

국내 육성 신품종 포도의 부위별 생리활성 물질의 함량

장은하* · 정성민 · 박교선 · 임병선
국립원예특작과학원

Contents of Phenolic Compounds and *trans*-Resveratrol in Different Parts of Korean New Grape Cultivars

Eun Ha Chang*, Sung Min Jeong, Kyo Sun Park, and Byung Sun Lim

Fruit Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA

Abstract The ethanol solvent extracts obtained from the pulp, skin, seeds, leaves, fruit stems, and pruning stems of four Korean new grape varieties (“Dunoori,” “Narsha,” “Cheongsoo,” and “Heukbosek”), as well as “Campbell Early,” and “Muscat Bailey A (MBA)” were evaluated for their total phenolic and anthocyanin contents. The concentrations of four phenols of biological interest, catechin, epicatechin, quercetin, and resveratrol in the different parts were quantified by high-performance liquid chromatography-ultraviolet analyses. The skin of “Narsha” and “Heukbosek”, the leaves of “Narsha”, the fruit stems of “MBA”, and the pruning stems of “Campbell Early” and “Heukbosek” had the highest resveratrol content. In particular, the resveratrol in the fruit stems of “MBA” had the highest concentration as compared to the other varieties in the different parts. The seeds of “MBA,” and the fruit stems of “MBA” and “Heukbosek” had the highest catechin content. Epicatechin was detected in the seeds, fruit stems, and pruning stems. Quercetin was detected only in the leaves. In summary, the catechin and epicatechin contents were significantly higher than the quercetin and resveratrol contents. The concentrations of the physiologically active components present in the grapes were high in the non-edible parts than in the edible parts; therefore, they could be useful in industrial applications.

Keywords: grape, resveratrol, phenolic, catechin, epicatechin

서 론

체내 신진대사와 산화된 식품의 섭취로 인해 기인되는 reactive oxygen species (ROS) 및 reactive nitrogen species (RNS)는 지질, 단백질, 핵산과 같은 체내 주요 물질의 비가역적 손상을 야기하며, 인간의 노화 및 만성질환을 유발한다(1,2). 여러 연구결과에 의하면 과채류 및 견과류, 곡류, 차류 등과 같은 식물성 식품을 충분히 섭취하는 것이 노화 지연 및 심혈관질환, 동맥경화, 암, 당뇨병 등과 같은 만성질환의 예방과 치료에 도움이 되는 것으로 밝혀지고 있다(3,4). 특히 포도는 폴리페놀 성분이 풍부하여 여러 가지 생체조절 기능을 나타낸다고 알려져 있는데 이들의 대부분은 종자(60-70%)와 과피(30%)에 함유되어 있어 생과보다 포도씨와 과피 추출물을 이용한 포도주스 및 포도주와 같은 가공식품의 선호도가 증가하였다. 또한 폴리페놀 성분 중 플라보노이드 화합물(flavonoid compound)은 선대식물과 모든 관속식물에 널리 분포하는 2차 대사산물로 잎, 줄기, 뿌리, 과실, 종자, 화분 등 식물체 전 부위에 함유되어 있다. 이들은 자연상태에서 benzo- γ -

pyrene에서 파생된 화합물로 대부분 배당체 형태를 지니며, anthocyanidin, flavonol, flavone, isoflavone 및 flavanol로 구분한다. flavonol 중 quercetin은 ascorbic acid나 dehydroepiandrosterone (DHEA)과 함께 항산화력이 우수하며, 산화적 스트레스를 감소시킴으로써 만성질환의 예방효과를 갖는다고 하였다(5).

포도에서 주목받고 있는 폴리페놀 성분 중 레스베라트롤은 스틸벤(stilbene) 계열로서 coumaroyl-Co A와 malonyl-Co A로부터 stilbene synthase라는 효소에 의해 합성되는 물질이다. 레스베라트롤은 *trans*형, *cis*형, piceid의 3가지 형태가 있으며(6), 자외선 조사, 금속이온 등의 비생물학적, 또는 *Botrytis cinerea*나 *Plasmopara viticola*에 의한 생물학적 스트레스에 의해 식물체가 생성하는 방어 물질인 파이토알렉신(phytoalexin)으로 알려져 있다. 레스베라트롤의 효과가 알려지면서 인위적으로 포도에 레스베라트롤 함량을 높이려는 연구(7,8)와 재조합 미생물을 이용해 함량을 높이려는 연구(9)들이 보고되고 있다.

