

Determination of Several Phenolic Compounds in Cultivars of Grape in Korea

Seog-Won Chang^{1†}, Hyun-Ju Kim², Jeong-Hee Song³, Ki-Yeol Lee², Ik-Hwan Kim² and Yong-Taek Rho^{3,4}

¹Department of Golf Course Management, Korea Golf University, Hoengseong 225-811, Korea

²Chungcheongbuk-Do Agricultural Research & Extension Station, Cheongju 363-883, Korea

³Bio-Regional Innovation Center, Youngdong University, Youngdong 370-701, Korea

⁴Department of Biomedical Science, Youngdong University, Youngdong 370-701, Korea

국내산 포도 품종의 주요 페놀계 화합물 함량 비교분석

장석원^{1†} · 김현주² · 송정희³ · 이기열² · 김익환² · 노용택^{3,4}

¹한국골프대학 골프코스관리과, ²충청북도 농업기술원,

³영동대학교 바이오지역혁신센터, ⁴영동대학교 의생명학과

Abstract

Natural polyphenolic compounds such as catechin, epicatechin derivatives, quercetin, and resveratrol, have been reported to have a wide range of biological activities against carcinogen and reactive oxygen species. The compounds can act together in synergy or can independently affect the activity. Contents of four compounds in different grape cultivar groups with different skin color were determined through HPLC. There were not significant differences in content of four phenolic compounds among the different skin color groups of the same grape cultivar groups, but were among different grape cultivars within the same skin color groups. Totally, contents of catechin, epicatechin derivatives were much higher than those of quercetin and resveratrol. In each skin color group, Campbell Early in Black, Seneka in Green, and Benigard in Red group showed highest contents, respectively. Nothing or a very small amount of four phenolic compounds was detected in some cultivars. This information would be useful for grape breeders and manufactures.

Key words : Grape, cultivar, catechin, epicatechin, reveratrol, quercetin

서 론

포도는 전세계적으로 가장 많이 재배되는 과수 중의 하나로 과실은 생식용, 건포도, 양조 및 주스 등으로 이용되고 있다. 최근 국민소득 향상과 식생활 개선 등으로 우리나라의 포도 재배는 2007년도에 18.8천ha(생산량: 307천 톤)에 이를 만큼 대규모로 이루어지고 있다(1). 우리나라에서 포도의 소비는 포도주나 포도즙 등 다양한 가공식품에 의해 이루어지기도 하지만 주로 생식에 의존하고 있다. 국내 생식용 포도로 주로 재배되고 있는 품종은 독특한 색과 맛과 향을 지닌 캠벨얼리로 재배면적의 약 70%를 차지하고 있지

만(2), 최근 포도 과실에 포함되어 있는 주요 성분의 기능성이 주목 받고 소비자들이 다양한 풍미를 지닌 포도 품종을 찾게 되면서 거봉, MBA, 세레단, 델라웨어 등 재배 품종도 다양화 되고 있다. 포도 열매에는 안토시아닌(anthocyanin), 프로시아니딘(Procyanidin), 카테킨(catechin), 퀘세틴(quercetin), 레스베라트롤(resveratrol) 등 우리 몸에 이로울 폴리페놀 성분이 풍부하게 존재하기 때문에 국내외에서 성분분석, 항산화, 항암, 항균 활성을 포함한 다양한 생물학적 효능 연구가 이루어지고 있다(3-6).

지금까지 국내 여러 연구자들도 포도 및 포도 가공제품에 대한 성분 분석을 수행하였지만 레스베라트롤이나 카테킨 등 단일 성분에 국한하여 분석을 수행하여 왔다(7-11). 그러나 외국에서는 포도 내 주요 성분인 레스베라트롤, 퀘

†Corresponding author. E-mail : changsw802@hanmail.net,
Phone : 82-70-7877-2006, Fax : 82-70-7877-2001

세틴, 카테킨 등에 다양한 성분 분석을 통해 효과에 대한 해석을 시도하고 있다(12-14). 예를 들면, 최근 Schlachterman 등(14)은 포도와 포도주의 주요 폴리페놀(polyphenol)인 레스베라트롤, 카테킨, 퀴세틴을 각각 저 농도로 투여했을 때에는 효과가 없었지만 세 가지 물질을 혼합, 투여하였을 때에는 저농도에서도 시너지효과가 나타나 항암작용이 크게 증가한다고 보고한 바 있다.

