

오미자 추출물이 카드뮴을 급여한 흰쥐의 대사와 신장내 카드뮴 함량에 미치는 영향

한성희[†] · 신미경* · 정영희**

원광보건대학 식품영양과

*원광대학교 식품영양학과

**광주보건대학 식품영양과

Effects of the Omija (*Schizandra chinensis Baillon*) extract on the metabolism and renal Cadmium contents in Cadmium administered rats

Sung Hee Han[†], Mee Kyung Shin* and Yung Hee Chung**

Dept. of Food Nutrition, Wonkwang Health Science College, Cheon-Buk 570 750, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Wonkwang University, Cheon-Buk 570-749, Korea

**Dept. of Food Nutrition, Kwangju Health College, Kwangju 506-701, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of Korean Omija extract on the hepatic and renal function in cadmium intoxicated rats. Male Sprague Dawley of 4 weeks old, weighing 100 ± 10 g, were randomly assigned to four groups which received over four weeks one of the followings: deionized water for control (CW), 3% Omija extract (OE), 50 ppm cadmium water (CD) and 50 ppm cadmium water plus 3% Omija extract (CDOE). The results are as follows: there were no significant differences between CD and CDOE in the body weight gain and food efficiency ratio. But Cadmium contents of kidney, GPT and LDH activities were significantly reduced in CDOE as compared to CD. Weight gain of kidney in CDOE, significantly higher than that of CD, increased to nearly normal level. GOT activities in CDOE, significantly different from that of CD, also considerably lowered to same level as that of the normal rat group, CW. The results suggested that Omija extract may have some protective effects from cadmium intoxication by reducing cadmium accumulation in kidney.

Key words: Omija (*Schizandra chinensis Baillon*) extract, cadmium, GOT, GPT, LDH

서 론

오늘날 산업의 발달은 경제적인 여유와 식품문화의 향상을 가져왔지만 그에 따른 환경 오염은 인간의 건강에 심각한 문제를 야기하고 있는 가운데 우리가 사용하는 음료수나 식품중의 중금속 오염이 매우 우려 되고 있는 현실이다. 더구나 중금속이 체내에 축적되면 체중 감소, 빈혈, 장기의 생화학 및 형태학적 변화, 뇌손상 등의 중독 현상과 칼슘 철분, 아연, 셀레늄 등의 필수 무기원소와 장내 흡수단계에서 단계적으로 작용하여 조직내 함량을 감소시키며(1-4), 일부 유독성 금속은 비교적 낮은 농도에서도 체조직과 반응하여 체내에 서서히 독작용을 나타내고, 특히 생물학적인 반감기가 길어 일단 중독이 되면 완치가 불가능하기 때문에 문제가 된다. 이 중 카드뮴은 체내에서 10~30년의 긴 생물학적 반감기를 가지고 있어 먹이 연쇄에 의하여 계속 축적되고 이에 따라 그 독성도 누적된다(5). 카드뮴의 중독현상으로는 간, 위장, 중추신경계의 장애 등의 급성 중독 현상과 신장기능의 장애, 칼슘 흡수 장애와 이파이

이파이 질환과 같은 만성중독증이 있다(6 8).

일반적으로 사람은 출생시에는 인체내에 카드뮴이 존재하지 않지만 연령이 증가함에 따라 점차적으로 체내에 축적되어 60년 정도를 사는 동안 약 20~30 mg의 카드뮴이 인체내에 축적되고, 체내 카드뮴 총 축적량의 50~80%가 간장과 신장에 존재한다고 한다(9).

따라서, 카드뮴과 같은 유해성 중금속의 중독을 식생활 측면에서 해결하고자 자연계에 존재하는 식품이나 생물질을 이용한 중금속 흡착 연구(10)가 활발히 진행되고 있는 가운데 우리 식생활에서 다양하게 이용되고 있는 오미자(*Schizandra chinensis Baillon*, Omija)는 한국과 중국이 주산지인 목련과(木蓮科)에 속하는 낙엽물질등본(藤本) 식물의 성숙한 과실로(11), 다섯가지의 맛을 가지고 있어 오미자차, 오미자주, 오미자화채 등으로 많이 이용되고 있다. 동의보감을 보면 오미자 열매는 자양, 강장, 지사, 진해제로 사용하는 한편, 구갈증과 주독을 푸는 해독제로 각광받고 있다. 특히 예전부터 노화를 방지하고 건망증을 예방하는 약재로 사용되어져 왔다(11 14). 지금까지 오미

