

국내외 포도즙 및 포도주의 주요 페놀계 화합물 함량 비교분석

장석원^{1,2*} · 송정희¹ · 신남섭¹ · 이기열³ · 노용택^{1,2}

영동대학교 ¹바이오지역혁신센터 및 ²의생명과학과, ³충청북도농업기술원 포도연구소

Determination of Major Phenolic Compounds of Grape Juice and Wine of Different Geographic Origins

Seog-Won Chang^{1,2*}, Jeong-Hee Song¹, Nam-Sub Shin¹, Ki-Yeol Lee³
and Yong-Taek Rho^{1,2}

¹Bio-Regional Innovation Center and ²Department of Medical Life Science, Youngdong University, Youngdong 370-701 Korea
³Chungcheongbuk-Do Agricultural Research & Extension Station, Cheongju 363-883, Korea

Abstract

Trans-resveratrol, quercetin, and epicatechin are natural polyphenolic substances with a wide range of biological activities, including anti-oxidant and anti-cancer properties. The compositions and levels of these chemicals were determined in grape (*Vitis vinifera*) juice and wine of different geographic origins. Significant differences in Hunter color values, pH, total acidity, and ethanol and free sugar contents, were found depending on both the nature and country of processing. Overall, trans-resveratrol and quercetin levels in wines were higher than in juices, indicating that wine is a rich source of these chemicals. Significant differences in the content and composition of epicatechin were found to depend on processing procedures, country of origin, and cultivar. This information may be useful to grape breeders and manufacturers of wine or juice.

Key words : Grape, juice, wine, trans-resveratrol, quercetin, epicatechin

서 론

포도나무(*Grape/Vitis vinifera*)는 과수작물로 그 열매인 포도는 당, 유기산 및 독특한 향기를 함유하고 있을뿐만 아니라 항산화, 항암, 콜레스테롤 저하, 노화방지 등 다양한 생리활성을 갖는 것으로 알려져 있다(1-3). 국내외적으로 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 포도즙 및 포도주 등 포도 가공식품은 소비자의 선호도 증가와 더불어 소비가 크게 늘고 있다.

생식으로 이용하는 포도나 관련 제품은 독특한 맛, 색, 향을 갖고 있는데, 그러한 특성을 결정짓는데 중요한 역할을 하는 것이 페놀화합물이다(1,2). 최근에는 많은 페놀화합물이 건강에 유익하다는 보고가 이어지고 있어 화합물의 종류의 종류와 그 함량이 주요 판매 전략으로 활용되기도

한다(1-3). 포도에 있는 주요 페놀화합물로는 트랜스 레스베라트롤(trans-resveratrol, 이하 레스베라트롤), 퀘세틴(quercetin), 카테킨(catechin), 에피카테킨(epicatechin) 등이 존재하는 것으로 알려져 있다(4-10).

레스베라트롤은 UV조사, 금속이온 혹은 *Borytis cinerea*나 *Plasmopara viticola*같은 미생물 감염에 의한 생물학적 또는 비생물학적 스트레스에 반응하여 여러 종류의 식물에서 생산되는 방어물질 중의 하나(4-6)로 항산화, 항염증, 암세포 성장억제, 혈소판 응집억제 및 심장질환 예방 효과 등 다양한 생리활성이 발견되면서 기능성 식품 또는 의약품 소재로 주목 받고 있다(7). 또한 포도 과일 뿐만 아니라 적포도주에 다량 존재한다는 것이 알려지면서 많은 연구자들에 의하여 활발하게 연구가 이루어지고 있다(8-13).

플라보노이드(flavonoid) 화합물인 퀘세틴은 식물체 내에서 배당체의 형태로 존재하며, 인체에서 발암성 물질의 활성감소, 암세포의 효소작용 저해, 혈압강하, 항산화, 모세혈관의 강화작용 등 다양한 약리작용을 하는 것으로 보고되

*Corresponding author. E-mail : changsw@youngdong.ac.kr,
Phone : 82-43-740-1238, Fax : 82-43-740-1239

어 있다(10,12). 항산화 플라보노이드인 카테킨은 항암과 비만예방에 뛰어난 효과로 기능성 식품의 주요성분으로 주목받고 있다(14). 에피카테킨은 식물체에서 EC(epicatechin), ECG(epicatechin-3-gallate), EGC (epigallocatechin), EGCG (epigallocatechin-3-gallate)의 형태로 발견되고 있는데, 그 가운데EGCG가 가장 강력한 작용을 하는 것으로 알려져 있다(13,14).

