

호장근의 사염화탄소로 유도된 지질과산화 저해활성

김지연[#] · 양기숙

숙명여자대학교 약학대학

(Received August 17, 1999)

Antilipoperoxidant Activity of the Root of *Polygonum cuspidatum* on Carbon Tetrachloride Induced Hepatotoxicity

Ji Youn Kim[#] and Ki Sook Yang

College of Pharmacy, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742, Korea

Abstract — The root of *Polygonum cuspidatum* (Polygonaceae) has been used as treatments of hyperlipidemia, dermatitis, gonorrhea, favus athlete's foot, inflammation in traditional medicine. In order to examine anti-lipidperoxidation activity, hexane, EtOAc, BuOH and water fractions of its methanol extract were administered to carbon tetrachloride intoxicated rats. Ethylacetate fraction exhibited antilipidperoxidative effect on liver lipid homogenate and the radical scavenging effect on DPPH. Serum transaminase, A/P, triglyceride and total cholesterol contents significantly decreased by administrations of ethylacetate fraction.

Keywords □ *Polygonum cuspidatum*, Polygonaceae, carbon tetra chloride, antilipoperoxidant effect, serum transaminase.

호장(*Polygonum cuspidatum*)은 마디풀과(Polygonaceae)에 속하는 다년초로서 민간에서 완하, 이뇨, 화농성 피부염, 방광염, 항암 등의 치료에 사용되어 왔으며 polygonin, emodin, chrysophanic acid, emodin monomethyl ether,¹⁻³⁾ 아미노산 및 무기성분⁴⁾등이 알려져 있다. 약리작용으로 지질대사억제작용,⁵⁻⁷⁾ protein tyrosine kinase저해작용,⁸⁻¹⁰⁾ 화상치유작용,¹¹⁻¹²⁾ 변이원성억제작용,¹³⁻¹⁴⁾ 면역기능개선작용,¹⁵⁾ 지상부 및 지하부의 MeOH 엑스의 사염화탄소 독성에 대한 항산화작용 등¹⁶⁾이 보고되어 있다. 이에 본 연구에서는 주로 지질과산화에 의한 간독성에 미치는 영향을 보기 위하여 실험적 간장애 물질인 사염화탄소를 투여하고 호장근의 hexane, EtOAc, BuOH 및 water분획을 투여하여 DPPH를 이용한 항산화작용과 간세포 중 과산화생성물인 malondialdehyde(MDA), 혈청 transami-

nase, A/P, total cholesterol, triglyceride 함량에 미치는 영향을 검토하여 간 해독작용을 실험하였다.

실험방법

실험재료 - 호장은 1997년 9월 본교 약초원에서 근경을 채집하여 사용하였으며 확증표본(SMP97009)은 본 대학 생약표본실에 보관하였다.

실험동물 - 체중 200±10 g의 Sprague-dawley계 수컷 흰쥐를 일주일 이상 동일 조건하에서 사육하여 동물실 환경에 적응시켰으며, 동물실 온도는 20±2°C, 습도는 50±10%로 유지하였고, 실험기간 동안 삼양유지(주)의 고형 사료와 상수를 충분히 공급하였다.

시약 및 기구 - 실험에 사용한 시약은 1,1,3,3-tetraethoxypropane은 Sigma사 제품, human plasma는 적십자 혈액원에서 구입하여 사용하였으며, 기타 시약은 일급이상을 사용하였다. 혈청 중 transaminase, A/P, cholesterol, triglyceride의 측정은 Auto Chemi-

[#] 본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 02-710-9578 (팩스) 02-710-9578

stry Analyser (Synchron EL-ISE)를 사용하였다.

시료의 조제 - 재료식물 3 kg을 조말로 한 후 MeOH로 4시간씩 3회 가온 추출 후 여과하고 여액을 모아 감압 농축하여 MeOH Ex.(249 g)를 얻었다. 이 MeOH Ex.에 증류수를 가하고 상법에 따라 순차적으로 분획하여 hexane 분획(55.5 g), EtOAc 분획(63.2 g), BuOH 분획(39.3 g), water 분획(50.0 g)을 얻었으며, 감압농축한 후 0.5% Na-CMC용액에 현탁시켜 시료로 사용하였다.

