

공정서 미수재 한약재의 중금속 함량

한약재검사팀

황광호 · 이성득 · 이정숙 · 고숙경 · 김희순
김유경 · 유인실 · 김동윤 · 한기영 · 채영주

Heavy Metal Contents of Herbal Medicines Unregistered in Official Compendiums

Herb Medicine Inspection Team

**Kwang-ho Hwang, Sung-deuk Lee, Jung-sook Lee, Sook-kyung Ko,
Hee-soon Kim, Yoo-kyung Kim, In-sil Yoo, Dong-yoon Kim,
Kee-young Han and Young-zoo Chae**

Abstract

This study was carried out in order to evaluate the content of lead, arsenic, cadmium and mercury in herbal medicines unregistered in official compendiums. Exactly 59 types and 146 items of herbal medicines were treated by microwave digestion method, and heavy metals(lead, arsenic, cadmium) were analyzed by ICP-MS(Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry), and mercury was determined using a Mercury analyzer(MA-2). The range and average content of heavy metals in the herbal medicines were as follows : [Range: (arsenic ND~2.553 mg/kg, cadmium ND~0.352 mg/kg, lead ND~6.128 mg/kg, mercury ND~0.222 mg/kg), Average: (arsenic 0.158 mg/kg, cadmium 0.072 mg/kg, lead 0.773 mg/kg, mercury 0.013 mg/kg)], 6 individual heavy metal standards of herbal medicines were exceeded: *Polygala japonica*(Youngsincho) 6.128 mg/kg(in lead), *Salicornia herbacea* L.1(Hamcho) 0.458 mg/kg(in cadmium), *Salicornia herbacea* L.2(Hamcho) 0.368 mg/kg(in cadmium), *Eucommia ulmoides oliver*(stem of doochung) 0.352 mg/kg(in cadmium), *Chrysanthemum indicum* L.(yagook) 0.330 mg/kg(in cadmium), *Silkworm larvae*(wongamah) 0.308 mg/kg(in mercury)

Key words : ICP-MS, MA-2, Heavy metals, Herbal medicines, Official compendiums

서론

양약과는 달리 한약재는 식물, 동물, 광물의 천연물을 건조, 절단 등 간단한 방법으로 가공하여 그대로 유통되기 때문에 품질관리가 매우 중요하다. 하지만 한의학 분야에서는 동일한 약재명을 사용함에도 불구하고 국가별, 지역별로 기원이 다른 약재를 사용하고 식품으로 사용되는 한약재를 사용하는 등 표준화 되지 못한 부분이 많이 존재하고 있는 실정이다.

이에 국제적으로 통용될 수 있는 규정을 정의하고 사용근거를 확보함은 물론 우리나라 고유의 약재종을 보호하고 국제적으로 인정받을 수 있는 공정서를 제작하는데 국가적으로 많은 노력을 하고 있다. 우리나라의 대표적 한약재 공정서는 “대한약전 및 대한약전의한약(생약)규격집”으로 550여 품목의 방대한 약용자원을 수재하고 있고 특별히 위해요소에 대해서는 “생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법(5)”으로 엄격히 관리하고 있다. 그러나 아직도 서울약령시장 등에서는 공정서에 미수재된 품목이 다량 유통되고 있으며 과학적으로 증명되지 않은 농가에서 재배한 농산물도 입소문을 타고 치료목적으로 약재상에서 판매되고 있다. 또한 수입과정에서도 공정서 미수재품목은 기성한약서를 근거로 수입되어 기준규격 검사없이 관능검사와 위해물질 검사만 실시하고 있다. 2006년에는 미수재품목인 미후도와 원잠아가 부적합 판정을 받았으나 규격기준이 없어 부적합조치에 반발하는 민원이 발생해 국가의약품관리에 상당한 어려움이 발생한 사례가 있다. 따라서 공정서 등재에 의한 분명한 규

격기준 관리가 최선의 방법이라 사료된다.

