

국내에서 재배한 포도 품종간의 이화학적 특성 비교

안혁진 · 손홍석^{1*}

고려대학교 생명과학대학 와인연구소, ¹동신대학교 식품영양학과

Physicochemical Properties of Different Grape Varieties Cultivated in Korea

Hyuk-Jin Ahn and Hong-Seok Son^{1*}

Wine Research Institute, School of Life Science and Biotechnology, Korea University

¹Department of Food and Nutrition, Dongshin University

Abstract The aim of this study was to describe the effects of genetic factors on the chemical composition or metabolites of grapes harvested within the same region. Grapes were separated into pulp, skin, and seed, and physicochemical characteristics were compared among seven grape varieties. The sugar concentrations of the grape musts ranged from 15.17-20.93°Bx with Seibel variety being highest at 20.93°Bx. pH ranges of grape musts were 3.46-4.02 and total acidity was highest with 1.05 in Steuben variety. Tartaric acid content was highest with 146.68, 500.10 mg/L in pulp and skin extract of Merlot variety. Malic acid content was highest in pulp extract of Seibel variety (1127.14 mg/L) and skin extract of Chardonnay variety (1720.06 mg/L). K content was highest with 379.13 and 828.01 mg/L in pulp and skin extract of Chardonnay variety. Ca content was highest in pulp extract of Kyoho variety (6.98 mg/L) and skin extract of Campbell Early variety (12.26 mg/L).

Keywords: grape variety, sugar, organic acid, mineral

서 론

국산 포도주의 개발은 1970년대에 시작되어 1980년대까지 이루어졌으나, 1987년 수입 자유화로 인하여 현재 종교 의식용 미사주와 일부 포도주 회사만이 국산 포도주의 명맥을 유지하고 있다(1). 식생활의 변화와 건강기능성 식품에 대한 관심이 고조되어 포도주의 소비량이 지속적인 증가 추이를 보이고 있지만, 거의 대부분을 수입 포도주에 의존하고 있다. FTA 피해로 인한 농산물 가공에 대한 필요성이 제기되고 있지만 국산 포도주는 아직 품질 경쟁력을 확보하고 있지 못한 실정이다.

국내산 포도주의 품질 경쟁력이 낮은 이유를 한마디로 정의하기는 어렵다. 포도주의 품질에 영향을 미치는 요소에는 여러 가지가 있기 때문이다. 포도 품종, 포도 재배 환경, 포도 수확 시기, 효모와 젖산균, 발효 기술, 숙성 환경 등이 최종 포도주 제품의 품질을 결정한다(2). 하지만 포도 품종의 선택은 고품질의 포도주를 만들기 위한 가장 기본적인 중요한 요소이다. 세계의 주요 포도주 생산국들은 포도주 제조에 적합한 포도 품종을 선별하여 고품질의 포도주를 생산하고 있다. 일반적으로 포도주는 유럽계통의 *Vitis vinifera* 종을 이용하여 양조하는 것이 대부분이나 우리나라의 경우 *V. vinifera* 종의 노지재배가 어렵기 때문에 식용 포도 품종인 캠벨(Campbell Early)과 거봉(Kyoho) MBA

(Muscat Bailey A) 같은 *V. labrusca* 종을 이용하여 포도주를 양조하고 있다(1).

국내산 포도주의 품질 개선을 위한 연구들을 살펴보면 Lee 등(1)은 포도 품종을 달리하여 적포도주, 백포도주, 스위트 와인을 양조하여 국내산 포도를 이용한 포도주의 양조 가능성과 기호도를 분석하였으며, Bae 등(3)은 우리나라 포도의 부족한 당을 보충하기 위하여 쌀과 포도를 혼합하여 쌀포도주를 양조하여 발효 특성을 살펴보았다. Lee 등(4)은 포도주의 신맛을 조절하기 위해 *Leuconostoc oenos*를 고정화 시키는 연구를 진행하였고, Bae 등(5)은 포도주 양조 시 사용되는 *Saccharomyces cerevisiae*를 대체할 수 있는 발효제 탐색을 위해서 *Monascus anka*로부터 얻은 균체를 이용하여 적포도주를 양조하고 이의 품질을 평가하여 적포도주의 제조 가능성을 확인하였다. Kim 등(6,7)은 가당 및 효모 첨가가 Campbell Early를 이용하여 양조한 포도주 발효에 미치는 영향을 연구하였으며, Park 등(8)은 carbonic maceration 발효 방법을 이용한 국내산 포도주의 품질 향상에 관한 연구를 보고하였다. 하지만 대부분의 연구들은 국내 포도 품종만을 사용한 연구들이므로 국산 포도주의 품질을 평가하는 데는 한계가 있다.

국내 포도 품종을 이용하여 포도주를 개발하고자 한다면 우선 국내 포도 품종이 외국 양조용 포도 품종과 어떠한 차이점이 있는지를 먼저 파악해야 하지만 그러한 연구들은 많이 부족한 실정이다. 수입산 포도주의 대표적인 품종인 Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonnay와 같은 외래종과 국내산 포도주의 대표적인 포도 품종인 캠벨, 거봉 등의 포도 품종간 차이에 관한 체계적인 연구가 필요하다. 또한 온도나 일조량, 강수량 같은 환경적인 요소들이 포도에 미치는 영향을 배제하기 위해서는 동일한 조건에서 재배한 포도 품종들을 비교하는 실험설계가 필요하다. 본 연구에서는 동일한 조건하에 재배하고 동시에 수확한 Cabernet

*Corresponding author: Hong-Seok Son, Department of Food and Nutrition, Dongshin University, Naju, Jeonnam 520-714, Korea
Tel: 82-61-330-3225
Fax: 82-61-330-3227
E-mail: hsson@dsu.ac.kr
Received December 12, 2011; revised March 7, 2012;
accepted March 15, 2012