우리나라의 생식용 포도 수입은 2002년 칠레와의 자유무역협정 체결 시기를 기점으로 확대(2000년 10,443톤에서 2008년 71,407톤으로 증가)되고 있다(15). 포도 수입이 주로 국내 포도 생산 및 유통 기간과 겹치지 않는 겨울철에 집중되기는 하지만, 포도 소비자들에게 다양한 풍미를 지닌 수입 포도가 제공되면서 우리 포도 품종의 경쟁력 강화가 요구되고 있다. 그러므로 국내에서 보유한 포도 유전자의 경쟁력 제고 및 부가가치 향상을 목적으로 대응 연구가 절실한 형편이다. 특히 국내 포도는 생산량의 약 70% 정도가 생식으로 판매된다는 점에서 생식용 판매를 위한 다양한 특성화 전략이 도입되고 있다. 최근 국내에서 웰빙 문화가 사회의 이슈로 자리잡아 포도 각 품종별로 함유하고 있는 주요 폴리페놀 성분의 함량 분석은 재배 주산지나 농가별로 우수성을 부각시키는 주요 전략이 될 수 있다.

이에 본 연구에서는 국내 생산 포도의 부가가치 향상과 경쟁력 제고를 도모하고 새로운 포도품종의 개발에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다. 기존에 판매되는 품종과 도입 품종을 표피 색깔별로 구분하여 각 품종의 특성 및 유용 항산화 성분인 안토시아닌, 레스베라트롤, 카테킨, 퀴세틴 함량에 대한 분석을 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 포도는 충청북도 옥천군 소재 충청북도농업기술원 포도연구소에서 재배된 포도를 품종별로 수집하였다. 흑색계통으로 캠벨얼리, 버팔로, 탐나라, 자랑, 자옥, 거봉 등 6품종, 녹색(이하 관행상 청색) 계통으로 세네카, 뉴나야아가라, 경조정, 조생네오마스켓, 골드핑거, 이탈리아 등 6품종, 적색계통으로 베니그라드, 홍이슬, 킹텔라 등 3품종을 분석대상으로 하였다 (Table 1). 과피의 색깔은 Table 1에서와 같이 Hunter color value (JS 555, Color Techno Japan System Co Ltd, Japan)에 의거해서 분류하였다. 과실의 식용부위는 보통 소비자가 선호하는 식습관에 따라 표시하였는데, 껍질이 잘 벗겨지는 품종은 과육, 잘 벗겨지지 않는 품종은 과육과 과피를 모두 식용 가능하다는 판단 하에 과육과 과피로 표시하였다. 그러한 기준에 의해 공식 품종은 식용부위로 과피에 국한된 것은 8품종, 그리고 나머지 7품종은 두 부위를 모두 식용하는 품종으로 표기하였다.

포도 생육 조사

본 연구에 사용된 포도의 생육조사는 Shin 등(10)의 방법을 기초로 하여 아래와 같이 실시하였다. 포도 송이는 나무의 방향을 달리하는 3개의 지점으로부터 각각 1송이씩 수확하여 무게를 측정하였다. 과립의 생육은 과방을 상중하로 나누어 각 위치 별로 평균적인 과립을 대상으로 무게, 길이, 폭을 조사하였다. 모든 조사는 3반복으로 실시하였고, 반복당 1주, 주당 3송이를 조사하였다. 포도의 색도는 색차계(JS 555, Color Techno Japan System Co Ltd, Japan)를 이용하여 측정하였다. 색도는 L, a, b 값으로 표시하였고, 모든 조사는 3반복으로 실시하였고, 반복당 1주, 주당 3송이, 송이당 3립을 분석하였다.

당도 및 총산 함량 조사

포도의 당도는 당도계(Master-M, Atago, Japan, Brix 0.0~33%)를 이용하여 측정하였으며, 가용성 고형물(°Brix)로 각각 표시하였다. 총산(tartaric acid)은 Chang 등(16)이 실시한 방법에 준하여 실시하였다. 시료는 0.1 N NaOH로 적정하였으며 아래 식에 의해 주석산을 기준으로 산출하였다.

$$\text{총산(\%)} = \text{소요된 } 0.1 \text{ N NaOH mL 수} \times 0.1 \text{ N NaOH의 역가} \times \text{주석산 (0.0076)} \times \text{희석배수/시료채취량 (mL)} \times 100$$

안토시아닌, 레스베라트롤, 퀴세틴, 카테킨, 에피카테킨 유도체 분석

안토시아닌은 Matsumoto 등(17)의 분석방법에 따라 과피를 취하여 7 mm cork borer로 3개의 disk를 취하여 5 mL의 1% HCl 함유한 methanol 용액에서 24시간 추출한 후 10배 희석하여 분광광도계 (Cary 50 Conc, Varian co. Ltd, Australia)로 530 nm에서 측정하였다.

