

## 한약재에 함유된 광물성이물과 중금속의 분포 및 수세효과

김동규<sup>1,2</sup> · 김경식<sup>1</sup> · 이성득<sup>1</sup> · 조성애<sup>1</sup> · 이현경<sup>1</sup> · 정선옥<sup>1</sup> · 정 권<sup>1</sup> · 박승국<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>서울시 보건환경연구원, <sup>2</sup>경희대학교 생명과학대학

## Distribution of Foreign Mineral Materials and Heavy Metals Contained in Herbal Medicines, and Effect of Washing

Dong-gyu Kim<sup>1,2</sup>, Kyung-sik Kim<sup>1</sup>, Sung-deuk Lee<sup>1</sup>, Sung-ae Jo<sup>1</sup>, Hyun-Kyoung Lee<sup>1</sup>,  
Sun-ok Jung<sup>1</sup>, Kweon Jung<sup>1</sup> and Seung-kook Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment,  
Yongmeori 2 gil 18, Gwacheon-si, Gyeonggi-do 427-070, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources,  
Kyung Hee University, Yongin-Si, Gyeonggi-do 446-701, Korea

**Abstract** – This study was conducted to investigate the content of foreign mineral materials and heavy metals (Pb, As, Cd, Hg) contained in commercial herbal medicines (1504 samples) classified by parts used, and the effect of removing heavy metals by washing treatment (take 50 g of the sample and put 1000 ml of distilled water, shake it gently by hand for 1 min). The 5% trimmed means of acid-insoluble ash value (%) were as follows; above ground parts (0.76) and underground parts (0.52). Those of the total amount of individual heavy metals value (mg/kg) were as follows; caulis (1.33), flos (1.23), herba (0.91), cortex (0.76), rhizoma (0.73), radix (0.67), semen (0.44) and fructus (0.39). Acid-insoluble ash content was correlated with Pb in herbal medicines of underground parts ( $r=0.446$ ) ( $p<0.01$ ). After washing, the removal rate of heavy metals contained in 6 radix herbal medicines shows 33-13% respectively.

**Key words** – Herbal medicines, Heavy metals, Mineral, Acid-insoluble ash, Washing treatment

약용작물은 전통적으로 치료의 목적으로 약재로 이용되었으나, 최근에는 건강에 대한 관심의 증가와 화학제품에 대한 경각심으로 색소, 화장품, 사료 등의 산업에도 사용되면서 재배면적과 생산량이 많아지고 있다. 그러나 인체에 미치는 약용작물의 부정적 영향에 관한 보고도 또한 증가하고 있다. 세계보건기구는 이러한 부작용의 주요원인으로 원료약재에 대한 관리가 부적절하여 품질이 떨어지는 제품이 유통되는 것이 원인이라고 하였다.<sup>1-3)</sup> 한약의 품질관리는 작물의 내부요인(유전적)과 외부요인(환경, 채취방법, 재배, 수확, 가공처리, 수송, 저장)을 복합적으로 고려하여, 작물의 성질과 약리작용을 보존 증강하고 유효성 안전성이 있는 제품을 확보하는 것이다. 품질검사에는 정상, 회분, 산불용성회분, 건조감량, 함량, 순도, 확인시험의 규격시험과 중금속, 잔류농약, 이산화황, 곰팡이독소, 벤조피렌의 유해성검사가

있다. 회분은 식물에 생리적으로 함유하고 있는 무기염류 및 가공과정에서 채취 및 가공과정에서 혼입되는 이물 등을 확인하며, 산불용성회분은 염류, 진초류, 종자류 등의 조직 내에 규산염의 형태로 존재하거나 또는 외부에서 미세한 토사 등의 혼입에서 유래되는 것으로 생약의 품질에 중요하다. 중금속은 인체에 유해한 유해중금속의 함유량을 분석한다.<sup>4,6)</sup> 유통한약재의 안전성에 영향을 미치는 중금속은 오염된 환경에서 약용작물로 이행 후 한약재에 축적되는 경우와 채취 수확 및 가공과정에서 품질관리기준을 준수하지 않아 오염된 토사 등의 이물이 혼입되는 경우이다.<sup>7)</sup> 식품의약품안전처에서는 환경오염 및 수입한약재의 증가로 인한 내분비계 장애물질로 보고된 납, 비소, 카드뮴, 수은에 대하여 허용기준을 설정하여 관리하고 있다.<sup>8,9)</sup> 현재까지 한약재의 중금속에 관련한 연구는 개별품목에 대한 모니터링 및 위해성평가 대부분으로,<sup>10-13)</sup> 한약재의 제조과정에서 오염된 광물성이물의 혼입에 따른 중금속의 증가에 관련 보고는 없는 것 같다.

