

과일즙 및 발효 포도즙의 페놀성 화합물 함량과 항산화 활성

남진희 · 주광지†

계명대학교 식품영양학과

Phenolic Components and Antioxidant Capacity of Some Selected Fruit Juices and Fermented Grape Juices

Jin-Hee Nam and Kwang-Jee Joo†

Dept. of Food Science and Nutrition, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

Some selected fruit juices and fermented red grape juices were investigated to determine the phenolic components by the Folin-Ciocalteu method and antioxidant capacity using α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl(DPPH) method. Commercial red grape beverages and red wines were also analyzed as control groups. In the juice, kiwi fruit had the highest phenolic components followed by orange(summer), red grape(Cambell Early:Yonng-Chun), mandarin orange(autumn), apple(Hong-Ok), cherry tomato, tomato and water melon. Whereas, on the antioxidant efficiency, tomato showed the highest free radical scavenging effect followed by orange(summer), cherry tomato, mandarin orange(autumn), apple(Aori) red grape(Cambell Early:Sung-Ju), kiwi fruit and water melon. The amount of phenolic components of red wine was 2 times of that of fermented sugar added grape juice, however, the antioxidant efficiency of fermented sugar added grape juice was almost the same as that of red wine. It was found that no clear relationship could be shown between the content of phenolic component and antioxidant capacity of fruit juices and fermented red grape juices. The fruit juices from tomato, orange, cherry tomato, mandarin orange, red grape and fermented sugar added red grape juice showed high free radical scavenging effect and should be regarded as a valuable source of antioxidant.

Key words: Fruit juice, fermented red grape juice, phenolic component, DPPH.

서론

현대인들은 삶의 질을 향상시키고 성인병을 예방하기 위하여 자연 건강식의 개발과 기능성을 갖는 식품에 대한 욕구를 가지고 있으며 이에 부응하여 식품의 기능성에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 천연식품에 함유된 생리활성을 나타내는 기능성 물질을 규명함으로써 보다 부가가치가 높은 식품소재 및 식품을 제공하고자 하는 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 식품 중에서 여러 가지 생리활성 작용을 나타내는 물질로 밝혀진 성분 중 하나인 페놀성 물질은 그 구조에 하나 또는 둘 이상의 phenolic hydroxyl 기로 치환된 방향족 환을 가지고 있으며 주로 여러 종류의 채소, 과일, 씨앗, 꽃, 견과류 및 차류 등에 존재하고 있다(우원식 2002, Lee & Lee 1994). 페놀성 물질 중에는 항산화성(Chen & Ho 1997,

Kim et al 2002, Pekkarinen et al 1999), 항암성(Lodovici et al 2001, Yang et al 2001), 항알러지성(Hope et al 1983), 혈관이완작용(Duarte et al 1993)등과 같은 다양한 생리활성 기능을 나타내는 것으로 보고되어 있다. 최근 페놀성 성분을 다량 함유하고 있는 포도 및 포도 가공제품에 (+)-catechin, (-)-epicatechin, procyanidin, viniferin 및 resveratol 등이 심장질환 예방(Ghiselli et al 1998), 인지질 산화 및 혈소판 응집 저해작용(Landrault et al 2001), 항암작용(Kim et al 1999) 등의 주요 생리활성이 알려지면서 포도 가공제품 특히 포도주에 대한 연구가 많이 보고되고 있다. 포도 가공제품 중에 큰 비중을 차지하고 있는 포도주와 포도주스는 기능성 물질인 페놀성 성분이 풍부할 뿐만 아니라 색, 향, 맛 등의 관능적 요소까지 함유하고 있어 세계적으로 널리 응용되고 있다.

본 연구에서는 몇 종류의 제철과일의 과즙과 각 가정에서 포도를 이용하여 용이하게 제조할 수 있는 포도즙을 발효시켜 그 발효 기간에 따른 페놀성 화합물의 함량과 항산화성을 나타내는 유리기 소거능을 측정하여 천연의 생리활성 물질을 함유한 페놀성 물질을 가장 손쉽게 섭취할 수 있는 방안

본 논문은 2003년 계명대학교 대학원 학생 학술연구비에 의해 수행되었음.

†Corresponding author : Kwang-Jee Joo, Tel: +82-53-580-5872, E-mail: kjj246@kmu.ac.kr

을 모색하는데 도움을 주고자 한다.

