

야채 및 과일추출물의 항산화작용과 산화적 염색체손상에 대한 억제효과

이승철 · 허찬 · 이승현 · 김현표 · 허문영[#]

강원대학교 약학대학

(Received February 9, 2004; Revised March 17, 2004)

Antioxidative Activity and Protection of Oxidative Chromosomal Damage by Vegetables, Fruits Extract and Their Functional Liquid Formulation

Seung Cheol Lee, Chan Heo, Seung Hyun Lee, Hyun Pyo Kim and Moon Young Heo[#]

College of Pharmacy, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

Abstract — The ethanol extracts of mixed vegetables (Bioactive Vegetables, BV), mixed fruits (Bioactive Fruits, BF) and their liquid formulation (Chungpae Plus®, CP) were evaluated for their antioxidative and antigenotoxic activities. They were shown to possess the significant free radical scavenging effect against 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazine (DPPH) radical generation and were revealed to show the inhibitory effect of lipid peroxidation as measured by malondialdehyde (MDA) formation although the potencies were not higher than those of vitamin C. They did not possess any pro-oxidant effect on bleomycin-Fe(III) dependent DNA degradation, whereas vitamin C showed strong pro-oxidant effect. Furthermore, oral administration of BV and BF inhibited micronucleated reticulocyte (MNRET) formation of mouse peripheral blood induced by KBrO₃ treatment *in vivo*. CP also showed significant inhibition under same experimental condition. Therefore, the liquid formulation (CP) containing BV and BF may be a useful natural anti-oxidative and antigenotoxic agent by scavenging free radicals, inhibition of lipid peroxidation and protecting chromosomal damage.

Keywords □ vegetable, fruit, antioxidative effect, free radical scavenging effect, chromosomal damage, micronucleus assay

우리나라 사람들의 사망원인 순위는 암과 심장혈관계질환이 1, 2위를 점하고 있다.¹⁾ 여러 역학조사 결과, 야채와 과일들의 다양 섭취는 폐암 등 각종 암을 예방할 수 있으며, 심장병이나 동맥경화 등 심혈관계질환을 감소시킨다고 알려져 있다.²⁻⁴⁾ 질병의 예방을 위하여 야채와 과일의 더 많은 섭취가 권장되고 있으나 우리나라 국민의 야채와 과일 섭취량은 외국에 비해 부족한 편이다.⁵⁾ 따라서 야채와 과일로부터 건강에 유용한 생리활성성분들을 뽑아내어 이를 주성분으로 한 의약학적, 또는 식품학적 제제의 개발이 필요하다.

최근에는 oxidative stress에 의한 DNA와 염색체 손상으로 비롯된 암 발생과 노화의 억제제를 천연물로부터 찾아내는 일에 매우 관심이 커지고 있다.⁶⁻⁹⁾ 특히, 야채와 과일에는 암 예방과 노화억제에 관련이 깊은 항산화성분인 폴리페놀이 많이 함유되어

있는 것으로 알려져 있다.^{10,11)} 이에 본 연구에서는 한국인들이 즐겨먹는 5종의 야채 및 4종의 과일로부터 flavonoid를 비롯한 폴리페놀화합물들이 다양으로 들어 있는 엑스를 제조하고, 이 엑스의 항산화활성과 산화적 유전독성억제활성을 밝혀 이들의 예방약학적 용도를 개발하기 위한 기초연구를 수행하였다.

5종의 야채로부터 추출된 야채생리활성추출물과 4종의 과일로부터 추출된 과일생리활성추출물 및 이들로 제조된 액상조성물을 대상으로 하여 항산화작용을 평가하기 위하여 free radical 소거작용과 지질과산화억제효과를 측정하는 한편, pro-oxidant effect를 비교 연구하였다. 또한, 강력한 산화제인 KBrO₃ 유도에 대한 생쥐 소핵시험을 실시하여 산화적 염색체 손상에 대한 억제효과를 규명하여 이에 보고하는 바이다.

