

## DPPH 방법을 통한 녹차의 항산화 활성에 대한 연구

강 정 숙

제주대학교 자연과학대학 식품영양학과

## Study on Antioxidant Potency of Green Tea by DPPH Method

Jung-Sook Kang

Department Food & Nutrition, Cheju National  
University

The present study was conducted to compare antioxidant activity of green tea and related other common teas according to growing, processing and brewing by examining radical scavenging activity using DPPH (2,2 Diphenyl 1-picryl hydrazyl).  $SC_{50}$  of epigallocatechin gallate (EGCG) for 0.1mM DPPH radical were  $5.5\mu\text{M}$  or  $4.2\text{mg}/\ell$  by weight, then catechin,  $14\mu\text{M}$  or  $2.5\text{mg}/\ell$  and vit C,  $22\mu\text{M}$  or  $3.9\text{mg}/\ell$  respectively. Okro tea powder of  $24.2\text{mg}/\ell$  or green tea powder of  $25.2\text{mg}/\ell$  was used to reach  $SC_{50}$  for 0.1mM DPPH. One serving of 2g green tea provides antioxidant activity equivalent to 109~147mg EGCG, 130~182mg catechin or 142~168mg vit C. Teas from the first spring flush had the highest radical scavenging activity when compared with later harvest green teas grown in the same region, but there virtually is no difference by the harvest time. Chinese green tea, Younjung had the highest antioxidant activity among other green teas tested providing antioxidant capacity equivalent to 168mg EGCG or 188 mg vit C per 2g serving, but partially fermented Chinese teas had much lower antioxidant activity than any green tea tested. Black tea which is fully fermented showed as strong antioxidant activity as green teas when compared in teabag. One teabag of

green teas from market provided antioxidant effect equivalent to 50~85mg EGCG, 70~105mg catechin or 60~95mg vit C. Teas made of persimon, pine needle, mulberry had comparatively low antioxidant effect of 2.5~3.5mg EGCG or 15~20mg vit C per teabag. The third brewed green tea still had enough antioxidant activity, while tea from teabag brewed for 3min or 5min did not have any difference in their antioxidant activity.

In conclusion, green tea from the first harvest had more antioxidant activity and okro which is grown under shade had more or at least as much antioxidant activity as the green tea grown in the same region. Partially fermented Chinese teas were low in antioxidant effect while fully fermented black tea had strong antioxidant activity. More systemic studies are needed to clarify the changes in tea catechins in relation with fermentation process.

**KEY WORDS** : green tea, catechins, antioxidant activity, DPPH, Running Head; 차의 음용과 카테킨 섭취량

## 서 론

차의 기원에 대해서는 지금부터 약 5000년전 몸에 독이 배었을 때 차를 먹고 풀었다는 염제 신농에 관한 기록이 있고, 물맛이 나빠 산미음료를 마시던 중국 화북지방에 새로운 음료로 등장한 것이 차라고 전해지고 있다. 전한의 명의 화타는 차의 효능에 대해 마음을 안정시키고, 기를 돋우며, 늙은 일을 적게 하고 노쇠를 늦추며 총명하게 한다고 하였는데 차는 처음에는 민간요법의 질병 치료 목적으로 시작되었으나 점차 경험적인 약리 효능과 함께 특유한 맛과 향기로서 가장 즐기는 음료중의 하나로 되었으며 세계 인류의 50%가 즐겨 마시고 있다. 녹차 카테킨은 자연적인 항산화제로서 항염, 항알레르기 및 항암 등 다양한 생리활성작용을 지닌 것으로 알려져 있는데,<sup>1-3)</sup> 최근에는 혈압강하 및 혈중 지질 개선효과 등 심순환기 질환의 예방에 탁월한 효과와 함께 혈당강화작용이 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>4-6)</sup> 발효차인 홍차는 제조

과정에서 생성된 카테킨의 산화 중합체인 테아플라빈의 특유의 상쾌한 짙은맛을 나타내면서 항혈전, 항돌연변이의 생리활성 효과와 더불어 치석형성의 억제효과도 알려져 있다.<sup>7-9)</sup>