약물투여 방법 - Normal control군은¹⁷⁾ saline을 투여하였으며 positive control군과 negative control군, 시료투여군은 사염화탄소 용액⁷⁾(CCl₄와 olive oil을 1:1용액으로 조제)을 2 ml/kg를 피하주사하여 1차적으로 간손상을 일으켰다. 1시간 후 negative control군은 0.5% Na-CMC용액 1 ml/kg, positive control군은 silymarin 0.2 g/kg를 경구투여하고 시료 투여군은 각 분획의 시료를 0.2 g/kg, 0.4 g/kg, 0.8 g/kg씩 3일간 투여하였다. 제4일에는 시료만을 경구투여하고 마지막 투여 후 24시간 동안 상수만을 공급하였다.

채혈 및 혈청분리 - 시료를 최종 경구투여하고 24시간 후 ether로 마취시키고 cardiac puncture를 실시하여 채혈하고 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻은 혈청을 분리하여 transaminase 등 혈청 parameter의 측정용 시료로 하였다.

Liver lipid homogenate의 조제 - 채혈이 끝난 실험동물을 해부하여 간 문맥을 통하여 0.15M ice cold KCl 용액을 관류시켜 간 내의 혈액을 제거하고 간을 적출하여 무게를 재고 0.15M Ice cold KCl용액으로 세척한 후 신속히 간 무게의 9배의 ice cold KCl을 가하여 간을 세척한 후 약 5분간 ice bath에서 homogenizing하여 lipid homogenate를 조제하였다.

Diphenylpicryl hydrazyl(DPPH)을 이용한 항산화능 측정 - 각 시료의 EtOH 용액 100 µl에 0.1 mM DPPH용액을 가하여 2 ml이 되게 한 후 vortex mixer로 진탕시킨다. 30분동안 실온에 방치시킨 후 517nm에서의 흡광도값을 측정하였다. 시료 무침가의 control의 흡광도를 ½로 감소시키는데 필요한 시료의 양을 기존의 항산화제와 비교하였다.¹⁸⁻¹⁹⁾

과산화지질함량 측정 - 조제한 liver lipid homogenate에 TBA 시액(0.375% TBA, 15% TCA, 0.25N HCl) 3 ml을 가하고 혼합 후 95°C에서 30분간 가열하여 TBA-malondialdehyde 복합체를 발색시켰다.

3000 rpm에서 15분간 원심분리한 상등액을 취하여 파장 535 nm에서 흡광도를 측정하고 표준액을 이용한 검량선에서 조직중 MDA함량을 구하였다.²⁰⁾

혈청 중 GOT, GPT, A/P, totalcholesterol 및 tri-glyceride의 함량측정 - 각 시료의 혈청에 미치는 효과를 auto chemistry analyser(Synchron EL-ISE)를 이용하여 간기능 지표효소 및 혈청 parameter의 함량을 측정하였다.

결과 및 고찰

인체의 생명유지에 필수적인 산소는 생체내에서 활성화되어 superoxide로 전환되어 H₂O₂, OH⁻, O₂⁻로 변하며 이들 활성산소는 세포막의 지질을 과산화시켜 노화, 암, 동맥경화, 당뇨병, 관절염 등의 생체장애와 관련이 있으며²¹⁻²³⁾ 천연 항산화물질²⁴⁻²⁵⁾에 대한 연구가 진행되고 있다.

DPPH를 이용한 항산화능에 대한 영향 - DPPH는 hydrazyl의 질소 원소가 불안정한 상태에 있으므로 쉽게 수소 원자를 받아들이는 성질을 가지고 있다. 따라서, 항산화성 물질과 반응하여 수소 원자를 받아들임으로서 자체의 정색성을 잃게 되는 성질을 이용하여 항산화능의 정도를 측정할 수 있게 된다. Hexane 분획의 EC₅₀는 30.06 µg, BuOH분획은 19.99 µg으로 비극성 용매분획보다는 극성 용매분획물에서 활성을 나타내었다. EtOAc 분획이 13.68 µg으로 가장 강한 항산화 작용을 보였고 고추나물의 EtOAc²⁶⁾분획에서 얻은 quercitrin, isoquercitrin, hyperoside, orientin보다 낮은 EC₅₀를 나타내었으며 양성 대조약물인 ascorbic acid 12.42 µg과 비슷한 DPPH radical 소거작용을 나타내어 강한 항산화작용을 나타냄을 알 수 있었다(Table D).