[†]Corresponding author. E-mail: hansh@wkhc.ac.kr
Phone: 82-63-840-1256, Fax: 82-63-840-1259

자에 관한 연구는 성분에 관한 연구(15-22)가 대부분이었으며 기능에 관한 연구로는 고지혈증을 낮추며(23), 알코올을 투여한 쥐와 당뇨 유발 쥐의 간장기능 개선효과(24-26), 간세포 보호효과(27-29), 항산화 효과(30,31), 항균 효과(32-35) 등이 보고되었다. 지금까지 차류의 중금속에 대한 연구는 Yoon과 Rhee(36), Choi 등(37), Kim과 Rhee(38), Lee 등(39)에 의하면 카드뮴과 같은 중금속이 체내에 축적될 때 차류가 중금속의 체내 흡수를 억제하고 배설을 촉진하므로써 해독작용을 갖는 것으로 보고한 바 있으나 오미자에 의한 카드뮴 해독작용에 대한 연구는 거의 볼 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 오미자 차 음료의 실용화 방안을 위하여 중금속의 장내 흡수 억제에 관한 생리학적 기초연구로서 카드뮴 용액과 오미자 추출액을 흰쥐에 동시에 급여하여 오미자 음용수 섭취가 신장조직의 카드뮴 제거작용과 혈중 효소 활성도에 미치는 영향을 알아볼 목적으로 본 연구를 수행하고 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료의 추출 및 조제

본 실험에 사용한 오미자는 서울 경동시장의 한약 재료상에 서 구입하여 60~70°C 열풍 건조기에서 6시간 건조한 후 분쇄기(대우 분쇄기, KMF-360, 한국)로 마쇄하여 100 mesh로 분말하였다. 3% 음용수는 건조 오미자 분말 30 g을 1 L의 탈이온 증류수에 넣어 65~70°C에서 1시간 동안 침출한 후 냉각하고 Whatman No. 2 여지로 여과하여 여액을 실험시료로 사용하였다.

실험동물의 사육

실험동물은 체중이 100±10 g의 Sprague-Dawley계(4주령) 수컷 흰쥐 40마리를 실험 시작 전 23±2°C, 습도 50~60%, 명암은 12시간 주기에서 고휘사료(삼양사료 주식회사)로 1주일간 예비 사육한 후 난괴법(randomized complete block design)에 의해 각 군당 10마리씩 4군으로 분류하였다. 즉, Table 1과 같이 정제수만을 급수한 정상군, 50 ppm 카드뮴 용액 급여군, 3% 오미자 추출물군, 50 ppm 카드뮴 용액과 3% 오미자 추출물 병합 급여군으로 Table 1과 같이 구분하여 4주 동안 사육하였다. Cd(CdCl₂·2H₂O) 공급은 일상 생활에서 식수를 통해서 오염될 가능성이 높다고 보는 중금속 농도인 음용수 수질 기준인 0.01 ppm을 기준으로 500배인 50 ppm 카드뮴을 함유하게 하였다. 50 ppm 농도는 Choi 등(37) 및 Lee와 Kim(40)의 선행 연구에서 음용수 형태로 쥐에게 투여했을 때 이들 중금속의

중독 현상이 심하게 나타나는 투여량의 1/2 수준에 근거해 설정하였다. 50 ppm 카드뮴 용액의 공급은 1일 1회씩 경구 투여하였고 식이는 고휘사료로 24시간 완전 자유급식으로 4주 동안 사육하였다. 실험에 사용한 모든 기구는 무기질의 오염을 방지하기 위하여 0.5% EDTA(ethylenediaminetetra acetic acid) 용액으로 세척한 후 탈이온 증류수로 헹구어 사용하였다.

시료 채취

실험 종료 후 흰쥐를 12시간 동안 절식시킨 다음 CO₂로 마취한 즉시 경동맥에서 혈액을 채혈한 후 4°C에서 3,000 rpm으로 15분간 원심분리하였다.