지금까지 국내 여러 연구자들은 포도 및 포도 가공제품에 대한 성분 분석을 수행하였지만 레스베라트롤이나 카테킨 등 단일 성분에 대해서만 제한하여 분석을 수행하여 왔다(15-19). 하지만 외국에서는 포도 내 주요 성분인 레스베라트롤, 퀴세틴, 에피카테킨에 대한 동시 분석을 통해 다양한 효과에 대한 해석을 시도하고 있다(20,21). 예를 들면, 최근 Schlachterman 등 (20)은 포도와 포도주의 주요 폴리페놀(polyphenol)인 레스베라트롤, 카테킨, 퀴세틴을 각각 저 농도로 투여했을 때에는 효과가 없었지만 세 가지 물질을 혼합하였을 때에는 저 농도 에서도 항암효과가 크게 증가한다는 시너지 효과가 있음을 보고하였다.

이에 본 연구에서는 국내 생산 포도제품의 품질향상을 도모하고 경쟁력 제고를 목적으로 기초자료를 얻고자 국내 포도 주산지에서 생산되어 시판되는 포도즙 2종과 국내산 적포도주 2종, 수입산 적포도주 12종에 대하여 이화학적 특성 및 유용한 항산화성분인 레스베라트롤, 에피카테킨, 퀴세틴 함량에 대한 분석을 실시하였다.

재료 및 방법

시 료

본 연구에서 사용된 포도제품은 Table 1과 같다. 국내산 포도즙과 포도주는 각각 포도재배 면적이 넓은 충청북도, 경기도 및 경상북도 소재 포도 주산지에서 자체 생산하는 제품을 구입하였다. 외국산 포도주는 대전 소재 대형마트에서 구입하여 분석 시료로 사용하였다. 포도즙은 2008년도에 생산되어 가공된 제품으로 구입하였으며, 포도주는 국내외산 모두 숙성기간을 고려하여 2~3만원 가격대의 2006년과 2007년산으로 제한하여 구입하였다.

이화학 분석

색 도

색도는 색차계(JS 555, Color Techno Japan System Co. LTD, Japan)를 이용하여 측정하였다. 사용기기는 측정 전 표준색판($X=93.96$, $Y=95.84$, $Z=114$)으로 보정한 후 L (명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, Yellowness) 값으로 나타내었다. 색차계의 Scale은 Hunter color value를 사용하였다.

Table 1. Discription of the grape juices and red wines analyzed in this study^a

Sample type	Sample ID	Grape variety	Country processed (location)	Vintage year
Juice	J1	Campbell Early	Korea (Chungbuk)	2008
	J2	Campbell Early	Korea (Kyeonggi)	2008
Wine	A	Campbell Early	Korea (Kyeonggi)	2006
	B	Muscat Bailey A	Korea (Kyungbuk)	2007
	C	Cabernet Sauvignon	Argentina	2007
	D	Cabernet Sauvignon	Australia	2006
	E	Cabernet Sauvignon	Chile	2006
	F	Cabernet Sauvignon	France	2006
	G	Cabernet Sauvignon	USA	2006
	H	Malbec	Argentina	2006
	I	Merlot	Chile	2007
	J	Merlot	USA	2006
	K	Chianti	Italia	2006
	L	Chateau Cluzan	France	2006
	M	Shiraz	Chile	2006
	N	Shiraz	Australia	2006

^aProduct information was obtained from the label.

총 산

총산(tartaric acid)는 Kim 등(22)이 실시한 방법에 준하여 실시하였다. 시료는 0.1 N NaOH로 적정하였으며 아래 식에 의해 주석산을 기준으로 산출하였다.

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

pH

pH는 착즙하여 여과(0.45 μm)한 시료 10 mL를 삼각플라스크에 넣고 pH meter(Titan 6000-01, Sentron, Netherland)를 이용하여 측정 하였다.

에탄올 함량

에탄올 분석은 GC(6890N, Agilent, USA)를 이용하여 실시하였으며 Flame ionization detector(FID)와 HP-FFAP 컬럼(Agilent, USA)을 각각 사용하였다. 분석을 위하여 각 시료는 0.45 μm 실린지 필터로 여과하여 표준시약인 Ethanol (Merck, USA)을 증류수로 1.12%, 2.5%, 5%, 10%, 20%로 희석한 다음 검량선 작성($R^2=1$) 뒤 분석하였다. 분석조건으로 injection volume은 1.0 μL 였으며, FID 조건으로 히터 온도 280 $^{\circ}\text{C}$, H₂ flow 40 ml/min, Air flow 450 mL/min, Makeup flow(He) 45 mL/min를 각각 유지하였다. 기타 분석

에 사용된 표준물질은 Sigma-Aldrich사의 HPLC용 특급 시약을 사용하였다.

