

감나무 잎 (*Diospyros kaki folium*)으로부터 분리한 Polyphenol 화합물이 카드뮴 중독 흰쥐의 피해경감 효과에 미치는 영향

조국영 · 최희진 · 손준호 · 배두경 · 우희섭 · 안봉전¹ · 배만중¹ · 최 청*

영남대학교 식품가공학과, ¹경산대학교 생명자원과학부

초 록 : 감나무 잎으로부터 분리한 폴리페놀 화합물을 가지고 카드뮴으로 중독 된 동물장기의 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glutamic pyruvic transaminase(GPT), superoxide dismutase(SOD), glutathione S-transferase (GST) 활성 및 과산화지질에 미치는 영향을 조사하였다. GOT는 대조군에 대하여 P-1군(10,000 ppm)과 P-2군(25,000 ppm) 모두 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 조금 낮았고, GPT 활성은 P-1군은 5% 수준에서, P-2군은 1% 수준에서 유의적으로 감소하였다. 간 조직의 SOD 활성을 측정된 결과, 대조군에 대하여 P-1군은 5% 수준에서 그리고 P-2군은 1% 수준에서 유의적으로 증가하였고, GST 활성은 대조군에 대하여 P-1군은 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 조금 높았고, P-2군은 5% 수준에서 유의적으로 증가하였다. 과산화지질은 대조군에 대하여 P-1군과 P-2군 모두 1% 수준에서 유의적으로 증가하였다. (1999년 9월 28일 접수, 1999년 10월 30일 수리)

서 론

감은 우리나라 전지역에서 생산되는 과일로서 그 임상학적 약리작용 및 효능에 대해서는 동의보감에서 성질이 차고, 맛이 달며, 독이 없고, 심폐를 부드럽게 하고 갈증을 멎게 하며, 폐위와 심열을 낮게 하고, 위를 열며, 술의 열독을 풀고, 위 사이의 열을 억제하고 구건과 토혈을 그치게 한다고 나타나 있다. 감나무 잎을 이용한 연구로서는 감잎 플라보노이드의 항산화 활성,^{1,3)} 처리방법 및 추출조건에 따른 비타민 C와 superoxide dismutase(SOD) 유사활성의 변화,⁴⁾ sister chromatid exchange(SCE) 방법에 따른 항돌연변이 효과⁵⁾ 및 항암효과⁶⁾가 보고되었다. 감잎의 중금속 제거효과에 대해서는 Lim⁷⁾과 Kwon 등⁸⁾의 보고에서처럼 *in vitro*상에서도 다른 물질들과 비교해 볼 때 중금속의 제거율이 높은 편이라는 것을 알 수 있었다.

카드뮴은 식수와 식품을 통한 경구적 그리고 대기중에서의 피부를 통한 체내 침투가 자연스럽게 이루어지며, 생물학적 반감기도 18~33년 정도로 매우 긴 중금속으로서, 대표적인 피해 사례로는 1950년대 일본에서 발생한 Itai-Itai 병^{9,10)}이 있는데 이는 수질오염에 의한 카드뮴 중독으로 밝혀졌고, 체중감소, 빈혈, 간과 신장 등의 기능이상 등의 증상이 발생하였다. 그 밖의 카드뮴 중독 증상에는 고혈압, 골연화증, 단백뇨 및 중추신경계 이상과 내분비 장애 등이 있다.¹¹⁻¹⁴⁾

본 연구에서는 식이에 카드뮴을 공급한 동물에 있어서 감나무 잎 폴리페놀물질의 항산화 효소활성을 설명하여 감잎의 기능성을 검토하였다.