Sauvignon, Merlot, Steuben, Kyoho, Campbell Early, Chardonnay, Seibel의 7가지 포도 품종을 선발하여 이화학적 성분을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

포도의 기원

Cabernet Sauvignon(*Vitis vinifera*), Merlot(*V. vinifera*), Chardonnay(*V. vinifera*), Seibel(hybrid of *V. vinifera*, *V. rupestris*, *V. lincedumii* and *V. berlandieri*), Steuben(hybrid of *V. vinifera* and *V. labrusca*), Campbell Early(hybrid of *V. vinifera* and *V. labrusca*), Kyoho(hybrid of *V. vinifera* and *V. labrusca*)는 경기도 이천시 마장면 비닐하우스에서 2009년 10월에 동시에 수확하였다. 일조시간, 온도, 강수량 등 재배환경에 따라 포도의 성분이 달라질 수 있기 때문에 같은 조건에서 재배를 하여 환경적인 영향은 최대한 배제하였다. 7개의 서로 다른 포도 품종마다 5송이의 포도를 5개의 다른 나무에서 동시에 수확하였다.

과육, 과피의 추출

포도 알을 손으로 분리하여 종자를 제거하고 과육(pulp)과 과피(skin)로 나눈 뒤 10g을 정량하고 95% 에탄올로 과육은 20분, 과피는 1시간 동안 추출하였다(9). 모든 추출은 4°C에서 20 mL의 에탄올을 이용하여 교반하면서 진행하였다. 추출 후 시료 1 mL을 취하여 24시간 동안 vacuum drying 한 후 1 mL의 3차 증류수로 보정하고 4°C, 3,000×g 조건에서 5분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 syringe filter(0.20 µm)로 여과하여 유기산과 미네랄을 분석하기 위한 시료로 사용하였다.

머스트의 분석

포도를 으갠 머스트(must)의 총 고형분 함량(°Bx)은 온도보정이 되는 digital refractometer(PR-32, Atago, Tokyo, Japan), 총 산도와 pH는 pH meter(Orion 3 Star, Thermo Fisher Scientific Inc., Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 총산도는 포도주 샘플 10 mL를 0.1 N 농도의 NaOH를 사용하여 적정하였으며, 주석산 함량을 기준으로 계산하였다.

유기산과 미네랄 분석

유기산 분석에 사용한 기기는 Agilent 1100 HPLC(Agilent Technologies, Foster City, CA, USA)를 사용하였고, prevail organic acid column(Alltech 250 mm×4.6 mm, 5 µm)을 사용하였다. 이동상으로는 25 mM potassium phosphate 용액을 제조하여 사용하였으며, 이 때 phosphoric acid를 이용하여 pH를 2.5로 보정하였다. 이동상은 1 mL/min의 속도로 흘러주었으며 UV detector로 210 nm에서 분석하였다.

미네랄 분석을 위해 유도결합 플라즈마 원자방출분광기(ICP-OES, Varian vistaPRO, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였다. 미네랄 측정조건은 분석농도와 기기상태 및 matrix 등에 따라 조정하여 적용하였다. 표준물질과 분석시료, 바탕시료의 방출 스펙트럼을 얻어 간섭물질과 감도 등을 살펴 가장 적합한 분석과장을 찾았고 검량선의 상관도를 높이기 위해 background, measure point, calculate point, integration time, analysis mode 등을 조정하였다. Operating power는 1.2 kW, plasma flow는 15.0 L/min, auxiliary flow는 1.50 L/min, nebulizer flow는 0.680 L/min이었다. Detection wavelength는 Ca 316 nm, Cu 327 nm, K 766 nm, Mg 280 nm, Na 589 nm를 사용하였다. 모든 분석은 서로 다른 나무에서 재배한 5

Table 1. Physicochemical analysis of different grape varieties

Varieties	Sugar content (°Bx)	pH	Total acidity ²⁾ (%)
Cabernet Sauvignon	20.37±0.49 ³⁾	3.85±0.07	0.88±0.03
Merlot	19.43±0.49	3.87±0.17	0.90±0.23
Chardonnay* ¹⁾	16.47±0.81	4.01±0.02	0.79±0.05
Seibel*	20.93±1.34	4.02±0.13	0.64±0.01
Steuben	17.63±0.32	3.46±0.27	1.05±0.18
Kyoho	16.87±0.35	3.92±0.09	0.60±0.07
Campbell Early	15.17±0.32	3.72±0.01	0.80±0.06

¹⁾*: White grape varieties

²⁾Total acidity was expressed as tartaric acid.

³⁾Mean±SD (n=5)

