

贵州省毕节市耕地土壤元素含量特征与质量评价

张德明, 骆 珊, 彭成龙, 安亚运, 秦兴志

(贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550081)

[摘要]为详细了解毕节市耕地土壤的元素含量特征及质量状况,本文通过1:50000耕地质量地球化学调查,获得了全市耕地土壤中元素的高精度分析数据。统计结果表明毕节市耕地土壤中硒、镉、铜、锰、钴、钒处于较高含量水平;元素的高含量及分布与成土母质、土壤酸碱度、土壤类型及土地利用方式的影响关系密切,其中成土母质为主要影响因素。选取养分指标氮、磷、钾及环境指标酸碱度、砷、镉、铬、铜、汞、镍、铅、锌等对毕节市耕地土壤进行量化评价,结果显示全市中-酸性耕地占比85.31%,三等及以上耕地占比82.18%,耕地土壤质量状况总体良好。土壤养分和土壤环境质量是耕地土壤质量评价的主要内容,其中土壤养分质量中等-较丰富等级占比92.04%,磷、钾较缺乏-缺乏等级占比较高是制约土壤养分质量的重要因素;土壤环境质量优先保护类-安全利用类占比82.37%,镉高含量区的分布是影响土壤环境质量的关键因素。本研究系统分析毕节市耕地土壤元素含量特征及其影响因素,对耕地土壤质量进行量化评价,为该地区农业生产中选择适宜的利用方式开发耕地资源和发展山地特色农业产业提供了地球化学支撑。

[关键词]耕地;元素含量;土壤质量;评价与分析;毕节市;贵州省

[中图分类号]S159;P632 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2021)04-0472-08

1 引言

耕地是农作物生长的摇篮,是农业生产和人类赖以生存的物质基础,耕地土壤的质量直接决定着一个地区的粮食生产能力,进而关系到该区域的粮食安全、农产品质量安全及生态安全(张晋科等,2006;沈仁芳等,2012;高雪等,2013),因此耕地土壤的元素含量特征研究及其质量评价一直是耕地保护利用和农业生产所关注的焦点,而耕地土壤质量评价的内容主要包括土壤养分和土壤环境两个方面(GUO L B and GIFFORD R M,

2002;刘凤枝等,2006;陈印军等,2011;严玉梅等,2019;任明强等,2020)。自全国第二次土壤普查以来,关于乌蒙山集中连片贫困地区毕节市耕地土壤质量的地球化学研究工作稀少或缺乏,无法满足该地区扶贫攻坚、合理开发利用耕地资源和发展特色农业产业对耕地土壤质量地球化学数据的需求。本文依托2017—2019年贵州省1:50000耕地质量地球化学调查评价项目之“毕节市8县(区)耕地质量地球化学调查评价”及“贵州省毕节市耕地质量地球化学调查评价报告汇总编制”,系统分析毕节市耕地土壤元素含量特征及其影响因素,对耕地土壤质量进行量化评价,以便

[收稿日期]2020-12-09 [修回日期]2021-06-03

[基金项目]贵州省自然资源厅项目“贵州省毕节市耕地质量地球化学调查评价报告汇总编制”(黔地矿耕调2017-34),贵州省地矿局科研项目(黔地矿科合[2020]27号)。

[作者简介]张德明(1989—),男,硕士研究生,工程师,主要从事区域地质矿产调查与农业地质调查研究。E-mail:601327282@qq.com。

[通讯作者]骆珊(1989—),女,硕士研究生,工程师,从事区域地质矿产调查及农业地质调查研究。E-mail:821597329@qq.com。

农业生产中选择适宜的利用方式开发耕地资源,调整和优化农业种植结构发展山地特色农业产业,为毕节市进一步开展扶贫攻坚提供新的地球化学支撑。

2 材料与方法

2.1 研究区概况

毕节市位于贵州省西北部,地处乌蒙山集中连片贫困区腹地,辖大方县、赫章县、金沙县、纳雍县、黔西县、威宁县、织金县及七星关区,地理坐标:103°36′~106°44′(E), 26°21′~27°47′(N),土地总面积4 027.95万亩。地处滇东高原向黔中低山丘陵过渡的斜坡地带,地势西高东低;气候属亚热带季风湿润气候,年平均气温在10℃~15℃、平均降雨量在849~1 399 mm;河流分属长江流域和珠江流域两大水系,是乌江、赤水河、北盘江的重要发源地。区内出露地层有震旦系至第四系,其中以二叠系和三叠系分布最广,矿产以震旦系-寒武系碳酸盐岩中磷矿、石炭系-二叠系碳酸盐岩中铅锌矿以及碎屑岩中煤矿、硫铁矿等较发育(中国区域地质志·贵州志,2017)。区内土壤类型主要有黄壤、黄棕壤、石灰土、紫色土、棕壤、水稻土、粗骨土、沼泽土、山地草甸土等;农作物种类丰富多样,有马铃薯之乡、核桃之乡、皱椒之乡和天然药园等美誉。

