

아로니아 와인의 품질 특성 및 휘발성 향기성분

윤향식 · 박혜진 · 박재호 · 전종욱 · 정창원 · 최원일 · 김시동 · [†]박정미

충청북도농업기술원 와인연구소

Quality Characteristics and Volatile Flavor Components of Aronia Wine

Hyang-Sik Yoon, Hyejin Park, Jaeho Park, Jongok Jeon, Changwon Jeong, Wonil Choi,
Sidong Kim and [†]Jung-Mi Park

Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yongdong 29151, Korea

Abstract

This study investigated the quality characteristics and volatile flavor components of aronia wine (*Aronia melanocarpa* (0~100%)). After 12 days of fermentation, the alcohol contents of aronia wines ranged between 9.0~12.0%. The pH level and total acidity of aronia wines were 3.20~3.68 and 0.57~0.76 g/100 mL, respectively. The organic acid analysis of wine containing 100% aronia, revealed malic acid content at 3.70 mg/mL, followed by tartaric acid, lactic acid, and citric acid. As the aronia content increased, both the total polyphenol content and the antioxidant activity (the DPPH radical scavenging activity) also significantly increased. The total polyphenol content was the highest in the wine with 100% aronia (461.33 mg%), and the antioxidant activity showed the highest values in the wine with 100% aronia (91.91%). Volatile flavor component analysis of aronia wines identified 8 alcohols, 12 esters, 4 ketones, and 7 other compounds. In the sensory evaluation, the color, flavor, and taste of wine with 20% aronia showed higher values than other aronia wines. Based on the results of the present study, we suggest that 20% aronia is most beneficial in improving the quality as well as sensory characteristics of the wine.

Key words: Aronia, black chokeberry, Campbell Early, wine, volatile flavor components

서 론

와인은 BC 5,400년 이전부터 생산되기 시작하여 인류 역사와 함께 이어져 왔으며(McGovern 등 1996), 중세 유럽의 종교와 함께 이어지면서 양조 기술이 체계화되고 산업화되었다. 우리나라의 와인에 대한 기록은 포도가 전래된 삼국시대 보다 늦은 고려시대로 추정된다(Park & Kim 2002). 유럽, 미국, 호주 등지에서는 양조용 포도재배부터 와인의 전 생산 과정에 대한 연구가 광범위하게 진행되었으나, 우리나라의 경우 와인의 개발 및 연구는 최근에 들어서야 본격적으로 진행되고 있다(Bisson 등 2002; Boulton 등 1996; Ebeler SE 2001). 와인의 품질은 1차적으로 원료의 영향을 가장 많이 받

으며, 2차적으로 발효기술과 숙성기술도 영향을 준다(Lee 등 2004; Lee & Kim 2006). 국내는 주로 캠벨얼리(Campbell Early), MBA(Muscat Bailey A), 거봉(Kyoho) 등을 이용하여 와인을 제조하고 있으나, 양조용 포도 품종에 비해 당도가 낮고, 신맛이 강한 것으로 보고되고 있으며(Lee 등 2004), 수입산 와인과 비교하여 적색도나 탄닌 함량이 낮다고 한다(Chang 등 2008). 그 이유는 생식용 품종인 캠벨얼리와 거봉, MBA는 껍질의 색이 진하지만, 포도알이 크기 때문에 와인을 제조할 때 껍질로부터 용출되는 색소가 희석되어 와인의 색이 옅어지게 되고, 떫은맛을 내는 탄닌 함량이 비교적 적기 때문이다. 이러한 문제를 개선하기 위해 원료 및 전처리 공정, 발효, 숙성 방법 등을 다각화할 필요가 있다. 국내 와인 소비는 2000년대

[†] Corresponding author: Jung-Mi Park, Wine Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Yongdong 29151, Korea. Tel: +82-43-220-5872, Fax: +82-43-220-5879, E-mail: hosu3457@korea.kr

이후 꾸준히 증가하여 2015년 국내 와인 시장 규모는 4,600억 원 정도에 이르렀지만, 한국 와인은 소비량의 10% 정도를 차지하고 있다. 한국 와인의 소비 촉진과 다양화를 위하여 포도 이외에 머루, 사과, 감, 오미자 등을 이용한 와인이 출시되고 있으나, 소비 규모는 미미한 수준이다.

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 블랙 초크베리(black chokeberry)로도 불리우며, 장미과(Rosaceae)에 속하는 베리류의 열매로 북부 아메리카지역에서 자생하는 식물이다(Wu 등 2008). 20세기 초반 러시아와 스칸디나비아를 거쳐 유럽 등지에서 재배되다가, 국내는 2007년경 도입되어 고소득 작물로 알려져 있다(Slimestad 등 2005). 열매는 검은 자줏빛으로 직경이 6.4 mm 정도로 작고 단단하며(Kähkönen 등 1999), 생리활성 물질인 안토시아닌, 폴리페놀 화합물, 플라보노이드 등이 다량 함유되어 있어, 항산화 작용, 암예방 면역 증진 및 시력개선 효과가 있는 것으로 보고되었다(Jekobek 등 2012; Kulling 등 2008; Valcheva-Kuzmanova & Belcheva 2006). 최근 우리나라에서도 아로니아에 대한 관심이 높아지면서 재배가 확대되고 있으나, 특유의 신맛과 짠 맛 때문에 생과에 대한 기호도가 떨어져 다양한 가공품 개발이 요구된다. 폴란드나 일본 등에서는 주스, 액기스, 잼, 와인, 화장품 소재로 상용화되어 있으며(Sueiro 등 2006), 우리나라에서는 막걸리(Lee 등 2015)를 비롯한 양갱(Hwang & Lee 2013)과 식빵(Yoon 등 2014), 잼 등에 아로니아를 활용하고 있으나, 그에 대한 소비자의 기호도는 높지 않은 편이다.

