

야생초 추출물에 의한 간장내 활성산소 생성과 항산화 효소계 조절에 관한 연구

김종대,* 이상영, 김성완¹

강원대학교 농업생명과학대학 식품·생명공학부, ¹강원대학교 자연과학대학 생화학과

Modulation of Hepatic Lipid Peroxidation and Antioxidant Defenses by Wild Plants Extracts

Jong Dai Kim,* Sang Young Lee and Sung Wan Kim¹

Division of Food and Biotechnology; and

¹*Department of Biochemistry, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea*

Abstract – This study was performed to elucidate the possible antioxidative effects of several wild plant extracts. Wild plants were extracted with methanol or water using general method. In first experiments, antioxidative effects were measured by lipid peroxidation using rat brain homogenate. *Coptis japonica* extract showed the highest antioxidative activity among the 15 wild plant extracts. In second experiments, rats were fed on the semipurified diets with or without *Coptis japonica* extracts at the level of 0.5% for 4 weeks. MDA production of liver homogenate were significantly lower in the rats fed *Coptis japonica* extracts ($P<0.05$). Cytosolic catalase, GPX, and SOD activities were not changed, whereas the activities of GST and glutathione level were significantly higher in rats fed *Coptis japonica* extracts ($P<0.05$). These results suggest that *Coptis japonica* extract has an antioxidative effect through increasing GST activity and glutathione level and decreasing MDA production.

Key words – Malondialdehyde (MDA); glutathione-s-transferase (GST); glutathione peroxidase (GPX); superoxide dismutase (SOD).

고등동물의 생명 유지에 필수성분중의 하나인 산소는 전자전달계의 최종 전자 수용체가 되며, 체내의 각종 대사과정에도 관여하여 이 과정에서 superoxide anion($\cdot O_2^-$), hydroxyl radical($\cdot OH$), peroxy radical($ROO\cdot$), alkoxy radical($RO\cdot$) 등의 free radical을 생성한다. 이 free radical은 생명체의 정상적인 대사과정중에서 끊임없이 생성되는 성분으로 대식세포의 살균작용, 정보전달 및 오래된 단백질 제거등에 이용되는 불가결한 물질이므로 적정량이 생성되어야 하나, 생체내의 생성량이

그 방어기전을 벗어나게 되면, 일시적 혹은 영구적으로 생체에 손상을 주어 여러 가지 질환들, 이를테면 동맥경화(atherosclerosis), 암(cancer), 류마티스성 관절염(rheumatoid arthritis), 염증(inflammation), 그리고 acquired immune deficiency syndrome(AIDS) 등에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.¹⁻⁵⁾ 한편 생체내에는 항상성을 유지하기 위하여 free radical들을 조절할 수 있는 다양한 항산화계가 존재하여 생체내에서 생성되는 free radical을 효율적으로 제거할 수 있는데 superoxide dismutase(SOD), catalase, glutathione peroxidase(GPX), glutathione-S-

*교신저자 : Fax 0361-50-6450

transferase(GST)와 같은 항산화 효소계들과 glutathione, ascorbate, β -carotene, vitamin E 등과 같은 비효소성 항산화계가 있다.^{6,7)}

최근에 free radical의 생성을 억제하는 여러 가지 생리활성 성분들이 천연물로부터 연구되고 있는데 쪽, 도토리, 양조간장, 식물대두유, 녹차, 우롱차, 홍차로부터 flavonoid계, phenol계, 방향족 amine 등의 생리활성물질이 주목을 받고 있다.⁸⁻¹⁵⁾

본 연구에서는 주변환경에 널리 분포하고 있으며, 쉽게 접할 수 있는 야생초(영경귀: *Cirsium japonicum* var. *ussuriense* Kitamura, 뽕나무잎: *Morus alba* L., 원추리: *Hemerocallis fulva* L., 질경이: *Plantago asiatica* L., 참나물: *Pimpinella brachycarpa* (Kom.) Nakai, 미역취: *Solidago virga-aurea* var. *asiatica* Nakai, 바위습: *Orostachys japonicus* A. Berger, 쇠비름: *Portulaca oleracea* L., 소나무잎: *Pinus densiflora* S. et Z., 달개비: *Commelina communis* L., 황련: *Coptis japonica* Makino, 삼백초: *Saururus chinensis* Baill., 인진쑥: *Artemisia asiatica*, 청피: *Poncirus trifoliata* Rafin, 목향: *Inula helenium* L.) 추출물의 항산화성을 측정하기 위하여 brain homogenate와 야생초 추출물을 반응시켜 발생하는 malondialdehyde를 측정하여 항산화성을 검색하여 보았고 이 중 가장 항산화 활성이 높은 황련추출물을 쥐에 급여한 후 간장내 항산화 효소계 활성화에 어떠한 영향을 미치는지 조사하여 보았다.