신장 조직의 카드뮴 함량 측정

신장 조직은 적출한 즉시 무게를 측정된 후 -70°C에서 냉동 보관하면서 Ganje 습식분해법(41)에 준하여 분석하였다. 즉, 신장조직을 균질화한 후 1 g을 취해 HNO₃:HClO₄(2:1, v/v)의 혼산용액 10 mL를 가하여 열판의 100±5°C에서 분해액이 미색으로 변하면 분해가 종료된 것으로 하였다. 방냉한 액을 50 mL로 정용한 여과액을 ICPS(Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer, Liberty 110-barian)로 Cd을 Table 2의 조건으로 측정하였다.

혈청 중의 효소 활성도 측정

Glutamate oxaloacetate transaminase(GOT) 및 glutamate pyruvate transaminase(GPT)의 활성도 측정은 Reitman-Frankel법(42-44)에 기초한 혈청 transaminase 측정용 kit시약(한국, 아산제약)을 사용하였다. Lactate dehydrogenase(LDH) 활성 측정(45,46)은 lactate dehydrogenase 측정용 kit시약(일본, Mizuho, Medy, SR-1110)을 이용하여 효소 활성도는 아래공식에 의하여 Wro. Unit(Wro. U=0.4821 IU/L)로 하였다.

혈청의 흡광도

$$\text{LDH activity} = \frac{\text{Wro. Unit}}{\text{표준시료의 흡광도}} \times \text{표준시료의 환산계수}$$

통계처리

실험 결과의 측정값들을 통계처리(SASS)하여 실험군별 평균치와 표준오차를 계산하였다. 평균치간의 차이는 일원배치 분석실시에 이어 Duncan's multiple range test를 이용하여 p<0.05 수준에서 검증하였다(47).

결과 및 고찰

체중 증가량, 식이섭취량 및 식이효율

카드뮴 용액과 오미자 음용수 급수에 따른 체중 증가량, 식이섭취량 및 식이효율은 Table 3에 기술하였다. 체중 비교에서 대조군과 CD군간에는 유의적인 차이가 있었으나 CD군과 CDOE군간에는 유의적인 차이가 없었다. 식이효율도 대조군에 비하여 OE군이 유의하게 낮았으나 CD군과 CDOE군간에

Table 1. Experimental design

| Group | Cadmium contents in drinking water | Contents of Omija extract |
|--------------|------------------------------------|---------------------------|
| CW (control) | - | deionized water |
| OE | - | 3% Omija water extract |
| CD | 50 ppm | deionized water |
| CDOE | 50 ppm | 3% Omija water extract |

Table 2. The operating condition of ICPS

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Plasma | 15.0 m/min |
| Auxiliary | 1.50 L/min |
| Pump speed | 25.0 rpm |
| Carrier gas flow | 75 psi |
| Nebulizer | 250 kpa |
| Intergration time | 3 sec |
| Cooling water flow | 2 kgF/cm ² |

Table 3. Effect of Omija extract on body weight gains, food intake and food efficiency ratio in cadmium-treated rat

| Group | Body weight gain (g/ 4 weeks) | Food intake (g/day) | FER ³⁾ |
|-------|----------------------------------|---------------------|----------------------------|
| CW | 124.50 ± 10.70 ^{1)ab2)} | 22.89 ± 3.17 | 0.19 ± 0.002 ^a |
| OE | 117.28 ± 8.84 ^{ab} | 23.38 ± 1.54 | 0.16 ± 0.007 ^b |
| CD | 107.57 ± 9.99 ^b | 22.65 ± 3.87 | 0.18 ± 0.004 ^{ab} |
| CDOE | 119.02 ± 9.98 ^{ab} | 21.59 ± 2.69 | 0.19 ± 0.004 ^a |

¹⁾Mean ± SD, n=10.

²⁾Values with different alphabet within the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

³⁾FER = BW gain (g/week)/ Food intake (g/week).

는 유의적인 차이가 없었다.

