

## 시판 포도 주스의 항산화 활성 및 총 페놀 함량

이혜련 · 정보라 · 박주영 · 황인욱 · 김숙경 · 최종욱 · 이상한 · 정신교<sup>†</sup>  
경북대학교 생명식품공학부

### Antioxidant Activity and Total Phenolic Contents of Grape Juice Products in the Korean Market

Hye-Ryun Lee, Bo-Ra Jung, Joo-Young Park, In-Wook Hwang, Suk-Kyung Kim,  
Jong-Uck Choi, Sang-Han Lee and Shin-Kyo Chung<sup>†</sup>  
Faculty of Life and Food Sciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

#### Abstract

The total phenolic content and antioxidant activities of grape and fruit juice products in the Korean market were examined. The total phenolic content was measured by the Folin-Ciocalteu method, and antioxidant activities were evaluated by FRAP and DPPH assays. The total phenolic content of the grape juice products were within the range 57.95~205.64 mg/L. Orange juice had the strongest antioxidant activity, apple juice the weakest, and grape juice was intermediate. Grape juice products exhibited a wide range of antioxidant activities. Especially, GU4, GU5, and GU9 exhibited about 80% of the DPPH radical scavenging activities, similar to the antioxidant activities by the FRAP assay. The antioxidant activities by FRAP and DPPH assays were well correlated with the total phenolic content of grape juice products (> 0.97).

**Key words :** grape juice, total phenolic content, antioxidant activity, FRAP

#### 서 론

현재 소비자들은 건강에 대한 의식이 높아지고 있으며, 그에 따라 음료시장의 트렌드가 건강 기능성의 고부가 상품으로 빠르게 변화하고 있다. 이처럼 건강지향적인 소비패턴이 정착하면서 종래의 탄산음료보다는 각종 유용성분이 많이 함유되어 있는 주스류의 음료가 각광을 받고 있다. 한편, 포도 및 포도 가공품, 주스 및 와인 등은 생체 내외의 각종 환경적 요인에 의하여 생성되는 유리 산소 라디칼을 포획하여 생체 성분의 산화를 방지하므로 당뇨, 동맥경화 등의 성인병과 여러 부위의 암 등을 예방하는 효과를 가진다(1,2). 포도의 생체 성분의 산화를 방지하는 원인 물질은 페놀성 화합물인 proanthocyanidin, resveratrol 등으로 알려져 있다. 이러한 포도 제품의 높은 항산화 활성은 육류의 소비가 많은 프랑스인들이 미국인들에 비하여 심장 관련

질환의 발병률이 현저히 낮은 역학조사 결과에 의하여 'French paradox'로 알려지게 되었다(3). 따라서 전 세계적으로 최근 들어 와인을 비롯한 포도 가공품의 소비가 건강 및 장수 지향적 측면에서 증가하고 있다. 국내에서도 이러한 연구가 최근 들어서 시작되고 있다. Kim과 Park 등(4,5)은 포도 주스의 섭취에 따라 흡연자의 자유 라디칼 생성 및 억제에 미치는 영향과 DNA 손상 개선에 관하여 보고한 바 있다. 또한 시판되고 있는 포도 주스와 포도주를 대상으로 resveratrol 함량을 분석하여 보고한 연구도 있다(6). 또한 Keevel 등(7)은 포도주스의 섭취가 건강한 성인의 혈소판 응집활성을 저해함을 보고하였으며, Vinson 등(8)은 건강한 성인에게 포도주스를 1 주일간 섭취시켰을 때 LDL 산화를 지연시킨다고 보고하였다. 그리고 O'Byrne 등(9)은 관상 심장 질환자에게 14 주 동안 포도주스를 먹었을 때 LDL 산화를 지연시켰고, 포도주스 섭취는 잠재적으로 내피세포 기능을 향상시키고, LDL 산화를 막아 심장질환 위험을 감소시킨다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 과일 주

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : kchung@mail.knu.ac.kr,  
Phone : 82-53-950-5778, Fax : 82-53-950-6772

