

국내 시판되는 일부 다류 제품의 항산화 효과

최용민 · 김명희* · 신정진 · 박주미 · 이준수[†]

충북대학교 식품공학과, 생물건강산업개발연구센터

*한국식품개발연구원

The Antioxidant Activities of the Some Commercial Teas

Youngmin Choi, Myunghee Kim*, Jung-Jin Shin, Ju-Mi Park and Junsoo Lee[†]

Dept. of Food and Science Technology, Research Center for Bioresource and Health (RCBH),

Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

*Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

Abstract

The antioxidant activities and their antioxidant compounds of a group of teas obtained in local markets were investigated. A total of 18 teas were tested for their antioxidant activities based on their ability to scavenge ABTS (2,2'-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) cation radical and DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical. The former was expressed as mg of ascorbic acid equivalents per 1 tea bag (L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity, AEAC) and the latter was expressed as percentage of electron donating activity (EDA%). A good correlation of AEAC and EDA was observed between the two methods. The concentrations of total polyphenolics and flavonoids in tea extracts were measured by spectrophotometric methods. Total ascorbic acid was determined via the 2,6-dichloroindophenol titrimetric method. According to the AEAC value and EDA, black tea, brown rice green tea, green tea, herb tea and malva tea showed relatively high antioxidant activities. Polyphenolic compounds were the major naturally occurring antioxidant compounds found in teas and the high concentrations of polyphenolic compounds were observed in black tea, green tea and herb tea. Overall, six teas out of 18 teas tested in the study showed better antioxidant activities and higher amounts of total polyphenolic compounds.

Key words: tea, ABTS, DPPH, antioxidant activity, polyphenolic compound, ascorbic acid

서 론

최근 소득 증가로 인한 생활수준의 향상으로 인해 식품의 영양학적 측면에서 생체 방어, 질병의 방지 및 회복, 노화억제 등의 건강 기능성에 대한 관심이 증가되고 있다. 인간의 질병 및 노화는 대사과정 중 발생하는 superoxide(O₂⁻), nitric oxide(NO·), nitrogen dioxide(NO₂·), hydroxyl(OH·), peroxy(ROO·), alkoxy(RO·), hydroperoxy(HO₂·) radical 등의 산화반응에 기인하며, 이런 radical들은 체내 지질, 단백질, 그리고 핵산과 같은 물질의 손상을 유발한다. 따라서 체내에서는 유해한 radical을 제거하기 위해 여러 효소적·비효소적 반응이 진행된다(1,2). 여러 연구결과에 의하면 과채류 등과 같은 식물성 식품을 충분히 섭취하는 것이 노화 지연 및 심혈관질환, 동맥경화, 암, 당뇨병과 같은 만성질환의 예방과 치료에 도움이 되는 것으로 밝혀지고 있다(3-10).

우리가 일반적으로 섭취하는 식물성 식품에는 유해한 free radical 제거 효과가 뛰어난 여러 가지 항산화제들이 존재한

다. 항산화제는 산화에 의해서 일어나는 식품의 냄새나 풍미의 변화, 유지의 산패, 그리고 식품의 변색을 방지하거나 지연시킬 수 있는 기능을 가진 화합물을 총칭한다(11). 또한 위의 작용으로 인해 여러 질병을 예방할 수 있는 물질을 칭하기도 한다(12-18). 식물성 식품에 존재하는 항산화제들은 비타민 A, C, E와 더불어 카로티노이드류, 플라보노이드류, 폴리페놀물질이 대표적이다.

대표적인 기호 식품인 차(茶)는 우수한 항산화력으로 인해 최근 관심의 대상이 되고 있는 식품중의 하나이다. 동·서양 모두 널리 알려진 녹차의 경우 그 유용 성분, 생리활성, 그리고 항산화력에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 항암효과와 지질 과산화 억제 효과가 뛰어난 성분이 주로 epigallocatechin gallate임이 밝혀졌다(19,20). 또한, 녹차에 함유된 catechin류가 멜라닌 색소 형성과 관계하는 tyrosinase를 억제하며(21), nitric oxide(NO), superoxide(O₂⁻) 등과 같은 radical을 제거하는 능력이 우수한 것으로 알려지고 있다(22). 본 연구에서는 국내에서 시판되는 다류 제품 중 18종에 대하여

