The Annual Report of Busan Metropolitan City Institute of Health & Environment 15(1) 43 ~ 50 (2005)

보건환경연구원보

포도주스의 항균 및 항산화 활성에 관한 연구

권혁동† · 박선희 · 강정미 · 진성현 · 최홍식

농산물검사소

A Study on the Antimicrobial & Antioxidant Activity of Grape Juice

Hyuk-Dong Kwon†, Sun-Hee Park, Jung-Mi Kang, Seong-Hyun Jin and Hong-Sik Cheigh

Office of Agricultural Products Inspection

Abstract

Six commercial domestic grape juices were selected and separated into 2 groups(natural and concentrate) for the comparison of biological activity. The antimicrobial activity was investigated using 18 microorganisms including 6 Gram positive and 12 Gram negative microorganisms by disc diffusion method. The antioxidant activity was investigated by measuring total polyphenol contents(TPC) and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical-scavenging capability, and it was expressed as dose required for a 50% reduction of DPPH radical(RC_{50}). The results were as follows;

The averaged extraction yield was 16.8% and the ratio of maximum to minimum was 1.6. None of 6 samples showed antimicrobial activities against all microorganisms tested. It has reported that polyphenolic compounds widely occurring in plants posses high antioxidant activity. The TPC of samples ranged from 0.27% to 0.56%, with mean value of 0.37%. N-2(0.52%) and R-2(0.56%) were relatively higher, but R-1(0.27%) was significantly lower than the other samples. Hydrogen donating abilities of the natural group samples at RC_{50} were slightly higher than those of the concentrate group. RC_{50} of N-2 was the highest value of 1.0~2.0 mg/mL, while that of R-1 was the lowest value of 4.0~8.0 mg/mL. We could find that the antioxidant activity was highly correlated with total polyphenol contents in this study, which accorded with published data in other studies.

Key Words: Antioxidant activity, Total polyphenol contents(TPC), Grape juice

서 론

주로 식품의 원료로 사용되는 농산물은 직접 혹은 가공처리를 거쳐 제품화 하는 과정에서 관능적 품질개선과 저장성 향상을 위해 많은 방법이 동원되고 있다.

항균 및 항산화성 물질은 식품의 부패와 변질을 억제하는 역할을 함으로서 저장기간을 연장하고 맛의 변화를 지연시키는데 사용되어져 왔는데 가격과 효과 면에서 인공 합성품의 안전성이 거론되면서 비교적 안전성이 확인된 천연물에서 같은 기능을 갖는 물질을 얻고자 하는 노력이 집중적으로 이루어지고 있다[1,2,3].

특히 항산화성 물질은 유지 식품의 산화 억제뿐만 아니라 인체 내에서 노화 억제, 항암 등 생리활성 기능이 알려져 더 많은 관심의 대상이 되고 있는데, 항산화 물질로서는 페놀성 화합물의 기능성이 많이 알려져 천연 항산화제 개발도 시도되고 있는 실정이다. 이러한 polyphenol 화합물은 여러 가지 식물류에 가장 광범위하게 분포되어 있는 것으로 알려져 있고, 한 분자내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl기를 가진 방향족 화합물들을 지칭하며 flavonoids, lignans, lignins 그리고 tannin 등이 여기에 속한다. 이들 화합물은 일차적으로 free radical scavenger로서의 기능을 가지는 것으로 알려져 있는데, 인체 내에서 특히 지방질의 산화과정에서 생성되는 free radical들은 세포의 노화를 촉진시키고 생체세포의 방어기전을 저하시키는 것을 비롯하여 세포활성을 저해하므로 이들 free radical의 생성을 근본적으로 억제하거나 이미 생성된 free radical들의 안정화를 통해 생체세포를 보호할 필요가 있고 이러한 상황에서 polyphenol 화합물의 전자공여작용은 세포성분의 산화를 억제하는 항산화활성을 갖게 된다[1-2,4-9]. 포도는 갈매나무목 포도과에 속하는 낙엽성 덩굴식물로 미네랄과 비타민 등 영양성분이 풍부한 알카리성 과실로 인체에 여러 가지 이로운 효과들이 알려져 있어 현재까지 종실 및 과피에 대한 연구는 활발히 진행되어져왔다[10-15]. 하지만 기호성 식품으로 취급되는 각종 차류[2,4]에 대한 생리활성에 비하면 음료로 시판되어 대중에 의한 접근성이 용이한 과일주스류에 대한 연구보고는 극히 미미한 수준이다.