재료 및 방법

찾는말 : 감나무 잎, 폴리페놀, 카드뮴, GOT, GPT, SOD, GST, 과산화지질

*연락처자

재료추출

본 실험에 사용된 감나무 잎(*Diospyros kaki folium*)은 경상북도 청도군의 청도 반시 품종으로 5월 초순에 채집하여 세척한 후 음식에서 건조시켜 60% 아세톤에 침지하여 상온에서 24시간 방치한 후 원심 분리하여 상정액을 취하였다. 침전물은 다시 위와 같은 조작을 4회 반복하여 상정액을 모아 감압 농축하여 아세톤을 증발시킨 후 수용성 성분만을 회수하기 위하여 증류수로 용해하였다. 용해한 후 여과하여 클로로필을 제거한 다음, 여액을 회수하여 분리용 시료로 사용하였다.

분리용 시료는 메탄올 : 증류수(0:1→1:0)로 전개, 분리시킨 후, TLC(5.0×5.0 cm)상에서 반응색과 Rf 값에 따라 폴리페놀 화합물을 분류하고, 각 fraction을 분리하여 동결건조 시킨 것을 냉동 보관하면서 실험재료로 사용하였다.

동물사육 및 중금속 투여

실험동물은 Sprague-Dawley계 흰쥐 수컷 32마리를 표준식으로 10일간 적응시킨 후 실험직전 평균 체중이 143±18g인 것을 난피법으로 8마리씩 4군으로 나누어, 정상군(normal)은 기본식이에 생리식염수를 0.5 ml, 대조군(control)은 기본식이에 카드뮴을 50 ppm 첨가하고 생리식염수를 0.5 ml, P-1군은 기본식이에 카드뮴을 50 ppm 첨가하고 폴리페놀 화합물을 0.5 ml, P-2군은 기본식이에 카드뮴을 50 ppm 첨가하고 폴리페놀 화합물을 0.5 ml씩 매일 일정한 시간에 경구투여 하였다. 실험동물의 식이는 American Institute of Nutrition¹⁵⁾을 기본으로 하여 조제하였다. 실험동물은 stainless steel cage에서 사육하였고, 실험 종료 3일전부터는 번의 채취를 위하여 실험군 당 2마리씩 metabolic cage에 나누어서 사육하였다. Cage, 식이그릇, 물병 등 모든 기구는 중금속의 오염을 방지하기 위하여 0.4% ethylenediamine tetraacetic acid(EDTA) 용액으로 세척한 다음 탈이온 증류수로 행구고 건조시킨 후 사용하였다.

실험동물에서 혈액 및 각종 장기의 채취

4주 동안 사육한 실험동물의 혈액과 장기를 채취하기 위해 사육종료 12시간 전부터 절식시키고 ethyl ether로 마취시켜 해부한 뒤 혈액은 채혈 즉시 3,000 rpm에서 20분간 원심분리시켜 혈청과 혈장을 분리하여 냉동 보관하였고, 간장, 신장 및 대퇴골은 생리식염수로 씻어내고 무게를 측정 후 -40°C에서 보관하며 분석시료로 이용하였다. 혈액과 장기 채취에 사용한 모든 기구는 중금속 오염을 방지하기 위하여 0.4% EDTA 용액으로 처리 후 사용하였다.

혈청 GOT, GPT 활성측정

혈청 중의 GOT 및 GPT 활성도는 Reitman과 Frankel법¹⁶⁾에 준하여 행하였다. 각 test tube에 s-GOT용 기질액, s-GPT용 기질액 1 ml 씩을 취하고 27°C water bath에서 3분간 가온한 다음 혈청 0.2 ml를 취하여 가한 후, 37°C에서 s-GOT인 경우는 1시간, s-GPT는 30분간 가온하였다. Dinitrophenylhydrazine 발색용액을 1 ml씩 가하여 실온에 방치하고 0.4 N NaOH용액 10 ml를 넣어 잘 혼합하여 5분간 정지한 다음 증류수를 대조로 하여 분광광도계로 505 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이때 GOT와 GPT 단위인 Karmen 환산은 혈청 transaminase 측정시약을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 효소 활성치를 구하였다.