2.2 采样与测试

本研究土壤采样对象主要为耕地,面积1 499.12万亩,占全市土地总面积的37.22%。土壤样品采集以1:5万土地利用现状图为底图,以网格化4-16件/km²密度共布设采样耕地土壤样96067件,采集半径50 m范围内耕作层0~20 cm的5点以上组合样品,重量≥1 kg。样品采集过程避开主要交通干线、人为污染源、近期堆积土和施肥的影响,并注重样品的代表性、均匀性、控制性、合理性。

样品测试由具备地质实验测试甲级资质的贵州省地质矿产中心实验室按照《多目标区域地球化学调查规范(1:250000)》(DZ/T0258-2014)、《生态地球化学评价样品分析技术要求》(DD2005-03)等执行,以ICP-OES法、ICP-MS法、X荧光

光谱法为主,辅以原子荧光法、容量法和分光光度法等组成分析配套方案,准确度和精密度采用国家一级标准物质进行控制,每种元素的分析准确度和精密度合格率均为100%、报出率均高于97%,能满足本研究样品分析要求。

2.3 数据统计

数据的地球化学参数统计与分析采用中国地质调查局发展研究中心编制的地球化学找矿一体化处理子系统(GeoChem studio2.5.7)、Statistica及SPASS 21等软件来共同完成。

2.4 评价方法

依据《土地质量地球化学调查评价规范》(DZ/T 0295-2016),运用土地质量地球化学评价管理与维护(应用)子系统及Arcgis 10.2、Mapgis 6.7软件联合处理和图件绘制。

2.4.1 评价指标、评价单元及赋值

选取耕地土壤质量评价的主要内容,即土壤养分和土壤环境指标,前者包括氮、磷、钾,后者包括酸碱度、砷、镉、铬、铜、汞、镍、铅、锌。评价单元为毕节市2015年土地变更调查的1:5万耕地图斑,采用距离加权反比插值法,每个耕地图斑均得到赋值。

2.4.2 土壤酸碱性评价

土壤中酸碱度(pH)是土壤环境的重要指标,是评估土壤质量较基础和关键的理化指标(邵文静等,2016;王亚男等,2018),本研究将耕地土壤酸碱度划分为5个等级(表1)。

表1 土壤酸碱度分级标准

Table 1 Soil pH grading standard

pH	<5.0	5.0~<6.5	6.5~<7.5	7.5~<8.5	≥8.5
含义 Meaning	强酸性	酸性	中性	碱性	强碱性

2.4.3 土壤养分综合质量评价

选取氮、磷、钾单指标养分等级,按照下列公式计算土壤养分地球化学综合得分 $f_{\text{养综}}$,进行土壤养分综合质量等级划分:丰富、较丰富、中等、较缺乏和缺乏(表2)。

$$f_{\text{养综}} = \sum_{i=1}^n k_i f_i$$
 式中, $f_{\text{养综}}$ 为总得分 $1 \leq f_{\text{养综}} \leq 5$; k_i 为氮、磷、钾权重系数,分别为0.4、0.3和0.3; f_i 为N、P、K的单指标等级得分,分别为1、2、3、4、5分。

表2 土壤养分综合质量等级划分表

Table 2 Table of soil nutrient comprehensive quality grade division

$f_{\text{养综}}$	≥ 4.5	$<4.5 \sim 3.5$	$<3.5 \sim 2.5$	$<2.5 \sim 1.5$	<1.5
含义	丰富	较丰富	中等	较缺乏	缺乏

2.4.4 土壤环境综合质量评价

土壤环境综合质量评价在单指标环境等级划分基础上,每个评价单元的土壤环境综合质量等级等同于单指标划分出的环境等级最差的等级。土壤中环境指标含量(Ci)对照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中的筛选值(Si)和管制值(Gi)将土壤环境质量等级分为3类:优先保护类; $Ci \leq Si$,土壤环境风险很低或可忽略;安全利用类; $Si < Ci \leq Gi$,土壤环境风险可控;严格管控类; $Ci > Gi$,土壤环境风险较大。

2.4.5 土壤质量评价

土壤质量等级划分为:一等、二等、三等、四等和五等,由评价单元的土壤养分综合质量与土壤环境综合质量叠加产生(表3)。

表3 土壤质量等级划分表

Table 3 Division table of soil quality grade

等级	环境风险低	环境风险可控	环境风险较大
养分丰富	一等	三等	五等
养分较丰富	一等	三等	五等
养分中等	二等	三等	五等
养分较缺乏	三等	三等	五等
养分缺乏	四等	四等	五等