\*교신저자(E-mail): skpark@khu.ac.kr  
(Tel): +82-31-201-2655

본 연구에서는 서울지역에서 유통되는 한약재에 함유된 약용작물의 채취 및 제조과정에서 혼입된 이물 등을 확인하는 회분, 산불용성회분과 중금속의 함량 및 이들의 관계를 약용부위에 따라 조사하였다. 아울러 자연상태에서 재배되는 약용작물에는 광물성이물이 혼입될 수 있는데, 이들의 혼입 가능성이 높다고 보고된 뿌리부위 한약재<sup>14,15)</sup>에 대하여 가장 경제적이고 간단한 수세에 따른 중금속 제거효과를 조사하였다.

## 재료 및 방법

**한약재료** - 서울시 동대문구 약령시장에서 유통되는 한약재를 포장단위로 구매한 시료는 본 연구원 관능검사위원으

로 위촉된 중앙약사심의위원회의 동국대학교 한의과대학 이제현교수와 서울대학교 약학대학 지형준명예교수가 대한민국약전<sup>8)</sup> 및 대한민국약전의규격집<sup>9)</sup>의 정상 기준에 따른 기원, 약용부위, 형상, 이물혼입, 명칭 오류 등을 감정하였다. 약용작물에 대한 명칭과 분류는 약재의 성질과 효능을 파악하는데 중요한 자료가 되며 형태, 산지, 효능, 색채, 약용부위 등으로 분류할 수 있다.<sup>16)</sup> 본 연구에서는 1504건(84 품목)의 시료를 약용부위에 따라 줄기, 표피, 꽃, 과일, 씨, 잎의 지상부위 539건(40 품목)과 뿌리, 뿌리줄기의 지하부위 965건(44품목)로 각각 분류하였다(Table I). 모든 시료는 규격품이고 포장상태가 양호하였고, 증류수로 세척한 분쇄기(DA-280, DaeSung, Seoul, Korea)에서 포장단위로 분쇄 후 50호(300 μm)체로 쳐서 기밀용기에 넣고, 본 검사소 냉

**Table I.** List of the herbal medicines used for monitorings

Parts used	N(n) <sup>1)</sup>	Latin name (number of sample)
Above ground parts	40(539)	
- Caulis	2(18)	Bambusae Caulis In Taeniam (4), Lonicerae Folium et Caulis (14)
- Cortex	4(107)	Eucommiae Cortex (21), Mori Cortex (45), Moutan Cortex (30), Phellodendri Cortex (11)
- Flos	5(57)	Chrysanthemi Flos (20), Farfarae Flos (8), Magnoliae Flos (7), Schizonepetae Spika (18), Syzygii Flos (4)
- Fructus	11(109)	Alpiniae Oxyphyllae fructus (6), Amomi Fructus (10), Citrii Unshius Pericarpium Immaturus (30), Cnidii Fructus (4), Foeniculi Fructus (3), Hordei Fructus Germinatus (12), Kochiae Fructus (3), Ponciri Fructus Immaturus (29), Terminaliae Fructus (4), Vitis Fructus (4), Xanthii Fructus (4)
- Semen	7(86)	Myristicae Semen (3), Cuscutae Semen (11), Dolichoris Semen (5), Plantaginis Semen (23), Psoraleae Semen (10), Raphani Semen (23), Thujae Semen (11)
- Herba	11(162)	Agastachis Herba (17), Artemisiae Argyi Folium (5), Artemisiae Capillaris Herba (21), Cistanchis Herba (3), Ephedrae Herba (30), Epimedii Herba (7), Geranii Herba (1), Leonuri Herba (13), Menthae Herba (25), Perillae Folium (29), Taraxaci Herba (11)
Underground parts	44(965)	
- Radix	27(616)	Achyranthis Radix (36), Adenophorae Radix (19), Angelicae Dahuricae Radix (24), Angelicae Decursivae Radix (16), Angelicae Tenuissimae Radix (13), Araliae Continentalis Radix (54), Astragali Radix (49), Bupleuri Radix (30), Clematidis Radix (12), Codonopsis Pilosulae Radix (13), Cynanchi Wilfordii Radix (22), Gentianae scabrae Radix et Rhizoma (4), Glehniae Radix (15), Glycyrrhizae Radix et Rhizoma (56), Morindae Radix (6), Osterici Radix (41), Paeoniae Radix (60), Peucedani Radix (12), Polygoni Cuspidati Radix (3), Polygoni multiflori Radix (6), Rehmanniae Radix Preparata (43), Rhei Radix et Rhizoma (11), Sanguisorbae Radix (3), Saposhnikoviae Radix (13), Scrophulariae Radix (14), Scutellariae Radix (34), Sophorae Radix (7)
- Rhizoma	17(349)	Acori Gramineri Rhizoma (23), Alismatis Rhizoma (41), Anemarrhenae Rhizoma (17), Arisaematis Rhizoma (11), Asiasari Radix et Rhizoma (6), Atractylodis Rhizoma Alba (22), Atractylodis Rhizoma (13), Cimicifugae Rhizoma (22), Cnidii Rhizoma (54), Coptidis Rhizoma (20), Curcumae Longae Rhizoma (11), Cyperi Rhizoma (51), Dioscoreae Rhizoma (36), Gastrodiae Rhizoma (7), Pinelliae Tuber (5), Smilacis Rhizoma (3), Sparganii Rhizoma (7)
Total	84(1504)	

<sup>1)</sup>Number of items (Total number of analyzed samples)

장고에 보관하며 실험하였다.