따라서 본 연구는 현대인들이 주변에서 가장 구매가 용이하

† Corresponding author. E-Mail: kwon0408@busan.go.kr
Phone: 051-327-8601, Fax: 051-327-8603

고 다소비 되고 있는 시중 유통 포도주스류 6종에 대해 가장 잘 알려진 생리활성인 항균활성과 항산화 활성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 재료는 시중 대형 할인점을 통해 시판되는 총 6종을 구입하여 사용하였으며 비교실험을 위해 천연포도주스 3종(N-1, N-2, N-3), 환원포도주스 3종(R-1, R-2, R-3)으로 구분하였다.

구입한 재료는 각각 1 L씩 취하여 rotary vacuum evaporator(R-124, Büchi Co., Switzerland)로 40℃ 이하의 수조에서 감압하여 농축하고 freezing dryer(F/D, SamWon Co., Korea)를 이용하여 72시간동안 동결 건조시킨 뒤 -20℃ 의 냉동고(CA-D11AZ, LG Co., Korea)에 보관하면서 실험시료로 사용하였다.

미생물 배양 및 배지

항균활성 측정에 사용된 미생물은 Gram 양성균 6종, Gram 음성균 12종으로 본 연구원 미생물과에서 분양받아 사용하였으며, 항균활성 공시균주 총18종은 Table 1과 같다. 모든 시험균은 Mueller-Hinton Broth(MHB, Difco, USA)를 사용하여 배양하였고, *L. monocytogenes*는 MHB에 0.6% yeast extract를 첨가하였고, 호염균인 Vibrio속 미생물에는 3% NaCl를 첨가하여 배양하였다. 또한 고체배지의 경우 1.5%의 agar를 첨가하여 사용하였으며, 모든 균주는 37℃에서 배양하면서 실험에 이용하였다.

항균활성 측정

각 시료의 항균활성은 Bauer 등[16-17]의 disc diffusion 방법에 따라 측정하였다. 건조된 각 시료에 증류수를 가하여 재용해하고 멸균된 disc(8 mm, thin, Toyo Co., Japan)에 0.25, 0.5, 0.75 및 1.0 mg/disc의 농도가 되도록 점적한 뒤 완전히 건조시켜 준비하였다.

항균활성 측정을 위해 하루 전 배양된 각 균주를 agar plate에 100 μL씩 분주하고 멸균된 면봉으로 균일하게 도포시킨 후 시료용액이 점적된 disc를 agar plate 표면에 완전히 밀착시켰다. 각 plate는 시료용액의 확산을 위해 4℃ 냉장고에서 1시간 동안 방치한 뒤 37℃ 배양기에서 18시간 배양한 후 disc 주변에 나타나는 clear zone으로 결정하여 각 시료의 항균력을 측정하였다. 이 때 대조구는 멸균된 증류수를 포화시킨 disc를 건조시켜 사용하였으며, 위의 항균활성은 3회 반복 실시하였다.

총 폴리페놀 화합물의 함량 측정

총 polyphenol 화합물의 함량은 Folin-Denis 방법을 약간 변형시켜 측정하였다[17-20]. 건조된 시료를 증류수에 용해시켜 10 mg/mL 농도로 제조하여 시험관에 200 μL를 취하고 증류수를 가하여 2 mL로 만든 후, 여기에 200 μL Folin-ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 잘 혼합한 후 3분간