개의 포도 샘플로부터 얻어졌으며 평균과 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

머스트의 분석

본 연구에서 분석한 7가지 포도 품종의 머스트에 대한 일반 성분은 Table 1과 같다. 전체 포도 품종 중 Seibel 품종의 당도가 20.93°Bx로 가장 높게 나타났고, Campbell Early 품종이 15.17°Bx로 가장 낮은 함량을 보였다. 그리고 적포도 품종 중 Cabernet Sauvignon과 Merlot 등의 양조용 품종이 국내에서 주로 재배되는 Kyoho와 Campbell Early 등에 비해 약 3-4°Bx 정도로 높은 당 함량을 보였다. 이와 반대로 백포도 품종의 경우 Seibel 품종이 *V. vinifera* 종에 속하는 Chardonnay 품종에 비해 약 4°Bx 가량의 높은 당 함량을 보였다. 포도의 당 함량은 포도주의 alcohol의 농도를 결정하는데 이론적으로 포도즙 내 당의 51.34%가 alcohol로 전환되지만, 실질적으로 약 48%정도가 alcohol로 전환되므로, 11%의 alcohol을 지닌 포도주를 생산하기 위해서는 최소한 20% 이상의 당 함량을 지녀야 한다(10). 본 연구에서는 Cabernet Sauvignon과 Seibel을 제외한 나머지 품종들이 20°Bx 미만의 당 함량을 보였다. 특히 국내 주요 품종인 Kyoho와 Campbell Early 품종은 당 함량이 17°Bx 미만으로 이를 이용하여 포도주를 생산하려면 설탕 등으로 보당을 해야 일정수준의 alcohol을 생성할 수 있음을 알 수 있다. 국내의 포도 품종간의 연구결과를 살펴보면 Lee 등(11)은 Cabernet Sauvignon 품종이 Campbell Early 품종에 비해 월등히 높은 당도를 보인다고 보고하였는데 이는 이번 연구 결과와 일치한다. 일반적으로 국내에서 노지재배를 통해 수확한 *V. labrusca* 종의 포도 품종들이 낮은 당 함량을 보이는 것은 6-7월 사이 장마로 인한 많은 강수량과 일조량 부족에 기인한 것으로 알려져 있으나 본 연구에서는 온실 재배를 통해 동일한 양의 수분을 공급한 점을 감안할 때 당 함량은 재배 환경보다는 각 품종 고유의 특성 차이에 의한 것으로 사료된다.

일반적으로 포도주의 pH는 3.2-3.6 정도로 보고되고 있다(12). 본 연구에서 이용한 포도 품종의 pH는 3.4-4.0 정도로 전체적으로 높은 pH값을 보였다. Seibel 품종이 4.02로 가장 높았고 Steuben 품종이 3.46으로 가장 낮았다. 또한 Chardonnay, Seibel 등의 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 높은 pH를 보였다. 총산도는 Kyoho 품종이 0.6%으로 가장 낮았고, Steuben 품종이 1.05%로 가장 높았다. 또한 *V. vinifera* 종이 *V. labrusca* 종에 비해 높은 산도를 보였다. 일반적으로 총산도는 당도와 반비례한다. 과실이 성숙하면서 산도는 낮아지고 당도는 증가하는 경향성을 보인다(9). 총산도는 포도주에서 발효 과정 및 포도주의 품질

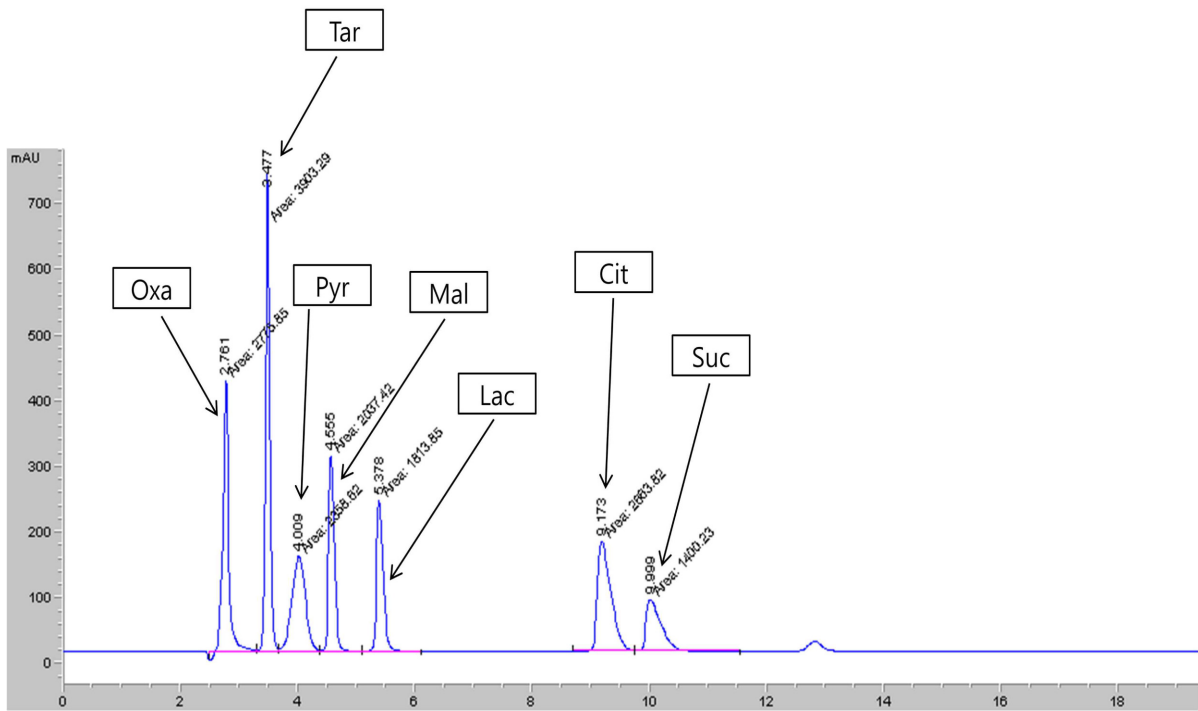


Fig. 1. HPLC chromatogram of the organic acid standards. Oxa, oxalic acid; Tar, tartaric acid; Pyr, pyruvic acid; Mal, malic acid; Lac, lactic acid; Cit, citric acid; Suc, succinic acid

에 중요한 영향을 끼친다. 발효 전 포도즙의 총산도는 0.6-0.8%가 적당한 수준이다(12). 그러나 0.6-1.0%인 경우에도 산도의 교정을 필요로 하지 않는다(13). 보통 0.6% 이하이면 발효과정에서 미생물의 오염이 심하여 포도주가 변질될 우려가 있으며, 색이 깨끗하지 않다. 1.0% 이상일 경우에는 산도가 낮은 포도주를 혼합하거나 설탕 용액을 첨가하여 희석을 통해 총산도를 낮춘다. 본 연구에서는 총산도가 0.6-1.0% 사이로 나타났으므로 연구에 이용한 포도로 포도주를 양조할 경우 유기산의 첨가나 설탕 용액의 혼입 등은 불필요하다고 생각된다.