**회분, 산불용성회분** - 회분은 무게를 알고 있는 도가니에 시료 2 g을 넣고 가열 후 550°C에서 약 4 hr 이상 강열하고 식힌 후 무게를 함량(%)으로 하였다. 산불용성회분은 회화한 도가니에 10% 염산 25 ml를 넣고 5 min 가온 후 정량용 여과지(No. 5A, Toyo, Japan)으로 여과하고 잔류물은 뜨거운 증류수로 씻은 뒤 건조, 회화하여 함량(%)을 계산하였다.

**중금속** - 납, 비소, 카드뮴의 분석에는 극초단파시료전처리장치(MARS 5 Version 194A01, CEM, NC, USA)을 이용하였다. 분해용기에 시료 0.5 g을 정밀하게 넣고 질산(70%, Electronic grade, DongWoo, Seoul, Korea) 12 ml가하여 가스를 방출하고 밀폐 후 1200 W에서 15 min, 190°C까지 상승시키고 15 min 분해하였다. 이를 실온까지 식힌 후 탈기하고, PE재질의 플라스크에 증류수제조장치(MQ Gradient, Millipore, MA, USA)에서 제조한 증류수(18.2 MΩ)를 넣어 여과하여 50 g으로 희석하여 시험액을 제조하였다. 분석은 Octapole reaction system(ORS)이 부착된 ICP-MS(Agilent 7500ce, Agilent, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, 검량선은 multi-element calibration standard 2A(8500-6940, 10 µg/mg, Agilent, Tokyo, USA)을 시험용액과 비슷한 농도의 표준용액으로 작성하였으며, 시험액과 공시험액을 함께 분석하여 함량(mg/kg)을 구하였다. 그리고 기기상태 및 외부오염으로 인한 분석오차는 표준시험방법서(SOP)에 따라 일정시료의 분석주기마다 표준용액(10, 100 µg/kg)으로 확인하였다. 수은의 분석은 시료 50 smg을 정밀하게 달아 수은분석기(Model MA-2, Nippon, Japan)를 사용하여 가열기화금아말 감법으로 253.7 nm에서 분석하였다. 검량선은 원자분광분석용 수은 표준용액(25828-1B, 1,000 mg/kg, kanto, Japan)을 0.001% L-cysteine(98%, Sigma, St. Louis, USA)으로 조제하여 사용하였고, 첨가제는 HG-MHT, HG-BHT(Nippon, Japan)을 사용하였다. 무기성분들을 동시에 분석하기 위한 분해효율 및 측정감도를 비교하는 방법으로 표준인증물질을 이용하였다. 인증물질은 Institute of Standard and Technology의 Peach Leaves(1547)를 분석시료와 동일한 조

건에서 3개 이상의 시료를 분석하여 시험결과를 토대로 각 원소의 회수율, 표준편차 그리고 변동계수를 구하였다. 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)는 반응의 표준편차와 건량선의 기울기에 근거하는 방법에 따라 표준용액을 5회 반복 측정하여 평균값으로 검량 y를 작성하여 다음의 식에 따라 계산하였다. 표준시료는 서울시보건환경연구원 강북농수산 물검사소에 보관되어있다.

$$LOD=3.3 \times \sigma/S, LOQ=10 \times \sigma/S \quad (\sigma: \text{반응의 표준편차, S: 검량선의 기울기})$$

**수세처리** - 수세 1; 시료 50 g과 증류수 1000 ml를 깨끗한 PE재질의 용기에 넣고 손으로 1 min 진탕 후 채로 걸러서 건조기(50°C)에서 24 hr 건조하였다. 수세 2; 수세 1을 3회 반복하였다.

$$\text{중금속 제거율}(\%) = [(\text{수세 전 중금속} - \text{수세 후 중금속}) / \text{수세 전 중금속}] \times 100$$

**통계분석** - SPSS 통계프로그램(version 12.0 KO, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 약용부위에 따른 5% 절삭평균(trimmed mean), 상자도표(box plot) 그리고 상관계수 구하였고, 이들 값은 ANOVA 분석 후 Duncan's test ( $p < 0.05$ )을 실시하여 유의성을 검증하였다.