아로니아의 가공품 중에 하나로 와인을 제조하면 특유의 진한 자줏빛 색소와 짠 맛이 한국와인의 단점으로 여기던 바디감의 가벼움을 보완할 수 있을 것이며, 많은 생리활성 물질을 함유하고 있어, 기능성이 향상된 고품질 와인을 개발할 수 있을 것으로 기대한다. 이에 본 연구에서는 아로니아와 캠벨얼리의 혼합 비율에 따라 와인을 제조하여 와인의 품질 특성과 생리활성, 향기 성분을 분석하고, 관능 평가를 수행하여 아로니아를 한국 와인에 접목해 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시약

본 실험에 사용한 캠벨얼리(2015년산)는 충북 영동군 학산면에서 재배한 것을 구매하였으며, 아로니아(2015년산)는 충북 영동군 심천면에서 수확한 것으로 현지 농장에서 구매하여 사용하였다. 와인 제조에 사용되는 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*(Fermivin 7013, DSM Food Specialties B. V. Netherlands)를 이용하였고, 백설탕(씨제이제일제당(주)), 메타중아황산칼륨(Institut oenologique de champagne, France)으로 와인을 제조하였고, 그 외 분석에 이용한 시약은 특급 시약을 사

용하였다.

2. 와인 제조

포도는 제경 파쇄하여 과정을 분리하였고, 아로니아는 전체를 분쇄한 후 포도와 함께 비율별로 혼합하여 제조하였다. 와인 제조 시 100 ppm의 메타중아황산칼륨을 처리하여 5시간 정도 방치하고, 목표 당도가 22 °Brix가 되도록 설탕을 첨가하였다. 효모는 포도즙 전체 무게의 0.02%를 첨가하고, 18 °C에서 12일간 알코올 발효하였다. 압착한 후, 숙성하면서 1주일 간격으로 앙금질 후 청징과 여과를 거쳐 병입하였다.

3. 품질 분석

1) pH 및 총산

pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion pH meter, MA, USA)를 이용하여 측정하였고, 총산도는 와인 시료 10 mL에 1% phenolphthalein 2~3방울을 넣고, 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.2가 되는 시점을 종말점으로 적정하였고, 0.1 N NaOH의 소비된 양으로부터 tartaric acid에 상당하는 유기산 계수로 환산하였다.

2) 알코올 농도, 당도

알코올 함량은 시료 100 mL를 취하여 증류수 100 mL를 혼합한 후, 증류시켜 증류액 70 mL를 받고 증류수로 100 mL 정용한 후, 15 °C에서 주정계를 사용하여 측정하였으며(Yoon 등 2016), 가용성 고형물(°Brix)은 디지털당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)을 이용하였다.

3) 유기산 함량

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

4) 색도 및 hue, color intensity

시료의 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 $L=99.55$, $a=-0.05$, $b=-0.33$ 이었다.

Color intensity는 분광광도계(Lambda 35 UV, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 420 nm(녹황색) + 520 nm(적색) + 620 nm(청색) 흡광도이며, hue값은 420 nm/520 nm의 비율로 나타내었다.

4. 생리 활성 측정

1) 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent를 이용하여 청색으로 발색되는 원리로 분석하였다(Amerine & Ough 1980). 즉, 각각의 시료 0.1 mL에 2% Na_2CO_3 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하고, 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL 를 첨가하여 30분간 반응 후, 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질인 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였고, 와인 중의 gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

2) DPPH 라디칼 소거능 분석

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-picrylhydrazyl(DPPH) 용액 0.8 mL를 넣고, 10초간 진탕하고, 실온에서 10분 동안 방치한 다음, 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료 첨가구와 대조구(증류수)의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

3) 총 안토시아닌 함량

안토시아닌 분석은 시료 100 μL 에 900 μL 의 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 산출하였다(Giusti & Wrolstad 2001).

4) 탄닌 함량

탄닌 함량은 Duval & Shetty(2001)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 1 mL를 가하여 진탕하고, 5% Na_2CO_3 용액 1 mL와 1 N-Folin-Ciocalteu's reagent 0.5 mL를 첨가 후, 실온에서 60분간 발색시킨 다음, 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 총 탄닌 함량은 표준 물질 tannic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 이용하여 정량하였다.

5. 향기성분 분석

향기성분 분석은 Losada 등(2012)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 시료 10 mL에 내부표준물질인 4-methyl-2-pentanol을 첨가하였으며, 향기성분의 추출은 direct headspace trap 기술 장비인 Turbomatrix 40 trap(Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)을 사용하였다. Gas chromatograph/mass spectroscopy (Perkin Elmer Clarus 680 GC/Clarus SQ 8T MSD, Waltham, MA, USA)로 분석하였으며, 컬럼은 Elite Volatile MS(30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm , Perkin Elmer)를 장착하고, 헬륨(99.9995%)을 carrier gas로 이용하였다. 향기성분의 동정은 GC-MS를 이용하여 얻은 mass spectrum을 NIST data base로 검색하여 동정(Mass 범위는 45~450 m/z)하고 정량은 내부표준물질인 4-methyl-2-pentanol의 면적비를 기준으로 정량하였다.