레스베라트롤(trans-resveratrol), 퀴세틴, 카테킨 분석은 Cho 등(18)이 실시한 방법을 변형하여 실시하였다. 위에서 기술한 포도송이에서 각각 상중하로 적당히 100g을 떼어내 분쇄한 다음 동결건조기(PVTFD, Ilshinlab, Korea)로 건조하여 아래와 같이 분석하였다. 분쇄된 시료에 80% ethanol 200 mL을 가한 다음 water bath에서 초음파를 이용하여 40°C에서 1시간 추출하였다. 여과지 (Whatman paper No.1, 3)를 이용, 추출 액을 2회 여과하고 냉장 보관하여 침전시킨 다음 침전물을 다시 여과하였다. 여과된 추출물에서 EtOH 제거를 위해 감압농축기로 40°C에서 감압농축하였고, 그 다음에는 시료 속에 있는 지방을 제거하기 위하여 분액을 실시하였다. 농축된 시료에 증류수를 가하여 100 mL로 만든 후 지방 제거를 위해 분액깔대기에 농축된 시료 100 mL와 n-hexane 100 mL를 혼합하여 5분간 일정하게 흔든 후 실온에서 12시간 정치하였다. 분액된 물 층을 취한 다음, 물층의 엽록소를 제거하기 위하여 물층에 ethylacetate 100 mL를 혼합하여 n-hexane 분액 과정과 동일하게 분액을 실시하였다. 분액된 ethylacetate층을 40°C에서 감압 농축기를

Table 1. Coat color and edible part with customer preference of grape cultivars

Cultivar	Color of coat	Hunter color value ^{1), 2)}			Edible part with customer preference
		L	a	b	
Campbell Early	Black	24.2±0.9 ²⁾	0.1±0.3	0.5±0.3	Flesh
Bufallo	Black	23.7±0.9	1.5±0.3	-0.4±0.4	Flesh
Tamnara	Black	22.0±4.3	1.6±0.6	0.5±0.6	Flesh
Zarang	Black	25.2±0.5	2.2±0.4	-0.4±0.5	Coat and flesh
Zaok	Black	25.2±0.6	2.5±1.2	0.2±0.5	Flesh
Kyoho	Black	25.3±0.5	4.0±1.0	0.5±1.2	Coat and flesh
Seneka	Green	37.2±1.2	-6.7±0.7	14.6±1.1	Flesh
Newniagara	Green	33.0±0.6	-5.7±0.5	14.3±9.5	Flesh
Kyungjojeong	Green	41.9±0.9	-2.9±1.5	22.4±2.3	Coat and flesh
Josangneomascat	Green	44.3±4.1	-2.3±1.2	23.6±2.3	Coat and flesh
Goldfinger	Green	36.5±5.2	-1.5±1.5	13.0±3.2	Coat and flesh
Italy	Green	40.9±1.8	-5.0±0.8	9.5±1.3	Coat and flesh
Benigrad	Red	30.8±3.6	9.3±2.3	4.3±2.8	Coat and flesh
Hongisle	Red	29.3±1.6	10.0±1.4	3.6±1.1	Flesh
Kingdela	Red	29.9±1.6	15.2±2.8	7.9±2.8	Flesh

¹⁾All data are means±standard deviations from triplicates. Each replicate value represents the mean of 3 observations.

²⁾L: black (0) ↔ white (100), a: red (100~0) ↔ green (0~-80), b: yellow (70~0) ↔ blue (0~-70)

이용하여 분말상태까지 농축시켰다. 농축된 시료의 무게를 측정하고 용매 2 mL(50% Dimethylsulfoxide)를 가하여 녹인 다음, 최종시료는 HPLC용 실린지 필터를 이용(0.45 μm)하여 여과 후 레스베라트롤, 퀘세틴, 카테킨을 동시에 정량 분석하였다. 분석 및 표준 용매 사용과 검출방법은 Chang 등(16)의 방법으로 실시하였다. 유리당 분석에는 Prevail Cabohydrate ES, 250 mm * 4.6 mm 5 u 컬럼(Crawford, Scotland, UK)을 사용하여 ELSD detector (Alltech ELSD2000, Altech, USA)를 장착한 HPLC 로 분석하였다. 분석용매는 75% acetonitril과 25% 증류수를 사용하여 isocratic 조건으로, flow rate 1 mL/min, injection volume은 10 μL로 분석하였다. 레스베라트롤(trans-resveratrol), 퀘세틴, 카테킨 분석에는 GROM-SIL 120 ODS-5 ST, 250 mm * 4.6 mm 5 um 컬럼(GROM, Milford, MA, USA)을 사용하여 PDA detector (Waters 2996, Waters Inc., Milford, MA, USA)를 장착한 HPLC (Waters 2695 Separations Module, Waters, USA)를 사용하였다. 분석용매는 acetonitril (0.05% trifluoroacetic acid)과 증류수(0.05% trifluoroacetic acid)를 사용하여 gradient 조건으로, flow rate 0.7 mL/min, injection volume은 10 μL로 사용하였다. PDA detector를 사용하여 trans-resveratrol은 306 nm, quercetin은 360 nm, 카테킨과 에피카테킨 4종((-)- epicatechin (EC), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-) epigallocatechin gallate (EGCG), (-)-epigallocatechin (EGC))은 280 nm의 흡광도에서 정량분석 하였다. 분석에 사용된 표준물질은 Sigma-Aldrich사(Sigma-Aldrich, Steinheim,