재료 및 방법

1. 재 료

실험 재료로 사용한 과일은 모두 7종류 13개이었다. 포도 (*Vitis vinifera* Linnaeus)는 Campbell Early종으로 성주, 영천, 옥천에서 생산된 3개이며, 수박(*Citrullus vulgaris* Schard), 토마토(*Lycopersicum esculentum* var.), 방울토마토(*Lycopersicum esculentum* Mill.)는 대구 근교와 경산에서, 사과(*Malus pumila* var.)는 아오리와 홍옥(Jonathan)으로 청도에서 각각 생산된 것이다. 감귤(*Citrus unshiu* Markovich)은 제주에서 생산된 것으로 여름 귤과 겨울 귤로 나누어 구입하였으며 오렌지 (*Citrus sinsensis*)는 미국에서 수입한 것으로 여름과 겨울에 각각 생산된 것이며 키위(*Actinidia deliciosa* Planch)는 뉴질랜드 산이다. 모든 시료는 2002년 8월에서 2003년 7월 사이에 구입하여 즉시 사용하였다. 포도 음료는 과즙 100%인 국내산으로 H회사, L회사, N회사의 3가지 제품을 사용하였다. 포도주는 2000년에 생산된 M 적포도주(600 mL, Cabernet sauvignon, D회사, 경북, 경산시)와 미국에서 수입한 M 적포도주(750 mL, Concord grape, Manischewitz Wine Co. Naples, NY, USA) 2개를 시료로 사용하였다.

2. 시료 조제

13개의 과일 시료는 구입 즉시 깨끗이 세척하여 마쇄한 후 감압 여과하여 여과액을 시료로 사용하였다. 발효 포도즙 제조는 성주에서 생산된 포도를 흐르는 물에 세척하고 껍질을 파쇄하고 흰 설탕을 첨가하여 당도가 25° brix가 되도록 한 가당 시료와 설탕을 첨가하지 않은 무가당 시료(14° brix)를 각각 제조하였다. 설탕의 첨가량은 다음 식에 의하여 산출하였다.

S : 첨가할 당의 량(Kg)

$$S = \frac{W(b-a)}{100-b}$$

W: 과즙의 무게(kg)

a: 과즙의 당도(%)

b: 원하는 당도(%)

2개의 가당 및 무가당 포도즙 시료는 각각 갈색 유리병에 넣고 20±2℃에서 혐기성 조건으로 암소에서 30일간 전 발효를 시켰다. 전 발효가 끝난 후에 포도 박을 압착 제거하고 호기성 조건에서 온도를 15~17℃로 유지하면서 후 발효를 진행시켰다. 2개의 시료는 전 후 발효기간을 합한 총 발효기간 35일, 45일, 55일에 각각 시료를 채취하여 모두 6개의 발효

포도즙 시료를 사용하였다.

3. 페놀성 화합물 측정

모든 과일즙 시료의 페놀성 화합물 함량은 Arnous et al (2001)과 Singleton et al (1999)의 방법으로 Folin-ciocalteu's 시약을 사용하여 측정하였다. 시료 1 mL에 증류수 79 mL를 넣고 충분히 혼합한 뒤 Folin-ciocalteu's reagent 5 mL를 가하여 혼합하고 정확히 1분 후 20% Na₂CO₃ 15 mL를 첨가한 뒤 vortex(G-560, Scientific Industries, Inc., Bohema, USA)로 잘 혼합하여 암소에서 2시간 방치한 후 spectrophotometer(Uvikon 930, Kontron Instruments, Switzerland)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 페놀성 화합물 함량은 gallic acid를 표준품으로 사용하여 그 농도가 각각 0, 50, 100, 150, 200, 300, 500 µg/L가 되도록 한 용액의 측정된 흡광도로부터 작성한 표준곡선에 의하여 그 함량을 구하였다. 회귀추정식은 SAS system(for Window release, 6.12V)의 단순선형 회귀분석법(Jung et al 1998)에 의하여 구하였으며 모든 측정은 3회 이상 반복 실시하여 그 평균값을 사용하였다.

4. 항산화 활성 측정

시료액의 항산화 활성을 측정하기 위하여 α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl(DPPH)를 이용한 Blios MS (1958)과 Yoon et al (2003)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다. DPPH 시약과 ethanol 100 mL와 증류수 100 mL로 만든 2×10⁻⁴ M DPPH 용액 10 mL에 시료액 1 mL를 혼합하여 암소에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며 시료를 첨가하지 않은 대조구는 50% ethanol을 사용하였다. 유리기 소거능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도를 이용하여 백분율로 나타내었다.