본 연구에서는 공정서 미수재품목을 중심으로 한약재의 위해요소 중 중요한 부분을 차지하는 유해중금속의 함유량을 조사하고자 한다. 중금속은 대부분 생육과정과 생약의 생육특성에 따라 중금속 함유량이 다르나, 인간의 활동에 의해서도 환경에 배출될 수 있는 오염물질로서 화학적으로는 비중이 4이상으로 이동성이 적어 최초로 오염되는 지역에 머무르는 경향이 강하고, 토양 내에 수년에서 수십 년의 반감기를 가지면서 쉽게 분해되지 않고 축적되는 특성이 있으며 개별유해중금속 중 납, 카드뮴, 비소는 발암물질 또는 발암가능성이 높은 물질로 분류되어 있다(1). 그러므로 한약재 안전성 관리의 사각지대에 있는 미수재품목에 대해 중금속 오염정도를 파악하여 위해성 평가와 향후 공정서 등재 시 기준규격 제정의 기초자료로 활용 하며 납, 비소, 카드뮴, 수은 등 유해중금속에 대한 오염 실태를 모니터링 하여 생약의 안전성을 확보하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

2011년 서울약령시장에서 유통되는 공정서 미수재 한약재 59종 146건을 포장단위로 잘 섞고, 분쇄 후 50호(300 μm)의 체로 쳐서 중말(체 5호~10호)의 상태로 하여 기밀용기에 보존 후 실험에 사용하였고(표 1), 실험한약재를 약용부위별로 정리한 것은 표 2와 같다.

Table 1. Information of herbal medicines unregistered in official compendiums

Korean name	Scientific name	Parts used	Case
교맥	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Semen	2
구기엽	<i>Lycium chinesis miller lycill</i>	Folium	1
국우	<i>Heliantus tuberosus</i>	Radix	1
꾸저뿌	<i>Cudrania tricuspidata</i>	Cortex	1
남사등	<i>Celastrus orbiculatus</i>	Caulis	1
누에	<i>Silkworm</i>	Animal	1
능인	<i>Trapa bispinosa</i>	Fructus	1
닥나무	<i>Broussonetia kazinokii</i>	Lignum	1
달개비	<i>Commelina communis L.</i>	Herba	3

Table 1. (Continued)

대계초	<i>Cirsium maackii</i>	Herba	1
돼지감자	<i>Helianthus tuberosus L.</i>	Radix	1
두충지	<i>Eucommia ulmoides oliver</i>	Ramulus	4
마가목	<i>Sorbus commixta</i>	Lignum	4
명일엽	<i>Angelica utilis makino</i>	Folium	1
목진피	<i>Fraxinus rhtynchophylla hance</i>	Cortex	1
미후등	<i>Actinidia arguta</i>	Caulis	6
복령피	<i>Poria cocos</i>	Cortex	1
사과등	<i>Luffa cylindrica</i>	Caulis	1
산청목	<i>Acer tegmentosum maxim</i>	Lignum	5
삼백초	<i>Saururus chinensis</i>	Herba	8
생강피	<i>Zingiber officinale</i>	Cortex	1
서목태	<i>Rhynchosia volubillis</i>	Semen	1
소백피	<i>Ailanthus altissima</i>	Cortex	4
송엽	<i>Pinus densiflora</i>	Folium	7
송절	<i>Pinus densiflora</i>	Ramulus	2
수우각	<i>Cornu bubali</i>	Animal	1
시엽	<i>Diospyros kaki L.</i>	Folium	6
압척초	<i>Commelina communis</i>	Herba	1
앵도육	<i>Semen pruni</i>	Fructus	5
야관문	<i>Lespedeza cuneata</i>	Herba	6
야교등	<i>Polygonati mutiflori</i>	Caulis	3
야국	<i>Chrysanthemum indicum L.</i>	Flos	1
여주	<i>Momordica charantia</i>	Cortex	1
영신초	<i>Polygala japonica</i>	Herba	1
영실자	<i>Rasa multiflora thunberg</i>	Semen	1
오가피열매	<i>Acanthapanax sessiliflorus</i>	Fructus	2
우각방	<i>Cornu bos tauri</i>	Animal	1
원잠아	<i>Silkworm larvae</i>	Animal	2
월견자	<i>Oenothera odorata</i>	Semen	5
월견초	<i>Oenothera odorata</i>	Herba	1
유자피	<i>Citrus junos</i>	Cortex	1
율피	<i>Castanea crenata</i>	Cortex	1
저두강	<i>Oryza sativa</i>	Testa	3
적양목	<i>Alnus japonica steudal</i>	Lignum	1
정공피	<i>Sorbus commixta</i>	Cortex	3
정향피	<i>Eugenia caryophyllata</i>	Cortex	1
지구목	<i>Hovenia dulcis</i>	Lignum	7
창화근	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	Radix	2
천수근	<i>Harpagophytum procumbens</i>	Radix	1
초석잠	<i>Stachys sieboldii</i>	Animal	1
추자	<i>Juglans regia L.</i>	Cortex	1
취오동	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	Folium	1
치커리	<i>Chicorium intybus</i>	Folium	1
탱자	<i>Poncirus triflojata</i>	Semen	4
포도근	<i>Vitis labrusca</i>	Radix	5
포도등	<i>Vitis labrusca</i>	Caulis	5
함초	<i>Salicornia herbacea L.</i>	Herba	6
해당근	<i>Endothelial dysfunction</i>	Radix	4
화목피	<i>Betulae platyphyllae</i>	Cortex	1
Total	59 Kinds		146 Cases