Germany)의 HPLC용 특급 시약을 사용하였다.

통계분석

통계분석은 SAS 프로그램(version 6.12, SAS Institute, Cary, NC)을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

포도생육

각 포도품종의 과실 특성은 Table 2와 같다. 과실 크기나 무게는 흑색, 청색, 적색 포도 등 과피 색에 관계없이 품종간에 큰 차이를 보였다. 따라서 본 연구에서 사용된 과실의 생육 상태를 보면, 과방중은 과피색에 관계없이 이탈리아, 자옥, 베니그라드 순으로 무거웠으며, 과립은 흑색 계통에서 자랑과 자옥, 녹색 계통에서 이탈리아, 적색 계통에서 베니그라드의 크기가 가장 크게 나타났다(Table 2).

당도 및 총산 함량

당도와 총산 및 안토시아닌의 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 당도는 분석된 값이 13.9~25.7 Brix°에 이를 정도로 품종 별로 매우 상이하였다. 특히, 흑색 계통이 품종간의 차이가 유의하게 나타났다. 과피색 별로는 흑색과 적색 계통 품종이 청색 계통보다 다소 높은 경향이였다. 과피색 별로 흑색계에서는 베타로가 25.7 Brix°, 청색계에서는

Table 2. Fruit morphological characteristics of grape cultivars

Color of coat	Cultivar	Cluster ¹⁾			Berry ¹⁾	
		weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Number per cluster	weight(g)
Black	Campbell Early	277.9±58.4	168.2±25.3	86.8±7.3	61.9±11.7	4.50±0.46
	Bufallo	140.8±31.7	142.4±10.1	83.2±9.9	44.2±10.6	3.12±0.28
	Tamnara	331.0±110.6	179.6±16.7	86.2±17.6	40.0±10.1	7.90±0.93
	Zarang	347.8±91.8	223.8±48.5	82.8±9.9	50.4±11.9	7.78±0.80
	Zaok	515.3±63.7	205.0±12.1	143.2±6.5	54.4±4.0	9.52±1.47
	Kyoho	286.4±43.8	179.0±22.0	92.2±8.7	27.2±7.6	11.68±2.40
Green	Seneka	239.5±10.9	155.3±9.1	110.7±3.8	74.0±2.0	3.24±0.12
	Newniagara	198.0±64.1	122.0±35.6	68.6±4.7	38.8±15.5	4.84±0.34
	Kyungjojeong	146.8±9.9	114.7±7.8	63.8±4.6	81.8±2.9	1.80±0.18
	Josangneomascat	358.1±34.2	155.6±6.9	113.8±9.3	61.0±2.0	5.88±0.54
	Goldfinger	315.4±21.4	141.1±6.5	95.7±6.5	65.6±2.3	4.81±0.29
	Italy	552.2±86.8	203.3±14.7	150.6±5.3	65.0±3.5	8.49±1.14
Red	Benigrad	437.5±37.7	211.0±15.1	151.0±7.5	58.7±2.8	7.47±0.67
	Hongisle	232.4±36.9	157.8±37.8	89.8±32.6	38.6±3.8	6.40±0.82
	Kingdela	203.1±21.5	126.6±6.1	82.7±4.8	80.1±3.1	2.53±0.21

¹⁾All data are means±standard errors from triplicates. Each replicate value represents the mean of 10 observations.

