

청미래 덩굴 뿌리 추출물 투여가 실험동물의 체내 중금속 함량에 미치는 영향

강혜숙 · 유한춘* · 최유리 · 김후경 · 조선미 · †윤병재
(주)에이치씨바이오텍, *전라남도 산림자원연구소

Effect of *Smilax china* L. Rhizome Extract on Heavy Metal Contents in Rats

Hye-Sook Kang, Han-Choon You*, Yuri Choi, Hoo-Kyung Kim, Seon-Mi Jo
and †Byung-Jae Yoon

Research Center of HC Biotech Co., Ltd., Jangheung 534-729, Korea.
*Jeonnam Forest Resources Research Institute, Naju 520-833, Korea

Abstract

Smilax china L. rhizome extract(SCE), called ‘Tobokreung’ in Korean traditional medicine was investigated the influence on heavy metal contents(particularly Pb, Cd, As, and Hg) in Sprague-Dawley rats for 3 weeks. The test groups were divided into 4 group, normal, control, and SCE feeding groups, SC1(13 mg/kg) and SC2(26 mg/kg), respectively. The three group except normal group, were fed heavy metal such as Pb, Cd, As, and Hg. Body weight gain and the weight of target organs (liver and kidney) were determined and had not shown significant differences. Pb, Cd, and As contents in the kidney of SCE feeding groups were tended to decrease after 3 weeks, and SC2 group showed remarkably decrease of them. In the liver, the 3 heavy metal contents except Cd of SC2 group, were decreased rather than that of control group. Pb contents in the serum and the hair of the SC2 group showed significantly decreasing. All the taken together, we investigated the effect of SCE on the 4 heavy metal contents in rats for 3 weeks, and found out that more dosage of SCE made lower heavy metal contents *in vivo*, for the first time.

Key words: *Smilax china* rhizome, heavy metal excretion, *in vivo* test, Pb, Cd

서 론

산업화 사회에서 발생하는 납, 카드뮴 등의 중금속 오염은 날로 증가하고 있으며, 이들의 체내 반감기는 14~30년이므로 나이가 들어갈수록 축적량은 증가될 수밖에 없는 상황이다. 납은 호흡기계와 소화기계, 피부 등 여러 경로를 통해 체내로 흡수되며, 그 중 약 90%가 뼈에 축적되며, 간, 신장, 췌장, 폐 등에 축적된다(Sheehan 등 1991). 납 중독시에는 체중 감소, 빈혈, 식욕 부진, 변비, 신경계통이나 간과 신장의 손상이 유발되며, 면역력이 감소된다. 소아의 경우 납 중독에 의해 내분

비계 기능 저하와 중추신경계의 이상이 보고되고 있다(Corpas & Antonio 1998).

카드뮴(Cd)의 경우에 신장, 폐 및 간장에 축적되며, 분변으로 배출되고, 신장 기능에 이상이 있을 경우에 뇨중 배출량이 급격해지며, 체모나 타액 유즙으로도 배출되는 것으로 알려져 있다(Kim 등 2002). 체내의 중독 증상을 완화하기 위해 calcium disodium ethylenediamine tetra acetic acid(CaNa₂EDTA), sodim 2,3-dimercaptopropane 1-sulfonate(DMPS), 또는 meso 2,3-dimercaptosuccinic acid(DMSA)를 이용하는 chelation therapy 도 알려져 있으며, 최근에는 생물자원을 이용한 방법들이 논

† Corresponding author: Byung-Jae Yoon, Research Center of HC Biotech Co., Ltd., Jangheung 534-729, Korea. Tel: +82-61-864-8647, Fax: +82- 61-864-8648, E-mail: ybj6633@hanmail.net

의되고 있다(Flora 등 2008; 2010).

