

• 专 论 •

我国中药材中重金属污染现状分析及对策研究

赵连华^{1,2}, 杨银慧^{2,3}, 胡一晨², 杨世海^{1*}, 金红宇⁴, 魏建和^{2,5}, 杨美华^{2,5*}

1. 吉林农业大学中药材学院 吉林 长春 130118

2. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193

3. 江西科技师范大学 江西省有机功能分子重点实验室, 江西 南昌 330013

4. 中国食品药品检定研究院中药民族药检定所 天然药物室, 北京 100050

5. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所海南分所 海南省南药资源保护与开发重点实验室, 海南 万宁 571533

摘 要: 近年来, 随着我国工业化的快速发展, 重金属污染日益严重, 中药材也深受其害。对近 5 年文献数据进行整理分析, 并以《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》为依据, 判断我国中药材中重金属污染情况, 得出我国铅 (Pb)、镉 (Cd)、汞 (Hg)、砷 (As)、铜 (Cu) 5 种重金属的污染率分别为 9.66%、26.35%、13.00%、9.32%、16.09%。另外, 还对我国不同产地中药材以及不同类别中药材中重金属的污染情况进行统计, 结果显示我国中药材中重金属污染情况因产地和类别不同而不同。建议应加快中药材中重金属快速检测方法和限量标准的研究和制定工作, 及时制订管理法规、加大监管力度, 与此同时还要采取相应措施从中药材生产源头上减少重金属污染, 从根本上解决中药材中重金属超标的问题。

关键词: 中药材; 重金属污染; 快速检测; 限量标准; 植物药; 动物药; 矿物药

中图分类号: R286.014 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2014)09-1199-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.09.001

Current situation analysis and countermeasures on contamination of heavy metal in traditional Chinese medicinal materials in China

ZHAO Lian-hua^{1,2}, YANG Yin-hui^{2,3}, HU Yi-chen², YANG Shi-hai¹, JIN Hong-yu⁴, WEI Jian-he^{2,5},
YANG Mei-hua^{2,5}

1. College of Traditional Chinese Medicine, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

2. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100193, China

3. Jiangxi Key Laboratory of Organic Chemistry, Jiangxi Science & Technology Normal University, Nanchang 330013, China

4. Laboratory of Natural Products, Research and Inspection Center of Traditional Chinese Medicine and Ethnomedicine, National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China

5. Hainan Provincial Key Laboratory of Resources Conservation and Development of Southern Medicine, Hainan Branch Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Wanning 571533, China

Abstract: Recent years, with the rapid development of industrialization in China, the contamination of heavy metal was worsening, and traditional Chinese medicinal materials (TCMM) were also suffered. The data were collected in the literatures in the past five years, and *Green Trade Standard of Importing & Exporting Medicinal Plants & Preparations* was used as the standard to evaluate the pollution conditions of lead (Pb), cadmium (Cd), mercury (Hg), arsenic (As), and copper (Cu). The five heavy metals exceeded the limits of the standard and the percentages were 9.66%, 26.35%, 13.0%, 9.32%, and 16.09%, respectively. Moreover, statistics on the

收稿日期: 2013-10-21

基金项目: 海南省重大科技项目“南药、黎药产业化关键技术研究”(ZDZX2013008); 北京协和医学院研究生创新基金项目(2013-1007-05)

作者简介: 赵连华(1988—), 女, 吉林洮南人, 硕士研究生, 主要从事中药学研究。Tel: 18811794534 E-mail: zhaolianhua2013@163.com

*通信作者 杨世海 Tel: (0431) 84533086 E-mail: jlyangs@yahoo.com.cn

杨美华 Tel: (010) 57833277 E-mail: yangmeihua15@hotmail.com

residues of the heavy metals in different categories of TCMM from various origins were also carried out in this paper. The results showed that the contamination of heavy metals in TCMM differently depended on the origins and categories. Studies on the rapid detection methods and the limit standards of heavy metal should be established immediately. At the same time, the regulations should be formulated timely and supervision also should be intensified. To solve the problems of excessive amounts of heavy metals in TCMM, necessary measures should be taken to control the contamination of TCMM.

Key words: traditional Chinese medicinal materials; heavy metal pollution; rapid detection; limit standard; botanical medicine; animal medicine; mineral medicine