실험재료 및 방법

야채 및 과일추출물의 제조

강원도 양구지방에서 재배된 배추(*Brassica campestris*), 무청

*본 논문에 관한 문의는 저자에게로
(전화) 033-250-6914 (팩스) 033-253-9647
(E-mail) myheo@kangwon.ac.kr

(*Raphanus sativus*), 양파(*Allium cepa*), 오이(*Cucumis sativus*), 샐러리(*Apium graveolens*)를 구입하여 물로 세척 한 후 건조기에서 건조하였다. 건조된 야채를 1:1:1:1:0.1의 비율로 섞고 여기에 주정(대한주정) 20 μ l와 정제수 20 μ l를 가해 20일간 실온에서 방치하고 여과 후 농축하여 암녹색의 연조엑스(Bioactive Vegetables, BV)를 얻었다. 건조야채로부터의 회수율은 약 22%(w/w)였다. 한편, 강원도 양구산 사과(*Malus pumila*), 배(*Pyrus communis*), 포도(*Vitis vinifera*), 제주산 감귤(*Citrus aurantium*)을 세척하고 1:1:1:1의 비율로 섞고 주정(대한주정)을 30 μ l를 가하고 실온에서 20일간 방치하였다. 이것을 여과하고 농축하여 암갈색의 연조엑스(Bioactive Fruits, BF)를 얻었다. 생과일로부터의 회수율은 약 6.7%(w/w)였다.

야채 및 과일 추출물 중의 영양성분 및 활성성분의 정량

추출물 중의 total polyphenol은 Slinkard and Singleton법,¹²⁾ total flavonoid는 식품공전 프로폴리스식품의 총 플라보노이드 정량법¹³⁾에 따랐다. Chlorophyll은 식품공전 엽록소함유식품의 총 엽록소 정량법¹⁴⁾에 따랐으며, organic acid는 식품공전 중 매실 추출식품의 유기산 산도 시험법¹⁵⁾에 따랐다. 정량용 시약은 대부분 Sigma제를 사용하였다.

액제의 제조

실험대상 액제(Chungpae Plus®, CP)는 아래와 같은 조성으로 제조하였으며 약 100°C의 물에서 멸균하여 사용하였다. 액제 100 μ l 중 조성은 다음과 같다.

야채활성성분추출물(BV)	17 mg
과일활성성분추출물(BF)	100 mg
도라지엑스	45 mg
글루타치온이스트추출물	50 mg
갈근엑스	90 mg
비타민 C	100 mg
판토텐산칼슘	10 mg
타우린	5 mg
구연산	210 mg
구연산나트륨	65 mg
배농축과즙	8 g
설탕	5.75 g
올리고당	65 mg
액상과당	8.21 g
안식향산나트륨	50 mg
페퍼민트향	16 mg
포트리스 에센스	16 mg
정제수	적량

실험동물

본 실험에서 사용한 ICR 생쥐는 (주)대한실험동물에서 공급받아 강원대학교 약학대학 동물사육실 내에 있는 양압의 무균동물챔버에서 23±1°C 및 상대습도 55±7%의 조건으로 7~10일 적응시킨 후 사용했다. 사료는 삼양유지의 마우스식 pellet사료를 주었으며, 물은 자유롭게 먹게 하고, 12 h/12 h(L/D) cycle의 조건에서 실험하였다.

프리라디칼소거작용

DPPH(1,1-Diphenyl-2-picryl hydrazil)는 분자 내 radical을 험유하고 있는데 이것이 다른 free radical들과 결합하여 안정한 complex를 만든다. 60 μ mol DPPH 2 μ l에 DMSO에 용해시킨 BV, BF 및 CP의 소정농도용액 2 μ l을 가하고 5 분간 섞고 30분간 방치 후 520 nm에서 측정하였다.¹⁶⁾

지질과산화억제효과

검체들의 지질과산화 억제효과를 측정하기 위하여 Fenton's reagent를 이용하여 시험하였다. 중류수에 2% sodium dodecyl sulfate를 가온하여 용해시키고 0.79 mmol potassium chloride, 0.25 mmol Trizma (pH 7.4), 1 μ mol FeCl₂ 용액이 되도록 조제하여 혼합용액을 만들었다. 이 용액 4.83 μ l에 H₂O₂ 15 μ l, ethyl linoleate 10 μ l를 첨가한 후 소정의 농도의 검액을 0.1 μ l씩 분주하였다. 이 모든 양이 각 sample당 5 μ l가 되도록 하였다. 만들어진 반응용액은 vortex mixer로 즉시 혼합하고 aluminum foil로 감싸서 16시간 동안 55°C에서 배양시켰다. 각각의 반응용액에 4% BHT ethanol solution 50 μ l를 분주하여 산화를 정지시킨 다음 항산화 정도를 TBA법으로 측정하였다.^{17,18)}