5. 색도와 pH 및 당도 측정

시료의 색도는 Chromameter(CM-3500, Minolta, Japan)를 사용하여 L-value, a-value, b-value의 변화를 측정하였으며 pH는 pH meter(420A, Orion Research Inc., USA)를, 당도는 상온에서 Hand Refractometer(N-1, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다. 각 실험은 3번 이상 반복하여 측정하였으며 그 평균값을 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 과일즙과 포도음료의 페놀성 화합물

13개의 제철 과일즙과 3개의 시판 포도음료의 페놀성 화합물의 함량을 Fig. 1에 나타내었다. 과일즙 중에서 키위즙의 페놀성 화합물의 함량은 106.77 mg%로 모든 과일즙 시료 중

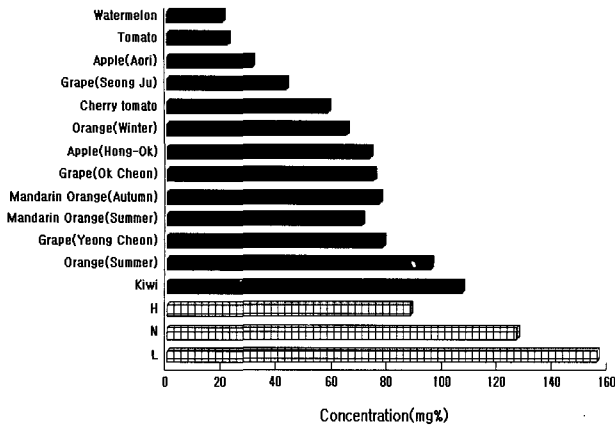


Fig. 1. Amount of phenolic compounds of various fruits juices (■) and red grape beverages(▨). H, N, L : An initial letter of manufacturing company.

에서 가장 높은 값을 나타내었다. 포도는 영천에서 생산된 것이 78.19 mg%, 옥천산은 74.71 mg% 성주산은 43.17 mg%으로 동일한 계절에 재배된 같은 종류의 포도이지만 생산된 지역에 따라서 페놀성 화합물은 함량이 거의 2배에 이르는 큰 차이를 나타내었다. 오렌지는 미국에서 수입한 여름 오렌지의 페놀성 물질 함량은 95.44 mg%이며 겨울 오렌지는 64.99 mg%으로 생산된 계절에 영향을 받아 여름 오렌지의 페놀성 화합물의 함량이 훨씬 풍부하였다. 그러나 제주산 여름 감귤(하귤)은 77.30 mg%, 가을 감귤은 76.80 mg%로 계절에 따른 페놀성 화합물의 함량 차이는 거의 관찰되지 않았다. 사과와 페놀성 화합물 함량은 홍옥이 73.43 mg%, 아오리가 31.05 mg%이었다. Whang et al(2001)은 홍옥의 페놀성 화합물 함량은 아오리의 것에 비하여 2배라고 보고하였는데 본 실험에서도 홍옥 과즙의 페놀성 화합물 함량은 아오리 과즙의 2배에 달하여 그 함유 비율이 유사함을 나타내었다. 방울토마토의 페놀성 화합물 함량은 58.07 mg%로 토마토의 22.10 mg%보다 두 배 이상으로 많았으며 수박은 시료 중에서 가장 낮은 함량(20.28 mg%)을 나타내었다. 한편 시판 L회사 포도음료 제품의 페놀성 화합물 함량은 155.56 mg%이며 N회사 제품은 126.56 mg%로 시료로 사용한 과일즙보다 그 함량이 현저히 많았다. H회사 포도음료는 페놀성 화합물 함량이 87.91 mg%로 영천에서 생산된 포도에서 제조한 포도즙보다 그 함량이 조금 많았다.

2. 과일즙과 포도음료의 항산화 활성

과일즙과 포도 음료의 항산화 활성을 측정하기 위하여 DPPH 법으로 라디칼의 소거능을 측정하여 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 토마토는 페놀성 화합물의 함량이 다른 과일즙에 비하여 매우 낮은 값을 나타내었으나 유리기 소거능

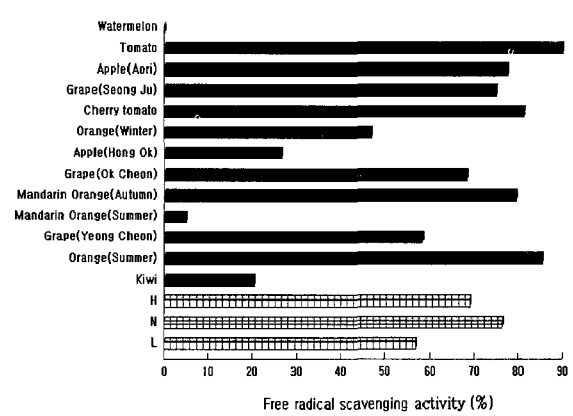


Fig. 2. Free radical scavenging activity of various fruits juices (■) and red grape beverages (▨). H, N, L : An initial letter of manufacturing company.