中药作为中华民族传统文化的瑰宝,是我国少数具有国际竞争优势的产业之一。据第3次全国中药资源普查统计显示,我国中药资源种类有12 807种,其中药用植物11 146种,药用动物1 581种,药用矿物80种^[1]。虽然我国中药资源储量丰富,品种齐全,在国际市场上占有一定份额,但同时面临很多困难。近几年根据《中国海关》杂志发布的2009—2010年度《中国制造实力榜—行业国际竞争力指数》显示,中药出口仅占医药出口的2%左右,从侧面反映了中药的国际竞争力并不高^[2],这与我国中医药大国的地位极不相称。究其原因,除了与中药产业的外部因素有关外,中药材自身的质量安全问题也是重要原因之一。尤其是中药材的重金属问题,已经严重制约了中药材进入国际市场。近年来,我国中药材重金属超标事件时有发生,中药材质量问题备受关注。2013年5月初,就在同仁堂国药香港上市当天,同仁堂集团旗下产品“健体五补丸”被检测出汞含量超标,遭香港卫生署发布公告召回。还有曾在德国风靡一时的“普洱减肥茶”现已被迫完全退出了德国市场,原因也是重金属和农药残留超标问题^[3]。这严重影响了我国中药大国的声誉,致使很多国家都特别关注我国中药重金属问题,有些国家甚至明令禁止我国某些中药进入该国。所以,重金属问题已成为影响中药出口和阻碍我国中医药走向世界的主要问题,因此准确检测和限定重金属的量是保障人民用药安全,促进中

药走向国际化的关键^[4-6]。

近些年,中药中重金属污染问题已经日益引起广大学者的注意,越来越多的科研人员开始对中药材中重金属进行检测。但是,多数研究都是对某几种或某几类中药材中重金属测定结果进行简单分析,而对于全国中药材重金属总体的污染水平,包括不同产地、不同类别中药材中重金属污染的具体情况并未进行系统的总结与分析。仅韩小丽等^[7]对2008年以前的文献进行过总结,系统全面地报道了我国2008年之前中药材中重金属的污染情况。但近年来我国不同产地、不同类别中药材中重金属污染情况如何,污染状况是否有改观,需要进行统计与分析。据此,笔者对近5年的文献进行总结,统计近5年我国中药材重金属的污染情况,为中药材的监督管理以及研究提供参考。

1 重金属的限量标准

1.1 国外有关中药中重金属限量标准

随着中药在全球的兴起,越来越多的国家开始重视中药的质量控制问题。20世纪90年代,国际上使用中药的国家和地区,开始关注出口到本国(地区)中药中重金属限量问题^[8],对重金属含量也都制定了明确的限定标准,见表1^[9]。

1.2 我国有关中药中重金属限量标准

《中国药典》2010年版一部中采用原子吸收或电感耦合等离子体质谱法测定重金属和有害元素的方法对甘草、丹参、黄芪、金银花、西洋参、白芍、

表1 部分国家和地区中药材重金属限量标准

Table 1 Limited standards of heavy metals in TCMM from some countries and regions

国家及地区	总重金属 / (mg·kg ⁻¹)	Pb / (mg·kg ⁻¹)	Cd / (mg·kg ⁻¹)	Hg / (mg·kg ⁻¹)	As / (mg·kg ⁻¹)	Cu / (mg·kg ⁻¹)	适用范围
美国	10~20	3~10	—	3	3	—	草药
加拿大	—	10	0.3	0.2	5	—	草药
英国	—	5	—	—	5	—	草药
日本	50	20	—	—	2	—	生药
韩国	30	5	0.3	0.2	3	—	植物性生药
欧盟(EU)	—	5	0.5	0.3	—	—	草药
WHO	—	10	0.3	—	—	—	草药

阿胶及枸杞子 8 种药材中的重金属量进行测定,规定上述药材中重金属 $Pb \leq 5.0 \text{ mg/kg}$ 、 $Cd \leq 0.3 \text{ mg/kg}$ 、 $Hg \leq 0.2 \text{ mg/kg}$ 、 $As \leq 2.0 \text{ mg/kg}$ 、 $Cu \leq 20.0 \text{ mg/kg}$ 。这与《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》中所规定的绿色药用植物及制剂的重金属及砷盐的限量指标相一致。

2 数据与分析

笔者在多个数据库,分别输入不同关键词共检索出 314 篇关于中药材重金属污染的中英文文献,根据要统计内容筛选出其中 178 篇文献进行统计分析。对文献中 30 个不同产地,259 种中药材中 Pb、Cd、Hg、As、Cu 的定量数据进行整理。计算中药材污染率。

3 统计结果

3.1 我国中药材重金属总体污染水平

我国中药材中重金属存在不同程度的污染,本文以《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》中的规定为依据,统计我国中药材中重金属污染情况,得出 Pb、Cd、Hg、As、Cu 的超标率分别为 9.66%、26.35%、13.0%、9.32%、16.09%。这与韩小丽等^[7]在 2008 年统计的结果相比较大体相同。Cd 和 Cu 仍是这 5 种重金属中超标最为严重的 2 种金属,但超标率都略有下降。Pb 的超标率由原来的 12.0%下降到 9.66%,而 As 和 Hg 的超标率与之前相比分别上升了 0.38%和 6.1% (图 1)。由图 1 可知,Pb、Cd、As 的变化幅度不大,Cu 的污染率与 2008 年相比呈下降趋势,而 Hg 的污染率增长幅度却较大,这可能与近几年化石燃料的大量燃烧以及含汞废物处理不当有着密切关系^[10]。由图 1 中数据可知我国中药材中重金属污染形势仍然很严峻。近 5 年,中药材中重金属总体污染水平与 2008 年之前相比并未得到太大改善,污染率仍然很高,尤其是 Hg 的污染率上升幅度较大,近期又有“汞超标”事件接连爆出,可见重金属污染已经对人们的用药安全产生了一定的威胁。我国中药材重金属污染是一个长期而复杂的问题,与中药材产地、品种、入药部位、生长环境等诸多因素有着密切的关系,因此必须综合考虑,谨慎对待。