따라서 체중변화와 식이효율에서 CD군과 CDOE군간에 유의한 차이가 없으므로 오미자 추출물은 흰쥐 체중과 식이효율에 미치는 카드뮴 역작용(adverse effect)을 개선하지 못하는 것으로 보인다. 정상군(CW)에 비하여 CD군의 체중이 유의적으로 낮은 것은 Choi(48), Juhlshamn 등(49) 및 Kim 등(50)의 보고와 유사하였다. Jacobs 등(51)은 카드뮴이 열량 대사를 방해함으로써 직접적으로 성장저하를 가져온다고 하였고, Cousins 등(52) 및 Torrason과 Foulkes(53)는 카드뮴에 의해 식이섭취량이 저하되고 이에 따른 2차적 결과로 체중 증가율이 감소된다고 보고하였다.

신장 조직의 카드뮴 함량

정상군, 오미자 음용수군, 카드뮴 급여군, 오미자와 카드뮴 병합 급여군의 신장 무게 및 신장 조직의 카드뮴 함량은 Table 4와 같다. 신장조직의 카드뮴 함량에서 OE군의 0.19 µg/g은 CW군의 0.21 µg/g과 비교하여 유의적인 차이는 없었고, CD군의 6.78 µg/g과 비교한 CDOE군의 4.75 µg/g은 유의적으로

Table 4. Effect of Omija extract on kidney weight and cadmium contents in Cd-treated rats

| Group | Kidney cadmium concentration (µg/g wet kidney) | Kidney weight (g) |
|-------|--|--------------------------|
| CW | 0.21 ± 0.05 ^{1)bc2)} | 2.33 ± 0.17 ^a |
| OE | 0.19 ± 0.02 ^c | 2.53 ± 0.10 ^a |
| CD | 6.78 ± 0.11 ^a | 1.88 ± 0.08 ^b |
| CDOE | 4.75 ± 0.46 ^b | 2.60 ± 0.21 ^a |

¹⁾Mean ± SD, n=10.

²⁾Values with different alphabet within the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

낮았다. 신장 무게 비교에서 CW군의 2.33 g과 비교한 OE군의 2.53 g은 유의한 차이는 아니었고 CD군의 1.88 g과 비교한 CDOE군의 2.60 g은 유의적으로 높았다. 일반적으로 동물 체내에서 카드뮴 축적량의 50~80%가 간과 신장 조직에 분포되어 이들 기관은 카드뮴 중독에 가장 큰 영향을 받는 기관이면서 또한 해독기관이다. 즉 소장에서 혈액 순환계로 흡수된 카드뮴은 일차적으로 간으로 운반되어 축적되기 때문에 간의 카드뮴 함량이 증가하다가 시간이 흐름에 따라 신장으로 운반되어 축적된다.

본 연구에서는 카드뮴 공급군의 신장의 무게가 정상군에 비해 감소하였는데 이는 카드뮴에 의해 조직이 손상되었거나 체중이 감소함에 따라 기관의 무게가 감소된 것으로 보인다. 다엽에 다량 존재하는 flavonoid류는 hydroxyl 치환기의 위치와 고리계의 전자적 성질에 따라 전이 금속에 대한 좋은 배위자(ligand)가 될 수 있어 구리, 아연, 철분 이온 등에 강한 친화력이 있는 것으로 보고하였는데(54) 신장 조직내 카드뮴 축적량은 카드뮴 급여군보다 카드뮴 용액과 오미자 추출물 병합 급여군에서 감소되었는데 이것은 오미자의 성분 중 polyphenol 성분인 flavonoid가 착물 형성 혹은 화학흡착에 의해 신장 조직내 카드뮴침착을 억제시키고 카드뮴 배설을 촉진시킨 것으로 보인다.

혈청 중 glutamate pyruvate transaminase(GPT), glutamats oxaloacetate transaminase(GOT) 및 lactate dehydrogenase(LDH)활성도

GPT와 GOT 활성도: 정상흰쥐의 혈청중의 GPT와 GOT 활성도는 각각 20~61 U/L과 39~111 U/L이다(55). GPT는 간 특이성으로 만성간염, 급성간염, 지방간, 알콜성 간염, 간암에서 증가하고 GOT는 심장, 간, 골격, 신장, 췌장질환 등에서 증가한다(55). 오미자 음용수가 카드뮴중독 흰쥐에서 GPT와 GOT 활성도에 미치는 영향을 측정 한 결과는 Table 5와 같다.