유리당 분석

유리당 분석은 Matamoto 등(23)이 실시한 방법에 준하여 실시하였다. 반복별로 시료를 필터(0.45 μm)로 여과한 다음 과당, 포도당, 자당을 동시 정량분석을 실시하였다. 표준용액의 검량선 작성은 500 ppm농도의 표준용액을 제조하여 1/2씩 희석하여 5점을 사용 하였으며(R²=0.998 이상) 샘플의 농도를 표준품 농도 범위에 맞게 포도즙 샘플은 200배, 포도주 샘플은 20배 희석하여 분석하였다. 분석에는 HPLC(Waters 2695 Separations Module, Waters, USA)시스템을 사용하였으며 컬럼은 Prevail Carbohydrate ES 5u(length 250 mm, ID 4.6 mm, GRACE. CO. USA)을 사용하였다. 분석용매는 Acetonitril(0.05% TriFluoroacetic acid) : Water(0.05% TriFluoroacetic acid) = 70 : 30을 사용하였고, flow rate 0.6 mL/min, injection volume은 10 μL로 하였다. 검출기로 ELSD(Alltech, ELSD 2000, USA) 검출기를 사용했으며 ELSD 조건은 온도 83.5°C, N₂ Gas flow 2.2 L/min으로 하였으며 용매의 조성ة 따른 기기매뉴얼의 ELSD 조작조건을 적용하였다. 분석에 사용된 표준물질인 과당(D-(-)-fructose), 포도당(D-(+)-glucose), 자당(D-(+)-sucrose)은 Sigma-Aldrich사의 HPLC용 특급 시약을 사용하였다.

레스베라트롤, 퀘세틴, 에피카테킨 분석

레스베라트롤(trans-resveratrol), 퀘세틴, 에피카테킨 분석은 Cho 등(5)의 방법에 준하여 실시하였다. 각 시료는 필터(0.45 μm)로 여과한 다음 레스베라트롤, 퀘세틴, 에피카테킨을 동시 정량 분석하였다. 표준용액의 검량선 작성은 성분별 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm농도의 표준용액을 제조하여 분석하였으며(R²=0.999 이상) 샘플은 낮은 농도임을 감안하여 여과액을 그대로 이용하였다. 분석에는 HPLC(Waters 2695 Separations Module, Waters, USA)시스템과 GROM-SIL 120 ODS-5 ST 컬럼(GROM. CO. USA)을 사용하였다. 분석용매는 acetonitril (0.05% trifluoroacetic acid)과 증류수 (0.05% trifluoroacetic acid)로 비율을 달리하여 gradient 조건(Table 2)으로 분석하였으며, flow rate 0.7mL/min, injection volume은 10 μL로 하였다. 검출기는 PDA(Waters 2996, Water, USA) 기종을 사용하여 레스베라트롤은 360 nm, 퀘세틴은 306 nm, 에피카테킨 4종((-)-epicatechin(EC), (-)-epicatechin gallate(ECG), (-)- epigallocatechin gallate(EGCG), (-)-epigallocatechin(EGC))은 280 nm의 흡광도에서 정량분석하였다. 분석에 사용된 표준물질은 Sigma-Aldrich사의 HPLC용 특급 시약을 사용하였다.

통계분석

통계분석은 SAS 프로그램(version 6.12, SAS Institute,

Cary, NC)을 이용하여 수행하였다.

Table 2. HPLC gradient conditions for analysis of resveratrol, quercetin, epicatechin

Gradient condition	Time (min)	Acetonitril (%)	Water (%)
mobile phase (%)	0	5	95
	20	10	90
	50	15	85
	80	20	80
	100	30	70
	110	100	0
	120	5	95
	130	5	95

결과 및 고찰

포도즙과 포도주 일반 분석

포도즙 2종과 포도주 14종에 대한 이화학적 특성의 분석 결과는 Table 3과 같다. 색도 측정 결과 포도즙 두 종은 적색도인 a 값과 황색도인 b 값이 각각 11.74, 1.13과 8.94, 5.33으로 포도즙 고유의 짙은 보라색을 나타냈다. 두 종의 차이는 포도즙 제조 시 열처리 온도, 시간 등에 따라 차이가 있다는 Kim 등(22)의 보고에 비추어 볼 때 제조회사의 포도즙 제조 방식이 주된 원인으로 판단된다. 포도주는 적색도인 a 값과 황색도인 b 값의 범위가 각각 2.94~4.88, -11.62~1.910.55로 포도즙보다 전체적으로 낮은 열은 보라색으로 나타냈다. 이러한 원인은 포도 제품의 적색도가 근본적으로 함유되어 있는 안토시아닌의 함량에 좌우되지만 포도주가 숙성됨에 따라 안토시아닌이 산화되어 붉은 색상을 잃었기 때문으로 해석된다(24,25).