3.2 我国中药材产地重金属的污染情况

笔者对近 5 年所报道的中药材中重金属量数据进行整理,并以《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》(WM2-2001)为依据,判断各产地中药中不同重金属超标情况。以省、自治区、直辖市为考察

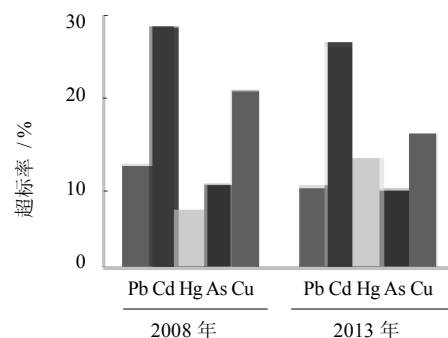


图 1 我国中药材重金属总体污染水平

Fig. 1 Overall contamination levels of heavy metals in TCMs

单位,共统计了全国 30 个省、自治区、直辖市中药材中 5 种重金属的污染情况。所统计的中药材产地中,黑龙江和海南两地的药材中没有发现超标的重金属,这可能因为两地检测重金属的样本数量有限,并不能以此判断这 2 个产地不存在重金属污染,具体污染情况还需要进一步研究验证。其余产地的药材都存在重金属超标的情况。贵州、四川、山东 3 个产地存在 5 种重金属超标现象。4 种重金属超标的有安徽、广东、重庆等产地,其中 Pb、Cd、Hg、Cu 超标的药材产地有安徽、江苏、广西、陕西、吉林;Pb、Cd、As、Cu 超标的中药材产地有云南、广东、重庆。3 种重金属超标的产地有内蒙古、青海、宁夏、河南、江西。2 种重金属超标的产地有浙江、河北、新疆、湖南。而甘肃、湖北、天津、北京、西藏、辽宁这几个产地都只有 1 种重金属超标。由于所统计的各产地中药材样本数不一,所以统计结果并不能用于评价各地药材质量优劣,只能作为对各省药材重金属污染情况的一个初步分析。各产地中药材重金属污染情况还有待进一步研究。

3.3 不同产地中药材中重金属污染情况

3.3.1 不同产地中药材中 Pb 的污染情况 通过对 30 个不同产地中药材中 Pb 量的统计得知,贵州、四川、安徽等 20 个产地的中药材中存在 Pb 超标现象,其他 10 个产地的中药材中 Pb 并未见超标,见表 2。其中四川和山西所产中药材中 Pb 的超标率都比较高,分别为 27.730%和 27.270%,统计显示,Pb 量最高的是产自贵州的黑骨藤药材,其量为 31.37 mg/kg,超出《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》中 Pb 限量标准的 6 倍^[11]。此外,张卫佳等^[12]通过对川贝、川芎、甘草等 10 种川产道地药材中重金属的检测发现,其中 9 种药材的 Pb 量超标,仅川

表 2 不同产地中药材中重金属污染情况

Table 2 Contamination of heavy metals in TCMM from various origins

产地	样本数					超标率 / %				
	Pb	Cd	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Hg	As	Cu
贵州	172	182	145	153	173	13.950	51.100	10.340	5.230	16.180
安徽	60	34	20	33	35	8.333	44.120	10.000	0	14.290
四川	119	98	75	86	114	27.730	36.730	8.000	5.814	24.560
甘肃	57	58	56	66	33	0	0	0	3.030	0
山东	35	62	15	24	71	5.714	8.065	13.330	8.333	4.225
云南	59	61	33	43	15	5.085	8.197	0	4.651	6.667
江苏	24	24	10	22	21	4.167	4.167	10.000	0	4.762
浙江	36	48	31	42	34	5.556	1.167	0	0	0
广西	78	75	58	67	73	2.564	0.320	3.448	0	1.370
湖北	11	12	9	12	11	9.091	0	0	0	0
陕西	59	59	8	12	11	16.950	11.860	25.000	0	27.270
福建	26	24	13	24	23	15.380	20.830	7.692	4.167	4.348
山西	11	12	7	9	9	27.270	8.333	28.570	0	11.110
河北	11	11	6	9	10	9.091	0	16.670	0	0
海南	5	5	4	4	5	0	0	0	0	0
黑龙江	6	6	1	1	6	0	0	0	0	0
内蒙古	14	14	8	10	12	0	7.143	12.500	0	8.333
天津	1	1	1	1	0	0	0	100.000	0	0
新疆	23	20	16	23	13	0	0	6.250	0	7.692
青海	43	43	38	38	15	0	83.720	94.740	94.740	0
湖南	12	14	9	10	8	8.333	21.430	0	0	0
宁夏	15	15	9	13	15	6.667	6.667	0	0	6.667
吉林	76	76	76	76	73	1.316	3.947	2.632	0	42.470
北京	6	6	4	5	6	0	16.670	0	0	0
西藏	2	3	2	2	2	0	33.330	0	0	0
辽宁	3	3	3	3	2	0	0	33.330	0	0
河南	35	39	28	27	24	5.714	2.564	28.570	0	0
广东	13	14	12	13	14	23.080	14.290	0	7.692	21.430
江西	15	8	7	8	10	0	12.500	14.290	0	60.000
重庆	49	49	19	49	21	2.041	4.081	0	2.041	4.762

