# 국내산 블랙 사파이어와 다른 품종 포도의 이화학적 특성 및 영양성분

# Physicochemical Properties and Nutritional Constituents of Sweet Sapphire and Different Grape Cultivars Grown in Korea

Seo-Yeon Park<sup>1</sup>, Nae-Kyong Kang<sup>1</sup>, Myung-Jin Hwang<sup>1</sup>, Eun-Hee Kim<sup>1</sup>, Sang-Mi Kim<sup>1</sup>, Jong-Hun Lee<sup>1</sup>, Sang-Hoon Lee<sup>2</sup>, and Jin-Sik Nam<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Food Analysis Research Center and <sup>3</sup>Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University <sup>2</sup>Department of Agrofood resources, National Institute of Agricultural Sciences, RDA

ABSTRACT In this study, the physicochemical properties and nutrient components of grapes including sweet sapphire, campbell early, Muscat Bailey A (MBA), and kyoho that are grown in Korea were investigated and analyzed. Considering color, sweet sapphire was the highest in terms of its L-value, and the MBA was the highest in terms of its a-value, and the b-values showed a similar trend to the lightness. The soluble solid content was the highest with 19.67°Brix in the MBA and the highest pH was 3.56 in the sweet sapphire. The acidity of kyoho was the highest at 0.91%. The moisture content of grapes ranged from 79.75 to 87.44%. An analysis of the dietary fiber content showed that MBA was the highest followed by campbell early, sweet sapphire, and kyoho. The main mineral in the grapes was potassium, and the content was obtained in the decreasing order of MBA, kyoho, sweet sapphire, and campbell early. The vitamin  $B_1$  content was the highest at 2.11  $\mu$ g/100 g in kyoho, and vitamin  $B_2$  was the highest in campbell early at 36.10  $\mu$ g/100 g. The content of vitamin C was the highest in kyoho (0.54 mg/100 g). The content of total fatty acids was highest in MBA at 357.80 mg/100 g. Palmitic acid was identified as the major saturated fatty acid of all varieties, and linoleic acid was identified as the main component of unsaturated fatty acids. Fructose and glucose were detected in all cultivars. These results can be used as the basic data needed for the proper utilization of each variety of grapes.

Key words: sweet sapphire, campbell early, Muscat Bailey A, kyoho, nutritional constituents

#### 서 론

포도는 쌍떡잎식물 갈매나무목 포도과의 낙엽성 덩굴식물인 포도나무의 열매로 원산지는 카스피해 연안 및 아시아서부로 알려져 있다(Aslanpour 등, 2019). 포도의 대부분은수분과 탄수화물로 이뤄지며 포도당과 과당이 주성분으로단맛과 인체의 대사에 필요한 에너지원으로 사용된다(Orak, 2009). 이 밖에 미네랄과 비타민, 펙틴 등이 함유되어 있어혈중 콜레스테롤 저하에 도움을 주며, 씨에는 불포화 지방산

의 함량이 높아 산화를 방지하는 효과가 있다(Baydar와 Akkurt, 2001). 이러한 이점을 가진 포도는 전 세계적으로 가장 많이 재배되고 있는 과수 중의 하나로 주로 생식으로 이용되고 있으며, 가공을 통한 음료, 잼, 양조 및 청으로 이용되고 있다(El-Mashharawi 등, 2020). 우리나라에서도 포도는 2019년에 166,159톤이 생산된 것으로 확인되어 주요한 재배 과실 중 하나이며, 재배 면적은 2019년 12,676 ha로 대규모로 재배되고 있다(KOSIS, 2020). 그러나 농산물의 수입 개방이 확대됨에 따라 농가의 수익이 저하되어 국내

Received 26 May 2021; Revised 4 July 2021; Accepted 29 July 2021

Corresponding author: Jin-Sik Nam, Department of Food and Nutrition, Suwon Women's University, 1098, Juseok-ro, Bongdam-eup, Hwaseong-si, Gyeonggi-do 18333, Korea, E-mail: jsnam@swc.ac.kr

Author information: Seo-Yeon Park (Researcher), Nae-Kyong Kang (Researcher), Myung-Jin Hwang (Researcher), Eun-Hee Kim (Researcher), Sang-Mi Kim (Researcher), Jong-Hun Lee (Researcher), Jin-Sik Nam (Professor)

Copyright © 2021 by The Korean Society of Food Science and Nutrition. All rights Reserved.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 포도 재배 면적은 지속해서 감소하고 있다(KOSIS, 2020). 국내산 포도는 크게 미국 종(Vitis labrusca L.), 유럽 종(Vitis vinifera L.) 및 이들 간의 교잡종(Vitis labruscana L.)으로 품종이 분류되며(Chang 등, 2013), 이들 중 '머루 (muscat bailey A)', '거봉(kyoho)'과 '캠벨 얼리(campbell early)'가 한국인에게 친숙한 품종으로 알려져 있다(Jeon 등, 2020). 포도는 출하 시기가 7~8월에 집중되어 있어 대량 출하에 따른 가격 하락을 초래하며, 수분함량이 높아 저장기간이 짧은 문제점이 있다(Lee 등, 2020). 이러한 문제점 해결을 통해 소비자의 국산 포도에 대한 선호도를 높이고소비를 촉진하기 위해 다양한 품종 개량과 보급이 필요하다.최근 미국에서 도입한 품종인 '블랙 사파이어(sweet sapphire)'는 육질이 단단하여 저장성이 우수하며, 씨가 없고당도가 매우 높아 단맛이 강하기 때문에 소비자의 관심도가 높아지고 있다.