Table 3. Sugar content, total acidity, and anthocyanin content of grape cultivars

Color of coat	Cultivar	Sugar content (°Brix) ¹⁾	Total acidity (%) ¹⁾	Anthocyanin content (mg/L) ¹⁾
Black	Campbell Early	15.0±0.7 ¹⁾	0.21±0.02	5.5±0.6
	Bufallo	25.7±0.6	0.26±0.03	3.1±0.2
	Tamnara	16.8±0.6	0.26±0.04	3.9±0.7
	Zarang	19.4±1.5	0.38±0.03	2.9±0.2
	Zaok	18.5±1.4	0.46±0.06	2.3±0.6
	Kyoho	18.4±1.1	0.51±0.06	1.2±0.3
Green	Seneka	14.4±0.3	0.66±0.05	0.1±0.0
	Newniagara	13.9±0.5	0.27±0.06	0.3±0.1
	Kyungjojeong	14.4±0.39	0.27±0.03	0.0±0.0
	Josangneomascat	17.5±0.4	0.26±0.04	0.0±0.0
	Goldfinger	17.2±0.54	0.44±0.07	0.0±0.0
	Italy	14.6±1.5	0.66±0.07	0.1±0.0
Red	Benigrad	16.9±1.0	0.29±0.0	0.1±0.0
	Hongisle	17.3±0.9	0.13±0.02	0.2±0.1
	Kingdela	15.8±0.3	0.51±0.05	0.6±0.2

¹⁾All data are means±standard errors from triplicates. Each replicate value represents the mean of 10 observations.

조생마스캇이 17.5 Brix°, 적색계에서는 홍이슬이 17.3 Brix°로 가장 높은 당도 값을 보였다. 또 다른 포도 품종의 식미 기준(19)이 되는 총산은 청색 계통인 세네카와 이탈리아

아만 0.66%를 나타내고 다른 품종들은 모두 0.51%이하를 나타내어 대부분의 품종이 낮은 총산 값을 나타냈다. 하지만 품종간 차이가 크고 Lee와 Choi (20)의 보고와 비교해 볼 때 일부 품종에서 낮은 결과를 보여 재배 방법 혹은 수확시기 등의 차이에서 기인하는 것으로 판단된다.

안토시아닌, 레스베라트롤, 퀘세틴, 카테킨, 에피카테킨 유도체 함량

안토시아닌은 식물에 매우 광범위하게 분포되어 있는 수용성 적색색소의 일종으로서(21), 본 연구에서도 포도 과피 색에 따라 함량에 큰 차이가 있었다. 과피가 흑색계인 품종에서는 1.2~5.5 mg/kg의 함량을 보여 0.0~0.6 mg/Kg 범위인 적색계나 청색계보다 높게 나타났다. 안토시아닌의 효능 효과로는 활성 산소를 중화하는 항산화물질로서, 로돕신의 재합성을 촉진하여 시력을 높여 주며, 항암, 소염 및 살균 작용이 있는 것으로 알려져 있다(22).

포도가 갖는 유용한 생리활성 성분 중 가장 많이 알려진 레스베라트롤과 퀘세틴 카테킨, 에피카테킨 유도체 함량의 분석 결과는 Table 4와 같다. 본 연구결과에 따르면 4종의 물질의 함량은 과피색과 큰 연관이 없는 것으로 나타났다. 성분별로는 카테킨과 에피카테킨이 레스베라트롤과 퀘세틴에 비해 상대적으로 높은 함량을 보였다. 특히, 에피카테킨 유도체의 일부 물질은 9 품종에서 검출되지 않거나 매우 미량이 존재하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Chang 등(23)의 보고와 같은 경향이였다. 또한 폴리페놀 함량이 포도품종 및 재배환경과 재배조건의 차이 등 여러 환경요인

에 의해 달라진다는 기존의 연구결과(13,16,24)를 고려하더라도 성분별 차이는 상이한 유전적 배경에 의한 것으로 품종 고유의 특성으로 판단된다.

품종별 포도의 카테킨 함량을 보면 품종에 따라 차이가 큰 것으로 나타났다. 공시 품종 중 세네카가 823.60 mg/Kg으로 가장 높는데 비해 같은 청색 계통인 경조정의 5.17 mg/Kg보다 약 159배 높은 함량을 보였다. 4종의 에피카테킨의 조성을 보면 유도체 종류에 따라 함량의 정도에서 차이가 큰 경향이였다. 예를 들면, 에피카테킨 유도체 중 EGC와 EC는 대부분의 품종에서 검출되었지만, EGCG와 ECG는 흑색 계통에서 검출되지 않았다. 이러한 이유는 흑색 계통의 품종에서 존재하지 않거나 기기의 측정 한계로 인해 검출되지 않는 매우 미량의 존재를 예상할 수 있다. 품종에 따라 4종의 에피카테킨의 함량 차이도 매우 컸다. 청색 계통인 세네카의 경우 EGC, EC, ECG도 모두 100.0 mg/Kg 이상의 높은 함량을 보였으나, 흑색 계통의 탐나라는 4종 중 EC 만 8.82 mg/Kg을 함유하였다. 이러한 원인은 폴리페놀 함량이 포도품종 및 재배환경과 재배조건의 차이 등 여러 환경요인에 의해 달라진다는 기존의 연구결과(16,24)도 있지만 품종 고유의 특성으로 판단된다.

