

제주산 차의 발효 정도에 따른 생리활성 기능에 관한 연구

박신영*, 이선주¹제주한라대학 임상병리학과, ¹제주대학교 화학과

The Analysis of the Physiologic Activities of the Jeju Teas according to the Fermentational Degree

Shin Young Park* and Sun Joo Lee¹

Department of Clinical Pathology, Cheju Halla College, Jeju 690-708, Korea

¹Department of Chemistry, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract - In this present study, we investigated the anti-oxidant activity, the inhibition ability of lipid peroxidation, and the protective effect of cow pulmonary epithelium (CPAE) cells under oxidative stress using green tea and 3 types of fermented teas of Jeju Island. To compare the physiological activity of non-fermented and 3 types of fermented teas, the fermented time was controlled with 0 hr. (non fermented tea, G), 12 hrs. (20% fermented tea, F20), 17 hrs. (50% fermented tea, F50) and 24 hrs. (80% fermented tea, F80), respectively. Scavenging ability on DPPH radicals of 80 µg/mL concentration of F20 was similar to that of 50 µM epigallocatechin gallate (EGCG) but it was stronger than those of G, F50 and F80. All extracts tested inhibited LDL oxidation but G and F20 inhibited LDL oxidation 25~30% more than F50 and F80 at 40 µg/mL concentration which was similar to that of 50 µM EGCG. We observed that the CPAE cells treated with the tea extracts had a significant increase in cell viability, especially the cells under oxidative stress with 1 mM H₂O₂ as compared with the control group (no treatment with tea extracts). These findings suggested that all tea extracts containing fermented tea had a protective effect on oxidative stressed CPAE cells through their free radical scavenging activity. It can be concluded that F20 extracted from 20% fermented tea has the most significant antioxidative effects that inhibit lipid peroxidation and protect the CPAE cells under oxidative stress.

Key words - Green tea, Fermented tea, Antioxidant activity, LDL oxidation, Cell viability

서 언

사람에게 있어 식품섭취의 가장 근본적인 목적은 신체를 유지하기 위한 에너지원의 공급에 있다. 이러한 에너지원의 공급에 대한 욕구는 식욕이라는 본능적인 행위를 통하여 해결되어 왔으나 최근 각종 성인병 발병의 주요 원인이 식생활에 있다는 것이 과학적으로 밝혀지면서 식품의 기능이 부각되고 있다. 최근 우리가 섭취하는 음식물은 단순한 영양학적 측면에서뿐 아니라 보다 높은 차원의 생체 방어, 질병방지 및 회복, 노화억제 등의 기능성 건강에 대한 역할로 관심이 바뀌어가고 있다. 특히 차(茶)는 차나무 (*Camellia sinensis* v. *sinensis*)의 잎을 말린 것으로 잎

자체가 가지고 있는 상쾌한 향과 차 제조과정 중에 생성되는 독특한 향으로 인하여 기호식품으로서 널리 이용되고 있다. 최근에는 차 성분의 생리활성 작용이 과학적으로 규명됨에 따라 기능성 식품으로서의 가치가 재인식되고 생활 수준의 향상으로 인해 그 수요가 점차 증가되고 있다.

차의 풍미는 제조방법에 따라 비발효차, 반발효차, 발효차, 후발효차로 구분되며 차의 성분, 색, 향기, 맛, 체내의 생리활성 작용 등이 달라지는 중요한 요소가 된다. 우리나라에서 제조되는 차의 대부분은 비발효차인 녹차이며 발효차나 후발효차의 상품화는 녹차에 비해 미미한 실정이다. 녹차는 flavonol, flavanone, flavonoid 등의 polyphenol 류를 많이 함유하고 있어 강한 항산화력을 나타내며 이러한 물질들은 차 건조중량의 약 30%를 차지한다. 대부분

