

수확 시기가 포도 과신품질 및 페놀계 화합물 함량에 미치는 영향

이석호^{1*}, 김선국¹, 홍의연¹, 전성호², 손인창³, 김대일⁴

¹충청북도농업기술원 포도연구소, ²경북 영천시 농업기술센터,
³국립원예특작과학원 온난화대응농업연구센터, ⁴충북대학교 원예과학과

Effect of Harvest Time on the Several Phenolic Compounds and Fruit Quality of Grape Cultivars

Seok-Ho Lee^{1*}, Sun-Kook Kim¹, Eui-Yon Hong¹, Sung-Ho Chun², In-Chang Son³ and Dae-Il Kim⁴

¹Grape Research Institute, Chungbuk Agricultural Research & Extension Services, Okcheon 373-881, Korea

²Yeongcheon Agricultural Technology & Extension Center, Yeongcheon 770-270, Korea

³Agricultural Research Center for Climate Change, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Jeju 690-150, Korea

⁴Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract - This study was accomplished to investigate the effect of harvest time on the contents of polyphenolic compounds such as epicatechin, catechin, resveratrol and quercetin in grapes (*Vitis* spp.). The soluble solids contents were increased with harvest time delay, while the titratable acidity continuously decreased in all cultivars. Brightness (L) was higher in 'Campbell Early' and 'Shigyoku', Hunter a value was high in 'Shigyoku' which was harvested later. Hunter b value seemed to be different in 'Shigyoku' depending on harvesting time. The contents of EC which was extracted 'Campbell Early', 'Shigyoku' and 'M.B.A' were higher late harvest time than early harvest time, respectively, In 'Shigyoku' which requires the direct light, the contents of EGC and EC showed distinct differences depending on harvesting time. The compositions of epicatechin were different depending on cultivars. The contents of catechin and resveratrol were higher in 'Campbell Early' and 'M.B.A' which were harvested later, but 'Shigyoku' which was harvested earlier. The contents of quercetin was higher in 'Campbell Early' which was harvested earlier, but 'Shigyoku' and 'M.B.A' which were harvested later. In comparison with 'Shigyoku' and 'M.B.A', catechin and resveratrol contents were seen to be higher in 'Campbell Early' irrespective of harvesting time.

Key words - Anthocyanin, Catechin, Epicatechin, Grape, Quercetin, Resveratrol

서 언

포도에는 안토시아닌(anthocyanin), 프로시아니딘(procyanidin), 카테킨(catechin), 퀘세틴(quercetin), 레스베라트롤(resveratrol) 등 우리 몸에 이로운 폴리페놀(polyphenol) 성분이 풍부하게 존재하기 때문에 이에 대한 생물학적 효능 연구가 이루어지고 있다(Renaud & Lorgèril, 1992). 페놀계 화합물 중 항산화성이 우수한 레스베라트롤(resveratrol)이 동맥경화성 환자의 원인이 되는 low density lipoprotein(LDL) 산화변성을 억제하는 작용(Frankel *et al.*, 1993), 발암억제 효과(Jang *et al.*, 1997), 연명

효과(Baur *et al.*, 2006) 등이 밝혀지면서 건강 기능성 성분이 주목받고 있다.

그동안 과실 중의 레스베라트롤을 증가시키기 위한 연구가 진행되었는데, 거봉에 자외선 조사로, 아키퀸은 착과부위에 광량이 많을수록, 아키퀸 및 M.B.A는 수확기 봉지 제거가, 거봉 및 M.B.A는 수확기 지연 등이 레스베라트롤 함량을 유의하게 증가시켰다고 보고하였으며(Nishikawa *et al.*, 2011), 자외선 조사가 포도 과피 중의 레스베라트롤을 증가시켜다고 하였고(Takayanagi *et al.*, 2004), 국내재배 주요 포도의 폴리페놀 함량을 분석한 결과, 전체적으로 카테킨과 에피카테킨 함량이 레스베라트롤과 퀘세틴보다 높게 검출되었으며, 과피색이 검은