은 89.8%를 나타내어 모든 과일즙 중에서 가장 높은 값을 나타내었다. 그리고 방울토마토도 역시 81.0%의 우수한 효능을 보여주었다. 포도즙의 유리기 소거능은 성주산과 옥천산 그리고 영천산의 포도즙이 각각 74.80%, 68.12%, 58.13%이었다. 3개의 포도즙 유리기 소거능도 포도 자체의 페놀성 화합물 함량과는 무관하게 오히려 반비례하는 현상을 나타내었다. 사과즙도 페놀성 물질은 홍옥이 아오리의 것 보다 더 많이 함유하였으나 유리기 소거능은 홍옥이 아오리 것의 1/3로 감소한 상태를 나타내었다. 수입 오렌지는 여름과 겨울 오렌지의 유리기 소거능이 각각 79.40%, 46.77%로 나타나서 기온이 높은 여름에 생산된 오렌지가 겨울에 생산된 것보다 유리기 소거능이 더 높았다. 감귤의 페놀성 화합물 함량은 계절에 따른 차이가 관찰되지 않았으나 유리기 소거능은 가을에 생산된 감귤의 것이 73.42 %로 초여름에 출하된 감귤(하귤)의 5.11 %에 비하여 무려 15배 더 높은 유리기 소거능을 나타내어 계절에 생산된 과일의 유리기 소거능이 더 우수하였다. 반면에 페놀성 물질 함량 측정 시에 가장 높은 값을 나타내었던 키위즙의 유리기 소거능은 20.36%로 매우 낮게 나타났다. 본 실험에서는 과일즙의 항산화 활성을 나타내는 유리기 소거능과 페놀성 물질 함량과의 사이에 상관관계를 찾아볼 수가 없었다. 이것은 항산화 활성을 나타내는 주요 페놀성 물질인 anthocyanin, flavonol, flavone류가 주로 적황색 과일류에 많이 함유되어 있는 것이 하나의 요인이 될 수 있다고 생각한다. 그리고 유리기 소거능(DPPH법)은 페놀성 화합물이 α , α -diphenyl- β -picrylhydrazyl에 의하여 환원되어져서 짙은 자색이 탈색되어지는 것으로 측정되는 것이 또 하나의 다른 이유라고 생각된다. Heinonen et al (1998)은 사과, 나무딸기, 크랜베리 등 33개의 과일과 그 발효주의 페놀성 화합물 함량과 항산화성과의 상관관계를 조사하였으나 그 관계를 전혀

찾을 수 없었다고 보고하였다. Bacco et al (1998)도 감귤류의 페놀성 성분 함량과 그 항산화 효능을 보고하였으나 그 상관관계를 찾을 수 없었다고 하였다.

시판 포도음료는 N, H, L 회사 3종류의 포도주스 제품의 유리기 소거능은 각각 76.2%, 68.9%, 56.7%로 성주, 옥천, 영천에서 생산된 포도에서 제조한 3개의 포도즙 유리기 소거능과 거의 같은 수준을 나타내었다. 시료 과즙의 페놀성 화합물 함량과 유리기 소거능과의 상관관계는 찾아 볼 수는 없었으나 제철에 생산된 과일은 그렇지 않은 과일에 비하여 현저히 높은 유리기 소거능을 나타낸다는 것이 관찰되었다. 키위와 겨울에 재배되어 초여름에 출하된 감귤, 겨울 오렌지, 홍옥 그리고 수박을 제외한 토마토, 아오리, 포도, 오렌지, 감귤의 유리기 소거능은 50% 이상으로 나타나서 그 항산화 효능을 우수하다고 할 수 있다.