*교신저자(E-mail) : shiny@hc.ac.kr

녹차의 polyphenol류는 catechin으로 알려진 flavanol류 (Kuriyama *et al.*, 2006; Park *et al.*, 1997; Park *et al.*, 1998)로 이들의 생리활성 기능에 대한 많은 연구가 이루어져 다양한 생리 기능이 밝혀지고 있다. 발효차의 경우 미생물이 관여하는 발효가 아니고 차잎에 존재하는 효소에 의한 반응을 이용하므로 효소발효차로 불리운다. 발효과정에서 카테킨류가 teafavin류로 변화하며 고급지방산이 산화 분해되어 카보닐화합물이 증가한다(Chen *et al.*, 2009). 이 과정에서 차물의 색, 맛, 향기 등의 기호적 특성과 체내의 생리활성작용이 변화된다. 지금까지 밝혀진 녹차의 생리기능 활성은 주로 혈압강하 효과, 혈중콜레스테롤 저하, 중금속류 제거작용, 항암, 항균작용, 중추신경계 활성화, 항돌연변이 및 항알레르기 등의 작용이 보고되고 있다(Ishikawa *et al.*, 1997; Jankun *et al.*, 1997; Visioli *et al.*, 2000). 차에 관한 연구의 대부분이 녹차와 관련된 것으로 제조과정을 다르게 한 발효차에 관한 생리기능 활성의 변화에 대한 연구는 일부 연구에 국한되어 있어 이에 대한 보다 과학적인 검증이 필요하다고 생각된다. 동시에 차의 풍미를 결정하는 가장 중요한 요소가 제조방법이지만 그 외에도 재배되는 지역의 토양환경이나 습도, 온도 등에 따라서도 지역마다 독특한 풍미의 차를 생산하게 되며 또한 차의 체내의 생리활성 작용의 변화에 중요한 요인이 될 것으로 생각되어 제주산 녹차 및 발효차의 효능에 대한 과학적 연구가 필요하다고 생각된다(Kim *et al.*, 2002).

본 연구에서는 제주산 녹차와 발효차의 효능을 검증하기 위해 1차적으로 *in vitro*에서의 녹차와 발효 정도를 3단계로 달리한 발효차의 항산화능의 변화를 조사하였다. 항산화능의 평가를 위해 free radical 소거능, 혈관내피 세포를 이용하여 산화스트레스를 가한 후 녹차나 발효정도에 따른 발효차들의 산화스트레스에 대한 극복효과 그리고 동맥경화를 유발하는 주요 요인이 되는 LDL(Low density lipoprotein) 산화 억제능을 조사하였다. 녹차와 발효차 간의 생리학적 효능 차이를 규명함으로써 제주산 차가 가지고 있는 다양한 생리활성 기능에 대한 효능을 검증하고자 한다.

재료 및 방법

발효차의 제조

발효차의 제조방법은 각 다원에 따라 조금씩 차이가 있

지만 대체적으로 차잎끼리 부딪쳐 세포조직파괴로 공기 침투를 용이하게 하여 발효를 촉진시키는 “요청” 공정과정의 시간에 따라 발효의 정도가 결정된다(Choi and Choi, 2003). 본 실험에 사용된 발효차의 경우 “요청” 공정과정의 시간을 20% 발효차는 12시간, 50%는 17시간 그리고 80% 발효차는 24시간으로 달리하여 온도 50℃, 상대습도 80%의 조건에서 제조하였다. 발효가 끝난 차 잎은 살청, 유념, 건조 등의 과정을 거쳐 제조하였다.

녹차 및 발효차의 추출

비발효차인 녹차(G)와 발효단계에 따라 20% 발효차(F20), 50% 발효시킨 반발효차(F50) 그리고 80% 발효시킨 발효차(F80), 4종류를 일반적으로 가정에서 차를 마시는 것과 동일한 방법으로 추출하였다. 먼저 500 g 정도의 차의 무게를 측정하여 약 90도 정도의 뜨거운 물에 넣어 1시간 정도 차를 추출하였다. 4회씩 추출을 반복하여 모아진 추출액을 여과한 다음 진공농축기에서 감압 농축하고 동결건조시켜 모든 실험에 사용하였다.

DPPH 방법을 이용한 항산화효과 측정

비발효차인 녹차 및 발효정도가 다른 3종류의 발효차의 항산화효과를 조사하기 위해 유리라디칼(free radical)계 시약인 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma, St Louis, MO, USA)를 이용하여 free radical scavenging 효과를 측정하였다. DPPH 소거활성은 Singh and Rajini (2004)의 방법을 따라 수행하였다. 다양한 농도의 녹차, 발효차 추출물(40, 80, 120, 160, 200 µg/mL) 900 µL에 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도가 517 nm에서 약 1.0이 되도록 농도를 조절한 DPPH 용액 300 µL를 첨가하여 혼합한 후 37℃에서 30분간 반응하였다. 이 때 활성비교를 위해 EGCG(epigallocatechin gallate)를 사용하였으며 517 nm에서 흡광도를 측정하여 DPPH radical소거활성을 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} = (1 - A/B) \times 100$$