6. 관능평가

관능검사는 충북농업기술원 와인연구소에서 근무하는 연구원 및 직원 14명을 대상으로 와인의 색(청징도), 맛, 향을 5점 평점법(5: 매우 좋음, 4: 좋음, 3: 보통, 2: 나쁨, 1: 매우 나쁨)로 채점하였다(Onda 등 2013).

7. 통계분석

모든 분석은 3회 반복하였고, 결과에 대한 통계분석은 Statistical Analysis System(v8.1, SAS institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 이용하였고, 결과의 유의성 검정은 분산분석(ANOVA) 후, 시료 간 차의 유무를 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다($p<0.01$).

결과 및 고찰

1. 아로니아 와인의 일반성분 분석

아로니아 혼합비율은 Table 1과 같이 첨가한 후, 와인을 제조하였다. 캠벨얼리 첨가 100%부터 아로니아 첨가 100%까지 5가지 시료로 나눠 와인을 제조한 후, 이화학적 분석한 결과는 Table 2와 같다. 캠벨얼리와 아로니아 생과의 당도는 각각 13.5, 13.3 °Brix였으며, 알코올 발효를 위해 목표 당도를 22 °Brix로 맞춘 후, 알코올 발효를 하였다. 알코올 발효 후, 아로니아 와인의 당도는 6.3~7.7 °Brix로 아로니아 함량이 높을수록 당도가 높은 것으로 나타났으며, 이는 아로니아 함량이 높을수록 알코올 농도가 낮음을 알 수 있다. 알코올 발효와 당도는 밀접한 관련이 있어, 효모가 당분을 이용하여 알코올 발효가 일어나므로 알코올 농도가 높을수록 당도는 감소하게 된다. 시료의 pH는 3.20~3.68로 아로니아 함량이 높을수록 pH가 높게 나타났고, 총산 함량도 아로니아 첨가량이 많을수록 함량이 높아서 0.57~0.76%이었다. 일반적으로 pH

Table 1. The mixing ratio of wine with different levels of aronia
(Unit: kg)

Sample	Campbell early	Aronia
A	140	0
B	112	28
C	84	56
D	70	70
E	0	140

A: Campbell Early (100%) without aronia.

B: Campbell Early (80%) with aronia (20%).

C: Campbell Early (60%) with aronia (40%).

D: Campbell Early (50%) with aronia (50%).

E: Aronia (100%).

가 높을수록 총산 함량이 낮은 것과는 다른 결과가 나타나는 것은 캠벨얼리와 아로니아에 함유된 유기산의 비율이 다르기 때문인 것으로 사료된다.

아로니아 와인의 알코올 발효는 12일간 진행하였고, 2일 간격으로 시료를 채취하여 분석한 결과는 Fig. 1과 같이 나타났다. 알코올 발효 3일에서 5일 사이에 급격히 발효가 진행되었으며, 대부분의 와인이 9일 이후 더 이상 발효되지 않는 것으로 확인되었다. 알코올 농도는 9~12% 정도로 아로니아 첨가량이 많아질수록 알코올 농도가 낮으며, 특히 아로니아 100% 와인의 경우, 알코올 농도가 9.04%로 알코올 발효가 낮게 일어났다. 아로니아 첨가량이 많을수록 알코올 발효가 낮은 것은 Lee 등 (2015)과 유사한 결과로 아로니아 함량이 높으면, 효모의 생육을 억제하여 알코올 생성능이 낮아지는 것으로 예상된다.

2. 색도 및 hue, intensity

와인의 색도는 품질을 결정짓는 중요한 요소 중의 하나이며, 와인의 선호도에 큰 영향을 미친다(Kim 등 2009). 아로니아 와인의 hue값과 color intensity는 Table 2와 같이 아로니아 함량이 높을수록 hue값과 color intensity가 높아져 각각 1.06,

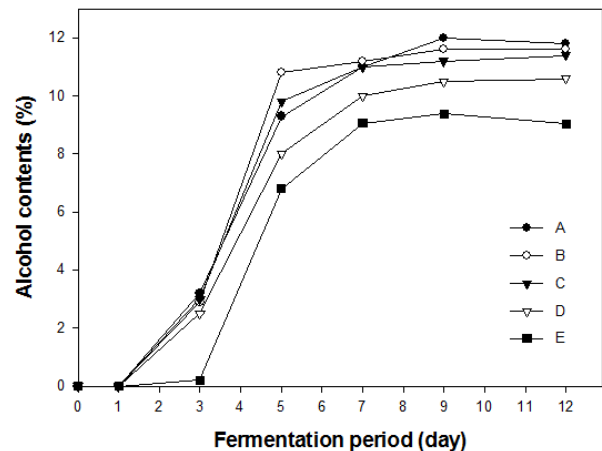


Fig. 1. Changes in alcohol contents of aronia wines during fermentation period. A: Campbell Early(100%) without aronia, B: Campbell Early (80%) with aronia (20%), C: Campbell Early (60%) with aronia (40%), D: Campbell Early (50%) with aronia (50%), E: Aronia (100%).

8.06으로 나타났다. 일반적으로 와인의 hue값은 숙성 중의 산화 정도를 판단할 수 있는 지표로 이용되며 Hue값이 1.0 이상 일 때 산화된 것으로 판단하기도 한다(Lee 등 2002). 아로니아 와인의 경우, 520 nm에서 검출되는 anthocyanin 등의 적색 색소가 포도보다 적으므로, 상대적으로 hue 값이 높아진 것으로 보이고, color intensity는 420 nm, 520 nm, 620 nm 파장의 합으로 계산하여 레드 와인의 진하기를 나타낸다. 아로니아 와인의 경우, 캠벨얼리 와인에 비해 전반적으로 진한 색을 띠므로 아로니아의 첨가량이 많을수록 color intensity도 높아진 것을 알 수 있다.