CW군의 GPT 값(50.85 U/L)과 비교하여 OE군(51.66 U/L)의 두 군간에 차이가 없었으며, CDOE군(57.80 U/L)은 CD군(73.74 U/L)에 비해 유의하게 낮았다. CW군과 OE군의 GOT 값은 차이가 없었고, CD군(151.40 U/L)과 비교할 때 CDOE군(122.40 U/L)의 GOT 값은 유의적으로 낮았다. 따라서 위 결과를 보아 흰쥐에 카드뮴 급여로 간 등의 장기에 중독성 손상을

Table 5. Effects of Omija extract on the serum glutamate pyruvate transaminase (GPT) and glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) activities in cadmium-treated rats

| Group | GOT | GPT |
|-------|----------------------------------|----------------------------|
| CW | 122.14 ± 13.05 ^{1)bc2)} | 50.85 ± 3.89 ^c |
| OE | 121.96 ± 10.35 ^b | 51.66 ± 12.06 ^c |
| CD | 151.40 ± 4.52 ^a | 73.54 ± 9.37 ^a |
| CDOE | 122.40 ± 13.16 ^b | 57.80 ± 5.35 ^b |

¹⁾Mean ± SD, n=10.

²⁾Values with different alphabet within the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 6. Effects of Omija extract on the serum lactate dehydrogenase (LDHase) activities in cadmium-treated rats (unit: U/L)

| Group | LDH |
|-------|---------------------------------|
| CW | 180.71 ± 11.57 ^{1)c2)} |
| OE | 190.20 ± 15.27 ^c |
| CD | 260.20 ± 13.19 ^d |
| CDOE | 227.30 ± 9.52 ^b |

¹⁾Mean ± SD, n=10.

²⁾Values with different alphabet within the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

주었고, 오미자 추출물의 급여로 카드뮴 중독된 흰쥐의 간장 등 장기에서 카드뮴 중독을 완화내지 경감시켜 장기를 보호하는 것으로 생각된다.

이는 Lee와 Lee(24)의 오미자 물추출물이 정상 흰쥐의 GPT와 GOT 수준에서 GPT는 대조군과 비슷한 수준으로, GOT는 대조군에 비하여 오미자 추출물이 약간 감소하는 경향을 보였으며, 또한 Yoon과 Rhee(36)는 녹차가 카드뮴에 중독된 흰쥐의 GOT, GPT 함량에서 정상군에 비하여 카드뮴 단독 급여군이 증가하였고, 녹차와 카드뮴 병합 급여군은 정상군과 별다른 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 본 연구 결과에서 GPT는 정상군과 오미자 추출물 급여군간에는 비슷한 경향을 보였으나 GOT는 대조군보다 약간 증가하는 경향을 보였고, 카드뮴 단독 급여군에 비하여 오미자 추출물과 카드뮴 병합 급여군이 감소하였는데 Yoon과 Rhee(36)와는 다른 다엽 종류이지만 대부분의 다엽류에 다량 존재하는 flavonoid류가 함유되어 있다는 견지에서 보면 유사한 경향을 보였다고 생각된다.

또한 Zhu 등(56)과 Ip 등(57)은 오미자의 성분 중에 간보호 기능이 있어 손상된 간기능의 복구효과가 있는 것으로 보고한 것과 유사한 것으로 오미자가 간기능을 보호함으로써 GPT와 GOT 활성도에 영향을 미친 것으로 보인다.

혈청 중LDH 활성도

혈청 LDH는 해당계 간, 심장, 골격근, 신장 등에 분포하고 심장병, 간질환, 신장질환에서 증가한다(58). 정상 흰쥐의 LDH는 167~1428 U/L이다(55). 오미자 음용수, 카드뮴 용액급여군, 카드뮴 용액과 오미자 음용수 병합 급여에 따른 흰쥐 혈청 중 LDH 활성도는 Table 6과 같다. Lee와 Lee(24)의 오미자물 추출물의 LDH는 대조군에 비하여 증가하는 경향을 나타냈다고 보고하였는데 본 연구결과에서도 CW군에 비하여 OE군의 LDH 활성도가 증가하여 유사한 경향을보였다. 또한 Cd 투여군이 비투여군보다 LDH 활성도가 유의하게 높았으나 Cd 투여와 함께 오미자 추출물 첨가한 군에서 Cd 투여군보다 LDH 활성도가 낮았다.