3 结果与分析

3.1 土壤元素含量特征

毕节市耕地土壤中镉、锰、铜、硒、钴、钒、碘含量背景值明显高于贵州耕地土壤,氮、锰、铜、硒、钴、钒、镉、铬、镍含量背景值与全国A层土壤比值均在2倍以上(表4);对比全国第二次土壤普查养分分级标准,氮、磷、硼、铜、锌、钼处于含量丰富级别,钾、有机质处于中等水平。总体显示耕地土壤中硒、镉、铜、锰、钴、钒处于较高含量水平。

表4 土壤元素含量特征统计表

Table 4 Statistical table of elements content characteristics in soil

元素	最小值	最大值	平均值	标准差	剔除特异值后		贵州耕地土壤 ^①		全国A层土壤 ^②	
					样本量	背景值	背景值	K1	背景值	K2
N	0.02	12.00	1.97	1.00	94 055	2.00	1.83	1.09	0.64	3.13
P	0.01	47.00	1.01	1.00	94 653	1.00	0.74	1.35	0.52	1.92
K	0.11	50.88	15.41	7.45	95 769	15.33	16.59	0.92	18.60	0.82
SOM	0.11	387.70	37.20	18.03	91 178	34.30	30.69	1.12	31.00	1.11
B	0.66	797.00	67.10	39.70	94 462	64.60	67.32	0.96	47.80	1.35
Mn	7.68	30 596.00	1215.00	620.00	94 883	1185.00	727.00	1.63	583.00	2.03
Zn	1.11	9 967.10	143.90	154.20	89 386	122.60	104.21	1.18	82.40	1.49
Cu	0.36	1 641.00	79.20	61.50	88 287	65.20	34.50	1.89	22.60	2.88
Mo	0.02	117.00	2.14	1.69	90 995	1.88	1.53	1.23	2.00	0.94
Se	0.01	24.90	0.69	0.40	94 007	0.66	0.48	1.38	0.29	2.28
I	0.01	59.50	5.84	3.54	94 051	5.60	3.05	1.84	3.76	1.49
F	20.00	27 086.00	1009.00	669.00	91 577	910.00	818.00	1.11	478.00	1.90
Ge	0.05	28.69	1.62	0.31	94 434	1.61	1.53	1.05	1.70	0.95
Co	0.17	182.00	30.40	13.60	95 022	29.90	19.89	1.50	12.70	2.35
V	1.37	1 437.00	215.00	101.00	94 433	210.00	141.85	1.48	82.40	2.55
Cd	0.00	231.22	1.17	1.84	80 322	0.66	0.40	1.65	0.10	6.60
Hg	0.01	37.50	0.16	0.35	90 763	0.13	0.13	1.00	0.07	1.86
As	0.31	2 890.00	20.43	28.07	92 868	17.92	13.48	1.33	11.20	1.60
Pb	0.06	35 736.00	52.00	211.90	87 559	35.40	33.57	1.05	26.00	1.36
Cr	1.06	1 215.00	132.70	58.90	92 375	125.00	98.98	1.26	61.00	2.05
Ni	0.35	494.00	58.10	1.00	95 217	57.30	39.30	1.46	26.90	2.13

注:N、P、K、SOM含量单位为g/kg,其余均为mg/kg;SOM为有机质;样本量单位为件;背景值为剔除特异值后的平均值;K1为毕节市与贵州耕地土壤背景值之比, K2为毕节市与全国A层土壤背景值之比,①据(蔡大伟等,2020),②据(魏复盛等,1991)。

将毕节市耕地土壤全量元素原始数据分别用平均值 ± 3 倍方差替换离群数据后进行R型聚类分析,得到4个相关性较强的元素自然组合:(1)B、F、K聚为一类,其中B与F、K相关系数分别为0.61和0.55;(2)Cu、V、Co、Cr、Ni、Mn聚为一类,其中Cu与V相关系数为0.87,Ni与Cr相关系数为0.7;(3)N、有机质、Se聚为一类,其中N与有机质相关系数为0.86,N与Se相关系数为0.51,有机质与Se相关系数为0.55;(4)Pb、Zn聚为一类,其中Pb与Zn相关系数为0.68,共同反映了耕地土壤中元素因化学性质不同以及自然营力和人类活动的影响下,发生了迁移、富集等作用,表现出较好的相关性(图1)。