아로니아 와인의 색도 분석은 Fig. 2와 같이 Hunter 색차계로 측정하였다. 명도(L값)은 40~8.7로 아로니아 혼합비율이 증가할수록 명도가 감소하는 경향을 나타내며, 적색도(a)도 명도와 마찬가지로 65.7~46.6으로 아로니아 혼합비율이 높을수록 낮게 나타났다. 이는 hue 값 측정 시 아로니아가 캠벨얼리보다 적색 색소가 적은 결과와 일치하였다. 마지막으로 황

Table 2. Chemical and color characteristics of aronia wines after fermentation¹⁾

Samples	A	B	C	D	E
Sugar content (°Brix)	6.3±0.1 ^{2b)}	6.8±0.1 ^c	7.3±0.1 ^b	7.6±0.1 ^a	7.7±0.1 ^a
pH	3.20±0.04 ^e	3.43±0.01 ^d	3.55±0.03 ^c	3.58±0.01 ^b	3.68±0.01 ^a
Total acidity (g/100 mL)	0.57±0.02 ^d	0.54±0.02 ^e	0.58±0.03 ^c	0.74±0.03 ^b	0.76±0.00 ^a
Hue	0.49±0.00 ^d	0.43±0.02 ^e	0.83±0.02 ^c	0.89±0.02 ^b	1.06±0.06 ^a
Intensity	5.08±0.02 ^e	5.79±0.09 ^d	6.91±0.09 ^c	7.22±0.02 ^b	8.06±0.27 ^a

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

²⁾ Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

Samples are the same as Table 1.

색도(b)는 캠벨얼리 80%에 아로니아 20% 혼합한 와인에서 43.9로 제일 높게 측정되었다.

아로니아에 들어있는 안토시아닌은 적색, 자색, 청색의 수용성 플라보노이드 색소로 pH, 온도, 빛, 효소, 산소, 당류, 유기산, 금속이온 등의 존재 여부에 따라서 많은 영향을 받게 되고, 아로니아 특유의 짙은 자줏빛 색소는 천연 식용색소 또는 보존제 등으로 이용되어 식품의 색을 보완 미화시켜, 가치를 높이는 효과뿐만 아니라, 와인에서도 그 가치를 높일 수 있을 것으로 보인다(Kim 등 1996; Son 등 2001).

3. 유기산 함량 분석

아로니아 와인의 유기산 함량을 HPLC로 분석한 결과, Table 3과 같다. 아로니아 첨가량이 많아질수록 citric acid의 함량이 높아져 아로니아 100% 와인의 경우, 0.076 mg/mL이

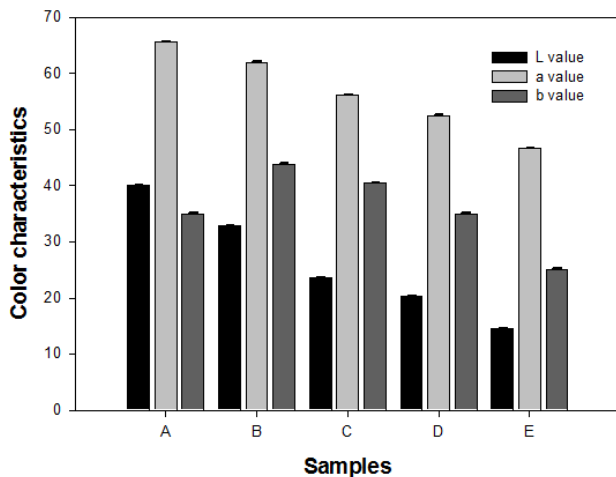


Fig. 2. Hunter's color values of aronia wines added different amount of aronia. A: Campbell Early(100%) without aronia, B: Campbell Early (80%) with aronia (20%), C: Campbell Early (60%) with aronia (40%), D: Campbell Early (50%) with aronia (50%), E: Aronia (100%). All values are mean±S.D. of triple determinations.

있으며, malic acid도 마찬가지로 아로니아 100%일 때, 3.701 mg/mL로 다른 와인보다 높은 함량을 나타내었다. Acetic acid는 상대적으로 캠벨얼리의 함유량이 높은 A, B에서 0.07, 0.08 mg/mL에서 검출되었고, 다른 와인에서는 검출되지 않았다. 아로니아 와인의 유기산 함량에 차이는 발효나 숙성에 생성되는 유기산에 영향인 것으로 보이고, malic acid의 함량이 높은 아로니아 100% 와인은 부드러운 신맛을 주기 위해 lactic acid 함량을 높일 수 있는 연구를 추가로 하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

유기산은 신맛을 나타내는 주요 성분으로 포도에서는 주로 tartaric acid, malic acid, citric acid 등이 주로 분포되어 있고, 와인으로 발효되면서 lactic acid, acetic acid 등이 생성되고, 아로니아의 유기산 종류도 이와 유사한 것으로 나타났다. 특히 아로니아 유기산의 종류와 농도는 안토시아닌 색소의 안정성과 관련이 있으며, 그 중 citric acid는 아로니아 색소를 가장 안정적으로 유지시킨다고 한다(Hwang & Ki 2013).