Pro-oxidant effect

Bleomycin-Fe(III) dependent DNA degradation에 미치는 추출물의 pro-oxidant 효과를 calf thymus DNA 100 μ g/ml에 50 μ g/ml bleomycin, 0.025 mM FeCl₃, 5 mM MgCl₂, 30 mM KH₂PO₄-KOH buffer(pH 7.0) 혼합용액의 4.9 μ l에 검액 100 μ l를 가해 1시간 동안 37°C에서 배양시킨 후 1%(w/v) TBA in 0.05 M NaOH 1 ml, 25%(v/v) HCl 1 ml씩 가해 vortex하였다. 다음 100°C에서 10분간 가열하고 냉각시킨 후 BuOH 3 ml씩을 가해 흔들어서 추출하였다. 이 용액의 상등액을 취해 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.¹⁹⁾

KBrO₃ 유도 산화적 스트레스에 의한 소핵생성에 대한 억제효과

마우스 꼬리정맥혈을 이용하여 소핵시험을 실시하였다.²⁰⁾ 양성대조물질로는 생체 내에서 superoxide anion, NO, H₂O₂ 등을 생성시키는 산화적 스트레스 유발물질인 KBrO₃를 사용하였다. 마우스에 4일간 하루에 한번 KBrO₃ 80 mg/kg을 복강주사하고

동시에 BV와 BF를 용량별로 경구투여하였다. 24시간 후 마우스 꼬리 정맥을 주사바늘로 찔러 소량 분출해 나오는 혈액을 미리 acridine orange로 코팅된 슬라이드 상에 떨어뜨렸다. 곧 카바글 래스를 덮고 적어도 2시간 이후에 1,000개의 망상적혈구 (reticulocyte, RET) 중 소핵을 가진 망상적혈구(micronucleated reticulocyte, MNRET)를 관찰하였다. 관찰은 형광현미경(blue excitation, 488 nm & yellow filter, 515 nm)에서 1000 \times 로 하였다. 한편, CP는 2주 동안 물 대신 음용시킨 후 2주의 마지막 4 일 동안 하루에 한번 양성대조물질로 KBrO₃ 80 mg/kg을 복강 주사하고 24시간 후에 채혈하여 동일하게 시험하였으며 대조군은 CP 대신 물을 주었다.

실험결과

야채/과일추출물 중 활성성분의 함량

Table I에 BV와 BF 중에 함유된 활성성분들의 함량을 나타내었다. Total polyphenol은 BV 3.52%, BF 0.96%이었으며 total flavonoid는 각각 0.402%, 0.075%으로서 BV가 BF보다 함량이 높았다. BV 중 chlloophyll은 0.406%, BF 중 organic acid는 1.70%를 나타내었다.

프리라디칼소거작용

Table II에 BV, BF, CP 및 vitamin C의 프리라디칼소거작용을 나타내었다. BV, BF, CP 모두 처리농도에서 유의성이 있는 프리라디칼소거작용을 나타내었으며 처리농도범위에서 BV가 BF보다 다소 활성이 높았다. CP도 처리농도(1~10%)에서 유의성 있는 소거활성을 나타내었다. 대조물질로 사용한 vitamin C는 25 µg/ml 처리농도에서도 94.7%의 매우 높은 활성을 나타내었다. DPPH radical은 · OH와 비슷한 거동을 하는데 BV, BF, CP는 vitamin C보다는 약하지만 혼합물임에도 불구하고 비교적 강한 프리라디칼소거작용이 있는 것으로 나타났다.

지질과산화억제효과

Table III에 BV, BF, CP 및 vitamin C의 지질과산화억제작용을 나타내었다. BV, BF, CP 모두 처리농도에서 유의성이 있는 지질과산화억제작용을 나타내었으며 처리농도범위에서 BV와 BF

Table I – The contents of biological active compounds in BV and BF

Compound ^a	BV (%), w/w)	BF (%), w/w)
Total polyphenol	3.52	0.96
Total flavonoid	0.40	0.08
Chlorophyll	0.41	N.A.
Organic acid	N.A.	1.70

^aMean of three analysis, N.A.; not available.