현재까지 진행된 국내산 포도에 관한 연구는 머루, 거봉 및 캠벨 얼리를 포함한 연구가 다수 존재하였으나, 블랙 사파이어에 관한 연구가 전무한 실정이다(Lee 등, 2020; Jeon 등, 2020; Chang 등, 2013; Yang 등, 2020). 따라서 본연구에서는 국내에서 생산된 포도의 품종에 따른 이화학적특성 및 영양성분을 분석하고 비교하여 국내산 포도의 이용확대를 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

# 재료 및 시약

본 연구에 사용한 포도 품종은 블랙 사파이어(sweet sapphire, 충북 영동), 캠벨 얼리(campbell early, 경북 상주), 머루(muscat bailey A, 충남 아산), 거봉(kyoho, 경북 김천) 으로 2020년도에 수확한 것을 실험재료로 사용하였다. 구입한 시료는 세척하여 표면 물기를 제거한 후 과피, 과육 및 씨를 모두 포함하여 분쇄기(Blixer, Robot Coupe USA, Inc., Jackson, MS, USA)로 분쇄하여 실험에 이용하였다.

실험에서 사용한 무기질 표준시약은 AccuStandard(New Haven, CT, USA)에서 구매하여 사용하였으며, 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C 및 D, 지방산 및 유리당 분석을 위한 표준시약은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구매하여 사용하였다. 이외에 필요한 시약은 모두 특급시약(Samchun Co., Pyeongtaek, Korea)을 사용하였다.

### 색도, 가용성 고형분, pH 및 산도 분석

포도의 색도(color), 가용성 고형분(soluble solid content), pH 및 산도(titratable acidity)는 무작위로 선별한 과실을 대상으로 측정하였다. 색도는 포도의 과피를 색차계 (CR-300, Konaca Minolta, Osaka, Japan)로 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값을 3회 이상 반복 측정하여 평균값으로 표기하였다. 가용성 고형 분과 pH는 과실을 착즙한 후 각각 굴절당도계(Master-2T,

ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan)와 pH meter(AB15, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA)로 측정하였다. 적 정산도는 동일한 과즙을 10%로 희석한 뒤 1% 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며, 적정하는데 소비된 mL 양을 lactic acid 함량으로 환산하여 나타내었다.

## 일반성분 및 식이섬유 함량 분석

포도의 일반성분은 AOAC 방법(2005)에 따라 측정하였다. 즉, 수분함량은 dry oven(OF-22, Jeio Tech, Daejeon, Korea)을 이용한 105°C 상압가열건조법, 조회분은 회화로 (JSMF-140T, JSR Inc. Lab, Ringwood North, Australia)를 이용한 550°C 직접회화법, 조단백질은 자동질소증류장치(2300 Kjeltec Analyzer Unit, Foss Tecator AB, Hoganas, Sweden)를 이용한 Kjeldahl법, 조지방은 조지방 추출장치(Soxtec 1043, Foss Tecator AB)를 이용한 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 탄수화물은 시료 전체 함량을 100% 하여 수분, 조회분, 조단백질 및 조지방 함량을 뺀 값으로 나타내었다.

총 식이섬유 함량은 식이섬유 분석장치(FibertecTM System, 1023 Filtration Module, Foss Tecator Co., Hillerod, Denmark)를 이용한 효소중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 측정하였으며, 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유의 함량을 더해 총 식이섬유로 나타내었다.

### 무기질 함량 분석

시료 0.5 g에 산분해 용액(HNO<sub>3</sub>: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=9:1) 10 mL 를 가한 다음 microwave digestion system(Ethos TC Digestion Labstation 5000, Milestone Inc., Shelton, CT, USA)을 이용하여 산분해를 30분 동안 실시하였다. 분해 용액은 여과지(Whatman No. 5A, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과한 다음 ICP-OES(Perkin Elmer Co., Shelton, CT, USA)로 분석하였다. 분석 조건은 Rf power 1.4 kW, gas flow는 plasma: 10, auxiliary: 0.2, nebulizer: 0.92 L/min으로 설정하였다. 측정 파장은 Ca (317.926 nm), Cu(327.393 nm), Fe(238.204 nm), K (766.490 nm), Mg(279.553 nm), Mn(257.610 nm), Na (589.592 nm), P(213.617), Zn(206.200 nm)이었다.

# 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> 함량 분석

비타민 B군을 분석하기 위해 시료 1 g을 20 mL의 75 mM ammonium formate(pH 7.0)로 1시간 동안 추출한 다음 3,000 rpm에서 15분간 원심분리(Supra-21K, Hanil, Incheon, Korea) 하였다. 원심분리 후 상등액을 0.45 μm membrane filter(Millipore, Bedford, MA, USA)로 여과한다음 HPLC-MS/MS(Agilent 1200 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)에 주입하여 분석하였다. 분석용 column은 Luna C<sub>18</sub> column(3.0×150 mm, Pheno-

menex, Torrance, CA, USA)을 사용하였고, 298 nm로 설정한 UV detector(Agilent Technologies)로 검출하였다. Mobile phase는 증류수에 녹인 5 mM ammonium formate (solvent A)와 메탄올에 녹인 5 mM ammonium formate (solvent B)를 gradient system으로 분석하였으며, 0분 (10% B), 0~8분(45% B), 8~15분(10% B)으로 조정하여 0.3 mL/min으로 유지하였다. 질량분석기(API4500TM, AB SCIEX, Foster City, CA, USA)의 조건으로 온도(source temperature)는 450°C, 커튼 가스는 20 psi, gas 1은 50 psi, gas 2는 50 psi, 이온 소스 에너지는 5.5 kV, 이온 소스의 충돌에너지는 5 eV로 설정하여 분석하였다.