포도품종에 따른 퀘세틴의 함량을 분석한 결과(Table 4), 퀘세틴은 카테킨과 에피카테킨 유도체에 비해 매우 적은 양이 검출되었으며, 이 같은 결과는 Lacopini 등(13)의 보고와도 일치하였다. 또한 과피색간 혹은 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다. 흑색계 포도품종은 0.07~4.38 mg/Kg을 함

유하였으며 버팔로, 자랑, 탐나라 순이었다. 청색계 품종은 0.38~3.14 mg/Kg을 함유하였으며 조생네오마스켓, 뉴나이아가라, 골드핑거 순으로 높았으며 세네카가 가장 낮았다. 적색계 품종은 1.60~2.90 mg/Kg을 함유하였으며 홍이슬이 가장 높았고 킹델라가 가장 낮았다. 이러한 품종별 차이는 경향은 Lacopini 등(13)의 보고와도 유사하였다.

포도 과립 내의 레스베라트롤 함량은 본 연구에서 분석된 폴리페놀계 물질 중 가장 낮은 수치를 나타냈다. 과피색별로 혹은 품종별로 큰 차이를 보이지 않았으며 일부 품종에서는 검출되지 않았다. 과피색별로 흑색계에서는 자옥이 1.43 mg/Kg으로 가장 높았고 캄벨리리가 1.24 mg/Kg을 함유하고 있었으며 버팔로, 탐나라, 자랑, 거봉에서는 검출되지 않았다. 청색계에서는 뉴나이아가라를 제외하고 다른 품종에서 고른 함량분포를 보였으며 경조정, 이탈리아, 조생네오마스켓 순으로 레스베라트롤의 함량이 높았다. 적색계에서도 레스베라트롤의 함량은 대체적으로 청색계와 유사한 수준이었으며 홍이슬, 킹델라, 배니그라드 순으로 함량이 높았다. 15품종 포도의 평균 레스베라트롤 함량은 약 0.65 mg/Kg으로 기존 보고된 32품종 포도의 평균 레스베라트롤 함량 약 0.26 mg/Kg (9) 보다 약 2.5배 높은 함량을 나타냈다. 이와 같은 차이는 레스베라트롤이 비 생물학적 또는 생물학적 스트레스에 반응하여 여러 종류의 식물에서 생산되는 방어 물질 중의 하나인 점을 고려할 때, 품종 및 재배환경의 차이로 사료되며 앞으로 품종 개발과 재배조건 차이에 따른 환경변이에 대한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

Table 4. Contents of catechin, epicatechin derivatives, quercetin, and resveratrol of grape cultivars

Color of Coat	Cultivar	Catechin (mg/Kg) ¹⁾	Epicatechin (mg/Kg) ^{1,2)}				Quercetin (mg/Kg) ¹⁾	Resveratrol (mg/Kg) ¹⁾
			EGC ^{a)}	EC	EGCG	ECG		
Black	Campbell Early	162.28±16.79	87.53±7.32	64.81±7.03	ND ³⁾	7.29±0.45	0.40±0.12	1.24±0.38
	Bufallo	87.90±18.87	8.07±2.35	207.59±20.35	ND	ND	4.38±0.39	ND
	Tamnara	60.54±1.70	ND	8.82±5.23	ND	ND	1.40±0.06	ND
	Zarang	48.87±1.65	40.59±3.27	16.25±0.91	ND	ND	1.69±0.10	ND
	Zaok	45.37±4.66	15.79±0.88	3.33±0.25	ND	0.53±0.19	0.07±0.01	1.43±0.07
	Kyoho	21.47±6.73	50.96±16.14	7.35±2.73	ND	ND	1.34±0.01	N.D
Green	Seneka	823.60±46.03	683.53±10.11	215.68±6.01	ND	103.01±5.83	0.38±0.09	0.38±0.05
	Newniagara	99.87±42.66	142.68±89.67	27.78±17.68	ND	0.74±17.68	2.78±0.33	ND
	Kyungjojeong	5.17±0.25	32.27±30.03	97.91±66.85	7.15±6.05	1.15±0.01	0.93±0.03	1.03±0.01
	Josangneomascacat	6.40±4.05	151.72±6.70	126.82±3.51	15.74±0.33	1.03±0.02	1.56±0.13	1.06±0.10
	Goldfinger	37.07±2.37	117.21±3.28	241.81±10.40	21.81±1.81	1.22±0.06	3.14±0.05	1.02±0.04
	Italy	38.47±0.71	3.31±0.40	26.61±0.75	3.68±0.36	2.54±0.11	1.71±0.07	0.76±0.01
Red	Benigrad	42.09±1.03	55.74±4.50	231.69±18.81	17.43±1.81	1.09±0.09	1.65±0.02	0.70±0.02
	Hongisle	27.12±2.45	74.36±2.66	5.76±0.77	ND	ND	2.90±0.21	1.31±0.09
	Kingdela	ND	2.26±0.26	58.89±2.22	1.62±0.07	1.15±0.04	1.60±0.04	0.83±0.01

¹⁾All data are means±standard errors from triplicates. Each replicate value represents the mean of 10 observations.