### 결과 및 고찰

**회수율 검정** - 표준인증물질을 이용하여 측정한 회수율은 (%) 납 90.8, 비소 100.5, 97.3, 수은 96.1이었다. 납, 비소, 카드뮴의 검량선은 0.5-100 µg/kg 농도에서 R<sup>2</sup>는 0.9992-0.9999으로, 수은은 0.5-20 µg/kg에서 0.9994로 양호한 직선성을 보였다. 또한 납, 비소, 카드뮴, 수은의 검출한계는 0.036, 0.011, 0.020, 0.009 µg/kg, 정량한계는 0.108, 0.034, 0.064, 0.026 µg/kg으로 이는 고시에 따른 식물성 생약의 개별중금속 기준보다 훨씬 낮은 값으로 분석결과에 타당성이 있었다(Table II).

**Table II.** Certified concentration of constituent elements (NIST 1547, Peach leaves)

Elements	Certified (mg/kg)	Measured (mg/kg) <sup>1)</sup>	Recovery (%)	C.V. <sup>3)</sup> (%)	LOD <sup>4)</sup> (ug/kg)	LOQ (ug/kg)	R <sup>2</sup>
	Mean±SD	Mean±SD <sup>2)</sup>					
Pb	0.87±0.03	0.79±0.02	90.8	6.3	0.036	0.108	0.9992
As	0.060±0.018	0.060±0.003	100.5	5.0	0.011	0.034	0.9995
Cd	0.026±0.003	0.025±0.001	97.3	4.0	0.020	0.064	0.9999
Hg	0.031±0.007	0.030±0.001	96.1	3.3	0.009	0.026	0.9994

<sup>1)</sup>Measured ICP/MS and mercury analyzer

<sup>2)</sup>Mean values obtained from three measurements

<sup>3)</sup>Coefficient of variation = (standard deviation/mean value)×100 (n=3)

<sup>4)</sup>Limit of detection (LOD) = 3.3×σ/S, Limit of quantitation (LOQ) = 10×σ/S(σ: the mean standard deviation, S: the individual slope)

**약용부위별 함량** - 회분, 산불용성회분, 중금속의 함량은 극단적인 결과값의 영향을 줄이기 위하여 양쪽에서 5%씩 제거한 절삭평균을, 이들의 분포는 변수를 통계량으로 보여주는 상자도표를 이용하였다. 회분, 산불용성회분의 함량(%)은 지상부위(6.31, 0.76)가 지하부위(4.43, 0.52)보다 많았고, 상자도표에서 이들의 범위도 지상부위가 지하부위보다 넓었다(Table III, Fig. 1). 특히 표피(6.53, 1.02), 잎(8.70, 0.83)에서 많았다. 즉 약용작물의 수확 및 가공과정에서 선별되지 않은 이물의 혼입될 가능성이 지상부위 한약재에서 높

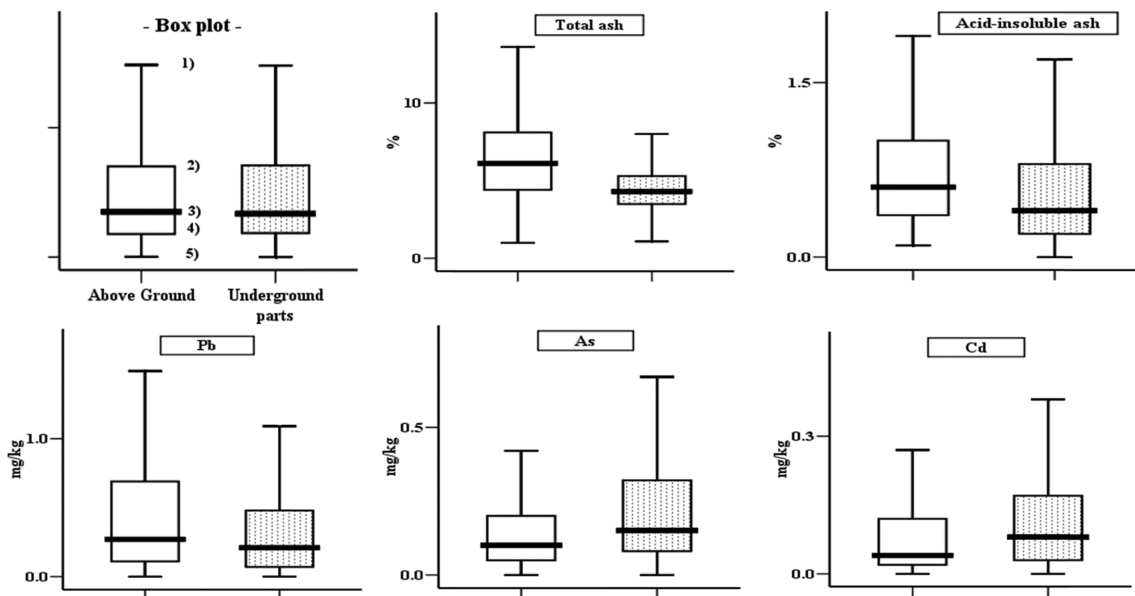
은 것으로 생각한다. 김 등<sup>17)</sup>은 산불용성회분에 대한 개별 기준을 초과 가능성이 있는 약재에는 지상부위의 목적, 구맥, 포공영, 몰약이라고 보고하였고, 박 등<sup>18)</sup>은 자연상태에서 재배되는 약용작물은 물로 세척하면 한약재료에 함유된 광물성이물은 감소하나, 유효성분이 추출되어 빠져나가지 않도록 짧은 시간에 끝내야 한다고 하였다. 전체시료에서 중금속 함량(mg/kg)은 납 0.39, 비소 0.20, 카드뮴 0.09, 수은 0.008으로 납의 검출이 높았다(Table III). 약용부위에 따른 중금속들의 함량을 더한 값은 줄기에서 높았고 꽃, 잎,