[†]Corresponding author. E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2566. Fax: 82-43-271-4412

폴리페놀 화합물과 플라보노이드, 비타민 C의 함량을 분석하였고, 이들의 항산화활성을 측정하여 이들의 상관관계를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 추출액의 제조

실험에 사용된 11종의 침출차(홍차, 현미녹차, 두충차, 녹차 2종, 허브차 2종, 동규자차 2종, 감잎차, 둥글레차)와 7종의 고품추출차(생강차, 한차 3종, 대추차, 오미자차, 산딸기차)는 국내 대형 할인점에서 2002년 12월에 구입하였으며, 개별 포장된 것을 사용하였다. 침출차의 경우 시료 추출액은 100°C의 증류수 50 mL에 10분간 1 tea bag을 충분히 우려내어 100 mL로 정용하였으며, 고품추출차는 고품분을 100°C 증류수 50 mL에서 용해시킨 후 filter paper(TOYO, No.2)로 여과하여 100 mL로 정용하였다. 각 추출액은 질소 충전하여 -20°C에 보관하면서 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 화합물 정량

Dewanto 등(23)의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다. 각 추출액 100 µL에 2% Na₂CO₃용액 2 mL를 가한 후 3분 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 가하였다. 3분 후 반응액의 흡광도 값을 720 nm에서 측정하였고 표준물질로 gallic acid(Sigma Chemical Co., USA)를 사용하였다. 검량선을 작성 후 추출물의 총 폴리페놀 함량은 1 tea bag 중의 mg gallic acid로 나타내었다.

총 플라보노이드

총 플라보노이드 함량은 Moreno 등(24)의 방법에 의해 측정하였다. 추출물 0.1 mL에 80% ethanol 0.9 mL을 가하여 이 혼합액 0.5 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 80% ethanol 4.3 mL를 각각 가하였다. 위 반응액을 상온에서 40분 방치한 후 415 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질로 quercetin(Sigma Chemical Co., USA)을 사용하여 함량을 계산하였다.

총 L-ascorbic acid

추출액의 L-ascorbic acid 함량은 AOAC법(25)의 2,6-dichloroindophenol 적정법에 의하여 측정하였다.

ABTS 라디칼을 이용한 총 항산화력의 측정

총 항산화력의 측정은 ABTS·⁺ cation decolorization assay 방법(26)에 의하여 시행하였다. 2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS, Sigma Chemical Co., USA) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS·⁺ 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 414 nm에서 흡광도 값이 1.5가 되도록 몰 흡광계수(ϵ

$=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS·⁺ 용액 1 mL에 추출액 50 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 90분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 L-ascorbic acid를 동량 첨가하였다. 총 항산화력은 아래의 식으로 계산되었다.

$$\text{AEAC} = \frac{\Delta A}{\Delta A_{\text{Aaa}}} \times C_{\text{Aaa}} \times V$$

ΔA : 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값의 변화

ΔA_{Aaa} : 추출물 대신 ascorbic acid가 동량 들어갔을 때의 흡광도 값의 변화

C_{Aaa} : L-ascorbic acid 표준용액의 농도(mg/mL)

V: 추출액의 부피(mL)

DPPH 라디칼을 이용한 전자공여능의 측정

전자 공여능은 Leong 등(27)의 방법을 변형하여 실행하였다. 에탄올에 용해된 0.2 mM DPPH 용액 0.8 mL에 차 추출액 0.2 mL를 각각 첨가한 후 10초간 충분히 혼합하였다. 정확히 10분 후 반응 용액의 흡광도 변화를 520 nm에서 측정하였으며, 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도차를 백분율로 표시하여 전자 공여능으로 나타내었다.