# 비타민 C 함량 분석

시료 1 g을 청량하여 5% meta-phosphoric acid 용액 30 mL를 가하여 40분간 추출한 다음 50 mL로 정용하여 0.45 μm membrane filter(Millipore)로 여과한 후 HPLC (Agilent Technologies)에 20 μL를 주입하여 분석하였다. 분석 조건으로 mobile phase는 0.05 M의 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>와 acetonitrile의 혼합용액(99:1, v/v), column은 Shiseido Capcell Pak C<sub>18</sub> column(4.6×250 mm, Shiseido, Tokyo, Japan), 유속은 0.9 mL/min이었으며 254 nm에서 검출하였다.

#### 지방산 조성 및 함량 분석

지방산 조성 및 함량은 지방을 추출한 다음 gas chromatography(GC, Agilent 6890N/5975 MSD series, Agilent Technologies, Avondale, PA, USA)를 이용하여 분석하였다. 지방을 추출하기 위해 일정량의 시료를 마조니아관에 넣어 에탄올에 녹인 pyrogallol 2 mL를 첨가하고 내부표준용액으로 이소옥탄에 녹인 1 mg/mL의 triundecanoin(C11:0) 2 mL를 가하여 추출하였다. 8.3 M 염산 용액 10 mL를 가한 다음 마조니아관의 마개를 밀봉하여 80°C의 water bath에서 40분간 분해하였다. 실온에 냉각시킨 후 25 mL의에테르를 가하여 5분간 진탕하고, 25 mL의 석유에테르를 첨가하여 5분간 다시 혼합하였다. 상층액이 분리되도록 1시간 이상 방치한 다음, 상층액을 여과지로 여과하여 질소농축기(TurboVap, Caliper Life Sciences, Hopkinton, MA,

USA)를 사용하여 용매를 증발시켰다. 이를 3 mL의 클로로 폼과 3 mL의 에테르로 녹여 15 mL의 시험관으로 옮겨 농축 하였다. 농축된 지방에 7% BF₃-methanol 용액 2 mL와 톨루엔 1 mL를 첨가하여 마개로 밀봉한 다음 100°C에서 45분간 가열하였다. 실온에서 냉각한 다음 5 mL의 증류수와 1 mL의 이소옥탄, 1 g의 황산나트륨을 첨가하여 진탕하고 정치한 다음 분리된 상층액을 여과하여 시험용액으로 하였다. 지방산 조성은 SP™ 2560 column(100 m×0.25 mm, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA)을 사용하여 분석하였으며, 검출기는 flame ionization detector(FID, 285°C), 주입구 온도는 225°C, 이동상 기체는 질소(0.75 mL/min)를 이용하였다. 초기 온도는 170°C에서 15분간 유지하고, 180°C 까지 1°C/min으로 상승시킨 후 15분간 유지, 245°C까지 3°C/min의 속도로 상승시켜 13분간 유지하였다.

#### 유리당 함량 분석

시료 5 g을 증류수 25 mL를 가하여 마쇄한 다음 20분동안 8,000 rpm으로 원심분리(Hanil)하였다. 이 액을 감압여과한 후 상등액을 25 mL로 정용하여 0.45 μm membrane filter(Millipore)에 여과한 다음 10 μL를 HPLC(Agilent 1100 series)에 주입하여 분석하였다. 분석에는 carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Waters Co., Milford, MA, USA)을 사용하였고, 이동상은 80% acetonitrile, 검출기는 RI detector(Agilent 1100 series, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 이용하였다.

# 통계처리

실험 결과는 3회 이상 반복하여 측정한 결과를 평균과 표준편차로 나타내었으며, 통계분석을 위해 SPSS 프로그램 (Ver. 10.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 실시하였다. 통계분석은 일원배치 분산분석(one-way ANO-VA)을 실시하였고, Duncan's multiple range test로 P< 0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

#### 색도, 가용성 고형분, pH 및 산도 함량

Table 1. Color, soluble solid content, pH, and titratable acidity of different cultivars of grape

	Sample				
	Sweet Sapphire	Campbell Early	Muscat Bailey A	Kyoho	
Color L	$37.60\pm0.15^{a1)2}$	35.47±1.17 <sup>b</sup>	32.24±1.51°	36.38±0.23 <sup>ab</sup>	
a	$3.42\pm0.01^{c}$	$4.10\pm0.19^{b}$	$4.77\pm0.60^{a}$	$4.08\pm0.26^{b}$	
b	$-0.80\pm0.14^{a}$	$-1.25\pm0.28^{b}$	$-1.68\pm0.05^{c}$	$-0.92\pm0.17^{ab}$	
Soluble solid content (°Brix)	$19.27\pm0.49^{b}$	$14.77\pm0.15^{d}$	$19.67\pm0.35^{a}$	$16.07\pm0.23^{c}$	
pH	$3.56\pm0.15^{NS}$	$3.28\pm0.15$	$3.43\pm0.18$	$3.35\pm0.13$	
Titratable acidity (%)	$0.68\pm0.01^{c}$	$0.85\pm0.00^{b}$	$0.67\pm0.00^{c}$	$0.91\pm0.03^{a}$	

All values are mean±SD (n=3).