국내산 포도즙과 포도주, 외국산도 품종에 따라 다양한 차이를 보였다. 예를 들면, 같은 품종으로 제조된 포도주 D와 E는 색도에서 유의한 차이를 보였다. 이러한 원인은 같은 품종의 포도라도 다양한 지역의 기후 재배조건, 발효, 숙성과정을 거치는 포도주 제조상의 차이에 기인하는 것으로 생각 된다(6,22-26). Aron과 Kennedy (24)는 와인 발효과정에서 시간과 온도 등이 안토시아닌의 함량에 영향을 미친다고 보고하였다.

pH는 발효과정 및 숙성, 저장 중 잡균의 오염과 저장성에 큰 영향을 준다는 점에서 중요하며 pH가 3.6 이상이면 저장 중 잡균 오염이 일어날 수 있으며 반대로 3.2 이하이면 지나치게 신맛이 강해 품질이 떨어진다고 보고된 바 있다(25). 이는 제품 내 아황산(SO₂·H₂O)의 비율이 급격히 떨어지기 때문으로 이번 분석에 이용된 시료 중 포도주 중 시료 F(2.9)를 제외하고 모든 시료가 3.6 이상으로 나타나 오염과 저장

성에 취약할 수 있음을 보여주었다. Chang 등(27)도 국내외 포도주 분석결과 일부 국내외 포도주에서 pH가 3.6 이상을 보인 것으로 보고하였다.

으며 시료 B가 가장 높았고 L이 가장 낮은 값을 보였다. 포도당은 0.00~9.80 g/kg 사이에서 검출되었다. 포도주별로 조성 및 함량이 매우 상이했던 이유는 같은 품종이라도

Table 3. Color and chemical characteristics of grape juices and red wines

Sample type	Sample ID	Country processed (location)	Hunter color values ^a			pH	Total acidity(%)	Ethanol (%)
			L	a	b			
Juice	J1	Korea(Chungbuk)	10.43±0.42 ^b	11.74±0.24	1.13±0.41	3.60±0.00	1.51±0.02	0.001±0.23
	J2	Korea(Kyeonggi)	11.90±0.26	8.94±0.90	5.33±0.68	3.70±0.00	1.62±0.02	0.01±0.01
Wine	A	Korea(Chungbuk)	1.40±0.86	2.94±0.34	0.55±0.30	4.00±0.00	1.47±0.01	11.59±0.07
	B	Korea(Kyungbuk)	3.02±0.67	4.88±0.57	1.91±0.42	3.70±0.00	1.57±0.01	12.75±0.19
	C	Argentina	1.16±0.63	4.17±0.25	-0.88±0.15	3.70±0.00	1.35±0.01	13.41±0.11
	D	Australia	3.32±0.26	4.57±0.41	-9.15±0.63	3.60±0.00	0.99±0.02	12.65±0.12
	E	Chile	1.85±0.36	3.59±0.48	-4.13±0.42	3.80±0.00	1.24±0.01	13.48±0.09
	F	France	2.17±0.21	4.20±0.35	-5.69±0.57	2.90±0.00	1.11±0.02	11.73±0.15
	G	USA	3.04±0.35	4.11±0.44	-7.24±0.64	3.70±0.00	1.14±0.01	12.63±0.11
	H	Argentina	1.80±0.40	3.19±0.25	-5.53±0.40	3.60±0.00	1.33±0.01	13.87±0.11
	I	Chile	3.76±0.55	4.32±0.65	-7.78±0.41	3.70±0.00	1.36±0.01	14.43±0.13
	J	USA	0.87±0.70	4.24±0.52	-2.08±0.28	3.80±0.00	1.19±0.02	13.02±0.12
	K	Italia	3.34±0.09	4.54±0.32	-7.99±0.76	3.60±0.00	1.14±0.01	12.70±0.08
	L	France	1.08±0.62	4.17±0.23	-11.62±0.55	4.00±0.00	1.26±0.01	11.90±0.09
	M	Chile	1.93±0.41	4.50±0.46	-5.49±0.75	3.60±0.00	1.36±0.01	13.88±0.11
	N	Australia	2.20±0.56	4.66±0.60	-5.42±0.65	3.60±0.00	1.26±0.02	13.31±0.12

^aL: black (0) ↔ white (100), a: red (100-0) ↔ green (0~80), b: yellow (70-0) ↔ blue (0~70).

^bEach value presents mean of three observations±standard error.

총산 함량에서 산도는 포도즙이 1.51과 1.62%였으며 포도주의 경우는 0.99~1.57%로 포도즙보다 큰 변이를 보였다. 포도주 내에서는 시료 B가 가장 높았고 I가 가장 낮은 값을 보였다. 이러한 값은 국내외산 포도주의 총산 함량이 0.4~0.8% 범위에서 분포한다는 점에서 Chang 등(27)이 보고한 포도주의 총산 함량과 큰 차이를 보였다. 정확한 원인은 밝혀지지 않았지만 제조연도, 제조과정 등에서 산함량에 대한 품질관리가 상이했기 때문으로 해석된다(22). 그리고 국내외 포도주 사이에서 에탄올 함량은 큰 차이를 보이지 않았다. 포도주의 경우 11.59~14.43%사이로 나타났으며 시료 I가 가장 높았고 A가 가장 낮은 값을 보였다.