3. 발효 포도즙과 포도주의 색도와 당도 및 pH

포도를 발효시켜 음료로 사용하는 발효 포도즙의 색, 당도, pH는 시판 포도주의 것과 유사하다고 할 수 있다. 본 실험에서 제조한 가당과 무가당 발효 포도즙과 시판 포도주의 색도, 당도, pH를 측정하여 그 값을 Table 1에 나타내었다. 포도주의 품질 평가 시 중요한 항목 중의 하나인 색은 포도의 껍질에서 유래하여 처음에는 불투명한 붉은 색에서 차차 투명한 적자색으로 바뀌어진다(Kim et al 2001). 발효 포도즙의 색은 포도주보다 훨씬 혼탁하고 어두운 붉은 색을 나타내었으나 총 발효 55일에 당을 첨가한 발효 포도즙은 투명한 붉은 색을 나타내었으나 당을 첨가하지 않은 발효 포도즙은 전체 발

효과정에 있어서 당을 첨가한 발효 포도즙보다 더 혼탁한 붉은 색을 나타내었다. 2개의 시판 포도주의 색은 가당하여 발효시킨 포도즙보다 훨씬 투명하고 진한 붉은 색을 나타내었다.

한편 포도즙의 초기 당도는 14° brix이었으며 25%의 설탕을 포도즙에 첨가하였을 때 당도는 25° brix가 되었다. 그러나 포도즙은 발효가 진행됨에 따라서 당이 분해되어 그 함량이 점차 감소되어 발효 55일에 가당 발효 포도즙의 당도는 10° brix로 무가당 발효 포도즙은 4.0° brix로 감소하였다. 국내산 포도주의 당도는 6.8° brix이었으며 수입 포도주의 당도는 22° brix로 대단히 높았다.

발효전의 초기 포도즙의 pH는 3.28이었으며 설탕 첨가 유무에 관계없이 발효 포도즙의 pH는 발효 초기부터 점차 증가하는 경향을 보였다. 발효 55일에는 가당 및 무가당 발효 포도즙의 pH가 각각 4.05와 3.91이 되었다. 국내산 포도주의 pH는 3.84이었으며 수입 포도주의 pH는 3.29이었다. Iverson J (2000)은 포도주의 pH는 포도주의 맛과 저장에 중요한 영향을 끼치며 완성된 포도주의 pH는 3.20~3.30이 바람직하며 그 이상일 때는 저장 중에 잡균이 발생할 가능성이 높다고 보고하였다. 이러한 보고는 전문적인 생산 공정에서 효모 접종과 바람직하지 않은 균의 생육을 막기 위하여 potassium metabisulfite를 첨가하여 장기간 숙성하였을 때 포도주의 pH 조건이라고 생각한다.

4. 발효 포도즙과 포도주의 페놀성 화합물

발효 포도즙은 성주에서 생산된 포도를 압착하여 30일간

Table 1. Chromaticity, sugar content and pH of fermented red grape juices and red wines

Sample	Fermentation time(day)	Chromaticity			Sugar Cont. (brix)	pH
		L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾		
1	0	1.11±0.006 ^g	2.21±0.109 ^f	1.14±0.010 ^f	25.0±0.283 ^a	3.28±0.006 ^h
	35	3.50±0.067 ^c	0.89±0.026 ^h	0.94±0.109 ^g	17.4±0.006 ^c	3.90±0.000 ^{c,d}
	45	2.67±0.006 ^e	5.89±0.021 ^c	1.83±0.025 ^d	11.0±0.115 ^e	4.00±0.000 ^b
	55	3.86±0.006 ^b	6.86±0.082 ^b	2.93±0.041 ^b	10.0±0.200 ^f	4.05±0.000 ^a
2	0	1.11±0.006 ^g	2.21±0.109 ^f	1.14±0.010 ^f	14.0±0.000 ^d	3.28±0.006 ^h
	35	4.62±0.017 ^a	2.80±0.321 ^e	2.08±0.062 ^c	6.20±0.153 ^h	3.70±0.006 ^f
	45	2.04±0.000 ^f	4.08±0.025 ^d	1.59±0.058 ^e	4.00±0.000 ⁱ	3.90±0.006 ^d
	55	3.44±0.015 ^d	7.33±0.032 ^a	3.95±0.038 ^a	4.00±0.000 ⁱ	3.91±0.006 ^c
3	-	0.10±0.012 ^h	0.07±0.005 ⁱ	0.02±0.010 ⁱ	6.80±0.058 ^g	3.84±0.000 ^e
4	-	0.34±0.006 ⁱ	1.51±0.005 ^g	0.43±0.060 ^h	22.0±0.000 ^b	3.29±0.000 ^g

Means with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test.

