리 방법을 달리하여 만든 청수 와인이 15.9~30.6 mg% 범위에 속하였다는 보고(Jeon 등

2013), 청수 수확시기에 따른 와인 제조 시 14.7~29.8 mg%의 범위에 속하였으며, 수확시기가 늦어질수록 와인의 총폴리페놀 함량은 약간 증가하였다는 보고에 비해서도 높은 값이었다(Chang 등 2014). 화이트 와인의 대표 품종인 소비뇽 블랑으로 만든 와인은 전처리 방법에 따라 총폴리페놀 함량이 20.5~38.1 mg%이었다는 보고(Baiano 등 2012)와 같은 원료를

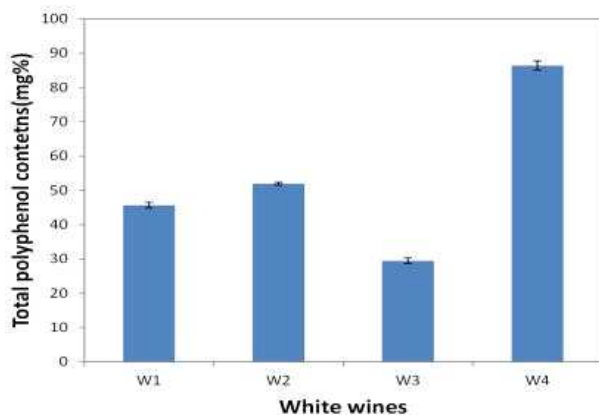


Fig. 1. Total polyphenol contents of Korean domestic commercial white wines

사용하여 만든 와인도 청징방법에 따라 총폴리페놀 함량이 18.7~21.0 mg%(Cosme 등 2012)이었다는 보고에 비해서도 높은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 포도 품종이나 청징방법, 숙성조건에 따른 차이라고 생각된다.

8. DPPH 라디칼 소거능

전자공여능으로 살펴 본 화이트 와인의 항산화성은 48.3~92.0%를 나타내었으며, W3가 48.3%, W1이 60.0%, W2가 64.6%, 그리고 W4가 92.0% 순으로 높은 값을 보였으며, 이와 같은 결과는 총폴리페놀 함량이 높은 순과 일치하였다. 쇼비농 블랑으로 만든 와인에서 처리에 따른 총폴리페놀 함량이 높을수록 전반적으로 DPPH 라디칼 소거능이 높았다고 보고하였으며, 와인 항산화 활성의 차이는 특정 페놀화합물에 의한 것으로 구성 페놀성분의 항산화 효율계수에 따라 라디칼소거능이 다른 것으로 보고하였다(Olejar 등 2015).

9. 관능 검사

시판 화이트 와인의 관능검사는 Table 4와 같이 와인의 색(청징도), 맛, 향을 종합적으로 평가하여 5점법(1 매우 우수, 5 시음 불가)으로 나타내었다. 그 결과, 시판 화이트 와인은 2.15~3.19의 범위에 속하였다. W1이 가장 기호도가 낮은 것으로 나타났으며, W2~W4 와인 간에는 통계분석 결과는 유의차가 없는 것으로 나타났다. W1 와인의 향기성분 중 과일향을 나타내는 에스테르 화합물이 다른 시판 와인에 비해 적은 것과 관련이 있는 것으로 생각되며, 이는 Yoo 등(2010)이 보고한 한국소비자들이 과일향(fruity aromas)을 선호하고, 나무(woody), 유지(fatty), 용매(solvent) 냄새를 싫어한다는 것과 일치한다. 이와 같이 국산 시판 화이트 와인의 품질을 분석해 본 결과, 일반적인 품질뿐만 아니라, 향기성분 및 관능검사 결과도 우수한 것으로 나타났으며, 국산 시판 화이트 와인의

Table 4. Results in sensory evaluation of Korean domestic commercial white wines

Samples	W1	W2	W3	W4
Sensory score ¹⁾	3.19±1.30 ^{a2)}	2.30±0.78 ^b	2.19±0.96 ^b	2.15±0.99 ^b

All values represent mean±S.D.