*교신저자(E-mail) : seokho@korea.kr

© 본 학회지의 저작권은 (사)한국자원식물학회지에 있으며, 이의 무단전제나 복제를 금합니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

품종에서 높게 검출되었다고 보고한 바 있으며(Chang *et al.*, 2011), aluminum chloride (AlCl₃)의 유인제 처리에 의한 레스베라트롤 함량 증가를 연구하였다(Chun, 2003). 한편, 포도주의 레스베라트롤 함량은 발효과정 중 포도 과피가 존재하는 시간과 상관이 있으며, 레드 와인은 과피가 제거되는 화이트 와인보다 레스베라트롤 함량이 높다는 보고가 있다(Orea *et al.*, 2001).

따라서 본 연구에서는 우리나라 대표 품종인 조생종은 캠벨얼리, 중생종은 자옥, 만생종은 MBA 품종을 대상으로 수확 시기에 따른 과실품질 및 페놀계 화합물 함량 변화에 미치는 영향을 조사하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 충청북도농업기술원 포도연구소 포장에서 2009년부터 2010까지 연구를 수행하였다. 수확 시기에 따른 페놀 화합물 연구를 위하여 무대재배한 조생종은 캠벨얼리, 중생종은 자옥, 만생종은 MBA 품종을 적숙기보다 10일 먼저 수확한 조기와 10일 늦게 수확한 만기로 나누어 10송이를 3반복하여 과실의 중간부분을 분석하였다.

과실특성은 농업과학기술연구조사분석기준(RDA, 2003)에 의하여 조사하였으며, 당도는 디지털당도계(PR-32, Atago, Japan)로, 산함량은 과즙 10 mL에 증류수 40 mL로 희석한 후, 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.1까지 적정하여 주석산(tartaric acid)의 함량으로 환산하였다. 과실의 착색은 송이의 중간부분을 색차색도계(CR200, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter Value (L, a, b)값을 측정하였다. 과피 중 안토시아닌 함량은 cork borer (5 mm \varnothing)를 이용, 과립의 적도면에서 10개의 과피 절편을 채취하여 0.1N HCl-100% EtOH (15:85, V/V)용액에 침지하여 냉암소에서 24시간 보관한 후 spectrophotometer (UV-2501 PC, Shimadzu, Japan)로 535 nm에서 흡광도를 측정하여, Fuleki & Francis (1968a, 1968b)의 방법으로 총 안토시아닌 함량을 계산하였다.

페놀 화합물 분석은 Cho (2003) 등이 실시한 방법을 변형하여 분석하였다. 과방을 상중하로 나누어 과립 100g을 분리하여 분쇄한 다음 동결건조기(PVTFD 100R, Ilshin Lab, Korea)로 건조하여 시료를 준비하였다. 분쇄된 시료에 80% ethanol 200 mL을 가한 다음 water bath에서 초음파를 이용하여 40 $^{\circ}$ C에서 1시간 추출하였다. 여과지(Whatman paper No. 1, 3)를 이용, 추출액을 2회 여과하고 냉장 보관하여 침전시킨 다음 침전물을 다시