청미래 덩굴(*Smilax china* L.)은 한국, 일본, 중국, 필리핀 및 인도차이나 등의 지역에 분포하며, 우리나라 대부분의 산야에 서식하는 백합과(Liliaceae)에 속하는 낙엽성 식물로서, 중국이나 우리나라에서는 오래 전부터 흉년이 든 경우 구황식품으로 대응하였다고 알려져 왔다(Choi YS 2008). 청미래 덩굴은 지역에 따라 명갑나무, 매발톱가시, 참열매덩굴, 종가시 덩굴 등 다양하게 불려지고 있으며, 원예분야에서는 명개나무 또는 망개나무로 잘 알려져 있다. 청미래 덩굴 잎은 예로부터 민간에서 어린잎을 나물로 식용하거나, 큰 잎은 여름철에 떡을 보존하는 천연식품 보존제로 사용하였고, 청미래 덩굴 뿌리는 토복령이라고 하며, 그 약효에 대해서 북한의 <동의학사전>에는 “맛은 습습하고 성질은 평하다. 위경, 간경에 작용한다. 열을 내리고 습을 없애며 독을 풀다. 뼈마디가 아픈데, 매독, 연주창, 헌데, 약창, 수은 중독 등에 쓴다.”고 되어있다(최진규 2001). 주성분으로는 parillin, smilacin 등의 saponin이 보고되고 있으며 뿌리에서 분리된 배당체 ophiopogonin과 접액성 물질이 많이 포함되어 있어 인체의 면역 증진과 각종 세균의 감염으로부터 장기를 보호하는데 중요한 역할을 한다고 알려지고 있으며, 중금속 중독에 대한 해독 작용에 효과적이라고 알려져 있다(Kim TJ 2009). 청미래 덩굴 잎의 항균 효과(Choi HY 2004)와 뿌리 추출물의 항산화 효과(Song 등 2006)가 보고된 바 있으며, 청미래 덩굴 뿌리에서 분리된 kaempferol-7-O- β -D-glucoside의 HeLa cell에 대한 항암 효과(Li 등 2007)등이 보고되어 있다. 청미래 덩굴 추출물의 크롬에 의한 세포독성에 대한 보호 효과(Oh YL 2011)가 보고된 바 있으나, 중금속 배출능에 대한 *in vivo* 실험은 없으며, 한방과 민방에서 알려진 효능이 과학적인 증거가 미약한 상태이므로 본 연구를 통하여 생체 내에서 중금속 제거능을 알아보고자 실험동물을 대상으로 납(Pb), 카드뮴(Cd), 비소(As) 및 수은(Hg)을 포함하는 중금속 식이와 청미래 덩굴 뿌리 추출물을 제공함으로써 중금속 배출 효능을 알아보고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험동물 및 사료

실험동물은 체중 150±15 g의 4주령 Sprague-Dawley 계(♂) 흰쥐를 실험 전 1주일간 일정한 환경 (23±2°C, RH 60±5%)에서 적응시킨 후 난괴법에 의해 4그룹으로 나누었다. 정상군(Normal)은 중금속을 투여하지 않고 기본 식이와 증류수만 공급한 그룹이며, 대조군(Control)은 기본식이에 중금속을 투여한 그룹이며, SC1군은 중금속을 투여하며 추가로 청미래 덩굴 뿌리 추출물(*Smilax china* extract; SCE)을 13 mg/kg을 공

급한 그룹이며, SC2군은 중금속을 투여하고 청미래 덩굴 뿌리 추출물을 26 mg/kg을 공급한 그룹으로 나누었다. 각 군은 5마리씩 나누어 3주간 사육하였다. 모든 실험군은 물과 식이를 자유롭게 섭취하도록 하였으며, 중금속의 체내 보유율을 측정하기 위하여 매일 일정한 시간에 Pb와 Cd은 30 ppm씩, As과 Hg은 15 ppm을 각각 2 ml씩 존대로 경구 투여하였다. 이때 사용한 물병, 식이그릇 및 cage 등 모든 기구는 중금속의 오염을 방지하기 위해 0.4%-EDTA용액으로 세척한 다음 탈이온수로 행구어 건조시킨 후 사용하였다.