Table 1. List of tested microorganism

	Tested microorganism	ATCC No.
Gram Positive		
	Bacillus cereus	ATCC11778
	Corynebacterium xerosis	ATCC9755
	Listeria monocytogenes	ATCC15313
	Micrococcus luteus	ATCC10240
	Staphylococcus aureus	ATCC25923
	Streptococcus faecalis	ATCC10541
Gram Negative		
	Citrobacter freundii	ATCC6750
	Escherichia coli	ATCC9637
	Escherichia coli VT1, VT2, eaeA	ATCC43895
	Klebsiella pneumoniae	ATCC10031
	Pseudomonas aeruginosa	ATCC27853
	Shigella flexneri	ATCC9403
	Salmonella paratyphi	ATCC11087
	Shigella sonnei	ATCC9290
	Vibrio cholerae Non-O1	ATCC11179
	Vibrio parahaemolyticus	ATCC11143
	Vibrio vulnificus	ATCC11187
	Yersinia enterocolitica	ATCC27729

Table 2. Yield of grape juice

Sample		dry weight(g)	yield(%)[1]
Natural	N-1	181.05	18.12
	N-2	178.25	17.83
	N-3	163.17	16.32
Concentrate	R-1	176.63	17.66
	R-2	117.26	11.73
	R-3	191.39	19.14

[1] $\text{yield}(\%) = \frac{\text{dry weight(g)}}{\text{grape juice(1,000g)}} \times 100$

실온에 방치하였다. 정확히 3분 후 400 μL의 20% Na_2CO_3 용액을 가하여 혼합하고 증류수를 첨가하여 최종 4 mL로 만든 후 실온에서 1시간 방치하여 상징액을 725 ㎚에서 흡광도를 측정하였다.

이 때 총 polyphenol 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 환산하여 구하였는데, tannic acid를 이용한 표준곡선은 50% ethanol에 녹인 1 ㎎/mL 농도의 tannic acid 원액을 최종 0, 50, 100, 150, 200 및 400 ㎍/mL의 농도가 되도록 하여 위와 동일한 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다.

DPPH에 의한 수소공여능의 측정

DPPH에 의한 수소공여능(hydrogen donating ability, HDA)은 Blois 방법을 변형하여 측정하였다[7,21]. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액은 100 mL ethanol에 16 ㎎의 DPPH를 용해시키고 증류수 100 mL를 혼합하여 잘 섞은 후 여과지(Whatman No.2)로 여과하여 조제하였다. 이 용액 4.9 mL에 증류수에 용해시킨 일정 농도의 시료용액 100 μL를 혼합하여 5분 간격으로 30분간 반응 후 528 ㎚에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 수소공여능은 시료 첨가구와 시료용액을 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 구하여 백분율(수소공여능, %=[(대조구 흡광도-실험구 흡광도)/대조구 흡광도]×100)로 표시하였고, 대조구의 흡광도를 100으로 하여 1/2로 감소시키는데 필요한 시료의 농도를 Reduce Concentration 50%(RC_{50})으로 결정하였다.

결과 및 고찰

동결 건조된 각 포도주스의 건조물들은 생리활성의 측정에 앞서 micro balance(AT-261, Mettler Co., Switzerland)를 이용하여 무게를 측정하고 그 회수율을 구하였다(Table 2). 실험에 사용된 포도주스들은 평균 16.8%의 수율을 나타내었으며, 대부분 비슷한 수율을 나타낸 반면 한 개의 시료(R-2)만이 상대적으로 낮은 수율(11.73%)을 나타내었고 최저 수율을 보인 시료에 비해 최대 수율을 보인 시료는 1.6배에 해당하는 차이를 보였다. 수율을 구한 건조물들은 -20℃ 의 냉동고(CA-D11AZ, LG Co., Korea)에 보관하면서 생리활성 측정을 위한 시료로 사용하였다.

Antimicrobial Activity

각종 식물 추출물이 미생물 증식억제에 관여한다는 사실은 오래 전부터 알려져 있으며, 이런 특성을 이용하여 우리 조상들은 음식의 장기 보존에 이용한 경우가 보이고 있으며 겨자, 고추냉이, 귤씨 추출물 등에 대한 항균활성이 많이 알려져 있다[1].

6종의 포도주스에 대한 항균활성은 *Bacillus cereus* 등 6종의 Gram 양성균과 *Escherichia coli* 등 12종의 Gram 음성균에 대하여 Bauer 등의 disc diffusion 방법에 따라 측정하였다.

측정결과 실험에 사용된 6종의 포도주스 모두 항균활성을 전혀 나타내지 않는 것으로 나타났으며, 그 결과는 Fig. 1과 같다.

