

더덕 물추출물이 사염화탄소를 투여한 흰쥐의 항산화계 효소활성도에 미치는 영향

한은경 · 조수열^{*}

영남대학교 식품영양학과

Effect of *Codonopsis lanceolata* Water Extract on the Activities of Antioxidative Enzymes in Carbon Tetrachloride Treated Rats

Eun-Gyeong Han and Soo-Yeul Cho^{*}

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the effects of *Codonopsis lanceolata* water extract on the activities of antioxidative enzymes in carbon tetrachloride treated rats. Male Sprague-Dawley rats were fed until they reached about 110 ± 10 g body weight. Thereafter they were divided into normal group(N), carbon tetrachloride treated group(T), carbon tetrachloride and *Codonopsis lanceolata* water extract treated group(TW). Normal group were fed standard diet and carbon tetrachloride treated group were fed carbon tetrachloride once a week at the level of 0.12ml/100g body weight. Carbon tetrachloride and *Codonopsis lanceolata* water extract treated group were fed carbon tetrachloride once a week at the level of 0.12ml/100g body weight and *Codonopsis lanceolata* water extract at the level of 0.1ml/100g body weight once a day. The rats were sacrificed after 6weeks of feeding period. Content of hepatic cytochrome P-450 diminished by carbon tetrachloride was significantly increased by *Codonopsis lanceolata* water extract. Significant decrease in hepatic xanthine oxidase activity was found in rats treated with *Codonopsis lanceolata* water extract. The activity of superoxide dismutase was decreased by carbon tetrachloride, but it was significantly increased by *Codonopsis lanceolata* water extract. The activity of glutathione peroxidase increased by carbon tetrachloride was significantly decreased by *Codonopsis lanceolata* water extract. The activities of catalase and glutathione S-transferase were not significantly influenced by *Codonopsis lanceolata* water extract. Contents of glutathione and lipid peroxide were increased by carbon tetrachloride, but they were significantly diminished by *Codonopsis lanceolata* water extract.

Key words: *Codonopsis lanceolata*, carbon tetrachloride, antioxidative enzymes

서 론

산업사회의 발달과 더불어 생활활동이 활발해짐에 따라 인체의 건강을 위협하는 공해물질들에 노출되는 기회가 많아지게 되고 이에 따른 각종 질병이 증가하는 추세에 있다. 사염화탄소는 유지, 고무, 수지의 용제 등에 이용되어 산업현장에서 쉽게 노출되는 환경공해물질의 하나로써(1) 생체에 폭로시 CCl_3 · 로 전환되어 세포의 손상을 일으키는 대표적인 간독소이다(2).

사염화탄소의 독성은 사염화탄소 자체보다 간조직의 내형질세망에 의한 대사산물인 CCl_3 ·에 의한 지질

과산화와 관계가 있는데, 사염화탄소는 내형질세망의 막에 영향을 미쳐 내형질세망의 cisternae가 팽창하므로써 단백질의 합성을 저해하고 지질의 과산화를 초래한다(3). 일반적으로 생체조직세포의 손상은 생체막의 구성성분인 다가불포화지방산의 과산화가 하나의 원인으로 알려져 있는데(4), 지질의 과산화는 생체외적인 요인 뿐만 아니라 내적인 요인(oxygen free radical generating system)에 의해 생성된 oxygen free radical¹ ·이 관여하므로써 야기되지만 생체에는 이러한 free radical의 독작용을 제거시켜 주는 free radical scavenging system이 존재하므로써 조직세포의 손상으로부터 보

^{*}To whom all correspondence should be addressed

호받는다(5) 그러나 이들 system사이의 불균형에 의해 염증, 조직의 손상, 노화, 발암 등 독작용이 유발된다고 알려져 있다(6-8).