간장의 시료조제

동결된 간장을 일정량 취하여 homogenizer를 이용하여 0.25 M sucrose, 0.5 mM EDTA, 5 mM N-2-hydroxyethyl-piperazine-N'-2-ethane sulfonic acid(HEPES)용액으로 10%(w/v) 마쇄액을 만들었다. 마쇄액의 일부를 8,000×g에서 20분간 원심 분리하여 그 상정액은 과산화지질 정량에 사용하였고, 마쇄액의 나머지는 10,000×g에서 30분간 원심 분리하여 상정액의 일정량을 취해 0.4배량의 ethanol:chloroform(5:3, v/v)혼합액을 가하고 2분간 진탕한 다음 10,000×g에서 30분간 원심 분리하여 얻은 상정액을 세포질 SOD 효소용액으로 사용하였다. 또, 10,000×g 상정액의 일부는 다시 105,000×g에서 30분간 원심 분리하여 상정액을 GST 효소용액으로 사용하였다.^{17,18)}

SOD 활성 측정

SOD 활성은 알칼리 상태에서 pyrogallol의 자동산화에 의한 발색을 이용한 Marklund와 Marklund¹⁹⁾의 방법을 이용하였다. 즉, Tris buffer(50 mM Tris, 10 mM diethylenetriamine pentaacetic acid, pH 8.5) 1.5 ml에 효소용액 0.1 ml를 넣고 7.2 mM pyrogallol 0.1 ml를 가함으로 반응을 시작시킨 다음 25°C에서 정확히 10분간 반응시킨 후, HCl 0.05 ml를 가하여 반응을 정지시켜 산화된 pyrogallol의 흡광도를 440 nm에서 측정하였다. 이 효소활성의 1단위는 반응액중의 pyrogallol 산화를 50% 억제하는 효소의 양으로 정하였다.

GST 활성 측정

GST 활성측정은 2,4-dinitrochlorobenzene(DNCB)과 환원형 glutathione을 기질로 하여 25°C에서 20분간 반응하는 동안에

생성된 GSH-DNCB conjugate의 분자 흡광도계수($E^{nm}/340 \text{ nm} = 9.6 \text{ nM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 효소활성을 산출하는 Habig 등²⁰⁾의 방법에 의하여 측정하였다. pH 6.5의 potassium phosphate buffer 2.8 ml에 효소액 0.1 ml와 0.04 M 산화형 glutathione 0.075 ml를 넣고 25°C에서 5분간 preincubation 시킨 후, 0.12 M DNCB 0.025 ml를 넣고 25°C에서 2분간 incubation하여 20% trichloroacetic acid(TCA) 0.5 ml를 가함으로써 반응을 정지시킨 후, 1,500×g에서 10분간 원심 분리하여 340 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 효소활성의 단위는 1분간 1 mg의 단백질이 반응하여 생성한 conjugated DNCB nmol로 나타내었다.

과산화지질의 정량

과산화지질의 정량은 thiobarbituric acid(TBA)와 반응하여 malondialdehyde 양을 측정하는 Satoh의 방법²¹⁾을 이용하였다. 즉, 8,000×g에서의 상정액 0.5 ml에 10% TCA용액 2.5 ml를 가하여 섞은 후, 실온에서 10분간 방치한 다음 1,500×g에서 10분간 원심 분리하여 상정액은 버리고 침전물은 0.05 M H₂SO₄로 1회 세척한 다음 그 침전물에 0.05 M H₂SO₄ 2.5 ml와 TBA 3.0 ml를 가하여 섞은 후, 95°C water bath에서 30분간 가열한 다음 즉시 냉각하였다. 여기에 n-butanol:pyridine 혼합액(15:1, v/v) 3.0 ml를 가하여 섞은 후, 1,500×g에서 10분간 원심 분리하여 그 상정액을 취하여 535 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준품으로는 1,1,3,3-tetramethoxy-propane(TMP)을 사용하였다.

단백질 정량

각 시료의 단백질량은 표준품으로 bovine serum albumin을 사용하여 Lowry 법²²⁾을 이용하여 정량하였다.