총 Polyphenol 화합물의 함량

포도주스 6종에 대한 총 polyphenol 화합물 함량의 측정은 Folin-Denis 방법에 따랐으며, tannic acid를 이용하여 표준곡선을 작성(Fig. 2)하고 이로부터 함량을 구하였다. (Table 3)

총 6종 포도주스의 총 polyphenol 화합물 함량은 평균 0.37%였으며, 천연주스가 평균 0.39%, 환원주스가 0.36%로 거의 유사한 함량을 보였다. 또 최대/최소 함량비는 2.2로 시료별로 큰 차이를 보였는데, N-2와 R-2가 각각 0.52, 0.56%로 높은 함량을 보인 반면 R-1은 0.27%로 현저히 낮은 함량을 나타내었다.

Antioxidant Activity

항산화 물질은 산화를 억제하는 기능을 갖고 있으며 특히 유지와 같이 쉽게 산화되는 성분의 산화를 지연시키는 효과를 갖고 있다. 근래 이들 항산화 물질이 인체 내 free radical을 소거시키는 작용으로 노화억제, 항암효과 등에 관여하는 것으로 알려져 유지식품에 대한 효용성과 함께 기능성 활성 성분으로 각광을 받고 있다[1].

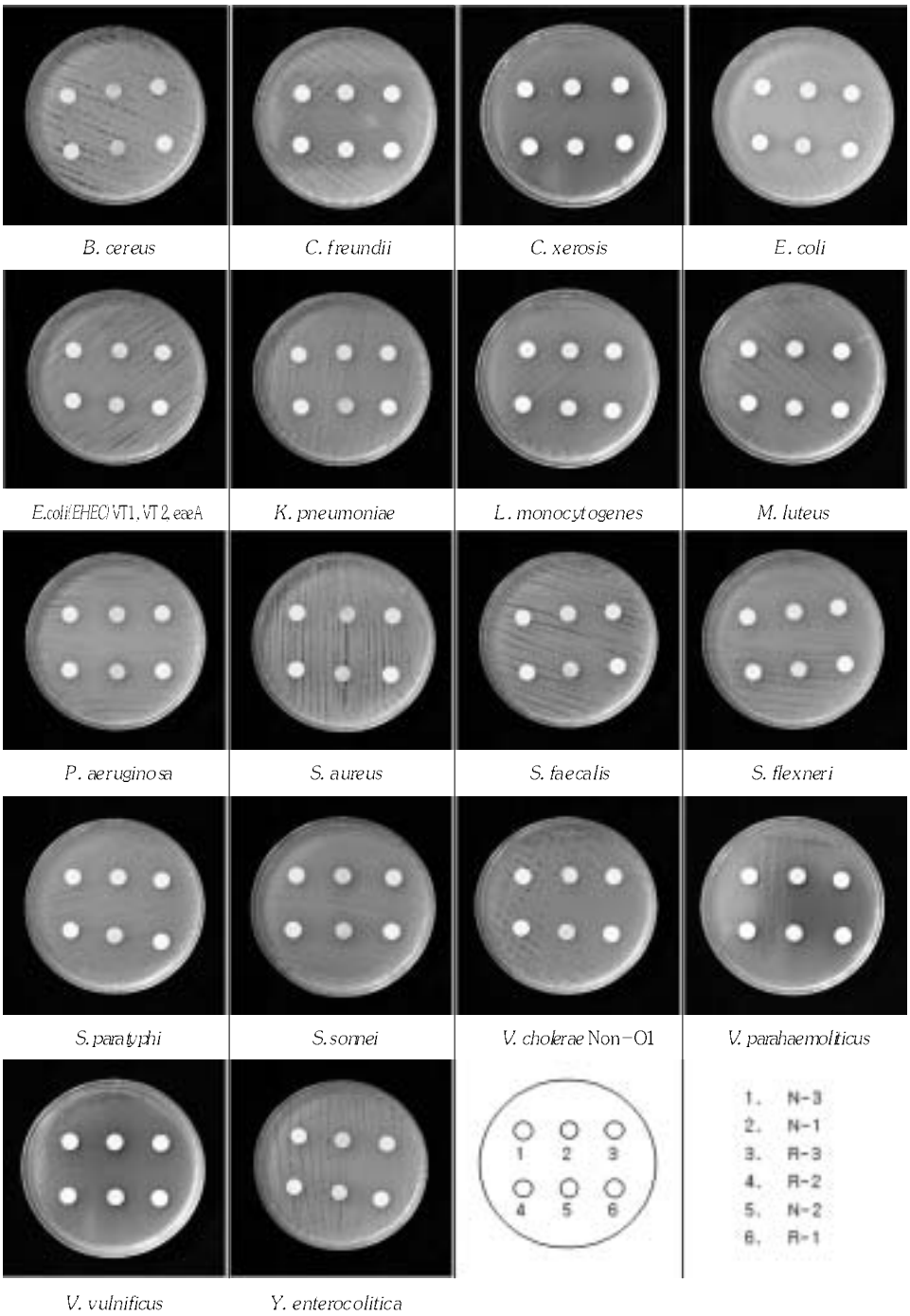

Fig. 1. Antimicrobial activity of grape juice by disc diffusion method.

산소는 인간을 포함한 호기성 생물의 생존에 필요 불가결한 요소이지만 에너지 대사를 위해 산소를 이용하는 많은 생명체에서 부산물로 생성되어진 활성산소 종은 생체 내 세포막에 존재하는 지질과 결합하여 과산화물(superoxide)을 만들고, 이들의 연속반응에 의해 alcohol 류, aldehyde 류, ketone 류 등을 생성함으로서 DNA 및 세포를 손상시켜 암을 유발하거나 노화에 영향을 미치거나 면역작용을 감소시키는 것으로 알려져 있다[8,21-23].

일반적으로 특정 물질에 대한 항산화 활성을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있으나 그 중에서 DPPH radical 소거 활성

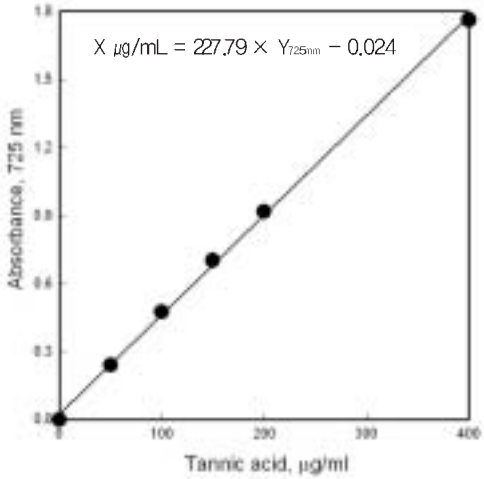

Fig. 2. Standard curve for total polyphenolic compound assay.