$$\text{EDA} (\%) = \left[1 - \frac{A}{B} \right] \times 100$$

A: 추출물을 넣었을 때의 흡광도 값

B: 추출물 대신 동량 에탄올을 첨가했을 때의 흡광도 값

결과 및 고찰

차 추출물의 항산화 성분 함량

개별 포장된 각각의 차 열수 추출물의 항산화 물질 함량은 Table 1과 같다. 폴리페놀 함량은 크게 세 그룹으로 분류할 수 있는데 그 함량이 50 mg 이상인 것은 홍차(Black tea)와 더불어 녹차(Green tea) I, II와 허브티(Herb tea) I, II, 그리고 한차(Han tea) I로 각각 101.51, 94.90, 66.85, 95.81, 77.02, 62.60 mg/1 tea bag으로 나타났다. 현미녹차(Brown rice green tea), 두충차(Eucommiae cortex tea), 생강차(Ginger tea), 한차(Han tea) III, 동규자차(Malva tea) I, 감잎차(Per-simmon leaf tea) 등은 22~37 mg으로 비교적 낮은 함량을 함유하고 있었다. 또한 폴리페놀 함량이 20 mg 이하인 것은 한차(Han tea) II, 대추차(Jujube tea), 동규자차(Malva tea) II, 오미자차(Schizandra fruit tea), 둥글레차(Solomon's cortex tea), 산딸기차(Wildberry tea) 등으로 매우 낮은 함량을 나타내었다. 허브티 I, II의 경우 녹차엽의 비율(98%)이 허브에 비하여 상당하므로 이 경우에는 폴리페놀 화합물이 녹차엽에서 기인되는 것으로 사료된다. 반면 혼합 침출차인 현미녹차의 경우 녹차엽이 함유되어 있음에도 불구하고, 현미가 다량(50%) 첨가되었기 때문에 단일 침출 녹차에 비하여 그 함량이 절반 수준으로 나타났다. 두충차의 경우 Kim 등(28)의 연구결과처럼 녹차나 홍차에 비해서 함량이 절반

Table 1. Concentration of total phenolics, flavonoids and ascorbic acid in tea extracts

Variety	Concentration (mg/l tea bag) ¹⁾		
	Phenolics	Flavonoids	Ascorbic acid
Black tea	101.51±1.95	16.75±1.51	5.09±0.71
Brown rice green tea	36.50±0.38	4.32±1.12	5.50±1.22
Eucommiae cortex tea	22.00±2.71	6.57±0.57	3.46±0.71
Ginger tea	28.30±0.13	3.29±0.15	4.28±0.00
Green tea I	94.90±2.28	6.72±0.66	4.27±1.22
Green tea II	66.85±0.74	4.63±0.38	3.87±0.71
Han tea I	62.60±1.76	11.03±1.05	15.78±9.33
Han tea II	15.31±1.56	0.45±0.12	7.54±5.64
Han tea III	31.93±3.84	4.68±0.28	4.28±0.00
Herb tea I	95.81±8.77	6.06±1.13	7.13±1.41
Herb tea II	77.02±2.04	25.98±3.89	4.68±0.71
Jujube tea	9.20±0.19	2.27±0.51	3.06±0.00
Malva tea I	37.18±0.28	7.93±0.63	4.68±0.71
Malva tea II	13.63±0.26	6.49±0.85	4.68±0.71
Persimmon leaf tea	27.38±0.38	4.79±0.25	5.09±0.71
Schizandra fruit tea	5.87±0.28	3.94±0.10	3.46±0.71
Solomon's cortex tea	12.49±0.18	0.87±0.26	4.68±1.87
Wildberry tea	13.55±0.27	6.45±0.74	3.46±0.71

¹⁾Each content was expressed as mg of compound per 1 tea bag of tea (mg/l tea bag). Each value was expressed as mean± standard deviation (n=3).

에 미치지 못하는 결과를 얻었다. 대표적인 폴리페놀 화합물인 플라보노이드의 함량은 폴리페놀 함량이 높았던 홍차, 한차 I, 허브티 II가 16.75, 11.03, 25.98 mg으로 역시 다른 것에 비하여 높았으나, 반면 녹차의 경우 페놀 함량이 높은 군에 속하였지만, 플라보노이드 함량은 다른 종류와 비슷한 함량을 나타내었다.

AOAC법의 indophenol 적정법에 근거한 차 추출물의 총 비타민 C 함량은 1 tea bag당 mg ascorbic acid로 Table 1에 나타내었다. 한차 I과 허브티 I의 함량이 각각 15.78, 7.13 mg인 것을 제외하고 나머지 차의 함량이 3.06~5.50 mg으로 추출물간 차이를 보이지 않았으며, 비타민 C의 함량이 폴리페놀함량에 비하여 낮게 나타났다. 이것은 우리가 흔히 접하고 있는 차의 항산화력이 열과 산소 등 외부환경에 불안정한 비타민 C보다는 폴리페놀 화합물에 기인하는 것으로 사료된다.