포도즙과 포도주의 유리당 함량 분석 결과는 Table 4과 같다. 2종의 포도즙은 과당이 각각 84.17과 89.61 g/kg 나타냈으며, 포도당은 62.46과 70.45 g/kg 함량을 보였다. 두 종류의 유리당과는 달리 자당은 검출 되지 않았다. 이와 같은 현상은 포도 성숙기에 잔류된 자당이 환원당으로 가수분해되어 6탄당의 비율이 높아지기 때문으로 보인다 (23). 이러한 결과는 성숙한 포도에서 자당이 미량(수 g/kg)으로 검출되었다는 보고 (22,24)와 일치하였다.

포도주의 경우, 과당은 0.65~18.14 g/kg 사이에 분포했

Table 4. Content of free sugar of grape juices and red wines

Sample type	Sample ID	Country processed (location)	Free sugar (g/kg)		
			Fructose	Glucose	Sucrose
Juice	J1	Korea(Chungbuk)	84.17±5.83 ^a	70.44±5.02	0.00±0.00
	J2	Korea(Kyeonggi)	89.61±6.54	62.46±4.80	0.00±0.00
	A	Korea(Chungbuk)	0.69±0.00	0.60±0.02	1.09±0.02
	B	Korea(Kyungbuk)	18.14±0.34	2.79±0.07	1.10±0.02
	C	Argentina	3.08±0.09	2.69±0.05	1.47±0.01
	D	Australia	0.88±0.05	1.32±0.02	1.25±0.02
	E	Chile	0.95±0.01	0.55±0.01	1.32±0.01
Wine	F	France	9.16±0.23	9.80±0.16	1.17±0.01
	G	USA	2.91±0.07	3.08±0.03	1.28±0.01
	H	Argentina	1.35±0.01	1.35±0.02	1.10±0.02
	I	Chile	0.85±0.03	0.90±0.02	1.12±0.02
	J	USA	6.49±0.05	7.29±0.03	0.90±0.01
	K	Italia	0.82±0.02	0.56±0.02	1.02±0.02
	L	France	0.65±0.03	0.00±0.00	1.04±0.02
	M	Chile	0.90±0.02	1.09±0.01	1.23±0.01
	N	Australia	0.93±0.03	1.35±0.01	1.41±0.01

^aEach value presents mean of three observations±standard error.

지역의 재배조건에 따라 다르기 때문에 판단된다 (6,22,28). 예를 들어, Cabernet Sauvignon 품종의 경우 국가별로 매우 상이한 값을 나타냈다. 하지만 포도즙과 달리 국내외 포도주에서 자당은 0.897~1.471 g/kg 사이의 값으로 검출되었다. 포도즙과 포도주의 이러한 차이는 두 가지 추정 가능성이 있는 것으로 보인다. 포도주를 발효하는 과정에서 효모가 갖고 있는 sucrase (invertase) 효소에 의해 포도당과 과당이 자당으로 합성되었을 가능성이 있다. 다른 하나는 시료 B를 포함한 과당의 농도가 높았던 시료는 발효 과정에서 과당이나 전화당 등 보충한 것으로 판단된다.

포도즙과 포도주의 레스베라트롤, 퀘세틴 함량분석

포도가 갖는 유용한 생리활성 성분 중 가장 많이 알려진 레스베라트롤과 퀘세틴의 함량 분석 결과는 Table 5와 같다. 레스베라트롤은 포도즙에서 각각 0.221과 0.488 mg/L를 보였고 포도주에서 0.82~4.09 mg/L를 나타냈다. 포도주 시료 F가 가장 높았고 C가 가장 낮은 값을 보였다. 국내외 포도주간에 또는 포도주 제조 품종간에 함량에서의 일정한 경향은 나타나지 않았다. 레스베라트롤 함량이 포도즙에 비해 포도주에서 높게 나타난 것은 포도에 포함된 레스베라트롤이 물에 비해 알콜에 대한 용해도가 높은 특성을 가지고 있기 때문으로 판단된다(8).