지질과산화 및 간기능에 미치는 영향

생체는 이용되고 남은 활성효소를 제거시켜 주는 효

Table I - Radical scavenging effect of Polygoni cuspidati Radix

Group	EC ₅₀ ^{a)}
Hexane fr.	30.06
EtOAc fr.	13.68
BuOH fr.	19.99
Water fr.	>100
Ascorbic acid	12.4

^{a)} Amount required for 50% reduction of DPPH (0.1 mM) radical.

소 또는 물질을 함유하고 있으며 이러한 작용이 간장에서 일어나고 있다. 사염화탄소는 선택성이 없는 독성효과를 나타내어 세포막을 파괴하고 Ca^{2+} 의 항상성을 깨뜨려 결국은 세포괴사를 일으키며²⁷⁻²⁹⁾ cytochrome P-450에 의해 독성이 강한 대사물이 되어 결국 간세포의 지질과산화물을 일으키고 중심정맥 주위에 지방변성 및 괴사를 일으킨다. 이러한 대사물이 간 microsome의 막 단백질 thiol과 결합하여 막의 지질

과산화반응을 촉진하여 장애를 일으킴으로서 혈액 중으로 GOT, GPT 등의 효소가 유리되는 것으로 알려져 있다.³⁰⁾ MeOH Ex.의 각 분획을 농도별로 경구 투여한 후 동물의 간 homogenate에 TBA방법으로 지질과산화억제작용을 측정한 결과 용량증가에 따른 MDA함량은 EtOAc 분획 0.4 g/kg투여군이 17.8 ± 0.6 (nmol/g tissue), 0.8 g/kg투여군이 13.8 ± 0.7 (nmol/g tissue)로 양성대조군인 silymarin 24.8 ± 0.80 (nmol/g tissue)에 비해 활성이 강하게 나타났으며($p < 0.01$, $p < 0.001$), 정상군 13.5 ± 0.6 (nmol/g tissue)과 유사한 함량을 나타내었다. BuOH 0.8 g/kg 투여군에서도 21.3 ± 1.00 (nmol/g, tissue)으로 유의성 있는 억제작용을 나타내었다($p < 0.05$) (Table II).

혈청인자에 미치는 영향 - GOT, GPT, A/P는 심장 및 간 담도질환의 진단상의 지표로 이용되고 있는 효소로 간염시에 수치의 증가를 나타낸다. GOT, GPT 활성은 사염화탄소의 투여에 의해 269.7 ± 9.9 (IU/l) 및

Table II - Effects of *Polygoni cuspidati* Radix on lipid peroxidation from liver homogenate induced by carbon tetrachloride in rats

Group	Dose (g/kg/day)	Liver MDA (nmol/g tissue)
Normal Control		13.5 ± 0.6
N.C.		35.7 ± 1.0
PC.		24.8 ± 0.8
Hexane fr.	0.2	25.8 ± 0.7
	0.4	23.8 ± 0.4
	0.8	22.6 ± 0.6
EtOAc fr.	0.2	23.4 ± 0.8
	0.4	$17.8 \pm 0.6^{**}$
	0.8	$13.8 \pm 0.7^{***}$
BuOH fr.	0.2	36.1 ± 2.5
	0.4	42.5 ± 3.7
	0.8	$21.3 \pm 1.0^*$
Water fr.	0.2	40.0 ± 4.6
	0.4	41.9 ± 3.2
	0.8	36.2 ± 2.5

Normal control : 0.5% CMC soln. NC : Negative control, 2 ml/kg/day of CCl_4 . PC : Positive control, 200 mg/kg/day of silymarin. CCl_4 (2 ml/kg/day) and test fractions were administered for three consecutive days and 4th day, only test fraction was given. Each value represents the mean \pm S.E. of 5 rats. Significantly different from CCl_4 control : * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

53.7 ± 7.5 (IU/l)로 현저히 증가하여 간손상이 일어났음을 알 수 있으며 EtOAc분획만이 모든 용량에서 유의성있게 감소하였고($P < 0.01$) 용량증가에 따른 차이는

