

# 不同产地中药材及其栽培土壤中重金属含量比较研究

魏春雁<sup>1</sup>, 刘笑笑<sup>1</sup>, 宋志峰<sup>1</sup>, 陈冠宁<sup>2</sup>

(1. 吉林省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 长春 130033; 2. 吉林省中医中药研究院, 长春 130021)

**摘要:**采用微波消解/ICP-MS法和高压罐消解/AAS法对吉林省安图、汪清、抚松、靖宇和集安5个产地种植的五味子、人参、西洋参、桔梗和龙胆草5种中药材及其栽培土壤中As、Hg、Pb、Cd、Cr进行测定。结果表明,5个产地5种中药材中As、Hg、Pb、Cd均未超出国家限量标准,5个产地栽培5种中药材土壤中As、Hg、Pb、Cd、Cr均未超出国家限量标准。从富集系数方面分析,桔梗对Cd富集能力较强。

**关键词:**中药材; 重金属; 不同产地; 土壤

中图分类号: S567

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)04-0039-05

## Comparison of Heavy Metal Contents in Chinese Herbal Medicine and Their Cultivated Soils from Different Habitats

WEI Chunyan<sup>1</sup>, LIU Xiaoxiao<sup>1</sup>, SONG Zhifeng<sup>1</sup>, CHEN Guanning<sup>2</sup>

(1. *Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033*; 2. *Jilin Academy of Traditional Chinese Medicine, Changchun 130021, China*)

**Abstract:** Using microwave digestion/ICP-MS method and high-pressure tank digestion/AAS method, Hg, Pb, Cd and Cr of 5 kinds of Chinese herbal medicine, i.e., Schisandra, ginseng and American ginseng, Platycodon grandiflorum and gentian and soils cultivated them in Jilin Province (Antu, Fusong, Wang Qing, Jingyu and Ji'an) were determined. The results showed that As, Hg, Pb and Cd in 5 kinds of Chinese herbal medicines in the 5 habitats were not beyond the national limit standard. The As, Hg, Pb and Cd of soil cultivated 5 kinds of Chinese herbal medicine were not exceeded the national standard. For the enrichment factor analysis, Cd enrichment ability of Platycodon grandiflorum was stronger.

**Key words:** Chinese herbal medicine; Heavy metal; Different producing area; Soil

重金属是一类可通过食物链传递的环境污染物,在环境中降解缓慢,对新陈代谢和生理功能具有明显的抑制作用,其中As、Hg、Pb、Cd、Cr严重危害人体的健康<sup>[1]</sup>。砷的毒性最大,主要伤害心、肝、肾等器官<sup>[2]</sup>,汞主要对肾功能造成损害<sup>[3]</sup>,铅损害神经系统,尤其影响儿童的智力<sup>[4-5]</sup>,镉损害人体中枢神经及骨骼<sup>[6]</sup>,铬对肝肾造成损害,过量会引起基因突变<sup>[7]</sup>。目前,对我国众多中药材安全性评价报道甚少,我国现行的2010版《中国药典》尚未收录重金属限量标准<sup>[8]</sup>。为了

解我省安图、汪清、抚松、靖宇和集安5个产地种植的五味子、人参、西洋参、桔梗和龙胆草5种中药材对重金属吸收特性及其栽培土壤中重金属含量,本试验采用微波消解/ICP-MS法和高压罐消解/AAS法对这5个产地5种中药材及其栽培土壤中As、Hg、Pb、Cd、Cr进行测定,为中药材质量评价、安全使用和《中国药典》限量标准制定提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

#### 1.1.1 供试样本

中药材:五味子、人参、西洋参、桔梗和龙胆草均来自吉林省的安图、汪清、抚松、靖宇和集安5个产地,经长春中医药大学张天柱老师鉴定,自然阴干。

收稿日期: 2017-04-18

基金项目: 国家食用菌产品质量安全风险项目 (CJFP201600601); 吉林省农业科技创新工程项目 (CXGC2017TD011)

作者简介: 魏春雁(1962-),女,教授,博士,主要从事农产品质量安全研究。

土壤:取自这5种中药材植株根系土,采取随机多点采样法,充分混合,用四分法缩分,自然阴干。

### 1.1.2 化学试剂

汞、砷、铅、镉、铬标准溶液(浓度为1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ):国家标准物质中心;多元素混标、内标、Li、Y、Ce和Tl的调谐液(50 $\mu\text{g}/\text{L}$ ):美国Agilent公司;土壤标准物质GBW07401:国家标准物质研究中心;氢氟酸、高氯酸、30%过氧化氢、浓硝酸均为分析纯:北京化工试剂厂;超纯水(电阻率为18.2 $\text{M}\Omega\cdot\text{cm}^{-1}$ )。