Table 2. Case of samples according to parts used

	Caulis	Cortex	Flos	Folium	Fructus	Herba	Ligum	Radix	Ramulus	Semen	Testa	Animal	Total
Domestic	16	16	1	17	5	26	18	16	3	13	3	3	137
Imported		1			3	1		1				3	9
Total	16	17	1	17	8	27	18	17	3	13	3	6	146

2. 시험용액 조제 및 중금속 분석

1) Pb, As, Cd 분석을 위한 전처리 및 분석기기

“생약등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법(5)”에 따라 납, 비소와 카드뮴 분석을 위하여 시료 전처리에 Microwave Digestion System (MARS 5 Version 194A01, CEM, North Carolina, USA)을 이용하였다. 시험용액의 조제는 마이크로웨이브 분해 용기에 시료 0.5 g을 정밀하게 달아 넣고 질산(Electronic grade) 12 mL를 가한 후 Hood에서 방치하여 예비분해 후, 용기를 밀폐하고 1,200 W power에서 15분간 200℃까지 상승시킨 후 5분간 온도를 유지하고, 1분간 210℃까지 상승시킨 후 5분간 유지하고 다시 1분간 220℃까지 상승시킨 후 5분간 유지하여 분해하였다. 이를 실온까지 방냉, 탈기하고 용기에 과산화수소(Electronic grade) 1 mL를 가하여 탈색시킨 후 초순수를 가하여 50 mL로 희석하여 시험용액으로 하였다.

Table 3. Operating conditions and data acquisition parameters for ICP-MS

Parameter	Operating conditions
Rf power	1,500 W
Argon gas flow rate	
Plasma	15.0 L/min
Auxiliary	0.27 L/min
Carrier	0.85 L/min
He gas flow rate	2.5 mL/min
Sampling and skimmer cones	Pt
Acquisition parameters	Quantitative
Points/mass	3
Integration time/mass	0.1
Total acquisition time/replicate	7.28
Replicate	3
Total acquisition time/sample	21.84

분석을 위해 Octapole Reaction System(ORS)이 부착된 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer(Agilent 7500ce, Agilent, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 기기분석 조건은 표 3과 같다.

2) Hg 분석기기

수은은 자동시료주입기가 부착된 Mercury analyzer (Model MA-2, Nippon Instruments Co., Japan)를 사용하였다. 시료 50 mg을 정밀히 달아 고온으로 가열 분해하여 수은을 기화시켜 다공성물질의 표면에 금을 코팅한 수은포집기에 포집, 농축하여 측정하는 가열기화금아말감법(Combustion-Gold Amalgamation Method)으로 파장 253.7 nm에서 분석하였으며 기기 분석조건은 표 4와 같다.