통계처리

실험결과는 통계 처리하여 평균치±표준편차로 나타내었으며, 각 실험군 간의 유의성 검정은 $p < 0.01$ (1%), $p < 0.05$ (5%) 수준에서 student's t-test를 이용하여 나타내었다.

결과 및 고찰

혈청 GOT, GPT 활성 측정

간 손상의 지표로 이용되는 혈청 GOT, GPT 활성 측정결과 Table 1과 같다. 혈청 내 GOT 활성은 카드뮴만 투여한 대조군(control)이 카드뮴을 투여하지 않은 정상군(normal)과 P-1, P-2군에 비해 높았으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. P-1, P-2군이 정상군보다 활성이 좋다고 나타나 갑나무 잎 분리물질이 카드뮴 중독에 효과적이라는 것을 알 수 있었다. GPT 활성은 카드뮴만 투여한 대조군에 대하여 P-1군은 5% 수준에서 그리고 P-2군은 1% 수준에서 유의적으로 감소하였다.

Choi 등²³⁾의 GOT 활성은 카드뮴 단독 투여군이 대조군에 대하여 증가하였으나 녹두나물 생즙과 카드뮴 병합 투여군은 카드뮴 단독 투여군에 대하여 유의적으로 감소하였다는 보고와 GPT 활성 또한 카드뮴 단독 투여군이 대조군에 대하여 증가하

Table 1. Effect of polyphenols isolated from persimmon leaves on serum GOT and GPT activity of experimental rats¹

Group	GOT	GPT
	(unit/ml)	(unit/ml)
Normal	34.00±2.67	24.55±1.00
Control	37.56±7.35	32.05±0.50
P-1	33.11±1.02	29.88±0.76*
P-2	32.00±1.02	28.22±0.29**

¹Values are mean ± S.D.(n = 4)

*and ** : significantly different from the control group at p<0.05 and p<0.01 by student's t-test, respectively.

였고 녹두나물 생즙과 카드뮴 병합 투여군에서 많은 감소를 나타내었다는 보고와 비슷하다. 정상군에 대해서 카드뮴군의 GOT 활성이 5% 수준에서 유의적으로 증가했으나 녹차군에서는 카드뮴군에 대해서 감소하여 정상군과 유의성이 없었고, GPT 활성은 정상군과 실험군간에 유의적인 차이가 없었다는 Lee 등²⁴⁾의 보고와는 조금의 차이를 보인다. Sheo 등²⁵⁾도 납만 투여한 군에 비하여 납과 양파를 병합하여 투여한 군과 양파만을 투여한 군에서의 GOT와 GPT 활성이 모두 낮은 결과를 관찰하였다.

SOD 활성 측정

SOD는 superoxide radical을 환원시켜 H₂O₂로 배설함으로써 산소독으로부터 생체를 보호하는 효소이다.^{19,26)} 실험동물의 간 조직에서 SOD 효소활성을 측정한 결과는 Table 2에서 나타내었다. 정상군의 효소활성이 가장 높았으며, 카드뮴 투여군인 대조군에 대하여 카드뮴에 감잎을 병합 투여한 P-1군은 5% 수준에서 그리고 P-2군은 1% 수준에서 유의적으로 증가한 효소활성을 나타내었다.

카드뮴만을 단독 투여한 실험동물 간 조직에서의 SOD 활성은 감소하였으나 항산화물질인 vitamin E를 병합 투여시에는 그 활성이 증가한다는 Jung 등²⁷⁾의 보고, 그리고 카드뮴을 단독 투여한 군에 비하여 녹차 등의 다염음료를 투여한 군의 SOD 활성이 조금 증가하였다는 Lee 등²⁴⁾의 보고와는 비슷하였으나, 카드뮴 투여군이 대조군에 비해서 증가되었으나 녹두나물 생즙과 카드뮴 병합 투여군에서는 감소되었다는 Choi 등²³⁾의 보고와는 다른 결과를 보였다. Jamall 등²⁸⁾의 보고에서는 식이 selenium 농도에 따른 카드뮴 투여군과 비투여군간의 SOD 활성을 비교하였는데, 카드뮴을 투여한 군 보다는 투여하