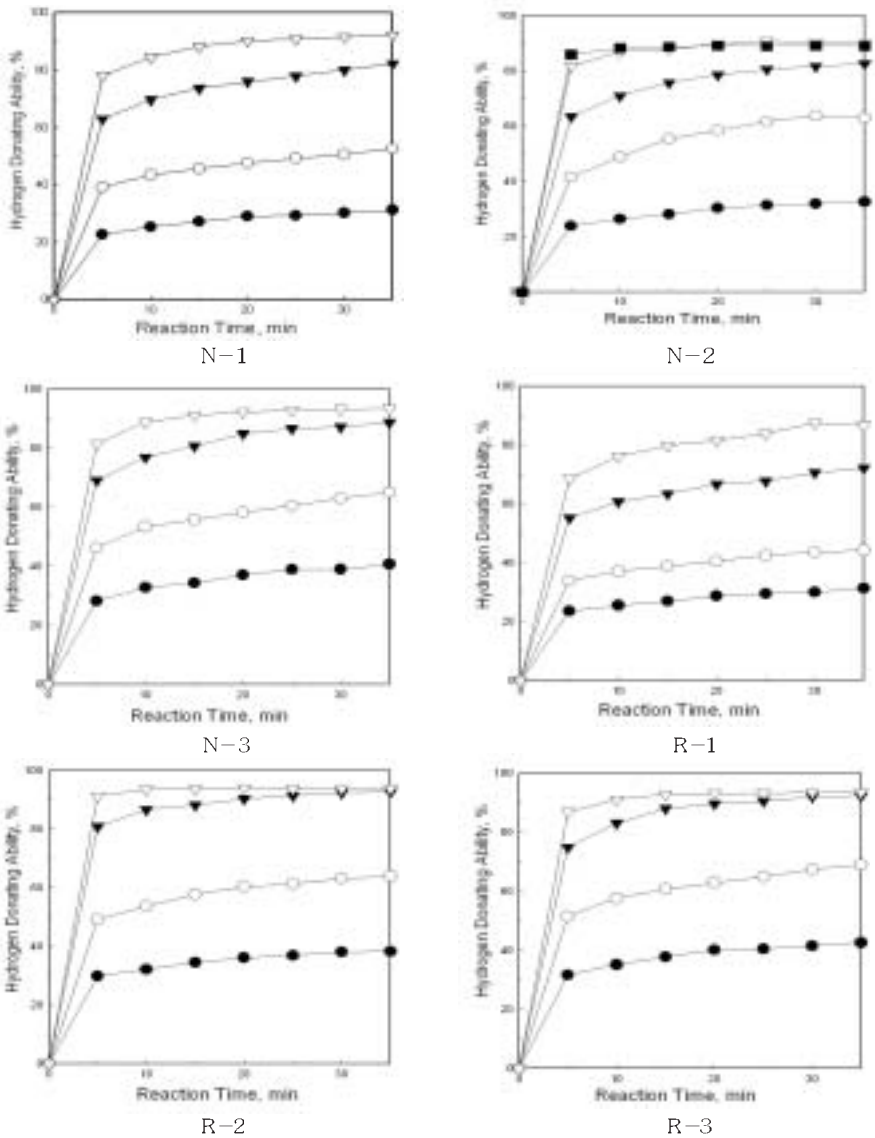

Fig. 3. Hydrogen donating ability of grape juices.
●:1 ㎎/mL, ○:2 ㎎/mL, ▼:4 ㎎/mL, ▽:8 ㎎/mL, ■:12 ㎎/mL

Table 3. Total polyphenols contents(TPC) of grape juice by Folin-Denis method

Sample		concentration(μg/mL)[1]	total polyphenol(%)[2]
Natural	N-1	35.28	0.35
	N-2	51.68	0.52
	N-3	30.27	0.30
Concentrate	R-1	27.08	0.27
	R-2	55.56	0.56
	R-3	26.17	0.26

[1] concentration(μg/mL) = 227.79 × O.D. at 725 nm − 0.024

[2] $$\text{total polyphenol}(\%) = \frac{\text{concentration}(\mu g/mL)}{10\,mg/mL} \times 100$$

을 측정하는 방법은 비교적 간단하면서도 대량 측정이 가능해 검색 시 많이 사용되는 방법이다. 이 물질은 radical을 갖는 물질 중에서 비교적 안정한 화합물로 EtOH 용액에서 보라색으로 발색되는데, 항산화 활성을 갖는 물질과 반응하면 DPPH의 radical이 소거되면서 탈색되는 점을 이용하여 측정이 가능하다. 이는 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있을 뿐만 아니라 인체 내에서 활성 radical에 의한 노화를 억제하는 작용의 척도로도 이용되고 있다[7].

포도주스 건조시료의 항산화력을 알아보기 위해 DPPH에 의한 수소공여능을 측정하였는데, 일정 농도의 시료용액을 가하여 30분간 반응 후 528 nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. Fig. 4는 천연주스와 환원주스 각 3개의 시료에 대하여 첨가 시료 농도별 수소공여능의 변화를 시간의 변화에 따라 5분 간격으로 나타내었으며, 이 때 시료용액을 첨가하지 않은 대조구의 흡광도를 100으로 하여 1/2로 감소시키는데 필요한 시료의 농도를 RC_{50}으로 결정하였다.

Table 4는 포도주스 6종에 대해 DPPH를 이용하여 시료 첨가 농도별 수소 공여능(%)을 측정해 대조구에 비해 1/2로 감소시키는 RC_{50}을 결정함으로서 각 시료의 항산화활성을 나타내었다.