4. 아로니아 와인의 생리활성

아로니아 와인의 생리활성을 분석하기 위하여 총폴리페놀 함량, DPPH 라디칼 소거능, 총안토시아닌 함량, 탄닌 함량을 분석하였다. 폴리페놀 화합물은 flavonoids, anthocyanins, tannins, catechins등을 총칭하며, 과일 및 엽채류와 같은 식물에 다량 함유되어 있다(Urquiaga & Leighton 2000). 폴리페놀(polyphenols)에 존재하는 하이드록실기(-OH)는 여러 화합물과 쉽게 결합하여 항산화 효과를 비롯하여 항암, 항염 효과가 있어, 인체 건강에 유용한 것으로 알려져 있다(Cha 등 1999; lu & Foo 2000). 먼저, 총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법을 이용하여 측정하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다. 아로니아 첨가량이 많을수록 총폴리페놀 함량이 높은 것으로 나타나, 아로니아 100% 와인은 461.33 mg%로 높은 생리활성을 가지고 있는걸 알 수 있다.

아로니아 와인의 항산화 활성은 DPPH 라디칼 소거능을 이용하였으며, Table 4에 나타났다. 총폴리페놀 함량과 마찬가지로

Table 3. Organic acid contents of aronia wines¹⁾

(Unit: mg/mL)

Samples	A	B	C	D	E
Citric acid	0.015±0.005 ^{c2)}	0.025±0.008 ^b	0.034±0.005 ^b	0.038±0.003 ^b	0.076±0.014 ^a
Tartaric acid	0.391±0.020 ^a	0.198±0.041 ^c	0.204±0.031 ^c	0.325±0.004 ^b	0.287±0.032 ^b
Malic acid	1.819±0.173 ^c	1.676±0.341 ^c	1.720±0.060 ^c	2.346±0.085 ^b	3.701±0.031 ^a
Lactic acid	0.282±0.034 ^a	0.115±0.018 ^c	0.194±0.049 ^b	0.104±0.009 ^c	0.271±0.058 ^a
Acetic acid	0.070±0.026 ^a	0.080±0.011 ^a	ND ³⁾	ND	ND

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

²⁾ Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

³⁾ ND, not detected.

Samples are the same as Table 1.

Table 4. Total polyphenol contents and DPPH free scavenging activity of aronia wines¹⁾

Samples	Total polyphenol (mg%)	DPPH free scavenging activity (%)
A	197.33±3.82 ^{e,2)}	61.57±0.93 ^d
B	347.83±7.25 ^d	86.43±0.81 ^c
C	404.83±3.06 ^b	89.35±0.96 ^b
D	387.00±4.00 ^c	90.70±0.27 ^a
E	461.33±16.54 ^a	91.91±0.13 ^a

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

²⁾ Means with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$).

Samples are the same as Table 1.

가지로 DPPH 라디칼 소거능도 아로니아 첨가량이 많을수록 높게 나타나, 아로니아 100% 첨가 와인에서 91.91%의 높은 항산화 효과가 있는 것으로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능은 특정물질이 생체의 생리작용 혹은 산화 작용에 의해 발생하는 hydroxyl radical 혹은 superoxide radical 등을 제거하는 항산화 능력을 평가할 때 사용되는 지표(Lee 등 2011)로, 페놀성 물질의 함량이 높을수록 소거활성이 증가한다고 한다(Rice-Evans 등 1997; Kim 등 2012a).

아로니아 와인의 총 안토시아닌 함량은 Fig. 3과 같다. Cyanidin-3-glucoside의 몰흡광계수를 이용하여 총 안토시아닌 함량을 나타냈으며, 총 안토시아닌 함량은 142.2~301.6 mg/mL로 분석되었다. 아로니아 첨가량에 따른 차이는 나타나지 않았지만, 아로니아 100% 와인은 142.2 mg/mL로 낮게

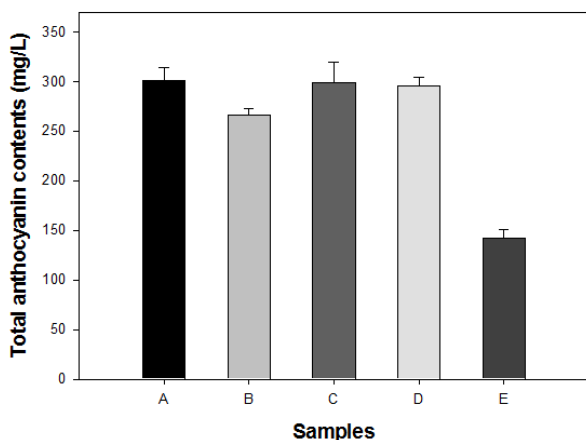


Fig. 3. Total anthocyanin contents of aronia wines added different amount of aronia A: Campbell Early(100%) without aronia, B: Campbell Early (80%) with aronia (20%), C: Campbell Early (60%) with aronia (40%), D: Campbell Early (50%) with aronia (50%), E: Aronia (100%). All values are mean±S.D. of triple determinations.

나타났다. 이러한 결과는 아로니아를 첨가하여 와인을 제조할 때 분쇄하지 않은 생과를 비율 별로 첨가하였고, 알코올 발효를 하면서 아로니아 자체의 안토시아닌 추출 시간이 캠벨얼리와 비교했을 때 느리기 때문인 것으로 생각되며, 국내산 아로니아 생과의 총 안토시아닌 함량은 357~1,790 mg/100 g으로 보고되었는데(Denev 등 2012), 본 연구에서는 기존의 보고보다 안토시아닌 함량이 낮게 나타났다. 이 결과는 알코올 발효 중 추출시간 등에 의한 차이로 추측된다. 아로니아를 첨가한 와인에서 높은 생리활성을 나타낸 것으로 보아, 아로니아에 있는 안토시아닌과 폴리페놀류에 기인한 것으로 보인다.