더덕은 옛부터 독특한 맛과 향으로 인해 여러가지 조리방법을 통하여 널리 이용되어 왔다. 더덕에는 triterpenoid계 사포닌과 당질, 섬유소 등이 함유되어 있으며, squalene, spinasterol, stigmasterol, oleanolic acid, echinocystic acid, albigenic acid 등이 단리되었다(9). 더덕은 적혈구 및 혜모글로빈을 증가시키고, 항피로작용과 혈압강하, 항균 및 항바이러스 작용을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(10). 한방에서는 더덕이 진해, 거담, 해독, 천식, 폐결핵, 항궤양, 편도선염 등에 효과가 있다고 하여 인삼대용으로 널리 사용되어 왔으며(11), 최근에는 더덕의 수요증가로 인해 재배더덕의 출하가 증가하고 있는 실정이다 그러나, 특성을 질에 대한 인삼의 효과에 관한 연구보고는 상당수에 이르지만, 인삼대용으로 사용되어온 더덕에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 민간과 한방에서 널리 사용되고 있는 더덕이 사염화탄소를 투여한 흰쥐의 항산화계 효소의 활성도에 어떠한 영향을 미치는지 조사하였다.

재료 및 방법

더덕 물추출물의 제조

더덕은 농가에서 구입하여 풍건, 분쇄한 후, 더덕 분말 100g에 10배량의 증류수를 가한 다음, 40°C 수육상에서 24시간 전탕, 추출하였다. 이 추출액을 여과하고 여액을 감압농축하여 동결건조시킨 후 시료로 사용하였다.

실험동물의 사육 및 식이

실험동물은 Sprague-Dawley종의 이유한 융성 흰쥐를 10일간 기본식이로 적응시킨 후, 평균체중이 110±10g인 것을 난피법에 의하여 각 군당 6마리씩 나누어 stainless steel cage에 한마리씩 분리하여 6주간 사육하였다. 실험동물은 정상군(N군), 사염화탄소 투여군(T군), 더덕 물추출물과 사염화탄소투여군(TW군)으로 나누었다(Table 1). 사육실의 온도는 18±2°C로 유지하였으며, 조명은 12시간 주기로 조절하였다. 본 실험에 사용한 기본식이(AIN-76 식이조성)에 준하였으며 더덕 물추출물은 흰쥐 체중 100g당 0.1ml(더덕으로서 0.15g)씩 매일 일정시각에 경구투여하였고, 사염화탄소는 사염화탄소 : 올리브유를 1:1의 비율로 하여 더덕 물추출물을 투여한지 일주일째 되는 날에 체중 100g당 0.12ml를 1회 경구투여하였으며, 사육기간 중 총 6회 투여하였다.

Table 1. Experimental groups

Group	Diet
N	Normal diet ¹⁾
T	Normal diet + Carbon tetrachloride ²⁾
TW	Normal diet + Carbon tetrachloride + <i>Codonopsis lanceolata</i> water extract ³⁾

¹⁾According to AIN-76 diet composition

²⁾Rats were administered oral intubation with carbon tetrachloride(0.12ml/100g body weight) at the same time once a week

³⁾Rats were administered oral intubation with carbon tetrachloride(0.12ml/100g body weight) once a week and *Codonopsis lanceolata* water ext.(0.1ml/100g body weight) at the same time once a day

시료의 채취 및 분석

6주간 사육한 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 에테르로 마취시켜 개복한 즉시 복부대동맥으로부터 채혈하였으며 채취한 혈액은 실온에서 30분간 방치시킨 다음 2500 rpm에서 10분간 원심분리하여 분석실험에 사용하였다. 채혈직후 냉냉동의 0.25M sucrose 용액을 가하여 glass teflon homogenizer로 냉동에서 마쇄하여 얻은 균질액(20% W/V)을 600×g에서 10분간 원심분리하여 혼 및 미마쇄 부분을 제거한 상정액을 취하였다. 이 상정액을 다시 10,000×g에서 20분간 원심분리하여 mitochondrial fraction을 얻고, 분리된 상정액을 105,000×g에서 1시간동안 초원심분리하여 cytosolic fraction과 microsomal fraction을 취하였다. Mitochondrial fraction은 catalase활성도 측정에, microsomal fraction은 cytochrome P-450의 함량측정에, cytosolic fraction은 xanthine oxidase, superoxide dismutase, glutathione S-transferase와 glutathione peroxidase의 활성도 측정의 효소액으로 사용하였다. 채취 및 조제된 시료는 분석시까지 -80°C에서 냉동보관하였다. Cytochrome P-450의 함량은 조(12)와 Omura와 Sato(13)의 방법에 준하였으며, xanthine oxidase의 활성도는 Sturpe와 Della Corte(14)의 방법에 따라 기질인 xanthine의 산화에 의해 생성된 uric acid의 함량을 측정하므로써 산출하였고, superoxide dismutase의 활성도는 Marklund과 Marklund(15)의 방법에 의해 pygallool의 자동산화를 50% 억제하는 단백질의 양으로 나타내었다. Catalase의 활성도는 Aebi(16)의 방법에 준하였으며, glutathione peroxidase의 활성도 측정은 Paglia와 Valentine(17)의 방법에 따라 효소에 의해 생성된 산화형 glutathione을 glutathione reductase의 존재하에서 NADPH로 환원시킬 때 소모되는 NADPH의 양을 측정하였으며, glutathione S-transferase의 활성도는 기질인 1-chloro-2,4-dinitrobenzene과 glutathione이 반응하여 생성된 GSH-