BV : bioactive vegetables, the ethanol extract of mixed vegetables.
BF : bioactive fruits, the ethanol extract of mixed fruits.

Table II – Free radical scavenging activities of BV, BF and CP

	Concentration	A _{520 nm} ¹	Inhibition (%) ²
		Mean±SD	
BV	0 µg/ml	0.286±0.002	-
	25 µg/ml	0.234±0.005**	18.1
	50 µg/ml	0.181±0.000**	36.7
	100 µg/ml	0.131±0.001**	54.1
	200 µg/ml	0.132±0.001**	53.8
	300 µg/ml	0.122±0.002**	57.3
BF	0 µg/ml	0.262±0.003	-
	25 µg/ml	0.256±0.011	2.2
	50 µg/ml	0.238±0.001**	9.1
	100 µg/ml	0.222±0.003**	15.2
	200 µg/ml	0.189±0.002**	27.8
	300 µg/ml	0.153±0.002**	39.6
CP	0% (v/w)	0.295±0.024	-
	1% (v/w)	0.257±0.003*	12.8
	2% (v/w)	0.204±0.002**	30.8
	5% (v/w)	0.143±0.012**	51.5
	7% (v/w)	0.142±0.010**	51.8
	10% (v/w)	0.093±0.013**	67.4
	Vit-C 0 µg/ml	0.228±0.009	-
Vit-C	25 µg/ml	0.012±0.001**	94.7

¹n=3, Significantly different from control group (Student's t-test)

*p<0.05, ** P<0.01.

²% Inhibition=[OD control-OD(sample-blank)]/OD control × 100.

BV : bioactive vegetables, the ethanol extract of mixed vegetables.

BF : bioactive fruits, the ethanol extract of mixed fruits.

CP : Chungpae plus[®], the liquid formulation containing BV and BF.

Table III – Inhibitory effects of lipid peroxidation of BV, BF and CP

	Concentration	A _{535 nm} ¹	Inhibition (%) ²
		Mean±SD	
BV	0 µg/ml	0.442±0.041	-
	25 µg/ml	0.408±0.013	7.6
	50 µg/ml	0.376±0.069	14.9
	100 µg/ml	0.276±0.011**	37.5
	300 µg/ml	0.231±0.000**	47.7
	500 µg/ml	0.203±0.024**	54.0
BF	1000 µg/ml	0.146±0.014**	66.9
	0 µg/ml	0.410±0.013	-
	25 µg/ml	0.414±0.013	0
	50 µg/ml	0.376±0.069	8.2
	100 µg/ml	0.287±0.120**	30.0
	300 µg/ml	0.140±0.011**	65.8
CP	500 µg/ml	0.152±0.026**	62.9
	1000 µg/ml	0.109±0.014**	73.4
	0%	0.408±0.021	-
	5%	0.396±0.008	3.6
	7%	0.331±0.026*	18.8
	10%	0.287±0.031**	29.6
Vit-C	0 µg/ml	0.379±0.014	-
	100 µg/ml	0.242±0.007**	36.1

¹n=3, Significantly different from control group (Student's t-test)

*p<0.05, **P<0.01.

²% Inhibition=[OD control-OD(sample-blank)]/OD control × 100.

BV : bioactive vegetables, the ethanol extract of mixed vegetables.

BF : bioactive fruits, the ethanol extract of mixed fruits.

CP : Chungpae plus[®], the liquid formulation containing BV and BF.

는 활성이 비슷한 편이었다. CP도 처리농도(1~10%)에서 유의성 있는 활성을 나타내었다. 대조물질로 사용한 vitamin C는 100 µg/ml 처리농도에서도 36.1%의 높은 활성을 나타내어 BV 및 BF와 비슷한 편이었다. 본 실험은 ethyl linoleate를 사용하여 Fenton reaction에 의해 생성된 ·OH의 지질파산화작용에 대한 억제효과를 관찰하는 것으로서 나타난 결과로 보아 BV, BF, CP는 혼합물임에도 불구하고 비교적 강한 지질파산화억제효과가 있는 것으로 판단되었다.