Table III - Effects of *Polygoni cuspidati* Radix on GOT, GPT and A/P activities

Group	Dose (g/kg/day)	GOT (IU/l)	GPT (IU/l)	A/P (IU/l)
Normal Control		108.3 ± 2.7	43.3 ± 1.6	306.6 ± 14.6
N.C.		269.7 ± 9.9	95.5 ± 7.9	403.0 ± 16.0
PC.		159.3 ± 12.0	76.5 ± 2.6	338.7 ± 13.0
Hexane fr.	0.2	261.8 ± 25.0	99.0 ± 9.0	397.5 ± 19.2
	0.4	253.5 ± 17.0	96.5 ± 6.3	391.0 ± 34.0
	0.8	244.3 ± 33.0	97.6 ± 3.4	370.6 ± 17.1
EtOAc fr.	0.2	$157.5 \pm 17.0^{**}$	$53.7 \pm 7.5^*$	370.8 ± 18.0
	0.4	$147.0 \pm 15.0^{**}$	$54.0 \pm 4.3^{**}$	366.0 ± 16.3
	0.8	$142.4 \pm 10.0^{**}$	$45.3 \pm 6.2^{**}$	$318.4 \pm 28.0^*$
BuOH fr.	0.2	278.5 ± 33.0	96.7 ± 14.0	395.6 ± 21.0
	0.4	248.0 ± 15.0	88.0 ± 11.0	353.8 ± 16.0
	0.8	$178.4 \pm 10.0^{***}$	$52.4 \pm 6.8^*$	366.0 ± 17.0
Water fr.	0.2	263.4 ± 27.0	95.0 ± 11.0	394.7 ± 19.0
	0.4	256.7 ± 19.0	86.0 ± 6.0	407.4 ± 15.0
	0.8	265.4 ± 18.0	88.0 ± 5.3	380.3 ± 31.5

Normal control : 0.5% CMC soln. N.C. : Negative control, 2 ml/kg/day of CCl_4 . PC. : Positive control, 200 mg/kg/day of silymarin. CCl_4 (2 ml/kg/day) and test fractions were administered for three consecutive days and 4th day, only test fraction was given. Significantly different from Negative control : * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

Table IV - Effects of *Polygoni cuspidati* Radix on cholesterol and triglycerides activities

Group	Dose (g/kg/day)	Cholesterol (dl/mg)	Triglyceride (dl/mg)
Normal Control		39.00±2.3	44.80±2.5
N.C.		67.30±4.0	83.30±4.7
PC.		42.67±3.7	65.00±5.2
Hexane fr.	0.2	64.40±3.8	83.83±8.5
	0.4	61.50±5.3	85.50±7.2
	0.8	61.30±7.8	76.00±9.8
EtOAc fr.	0.2	36.29±3.0***	45.30±3.1***
	0.4	35.20±3.8***	42.00±2.7***
	0.8	33.67±1.8***	45.20±4.1***
BuOH fr.	0.2	45.00±3.0**	40.3±2.7***
	0.4	43.50±3.6**	42.3±2.7***
	0.8	40.00±1.6***	39.0±2.2***
Water fr.	0.2	64.30±6.7	95.0±11.0
	0.4	58.00±5.5	86.0±6.0
	0.8	50.50±7.0	88.0±5.3

Normal control : 0.5% CMC soln. N.C : Negative control, 2 ml/kg/day of CCl₄. P.C : Positive control, 200 mg/kg/day of silymarin. CCl₄ (2 ml/kg/day) and test fractions were administered for three consecutive days and 4th day, only test fraction was given. Each value represents the mean±S.E. of 5 rats. Significantly different from Negative control : **P<0.01, ***P<0.001

인정되지 않았다. A/P는 EtOAc 0.8 g/kg 투여군에서 유의하게 감소를 보였다(p<0.05) (Table III) 천연물 중 홍삼의 총사포닌 분획은 사염화탄소 투여에 의해 증가된 GOT, GPT 및 total cholesterol 함량을 정상 수준으로 회복시키는 것으로 알려졌다³¹⁾ 본 실험에서 Cholesterol 및 triglyceride의 활성은 EtOAc분획 0.2 g/kg에서 39.0±2.3(dl/mg) 및 44.8±2.5(dl/mg), BuOH 분획 0.2 g/kg에서 45.0±3.0(dl/mg), 40.3±2.6(dl/mg)으로 정상 39.8±2.3(dl/mg), 44.8±2.5(dl/mg)수준으로 회복시킴을 알 수 있었다(Table IV).