스 종, 포도 주스 종의 총 페놀 함량 분석(10)과 항산화 활성을 free radical 포착법인 DPPH ( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl) 방법(11), 산화 환원법인 FRAP (ferric ion reducing antioxidant power) 방법(12)에 의하여 측정하고 비교 분석하였다. 또한 총 페놀 함량과 항산화활성능력 사이에 연관성을 알아보았다. 그리고 포도주스의 항산화활성 능력이 타 과일 주스에 비해 높은 지를 판단해보고, 기능성 식품으로서 포도주스의 향후 개발 가능성에 대해 검토해보았다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 실험에 사용된 사과 주스, 오렌지 주스, 자몽 주스, 파인애플 주스, 청포도 주스와 10종의 포도 주스는 과즙 원액 100% 제품을, 대구 지역에서 2006년 4월경에 구입하여 냉장 보관하면서 실험 시료로 사용하였다.

### 총 페놀 함량 분석

총 페놀의 함량은 Folin-Ciocalteu 법(10)에 의하여 측정하였다. 시료 100  $\mu$ L에 2 N folin-ciocalteu's 시약 50  $\mu$ L를 가하여 발색시키고, 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  300  $\mu$ L를 가하여 15분 동안 실온에서 방치시켰다. 그리고 방치 후 1 mL 증류수를 넣은 다음 UV/Vis spectrophotometer (UV/Vis 1601 PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 725 nm에서 측정하였다. 매 측정 시에 gallic acid를 이용하여 얻은 검량곡선에서 시료의 총 페놀의 함량을 구하였다.

### DPPH radical 소거 활성 측정

Kang 등의 방법(11)에 의해 시료 100  $\mu$ L와 DPPH를 메탄올에 100  $\mu$ M의 농도로 녹인 DPPH 용액 900  $\mu$ L를 넣고 혼합하여 암실에서 30분간 방치한 다음 UV/Vis spectrophotometer (UV/Vis 1601 PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대조군으로는 gallic acid, trolox를 사용하였다. 그리고 DPPH radical 소거활성은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무처리구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### FRAP에 의한 항산화 활성 측정

FRAP 방법은 Benzie 등(12)의 방법을 변용하여 실험에 이용하였다. Sodium acetate와 acetic acid를 이용하여 acetate buffer (pH 3.6, 23 mM)를 만들었다. 그리고 40 mM HCl과 TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine)를 이용하여 10 mM TPTZ solution을 만들었다. 실험을 위한 반응용액 (cocktail

solution)은 23 mM acetate buffer (pH 3.6), 10 mM TPTZ 및 20 mM  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 10 : 1 : 1의 비율로 섞어 만든 후, 실험 전까지 37°C를 유지하여 사용하였다. 96 well 마이크로 플레이트에 시료용액을 25  $\mu$ L 넣은 후 cocktail solution 175  $\mu$ L를 혼합하였다. 암실에서 30분 동안 방치 한 후 Victor3 1420 multiable counter (PerkinElmer Inc., Boston, MA, USA)로 590 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원력은 매 측정 시에 trolox를 이용하여 얻은 단순회귀식에서 trolox equivalent value ( $\mu\text{mol/L}$ )로 나타내었다.

### 통계처리

모든 실험은 3 반복으로 수행하여 평균값과 표준편차로 나타내었다. 자료의 통계적 처리와 상관계수 값은 Microsoft Office Excel 2003 소프트웨어를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 시판 과일 주스 및 포도 주스의 총 페놀 함량