芎相对合格,为 4.60 mg/kg,麦冬等 6 种药材中 Pb 量达到了 20 mg/kg 以上,远远超过了 5.0 mg/kg 的标准。杨春等^[13]对黔东南州 9 种中药材中重金属量进行测定,结果显示 Pb 量在 0.09~28.60 mg/kg,其中钩藤和杜仲中 Pb 超标严重,平均量分别为 20.20、24.70 mg/kg。上述数据表明,虽然我国不同产地中药材中 Pb 的量测定结果不同,但其超标情况普遍存在,这可能与各地区生态环境有着密切联系,应引起相关部门足够的重视。

3.3.2 不同产地中药材中 Cd 的污染情况 统计结果显示,我国不同产地的中药材中 Cd 的污染情况不同。30 个产地中有 22 个地区所产中药材中存在 Cd 超标现象,超标率在 0.320%~83.720%,见表 2。其中所统计数据中 Cd 量较高的是产自广西省龙州县和金秀县的两面针,测得量分别为 14.69、5.39 mg/kg^[14],是限量值的 49 倍和 18 倍,其原因可能是两面针生长环境受到重金属 Cd 的污染,也有可能是两面针自身对 Cd 有富集作用,具体原因有待

研究探讨。刘峰等^[15]对 21 批黔产艾纳香样品中重金属吸收富集特征进行研究, 结果其中 17 批艾纳香样品中 Cd 超标, 艾纳香对 Cd 的富集系数全部大于 2, 说明艾纳香对该种重金属元素具有一定的富集能力。薛朝金等^[16]对半夏与土壤中重金属量相关性进行研究, 结果表明半夏与土壤中的 Pb、As、Hg、Cu 量的相关性较差, 甚至不相关, 而对土壤中的 Cd 却具有明显富集作用, 因此选择半夏种植土壤时应严控 Cd 量。此外, 孟萌等^[17]和许璟瑛等^[18]分别对不同产地丹参药材和青海栽培山茱萸药材中重金属进行测定, 结果显示 Cd 的超标率为 100%。由此可见, 我国不同产地中药材中普遍存在 Cd 超标的现象, 故应加强对中药材中重金属 Cd 的监测力度并采取相应的措施, 从源头防止中药材中 Cd 污染。

3.3.3 不同产地中药材中 Hg 的污染情况 根据统计数据可知, 中药材中 Hg 的超标率因产地不同而不同。30 个产地中 18 个产地的中药材存在 Hg 超标的现象, 其中天津所产中药材中 Hg 的超标率最高为 100%, 其次是青海省为 94.740%, 数据中产地为天津的中药材样本数只有 1 个, 所以此数据并不能作为评价天津所有中药材质量优劣的依据, 只能作为一个初步分析数据, 其污染具体情况还需要进一步统计分析, 而其他产地超标情况见表 2。其中 30 个产地 823 个含 Hg 样本中, 产自贵州省黔南地区的马桑、桑寄生、蜈蚣草、红蓼中 Hg 的量都比较高, 分别为 3.981、4.081、3.835、3.942 $\mu\text{g/g}$ ^[19], 以下依次是贵州的黑骨藤 (2.121 $\mu\text{g/g}$)^[13]、山东的罗布麻叶 (2.25 $\mu\text{g/g}$)^[20], 其余药材中 Hg 量均在 2.0 $\mu\text{g/g}$ 以下。此外, 许璟瑛等^[21]采集 2~7 年生人工种植山茱萸进行研究, 测定其重金属量, 结果 6 批样品中 Hg 全部超标, 其最大值为 1.555 mg/kg , 超出规定值 0.2 mg/kg 的 7 倍多。另外, 结果还显示, 各种重金属的量随着年份和生物量的增加而有所积累。因此, 根据年份积累规律, 对中药材中重金属 Hg 提出科学合理的控制标准尤为重要。