재료 및 방법

시료추출 및 조제 - 실험에 사용된 15가지 야생초들은 춘천근교와 광재한약방(강원, 춘천)에서 구입하여 물로 세척 건조한 후 잘게 파쇄하였다. 파쇄한 시료들은 중량대비로 6배의 메탄올 및 증류수를 가하여 18시간 환류추출하여 추출물을 얻었다. 추출물들은 감압 농축하여 동결건조하여 분말을 시료로 사용하였고, brain homogenate에 대한 이들 추출물의 항산화성을 검색하기 위해 각 분말을 물 또는 메탄올에 용해하여 시료(1 mg/ml)로 이용하였다.

Brain homogenate의 조제 - 쥐를 단두도살하여 뇌를 즉시 적출한 후, 차가운 생리식염수(0.89%

NaCl)로 여러번 세척하였으며, 여분의 수분을 제거하였다. 쥐의 brain homogenate는 20 mM HEPES + 140 mM KCl (pH 7.4)를 이용하여 만들었다.

Brain homogenate를 이용한 야생초 추출물의 항산화성 검색 및 간장 homogenate, mitochondria, microsome의 MDA측정 - NADPH-dependent lipid peroxidation 반응은 Bruce 등¹⁶⁾의 방법을 사용했다. 20 mM HEPES와 140 mM KCl로 만든 buffer(pH 7.5)에 0.1 ml brain homogenate, 0.2 ml 추출물(1 mg/ml), 1.7 mM ADP, 0.1 mM FeCl₃, 그리고 0.1 mM NADPH를 shaking water bath (37°C)에서 일정시간 반응시킨 후, TCA-TBA-HCl (2% butylated hydroxytoluene(BHT)포함) 시약을 첨가했다. 그리고 나서, 100°C에서 15분간 끓인 후 2,300 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취한 후 UV-visible spectrophotometer를 사용하여 535 nm의 파장에서 MDA 함량을 측정하여 야생초 추출물의 항산화성을 검색하였다.

실험동물 사육 및 사료의 조제 - 실험동물은 4주령의 Sprague-Dawley계 수컷(대한실험동물센터, 음성)를 구입, 사육용 사료(삼양유지사료, 원주)로 일주일간 적응시킨 후, 그룹당 6마리씩으로 나누어 4주 동안 사육하였다. 사육실의 온도는 23°C를 유지하였고, 12시간 간격으로 점등과 소등을 하였다. 동물사료는 AIN-76 식이조성¹⁷⁾에 따라 조제하였으며, 0.12%의 cholesterol을 첨가하였다. Brain homogenate에 대해 가장 높은 항산화성을 나타낸 황련의 물, 메탄올 추출물(동결건조된분말)은 총 중량대비 0.5% 수준으로 첨가하였다(Table I). 사육기간

Table I. Composition of experimental diets (g)

Ingredients	CON	WE	ME
Cholesterol	1.2	1.2	1.2
Cholin bitartrate	2	2	2
DL-methionine	3	3	3
Vitamin (AIN-76)	10	10	10
Mineral (AIN-76)	35	35	35
Cellulose	50	50	50
Corn oil	100	100	100
Corn starch	150	150	150
Casein	200	200	200
Sucrose	449	449	449
Extract powder	0	5	5

CON: control group, WE: group fed water extract, ME: group fed methanol extract.

동안 물 및 사료는 자유섭식토록 하였고, 식이섭취량 및 체중증가량은 매 2일 마다 측정하였다.

간장의 채취 및 mitochondria, microsome 및 cytosol의 분리-각 실험동물은 실험계획에 따라 사육기간이 완료후 12시간 동안 절식시켜, 오전 10시에 단두도살하였다. 간장은 즉시 꺼내어 차가운 생리식염수(0.89% NaCl)로 여러번 세척하여 간 조직내의 혈액 및 수분을 제거하였다. 각각의 간 무게를 측정후 액체질소를 이용하여 급속냉동시켜 -76°C에서 냉동보관하였다가 사용하였다.