아로니아에 포함된 안토시아닌, 페놀산, 퀘세틴 유도체와 같은 물질들은 우리 입안에서 떫은 맛을 내는 탄닌(tannin)으로 작용한다고 한다(Oszmianski & Wojdylo 2005). 아로니아 와인의 탄닌 함량은 Fig. 4와 같이 162~777.5 mg%로 아로니아 100% 와인에서 777.5 mg%이며, 아로니아 첨가량이 많을수록 탄닌 함량이 높은 것으로 나타났다. 시판되는 국산 와인의 탄닌 함량은 2.45~3.50 mg/mL로 외국산 와인에 비해 낮기 때문에, 아로니아의 탄닌은 와인의 맛과 바디감을 증대시킬 것으로 사료된다.

5. 아로니아 와인의 향기성분

아로니아 와인의 향기성분을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 검출된 향기성분은 총 31종이며, 알코올류는 8종, 에스테르류는 12종, 케톤류는 4종, 기타 화합물은 7종으로 나타났다. 아로니아 와인을 구성하는 향기화합물은 8~27종으로 아

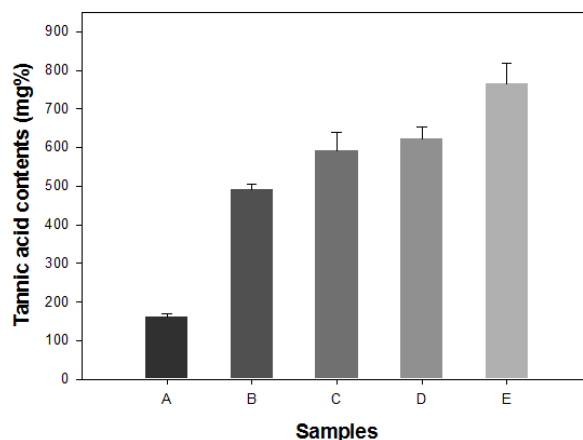


Fig. 4. Tannic acid contents of aronia wines added different amount of aronia A: Campbell Early(100%) without aronia, B: Campbell Early (80%) with aronia (20%), C: Campbell Early (60%) with aronia (40%), D: Campbell Early (50%) with aronia (50%), E: Aronia (100%). All values are mean±S.D. of triple determinations.

Table 5. Volatile compounds of aronia wines

(Unit: mg/mL)

RT ¹⁾	Compounds	Samples					
		A	B	C	D	E	
Alcohols	10.613	2-Methyl-1-propanol	35.76	48.52	23.87	18.30	10.59
	11.362	3-Methyl-1-propanol	51.37		53.26	47.00	25.06
	14.142	2-Hexanol	22.91		22.09	23.35	22.02
	14.729	3-Methyl-2-butanol					0.87
	17.209	3-Methyl-1-butanol	109.07	177.67	117.39	100.39	55.68
	17.488	2-Methyl-1-butanol	31.24	40.21	24.39	17.70	8.79
	28.707	(s)-3,4-Dimethylpentanol	1.12		0.78	0.93	1.04
	56.927	Phenylethyl alcohol	1.26		0.90	0.63	
	Total alcohols	252.73	266.40	242.68	208.30	124.05	
Esters	6.512	2-Ethoxyethyl acetate				5.56	15.03
	6.974	Methyl acetate	2.01		0.79	0.66	
	9.865	Ethyl acetate	229.55	168.34	163.33	136.09	54.11
	18.670	2-Methyl propanoate			1.05	0.56	
	22.177	Ethyl butanoate	1.26			0.88	
	27.130	Pentyl acetate	2.86		7.67	7.25	
	29.573	3-Methyl-1-butanol acetate	5.31		15.74	14.42	
	29.852	2-Methyl-1-butanol acetate			0.92	0.78	
	45.796	3-Methyl-ethyl pentanoate	1.09		0.90	0.90	
	46.530	Ethyl hexanoate	2.05		1.87	1.91	
	61.989	Ethyl octanoate	3.35		2.54	2.28	
	72.504	Ethyl decanoate	2.57		1.81	1.74	
	Total esters	250.05	168.34	196.62	173.03	69.14	
Ketones	6.336	Acetoin	17.86	9.30	3.33	2.51	
	13.856	2-Pentanone		7.55	1.12	1.40	1.73
	42.208	2,6-Dimethyl-4-heptanone	1.00		0.90	0.89	0.87
	43.382	2-Methyl-4-octanone	1.95		1.97	1.92	1.92
	Total ketones	20.81	16.85	7.32	6.72	4.52	
Miscellaneous	6.409	2,3-Epoxybutane			4.41		
	7.818	1-(5-hexenyl)-1-methyl-hydrazin	10.83	23.77	12.08	12.61	15.17
	8.199	2-Hydroxy-propanamide	3.94		2.92	2.18	1.40
	8.852	Acetic anhydride	1.30		1.40		
	11.802	3-Ethyl-2,2-dimethyl-pentane	13.64		9.86	7.65	3.39
	16.087	Alanine	1.39	9.38	1.34	1.25	0.87
	19.411	1-(ethenyloxy)-pentane					0.59
	Total miscellaneous	31.10	33.15	32.01	23.69	21.42	

¹⁾ Retention time.