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05).

<sup>3)</sup>NS: not significant.

포도의 색도, 가용성 고형분, pH 및 산도의 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같이 나타냈다. 명도(L-value)는 블랙 사파이어가 37.60으로 가장 높았으며, 거봉이 36.38로 블랙 사파이어와 유의적인 차이는 없었다(P>0.05). 적색도(avalue)는 머루가 4.77로 높은 값을 나타냈으며, 캠벨 얼리 (4.10)> 거봉(4.08)> 블랙 사파이어(3.42) 순으로 나타났 다. 황색도(b-value)는 명도와 유사한 경향으로 나타났다. 포도의 가용성 고형분은 머루가 19.67°Brix로 가장 높았으 며, 캠벨 얼리가 14.77로 유의적으로 가장 낮았다(*P*<0.05). 이는 국내에서 육성한 포도의 당도를 조사한 결과, 캠벨 얼 리가 15.2로 가장 낮은 수치를 나타냈다는 Chang 등(2013) 의 연구 결과와 일치하였다. pH는 블랙 사파이어가 3.56으 로 가장 높았으나 모든 시료 군에서 유의적인 차이가 없었다 (P>0.05). 산도를 비교한 결과로 거봉이 0.91%로 가장 높았 으며, 다음으로 캠벨 얼리(0.85%), 블랙 사파이어(0.68%), 머루(0.67%) 순으로 나타났다. 이전 연구에 따르면 거봉과 캠벨 얼리의 총 산도가 각각 0.60, 0.80%로 확인되었으며 (Ahn과 Son, 2012), 머루는 0.65%로 나타나 비슷한 경향을 확인하였다(Chang 등, 2013).

#### 일반성분 및 식이섬유 함량

포도의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 포도의 수분함량은 79.75~87.44%의 범위로 품종별 유의적인 차 이가 있었다(P<0.05). 수분을 제외한 조회분, 조단백질, 조 지방, 탄수화물은 머루가 다른 포도에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타냈다(P<0.05). 조회분은 머루가 0.58%로 가장 높았으며, 다음으로 거봉이 0.39%로 측정되었으나 블랙 사 파이어, 캠벨 얼리와 유의적인 차이가 없었다(₽>0.05). 조 단백질은 머루> 캠벨 얼리> 거봉> 블랙 사파이어 순으로 함량이 나타났으며, 조지방은 머루가 0.71%로 다른 포도보 다 약 2배 정도 높았다. 탄수화물 함량이 가장 높은 머루는 18.08%로 나타나 품종 간의 유의적인 차이를 보였으며 (PK0.05), 가장 낮은 함량을 나타낸 거봉과는 6.9%로 현저 한 차이를 나타내었다. 식이섬유는 식물 세포벽의 주성분으 로 소화효소에 의해 소화되지 않는 난소화성 탄수화물로 알 려져 있으며, 수분과 결합하는 능력이 우수하여 포만감을 주 며 혈중 콜레스테롤 저하와 함께 혈장 포도당 및 인슐린의 조절을 가능하게 하는 효과가 있어 식품학적 가치를 나타내

는 성분 중 하나이다(Anderson 등, 2009). 식이섬유 함량을 조사한 결과, 포도의 품종 중 머루가 4.27%로 가장 높았으며, 캠벨 얼리(2.71%), 블랙 사파이어(1.54%), 거봉(1.41%) 순으로 확인되었다.

국가표준식품성분표(RDA, 2020)에 따르면 수분은 캠벨 얼리가 83.9%로 가장 높았다. 또한 수분을 제외한 조단백질, 조지방, 조회분 및 탄수화물의 함량이 모두 머루가 가장 높았으며, 각각 1.51, 0.94, 0.73, 18.32%로 보고하여 본연구 결과와 유사한 경향임을 확인하였다. 식이섬유는 머루가 2.5%로 캠벨 얼리와 거봉에 비해 높은 함량이었으나 본연구 결과 보다 낮은 함량을 나타내 다소 상이하였다(RDA, 2020). 이는 영양성분이 품종뿐만 아니라 재배환경의 차이에도 영향을 받는 것으로 생각된다.