총 페놀 함량 분석은 과일 및 그 가공품을 사람이 섭취하였을 때, 흡수되어 혈장이나 조직 중에서 대사되면서 생체 중의 지질 단백질 및 핵산 등 성분의 산화를 방지할 수 있는 flavonoid, 페놀산, 단순페놀 등의 성분의 총 함량을 간단, 신속하게 측정할 수 있는 방법이다. 국내에서 제조되고 유통되고 있는 사과, 오렌지, 자몽, 청포도, 파인애플 주스의 총 페놀 함량을 조사한 바는 Table 1과 같다. 오렌지의 함량이 114.09 mg/L로 가장 높았고, 자몽, 청포도, 파인애플, 사과의 순으로 함량이 높았다. 또한 국내의 시판 포도 주스 10 종의 총 페놀 함량을 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 57.95~205.64 mg/L의 함량으로, 제조 회사에 따라 상당히 함량의 차이가 크게 나타났다. 하지만 평균적으로 다른 과일보다 총 페놀 함량이 높게 나타났다. Jeong 등(13)은 포도주스의 경우 농도가 200  $\mu$ L/mL 일 때 189

Table 1. Total phenolic content of several fruit juice products (mg/L)

Samples	Fruit Juice				
	Apple	Orange	Grapefruit	White grape	Pineapple
Total phenolic content	60.40 ± 6.93	114.09 ± 3.05	108.05 ± 4.27	77.38 ± 1.22	70.91 ± 0.61

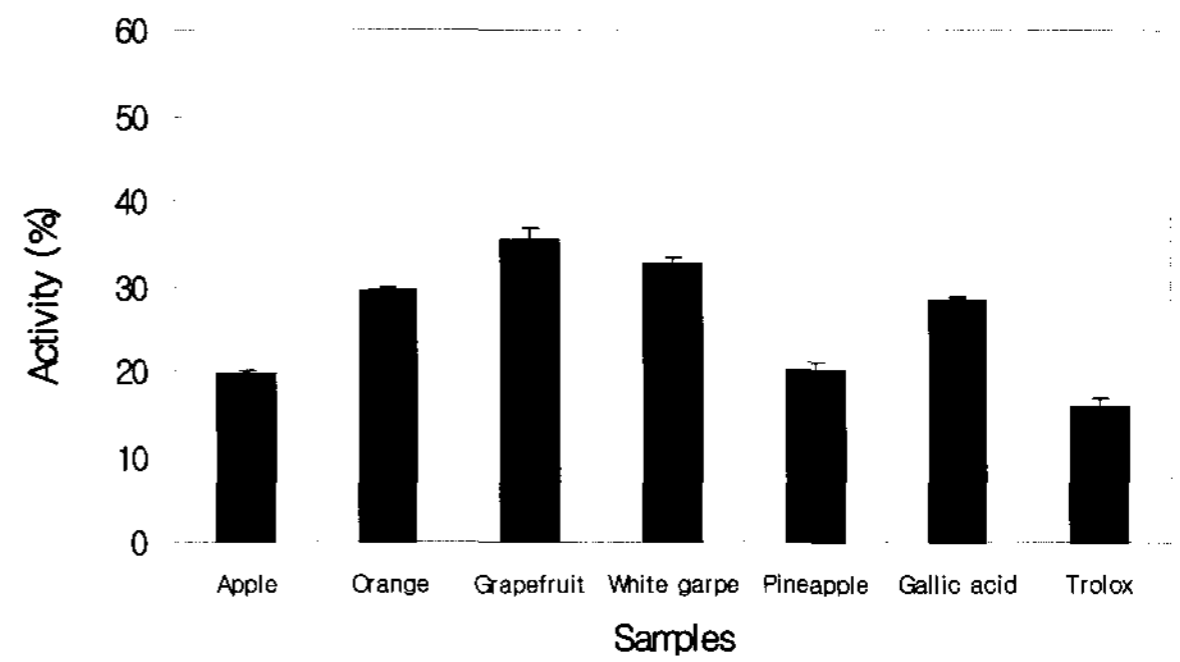
Table 2. Total phenolic content of several grape juice products (mg/L)