Table 2. Effects of polyphenols isolated from persimmon leaves on SOD and GST activity of experimental rats¹

Group	SOD	GST
	(unit/mg protein)	(nmol DNCB/mg protein/min)
Normal	7.43±0.21	272.79±15.79
Control	6.36±0.16	196.87±15.44
P-1	6.80±0.19*	225.26±14.91
P-2	7.21±0.19**	248.76±15.25*

¹Values are mean ± S.D.(n = 4)

*and ** : significantly different from the control group at p<0.05 and p<0.01 by student's t-test, respectively.

지 않은 군에서의 SOD 활성이 높았고 selenium의 농도에 따라서 카드뮴을 투여하지 않았을 때는 고농도에서, 카드뮴 투여시에는 저농도에서 높은 SOD 활성을 볼 수 있었다.

GST 활성 측정

GST는 변이성 물질, 발암성 물질, 독성물질 등의 대사산물 그리고 내인성 독소들 중에서 친전자성 물질 등에 환원형 glutathione을 포함시켜 glutathione thioester를 형성하는 반응을 촉매하는 효소이다.²⁰⁾ 실험동물 간 조직에서의 GST 활성을 측정한 결과는 Table 2에서 나타내었는데, 정상군에서 가장 높은 효소활성을 관찰할 수 있었다. 카드뮴에 감잎 분획물을 병합 투여한 P-1군은 대조군에 대하여 유의적으로는 차이가 없었으나 높은 활성을 나타내었고, P-2군에서는 5% 수준에서 유의적으로 증가했음을 볼 수 있었다.

이러한 결과는 정상군과 비교하여 카드뮴만을 투여한 군이 5% 수준에서 유의적으로 감소하였으나 녹차군은 정상군과 유의적인 차이가 없었다는 Lee 등²⁴⁾의 보고와 비슷하였고, 공해물질인 사염화탄소와 더덕추출물을 식이에 투여하여 실험동물에서의 GST 활성을 관찰한 Han 등²⁹⁾의 보고에서도 사염화탄소 단독 투여군에서 정상군이나 사염화탄소와 더덕추출물을 병합 투여한 군보다 낮은 GST 활성을 볼 수 있었다.

과산화지질 정량

생체조직의 지질과산화적 손상의 지표로 알려진 과산화지질의 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 간 조직의 과산화적 손상을 관찰하기 위하여 과산화지질 함량을 측정한 결과 카드뮴을 단독 투여한 대조군의 활성이 가장 높았다. 카드뮴에 감잎 분획물을 병합 투여한 P-1군과 P-2군 모두 대조군에 대하여 1% 수준에서 유의적으로 감소한 효소활성을 나타내었으나, 정상군 보다는 높은 활성을 나타내었다.

정상군에 비해 카드뮴을 투여한 실험군 모두가 증가하였는데, 특히 녹차를 투여한 군은 카드뮴 단독 투여군에 비하여 활성이 31%나 감소하였다는 Lee 등²⁴⁾의 보고와 플라보노이드 화합물인 quercetin, quercitrin 및 isorhamnetin을 10⁻⁶ mg/ml 농도로 시험관내에 첨가하였을 때 각각 21%, 4%, 14%, 10⁻⁴ mg/ml 농도로 시험관내에 첨가하였을 때 각각 26%, 12%, 20%, 10⁻² mg/ml 농도로 시험관내에 첨가하였을 때 각각 45%, 16%, 28%의 지질과산화 억제작용을 나타내었다는 Park 등³⁰⁾의 보고에서 플라보노이드 화합물이 지질과산화에 어느 정도의 억제작용

Table 3. Effects of polyphenols isolated from persimmon leaves on lipid peroxide value of experimental rats¹

Group	LPO
	(nmol MDA/mg protein)
Normal	1.22±0.16
Control	4.43±0.15
P-1	3.10±0.20**
P-2	2.03±0.17**

¹Values are mean ± S.D.(n = 4)

*and ** : significantly different from the control group at p<0.05 and p<0.01 by student's t-test, respectively.