결 론

호장근의 각 용매분획물이 지질과산화에 미치는 영향을 측정하기 위하여 사염화탄소투여에 의한 간독성을 야기시킨 후 지질과산화 저해활성 및 간독성에 미치는 영향을 측정된 결과는 다음과 같다.

항산화실험에서 EtOAc 및 BuOH분획에서 환원력이 증가하였으나 특히 EtOAc분획이 강한 DPPH radical scavenging activity(EC₅₀ 13.68 µg)를 나타내어 ascorbic acid(EC₅₀ 12.4 µg)와 비슷한 결과를 나

타내었다. 사염화탄소를 투여하여 간손상을 일으킨 지질과산화에 대한 작용은 EtOAc 분획에서 역시 유의성 있는 억제 효과를 나타내었으며 간 기능에 미치는 영향은 EtOAc (0.8 g/kg)분획에서 GOT, GPT, A/P치가 유의한 수준으로 회복되었다. 혈청중의 cholesterol함량은 EtOAc분획 및 BuOH분획에서 용량증가에 따라 증가하였으며 Triglyceride 함량은 EtOAc분획에서 유의성 있게 회복되었다.

이상으로 호장근 각 분획물의 지질과산화 억제 작용 즉 항산화작용을 검토한 결과 특히 EtOAc 분획이 활성이 강한 것으로 나타났다.

감사의 말씀

본 논문은 1998년도 숙명여자대학교 교비연구비에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- 1) 陸昌洙 : 亞細亞 生藥圖鑑. 도서출판 경원, 서울 p. 140 (1997).
- 2) 肅培根 : 中國本草圖鑑. 여강출판사, 서울 p. 40 (1994).
- 3) 金一赫 : 藥이 되는 풀과 나무. 중앙대학교 출판부, 서울 p. 95 (1997).
- 4) 김태희, 이종희, 양기숙, 김명자, 유연희 : 호장류의 성분에 관한 연구. 생약학회지 9, 89 (1978).
- 5) Yan, S. M., Li, L. L., Yu, S. R. and Xiao, P. G. : Effect of Tabellae *Polygoni cuspidati* on blood lipids and rheological property in rats. *J. Clin. Mater. Med. Zhongguo Zhongyao Zazhi*, 18, 617 (1993).
- 6) Arichi, H., Kimura, Y., Okuda, H., Baba, K., Kozawa, M. and Archi, S. : Effects of stilbene components of the roots of *Polygonum cuspidatum* on lipid metabolism. *Chem. Pharm. Bull.* 30, 1766 (1982).
- 7) Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T. and Sakurai, H. : Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* 18, 162 (1995).
- 8) Jayatilake, G. S., Jyasuriya, H., Lee, E. S., Koonchanok, N. M. and Chang, C. J. : Kinase inhibitors from *Polygonum cuspidatum*. *J. Natl. Prod.* 56, 1805 (1993).
- 9) Jayasuriya, H., Koonchanok, N. M., Geahlen, R. L., McLaughlin, J. L. and Chang, C. J. : Emodin, a protein tyrosine kinase inhibitor from *Polygonum*

