

## 녹차, 오룡차 및 홍차 추출물의 항산화효과

여생규 · 안철우 · 이용우\* · 이태기\*\* · 박영호\*\* · 김선봉\*\*\*†

부산전문대학 식품가공과

\*동의공업전문대학 식품공업과

\*\*부산수산대학교 식품공학과

## Antioxidative Effect of Tea Extracts from Green Tea, Oolong Tea and Black Tea

Saeng-Gyu Yeo, Cheol-Woo Ahn, Yong-Woo Lee\*, Tae-Gee Lee\*\*,  
Yeung-Ho Park\*\* and Seon-Bong Kim\*\*\*†

Dept. of Food Processing, Pusan Junior College, Pusan 616-737, Korea

\*Dept. of Food Technology, Dongeui Technical Junior College, Pusan 614-050, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

### Abstract

Antioxidative effect of tea extracts from green tea (steamed, roasted), oolong tea and black tea was investigated. Antioxidative activities of the crude catechin fraction were the most effective in oolong tea which contained the highest level of (-)-epigallocatechin gallate (EGCg). The water-soluble fraction obtained from oolong tea exhibited binding with more ferrous than copper ions. It showed a synergistic effect when used with an antioxidant such as BHT (0.5mg) and  $\alpha$ -tocopherol (2mg). Especially, this synergistic effect was exhibited more with BHT than with  $\alpha$ -tocopherol. Also steamed green tea, roasted green tea and oolong tea showed remarkable free radical scavenging action. The SC<sub>50</sub>(the concentration of a water-soluble fraction which is required to scavenge 50% of 100 $\mu$ M 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl radicals) of steamed and roasted green tea, oolong tea and black tea extracts were 11.3 $\mu$ g/ml, 11.4 $\mu$ g/ml, 12.7 $\mu$ g/ml and 14.9 $\mu$ g/ml, respectively. It is assumed that the antioxidative activity of tea extracts is due to inhibition of peroxidation free radical scavenging and binding action of ferrous ions by mainly tea polyphenol compounds.

Key words : crude catechin, peroxide value, free radical scavenging, tea

### 서 론

대기 중에는 21% 정도의 산소가 존재하고 있어 사람을 비롯한 모든 생물은 이 산소를 이용하여 생명 활동을 영위하고 있다. 그러나 생물에 있어서 필수적인 산소도 보통의 기저상태인 3중항 산소 ( $O_2$ )에서 일중항 산소 ( $O_2^-$ )나 hydroxyl radical ( $HO \cdot$ ) 등의 활성산소로 변화하여 생체 성분과의 반응으로 여러가지 장해를 일으킨다. 생체계나 식품 중에 존재하는 불포화지방산을 다량 함유한 지질은 쉽게 산화되어 hydroperoxide 등<sup>1,2</sup>으로 되어, 생체 내에서 DNA에 손상을 주어 발암 및 돌연변이 등의 세포 기능장해를 유발하며, 동맥경

화 및 노화 등에도 관여하고, 식품의 품질을 저하시킨다고 알려져 있다<sup>3,4</sup>. 특히 차에 의한 생체 내에서의 효과는 혈 중 cholesterol 저하작용<sup>5</sup>, 혈압상승 억제작용<sup>5,6</sup> 및 비만세포에 대한 histamine 유리활성 억제작용<sup>7,8</sup> 등이 있으며, 또한 차의 polyphenol 화합물인 catechin류의 항산화작용에 대하여 각각 보고하고 있다<sup>9-14</sup>. 이와 같이 차의 polyphenol 화합물은 천연 항산화제로써 이용될 수 있다. 따라서 시판되는 차 제품 중 제조방법이 각기 다른 차, 즉 비발효차인 녹차 중 증제차와 볶음차, 반발효차인 오룡차 및 발효차인 홍차를 각각 사용하여, 지질산화를 억제할 수 있는 수단으로써 기존의 항산화제 보다 높은 안전성과 효과를 가진 천연의 항산화 물질을 탐색할 목적으로 차 종류에 따른 항산화 작용을 살펴보았다.