#### 무기질 함량

품종별 포도의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총 9종(Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Zn)의 성분을 분석하였으며 나트륨을 제외한 8종이 검출되었다. 포도의 주요한 무기질은 칼륨이었으며 머루(2,718.86 mg/kg), 거 봉(2,078.55 mg/kg), 블랙 사파이어(1,901.34 mg/kg), 캠 벨 얼리(1,891.79 mg/kg) 순으로 함량이 나타났다. 칼륨 다음으로 인의 함량이 높았으며, 머루가 365.04 mg/kg으로 다른 품종에 비해 유의적으로 많은 양을 함유하고 있었다 (P<0.05). 칼슘 또한 머루가 127.38 mg/kg으로 가장 높은 함량을 보였고, 캠벨 얼리(89.95 mg/kg)> 블랙 사파이어 (72.93 mg/kg)> 거봉(58.76 mg/kg) 순으로 나타났다. 구 리는 머루에서만 검출되었으며, 철은 블랙 사파이어가 2.07 mg/kg으로 가장 높은 함량을 보였다. 망간은 캠벨 얼리가 2.67 mg/kg으로 가장 높은 함량을 보였는데, 이는 가장 낮 은 함량을 나타낸 머루(0.49 mg/kg)보다 약 5.4배 높은 수 치였다. 아연의 함량은 거봉이 0.58 mg/kg으로 가장 높았으 며, 머루> 캠벨 얼리> 블랙 사파이어 순으로 나타났으나 머 루와 캠벨 얼리 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다(₽> 0.05).

칼륨은 세포액 대부분을 차지하는 양이온으로 체액의 나트륨 배설을 유도하여 혈압을 조절하는 역할을 한다(Houston, 2011). 인은 체내에 주로 핵산 및 인지질 형태로 존재하여 영양성분이 세포막을 통과하는 데 도움을 주며, 인산염의

Table 2. Proximate composition and dietary fiber of different cultivars of grape

		Sample			
		Sweet Sapphire	Campbell Early	Muscat Bailey A	Kyoho
	Moisture	86.69±0.02 <sup>b1)2)</sup>	84.87±0.13°	79.75±0.05 <sup>d</sup>	87.44±0.07 <sup>a</sup>
	Crude ash	$0.38\pm0.01^{b}$	$0.38\pm0.01^{b}$	$0.58\pm0.02^{a}$	$0.39\pm0.01^{b}$
Proximate	Crude protein	$0.56\pm0.01^{d}$	$0.71\pm0.02^{b}$	$0.88\pm0.01^{a}$	$0.64\pm0.01^{c}$
composition (%)	Crude lipid	$0.29\pm0.06^{b}$	$0.37\pm0.16^{b}$	$0.71\pm0.05^{a}$	$0.36\pm0.15^{b}$
	Carbohydrate	$12.07\pm0.06^{c}$	$13.67\pm0.26^{b}$	$18.08\pm0.12^{a}$	$11.17 \pm 0.23^{d}$
	Dietary fiber	$1.54\pm0.02^{c}$	$2.71\pm0.20^{b}$	$4.27\pm0.14^{a}$	$1.41\pm0.02^{c}$

<sup>1)</sup> All values are mean±SD (n=3).

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05).

Table 3. Mineral content of different cultivars of grape

		Sample			
		Sweet Sapphire	Campbell Early	Muscat Bailey A	Kyoho
	Ca	72.93±2.71 <sup>c1)2)</sup>	89.95±0.12 <sup>b</sup>	127.38±11.50 <sup>a</sup>	58.76±1.15 <sup>d</sup>
	Cu	ND	ND	$0.19\pm0.11^{a}$	ND
	Fe	$2.07\pm0.04^{a}$	$1.60\pm0.01^{b}$	$1.37\pm0.10^{c}$	$1.43\pm0.06^{c}$
Mineral	K	$1,901.34\pm52.88^{c}$	1,891.79±15.71°	$2,718.86\pm27.56^{a}$	$2,078.55\pm10.36^{b}$
compositions	Mg	56.24±1.16°	75.83±1.74 <sup>b</sup>	94.15±3.95 <sup>a</sup>	$76.10\pm0.33^{b}$
(mg/kg)	Mn	1.53±0.04 <sup>b</sup>	$2.67\pm0.02^{a}$	$0.49\pm0.04^{d}$	$1.27\pm0.01^{c}$
	Na	ND	ND	ND	ND
P	P	175.60±5.37 <sup>b</sup>	$143.88\pm6.14^{c}$	$365.04\pm16.01^{a}$	$169.45\pm2.51^{b}$
	Zn	$0.30\pm0.01^{c}$	$0.45\pm0.01^{b}$	$0.48\pm0.05^{b}$	$0.58\pm0.02^{a}$

<sup>&</sup>lt;sup>1)</sup>All values are mean±SD (n=3).

형태로는 수소이온과 결합을 할 수 있어 체액의 산도를 조정하는 완충제로 작용한다(Rasouli와 Kiasari, 2006). 칼슘과마그네슘은 뼈의 형성에 중요한 인자로 결핍 시 골다공증을유발하며, 특히 마그네슘은 인체 대사에 필수적인 조효소로작용하여 항상성 유지 및 당 대사에 중요한 역할을 한다고알려져 있다(Castiglioni 등, 2013). 이러한 다양한 무기질을함유한 포도는 무기질 섭취에 도움이 될 것으로 생각된다.

