

陇南市中药材基地土壤重金属含量及评价

史久英, 李晓蓉, 胡梅, 许文艳, 徐美蓉, 焦洁

(甘肃省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 对陇南市宕昌县、岷县、武都区的32个无公害中药材基地土壤样品采样测定, 对照甘肃省土壤环境背景值和国家《土壤环境质量标准》一级土壤标准, 分析评价了陇南市中药材基地的土壤环境现状。结果显示, 陇南市中药材基地土壤环境存在不同程度的重金属污染, 但32个中药材基地土壤的重金属含量均在土壤环境质量标准范围之内, 均符合国家无公害中药材环境质量标准, 适宜中药材生产。

关键词: 中药材基地; 重金属; 污染; 土壤质量评价; 陇南市

中图分类号: S567; X825 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2014)10-0029-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2014.10.011

随着经济的不断发展, 人民生活水平不断提高, 农产品质量安全问题已经成为社会发展的热点问题, 其中土壤重金属污染尤为关注。土壤环境系统是一个受多种因素影响的开放系统, 人类活动产生的污染物进入土壤环境系统后, 使土壤环境质量发生变化, 进而影响农产品的质量安全, 危害人类健康。重金属污染是土壤污染的主要种类之一, 它以累积的形式残留在作物体内, 通过食物链最终进入人体, 使人体产生慢性中毒。中药材是重金属进入人体的重要途径之一, 因此, 研究中药材基地土壤重金属污染状况, 确定其污染水平, 提出防治的有效措施, 对保障人体健康具有十分重要的意义。

1 材料与方法

1.1 采样

根据行政区划、土壤和成土母质、不同污染源三兼顾的原则, 在陇南市宕昌县、岷县、武都区中药材主产乡镇的中药材基地布点采样, 共采集土壤样品 32 个。用不锈钢土壤采样器采集 0~20 cm 耕层土壤, 每个样品由 10~15 个点取土点混合, 四分法舍至 1 kg 左右, 用塑料袋包装送至检测地点, 经自然风干后过 60 目筛处理, 然后用塑料袋包装待测。

1.2 测定项目及方法

Pb、Cd 采用石墨炉原子吸收分光光度法测定, Cr 采用原子吸收分光光度法测定, As、Hg 采用原子荧光光度法测定。pH 采用森林土壤 pH 测定法测定^[1]。

1.3 评价方法

采用单向污染指数法和综合污染指数法评价土壤重金属污染况^[2]。

1.3.1 单因子指数法 是目前国内普遍采用的方法之一, 其单因子评价模式公式为:

$$P_{ij} = C_{ij} / S_i \quad \text{①}$$

式①中, P_{ij} 为第 j 个监测点 i 污染物的单项污染指标, C_{ij} 为第 j 个监测点 i 污染物的实测值, S_i 为 i 污染物的评价标准

1.3.2 综合污染指数法 为突出污染较重的因子作用, 全面反映污染物对土壤的不同作用, 突出高浓度污染物对环境质量的影响, 采用内梅罗 (Nemerow) 污染指数计算污染综合指数。其计算公式为:

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{(C_i / S_i)_{\text{max}}^2 + (C_i / S_i)_{\text{ave}}^2}{2}} \quad \text{②}$$

式②中 $P_{\text{综}}$ 为第 j 个监测点的土壤质量污染综合指数; $(C_i / S_i)_{\text{ave}}$ 为污染物中污染指数平均值; $(C_i / S_i)_{\text{max}}$ 为污染物中污染指数最大值。

1.4 评价标准

选择 Hg、As、Pb、Cd、Cr 等 5 种重金属作为土壤污染评价因子, 以国家《土壤环境质量标准》(GB15618-1995) (表1) 一级土壤和甘肃省土壤环境背景值 (Hg 0.020 mg/kg、As 12.60 mg/kg、Pb 18.80 mg/kg、Cd 0.116 mg/kg、Cr 70.20 mg/kg) 为评价标准^[1-4], 对土壤污染指数进行单因子指数法和综合污染指数法评价, 综合污染指数分级标准见表 2。