3.3.4 不同产地中药材中 As 的污染情况 数据显示, 青海、山东、广东、四川、贵州、云南、福建、甘肃、重庆 9 个产地的中药材中存在 As 污染的情况, 见表 2。由表 2 可知, 青海省所产药材中 As 的超标率最高, 统计的 38 个样本中, 36 个中药材中 As 量超标。其余产地的 As 超标率都不超过 10%。其中贵州黔南地区的蜈蚣草中 As 的量最高为 25.34 $\mu\text{g/g}$, 超

过限量标准 13 倍, 这是由于蜈蚣草对 As 的富集比较强的原因^[19]。此外, 许璟瑛等分别对青海省栽培山茱萸根^[18]和种植山茱萸根^[21]中重金属进行分析, 结果显示山茱萸根中的重金属 As 全部超标。不同产地中药材中 As 的污染水平不同, 这可能与当地的环境因子, 包括大气、水、土壤的地质背景有着密切的联系^[22]。随着工业化生产、煤的燃烧以及含 As 农药的大量使用等, As 在土壤中累积, 中药材吸收其生长土壤中的 As, 量不断增加甚至超标, 这可能是 As 元素量超标的原因之一。因此, 控制中药材中 As 的量必须从中药材生长环境着手。

3.3.5 不同产地中药材中 Cu 的污染情况 统计的 30 个产地中 17 个产地中药材中存在 Cu 超标问题, 其他产地所检测的中药材中并未见 Cu 超标现象, 这可能与各地样本数量不一致有关, 具体原因有待进一步考察, 见表 2。其中广东省茂名市的水茄根中含 Cu 量高达 97.183 mg/kg ^[23]。另外, 吴四维等^[24]对黄连、川白芷中重金属的量进行测定, 结果显示所取样品中 Cu 全部超标。其污染原因可能是含 Cu 矿产的开采、冶炼厂三废的排放、含 Cu 杀菌剂的长期大量使用和城市污泥的堆肥利用, 使土壤含 Cu 量达到原始土壤的几倍甚至几十倍^[25], 中药材吸收土壤环境中的 Cu 元素并在体内富集, 最终导致中药材中 Cu 元素超标。虽然 Cu 是人体必需元素, 但是其在人体内积累过多也会对人体产生伤害, 因此, 有必要加强对中药材中 Cu 元素的检测, 为中药质量安全提供保障。

4 不同类别中药材中重金属污染情况

4.1 植物药

植物类药材是中药材最重要的组成部分, 也是目前重金属研究最多的药材。由于植物药涉及产地、品种、用药部位等各方面的影响因素, 因此其重金属的量也各异^[6]。在此, 笔者将植物药按入药部位划分为: 根及根茎类、茎木类、叶类、花类、果实类、种子类、皮类、地上部位以及全草类, 并根据文献中数据对不同入药部位重金属的污染情况进行总结分析。分析结果显示, Pb 的污染水平为: 全草类>叶类>花类>地上部位>皮类>茎木类>根及根茎类>果实类>种子类; Cd 的污染水平为: 地上部位>全草类>茎木类>根及根茎类>花类>皮类>叶类>果实类>种子类; Hg 的污染水平为: 叶类>全草类>根及根茎类>花类>皮类>地上部位>茎木类>果实类>种子类; As 的污染水平为: 种子类>根及根茎类>

叶类>花类>全草类>果实>地上部位>茎木类、皮类; Cu 的污染水平为: 皮类>全草类>地上部位>根及根茎类>叶类>花类>果实类>种子、茎木类, 见表 3。总体来看, 全草类、地上部位及叶类中药材中重金属量普遍较高, 可能与全草类药材较其他药材更多时间暴露于空气中易于被污染有关^[26]。花类、果实类、种子类中药材中重金属的综合污染水平较低, 这可能与其生长周期短, 重金属在其体内富集时间较短有关。根及根茎类中药材中重金属污染水

平处于居中位置, 其污染原因可能是中药材生长土壤或灌溉用水中受重金属污染, 根及根茎类药材通过根系从土壤中吸收重金属而导致其重金属量超标。植物药的不同入药部位重金属污染情况不一, 这除了与中药材与外界环境中重金属接触时间长短有关外, 还与不同部位对重金属的吸收富集能力不同有着密切关系。因此, 有必要对植物药不同入药部位中重金属吸收富集规律进行深入探究, 根据其吸收规律采取相应的防治措施, 保障中药材质量安全。

表 3 植物药不同入药部位中重金属的污染率

Table 3 Contamination rate of heavy metals in different parts of botanical medicines