DNCB conjugate를 이용하여 산출하였다. 과산화지질의 함량은 Ohkwa 등(18)의 방법에 준하였으며, glutathione의 함량은 Ellman(19)의 방법에 의하였고, 간조직 단백질의 함량측정은 bovine serum albumin을 표준품으로 하여 Lowry 등(20)의 방법으로 측정하였다.

통계처리

실험성적은 SAS package를 이용하여 실험군당 평균±표준편차로 표시하였고 각 군간의 평균치의 통계적 유의성은 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test (21)에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

Cytochrome P-450의 함량과 xanthine oxidase의 활성변동

Cytochrome P-450의 함량과 xanthine oxidase의 활성변동을 Table 2에 나타내었다. 사염화탄소 투여군의 경우 cytochrome P-450의 활성은 정상군에 비해 유의적으로 감소하였으며 사염화탄소와 더덕 물추출물을 함께 투여한 군은 사염화탄소 단독투여군에 비해 cytochrome P-450의 함량이 유의적으로 증가하였다. Cytochrome P-450은 microsome에 존재하는 hemoprotein으로써 여러가지 기질을 산화시키는 것으로 알려져 있는 mixed function oxidase이다(22). 사염화탄소에 의한 간 손상은 내형질세포의 막에 존재하는 지용성 약물의 대사기구인 cytochrome P-450에 의해 생성된 CCl_3 ·이 생체막의 지질분자를 과산화시키므로써 과산화지질을 형성하여 소포체내 세포막을 손상시켜 지질 과산화반응의 주요원인(23)이 될 뿐만 아니라, cytochrome P-450단백질을 파괴시키므로서 cytochrome P-450의

함량이 감소되는 것으로 알려져 있다(24). 본 실험에서는 사염화탄소와 더덕 물추출물을 함께 투여한 군의 경우, 사염화탄소 단독투여군에 비해 cytochrome P-450의 감소량이 적은 것으로 보아 더덕 물추출물이 CCl_3 ·의 생성을 저해하므로써 CCl_3 ·에 의한 cytochrome P-450의 파괴가 적어진 결과로 생각된다. Xanthine oxidase의 활성은 정상군에 비해 사염화탄소 투여군에서 유의적으로 증가하였으며, 사염화탄소와 더덕 물추출물을 함께 투여한 군의 경우 사염화탄소 단독투여군에 비해 유의적으로 감소하였다. Xanthine oxidase는 바이러스, 세균감염 또는 xenobiotics에 의한 간 손상시 간과 혈청에서 그 활성이 증가된다고 알려져 있는데 (25), 본 실험에서는 사염화탄소 투여군에서 xanthine oxidase의 활성이 현저히 상승하였다. 사염화탄소와 함께 더덕 물추출물을 투여한 군의 xanthine oxidase의 활성이 사염화탄소 단독투여군에 비해 유의적으로 감소된 것으로 보아 더덕 물추출물이 사염화탄소에 의한 간 손상을 억제한 것으로 생각된다.