2. 장기 및 혈액 등 샘플 채취

식이와 식수섭취량, 체중은 전 실험기간을 통하여 매주 일정한 시간에 측정하였으며, 실험동물을 ethylether로 마취시킨 후 등 상부쪽 털을 채취하고, 대동맥에서 혈액을 채취하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 혈청을 실험에 사용하였다. 그 후 동물을 해부하여 간, 신장을 적출하여 생리 식염수로 세척하여 물기 제거 후 무게를 측정하여 -80°C에서 분석할 때까지 냉동 보관하였다. 노 및 번의 채취는 희생하기 하루 전, metabolic cage에 옮기고 하루 동안 채취하여 각각 냉동 보관하였다. 노의 경우는 7,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 분석시료로 하였다.

3. 중금속 함량 측정

중금속 함량 시험은 AOAC(1990) 방법에 준하여 측정하였으며, 중금속 표준용액은 AccuTrace Reference Standard, Plasma emission standard 1 mg/ml 표준용액을 희석하여 사용하였으며, 시료 전처리를 위해서 분석용 반도체급의 질산 및 황산을 사용하였다. 표준분석시료는 각각 일정량의 표준 중금속(납, 카드뮴, 수은: 10 ppm, 비소: 20 ppm)을 첨가한 후 microwave unit을 이용하여 시료를 분해시켰다. 실온으로 식힌 후 내부 표준용액 10 ppm을 표준시료 및 샘플에 0.1 g 씩을 첨가하여 분석시료로 하였다. 전처리를 거친 시료는 ICP(Inductively coupled plasma optical emission spectrometer; Perkin Elmer DV2100, Germany)를 측정하여 검정 곡선을 작성한 후 분석하였다. ICP 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Instrumental parameters for ICP

RF power	1,350 W
Sample uptake rate	1.0 ml/min
Plasma argon flow	14.8 l/min
Auxiliary argon flow	0.84 l/min
Nebulizer	Concentric nebulizer
Nebulizer argon flow	0.9 l/min
Number of replicates	3

4. 청미래 덩굴 뿌리 추출물 제조

청미래 덩굴 뿌리는 2010년 10월 전라남도 일대에서 채취하여 전라남도 산림자원연구소에서 확인 검정 후 사용하였다. 건조한 후 세절한 청미래 덩굴 뿌리 1 kg을 증류수 5L로 70°C에서 24시간 추출 및 여과하여 -30°C에서 72시간 동결 건조하였다. 추출 후 남은 잔사는 산림자원연구소 샘플보관소에 보관되어 있다(No. 20101031). 건조된 추출물을 증류수에 희석하여 동물실험용 시료로 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 체중 증가량

실험동물 발육 상태의 종합 결과인 체중 증가량은 Fig. 1에 나타내었으며, 그림에서 보듯이 중금속을 투여하지 않은 정상군과 중금속을 투여한 실험군들 간에는 유의적인 차이가 없었다. Cd은 열량 대사를 방해하여 성장 저하를 가져오고, Pb은 식욕 감퇴를 유발하여 체중 저하를 가져올 수 있는 것으로 보고되었다(Kwan & Kim 1992; Kim 등 1995; Rho 등 1997; Han 등 2003). Kim 등(2003)등과 Ham-mond 등(2000)의 연구에서 실험동물에게 납을 투여하였을 때 체중이 현저하게 감소하는 것으로 나타나 본 연구와 다른 결과를 보였는데, 이는 중금속 투여기간이 10일 이상 차이가 있었기 때문으로 여겨진다.

2. 표적 장기의 무게

중금속이 주로 축적되는 장기인 간과 신장의 무게를 측정 한 결과, Table 2와 같이 나타났다. 정상군과 중금속대조군 및 SCE 투여군에서 간과 신장의 조직 중량은 유의적 차이를 보이지 않았다. 중금속투여군에서는 장기무게가 약간 증가하는 경향을 보였지만 실험기간이 짧아 크게 영향을 미치지 않았