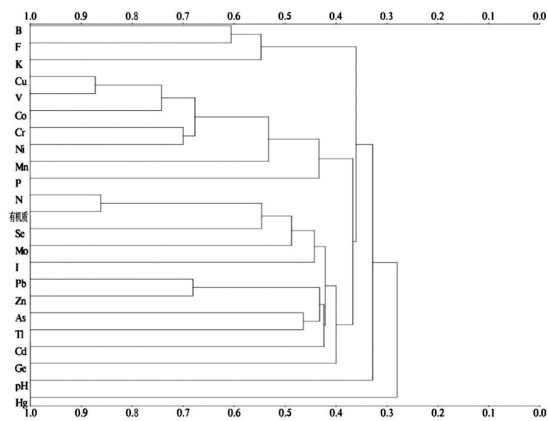


图1 毕节市耕地土壤元素R型聚类图

Fig. 1 R-type cluster diagram of cultivated soil elements in Bijie city

3.2 土壤元素自然分布特征

3.2.1 成土母质

根据土壤下伏基岩时代的不同,从震旦纪至第四纪按主要岩石组合类型和含矿性划分出16个成土母质单元,分别为震旦系碳酸盐岩(占比0.37%)、寒武系碎屑岩(占比0.56%)、寒武系碳酸盐岩(占比1.95%)、奥陶系碎屑岩(占比0.33%)、志留系碎屑岩(1.15%)、泥盆系碳酸盐岩(占比0.95%)、石炭系碎屑岩(占比1.91%)、石炭系碳酸盐岩(占比12.88%)、二叠系下统碎屑岩(占比0.91%)、峨眉山玄武岩(占比7.89%)、二叠系碳酸盐岩(占比15.54%)、二叠系含煤碎屑岩(占比8.40%)、三叠系碎屑岩(17.32%)、三叠系碳酸盐岩(24.20%)、侏罗系碎屑岩(5.30%)及白垩系-第四系碎屑岩(占比0.32%),其中碳酸盐岩类共占比55.91%、碎屑岩类共占比36.20%、峨眉山玄武岩共占比7.89%。

通过对不同成土母质单元分布区耕地土壤中元素含量的统计,结果表明土壤中硼、氟、钾在寒武系及三叠系碳酸盐岩中平均含量较高;铜、钒、钴、铬、镍、锰在二叠系中上统碳酸盐岩、峨眉山玄武岩和三叠系下统碎屑岩中平均含量较高;氮、有机质、硒、钼、碘在二叠系中上统含煤碎屑岩、碳酸盐岩和峨眉山玄武岩中平均含量较高;铅、锌、砷、镉、锆在二叠系-三叠系碳酸盐岩中平均含量较高;磷、汞在震旦系碳酸盐岩中平均含量较高。

3.2.2 土壤类型

受地形、气候等因素影响,毕节市土壤类型丰富多样,主要有黄壤(占比30.37%)、黄棕壤(占比24.33%)、石灰土(占比15.24%)、紫色土(占比14.40%)、粗骨土(占比7.01%)、水稻土(占比4.38%)、棕壤(占比2.05%)、沼泽土(占比0.44%)、山地草甸土(占比0.39%)。通过对不同土壤类型分布区耕地土壤中元素含量的统计,结果表明棕壤分布区耕地土壤中氮、有机质、锌、碘、镉、汞、砷、铅、铊平均含量较高;水稻土分布区耕地土壤中硒平均含量较高;紫色土分布区耕地土壤中锆平均含量较高;石灰土分布区耕地土壤中钾平均含量较高;沼泽土分布区耕地土壤中硼、钼、氟平均含量较高;山地草甸土分布区耕地土壤中磷、锰、铜、钴、钒、铬、镍平均含量较高。

3.2.3 土壤酸碱度

土壤pH值的高低很大程度上影响土壤元素的有效性和肥力(李佳等,2019),不同酸碱度值域范围内耕地土壤元素平均含量均存在不同程度的差异。酸性、强酸性($\text{pH} < 6.5$)耕地土壤中,氮、磷、有机质、钼、硒、碘、锆、钒、镉、铜、镍、铬显示相对富集特征;中性($6.5 \leq \text{pH} < 7.5$)耕地土壤中,锰、锌、钴、砷、铅、汞显示相对富集特征;碱性、强碱性($\text{pH} \geq 7.5$)耕地土壤中,钾、硼、氟、铊显示相对富集特征。氮、磷、有机质、硒、碘、锆、镉等显示土壤酸性增强,其平均含量呈逐渐增加的特征,并在酸性土壤中平均含量均达到最高;耕地土壤硼、氟、钾显示土壤碱性增强,其平均含量呈逐渐增加的特征,并在碱性土壤中平均含量均达到最高;耕地土壤锌、锰、钴、砷、铅等显示在中性土壤环境中平均含量最高,在偏酸或偏碱性环境中元素平均含量逐渐降低,且降低程度偏碱性环境中较偏酸性环境中大。

