

刘红,张清海,林绍霞,等. 基于GIS技术的贵定县茶园土壤质量安全调查与评价[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):291-295.

# 基于GIS技术的贵定县茶园土壤质量安全调查与评价

刘红<sup>1</sup>,张清海<sup>2</sup>,林昌虎<sup>3</sup>,何腾兵<sup>4</sup>,林绍霞<sup>2</sup>,赵璐玥<sup>4</sup>

(1. 贵州大学生命科学学院,贵州贵阳 550025; 2. 贵州省分析测试研究院,贵州贵阳 550001;

3. 贵州省科学院,贵州贵阳 550001; 4. 贵州大学农学院,贵州贵阳 550025)

**摘要:**选择贵州省贵定县为研究区域,采集茶园土壤样品,进行重金属 Pb、Cr、Cu、As、Cd、Hg 的含量测定,借助 ArcGIS 技术,以 NY 5020—2001《无公害食品 茶叶产地环境条件》中无公害茶园土壤环境质量标准为依据,对贵定县各乡镇土壤环境质量进行单项污染指数和综合污染指数评价。结果表明:贵定县有 2 个乡镇茶园土壤处于轻污染状态,8 个乡镇处于警戒限范围,10 个乡镇处于安全级别。茶园土壤主要污染元素为 Cd 和 Hg,4 个乡镇 Cd 平均值超标,其中定南乡 Cd 单项污染指数最高,为 1.49;5 个乡镇 Hg 平均值超标,其中新巴镇 Hg 单项污染指数最高,为 1.27;定南乡土壤重金属综合污染最严重。

**关键词:**贵定县;GIS 技术;茶园;土壤;重金属污染;评价

**中图分类号:**X53 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)03-0291-05

贵州是我国主要产茶省份,从 2006 年以来,贵州省茶园面积以每年 3.35 万  $\text{hm}^2$  的速度增加,占全国新增茶园的一半。在发展茶产业的同时,茶叶中重金属含量超标问题越来越受到消费者的关注<sup>[1-2]</sup>。产地环境质量是茶叶科学种植的一个重要依据,但目前对产地环境信息缺乏一个系统的统计和规划<sup>[3]</sup>。中共贵州省委、贵州省人民政府 2007 年 6 号文件明确提出加快贵州茶产业发展的要求,要把贵州省打造成中国高品质绿茶重要生产基地,前期工作就是做好茶园土

壤安全检测工作。

土壤是茶树生长的载体,土壤重金属可以通过茶叶富集进入食物链危害人类健康<sup>[4]</sup>,因此对影响茶叶品质土壤环境的研究尤为重要<sup>[5]</sup>,其中,茶园土壤重金属的调查与研究得到了高度重视,许多学者对茶园土壤重金属 Cr、Cu、As、Cd、Hg、Pb 进行了大量报道<sup>[6-8]</sup>。本研究以贵州省贵定县茶园土壤为研究对象,借助 ArcGIS 技术,并以 NY 5020—2001《无公害食品 茶叶产地环境条件》中无公害茶园土壤环境质量标准为评价依据,进行茶园土壤环境质量调查与评价,旨在掌握土壤环境受污染程度,为贵定县科学规划建设新茶园以及中低产茶园改造提供科学依据。

收稿日期:2013-07-10

基金项目:贵州省农业攻关项目(编号:黔科合 NY 字[2009]3021 号)。

作者简介:刘红(1990—),女,山东济宁人,硕士研究生,主要从事环境污染与防治工作。E-mail:624188083@qq.com。

通信作者:林昌虎,研究员,硕士生导师,主要从事环境科学科研工作。E-mail:linchanghu79@sina.com。

好,营造出了拟自然程度高的群落;而位于三峡大学的 2 处边坡样地临近道路,受人为干扰较大。运用该指标体系计算得出的评价结果符合样地实地调查情况,表明构建的生态防护基材土壤质量评价体系具有较强的实用性。