유기산 분석

본 연구에 사용한 유기산 표준용액의 chromatogram은 Fig. 1과 같다. 각 농도에 대한 peak 면적을 적분한 값으로 검량선을 작성하였다. 표준용액으로 사용한 유기산의 종류는 포도 속에 함유된 주요 유기산으로 알려진 tartaric acid, malic acid, citric acid와 기타 유기산으로 oxalic acid, fumaric acid를 분석하였다. 이외 포도주의 발효과정에서 생성되는 유기산으로 알려진 lactic acid, suc-

cinic acid, pyruvic acid 등도 분석하였다. 각 농도별 검량선의 상관관계는 0.9935-1.0000 수준이었다. 포도 알은 크게 과육과 과피, 종자로 구분하며, 각각 다른 성분 함량의 특징을 보이며 서로 다르게 포도주의 품질에 기여한다(9). 포도 품종간의 비교에서 과육과 과피의 특징을 개별적으로 분석하기 위하여 본 연구에서는 분리하여 유기산과 미네랄 분석을 실시하였다.

각 품종의 포도에서 분리한 과육의 유기산 함량은 Table 2와 같다. 과육에서는 oxalic acid, tartaric acid, malic acid, citric acid 그리고 fumaric acid 등 5가지의 유기산이 검출되었고, 알코올 발효 부산물로 생성되는 pyruvic acid, lactic acid, succinic acid 등은 검출되지 않았다. 포도 과육의 oxalic acid 함량은 Chardonnay 품종이 51.8 mg/L로 가장 높게 검출되었으며, Seibel, Merlot, Kyoho, Campbell Early, Steuben 순으로 농도가 높았으며, Cabernet Sauvignon이 15.02 mg/L로 가장 낮게 검출되었다. 특이한 사실은 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 oxalic acid의 함량이 높았다. Tartaric acid의 경우 Merlot 품종이 146.68 mg/L로 가장 높게 검출되었으며, Steuben, Chardonnay, Cabernet Sauvignon,

Table 2. Organic acid contents of pulp extract from different grape varieties

Organic acids ¹⁾	Cabernet Sauvignon	Merlot	Chardonnay* ²⁾	Seibel*	Steuben	Kyoho	Campbell Early
Oxalic acid	15.02±4.74 ³⁾	33.09±6.27	51.80±1.83	36.31±6.73	16.58±3.41	22.85±2.38	20.49±4.21
Tartaric acid	77.20±5.46	146.68±44.04	79.12±7.96	17.48±6.74	80.05±38.46	40.95±11.15	59.34±8.82
Malic acid	713.25±170.38	608.35±16.98	965.06±64.45	1127.14±323.01	359.93±81.33	530.84±151.62	599.65±218.0
Citric acid	112.86±9.38	110.49±29.89	ND ⁴⁾	119.56±13.01	80.16±61.99	54.91±17.96	ND
Fumaric acid	5.16±0.47	6.90±1.45	5.13±0.28	3.95±0.2	4.35±0.51	6.29±0.66	5.10±0.09

¹⁾Organic acid contents are expressed as ppm per g of extract.

²⁾*: White grape varieties

³⁾Mean±SD (n=5)

⁴⁾ND: not detected

Table 3. Organic acid contents of skin extract from different grape varieties

Organic acids ¹⁾	Cabernet Sauvignon	Merlot	Chardonnay* ²⁾	Seibel*	Steuben	Kyoho	Campbell Early
Oxalic acid	24.88±3.96 ³⁾	21.04±9.21	80.67±11.66	64.19±13.19	18.46±2.15	51.21±7.15	13.14±2.62
Tartaric acid	233.92±51.68	500.10±85.08	203.53±5.63	442.97±71.25	152.91±29.02	165.56±21.23	126.57±26.35
Malic acid	924.04±148.85	545.23±143.61	1720.06±287.67	1448.17±522.26	886.97±255.9	714.11±36.05	389.19±86.33
Citric acid	99.76±20.14	227.78±36.11	162.41±16.21	208.25±71.6	62.36±17.42	267.42±6.33	91.23±35.11
Fumaric acid	7.57±0.55	6.36±1.18	10.12±1.28	9.90±2.6	5.70±0.79	7.72±0.11	5.03±0.4

¹⁾Organic acid contents are expressed as ppm per g of extract.

²⁾*: White grape varieties

³⁾Mean±SD (n=5)