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 시료는 발효 정도가 각각 다른, 시판되는 한국산 차를 사용하였는데, 비발효차인 녹차로서 중제차와 볶음차 그리고 반발효차인 오룡차 및 발효차인 홍차를 각각 부산 북구 소재 T회사 대리점에서 구입하여 사용하였다. 녹차 및 오룡차는 엽차, 홍차는 일회용 봉지 상태의 것을 각각 실험에 사용하였다.

### 시료의 추출 및 분획

시료의 수용성 혼분, 메탄올 가용성 혼분 및 조 catechin 혼분의 조제는 여 등의 방법<sup>[15]</sup>에 따라 행하였다.

### 갈변도 및 catechin 화합물의 정량

갈변도는 조제한 차 추출물의 각 혼분 별 시료를 모두 0.1%의 용액이 되도록 중류수에 녹여 분광광도계를 사용하여 420nm에서 갈변도를 측정하였다. 또한 catechin 화합물의 정량은 여 등의 방법<sup>[15]</sup>에 의해 정량하였다.

### 과산화물값의 측정

Hayase와 Kato<sup>[16]</sup>의 방법을 개량한 과산화물값(peroxide value, POV)을 측정하여 항산화작용의 지표로 삼았다. 즉, 삼각플라스크에 linoleic acid(POV : 10.3meq/kg) 1g, 메탄올 10ml 및 소정량의 시료를 첨가한 후 0.2M 인산완충용액 25ml를 가하여 37°C에서 일정기간 저장한 다음, 이 반응용액을 분액 짤대기에 옮겨 chloroform 25ml를 가하여 2~3회 반복 추출하였다. 이 chloroform층의 추출액에 냉초산 25ml와 포화 KI용액 1ml를 가하여 암소에서 5분간 방치한 다음, 중류수 50ml를 가해 1/100N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>용액으로 적정하였다. 그리고 차 추출물의 항산화 기구를 검토하기 위하여 기존의 항산화제로 사용되는 BHT 및 α-tocopherol 등과 Fe<sup>3+</sup> 및 Cu<sup>2+</sup> 등과 같은 금속이온을 첨가하여 이들의 상호관계를 살펴 보았는데, 이들 차 추출물에 BHT와 α-tocopherol 및 금속이온 1ml(1ppm으로 회석하여 사용)을 각각 첨가한 후 항산화작용을 검토하였다.

### 전자공여능 측정

부 등<sup>[14]</sup>의 방법을 변형하여 각 시료의 DPPH(1,1-di-phenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 전자공여 효과로써 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 소정 농도의 시료에 100μM의 DPPH용액 3.0ml를 가하고, vortex에서 10초

간 진탕한 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음, 이 반응액을 분광광도계를 사용하여 516nm에서 흡광도를 측정하였다. Free radical 소거작용은 공존시킨 DPPH의 50%를 환원시키는데 필요한 시료의 농도로서 나타내었다.

## 결 과

### 차 추출물의 갈변도

차 추출물의 갈변도, 방향족 화합물 및 총 폐놀 함량은 수용성, 메탄올 가용성 및 조 catechin 혼분으로 나누어 갈변도는 420nm, 방향족화합물은 280nm에서 각각 흡광도로서 나타내었다. 전 시료 모두 수용성 혼분 및 메탄올 가용성 혼분에서 높은 갈변도를 나타내어, 비발효차인 중제차 및 볶음차에서는 비슷한 갈변도를 나타내었다. 특히 발효차인 홍차의 경우에 있어서는 전반적으로 갈변도가 높게 나타나, 수용성 혼분과 조 catechin 혼분에서 가장 높은 갈변도를 나타내었다(Table 1).