요 약

카드뮴에 중독된 흰쥐에 대한 오미자 추출물의 해독 효과를 알아 보는 본 연구에서 50 ppm의 카드뮴액과 함께 3% 오미자 추출액을 급여한 흰쥐군(CDOE)의 체중증가량과 사료 섭취 효

율은 50 ppm의 카드뮴액만을 급여한 흰쥐군(CD)의 이들 측정 값과 비교할 때 유의한 차이는 없었다. 그러나 CDOE군은 CD군과 비교하여 신장내 카드뮴 함량과 GPT 및 LDH 활성도가 유의적으로 감소되었고 신장 무게는 정상흰쥐와 같은 수준으로 회복하였고 GOT 활성도 역시 정상 흰쥐와 같은 수준으로 감소를 보였다. 이로써 오미자는 카드뮴 중독 흰쥐에서 신장 등의 장기내 카드뮴 축적을 감소시켜 카드뮴 중독 작용에 대한 경감 효과를 갖는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 원광보건대학 교내 학술 연구비로 수행 되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Larsson S, Piscator M. 1971. Effect of cadmium on skeletal tissue in normal and calcium-deficient rats. *Isr J Med Sci* 7: 495-512.
- Michael HH, Smith JL. 1981. Effect of vitamin D and low dietary calcium on lead uptake and retention in rats. *J Nutr* 111: 694-701.
- Nordberg M. 1984. General aspects of cadmium: transport, uptake and metabolism by the kidney. *Environ Health Persp* 54: 13-20.
- Shimizu M. 1981. The inhibition of vitamin D-stimulated intestinal Ca transport in rats after continuous oral administration of Cd. *Toxicol Appl Pharmacol* 61: 297-302.
- Page AL, Chang AC. 1986. *Cadmium*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany. p 33-75.
- Kazantzis G. 1979. Renal tubular dysfunction and abnormalities of calcium metabolism in cadmium workers. *Environ Health Perspect* 28: 155-159.
- Morita S. 1984. Defense mechanisms against cadmium toxicity. III Effect of pretreatment with a small oral dose of cadmium on metallothionein synthesis after a large oral dose of cadmium in mice. *Japan J Pharmacol* 35: 153-161.
- Schroeder HA, Nason AP, Prior RE, Reed JB, Haessler WT. 1968. Influence of cadmium in renal ischemic hypertension in rats. *Am J Physiol* 214: 469-474.
- Perry HM Jr, Yunice A. 1965. Acute pressor of intra-arterial cadmium and mercuric ions in anesthetized rats. *Proc Soc Exp Bio Med* 120: 805-808.
- Axelsson B, Piscator M. 1966. Renal damage after prolonged exposure to cadmium. An experimental study. *Arch Environ Health* 12: 360-373.
- Kim JS. 1995. *New Chinese medicine*. You sung publishing Co., Seoul. p 265-266.
- Hikino H, Kios Y, Takuchi H, Ikeya Y. 1984. Validity of the oriental medicines 60. Liver protective drugs. II. Antihepatotoxic action of lignoids from *S. chinensis* fruits. *Planta Med* 50: 213-216.
- Nishiyama N, Chu PJ, Saito H. 1996. An herbal prescription, S-113m, consisting of biota, ginseng and schizandra, improves learning performance in senescence accelerated mouse. *Biol Pharm Bull* 19: 388-393.
- Hsieh MT, Tasi ML, Peng WH, Wu CR. 1999. Effects of fructus schizandrae on cycloheximide-induced amnesia in rats. *Phytother Res* 13: 256-257.
- Yang HC, Lee JM, Song KB. 1982. Anthocyanins in cultured omija (*Schizandra chinensis baillon*) and its stability. *Agric Chem Biotechnol* 25: 35-43.