## 4 结论

从物理性质、化学性质、生物性质 3 个方面建立了一套生态防护基材土壤质量的指标体系,选用层次分析法确定了基材土壤质量评价各评价指标的权重。选择清江水布垭水电站三友坪公路边坡、清江高坝洲水电站进场公路边坡、三峡大学信息楼侧边坡、三峡大学图书馆后边坡 4 个采用植被混凝土生态防护技术修复的边坡为研究对象,实地调查显示,采取植被混凝土生态防护技术对这 4 处边坡进行边坡防护和生态修复以后,有效地减少了水土流失量,坡面植被覆盖度高且植物长势良好。运用建立的基材土壤质量评价指标体系对 4 块样地进行综合分析,评价结果基本符合样地坡面实际情况,表明所构造的基材土壤质量指标体系具有实用价值。

## 1 材料与与方法

### 1.1 土样采集与制备

选择贵州省贵定县为研究区域,采集茶园表层土壤。采

## 参考文献:

- [1]许文年,王铁桥,叶建军. 岩石边坡护坡绿化技术应用研究[J]. 水利水电技术,2002,33(7):35-36,40.
- [2]许文年,叶建军. 工程边坡绿化技术初探[J]. 三峡大学学报:自然科学版,2001,23(6):512-513.
- [3]岳西杰,葛玺祖,王旭东. 土壤质量评价方法的应用与进展[J]. 中国农业科技导报,2010,12(6):56-61.
- [4]Saaty T L. How to handle dependence with the analytic hierarchy process[J]. Mathematical Modelling,1987,9(3/4/5):367-376.
- [5]许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津:天津大学出版社,1988.
- [6]赵焕巨. 层次分析法[M]. 北京:科学出版社,1986.
- [7]许文年,夏振尧,周明涛,等. 植被混凝土生态防护技术理论与实践[M]. 北京:中国水利水电出版社,2012.
- [8]刘梦云,安韶山,常庆瑞,等. 宁南山区不同土地利用方式土壤质量评价方法研究[J]. 水土保持研究,2005,12(3):41-43.
- [9]谢双蔚,王铁宇,吕永龙,等. 基于 AHP 的 POPs 污染控制技术评价方法研究[J]. 环境工程学报,2012,6(2):692-698.

用GPS定位,在样点附近以“S”法采取茶园表层土壤(0~20 cm)混合样。为避免污染,采样过程中使用木铲等工具,每个样品均由10个采样点混合而成,在贵定县共采集423个土壤样品。

将采集的样品分别放入洁净的聚乙烯塑料袋中,封装运回实验室。土壤样品放在室内自然风干,挑出石块和残枝落叶,采用四分法,并用玛瑙研钵研磨,分别过20、100目筛备用。采样覆盖区域见图1。

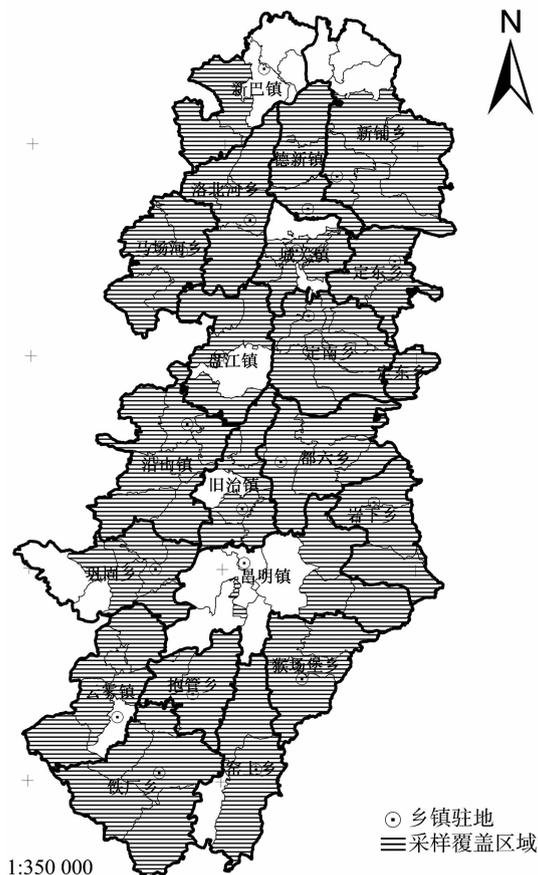


图1 采样覆盖区域分布

## 1.2 资料收集与整理

从贵定县农村工作局收集地形图(采用中国人民解放军总参谋部测绘局测绘的地形图)、第2次土壤普查成果图(最新的土壤图、土壤养分图)和土地利用现状图。县级地图采用1:50 000地形图为空间数学框架基础,采用高斯-克吕格投影方式进行投影坐标转换,将土地利用现状图、土壤图及行政区划图叠置,划分生成贵定县区域茶园评价单元。