여과하였다. 여과된 추출물에서 에탄올 제거를 위해 감압농축기로 40 $^{\circ}$ C에서 감압 농축하였고, 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, 물 층의 엽록소를 제거하기 위하여 물 층에 ethylacetate 100 mL를 혼합하여 n-hexane 분액 과정과 동일하게 분액을 실시하였다. 분액된 ethylacetate층을 40 $^{\circ}$ C에서 감압 농축기를 이용하여 분말상태까지 농축시켰다. 농축된 시료의 무게를 측정하고 용매 2 mL (50% Dimethylsulfoxide)를 가하여 녹인 다음, 최종시료는 HPLC용 실린지 필터를 이용(0.45 μ m)하여 여과 후 레스베라트롤, 퀘세틴, 카테킨을 동시에 정량분석 하였다. 분석 및 표준 용매 사용과 분석 방법은 Chang *et al.* (2009)의 방법으로 실시하였다. 레스베라트롤(trans-resveratrol), 퀘세틴, 카테킨 분석에는 GROM-SIL 120 ODS-5 ST, 250 mm * 4.6 mm 5 μ m 컬럼(GROM, Milford, MA, USA)을 사용하여 PDA detector (Waters 2996, Waters Inc., MA USA)를 장착한 HPLC (Waters2695 Separations Module, Milford, MA, USA)를 장착한 HPLC (Waters 2695 Separations Module, Waters, USA)를 사용하였다. 분석용매는 acetonitril (0.05% trifluoroacetic acid)과 증류수를 사용하여 gradient 조건으로, flow rate 0.7 mL/min, injection volume은 10 μ L를 사용하였다. PDA detector를 사용하여 trans-resveratrol은 306 nm, quercetin은 360 nm, 카테킨과 에피카테킨 4종((-)-epicatechin (EC), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-)-epigallocatechin gallate(EGCG), (-)-epigallocatechin (ECG))은 280 nm의 흡광도에서 정량분석 하였다. 분석에 사용된 표준물질은 Sigma-Aldrich사 (Sigma-Aldrich, Seinhelm, Germany)의 HPLC용 특급시약을 사용하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(version 6.12, SAS Institute, Cary, NC)을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

수확 시기에 따른 포도의 과실특성

수확 시기에 따른 품종별 과실특성은 Table 1과 같다. 수확 시기에 따른 과실의 특성은 조생종 캠벨얼리, 중생종 자옥, 만생종 M.B.A 품종에 관계없이 조기 수확구보다 만기 수확구에서 과방중과 과방장은 커졌으며, 과방폭과 과립수는 차이가 없었고, 과립중은 캠벨얼리 품종에서 차이가 큰데 이는 만숙에 따른

Table 1. Fruit characteristics of grape cultivars at harvest time

Cultivars	Harvest time	Cluster wt.(g)	Cluster length (cm)	Cluster width (cm)	Berry wt. (g)	No. of berries/cluster
Campbell	early	277.9 ± 58.4 ^z	168.2 ± 25.3	86.8 ± 7.3	4.50 ± 0.46	61.9 ± 11.7
	late	390.2 ± 44.7	184.6 ± 9.1	85.0 ± 6.0	5.80 ± 0.41	65.8 ± 11.8
Shigyoku	early	327.6 ± 37.1	159.0 ± 11.2	94.4 ± 16.0	9.52 ± 1.47	32.2 ± 5.6
	late	364.0 ± 65.7	169.2 ± 10.4	101.8 ± 9.7	9.48 ± 2.15	39.4 ± 11.3
MBA	early	652.8 ± 156.2	209.6 ± 18.5	118.0 ± 13.3	5.52 ± 0.64	115.8 ± 45.4
	late	678.4 ± 105.4	218.3 ± 16.7	117.0 ± 15.3	5.64 ± 0.61	114.8 ± 42.5

^zMeans ± standard error from triplicates, and each replicates represents the mean of 10 observations.

Table 2. Fruit quality of grape cultivars at harvest time

Cultivars	Harvest time	Soluble solids (°Bx)	Acidity (%)	Hunter's value ^z			Anthocyanin (mg·L ⁻¹)
				L	a	b	
Campbell	early	15.0 ± 0.7 ^y	0.21 ± 0.02	24.2 ± 0.9	0.1 ± 0.3	0.5 ± 0.3	2.8 ± 0.4
	late	18.5 ± 0.7	0.17 ± 0.05	24.4 ± 0.6	1.3 ± 0.5	0.2 ± 0.3	4.0 ± 0.2
Shigyoku	early	18.5 ± 1.4	0.46 ± 0.01	25.3 ± 0.8	2.6 ± 0.8	-0.3 ± 0.2	2.2 ± 0.8
	late	18.3 ± 1.0	0.42 ± 0.03	23.5 ± 0.6	4.7 ± 0.7	0.7 ± 0.3	2.4 ± 0.6
MBA	early	21.5 ± 0.4	0.49 ± 0.08	24.8 ± 0.9	0.6 ± 0.4	0.0 ± 0.3	6.6 ± 0.3
	late	22.4 ± 0.5	0.45 ± 0.05	24.6 ± 1.0	0.6 ± 0.5	0.1 ± 0.5	6.7 ± 0.4

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

^yMeans ± standard error from triplicates, and each replicates value represents the mean of 10 observations.