- cuspidatum*. *J. Nat. Prod.* **55**, 696 (1992).
- 10) Jayatilake, G. S. Jayasuriya, H., Lee, E. S., Koonchanok, N. M. Geahlen, R. L., Ashendel, C. L., McLaughlin, J. L. and Chang, C. J. : Kinase inhibitors from *Polygonum cuspidatum*. *J. Natl. Prod.* **56**, 1805 (1993).
 - 11) Lou, Z., Huang, W. and Liu, J. : Effects of chinese herbs on impaired lymphocyte functions after thermal injury in mice. *Chung-Hua-Wai-Ko-Tsa-Chih* **33**, 571 (1995).
 - 12) Wang, Y., Zhao, K. and Wu, X. : The prognostic implication of determination of activation of leucocyte in severe burns. *Chung Hua Cheng Hsing Shao Shang Wai Ko Tsa Chih.* **10**, 286 (1994).
 - 13) Su, H. Y., Cherng, S. H., Chen, C. C. and Lee, H. : Emodin inhibits the mutagenicity and DNA adducts induced by 1-nitropyrene. *Mutat. Res.* **329**, 205 (1995).
 - 14) Lee, H. and Tsai, S. J. : Effect of emodin on cooked-food mutagen activation. *Food Chem. Toxicol.* **29**, 765 (1991).
 - 15) Luo, Z. H. : The use of Chinese traditional medicines to improve impaired immune functions in scald mice. *Chung Hua Cheng Hsing Shao Shang Wai Ko Tsa Chih.* **9**, 56 (1993).
 - 16) 김태희, 박은영, 양기숙 : 호장의 사염화탄소로 유도된 간독성 및 지질과산화에 미치는 영향. *J. Pharm. Sci.* **14**, 13 (1998).
 - 17) Biasi, F., albano, E., Chiarpotto, E., Corongiu, F., Pronzto, M. A., Marinarini, U. M., Parola, M., Dianzari, U. M. and Poli, G. : In vivo and in vitro evidence concerning the role of lipid peroxidation in the mechanism of hepatocyte death due to carbon tetrachloride. *Cell Biochem. Funct.* **9**, 111 (1991).
 - 18) Yoshigawa, M., Harada, E., Miki, A., Tsukamoto, K., Liang, S. Q., Yamahara, J. and Murakami, N. : Antioxidant constituents from the fruit hulls of magnosteen(*Garcinia mangostana* L.) originating Vietnam. *Yakugaku Zasshi* **114**, 129 (1994).
 - 19) Hyun Ah Jung, Jong Cheol Park, Hae Young Chung, Jong Kim and Jae Sue Choi : Antioxidant flavonoids and chlorogenic acid from the leaves of *Eriobotrya japonica*. *Arch. Pharm. Res.* **22**, 213 (1999).
 - 20) 金田尚志 : 増補版 過酸化脂質實驗法. 醫齒藥出版社, 東京 p. 80 (1990).
 - 21) 木村善行, 奥田明道 : 抗酸化劑としての和漢藥. *日本臨床* **46**, 2286 (1988).
 - 22) Fukuzawa, K. and Takaishi, Y. : Antioxidants. *J. Act. Oxyg. Free Rad.* **1**, 55 (1990).
 - 23) 皆川麻子 : 活性酸素が 關與する 代表的疾患. *ファルマシア* **29**, 1029 (1993).
 - 24) Masaki, H., Sakaki, S. Atsumi, T. and Sakurai, H. : Active oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* **18**, 162 (1995).
 - 25) Kitahara, K., Matsumoto, Y. Ueda, H. and Ueoka, R. : A remarkable antioxidation effect of natural phenol derivatives on the autoxidation of -irradiated methyl linolate. *Chem. Pharm. Bull.* **40**, 2208 (1999).
 - 26) 정철만, 황은주, 권학철, 김선여, 배기환, 지옥표, 이강노 : 고추나물의 항 산화활성 Flavonoid성분. *생약학회지* **30**, 196 (1999)
 - 27) Berger, L. M., Bhatt, H., H., Combes, B. and Estabrook, R. W. : CCl₄-induced toxicity in isolated hepatocytes; The impotence of direct of solvent injury. *Hepatology*. **6**, 36 (1986).
 - 28) Albino, E., Carini, R., Parola, M., Bellomo, G., Gorla-Gatti, L., Poli, G. and Dianzani, M. U. : Effects of carbon tetrachloride on calcium homeostasis, a critical reconsideration, *Biochem. Pharmacol.* **38**, 2719 (1989).
 - 29) Richard, O. R., Eric, A. G. and Robert, S. B. : Free radical damage and lipid peroxidation. *Hepatotoxicology*. Florida, CRC Press p. 401 (1991).
 - 30) Groot, H. and Noll, T., The crucial role of oxygen partial pressures in haloalkane free radical mediated lipid peroxidation, *Biochem. Pharmacol.* **35**, 15 (1986)
 - 31) Tae Cheon Jeong, Hyun Ju Kim, Jong Il Park, Chang Su Ha, Jong Dae Park, Shin Il Kim and Jung Koo Roh : Protective effects of Red Ginseng saponins against carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in Sprague Dawley Rats, *Planta Med.*, **63**, 137 (1997).