현재 우리나라에서 재배되고 있는 포도는 미국종(*Vitis labrusca* L.), 유럽종(*Vitis vinifera* L.) 및 이들 상호 간의 교잡종(*Vitis labruscana* L.) 등 3종으로 크게 나눌 수 있다. 우리나라에서는 1906년 이후 수많은 포도 품종을 외국으로부터 도입하여 시험재배하기 시작하였지만 구미지역에서 도입한 품종들은 모두 도태되었고, 1909년에 도입한 캠벨얼리 품종이 우리나라 환경에 가장 잘 적응하여 지금까지도 주 재배품종으로 재배되고 있다. 그러나 포도 수입의 확대는 포도 품종이 다양하지 못한 국내 포도산업의 위기를 초래할 우려가 있으므로 우리 기후에 적합한 다양한 신 품종의 선발 및 보급이 필요하다. 특히 우리 품종의 경쟁력 강화

*Corresponding author: Eun Ha Chang, Fruit Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Suwon, Gyeonggi 440-310, Korea
Tel: 82-31-240-3421
Fax: 82-31-240-3708
E-mail: cleo77@korea.kr
Received August 26, 2013; revised September 14, 2013;
accepted September 16, 2013

및 부가가치 향상을 위해서는 신품종 포도에 대한 다양한 정보가 필요하다.

따라서 본 연구는 국내에서 육성된 포도품종과 현재 우리나라에서 많이 재배되고 있는 캠벨얼리, Muscat Bailey A (MBA) 품종의 부위별 주요 폴리페놀 화합물의 함량을 분석하여 다양한 포도 가공품의 개발 및 이용을 위한 자료를 확보하고자 수행되었다.

재료 및 방법

시료

Phenolic compounds와 *trans-resveratrol* 분석을 위해 사용한 포도는 국립원예특작과학원에서 육성한 포도 품종으로 청색계통인 청수(시벨9110×힘로드)와 흑색계통인 두누리(실러×캠벨얼리), 나르샤(알덴×머루) 품종, 4배체 계통인 흑보석(홍이두×거봉) 품종을 사용하였으며, 그 외에 우리나라 재배 면적이 가장 많은 캠벨얼리 품종과 포도주 가공용으로 적합하다고 판단되는 MBA 품종을 사용하였다. 품종별 적정 수확시기에 수확하여 각각 포도의 과육, 과피, 종자, 잎, 송이줄기로 분리하고 분석에 이용할 때까지 -80°C에 보관하였고, 동결건조한 후 실험에 사용하였다. 또한 포도 전정가지의 *trans-resveratrol* 및 phenolic compounds를 분석하기 위해 포도 잎이 다 떨어진 12월에 전정가지를 채취해 잘게 잘라 풍건시킨 후 마쇄기에 갈아 분석 시료로 사용하였다.

추출

각 포도 품종의 적정 수확시기에 부위별 시료를 채취해 동결건조시키거나 풍건시킨 후 액체질소나 마쇄기로 분쇄하고 0.5 g 씩 달아 0.1% HCl이 첨가된 90% 에탄올 30 mL를 넣고 24시간 동안 교반 추출한 후 원심분리 하였다. 원심분리한 상등액을 진공회전 감압장치를 이용하여 40°C에서 에탄올이 다 휘발할 때까지 농축한 후 에탄올 3 mL에 다시 녹이고, 기기 분석 전 0.45 µm PVDF syringe filter (Whatman Ltd., Maidstone, Kent, UK)로 여과한 후 시료를 기기에 주입하였다.

HPLC 분석

사용한 기기는 high-performance liquid chromatograph (HPLC, 1100 Series, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였으며, 분석조건으로 컬럼은 Zorbax Eclipse XDB-C₁₈ column (25 cm×4.6 mm I.d., 3.5 µm)을 사용하였다. 용매는 gradient조건 하에서 용매 A는 acetonitrile, 용매 B는 5% acetic acid를 사용하여 1.0 mL/min의 유동속도로 40분 간 분석하였다. 시료 주입량은 10 µL이었고 용매의 조건은 카테킨과 에피카테킨 분석을 위해서는 11분 동안 280/315 nm에서 9% A: 91% B를, 레스베라트롤 분석을 위해서는 11.10분에서 18분까지 324/360 nm에서 25% A:

75% B를, 퀘르세틴 분석을 위해서는 18.10분에서 35분까지 360/370 nm에서 70% A: 25% B의 용매 조건을 주었으며 다음 분석을 위해 5분 동안 9% A: 91% B의 용매를 흘려준 후 분석을 계속 수행하였다.

총 폴리페놀 및 총 안토시아닌 함량 분석

총 폴리페놀 및 총 안토시아닌 함량은 위에서 추출한 추출액을 10배 이상 증류수로 희석한 후 희석액 0.5 mL에 0.2 M sodium acetate (pH 1.0) 4.5 mL를 넣어 총 폴리페놀은 280 nm, 총 안토시아닌은 520 nm에서 동시에 측정된 후 standard로 총 폴리페놀은 gallic acid 표준용액 검량선을, 총 안토시아닌은 malvidin-3-glycoside 표준용액 검량선을 이용해 환산하여 나타내었다(9).