간조직 중의 항산화계 효소의 활성변동

Table 3에는 superoxide dismutase와 catalase의 활성변동을 나타내었다. 사염화탄소를 투여한 군의 SOD 활성은 정상군에 비해 현저히 감소하였는데 이는 사염화탄소 투여에 의해 SOD의 활성이 감소한다는 손과 조(26)의 보고와 일치하는 결과이다. SOD는 구리와 아연을 함유하는 것, 망간을 함유하는 것, 철을 함유하는 것의 3가지 종류가 알려져 있으며 그중 구리와 아연 함유 및 망간 함유SOD는 동물의 거의 모든 조직에 분포되어 있는데, 그중 간장에 가장 많이 존재한다(27). SOD는 산화적 스트레스로부터 세포나 호기성 유기체를 보호하는데 중요한 역할을 하는 효소이며, 이 효소의 작

Table 2. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the liver microsomal cytochrome P-450 content and xanthine oxidase activity in rats

Group	Cytochrome P-450 ¹⁾	Xanthine oxidase ²⁾
N	0.25±0.03 ^a	2.57±0.03 ^b
T	0.12±0.02 ^c	3.22±0.73 ^a
TW	0.17±0.02 ^b	2.68±0.33 ^b

Values are the mean±S.D.

Values followed by different letters are significantly different($p<0.05$)

¹⁾nmoles/mg protein

²⁾Uric acid nmoles/mg protein/min

N: normal group

T: carbon tetrachloride treated group

TW: carbon tetrachloride and *Codonopsis lanceolata* water extract treated group

Table 3. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the liver superoxide dismutase activity and catalase oxidase activity in rats

Group	Superoxide dismutase ¹⁾	Catalase ²⁾
N	18.43±1.21 ^a	156.81±14.89
T	11.94±0.54 ^c	142.43±10.63
TW	15.45±0.58 ^b	147.93±13.38

Values are the mean±S.D.

Values followed by different letters are significantly different($p<0.05$)

¹⁾unit/mg protein

²⁾Decreased H_2O_2 nmols/mg protein/min

N: normal group

T: carbon tetrachloride treated group

TW: carbon tetrachloride and *Codonopsis lanceolata* water extract treated group

용기전은 효소에 있는 금속의 산화 환원과 연관되어 superoxide radical에 전자를 전달하여 유독한 superoxide radical을 제거하는 것으로 알려져 있다(27). 더더 물추출물을 투여한 군에서는 SOD의 활성이 증가하였는데 이는 더더 물추출물이 사염화탄소로부터 생성된 $\text{CCl}_3\cdot$ 에 의한 SOD의 직접적인 손상 또는 단백질 합성의 저해를 억제하였기 때문으로 생각되며 인삼 사포닌이 *in vitro*에서 superoxide dismutase의 활성을 증가시킨다(28)는 보고에 비추어 볼 때 본 실험에서 더더 물추출물을 투여한 경우 superoxide dismutase의 활성이 증가한 것은 더더 물추출물 중의 사포닌(29)성분에 의한 것으로 생각된다. Catalase의 활성은 각 군간의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 사염화탄소 투여군에서 다소 낮은 경향을 보였다.

간의 glutathione peroxidase와 glutathione S-transferase의 활성 변동을 나타낸 것이 Table 4이다. GSH-Px의 활성은 사염화탄소를 투여하므로써 정상군에 비해 유의적으로 증가하였으나, 사염화탄소와 더더 물추출물을 함께 투여한 경우, 사염화탄소 단독투여군에 비해 현저히 감소하였다. GSH-Px는 Se을 함유하는 항산화계 효소로써 과산화지질과 H_2O_2 의 무독화를 촉매하며 철분, 비타민 E, 필수지방산의 결핍시 GSH-Px의 활성이 감소되고 산화적 스트레스에 의해 활성이 증가하는 것으로 알려져 있다(30). 정상군에 비해 사염화탄소 투여군에서 GSH-Px의 활성이 유의적으로 증가한 것은 사염화탄소의 간독성작용에 의해 형성된 과산화수소와 과산화지질을 무독화하기 위한 것으로 보인다. Selenium independent GSH-Px인 GST는 독성물질의 해독과정에 관여하는 다기능 효소로써 생체내에서 생성된 친전자성 물질을 glutathione과 포함시키므로써 이를 무독화하여 생체를 보호하는 것으로 알려져 있는데

Table 4. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the liver glutathione peroxidase activity and glutathione S-transferase activity in rats

Group	Glutathione peroxidase ¹⁾	Glutathione S-transferase ²⁾
N	13.69 ± 1.42 ^{cd}	400.17 ± 21.70
T	17.25 ± 1.51 ^a	363.55 ± 71.40
TW	15.36 ± 2.34 ^{bc}	370.67 ± 24.70

Values are the mean ± S.D.