동백나무과에 속하는 다년생의 상록관목(학명 *Camellia sinensis*)인 차나무는 중국 운남, 귀주 및 히말라야 기슭의 앞썸지역에서 자생하고, 중국, 인도를 비롯한, 케냐, 러시아등 온대, 아열대를 걸쳐 광범위하게 재배되고 있다. 차의 품종으로 크게 중국 소엽종 계열(*sinensis*)과 인도 앞썸의 대엽종 계열(*assamica*)으로 분류되나 자연교배나 인공교배로 육종된 수많은 차나무가 있다. 소엽종은 냉한성이고 수목이 낮으며 소수확 품종의 부드럽고 섬세한 맛을 지니고 있는데 비해 대엽종은 적도가 가까이 높은 고도에서 자라는 잎이 둥글고 수목이 크며 맛이 강한 특징이 있다. 우리나라에서 재배하는 차나무는 녹차제조에 적합한 소엽종으로 재래종(금곡록, 협산향 등)이 있고 개량종으로 다원에서 다량 재배하는 야부끼타가 있다. 차나무는 광범위하게 분포되어 오랜기간 동안 생태학적 변이를 통해 각 지역마다 차 성분에서 조성비가 약간 다르고 지역 특유한 맛, 향, 색깔을 갖게 되고, 지역 종의 특성에 따라 차의 제조 방법이 다르다.<sup>10,11)</sup>

녹차의 화학적성분으로 카테킨류는 flavan-3 ol 구조의 phenolic 화합물로서 무색, 수용성이며 강한 항산화능을 가지고 있는데 이는 녹차 특유의 수렴성 쓴맛을 제공한다. 차의 주된 카테킨은 epicatechin 형태로서 epigallocatechin gallate가 건조무게의 9~13%으로 가장 많고 epigallocatechin과 epicatechin gallate가 각각 3~6%, epicatechin 이 1~3%이며, 그 외 catechin, galocatechin이 각각 1~2%정도 함유되어 있다. 또한 quercetin, kaempferol, myricetin등이 flavanol glycoside 형태로 적은 량 들어 있고, 기타 수용성 물질로서 phenolic acid, caffeine, 아미노산인 theanine 이 들어 있다.<sup>12)</sup> 발효차인 홍차는 제조과정 중 polyphenol oxidase 에 의해 카테킨으로부터 산화 중합체로서 테아플라빈, 테아루비긴이 생성된다.

녹차의 함유된 항산화 물질로서 catechin류는 이들의 구조상 특징과 항산화능과 관련이 있는 것으로 알려져 있는데, 특히 gallate와의 ester에서 3개의 수산화기는 이들의 항산화능을 한층 증가시킨다.<sup>13)</sup> 별가림이나 수확시기, 발효정도에 따라 catechin함량과 조성이 달라질 수 있으므로 항산화능에 있어서도 차이가 있다.<sup>14,15)</sup> 미량이

긴하지만  $\beta$ -carotene을 비롯한 neoxanthin, lutein등 지용성 항산화 물질이 함유되어 있으나 우려낸 녹차의 항산화능에는 영향을 미치지 못한다. 특히 녹차의 비타민 C는 환원형으로 녹차의 항산화작용에 일조를 한다.<sup>10,13)</sup>

본 연구에서는 녹차의 수확시기, 제조과정, 우려내는 방법에 따른 녹차 속의 항산화 활성을 DPPH radical의 소거능을 통하여 비교하고 녹차를 중심으로 시판되고 있는 몇가지 차의 일상적인 음용을 통하여 섭취되어지는 항산화 물질의 섭취량을 추정하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료의 준비

순수 플라보노이드 시료로서 카테킨, epigallocatechin gallate (EGCG) 및 DPPH (2,2 Diphenyl 1-picrylhydrazyl)는 Sigma (St Louis, MO)로부터 구입하였다. 실험에 사용된 각종녹차는 태평양 녹차사업부, 보성제다, 화개제다, 쌍계제다로 부터 공급받고, 중국산 반발효차와 일본 녹차는 태평양 녹차사업부와 차를 애호하는 개인으로부터 공급받았다.

### 2. 항산화 활성의 측정

Flavonoids의 항산화 활성은 DPPH법<sup>16)</sup>을 이용하여 시료의 라디칼 소거능을 측정했다. DPPH는 짙은 자주색을 나타내며 그 자체가 질소 중심의 라디칼로서, 라디칼 전자의 비 편재화에 의해 안정화된 상태로 존재한다. 메탄올에 용해된 DPPH는 517nm에서 최대 흡광도를 나타내며 시료의 환원력에 의해서 시료 첨가와 함께 흡광도가 감소한다. 0.3mM DPPH 메탄올 용액 1ml에 카테킨시료 또는 우려낸 녹차를 첨가하여 메탄올로 최종 3ml로 맞춘 후 517nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료의 환원력 크기는 라디칼 소거활성(scavenging activity,  $SC_{50}$ )으로 표시하며  $SC_{50}$ 은 DPPH의 농도가 50% 감소하는데 필요한 농도로 나타낸다.