통계처리

실험결과 통계처리는 The R-Commander A Basic Statistics GUI for R (version 2.13.0)을 이용하여 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

포도 품종별 당도, 총 산 함량 및 형태학적 특성

각 포도 품종의 적정 수확시기의 과실특성을 Table 1에 나타내었다. 과립의 형태는 모두 타원형이며, 과실 크기나 무게는 4배체인 흑보석이 가장 크고, 양조용으로 육성된 나르샤와 청수가 가장 작았다. 당도는 15.2-18.7°Bx까지 다양했으며, 캠벨얼리 품종이 가장 낮은 당도를 나타내었다. 총 산 함량은 0.53-0.68%까지 다양하게 나타났으며, 나르샤의 경우 1.15%의 높은 산 함량을 나타내어 포도자체의 품종 특성인지, 재배적 특성인지 향후 조사할 필요가 있다.

포도 품종별 레스베라트롤, 카테킨, 에피카테킨, 퀘르세틴 함량

포도가 갖는 유용한 생리활성 성분 중 가장 많이 알려진 레스베라트롤과 카테킨, 에피카테킨, 퀘르세틴 함량의 분석 결과는 Table 2와 같다. 먼저 각각의 포도 품종의 부위별 레스베라트롤 함량을 보면 품종별 레스베라트롤이 다량 존재하는 부위가 다양한 것으로 나타났다. 과육에는 모든 품종에서 레스베라트롤이 검출되지 않았으며, 과피에서는 흑보석 품종(34.03 µg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, MBA 품종(4.55 µg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 흑보석 품종의 과피 부분이 다른 부위에 비해 높은 레스베라트롤 함량을 나타낸 것은 만개기에 종자를 없애기 위한 목적과 6월 중순 경 과립의 비대를 위한 목적으로 두 차례에 걸쳐 처리하는 지베렐린과 같은 화학적 처리에 의한 영향이 레스베라트롤 함량에 크게 관여한 것으로 판단된다. 종자에는 레스베라트롤이 거의 존재하지 않았으며, 두누리과 캠벨얼리 품종에서만 1.83-2.95 µg/g의 미량을 나타내었다. Lee와 Choi(10)의 보고에

Table 1. Fruits characteristics of Korean new grape cultivars

Cultivars	Soluble solid (°Bx)	Total acid (w/v, %)	Length (mm)	Diameter (mm)	Weight (g)
Cheongsoo	16.3±0.81 ¹⁾	0.68±0.01	16.40±0.13	15.78±0.08	2.94±0.08
Narsha	18.7±0.45	1.15±0.01	15.04±0.51	14.93±0.29	2.35±0.05
Dunoori	17.5±0.95	0.53±0.03	17.41±0.26	17.38±0.49	3.61±0.05
Muscat Bailey A	18.6±0.60	0.65±0.03	22.30±0.71	19.90±0.16	5.86±0.08
Campbell Early	15.2±0.26	0.53±0.03	21.77±0.67	20.76±0.41	6.14±0.22
Heukbosek	17.9±0.69	0.55±0.05	27.02±0.93	24.46±0.79	9.56±0.10

¹⁾Soluble solid, total acid, length, width and weight are means±standard deviations from 30 berry grains.

서는 청색계 포도 품종 중 청수 종자에 함량이 높다고 보고하고 있지만, 청수 품종의 경우 유과기에는 종자가 있으나 성숙하면서 종자가 퇴화하여 과실에 남아있지 않거나 흔적만 남아있는 경우가 대부분이므로 본 실험에서는 종자를 레스베라트롤 분석에 이용할 수 없었다. 앞에서는 나르샤 품종(42.65 µg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 청수 품종(3.93 µg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 송이줄기에서는 MBA 품종(420.00 µg/g)이 다른 품종에 비해 10-40배 이상의 높은 함량을 나타내었으며, 청수(10.49 µg/g)와 흑구슬 품종(9.13 µg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. MBA 품종의 경우 송이줄기를 제외한 다른 부위에서는 함량이 낮았다. 전정가지에서는 캠벨얼리 품종(63.99 µg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, MBA 품종(13.35 µg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 부위별 레스베라트롤 함량을 비교했을 때 대부분의 품종이 송이줄기와 전정가지에 함량이 많고, 과육에는 검출되지 않았다. 포도 품종에서는 청색계 포도보다 유색계 포도 품종이 전반적으로 함량이 높았다. 특히 주목할 만한 결과는 겨울 전정 시 버려지는 전정가지에도 높은 레스베라트롤이 함유되어 있기 때문에 전정가지를 레스베라트롤 추출용 부산물로 이용할 수 있을 것으로 판단된다. Lee와 Choi(10)의 실험에서는 과육에서 레스베라트롤이 거의 검출되지 않는 반면 과육과 과경에는 과피 또는 종자보다 수십배 높은 레스베라트롤이 함유되어 있다고 하였으며, 이러한 부위별 함량의 차이는 레스베라트롤의 합성 부위와 밀접한 관련이 있으며, 비생물학적 스트레스인 자외선 조사 실험에 의해 과경 부위가 레스베라트롤의 합성 부위로 추측된다고 보고하였