Values followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

¹⁾Decreased NADPH $\mu\text{moles}/\text{mg protein}/\text{min}$

²⁾Formed thioether nmole/mg protein/min

N: normal group

T: carbon tetrachloride treated group

TW: carbon tetrachloride and *Codonopsis lanceolata* water extract treated group

Table 5. Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the liver glutathione and lipid peroxide contents in rats

Group	Glutathione ¹⁾	Lipid peroxide ²⁾
N	4.87 ± 0.23 ^{bc}	38.85 ± 1.98 ^b
T	5.68 ± 0.68 ^a	51.03 ± 5.42 ^a
TW	4.99 ± 0.38 ^b	33.13 ± 2.50 ^c

Values are the mean ± S.D.

Values followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

¹⁾ $\mu\text{moles/g}$ of tissue

²⁾MDA nmole/g of tissue

N: normal group

T: carbon tetrachloride treated group

TW: carbon tetrachloride and *Codonopsis lanceolata* water extract treated group

(31), 본 실험에서는 GST의 활성은 사염화탄소를 투여한 군에서 다소 낮은 경향을 보였으나 각 실험군간의 통계학적인 차이는 나타나지 않았다.

간조직 중의 glutathione과 과산화지질의 함량 변동

Table 5는 간조직의 glutathione의 함량과 과산화지질의 함량 변동을 관찰한 결과이다. GSH은 free radical scavenger의 하나로써 작용하여 free radical에 의한 생물적인 손상으로부터 생체를 보호한다. GSH의 함량은 사염화탄소를 투여했을 때, 정상군에 비해 유의적으로 증가하였으나 더더 물추출물을 사염화탄소와 함께 투여한 군의 경우 유의적으로 감소하였다. 사염화탄소를 투여한 경우 GSH의 함량이 증가한 것은 사염화탄소로 인한 조직손상의 해독과정에 다량의 GSH이 필요하여 GSH의 합성이 증가된 것으로 보이며(32-34), 사염화탄소와 함께 더더 물추출물을 투여했을 경우, 사염화탄소 단독투여군에 비해 GSH의 함량이 감소한 것은 더더 물추출물에 의해 $\text{CCl}_3\cdot$ 의 생성속도가 원화되어 사염화탄소만 투여한 군에 비해 간의 손상이 경미한 결과 그 소요량이 적게 되어 나타난 결과로 보여진다. 막지질의 과산화는 화학물질, 약물, oxygen free radical 등에 의한 세포 손상기전에 의해 이루어진다고 알려져 있는데(35,36), 본 실험결과 사염화탄소의 투여로 인해 간조직 중의 과산화지질의 함량은 유의적으로 증가하였으며, 이는 Duglas와 Richand(37)의 보고와 일치하는 결과이다. 더더 물추출물을 사염화탄소에 의해 증가한 과산화지질의 함량을 유의적으로 감소시키는 효과가 있었는데, 이는 더더 물추출물이 체내에서 생성된 free radical에 의한 지질 과산화반응을 억제시켰기 때문으로 사료된다. 이것은 사염화탄소에 의해 현저히 증가한 간의 과산화지질함량이 조인삼 사포닌을 주사하므

로써 현저히 억제되었다(38)는 보고와 인삼의 diol 및 triol 사포닌을 경구투여했을 경우 peroxidase의 활성이 증가하여 지질파산화를 억제하는 효과가 크다(39)는 보고 등으로 보아 본 실험에서 파산화지질의 형성을 억제하는 효과는 더덕 물추출물 중의 사포닌(29)에 의한 것으로 추정되나 추후 계속적인 연구검토가 행해져야 할 것으로 사료된다.