## 1.3 分析方法

在分析土壤样品过程中每批样品设2个空白,加入国家标准土壤样品(GSS-4、GSS-5)进行分析质量控制,分析样品重复数10%~15%,所用水均为二次去离子水(Milli-Q50超纯水系统),试剂均采用优级纯,张清海等用该方法对贵州乌王茶产区土壤重金属负荷水平进行了研究<sup>[9]</sup>。分析方法和限量见表1。

## 1.4 属性数据库的建立

根据贵定县土壤质量评价需要,对每个指标完整的命名、格式、类型、取值区间等进行定义,在建立属性数据库时按数据字典的要求,制定统一的基础数据编码规则,进行属性数据录入,在ACCESS数据库中建立。

## 1.5 评价因子属性值的获取

茶园土壤环境质量评价包括土壤Pb、Cd、Cr、Cu、As、Hg等6个评价因子,以研究区域茶园土壤环境质量评价单元图数据库为基础,借助ArcGIS 9.3中的地统计学分析(geostatistical analysis)模块,选择最优的插值模型进行Kriging空间插值<sup>[10-11]</sup>,生成评价单元全系列的茶园土壤环境质量评价因子属性数据库。

## 1.6 土壤中重金属的评价方法

选取Pb、Cd、Cr、Cu、As、Hg等重金属元素为评价因子,运用单因子污染指数法<sup>[12-13]</sup>、综合污染指数法<sup>[14]</sup>,以NY 5020—2001《无公害食品 茶叶产地环境条件》中无公害茶园土壤环境质量标准(表2、表3)为评价依据,对贵定县茶园土壤环境质量进行综合评价。

单因子污染指数 $P_i$ 计算公式为 $P_i = C_i/S_i$ ,

式中: $P_i$ 为土壤污染元素 $i$ 的污染指数; $C_i$ 为污染元素 $i$ 的实测值(mg/kg); $S_i$ 为污染元素 $i$ 的评价限量值(mg/kg)。

表1 各指标的检测方法

指标	检测仪器	方法来源
pH值	玻璃电极	NY/T 1377—2007《土壤中pH值的测定》
Pb	石墨炉原子吸收光谱仪	GB/T 17141—1997《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》
Cd	石墨炉原子吸收光谱仪	GB/T 17141—1997《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》
Cr	石墨炉原子吸收光谱仪	HJ 491—2009《土壤 总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》
Cu	火焰原子吸收光谱仪	GB/T 17138—1997《土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法》
As	原子荧光光谱仪	NY/T 1121.11—2006《土壤检测 第11部分:土壤总砷的测定》
Hg	原子荧光光谱仪	NY/T1121.10—2006《土壤检测 第10部分:土壤总汞的测定》

综合污染指数 $P_{\text{综}}$ 计算公式:

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{(P_{\text{max}})^2 + (P_i)^2}{2}}$$

式中: $P_{\text{综}}$ 为土壤综合污染指数; $P_{\text{max}}$ 为污染物中最大污染指数; $P_i$ 为土壤各污染指数的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 贵定县不同茶区土壤重金属的含量

对贵定县各乡镇茶园土壤重金属含量进行检测,结果见表4。

表2 无公害茶园土壤环境质量标准

项目	含量限值
pH 值	4.0 ~ 6.5
Cr	≤150 mg/kg
Cu	≤150 mg/kg
As	≤40 mg/kg
Cd	≤0.30 mg/kg
Zn(GB 15618—1995《土壤环境质量标准》)	≤200 mg/kg