### 3. 차 우리기(Tea brewing)

항산화 활성을 평가하기 위하여 1인 2g의 차 분량을 각각 140cc 찻물을 사용한 초탕, 재탕, 삼탕에 대한 항산화 활성비교와 그 혼합액으로부터 각 차가 함유한 항산

화 활성을 카테킨, EGCG 또는 비타민 C 값으로 환산하였다. 찻물은 지하수를 끓여 65℃로 식혀 사용하였으며 각 3분간 초, 재, 삼탕으로 찻잎을 우려내었는데, 물 온도와 우리는(brewing) 시간에 엄격한 기준을 정하여 반복 가능한 실험을 진행하였고 3번 진행한 값의 평균치를 택하였다.

시판되고 있는 티백시료는 봉지 당 1.2g 또는 1.25g 함량이었고 70℃ 찻물 100cc에 3분간과 5분간 우려낸 찻물에서의 항산화 활성을 비교하였는데 냉녹차의 경우 17℃ 찻물을 사용하였다. 3번 진행한 값의 평균치를 택하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 카테킨류의 항산화 활성비교

EGCG, 카테킨, 비타민 C에 대한 분말형태의 옥로차, 녹차의 항산화활성을 비교한 내용이 Table 1에 나타나 있다. 항산화활성은 DPPH radical 소거에 따른 흡광도의 감소로 나타나는 데 0.1mM DPPH에 대해 50% 흡광도를 감소시키는데 필요한 항산화물질의 농도(SC<sub>50</sub>)로서 EGCG (epigallocatechin gallate)가 5.5uM로 가장 낮고 catechin이 14uM, vit C가 22uM로서 가장 높는데, 중량으로 나타내었을 경우 분자량의 차이로 인해 EGCG, catechin, 비타민 C가 각각 2.5mg/l, 4.2mg/l, 3.9mg/l로서 항산화활성에 있어서 그 차이가 크게 줄어진다. 옥로차분말, 녹차분말의 SC<sub>50</sub> 값은 각각 24.2mg/l 25.2mg/l로서 옥로분말이 약간 높은 항산화활성을 나타냈다. 옥로는 직사광선을 가려서 재배된 녹차로서 일반녹차에 비해 카테킨 함량이 떨어진다고 보고하고 있으나<sup>10,12)</sup> 본 실험에서 옥로분말이 약간 높은 항산화력을 보였는데 우려낸 녹차에서도 옥로차가 일반녹차보다 높은 항산화활성을 보였다(Table 3). Radical 소거능의 패턴을 비교했을 때 (Figure 1) catechin, EGCG는 항산화능이 10분 이후에도 지속된 데 비해 비타민 C는 즉시 활성이 끝나고 옥로나 녹차분말의 항산화능은 카테킨류의 패턴과 비슷하게 지속적임을 알 수 있다. 녹차분말의 항산화활성을 EGCG나 catechin에 비교하는 경우, 녹차분말의 SC<sub>50</sub>값 25.2mg/l이 EGCG 2.5mg/l 또는 catechin 4.2mg/l에 해당하므로 이는 녹차분말 1g이 EGCG 100mg 또는 catechin 167mg에 해당하는 항산화활성을 보이는 것이다. 녹차에 함유된 총

카테킨류는 건조무게의 약18~32%이고 이중 50%가 EGCG임을 감안한다면<sup>12)</sup> 본 실험에서 측정된 항산화 활성은 실제 들어 있는 총 카테킨 함량보다 낮다. 최근 HPLC를 이용해 측정된 녹차 속의 총 카테킨 함량은 260~330mg/g 정도로 이중 100~150mg/g이 EGCG라는 국내 연구보고가 있는데,<sup>15)</sup> 이는 종전의 국내 보고내용<sup>14,17)</sup>보다 2배정도 높다.