### 1.1.3 仪器设备

耶拿nit700原子吸收仪:德国耶拿公司;Agilent7500a电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS):美国Agilent公司;万分之一电子天平:德国梅特勒-托利多公司;微波消解仪:意大利Milestone公司;Milli-Q超纯水机:美国Millipore公司;高压消解罐:北京国分利仪器仪表销售中心;电烘箱:南

京腾飞有限公司;粉碎机:上海万富仪器设备有限公司;电热板:北京国光仪器有限公司。

## 1.2 方法

砷(As)、汞(Hg)采用微波消解/ICP-MS法测定,铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)采用高压罐消解/AAS法测定。

### 1.2.1 ICP-MS工作参数

药材样品:RF功率1 350 W,等离子气体流量15.0 L/min,样品提升速率0.4 mL/min,载气流量1.0 L/min,辅助气流量0.7 L/min,元素积分时间0.3 s,数据采集次数3,采样深度8.7 mm,S/C温度2.0 $^{\circ}\text{C}$ 。

药材栽培土壤:RF功率1 350 W,等离子气体流量15.0 L/min,样品提升速率0.5 mL/min,载气流量0.9 L/min,辅助气流量0.8 L/min,元素积分时间0.3 s,数据采集次数3,采样深度8.5 mm,S/C温度2.0 $^{\circ}\text{C}$ 。

### 1.2.2 AAS工作参数

原子吸收(AAS)工作参数见表1~表4。

表1 原子吸收工作条件

元素	波长(nm)	灯电流(mA)	狭缝(nm)	测定方式	背景校正
Pb	283.3	4.0	0.8	峰高	氘灯
Cd	228.8	4.0	0.4	峰高	氘灯
Cr	228.8	3.0	0.4	峰高	氘灯

表2 铅元素温控程序

温控阶段	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	升温速率( $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	保持时间(s)
干燥	120	5	10
灰化	600	200	15
原子化	2 100	300	5
清洗	2 100	0	5

表3 镉元素温控程序

温控阶段	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	升温速率( $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	保持时间(s)
干燥	120	5	15
灰化	400	100	20
原子化	1 800	400	5
清洗	1 800	0	5

表4 铬元素温控程序

温控阶段	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	升温速率( $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ )	保持时间(s)
干燥	120	5	10
灰化	500	100	20
原子化	1 700	500	10
清洗	1 700	0	5

### 1.2.3 样品处理

药材样品:准确称取0.600 g(过100目尼龙筛)置于消解罐中,按比例加入浓硝酸、过氧化氢和超纯水,盖严消解罐,砷(As)、汞(Hg)置于微波消解仪内进行消解反应,铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)拧紧盖子放入烘箱中进行消解反应,待消解完成后取出,将溶液转移至25 mL容量瓶中,加超纯水定容、摇匀,待上机测定。

药材栽培土壤:准确称取土壤样品0.050 0 g(过100目尼龙筛)置于消解罐中,按比例加入浓硝酸、氢氟酸和高氯酸,盖严消解罐,砷(As)、汞(Hg)置于微波消解仪内进行消解反应,待消解完成后取出,170 $^{\circ}\text{C}$ 电热板加水赶酸2次;铅(Pb)、镉(Cd)、铬(Cr)放置于180 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中7 h,取出后160 $^{\circ}\text{C}$ 电热板加超纯水赶酸1次,均赶酸直至剩一滴用超纯水定容至25 mL容量瓶中,待上机测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同产地中药材重金属含量测定

对吉林省不同产地的五味子、人参、西洋参、

桔梗和龙胆草 5 种药材中 As、Hg、Pb、Cd、Cr 进行检测,测定结果见表 5。从表 5 中可以看出,靖宇龙胆草中 As 含量、桔梗中 Cd 含量、人参中 Cr 含量相对高;汪清龙胆草中 Hg 含量相对高;集安西洋参中 Pb 含量相对高。造成这种现象的原因可能与重金属富集能力强弱有关。

参考《药用植物及制剂进出口绿色行业标准进行限量标准》中对重金属元素限量标准:As≤

2.0 $\mu\text{g/g}$ 、Hg≤0.2 $\mu\text{g/g}$ 、Pb≤5.0 $\mu\text{g/g}$ 、Cd≤0.3 $\mu\text{g/g}$ , 依据此标准,发现 5 个产地 5 种药材中 As、Hg、Pb、Cd 含量均未超标。《药用植物及制剂进出口绿色行业标准进行限量标准》中尚未对铬作出限量,参考加拿大药典中铬的限量标准 Cr≤0.2 $\mu\text{g/g}$  依据此标准,5 个产地 5 种药材中 Cr 含量均超出限量标准。