表3 土壤综合污染指数分级标准

等级划分	综合污染指数	污染程度	污染水平
I	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全	清洁
II	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1.0$	警戒限	尚清洁
III	$1.0 < P_{\text{综}} \leq 2.0$	轻污染	土壤污染物超过背景值, 看作轻污染, 作物开始受污染
IV	$2.0 < P_{\text{综}} \leq 3.0$	中污染	土壤、作物均受到中度污染
V	$P_{\text{综}} > 3.0$	重污染	土壤、作物受污染已相当严重

表4 贵定县各个乡镇茶园土壤重金属含量

乡镇	样本数(份)	项目	pH 值	Pb 含量(mg/kg)	Cd 含量(mg/kg)	Cr 含量(mg/kg)	Cu 含量(mg/kg)	As 含量(mg/kg)	Hg 含量(mg/kg)
洛北河乡	16	范围	4.98 ~ 6.54	14.4 ~ 52.7	0.09 ~ 0.62	13.4 ~ 54.1	3.63 ~ 92	2.07 ~ 11.9	0.09 ~ 0.36
		平均值	5.35	29.69	0.26	29.95	27.28	5.31	0.24
		标准差	0.38	9.14	0.16	10.17	23.21	2.66	0.08
马场河乡	9	范围	4.7 ~ 5.9	19.6 ~ 51.5	0.07 ~ 1.49	19 ~ 88.5	4.4 ~ 25.1	4.45 ~ 27.2	0.09 ~ 0.30
		平均值	5.22	30.37	0.32	43.07	12.42	13.75	0.17
		标准差	0.44	11.05	0.45	22.57	6.97	7.58	0.07
云雾镇	40	范围	4.32 ~ 7.4	21.7 ~ 447	0.03 ~ 0.45	15.3 ~ 75.9	1.11 ~ 44.3	2.9 ~ 15.5	0.12 ~ 0.84
		平均值	5.44	76	0.19	43.62	12.98	10.02	0.31
		标准差	1.02	74.49	0.09	15	12.04	2.81	0.14
铁厂乡	46	范围	4.3 ~ 6.8	21.2 ~ 326	0 ~ 0.99	2.08 ~ 254	4.4 ~ 139	3.08 ~ 49.8	0.06 ~ 0.53
		平均值	5.57	84.08	0.3	52.7	14.96	16	0.3
		标准差	0.77	58.75	0.24	49.96	19.56	13.39	0.12
新铺乡	40	范围	4.21 ~ 5.44	18.5 ~ 206	0.03 ~ 0.65	11.1 ~ 160	2.11 ~ 80.7	1.56 ~ 26.2	0.11 ~ 0.94
		平均值	4.71	61.3	0.19	44.74	20.42	8.38	0.37
		标准差	0.35	38.25	0.15	25.23	18.49	4.76	0.16
巩固乡	30	范围	4.27 ~ 5.48	20.3 ~ 107	0.035 ~ 0.58	12.2 ~ 121	2.97 ~ 61.3	3.16 ~ 119	0.11 ~ 0.64
		平均值	4.63	42.76	0.19	54.87	16.68	23.48	0.25
		标准差	0.27	21.66	0.14	23.44	14.13	23.15	0.11
都六乡	23	范围	4.63 ~ 6.7	14 ~ 685	0.05 ~ 1.44	17.3 ~ 624.4	3.11 ~ 73.3	2.83 ~ 61	0.07 ~ 0.94
		平均值	5.67	113.11	0.39	65.49	23.72	20.34	0.31
		标准差	0.75	145.97	0.39	123.12	15.11	17.59	0.23
岩下乡	24	范围	5.08 ~ 5.98	22.7 ~ 382	0.03 ~ 1.34	3.22 ~ 53.5	6.73 ~ 30.6	4.58 ~ 43.3	0.10 ~ 0.34
		平均值	5.39	144.69	0.24	20.72	17.28	9.05	0.2
		标准差	0.24	113.44	0.26	14.67	8.06	7.65	0.08
猴场堡乡	20	范围	4.43 ~ 6.94	0 ~ 132	0.05 ~ 0.48	14.3 ~ 76.9	2.75 ~ 28.1	3.48 ~ 16.9	0.08 ~ 0.74
		平均值	5.22	31.91	0.18	35.6	15	9.71	0.31
		标准差	0.68	33.6	0.12	16.31	7.57	3.85	0.14
定南乡	21	范围	4.3 ~ 6.45	31.1 ~ 251	0.05 ~ 3.02	4.74 ~ 88.4	1.68 ~ 61.6	1.84 ~ 22	0.05 ~ 0.31
		平均值	5.23	92.52	0.45	32.12	17.88	8.88	0.17
		标准差	0.74	57.02	0.64	20.46	15.71	5.55	0.07
昌明镇	14	范围	5.0 ~ 6.53	12.3 ~ 166	0.06 ~ 0.66	6.67 ~ 36.7	2.11 ~ 583	4.13 ~ 15.3	0.06 ~ 0.32
		平均值	5.71	55.81	0.21	25.08	69.63	8.05	0.15
		标准差	0.5	49.15	0.16	8.61	149.69	3.17	0.08
定东乡	14	范围	4.2 ~ 6.00	25.2 ~ 537	0.07 ~ 0.26	10 ~ 76.3	4.51 ~ 54.7	2.43 ~ 18.1	0.07 ~ 0.26
		平均值	5.19	106.65	0.12	33.68	13.68	8.58	0.17
		标准差	0.55	172.09	0.05	16.99	12.58	4.88	0.06
窑上乡	20	范围	4.3 ~ 6.65	7.07 ~ 167	0.02 ~ 0.35	8.6 ~ 52.3	0.81 ~ 168	1.44 ~ 15.4	0.07 ~ 0.35
		平均值	5.07	42.08	0.11	36.98	38.65	5.35	0.19
		标准差	0.49	35.19	0.09	12.73	48.39	4.85	0.07
抱管乡	21	范围	4.78 ~ 6.79	21.8 ~ 201	0.04 ~ 0.47	15.1 ~ 142	2.45 ~ 28.4	2.66 ~ 26	0.08 ~ 1.03
		平均值	5.68	47.9	0.15	45.12	12.38	10.57	0.23
		标准差	0.54	45.72	0.11	28.61	6.78	5.99	0.23
旧治镇	17	范围	4.43 ~ 6.48	17.6 ~ 117	0.09 ~ 0.32	17.9 ~ 122	3.3 ~ 147	3.55 ~ 25.8	0.14 ~ 0.76
		平均值	4.98	43.38	0.16	62.56	52.94	8.92	0.3
		标准差	0.62	29.62	0.06	35.65	46.69	4.64	0.2