A: 시료 첨가 시의 흡광도, B: 시료 무첨가 시의 흡광도

LDL의 산화억제 기능 측정(copper-mediated LDL 산화력 측정)

Human low density lipoprotein(LDL)은 Sigma 사(St

Luios, MO, USA)에서 구입하였으며 LDL 용액에 존재하는 EDTA 는 Econo-Pac 10G desalting column(Bio-Rad, Richmond, CA, USA)을 2번 통과 시키고, 수화시킨 후 PBS로 용출시킴으로써 제거시켜 사용하였다. 단백질 농도는 Bradford reagent(Bio-Rad, Richmond, CA, USA)를 사용하여 측정된 후 표준물질인 bovine serum albumin 을 이용하여 농도를 계산하였다. LDL oxidation 반응은, 50 µg/mL of LDL과 PBS에 녹인 5 µM CuSO₄(최종 부피는 1.25 mL)에 녹차나 발효차 추출물을 가한 경우와 가하지 않은 반응 세트들을 37°C에서 24 hours 동안 반응시킨다. 시료에 의한 LDL의 산화는 kit(Bioxytech MDA-586™, OxisResearch, U.S.A.)를 이용하여 manual에 의하여 실험하였다. MDA-586 방법은 chromogenic reagent인 N-methyl-2-phenylindole(NMPI)를 MDA와 45°C에서 반응하는 것을 활용한 것이다. 1 몰의 MDA 분자가 2 몰의 NMPI 분자와 반응하여 강한 색을 형성하여 586 nm에서 최대 흡수파장을 보이는 안정적인 carbocyanine dye를 생성한다.

산화스트레스(oxidative stress) 억제능 시험

세포배양

한국세포주은행(Korean Cell Line Bank)에서 구입한 cow pulmonary epithelium(CPAE) cell을 10% fetal bovine serum(FBS, Gibco BRL, Grand Island, NY), 100 units/mL penicillin과 100 µg/mL streptomycin이 보충된 Gibco 사의 RPMI 1640 배지로 CO₂ 배양기(NUAIR NU-4750E, 5% CO₂)를 이용하여 37°C에서 배양하였다. 여러 번의 계대배양을 시행하여 실험에 사용될 충분한 농도의 세포를 배양하였고 배지는 이틀에 한 번씩 교환하였다.

시료의 처리

비발효차인 녹차와 3종류의 발효차의 산화스트레스 극복효과를 보기 위해 2개의 처리군으로 나누어 추출물을 처리하였다.

- ① 세포활성에 대한 비발효차 및 발효차의 영향: H₂O₂를 처리하지 않은, 즉 산화스트레스가 없는 상태의 CPAE 세포에 추출물 만을 처리.
- ② 산화스트레스에 대한 비발효차와 발효차의 보호효과: 녹차 및 3종류 발효차를 각각 처리한 후 산화스트레스를 위해 H₂O₂를 처리하여 24시간 배양.

세포활성도 측정(MTT 반응)

CPAE 세포의 밀도가 24 well plate의 각 well 당 동일한 세포 수가 되도록 현미경하에서 cell counting을 한 후 1 x 10⁵ cells/well이 되도록 plating하여 CO₂ 배양기에서 하루 동안 배양시켰다. 세포의 활성도는 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide (MTT) 방법을 이용하여 측정하였다(Byun *et al.*, 2005). 이 assay 법은 살아있는 세포는 세포 내 미토콘드리아 효소인 dehydrogenase를 이용하여 MTT를 환원하여 불용성의 푸른 색을 띠는 formazan을 생성하는 능력을 측정하는 것이다. 그러므로 생성된 formazan의 양은 살아있는 세포의 수에 비례한다. 생성된 formazan을 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 녹이고 540 nm에서 흡광도를 측정하여(Shimadzu UV-1700) H₂O₂와 시료를 처리하지 않은 세포들을 control로 하여 세포의 활성도를 %로 나타내었다.

$$\text{Cell viability(\%)} = (\text{처리구의 흡광도} / \text{control 흡광도}) \times 100$$

이상의 실험에 사용된 모든 시약은 Sigma 제품을 사용하였다.