表 5 不同产地中药材重金属测定结果

 $\mu\text{g/g}$ 

药材	产地	As	Hg	Pb	Cd	Cr
五味子	安图	0.093 2	0.053 2	2.363 2	0.107 6	1.093 4
	汪清	0.101 1	0.067 5	1.299 9	0.118 3	2.112 5
	抚松	0.092 2	0.041 7	2.287 8	0.081 6	1.168 4
	靖宇	0.171 4	0.055 6	1.301 8	0.120 5	2.183 5
	集安	0.086 5	0.083 5	1.754 2	0.083 1	1.162 9
人参	安图	0.071 2	0.037 5	0.500 2	0.089 6	1.274 8
	汪清	0.096 8	0.076 5	0.623 9	0.115 8	1.984 9
	抚松	0.070 9	0.058 6	0.792 2	0.065 2	1.808 1
	靖宇	0.143 7	0.032 3	1.324 8	0.175 6	2.903 2
	集安	0.056 8	0.054 9	1.195 2	0.183 8	1.393 6
西洋参	安图	0.153 5	0.045 2	0.596 6	0.124 9	1.120 1
	汪清	0.081 3	0.082 7	0.976 6	0.050 9	1.132 1
	抚松	0.064 7	0.096 8	0.630 3	0.072 3	2.073 6
	靖宇	0.166 8	0.116 8	1.275 5	0.089 3	1.062 9
	集安	0.068 1	0.037 6	2.570 6	0.143 8	1.154 9
桔梗	安图	0.115 3	0.031 2	0.820 7	0.263 1	2.124 7
	汪清	0.075 5	0.073 8	2.214 3	0.181 2	1.400 1
	抚松	0.117 4	0.065 8	1.477 8	0.255 4	1.557 4
	靖宇	0.321 8	0.077 7	2.185 2	0.268 4	1.291 1
	集安	0.082 6	0.036 2	0.950 8	0.215 7	1.583 8
龙胆草	安图	0.195 2	0.126 3	0.925 2	0.075 7	1.102 7
	汪清	0.211 4	0.158 5	0.549 6	0.096 1	2.045 6
	抚松	0.346 8	0.133 8	0.590 5	0.104 2	0.893 8
	靖宇	0.376 9	0.110 9	1.047 9	0.114 7	1.983 6
	集安	0.262 7	0.124 7	2.069 6	0.134 4	1.151 2

## 2.2 不同产地中药材栽培土壤重金属含量测定

对吉林省不同产地栽培五味子、人参、西洋参、桔梗和龙胆草这 5 种药材的土壤中 As、Hg、Pb、Cd、Cr 进行检测,测定结果见表 6。靖宇栽培龙胆草土壤中 As 和 Hg 含量、栽培人参土壤中 Cd 含量相对高;集安栽培西洋参土壤中 Pb 含量、栽

培桔梗中 Cr 含量相对较高。

参考 GB15618-1995 国家标准 As≤40 $\mu\text{g/g}$ 、Hg≤0.3 $\mu\text{g/g}$ 、Pb≤250 $\mu\text{g/g}$ 、Cd≤0.3 $\mu\text{g/g}$ 、Cr≤150 $\mu\text{g/g}$ , 依据此标准,发现 5 个产地 5 种药材中 As、Hg、Pb、Cd、Cr 含量均未超标。

表6 不同产地药材栽培土壤重金属测定结果

药材	产地	As	Hg	Pb	Cd	Cr
五味子	安图	3.500 0	0.172 1	19.32	0.209 1	15.06
	汪清	1.088 0	0.130 5	22.48	0.233 4	24.41
	抚松	1.785 8	0.164 7	16.60	0.216 7	15.37
	靖宇	6.621 8	0.101 3	25.58	0.237 4	23.29
	集安	1.658 2	0.233 6	33.19	0.142 6	22.28
人参	安图	3.401 0	0.150 8	19.71	0.259 1	24.94
	汪清	2.144 0	0.182 7	24.24	0.288 4	19.17
	抚松	2.060 0	0.261 1	17.34	0.271 1	18.37
	靖宇	5.578 0	0.075 7	21.32	0.297 0	29.03
	集安	1.761 5	0.258 6	28.33	0.178 6	24.93
西洋参	安图	3.389 0	0.193 7	16.18	0.286 5	23.79
	汪清	3.617 0	0.134 5	24.13	0.191 8	24.41
	抚松	1.751 8	0.140 8	13.43	0.261 7	13.00
	靖宇	4.427 8	0.093 2	22.22	0.238 4	15.13
	集安	1.431 5	0.225 5	42.96	0.232 9	28.01
桔梗	安图	4.445 0	0.188 7	14.74	0.236 7	22.24
	汪清	2.324 5	0.125 7	21.78	0.093 1	24.23
	抚松	1.835 8	0.099 6	17.72	0.234 6	23.30
	靖宇	4.641 7	0.113 8	17.81	0.293 3	19.38
	集安	0.888 9	0.214 6	34.37	0.171 3	38.15
龙胆草	安图	4.243 0	0.237 6	16.84	0.269 3	16.24
	汪清	2.868 0	0.264 7	20.21	0.130 5	14.68
	抚松	1.356 2	0.155 3	14.83	0.282 1	18.72
	靖宇	7.477 8	0.280 5	26.76	0.287 1	21.48
	集安	1.130 6	0.179 9	38.96	0.174 8	26.77