Table 4. Operating conditions of mercury analyzer

Parameter	Operating conditions
Mode selector	Standard : 1 Sample : 2
Gas washing bottle	Buffer solution : H ₂ O = 1:1
Flow meter	0.5L/min
Mercury collector H ₃	Preheating at about 160℃
Decomposing furnace H ₂	Heated at about 850℃
Carrier gas	Purified dry air
Heating mode	Two available modes
Heating temperature	600℃
Additive	Standard : unnecessary Sample : M+S+M+B+M*

* M : Sodium carbonate anhydrous : Calcium hydroxide = 1 : 1
B : Aluminium oxide anhydrous
S : Sample

3. 검량선 작성

Pb, As, Cd 표준용액은 ICP-MS용 multi-element standard(10 g/ml, Agilent, USA)를 시료 분해 시와 동일한 농도의 질산 용액(16.8% HNO₃)으로 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10, 20, 50 및 100 µg/kg으로 조제하였고 Hg 표준용액은 Hg 표준원액(1,000 mg/kg, Wako, Japan)을 0.001% L-cysteine 용액(98%, Nacalai Tesque Inc., Kyoto, Japan) 으로 0.5, 1, 2, 5, 10 및 20 µg/kg으로 조제하여 검량선을 작성하였다.

수입 9건)을 대상으로 유해중금속인 비소, 카드뮴, 납, 수은의 평균함유량을 측정한 결과는 표 5와 같았다. 전체 중금속 평균함유량은 비소 0.158 mg/kg, 카드뮴 0.072 mg/kg, 납 0.773 mg/kg, 수은 0.013 mg/kg 이었고 검출범위는 비소 불검출~2.553 mg/kg, 카드뮴 불검출~0.352 mg/kg, 납 불검출~6.128 mg/kg, 수은 불검출~0.222 mg/kg이었다. 한 등(2)의 공정서에 수제된 서울시내 유통 한약재(1,442건)의 평균함유량인 비소 0.100 mg/kg, 카드뮴 0.070 mg/kg, 납 0.414 mg/kg, 수은 0.010 mg/kg 에 비해 모두 높은 수준이었고 특히 납의 경우는 2배에 가까운 수준이었다(그림 1).

결과 및 고찰

1. 미수재한약재 평균 중금속 함유량

본 실험에 사용된 ICP-MS 및 수은분석기를 이용한 비소, 카드뮴, 납, 수은의 검출한계는 0.011, 0.020, 0.089, 0.009 µg/kg 이었고, 정량한계는 0.034, 0.062, 0.272, 0.026 µg/kg 이었다. 비소, 카드뮴, 납의 검량선은 0.5~100 µg/kg의 농도에 서 직선성(r=0.9995~1.0000)을 보였고, 수은은 2.0~20 µg/kg의 농도에서 r=0.9999을 보였다.

공정서 미수재 한약재 59종 146건(국산 137건,

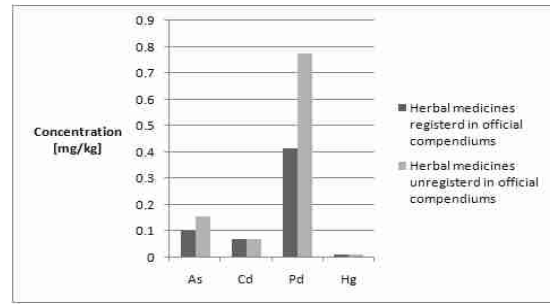


Fig. 1. Comparison of heavy metals according to registered and unregistered in official compendiums.

Table 5. Heavy metal contents in herbal medicines unregistered in official compendiums

NO.	Sample name	Case	As(mg/kg)	Cd(mg/kg)	Pb(mg/kg)	Hg(mg/kg)
1	교맥	2	ND*	0.029	0.021	0.002
2	구기엽	1	2.553	0.262	1.299	0.033
3	국우	1	0.047	0.057	0.125	ND
4	꾸쨌뽕	1	ND	ND	0.080	0.001
5	남사등	1	0.003	0.032	1.060	ND
6	누예	1	0.039	0.006	0.063	0.010
7	능인	1	0.224	0.020	0.208	ND
8	닥나무	1	0.017	0.007	0.110	ND
9	달개비	3	0.192	0.040	1.332	0.006
10	대계초	1	0.094	0.201	1.521	ND
11	돼지감자	1	0.080	0.011	0.062	ND
12	두충지	4	0.021	0.186	1.108	0.004
13	마가목	4	0.032	0.070	0.552	0.008
14	명일엽	1	0.005	0.028	0.228	ND