Campbell Early, Kyoho 순으로 검출되었으며, Seibel이 17.48 mg/L로 가장 낮은 함량을 보였다. Malic acid의 경우 전체 유기산 중 가장 높은 함량이 검출되었으며, Seibel 품종이 1127.14 mg/L로 가장 높았고, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot, Campbell Early, Kyoho 순으로 함량이 높았으며, Steuben이 359.93 mg/L로 가장 낮은 농도를 보였다. Citric acid의 경우 Cabernet Sauvignon, Merlot, Seibel 품종이 110-120 mg/L로 유사한 함량을 보였고, Steuben 품종이 80.16 mg/L, Kyoho 품종이 54.91 mg/L로 나타났으며, Chardonnay와 Campbell Early 품종에서는 검출되지 않았다. Fumaric acid의 경우 다른 유기산에 비해 함량이 낮았으며 포도 품종 간에 Merlot 품종이 6.9 mg/L로 가장 높은 함량을 나타냈고, Seibel 품종이 3.95 mg/L로 가장 낮은 함량을 보였다. 과피 추출액의 유기산 함량은 Table 3에 나타내었다. 과피의 oxalic acid 함량은 Chardonnay 품종이 80.67 mg/L, Seibel 품종이 64.19 mg/L로 과육의 결과와 마찬가지로 적포도 품종에 비해 백포도 품종이 상대적으로 높게 검출되었다. 과피의 Tartaric acid의 경우 Merlot 품종과 Seibel 품종이 각각 500.1, 442.97 mg/L로 다른 품종에 비해 2배 이상의 함량을 보였다. Merlot 품종은 과육과 과피 모두 tartaric acid의 함량이 높았지만 Seibel 품종은 과육의 tartaric acid 함량은 높고 과피의 함량은 낮은 상반되는 결과를 보였다. 과피의 malic acid 분석 결과는 과육의 결과와 유사하게 백포도 품종인 Chardonnay와 Seibel이 1720.06, 1448.17 mg/L로 적포도 품종에 비해 높은 함량을 나타냈으며, 적포도 품종 중 Cabernet Sauvignon이 924.04 mg/L로 가장 높고, Steuben, Kyoho, Merlot, Campbell Early 순으로 함량이 높았다. Citric acid의 경우 Kyoho 품종이 267.42 mg/L로 가장 높은 함량을 보였으며, Steuben 품종이 62.36 mg/L로 가장 낮은 값을 보였다. 과피에 함유된 fumaric acid의 경우 oxalic acid나 malic acid와 유사하게 Chardonnay와 Seibel의 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 약간 높은 함량을 보였다.

유기산은 포도에 함유된 유기물 중 알코올 다음으로 많은 양을 차지하고 있으며, 포도주 양조에 있어 안정화, 색, pH 등에 관여한다(12). 일반적으로 포도에 존재하는 유기산의 종류에는 tartaric acid, malic acid, citric acid 등이 있으며, lactic acid와 succinic acid 등은 포도주 발효 과정에서 만들어진다(14). 특히 tartaric acid는 과일이나 식물체에 함유된 유기산 중에서 포도에 다량 함유되어 있다(15). Tartaric acid는 포도의 크기가 커지고 성숙이 되어도 상대적으로 그 함량이 변화가 없으며 특히 기후적인 조건에 큰 영향을 받지 않는다(16). 그러므로 tartaric acid의 함량은 포도 품종의 특징을 말해주는 biomarker로 사용될 수 있다. 과육과 과피에서 Cabernet Sauvignon, Merlot 등의 *V. vinifera* 종이 Kyoho, Campbell Early 등의 *V. labrusca* 종의 포도 품종에 비하여 tartaric acid의 함량이 높게 나타났으며 이는 포도 품종의

특징으로 추정된다. Tartaric acid는 포도주 제조 공정 중에 저온에서 calcium, potassium 등과 반응하여 침전을 통해 제거되므로 이를 조절하면 포도주의 tartaric acid 함량을 조절할 수 있다(17,18). 포도주 양조 시 cold stabilization 과정에서 potassium bitartrate의 생성을 조절하거나 tartaric acid의 인위적인 첨가를 통해 각 포도 품종의 목적에 맞는 제조 공정이 필요하다고 생각된다.

포도의 malic acid 함량은 일조량이나 온도 같은 포도 재배 시의 환경적인 요인에 영향을 많이 받는다(9). 하지만 포도 품종은 malic acid의 함량을 결정하는 또 다른 중요한 요소이다. 본 연구에서는 동일한 환경 조건에서 재배한 포도를 이용하였기 때문에 malic acid 함량의 차이는 품종의 특징에 의해서 비롯되었을 것으로 추정된다. Chardonnay와 Seibel 등의 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 malic acid 함량이 과육과 과피에서 모두 높은 함량을 보였다. 백포도주의 경우 약간의 자극적인 신맛이 중요한 요소이기 때문에 높은 malic acid의 함량이 장점으로 작용할 수 있다. 하지만 적포도주의 경우 외국에서는 malolactic fermentation을 통해 산도를 부드럽게 하여 품질을 향상시킨다. Lee 등(19)은 국내산 머루를 이용하여 젖산균을 달리한 머루주 양조 시 malolactic fermentation에 의한 머루주의 특성에 대해 보고하였으며, Moon 등(20)은 복분자주를 이용한 malolactic fermentation 후에 페놀성 화합물 등의 변화에 대해 보고하였다. 포도주 양조 시 젖산균에 의해 이루어지는 malolactic fermentation은 malic acid를 lactic acid로 전환시키므로, malic acid를 선택적으로 감소시키고, 총산도를 0.15%-0.40% 정도 낮출 수 있다. Malic acid는 포도주에서 자극성 신맛의 원인이 되고 lactic acid는 포도주의 부드러운 맛을 내기 때문에 malolactic fermentation을 통해 포도주의 품질을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 Kyoho나 Campbell Early 같은 국내산 포도 품종의 malic acid 함량이 상대적으로 높지는 않았지만, 자극적인 malic acid를 감소시키고 포도주의 고급화를 위해서는 malolactic fermentation에 대한 기술 개발과 연구가 필요하다고 사료된다.

Citric acid의 함량은 과육에서 *V. vinifera* 종에 비해 *V. labrusca* 종의 포도 품종이 낮은 함량을 보였다. Park 등(21)이 연구한 Campbell Early 품종의 적포도주 제조 적합성에 관한 연구 결과를 보면 Campbell Early 품종은 citric acid 함량이 낮다고 보고하였는데 이는 본 실험 결과와 일치하였다. 일부 포도주 애호가들은 citric acid의 자극적인 신맛을 좋아하지 않으므로 본 실험에서 나타난 Campbell Early 등의 낮은 citric acid 함량은 국산 포도의 장점으로 사료된다.