续表 4

乡镇	样本数 (份)	项目	pH 值	Pb 含量 (mg/kg)	Cd 含量 (mg/kg)	Cr 含量 (mg/kg)	Cu 含量 (mg/kg)	As 含量 (mg/kg)	Hg 含量 (mg/kg)
新巴镇	10	范围	4.5~7.47	31.5~349	0.07~0.70	33.7~71.4	17.8~138	8~20.8	0.18~1.07
		平均值	4.95	93.49	0.27	54.38	55.07	13.98	0.38
		标准差	0.9	94.5	0.19	13.34	41.6	5.49	0.25
城关镇	10	范围	4.35~5	20.7~94	0.09~0.44	36.2~93.6	8.46~202	6.88~16.7	0.11~0.25
		平均值	4.59	42.61	0.21	59.05	42.55	11.08	0.16
		标准差	0.18	25.12	0.11	21.21	58.29	3.53	0.04
沿山镇	20	范围	4.26~5.65	10.9~269	0.07~0.63	9.34~130	0~106	2.73~33.6	0.03~0.48
		平均值	4.8	65.82	0.19	51.86	24.19	13.08	0.21
		标准差	0.32	59.31	0.16	34.59	30.62	7.86	0.12
德新镇	20	范围	4.62~6.94	22.4~270	0.05~1.2	12~62	5.42~60.1	3.05~26.2	0.05~0.30
		平均值	5.57	81.22	0.37	28.15	21.55	7.43	0.17
		标准差	0.66	70.43	0.31	14.5	15	5.35	0.06
盘江镇	8	范围	4.7~5.32	21.9~60.7	0.04~0.76	24.1~41.7	3.94~64.7	2.21~17.1	0.11~0.34
		平均值	5.03	36.11	0.21	31.29	23.49	7.17	0.2
		标准差	0.24	13.73	0.23	5.72	18.92	5.21	0.07