Pro-oxidant 효과

Table IV에서 나타낸 것처럼 BV, BF, CP는 처리농도에서 pro-oxidant 효과를 거의 나타내지 않았으나 vitamin C의 경우에는

Table IV – Pro-oxidant effects of BV, BF and CP on bleomycin-Fe(III) dependent DNA degradation

Concentration	$A_{532\text{ nm}}^1$	
	Mean \pm SD	
Negative	0.003 \pm 0.001	
BV	25 µg/ml	0.007 \pm 0.000**
	50 µg/ml	0.010 \pm 0.001**
	100 µg/ml	0.014 \pm 0.001**
BF	25 µg/ml	0.067 \pm 0.001**
	50 µg/ml	0.009 \pm 0.000**
	100 µg/ml	0.013 \pm 0.001
CP	5%	0.003 \pm 0.003
	7%	0.005 \pm 0.004
	10%	0.013 \pm 0.004*
Vit-C	25 µg/ml	0.482 \pm 0.009**
	50 µg/ml	0.944 \pm 0.028**
	100 µg/ml	1.315 \pm 0.017**

¹n=3, Significantly different from control group (Student's t-test)
*p<0.05, **P<0.01.

BV : bioactive vegetables, the ethanol extract of mixed vegetables.
BF : bioactive fruits, the ethanol extract of mixed fruits.
CP : Chungpae plus®, the liquid formulation containing BV and BE

Table V – Anticlasogenicity of BV and BF on KBrO₃-induced micronucleated reticulocyte (MNRET) in mouse peripheral blood

Treatment ¹	Dose (mg/kg)	MNRET/1000 RET ² (mean \pm SE)	Inhibition (%)
Negative	-	1.0 \pm 0.5	-
KBrO ₃	80	23.6 \pm 1.6	-
KBrO ₃ +BV	80+100	15.8 \pm 2.4*	33.0
	80+500	11.5 \pm 0.6**	51.3
KBrO ₃ +BF	80+100	18.6 \pm 1.2*	21.1
	80+500	15.3 \pm 1.4**	35.2

¹n=6, KBrO₃ (80 mg/kg) was injected i.p. and then immediately test compound was administered p.o. for 4 days, once a day. Peripheral blood was taken at 24 hours after final treatment.

²Significantly different from control group (Student's t-test)
*p<0.05, ** P<0.01.

BV : bioactive vegetables, the ethanol extract of mixed vegetables.
BF : bioactive fruits, the ethanol extract of mixed fruits.

Table VI – Anticlasogenicity of CP on KBrO₃-induced micronucleated reticulocyte in mouse peripheral blood

Treatment ¹	MNRET/1000RET		Inhibition (%)
	Individual value	Mean \pm SE	
KBrO ₃ +water	25, 25, 22, 23, 23, 17, 19, 18, 18, 25	21.5 \pm 1.0	-
KBrO ₃ +CP	14, 18, 16, 15, 20, 20, 19, 16, 17, 13	16.8 \pm 0.7**	21.8

¹n=10, Mouse was fed with water for control group or CP instead of water for treatment group for two weeks each. KBrO₃ (80 mg/kg) was injected i.p. for four days, once a day, and peripheral blood was taken at 24 hours after final KBrO₃ treatment.

²Significantly different from control group (Student's t-test)

*p<0.05, **P<0.01.

CP : Chungpae plus®, the liquid formulation containing BV and BE

처리농도에서 유의성이 있는 높은 pro-oxidant 효과를 나타내었다.

KBrO₃ 유도 산화적 스트레스에 의한 소핵생성에 대한 억제효과
KBrO₃에 의한 BV와 BF의 염색체 손상에 의한 소핵생성의 억제활성을 Table V에 나타내었다. BV와 BF는 100, 500 mg/kg의 투여농도에서 유의성 있는 억제활성을 나타내었으며 BV의 경우, 100 mg/kg에서 33.0%, 500 mg/kg에서 51.3%의 억제활성을 나타내었다. BF의 경우에는 100 mg/kg에서 21.1%, 500 mg/kg에서 35.2%의 억제활성을 나타내었다. BV가 BF보다 억제활성이 다소 높은 편이었다. CP의 경우에는 2주간의 투여에서 물을 음용한 대조군보다 21.8%의 유의성 있는 억제효과가 나타났다 (Table VI).