요 약

더덕 물추출물이 사염화탄소를 투여한 흰쥐의 항산화계 효소활성도에 미치는 영향을 검토하기 위하여, 정상군, 사염화탄소를 투여한 군, 사염화탄소와 더덕 물추출물을 함께 투여한 군의 세 군으로 나누어 6주간 사육하여 다음과 같은 결과를 얻었다. Cytochrome P-450의 함량은 사염화탄소를 투여하므로써 정상군에 비해 현저히 감소하였으며, 더덕 물추출물을 사염화탄소와 함께 투여했을 때 사염화탄소 단독투여군보다 유의하게 증가하였다. Xanthine oxidase의 활성은 사염화탄소투여로써 현저히 증가하였으며 더덕 물추출물은 사염화탄소 단독투여에 의해 현저히 증가한 xanthine oxidase의 활성을 유의적으로 감소시켰다. Superoxide dismutase의 활성은 정상군보다 사염화탄소 투여군에서 현저히 감소하였으나 더덕 물추출물을 함께 투여하므로써 유의적인 증가를 보였고 catalase의 활성은 사염화탄소의 투여로 다소 감소하는 경향을 나타내었으나 각 군간의 유의성은 인정되지 않았다. Glutathione peroxidase의 활성은 사염화탄소 투여군이 정상군에 비해 유의적으로 증가하였으며 더덕 물추출물의 투여로써 사염화탄소에 의해 증가한 glutathione peroxidase의 활성은 유의적으로 감소하였다. Glutathione S-transferase의 활성은 사염화탄소를 투여한 군에서 다소 낮은 경향을 보였으나 각 군간의 유의적인 차이는 없었다. GSH의 함량은 더덕 물추출물을 투여하므로써 사염화탄소 단독투여군에 비해 유의적인 감소를 보였다. 파산화지질의 함량은 사염화탄소 투여군에서 유의적으로 증가하였으나 더덕 물추출물의 투여로 인해 현저히 감소하였다.

문 헌

- Edward, J. C.: Nutrition and environmental health Wiley-Interscience, New York, Vol. 1, p.555(1980)
- Recknagel, R. O. and Glende, E. A.: An example of lethal cleavage. *C.R.C. Crit Rev Toxicol.*, 2, 263(1973)
- Gabriel, L. P.: Systemic toxicology. Raven Press,

p.211(1984)

- Curtis, M. T., Gilfor, D. and Farber, J. L.: Lipid peroxidation increased the molecular order of microsomal membranes. *Arch Biochem Biophys.*, 235, 644(1984)
- Simon, R. H., Scoggan, C. M. and Patterson, D.: Hydrogen peroxide cause the fetal injury to human fibroblasts exposed to oxygen radicals. *J Biol. Chem.*, 226, 7181(1981)
- Ramzi, S. C., Vinay, K. and Stanley, L. R.: Pathologic basis of disease. 4th ed., W. B. Saunders Company, Philadelphia, p.3(1989)
- Edwin, W. K., III and Irwin, F.: Liposome oxidation and erythrocyte lysis by enzymically generated superoxide and hydrogen peroxide. *J. Biol. Chem.*, 252, 6721(1977)
- Richard, H. S., Chalos, H. S. and David, P.: Hydrogen peroxide causes the fatal injury to human fibroblasts exposed to oxygen radicals. *J. Biol. Chem.*, 256, 7181(1981)
- 정보섭, 라수선: 사삼의 Terpenoid 성분에 관한 연구. *Kor. J. Pharmacog.*, 8, 49(1977)
- 도해황약(생약)대사전. 영림사, p.1086(1988)
- 중약대사전 제2권. 상해과학기술출판사, 소학관편, p.926(1985)
- 조윤성. 고추가 배추의 간 마이크로솜 cytochrome P-450에 미치는 영향. *대한약리학회지*, 10, 17(1979)
- Omura, T. and Sato, R.: The carbon monooxide-binding pigment of liver microsomes. 1. Evidence for its hemoprotein nature. *J. Biol. Chem.*, 239, 237(1964)
- Stirpe, F. and Della Corte, E.: The regulation of rat liver xanthine oxidase: Conversion *in vitro* of the enzyme activity from dehydrogenase(Type D) to oxidase (Type O). *J. Biol. Chem.*, 244, 3855(1969)
- Marklund, S. and Marklund, C. T.: Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.*, 47, 469(1971)
- Aebi, H.: Catalase. In "Methods of Enzymatic analysis" Vergmeyer, H. U.(ed.), Academic Press, New York, Vol. 2, p.673(1974)
- Pagli, E. D. and Valentine, W. N.: Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *J. Lab. Clin. Med.*, 70, 158(1967)
- Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yaki, K.: Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, 95, 51(1979)
- Ellman, G. L.: Tissue sulphydryl group. *Arch. Biochem. Biophys.*, 82, 70(1959)
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J.: Protein measurement with folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265(1951)
- Sendecor, G. W. and Cochrane, W. G.: Statistical methods. 6th ed., Iowa State University Press, Iowa, p.1(1967)
- Giang, M., Ghazi, A., Dannan, F., Peter, G. and Chung, S. Y.: Similarities and differences in the regulation of hepatic cytochrome P-450 enzymes by diabetes by and fasting in male rats. *Biochem. Pharmacology.*, 38,