收稿日期: 2014-08-08

作者简介: 史久英 (1961—), 女, 河北赵县人, 农艺师, 主要从事土壤农化研究工作。联系电话: (0931)7616640。

E-mail: 906544510@qq.com

通讯作者: 李晓蓉 (1963—), 女, 甘肃景泰人, 高级实验师, 研究方向为农产品质量安全检测研究。联系电话: (0)13893244984。

E-mail: lxr870906@sina.com

表 1 土壤环境质量标准

分级	重金属含量 (mg/kg)					
	pH	Hg	Cd	As	Pb	Cr
一级	自然背景	≤0.15	≤0.20	≤15	≤35	≤90
二级	<6.5	≤0.30	≤0.30	≤40	≤250	≤150
	6.5~7.5	≤0.50	≤0.30	≤30	≤300	≤200
三级	>7.5	≤1.00	≤0.60	≤25	≤350	≤250
	>6.5	≤1.50	≤1.00	≤40	≤500	≤300

表 2 土壤综合污染指数分级标准

等级 划定	综合污染 指数	污染 等级	污染 水平
1	$P \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P \leq 1.0$	警戒限	尚清洁
3	$1.0 < P \leq 2.0$	轻污染	土壤、作物开始受到污染
4	$2.0 < P \leq 3.0$	中污染	土壤、作物受到中度污染
5	$P > 3.0$	重污染	土壤、作物受污染已相当严重

2 结果与分析

2.1 重金属含量水平

根据表 3 和表 4 所列结果, 陇南市 32 个中药材基地的土壤重金属含量差异大, 变异系数在 18.80% ~ 99.20%, 其含量高低相差数倍至数十倍, 说明均存在不同程度的 Hg、As、Pb、Cd、Cr 重金属污染, As、Hg、Pb、Cd、Cr 检出率均为 100%。Hg 含量范围在 0.004 3 ~ 0.150 0 mg/kg, 平

均为 0.035 0 mg/kg, 最大值出现在宕昌县哈达铺乡。As 含量范围在 8.180 0 ~ 18.670 0 mg/kg, 平均为 12.690 0 mg/kg, 最大值出现在宕昌县泰略乡。Pb 含量范围在 13.800 0 ~ 27.200 0 mg/kg, 平均为 18.090 0 mg/kg, 最大值出现在宕昌县八力乡。Cd 含量范围在 0.100 00 ~ 0.480 0 mg/kg, 平均为 0.200 0 mg/kg, 最大值出现在宕昌县好梯乡。Cr 含量范围在 74.540 0 ~ 156.180 0 mg/kg, 平均为 106.680 0 mg/kg, 最大值出现在宕昌县车拉乡。32 个土样的 pH 均大于 7.5, 均属碱性土。

表 3 陇南市 32 个中药材基地土壤的 5 种同重金属含量

检测 项目	最大值 (mg/kg)	最小值 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	标准差	变异系数 (%)	样品数 (个)
Hg	0.150 0	0.040 3	0.035 0	0.031	99.20	32
As	8.180 0	18.670 0	12.690 0	2.458	18.80	32
Pb	27.200 0	13.800 0	18.090 0	3.389	18.80	32
Cd	0.480 0	0.100 0	0.200 0	0.081	40.10	32
Cr	156.180 0	74.540 0	106.680 0	21.302	19.30	32