Cytosol, microsome, mitochondria는 Yu 등의 방법¹⁸⁾에 따라 조제하였다.

항산화 효소계 활성측정-생체내에서 free radical scavenging 작용을 갖는 Catalase 활성 측정은 50 mM phosphate buffer(pH 7.0)에 시료를 혼합하고, 30 mM H₂O₂용액을 가하여 240 nm에서 5분간 흡광도의 변화를 측정하여 활성을 측정하였다.

GST 활성측정은 0.1 mM sodium phosphate buffer(pH 6.5)에 시료, 20 mM GSH, 20 mM 1-chloro-2,4-dinitrobenzoic acid(CDNB)를 혼합하여 최종부피가 1 ml로 만든후, 340 nm에서 5분간 흡광도의 변화를 측정하여 활성을 측정하였다.

Glutathione peroxidase activity는 glutathione reductase에 의해 NADPH 산화와 짝지는 GSH 환원으로 분석하였다. 1 mM EDTA가 들어 있는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.0)에 시료, 10 mM glutathione, glutathione reductase, 1.5 mM NADPH, 그리고 12 mM t-butyl hydroperoxide를 혼합한 후 340 nm에서 흡광도의 변화를 측정하여 활성을 측정하였다.

Cu-Zn SOD는 McCord 등¹⁹⁾의 방법을 참고하여 측정하였다. SOD의 표준 곡선을 구한 후, 50 mM potassium phosphate buffer(pH 7.8), 0.1 mM cytochrome C, 0.5 mM xanthine, 1.5 mM KCN, 1% sodium deoxycholate, xanthine oxidase, 그리고 시료를 혼합하였다. 그리고 나서 550 nm에서 5분간 time scanning하여 SOD활성을 측정하였다.

Glutathione, ascorbic acid 함량-Glutathione 함량은 Ellman's method²⁰⁾을 변형하여 412 nm에서 측정하였다. 0.2 mM phosphate buffer (pH 8.0)에 시료, 50% TCA를 넣은 후 원심분리시

켰다. 원심분리후 상등액에 phosphate buffer, 0.6 mM 5,5-dithiobis(2-nitrobenzoic acid) (DTNB)용액을 넣은 후 최종 부피를 3 ml로 만들어 흡광도를 측정하여 구하였다.

Ascorbic acid 함량은 시료와 5% TCA를 혼합한 후 원심분리하여 얻은 상등액과 85% orthophosphoric acid, 8% dipyrindyl 및 3% FeCl₃를 혼합하여 60분 동안 실온에서 밀봉, 방치하였다. 그리고 나서, 525 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다.

Protein 정량 및 통계처리-모든 시료들의 protein 정량은 Lowry²¹⁾방법을 사용하였고, 실험 결과로 얻어진 모든 자료들은 ANOVA로 분석한 후, LSD test로 유의성(P(0.05)을 검증하였다.

결과 및 고찰

Brain homogenate를 이용한 야생초 추출물의 항산화 활성 검색-야생초 추출물 0.1 ml을 brain homogenate에 첨가하여 항산화 활성을 검색한 결과(Table II), 추출물을 첨가하지 않은 대조군에 비

Table II. MDA production during in vitro lipid peroxidation by brain homogenate (nmol MDA/ml brain homogenate/min.)

ITEM	MDA
Control	5.76±0.99 ^a
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i>	3.39±0.05
Kitamura (영경취)	
<i>Morus alba</i> L. (뽕나무잎)	4.29±0.02
<i>Hemerocallis fulva</i> L. (원추리)	3.79±0.01
<i>Plantago asiatica</i> L. (질경이)	7.86±0.01
<i>Pimpinella brachycarpa</i> (Kom.)	2.94±0.01
Nakai (참나물)	
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	2.52±0.03
Nakai (미역취)	
<i>Orostachys japonicus</i> A. Berger	4.82±0.05
(바위솔)	
<i>Portulaca oleracea</i> L. (쇠비름)	4.48±0.05
<i>Pinus densiflora</i> S. et Z. (솔잎)	5.12±0.07
<i>Commelina communis</i> L. (달개비)	4.49±0.03
<i>Coptis japonica</i> Makino (황련물추출물)	2.08±0.01
<i>Coptis japonica</i> Makino (황련메탄올추출물)	2.47±0.02
<i>Saururus chinensis</i> Baill (삼백초)	3.90±0.04
<i>Artemisia asiatica</i> Nakai (인진쑈)	3.13±0.06
<i>Poncirus trifoliata</i> Rafin (청피)	5.50±0.03
<i>Inula helenium</i> L. (목향)	5.34±0.04

^aMean±S.D. of four experiments.