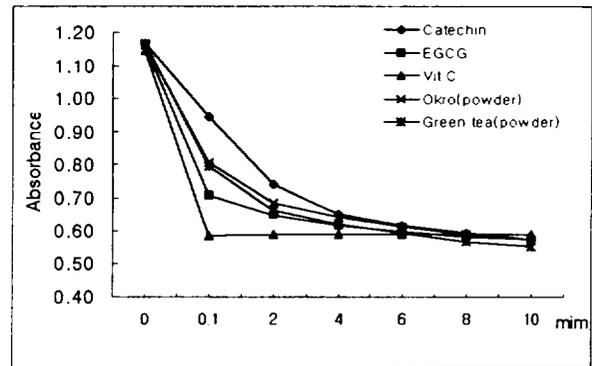
**Table 1. Radical scavenging activity of catechin, EGCG, vit.C, okro and green tea powders for 0.1mM DPPH**

	EGCG	Catechin	Vit C	Okro <sup>3)</sup>	Green
SC <sub>50</sub> (mg/l) <sup>1)</sup>	2.5	4.2	3.9	24.2	25.2
(μM) <sup>2)</sup>	(5.5)	(14)	(22)		

<sup>1)</sup>Catechin concentrations at which the decrease in absorbance at 517nm by 50% for 0.1mM DPPH in methanol at 10minutes after addition of flavonoid, vit C or tea powder in methanol.

<sup>2)</sup>Flavonoid concentration in mg/l converted to molar concentration.

<sup>3)</sup>Okro(Kyokuro) grown under complete shade.



**Figure 1. Patterns of absorbance decrease after adding antioxidants of SC<sub>50</sub> concentration for 0.1mM DPPH**

#### 2. 수확시기와 가공방법에 따른 항산화 활성의 비교

두 제다에서 생산된 녹차를 수확시기별로 분석한 결과가 Table 2에 나타나 있다. 우전에 수확된 첫물차 (green tea I)가 가장 높은 항산화 활성을 보였고, 곡우(green tea II), 세작(green tea III), 중작(green tea IV), 대작

(green tea V)의 경우 항산화 활성이 수확시기와 상관성을 보이지 않으나, 끝물차로 수확된 엽차(green tea VI)를 포함하여 수확시기가 늦은 녹차잎의 항산화 활성이 전반적으로 낮았다. 옥로를 비롯한 우리나라 녹차, 일본 녹차, 중국녹차 및 반발효차에 대한 항산화 활성을 비교한 결과가 Table 3에 나타나 있다. 옥로와 같은 회사의 우전의 증제 및 덩음 녹차를 비교했을 경우 옥로가 약간 높은 항산화 활성을 보였으나, 일본 녹차를 비롯한 전반적인 녹차의 항산화 활성에는 큰 차이는 없었다. 그러나 중국의 대표적인 덩음 녹차인 용정차의 항산화 활성이 월등히 높았는데 용정차의 차잎의 품종, 기후조건, 재배 여건, 가공방법 등 항산화활성에 영향을 미칠수 있는 여러 요인에 대한 보다 체계적인 연구가 필요하리라 본다. 우롱차를 포함한 중국의 반발효차는 녹차에 비해 전반적으로 낮은 항산화활성을 보였는데 12~15% 발효차인 포종차(oolong tea I), 25~30% 발효시킨 철관음(oolong tea II), 그리고 50~55% 발효차인 일반적인 우롱차(oolong tea III)를 비교했을 때 1회 분량의 녹차잎 2g에 대해서 각각 68.5mg, 52.6mg, 25.6mg EGCG에 해당하는 항산화활성 보였는데 발효정도가 높을수록 항산화 활성은 떨어지는 것을 알 수 있다. 차잎의 품종과 제조과정이 다소 다

른 백차의 일종인 백호은침(pekoe)은 아주 가볍게 발효시킨 차인데 우롱차를 포함한 다른 반발효차류에 비해 낮은 항산화활성을 보였고, 후발효차인 보이차(puerh)는 수확직후 열처리하여 차잎 속의 효소를 불활성화시킨 후 미생물에 의한 발효로 만들어진 것으로 가장 낮은 항산화 활성을 보였다. 같은 분량의 티백 녹차와 비교하는 경우 완전 발효차인 홍차의 항산화활성은 녹차와 비슷하거나 높게 나타났는데(Table 4) 이를 홍차의 카테킨 함량으로는 설명하기 어렵다. 녹차 카테킨은 발효과정에서 polyphenol oxidase에 의해 산화 중합체인 theaflavin, thealubigin으로 전환되어 홍차에는 적은량의 카테킨이 남아 있다. Lee등<sup>15)</sup>의 HPLC 분석 결과에 의하면 홍차의 카테킨 함량은 녹차나 우롱차의 10%에 지나지 않는다. 발효과정에서 차잎에 일어나는 화학적 변화와 홍차의 radical 소거능이 theaflavin과 thealubigin에 의한 것이라면 이에 대한 보다 체계적인 연구가 필요하리라 생각된다.