Table 5. Resveratrol and quercetin contents of the grape juices and red wines

Sample type	Sample ID	Country processed (location)	Resveratrol (mg/L)	Quercetin (mg/L)
Juice	J1	Korea(Chungbuk)	0.49±0.04 ^a	0.07±0.12
	J2	Korea(Kyeonggi)	0.22±0.08	0.00±0.00
Wine	A	Korea(Chungbuk)	1.72±0.43	1.34±0.15
	B	Korea(Kyungbuk)	1.05±0.15	0.14±0.24
	C	Argentina	0.82±0.13	15.90±0.13
	D	Australia	0.97±0.094	16.50±0.95
	E	Chile	1.17±0.37	14.14±1.19
	F	France	4.09±0.57	10.75±1.18
	G	USA	1.30±0.20	12.13±1.00
	H	Argentina	1.97±0.23	10.90±0.87
	I	Chile	2.96±0.32	36.11±4.39
	J	USA	1.18±0.17	3.83±2.31
	K	Italia	2.76±0.27	16.88±1.33
	L	France	3.41±0.23	18.20±1.11
	M	Chile	2.75±0.25	21.52±1.84
	N	Australia	3.05±0.18	25.07±2.75

^aEach value presents mean of three observations±standard error.

제품 간의 차이는 분석 시료의 퀘세틴의 함량에서도 큰 차이를 보였다. 퀘세틴의 함량은 포도즙에서는 검출되지 않거나 0.07 mg/L의 적은 양을 나타낸 반면 포도주에서는 0.14~36.11 mg/L로 간대적으로 매우 높은 결과를 보였다. 또한 국내산 포도주의 경우 포도품종에 따라 함량의 차이를 보였다. 전체적으로 레스베라트롤과 퀘세틴의 함량은 국내산에 비해 외국산 포도주에 높게 함유되어 있었다. 그러한 경향을 보이는 이유는 명확하지 않다. 국내 포도주와 포도즙을 포함한 시료의 수가 적은 이유도 있겠지만 포도 품종과 제품 생산과정에서의 차이에 기인되는 것으로 판단된다.

예를 들어 포도즙 내 퀘세틴 함량의 경우에서 같은 품종이라도 시료 J2는 전혀 검출되지 않았다. 또한 포도 품종이나 포도주 제조국에 따라 레스베라트롤의 함량에 많은 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 안 등(9)의 결과와도 일치한다. 이는 레스베라트롤과 퀘세틴이 비 생물학적 또는 생물학적 스트레스에 반응하여 여러 종류의 식물에서 생산되는 방어 물질 중의 하나인 점을 고려할 때(2,4-6), 포도품종 및 재배 환경과 재배조건 차이, 포도주 제조 시 제조자의 숙련도, 발효과정 등 여러 가지 환경요인에 의한 것으로 사료된다 (7,24).

포도즙과 포도주의 에피카테킨 함량분석

포도즙과 포도주에 함유된 에피카테킨 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 포도즙의 경우 같은 품종이지만

Table 6. Epicatechin contents of the grape juices and red wines

Sample type	Sample ID	Country processed (location)	Epicatechin(mg/L) ^a			
			EGC	EC	EGCG	ECG
Juice	J1	Korea(Chungbuk)	20.12±13.50 ^b	51.50±3.01	0.50± 0.87	2.68±1.36
	J2	Korea(Kyeonggi)	0.00±0.00	1.77±0.88	2.77± 1.88	19.53±1.13
Wine	A	Korea(Chungbuk)	6.77±1.61	532.51±33.95	0.84± 0.12	6.20±0.37
	B	Korea(Kyungbuk)	58.74±4.67	10.66±1.63	0.64± 0.04	1.51±1.75
	C	Argentina	82.09±9.33	34.86±5.37	1.67±0.93	4.53±0.35
	D	Australia	40.88±6.30	25.25±3.12	2.52±0.25	1.75±0.23
	E	Chile	77.70±8.67	39.93±2.09	1.81±0.12	3.81±0.40
	F	France	98.15±6.89	45.17±6.23	3.68±0.58	17.38±2.31
	G	USA	75.24±7.26	33.24±2.55	2.53±0.48	1.42±0.16
	H	Argentina	84.11±6.19	31.91±4.67	2.69±0.76	8.62±0.72
	I	Chile	66.75±8.53	34.43±4.53	3.62±0.75	10.32±1.17
	J	USA	68.12±7.00	23.06±3.00	2.84±0.49	6.89±0.50
	K	Italia	87.52±7.34	36.28±4.23	10.59±1.33	10.94±1.10
	L	France	110.77±9.01	49.98±6.09	3.51±0.43	1.24±0.80
	M	Chile	78.19±5.29	36.50±5.12	3.16±0.43	6.05±0.52
	N	Australia	63.56±7.22	35.40±4.28	4.91±0.57	0.63±0.12

^aEGC: epigallocatechin, EC: epicatechin, EGCG: epigallocatechin-3-gallate, ECG: epicatechin-3-gallate.

^bEach value presents mean of three observations±standard error.