药材分类	Pb			Cd			Hg			As			Cu		
	样本数	超标数	超标率 / %	样本数	超标数	超标率 / %	样本数	超标数	超标率 / %	样本数	超标数	超标率 / %	样本数	超标数	超标率 / %
根及根茎	635	36	5.669	592	153	25.840	401	58	11.970	538	57	10.590	528	102	19.320
茎木	83	5	6.024	81	23	28.400	64	2	3.125	68	0	0	48	0	0
叶	78	11	14.100	72	6	8.333	48	18	37.500	63	6	9.524	52	5	9.615
花	100	10	10.000	85	16	18.820	53	6	11.320	65	3	4.615	74	4	5.405
果实	114	5	4.386	111	2	1.802	102	3	2.941	100	2	2.000	86	3	3.488
种子	15	0	0	14	0	0	3	0	0	6	1	16.670	4	0	0
皮	25	2	8.000	20	2	10.000	20	2	10.000	21	0	0	17	7	41.180
全草	92	30	32.610	87	46	52.870	77	11	14.290	81	3	3.704	75	14	24.510
地上部位	81	7	8.642	78	42	53.850	24	2	8.333	51	1	1.961	65	13	23.210

4.2 动物药

动物药是指用动物的整体或动物体的某一部分、动物体的生理或病理产物、动物体的加工品等供药用的一类中药^[27]。它是中国传统医学的重要组成部分, 有着悠久的历史。《中国药典》2010 年版共收载动物药 51 种, 占 8.1%^[28]。然而动物药由于其生长环境的污染以及其他因素的影响, 其重金属问题也变得越来越突出^[29]。笔者统计了近 5 年动物药中重金属的检测数据, 见表 4。其中, 施贵荣等^[30]通过对云南省 6 个地区喙尾琵琶甲中重金属量进行检测, 结果显示不同地区的喙尾琵琶甲体中重金属元素的量存在显著差异, 多个地区的喙尾琵琶甲中的重金属量偏高。王枚博等^[31]测定的 6 批地龙中 As 的最大量和最小量分别为 19.25、8.37 mg/kg, 这可能与地龙的生物富集作用有关^[32]。动物药来源于动物, 而每一种动物都有其特定的生活环境和生态系统, 因此, 不能以植物药中重金属的限量标准来评价动物药重金属污染情况。然而, 目前我国中药重金属限量标准及法规中只对部分动物

药重金属量进行限制, 这给动物药中重金属的检测及监管增加了难度。所以, 有必要对动物药中重金属污染原因进行深入研究并制定出适合于评价动物药中重金属的限量标准, 为动物药的安全使用提供强有力的保障。

4.3 矿物药

矿物药在我国已经有 3 000 多年的应用历史, 是我国临床用药的三大来源之一, 我国现有矿物药约 80 种, 然而常用的却只有 30 余种, 虽然常用的矿物药品种并不多, 但是其应用却很广泛^[33]。除单味矿物药可以入药外, 一些如朱砂安神丸、梅花点舌丹等中药复方制剂中都含有矿物药成分, 这些矿物药成分在其相应中成药的药效中发挥着不可替代的作用。然而, 由于矿物药中重金属含量问题, 致使我国含矿物的中成药在国际市场上屡遭排斥, 如美国禁止含 Hg、Pb 等重金属的中成药进口和销售, 禁用含有矿物成分的中成药, 包括安神补脑片、安宫牛黄丸、朱砂安神丸等^[34]。由此可见, 矿物药中重金属问题已经严重阻碍我国中药产业的现代化、

表 4 动物药中 5 种重金属量的最大值、最小值和平均值

Table 4 Maximum, minimum, and mean values of five kinds of heavy metals in animal medicines

药材名称	Pb / (mg·kg ⁻¹)			Cd / (mg·kg ⁻¹)			Hg / (mg·kg ⁻¹)			As / (mg·kg ⁻¹)			Cu / (mg·kg ⁻¹)		
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
僵蚕	1.080	0.530	0.850	0.180	0.020	0.110	0.270	0	0.090	1.180	0.380	0.840	6.670	5.190	5.640
地龙	11.820	5.800	7.290	4.120	2.110	2.820	0.490	0.100	0.250	19.250	8.370	13.730	22.210	13.140	16.670
喙尾琵琶甲	3.470	1.070	1.950	0.989	0.279	0.627	0.204	0.083	0.138	6.952	0.900	3.498	0	0	0

国际化进程。张晓敏等^[35]检测自然铜、花蕊石、鹅管石、海浮石、银精石、金精石、金礞石和青礞石及其煅制品中的重金属的量,结果显示,不同矿物药中重金属量差异显著,对每种重金属元素而言,量跨度非常大,最大值是最小值的几十倍甚至上百倍。如金精石中 Pb 的量最高,达到了 267.95 mg/kg,煅鹅管石中 Pb 的量最低为 6.50 mg/kg, Cd 的量最高的是自然铜为 79.15 mg/kg,金礞石和青礞石中 Cd 的量最低为 1.87 mg/kg。我国中成药中朱砂、雄黄等矿物药的使用,其有毒金属元素量通常在常量水平,研究的侧重点应该在于元素的价态与形态,在体内的吸收、分布与蓄积,其生理、毒理特性,临床应用的意义等方面^[36],应该与重金属残留区分对待。因此在含矿物药的中成药质量标准中,采用什么指标和方法对中药制剂中的重金属进行有效的控制,其限度该如何制订,仍是此类药物研究和评价的难题之一,并影响到相关中成药应用的安全性和质量的可控性^[37]。因此,矿物药中重金属问题还有待于研究,探索科学、合理的质控指标和方法,保障临床用药的安全可靠性。