품종 특성으로 생각된다. 전반적으로 만숙 수확구에서 과실특성이 향상되었다.

수확 시기에 따른 포도의 과실품질

수확 시기에 따른 품종별 과실품질은 Table 2과 같다. 캠벨얼리에서 당도는 조기 수확구에 낮고 만기 수확구에서 높았으며, 산도는 만기 수확구에서 낮아 착색 선행의 조생종 포도의 특성을 보였다. 자옥과 MBA 품종에서는 당도는 조기 수확구와 만기 수확구 간에는 차이가 없었고, 산도는 만기 수확구에서 낮아 중만생 포도의 특성을 보였다.

착색도 중 명도(L)는 캠벨얼리와 자옥 품종에서 만기 수확구에서 높았고, 만생종인 MBA 품종에서는 차이가 없었다. 적색도(a)는 직광착색형 포도인 자옥에서 만기 수확구에서 높았으며 산광착색형 포도인 캠벨얼리와 중광착색형인 MBA 품종은 조기 및 만기 수확구의 차이가 적었다. 이는 포도 광선과 착색 차이를 구분한 Park (2013)의 보고와 일치한다. 황색도(b)는 자옥 품종에서 조기 수확구와 만기 수확구 간에 큰 차이를 보였고, 캠벨얼리와 MBA 품종에서는 차이가 없었다.

안토시아닌은 캠벨얼리 품종에서 조기 수확구와 만기 수확구에서 큰 차이를 보였으며, 자옥과 MBA 품종에서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, MBA 품종에서 안토시아닌 함량이 높았다.

과실품질은 수확시기에 상관없이 만기 수확구에서 당도는 높고 산도는 낮았다. 명도(L)는 캠벨얼리와 자옥 품종에서 적색도(a)는 자옥 품종에서 만기 수확구에서 높았으며, 황색도(b)는 자옥 품종에서 수확시기에 따라 높은 차이를 보였다. Lee *et al.* (2013)의 착과량 조절 연구에 의하면 피오네 품종에서 수확시 50립/송이 적절한 착과량일 때 안토시아닌 함량이 높았으며, 착색도 중 명도(L)는 유의하게 낮았으며, 적색도(a)는 다른 처리구와의 유의성이 인정되었다고 하며 재배조건 차이에 따른 품질 변화를 보고하였다. 자옥 품종을 가지고 환상박피 시험한 결과에서도 경핵기 박피에 의한 탄수화물 축적량 변화로 착색도와 안토시아닌 함량이 달라진다는 Lee *et al.* (2010)의 보고와 일치한다.

수확 시기에 따른 과실의 에피카테킨 함량

수확 시기에 따른 과실의 에피카테킨 함량은 Table 3과 같다. 에피카테킨 함량 중 캠벨얼리 품종은 조기 수확구에서 EGC

Table 3. Contents of epicatechin of grape cultivars at harvest time

Cultivars	Harvest time	Epicatechin(mg·kg ⁻¹) ^z			
		EGC	EC	EGCG	ECG
Campbell Early	early	9.99 ± 1.46 ^y	13.49 ± 8.62	0.75 ± 0.05	ND ^x
	late	3.28 ± 2.88	88.55 ± 33.91	0.29 ± 0.51	ND
Shigyoku	early	15.79 ± 1.08	3.33 ± 0.30	ND	0.53 ± 0.23
	late	35.01 ± 23.24	95.26 ± 6.24	ND	0.36 ± 0.35
MBA	early	ND	41.61 ± 11.57	ND	ND
	late	ND	44.64 ± 8.75	ND	ND

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

^yMeans ± standard error from triplicates, and each replicates represents the mean of 10 observations.

^xND : not detected.