## 비타민 함량

포도의 비타민 함량을 분석한 결과는 Table 4에 나타내었다. 비타민  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  및 C의 함량을 조사한 결과, 모든 품종의 포도에서  $B_3$ 를 제외한 비타민  $B_1$ ,  $B_2$  및 C가 검출되었다. 비타민  $B_1$ 은 미량 검출되었으며, 함량이 가장 높은 품종은 거봉으로  $2.11~\mu g/100~g$ 이 확인되었다. 비타민  $B_2$ 는 캠벨 얼리가  $36.10~\mu g/100~g$ 으로 다른 품종에 비해 높은 함량을 나타내었으며, 머루와 블랙 사파이어는 각각 26.17,  $25.83~\mu g/100~g$ 으로 그 뒤를 이었다. 거봉에 함유된 비타민  $B_2$ 는  $15.94~\mu g/100~g$ 으로 가장 낮은 수치를 나타냈는데, 이는 캠벨 얼리와 2배 이상 차이가 나는 것으로 확인되었다. 비타민 C의 경우 거봉이 0.54~m g/100~g으로 나타나 다른 품종에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타냈다.

국내에서 재배한 포도의 비타민 B군 함량을 조사한 연구에 따르면(Jeon 등, 2020) 캠벨 얼리는 비타민  $B_1$ 과  $B_3$ 를 함유하였고, 거봉은 비타민  $B_1$ , 머루는 비타민  $B_3$ 와 미량의  $B_2$ 가 함유되어 있음을 확인하여 본 연구와 차이가 있었다.

프랑스산 포도의 비타민 C 함량을 확인한 결과, 2.1 mg/100 g(Italia Rubi 품종)에서 4.4 mg/100 g(Chasselas 품종)으로 나타나 국산 포도에 비해 높은 함량을 나타내었다(Aubert와 Chalot, 2018). 이는 비타민의 함량이 분석을 위한 전처리의 방법에 따라 차이가 생길 수 있으며, 재배지역의 기후와 토양의 영향을 받아 함량과 조성이 다양해지는 것으로 생각된다.

## 지방산 함량

품종에 따른 국내산 포도의 지방산 함량 및 조성을 나타낸 결과는 Table 5와 같다. 총 9종의 지방산이 검출되었으며, 캠벨 얼리에서만 본 실험에서 검출된 모든 종류의 지방산이 확인되었다. 총 지방산의 함량은 머루가 357.80 mg/100 g으로 가장 높았으며, 캠벨 얼리(215.93 mg/100 g), 거봉 (32.61 mg/100 g), 블랙 사파이어(26.37 mg/100 g) 순으 로 함량이 측정되었다. 또한 머루는 포화 지방산과 불포화 지방산 함량이 다른 품종에 비해 유의적으로 높았으며(PK 0.05), 각각 65.97, 291.83 mg/100 g으로 측정되었다. 이 는 과실의 크기에 따른 과육과 종자의 비율 차이에서 기인하 는 것으로 특히 머루는 다른 품종에 비해 종자의 비율이 높 은 것으로 나타났다(Lee 등, 2020). 모든 품종의 주요한 포 화 지방산으로는 palmitic acid(C16:0)로 확인되었으며, 머 루가 48.73 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 다음으로 캠벨 얼리가 25.27 mg/100 g으로 높았으며, 블랙 사파이어와 거봉은 각각 7.07, 0.91 mg/100 g으로 나타났

Table 4. Vitamin contents of different cultivars of grape

	Sample				
	Sweet Sapphire	Campbell Early	Muscat Bailey A	Kyoho	
$B_1 \ (\mu g/100 \ g)$	$1.83\pm0.10^{ab1)2}$	$1.41\pm0.08^{ab}$	$0.51\pm0.07^{b}$	$2.11\pm0.04^{a}$	
$B_2 \ (\mu g/100 \ g)$	$25.83\pm0.48^{b}$	$36.10\pm0.83^{a}$	26.17±0.44 <sup>b</sup>	$15.94\pm0.56^{c}$	
$B_3 \ (mg/100 \ g)$	ND	ND	ND	ND	
C (mg/100 g)	$0.18\pm0.01^{d}$	$0.49\pm0.03^{b}$	$0.26\pm0.00^{c}$	$0.54\pm0.01^{a}$	

<sup>1)</sup> All values are mean±SD (n=3).

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05).

<sup>&</sup>lt;sup>3)</sup>ND: not detected.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05).

<sup>3)</sup>ND: not detected.

Table 5. Fatty acid contents of different cultivars of grape

(mg/100 g)

		Sample			
		Sweet Sapphire	Campbell Early	Muscat Bailey A	Kyoho
	Palmitic acid (C16:0)	$7.07\pm0.68^{c1)2}$	$25.27\pm0.67^{b}$	$48.73\pm4.47^{a}$	$0.91\pm0.00^{d}$
	Stearic acid (C18:0)	$0.77\pm0.06^{c}$	$7.65\pm0.64^{b}$	$14.03\pm1.86^{a}$	$1.40\pm0.00^{c}$
	Oleic acid (C18:1, n-9)	$1.23\pm0.25^{d}$	$40.83\pm0.74^{a}$	$4.77\pm0.64^{c}$	$7.00\pm0.35^{b}$
Fatty and	Linoleic acid (C18:2, n-6)	$11.80\pm0.20^{c}$	$134.90\pm2.82^{b}$	$271.77\pm21.72^{a}$	$15.17\pm0.23^{c}$
Fatty acid	Linolenic acid (C18:3, n-3)	$3.97\pm0.15^{b}$	$5.13\pm0.25^{b}$	$14.70\pm1.67^{a}$	$4.57\pm0.29^{b}$
compositions	Arachidic acid (C20:0)	$0.40\pm0.00^{c}$	$1.87\pm0.15^{a}$	$1.77\pm0.15^{a}$	$1.37\pm0.12^{b}$
	Gadoleic acid (C20:1)	ND	$0.50\pm0.00^{a}$	$0.60\pm0.17^{a}$	ND
	Behenic acid (C22:0)	$0.73\pm0.06^{b}$	$1.53\pm0.06^{a}$	ND	$1.60\pm0.00^{a}$
	Lignoceric acid (C24:0)	$0.40\pm0.00^{b}$	$0.50\pm0.00^{b}$	$1.43\pm0.84^{a}$	$0.90\pm0.00^{ab}$
Total saturate	d fatty acid (TSF)	9.37±0.78°	34.56±3.60 <sup>b</sup>	65.97±6.77 <sup>a</sup>	5.87±0.41°
Total unsatura	ated fatty acid (TUF)	17.00±0.53°	181.37±3.73 <sup>b</sup>	291.83±23.14 <sup>a</sup>	28.33±0.29°
Total fatty ac	id	26.37±1.25°	215.93±4.93 <sup>b</sup>	357.80±29.90 <sup>a</sup>	32.61±0.70°