¹⁾ 1: Excellent, 3: fair, 5: very poor

²⁾ Means with different letters (^{a-d}) with in a row are significantly different ($P<0.01$)

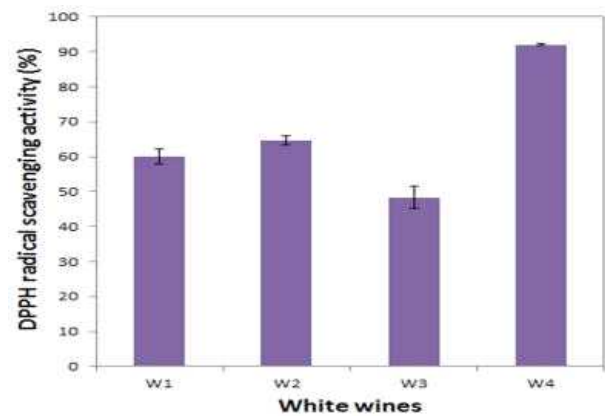


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of Korean domestic commercial white wines

발전 가능성이 높은 것으로 판단된다.

요약 및 결론

국산 시판 화이트 와인의 품질특성을 알아보기 위해, 일반적인 와인 품질특성으로 pH, 총산, 휘발산 함량 및 알코올, 가용성 고형물, 유리야황산, 총야황산과 color intensity와 색도를 분석하였다. HPLC를 이용하여 유리당과 유기산을 분석하고, GC-MS를 이용하여 향기성분을 분석하였으며, 총폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼소거능을 확인하고 관능검사를 실시하였다. 화이트 와인의 pH는 3.06~3.76, 총산은 0.43~0.83%, 휘발산 함량은 0.016~0.032%의 범위에 속하였으며, 알코올은 8.7~10.2%, 가용성 고형물은 9.9~12.3 °Brix, 유리야황산은 2.0~44.7 mg/L, 총야황산 함량은 17.0~142.3 mg/L을 보였다. Color intensity는 0.126~0.602로 W1이 가장 높았고, 명도는 89.56~95.46으로 W1이 가장 낮은 값을 나타내었다. 유리당 함량은 W1와 인만 sucrose 함량이 나타났고, 나머지 와인은 glucose와 fructose의 비율이 유사하였다. 유기산 함량을 분석한 결과, W1은 malolactic 발효가 이루어진 것으로 보이며, 나머지 와인은 일부 진행되었거나, 일어나지 않았다. 향기성분 분석결과, 총 29종이 검출되었으며, 알코올류는 10종, 에스테르류는 11종, 케

톤류는 2종, 기타화합물은 6종으로 나타났으며, W1은 알코올류가 많고 에스테르화합물이 적었으며, 나머지 화이트 와인은 향기화합물 패턴에 큰 차이가 없었다. 총폴리놀 함량은 29.5~86.4 mg%, DPPH 라디칼소거능은 48.3~92.0%를 나타내었으며, 2개 모두 W3가 가장 낮고, W4가 가장 높은 값을 보였다. 관능검사 결과, W1이 가장 기호도가 낮은 것으로 나타났으며, W2~W4 와인 간에는 유의차가 없었다. 이와 같은 결과를 토대로 국산 시판 화이트 와인의 품질은 일반적인 품질뿐만 아니라, 관능검사 결과도 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 농가형 와인리 와인 품질향상 및 체험·관광용 상품 개발, 과제번호: PJ010179)의 지원에 의한 것으로, 이에 감사드립니다.