**Table III.** The 5% trimmed mean<sup>1)</sup> of total ash, acid-insoluble ash and heavy metals contents in herbal medicines

Parts used	n <sup>2)</sup>	Total ash (%)	Acid-insoluble ash (%)	Heavy metals (mg/kg)			
				Pb	As	Cd	Hg
Above ground parts	539	6.31	0.76	0.48	0.14	0.07	0.009
- Caulis	18	3.42	0.44	0.95	0.16	0.21	0.012
- Cortex	107	6.53	1.02	0.51	0.18	0.06	0.010
- Flos	57	5.51	0.74	0.89	0.25	0.08	0.013
- Fructus	109	4.99	0.62	0.28	0.08	0.02	0.004
- Semen	86	4.72	0.68	0.21	0.11	0.11	0.005
- Herba	162	8.70	0.83	0.63	0.17	0.10	0.014
Underground parts	965	4.43	0.52	0.34	0.23	0.10	0.007
- Radix	616	4.53	0.59	0.34	0.24	0.08	0.007
- Rhizoma	349	4.25	0.39	0.34	0.21	0.17	0.007
Total	1504	5.05	0.59	0.39	0.20	0.09	0.008

<sup>1)</sup>The mean computed by excluding the 5% largest and 5% smallest values from the sample

<sup>2)</sup>Number of analyzed samples



**Fig. 1.** The box plots of total ash, acid-insoluble ash and heavy metals by the parts used, Box plot: 1) Maximum (Greatest value), 2) Upper quartile (25% of data greater than this value), 3) Median, 4) Lower quartile (25% of data less than this value), 5) Minimum (Least value).

**Table IV.** Correlation coefficients among total ash, acid-insoluble ash and heavy metals content

Parts used	n <sup>1)</sup>	Acid-insoluble ash				
		Total ash	Pb	As	Cd	Hg
Above ground parts	539	0.553**	0.228**	0.267**	NS	NS
- Caulis	18	NS	NS	0.594**	NS	NS
- Cortex	107	NS	0.473**	NS	0.478**	NS
- Flos	57	0.330*	NS	NS	NS	NS
- Fructus	109	0.523**	NS	NS	NS	NS
- Semen	86	0.347**	NS	NS	0.227**	NS
- Herba	162	0.837**	0.202**	0.468**	NS	NS
Underground parts	965	0.546**	0.446**	0.226**	0.099**	NS
- Radix	616	0.561**	0.509**	0.230**	0.223**	NS
- Rhizoma	349	0.536**	0.167**	0.186**	0.127*	NS
Total	1504	0.569**	0.312**	0.183**	NS	NS

\*\**p*<0.01, \**p*<0.05, respectively NS; Not significant

<sup>1)</sup>Number of analyzed samples

표피, 뿌리줄기, 뿌리, 씨, 과일 순이었다. 정 등<sup>19)</sup>의 연구에서는 줄기 > 잎 > 꽃 > 표피 > 뿌리 > 뿌리줄기 > 열매 > 버섯 > 씨 순으로, 공통적으로 지상부위의 꽃, 잎, 줄기, 표피에서 중금속 함량이 많았고, 토양과 직접 접촉하지 않는 과일, 씨에서는 낮았다. 납의 경우, 지상부위는 0.48으로 지하부위 0.34 보다 함량의 분포가 넓었다(Fig. 1). 정 등<sup>19)</sup>은 지상부위 한약재에서 납 허용기준 5 mg/kg을 초과한 시료가 많았다고 보고하였다. 비소는 지하부위 0.23으로 지상부위 0.14보다 많았고, 허용기준 3 mg/kg을 초과하는 시료는 없었다. 카드뮴은 지하부위 0.10으로 지상부위 0.07보다 많았고, 특히 줄기 0.21, 뿌리줄기 0.17에서 높았다. 수은의 검출함량은 0.007-0.014으로 모든 약용부위에서 낮았고, 허용기준 0.2 mg/kg을 초과한 시료는 없었다. 이는 김 등<sup>20)</sup>의 연구 결과와 같았다. 산불용성회분, 회분, 중금속의 상관관계는 Table IV와 같았다. 산불용성회분과 회분은 상관관계(*r*=0.569)가 있었고, 특히 잎(*r*=0.837)에서 높았으나, 줄기,