다. 또한 포도에서 레스베라트롤은 생물학적 스트레스에 의해 합성이 촉진되고, 병의 감염에 의해 합성이 촉진된다는 보고도 있다. Langcake와 Price(11)는 레스베라트롤의 합성량과 합성의 신속성은 잿빛곰팡이병에 대한 포도의 품종별 저항성과 밀접한 상관관계가 있음을 보고하였고, Roh 등(7)은 흰가루병 및 탄저병에 저항성을 보이는 포도 품종에 *Plasmopora viticola* 또는 *Elisinoe ampelina*를 접종하였을 때 잎의 레스베라트롤의 함량이 증가하는 것으로 보고한바 있다. 또한 레스베라트롤은 *P. viticola*, *Phomopsis viticola*, *Rhizopus stonifer* 등에 대한 저항성을 증진하는 것으로 보고되어 있으며, 식물 조직에서 생성된 레스베라트롤은 산화와 중합 과정을 거치면서 *viniferin*으로 전환되는데 레스베라트롤은 미생물에 대한 독성이 강하지 않은 반면 *viniferin*은 실질적인 항균 활성을 가진다고 보고하였다(12-16). *Stilbene synthase*에 의해 합성된 레스베라트롤을 기본 모체로 하여 이에 배당체화(*glycosylation*), 수산화(*hydroxylation*), 메톡시화(*methoxylation*) 또는 중합 등의 유도체화 반응이 가해져 합성되는 *stilbene* 화합물은 식물에서 수십 종류가 발견되어 있다(17). *Stilbene* 화합물의 생물 활성은 부분적으로는 항산화 활성에 기인하는데(18), 레스베라트롤의 배당체 또는 수산화 유도체는 레스베라트롤 그 자체보다 강한 항산화 활성을 나타낼 뿐만 아니라(18,19), 당 또는 수산기의 결합에 의해 안정성이나 체내 이동성이 더욱 증대되는 것으로 알려져 있다(18,20).

포도 부위별 카테킨 함량(Table 2)을 살펴보면 품종과 부위에 따라 차이가 크게 나타났다. 과육에는 카테킨이 검출되지 않았으

Table 2. Contents of resveratrol, catechin, epicatechin and quercetin in different parts of Korean new grape cultivars

Cultivars	Parts of grape cultivars						
	Pulp	Skin	Seeds	Leaves	Fruit stems	Pruning stems	
Resveratrol (µg/g, dry weight)	Cheongsoo	ND	7.39±0.40 ^{a1)2)}	ND ³⁾	3.93±0.03 ^a	10.49±3.96 ^a	42.41±2.68 ^c
	Narsha	ND	18.09±0.21 ^c	ND	42.65±1.78 ^d	23.93±2.18 ^a	24.30±2.43 ^b
	Dunoori	ND	14.43±1.30 ^{bc}	1.83±0.17 ^a	14.48±0.83 ^b	34.79±4.22 ^a	22.30±1.14 ^b
	Muscat Bailey A	ND	4.55±0.56 ^a	ND	19.99±2.70 ^c	420.43±23.29 ^b	13.35±1.04 ^a
	Campbell Early	ND	8.98±1.40 ^{ab}	2.95±0.31 ^b	7.79±0.33 ^a	35.44±2.57 ^a	63.99±1.79 ^c
	Heukbosek	ND	34.03±4.28 ^d	ND	19.57±0.55 ^c	9.13±1.56 ^a	51.34±3.48 ^d
Catechin (mg/g, dry weight)	Cheongsoo	ND	ND	ND	ND	0.28±0.02 ^a	0.38±0.02 ^a
	Narsha	ND	ND	2.45±0.02 ^b	ND	6.03±0.34 ^b	1.03±0.05 ^b
	Dunoori	ND	ND	2.79±0.25 ^b	0.03±0.00 ^a	6.93±0.42 ^b	1.03±0.01 ^b
	Muscat Bailey A	ND	ND	5.43±0.37 ^c	0.18±0.01 ^d	13.81±2.24 ^d	1.76±0.08 ^d
	Campbell Early	ND	0.26±0.05 ^a	1.37±0.30 ^a	0.10±0.01 ^c	5.70±0.36 ^b	1.63±0.03 ^c
	Heukbosek	ND	0.61±0.11 ^b	ND	0.06±0.00 ^b	10.84±0.33 ^c	1.04±0.03 ^b
(-)Epicatechin (mg/g, dry weight)	Cheongsoo	ND	ND	ND	ND	0.06±0.00 ^a	0.21±0.00 ^a
	Narsha	ND	ND	1.65±0.02 ^a	ND	0.95±0.09 ^c	0.36±0.08 ^{bc}
	Dunoori	ND	ND	1.68±0.14 ^a	ND	0.35±0.01 ^b	0.37±0.03 ^{cd}
	Muscat Bailey A	ND	ND	2.69±0.26 ^b	ND	0.49±0.08 ^b	0.59±0.04 ^d
	Campbell Early	ND	ND	1.22±0.29 ^a	ND	1.10±0.10 ^c	0.76±0.04 ^c
	Heukbosek	ND	ND	ND	ND	0.47±0.01 ^b	0.26±0.02 ^{ab}
Quercetin (mg/g, dry weight)	Cheongsoo	ND	ND	ND	0.12±0.00 ^c	ND	ND
	Narsha	ND	ND	ND	0.13±0.00 ^c	ND	ND
	Dunoori	ND	ND	ND	0.04±0.00 ^a	ND	ND
	Muscat Bailey A	ND	ND	ND	0.09±0.01 ^b	ND	ND
	Campbell Early	ND	ND	ND	0.04±0.00 ^a	ND	ND
	Heukbosek	ND	ND	ND	0.16±0.01 ^d	ND	ND