로니아 첨가량이 20%인 와인에서 가장 적었고, 캬벨얼리와 아로니아 함유량이 각각 50%인 와인에서 가장 많은 성분이 검출되었다. 아로니아 와인의 휘발성 향기성분 중 알코올류 함유량이 가장 높았으나, 캬벨얼리 100% 와인의 경우, 알코올류 함유량과 에스테르류 함유량이 252.73, 250.05 mg/mL로 거의 비슷하게 나타났다. 퓨젤 오일은 알코올 발효에 의해 생성되며, 주성분이 2-methyl-1-propanol, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl-1-butanol로 모든 와인에서 검출되었다.

캬벨얼리 100% 와인은 총 24종의 화합물이 분리 동정되었으며, 향기 성분 중 ethyl acetate, 3-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-propanol의 농도가 상대적으로 높게 나타났다. Ethyl acetate의 경우, 아로니아의 첨가량이 많아짐에 따라 감소하는 경향을 나타내어, 아로니아 100% 와인에서 가장 낮은 함량이 분석되었다. 아로니아 100% 와인에서는 에스테르류 함유량이 69.14 mg/mL로 가장 낮았고, 3-methyl-1-butanol, ethyl acetate, 3-methyl-1-propanol 순으로 높은 농도가 분석되었다. 이러한 화합물들은 캬벨얼리와 아로니아를 혼합하여 와인을 제조하였을 때 향기성분에 상대적으로 높은 영향을 주는 것으로 판단되며, 전반적으로 함유량은 캬벨얼리 100% 와인에서 가장 많은 농도를 함유하며, 아로니아 첨가 비율이 증가함에 따라 농도 의존적으로 감소하였고, 캬벨얼리와 아로니아를 각각 50%의 비율로 첨가한 와인은 다른 와인에 비해 다양한 에스테르류의 화합물을 함유하고 있는 것으로 분석되었다.

이와 같은 결과로 캬벨얼리 100% 와인보다 캬벨얼리와 아로니아를 혼합한 와인에서 다양한 휘발성 향기성분이 존재하는 것을 알 수 있다.

6. 아로니아 와인의 관능검사

아로니아 와인의 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 관능검사는 색, 향, 맛을 평가하여 5점 평점법(5: 매우 좋음, 4: 좋음, 3: 보통, 2: 나쁨, 1: 매우 나쁨)으로 평가하였으며, 통계분석은 0.05% 유의수준에서 검정하였다. 캬벨얼리 100% 와인

에서 색, 향, 맛에서 유의적으로 높은 평가를 받았으며, 캬벨얼리와 아로니아를 혼합한 와인에서는 유의적으로 큰 차이를 보이지 않았으며, 이 중에서 아로니아 20% 첨가한 와인의 향과 맛에서 3.81과 2.76점으로 높게 평가되었다. 하지만 아로니아 100% 와인은 떫은 맛을 내는 탄닌 때문에, 맛에 대한 평가가 1.53점으로 낮게 나타났다. 따라서 종합적으로 보면, 아로니아 100% 와인보다는 아로니아를 20% 첨가한 와인이 아로니아 와인으로 적당할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

아로니아 와인은 캬벨얼리에 아로니아를 0, 20, 40, 50, 100%로 혼합하여 제조한 후, 품질특성과 향기성분을 분석하였다. 아로니아 와인의 당도는 6.3~7.7 °Brix이며, pH는 3.20~3.68이고, 총산은 0.57~0.76 g/100 mL이었다. 이는 아로니아의 첨가량이 많아질수록 총산 함량이 높게 나타났다. 아로니아 와인의 알코올 발효는 12일간 진행하면서 2일 간격으로 시료를 채취하여 알코올 농도를 측정하고, 발효 3일에서 5일 사이에 급격히 발효가 진행되었으며, 대부분의 와인이 9일 이후에는 더 이상 발효가 진행되지 않았다. 알코올 농도는 9~12% 정도로 아로니아 첨가량이 많을수록 알코올 농도가 낮게 나타나, 고 함량의 아로니아가 효모의 생육을 억제하는 것으로 예상하였다. 아로니아 와인은 고유의 색소 때문에 hue값과 intensity 값이 첨가량이 많을수록 높아져 아로니아 100% 와인에서 1.06, 8.06이었다. 아로니아 첨가량이 많아질수록 citric acid 함량이 높아져 아로니아 100% 와인에서 0.076 mg/mL이고, malic acid의 함량도 제일 높아 3.701 mg/mL이었다. 아로니아 와인의 총폴리페놀과 DPPH 라디칼 소거활성능을 분석한 결과, 아로니아 100% 와인에서 461.33 mg%, 91.91%로 높은 생리활성을 가지고 있었으며, 총안토시아닌 함량은 265.96~301.64 mg/L로 높게 나타났고, 아로니아 100% 와인의 경우는 생과의 총안토시아닌 추출의 다른 와인에 비해 느린 것으로 판단된다. 아로니아 와인의 향기성분 분석 결과, 검출된 휘발성 향기성분은 총 31종으로 알코올류 8종, 에스테르류 12종, 케톤류 4종, 기타 화합물이 7종이었으며, 그 중에서 아로니아 50% 첨가한 와인에서 27종의 휘발성 향기성분을 가지고 있어, 가장 풍부한 향을 지닌 것을 알 수 있었다. 관능검사는 색, 향, 맛에서 아로니아 20% 첨가한 와인의 만족도가 높게 나타났으며, 이러한 결과로 아로니아 와인은 대부분 높은 생리활성을 가지고 있으며, 관능적 특성을 고려하여 캬벨얼리 80%에 아로니아 20%를 첨가하여 제조하는 것이 가장 적합한 것으로 나타났다.