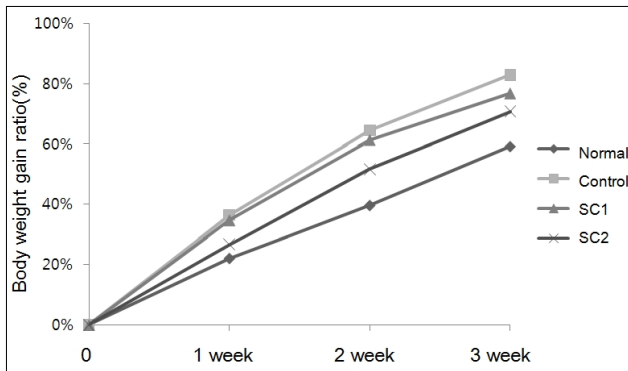


Fig. 1. Body weight gain ratio of experimental animals. This curve showed ratio of body weight gain to initial body weight of the experimental groups. All values are mean±S.D.(n=5).

Table 2. Liver and kidney weights of the experimental animals (Unit: µg/g)

Group	Liver	Kidney
Normal	15.65±1.12	3.50±0.10
Control	16.36±1.26	3.54±0.15
SC1	16.26±2.25	3.81±0.25
SC2	17.05±1.18	3.74±0.24

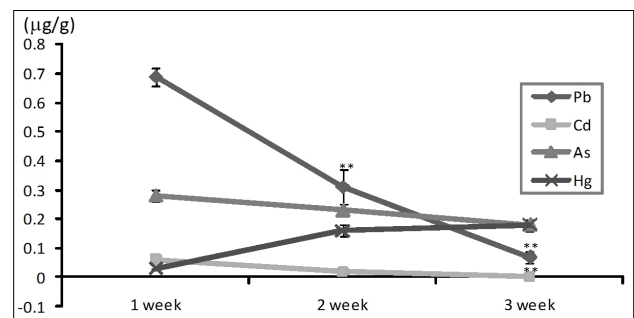
All values are mean±S.D.(n=5).

던 것으로 판단된다. 일반적으로 Cd은 간, 신장 등의 조직에 주로 축적된다고 알려져 있으며, Pb은 신장 비대를 촉진한다고 보고되어 있으나(Suzuki & Yoshida 1979), Choi 등(1994)의 연구에서도 Pb, Cd 투여에 의해 장기무게가 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의적 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 여정원(2004)의 연구에 의하면 90일간의 실험기간 중 30일부터 송어의 간에서 카드뮴의 농도가 유의적으로 증가하였다고($p \leq 0.05$)보고되었다. 본 연구에서 SCE 투여군과 정상군, 대조군을 비교했을 때 간과 신장에 중금속 중독현상으로 인한 간종대나 신장종대 같은 병리학적 증세가 발견되지 않았으며, 무게의 유의성 있는 차이도 보이지 않아 단기간 중금속에 의한 장기무게의 증감은 관찰할 수 없었다.

3. 각 장기 중의 중금속 함량 분석

1) 신장의 중금속 함량

실험용 흰쥐에 중금속과 SCE를 투여하고 3주 동안 신장의 중금속 함량을 측정하였다. 신장에 함유된 중금속 함량은 SCE 투여군인 SC1과 SC2는 비슷한 양상을 나타내었으며, Fig. 2에서 보듯이 SC2 group의 Pb와 Cd, As의 함량이 3주 후 유의성 있게 감소하였으며, 특히 납의 함량이 현저히 감소하는 결



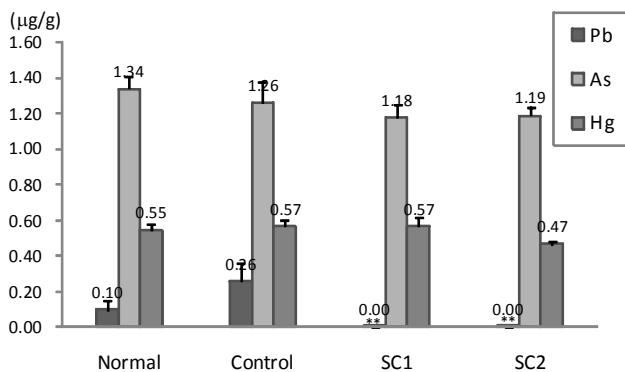
**Significant difference between 1 week and 2 week, 3 week, respectively, with $p \leq 0.01$ (Student's *t* test).