미네랄 분석

본 연구에서는 포도의 과육과 과피를 분리하여 potassium(K), calcium(Ca), magnesium(Mg), sodium(Na) 그리고 copper(Cu) 등

Table 4. Mineral contents of pulp extract from different grape varieties

Varieties	K ¹⁾	Ca	Mg	Na	Cu
Cabernet Sauvignon	295.66±35.62 ³⁾	4.78±0.54	15.24±0.52	1.92±0.61	0.19±0.15
Merlot	275.82±42.39	6.65±0.87	13.21±2.76	1.36±0.48	0.17±0.03
Chardonnay* ²⁾	379.13±49.89	4.84±0.66	19.48±2.66	2.32±0.64	0.24±0.02
Seibel*	339.92±46.36	5.36±1.76	11.44±1.71	3.88±1.10	0.14±0.03
Steuben	110.15±58.41	5.72±2.80	10.48±1.29	1.31±0.10	0.09±0.01
Kyoho	305.61±61.99	6.98±0.90	14.70±1.40	2.06±0.20	0.16±0.03
Campbell Early	129.33±47.87	3.38±0.42	7.13±0.33	1.58±0.28	0.10±0.02

¹⁾Mineral contents are expressed as ppm per g of extract.

²⁾*: White grape varieties

³⁾Mean±SD (n=5)

5가지 미네랄 분석을 실시하였으며, 각 농도에 대한 peak 면적을 적분한 값으로 검량선을 작성하였다. 검량선의 상관관계는 0.9997-0.9999로 높은 수준이었다.

각 품종에서 분리한 과육의 미네랄 함량은 Table 4와 같다. 과육에 함유된 5가지 미네랄 중 potassium이 가장 높은 수치를 나타내었다. Chardonnay 품종은 379.13 mg/L, Seibel 품종이 339.93 mg/L로 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 높은 함량을 나타냈으며, 적포도 품종 중에서는 Kyoho 품종에서 305.61 mg/L로 가장 높았으며, Steuben 품종이 110.15 mg/L 순으로 가장 낮았다. Calcium의 경우 Kyoho 품종이 6.98 mg/L로 가장 높게 검출되었으며, Merlot, Steuben, Seibel, Chardonnay, Cabernet Sauvignon 순으로 함량이 높았으며, Campbell Early 품종에서 가장 낮은 함량을 보였다. Magnesium의 경우 Chardonnay 품종이 19.48 mg/L로 가장 높은 함량을 보였으며, Campbell Early 품종이 7.13 mg/L로 가장 낮은 함량을 보였다. Sodium의 경우 Seibel, Chardonnay 등의 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 높은 함량을 보였고, Steuben 품종이 가장 낮은 함량을 보였다. Copper의 경우 0.10-0.24 mg/L의 함량을 보였고, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Merlot, Kyoho, Seibel, Steuben, Campbell Early 순으로 검출되었다.

과피의 미네랄 함량은 Table 5에 나타내었다. 과피에 함유된 potassium의 함량은 과육과 마찬가지로 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 높은 함량을 보였다. Chardonnay 품종이 828.01 mg/L로 가장 높게 검출되었으며, Campbell Early 품종이 413.94 mg/L로 가장 낮은 함량을 보였다. Potassium의 함량은 과육과 과피 사이에 매우 유사한 경향성을 보였다. Campbell Early 품종의 경우 과피의 calcium이 12.26 mg/L, magnesium은 21.84 mg/L로 상대적으로 높은 함량을 보였다. Campbell Early 품종은 과육에 함유된 calcium과 magnesium의 함량은 가장 낮게 검출되었으나 과피의 함량은 가장 높게 검출되어 극히 대조적인 결과를 나타내었다. 과피에 함유된 sodium의 함량은 Seibel 품종이 2.92 mg/L로 과육의 경우와 마찬가지로 가장 높게 검출되었고, Steuben 품종이 0.7 mg/L로 가장 낮은 함량을 보였다. 모든 포도 품종에 함유된 sodium의 함량은 과육과 과피에서 매우 유사한 경향성을 보였다. Copper의 경우 Seibel, Kyoho 등이 0.6 mg/L로 가장 높게 검출되었으며, Steuben 품종과 Campbell Early 품종이 0.03-0.04 mg/L로 낮은 함량을 보였다.

Potassium은 탄수화물의 합성과 변화에 중요한 역할을 한다. 따뜻한 지역에서 재배한 포도는 추운 지역에 비해 potassium의 함량이 높게 나타난다. 또한 토양의 비옥도나 비료의 사용 여부도 potassium 함량에 영향을 준다(22,23). 본 연구에서는 같은 환경에서 재배된 포도 품종을 비교하였기 때문에 potassium 함량의 차이는 포도 품종의 차이에서 비롯되었을 것으로 추정된다. Tartaric

acid의 함량 및 potassium의 함량이 *V. vinifera* 종이 *V. labrusca* 종의 포도에 비해 높게 나타난 결과로 미루어 보아 potassium bitartrate에 의한 침전은 *V. vinifera* 품종에서 일어나기 쉬울 것으로 사료된다. Potassium bitartrate는 포도주 양조 시 cold stabilization 과정에서 생성되는 염으로서 지나친 tartaric acid의 제거는 포도주의 품질을 저하시키는 요인으로 potassium의 함량과 밀접한 관련이 있다.

보통 포도주에 함유된 calcium의 함량은 약 80-140 mg/L를 나타낸다(24). 습도가 높은 지역에서 증산 작용과 calcium의 이동이 억제되어 열매와 잎에서 calcium의 함량이 감소한다는 보고가 있다(25,26). Calcium은 oxalic acid 또는 tartaric acid와 반응하여 포도주에서 calcium oxalate 형태의 불용성 염을 생성한다. 이는 potassium bitartrate와 마찬가지로 포도주의 탁도와 밀접한 관련이 있으며, 침전 등의 문제를 야기한다. 또한 oxalic acid의 함량이 과육과 과피에서 적포도 품종에 비해 백포도 품종이 높은 함량을 보였으므로, 백포도 품종으로 포도주 양조 시 calcium oxalate 생성이 증가할 가능성이 있다.