**Table V.** Correlation coefficients among lead, arsenic, cadmium and mercury in herbal medicines

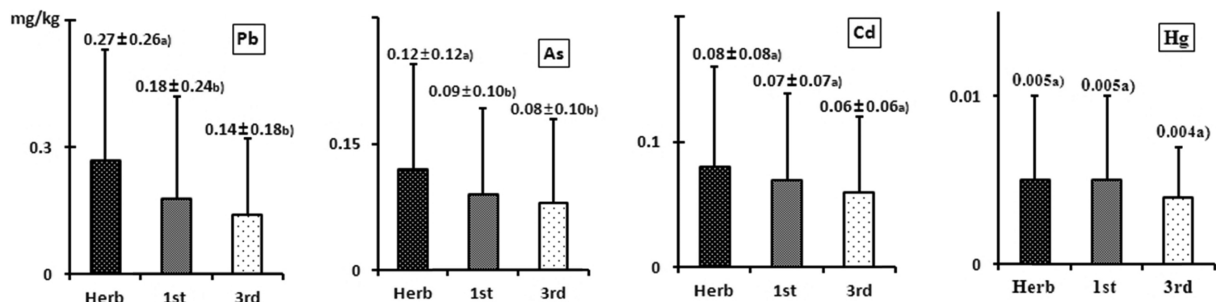
	n <sup>1)</sup>	Pb	As	Cd	Hg
Pb	1504	1.000			
As	1504	0.312**	1.000		
Cd	1504	0.283**	0.117**	1.000	
Hg	1504	0.236**	0.325**	0.101**	1.000

\*\**p*<0.01, respectively

<sup>1)</sup>Number of analyzed samples

표피에서는 관련성이 없었다(*p*<0.01). 전체시료에서 산불용성회분은 중금속들 중 납과 상관관계(*r*=0.312)가 있었고, 비소, 카드뮴, 수은과는 관련성이 없었다(*p*<0.01). 특히 지하부위 한약재에서 상관관계가 있었다(*r*=0.446). 그리고 중금속들 상호간에는 상관관계가 있었다(*p*<0.01) (Table V).

**수세효과** - 한방처방에 많이 사용되는 지하부위의 당귀,



**Fig. 2.** Comparison of content of heavy metals in herbal medicines before and after washing treatment, 1) The same lower case letters (a-c) in the same column are not significantly different at *p*<0.05, 2) 1<sup>st</sup> washing; take 50 g of the sample and put 1 L of distilled water, shake it gently by hand for 1 min, 3<sup>rd</sup> washing; repeated 1<sup>st</sup> washing three times, 3) Dry the washed sample in a drying machine (50°C) for 24 hours

**Table VI.** The content<sup>1)</sup> of heavy metals and loss on drying in herbal medicines before and after washing treatment