Fig. 2. Heavy metal contents in kidney of SC2 group for 3 weeks. The data showed mean±S.D.(n=5).

과를 볼 수 있었다. Hg 함량의 감소는 관찰되지 않았지만, 중금속의 지속적인 투여에도 불구하고 SCE의 투여에 의해서 수은의 함량이 직접적으로 상승하지 않은 것으로 나타났다. 중금속 투여기간과 함량뿐만 아니라 SCE 투여를 지속한다면 Hg에 대해서도 유의성 있는 결과를 기대할 수 있을 것으로 추정된다. 따라서 SCE 투여로 인해 신장에서 Pb와 Cd, As의 함량이 감소되는 효과를 확인하였다.

2) 간의 중금속 함량

간의 중금속 함량을 분석한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 간에서의 Cd의 함량은 측정되지 않았으며, Pb와 As, Hg의 함량은 대조군과 비교해 SCE 투여군에서 3주 후 중금속의 농도가 감소하는 경향을 보였다. 특히 SC1 그룹과 SC2 그룹에서 Pb의 함량은 유의성 있게 감소되었다($p \leq 0.01$). 정상군의 중금속 함량과 대조군의 중금속 함량이 크게 차이가 나지 않는 것은 본 실험에서 투여한 중금속의 함량에 의해 급성 중독 현상이 나타나지 않았기 때문으로 추정되며, 3주라는 기간 내에 장기에 축적되지는 않은 것으로 판단된다. 그러나 SCE를 투여하였을 때 유의성 있게 납이 감소하는 것은 기존에 함유되어 있던 납 성분을 SCE가 제거한 것으로 추정된다. SCE에서 항암활성이 있는 flavonoid 배당체인 Kaempferol-7-O- β -D-glucoside가 알려져 있으나(Li 등 2007), 그 외에 SCE의 생리활성 성분연구가 미비한 실정이며, 중금속의 체외 배출 기전이나 표적장기에 중금속 축적을 예방하는 기전은 더 연구되어야 할 과제로 남아 있다. 청미래 덩굴 뿌리에 다량 함유되어 있는 tannin, polyphenol, flavonoid 성분이 물리적 흡착에 의해 또는 다른 기전에 의해 체외 배출을 유도하여 간에서 Pb의 함량이 감소된 것(Han 등 2003)이라고 추정할 수 있으며, 본 연구에서는 SCE 투여로 인해 간에서 Pb와 As, Hg의



**Significant difference between Control and SC1, SC2 groups, respectively, with $p \leq 0.01$ (Student's *t* test).

Fig. 3. Heavy metal contents in the liver of experimental rats at the third week. The data showed mean \pm S.D.($n=5$).

함량이 감소되는 효과를 확인하였다.

3) 혈청, 뇨 및 털의 중금속 함량

각 군의 혈청내 중금속 함량을 Table 3에 나타내었다. Pb은 인체에 축적이 되면 체중 감소, 빈혈 등과 같은 중독현상을 일으키게 되는데(Park 등 2005), SC2 군에서는 Pb, Cd 함량이 3주째에 유의성 있게 감소하는 것을 관찰할 수 있었다.

중금속과 SCE 투여에 의한 실험동물의 털에서 카드뮴, 비소, 수은의 함량에 대한 효과는 관찰되지 않았으며, 납의 함량 변화를 Table 4에 나타내었다. 정상군 hair의 Pb 농도가 다소 높은 것은 실험동물의 개체 차이에 의한 것으로 추정되며, SCE의 투여농도가 높을수록, 그리고 시간의 흐름에 따른 효과를 확인할 수 있었다.

실험동물의 뇨와 변에서는 중금속이 검출되지 않아서 자료를 제시하지 않았으며, 중독 증상이 심하면 신부전을 일으켜 뇨량이 현저히 감소하며, 뇨를 통한 중금속 배출이 크게 증가하게 되는데, 3주째에도 소변량의 유의적인 감소를 관찰할 수 없었다. 이는 본 실험에서 투여한 중금속의 함량이 일상적인 생활 속에서도 노출될 수 있는 양으로 산정된 것이기 때문에 3주간의 중금속 투여가 지속되었어도 급성신부전을 일으킬만한 양이 아니었던 것으로 생각된다.