전반적으로 천연주스가 환원주스에 비해서 약간 높은 항산화활성을 나타내었는데, 그 중 천연주스 시료 N-2가 가장 높은 결과를 보였고, 환원주스 시료 R-1이 가장 낮은 결과를 나타내었다. 또 항산화활성과 총 polyphenol 함량과의 관련성을 비교한 결과 상기 결과는 앞서 언급한 총 polyphenol 함량과 거의 상관된 결과를 보여주고 있어, 페놀성 화합물들이 항산화활성에 관여한다는 여러 보고들[23-25]과 유사한 결과를 나타내었다.

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 크게 플라보노이드류, 카테킨류 및 탄닌류 등으로 구분되는데, 최근 이들 성분의 기능성에 관한 연구 평가도 여러 측면에서 이루어지고 있다. 항산화 작용, 항혈전 작용, 고지혈증 억제작용 및 지방간 억제작용 등이 보고되고 있으며, 과채류에서 유래된 폴리페놀 화합물 섭취량과 심혈관 · 순환계 질환 및 암으로 인한 사망률과 사이의 역상관 관계를 나타내는 여러 연구보고가 있어 이들 화합물의 유효성이 더욱 지지되어지고 있다[9].

요 약

시중 시판되는 포도주스 총 6종에 대한 생리활성을 측정하였다. 비교를 위해 천연주스 3종과 환원주스 3종으로 구분하여 실험을 실시하였고, 이들 시료는 각각 1 L씩을 농축, 동결건조시켜 그 수율을 구한 다음 실험에 사용하였다.

1. 수율(Yield, %) : 동결 건조된 포도주스 시료는 평균 16.8%의 수율을 나타내었다.

2. 항균활성(Antimicrobial Activity) : Bauer의 disc diffusion방법에 따랐으며, *Bacillus cereus* 등 6종의 그람 양성균과 *E. coli* 등 12종의 그람 음성균에 대한 항균활성 측정 결과 모든 시료에서 활성을 나타내지 않았다.

3. 총 polyphenol 화합물 : Folin-Denis의 방법에 따라 tannic acid를 이용해 표준곡선을 작성하고 이로부터 총 polyphenol 화합물의 함량을 구하였다. 시료의 평균 함량은 0.37%였고, 분류별로는 천연주스가 0.39%, 환원주스가 0.36%로 큰 차이를 보이지 않았으나, 시료별로는 최대/최소 함량비는 2.2로 큰 차이를 보여 N-2와 R-2가 각각 0.52, 0.56%로 높은 함량을 보인 반면 R-1은 0.27%로 상대적으로 현저히 낮은 함량을 나타내었다.

4. 항산화활성(Antioxidant Activity) : DPPH용액에 포도주스 시료를 첨가하여 30분간 반응 후 흡광도를 측정, RC_{50}을 정하여 항산화활성을 구하였다. 그 결과는 전반적으로 천연주스가 환원주스에 비해 약간 높은 활성을 보였는데, 천연주스 N-2가 가장 높은 활성을 보인 반면 환원주스 R-1이 가장 낮은 활성을 나타내어 시료별 총 polyphenol 화합물 함량과 상관된 결과를 나타내었고 이는 페놀성 화합물들이 항산화활성에 관여한다는 여러 다른 보고들과 유사한 결과를 보였다.

Table 4. Free radical level of DPPH by grape juice

Sample		Hydrogen Donating Ability(%)				
		1.0 ㎎/mL	2.0 ㎎/mL	4.0 ㎎/mL	8.0 ㎎/mL	12.0 ㎎/mL
Natural	N-1	-	30.26	50.70	80.15	91.62
	N-2	32.43	63.84	81.62	90.47	89.10
	N-3	-	39.07	63.11	87.23	93.22
Concentrate	R-1	-	30.05	43.63	70.52	87.48
	R-2	-	38.13	63.29	92.50	93.72
	R-3	-	41.52	67.50	92.11	93.35

: RC_{50}(reduce concentration 50)