Samples	Grape Juice									
	GU1	GU2	GU3	GU4	GU5	GU6	GU7	GU8	GU9	GU10
Total phenolic content	103.29 ± 4.89	57.95 ± 3.05	73.07 ± 2.44	173.25 ± 2.44	205.64 ± 6.72	118.84 ± 1.22	108.48 ± 2.44	137.41 ± 1.38	162.89 ± 1.73	92.93 ± 8.98

mg/mL, 오렌지 주스는 118 mg/mL로 나타났고, Dcord 등 (14)에 의해서도 포도주스는 5890 mg/L, 사과주스는 2200 mg/100mL로 보고하였다. 이는 본 논문과 마찬가지로 포도 주스의 총 페놀함량은 오렌지 주스나 사과주스 보다 상당히 높음을 알 수 있다. 국내에서 현재 제조되고 있는 포도 주스는 대개 미국등지에서 과즙 원액을 수입하여 혼합하여 제조한 것으로서, 아마 제조 방법에 따라 그 차이가 있을 것으로 사료된다. 향후 국내에서 재배, 생산되는 고품질의 포도를 원료로 하여 포도 주스를 제조하게 되면 높은 페놀 함량으로 건강기능성의 이점을 소비자에게 강조할 수 있어 판매 촉진의 유용한 수단이 될 것이다.

**DPPH radical 소거 활성**

DPPH는 안정한 프리 라디칼로서 이들이 전자를 공여할 수 있는 다른 항산화 물질과 반응하게 되면 본래의 자색에서 무색으로 변하게 된다. 단순하면서도 신속하게 측정 대상 시료의 전자 공여에 의한 free radical 소거능을 측정하는 방법으로 다양한 종류의 시료에 대하여 광범위하게 이용된다. 과일 주스를 20 배로 희석한 시료 용액의 DPPH 라디칼 소거 활성을 Fig. 1에 나타내었다. 자몽, 청포도가 가장 높았으며 사과, 파인애플이 낮았다. 이들의 활성을 표준 항산화 물질인 trolox와 비교하여 보면 대개 높은 것은 gallic acid 50 µM과 낮은 것은 trolox 50 µM의 활성과 유사하였다. 한편, 같은 방법으로 포도 주스 10종의 활성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 앞의 총 페놀 함량과 유사하게 그 활성이 제품에 따라 20% 미만에서 80% 이상 까지 다양하게 나타났다. 그러나 전반적으로 여타 과일 주스의 함량보다 높게 나타났으며, 항산화 물질인 gallic acid와 trolox 50 µM 보다 월등 높은 수준이었다. 시료별로는 GU4, GU5, GU9가 거의 80% 정도의 DPPH radical 소거 활성을 보였다. Nam 등(15)은 포도즙의 항산화 활성을 조사 한 결과, DPPH radical 소거 활성이 성주산과 옥천산 그리고 영천산의 포도즙에서 각각 74.80%, 68.12%, 58.13%이었다고 보고하였다. Wang 등(16)은 미국에서 시판되고 있는 과일 주스의 항산화 활성을 ORAC(Oxygen Radical Absorbing Capacity)방법으로 조사하였다. 그 중 서양자두 주스의 항산화 활성이 가장 크며 오렌지, 적 포도, 키위, 청포도 주스의 순으로 활성이 높은 것을 보고하였으며 이들의 항산화 활성은 비타민 C 보다는 주로 다른 항산화 물질, 즉, flavonoid 성분이라고 고찰 한 바 있다. 미 농무성에서는 천연 항산화 물질인 flavonoid 성분의 각종 성인병과 암에 대한 건강 기능성을 중요시하여 과일과 채소 중의 이들의 함량을 조사 분석하여 데이터베이스화하여 농민 및 관련 연구진, 산업계에서 이용하도록 하고 있다. 따라서 국내에서도 연구를 통하여 이러한 결과들이 농민에게 직, 간접적으로 공개되어 건강기능성이 부여되어 우리 농산물의 고품질화, 고부가가치화가 보다 과학적으로 이루어질 수 있도록 뒷받침되어야 한다.