2.2 污染指数评价

2.2.1 以甘肃省土壤环境背景值为评价标准的污染指数 以甘肃省土壤环境背景值为评价标准, 计算 32 个土样中 Hg、As、Pb、Cd、Cr 的单因子

表 4 陇南市 32 个中药材基地土壤 5 种重金属含量

样品 编号	取样 地点	重金属含量(mg/kg)					pH
		Hg	As	Pb	Cd	Cr	
1	宕昌县八力乡	0.019 7	10.850 0	16.600 0	0.120 0	100.410 0	8.14
2	宕昌县八力乡	0.027 0	14.110 0	27.200 0	0.240 0	103.020 0	8.31
3	宕昌县八力乡	0.015 4	8.180 0	18.600 0	0.160 0	89.650 0	8.18
4	宕昌县理川乡	0.022 0	11.220 0	16.000 0	0.180 0	91.610 0	8.12
5	宕昌县理川乡	0.036 3	11.390 0	18.600 0	0.200 0	91.520 0	8.14
6	宕昌县理川乡	0.009 6	10.220 0	14.600 0	0.160 0	86.320 0	8.26
7	宕昌县庞家乡	0.009 1	9.790 0	13.800 0	0.160 0	80.760 0	8.03
8	宕昌县金木乡	0.049 4	11.730 0	16.000 0	0.220 0	93.300 0	8.11
9	宕昌县阿坞乡	0.016 9	13.400 0	18.000 0	0.100 0	110.330 0	7.54
10	宕昌县阿坞乡	0.035 7	10.490 0	15.400 0	0.120 0	91.480 0	8.24
11	宕昌县哈达铺乡	0.150 0	16.400 0	21.400 0	0.180 0	128.560 0	7.86
12	宕昌县竹院乡	0.020 4	14.670 0	19.200 0	0.140 0	114.580 0	8.23
13	宕昌县好梯乡	0.026 6	17.510 0	19.200 0	0.480 0	114.290 0	8.23
14	宕昌县韩院乡	0.017 3	16.590 0	18.600 0	0.200 0	109.280 0	8.16
15	宕昌县韩院乡	0.020 4	16.900 0	19.200 0	0.170 0	122.230 0	8.08
16	宕昌县韩院乡	0.122 0	12.470 0	21.400 0	0.180 0	143.860 0	7.62
17	宕昌县临江乡	0.012 8	12.980 0	18.200 0	0.160 0	126.480 0	7.99
18	宕昌县官亭乡	0.004 3	12.560 0	16.000 0	0.180 0	117.890 0	8.34
19	宕昌县官亭乡	0.062 5	16.510 0	20.000 0	0.320 0	150.430 0	8.18
20	宕昌县泰略乡	0.026 9	18.670 0	19.200 0	0.180 0	93.540 0	8.22
21	宕昌县贾河乡	0.016 4	15.050 0	15.400 0	0.160 0	114.830 0	8.21
22	宕昌县车拉乡	0.020 4	11.730 0	17.000 0	0.130 0	140.600 0	8.31
23	宕昌县车拉乡	0.022 1	13.770 0	24.000 0	0.440 0	156.180 0	8.18
24	宕昌县车拉乡	0.020 8	11.920 0	19.200 0	0.190 0	153.320 0	8.16
25	宕昌县车拉乡	0.048 3	13.500 0	26.600 0	0.240 0	105.690 0	8.10
26	岷县麻子川乡	0.017 6	12.750 0	16.000 0	0.200 0	118.740 0	7.63
27	岷县寺的乡	0.032 3	14.190 0	14.600 0	0.170 0	100.920 0	8.17
28	岷县老幼店乡	0.027 0	11.550 0	18.600 0	0.180 0	95.410 0	7.93
29	武都区李家庙镇	0.009 0	11.330 0	14.600 0	0.200 0	103.410 0	8.22
30	武都区安氏镇	0.041 1	11.340 0	14.600 0	0.220 0	102.430 0	8.00
31	武都区李家庙镇	0.010 8	13.090 0	14.600 0	0.220 0	97.440 0	8.32
32	武都区安氏镇	0.011 1	11.650 0	13.800 0	0.270 0	74.540 0	8.26