### 차 추출물의 catechin 함량

차 추출물의 조 catechin 혼분에서 차 polyphenol 화합물인 catechin류를 분석해 본 결과, 전 시료 모두 (-)-EC, (-)-ECC, (-)-ECg 및 (-)-EGCg 등 4 종류의 catechin 화합물이 각각 동정되었다(Table 2). 이중 (-)-EGCg가 발효차인 홍차를 제외한 전 시료에서 가장 많이 검출되었다. 그리고 (-)-ECC, (-)-ECg 및 (-)-EGCg의 함량은 비발효차인 중제차와 볶음차에서, 반발효차인 오룡차에서 가장 높았으며, 이에 비하여 발효차인 홍차는 (-)-

Table 1. Browning intensities(at 420nm) of water-soluble, methanol-soluble and crude catechin fractions obtained from tea extracts

Kind of tea	Water-soluble	MOH-soluble	Crude catechin
Steamed green tea	0.15	0.12	0.09
Roasted green tea	0.15	0.15	0.09
Oolong tea	0.27	0.22	0.15
Black tea	0.53	0.35	0.53

Table 2. Catechin contents of crude catechin fraction obtained from tea extracts (μg/mg)

Kind of tea	(-)-EC	(-)-ECg	(-)-ECC	(-)-EGCg
Steamed green tea	75.4±2.2	112.1±1.3	182.4±1.6	387.7±1.3
Roasted green tea	76.4±0.0	118.3±2.7	202.7±2.7	363.5±10.9
Oolong tea	70.7±1.0	109.3±0.9	116.1±4.1	477.1±3.1
Black tea	82.2±2.6	177.4±3.0	87.8±2.0	62.9±8.7

ECg의 함량이 다른 차와는 달리  $177.4\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 가장 많이 함유하였다. 또한 특이할 만한 점은 반발효차인 오룡차에서는 (-)-ECCg의 함량이  $477.1\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 가장 많은 함량을 나타내었다.

#### 과산화물 생성 억제작용

차 추출물의 각 희분에서 모두 시료 양이 증가함에 따라 항산화작용은 증가하였다. 먼저 차 추출물의 종류에 따른 수용성 희분에서의 항산화작용을 살펴보면, 반발효차인 오룡차에서 항산화작용이 가장 뛰어나  $1.5\text{mg}$ 의 양에서 과산화물값이  $6\text{meq/kg}$ 으로 항산화작용이 아주 우수하였으며, 반면에 발효차인 홍차가 가장 낮은 항산화작용을 나타내었다(Table 3). 또한 메탄을 가용성 희분에서는 수용성 희분에서와 같은 경향을 나타내고 있으나, 수용성 희분 보다 더 높은 항산화작용을 나타내었다(Table 4). 그리고 조 catechin 희분에서의 항산화작용은 모든 희분 중 가장 높은 것으로 나타났다(Table 5). 전체적으로 볼 때, 차종류에 따른 항산화작용은 오룡차 > 증제차 > 뷔음차 > 홍차의 순으로 나타났으며, 희분 별로는 조 catechin > 메탄을 가용성 > 수용성 희분의 순으로 각각 나타났다. 이상의 결과에서 차종류 중 반발효차인 오룡차가 가장 항산화작용이 뛰어난 것으로 나타나, 오룡차의 수용성 희분에 있어

Table 3. Changes of antioxidative effect of water-soluble fraction obtained from tea extracts by its added amount

Kind of tea	Added amount		
	0.5mg	1.0mg	1.5mg
Steamed green tea	101	32	24
Roasted green tea	105	72	8
Oolong tea	30	14	6
Black tea	406	298	152

Numbers indicate peroxide value (meq/kg)

Each amount of sample was incubated with linoleic acid at  $37^\circ\text{C}$   
Peroxide value of control was  $1,090\text{meq/kg}$

Table 4. Changes of antioxidative effect of water-soluble fraction obtained from tea extracts by its added amount

Kind of tea	Added amount		
	0.3mg	0.5mg	0.8mg
Steamed green tea	65	30	24
Roasted green tea	75	62	32
Oolong tea	50	52	46
Black tea	149	80	51

Numbers indicate peroxide value (meq/kg)

Reaction condition was the same as in Table 3  
Peroxide value of control was  $979\text{meq/kg}$

서 농도에 따른 항산화작용을 살펴 본 결과, 각 농도 모두 저장기간 10일 까지의 유도기간을 나타내어 높은 항산화작용이 있는 것으로 나타났다(Fig. 1).