All values are mean±SD (n=3).

다. 이 밖에 stearic acid(C18:0), arachidic acid(C20:0), behenic acid(C22:0) 및 lignoceric acid(C24:0)가 확인되었다. 검출된 불포화 지방산 중 주된 성분으로는 linoleic acid(C18:2, n-6)로 확인되었다. 특히 머루의 경우 271.77 mg/100 g으로 총 지방산의 93% 이상을 차지하였으며 다른 품종에 비해 현저한 차이를 보였다. 캠벨 얼리도 134.90 mg/100 g으로 높은 함량을 나타냈으며, 거봉과 블랙 사파이어는 각각 15.17, 11.80 mg/100 g의 함량으로 품종 간의 유의적인 차이가 없었다. 다중 불포화 지방산 중 하나인 oleic acid(C18:1, n-9)는 캠벨 얼리가 40.83 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었고, 거봉(7.00 mg/100 g), 머루 (4.77 mg/100 g), 블랙 사파이어(1.23 mg/100 g) 순으로 높은 함량을 나타냈다.

Sabir 등(2012)의 연구에 따르면 포도의 지방산은 대부분이 linoleic acid로 구성되어 있으며, oleic acid와 palmitic acid 순으로 함량이 높은 것을 확인하여 본 연구와유사하였다. Linoleic acid는 다중 불포화 지방산으로 prostaglandin과 같은 eicosanoid들의 전구물질로도 알려져 있으며 심혈관계 질환에 도움을 주는 것으로 보고되어 있다 (Das, 2006).

# 유리당 함량

국산 포도 4종의 유리당 분석 결과는 Table 6과 같다. 과당(fructose)과 포도당(glucose)은 모든 품종에서 검출되었으며 가용성 고형분 함량이 가장 높은 머루는 자당(sucrose)이 부가적으로 확인되었다(2.39 g/100 g). 과당은 모든 품종에서 전체 당 함량의 50% 이상을 차지하였으며, 머루가 5.63 g/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈으나 캠벨 얼리(5.59 g/100 g)와 유의적인 차이가 나지 않았다(₽>0.05). 다음으로 블랙 사파이어의 과당 함량이 5.24 g/100 g이었으며 거봉이 4.84 g/100 g으로 가장 낮았다. 포도당은 블랙 사파이어가 4.56 g/100 g으로 가장 많은 양을 함유하였으며 머루(4.34 g/100 g)> 거봉(4.12 g/100 g)> 캠벨 얼리(3.57 g/100 g) 순으로 함량을 나타내었다.

Lee 등(2020)의 연구에 따르면 대부분 품종에서 포도당과 과당만 검출되었다고 보고하여 본 연구와 유사하였으나 거봉의 경우 포도당이 과당보다 높은 비율로 존재하여 차이가 있었다. 식품의 유리당은 가용성 고형분과 함께 관능적품질에 관여하는 인자로 소비자의 선택에 영향을 줄 뿐만아니라 가공 제품 제조 시 적합한 원료로 선택하기 위한 기준으로 고려된다(Lee 등, 2020). 따라서 본 연구 결과는 국내산 포도의 영양성분을 제공하는 자료로 활용할 수 있으며

Table 6. Free sugar composition of different varieties of beet

		Sample			
		Sweet Sapphire	Campbell Early	Muscat Bailey A	Kyoho
	Fructose	5.24±0.03 <sup>b1)2)</sup>	5.59±0.04 <sup>a</sup>	5.63±0.01 <sup>a</sup>	4.84±0.03°
Free sugar	Glucose	$4.56\pm0.06^{a}$	$3.57\pm0.09^{d}$	$4.34\pm0.08^{b}$	$4.12\pm0.08^{c}$
compositions	Sucrose	ND	ND	$2.39\pm0.12^{a}$	ND
(g/100 g)	Maltose	ND	ND	ND	ND
	Lactose	ND	ND	ND	ND

<sup>1)</sup> All values are mean±SD (n=3).

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05).

<sup>3)</sup>ND: not detected.

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup>Means in the same row with different letters are significantly different (P<0.05).

<sup>&</sup>lt;sup>3)</sup>ND: not detected.