통계분석: 세포 활성도의 측정은 동일 처리구를 6 well 반복하여 얻은 결과를 mean ± standard error로 기록하였다. 얻어진 data들은 Student's t-test를 사용하여 유의성 검정을 행하였다.

결과 및 고찰

추출물의 DPPH 라디칼 소거효과(Scavenging ability on DPPH radicals)

비발효차인 녹차(G)와 발효 정도에 따라 구분한 3종류의 발효차(20% 발효차: F20, 50% 발효차: F50, 80% 발효차: F80)의 추출물 농도를 달리하여 DPPH radical 제거효율을 측정하였다(Fig. 1). 녹차를 포함한 모든 종류의 발효차에서 추출물의 농도를 증가함에 따라 활성산소의 제거효율도 급격히 증가되었다. 특히 F20의 경우 80 µg/mL 추출물을 첨가하였을 때 DPPH 소거율이 90%를 넘어 가장 뛰어난 효과를 보였다. 비발효차로 녹차인 G의 경우 동일한 농도의 추출물 처리 시에 79% 정도의 free radical 소거율을 보여 50%, 80% 발효차인 F50, F80에 비해 높은 활성을 보였으나 20% 발효차에 비해 낮은 활성을 보였다.

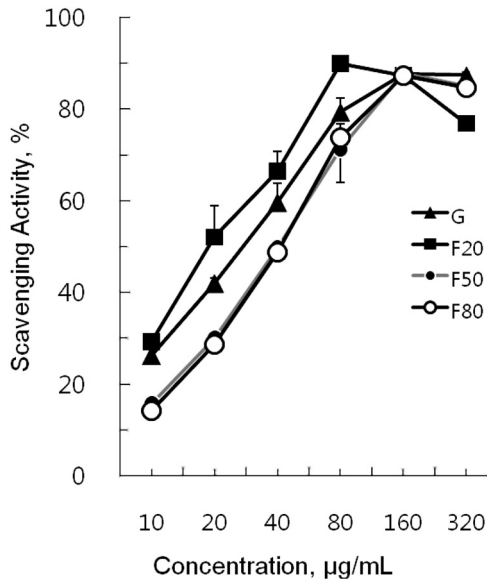


Fig. 1. Dose-dependent effect of green tea and 3 types of fermented teas on DPPH radical scavenging activity. where: G: green tea, F20: 20% fermentation, F50: 50% fermentation, F80: 80% fermentation.

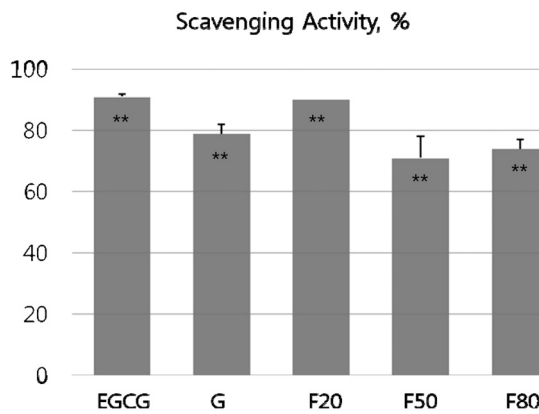


Fig. 2 The effect of 80 µg/mL green tea, 3 types of fermented teas and 50 µM/mL EGCG on DPPH radical scavenging activity. The results are presented as the means ± SE. **p<0.01; significantly different from the control (no treatment).

20% 발효차에서 가장 free radical 소거율이 높게 나타난 80 µg/mL의 추출물 농도를 이용하여 항산화물질로 널리 알려진 카테킨류인 EGCG(epigallocatechin gallate)와 비교하였다(Fig. 2). F20의 경우 50 µM 농도의 EGCG 처리 결과 나타난 free radical 소거율과 거의 동일한 높은 활성을 보였으나 F50과 F80의 경우 활성이 감소되었다.

그러나 F50과 F80간에는 차이를 보이지 않아 발효의 정도가 항산화활성에 영향을 미침을 알 수 있었다. Oh *et al.* (2004)은 50~55% 발효차인 중국의 오롱차가 녹차에 비해 전반적으로 낮은 항산화활성을 보여 발효정도가 높을수록 항산화활성이 떨어진다고 보고하였으나 Gardner *et al.* (2007)에 따르면 완전발효차인 홍차를 하루에 1컵에서 6컵 정도 마신 사람들의 혈장 항산화력이 크게 증가되었다고 하였다. 이러한 결과는 홍차에 포함된 theaflavin이 녹차의 카테킨과 더불어 우수한 항산화물질로 작용하였기 때문으로 녹차의 중요한 생리활성물질인 카테킨은 발효하는 과정에서 theaflavin으로 변화되어 발효차의 중요한 생리활성물질로 작용한다(Harvey *et al.*, 2008).