Table 6. Sensory evaluation of aronia wines¹⁾

Samples	Color	Flavor	Taste
A	4.48 ^a	4.19 ^a	3.76 ^a
B	3.81 ^b	2.81 ^c	2.76 ^b
C	3.62 ^b	3.62 ^{ab}	2.62 ^b
D	3.62 ^b	3.57 ^b	2.48 ^b
E	3.05 ^c	2.33 ^c	1.53 ^c

¹⁾ Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(주관과제명: 충북 포도, 복숭아를 이용한 수요자 맞춤형 와인 및 지역특산품 개발, 과제번호: PJ012597)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
- Bisson LF, Waterhouse AL, Ebeler SE, Walker MA, Lapsley JL. 2002. The present and future of the international wine industry. *Nature* 418:696-699
- Blios MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 81:1199-1200
- Boulton RB, Singleton VL, Bisson LF, Kunkel RE. 1996. Principles and Practices of Winemaking. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg. pp.1-12
- Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:1310-1315
- Chang EH, Jeong ST, Park KS, Yun HK, Roh JH, Fang HK, Choi JU. 2008. Characteristics of domestic and imported red wines. *Korean J Food Preserv* 15:203-208
- Denev PN, Kratchanov CG, Ciz M, Lojek A, Kratchanova MG. 2012. Bioavailability and antioxidant activity of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenols: *in vitro* and *in vivo* evidences and possible mechanisms of action: A review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 11:471-489
- 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
- Ebeler SE. 2001. Analytical chemistry: Unlocking the secrets of wine flavor. *Food Rev Int* 17:45-64
- Giusti MM, Wrolstad RE. 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-visible Spectroscopy. Handbook of Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons. pp.19-31
- Hwang ES, Ki KN. 2013. Stability of the anthocyanin pigment extracted from *Aronia* (*Aronia melanocarpa*). *Korean J Food Sci Technol* 45:416-421
- Hwang ES, Lee YJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of *Yanggaeng* with *Aronia* juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1220-1226
- Jakobek L, Drenjancevic M, Jukic V, Seruga M. 2012. Phenolic acids, flavonoids, anthocyanins and antiradical activity of “Nero”, “Viking”, “Galicianka” and wild chokeberries. *Sci Horti-Amsterdam* 147:56-63
- Kähkönen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha JP, Pihlaja K, Kujala TS, Heinonen M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J Agr Food Chem* 47:3954-3962
- Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim MY, Lee SH, Lee BH. 2012. Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44:337-342
- Kim JS, Nam YJ, Kwon TW. 1996. Induction of quinine reductase by genistein, soybean isoflavone. *Food Sci Biotechnol* 5:70-75
- Kim HA, Cho MH, Lee KH. 2009. Studies on the sensory characteristics of Korean wine and imported wine. *J East Asian Soc Dietary Life* 19:593-602
- Kulling SE, Rawel HM. 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) -A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med* 74:1625-1634
- Lee AR, Oh EY, Jeong YJ, Noh JG, Yoon HS, Lee KY, Kim YG, Eom HJ. 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of *Aronia* (*Aronia melanocarpa*) *Makgeolli* prepared with the additive methods. *Korean J Food Nutr* 28:602-611
- Lee JE, Shin YS, Sim JK, Kim SS, Koh KH. 2002. Study on the color characteristics of Korean red wine (II). *Korean J Food Sci Technol* 34:164-169
- Lee JK, Kim JS. 2006. Study on the deacidification of wine made from Campbell Early. *Korean J Food Sci Technol* 38:408-413
- Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SY, Kim GW. 2011. Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *Makgeolli*. *Korean J Food Sci Technol* 43:206-212
- 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
- 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
- Lu Y, Foo LY. 2000. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem* 68:81-85
- McGovern PE, Glisker DL, Exner LJ, Voigt MM. 1996.

- Neolithic originated wine. *Nature* 381:480-481
- 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
- Oszmianski J, Wojdylo A. 2005. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur Food Res Technol* 221: 809-813
- Park ER, Kim KS. 2002. Volatile flavor components in various varieties of grapes. *Korean J Postharv Sci Technol* 7:366-372
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 2:152-159
- Slimestad R, Torskangerpoll K, Nateland HS, Johannessen T, Giske NH. 2005. Flavonoids from black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. *J Food Compos Anal* 18:61-68
- Son JH, Choung MG, Choi HJ, Jang UB, Son GM, Byun MW, Choi C. 2001. Physiological effect of Korean black soybean pigment. *Korean J Food Sci Technol* 33:746-768
- Sueiro L, Yousef GG, Seigler D, De Mejia EG, Grace MH, Lila MA. 2006. Chemopreventive potential of flavonoid extracts from plantation-bred and wild *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) fruits. *J Food Sci* 71:C480-C488
- Urquiaga I, Leighton F. 2000. Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biol Res* 33:55-64
- Valcheva-Kuzmanova SV, Belcheva A. 2006. Current knowledge of *Aronia melanocarpa* as a medicinal plant. *Folia Med* 48:11-17
- Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S. 2004. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 52:7846-7856
- Yoon HS, Park JM, Park HJ, Jeong CW, Choi WI, Park JH, Kim SD. 2016. Quality characteristics of Korean domestic commercial white wines. *Korean J Food Nutr* 29:538-546
- Yoon HS, Yu R, Noh JG, Kim YG, Kim SH, Choi SU, Han NS, Eom HJ. 2014. A comparative study on the physiological activities of puffed snack using miscellaneous cereals and grain crops. *Korean J Food Nutr* 27:962-970

Received 26 March, 2017

Revised 05 June, 2017

Accepted 12 June, 2017