3.2.4 土地利用方式

毕节市土地利用方式主要以耕地(占比36.94%)、林地(43.27%)和牧草地(占比5.97%)为主,耕地中则以旱地为主,面积1412.21万亩。与本次研究相关的土地利用方式主要为旱地、水田、水浇地、果园、茶园、采矿用地及裸地。通过对不同土地利用方式分布区耕地土壤中元素含量的统计,结果表明水田分布区耕地土壤中氮、钾、有机质、硼平均含量较高;水浇地分布区耕地土壤中磷、铜、钴、钒、铬、镍平均含量较高;茶园分布区耕

地土壤中碘平均含量较高;采矿用地分布区耕地土壤中锌、钼、硒、锆、镉、砷、铅、铊、氟平均含量较高;裸地分布区耕地土壤中汞、锰平均含量较高。

3.3 耕地土壤质量状况

3.3.1 酸碱性环境

毕节市耕地土壤 pH 值域范围为 3.02 ~ 8.72,中位值 5.88,评价结果显示全市中-酸性耕地(5.0 ≤ pH < 7.5)面积1278.80万亩,占比85.31%,酸碱性环境总体良好(图2)。

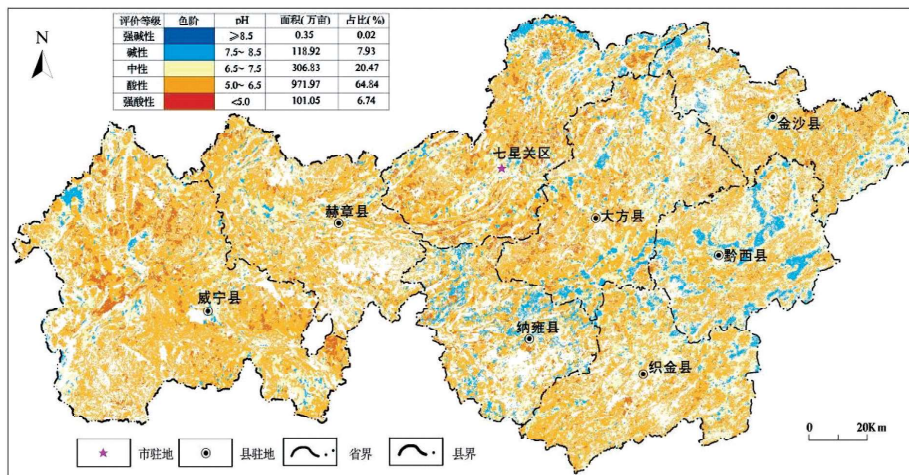


图2 毕节市耕地土壤酸碱度等级分布图

Fig. 2 Distribution map of cultivated soil pH in Bijie city

3.3.2 土壤养分丰缺状况

毕节市耕地土壤养分质量评价结果为:丰富47.97万亩,占比3.20%;较丰富964.92万亩,占比64.37%;中等414.75万亩,占比27.67%;较缺乏68.71万亩,占比4.58%;缺乏2.77万亩,占比0.18%。显示全市耕地土壤养分以中等-较丰富等级为主,占比92.04%。

于东部大方县、黔西县及金沙县,而四等-五等耕地占比17.82%,集中于西部赫章县与威宁县(图3)。

3.3.3 土壤环境质量状况

毕节市耕地土壤环境质量评价结果为:优先保护类113.10万亩,占比7.54%;安全利用类1121.83万亩,占比74.83%;严格管控类264.19万亩,占比17.62%。全市耕地土壤环境优先保护类-安全利用类耕地占比82.37%,总体良好。

4 讨论

4.1 成土母质是影响耕地土壤元素高含量与分布的主要因素

3.3.4 土壤质量状况

毕节市耕地土壤质量评价结果为:一等39.37万亩,占比2.63%;二等47.43万亩,占比3.16%;三等1145.11万亩,占比76.39%;四等2.83万亩,占比0.19%;五等264.38万亩,占比17.63%。全市耕地土壤三等及以上耕地面积1231.91万亩,占比82.18%,总体良好,其中一等-二等耕地占比5.79%,多集中

如前所述,耕地土壤元素的高含量及分布与成土母质、土壤酸碱度、土壤类型及土地利用方式的影响关系密切,对比不同影响因子单元分布区耕地土壤中元素高含量分布特征与元素聚类相关性的关系,显示成土母质与其一致性较高,具体为B、F、K高含量区集中于寒武系-奥陶系碳酸盐岩、碎屑岩以及三叠系中上统碳酸盐岩分布区,表现出一套与沉积环境关系密切的元素组合特征;Cu、V、Co、Cr、Ni、Mn高含量区集中于二叠系中上统碳酸盐岩、玄武岩、辉绿岩,三叠系下统碎屑岩分布区,最高含量区为峨眉山玄武岩分布区,可能与峨眉山玄武岩成岩及风化作用后富集关系密切;