LDL의 산화억제 기능 측정(copper-mediated LDL 산화력 측정)

최근 많은 연구들에서 혈 중 LDL의 산화가 관상동맥질환이나 죽상동맥경화증에 중요한 역할을 한다고 보고되고 있어 LDL의 산화의 억제에 대한 중요성이 강조되고 있다 (Ohmori *et al.*, 2005; Visioli *et al.*, 2000). 항산화물은 LDL 산화를 억제한다고 보고되었으며(Lee, 2011) 특히 berry 류에서 효능이 우수하다고 보고되었다(Feldman, 2001; Heinonen *et al.*, 1998; Park, 2008). 녹차도 대표적인 항산화물질로 알려져 있으므로 녹차 및 발효 정도를 달리한 발효차에서의 LDL 산화 억제능을 알아보기 위해 추출물들을 첨가하여 LDL 산화 억제능을 조사하였다 (Table 1). LDL의 산화 정도는 지질과산화 과정에서 생성되는 malondialdehyde(MDA)의 양을 측정하여 평가하였다. 녹차 및 3가지 종류의 발효차를 반응물에 첨가하여 MDA의 생성이 어느 정도 억제되는지를 조사하여 LDL 산화 억제능의 정도를 판단하였다. 본 실험에서 녹차 및 발효차 추출물을 전혀 첨가하지 않고 증류수를 첨가한 처리구를 negative control이라고 하였고 MDA의 생성을 억제하는 것으로 이미 알려진 물질인 EGCG를 positive control로 하여 추출물을 첨가한 처리구와 비교하였다.

Table 1의 결과에서 추출물을 전혀 첨가하지 않은 negative control의 경우 생성된 MDA 양이 25 µM이었으나 녹차 및 발효차 추출물을 첨가한 경우 모두 생성된 MDA의 양이 negative control에 비해 현저히 낮은 농도를 보여 비발효차 및 발효차 추출물들이 모두 지질의 과산화를 억제시킨다는 것을 알 수 있었다. 40 µg/mL의 추출물 처리 시에 G

Table 1. Effects of green tea and 3 types of fermentated tea extracts on Cu²⁺-induced LDL oxidation. The values are mean ± SD (n=3)

Extracts (µg)	MDA (µM)					
	(-) control ¹ (-extracts)	(+) control ¹ (+EGCG)	G	F20	F50	F80
40	25 ± 0.0	4.1 ± 0.0	5.7 ± 0.2	5.8 ± 0.9	7.4 ± 0.0	7.0 ± 0.4
80	-	-	4.2 ± 0.1	4.3 ± 0.1	5.1 ± 0.3	5.5 ± 0.0

¹(-) control and (+) control mean negative and positive control.

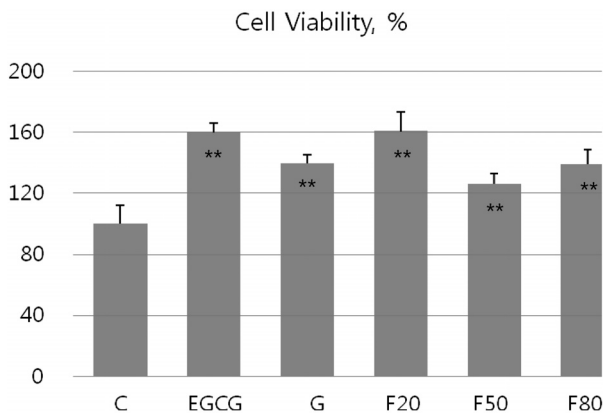


Fig. 3 The effect of 80 µg/mL green tea, 3 types of fermentated teas and 50 µM/mL EGCG on the viability of CPAE cells. The results are presented as the means ± SE. **p<0.01; significantly different from the control (no treatment).