由表 4 可以看出,云雾镇、铁厂乡、都六乡、岩下乡、定南乡、定东乡、新巴镇、沿山镇、德新镇土壤中 Pb 均超标, Pb 含量的最大值在都六乡,为 685 mg/kg。整个县只有定东乡土壤中 Cd 没有超标,其余乡镇土壤中 Cd 均超标; Cd 含量的最大值在定南乡,为 3.02 mg/kg。铁厂乡、新铺乡、都六乡土壤中 Cr 均超标, Cr 含量的最大值在都六乡,为 624.4 mg/kg。马场河乡、云雾镇、岩下乡、猴场堡乡、抱管乡土壤中 Cu 含量均低于标准值, Cu 含量的最大值在昌明镇,为 583 mg/kg。铁厂乡、巩固乡、都六乡、岩下乡土壤中 As 均超标, As 含量的最大值在巩固乡,为 119 mg/kg。马场河乡、定东乡、新巴镇、城关镇、德新镇土壤中 Hg 含量均低于标准值, Hg 含量的最大值在新巴镇,为 1.07 mg/kg。

由图 2 可知,马场河乡、都六乡、定南乡、德新镇 4 个乡镇土壤中 Cd 平均含量均大于土壤限量值;云雾镇、新铺乡、猴场堡乡、新巴镇、都六乡 5 个乡镇土壤中 Hg 平均含量均大于土壤限量值;另外,都六乡土壤中 Cd 和 Hg 的平均含量均大于土壤限量值,铁厂乡土壤中 Cd 和 Hg 的平均含量处于土壤限量临界值。

## 2.2 贵定县不同茶区土壤重金属安全评价

由表 5 和图 3 可知,从单因子污染指数来看,贵定县各乡镇土壤中 Pb、Cr、As 的  $P_i$  均  $< 1$ ,未达到污染级别。马场河乡、都六乡、定南乡、德新镇 4 个乡镇  $P_i$ (Cd)  $> 1$ ,表明土壤受到了一定程度的镉污染;昌明镇、旧治镇、新巴镇 Cu 的  $P_i > 1$ ,表现出不同程度的铜污染;云雾镇、新铺乡、都六乡、猴场堡乡、新巴镇 5 个乡镇 Hg 的  $P_i > 1$ ,土壤受到了一定程度的汞污染。从综合污染指数来看,都六乡、定南乡土壤污染程度为轻污染;洛北河乡、巩固乡、岩下乡、昌明镇、定东乡、窑上乡、抱管乡、城关镇、沿山镇、盘江镇  $P_{综} \leq 0.7$ ,土壤较清洁,其中定东乡的  $P_{综}$  为 0.47,说明定东乡茶园土壤最清洁。

## 2.3 茶园土壤环境质量主要限制因子分析

评价结果表明,贵定县茶园主要表现土壤镉和汞污染。煤矿是贵定县优势矿产之一,各个乡镇均有分布,其中储量最多的有洛北河乡、新铺乡、德新镇。石灰石矿、水泥用石灰岩全县广泛分布,储量大,品位高,其中定南乡矿点为黔南州水泥厂矿山<sup>[15]</sup>。全县开办了一些国营煤场,土陶蕴藏量比较丰