Herbal medicines (Korean name)	n <sup>2)</sup>	Washing <sup>3)</sup>	Heavy metals (mg/kg)				Loss on drying <sup>4)</sup> (%)
			Pb	As	Cd	Hg	
Angelicae Gigantis Radix (당귀)	15		0.31±0.08 <sup>c</sup>	0.12±0.05 <sup>b</sup>	0.19±0.09 <sup>b</sup>	0.004±0.002 <sup>a</sup>	2.2±0.6 <sup>a</sup>
		1 <sup>st</sup>	0.19±0.07 <sup>b</sup>	0.08±0.04 <sup>a</sup>	0.16±0.09 <sup>ab</sup>	0.004±0.002 <sup>a</sup>	2.5±0.6 <sup>a</sup>
		3 <sup>rd</sup>	0.13±0.08 <sup>a</sup>	0.05±0.03 <sup>a</sup>	0.12±0.08 <sup>a</sup>	0.004±0.002 <sup>a</sup>	2.7±0.2 <sup>a</sup>
Astragali Radix (황기)	15		0.47±0.55 <sup>a</sup>	0.06±0.03 <sup>b</sup>	0.03±0.01 <sup>b</sup>	0.008±0.008 <sup>a</sup>	4.1±0.8 <sup>a</sup>
		1 <sup>st</sup>	0.32±0.55 <sup>a</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.008±0.010 <sup>a</sup>	3.7±0.8 <sup>a</sup>
		3 <sup>rd</sup>	0.25±0.40 <sup>a</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.004±0.004 <sup>a</sup>	3.9±0.4 <sup>a</sup>
Glycyrrhizae Radix et Rhizoma (감초)	15		0.15±0.16 <sup>a</sup>	0.11±0.06 <sup>b</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	0.002±0.002 <sup>a</sup>	3.5±0.5 <sup>a</sup>
		1 <sup>st</sup>	0.11±0.13 <sup>a</sup>	0.06±0.03 <sup>a</sup>	0.02±0.02 <sup>a</sup>	0.001±0.001 <sup>a</sup>	4.0±1.0 <sup>a</sup>
		3 <sup>rd</sup>	0.08±0.09 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	0.02±0.02 <sup>a</sup>	0.002±0.002 <sup>a</sup>	3.6±0.4 <sup>a</sup>
Paeoniae Radix (작약)	15		0.20±0.10 <sup>b</sup>	0.10±0.04 <sup>b</sup>	0.14±0.08 <sup>a</sup>	0.006±0.004 <sup>a</sup>	5.4±2.6 <sup>a</sup>
		1 <sup>st</sup>	0.13±0.06 <sup>a</sup>	0.07±0.02 <sup>a</sup>	0.11±0.06 <sup>a</sup>	0.006±0.004 <sup>a</sup>	4.4±1.3 <sup>a</sup>
		3 <sup>rd</sup>	0.10±0.05 <sup>a</sup>	0.06±0.02 <sup>a</sup>	0.10±0.06 <sup>a</sup>	0.005±0.002 <sup>a</sup>	4.0±0.9 <sup>a</sup>
Platycodonis Radix (길경)	15		0.22±0.11 <sup>a</sup>	0.05±0.04 <sup>a</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	0.004±0.002 <sup>a</sup>	7.5±3.1 <sup>a</sup>
		1 <sup>st</sup>	0.17±0.07 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	0.004±0.002 <sup>a</sup>	6.7±2.8 <sup>a</sup>
		3 <sup>rd</sup>	0.16±0.06 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	0.004±0.002 <sup>a</sup>	5.5±0.7 <sup>a</sup>
Rehmanniae Radix Preparata (숙지황)	15		0.27±0.13 <sup>b</sup>	0.30±0.21 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.008±0.005 <sup>a</sup>	8.6±0.6 <sup>a</sup>
		1 <sup>st</sup>	0.16±0.12 <sup>a</sup>	0.25±0.17 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.006±0.002 <sup>a</sup>	8.8±0.3 <sup>a</sup>
		3 <sup>rd</sup>	0.12±0.10 <sup>a</sup>	0.23±0.17 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.005±0.003 <sup>a</sup>	9.1±0.7 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>The same lower case letters (a-c) in the same column are not significantly different at  $p<0.05$

<sup>2)</sup>Number of analyzed samples

<sup>3)</sup>1<sup>st</sup> washing; take 50 g of the sample and put 1 L of distilled water, shake it gently by hand for 1 min, 3<sup>rd</sup> washing; repeated 1<sup>st</sup> washing three times

<sup>4)</sup>Dry the washed sample in a drying machine (50°C) for 24 hours

황기, 감초, 작약, 길경, 숙지황에 대하여 수세 1, 수세 2에 따른 중금속의 제거효과를 조사하였다(Table VI). 전체시료에서 원료한약, 수세 1, 2 처리 후 시료 중 중금속 함량은 Fig. 2와 같았다. 납의 함량(mg/kg)은 0.27, 0.18, 0.14, 비소는 0.12, 0.09, 0.08, 카드뮴은 0.08, 0.07, 0.06. 수은은 0.005, 0.005, 0.004으로 차이가 있었으나, 수세 1 과 2 처리 간에는 중금속 함량의 유의적인 차이는 보이지 않았다( $p<0.05$ ). 시료와 수세 1, 2 처리 후 건조 시료 간에는 건조 감량에서 유의적 차이가 없어 중금속 값을 보정하지 않았다( $p<0.05$ ). 즉 뿌리부위 한약재의 경우, 깨끗한 물을 이용하여 1분간 손으로 진탕 처리하는 것으로도 납 33%, 비소 25%, 카드뮴 13%을 제거할 수 있었다(Fig. 2). 한약재에 함유된 중금속을 감소하기 위하여 제조과정에서 세척이 중요하다, 물에 오래 담가두면 유효성분이 추출되어 빠져나가기 때문에 가능한 짧은 시간 안에 끝내야 할 것으로 생각한다.

## 결 론

1504건의 유통한약재에 함유된 광물성이물과 중금속들

(납, 비소, 카드뮴, 수은)의 약용부위에 따른 함량 및 수세처리(시료 50 g과 증류수 1000 ml을 용기에 넣고 1분간 손으로 진탕) 전/후의 중금속의 제거효과를 조사하였다. 산불용성회분의 5% 절삭평균(%)은 지상부위(0.76), 지하부위(0.52)으로 차이가 있었고, 중금속(mg/kg)은 줄기(1.33), 꽃(1.23), 잎(0.91), 표피(0.76), 뿌리줄기(0.73), 뿌리(0.67), 씨(0.44), 과일(0.39)의 순이었다( $p<0.05$ ). 산불용성회분은 중금속들 중 납과 지하부위 한약재에서 상관관계가 있었다( $r=446$ )( $p<0.01$ ). 뿌리부위 한약재에 대한 수세처리 전/후 비교에서, 중금속들은 각각 33-13% 감소하였다. 따라서, 유통한약재의 중금속 저감방안으로 약용작물의 수확 및 한약재 제조 과정에서 오염된 토사가 혼입되지 않도록 주의하며, 특히 뿌리부위 한약재의 경우에는 적절한 수세처리 등 광물성이 물을 제거하는 표준화된 선별공정이 필요하다고 생각한다.