Table 4. Contents of catechin, resverastrol, and quercetin of grape cultivars at harvest time

Cultivars	Harvest time	Catechin (mg·kg ⁻¹)	Resveratrol (mg·kg ⁻¹)	Quercetin (mg·kg ⁻¹)
Campbell Early	early	60.44 ± 2.76 ^z	3.56 ± 0.67	1.61 ± 0.07
	late	214.02 ± 37.63	9.77 ± 5.76	0.51 ± 0.10
Shigyoku	early	45.37 ± 5.71	1.43 ± 0.09	0.07 ± 0.02
	late	40.48 ± 14.56	1.14 ± 0.03	1.58 ± 0.14
MBA	early	45.75 ± 10.56	3.77 ± 0.30	0.62 ± 0.30
	late	64.24 ± 5.41	4.75 ± 0.35	0.78 ± 0.41

^zMeans ± standard error from triplicates, and each replicates represents the mean of 10 observations.

9.99 mg·kg⁻¹, EGCG 0.75 mg·kg⁻¹을, 만기 수확구에서 EC 88.55 mg·kg⁻¹을 많이 함유하고 있으며, ECG는 분석되지 않았다. 자옥 품종은 만기 수확구에서 EGC 35.01 mg·kg⁻¹, EC 95.26 mg·kg⁻¹을, 조기 수확구에서 ECG 0.53 mg·kg⁻¹을 많이 함유하고 있으며, EGCG는 분석되지 않았다. MBA 품종은 만기 수확구에서 EC 44.64 mg·kg⁻¹을 함유하고 있으나 조기 수확구와 큰 차이가 없었으며, EGC, EGCG, ECG는 검출되지 않았다.

수확시기에 따른 에피카테킨 함량 중 EC는 모두 만기 수확구에서 높았으며, 직광착색형 자옥 포도에서 EGC와, EC가 수확시기에 따라 함량 차이가 크며, 조생종 캠벨얼리, 중생종 자옥, 만생종 M.B.A 품종에 따라 에피카테킨 조성이 다름을 알 수 있었다. Chang *et al.* (2011)의 보고에 의하면 에피카테킨 유도체 중 EGC와 EC는 대부분의 품종에서 검출되지만 EGCG, ECG는 일부 흑색계통에 존재하지 않거나 아주 미량으로 존재하여 분석시기로는 검출되지 않는다고 한다. 또한, 포도 신초 앞에서 건조방법과 품종별로 분석한 결과 카테킨과 에피카테킨의 EGC와 EC 함량은 큰 차이를 보였으나, EGCG는 품종간 건조방법에 따라 차이가 크지 않았다고 보고하였다(Chang *et al.*, 2009).

수확 시기에 따른 과실의 카테킨, 레스베라스톨, 퀴세틴 함량

수확 시기에 따른 과실의 카테킨, 레스베라스톨, 퀴세틴 함량은 Table 4와 같다. 캠벨얼리 품종은 만기 수확구에서의 카테킨은 214.02 mg·kg⁻¹을, 레스베라스톨은 9.77 mg·kg⁻¹을, 퀴세틴 함량은 조기수확구에서 1.64 mg·kg⁻¹이 높은 것으로 분석되었으며, 자옥의 조기 수확구에서 카테킨은 45.37 mg·kg⁻¹을, 레스베라스톨은 1.43 mg·kg⁻¹을, 퀴세틴 함량은 만기 수확구에서 1.58 mg·kg⁻¹이 높은 것으로 분석되었으며, MBA 품종은 모두 만기 수확구에서 카테킨은 64.24 mg·kg⁻¹을, 레스베라스톨은 4.75 mg·kg⁻¹을, 퀴세틴은 0.78 mg·kg⁻¹이 높은 것으로 분석되었다.

이상의 결과로서 캠벨얼리는 카테킨, 레스베라스톨은 만기 수확구에서 퀴세틴은 조기 수확구 높았고, 자옥은 카테킨, 레스베라스톨은 조기 수확구에서 퀴세틴 함량 만기 수확구에서 높았다. MBA에서는 카테킨, 레스베라스톨, 퀴세틴 함량 모두 만기 수확구에 높았다. 품종별로는 캠벨얼리 품종이 수확시기와 관계없이 자옥과 MBA 품종에 비하여 카테킨과 레스베라스톨이 높았다. 또한 카테킨과 에피카테킨이 레스베라스톨과 퀴세틴

에 비하여 상대적으로 높은 함량을 보였는데, 이러한 결과는 Chang *et al.* (2011)의 보고와 일치하였다.