**Fig. 1. DPPH free radical scavenging activities of several fruit juice products.**

Juices; 20 times dilution, gallic acid and trolox; 50 µM.

**FRAP에 의한 항산화 활성**

FRAP 방법은 전술한 DPPH radical 소거 활성의 측정법과는 메카니즘이 다른 항산화 활성검정법이다. DPPH 방법은 free radical을 직접적으로 소거하는 것에 의하여 항산화 활성을 평가하는 방법이며, FRAP 방법은 산화 및 환원 반응에 의한 메카니즘이다. 따라서 시료 중의 주된 항산화 물질의 생화학적 특징과 방법에 따라 결과치가 상이하게 나타날 수 있다. FRAP 방법으로 시판 과일 주스의 활성을 Table 3에 나타내었다. 표준물질인 trolox의 일정 농도가 발현하는 활성의 기준치로 나타내었는데, 오렌지, 자몽이 각각 117.62, 115.72 µM으로 높은 함량을 나타냈고, 사과가 46.44 µM으로 낮은 함량을 나타내었다. 이는 앞에서의 총 페놀 함량, DPPH 라디칼 소거 활성과 유사한 결과이었다. 포도 주스의 제품 별 항산화 활성을 조사한 것을 Table 4에 나타내었다. 포도 주스 제품에 따라 331 µM에서 38 µM 까지 편차가 크게 나타났다. 과일이나 채소 주스 중의 항산화 물질은 유리 라디칼을 소거하거나, 환원력에 의하여 항산화 활성을 나타내며 이들의 함량은 제품의 원료나 저장, 가공 등의 공정에 따라 크게 차이가 있음을 알 수 있었다.

**Table 3. Trolox equivalent values of several fruit juice products by FRAP assay**

Samples	Fruit Juice (µM)				
	Apple	Orange	Grapefruit	White grape	Pineapple
Trolox equivalent value	46.44 ± 1.03	117.62 ± 1.65	115.72 ± 2.59	79.86 ± 2.74	51.16 ± 6.29

**Table 4. Trolox equivalent values of several grape juice products by FRAP assay**

Samples	Sample ID (µM)									
	GU1	GU2	GU3	GU4	GU5	GU6	GU7	GU8	GU9	GU10
Trolox equivalent value	104.46 ± 5.21	37.82 ± 0.69	82.46 ± 6.01	302.03 ± 11.37	331.09 ± 8.99	198.27 ± 7.49	120.2 ± 1.63	257.95 ± 8.35	295.76 ± 7.53	135.14 ± 6.22

### 총 페놀 함량, DPPH 및 FRAP 간의 상관성

과일 주스의 항산화성은 특히 주스 중의 수용성 페놀 물질의 함량에 따라 활성의 정도가 비례한다. 본 실험에서 측정된 총 페놀 함량과 DPPH와 FRAP에 의한 포도 주스의 항산화 활성의 상관성을 조사하여 보았다. 이들 각각의 상관계수 값을 Table 5에 나타내었다. 총 페놀 함량과 DPPH 및 FRAP과의 상관계수는 각각 0.97 이상으로 매우 높은 상관성을 나타내었다. 또한 DPPH 및 FRAP에 의한 항산화 활성의 상관계수는 0.9924로 상관성이 아주 높게 나타났다. 따라서 총 페놀 함량이 높을수록 과일 주스 제품의 항산화 활성능력이 크게 나타난다고 할 수 있다. Orak(17)도 9종의 적포도주의 페놀성 화합물 함량과 항산화성과의 상관관계를 조사하여, 비교적 높은 상관관계를 보였다고 보고하였다. 그러나 곡류에 있어서 이들의 상관성은 크지만, 약용식물이나 안토시아닌이 풍부한 과일 등에 있어서는 총 페놀 함량과 항산화성 사이의 상관성이 적다는 보고도 있다(18).