¹⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations.

²⁾Means with the different letters in same column are significantly different ($p<0.05$) by ANOVA test.

³⁾Not detected

며, 과피에는 캬벨얼리(0.26 mg/g)와 흑보석(0.61 mg/g) 품종에서만 검출되었다. 종자에는 MBA 품종(5.43 mg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 캬벨얼리 품종(1.37 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 잎에는 MBA 품종(0.18 mg/g)이 가장 높고, 두누리 품종(0.03 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 그러나 나르샤와 청수 품종은 잎에서 카테킨이 검출되지 않았다. 송이줄기에서는 MBA 품종(13.81 mg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 청수 품종(0.28 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 전정가지에서는 MBA 품종(1.76 mg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 청수 품종(0.38 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 부위별 카테킨 함량은 모든 품종에서 종자와 송이줄기에 함량이 많았으며 특히 송이줄기에서의 함량이 종자보다 높은 것으로 나타났다. 포도 품종에서는 MBA 품종이 다른 품종에 비해 모든 부위에서 카테킨 함량이 높은 것으로 나타났다.

에피카테킨은 카테킨과 같이 대부분의 품종에서 과육, 과피, 잎에서는 검출되지 않았으며, 종자, 송이줄기, 전정가지에서만 검출되었다. 종자에는 MBA 품종(2.69 mg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 두누리(1.68 mg/g), 나르샤(1.65 mg/g), 캬벨얼리(1.22 mg/g) 품종은 비슷한 함량을 나타내었다. 송이줄기에서는 캬벨얼리 품종(1.10 mg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 청수 품종(0.06 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 전정가지에서도 캬벨얼리 품종(0.76 mg/g)이 가장 높은 함량을, 청수 품종(0.21 mg/g)이 낮은 함량을 나타내었다. 부위별 에피카테킨 함량은 종자에서 가장 높은 함량을 나타내는 것으로 나타났다. Revilla와 Ryan(21)도 카테킨과 에피카테킨은 포도씨의 주요 성분으로 보고하였다. 포도 과피와 종자에 존재하는 카테킨 및 에피카테킨과 관련해 일반적으로 flavan-3-ols는 포도껍질과 종자 모두에 있는 것으로 알려져 있지만 과피는 종자보다 flavan-3-ols가 훨씬 낮은 농도로 존재한다. Revilla와 Ryan(21)은 적색계 포도 과피에서 카테킨과 oligomeric procyanidins을 HPLC-UV로 정량화하기에는 함량이 너무 낮다고 보고하였다. 또한 Rodriguez 등(22)은 포도 과피에서 flavan-3-ols의 분석 시 다른 화합물과의 간섭을 피하고 flavan-3-ols의 매우 낮은 검출 한계를 극복하기 위해 형광분석법을 이용해 정량화하였다고 보고하였다. 이와 같은 사실로 보았을 때 본 실험에서도 과피에서 카테킨과 에피카테킨이 매우 낮은 농도로 검출되거나 또는 검출이 되지 않은 것은 HPLC-UV로 측정하기에는 함량이 너무 낮기 때문으로 판단된다.

포도의 케르세틴 함량(Table 2)은 모든 품종에서 잎에서만 분석되었고 다른 부위에서는 검출되지 않는 것으로 나타났다. 품종 중 흑보석 품종(0.16 mg/g)이 가장 높은 함량을, 두누리(0.04 mg/g)와 캬벨얼리(0.04 mg/g) 품종이 가장 낮은 함량을 나타내었다.

Lacopini 등(23)과 Chang 등(24)의 보고에서는 분석된 모든 포도 품종의 과피나 가식부위에서 케르세틴이 검출되는 것으로 나타났다. 포도에서 레스베라트롤, 케르세틴, 루틴 등과 같은 주요 항산화 성분은 가식 부위 중 과피에 주로 함유되어 있는 것으로 보고하였으며(25,26), 특히 케르세틴의 경우 대부분 과피에서만 발견된다(27)고 보고하여 본 실험과는 상이한 결과를 나타내었다.