Nishikawa *et al.* (2011)은 수확 후 거봉은 과실에 UV-C조사로, 아키퀸은 광량자속밀도 $24\sim 80\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 치리는 레스베라트롤 함량을 증가시키는데 유의하다고 하였다. 또한, 퀴세틴은 카테킨과 에피카테킨 유도체에 비해 매우 적은 양이 검출되었다는 결과는 Lacopini *et al.* (2011)의 보고와도 일치하였다. 또한, 레스베라트롤은 품종 고유의 특성 뿐만 아니라 재배 조건 특히 병해관리와 수광량의 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있다(Chreasy and Coffee, 1988). Chang *et al.* (2009)의 보고에 의하면 레스베라트롤은 포도의 과피, 과육보다는 과경과 잎에 많이 분포된 관계로 이를 과실로 옮기거나 과경이나 잎을 활용하는 방안을 강구해야 한다고 했다. 포도에서 카테킨, 레스베라트롤 등과 같은 주요 항산화 성분은 가식부위 중 과피에 주로 함유되어 있는 것으로 보고되고 있다(Cho *et al.*, 2003). 폴리페놀 함량이 포도 품종, 재배환경과 재배조건의 차이 등 여러 환경요인에 의해 달라진다(Nishikawa *et al.*, 2011)는 것을 고려하더라도 성분별 차이는 상이한 유전적 배경에 의한 것으로 품종 고유의 특성으로 판단된다. 품종별로는 캠벨얼리 품종이 수확시기와 관계없이 자옥과 MBA 품종에 비하여 카테킨과 레스베라트롤이 높았다. 이는 성숙기 과피 내의 레스베라트롤 함량을 비교한 결과 델라웨어, 캠벨얼리, 거봉 순으로 높았고 자옥과 레드 그로브에서 낮았다는 Chun (2003)의 보고와 일치한다.

적 요

본 연구에서는 수확시기에 따른 과실품질과 폴리페놀화합물인 에피카테킨, 카테킨, 레스베라트롤, 퀴세틴 함량에 미치는 영향을 구명하고자 본 연구를 실시하였다. 포도의 특성과 품질은 수확 시기에 관계없이 만기 수확구에서 과실특성이 향상되었고, 당도는 높고 산도는 낮았다. 명도(L)는 ‘캠벨얼리’와 ‘자옥’에서 적색도(a)는 ‘자옥’에서 만기 수확구에서 높았으며, 황색도(b)는 ‘자옥’에서 수확시기에 따라 높은 차이를 보였다. 에피카테킨 중 EC는 모두 만기 수확구에서 높았으며, ‘자옥’ 품종은 EGC와, EC가 수확시기에 따라 함량 차이가 뚜렷하였으며, 품종에 따라 에피카테킨 조성이 달랐다. 카테킨, 레스베라트롤은 ‘캠벨얼리’와 ‘M.B.A’는 만기 수확구에서, ‘자옥’은 조기 수확구에서 높았으며, 퀴세틴은 ‘캠벨얼리’는 조기 수확구에서 ‘자옥’과 ‘M.B.A’는 만기 수확구에 높았다. 품종별로는 ‘캠벨얼리’가 수확시기와 관계없이 ‘자옥’과 ‘M.B.A’에 비하여 카테킨과 레

스베라트롤이 높았다.