Table 5. Correlation coefficients of total phenolic contents, DPPH and FRAP values of several grape juice products

	Total Phenol	DPPH	FRAP
Total Phenol	-	0.9750	0.9719
DPPH	0.9750	-	0.9924
FRAP	0.9719	0.9924	-

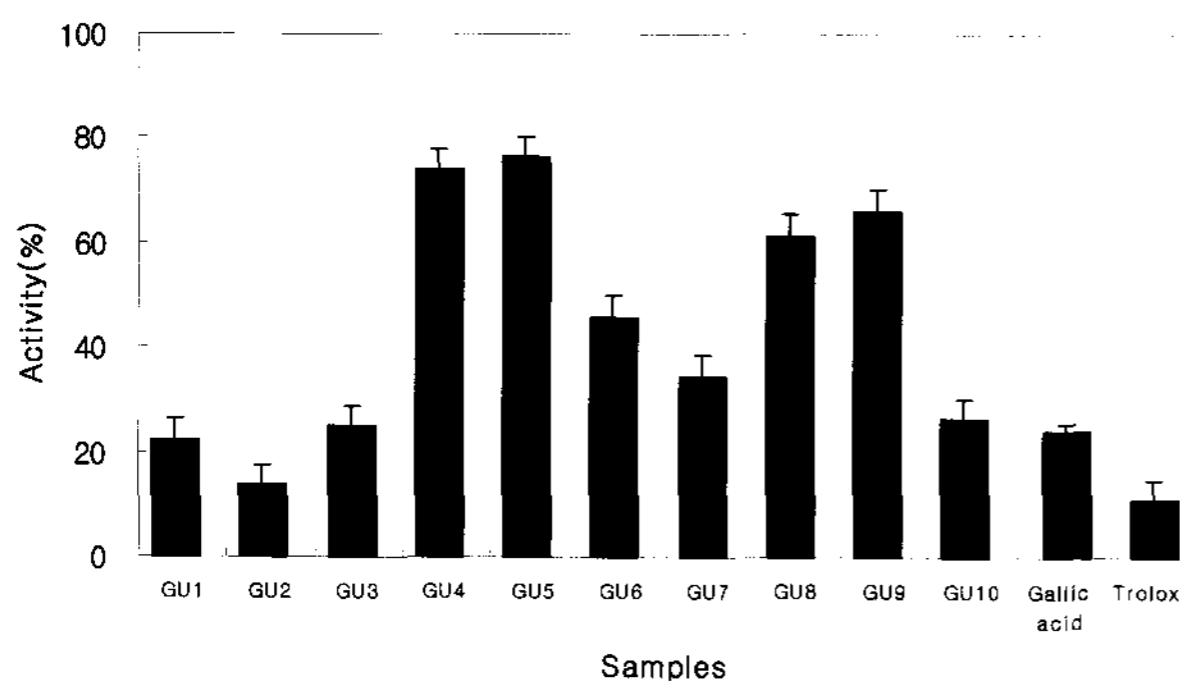


Fig. 2. DPPH free radical scavenging activities of several grape juices.

Juices; 20 times dilution, gallic acid and trolox; 50  $\mu$ M.

### 감사의 글

본 연구 결과는 농림부·농림기술관리센터 지정 포도연구사업단의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

### 요 약

국내에서 제조 및 시판되고 있는 사과를 비롯한 과일

주스 5종, 포도 주스 10종의 총 페놀 함량과 항산화 활성을 DPPH 방법과 FRAP 방법으로 조사하였다. 시판 과일 주스 중 오렌지의 총 페놀 함량이 114.09 mg/L로 가장 높게 나타났다. 포도주스 10종은 57~205 mg/L의 함량으로 제품 별로 다양하게 나타났다. 과일 주스의 DPPH radical 소거 활성은 자몽이 가장 높았으며 사과, 파인애플이 낮았다. 포도주스의 항산화 활성은 제품에 따라 다양하게 나타났는데, 시료별로 GU4, GU5, GU9가 거의 80%정도의 DPPH radical 소거 활성을 보였다. FRAP 방법에 의한 항산화 활성 역시 DPPH 라디칼 소거 활성과 유사한 결과이었다. 그리고 DPPH 및 FRAP, 총 페놀 함량 간의 상관계수는 각각 0.97 이상으로 매우 높은 상관성을 나타내었으며, 따라서 총 페놀 함량이 높을수록 과일 주스 제품의 항산화 활성능력이 크게 나타났다.