녹차잎에 함유된 주된 항산화물질로 flavanol구조의 catechin류가 건조중량의 18~30%로 이중 50%가 EGCG이고 epigallocatechin, epicatechin gallate가 각각 3~4%, epicatechin, catechin 가 각각 1~2% 들어 있다.<sup>12)</sup> 기타

Table 2. The effect of harvest time on antioxidant activity equivalent to catechin, EGCG or vit C.

Green tea <sup>1)</sup>		Green tea I	Green tea II	Green tea III	Green tea IV	Green tea V	Green tea VI
		mg/2g					
B Product <sup>2)</sup>	EGCG	142.9	124.7	142.2	109.2	117.6	
	Catechin	180.8	161.5	180.0	145.1	153.9	
	Vit C	164.3	146.7	163.6	131.8	139.9	
S Product <sup>2)</sup>	EGCG	147.3		114.3	116.8	109.2	98.0
	Catechin	185.4		150.5	153.1	145.1	133.3
	Vit C	168.5		136.7	139.1	131.8	121.0

\* Tea samples prepared by mixing the first, second and third brewed of 2g tea with 65°C underground water for 3 minutes each.

<sup>1)</sup> Green tea samples of B product or green tea samples of S product were grown in the same region. All green tea samples were manufactured by steaming process. Green tea I: small leaves from the first spring flush, Green tea II: leaves harvested around 20th April, Green tea III: late April, Green tea IV: early May, Green tea V: middle May, Green tea VI: June 10-15th.

<sup>2)</sup> Green tea VI of B product or Green tea II of S product not harvested.

Table 3. The effect of growing, fermentation and parching or steaming on antioxidant activities equivalent to catechin, EGCG or vit C

	Green tea					Partially fermented tea				
	Okro <sup>1,2)</sup>	Green <sup>2)</sup>	Green <sup>2)</sup>	Green <sup>3)</sup>	Green <sup>4)</sup>	Pekoe <sup>5)</sup>	Pou-chong <sup>6)</sup>	Oolong I <sup>7)</sup>	Oolong II <sup>8)</sup>	Puerh <sup>9)</sup>
	mg/2g					mg/2g				
EGCG	112.9	93.7	99.5	94.4	167.9	21.3	68.5	52.5	25.6	16.9
Catechin	149.1	128.7	134.9	129.5	207.1	52.2	102.1	85.2	56.7	28.0
Vit. C	135.5	116.8	122.5	117.6	188.3	47.1	92.6	77.2	51.3	25.1

※ Tea samples prepared by mixing the first, second and third brewed of 2g tea with 65°C underground water for 3 minutes each.

<sup>1)</sup>Okro(Kyokuro) grown under complete shade.

<sup>2)</sup>Tea samples grown in the same region, harvested around the 20th of April. Green tea steamed or parched.

<sup>3)</sup>Japanese green tea (steamed), Shizuoka.

<sup>4)</sup>Chinese green tea (parched), Yongjung tea.

<sup>5)</sup>A white tea, slightly fermented.

<sup>6)</sup>Pouchong, 12-15% fermented.

<sup>7)</sup>Oolong tea I, 25-30% fermented.

<sup>8)</sup>Oolong tea II, 50-50% fermented.

<sup>9)</sup>Puerh tea, late fermented in bamboo case.

플라보노이드로서 quercetin을 비롯한 flavonoid이 당과 결합되어 3~4% 함유되어 있으나 항산화 활성에는 크게 기여하지 못하고, 베타 카로틴, xanthin류 등 카로티노이드 함량도 건조중량 0.05%정도로 미미하다.<sup>12)</sup> 녹차속의 비타민 C는 건조중량으로 2.5~5.7mg/g 함유되어 있는데 대체로 안정화된 환원형으로 강한 항산화활성을 지니고 있는데 이는 녹차의 항산화능에 상당한 기여를 하리라 생각된다. 별가림 재배 등 차잎의 일조량이나 수확시기가 카테킨과 비타민 C 등 항산화물질의 함량에 미칠 수 있는 영향을 규명하기 위해서 먼저 정성 및 정량 분석적인 연구가 필요하리라 생각된다.