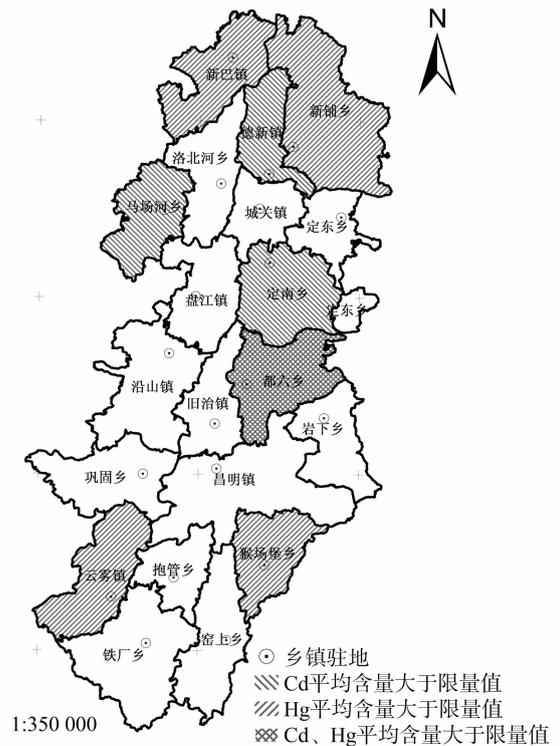


图2 贵定县各乡镇重金属平均含量超标情况

富,周边建设了一些陶瓷厂和水泥厂,镉和汞污染主要是由煤矿开采、冶炼以及陶瓷、水泥的开发利用造成的。

## 3 结论

本研究对贵定县各乡镇茶园土壤重金属的平均含量进行分析,结果表明,各乡镇 Pb、Cr、As、Cu 的平均含量均低于无公害茶园限量值,均未超标;马场河乡、都六乡、定南乡、德新镇 Cd 超标;云雾镇、新铺乡、都六乡、猴场堡乡、新巴镇 Hg 超标。

贵定县土壤重金属污染主要表现为一定程度镉和汞污染。单因子评价的结果与重金属含量分析大体一致。其中,

表5 贵定县各个乡镇茶园土壤重金属污染指数及污染程度

乡镇名	单因子污染指数						综合污染指数
	Pb	Cd	Cr	Cu	As	Hg	
洛北河乡	0.12	0.86	0.20	0.55	0.13	0.79	0.66
马场河乡	0.12	1.06	0.29	0.25	0.34	0.56	0.80
云雾镇	0.30	0.65	0.29	0.26	0.25	1.03	0.79
铁厂乡	0.34	1.00	0.35	0.30	0.40	0.99	0.80
新铺乡	0.25	0.64	0.30	0.41	0.21	1.25	0.94
巩固乡	0.17	0.63	0.37	0.03	0.59	0.82	0.66
都六乡	0.45	1.30	0.44	0.47	0.51	1.04	1.03
岩下乡	0.58	0.79	0.14	0.35	0.23	0.68	0.63
猴场堡乡	0.13	0.61	0.24	0.30	0.24	1.03	0.78
定南乡	0.37	1.49	0.21	0.36	0.22	0.57	1.11
昌明镇	0.22	0.69	0.17	1.39	0.20	0.50	0.55
定东乡	0.43	0.39	0.22	0.27	0.21	0.58	0.47
窑上乡	0.17	0.36	0.25	0.77	0.13	0.63	0.49
抱管乡	0.19	0.51	0.30	0.25	0.26	0.77	0.61
旧治镇	0.17	0.54	0.42	1.06	0.22	0.99	0.77
新巴镇	0.37	0.91	0.36	1.10	0.35	1.27	0.99
城关镇	0.17	0.68	0.39	0.85	0.28	0.55	0.55
沿山镇	0.26	0.65	0.35	0.48	0.33	0.69	0.57
德新镇	0.32	1.22	0.19	0.43	0.18	0.55	0.91
盘江镇	0.14	0.71	0.21	0.47	0.18	0.68	0.57