Table 5. (Continued)

15	목진피	1	ND	0.020	0.363	0.002
16	미후등	6	0.030	0.071	0.628	0.001
17	복령피	1	0.512	0.068	4.333	0.010
18	사과등	1	0.219	0.261	3.711	0.070
19	산청목	5	0.011	0.179	0.846	0.009
20	삼백초	8	0.074	0.016	0.618	0.027
21	생강피	1	0.749	0.154	2.965	0.006
22	서목태	1	ND	0.031	0.146	ND
23	소백피	4	0.024	0.022	0.591	0.005
24	송엽	7	0.104	0.084	1.079	0.025
25	송절	2	0.016	0.114	0.270	0.002
26	수우각	1	0.209	ND	0.302	0.004
27	시엽	6	0.044	0.038	1.093	0.030
28	압척초	1	0.048	0.092	0.628	0.020
29	앵도육	5	0.016	0.010	0.192	0.004
30	야관문	6	0.032	0.034	0.297	0.006
31	야교등	3	0.153	0.043	0.739	0.018
32	야국	1	ND	0.352	0.724	ND
33	여주	1	0.016	ND	0.090	ND
34	영신초	1	1.266	0.240	6.128	0.075
35	영실자	1	0.035	0.009	0.042	ND
36	오가피열매	2	0.037	0.029	0.134	0.001
37	우각방	1	ND	0.005	0.390	0.010
38	원잠아	2	ND	0.026	1.171	0.222
39	월견자	5	0.068	0.038	0.494	0.005
40	월견초	1	0.014	0.049	0.728	0.006
41	유자피	1	0.021	0.009	0.081	ND
42	율피	1	ND	0.024	0.081	ND
43	저두강	3	0.378	0.050	0.127	0.007
44	적양목	1	ND	0.022	0.334	ND
45	정공피	3	0.035	0.082	1.059	0.007
46	정향피	1	1.000	0.058	0.996	0.011
47	지구목	7	0.016	0.015	0.297	0.001
48	창화근	2	0.021	0.010	0.053	ND
49	천수근	1	ND	0.016	0.095	0.008
50	초석잠	1	0.019	0.013	0.364	ND
51	추자	1	ND	0.001	0.106	ND
52	취오동	1	ND	0.020	0.490	ND
53	치커리	1	ND	0.135	0.202	ND
54	탱자	4	0.432	0.017	0.572	0.002
55	포도근	5	0.158	0.067	0.452	0.007
56	포도등	5	0.084	0.080	0.342	0.005
57	합초	6	0.179	0.243	1.158	0.013
58	해당근	4	0.014	0.192	1.477	0.002
59	화목피	1	ND	0.265	0.937	0.109
Mean			0.158	0.072	0.773	0.013

* ND : Not detected.

이는 대한약전 및 규격집에 수재되어 유통되는 한약재에 비해 관리가 소홀하기 때문인 것으로 사료된다. 현재 생약 등의 잔류오염물질 식물성 생약 기준인 비소 3 mg/kg, 카드뮴 0.3 mg/kg, 납 5 mg/kg, 수은 0.2 mg/kg 와 비교했을 때 각각 5.3%, 24%, 15.5%, 6.5% 수준으로 상대적으로 카드뮴의 함량이 기준과 가장 가깝고 나머지는 비교적 낮은 수치였다. 국내 최대 한약재 재배지 중 하나이자 청정지역인 경상북도 풍기지역 토양 중금속 함유량인 비소 0.014 mg/kg, 카드뮴 0.009 mg/kg, 납 0.043 mg/kg, 수은 0.001 mg/kg 과 서울지역 토양 평균 함유량인 비소 6.690 mg/kg, 카드뮴 0.650 mg/kg, 납 38.900 mg/kg, 수은 0.086 mg/kg 과 비교하면 중금속 오염이 상대적으로 심한 쪽에 가까워 더욱 세심한 관리가 요구된다(3, 4).