하여 황련(물 추출물, 메탄올 추출물), 미역취, 참나물, 쑥, 엉겅퀴, 원추리, 삼백초 추출물이 유의적으로 낮은 MDA 발생을 보여 항산화 활성이 있음을 확인할 수 있었다. 뽕잎, 쇠비름, 달개비, 바위솔, 솔잎, 목향, 청피등은 대조군과 큰 차이를 보이지 않았다. 질경이는 오히려 MDA 발생이 높아 질경이 추출물이 brain의 lipid peroxidation을 촉진시키는 것으로 나타났다.

황련 추출물 급여에 의한 체중증가량 및 식이섭취량- 황련(*Coptis japonica* Makino)은 미나리아재비과(Ranunculaceae)에 속한 다년생초본으로 뿌리는 황색을 띄고 있으며, 산초본경에 황련은 상약으로 기재되어 있다.²²⁾ 한방에서 황련은 중초습열을 거하는 것, 제창에 필용하고, 풍습을 거하는 것, 적면폭발을 치하는 것, 중부건혈을 지하는 것 등을 치료하는데 사용한다고 한다.²³⁾ 지금까지 알려진 황련의 주성분은 berberine과 palmatine, jatrorrhizine 등이 알려져 있는데, in vitro, in vivo 실험에서 항미생물작용, 아세틸콜린 증가작용, 평활근 이완작용, 해열, 항이노작용 등이 있음이 알려져 있다.²³⁾

본 연구에서는 Brain homogenate에 대해 가장 높은 항산화성을 보인 황련추출물을 0.5% 함유한

정제식이(대조군은 추출물제외)를 쥐에 4주 동안 자유급식 시킨 후 식이 섭취량과 그에 따른 체중증가량을 측정된 결과(Table III), 각 군간에 식이섭취량, 체중증가량 및 간장중량에 유의한 차이를 보이지 않아 추출물 급여는 쥐의 성장발육에 불리한 효과를 나타내는 것 같지는 않다.

간 homogenate, mitochondria, microsome의 MDA 생성량- 생체내 질병의 발병 및 조직세포의 손상을 촉진하는 것으로 알려진 과산화지질의 생성에 미치는 황련추출물의 효과를 보면 다음과 같다. 간 homogenate의 MDA를 측정된 결과 황련의 물(1.71±0.3) 또는 메탄올 추출물(1.66±0.23)급여군은 추출물을 급여하지 않는 대조군(2.19±0.08)에 비해 낮은 MDA 생성량을 보여 황련 추출물 급여는 간장의 과산화지질의 생성에 억제효과를 나타내었다(P<0.05). Mitochondria에서는 대조군(8.54±0.1)과 황련추출물 급여군(물: 8.51±0.23, 메탄올: 8.46±0.15)들간에 유의적인 MDA 생성차이를 보이지 않았다.

Microsome의 경우 대조군(15.03±0.34)과 물 추출물(14.92±0.15), 그리고 메탄올 추출물(14.92±0.12) 급여군간에 유의적인 MDA 생성차이를 보

Table III. Growth parameters and feed intake in rats fed *Coptis japonica* Makino extracts

Group	Initial body weight (g)	Weight gain (g/4 weeks)	Feed intake (g/day)	Liver weight (g/100 g B.W.)
CON	158±10.8	166± 9.3	20.0±1.76	3.2±0.26
WE	158±11.5	163±10.5	20.5±1.75	3.3±0.12
ME	159±10.5	159±11.3	18.4±1.21	3.2±0.18

Mean±S.D. of 6 rats. See the Table 1 for abbreviations.

Table IV. Feeding effects of *Coptis japonica* Makino extract on cytosolic antioxidants and antioxidant enzyme activities

	CON	WE	ME
Catalase ¹⁾	346.1±74.2	382.2±120.6	345.9±103.8
Glutathion-s-transferase ²⁾	191.9±11.7 ^a	234.2±11.5 ^b	213.8±18.6 ^b
Glutathion peroxidase ³⁾	56.1±3.4	62.2±5.6	59.7±2.4
superoxide dismutase ⁴⁾	1.32±0.2	1.31±0.4	1.31±0.2
Glutathione ⁵⁾	10.6±0.3 ^a	26.4±0.5 ^b	37.2±0.6 ^c
Ascorbic acid ⁶⁾	2150±179.2	2276.7±189	2241.7±118.2

Mean±S.D. of 6 rats. ^{a,b,c}Different superscripts show significant difference at P<0.05.