#### 금속이온 봉쇄작용

항산화작용이 뛰어난 반발효차인 오룡차의 수용성 희분과 기존의 항산화제로 사용되는 BHT와  $\alpha$ -tocopherol과의 상승효과 및  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  등의 금속이온 봉쇄에 의한 항산화작용을 살펴 본 결과, BHT 및  $\alpha$ -tocopherol 등의 항산화제와 서로 상승작용이 있는 것으로 나타났다. 그리고 유지의 자동산화를 촉매하는 금속이온  $\text{Cu}^{2+}$ 와  $\text{Fe}^{3+}$ 를 함께 저장하였을 때,  $\text{Cu}^{2+}$  이온에 대하여는 그다지 높은 금속이온 봉쇄작용을 나타내지 않았으나, 반면  $\text{Fe}^{3+}$  이온에 대하여는 금속이온 봉쇄에 의한 항산화작용이 아주 우수한 것으로 나타났다(Fig. 2).

Table 5. Changes of antioxidative effect of crude catechin fraction obtained from tea extracts by its added amount

Kind of tea	Added amount		
	0.3mg	0.5mg	0.8mg
Steamed green tea	57	28	12
Roasted green tea	63	59	25
Oolong tea	43	32	28
Black tea	121	77	39

Numbers indicate peroxide value (meq/kg)

Reaction condition was the same as in Table 3

Peroxide value of control was  $1,135\text{meq/kg}$

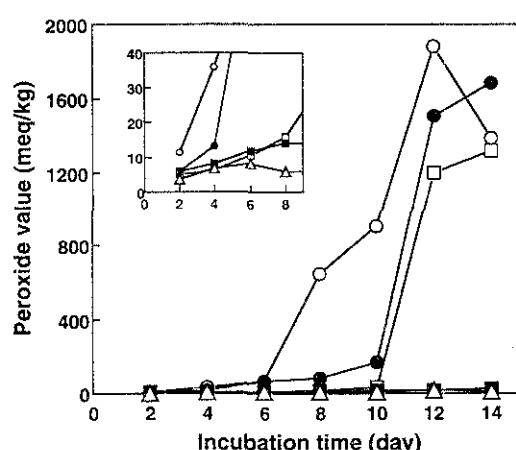


Fig. 1. Changes in peroxide value of water-soluble fraction obtained from oolong tea by incubation time.

- : Control
- :  $\alpha$ -tocopherol (2mg)
- : 0.5mg
- : 1.0mg
- △— : 1.5mg

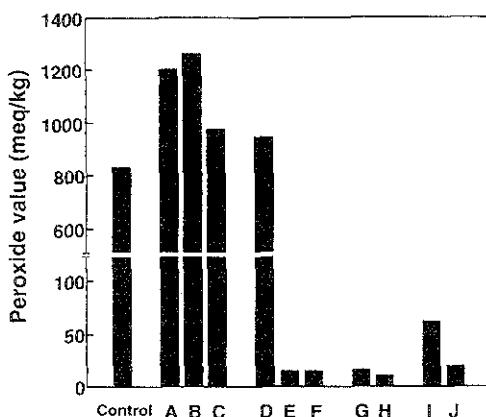


Fig. 2. Antioxidative effects of water-soluble fraction obtained from oolong tea on iron and copper ion catalysed peroxidation of linoleic acid.

Oolong tea, BHT(0.5mg) and  $\alpha$ -tocopherol(2mg) were incubated with linoleic acid at 37°C for 5 days.  
 Control : Linoleic acid(LA) only  
 A : LA + Cu<sup>2+</sup>(1ppm, 1ml)  
 B : LA + Cu<sup>2+</sup>(1ppm, 1ml) + oolong tea (0.5mg)  
 C : LA + Cu<sup>2+</sup>(1ppm, 1ml) + oolong tea (1.0mg)  
 D : LA + Fe<sup>3+</sup>(1ppm, 1ml)  
 E : LA + Fe<sup>3+</sup>(1ppm, 1ml) + oolong tea (0.5mg)  
 F : LA + Fe<sup>3+</sup>(1ppm, 1ml) + oolong tea (1.0mg)  
 G : LA + BHT  
 H : LA + BHT + oolong tea (0.5mg)  
 I : LA +  $\alpha$ -tocopherol  
 J : LA +  $\alpha$ -tocopherol + oolong tea (0.5mg)