### 3. 녹차 우려기 와 차 카테킨 용출

1인 분량 2g의 차잎을 3분간씩 초탕, 재탕, 삼탕으로 우려낸 찻물의 항산화 활성을 비교하였다(figure 2, figure 3). 우려낸 찻물의 항산화 활성은 일반적으로 초탕에서 가장 높았으나 차의 종류에 따라 재탕이 높은 항산화 활성을 보였는데 삼탕의 찻물도 상당한 항산화 물질이 함유된 것으로 나타났다. B제다와 S제다의 녹차 2g을 3번 우려 마시는 경우 섭취할 수 있는 항산화물질은 수확시기에 따라 다소 차이가 있으나 대략 110~145mg EGCG에 해당하며 비타민 C로 환산하는 경우 120~160mg에 해당한다. 이는 녹차 분말 1g에 EGCG 100mg 또는

비타민 C 155mg에 해당하는 항산화물질이 함유되어 있는 것을 고려할 때 녹차 잎 속에 함유된 항산화 물질의 절반이 용출된 셈이다. 보이차나 백호차등 중국의 특수 발효차는 녹차의 20%수준인 15~20mg EGCG에 해당하는 항산화활성을 보였는데, 특히 우롱차 류에 있어서 발효정도에 따라 항산화활성은 감소되었다.

시판되는 1.2g~1.25g 티백을 3분과 5분간 우려낸 찻물의 항산화 활성 비교하였다(figure 4). 녹차 전잎을 사용하였을 때 삼탕에도 상당량의 항산화물질이 함유되어 있는 데 비해, 티백의 경우 3분간 또는 5분간 우려낸 찻물에 용출된 항산화물질은 사실상 차이가 없었다. 티백의 차는 뽕아진 형태로 카테킨 등의 항산화물질의 용출이 빠르므로 3분간 일회 우려내는 것으로 충분한 것으로 생각된다. 제품에 따라 다소 차이가 있으나 1.2g의 녹차 티백으로부터 EGCG 65~80mg에 해당하는 항산화물질이 용출된 것인데 이것은 녹차 전잎을 3회 우려낸 것과 비교할 때 g당 용출된 항산화 물질은 비슷하다. 증열과정이 긴 냉녹차나 차잎의 분량이 상대적으로 적은 현미녹차가 일반녹차의 티백보다 용출된 항산화 물질이 적고 감잎, 뽕잎, 솔잎 등의 전통 차에도 2.5~3.5mg EGCG에 해당하는 항산화 활성을 보였으나 둥굴레 차에는 거의 없었다.

Table 4. Antioxidant activity of one instant teabag equivalent to catechin, epigallocatechin gallate or vit C

	Green tea I <sup>1)</sup>	Green tea II <sup>1)</sup>	Green tea III <sup>3)</sup>	Ice-green tea <sup>1)</sup>	Ricegreen tea <sup>1)</sup>	Persimon <sup>2)</sup>	Pine niddle <sup>2)</sup>	Dungule <sup>2)</sup>	Mulberry <sup>4)</sup>	Black tea <sup>3)</sup>
	mg/teabag									
EGCG	86.7	67.6	52.8	35.0	14.5	3.6	2.5	0.7	3.5	76.3
Catechin	105.8	85.6	70.0	51.2	29.4	17.9	16.7	6.1	24.1	97.8
Vit. C	96.2	77.8	63.6	46.4	26.6	16.1	15.1	5.4	21.5	86.2

※ Tea samples of 1.2g or 1.25g teabag prepared in 70°C, 100ml water for 3 minutes brewing. Ice green tea was prepared in 17°C water.

<sup>1)</sup>Green tea I, green tea II, ice green tea and rice green tea are products of the same company.

<sup>2)</sup>Persimon, pine needle and dungule (polygonatum odoratum) are products of the same company.

<sup>3)</sup>Green tea III, mulberry and black tea are products of different companies.

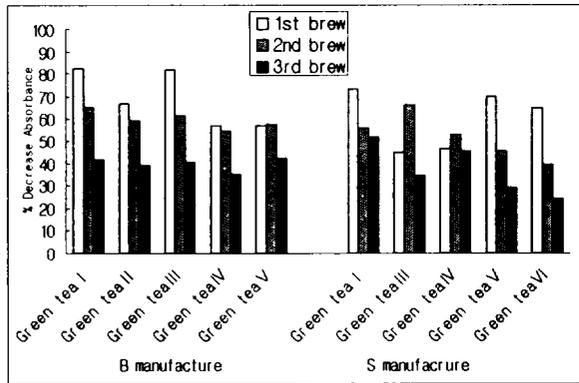


Figure 2. Comparison of antioxidant activity in teas brewed 1st, 2nd and 3rd time at 4mins after adding 20µl of 140ml tea to 0.1mM DPPH