¹⁾Catalase activity is expressed μ moles H₂O₂ Reduced/mg protein per minute.

²⁾Glutathione-s-transferase activity is expressed nmol CDNB conjugated/mg protein per minute.

³⁾Glutathione peroxidase activity is expressed μ mole NADPH oxidized/g protein per minute.

⁴⁾Superoxide dismutase activity is expressed units/mg protein per minute.

⁵⁾Glutathione concentration activity is expressed μ mole/g protein.

⁶⁾Ascorbic acid concentration activity is expressed μ g/g protein.

이지 않았다.

간장 cytosol중의 antioxidant 및 antioxidant enzyme 활성 - 생체의 방어시스템을 파괴하는 free radical의 생성과 이에 따른 과산화지질의 생성을 효과적으로 억제할 뿐만 아니라 생체내에서 free radical에 대한 제거 효소중의 하나인 catalase는 H₂O₂ 뿐만이 아니라 유기과산화물과도 반응하여 이들을 분해한다. Catalase 측정결과(Table IV) 대조군에 비해 황련 물추출물 급여군은 수치적으로 높은 활성을 나타냈고, 황련메탄을 추출물 급여군은 대조군과 비슷한 활성을 보였지만 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다. GST는 여러 가지 기능을 하는 단백질로서 활성물질들과 공유결합을 형성하여 불활성화 하는 등의 간 해독에 관여하는 효소로서, 대조군에 비해 황련메탄을 추출물과 물 추출물과 활성이 유의하게 증가하였다(P<0.05). GPX는 glutathione 존재하에서 지질과산화물과 H₂O₂의 분해를 촉매화하는 효소로서 대조군에 비해 황련 물추출물 급여군과 메탄을 추출물급여군의 활성이 높았으나 통계적인 유의성은 없었다. 생체 방어 시스템에서 hydroxyl radical의 효과적인 제거효소인 SOD는 대조군과 황련추출물 급여군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. Glutathione은 방어기구 즉 방사선 장애의 방어, 세포막의 유지, 효소의 -SH기의 유지 및 이 물질 해독 등의 중요한 역할을 하고 있다. Glutathione 함량 측정결과 대조군에 비해 황련물추출물 그리고 메탄을 추출물 급여군의 함량이 유의하게 증가하였다(P<0.05). Ascorbic acid함량은 대조군과 황련추출물 급여군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

이와같은 결과로부터 황련추출물 급여는 쥐간장 cytosol 중의 GST와 glutathione의 농도를 증가시키고 MDA 생성을 억제함으로써, 간장에서 생성되는 유해활성 산소에 의한 damage로부터 생체를 보호할 수 있음을 암시한다. 앞으로 황련의 추출물로부터 항산화 생리 활성물질의 분리와 구조분석 및 추출물 급여에 의해 GST와 glutathione 농도 증가 기전에 관해 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 15종의 야생초 추출물의 항산화 활

성을 측정하기 위하여 brain homogenate와 야생초 추출물을 반응시켜 MDA를 측정하여 항산화 활성을 검색하여 보았다. 그 결과, 황련이 가장 높은 항산화 활성을 보였으며, 그 다음으로 미역취, 참나무, 인진쑥, 영경퀴순으로 높은 항산화 활성을 보였다. Brain homogenate에 대해 가장높은 항산화 활성을 보인 황련의 물과 메탄을 추출물을 쥐에 급여한 결과 체중증가량, 식이섭취량 및 간장무게는 추출물을 급여하지 않은 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다.

간장 homogenate의 MDA 측정 결과, 황련추출물 급여군이 추출물을 급여하지 않은 대조군에 비해 유의적으로 낮은 MDA 생성을 보였으나(P<0.05), mitochondria와 microsome 분획에서는 각 군간에 차이를 보이지 않았다.

간장 cytosol중의 catalase, superoxide dismutase, GPX 효소 활성과 ascorbic acid 함량을 측정한 결과 각 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 GST와 glutathione함량은 대조군에 비해 황련 추출물 급여군이 유의적으로 높은 수준을 보였다(P<0.05).