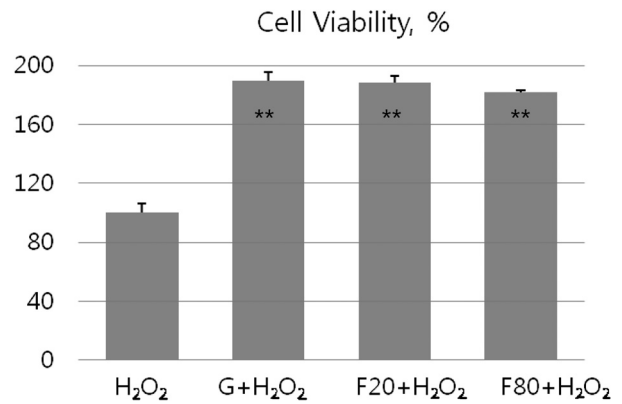


Fig. 4. Protective effect of CPAE cells with extracts of green tea and fermentated teas from oxidative stress. The results are presented as the means ± SE. **p<0.01; significantly different from the control (no treatment).

와 F20의 경우 무처리구에 비해 MDA의 생성을 4배 이상 억제시켰다. 농도를 80 µg/mL로 2배 증가하여 첨가하였을 경우 40 µg/mL에 비해 25~30% 정도 더 산화가 억제되어 positive control인 50 µM/mL EGCG 처리 시와 거의 동일한 수준의 효과를 보였다. Kurihara *et al.* (2003)에 따르면 90°C의 뜨거운 물에 15분 정도 우려낸 반발효차인 우롱차를 첨가한 실험에서 우수한 free radical 소거능력과 함께 LDL 과산화 억제 효과가 우수함을 증명하였다. 그러나 본 실험의 결과에서 녹차와 20% 발효차가 반발효차인 우롱차에 비해 더욱 뛰어난 과산화지질 억제 효과를 보인다는 것을 알 수 있었다.

산화스트레스(oxidative stress) 억제능 시험

비발효차인 녹차와 3가지 종류의 발효차 추출물에 대한 세포 활성을 조사하였다. 배양된 혈관내피세포 CPAE 배양액에 각 추출물을 40 µg/mL 농도로 처리하여 24시간 배양한 후 이들의 미토콘드리아 dehydrogenase에 의한 MTT

의 환원 반응에 미치는 영향을 조사하였다(Fig. 3). 추출물을 전혀 처리하지 않은 대조구(C)에 비해 추출물 처리구가 일반적으로 세포 활성이 증가되었다. 특히 F20 처리구의 경우 항산화물질로 알려진 EGCG 처리구와 유사한 높은 세포 활성을 보였다. 녹차와 발효차 추출물의 산화스트레스에 대한 보호 효과를 알아보기 위해 혈관내피세포에 1 mM 과산화수소(H₂O₂) 용액을 처리하여 산화스트레스를 유발하였다.

세포 배양액에 녹차 및 발효차 추출물들을 1 mM 과산화수소 용액과 함께 처리한 후 24시간 배양하여 MTT 반응을 조사하였다. 추출물의 첨가 없이 H₂O₂만 처리한 경우 세포의 활성도는 아무 처리도 하지 않은 무처리 대조구에 비해 약 40% 정도 감소되었다. 그러나 H₂O₂ 처리와 함께 차 추출물들을 첨가하여 배양한 경우 H₂O₂만 처리한 세포구에 비해 활성이 크게 증가되었다. 이러한 결과는 녹차 및 발효차 처리구에서 모두 유사한 정도의 효과를 보여 추출물의 첨가가 산화스트레스에 대한 보호효과를 나타내는 것을 알

수 있었다(Fig. 4). 녹차에 포함된 카테킨의 항산화 기능에 대한 연구는 이미 오래 전부터 많이 이루어져 왔으나 발효차의 중요한 생리활성 물질인 theaflavin에 대한 연구는 아직 미비한 상태이다. 최근에는 홍차 추출물을 이용한 in vitro 실험에서 추출물이 강력한 free radical 소거능력을 보이며 HL-60 세포주를 이용한 실험에서 세포 내 free radical 생성이 크게 억제 되었다는 결과들이 보고되고 있다(Lin *et al.*, 2000; Luczaj and Skrzydlewska, 2005; Nanjo *et al.*, 1999). Lin *et al.*(2000)에 따르면 홍차의 생리활성물질인 theaflavin 처리에 의한 활성산소 생성 억제는 단순히 free radical 소거효과에 따른 것이 아니라 NADPH oxidase나 xanthine oxidase와 같은 효소들이 함께 관여함으로써 산화스트레스 상태하에서도 세포활성이 유지될 수 있음을 보고 하였다. 최근에 홍차의 가장 중요한 3가지 종류의 theaflavin(theaflavin, TF1; theaflavin-3-gallate, TF2; theaflavin-3-3'-digallate, TF3)과 H₂O₂를 HPF-1 세포에 처리한 실험 결과에서 TF1과 TF3가 산화스트레스에 대한 세포의 항산화 기능 및 세포 보호 효과에 관여하는 홍차의 주요한 theaflavin임을 증명하였다(Ziyin *et al.*, 2008).