### Free radical 소거작용

DPPH에 대한 free radical 소거작용은 수용성 혼분에서 차종류 모두 적은 농도에서 강한 free radical 소거작용을 나타내어, 비발효차인 증제차 및 볶음차와 반발효차인 오룡차가 가장 효과가 뛰어났다. SC<sub>50</sub>(100 $\mu$ M DPPH의 50%를 환원시키는데 필요한 시료의 농도)은 증제차 11.3 $\mu$ g/ml, 볶음차 11.4 $\mu$ g/ml, 오룡차 12.7 $\mu$ g/ml 및 흥차 14.9 $\mu$ g/ml의 순으로 시료 모두 높은 free radical 소거작용을 나타내었다(Table 6).

### 고 칠

지질의 산화는 주로 free radical에 의한 연쇄반응으로 생성되는 과산화물의 생성과 과산화물이 산화 분해되어 카르보닐 화합물 및 중합물을 생성하여, 이들 산화 생성물들은 식품 및 생체 내에서 품질 및 안전성에 큰 문제가 되고 있어, 이러한 지질의 산화를 효과적으로 억제하기 위하여 여러가지 항산화제가 개발되고 있다. 그러나 식품에서 사용하는 합성 항산화제는 그 효

Table 6. Comparision of free radical scavenging activity (%) of water-soluble fraction of teas by its added concentration

Kind of tea	Concentration ( $\mu$ g/ml)			SC <sub>50</sub> * ( $\mu$ g/ml)
	0.25	12.5	25.0	
Steamed green tea	14.8±2.3	60.8±1.5	85.0±2.1	11.3
Roasted green tea	16.0±2.1	58.4±1.1	85.7±2.8	11.4
Oolong tea	13.1±1.9	51.5±1.7	84.7±2.3	12.7
Black tea	8.8±1.8	44.2±1.6	75.8±2.2	14.9

The reaction mixtures containing the tea extract and 100 $\mu$ M 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) were kept at 37°C for 30min to measure the absorbance at 517nm

\*SC<sub>50</sub> denotes the concentration of tea extract which were required to scavenging 50% of 100 $\mu$ M DPPH radicals

력, 안전성 및 침가량 등의 면에서 사용상에 많은 제약이 있어, 기존의 항산화제를 대신하여 항산화력이 강하고 인체에 무해한 천연 항산화제의 연구개발에 대한 관심이 고조되고 있다. 따라서 본 실험에서는 천연의 항산화제를 개발할 목적으로 차 추출물의 항산화작용에 대해 살펴보았다. 그 결과, 전 시료 혼분 모두 항산화작용을 나타내었으며, 시료 양이 증가할수록 항산화작용도 증가하는 것으로 나타났다 (Table 3-5). 이 중 차 polyphenol화합물인 조 catechin 혼분 중 반발효차인 오룡차가 가장 높은 항산화작용을 나타내었다. 항산화작용이 뛰어난 오룡차는 BHT와  $\alpha$ -tocopherol과의 상승효과와 금속이온 봉쇄작용이 우수한 것으로 나타났으며 (Fig. 2), 또한 차 추출물 모두 free radical 소거작용이 강한 것으로 나타났다 (Table 6). 따라서 항산화작용의 주된 인자를 검색하기 위하여 각 혼분 및 차종류에 있어서의 갈변도 (Table 1)와 전보<sup>[5]</sup>에서의 방향족 및 폐놀 화합물의 함량을 살펴본 결과, 항산화작용이 가장 뛰어난 조 catechin 혼분에서 갈변도를 제외한 방향족 및 폐놀 화합물의 함량이 높은 것으로 나타나, 항산화작용에는 차 polyphenol 화합물인 것으로 추정되었다. 이들 화합물 중 어떠한 성분이 관여하는지 알아보기 위해 차 polyphenol 화합물인 조 catechin 혼분에서 catechin류 함량을 살펴본 결과 (Table 2), 차종류 중 항산화작용이 가장 뛰어난 오룡차에 있어서는 다른 차와 달리 catechin 구조 중 특히, gallate기가 결합되어 있는 (-)-EGCg의 함량이 가장 많이 함유되어 있었으며, 이에 비해 항산화작용이 가장 낮은 흥차에 있어서 가장 적게 함유하고 있었다. 또한 차 종류 모두 (-)-EGCg 함량이 많이 함유한 차와 이외에도 gallate기가 결합되어 있는 (-)-ECg의 함량이 많은 차에서 항산화작용이 높은 것으로 나타났고, free radical 소거작용은