Table 3. Heavy metal contents in serum of the experimental rats at the third week (Unit: $\mu\text{g/g}$)

	Pb	Cd	As	Hg
Normal	0.10 \pm 0.03	0.06 \pm 0.01	0.20 \pm 0.01	N.D. ^{a)}
Control	0.13 \pm 0.08	0.01 \pm 0.01	0.19 \pm 0.03	0.15 \pm 0.02
SC1	0.22 \pm 0.02	0.01 \pm 0.003	0.21 \pm 0.01	0.22 \pm 0.01
SC2	0.07 \pm 0.02**	0.002 \pm 0.00**	0.18 \pm 0.01	0.18 \pm 0.02

All values are mean \pm S.D.($n=5$).

**Significant difference between Control and SC1, SC2 groups, respectively, with $p \leq 0.01$ (Student's *t* test), ^{a)} Not detected.

Table 4. The change of Pb contents in experimental animal's hair during 3 weeks (Unit: $\mu\text{g/g}$)

Group	1 week	2 week	3 week
Normal	0.49 \pm 0.21	1.03 \pm 0.12	0.98 \pm 0.34
Control	0.77 \pm 0.11	1.07 \pm 0.13	0.52 \pm 0.26
SC1	0.99 \pm 0.15	0.95 \pm 0.12	N.D. ^{a)}
SC2	0.95 \pm 0.16	0.33 \pm 0.24**	N.D. ^{a)}

All values are mean \pm S.D.($n=5$).

**Significant difference between Control and SC1, SC2 groups, respectively, with $p \leq 0.01$ (Student's *t* test), ^{a)} Not detected.

4. 중금속에 대한 SCE의 역할

본 연구를 통해 SCE가 체내 중금속 함량에 미치는 영향을 간과 신장, 혈장, 털에서 살펴보았으며, SC2군에서 Pb는 간과 신장, 혈청, 털에서 유의성 있는 함량 감소를 확인하였으며, Cd는 신장과 혈청에서, As는 신장과 간에서, Hg의 경우에 간에서 함량 감소 효과를 나타내었다. 이는 각 중금속에 따라서 표적장기가 다르기 때문이며, SCE의 어떤 성분이 어떤 중금속과 각각 반응하는지에 따라 다른 결과가 나온 것으로 추정된다. 체내로 유입된 이물질은 세포단백질이나 골 기질(bone matrix)에 결합하거나 지방에 용해되며, 이들은 혈액 중의 농도와 균형을 이루게 된다. 따라서 혈중 농도가 높으면 표적기관에 축적이 되고, 반대로 혈중 농도가 낮으면 축적되었던 기관의 이물질이 혈중으로 유리되는 과정을 밟게 된다. 그 이물질의 조직내 축적량이 과도할 때 조직의 손상을 가져오게 되며, 대표적인 예가 납 중독에 의한 신장손상이다 (Widmaier 등 2004). 따라서 추가적인 중금속 배출 기전 연구를 통해 밝혀져야 하겠지만, SCE의 투여로 인해서 Pb와 Cd, As, Hg의 신장 또는 간에서 함유량이 감소한 것은 혈중의 중금속이 SCE의 성분과 결합되어 분자량이 큰 다른 물질로 바뀌게 되면서, 결합되지 않은 유리상태의 중금속 농도가 낮아져 조직내의 중금속이 혈중으로 유리된 것으로 추정된다. 따라서 Table 3에서 보여주듯이 SC1 군에서는 SCE에 의해 조직내의 중금속이 혈중으로 유리되어 혈청 중의 중금속의 농도가 다른 군에 비해 높았고, SC2 군에서는 SC1 군보다 두 배의 SCE가 투여됨에 따라 조직으로부터 유리된 중금속과 결합하는 SCE의 활성성분이 많았기 때문에 혈청중의 중금속 농도가 낮아진 것으로 추정된다. 또한 중금속에 의해서 체내에 산화적 스트레스가 유발되며(Flora 등 2008), 조직의 손상은 발암 기전과도 연관되어 있는 바, SCE의 항산화 효과(Song 등 2006)와 항암 효과(Li 등 2007)는 중금속에 의한 2차적인 피해를 예방해주는 역할도 할 수 있음을 말해주고 있다.