분석된 생리활성물질 중 카테킨과 에피카테킨이 레스베라트롤과 케르세틴에 비해 상대적으로 높은 함량을 보였다. Chang 등(24)은 국내산 포도 품종별 주요 페놀계 화합물 함량 분석에서 폴리페놀 함량은 포도 과피색과 큰 연관이 없으며, 주요 폴리페놀 물질 중 카테킨과 에피카테킨의 함량이 레스베라트롤이나 퀘세틴 함량보다 높다고 보고하였지만 본 실험에서는 청수 품종의 경우 흑색계 품종에 비해 함량이 전반적으로 낮게 나타났다. Lee와 Choi(10)는 포도 품종 및 부위별 레스베라트롤 함량을 비교했을 때 흑색계 품종이 적색계나 청색계보다 함량이 높다고 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 폴리페놀 함량이 재배환경과 재배조건의 차이 등 여러 환경요인에 의해 달라진다는 기존 연구결과도 있지만 동일한 재배환경 및 재배조건에서 생리활성물질의 성분별 차이는 품종간 상이한 유전적 배경에 의한 품종 고유의 특성 때문(23)인 것으로 판단된다.

품종별 총 폴리페놀 및 총 안토시아닌 함량

각각의 포도 품종의 부위별 총 폴리페놀 함량을 살펴보면(Table 3) 과육에서는 두누리(2.50 mg/g), 나르샤(3.06 mg/g), 청수 품종(2.80 mg/g)이 다른 품종보다 약간 높은 함량을 나타내었고, MBA 품종(1.55 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 과피에서는 두누리 품종(43.93 mg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 청수 품종(6.98 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 종자에서는 성숙 시기에 자연적으로 종자가 퇴화되는 청수와 지베렐린 처리에 의해 인위적으로 종자가 없어지는 흑구슬을 제외하고, 두누리, 나르샤, MBA 품종에서 비슷한 26-30 mg/g의 함량을 나타내었고, 캬벨얼리 품종에서 가장 낮은 19.74 mg/g의 함량을 나타내었다. 잎에서는 MBA(33.59 mg/g), 흑구슬 품종(34.30 mg/g)에서 높은 함량을 나타내었으며, 청수 품종(18.75 mg/g)에서 가장 낮은 함량을 나타내었다. 송이줄기에서는 MBA 품종(61.99 mg/g)이 가장 높은 함량을 나타내었고, 청수 품종(24.23 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 전정가지에서는 청수 품종(27.22 mg/g)이 높은 함량을 나타내었고, 흑구슬 품종(10.19 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 전체 포도 품종의 부위별 함량 비교에서는 전반적으로 송이줄기에서 가장 높은 함량을 나타내었고, 과육에서 가장 낮은 함량을 나타내었다. 총 6종의 포도 품종의 부위에 따른 총 폴리

Table 3. Contents of total polyphenol and total anthocyanin in different parts of Korean new grape cultivars

Cultivars	Total polyphenol (mg/g, dry weight)						Total anthocyanin (mg/g, dry weight)
	Pulp	Skin	Seeds	Leaves	Fruit stems	Pruning stems	Skin
Cheongsoo	2.80±0.55 ¹⁾²⁾	6.98±0.22 ^a	ND ³⁾	18.75±1.66 ^a	24.23±2.71 ^a	27.22±0.52 ^c	ND
Narsha	3.06±0.19 ^c	32.90±0.29 ^c	26.32±1.34 ^b	24.38±0.95 ^{bc}	40.87±1.41 ^{bc}	15.98±1.25 ^b	33.98±4.08 ^b
Dunoori	2.50±0.12 ^{bc}	43.93±5.02 ^d	26.29±1.88 ^b	20.88±1.65 ^{ab}	27.71±7.24 ^{ab}	18.45±0.72 ^c	39.13±0.78 ^{bc}
Muscat Bailey A	1.55±0.14 ^a	30.14±1.80 ^c	29.25±2.31 ^b	33.59±2.52 ^d	61.99±9.08 ^d	19.94±0.88 ^c	41.09±2.23 ^c
Campbell Early	1.69±0.30 ^{ab}	22.62±1.95 ^b	19.74±1.39 ^a	28.33±1.10 ^c	42.72±2.85 ^c	22.12±0.62 ^d	25.37±1.34 ^a
Heukbosek	1.79±0.14 ^{ab}	26.61±1.10 ^{bc}	ND	34.30±1.87 ^d	40.36±2.00 ^{bc}	10.19±0.16 ^a	34.30±1.97 ^b

¹⁾Values are mean±standard deviations of triplicate determinations.

²⁾Means with the different letters in same column are significantly different ($p<0.05$) by ANOVA test.

³⁾Not detected

폐놀 함량을 살펴본 결과 품종에 따라, 부위에 따라 함량의 차이가 큰 것으로 조사되었지만 전반적으로 청색계통인 청수 품종이 과피, 잎, 송이줄기에서 가장 낮은 함량을 나타내었다.