총 에피카테킨에서 24.07 mg/L과 74.80 mg/L로 큰 차이를 나타냈고 그 조성에서도 완전히 다른 양상을 보였다. 이러한 원인은 내륙(시료 J1)과 해안(시료 J2)에 위치한 재배환경의 차이에도 있을 수 있겠지만 포도즙을 만드는 조건에 의한 차이에 의할 수 있다(8,9). 게다가 에피카테킨은 포도 껍질이나 과육보다 상대적으로 종자에 다량 함유되어 있어 (13,28) 제조 과정에서 종자의 포함 여부도 중요한 요인으로 작용할 수 있을 것으로 판단된다.

포도주에서는 시료 A가 EC 532.51 mg/L를 포함하여 총 에피카테킨도 546.31 mg/L로 가장 높았다. 반면 시료 D는 총 에피카테킨 함량이 67.87 mg/L로 가장 낮은 값을 나타냈다. 전체 포도주에서 EGC와 EC의 함량이 EGCG와 ECG의 함량보다 높게 나타났다. 또한 전체적으로 국내산 포도주의 함량이 외국산에 비해 낮은 경향을 나타냈다. 이러한 원인은 폴리페놀 함량이 포도품종 및 재배환경과 재배조건의 차이, 포도주 제조 시 제조자의 숙련도, 발효과정 등 여러 가지 환경요인에 의한 것으로 사료된다(6,8,9,13,28). 향후 카테킨의 추가 분석 및 비교 검토가 이루어질 예정이다.

본 연구를 통하여 국내외 포도제품간(내)에 이화학적 특성과 폴리페놀화합물의 조성 및 함량에서 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 특히 제품 혹은 품종간 폴리페놀화합물의 조성에서 차이가 있다는 점은 시사하는 바가 매우 크다. 즉, 화합물의 일부가 특정 품종에서 특이적으로 많거나 나타날 경우 제품의 판매전략을 수립하는데 반영될 수 있기 때문이다. 포도제품의 수입이 급격하게 증가하고 미국이나 유럽 등과의 FTA 체결로 인한 국제경쟁이 치열해지고 있는 지금, 본 연구결과는 소비자가 포도제품을 이해하고 포도의 부가가치를 높이는 기초자료가 될 것으로 기대된다. 아울러 국내 품종과 제품에 대한 추가 연구가 지속적으로 필요할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 국내외 주요 포도 가공품인 포도즙과 포도주의 일반분석 및 대표적인 폴리페놀화합물인 레스베라트롤, 퀴세틴 및 카테킨에 대한 함량 분석을 실시하였다. 한국산 포도제품과 외국산과의 색도, pH, 산도, 에탄올 함량 등은 제품, 품종, 제조국가 간에 유의적인 차이가 있었다. 유리당 조성은 포도즙과 포도주 사이에 큰 차이를 보였으며, 포도주 내에서도 통계적으로 유의한 결과를 나타냈다. 레스베라트롤과 퀴세틴 함량에서는 국내산 포도즙 사이에 유의적인 차이를 발견할 수 있었으며 포도주가 포도즙보다 대체로 높은 경향이었다. 에피카테킨 함량 및 조성에서도 제품, 품종, 제조국가 간에 유의적인 차이가 인정되었다. 이러한 결과는 향후 포도 육종가, 재배 농가나 판매자들에

게 유용한 정보가 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업(과제번호 108146-03-1-SB010)의 지원에 의해 수행되었습니다. 또한 산업자원부 지정 영동대학교 바이오지역혁신센터(RIC) 성과활용사업 지원에 의해 일부 수행되었습니다. 이에 감사드립니다. 그리고 시료 전처리 및 분석에 참여해 준 홍성철, 강연희, 최병진, 박경숙, 유광식 연구원께 감사드립니다.

참고문헌

1. Renaud, S., Lorigeril, M. (1992) Wine, alcohol, platelets, and the french paradox for coronary heart disease. *Lancet.*, 339, 1523-1526
2. Lee H.R., Jung B.R., Park J.Y., Hwang I.W., Kim S.K., Choi J.U., Lee S.H., Chung S.K. (2008) Antioxidant activity and total phenolic contents of grape juice products in the korean market. *Korean J. Food Preserv.*, 15, 445-449
3. Demrow, H.S., Slane, P.R., Folts, J.D. (1995) Administration of wine and grape juice inhibits in vivo platelet activity and thrombosis in stenosed canine coronary arteries. *Circulation*, 91, 1182-1188
4. Romero-Pérez, A.I., Lamuela-Raventós, R.M., Andrés-Lacueva, C., de la Torre-Boronat, M.C. (2001) Method for the quantitative extraction of resveratrol and piceid isomers in grape berry skin. Effect of powdery mildew on the stilbene content. *J. Agri. Food Chem.*, 49, 210-215
5. Cho, Y.J., Kim, J.E., Chun, H.S., Kim, C.T., Kim, S.S., Kim, C.J. (2003) Contents of resveratrol in different parts of grapes. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 51, 259-263
6. Kim, H.W., Lee, D.J. (2006) Determination of resveratrol content in grapes and wines. *Korean J. Crop Sci.*, 51, 259-263
7. Pervaiz, S. (2003) Resveratrol: from grapevines to mammalian biology. *The FASEB J.*, 17, 1975-1985
8. Ahn, J.B. (2006) Development of red wine containing high level of trans-resveratrol with domestic grape. *Food Engineering Process*, 10, 226-232
9. Ahn, J.B. (2008) Manufacturing process and food safety of functional food material containing high level of trans-resveratrol with domestic grape and fruit stem.