References

- Amerine MA, Ough CS. 1980. *Methods for Analysis of Musts and Wine*. Wiley & Sons, New York. pp. 176-180
- Baiano A, Terracone C, Longobardi F, Ventrella A, Agostiano A, Del Nobile MA. 2012. Effects of different vinification technologies on physical and chemical characteristics of Sauvignon blanc wines. *Food Chem* 135:2694-2701
- Bauer R, Dicks LMT. 2004. Control of malolactic fermentation in wine: A review. *S Afr J Enol Vitic* 25:74-88
- Blios MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 81:1199-1200
- 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
- Cosme F, Capao I, Ribeiro-Filipe L, Bennett RN, Mendes-Faia A. 2012. Evaluating potential alternatives to potassium caseinate for white wine fining: Effects on physicochemical and sensory characteristics. *Food Sci Technol* 46:382-387
- Gomez-Miguez MJ, Gonzalez-Miret ML, Hernanz D, Fernandez MA, Vicario IM, Heredia FJ. 2007. Effect of prefermentative skin contact conditions on colour and phenolic content of white wines. *J Food Eng* 78:238-245
- Graham HF. 1993. *Wine microbiology and biotechnology*. In: Sulfur Dioxide and Wine Microorganisms. Harwood Academic Publishers GmbH, Switzerland. pp. 373-393
- Han KE. 2016. An analysis on the influencing factors on imported wine consumption. Master's Thesis, Kyung Hee Univ. Seoul, Korea
- 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 ST, Goto N, Choi J. 2001. Fermentation characteristics of wine yeast strains for white wine making. *Korean J Postharvest Sci* 8:326-330
- Kim DH, Kang BS. 2008. The fermentation characteristics and sensory properties of white wine using imported Chilean grape. *Korean J Food Preserv* 15:150-154
- Kim KH, Han GD. 2011. White wine making using Campbell Early grapes with different kinds of yeasts. *Korean J Culinary Res* 17:162-171
- Kim YJ, Song KC, Lee YH, Jang KH, Jeong ST, Jeong C. 2012. *Fruit Wine: Science and Application*. Soohaksa. Seoul, Korea. pp. 357-360
- 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
- Martuscelli M, Arfelli G, Manetta AC, Suzzi G. 2013. Biogenic amines content as a measure of the quality of wines of Abruzzo (Italy). *Food Chem* 140:590-597
- Medina K, Boido E, Farina L, Gioia O, Gomez ME, Barquet M, Gaggero C, Dellacassa E, Carrau F. 2013. Increased flavor diversity of Chardonnay wines by spontaneous fermentation and co-fermentation with *Hanseniaspora vineae*. *Food Chem* 141:2513-2521
- NTSTSI. 1999. *Alcoholic liquors analytical rule: National tax service technical service instructions*. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. pp. 37-38
- Olejar KJ, Fedrizzi B, Kilmartin PA. 2015. Influence of harvesting technique and maceration process on aroma and phenolic attributes of Sauvignon blanc wine. *Food Chem* 183:181-189
- Onda T, Komatsu M, Nakayama T. 2013. Results of sensory evaluation and chemical analysis of wines presented to Yamanashi wine exhibition 2012. *Research Report of the Yamanashi Pref Ind Technol Center (in Japanese)* 27:97-102
- Ribereau-Gayon P, Dubordieu D, Donecge B, Lonvaud A. 2006. *The microbiology of wine and vinification*. In P. Ribereau-Gayon (Ed.). *Handbook of Enology (2nd ed.) (Vol 1)*. Chichester, England: Wiley

- 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 rose wines. *J Sci Food Agric* 85:1527-1536
- Stavek J, Papouskova B, Balik J, Bednar P. 2012. Effect of storage conditions on various parameters of colour and the anthocyanin profile of rose wines. *Int J Food Proper* 15: 1133-1147
- Yoo JY, Seon HM, Shin DH, Min, BY. 1984. Enological characteristics of Korean grape and quality evaluation of their wine. *Korean J Appl Microbiol Bioeng* 12:185-190
- Yoo KS, Kim JE, Moon JS, Jung JY, Kim JS, Yoon HS, Choi HS, Kim MD, Shin CS, Han NS. 2010. Evaluation of a volatile aroma preference of commercial red wines in Korea. Sensory and gas chromatography characterization. *Food Sci Biotechnol* 19:43-49
- Yoo KS, Kim JS, Jin Q, Moon JS, Kim MD, Han NS. 2008. Chemical analysis and sensory evaluation of commercial red wines in Korea. *Korean J Food Technol* 40:430-435

Received 28 July, 2016
Revised 3 August, 2016
Accepted 20 August, 2016