포도 품종별 과피의 총 안토시아닌 함량을 살펴보면 MBA 품종(41.09 mg/g)이 높은 함량을 나타내었고, 캠벨얼리 품종(25.37 mg/g)이 가장 낮은 함량을 나타내었다. 청수 품종은 청색계 포도라 안토시아닌이 검출되지 않았다. 안토시아닌은 식물에 매우 광범위하게 분포되어 있는 수용성 적색색소의 일종이며, 효능 효과로는 활성산소를 중화하는 항산화 물질로서, 로돕신의 재합성을 촉진하여 시력을 높여 주며, 항암, 소염 및 살균 작용이 있는 것으로 알려져 있다(28).

현재까지 천연물로부터 분리된 항산화제로 가장 잘 알려진 화합물은 flavonoid류이며, 이외에 축합형 탄닌류에 속하는 catechin, epicatechin, epicatechine gallate, phenolpropanoid류의 ateoside, poliumoside, bradioside, triterpen류의 lupeol, celastrol 등이 보고되어 있다. 항산화 활성에 대한 연구는 주로 폐놀성 화합물을 중심으로 많이 진행되었으며(29,30), 식물에서 분리된 flavonoid에 관한 연구는 대부분 자연 상태에서 생성된 생리적으로 가치가 있는 신물질의 탐색에서부터 시작되었다(31).

포도에서 카테킨, 레스베라트롤 등과 같은 주요 항산화 성분은 가식부위보다 비가식부위에 월등히 많은 함량이 존재하므로 이를 식품에 이용하기 위해서는 포도가공품 제조에 이를 이용하는 방법들을 모색해야 한다. 특히 포도주는 다양한 폴리페놀 물질이 다량 함유되어 있지만, 보통 포도주 발효 시 사용되지 않는 부위인 송이줄기를 첨가시켜 발효시킨다면 더 많은 유용성분을 이용할 수 있을 것으로 기대된다(32). 본 연구와는 별도로 수행한 포도주 제조 시 송이줄기첨가 실험에서 포도송이 무게의 1% 또는 2%의 송이줄기를 스팀술에 찌거나 찌지 않고 첨가해 발효시켜 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성을 측정했을 때 무처리 포도주보다 총 폴리페놀 함량이나 항산화 활성이 크게 증가했으며, 특히 송이줄기를 찌 후 첨가한 포도주에서는 무처리 포도주보다 2 배 정도 높은 항산화 활성을 나타내었다(data not shown). 특히 송이줄기뿐 아니라 겨울 전정 시 버려지는 전정가지를 폴리페놀 추출을 위한 부산물로 이용 가능할 것이라 판단된다.

요 약

국내 가공 및 생식용으로 육성된 신품종 포도와 캠벨얼리, MBA 품종의 부위별 레스베라트롤, 카테킨, 에피카테킨, 퀘르세틴, 총 폴리페놀 및 총 안토시아닌 함량을 분석한 결과 품종과 부위에 따라 매우 다양하게 나타났다. 레스베라트롤 함량은 과피에서는 나르샤와 흑보석 품종이, 잎에서는 나르샤 품종이, 송이줄기에서는 MBA 품종이, 전정가지에서는 캠벨얼리, 흑보석 품종이 높았다. 카테킨 함량은 종자와 송이줄기에서 함량이 높았고, 포도 품종 중 종자에서는 MBA 품종이, 송이줄기에서는 MBA, 흑보석 품종이 높은 함량을 나타내었다. 에피카테킨 함량은 종자와 송이줄기, 전정가지에서만 분석되었으며, 포도 품종 중 종자에서는 MBA 품종이, 송이줄기에서는 캠벨얼리, 나르샤 품종이, 전정가지에서는 캠벨얼리 품종에서 높은 함량을 나타내었다. 퀘르세틴 함량은 잎에서만 분석되었으며 포도 품종 중 흑보석과 나르샤 품종에서 높은 함량을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 과육을 제외한 나머지 부위에서 높은 함량을 나타내었으며, 총 안토시아닌 함량은 유색계 포도 중 캠벨얼리를 제외한 나머지 품종에서 높은 함량을 나타내었다. 특히 포도 부위별 생리활성 물질을 분석한 결과 가식부위보다 비가식부위에서 높은 함량을 나타내었다.