表 5 以甘肃省土壤环境背景值为评价标准的污染指数

样品 编号	地点	单因子污染指数(P_{ij})					综合污染指数 ($P_{\text{综}}$)
		Hg	As	Pb	Cd	Cr	
1	宕昌县八力乡	0.985	0.861	0.883	1.430	1.430	1.250
2	宕昌县八力乡	1.350	1.120	1.447	2.069	1.468	1.803
3	宕昌县八力乡	0.770	0.649	0.989	1.379	1.277	1.210
4	宕昌县理川乡	1.100	0.890	0.851	1.552	1.305	1.362
5	宕昌县理川乡	1.815	0.904	0.989	1.724	1.304	1.598
6	宕昌县理川乡	0.480	0.811	0.777	1.379	1.230	1.178
7	宕昌县庞家乡	0.455	0.777	0.734	1.379	1.150	1.164
8	宕昌县金木乡	2.470	0.931	0.851	1.897	1.329	2.042
9	宕昌县阿坞乡	0.845	1.063	0.957	0.862	1.572	1.341
10	宕昌县阿坞乡	1.785	0.833	0.819	1.034	1.303	1.503
11	宕昌县哈达铺乡	7.500	1.302	1.138	1.552	1.831	5.628
12	宕昌县竹院乡	1.020	1.164	1.021	1.207	1.632	1.436
13	宕昌县好梯乡	1.330	1.390	1.021	4.138	1.628	3.220
14	宕昌县韩院乡	0.865	1.317	0.989	1.724	1.557	1.523
15	宕昌县韩院乡	1.020	1.341	1.021	1.466	1.741	1.544
16	宕昌县韩院乡	6.100	0.990	1.138	1.552	2.049	4.626
17	宕昌县临江乡	0.640	1.030	0.968	1.379	1.802	1.517
18	宕昌县官亭乡	0.215	0.997	0.851	1.552	1.679	1.404
19	宕昌县官亭乡	3.125	1.310	1.064	2.759	2.143	2.654
20	宕昌县泰略乡	1.345	1.482	1.021	1.552	1.332	1.453
21	宕昌县贾河乡	0.820	1.194	0.819	1.379	1.636	1.422
22	宕昌县车拉乡	1.020	0.931	0.904	1.121	2.003	1.650
23	宕昌县车拉乡	1.105	1.093	1.277	3.793	2.225	2.999
24	宕昌县车拉乡	1.040	0.946	1.021	1.638	2.184	1.821
25	宕昌县车拉乡	2.415	1.071	1.415	2.069	1.506	2.086
26	岷县麻子川乡	0.880	1.012	0.851	1.724	1.691	1.498
27	岷县寺的乡	1.615	1.126	0.777	1.466	1.438	1.459
28	岷县老幼店乡	1.350	0.917	0.989	1.552	1.359	1.402
29	武都区李家庙镇	0.450	0.899	0.777	1.724	1.473	1.433
30	武都区安氏镇	2.055	0.900	0.777	1.897	1.459	1.438
31	武都区李家庙镇	0.540	1.039	0.777	1.897	1.388	1.561
32	武都区安氏镇	0.555	0.925	0.734	2.328	1.062	1.827

污染指数和综合污染指数(背景污染指数),单因子污染指数计算结果(表5)表明,Hg的单因子污染指数变化范围为0.215~7.500,66%的样品测定值超过土壤污染的背景值。As的单因子污染指数变化范围0.649~1.482,50%的样品测定值超过土壤污染的背景值。Pb的单因子污染指数变化范围为0.734~1.447,34%的样品测定值超过土壤污染的背景值。Cd的单因子污染指数变化范围为0.862~4.138,97%的样品测定值超过土壤污染的背景值。Cr的单因子污染指数变化范围为1.602~2.225,100%的样品测定值超过土壤污染的背景值。综合污染指数计算结果(表5)表明,32个样品中有25个样品属于轻污染,占总样品数的78%;4个样品属于中污染,占总样品数的13%;3个样品属于重污染,占总样品数的9%。