2. 개별 한약재의 중금속 함유량

식물성 생약 기준 적용 시 전체 146건 중 6건이 기준을 초과하는 것으로 나타났는데 납에서 영신초가 6.128 mg/kg, 카드뮴에서 함초 2건이 각각 0.458 mg/kg, 0.368 mg/kg, 두충지 0.352 mg/kg, 야국 0.330 mg/kg, 수은에서 원잠아가 0.308 mg/kg 이었고 비소기준을 초과하는 품목은 없었다(5). 원잠아는 수컷누에나방을 말린 동물성생약으로 2006년에 수입과정에서 부적합관정을 받은바 있다(6). 전체 기준 초과율 4.1%로 이는 서울지역에서 공정서에 수재되어 유통되는 생약의 기준 초과율 2009년 2.5%, 2010년 1.3%에 비해 훨씬 높은 수치였다(2). 서울약령시장에서 한약재 중금속을 검사를 시작한 2000년대 초에는 기준초과율이 5%대였는데 점점 하락하고 있는 것은 대한약전 및 규격집에 수재된 한약재를 대상으로 생산 및 유통관리가 철저히 이루어지고 있는 반면 공정서 미수재 한약재의 경우는 관리의 사각지대에 있어 아직도 높은 기준초과율을 보이고 있는 것으로 분석된다. 중금속 항목별로 평균함유량을 상위 10 품목씩 살펴보면 비소의 경우 구기나무 잎인 구기엽이 2.55, 영신초 1.266, 정향피 1.000, 생강피 0.749, 복령피 0.512, 탕자 0.432, 저두강 0.378, 능인 0.224, 사과등 0.219, 수우각 0.209 mg/kg

이었고 카드뮴의 경우 야국 0.352, 화목피 0.265, 구기엽 0.262, 사과등 0.261, 함초 0.243, 영신초 0.240, 대계초 0.201, 해당근 0.192, 두충지 0.186, 산청목 0.179 mg/kg 로 나타났으며 납의 경우 영신초 6.128, 복령피 4.333, 사과등 3.711, 생강피 2.965, 대계초 1.521, 해당근 1.477, 달개비 1.332, 구기엽 1.299, 원잠아 1.171, 함초 1.158 mg/kg 이었으며 수은의 경우 원잠아 0.222, 화목피 0.109, 영신초 0.075, 사과등 0.070, 구기엽 0.033, 시엽 0.030, 삼백초 0.027, 송엽 0.025, 압척초 0.020, 야교등 0.018 mg/kg 이었다. 영신초와 포도등은 중금속 전항목에서 높은 함유량 분포를 보였다. 납 과 수은에서 가장 높은 함유량을 나타낸 영신초와 원잠아는 중국산으로 안전한 한약재 보급과 체계적인 품질 관리를 위해 이들 미수재 한약재에 대한 규격 신설이 요구된다.

3. 약용부위별 중금속함량 평가

약용부위별로 비소, 카드뮴, 납, 수은의 함량을 측정된 결과는 표 6과 같았다.

약용부위별 비소의 평균 함유량(mg/kg)은 Testa(0.378), Folium(0.209), Semen(0.162), Cortex(0.147), Herba(0.143), Caulis(0.080), Radix(0.065), Fructus(0.047), Animall(0.044), Lignum(0.017), Ramulus(0.011), Flos(0.000)순이었으며, 카드뮴의 평균 함유량(mg/kg)은 Flos(0.352), Ramulus(0.110), Radix(0.109), Herba(0.092), Caulis(0.078), Folium(0.074), Lignum(0.073), Cortex(0.055), Testa(0.050), Semen(0.027), Fructus(0.016), Animall(0.012)순이었고 납의 평균 함유량(mg/kg)은 Herba(0.988), Folium(0.961), Cortex(0.916), Caulis(0.779), Flos(0.724), Radix(0.698), Animall(0.577), Ramulus(0.555), Lignum(0.498), Semen(0.384), Fructus(0.179), Testa(0.127)순으로 나타났다. 수은은 동물성한약재가 0.078 mg/kg로 비교적 높았으며 나머지 식물성 생약은 함유량이 낮았다. 중금속별로 가장 높은 검출범위를 나타낸 약용부위를 살펴보면 비소는 Folium에서 불검출~2.553 mg/kg, 카드뮴은 Herba에서 0.035~0.458 mg/kg, 납 또한