References

- Baur, J.A., K.J. Pearson, N.L. Price, H.A. Jamieson, C. Lerin, A. Kalra, V.V. Prabhu, J.S. Allard, G. Lopez-Lluch, K. Lewis. P.J. Pistell, S. Poosala, K.G. Becker, O. Boss, D. Gwinn, M. Wang, S. Ramaswamy, K.W. Fishbein, R.G. Spencer, E.G. Lakatta, D.L. Couteur, R.J. Shaw, P. Navas, P. Puigserver, D.K. Ingram, R. de Cabo and D.A. Sinclair. 2006. Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. *Nature* 444:337-342.
- Chang, S.W., H.J. Kim, J.H. Song, K.Y. Lee, I.H. Kim and Y.T. Rho. 2011. Determination of several phenolic compounds in cultivars of grape in Korea. *Korean J. Food Preserv.* 18:328-334.
- Chang, S.W., J.H. Song, N.S. Shin, K.Y. Lee and Y.T. Rho. 2009. Determination of major phenolic compounds of grape juice and wine of different geographic origins. *Korean J. Food Preserv.* 16:747-753.
- Cho, Y.J., J.E. Kim, H.S. Chun, C.T. Kim, S.S. Kim and C.J. Kim. 2003. Contents of resveratrol in different parts of grapes. *Korea J. Food Sci. Technol.* 35:306-308.
- Chreasy, L. and M. Coffee. 1988. Phytoalexin production potential of grape berries. *J. Am. Hort. Sci.* 113:230-234.
- Chun, S.H. 2003. Factors affecting resveratrol content in Campbell Early grapes (*Vitis* spp). Ph.D Thesis, Chungbuk University, Korea.
- Frankel, E.N., A.L. Waterhouse and J.E. Kinsella. 1993. Inhibition of human LDL oxidation by resveratrol. *Lancet* 341:1103-1104.
- Fuleki, T. and F.J. Francis. 1968a. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J. Food Sci.* 33:72-77.
- Fuleki, T. and F.J. Francis. 1968b. Quantitative methods for anthocyanins. 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice in cranberries. *J. Food Sci.* 33:78-83.
- Jang, M.L., G.O. Cai, K. Udeani, V. Slowing, C.F. Thomas, C.W.W. Beecher, H.H.S. Fong, N.R. Farnsworth, A.D. Kinghorn, R.G. Mehta, R.C. Moon and J.M. Pezzuto. 1997. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Science* 275:218-220.
- Lacopini, P., M. Baldi, P. Storchi and I. Sebastiani. 2008. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resverastrol in red

- grape: content *in vitro* antioxidant activity and interactions. J. Food Comp. Anal. 21:589-598.
- Lee, S.H., J.W. Lee, Y.S. Lee, S.K. Kim, K.E. Hong, H.H. Kim and D.I. Kim. 2013. Effect of fruit load control and GA₃ thidiazuron and forchlorfenuron application on the fruit quality in Pione grapes. Korean J. Intl. Agri. 25:177-183.
- Lee, S.H., J.W. Lee, H.J. Kim, Y.H. Kim, K.Y. Lee, U.D. Shin and H.H. Kim. 2010. Effect of girdling on the fruit quality and harvest date of the Shigyoku grapes. J. Korean Plant Res. 23:228-232.
- Nishikawa, Y., S. Tomimori, K. Wada and H. Kondo. 2011. Effect of cultivation practices on resveratrol content in grape berry skins. Hort. Res. Japan 10:249-253.
- Orea, J.M., C. Montero, J.B. Jimenez and A.G. Urena. 2001. Analysis of trans-resveratrol by laser desorption coupled with resonant ionization spectrometry. Application to trans-resveratrol content in vine leaves and grape skin. Anal. Chem. 73:5921-5929.
- Park, J.S. 2013. Growing process and technology of grapes. Industry & Academy Collaboration Group for Chungbuk Grapes. Acastle. pp. 92-93.
- Renaud, S. and M. de Lorgeril. 1992. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. Lancet 339:1523-1526.
- Rural Development Administration (RDA). 2003. Analysis standard of agricultural test and research. RDA. pp. 527-531.
- Takayanagi, T., T. Okuda, Y. Mine and K. Yokotsuka. 2004. Induction of resveratrol biosynthesis in skins of three grape cultivars by ultraviolet irradiation. J. Japan Soc. Hort. Sci. 73:193-1990.

(Received 19 November 2013 ; Revised 20 December 2013 ; Accepted 21 March 2014)