참고문헌

1) 신동화, "천연물로부터 항균 및 항산화 물질의 탐색과 이용", 식품과학과 산업, 36(3), 81~89(2003)
2) 조영제, 김병규, 천성숙, "녹차 폐놀류가 corn oil-in-water emulsion의 산화 중 hydroperoxide 생성에 미치는 영향", 한국식품과학회지, 36(1), 19~24(2004)
3) 김석종, 임동길, 형석원, 김미숙, 김정옥, 김무남, 이강권, 하영래, "뽕나무 첨가 배지에서 배양한 버섯균사체 배양물의 자동산화 억제 효과", 한국식품영양과학회지, 33(2), 249~254(2004)
4) 오덕환, 이미경, 박부길, "식품유해균에 대한 차류 추출물의 항균효과", 한국식품영양과학회지, 28(1), 100~106(1999)
5) 이윤미, 권명자, 김재곤, 서홍석, 최재수, 송영옥, "배추김치의 dichloromethane 획분으로부터 항산화 물질의 분리 및 동정", 한국식품과학회지, 36(1), 129~133(2004)
6) 차재영, 조영수, "식이성 고지혈증에 미치는 감자 폴리페놀의 영향", 한국식품영양과학회지, 29(2), 274~279(2000)
7) 정성제, 이진희, 송효남, 성낙술, 이승은, 백남인, "약용 식물 추출물의 항산화 활성 검색", *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 47(1), 135-140(2004)
8) 백홍석, 나영수, 김도한, 이창한, 류병호, 송승구, "초석잠(Stachys sieboldii MIQ) 뿌리 추출물의 항산화 활성 고찰", *Journal of Life Science*, 14(1), 1~7(2004)
9) 박영서, 장학길, "복분자의 유산발효와 생리활성 평가", *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, 46(4), 367~375(2003)
10) 이영춘, 황한주, 오상석, "포도종자 추출물의 항산화 효과에 관한 연구", 산업식품공학지, 6(2), 165~171(2002)
11) 정하열, 윤수정, "포도종실 에탄올 추출물의 순차 용매 분획에 따른 항산화 활성", 한국식품영양과학회지, 31(6), 1092~1096(2002)
12) 정하열, 윤수정, "포도종실 에탄올 추출물의 항산화 활성", 한국식품영양과학회지, 31(5), 893~898 (2002)
13) 정하열, 박동규, "포도종실 에탄올 추출물의 항균 활성", 한국식품영양과학회지, 32(1), 109~114(2003)
14) 박성진, 이현용, 오덕환, "국내산 포도 캠벨종의 종자 및 과피 추출물의 Free Radical 소거능 탐색", 한국식품영양과학회지, 32(1), 115~118(2003)
15) 유미애, 정혜경, 강명화, "포도부산물인 과피로부터 항산화 물질 최적 추출방법 확립", 한국식품과학회지, 36(1), 134~140(2004)
16) Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C., and Turck, M. "Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method", Am. J. Clin. Pathol., 45, 495(1966)
17) 김민주, "개고사리(*Athyrium niponicum*) 추출물의 항균 및 항산화 활성에 대한 연구", 동아대학교, 박사학위청구논문, (2002)
18) A.O.A.C. : Official Methods of Analysis. 16th eds., Association of Officials Analytical Chemists, Washington, D.C., (1995)
19) Gutfinger, T. "Polyphenols in olive oils", Am. J. Oil chem. Soc., 58, 966(1981)
20) 강정렬, 김석중, 박신, "생육시기별 식물 잎의 항산화제 함량 변화", Journal of Life Science, 14(1), 104~109(2004)
21) Blois, M.S. "Antioxidant determination by the use of a stable free radical", Nature, 26, 1199~1200 (1958)
22) 임진아, 나영순, 백승화, "대나무 에탄올추출물의 항산화 효과 및 아질산염 소거작용", 한국식품과학회지, 36(2),

306~310(2004)
23) 김은영, 백인희, 김정현, 김성란, 류미라, "항산화활성을 나타내는 약용식물 소재 탐색", 한국식품과학회지, 36(2), 333~338(2004)
24) Sato, M., Ramarathnam, N., Suzuki, Y., Ohkubo, T., Takeuchi, M., and Ochi, H. "Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources", *J. Physiol.*, 265, H774~H778 (1993)
25) Torel, J., Cillard, J., and Cillard P. "Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical", Phytochemistry, 25, 383~385(1986)