## 사 사

본 연구는 서울시 보건환경연구원 강북농수산물검사소의 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사 드립니다.

## 인용문헌

1. WHO (2003) WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal Plants, 5. WHO Press, Geneva.
2. Chan, K. (2003) Some aspects of toxic contaminations in herbal medicines. *Chemosphere* **23**: 1361-1371.
3. Lee, S. D. and Park, Y. C. (2012) Toxicology for herbal medicine (in Korean), 42. KSI Publishers, Paju.
4. Choi, S. M., Chung, H. J., Yoon, Y. S., Lee, M. Y., Choi, H. S. and Sung, H. J. (2000) Studies on the administration of the quality of herbal medicine. *J. Korean Oriental Med.* **21**: 99-112.
5. Mukherjee, P. K. (2012) Quality control of herbal Drugs, An Approach to evaluation of botanicals, 112. Business Horizon, New Delhi.
6. Ahmad, I., Aqil, F. and Owais, M. (2006) Modern phytomedicine, Turning medicinal plants into drugs, 25. Wiley-VCH, Weinheim.
7. Mukherjee, P. K. (2012) GMP for botanicals, Regulatory and quality issues on phytomedicines, 59. Business Horizon, New Delhi.
8. KFDA (2012) The Korean pharmacopoeia tenth edition. KFDA press, Seoul.
9. KFDA (2012) The Korean herbal pharmacopoeia. KFDA press, Seoul.
10. Wu, J., Tan, Y., Wang, Y. and Xu, R. (2011) Toxic metal contamination in *Artemisia L.* herbal preparation from different commercial sources in China. *J. Nat. Med.* **65**: 656-661.
11. Gomez, M. R., Cerutti, S., Sombra, L. L., Silva, M. F. and Martinez, L. D. (2007) Determination of heavy metals for the quality control in argentinian herbal medicines by ETAAS and ICP-OES. *Food Chem. Toxicol.* **45**: 1060-2064.
12. Saper, R. B., Kales, S. N., Paquin, J., Burns, M. J., Eisenberg, D. M., Davis, R. B. and Phillips, R. S. (2004) Heavy metal content of ayurvedic herbal medicine product. *J.A.M.A.* **292**: 2868-2873.
13. Mukherjee, P. K. (2012) GMP for botanicals, Regulatory and quality issues on phytomedicines, 59. Business Horizon, New Delhi.
14. Kim, D. G., Kim, B. S., Yun, E. S., Kim, J. H., Chae, Y. Z. and Park, S. K. (2013) Statistical quality control of total ash, acid, acid-insoluble ash, loss on drying and hazardous heavy metals contained in the component medicinal herbs of "Ssanghwatang", a widely used oriental formula in Korea. *J. Nat. Med.* **67**: 27-35.
15. Lee, S. H., Choi, H. Y. and Park, C. H. (2003) Determination of heavy metal contents in oriental medical materials and the effect of washing. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **18**: 90-93.
16. Seo, B. I., Lee, J. H., Choi, H. Y., Gwon, D. R. and Bu, Y. M. (2006) Herbal medicines (in Korean), 29. Yeongrimsa publishers, Seoul.
17. Kim, D. G., Kim, B. S., Kim, Y. C., Hwang, Y. O., Chae, Y. Z. and Park, S. K. (2011) Selection of herbal medicines requiring quality control for loss on drying, total ash, and acid-insoluble ash in Korea. *Nat. Prod. Sci.* **17**: 38-44.
18. Park, C. H. and Kang, S. I. (2006) Processing technology of herbal medicines (in Korean), 32. Chengmoongak publishers, Seoul.
19. Jung, S. J., Kang, S. T., Han, C. H., Kim, S. J., Ko, S. K., Kim, Y. H., Kim, Y. K., Kim, B. S. and Choi, B. H. (2010) Survey of heavy metal contents and intake rates after decoction in herbal medicines classified by parts. *J. Fd. Hyg. Safety* **25**: 402-409.
20. Kim, J. W., Choi, H. Y., Cho, J. H., Kim, D. H., Kan, I. H., Shimm, Y. H. and Kim, E. K. (2002) Studies on monitoring hazardous substances of natural medicines (I), Studies on heavy metals of natural medicines in market. *Kor. J. Herbology* **17**: 235.

(2014. 1. 15 접수; 2014. 2. 3 심사; 2014. 3. 17 게재확정)