이와 같은 결과로부터 황련추출물 급여는 쥐간장 cytosol 중의 GST와 glutathione의 농도를 증가시키고 MDA생성을 억제함으로써, 간장에서 생성되는 유해활성 산소에 의한 damage로부터 생체를 보호할 수 있음을 암시한다.

사 사

본 연구는 1995년 교육부지원 학술진흥재단의 신진교수과제 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C., eds. (1989) Free radicals in biology and medicine. 2nd ed. London. Clarendon Press.
- Neuzil, J., Gebicki, J. M. and Stocker, R. (1993) Radical-induced chain oxidation of proteins and its inhibition by chain breaking antioxidants. *Biochem. J.* 293: 601-606.
- Sies, H., ed. (1985) Oxidative stress. Academic

- Press, London.
4. Steinberg, D., Pathasarathly, S., Carew, T. E., Khoo, J. C. and Witztum, J. L. (1989) Beyond cholesterol. Modifications of low-density lipoproteins that increase its atherogenicity. *N. Engl. J. Med.* 320: 915-923.
 5. Gary, W. Pace and Cynthia, D. Leaf. (1995) The role of oxidative stress in HIV disease. *Free Radical Biology & Medicine.* 19: 523-528.
 6. Chung, H. Y. and Kim, Y. K. (1992) Age-associated alteration in the hepatic superoxide generation and antioxidant activities in the senescence-accelerated mice. *Yakhak Hoeji* 36: 460-468.
 7. Halliwell, B. (1990) How to characterize a biological antioxidant. *Free Radic. Res. Commun.* 9: 1-32.
 8. Chang, S. S., Ostric-Matijasevice B., Hsieh-liver, A. I. and Hyung, C. L. (1977) Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.* 42: 1102-1110.
 9. Hammerschmidt, P. A. and Pratt, D. E. (1977) Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.* 43: 556-561.
 10. Pratt, D. E. and Watts, B. W. (1964) The antioxidant activity of vegetable extracts. I. Flavone aglycones. *J. Food Sci.* 29: 17-24.
 11. 이기동, 김정숙, 배재오, 윤형식 (1992) 쑥의 물추출물과 에테르추출물의 항산화효과. *한국영양식량학회지* 21: 17-22.
 12. 이미현, 정재홍, 오만진 (1992) 도토리 gallic acid의 항산화성. *한국영양식량학회지* 21: 693-700.
 13. 최홍식, 이정수, 문갑순, 박건영 (1993) 양조간장에서 분리한 갈색물질의 항산화성. *한국영양식량학회지* 22: 565-569.
 14. 지청일, 변한석, 강진훈, 이태기, 김선봉, 박영호 (1992) 식물대두유에 대한 향신료 추출물의 항산화작용. *한국영양식량학회지* 21: 551-556.
 15. 여생규, 안철우, 이용우, 이태기, 박영호, 김선봉 (1995) 녹차, 오롱차 및 홍차추출물의 항산화효과. *한국영양식량학회지* 24: 299-304.
 16. Svingen, B. A., Buege, J. A., O'Neal, F. O. and Aust, S. D. (1979) The mechanism of NADPH-dependent lipid peroxidation: The propagation of lipid peroxidation. *The Journal of Biological Chemistry* 254: 5892-5899.
 17. American Institute of Nutrition (1977) Report of American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on standards for national studies. *J. Nutr.* 107: 1340-1348.
 18. McCord, J. M. and Fridovich, I. (1969) An enzymic function for erythrocyte hemocuprein. *J. Biol. Chem.* 244: 6049-6055.
 19. Laganriere, S. and Yu, B. P. (1989) Effect of chronic food restriction in aging rats. II Liver cytosolic antioxidants and related enzymes. *Mech. Aging Dev.* 48: 221-230.
 20. Ellman, G. L. (1959) Tissue sulfhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.* 82: 70-77.
 21. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. F. (1951) Protein measurement the Folin-Phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
 22. 생약학연구회 (1993) 현대생약학, 420-422. 학창사, 서울.
 23. 李尙仁 (1986) 本草學, 501-505. 경희대학교 한의과대학 본초학교실, 서울.
 24. Tang, W. and Eisenbrand, G. (1992) Chinese drugs of plant origin. 361-371. Springer-Verlag, Berlin.

(1997년 3월 18일 접수)