5 讨论和展望

随着我国工业化进程的推进,环境中重金属污染相对普遍,中药材也受到较大影响。笔者对我国 30 个产地,259 种中药材中重金属含量进行总结分析,并以《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》为判断依据,得出我国中药材重金属污染情况。由统计数据可知我国中药材中重金属污染形势仍然很严峻,对此提出以下建议。

第一,完善中药材 GAP 法规体系,扩大 GAP 基地覆盖面积及中药材种植品种。我国不同产地中药材重金属污染情况不同,污染种类也不相同,这与各个产地的土壤、空气、灌溉用水以及工业发展情况有着密切的联系。因此,在中药材种植与栽培过程中应先对其生长环境进行全面检测,选择生态环境良好的地区作为中药材的繁育基地,并申请

GAP 认证,增加我国中药材 GAP 基地数量以及扩大 GAP 基地中药材种植品种,从中药材种植栽培着手,治理中药材中重金属污染,确保我国中药材质量安全可靠。

第二,建立中药材快速检测方法,实现对中药材重金属的实时、实地检测。目前,我国中药材重金属检测方法已经比较完善,但是也存在以下问题,如实验仪器价格昂贵、不宜携带、需在实验室条件下操作等。另外,中药材中重金属检测的前处理方法也很复杂,这都限制了中药材重金属的快速检测,也给监管部门带来不便。所以,要加快中药材重金属快速检测方法的建立,实现对中药材中重金属实时、实地检测的目标,加强对中药材中重金属的监督管理,保证临床用药安全。

第三,对已污染的中药材产地进行修复。近年来,由于“工业三废”、机动车废气和生活垃圾等污染物的排放,我国土壤普遍受到不同程度的重金属污染。这是中药材重金属污染的主要原因,故应采取相应的措施对已污染的产地进行修复。如物理修复、化学修复、微生物修复以及植物修复等,或将多种修复技术综合应用,取长补短,以期达到更好的效果。

第四,完善我国中药材重金属限定标准。目前,我国中药重金属限量标准较少,也较分散,不够系统,与我国中药大国的身份很不协调,与国际上对中药的要求也相差较远,这严重影响了中药的生产和出口。《中国药典》2010 年版一部收录药材及饮片共 616 种,但是仅对黄芪、金银花、西洋参、白芍、甘草、丹参、山楂、枸杞子、阿胶 9 种植物药有重金属限量要求,仅占收录药材及饮片数量的 1.26%。2001 年,由外经贸部制定并颁布的《药用植物及制剂进出口行业绿色标准》虽对重金属总量和种类制定相关限量标准,但也存在不足之处:一是只对植物药及其制剂中重金属量制定了限量标准,并没有把动物药及矿物药纳入其中;二是该标

准普遍低于我国在其他食用作物上所做的规定,并且其中对 Hg 和 Cd 的限量也低于欧共体中的标准。因此,制定科学的、合理的重金属限量标准迫在眉睫,应尽快组织力量分别建立符合不同类别中药材(植物药、动物药、矿物药)用药特点的限量标准以及与国际接轨的重金属风险评估技术体系,保证中药材用药安全并开拓国际市场。