고찰 및 결론

산화적 stress에 대하여 보호활성을 갖는 chemopreventive agents를 침출하기 위하여 5종의 야채로부터 추출된 야채생리활성추출물(Bioactive Vegetables, BV)과 4종의 과일로부터 추출된 과일생리활성추출물(Bioactive Fruits, BF) 및 이들을 함유하여 제조된 액상조성물(Chungpae Plus®, CP)을 가지고 유리기 소거능력과 지질파산화억제활성을 시험하였다. 시험결과 BV와 BF는 강력한 유리기 소거능력을 지닌 것으로 알려진 vitamin C 보다는 낮았으나 농도의존적인 프리라디칼소거능을 보여주었다. 지질파산화억제활성시험에서도 vitamin C와 비교될 만한 높은 항산화활성을 나타내었다. BV와 BF가 함유된 CP도 시험농도에서 유의성 있는 프리라디칼소거활성과 지질파산화억제활성을 보여주었다.

한편, vitamin C, E와 같은 항산화제들은 체내에서 pro-oxidant 작용을 나타내는 특징이 있다.²¹⁾ 본 연구에서도 vitamin C는 pro-oxidant 작용을 매우 높게 나타내었으나 BV, BF, CP들은 pro-oxidant 작용을 거의 나타내지 않았다. 따라서 BV, BF, CP들은

vitamin C와는 달리 pro-oxidant 작용이 없는 항산화제로서의 응용가능성이 높은 조성물로 판단되었다.

Reactive oxygen species(ROS)에 의한 oxidative DNA damage는 암과 노화와 관련이 깊다.²²⁾ 이들은 point mutation이나 deletion을 포함하는 돌연변이를 nuclear DNA에서 일으키며 mitochondrial DNA에서의 oxidative damage는 노화세포에서의 에너지결핍을 일으켜서 돌연변이의 축적이 일어난다.²³⁾ DNA 수복의 결핍은 세포사를 일으키고 이것은 인접세포들에 있어서 carcinogenesis로의 촉진적 자극을 일으키기도 한다.

따라서 산화적 DNA손상을 통한 발암의 전 단계에서 일어나는 돌연변이나 염색체 손상등의 유전독성에 대한 억제물질들은 암의 개시, 촉진 및 진전단계에서 항산화반응을 통한 세포 내 대사의 조절, DNA 반응성 물질들의 차단, DNA 복제나 DNA 수복작용과 같은 기전으로 돌연변이나 염색체 손상 및 암을 예방할 수 있는 것으로 기대되고 있다.²⁴⁾ 따라서 항산화성이 있는 유전독성억제제의 발견은 산화적 스트레스에 의한 제반 질병의 예방, 특히 암예방에도 효과적인 chemopreventive agent가 될 수 있다.

BV, BF, CP 등 조성물들은 ·OH 등 유리기들을 소거하고 지질파산화억제작용으로 산화적 스트레스에 대한 보호작용을 하고 있다. 또한, 마우스 소핵시험에 의하여 KBrO₃와 같은 강력한 ROS 유발물질에 의한 염색체 수준에서의 손상에 대해서도 BV, BF, CP 등 조성물들은 억제효과를 잘 나타내었다. KBrO₃는 세포내 O₂⁻ 등 ROS, lipid peroxidation, 8-hydroxyguanosine을 생성시키는 물질로서 발암성이 있는 물질이다.²⁵⁾ BV와 BF는 100, 500 mg/kg 투여에서 유의성 있는 억제효과를 나타내었으며, CP의 경우에는 2주 동안 물대신 음용시킨 군에서 유의적인 억제효과를 나타내었다. 본 시험에서는 vitamin C를 대조물질로서 사용하지 않았지만 Sai 등에 의하면 흰쥐에서 KBrO₃에 유도된 소핵이 vitamin C에 의해 감소되었음을 보고하고 있다.²⁶⁾ 따라서, BV, BF, CP 등 조성물들은 산화성 염색체손상에 대한 억제효과를 나타내는 것으로 나타났다.