Values are mean±SD. All values $p < 0.0001$.

1: Fermented red grape juices 25% sugar added, 2: Fermented red grape juices no sugar added, 3: Korean red wine M, 4: American red wine M.

¹⁾ L ; Degree of whiteness, black ↔ white, ²⁾ a ; Redness, red ↔ green, ³⁾ b ; Yellowness, yellow ↔ blue

전 발효를 시키고 포도박을 제거한 후 후 발효를 진행시켜 총 발효일 35일, 45일, 55일에 채취한 시료의 페놀성 화합물의 함량을 측정하였다(Table 2). 초기 포도즙의 페놀성 화합물 함량은 43.17 mg%이었으며 총 발효 55일에 당을 첨가한 포도즙에서는 초기함량의 2배에 이르는 88.09 mg%를 나타내었으며 당을 첨가하지 않은 포도즙은 62.89 mg%를 나타내었다. 본 실험에서 사용한 발효 포도즙은 당을 첨가한 것이 당을 첨가하지 않은 것보다 페놀성 화합물 함량이 증가하였다. 이것은 동일한 조건에서 포도즙에 당을 첨가함으로써 발효기간 중에 페놀성 화합물함량이 증가하였다는 결과이다. Adrian et al(2000)은 포도껍질과 함께 발효시킨 적포도주는 발효과정 중 에탄올의 생성으로 포도껍질의 페놀성분이 포도즙으로 침출되어 페놀함량이 증가한다고 하였다. 본 실험에서는 포도즙에 첨가된 당이 발효기간 중 에탄올 생성에 영향을 미쳐서 당을 첨가한 발효 포도즙의 페놀성 화합물 함량이 당을 첨가하지 않은 것보다 그 함량이 더 증가하였다고 할 수 있다. 국내산 및 수입 포도주의 페놀성 화합물 함량은 각각 192.67 mg%과 112.01 mg%로 발효 포도즙보다 현저히 높은 함량을 나타내었다. 포도주의 페놀함량은 포도의 품종, 생산지역, 재배방법에 따라서 그 함량이 달라지나 가장 큰 요인은 포도주 제조 과정이다(McDonald et al 1998). 포도주 제조과정에 씨앗, 껍질, 줄기, 효모 등의 존재 유무와 온도에 따

라서 페놀 화합물의 함량에 큰 차이를 나타낸다(Kovac et al 1992). Koh & Lee(1998)도 적포도주의 페놀성 화합물의 함량은 포도의 품종이나 양조기술에 따라서 상당한 차이를 나타낸다고 하며 국내산 적포도주의 페놀성 화합물의 함량 범위를 133.07~274.14 mg%로 보고하였다.

5. 발효 포도즙과 포도주의 항산화 활성

당을 첨가한 발효 포도즙과 첨가하지 않은 발효 포도즙을 각각 총발효 35, 45, 55일에 시료로 채취하여 유리기 소거능을 측정하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 포도를 압착하여 발효시키기 전 초기 포도즙의 유리기 소거능은 74.80%이었다. 가당 발효 포도즙의 유리기 소거능은 총 발효기간 35일에는 그 값이 감소하여 52.09%가 되었으나 45일에는 66.84% 그리고 55일에는 77.56%로 증가되었다. 반면에 당을 첨가하지 않은 무가당 발효 포도즙의 유리기 소거능은 74.80%에서 조금씩 감소하여 총 발효 55일에는 62.93%가 되어 가당 발효 포도즙의 유리기 소거능보다 더 낮은 효능을 나타내었다. 국내산 포도주의 페놀성 화합물 함량은 발효 55일의 가당 발효 포도즙의 것보다 2배 이상이었으나(Table 2) 항산화 활성을 나타내는 유리기 소거능은 79.39%로 가당 발효 포도즙(77.56%)과의 큰 차이를 찾아 볼 수가 없었다. 수입 포도주의 유리기 소거능은 64.38%로 가당 발효 포도즙의 것보다 낮았으며 무가당의 발효 포도즙의 것(62.93%)과 거의 같은 수준이었다. 숙성기간이 오래된 포도주는 짧은 기간의 숙성을 마친 포도주보다 페놀성 물질 함량이 더 많으며 항산화성도 더 크다. 그러나 포도주의 페놀성 물질의 함량은 동일하여도 그 항산화능은 다르기 때문에 숙성기간이 긴 포도주가 3개월 동안 숙성한 포도주보다 오히려 항산화성이 더 낮을 수도 있다(Burns et al 2001). 본 실험에서 가당 발효 포도즙의 유리기 소거능은 값비싼 수입 적포도주보다 더 높은 항산화 물질을 함유하고 있음을 나타내었다. 그러므로 당을 첨가한 발효 포도즙은 우리에게 기능성을 가진 천연의 항산화 물질을 손쉽게 제공하여 주는 또 하나의 훌륭한 식품이라고 생각되어진다.