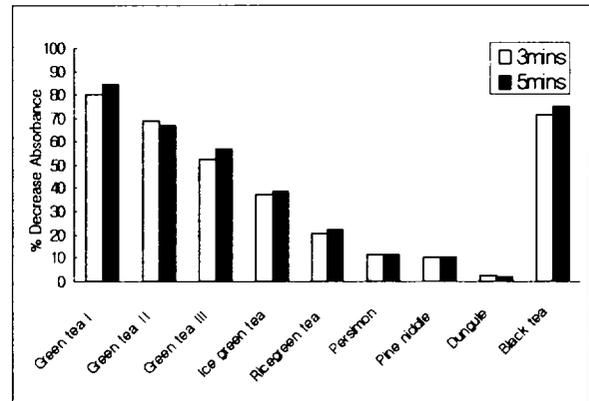


Figure 4. Comparison of antioxidant activity in a teabag brewed for 3 and 5minutes at 4 mins after adding 10µl of 100ml tea to 0.1mM DPPH

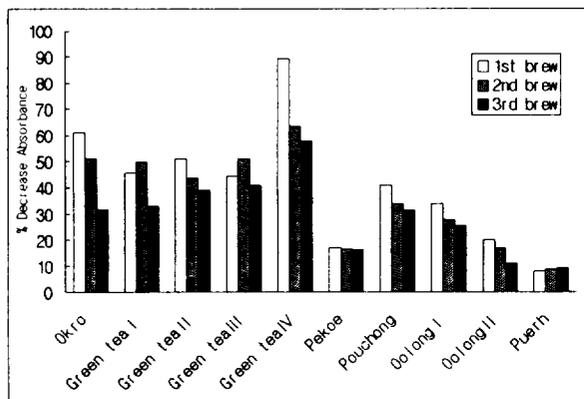


Figure 3. Comparison of antioxidant activity in teas brewed 1st, 2nd and 3rd time at 4mins after adding 20µl of 140ml tea to 0.1mM DPPH

### 결 론

본 실험에서는 DPPH radical 소거능을 통하여 차잎의 수확시기 및 발효정도에 따른 항산화활성에 있어서 변화를 비교하고 일상의 녹차 음용으로 섭취되는 항산화물질을 EGCG 등의 함량으로 추정하고자 하였다. 우진과 같이 수확시기가 빠른 것이 다소 높은 항산화활성을 보였고, 특히 별가림 재배한 옥로가 일반 녹차에 비해 적어도 비슷한 활성을 나타냈다. 중국의 반발효차에 있어서 발효 정도에 따라 항산화활성이 감소한데 비해 완전히 발효된 홍차의 경우 항산화 활성이 녹차의 수준으로 유지하였고, 이러한 홍차의 항산화 물질에 대해서는 보다 체계적인

연구가 필요하리라 생각된다. 분량 2g의 녹차를 3회 우려 마시는 경우 이로부터 섭취할 수 있는 항산화물질은 EGCG기준으로 109~147mg정도이고 이를 비타민 C로 환산하는 경우 142~168mg이다. 시판되고 있는 녹차 티백은 제품에 따라 다소 차이를 보였으나 한 티백으로부터 50~85mg정도의 EGCG에 해당하는 항산화 활성을 보였는데 이를 비타민 C로 환산하는 경우 60~95mg 해당한다. 증열과정이 긴 냉 녹차나 차잎의 분량이 적은 현미 녹차가 낮은 항산화 활성을 보였고, 감잎차, 뽕잎차, 솔잎차에서도 적으나 항산화 활성이 보인 반면 둥굴레차는 항산화 활성이 거의 없었다. 하루 일회의 녹차음용으로 섭취할 수 있는 카테킨량은 보고된 량보다 훨씬 높고, 녹차 티백 한 개의 항산화 활성은 비타민 C의 1일 요구량 70mg을 충족한다. 과일주스 1ℓ에 케세틴 6.4mg에 해당하는 항산화물질이 함유되어 있고, 부루셀 스프라우트와 같은 함황야채에 200mg/100g 수준의 플라보노이드가 함유되어 있다.<sup>18,19)</sup> 이에 비해 일회 녹차 음용으로도 훨씬 많은 량의 항산화 물질을 섭취할 수 있고 기호음료로서 섭취하는데 무리가 없다. 차를 비롯한 과일이나 야채에 함유된 플라보노이드는 매우 다양하고 항산화 활성도 다른데, 항산화 활성의 비교실험에서 녹차의 주된 카테킨인 ECGC은 케세틴에 비해 1.5배의 항산화 활성을 가지고 있다.<sup>20)</sup> 식품속의 플라보노이드가 섭취되어 실제로 어느 정도 흡수되는가에 대해서 아직 이견이 있고 플라보노이드의 임상적인 효과에 대해 확실하지 않으나 역학적인 근거로는 긍정적이다. 천연의 항산화물질을 자연스럽게 섭취하는 방법으로서 차의 음용을 생활화하는 것은 퇴행성 또는 노화관련 질환의 예방차원에서 바람직하리라 본다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 목적기초(과제번호R02-2001-00718)지원으로 수행된 연구 결과의 일부이며 연구비지원에 감사드립니다. 또한 태평양화학 녹차사업부, 보성제다, 쌍계제다에서 제공해 주신 시료에 감사드리고 다양한 차시료와 함께 조언의 말씀을 주신 제주의 김지순 선생님께도 감사의 말씀드립니다.