BV와 BF의 이같은 항산화적 유전독성억제효과는 함유성분 중에 폴리페놀이 다량 함유되어있기 때문인 것으로 판단된다. BV와 BF에는 total polyphenol로서 각각 3.52%, 0.96%로서 함량이 높고 total flavonoid로서는 각각 0.40%, 0.075% 정도 함유하고 있다. 기 발표된 논문에서도 배추, 무청, 양파, 오이, 샐러리와 같은 야채와 사과, 배와 같은 과일에는 quercetin, kaempferol 배당체들이 다량 함유되어 있으며,²⁷⁾ 감귤에는 hesperetin, naringenin 배당체,¹⁰⁾ 포도에는 resveratrol²⁸⁾ 등 항산화성 물질이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 polyphenol류와 flavonoid 화합물들이 세포 내 oxidative stress를 감소시킨다고 알려져 있다.²⁹⁻³⁴⁾

이상을 요약하면 BV, BF 및 CP 등 조성물들은 flavonoid를 비

롯한 항산화성 polyphenol 화합물들을 함유하여 유리기소거작용과 지질파산화억제활성을 나타내었으며, 염색체 수준에서의 손상에 대해서도 억제효과를 나타내었다. 따라서 BV, BF 및 CP 등 조성물들은 산소유리기들에 의한 산화적 손상에 억제적으로 작용하는 기전을 활용하여 항산화, 항노화, 암예방제로서의 응용가능성이 높은 식물추출물 및 관련제제로서 향후 기능성 식품으로서의 응용가능성이 있는 것으로 판단되었다.

감사의 말씀

본 연구논문은 2003년도 한국과학재단 지역협력연구센터사업(한림대 실버생물산업기술연구센터) 및 2003년도 강원대학교 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업의 지원에 의해 얻은 결과이므로 이에 감사드립니다.

참고문현

- 1) 통계청 : 2002 사망원인통계결과, 통계청, 서울 (2003).
- 2) Jansen, M. C., Bueno-de-Mesquita, H. B., Rasanen, L., Fidanza, F., Nissinen, A. M., Menotti, A., Kok, F. J. and Kromhout, D. : Cohort analysis of fruit and vegetable consumption and lung cancer mortality in European men. *Int. J. Cancer* **15**, 913 (2001).
- 3) Feskanich, D., Ziegler, R. G., Michaud, D. S., Giovannucci, E. L., Speizer, F. E., Willett, W. C. and Colditz, G. A. : Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. *J. Natl. Cancer Inst.* **92**, 1812 (2000).
- 4) Bazzano, L. A., Serdula, M. K. and Liu, S. : Dietary intake of fruits and vegetables and risk of cardiovascular disease. *Curr. Atheroscler. Rep.* **5**, 492 (2003).
- 5) 보건복지부 : 2002 계절별 국민영양조사결과, 보건복지부, 서울 (2003).
- 6) Ductile, G. and Crozier, A. : Plant-derived phenolic antioxidants. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* **3**, 447 (2000).
- 7) Marnett, L. J. : Oxyradicals and DNA damage. *Carcinogenesis* **21**, 361 (2000).
- 8) Lin, J. K. and Tsai, S. H. : Chemoprevention of cancer and cardiovascular disease by resveratrol. *Proc. Natl. Sci. Counc. Repub. China* **23**, 99 (1999).
- 9) Inagake, M., Yamane, T., Kitao, Y., Oya, K., Matsumoto, H., Kikuoka, N., Nakatani, H., Takahashi, T., Nishimura, H. and Iwashima, A. : Inhibition of 1,2-dimethylhydrazine-induced oxidative DNA damage by green tea extract in rat. *Japan J. Cancer Res.* **86**, 1106 (1995).
- 10) Justesen, U., Knuthsen, P. and Leth, T. : Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavanones in fruits, vegetables and