References

- Halliwell B. Antioxidants in human health and disease. *Annu. Rev. Nutr.* 16: 33-49 (1996)
- Morrissey PA, O'Brien NM. Dietary antioxidants in health and disease. *Int. Dairy J.* 8: 463-472 (1998)
- Halliwell B, Gutteridge JMC. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem. J.* 219: 1-4 (1984)
- Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr. Opin. Lipidol.* 13: 3-9 (2002)
- Coskun O, Kanter M, Korkmaz A, Oter S. Quercetin, a flavonoid antioxidant, prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and β -cell damage in rat pancreas. *Pharmacol. Res.* 51: 117-123 (2005)
- Gorham J. The stilbenoids. *Prog. Phytochem.* 6: 203-209 (1980)
- Roh JH, Yun HK, Park KS, Choi YJ, Hong SS, Jeon SH. Salicylic acid and resveratrol content changes as affected by downy mildew and anthracnose in grapevines. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 46: 59-63 (2005)
- Choi SJ. The identification of stilbene compounds and the change of their contents in UV-irradiated grapevine leaves. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29: 374-381 (2011)
- Mazza G, Fukumoto L, Delaquis P, Girard B, Ewert B. Anthocyanins, phenolics and color of cabernet franc, merlot, and pinot noir wines from british columbia. *J. Agr. Food Chem.* 47: 4009-4017 (1999)
- Lee NR, Choi SJ. Contents of resveratrol in different parts of various grape cultivars. *Korean J. Food Preserv.* 16: 959-964 (2009)
- Langcake P, Price RJ. The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the *Vitaceae* as response to infection or injury. *Physiol. Plant Pathol.* 12: 201-204 (1976)
- Dai GH, Andray C, Mondolet-Cosson L, Boubals D. Histochemical studies on the interaction between three species of grapevine, *Vitis vinifera*, *V. rupestris* and *V. rotundifolia* and downy mildew fungus, *Plasmopora viticola*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 46: 177-188 (1995)
- Hoos G, Blaich RJ. Influence of resveratrol on germination of conidia and mycelial growth of *Botrytis cinerea* and *Phomopsis viticola*. *J. Phytopathol.* 129: 102-110 (1990)
- Sarig P, Zutkhi Y, Monjauze A, Lisker N, Ben-Arie R. Phytoalexin elicitation in grape berries and their susceptibility to *Rhizopus stolonifer*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 50: 337-347 (1997)
- Pezet R, Gindro K, Viret O, Spring JL. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 65: 297-303 (2004)
- Chong J, Poutaraud A, Huguency P. Metabolism and roles of stilbenes in plants. *Plant Sci.* 177: 143-155 (2009)
- Fabris S, Momo F, Ravagnan G, Stevanato R. Antioxidant properties of resveratrol and piceid on lipid peroxidation in micelles and monolamellar liposomes. *Biophys. Chem.* 135: 76-83 (2008)
- Lorenz P, Roychowdhury S, Engelmann M, Wolf G, Horn TFW. Oxyresveratrol and resveratrol are potent antioxidants and free radical scavengers: Effect on nitrosative and oxidative stress derived from microglial cells. *Nitric Oxide-Biol. Ch.* 9: 64-76 (2003)
- Regev-Shoshani G, Shoseyov O, Bilkis I, Kerem Z. Glycosylation of resveratrol protects it from enzymic oxidation. *Biochem. J.* 374: 157-163 (2003)
- Revilla E, Ryan JM. Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography-photodiode array detection without sample preparation. *J. Chromatogr. A* 881: 169-461 (2000)
- Rodriguez MR, Romero PR, Chacon VJL, Martinez GJ, Garcia RE. Phenolic compounds in skin and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. *J. Food Compos. Anal.* 19: 687-693 (2006)
- Lacopini P, Baldi M, Storchi P, Sebastiani I. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: content in vitro antioxidant activity and interactions. *J. Food Compos. Anal.*

- 21: 589-598 (2008)
24. Chang SW, Kim HJ, Song JH, Lee KY, Kim IH, Rho YT. Determination of several phenolic compounds in cultivars of grape in Korea. *Korean J. Food Preserv.* 18: 328-334 (2011)
25. Cho YJ, Kim JE, Chun HS, Kim CT, Kim SS, Kim CJ. Contents of resveratrol in different parts of grapes. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 306-308 (2003)
26. Jeandet P, Bessis R, Gautheron B. The production of resveratrol(3,5,4'-trihydroxystibene) by grape berries in different development stages. *Am. J. Enol. Viticult.* 42: 41-46 (1991)
27. Chafer A, Pascual-Marti MC, Salvador A, Berna A. Supercritical fluid extraction and HPLC determination of relevant polyphenolic compounds in grape skin. *J. Sep. Sci.* 28: 2025-2056 (2005)
28. Neto CC. Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Mol. Nutr. Food Res.* 51: 652-664 (2007)
29. Marja PK, Anu IH, Heikki JV, Jussi-Pekka R, Kalevi P, Tytti SK, Marina H. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agr. Food Chem.* 47: 3954-3962 (1999)
30. Kim H, Hall P, Smith M, Kirk M, Prasain JK, Barnes S, Grubbs C. Chemoprevention by grape seed extract and genistein in carcinogen induced mammary cancer in rats is diet dependent. *J. Nutr.* 134: 3445-3452 (2004)
31. Heim KE, Tagliaferro AR, Bobilya DJ. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *J. Nutr. Biochem.* 13: 572-584 (2002)
32. Spranger MI, Climaco MC, Sun B, Eiriz N, Fortunato C, Nunes A, Leandro MC, Avelar ML, Belchior AP. Differentiation of red winemaking technologies by phenolic and volatile composition. *Anal. Chim. Acta* 513: 151-161 (2004)