2.2.2 以国家《土壤环境质量标准》一级土壤为评价标准的污染指数 以国家《土壤环境质量标准》一级土壤为评价标准,计算土壤样品中各重金属As、Hg、Pb、Cd、Cr的单项因子污染指数和综合污染指数(背景污染指数)。单项因子污染指数计算结果(表6)表明,Hg的单因子污染指数变化范围为

0.029~1.000,As的单因子污染指数变化范围为0.545~1.245,Pb的单因子污染指数变化范围为0.314~0.777,Cd的单因子污染指数变化范围为0.500~2.400,Cr的单因子污染指数变化范围为0.828~1.735,32个土样的As、Hg、Pb、Cd、Cr达标率均为100%。69个土样的单因子污染指数在安全范围内,属于清洁($P_{ij} \leq 0.7$);47个土样($0.7 < P_{ij} \leq 1.0$)属于在警戒线内尚清洁;42个土样($1.0 < P_{ij} \leq 2.0$)属于轻污染;2个土样属于中污染($2.0 < P_{ij} \leq 3.0$)。说明As和Cd污染严重,这2种有害重金属元素的单因子污染指数是Hg、Pb、Cr的几倍甚至几十倍,即陇南市的As和Cd污染较严重;而Hg的污染指数最小,污染不严重。综合污染指数计算结果(表6)表明,14个土壤样品属于在警戒线内尚清洁($P_{\text{综}} \leq 0.7$),占44%;18个土壤样品属于轻污染($1.0 < P_{\text{综}} \leq 2$),占56%。32个土壤样品均在无公害农产品基地环境的限量指标内,符合无公害生产基地环境质量标准要求,按国家《土壤环境质量标准》一级土壤标准评价,陇南市的武都区、宕昌县、岷县3县(区)的土壤重金属污染并不严重,可作为中药材基地,正常种植中药材。

表 6 以国家《土壤环境质量标准》一级土壤为评价标准的土壤污染指数

样品 编号	地点	单因子污染指数(P_{ij})					$P_{\text{综}}$	污染 程度
		Hg	As	Pb	Cd	Cr		
1	宕昌县八力乡	0.131	0.723	0.474	0.600	1.116	0.899	警戒线
2	宕昌县八力乡	0.180	0.941	0.777	1.200	1.145	1.039	轻污染
3	宕昌县八力乡	0.103	0.545	0.531	0.800	0.996	0.820	警戒线
4	宕昌县理川乡	0.147	0.748	0.457	0.900	1.018	0.856	警戒线
5	宕昌县理川乡	0.242	0.759	0.531	1.000	1.017	0.877	警戒线
6	宕昌县理川乡	0.064	0.681	0.417	0.800	0.959	0.794	警戒线
7	宕昌县庞家乡	0.061	0.653	0.314	0.800	0.897	0.748	警戒线
8	宕昌县金木乡	0.329	0.782	0.457	1.100	1.037	0.938	警戒线
9	宕昌县阿坞乡	0.113	0.893	0.514	0.500	1.226	0.981	警戒线
10	宕昌县阿坞乡	0.238	0.699	0.440	0.600	1.016	0.834	警戒线
11	宕昌县哈达铺乡	1.000	1.094	0.611	0.900	1.428	1.235	轻污染
12	宕昌县竹院乡	0.136	0.978	0.549	0.700	1.273	1.037	轻污染
13	宕昌县好梯乡	0.177	1.167	0.549	2.400	1.270	1.871	轻污染
14	宕昌县韩院乡	0.115	1.106	0.531	1.000	1.214	1.025	轻污染
15	宕昌县韩院乡	0.136	1.127	0.549	0.850	1.358	1.116	轻污染
16	宕昌县韩院乡	0.803	0.831	0.611	0.900	1.598	1.315	轻污染
17	宕昌县临江乡	0.085	0.865	0.520	0.800	1.405	1.121	轻污染
18	宕昌县官亭乡	0.029	0.837	0.457	0.900	1.310	1.052	轻污染
19	宕昌县官亭乡	0.417	1.101	0.571	1.600	1.671	1.404	轻污染
20	宕昌县泰略乡	0.179	1.245	0.549	0.900	1.039	1.040	轻污染
21	宕昌县贾河乡	0.109	1.003	0.440	0.800	1.276	1.038	轻污染
22	宕昌县车拉乡	0.136	0.782	0.486	0.650	1.562	1.217	轻污染
23	宕昌县车拉乡	0.147	0.918	0.686	2.200	1.735	1.751	轻污染
24	宕昌县车拉乡	0.139	0.795	0.549	0.950	1.904	1.339	轻污染
25	宕昌县车拉乡	0.322	0.900	0.760	1.200	1.174	1.034	轻污染
26	岷县麻子川乡	0.117	0.850	0.457	1.000	1.319	1.072	轻污染
27	岷县寺的乡	0.215	0.946	0.417	0.850	1.121	0.938	警戒线
28	岷县老幼店乡	0.180	0.770	0.531	0.900	1.060	0.894	警戒线
29	武都区李家庙镇	0.060	0.755	0.417	1.000	1.149	0.943	警戒线
30	武都区安氏镇	0.274	0.756	0.417	1.100	1.138	0.959	警戒线
31	武都区李家庙镇	0.020	0.873	0.417	1.100	1.083	0.925	警戒线
32	武都区安氏镇	0.074	0.777	0.394	1.350	0.828	1.070	轻污染