16. Kim KI, Nam KH, Kwon TW. 1973. On the proximate composition, organic acids anthocyanins of omija, *Schizandra chinensis* baillon. *Korean J Food Sci Technol* 5: 178-185.
17. Lee JS, Lee MK, Lee SW. 1989. A study on the general components and minerals in parts of omija (*Schizandra chinensis* baillon). *Korean J Dietary Culture* 4: 173-176.
18. Lee JS, Lee SW. 1989. A study on the compositions of free sugars, lipids, and nonvolatile organic acids in parts of omija (*Schizandra chinensis baillon*). *Korean J Dietary Culture* 4: 177-179.
19. Lee JS, Lee SW. 1989. A Study on the compositions of the total amino acids and free amino acids in parts of omija (*Schizandra chinensis baillon*). *Korean J Dietary Culture* 4: 181-189.
20. Oh SL, Kim SS, Min BY, Chung DH. 1990. Compositions of free sugars, free amino acids, non-volatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M, *A acutiloba* K., *S. chinensis* B. and *A. sessiliflorum* S. *Korean J Food Sci Technol* 22: 76-81.
21. Lee JS, Lee SW. 1994. The studies of components of *Schizandra chinensis* baillon. *Agric Chem Biotechnol* 37: 30-36.
22. Kim OC, Jang HJ. 1994. Volatile components of *Schizandra chinensis* baillon. *Agric Chem Biotechnol* 37: 40-46.
23. Ock ES. 1995. Effects of *Schizandra chinensis* extracts in hyperlipidemic rats. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 658-662.
24. Lee JS, Lee SW. 1989. Effects of water extract of the parts of omija (*Schizandra chinensis baillon*) on metabolism in normal rats. *Korean J Dietary Culture* 4: 253-256.
25. Lee JS, Lee SW. 1990. Effects of water extracts in fruits of omija (*Schizandra chinensis baillon*) on alcohol metabolism. *Korean J Dietary Culture* 5: 259-263.
26. Lee JS, Lee SW. 1990. Effects of water extract in fruits of omija (*Schizandra chinensis baillon*) alloxan-induced diabetic rats. *Korean J Dietary Culture* 5: 265-268.
27. Lee JS, Lee SW. 1990. Effects of water extract in fruit of omija (*Schizandra chinensis baillon*) on CCl₄ toxicity. *Korean J Dietary Culture* 5: 253-257.
28. Lee JW, Choi JH, Kang SM. 1992. Screening of medical plants having hepatoprotective activity effect with primary cultured hepatocytes intoxicated using carbon tetrachloride toxicity. *Kor J Pharmacogn* 23: 268-275.
29. Matsuzaki Y, Matsuzaki T, Ono H, Koguchi S, Takeda S, Furo S, Aburada M, Hosoya E, Oyama T. 1991. Study on the metabolic fate of gomisin A (TJN-101). II. Absorption and excretion in CCl₄ treated rats. *Yakugaku Zasshi* 111: 531-537.
30. Jang EH, Pyo YH, Ahn MS. 1996. Antioxidant effect of omija (*Schizandra chinensis baillon*) extracts. *Korean J Soc Food Sci* 12: 372-376.
31. Kim HG, Kim YU, Do JR, Lee YC, Lee BY. 1996. Antioxidative activity and chinese baillon extracts. *Korean J Soc Food Sci* 12: 372-376.
32. Park, UY, Chung DS, Cho HR. 1992. Screening of antimicrobial activity for medical herb extracts. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 91-96.
33. Lee SH, Lim YS. 1997. Antimicrobial effects of *Schizandra chinensis* extract against *Listeria monocytogenes*. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 25: 442-447.
34. Lee SH, Lim YS. 1997. Effect of omija (*Schizandra chinensis baillon*) extract on the growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 25: 224-228.
35. Lee SH. 1997. The antimicrobial activity and mechanism of the omija (*Schizandra chinensis baillon*) extracts. *PhD Thesis*. Chung Ang University, Korea.
36. Yoon YH, Rhee SJ. 1994. Effects of Korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the antioxidative detoxification in rat poisoned with cadmium. *Korean J Nutrition* 27: 1007-1017.