Sodium은 10-40 mg/L, magnesium은 60-150 mg/L 정도의 농도를 함유하고 있으며, sodium은 발효나 숙성과정에서 거의 변화가 없는 것이 특징이다(24). sodium의 경우 포도주 내에 미량 존재하지만 양조 시 살균 및 산화방지를 목적으로 사용되는 sodium bisulfite의 첨가량에 의해 그 함량이 결정된다. 또한 sodium은 해안 인근에서 재배된 포도에서 chloride의 함량과 같이 높게 나타난다는 보고가 있다(27,28). Magnesium의 함량은 Chardonnay가 가장 높았으며, Sodium의 함량은 Chardonnay, Seibel 같은 백포도 품종에서 높은 함량을 보였으며 이는 포도 품종의 특징으로 사료된다.

포도 품종은 포도주의 품질을 결정하는 가장 중요한 요소이다. 본 연구에서는 동일한 환경에서 재배한 포도 품종의 이화학적 성분 분석을 통해 포도 품종의 특성을 파악하였다. 본 연구에서 관찰된 결과를 종합하여 볼 때 국내에서 주로 재배되는 *V. labrusca* 종의 경우 *V. vinifera* 종에 비하여 약 4%Bx 가량 낮은 당 함량을 보였으며 포도주 제조를 위해서는 보당이 필요하다. 총산도는 *V. labrusca* 종이 *V. vinifera* 종에 비하여 낮았지만 0.6-0.8% 사이의 적절한 값을 보였다. Kyoho와 Campbell Early의 적은 산도는 포도의 주요 유기산인 malic acid와 tartaric acid의 부족에서 비롯되며 포도의 수확 시기를 조절하거나 malolactic fermentation, cold stabilization 등을 통해 충분히 조절이 가능하다고 사료된다. 본 연구에서는 *V. labrusca* 종이 *V. vinifera* 종에 비하여 tartaric acid 함량과 potassium 함량이 낮게 관찰되었으므로 탁도와 관련한 문제에서도 *V. labrusca* 종이 유리하다고 생각된다. 고품질의 포도주를 제조하기 위해서는 *V. vinifera* 종에 비하여 *V. labrusca* 종의

Table 5. Mineral contents of skin extract from different grape varieties

Varieties	K ¹⁾	Ca	Mg	Na	Cu
Cabernet sauvignon	648.97±28.80 ³⁾	7.21±1.26	14.41±1.43	1.56±0.56	0.20±0.20
Merlot	711.48±58.80	7.14±0.94	12.07±0.55	0.94±0.49	0.12±0.02
Chardonnay* ²⁾	828.01±32.13	9.48±1.87	21.29±1.99	2.43±1.69	0.20±0.01
Seibel*	777.22±85.29	2.80±0.92	10.99±1.43	2.92±0.80	0.06±0.02
Steuben	566.10±45.88	5.93±3.25	18.17±6.46	0.70±0.23	0.03±0.01
Kyoho	562.55±21.44	8.74±1.68	20.69±1.08	1.08±0.09	0.06±0.01
Campbell Early	413.94±105.51	12.26±0.04	21.84±2.31	0.94±0.15	0.04±0.00

¹⁾Mineral contents are expressed as ppm per g of extract.

²⁾*: White grape varieties.

³⁾Mean±SD (n=5).

단점을 극복할 수 있는 포도 재배 방법이나 수확시기의 조절 등의 추가 연구가 필요하다. 또한 본 연구는 단순한 포도 품종간의 이화학적 성분만을 비교하였기 때문에 포도주를 제조할 시 영향을 줄 수 있는 발효기술이나 숙성 방법 등이 포도주의 성분이나 관능 결과에 미치는 영향에 대한 연구가 추가적으로 필요하다고 사료된다.

요 약

본 연구에서는 동일한 조건하에 온실 재배하여 수확한 7종의 포도를 선발하여 품종간의 이화학적 특성을 비교 분석하였다. 포도의 당, pH, 총산도 등의 일반성분 분석과 HPLC를 이용한 유기산 분석, ICP-OES를 이용한 미네랄 분석을 실시하였다. 당도는 *V. vinifera*종이 *V. labrusca*종에 비해 2-4°Bx 정도로 높게 나타났고, Seibel 품종이 20.93°Bx로 가장 높은 함량을 보였다. pH는 Chardonnay 및 Seibel 등이 4.01로 가장 높았으며, 총산도는 Steuben, Merlot, Cabernet Sauvignon 등이 0.9-1.0%로 다른 품종에 비해 높게 나타났다. Tartaric acid의 함량은 Merlot 품종이 과육과 과피에서 가장 높았으며, Steuben, Kyoho 품종은 상대적으로 낮은 함량을 보였다. Malic acid의 경우 Chardonnay와 Seibel 등의 백포도 품종이 적포도 품종에 비해 높은 함량을 보였다. Citric acid의 함량은 과육과 과피간의 유의적인 차이를 관찰할 수 없었고, Chardonnay와 Campbell Early의 과피에서는 검출되지 않았다. 미네랄 함량 중 potassium은 전체 미네랄 중 가장 높은 함량을 보였고, Chardonnay와 Seibel 등의 함량이 가장 높았으며, Steuben과 Campbell Early 등이 낮게 검출되었다. Calcium의 함량은 Kyoho 포도 품종이 가장 높았고, Magnesium의 함량은 Chardonnay가 가장 높았으며, Sodium의 함량은 Chardonnay, Seibel 등이 높게 나타났다. Chardonnay와 Seibel은 Calcium을 제외한 전체 미네랄 함량에서 모두 높은 수치로 검출되었다.