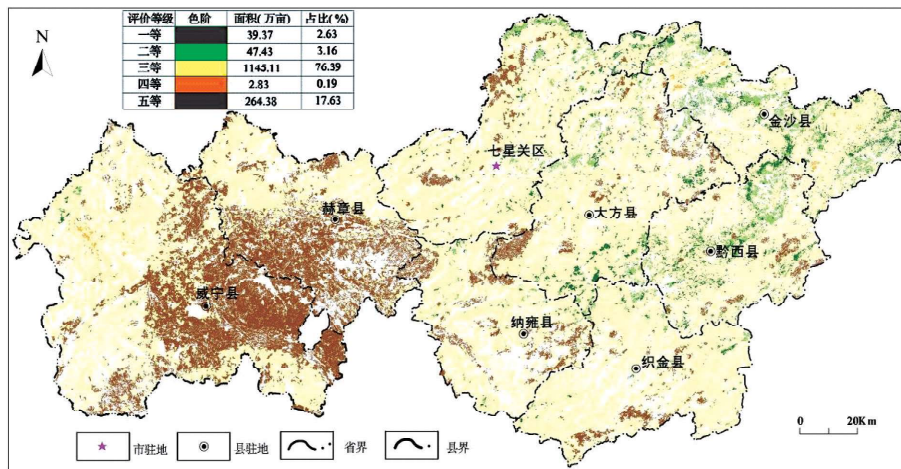


图 3 毕节市耕地土壤质量等级分布图

Fig. 3 Distribution map of cultivated soil quality grade in Bijie city

N、有机质、Se 高含量区集中于二叠系中上统梁山组含煤层碎屑岩、栖霞组-茅口组碳酸盐岩、峨眉山玄武岩及龙潭组/宣威组含煤系碎屑岩分布区; Pb、Zn 高含量区集中于石炭-二叠系碳酸盐岩分布区,可能与区内汞都-磷铜铅锌矿带分布有关。由此表明成土母质是影响毕节市耕地土壤元素高含量与分布的主要因素。

4.2 磷、钾较缺乏-缺乏是制约养分质量的重要因素

毕节市耕地土壤养分质量总体较好,统计养

分有机质、氮、磷及钾单指标的评价等级情况(表 5),显示有机质和氮较丰富-丰富等级占比分别为 72.04%和 83.75%,而磷、钾较缺乏-缺乏占比分别为 20.91%、53.38%。另外,对比 20 世纪 80 年代土壤普查资料,显示毕节市耕地土壤有机质、全氮丰富-较丰富水平显著提高,而全磷、全钾及其有效量中等-较缺乏面积增加较多的变化趋势(贵州土壤,1994;骆珊等,2020)。表明磷、钾丰缺是制约全市耕地土壤养分质量的重要因素,而土壤养分大量元素丰缺变化与人类从事农业种植、施肥活动关系密切(高雪等,2013)。

表 5 养分有机质及 N、P、K 全量指标评价等级结果

Table 5 Results of nutrient Organic matter and N, P, K index evaluation grade

养分指标	项目	丰富	较丰富	中等	较缺乏	缺乏
有机质	含量范围(g/Kg)	>40	30~40	20~30	10~20	≤10
	面积(万亩)	499.59	580.34	355.92	60.93	2.34
	百分比(%)	33.33	38.71	23.74	4.06	0.16
全 N	含量范围(g/Kg)	>2	1.5~2	1~1.5	0.75~1	≤0.75
	面积(万亩)	623.53	632.08	216.82	21.64	5.05
	百分比(%)	41.59	42.16	14.46	1.44	0.34
全 P	含量范围(g/Kg)	>1	0.8~1	0.6~0.8	0.4~0.6	≤0.4
	面积(万亩)	711.28	321.70	292.47	145.23	28.44
	百分比(%)	47.45	21.46	19.51	9.69	1.90
全 K	含量范围(g/Kg)	>25	20~25	15~20	10~15	≤10
	面积(万亩)	155.28	220.99	322.68	449.13	351.05
	百分比(%)	10.36	14.74	21.52	29.96	23.42

4.3 镉高含量分布是影响环境质量的关键因素

毕节市耕地土壤中镉含量背景值为 0.66 mg/kg,相较于贵州省 0.40 mg/kg、全国 0.10 mg/kg

分别达 1.65 和 6.60 倍。全市耕地土壤环境质量总体良好,统计耕地土壤主要环境指标的评价等级情况(表 6),显示环境镉单指标评价为严格管控类的耕地土壤面积占比达 17.08%,其次砷、铅、汞分别为 0.54%、0.43%和 0.26,而镍、铝、锌则无严格管