### 참고문헌

- 1) Trevisanato SI, Kim YI. 2000. Tea and health. *Nutr Review*. 58(1):1-10.
- 2) Shibata K, Moriyama M, Fukushima T, Miyazaki M, Une H. 2000. Green tea consumption and chronic atrophic gastritis: a cross-sectional study in green tea protection village. *J Epidemiol* 10(5): 310-316.
- 3) Chung FL, Schwartz J, Herzog CR, Yang YM. 2003. Tea and cancer prevention: studies in animals and humans. *J Nutr* 133(10): 3268S-3274S.
- 4) Hodgson JM, Puddey IB, Burke V, Jordan N. 1999. Effects on blood pressure of drinking green and black tea. *J Hypertens* 17(4):457-463.
- 5) van het Hof KH, Wiseman SA, Yang CS, Tijburg LB. 1999. Plasma and lipoprotein levels of tea catechins following repeated tea consumption. *Proc Soc Exp Biol Med* 220(4):203-209.
- 6) Kuttan R. 2002. Antidiabetic activity of green tea polyphenols and their role in reducing oxidative stress in experimental diabetes. *J Ethnopharmacol*. 83(1-2): 109-116.
- 7) Hodgson JM, Puddey IB, Burke V, Beilin LJ, Mori TA, Chan SY. 2002. Acute effects of ingestion of black tea on postprandial platelet aggregation in human subjects. *Br J Nutr* 87(2): 141-145.
- 8) Feng Q, Torii Y, Uchida K, Nakamura Y, Hara Y, Osawa T. 2002. Black tea polyphenols, theaflavins, prevent cellular DNA damage by inhibiting oxidative stress and suppressing cytochrome p450 1A1 in cell culture. *J Agric Food Chem* 1(50): 213-220.
- 9) Sarkar S, Sett P, Chowdhury T, Ganguly DK. 2000. Effect of black tea on teeth. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* 18(4): 139-140.
- 10) 최성희. 2003. 세계의 차-바로 알고 마시기. 중앙생활사.
- 11) 신미경. 녹차의 과학. 1994. *Korean J Dietary Culture* 9(4): 433-445.
- 12) Macrae R, Robinson RK, Sadler MJ (edit). 1993. pp4521-4542, Tea In: *Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. published by Harcourt Brace Jovanovich. Academic Press. UK
- 13) Scarbert A, Williamson G. 2000. Dietary intake and

- bioavailability of polyphenols. *J Nutrition*. 130: 2073S-2085S.
- 14) 나효환, 백순옥, 한상빈, 복진영. 1992. 녹차의 카테킨류 분석법 개선. *J Korean Agric Chemistry*, 35(4): 276-280
- 15) 이영자, 안명수, 오원택. 1998. 우롱차 및 홍차의 용매별 추출물의 카테킨류 함량 및 항산화 효과에 관한 연구. *J Food Hygiene Safty*. 13(4): 370-376.
- 16) Brand-Williams W, ME Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Technology* 28: 25-30.
- 17) 최성희, 이병호, 최홍대. 1992. 시판 녹차중 카테킨의 함량 분석. *J Korean Soc Food Nutr* 21(4): 386-389
- 18) Young JF, Nielsen SE, Haraldsdottir J, Daneshvar B, Dragstad LO. 1999. Effect of fruit juice intake on urinary quercetin excretion and biomarkers of antioxidative status. *Am J Clin Nutr* 69: 87-94.
- 19) Rhodes MJC. 1996. Physiologically active compounds in plant foods: an overview. *Proceedings Nutr Society*. 55: 371-384
- 20) Lee JH, Kang YH, Kang JS. 2002. Free radical scavenging of flavonoids and their effects on erythrocyte Na leak, platelet aggregation and TBARS production. *Nutritional Science* 5(4): 197-202.