일반적으로 비발효차인 녹차는 공복 시나 위가 약한 사람, 저혈압 환자나 손발이 찬 경우는 삼가는 것이 좋은 것으로 알려져 있으나 발효차는 발효 과정에서 차가운 성질이 사라지게 되어 위가 약하거나 공복 시나 냉 체질에도 별다른 부담 없이 마실 수 있다고 알려져 있다. 본 연구 결과는 제주산 발효차도 녹차와 유사한 생리활성을 보이며 20% 발효차의 경우 녹차 보다 더 우수한 항산화 및 지질과산화 억제능을 보이므로 앞으로 보다 체계적인 연구가 진행되면 유용하게 개발될 수 있음을 제시하고 있다.

적 요

제주산 녹차 및 발효 정도를 20%, 50%, 80%로 달리한 3종류의 발효차를 90℃ 열수에 추출하여 추출물의 항산화능, 지질과산화 억제능 그리고 혈관내피세포(CPAE)를 이용하여 산화스트레스에 대한 세포 보호효과를 조사하였다. 녹차나 다른 발효차에 비해 20% 발효차에서 항산화능을 평가하는 DPPH 소거능이 가장 우수한 것으로 나타났다. 20% 발효차의 80 µg/mL 처리 시 50 µM 농도의 EGCG 처리와 거의 유사한 free radical 소거율을 보였다. 녹차와 3

종류의 발효차 모두 LDL 산화를 억제하여 우수한 지질과산화 억제능을 보였으나 특히 저농도인 40 µg/mL 처리 시에 녹차와 20% 발효차의 경우 다른 발효차에 비해 25~30% 정도 더 LDL의 산화가 억제 되어 50 µM/mL EGCG 처리 시와 거의 동일한 수준의 지질과산화 억제 효과를 보였다. CPAE 세포에 녹차 및 3종류의 발효차 추출물을 처리한 실험에서 전혀 추출물을 처리하지 않은 세포에 비해 세포활성이 40~60% 증가하였다. 특히 세포에 1 mM 과산화수소를 처리하여 산화스트레스를 유발한 실험에서 녹차 및 발효차 추출물의 처리가 세포의 산화스트레스에 대한 보호효과를 나타내는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과들은 녹차 및 발효차 추출물이 세포 내 free radical을 제거함으로써 산화스트레스에 대한 세포 보호효과에 중요한 기능 중의 하나로 작용한 것과 20% 발효차가 다른 발효차에 비해 우수한 항산화기능을 나타낸다는 것을 보여주었다.

사 사

이 논문은 2010년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 광역경제권 선도산업 인재양성사업의 지원으로 수행되었음. 녹차와 발효차를 제공한 제주 백록다원 관계자에게 감사를 표합니다.

인용문헌

- Byun, K.S., Y.W. Lee, H.J. Jin, M.K. Lee, H.Y. Lee, K.J. Lee, M.Y. Heo, C.Y. Yu and J.H. Lee. 2005. Genotoxicity and cytotoxicity in human cancer and normal cell lines of the extracts of *Thododendron brachycarpium* D. Don leaves. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* 13(4):199-205 (in Korean).
- Chen, H., Z. Qu, L. Fu, P. Dong, X. Zang. 2009. Physicochemical properties and antioxidant capacity of 3 polysaccharides from green tea, oolong tea, and black tea. *J. Food Sci.* 6:469-474.
- Choi, O.J. and K.H. Choi. 2003. The physicochemical properties of Korea teas (green tea, semi-fermented tea, and black tea) according to degree of fermentation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 32(3):356-362 (in Korean).
- Feldman, E.B. 2001. Fruits and vegetables and the risk of stroke. *Nutr. Rev.* 59:24-27.
- Gardner, E.J., C.H.S. Ruxton, A.R. Leeds. 2007. Black tea helpful or harmful? A review of the evidence. *Eur. J. Cli.*