控类耕地分布,表明镉高含量分布是影响环境质量的 关键因素。前述成土母质背景分析以分布广泛的 石炭系-二叠系碳酸盐岩为成土母岩的耕地土壤 中镉含量较高,另外当地矿产冶炼如土法炼锌时产

生大量堆渣的淋滤、土法炼锌时含镉气体的沉降等 进一步增加耕地土壤中镉含量(杨元根等,2003), 二者的叠加作用使得毕节市耕地土壤镉高含量分 布在贵州西部地区较为突出。

表 6 环境指标评价等级结果统计表

Table 6 Statistical table of environmental index evaluation grade results

环境类别	各类型耕地土壤面积占比(%)							
	Cd	As	Pb	Hg	Cr	Ni	Cu	Zn
优先保护类	12.36	85.98	90.64	99.50	73.83	72.53	46.91	87.07
安全利用类	70.56	13.48	8.93	0.24	26.17	27.47	46.91	12.93
严格管控类	17.08	0.54	0.43	0.26	0	0	0	0

4.4 特色耕地分布与开发

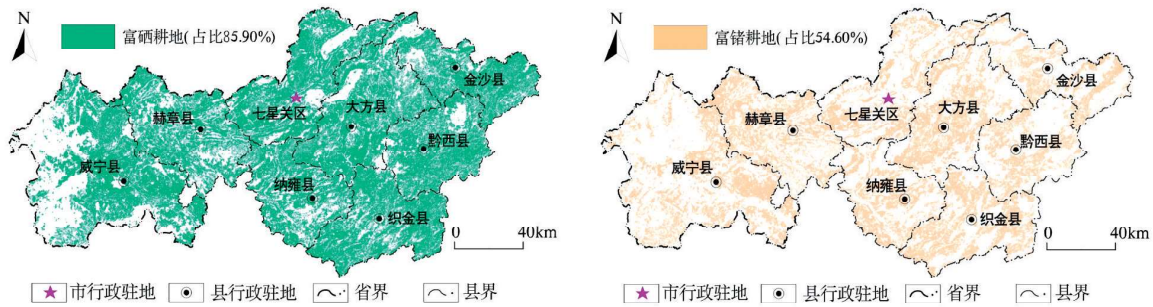


图 4 毕节市特色耕地分布图(a-富硒耕地;b-富镉耕地)

Fig. 4 Distribution map of characteristic cultivated land soil in Bijie city

硒、镉是动植物所必须的有益微量元素,毕节市 耕地土壤中硒、镉含量背景值分别为 0.66 mg/kg、 1.61 mg/kg,将耕地土壤中 Se 含量 0.40 ~ 3.00 mg/kg 及 Ge 含量 >1.60 mg/kg 评价为富硒、富镉 特色耕地,结果显示全市富硒耕地面积 1 287.77 万亩,占比 85.90%,除威宁县富硒耕地资源占比 小于 70.00%外,其余县区富硒耕地面积占比大于 87.00%,织金县富硒耕地资源占比高达 98.63%; 富镉耕地面积 818.56 万亩,占比 54.60%,集中于 纳雍县中部和西南部、大方县中部、威宁县东部、 七星关区西南部、赫章县大部分地区等,其中赫章 县富镉耕地面积最多,全县 75.76%耕地富镉,其 次为织金县、纳雍县与大方县,七星关区、金沙县、 黔西县、威宁县富镉耕地占比小于 50.00%(图 4)。总体上,毕节市富硒富镉特色耕地资源丰富, 加之耕地土壤质量等级分布不均衡,开发富硒、富 镉特色耕地,应具体结合耕地土壤养分中等-较丰 富以及环境质量优先保护-安全利用区,因地制宜、 趋利避害,按照不同地域特色板块农业的种植 结构特点,大力发展乌蒙山区山地特色农业,不断

提升农产品品质。

5 结论

(1) 毕节市耕地土壤中硒、镉、铜、锰、钴、钒等 元素含量处于较高水平,元素的高含量及分布与 成土母质、土壤酸碱度、土壤类型及土地利用方式 的影响关系密切,其中成土母质是主要影响因素。

(2) 毕节市中-酸性耕地占比 85.31%,三等 及以上耕地占比 82.18%,耕地质量状况总体良 好。耕地土壤中磷、钾较缺乏-缺乏等级占比较高 是制约耕地土壤养分质量的重要因素,而镉高含 量区的分布则是影响耕地土壤环境质量的 关键因素。

(3) 毕节市耕地土壤中有益微量元素硒、镉等 含量较高、分布广,且土壤养分中等-较丰富等级 占比 92.04%、土壤环境优先保护类-安全利用类 耕地占比 82.37%,共同表明全市拥有开发特色耕 地的优越基础和条件。因此,本研究成果将为该 市农业生产中选择适宜的利用方式开发耕地资源

和发展山地特色农业产业提供有效的地球化学支撑。

[参考文献]