### 2.3 不同产地中药材对重金属的富集系数

富集系数(BC值)反映了植物对某种重金属元素的富集能力。一般认为,BC $\geq$ 1时为重金属高积累,BC<1时为重金属低积累<sup>[9]</sup>。

不同产地中药材重金属富集系数见表7,从

表7可知,不同产地不同药材对重金属富集能力存在着差异,靖宇西洋参中Hg,集安人参中Cd,安图、汪清、抚松和集安4个产地桔梗中Cd富集系数大于1,属于重金属高积累,但总体而言中药材对重金属富集较弱,绝大部分BC<1。

表7 不同产地中药材重金属富集系数

药材	产地	As	Hg	Pb	Cd	Cr
五味子	安图	0.027	0.309	0.122	0.515	0.073
	汪清	0.093	0.517	0.058	0.507	0.087
	抚松	0.052	0.253	0.138	0.377	0.076
	靖宇	0.026	0.549	0.051	0.508	0.094
	集安	0.052	0.357	0.053	0.583	0.052
人参	安图	0.021	0.249	0.025	0.346	0.051
	汪清	0.045	0.419	0.026	0.402	0.104
	抚松	0.034	0.224	0.046	0.241	0.098
	靖宇	0.026	0.427	0.062	0.591	0.100
	集安	0.032	0.212	0.042	1.029	0.056
西洋参	安图	0.045	0.233	0.037	0.436	0.047
	汪清	0.022	0.615	0.040	0.265	0.046

续表 7

药材	产地	As	Hg	Pb	Cd	Cr
西洋参	抚松	0.037	0.688	0.047	0.276	0.160
	靖宇	0.038	1.253	0.057	0.375	0.070
	集安	0.048	0.167	0.060	0.617	0.041
桔梗	安图	0.026	0.165	0.056	1.112	0.096
	汪清	0.032	0.587	0.102	1.946	0.058
	抚松	0.064	0.661	0.083	1.089	0.067
	靖宇	0.069	0.683	0.123	0.915	0.067
龙胆草	集安	0.093	0.169	0.028	1.259	0.042
	安图	0.046	0.532	0.055	0.281	0.068
	汪清	0.074	0.599	0.027	0.736	0.139
	抚松	0.256	0.862	0.040	0.369	0.048
	靖宇	0.050	0.395	0.039	0.400	0.092
	集安	0.232	0.693	0.053	0.769	0.043

### 3 结 论

药材土壤中 As、Hg、Pb、Cd、Cr 和中药材中 As、Hg、Pb、Cd 均未超出国家限量标准,但中药材中铬含量超出加拿大药典中限量标准。

从中药材对重金属富集能力上看,五味子、人参、西洋参、龙胆草对重金属富集能力较弱,但桔梗对 Cd 富集能力较强。

#### 参考文献:

- [ 1 ] 郭巧生,张君毅.不同居群半夏药材重金属和有机氯农药残留分析[J].中国中药杂志,2009,34(9):1161-1163.
- [ 2 ] 黄少萌,高安秀,刘九羊.环境问题及对人类健康的危害[J].科技风,2012(7):202.
- [ 3 ] Ng J, Wang J P, Sluaim A. A global health problem caused by arsenic from natural sources[J]. Chemosphere, 2003, 25(9):

1353-1359.

- [ 4 ] Freitas C U, Capitani E M, Gouveinv, et al. Lead exposure in anurban community investigation of risk factors and assessment of the lead abatement measures[J].Environment Research, 2007, 103: 338-344.
- [ 5 ] O'connell E, Staines, J Fry. Environmental burden of disease from expose to lead in Ireland[J]. Epidemiology, 2006, 17(6): 499.
- [ 6 ] TakeyaInaba, Etsukokobayashi, Yasushi Suwazono, et al. Estimation of cumulative cadmium in-take causing Etai-itaidisease [J].Toxicology letters, 2005, 159: 192-201.
- [ 7 ] 陈冠宁.药材及其土壤中砷、汞、铅、镉、铬检测方法研究[D].长春:吉林农业大学,2013.
- [ 8 ] 杨宇宏.丹参及其制剂的质量标准研究[J].当代医学, 2009,3(7):147-149.
- [ 9 ] 魏树和,周启星,王 新,等.杂草中具有重金属积累特征植物的筛选[J].自然科学进展,2003,13(12):1259.

(责任编辑:王 昱)