저자 등은 SCE에 의한 중금속의 배출경로 및 기전 등의 확인 및 오차가 적은 데이터를 얻기 위해 실험동물의 개체수를 늘려 장기간에 걸친 연구를 계획하고 있으며, SCE의 성분 연구가 진행 중이다. 중금속의 독성에 대한 *in vivo* 연구로서 여주 추출물을 이용한 급성 납 중독으로 인한 간과 신장의 조직 독성에 관한 보고는 있으나(Lee 등 2009), 청미래 덩굴 뿌리 추출물의 체내 중금속 함량에 대한 효과는 본 연구를 통해 최초로 보고하는 것이다.

최근 들어 기능성 식품의 제형이 다양화되고 있어, 떡이나 젤리 등에도 기능성 추출물을 첨가하고 있으며(Kim 등 2007; 2010), 본 연구의 샘플인 청미래 덩굴도 오래 전부터 식용 및 약용하던 재료로서 여러 가지 유형으로 식품에 응용한다면 기능성 식품산업의 세계화 및 선진화에 기여할 것으로 생각된다.

요 약

한방에서 토복령으로 알려진 청미래 덩굴 뿌리(*Smilax china* L. rhizome) 추출물 투여가 체내 중금속 함량에 미치는 영향을 알아보려고 4주령 SD rat을 대상으로 중금속을 투여하지 않은 정상군, 중금속(Pb, Cd, As, Hg) 투여한 대조군 및 청미래 덩굴 뿌리 추출물(SCE)을 체중 kg당 13 mg(SC1)과 26 mg(SC2)씩 투여한 군으로 나누어 3주간 사육하였다. 체중 증가나 표적 장기의 무게는 실험군들 간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 신장에서의 중금속 축적량은 대조군에 비하여 SCE 투여군에서 3주 후 농도가 감소하는 경향을 보였고, 특히 SC2군에서 유의성 있는 감소를 보였다. 간에서는 대조군과 비교해 SCE 투여군에서 Cd를 제외하고 3주 후 농도가 감소하는 경향을 보였다. 혈청의 경우 SC2군에서 Pb와 Cd의 유의적인 감소가 나타났다. 털에서 중금속 함량을 비교한 결과, SC2군에서 Pb의 함량이 현저하게 감소한 것으로 나타났다. 본 연구에서 체내의 중금속 축적 장기인 간과 신장 그리고 혈액 및 털에서 Pb와 Cd, As, Hg의 함량을 측정하였으며, SCE 투여량이 증가할수록 그 함량이 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 전라남도 산림자원연구소와 (주)에이치씨바이오텍의 공동연구로 수행되었으며 연구수행이 이루어지도록 도움을 주신 분들께 감사드립니다.

참고문헌

- 여정원. 2004. 오염된 퇴적물에 노출된 승어, *Mugil cephalus*의 체내 중금속 축적. 인하대학교 대학원 석사학위논문, pp.19-37
- 최진규. 2001. 약이 되는 우리 풀, 꽃, 나무. pp.113-125. 한문화 AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, p237
- Choi HY. 2004. Antimicrobial effect of ethanol extract of *Smilax china* leaf. *Korean J Sanitation* 19:22-30
- Choi SI, Lee JH, Lee SR. 1994. Effect of green tea beverage for the removal of cadmium and lead by animal experiments. *Korean J Food Sci Technol* 26:745-749
- Choi YS. 2008. The 108 Wild Plants for Drug. Hanam company
- Corpas I, Antonio MT. 1998. Study of alterations produced by cadmium and cadmium/lead administration during gestational and early lactation periods in the reproductive organs of the rat. *Environ Safety* 41:180-188