차 추출물의 ABTS^{·+} decolorization assay에 의한 항산화력

차의 열수 추출물의 상대적인 항산화력의 측정에는 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS^{·+} free radical이 차 속의 항산화력 물질에 의해 제거되어 radical 특유의 색인 청록색이 탈색되는 것을 이용한 측정방법이다. 이 방법의 장점은 hydrogen-donating antioxidants와 chain breaking antioxidants 모두를 측정할 수 있고 aqueous phase와 organic phase 모두에 적용이 가능하며 표준물질의 사용으로 추출물간 상대비교가 가능하다는 점이다.

본 연구에서는 표준물질로 지용성인 Trolox대신 수용성

인 ascorbic acid를 사용하여 항산화력을 AEAC값으로 산출하였다. 즉 AEAC 값이 가장 높은 녹차 II의 경우 198.18 mg ascorbic acid equivalent/1 tea bag으로 표현이 되는데 이것은 한 개의 티백 당 ascorbic acid 198.18 mg에 해당하는 항산화력을 지니는 것으로 해석할 수 있다. 녹차 II에 이어 허브티 I, 녹차 I, 홍차, 현미 녹차, 허브티 II, 동규자차 I 등이 각각 198.15, 197.91, 195.77, 194.07, 192.90, 155.66 mg ascorbic acid equivalent/1 tea bag으로 다른 차에 비하여 높은 항산화력을 지니고 있었다. 또한 현미녹차와 동규자차 I을 제외하곤 모두 총 폴리페놀함량이 높은 군에 속하는 것이었다. 현미녹차와 동규자차 I은 폴리페놀 함량과 ascorbic acid 함량 모두 높지 않게 나타났는데 이것은 위 두 물질 이외의 다른 물질에 의해 항산화력이 나타내어짐을 유추할 수 있다. 이것은 Table 2의 AEAC값에 대한 ascorbic acid의 항산화력의 기여도(%) 항목에서도 나타난다. 한차 I의 경우 비타민 C의 항산화력에 대한 기여도는 98.52%의 결과를 얻었다. 이것은 한차 I의 항산화력에 주로 작용하는 것이 비타민 C인 것을 알 수 있다. 홍차, 현미녹차, 녹차 2종, 허브티 2종 등의 기여도는 매우 작게 나타났지만 폴리페놀 함량이 높게 나타난 것을 알 수 있다. 따라서 이것은 차 추출물 내의 비타민 C 대신 다른 물질에 의해 항산화력이 나타내어짐을 유추할 수 있다. 따라서 위 두 종의 항산화력 물질에 대한 보다 정밀한 분석이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

Table 2. Antioxidant capacity of tea extracts by ABTS^{·+} decolorization assay and DPPH free radical-scavenging assay

Variety	Antioxidant capacity		
	EDA (%) ¹⁾	AEAC (mgAAeq/1 tea bag) ²⁾	Percentage contribution of AEAC by AA (%)
Black tea	91.52±0.55	195.77±0.02	2.60
Brown rice green tea	92.08±0.60	194.07±0.13	2.82
Eucommiae cortex tea	38.70±1.31	12.82±0.20	27.01
Ginger tea	31.64±2.30	10.50±0.55	40.72
Green tea I	91.24±0.27	197.91±0.04	2.16
Green tea II	90.50±1.11	198.18±0.06	1.95
Han tea I	35.88±0.31	16.02±0.19	98.52
Han tea II	15.08±1.31	25.28±0.37	29.81
Han tea III	21.20±1.08	8.16±1.44	52.43
Herb tea I	90.74±0.28	198.15±0.05	3.60
Herb tea II	89.30±0.11	192.90±0.09	2.43
Jujube tea	3.90±1.06	13.25±0.79	23.05
Malva tea I	72.72±0.31	155.66±1.82	3.01
Malva tea II	12.60±1.66	8.71±0.46	53.76
Persimmon leaf tea	48.66±3.44	97.31±0.72	5.23
Schizandra fruit tea	13.82±1.43	17.20±0.68	20.13
Solomon's cortex tea	11.24±1.31	6.49±0.64	72.13
Wildberry tea	28.39±0.94	7.38±1.02	44.23

¹⁾Electron donating activity. Each value was expressed as mean± standard deviation (n=3).