항산화작용이 뛰어난 (-)-EGCg 외에 non-gallate 화합물인 (-)-ECC 함량이 많은 차일수록 free radical 소거작용이 높은 것으로 나타났다. 이는 catechin 중의 phenol성 수산기가 지질의 과산화로 생성되는 R·, RO· 및 ROO· 등의 활성 라디칼에 수소 원자를 공여함으로써 라디칼 연쇄반응을 정지시키는데 기인한다고 하였다<sup>9,10,17)</sup>. 또한 catechin류 중 (-)-EGCg, (-)-EGC, (-)-ECg 및 (-)-EC의 순으로 항산화작용이 강하고, 이를 구조 중 hydroxyl 갯수가 크게 관여하여, 특히 5위치의 OH기 및 3위치의 gallate기가 크게 관여하는 것<sup>10)</sup>으로 추정하고 있다. 한편, 차 추출물 중 항산화작용이 가장 뛰어난 반발효차인 오룡차를 사용하여 기준 항산화제와의 상승효과 및 금속이온 봉쇄작용을 살펴 본 결과, BHT 및  $\alpha$ -tocopherol 등의 항산화제와 서로 상승효과가 높은 것으로 나타났으며, 또한  $Cu^{2+}$  보다  $Fe^{3+}$ 의 금속이온에 대한 봉쇄작용이 우수한 것으로 나타났다(Fig. 2). 이는 오룡차에서도 free radical 소거작용이 상당히 뛰어난 것을 볼 때, 오룡차는 금속이온 봉쇄 및 free radical에 전자를 공여하여 free radical의 봉쇄에 의하여 항산화작용을 나타내는 것으로 생각된다. 또한 차 catechin류 중 (-)-EGCg는 tocopherol, ascorbic acid 및 각종 유기산과의 상승효과<sup>10)</sup> 및 Maillard 반응생성물도 항산화작용을 나타낸다고 보고<sup>17,18)</sup>하고 있어, 본 실험에서 차 추출물의 갈변도, 방향족 화합물 및 페놀 화합물의 함량 등을 고려해 볼 때 차 추출물의 항산화 효과에는 차 polyphenol 화합물 외에 갈변물질도 항산화작용을 상승시키는 것으로 생각된다. 따라서 차 추출물의 항산화작용에는 차 추출물 중의 polyphenol 화합물인 catechin류 뿐만 아니라 녹차 제조 중 가열(증재 및 볶음)에 의해 생성되는 여러가지 갈변물질 및 방향족 화합물도 항산화작용을 나타내는 것으로 생각되며, 금속이온에 대한 봉쇄작용 및 free radical 소거작용 등의 복합적인 작용에 의해 항산화작용을 나타내는 것으로 추정되었다.

## 요 약

차 추출물의 항산화작용은 모두 높은 것으로 나타났으며, 시료의 양이 증가할수록 항산화작용도 증가하는 것으로 나타났다. 각 획분 중 차 polyphenol 화합물인 조 catechin 획분에서 가장 뛰어났으며, 차 종류 중 반발효차인 오룡차가 가장 높은 항산화작용을 나타내어 0.5 mg의 양에서 37°C, 10일간 저장하였을 때 32meq/kg의 과산화물값을 나타내었다. 또한 차 추출물 모두

free radical 소거작용이 있는 것으로 나타났으며, 이 중 비발효차인 녹차 및 반발효차인 오룡차가 가장 우수한 것으로 나타났고, 차 종류 중 가장 항산화작용이 뛰어난 오룡차는 BHT 및  $\alpha$ -tocopherol과의 상승효과가 있었으며, 이 중  $\alpha$ -tocopherol 보다 BHT에 대해 더 높은 상승효과를 나타내었다. 그리고  $Cu^{2+}$  보다  $Fe^{3+}$  이온에 대하여 금속이온 봉쇄작용이 강한 것으로 나타났다. 따라서 차 추출물의 항산화작용은 활성산소에 의한 지질의 과산화반응을 억제하고, 또한 금속이온에 대한 봉쇄작용도 아울러 가지고 있는 것으로 생각되며, 그 주된 인자는 차 polyphenol 화합물인 catechin류가 관여하는 것으로 추정되었다.