- beverages by high-performance liquid chromatography with photo-diode array and mass spectrometric detection. *J. Chromatogr. A* **99**(1-2), 101 (1998).
- 11) Justesen, U., Knuthsen, P. and Leth, T. : Determination of plant polyphenols in Danish foodstuffs by HPLC-UV and LC-MS detection. *Cancer Lett.* **114**(1-2), 165 (1997).
 - 12) Wei Zheng and Shiow Y. Wang : Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs, *J. Agric. Food Chem.* **49**, 5165 (2001).
 - 13) 보건복지부 : 식품공전, 보건복지부, 서울, p 471 (1996).
 - 14) 보건복지부 : 식품공전, 보건복지부, 서울, p 439 (1996).
 - 15) 보건복지부 : 식품공전, 보건복지부, 서울, p 457 (1996).
 - 16) Fugita, Y., Uera, I., Morimoto, Y., Nakajima, M., Hatano, C. and Okuda, T. : Studies on inhibition mechanism of auto-oxidation by tannins and flavonoids. *Yakugaku Zasshi* **108**, 129 (1988).
 - 17) Ohtka, H., Ohishi, N. and Yaki, K. : Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.* **95**, 351 (1979).
 - 18) Kitta, K., Hagiwara, Y. and Shibamoto, T. : Antioxidative activity of an isoflavonoid, 2"-o-glycosyl isovitexin isolated from green barley leaves. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 1843 (1992).
 - 19) Okezie, I. K., Antoniam, M., Johnm, B. and Barry, H. : Evaluation of the antioxidant and pro-oxidant actions of gallic acid and its derivatives. *J. Agric. Food Chem.* **41**, 1880 (1993).
 - 20) Hayashi, M., Morita, T., Kodama, T., Sofuni, T. and Ishidate, Jr. M. : The micronucleus assay with peripheral blood reticulocytes using acridine orange-coated slides. *Mutation Res.* **278**, 209 (1990).
 - 21) Zhang, P. and Omaye, S. T. : Antioxidant and prooxidant roles for beta-carotene, alpha-tocopherol and ascorbic acid in human lung cells. *Toxicol. In Vitro* **15**(1), 13 (2001).
 - 22) Ames, B. N. : Endogenous DNA damage as related to cancer and aging. *Mutation Res.* **214**, 41 (1989).
 - 23) Ames, B. N. : Dietary carcinogens and anticarcinogens. Oxygen radical and degenerative diseases. *Science* **221**, 1256 (1983).
 - 24) Flora, S., Bronzetii, G. and Sovels, F. H. : Assessment of antimutagenicity and anticarcinogenicity. *Mutation Res.* **267**, 153 (1992).
 - 25) Watanabe, S., Togashi, S. and Fukui, T. : Contribution of nitric oxide to potassium bromate-induced elevation of methaemoglobin concentration in mouse blood. *Biol. Pharm. Bull.* **25**(10), 1315 (2002).
 - 26) Sai, K., Uchiyama, S., Ohno, Y., Hasegawa, R. and Kurokawa, Y. : Generation of active oxygen species *in vitro* by the interaction of potassium bromate with rat kidney cell. *Carcinogenesis* **13**(3), 333 (1992).
 - 27) Heretog, M. G. L., Hollaman, P. C. H. and Katan, M. B. : Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* **40**, 2379 (1992).
 - 28) Matsuoka, A., Furuta, A., Ozaki, M., Fukuhara, K. and Miyata, N. : Resveratrol, a naturally occurring polyphenol, induces sister chromatid exchanges in a Chinese hamster lung (CHL) cell line. *Mutation Res.* **494**(1-2), 107 (2001).
 - 29) Aruoma, O. I., Bahorun, T. and Jen, L. S. : Neuroprotection by bioactive components in medicinal and food plant extracts. *Mutation Res.* **544**(2-3), 203 (2003).
 - 30) Frei, B. and Higdon, J. V. : Antioxidant activity of tea polyphenols *in vivo*: evidence from animal studies. *J. Nutr.* **133**(10), 3275S (2003).
 - 31) Dragsted, L. O. : Antioxidant actions of polyphenols in humans. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* **73**(2), 112 (2003).
 - 32) Prior, R. L. : Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. *Am. J. Clin. Nutr.* **78**(3 Suppl): 570S (2003).
 - 33) Riboli, E. and Norat, T. : Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *Am. J. Clin. Nutr.* **78**(3 Suppl.), 559S (2003).
 - 34) Naska, A., Antoniou, A., Friel, S., Trygg, K., Turrini, A. and Trichopoulou, A. : Vegetable and fruit: the evidence in their flavour and the public health perspective. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* **73**(2), 63 (2003).