요약 및 결론

여러 종류의 과일에 함유된 인체에 이로운 생리적 활성을 나타내는 물질로 밝혀진 페놀성 화합물을 용이하게 섭취할 수 있는 13개의 과일 과즙과 포도를 이용하여 가정에서 제조할 수 있는 가당과 무가당 포도즙을 발효시켜 그 발효 기간에 따른 페놀성 화합물의 함량과 항산화성을 나타내는 유리기 소거능을 측정하였다. 시판되고 있는 포도주 2종과 포도음료 3종의 페놀성 화합물의 함량과 유리기 소거능도 측정하

Table 2. Amount of phenolic components and free radical scavenging effect of fermented red grape juices and red wines

Sample	Fermentation time(day)	Phenolic components(mg%)	Free radical scavenging activity(%)
1	0	43.17±0.000 ^b	74.80±0.006 ^c
	35	37.19±0.010 ^b	52.09±0.000 ^b
	45	48.27±0.000 ^t	66.84±0.130 ^d
	55	88.09±0.006 ^c	77.56±0.026 ^b
2	0	43.17±0.000 ^b	74.80±0.006 ^c
	35	33.15±0.064 ^t	63.40±1.289 ^t
	45	53.53±0.006 ^c	63.65±0.006 ^t
	55	62.89±0.006 ^d	62.93±0.026 ^t
3	-	192.67±0.006 ^a	79.39±0.006 ^a
4	-	112.01±0.006 ^b	64.38±0.012 ^c

Means with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test.

Values are mean±SD. All values $p < 0.001$.

1: Fermented red grape juices 25% sugar added.

2: Fermented red grape juices no sugar added.

3: Korean red wine M.

4: American red wine M.

였다. 영천에서 재배된 포도의 페놀성 화합물의 함량은 78.19 mg%로 성주에서 재배된 포도의 43.17 mg%보다 거의 2배 정도로 높았으나 유리기 소거능은 성주에서 재배된 포도의 것이 74.80%로 영천에서 생산된 포도의 58.13% 보다 더 높은 수치를 나타냈다. 오렌지는 여름에 생산된 것의 페놀성 화합물의 함량과 유리기 소거능은 각각 95.44 mg%와 85.27%이었으며 겨울에 생산된 것은 64.99 mg%와 46.77%이었다. 감귤도 오렌지의 결과와 같이 제철에 생산된 과일이 더 풍부한 페놀성 화합물과 유리기 소거능을 나타내었으나 사과와 토마토는 그 품종에 따라 차이를 나타내었다. 페놀성 화합물 함량은 과일의 수확 시기와 재배 지역에 따라 큰 차이를 나타내었다. 특히 토마토는 아주 낮은 함량의 페놀성 성분을 가지고 있었으나 유리기 소거능은 시료 중에서 가장 높았다. 가당 발효 포도즙의 페놀성 화합물 함량과 유리기 소거능은 무가당의 것보다 더 우수하였으며 항산화 활성(77.56%)은 3개 회사의 포도음료의 유리기 소거능(76.19, 68.67, 56.71%)보다 더 우수하였다. 가당 발효 포도즙의 페놀성 화합물의 함량은 국내산과 수입 포도주의 것 보다 낮았으나 유리기 소거능은 국내산 포도주의 것(79.39%)과 거의 같은 수준이었으며 수입산 포도주의 것(64.38%)보다는 더 높았다. 제철 과일의 과즙과 가당 발효 포도즙은 풍부한 페놀성 화합물을 함유하며 항산화 활성을 나타내는 유리기 소거능이 우수하였다. 당을 첨가한 발효 포도즙은 각 가정에서 제조가 용이하며 손쉽게 천연 항산화 물질을 섭취할 수 있는 훌륭한 식품인 것으로 생각되어진다.