## 문 헌

1. Hsieh, R. J. and Kinsella, J. E. : In advances in food and nutrition research. Academic Press, New York, Vol. 33, p.233 (1989)
2. 吉川敏一, 内藤裕二, 近藤元治 : 活性酸素種の化學. 日本化學會編, p.163 (1990)
3. 山口 優, 林 真知子, 山添 寛, 國友 勝 : 動脈硬化形成食負荷マウスの血清, 肝臓および大動脈脂質異常に對する綠茶抽出物の豫防效果. 日本藥理學會誌, 97, 329 (1991)
4. 福典眞弓, 原 征彦, 村松敬一郎 : 茶葉カテキンの構成成分である(-)エピガロカテキンガレートの血中コレステロール低下作用. 日本榮養・食糧學會誌, 39, 495 (1986)
5. 大森正司, 矢野とし子, 岡本順子, 津志田藤二郎, 村井敏信, 桶口 滿 : 嫌氣處理綠茶(ギヤバロン茶)による高血壓自然發症ラットの血壓上昇抑制作用. 日本農藝化學會誌, 61, 1449 (1987)
6. 岩田多子, 稲山貴代, 三輪里見, 川口一男 : 高血壓自然發症ラットならびに果糖誘導性高脂血症ラットの血壓, 血漿脂質・肝臟脂質に及ぼす中國綠茶・烏龍茶の影響. 日本榮養・食糧學會誌, 40, 469 (1987)
7. 前田有美惠, 山本政利, 増井俊夫, 杉山清, 橋田正實, 中入和哉, 田中秀興, 高橋宇正, 小林利彰 : 茶抽出液の肥滿細胞ヒスタミン遊離抑制活性. 日本食品衛生學會誌, 30, 295 (1989)
8. 前田有美惠, 山本政利, 増井俊夫, 杉山清, 橋田正實, 中入和哉, 田中秀興, 高橋宇正, 小林利彰, 小林榮人 : 茶抽出液のhyaluronidase阻害活性. 日本食品衛生學會誌, 31, 233 (1990)
9. 梶本五郎 : 茶葉中の抗酸化成分および抗菌性成分について(第3報), カ테キン類の抗酸化性とカフェインの相乗作用について. 日本食品工業學會誌, 10, 365 (1963)
10. 松崎妙子, 原 征彦 : 茶葉カテキン類의抗酸化作用について. 日本農藝化學會誌, 59, 129 (1985)
11. 竹尾忠一 : 緑茶成分の抗酸化作用と抗アレルギー作用. 月刊フードミカル, 9, 127 (1991)
12. 川上正子, 原 征彦 : 茶抽出物『ポリフェノン』の酸化防止效果とその利用. ジャパンフードサイエンス, 9, 60 (1992)

13. 이주원, 신효선 : 녹차 물추출물의 항산화 효과. 한국 식품과학회지, 25, 759(1993)
14. 부용출, 전체옥 : 녹차와 목단피의 항산화 성분. 한국 농화학회지, 36, 326(1993)
15. 여생규, 박영범, 김인수, 김선봉, 박영호 : 녹차, 오롱 차 및 홍차 추출물의 Xanthine Oxidase 억제작용. 한국영양식량학회지, 24, 154(1995)
16. Hayase, F. and Kato, H. : Antioxidative components of sweet potatoes. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 30, 37 (1984)
17. 최홍식, 이창용 : Melanoidin의 항산화성 및 항돌연 변이원성. 한국영양식량학회지, 22, 246(1993)
18. Son, J. Y. and Kim, D. H. : Effects of caffeic acid on the oxidant activity of maillard reaction products. *Food and Biotechnology*, 3, 144 (1994)

(1995년 2월 8일 접수)