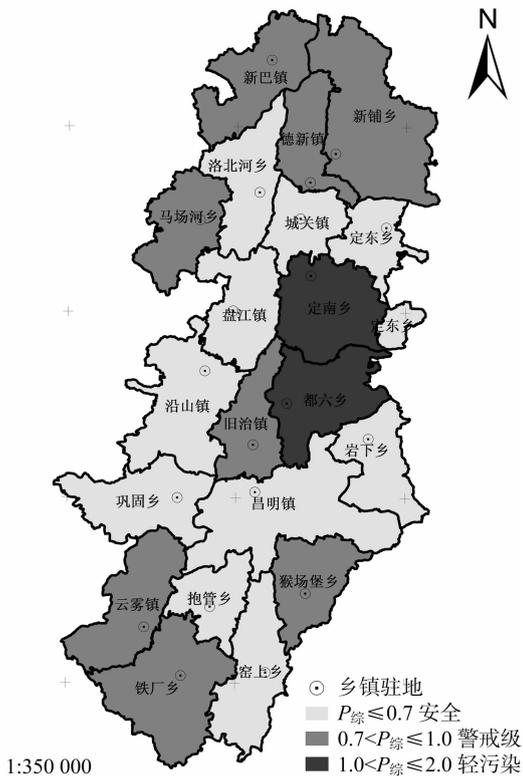


图3 贵定县综合污染指数评价等级分布

都六乡土壤中镉和汞的单因子污染指数均大于1,综合污染指数也大于1,污染程度为轻污染。

土壤重金属污染综合评价结果表明,都六乡、定南乡等2个乡镇处于轻污染状态;马场河乡、云雾镇、铁厂乡、新铺乡、猴场堡乡、旧治镇、新巴镇等8个乡镇处于警戒限;洛北河乡、巩固乡、岩下乡、昌明镇、定东乡、窑上乡、抱管乡、城关镇、沿山镇、盘江镇等10个乡镇处于安全级别。其中,定南乡土壤污染最严重,定东乡土壤环境最清洁。

土壤重金属是茶园土壤环境的限制指标,贵定县在发展茶产业的过程中,应该结合土壤环境质量评价结果进行科学、合理的规划,避开重金属污染区域,以保障茶叶品质。

参考文献:

- [1]余正文,杨占南,张来,等. 几种黔产绿茶中重金属污染分析[J]. 食品工业科技,2011,32(9):425-426,460.
- [2]周国兰,罗显扬,赵华富,等. 贵州凤冈县宜茶区土壤重金属含量状况及污染评价[J]. 化学分析计量,2010,19(5):68-70.
- [3]刘凯. 贵定县茶园土壤中重金属元素含量及污染评价[J]. 贵州农业科学,2012,40(1):101-103.
- [4]林清,葛慈斌,陈尧荣,等. 福安市社口镇茶园土壤重金属含量与安全质量评价[J]. 茶叶科学技术,2010(4):8-10,23.
- [5]梁远发,田永辉,王国华,等. 乌江流域茶园土壤理化性状对茶叶品质影响的研究[J]. 中国农学通报,2003,19(3):44-46.
- [6]何璐君,王修俊. 遵义县茶园土壤重金属元素含量及污染评价[J]. 湖北农业科学,2011,50(7):1350-1353.
- [7]李云,张进忠,童华荣. 重庆市某茶园土壤和茶叶中重金属的监测与污染评价[J]. 中国农学通报,2007,23(7):519-524.
- [8]苏祝成,陈德彪,朱有为,等. 浙江山区茶园重金属污染现状研究[J]. 江苏农业科学,2011(1):339-341.
- [9]张清海,龙章波,林绍霞,等. 贵州乌王茶产区土壤重金属负荷水平与评价[J]. 贵州农业科学,2012,40(4):139-142.
- [10]邢世和,黄吉,黄河,等. 区域耕地质量评价与合理利用对策[J]. 土壤通报,2003,34(1):6-10.
- [11]谢正苗,李静,王碧玲,等. 基于地统计学和GIS的土壤和蔬菜重金属的环境质量评价[J]. 环境科学,2006,27(10):2110-2116.
- [12]邓秋静,宋春然,谢锋,等. 贵阳市耕地土壤重金属分布特征及评价[J]. 土壤,2006,38(1):53-60.
- [13]安中华,董元华,安琼,等. 苏南某市农田土壤环境质量评价及其分级[J]. 土壤,2004,36(6):631-635.
- [14]范拴喜,甘卓亭,李美娟,等. 土壤重金属污染评价方法进展[J]. 中国农学通报,2010,26(17):310-315.
- [15]贵州省贵定县史志编纂委员会. 贵定县志[M]. 贵阳:贵州人民出版社,1990.