Table 6. heavy metal contents in herbal medicines unregistered in official compendiums(mg/kg)

Part	Number	Heavy metal	Min	Max	Mean	SD
Caulis	16	As	ND*	0.370	0.080	0.116
		Cd	ND	0.261	0.078	0.059
		Pb	ND	3.711	0.779	0.881
		Hg	ND	0.070	0.010	0.018
Cortex	17	As	ND	1.000	0.147	0.294
		Cd	ND	0.265	0.055	0.066
		Pb	0.080	4.333	0.916	1.093
		Hg	ND	0.109	0.011	0.025
Flos	1	As	ND	ND	ND	0.000
		Cd	0.352	0.352	0.352	0.000
		Pb	0.724	0.724	0.724	0.000
		Hg	ND	ND	ND	0.000
Folium	17	As	ND	2.553	0.209	0.590
		Cd	ND	0.262	0.074	0.064
		Pb	0.202	2.167	0.961	0.499
		Hg	ND	0.049	0.023	0.015
Fructus	8	As	ND	0.224	0.047	0.070
		Cd	0.001	0.035	0.016	0.010
		Pb	0.043	0.394	0.179	0.102
		Hg	ND	0.014	0.002	0.004
Herba	27	As	ND	1.266	0.143	0.243
		Cd	0.008	0.458	0.092	0.113
		Pb	ND	6.128	0.988	1.141
		Hg	ND	0.093	0.017	0.021
Lignum	18	As	ND	0.070	0.017	0.018
		Cd	ND	0.255	0.073	0.079
		Pb	0.096	1.208	0.498	0.359
		Hg	ND	0.034	0.005	0.008
Radix	17	As	ND	0.586	0.065	0.135
		Cd	ND	0.330	0.109	0.103
		Pb	ND	3.716	0.698	0.911
		Hg	ND	0.015	0.004	0.005
Ramulus	3	As	ND	0.022	0.011	0.009
		Cd	0.025	0.204	0.110	0.074
		Pb	0.245	1.127	0.555	0.404
		Hg	ND	0.003	0.004	0.001
Semen	13	As	ND	1.665	0.162	0.440
		Cd	ND	0.060	0.027	0.018
		Pb	ND	2.105	0.384	0.676
		Hg	ND	0.010	0.002	0.005
Testa	3	As	ND	0.683	0.378	0.283
		Cd	ND	0.089	0.050	0.035
		Pb	0.071	0.227	0.127	0.072
		Hg	ND	0.012	0.007	0.005
Animall	6	As	ND	0.209	0.044	0.075
		Cd	ND	0.047	0.012	0.016
		Pb	0.063	2.135	0.577	0.705
		Hg	ND	0.308	0.078	0.113

* ND : Not detected.

Herba에서 0.227~6.128 mg/kg, 그리고 수은은 Animall에서 불검출~0.308 mg/kg으로 분석되었다.

이는 중금속의 함량이 잎, 줄기, 꽃과 같은 지상부가 지하부보다 유의적인 수준에서 높았고, 기준을 초과한 시료도 지상부에서 더 많았다. 이는 개체들의 생리작용에 따라 중금속이 뿌리쪽보다는 지상부인 잎, 줄기, 꽃에 축적되는 것이 원인인 것으로 생각된다. 이는 정 등(7) 약용부위별 중금속 합계 평균함량인 줄기류 2.046 mg/kg 잎류 1.886 mg/kg, 화류 1.116 mg/kg, 표피류 1.377 mg/kg, 뿌리류 1.165 mg/kg, 뿌리줄기류 1.116 mg/kg 와 비슷한 결과를 나타내었다. 카드뮴은 약용부위에서 일정량 고르게 검출되었고 비소와 납은 검출범위가 넓으며 수은의 경우 전체 평균과 범위가 매우 낮은 수준을 보였다.