- Food Engineering Process, 12, 192-197
10. Jones, E., Hughes, R.E. (1982) Quercetin, flavonoids and the life span of mice. *Exp. Gerontol.*, 117, 213-217
 11. Yoo, M.A., Chung, H.K., Kang, M.H. (2004) Optimal extract methods of antioxidant compounds from coat of grape dreg. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36, 134-140
 12. Chun, H.J., Choi, W.H., Baek, S.H., Woo, W.H. (2002) Effect of quercetin on melanogenesis in melan-a melanocyte cells. *Kor. J. Pharmacogn.*, 33, 245-251
 13. Moon, S.O., Lee, J.Y., Kim, E.J., Choi S.W. (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
 14. Babich, H., Krupka, M.E., Nissim, H.A., Zuckerbraun, H.L. (2005) Differential in vitro cytotoxicity of (-)-epicatechin gallate (ECG) to cancer and normal cells from the human oral cavity. *Toxicol. In Vitro*, 19, 231-242
 15. Kim, K.S., Ghim, S.Y., Seu, Y.B., Song, B.H. (1999) High level of trans-resveratrol, a natural anti-cancer agent, found in korean Noul red wine. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 9, 691-693
 16. Wang, Y., Catana, F., Yang, Y., Roderick, R., van Breemen, R.B. (2002) Analysis of resveratrol in grape products, cranberry juice and wine using liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 431-435
 17. Kim, D.J., Kim, S.K., Kim, M.H., Lee, H.B., Lee, J.S. (2003) Analysis of trans-resveratrol contents of grape and grape products consumed in korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 764-768
 18. Shin, H.J., Kang, B.S., Ahn, J.B., Kim, B.H. (2007) Isolation and purification of resveratrol from a grape twig. *Korean J. Biothechnol. Bioeng.*, 22, 351-355
 19. Heo, J.C., Woo, S.U., Kweon, M.A., Kim, B.B., Lee, S.H. (2007) Analysis of immunomodulating activities in methanol extracts from several kinds of grapes. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 419-424
 20. Schlachterman, A., Valle, K.M., Azios, N.G., Castillo, L., Morell, L., Washington, A. V., Cubano, L.A., Dharmawardhane, S.F. (2008) Combined resveratrol, quercetin, and catechin treatment reduces breast tumor growth in a nude mouse model. *Translational Oncology*, 1, 19-27
 21. Meyer, A.S., Heinonen, M., Frankel, E.N. (1998) Antioxidant interactions of catechin, cyanidin, caffeic acid, quercetin and ellagic acid on human LDL oxidation. *Food Chemistry*, 61, 71-75
 22. Kim, J.S., Kim, S.H., Lee, W.K., Pyun, J.Y., Yook, C. (1999) Effects of heat treatment on yield and quality of grape juice. *J. Food Sci. Technol.*, 31, 1397-1400
 23. Matsumoto, K., KIM, B-K., Oahn, V.T.K., Seo, J-H., Yoon, H-K., Park, M-K., Hwang, Y-S., Chun, J-P. (2007) Comparison of sugar compositions and quality parameters during berry ripening between grape cultivars. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 25, 230-234
 24. Aron, P.M., Kennedy, J.A. (2007) Compositional investigation of phenolic polymers isolated from *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir during fermentation. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 5670-5680
 25. Park, W.M., Park, H.G., Rhee, S.J., Lee, C.H., Yoon, K.E. (2002) Suitability of domestic grape, cultivar campbell's early for production of red wine. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 590-596
 26. Coombe, B. G. (1992) Research on development and ripening of grape berry. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 43, 101-110
 27. Chang, E.H., Jeong, S.T., Park, K.S., Yun, H.K., Roh, J.H., Jang, H.I., Choi, J.U. (2008) Characteristics of domestics and imported red wines. *Korean J. Food Preserv.*, 15, 203-208
 28. Lacopini, P., Baldi, M., Storchi, P., Sebastiani, L. (2008) Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: content in vitro antioxidant activity and interaction. *J. of Food Composition and analysis*, 21, 589-598

(접수 2009년 5월 18일, 채택 2009년 10월 1일)