문 헌

- Lee SJ, Lee JE, Kim SS. Development of Korean red wines using various grape varieties and preference measurement. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 911-918 (2004)
- Son HS, Hwang GS, Ahn HJ, Park WM, Lee CH, Hong YS. Characterization of wines from grape varieties through multivariate statistical analysis of ¹H NMR spectroscopic data. Food Res. Int. 42: 1483-1491 (2009)
- Bae SD, Bae SM, Kim JS. Fermentation characteristics of rice-grape wine fermented with rice and grape. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 616-623 (2004)
- Lee SO, Park MY. Immobilization of *Leuconostoc oenos* cells for wine deacidification. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 299-304 (1980)
- Bae IY, Lee KY, Shin MS, Lee HG. Development of red wine using *Monascus anka*. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 744-748 (2004)
- Kim JS, Kim SH, Han JS, Yoon BT, Yook C. Effects of sugar and yeast addition on red wine fermentation using Campbell Early. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 516-521 (1999)
- Kim JS, Sim JY, Yook C. Development of red wine using domestic grapes, Campbell Early. Part (1) - Characteristics of red wine fermentation using Campbell Early and different sugar. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 319-326 (2001)
- Park WM, Park HG, Rhee SJ, Kang KI, Lee CH, Yoon KE. Properties of wine from domestic grape, *Vitis labrusca* cultivar. Campbell Early, fermented by carbonic maceration vinification process. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 773-778 (2004)
- Son HS, Hwang GS, Kim KM, Ahn HJ, Park WM, van den Berg F, Hong YS, Lee CH. Metabolomic studies on geographical grapes and their wines using ¹H NMR analysis coupled with multivariate statistics. J. Agr. Food Chem. 57: 1481-1490 (2009)
- Wagner PM. Grapes into Wine. Alfred AK, New York, NY, USA. pp. 99-128 (1994)
- Lee YS, Choi JS, Shim KH, Jo YH, Kim JK. Changes in chemical components during the maturation of *Vitis vinifera* red grapes. J. Korean Soc. Food Nutr. 22: 190-195 (1993)
- Jackson, R. Wine Science. Elsevier Inc, San Diego, CA, USA. pp. 418-424 (2008)
- Iverson J. Home Wine Making Step by Step. Stonemark Publishing Co., Medford, OR, USA. pp. 5-26 (2000)
- Soyer Y, Koca N, Karadeniz F. Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices. J. Food Compos. Anal. 16: 629-636 (2003)
- Zelle RM, de Hulster E, van Winden WA, de Waard P, Dijkema C, Winkler AA, Geertman JMA, van Dijken JP, Pronk JT, van Maris AJA. Malic acid production by *Saccharomyces cerevisiae*: Engineering of pyruvate carboxylation, oxaloacetate reduction, and malate export. Appl. Environ. Microb. 74: 2766-2777 (2008)
- Liu HF, Wu BH, Fan PG, Li SH, Li LS. Sugar and acid concentrations in 98 grape cultivars analyzed by principal component analysis. J. Sci. Food Agr. 86: 1526-1536 (2006)
- Mckinnon AJ, Scollary GR, Solomon DH, Williams PJ. The influence of wine components on the spontaneous precipitation of calcium L(+)-tartrate in a model wine solution. Am. J. Enol. Viticult. 46: 509-517 (1995)
- Minguez S, Hernandez P. Tartaric stabilization of red, rose, and white wines with L(+)-calcium tartrate crystal seeding. Am. J. Enol. Viticult. 49: 177-182 (1998)
- Lee JE, Hong YS, Lee CH. Characterization of fermentative behaviors of lactic acid bacteria in grape wines through ¹H NMR- and GC-based metabolic profiling. J. Agr. Food Chem. 57: 4810-4917 (2009)
- Moon YJ, Lee MS, Sung CK. Physicochemical properties of raspberry wine using active dry yeast strains. J. Korean Soc. Food Nutr. 18: 302-308 (2005)
- Park WM, Park HG, Rhee SJ, Lee CH, Yoon KE. Suitability of

- domestic grape, cultivar Campbell's Early, for production of red wine. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 590-596 (2002)
22. Amiri ME, Rallahi E. Influence of mineral nutrients on growth, yield, berry quality, and petiole mineral nutrient concentrations of table grape. J. Plant Nutr. 30: 463-470 (2007)
23. Zhenming N, Xuefeng X, Yi W, Tianzhong L, Jin K, Zhenhai H. Effects of leaf-applied potassium, gibberellins, and source-sink ratio on potassium absorption and distribution in grape fruits. Sci. Hortic.-Amsterdam 115: 164-167 (2008)
24. Ribereau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D. Handbook of Enology. Vol. 2 The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England. pp. 91-108 (2006)
25. Combrink NJJ. Relative humidity and other environmental conditions affecting muskmelon quality. Acta Hortic. 458: 43-48 (1998)
26. Adams P, Hand DJ. Effects of humidity and Ca level on dry-matter and Ca accumulation by leaves of cucumber (*Cucumis sativus* L.). J. Hortic. Sci. 68: 767-774 (1993)
27. Frias S, Conde JE, Rodriguez MA, Dohnal V, Perez-Trufillo JP. Metallic content of wines from the Canary Islands (Spain). Application of artificial neural networks to the data analysis. Nahrung/Food 46: 370-375 (2002)
28. Frias S, Conde JE, Rodriguez-Bencomo JJ, Garcia-Montelongo F, Perez-Trujillo JP. Classification of commercial wines from the Canary Islands (Spain) by chemometric techniques using metallic contents. Talanta 59: 335-344 (2003)