参考文献

- [1] 林玉红. 中药材专利保护简要研究 [J]. 中国发明与专利, 2012(7): 24-25.
- [2] 李春华. 中药在国际市场上的现状及对策研究探讨 [J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2013, 34(4): 567-568.
- [3] 李敏, 刘渝, 周睿, 等. 国内外有关中药中重金属和砷盐的限量标准及分析 [J]. 时珍国医国药, 2007, 18(11): 2859-2860.
- [4] Efferth T, Kaina B. Toxicities by herbal medicines with emphasis to traditional Chinese medicine [J]. *Curr Drug Metab*, 2011, 12(10): 989-996.
- [5] 孙艳, 赵余庆. 药食同源品中重金属的检测方法与思考 [J]. 中草药, 2011, 42(11): 2351-2359.
- [6] 吴晓波, 薛健. 中药重金属污染的现状及治理对策概况 [J]. 江苏中医药, 2010, 42(6): 77-79.
- [7] 韩小丽, 张小波, 郭兰萍, 等. 中药材重金属污染现状的统计分析 [J]. 中国中药杂志, 2008, 33(18): 2041-2047.
- [8] 张庆生, 石上梅, 张树杰. 中、日、韩有关中药农药残留与重金属控制概况 [J]. 中医药学报, 2005, 33(6): 1-2.
- [9] 陈士林, 黄林芳, 陈君, 等. 无公害中药材生产关键技术研究 [J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2011, 13(3): 436-444.
- [10] 孙阳昭, 陈扬, 蓝虹, 等. 中国汞污染的来源、成因及控制技术路径分析 [J]. 环境化学, 2013, 32(6): 937-942.
- [11] 陈华国, 曹桂红, 赵超, 等. 黑骨藤药材中铅、镉、砷、汞、铜的含量及其质量标准评价 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(8): 4071-4072.
- [12] 张卫佳, 陈家树, 蒋其斌. 川产道地药材的重金属含量测定与分析 [J]. 西北药学杂志, 2010, 25(2): 104-105.
- [13] 杨春, 成红砚, 杨金笛. 黔东南州 9 种中药材重金属污染评价 [J]. 贵州农业科学, 2010, 38(4): 231-234.
- [14] 王超英, 黄瑞松, 覃丽梅. 广西 11 种大宗药材 5 种重金属元素的含量分析 [J]. 广西医学, 2011, 33(12): 1563-1567.
- [15] 刘峰, 胡继伟, 秦樊鑫, 等. 黔产艾纳香对土壤中重金属的吸收富集特征研究 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(3): 629-631.
- [16] 薛朝金, 海市, 舒光明, 等. 半夏与土壤中重金属含量相关性研究 [J]. 中药材, 2010, 33(3): 331-333.
- [17] 孟萌, 陈涛, 李进. 丹参药材中铅、镉、砷、汞、铜的含量测定 [J]. 天津中医药, 2009, 26(3): 248-249.
- [18] 许璟瑛, 周国英, 陈桂琛. 青海栽培山莴苣重金属元素特征 [J]. 湖北农业科学, 2010, 49(5): 1144-1145.
- [19] 毛海立, 吴庆祥, 杨再波, 等. 氢化物-原子荧光法测定黔南常见中药材中汞和砷的含量 [J]. 黔南民族师范学院学报, 2009(6): 7-10.
- [20] 宋建平, 张月婵, 刘训红. 罗布麻叶中有害物质检测 [J]. 中华中医药学刊, 2009, 27(9): 1948-1959.
- [21] 许璟瑛, 朱鹏程, 陈桂琛, 等. 青海种植山莴苣根部重金属元素特征 [J]. 广东微量元素科学, 2009, 16(10): 56-59.
- [22] 杜锡德, 张均寿, 朱家璧. 药剂学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002.
- [23] 严寒静, 房志坚. 水茄对土壤中重金属的富集与转运研究 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39(8): 4530-4533.
- [24] 吴四维, 李铁钢, 王爱平, 等. 黄连、川白芷中 5 种重金属的含量测定 [J]. 中国药房, 2012, 23(11): 999-1001.
- [25] Brun L A, Mallet J, Hinsinger P, et al. Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils [J]. *Environ Pollut*, 2001, 111: 293-302.
- [26] Li X W, Gao J Q, Zhao J L, et al. Study on the baseline contents and reference maximum limit standard of heavy metals and harmful element of 23 Chinese herbs in Northern China [J]. *Hyg Res*, 2006, 35(4): 459-463.
- [27] 王喜军. 中药鉴定学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [28] 高晓晨, 孙佳明, 刘冬, 等. 2010 年版《中国药典》中动物药质量标准商榷 [J]. 吉林中医药, 2003, 33(7): 703-707.
- [29] 李薇, 吴文如, 喻良文, 等. 重金属污染环境中毒物的解毒策略和机制的研究进展 [J]. 中草药, 2009, 40(10): 1674-1676.
- [30] 施贵荣, 马永秀, 郑应飞, 等. 彝族药喙尾琵琶甲中重金属的含量测定 [J]. 时珍国医国药, 2012, 23(11): 2718-2719.
- [31] 王枚博, 夏晶, 王欣美, 等. 金银花等 10 种中药材中 15 种无机元素分布规律及其相关性研究 [J]. 中国药理学杂志, 2012, 47(8): 620-625.
- [32] 李中阳, 吕文英, 黄爱华, 等. 不同品种地龙中微量元素及重金属元素含量分析 [J]. 微量元素与健康研究, 2010, 27(6): 14-16.
- [33] 张晓敏. 不同矿物药材重金属、有效成分、浸出物及有机质含量分析 [D]. 西安: 西北农林科技大学, 2010.
- [34] 苗明三, 白明学. 从中药在国外应用的限制看中药的质量与毒性 [J]. 中医药学刊, 2003, 21(11): 1834-1835.
- [35] 张晓敏, 汤旭, 兰晓娣, 等. 不同矿物药材中重金属、有机质和浸出物含量的分析 [J]. 西北农林科技大学学报, 2010, 38(5): 199-208.
- [36] 金红宇, 戴博, 田金改, 等. 中药中外源性有害残留物的控制 [J]. 中国药事, 2007, 21(12): 1013-1022.
- [37] 周跃华. 关于含矿物口服中成药中重金属及砷质量控制研究的思考 [J]. 中药新药与临床药理, 2009, 19(3): 324-327.