²⁾EGC: epigallocatechin, EC: epicatechin, EGCG: epigallocatechin-3-gallate, ECG: epicatechin-3-gallate.

³⁾ND: not detected.

다(4,25). 특히 레스베라트롤은 포도의 과피, 과육보다는 송이가지와 잎에 많이 분포된 관계로 이를 포도송이로 옮기거나 송이가지나 잎을 활용하는 방안을 강구해야 할 것이다(23).

포도에서 카테킨, 레스베라트롤 등과 같은 주요 항산화 성분은 가식 부위 중 과피에 주로 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다(18,25). 특히, 퀘세틴의 경우 대부분이 과피에서만 발견된다(26). 하지만 캠벨얼리나 MBA 등 한국인들이 생식용으로 소비량이 높은 품종들은 대부분 과육 부위만이 섭취되고 있어 기능성 성분의 섭취가 제한되고 있는 형편이다. 따라서 향후 육종 및 판매 전략의 방향도 과실의 섭취 부위에 따른 기능성 성분의 홍보 전략도 특화되어야 될 것으로 판단된다. 그러므로 포도의 품종별 특성을 파악하여 생식용인 경우 과피와 과육 등을 모두 섭취할 수 있는 포도의 품종 개량과 포도특성에 따라 포도가공용품 제조에 과피나 종자 및 송이가지를 이용하는 방법들(10,27)에 응용할 수 있을 것으로 보여진다.

본 연구를 통하여 다양한 국내 육성 품종과 기존의 판매 품종간의 특성 및 유용한 폴리페놀 화합물의 조성 및 함량에서 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 특히 각 포도 품종간 폴리페놀 화합물의 조성에 차이가 있다는 점은 시사하는 바가 매우 크다. 예를 들면, 카테킨이나 에피카테킨 유도체 처럼 화합물의 일부가 특정 품종에서 특이적으로 많은 경우 생식용과 가공용 등으로 판매할 때 기존의 “포도의 주 성분은 레스베라트롤”이라는 등식으로부터 탈피하여 홍보 전략을 수립하는데 반영할 수 있기 때문이다.

요 약

폴리페놀화합물인 안토시아닌, 레스베라트롤, 퀘세틴, 카테킨, 에피카테킨류는 항암작용과 항산화작용을 하는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 다양한 국내 육성 포도 품종과 외국 도입 품종에 대하여 포도내 대표적인 폴리페놀계 화합물인 안토시아닌, 레스베라트롤, 퀘세틴, 카테킨, 에피카테킨류의 함량을 분석하였다. 전체적으로 카테킨 및 에피카테킨의 함량은 레스베라트롤과 퀘세틴보다 훨씬 높게 검출되었다. 폴리페놀계 화합물은 과피색 간에 큰 차이는 보이지 않았으나, 동일 과피색내의 품종간에는 유의적인 차이를 나타냈다. 각 과피색 그룹에서 흑색 포도에서는 캠벨얼리, 청색 그룹에서는 세네카, 그리고 적색그룹에서는 베니가드 품종이 가장 높은 수치를 보였다. 성분별로 적게 함유하거나 전혀 검출되지 않는 품종도 일부 존재하였다. 이러한 결과는 향후 포도 육종개발 및 가공 분야에 응용되는 유용한 정보가 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2008년 농림기술개발과제(과제번호 108146-03-

1-SB020) 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다. 그리고 시료 전처리 및 분석에 참여해 준 김현숙 연구원께 감사드립니다.