37. Choi SI, Lee SR, Lee JH. 1994. Effect of green tea beverage on the removal of cadmium and lead by metabranee filtration. *Korean J Food Sci Technol* 26: 740-744.
38. Kim MJ, Rhee SJ. 1994. Effects of Korean green tea, oolong tea and black tea beverage on the removal of cadmium in rat. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 784-791.
39. Lee SR, Lee JH, Choi SI. 1993. Effects of green tea beverage for the removal of heavy metal. Proceeding of the 2nd international symposium on green tea. p 77-87.
40. Lee HY, Kim MK. 1988. Effects of dietary cadmium and protein levels on the body protein metabolism and cadmium toxicity in growing rats. *Korean J Nutr* 21: 410-420.
41. Ganje JJ, Page AL. 1976. Rapid acid dissolution of plant tissue for cadmium determination by atomic absorption spectrophotometry. *At Absorpt Newsl* 131: 108-110.
42. Reitman S, Frankel S. 1957. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Amer J Clin Phthol* 28: 56-60.
43. Ginsberg AL. 1970. Very high levels of SGOT and LDH in patients with extrahepatic biliary tract obstruction. *J Amer Dig Dis* 15: 803-805.
44. Bardwill C, Chang C. 1963. Serum lactic dehydrogenase, leucine amino peptidase and 5-nucleotidase activities, observations in patients with carcinoma of the pancreas and metastatic disease. *J Canad Med Ass* 89: 755-800.
45. Wróblewski F, LaDue JS. 1955. Lactic dehydrogenase activity in blood. *Proc Soc Exper Biol Med* 90: 210-215.
46. Amador EL, Dorfman E, Wacker WE. 1963. Serum lactic dehydrogenase activity an analytical assessment of current assays. *Clin Chem* 9: 391-399.
47. Steel RG, Torrie IH. 1980. Principles procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York.
48. Choi JH. 2001. Effects of green tea catechin on cadmium accumulation in chronic cadmium poisoned rats. *The Korean Nutrition Society* 34: 384-392.
49. Juhlshamn K, Utne F, Bracckan OR. 1977. Interactions of cadmium with copper, zinc and iron in different organs and tissues of the rat. *Acta Pharmacol Toxicol* 41: 515-524.
50. Kim HJ, Bae KH, Lee HJ, Eun JB, Kim MK. 1999. Effect of hesperidin extracted from tangerine peel on Cd and lipid metabolism, and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutrition* 32: 137-149.
51. Jacobs EE, Tacob M, Scandi DR, Bradley LB. 1956. Uncoupling of oxidative phosphorylation by cadmium ion. *J Biol Chem* 223: 147-155.
52. Cousins RJ, Barber AK, Trout JR. 1973. Cadmium toxicity in growing swine. *J Nutr* 96: 103-110.
53. Torrason M, Foulkes EC. 1984. Interaction between calcium and cadmium in the 1,25-dihydroxy vitamin D₃ stimulated rat duodenum. *Toxicol Appl Pharmacol* 75: 98-110.
54. Isabella M, Gerard L, Pascale C, Odile S, Nicole P, Pierre B, Pierre C, Josiane C. 1993. Antioxidant and iron-chelating activities of the flavonoids catechin, quercetin and diosmetin on iron-loaded rat hepatocyte cultures. *Biochem Pharmacol* 45: 13-19.
55. Bergmeyer HM. 1995. *Methods of enzymatic analysis verlag chemic*. Academic press, Weinheim. p 20-28.
56. Zhu M, Yeung RY, Li RC. 1999. Evaluation of the protective effects of *Schizandra chinensis* on phase I drug metabolism using a CCl₄ intoxication model. *J Ethnopharmacol* 67: 61-68.
57. Ip SP, Che CT, Ko KH. 1998. Structure activity relationship of schizandrins in enhancing liver mitochondrial glutathione status in CCl₄-poisoned mice. *Chung Kuo Yao Li Hsueh Pao* 19: 313-316.
58. Davies P, Maloney AFJ. 1976. Selective loss of cholinergic neurons in Alzheimer's disease. *Lancet* 2: 1403-1407.