- Flora SJS, Mittal M, Mehta A. 2008. Heavy metal induced oxidative stress & its possible reversal by chelation therapy. *Indian J Med Res* 128:501-523
- Flora SJS, Pachauri V. 2010. Chelation in metal intoxication. *Int J Environ Res Public Health* 7:2745-2788
- Hammond PB, Minnema DJ, Succop PA. 1993. Reversibility of lead-induced depression of growth. *Toxicol Appl Pharmacol* 123:9-15
- Han JH, Lee WJ, Jo SG, Lee MJ, Jeong MR, Chon JW, Kim UY. 2003. Nutritional characteristics and damage mitigation effects on heavy-metals exposure of Peking-duck by-product extracts added with medicinal herbs (II) damage mitigation effects on heavy-metals exposure of peking-duck by-product extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 13:293-304
- Kim AJ, Shin SM, Jung JS. 2010. Quality characteristics of sulgidduk added with black ginseng extracts. *Korean J Food & Nutr* 23:386-391
- Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park HY, Lee GS. 2007. An investigation the preparation and physicochemical properties of oddi jelly using mulberry fruit powder. *Korean J Food & Nutr* 20:27-33
- Kim DJ, Cho SY, Kim MJ. 2003. Effect of Korean traditional teas on plasma and hepatic lipid levels in lead-administered rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:263-268
- Kim SJ, Baek SH, Heo JW, Kim US, Lee JD, Kang GW, Park SH, Han JH, Jeong SY, Lee SH. 2002. Effect of *Cassia tora* L. powder added-diets on the accumulation of cadmium in rat. *J East Asian Soc Dietary Life* 12:554-565
- Kim TJ. 2009. Korean Plant Edition. Yearim Company, Seoul
- Kim US, Lee CH, Kim SJ, Lee JD, Moon KH, Baek SH. 1995. Effect of the *Aloe arborescens* added-diet on the cadmium toxicity in rat. *Korean J Food Sci Technol* 27:555-563
- Kwan OR, Kim MK. 1992. The effect of dietary protein and calcium levels on metallothionein and histopathological changes during cadmium intoxication in rats. *Korean J Nutr* 25:360-378
- Lee HH, Cheong MJ, Huh J, Song SY, Boo HO. 2009. Effects of *Momordica charantia* L. water extracts on the rat liver and kidney with acute toxicated by lead. *Korean J Microscopy* 39:355-363
- Li YL, Gan GP, Zhang HZ, Wu HZ, Li CL, Huang YP, Liu YW, Liu JW. 2007. A flavonoid glycoside isolated from *Smilax china* L. rhizome *in vitro* anticancer effects on human cancer cell lines. *J Ethnopharm* 113:115-124
- Oh YL. 2011. Protective effect of *Smilax china* L. extract on the cytotoxicity induced by chromium of environmental pollutant. *J Korean Soc People Plants Environ* 14:29-34
- Park SH, Shin EH, Park SJ, Han JH. 2005. Effect of Peking-duck by-product extracts supplemented with medicinal herbs on serum heavy metal levels and blood parameters of rats exposed to lead and mercury. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:476-483
- Rho JH, Han CK, Lee LH, Chung YK. 1997. Effect of pork as protein on cadmium toxicity in rats. *Korean J Anim Sci* 39: 605-616
- Sheehan JE, Pitot HC, Kasper CB. 1991. Transcriptional regulation and localization of the tissue-specific induction of epoxide hydrolase by lead acetate in rat kidney. *J Biol Chem* 266: 5122-5127
- Song HS, Park YH, Jung SH, Kim DP, Jung YH, Lee MK, Moon KY. 2006. Antioxidant activity of extracts from *Smilax china* root. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1133-1138
- Suzuki T, Yoshida A. 1979. Effect of dietary supplementation of iron and ascorbic acid on lead toxicity in rats. *J Nutr* 109:982-989
- Widmaier EP, Raff H, Strang KT. 2004. Defence mechanisms of the body. Vander, Sherman, Luciano's human physiology. The Mechanisms of Body Function. 9th ed. pp 736-737. McGraw-Hill

접 수 : 2011년 5월 17일
 최종수정 : 2011년 6월 23일
 채 택 : 2011년 6월 26일