²⁾Mean of three determination ± standard deviation expressed as mg ascorbic acid equivalent antioxidant capacity (AEAC) per 1 tea bag of sample.

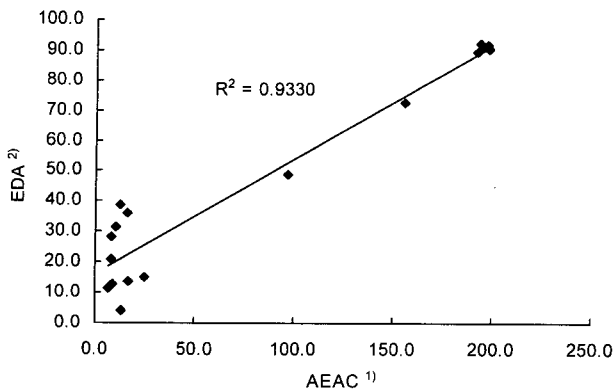


Fig. 1. Correlation of EDA (%) and AEAC (mg AA eq/1 tea bag).

¹⁾AEAC: mg ascorbic acid equivalent antioxidant capacity.

²⁾EDA: electron donating activity (%).

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical 제거능 DPPH radical을 이용한 각각의 차 열수 추출물 전자 공여능은 Table 2에 나타내었다. AEAC 값이 높게 나타난 현미 녹차(92.08%), 홍차(91.52%), 녹차 I(91.24%), 허브티 I(90.74%), 녹차 II(90.50%), 허브티 II(89.30), 동규차차 I(72.72%)는 전자공여능도 뛰어난 것으로 나타났고 Fig. 1에서와 같이 두 방법간에 높은 상관관계가 존재함을 알 수 있었다. 이것은 두 방법 모두 인위적으로 형성된 free radical을 제거한다는 공통 작용기작을 가지기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 Wang 등(29)은 sage(*Salvia officinalis*)의 폴리페놀 물질 중 (+)-1-hydroxypinoresinol-1-β-D-glycoside와 homoplantaginin은 ABTS·⁺ free radical에 대한 제거능은 있지만 DPPH· free radical의 제거능은 나타내지 않음을 보고하였다. 또한 Cano 등(30)은 ascorbic acid 1 mole이 ABTS 혹은 DPPH free radical 2 mole과 반응하고 pyrogallol의 경우 ABTS·⁺와 DPPH· radical 반응 비율이 각각 1 : 7, 1 : 4임을 밝혀내었다. 따라서 이번 실험에서 두 방법간에 높은 상관관계를 보였지만 다양한 종류의 항산화제들이 포함된 시료와 극성이 다른 추출용매를 사용하였을 경우에는 상이한 결과를 얻을 수도 있을 것이다.

요 약

본 연구에서는 일상생활에서 손쉽게 음용할 수 있는 차 추출물에 대해 항산화력과 항산화 성분의 함량을 측정함으로써 그 상관관계를 알아보려 하였다. 차 추출물의 항산화력은 ABTS·⁺와 DPPH radical을 사용하여 측정하였으며, 항산화력 성분은 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 총 비타민 C 함량을 각각 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 홍차, 허브티 I, 녹차 I, 허브티 II, 녹차 II, 한차 I에서 101.51~62.60 mg범위로 다른 차에 비하여 높게 나타났으며, 총 플라보노이드 함량은 허브티 II, 한차 I, 홍차에서 높은 함량을 나타내었다. 반면 총 비타민 C의 경우 한차 I이 15.78 mg을 나타낸 제품을 제

외하고 다른 것들은 모두 낮은 함량을 나타내었다. 항산화력이 높게 나타난 차는 주로 녹차류와 홍차였으며 이들의 항산화력에 기여하는 물질이 주로 비타민 C나 플라보노이드가 아닌 폴리페놀성 화합물임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·과학재단지정 생물건강산업개발 연구센터의 지원에 의해 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