- 3179(1989)
- 23 Setsuko, O. : Protective effects of sesamol and its related compounds on carbon tetrachloride induced liver injury in rats. *Yakugaku Zasshi*, **114**, 901(1994)
 24. Noguchi, T., Fong, K. L., Lai, E. K. : Specificity of a phenobarbital-induced cytochrome P-450 for metabolism of carbon tetrachloride to the trichloromethyl radical. *Biochem. Pharmacol.*, **31**, 615(1982)
 25. 윤종국, 신중규. 흰쥐에 사염화탄소 투여가 혈액 및 노중 노산함량에 미치는 영향. 대한보건협회지, **15**, 13(1989)
 - 26 손진영, 조준승. 간장순상이 간의 superoxide dismutase에 미치는 영향. 경북의대잡지, **23**, 286(1982)
 27. Rex, M. and Christune, C. W. . Reduced glutathione in combination with superoxide dismutase as an important biological antioxidant defence mechanism *Biochem. Pharmacology*, **38**, 4349(1989)
 28. 배태홍, 홍정태, 홍순영. 인삼증의 항산화물질에 관한 연구. 한국식품과학회지, **14**, 130(1982)
 - 29 오재경 : 새배 더덕의 화학성분 및 수출에 따른 조사포 닌, 무기질 함량 변화에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위논문(1987)
 30. Mutanen, M. L. and Mykkanen, H. M. . Effect of dietary fat on plasma glutathione peroxidase levels and intestinal absorption of ⁷⁵Se-labeled sodium selenite in chicks. *J. Nutr.*, **114**, 829(1984)
 31. William, R. P., Jolene, J. W. and John, F. M. : Increased synthesis of glutathione S-transferases in response to anticarcinogenic antioxidants *J. Biol. Chem.*, **258**, 2052(1983)
 32. Miao-Lin, H. and Al, L. T. . Glutathione and antioxidants protect microsomes against lipid peroxidation and enzyme inactivation. *Lipids*, **27**, 42(1992)
 33. Raymond, F. B., Mayne, J. T. and Richard, A. L. . Rat hepatic cytosolic glutathione-dependent enzyme protection against lipid peroxidation in the NADPH-microsomal lipid peroxidation system *Biochem. Biophys. Acta*, **618**, 35(1980)
 34. Raymond, F. B. . Glutathione-dependent protection by rat liver microsomal protein against lipid peroxidation. *Biochem. Biophys. Acta*, **757**, 21(1983)
 35. Phylactos, A. C., Ghebremeskel, K., Costeloe, K., Leaf, A. A., Harbige, L. S. and Crawford, M. A. . Polyunsaturated fatty acids and antioxidants in early development. Possible prevention of oxygen-induced disorders. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **48**, s17(1994)
 - 36 Francesco, P., Corongiu, S. V. and Anna, M. . Antioxidants and lipid peroxidation. *Biochem. Pharmacology*, **34**, 397(1985)
 37. Douglas, J. K. and Richard, D. M. . Microsomal lipid peroxidation II stimulation by carbon tetrachloride. *Molecular Pharmacology*, **17**, 408(1980)
 38. 전보권 : CCl₄에 의한 간병변과 norepinephrine 대사의 변동에 미치는 조인삼 saponin의 영향 고대의대논문집, **18**, 41(1981)
 39. 혁진호, 오성기. 고려 인삼의 노화억제작용에 관한 연구. 한국생화학회지, **17**, 445(1981)

(1997년 8월 7일 접수)