- Nutr. 61:3-18.
- Harvey, B., R.T. Gottesman, E.J. Liebling and A.G. Schuck. 2008. Theaflavin-3-gallate and theaflavin-3'-gallate, polyphenols in black tea with prooxidant properties. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology* 103:66-74.
- Heinonen, I.M., P.J. Lehtonen, A.I. Hopia. 1998. Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. *J. Agric. Food Chem.* 46:25-31.
- Ishikawa, T., M. Suzukawa and T. Ito. 1997. Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification. *Amer. J. Clin. Nutr.* 2:261-266.
- Jankun, J., S. H. Selman, R. Swiercz, and E. Skrzypczak-Jankun. 1997. Why drinking green tea could prevent cancer. *Nature* 387:561-565.
- Kim, B.S., W.M. Yang and J. Choi. 2002. Comparison of caffeine, free amino acid, vitamin C and catechins content of commercial green tea in Bosung, Suncheon, Kwangyang, Hadong. *J. Kor. Tea Soc.* 8(1):55-62 (in Korean).
- Kurihara, H., H. Fukami, Y. Toyoda, N. Kageyama, N. Tsuruoka, H. Shibata, Y. Kiso and T. Tanaka. 2003. Inhibitory effect of Oolong tea on the oxidative state of low density lipoprotein (LDL) *Bio. Pharm. Bull.* 26(5): 739-742.
- Kuriyama, S., T. Shimazu and K. Ohmori. 2006. Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer, and all causes in Japan. *J. Amer. Med. Asso.* 10:1255-1265.
- Lee E. 2011. Effects of *Ilex dentata* ext. on lowering lipid and anti-oxidation. *J. Kor. Plant Res.* 24(1):55-60 (in Korean).
- Lin, J.K., P.C. Chen, C.T. Ho and S.Y. Lin-Shiau. 2000. Inhibition of xanthine oxidase and suppression of intracellular reactive oxygen species in HL-60 cells by theaflavin-3, 3'-digallate, (-)-epigallocatechin-3-gallate, and propyl gallate. *J. Agri. Food Chem.* 48:2736-2743.
- Luczaj, W., E. Skrzydlewska, 2005. Antioxidative properties of black tea. *Preventive Medicine* 40:910-918.
- Nanjo, F., M. Mori, K. Goto and Y. Hara. 1999. Radical-scavenging activity of tea catechins and their related compounds. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 63:1621-1623.
- Oh J.H., E.H. Kim, J.L. Kim, Y.I. Moon, Y.H. Kang and J.S. Kang. 2004. Study on antioxidant potency of green tea by DPPH method. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 33(7): 1079-1084 (in Korean).
- Ohmori, R., T. Iwamoto, M. Tago, T. Takeo, T. Unno and H. Itakura. 2005. Antioxidant activity of various teas against free radicals and LDL oxidation. *Lipids* 40:849-853.
- Park, J. H., K. S. Kim and H. K. Choi. 1997. Studies on free amino acid, organic and fatty acid content of Korean tea plants. *J. Kor. Tea Soc.* 3:73-87.
- Park, J. H., H. K. Choi and K. H. Park. 1998. Chemical components of various green teas on market. *J. Kor. Tea Soc.* 4:83-92.
- Park, S.Y. 2008. Protective effects of kaempferol and quercetin on oxidative stress I CPAE cell. *J. Kor. Plant Res.* 21(5): 395-401 (in Korean).
- Singh, N. and P.S. Rajini. 2004. Free radical scavenging activity of an aqueous extract of potato peel. *Food Chem.* 85:611-616.
- Visioli, F., L. Borsani, C. Galli. 2000. Diet and prevention of coronary heart disease: the potential role of phytochemicals. *Cardiovas. Res.* 47:410-425.
- Ziyin, Y., G. Jie, F. Dong, Y. Xu, N. Watanabe and Y. Tu. 2008. Radical-scavenging abilities and antioxidant properties of theaflavins and their gallate esters in H₂O₂-mediated oxidative damage system in the HPF-1 cells. *Toxicology in Vitro* 22:1250-1256.

(접수일 2011.2.22; 수락일 2011.4.8)