- Fang YZ, Yang S, Wu G. 2002. Free radical, antioxidant, and nutrition. *Nutrition* 18: 872-879.
- Morrissey PA, O'Brien NM. 1998. Dietary antioxidant in health and disease. *Int Dairy Journal* 8: 463-472.
- Willet WC. 1994. Diet and health: what should we eat. *Science* 254: 532-537.
- Temple NJ. 2000. Antioxidants and disease: more question than answers. *Nutr Res* 20: 449-459.
- Slavin JL, Jacobs D, Marquart L. 1997. Whole-grain consumption and chronic disease: protective mechanism. *Nutr Cancer* 27: 14-21.
- Ames BN, Shigenaga MK, Hagwn TM. 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative disease of aging. *Proc Natl Acad Sci* 90: 7915-7922.
- Block G. 1993. Vitamin C, cancer and aging. *Age* 16: 55-58.
- Feskanich D, Ziegler RG, Michaud DS, Giovannucci EL, Speizer FE, Willett WC, Colditz GA. 2000. Prospective study of fruit and vegetable consumption and risk of lung cancer among men and women. *Journal of the National Cancer Institute* 92: 1812-1823.
- Gordon MH. 1996. Dietary antioxidants in disease prevention. *Natural Product Reports*. p 265-273.
- Michels KB, Giovannucci E, Joshipura KJ, Rosner BA, Stampfer MJ, Fuchs CS, Colditz GA, Speizer FE, Willett WC. 2000. Prospective study of fruit and vegetable consumption and incidence of colon and rectal cancers. *Journal of the National Cancer Institute* 92: 1740-1752.
- Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Soc Food Sci Technol* 33: 626-632.
- Ames BN. 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens: oxygen radicals and degenerative diseases. *Science* 221: 1256-1263.
- Aruoma OI. 1998. Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 75: 199-212.
- Jacob RA, Burri BJ. 1996. Oxidative damage and defense. *American Journal of Clinical Nutrition* 63: S985-S990.
- Steinberg D. 1991. Antioxidants and atherosclerosis: a current assessment. *Circulation* 84: 1420-1425.
- Maxwell SRJ, Lip GYH. 1997. Free radicals and antioxidants in cardiovascular disease. *British Journal of Clinical Pharmacology* 44: 307-317.
- Pratico D, Delanty N. 2000. Oxidative injury in diseases of the central nervous system: focus on Alzheimer's disease. *American Journal of Medicine* 109: 577-585.
- Wang H, Cao G, Prior RL. 1996. Total antioxidant capacity

- of fruits. *J Agric Food Chem* 44: 701-705.
19. Stoner GD, Mykhtar H. 1995. Polyphenols as cancer chemopreventive agents. *J Cell Bio Chem* 22: 169-180.
 20. Yamane T, Naktani H, Kikuoka N, Matsumoto H, Iwata Y, Jitao K, Oya K, Tacahashi T. 1996. Inhibitory effects and toxicity of green tea polyphenols for gastrointestinal carcinogenesis. *Cancer* 77: 1662-1667.
 21. No JK, Soung DY, Kim YJ, Shin KH, Jun YS, Rhee SH, Yokozawa T, Chung HY. 1999. Inhibition of tyrosinase by green tea components. *Life Sciences* 65: 241-246.
 22. Nakagawa T, Yokogawa T. 2002. Direct scavenging of nitric oxide and superoxide by green tea. *Food Chemical Toxicology* 40: 1745-1750.
 23. Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
 24. Moreno MIN, Isla MIN, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *Journal of Ethnopharmacology* 71: 109-114.
 25. AOAC. 2000. *Official Method of Analysis*. 17th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 16.
 26. Robert R, Nicoletta P, Anna P, Ananth P, Min Y, Catherine RE. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26: 1231-1237.
 27. Leong LP, Shui G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry* 76: 69-75.
 28. Kim M, Kim MC, Park JS, Kim JW, Lee JO. 2001. The antioxidant effects of the water soluble extracts of plants used as tea materials. *Korean J Soc Food Sci Technol* 33: 12-18.
 29. Wang MF, Shao Y, Li JG, Zhu NQ, Rangarajan M, Lavoie EJ, Ho CT. 1998. Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J Agric Food Chem* 46: 4869-4873.
 30. Cano A, Hernández-Ruiz J, García-Cánovas F, Acosta M, Arnao MB. 1998. An end-point method for estimation of the total antioxidant activity in plant material. *Phytochemical Analysis* 9: 196-202.

(2003년 4월 15일 접수; 2003년 7월 10일 채택)