- 蔡大为,李龙波,蒋国才,等. 2020. 贵州耕地主要元素地球化学背景值统计与分析[J]. 贵州地质, 37(3): 233-239.
- 陈印军,肖碧林,方琳娜,等. 2011. 中国耕地质量状况分析[J]. 中国农业科学, 44(17): 3557-3564.
- 高雪,陈海燕,童倩倩. 2013. 贵州耕地耕层土壤养分状况评价[J]. 贵州农业科学, 41(12): 87-91+96.
- 贵州省地质调查院. 2017. 中国区域地质志·贵州志[M]. 北京: 地质出版社.
- 贵州省土壤普查办公室. 1994. 贵州省土壤[M]. 贵阳: 贵州科技出版社.
- 刘凤枝,师荣光,徐亚平,等. 2007. 农产品产地土壤环境质量适宜性评价研究[J]. 农业环境科学学报, (01): 6-14.
- 骆珊,张德明,彭成龙,等. 2020. 乌蒙山区毕节市耕地土壤养分丰缺评价及其变化趋势[J]. 贵州地质, 37(3): 258.
- 李佳,方园,李政龙,等. 2019. 浙江吴兴区耕地土壤养分地球化学特征[J]. 矿产勘查, 10(10): 2711-2718.
- 任明强,冷洋洋,周尔春,等. 2020. 贵州1:5万耕地质量地球化学调查评价方法技术[J]. 贵州地质, 37(3): 227-232.
- 邵文静,宋垠先,王成,等. 2016. 近30年来苏南耕地土壤pH时空变化特征及影响因素分析[J]. 高校地质学报, 22(02): 264-273.
- 沈仁芳,陈美军,孔祥斌,等. 2012. 耕地质量的概念和评价与管理对策[J]. 土壤学报, 49(06): 1210-1217.
- 王亚男,徐梦洁,代圆凤,等. 2018. 毕节市耕地土壤pH的空间变异特征与影响因素[J]. 土壤, 50(02): 385-390.
- 魏复盛,杨国治,蒋德珍,等. 1991. 中国土壤元素背景值基本统计量及其特征[J]. 中国环境监测, (01): 1-6.
- 杨元根,刘丛强,吴攀,等. 2003. 贵州赫章土法炼锌导致的土壤重金属污染特征及微生物生态效应[J]. 地球化学, (02): 131-138.
- 严玉梅,李水利,李茹,等. 2019. 陕西省耕地土壤养分现状与分布特征[J]. 土壤通报, 50(06): 1298-1305.
- 张晋科,张凤荣,张琳,等. 2006. 中国耕地的粮食生产能力与粮食产量对比研究[J]. 中国农业科学, (11): 2278-2285.
- GUO L B, GIFFORD R M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis[J]. Global Change Biology, 8(4): 345-360.

Elements Content Characteristics and Quality Evaluation of Cultivated Land Soil in Bijie City, Guizhou Province

ZHANG De-ming, LUO Shan, PENG Cheng-long, An Ya-yun, QIN Xing-zhi

(Guizhou Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[Abstract] In order to detailed invest the elements content characteristics and quality evaluation of cultivated land soil in Bijie city, the high precision analysis data of elements in cultivated land soil in the whole city were obtained through 1:50000 geochemical survey of cultivated land soil quality. The statistical results showing that Se, Cd, Cu, Mn, Co and V in the cultivated soil of Bijie city were at a high level. The high content and distribution of elements are closely related to parent material, soil pH, soil type and land use mode, among which the parent material is the main influencing factor. Nutrient index N, P, K and environmental index pH, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn were selected to carry out quantitative evaluation on cultivated land soil in Biji city. The evaluation results showing that the proportion of Medium-Acid cultivated land soil in the whole city is 85.31%, and the proportion of Third-Grade and above cultivated land soil is 82.18%. The cultivated land soil quality is generally good. Soil nutrient and soil environmental quality are the main contents of soil quality evaluation of cultivated land soil. Among them, the soil nutrient quality is mainly in the medium-rich grade, accounting for 92.04%, and the Phosphorus and Potassium are in the high-deficient grade, which are the important factors restricting the soil nutrient quality. Soil environmental quality priority protection - safe use of arable land accounted for 82.37%. The distribution of Cadmium high content area is the key factor affecting soil environmental quality. This study systematically analyze the characteristics of soil elements content and its influencing factors of cultivated land soil in Bijie city, and quantitatively evaluate the soil quality of cultivated land soil, which providing geochemical support for the selection of appropriate utilization methods for the development of cultivated land soil resources and the development of mountainous characteristic agricultural industry in this region.

[Key Words] Cultivated land Soil; Elements content; Soil quality; Evaluation and analysis; Bijie city; Guizhou Province