용을 가지고 있다고 생각할 수 있겠다.

감사의 글

이 논문은 1998년도 농림부 지원에 의하여 연구되었다.

참고문헌

- Choi, S. W., Kang, W. W., Chung, S. K. and Cheon, S. H. (1996) Antioxidative activity of flavonoids in persimmon leaves. *Foods Biotechnol.* **5**, 119-123.
- Hisayuki, T., Shizuo, T., Yasuyuki, S., Toshio, T., Teruaki, H., Shigeru, A. and Yoshio, T. (1984) Natural antioxidants. I. Antioxidative components of tea leaf (*Thea sinensis* L.). *Chem. Pharm. Bull.* **32**, 2011-2014.
- Kim, J. H., Kim, K. Y., Roh, Y. K. and Choi, S. W. (1997) Antioxidative substances and their changes in the leaves of persimmon (*Diospyros kaki*) during growth. *Kor. J. Post Harvest Sci. Technol. Agri. Products* **4**, 323-330.
- Park, Y. J., Kang, M. H., Kim, J. I., Park, O. J., Lee, M. S. and Jang, H. D. (1995) Changes of vitamin C and superoxide dismutase (SOD)-like activity of persimmon leaf tea by processing method and extraction condition. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **27**, 281-285.
- Song, H. S., Lee, H. K., Jang, H. D., Kim, J. I., Park, O. J., Lee, M. S. and Kang, M. H. (1996) Antimutagenic effects of persimmon leaf tea extracts in sister chromatid exchange(SCE) assay system. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **25**, 232-239.
- Moon, S. H. (1993) Antimutagenic and anticarcinogenic effect of persimmon leaves. M. D. Thesis, Pusan National Univ. Pusan, Korea.
- Lim, S. I. (1994) Investigation of Korean green tea, oolong tea, persimmon leaves tea and barley tea on the removal heavy metal ions. M.S. Thesis, Yeungnam Univ. Kyungsan, Korea.
- Kwon, E. Y., Kim, M. K. and Jeon, M. H. (1993) Adsorptivities of Cu(II) and Pb(II) ions in water by persimmon leaves. Bulletin of Environmental Sciences, Research Institute for Environmental Sciences, Hanyang Univ. Seoul, Korea, **14**, 3-8.
- Page, A. I. and Chang, A. C. (1986) Cadmium. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. p.33-75.
- Tsuchuja, K. (1969) Causation of ouch-ouch disease. Part I Epidemiology and evaluation. *Kejo J. Med.* **18**, 195-211.
- Goyer, R. A. (1996) Toxic effects of metals. In: Klaassen, C. D. Arndur, M. O. and Doull. J (eds.). Casarett and Doull's Toxicology. 5th Ed., Macmillian Publishing Co., New York, 699-702.
- Itokawa, Y. (1973) Bone change in experimental chronic cadmium poisoning, radiological and biochemical approaches. *Arch. Environ. Health* **26**, 241-244.
- Dudley, R. E., Svovoda, D. J. and Klaassen, C. D. (1982) Acute exposure to cadmium causes severe liver injury in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **65**, 302-313.
- Faeder, E. J., Chanet, S. O. and King, L. C. (1977) Biochemical and ultrastructural changes in livers of cadmium treated rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **39**, 473-487.
- American Institute of Nutrition(AIN). (1977) Report of the American Institute for Nutrition Ad Hoc Committee on Standards for Nutritional Studies. *J. Nutr.* **107**, 1340-1349.
- Reitman, S. and Frankel, S. (1957) A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Pathol.* **28**, 56-63.
- Park, M. H. (1992) Effects of dietary selenium on brain peroxidative damage and anti-oxidative system in rats administered cadmium. M.S. Thesis, Hyosung Women's Univ. Kyungsan, Korea.
- Kim, S. O. (1991) Effects of dietary selenium on antioxidative defense mechanism in cadmium administrated rats liver. M.S. Thesis, Hyosung Women's Univ. Kyungsan, Korea.
- Marklund, S. and Marklund, G. (1974) Involvement of the superoxide anion radical in the antioxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* **47**, 469-474.
- Habig, W. H., Pabst, M. J. and Jakoby, W. B. (1974) Glutathione-S-transferase: The first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem.* **249**, 7130-7139.
- Satoh, K. (1978) Serum lipid peroxide in cerebrovascular disorders determined by a new colorimetric method. *Clinica Chimica Acta* **90**, 37-43.
- Lowry, O. H., Resebrogh, N. J., Farr, A. C. and Randal, R. J. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**, 265-275.
- Choi, I. H., Kim, S. O., Kim, K. S. and Lee, M. Y. (1998) Effect of mungbean sprouts juice on cadmium-induced hepatotoxicity in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 980-986.
- Lee, S. J., Kim, M. J. and Yoon, Y. H. (1994) Effects of Korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium and antioxidative detoxification in cadmium administered rats. *Bulletin of the 3th International Symposium on Green Tea.* 21-38.
- Sheo, H. J., Lim, H. J. and Jung, D. L. (1993) Effects of onion juice on toxicity of lead in rat. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **22**, 138-143.
- Fridovich, I. (1975) Superoxide dismutases. *Annu. Rev. Biochem.* **44**, 147-159.
- Jung, S. Y., Rhee, S. J. and Yang, J. A. (1996) Effect of dietary vitamin E levels on lipid peroxidation and enzyme activities of antioxidative system in brain of cadmium administered rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **25**, 575-580.
- Jamall, I. S. and Smith, J. C. (1985) Effect of cadmium and glutathione peroxidase, superoxide dismutase and lipid peroxidation in the rat heart: A possible mechanism of cadmium cardiotoxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **80**, 33-42.
- Han, E. G. and Cho, S. Y. (1997) Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the activities of antioxidative enzymes in carbon tetrachloride treated rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 1181-1186.
- Park, J. C., Chung, S. K., Hur, J. M., Lee, J. H., Choi, M. R., Song, S. H. and Choi, J. W. (1997) Effects of the components and extracts of some edible and medicinal plants on the formation of lipid peroxide in rat liver homogenate. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **26**, 1159-1163.