### 참고문헌

1. Rice-Evans, C.A., Muller, N.J. and Paganga G. (1996) Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acid. *Free Radic. Biol. Med.*, 20, 933-956
2. Demrow, H.S., Slane, P.R. and Folts, J.D. (1995) Administration of wine and grape juice inhibits in vivoplatelet activity and thrombosis in stenosed canine coronary arteries. *Circulation*, 91, 1182-1188
3. Ulbright TLV, Southgate DAT. (1991) Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 985-992
4. Kim, J.S., Kim H.Y., Park, Y.K., Park, E. and Kang, M.H. (2004) The effects of purple grape juice supplementation on blood pressure, plasma lipid profile and free radical levels in korean smokers. *Korean J. Food Nutr.*, 37, 455-463
5. Park, E.J., Kim, J.S., Jeon, E.J., Kim, H.Y., Park, Y.K. and Kang, M.H. (2004) The effects of purple grape juice supplementation on Improvement of antioxidant status and lymphocyte DNA damage in korean smokers. *Korean J. Food Nutr.*, 37, 281-290
6. Kim D.J., Kim S.K., Kim, M.H., Lee, H.B. and 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
7. Keevil, J.G., Osman, H.E., Reed, J.D. and Folts J.D. (2000) Grape Juice, but notorange juice or grapefruit juice, inhibits human platelet aggregation, *J. Nutr.*, 130, 53-56
8. Vinson, J.A., Yang J.H., Proch, J. and Liang, X. (2000) Grape Juice, but not orange juice, has in vitro, ex vivo,

- and in vivo antioxidant properties, *J Med. Food*, 2, 167-171
9. O'Byrne, D.J., Devaraj, S., Grundy, S.M. and Jialal, I. (2002) Comparison of the antioxidant effects of concord grape juice flavonoids and  $\alpha$ -tocopherol on markers of oxidative stress in healthy adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 76, 1367-1374
10. Sato, M., Ramarathnam, N., Suzuki, Y., Ohkubo, T., Takeuchi, M. and Ochi, H. (1996) Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources, *J. Agric. Food Chem.*, 44, 37-44
11. Kang, M.H., Park, C.G., Cha, M.S., Seong, N.S., Chung, H.K. and Lee, J.B. (2001) Component characteristics of each extract prepared by different extract methods from by-products of *glycyrrhizia uralensis*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 138-142
12. Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 239, 70-76
13. Jeong, S.M., Son, M.H. and Lee, S.C. (2003) A survey on contents of phenolic compounds of market fruit and vegetables juices. *J. Basic Sci.*, 18, 117-124
14. Dcord, K., Teissdre, P.L., Auger, C., Cristol, J.P. and Rouanet, J.M. (2008) Phenolics from purple grape, apple, purple grape juice and apple juice prevent early atherosclerosis induced by an atherogenic diet in hamsters. *Mol. Nutr. Food Res.*, 52, 1-7
15. Nam, J.H. and Joo K.J. (2004) Phenolic components and antioxidant capacity of some selected fruit juice and fermented grape juices. *J. East Asian. Soc. Dietary Life*, 14, 501-507
16. Wang, H.G.C. and Prior, R.L. (1996) Total Antioxidant Capacity of Fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 44, 700-705
17. Orak, H.H. (2007) Total antioxidant activities, phenolic anthocyanins, polyphenoloxidase activities correlation of some important red wine grape varieties are grown in turkey. *J. Food Sci. Technol.*, 111, 235-241
18. Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L., and Oomah, B.D. (1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 4113-4117

---

(접수 2008년 3월 3일, 채택 2008년 5월 23일)