이용 확대에 도움이 될 것으로 생각된다.

### 요 약

본 연구에서는 국내에서 재배한 블랙 사파이어, 캠벨 얼리, 머루, 거봉의 이화학적 특성 및 영양성분을 조사하여 분석하 였다. L-value는 블랙 사파이어, a-value는 머루가 가장 높 았으며, b-value는 명도와 유사한 경향으로 나타났다. 가용 성 고형분은 머루가 19.67°Brix로 가장 높았으며, pH는 블 랙 사파이어가 3.56으로 가장 높았다. 산도는 거봉이 0.91% 로 가장 높았다. 포도의 수분 함량은 79.75~87.44%의 범위 로 품종별로 유의적인 차이가 있었다(P<0.05). 식이섬유 함 량을 조사한 결과로 포도의 품종 중 머루가 가장 높았으며 캠벨 얼리, 블랙 사파이어, 거봉 순으로 확인되었다. 포도의 주요한 무기질은 칼륨이었으며 머루(2,718.86 mg/kg), 거 봉(2,078.55 mg/kg), 블랙 사파이어(1,901.34 mg/kg), 캠 벨 얼리(1,891.79 mg/kg) 순으로 함량이 나타났다. 비타민 B<sub>1</sub>은 거봉이 2.11 μg/100 g이 가장 높았으며, 비타민 B<sub>2</sub>는 캠벨 얼리가 36.10 µg/100 g으로 가장 높았다. 비타민 C의 함량은 거봉이 0.54 mg/100 g으로 가장 높았다. 총 지방산 의 함량은 머루가 357.80 mg/100 g으로 가장 높았다. 모든 품종의 주요한 포화 지방산으로는 palmitic acid(C16:0)로 확인되었으며, 검출된 불포화 지방산 중 주된 성분으로는 linoleic acid(C18:2, n-6)로 조사되었다. 과당(fructose)과 포도당(glucose)은 모든 품종에서 검출되었다. 이러한 결과 는 품종에 따른 포도를 이용하는데 필요한 기초자료로 활용 할 수 있을 것으로 판단된다.

# 감사의 글

본 연구는 2021년도 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01339802)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### **REFERENCES**

- Ahn HJ, Son HS. Physicochemical properties of different grape varieties cultivated in Korea. Korean J Food Sci Technol. 2012. 44:280-286.
- Anderson JW, Baird P, Davis RH, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, et al. Health benefits of dietary fiber. Nutr Rev. 2009. 67:188-205.

- AOAC. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 2005.
- Aslanpour M, Baneh HD, Tehranifar A, Shoor M. Evaluating the absorption rate of macro and microelements in the leaf of grape *Sefid bidaneh cv.* under drought conditions. Int Trans J Eng Manage Appl Sci Technol. 2019. 10:515-525.
- Aubert C, Chalot G. Chemical composition, bioactive compounds, and volatiles of six table grape varieties (*Vitis vinifera* L.). Food Chem. 2018. 240:524-533.
- Baydar NG, Akkurt M. Oil content and oil quality properties of some grape seeds. Turk J Agric For. 2001. 25:163-168.
- Castiglioni S, Cazzaniga A, Albisetti W, Maier JAM. Magnesium and osteoporosis: current state of knowledge and future research directions. Nutrients. 2013. 5:3022-3033.
- Chang EH, Jeong SM, Park KS, Lim BS. Contents of phenolic compounds and *trans*-resveratrol in different parts of Korean new grape cultivars. Korean J Food Sci Technol. 2013. 45: 708-713.
- Das UN. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. Biotechnol J. 2006. 1:420-439.
- El-Mashharawi HQ, Naser SSA, Alshawwa IA, Elkahlout M. Grape type classification using deep learning. Int J Eng Res. 2020. 3:41-45.
- Houston MC. The importance of potassium in managing hypertension. Curr Hypertens Rep. 2011. 13:309-317.
- Jeon J, Joo H, Lee SH, Choi YM, Choung MG. Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, and B<sub>3</sub> contents of grape cultivated in Korea. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2020. 49:814-821.
- Korean Statistical Information Service (KOSIS). Crop Production Survey. 2020 [cited 2021 Apr 28]. Available from: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT\_1ET0292&conn\_path=I3
- Lee MY, Choi JH, Park BR, Jung SM, Lee BR, Lee EJ, et al. Comparison of the processing properties of grapes cultivars. Korean J Food Cook Sci. 2020. 36:289-304.
- Orak HH. Determination of glucose and fructose contents of some important red grape varieties by HPLC. Asian J Chem. 2009. 21:3068-3072.
- Rasouli M, Kiasari AM. Serum calcium and phosphorus associate with the occurrence and severity of angiographically documented coronary heart disease, possibly through correlation with atherogenic (apo) lipoproteins. Clin Chem Lab Med. 2006. 44:43-50.
- Rural Development Administration (RDA). Food Composition Table. 9th revision. 2020 [cited 2021 May 17] Available from: http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list
- Sabir A, Unver A, Kara Z. The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (*Vitis* spp.). J Sci Food Agric. 2012. 92:1982-1987.
- Yang MR, Bae EJ, Kim YM, Kang JE, Lim B, Kang HY, et al. Physicochemical characteristics of wine made from domestic grapes. Korean J Food Sci Technol. 2020. 52:649-654.