Reduction of Cadmium Poisoning by Polyphenol Compounds Prepared from Persimmon Leaves (*Diospyros kaki folium*)

Guk-Young Jo, Hee-Jin Choi, Jun-Ho Son, Du-Kyung Bae, He-Sob Woo, Bong-Jeon An¹, Man-Jong Bae¹ and Cheong Choi*(*Dept. of Food Science & Technology, Yeungnam University, Kyungsan, 712-749, Korea; ¹Faculty of Life Resources & Engineering, Kyungsan University, Kyungsan, 712-240, Korea.*)

Abstract : In order to inspect safety and function regarding the reduction of cadmium poisoning by polyphenol compounds prepared from persimmon leaves (*Diospyros kaki folium*), animal test was done. Rats, group P-1 and P-2, were treated with cadmium and polyphenols of persimmon leaves. A control was just treated with cadmium. GOT activities in P-1 and in P-2 were lower than that of the control without considerable difference, whereas GPT activities decreased in P-1 and P-2. The SOD activity of liver tissue increased in P-1 and P-2 compared with that of the control. GST activity was higher than that of the control without considerable difference in P-1; however, it increased in P-2. Lipid peroxide value considerably increased in both P-1 and P-2.

Key words : persimmon leaves, polyphenol, cadmium, GOT, GPT, SOD, GST, lipid peroxide

*Corresponding author