참고문헌

1. Korean Statistical Information Service. (2009)
2. Park SM, Heo JY, Park DG, Yun SJ (2006) Effects of foliar application of 'Micro-nutrients fertilizer' and 'calcium phosphate' on the fruit quality and tree growth of 'Cambell Early' grape. *J Agr Sci*, 17, 133-140
3. Brito P, Almeida LM, Dinis TC (2002) The interaction of resveratrol with ferrymyoglobin and peroxy-nitrite; protection against LDL oxidation. *Free Radical Res*, 36, 621-631
4. Kim H.W, Chu SM, Lee DJ (2006) Determination of resveratrol content in grapes and wines. *Korean J Crop Sci*, 51, 259-263
5. Stojanovic S, Sprinz H, Brede O (2001) Efficiency and mechanism of the antioxidant action of trans-resveratrol and its analogues in the radical liposome oxidation. *Arch Biochem Biophys*, 391, 79-89
6. Yoo MA, Chung HK, Kang MH (2004) Optimal extract methods of antioxidant compounds from coat of grape dreg. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 134-140
7. Kim KS, Ghim SY, Seo YB, Song BH (1999) High level of trans-resveratrol, a natural anti-cancer agent, found in Korean Noul red wine. *J Microbiol Biotechnol*, 9, 691-693
8. Wang Y, Catana F, Yang Y, Roderick R, Van Breemen RB (2002) Analysis of resveratrol in grape products, cranberry juice and wine using liquid chromatography-mass spectrometry. *J Agric Food Chem*, 50, 431-435
9. Kim DJ, Kim SK, Kim MH, Lee HB, Lee JS (2003) Analysis of trans-resveratrol contents of grape and grape products consumed in Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 764-768
10. Shin HJ, Kang BS, Ahn JB, Kim BH (2007) Isolation and purification of resveratrol from a grape twig. *Kor J Biotechnol Bioeng*, 22, 351-355
11. Heo JC, Woo SU, Kweon MA, Kim BB, Lee SH (2007) Analysis of immunomodulating activities in methanol extracts from several kinds of grapes. *Korean J Food Preserv*, 14, 419-424
12. Meyer AS, Heinonen M, Frankel EN (1998) Antioxidant interactions of catechin, cyanidin, caffeic acid, quercetin

- and ellagic acid on human LDL oxidation. *Food Chemistry*, 61, 71-75
13. Lacopini P, Baldi M, Storchi P, Sebastiani I (2008) Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: content in vitro antioxidant activity and interactions. *J of Food Composition and Analysis*, 21, 589-598
 14. Schlachterman A, Valle KM, Azios NG, Castillo L, Morell L, Washington AV, Cubano LA, Dharmawardhane SF (2008) Combined resveratrol, quercetin, and catechin treatment reduces breast tumor growth in a nude mouse model. *Translational Oncology*, 1, 19-27
 15. Korea International Trade Association. (2009)
 16. Chang SW, Song JH, Shin NS, Lee KL, Rho YT (2009) Determination of major phenolic compounds of grape juice and wine of different geographic origins. *Korean J Food Preserv*, 16, 747-753
 17. Matsumoto K, Kim BK, Oahn VTK, Seo JH, Yoon HK, Park MK, Hwang YS, Chun JP (2007) Comparison of sugar compositions and quality parameters during berry ripening between grape cultivars. *Kor J Hort Sci Technol*, 25, 230-234
 18. Cho YJ, Kim JE, Chun HS, Kim CT, Kim SS, Kim, CJ (2003) Contents of resveratrol in different parts of grapes. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 306-308
 19. Park KS, Yun HK, Suh HS, Jeong SB, Cho HM (2004) Breeding of early season grape cultivar 'Tamnara' (*Vitis* hybrid) with high quality and disease resistance. *Kor J Hort Sci Technol*, 22, 458-461
 20. Lee NR, Choi SJ (2009) Contents of resveratrol in different parts of various grape cultivars. *Korean J Food Preserv*, 6, 959-964
 21. Hong JH, Chung HS, U H, Youn KS (2002) Storage stability of anthocyanin pigment isolated from a wasted grape peel. *Korean J of Food Preserv*, 9, 327-331
 22. Neto CC (2007) Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51, 652-664
 23. Chang SW, Shin NS, Song JH, Kim HJ, Lee KY, and Rho YT (2009) Production of high polyphenol powder using young grape leaves. *Korean J Food Preserv*, 16, 714-718
 24. Moon SO, Lee JY, Kim EJ, Choi SW (2003) An improved method for determination of catechin and its derivatives in extract and oil of grape seeds. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 576-585
 25. Jeandet P, Bessis R, Gautheron B (1991) The production of resveratrol (3,5,4-trihydroxystibene) by grape berries in different development stages. *Am J Enol Vitis*, 42, 41-46
 26. Chafer A, Pascual-Marti MC, Salvador A, Berna A (2005) Supercritical fluid extraction and HPLC determination of relevant polyphenolic compounds in grape skin. *J of Separation Science*, 28, 2025-2056
 27. Ahn JB (2006) Development of red wine containing high level of trans-resveratrol with domestic grape. *Food Engineering Process*, 10, 226-232

(접수 2010년 7월 28일, 수정 2011년 3월 10일 채택 2011년 3월 18일)