문헌

- 우원식 (2002) 개정판 천연물 화학 연구법. 서울대학교 출판부. p. 45-47.
- Adrian M, Jeandet P, Breuil AC, Levite D, Debord S, Bessis R (2000) Assay of resveratrol and derivative stilbenes in wines by direct injection high performance liquid chromatography. *Am J Enol Vitic* 51: 37-41.
- Arnous A, Makris DP, Kefalas P (2001) Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. *J Agric Food Chem* 49: 5736-5742.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Bocco A, Culvelier M-E, Hubert R, Berset C (1998) Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *J Agric Food Chem* 46: 2123-2129.
- Burns J, Gardner PT, Matthews D, Duthie GG, Lean MEJ, Crozeir A (2001) Extraction of phenolics and change in antioxidant activity of red wines during vinification. *J Agric Food Chem* 49: 5797-5808.
- Chen JH, Ho CT (1997) Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. *J Agric Food Chem* 45: 2374-2378.
- Duarte J, Vizcaino FP, Utrilla P, Tamargo J, Zarzuelo A (1993) Vasodilatory effects of flavonoids in rat aortic smooth muscle. Structure activity relationships. *Biochem* 24: 857-862.
- Ghiselli A, Nardini M, Baldi A, Scaccini C (1998) Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. *J Agric Food Chem* 46: 361-367.
- Heinonen M, Lehtonen PJ, Hopia AI (1998) Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. *J Agric Food Chem* 46: 25-31.
- Hope WC, Welton AF, Fielder-Nagy C, Batula-Bernado C, Coffey JW (1983) *In vitro* inhibition of the biosynthesis of slow reacting substances of anaphylaxis(SRS-A) and lipoxygenase activity of quercetin. *Biochem Pharmacol* 32: 367-371.
- Iverson J (2000) *Home wine making step by step. A guide to fermenting wine grape*. 3rd ed. Stonemark Publishing Co. p. 115-125.
- Jung YH, Lee KO, Kim CH, Kim SH (1998) Statistics and data analysis for non-statistician : Using Windows SAS. Kwangju Social Research Center. p. 403-426.
- Kim JS, Sim JY, Yook C (2001) Development of red wine using domestic grapes, Campbell Early. Part (1)- Characteristics of red wine fermentation using Campbell Early and different sugars. *J Food Sci Technol* 33: 319-326.
- Kim KS, Ghim SY, Seu 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.
- Kim YC, Kim MY, Jung SG (2002) Phenolic acid composition and antioxidative activity of Chestnut Endoderm. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 162-167.
- Koh KH, Lee JH (1998) Phenolic content and superoxide radical intensity of Korean wine. *Foods and Biotechnol* 5: 338-342.
- Kovac V, Alonso E, Bourzeix M, Revilla E (1992) Effect of several enological practices on the content of catechins and proanthocyanidins of red wines. *J Agric Food Chem* 40: 1953-1957.

- Landrault N, Poucheret P, Ravel V, Gasc F, Cros G, Teissedre P-L (2001) Antioxidant capacities and phenolics levels of French wines from different varieties and vintage. *J Agric Food Chem* 49: 3341-3348.
- Lee JH, Lee SR (1994) Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26: 310-316.
- Lodovici M, Guglielmi F, Meoni M, Dolara P (2001) Effect of natural phenolic acids on DNA oxidation *in vitro*. *Food and Chemical Toxicology* 39: 1205-1210.
- McDonald MS, Huges M, Burns J, Lean MEJ, Matthews D, Crozeir A (1998) Survey of free and conjugated myricetin and quercetin content of red wines of different geographical origins. *J Agric Food Chem* 46: 368-375.
- Pekkarinen SS, Stockmann H, Schwarz K, Heinonen IM, Hopia AI (1999) Antioxidant activity and partitioning of phenolic acids in bulk and emulsified methylinoleate. *J Agric Food Chem* 47: 3036-3043.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu's reagent. Oxidants and antioxidants, Part A. Packer L, ed. Academic Press, San Diego, USA. p. 152-178.
- Whang HJ, Han WS, Yoon KR (2001) Quantitative analysis of total phenolic content in apple. *Analytical Science & Technology* 14: 337-383.
- Yang CS, Landau JM, Huang MT (2001) Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annu Rev Nutr* 21: 381-406.
- Yoon I, Wee JH, Moon JH, Ahn TH, Park KH (2003) Isolation and identification of quercetin with antioxidative activity from the fruits of *Rubus coreanum* Miquel. *Korean J Food Sci Technol* 35: 499-502.

(2004년 8월 20일 접수, 2004년 10월 24일 채택)