2.2.3 2种评价标准的评价结果比对 此次评价分别采用了国家一级标准和甘肃省地方标准为依据,计算了单因子污染和综合污染指数,采用2种评价标准得出的评价结果基本一致,表明陇南市的武都区、宕昌县、岷县3县(区)20个乡镇的土壤的As、Hg、Pb、Cd、Cr均有不同程度的污染。以甘肃省地方标准甘肃省土壤环境背景值为评价标准时,有25个土样有轻度污染,4个土样属于中污染,3个土样(次)属于重污染,分别为宕昌县哈达铺乡、韩院乡和好梯乡。以国家《土壤环境质量标准》一级土壤评价标准为依据,有14个土样属于警戒线内尚清洁,有18个土样属轻度污染。如以国家标准《土壤环境质量标准》二级土壤评价标准为依据,则32个土样的综合污染指数结果均在警戒线范围内。

3 结论

对采自陇南市宕昌县、岷县、武都区中药材产区的32个无公害中药材基地土壤样品,分别采用甘肃省地方标准甘肃省土壤环境背景值和国家《土壤环境质量标准》一级土壤标准分析评价了土壤环境现状,结果显示,若以甘肃省土壤环境背

景值为依据,则25个样品属于轻度污染,4个样品属于中度污染,3个样品属于重度污染;按照国家《土壤环境质量标准》一级土壤标准为依据,14个样品尚属清洁,18个样品属于轻度污染。说明陇南中药材基地土壤环境存在不同程度的重金属污染,其中以宕昌县韩院乡和好梯乡污染最为严重,武都区和岷县的土壤重金属污染现象并不严重。32个中药材基地土壤的5种重金属含量均在土壤环境质量标准范围之内,符合国家无公害中药材基地环境质量标准要求,适宜中药材生产。

参考文献:

- [1] 王利军. 平凉市菜田土壤重金属元素累积现状调查及评价[J]. 甘肃农业科技, 2013(6): 30-32.
- [2] 刘潇威, 何英, 赵玉杰, 等. 农产品中重金属风险评估的研究与发展[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(1): 15-18.
- [3] 邱黛玉, 蔺海明, 刘学周. 当归成药期生长动态及其早期抽薹规律研究[J]. 甘肃农业科技, 2008(6): 15-18.
- [4] 国家药典编委会. 中华人民共和国药典(2005年版)一部[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.

(本文责编: 郑立龙)