결 론

서울약령시장에서 유통되고 있는 공정서 미수재 한약재 중 비소, 카드뮴, 납, 수은 등 유해중금속에 대한 오염실태를 조사한 결과는 다음과 같았다.

1. 공정서 미수제한약재 146건의 중금속별 검출량은 비소 0.158 mg/kg, 카드뮴 0.072 mg/kg, 납 0.773 mg/kg, 수은 0.013 mg/kg 이었고 검출범위는 비소 불검출~2.553 mg/kg, 카드뮴 불검출~0.352 mg/kg, 납 불검출~6.128 mg/kg, 수은 불검출~0.222 mg/kg이었다.
2. 식물성생약기준 적용 시 전체 146건 중 6건이 기준을 초과하는 것으로 나타났는데 납에서 영신초가 6.128 mg/kg, 카드뮴에서 함초 2건이 각각 0.458 mg/kg, 0.368 mg/kg, 두충지 0.352 mg/kg, 야국 0.330 mg/kg, 수은에서 원잠아가 0.308 mg/kg 이었고 비소기준을 초과하는 품목은 없었다.
3. 약용부위별 비소의 평균 함유량(mg/kg)은 Testa(0.378), Folium(0.209), Semen(0.162), Cortex(0.147), Herba(0.143), Caulis(0.080), Radix(0.065), Fructus(0.047), Animall

(0.044), Lignum(0.017), Ramulus(0.011), Flos(0.000)순이었으며, 카드뮴의 평균 함유량(mg/kg)은 Flos(0.352), Ramulus(0.110), Radix(0.109), Herba(0.092), Caulis(0.078), Folium(0.074), Lignum(0.073), Cortex(0.055), Testa(0.050), Semen(0.027), Fructus(0.016), Animall(0.012)순이었고 납의 평균 함유량(mg/kg)은 Herba(0.988), Folium(0.961), Cortex(0.916), Caulis(0.779), Flos(0.724), Radix(0.698), Animall(0.577), Ramulus(0.555), Lignum(0.498), Semen(0.384), Fructus(0.179), Testa(0.127) 순으로 나타났다. 수은은 동물성한약재가 0.078 mg/kg로 비교적 높았으며 나머지 식물성 생약은 함유량이 낮았다.

공정서수재 한약재에 비해 중금속 오염량이 많은 것으로 조사되 안전한 한약재 보급과 체계적인 품질 관리를 위해 이들 미수재 한약재에 대한 규격 기준 신설이 요구된다.

참고문헌

1. Kim JS, Hwang SW, Kim JM and Ma JY : Monitoring research for heavy metals as endocrine disruptors in herbal medicines and Ssangwha-Tang. Korean J. of Oriental Medicine, 6:117~122, 2000.
2. 한창호, 황광호, 김유경, 고숙경, 김수진, 김희순, 김동윤, 한기영, 최병현, 김민영 : ICP-MS 및 MA-2에 의한 생약 중의 유해중금속 함유량 분석(2010), 서울시보건환경연구원보, 46:51~70, 2010.
3. 박문기, 김정호 : 경북지역 인삼 재배 환경 중 중금속의 잔류(2006), 한국환경과학회지 제 15권(제2호), p163~167, 2006.
4. 서광석, 김장열, 하광태, 최낙경, 정혜령, 조기찬, 윤중섭, 엄석원 : 서울시 토양의 중금속 분포 특성(2010), 서울시보건환경연구원보, 46:125~133, 2010.

5. 식품의약품안전청 고시 제2010-75호, 생약 등의 중금속 기준 및 시험방법
6. Lee YS, Choi JG, Kang OH and Kwon DY : Origin and description study for Herba Plantaginis unregistered in official documents(2009). Journal of Oriental Pharmacy, 2(1):25~31, 2009.
7. 정삼주, 강성태, 한창호, 김수진, 고숙경, 김윤희, 김유경, 김복순, 최병현 : 한약재의 약용부위별 중금속 함량 및 탕 액에서의 이행률 조사, 한국식품위생안전성학회지 25(4):402~409, 2010.