

贵州省花溪区耕地土壤硒元素分布特征及富硒资源评价

杨 磊¹, 周 泽^{1,2}, 李鸿磊¹

(1. 贵州省煤田地质局 174 队, 贵州 贵阳 550000; 2. 贵州省煤田地质局, 贵州 贵阳 550000)

[摘 要]通过贵州省花溪区耕地质量地球化学调查评价项目成果数据进行整理,广泛收集花溪区地质、自然地理、土壤类型、土地利用类型等资料,对该区硒元素分布特征进行了综合分析,运用地球化学指标评价全区硒元素地球化学等级。结果表明:区内硒元素含量平均值较高,为 0.71 mg/kg;全区硒元素的分布与地层、土地利用类型、土壤类型密切相关;富硒耕地面积 41.046 6 万亩,占全区耕地土壤面积 86.65%,富硒耕地资源丰富。研究结果能为富硒特色耕地开发提供重要资料,应用于区内农业产业结构优化和农产品品质提升,带动当地经济发展,助力区内脱贫攻坚和乡村振兴战略的实施。

[关键词]花溪区;硒元素分布特征;地球化学;耕地土壤;富硒资源

[中图分类号]P632;S159;O613.52 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2020)-03-0340-05

硒是人类生命活动所必需的微量元素(宫丽 2007、刘义等 2012),能抑制某些致癌物的致癌作用,区域性的硒生物利用度与当地居民癌症死亡率呈明显的负相关性(陈亮 2004),人体摄入的硒主要由植物供给,来源于耕作的土壤,受一系列地质、地理因素控制(王锐等 2017)。

前人研究显示土壤母质的硒含量与其时代和岩石类型密切相关(雒昆利等 2001、张光弟等 2001、温汉捷等 2003),而土壤的硒含量与其分布区地层的原始含硒量和化学活动性密切相关(王世杰等 1999、雒昆利等 2002、李永华等 2004、朱建明等 2007),土壤硒元素迁移,主要是向下游迁移,在低洼处富集,垂向土壤剖面硒元素主要是向下部迁移,在中下部淋溶淀积层富集(宋明义等 2005、顾涛等 2019)。研究硒元素在一定区域内的分布特征,对于该区域内富硒土壤的开发和利用具有非常重要的意义,能很好的推动当地的经济的发展。

本次主要依托 2017 年开展的“贵州省耕地质量地球化学调查评价”项目,以贵州省花溪区耕地质量地球化学调查评价数据为基础,结合花溪区地质、自然地理、土壤类型、土地利用类型等资料,

对该区硒元素分布特征进行了综合分析并评价富硒资源,为区内富硒耕地的开发利用提供重要的理论基础及科学依据。

1 研究区概况

1.1 自然地理

花溪区位于贵州高原中部,苗岭山系的中段,长江水系清水江与珠江水系蒙江的分水岭地带。山脉水系的展布均受地质构造与现代地貌作用的控制,形成以低中山丘陵为主的丘原地貌。境内最低海拔 999 m,最高海拔 1 655.9 m。属亚热带季风湿润区气候,具有明显的高原气候特点,冬暖夏凉,春秋气候多变。水热资源丰富,光能资源偏少,无霜期长,光、热、水同季,垂直气候差异明显。多年平均降水量为 1 178.1 mm,降雨多集中在 5—7 月,占全年 78%。

1.2 地质

区内发育多个方向的断裂构造,以北东向为

[收稿日期]2020-04-26 **[修回日期]**2020-06-09

[作者简介]杨磊(1987—),男,工程师,大学本科;研究方向:地球化学、煤炭地质。Tel:18798604365,E-mail:285397501@qq.com。

主(图1)。出露的地层由老而新依次为:泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、第四系。泥盆系和石炭系地层均出露在花溪区东南部及西南一

角,侏罗系地层出露在花溪区东北部,其它区域出露二叠系至三叠系地层。

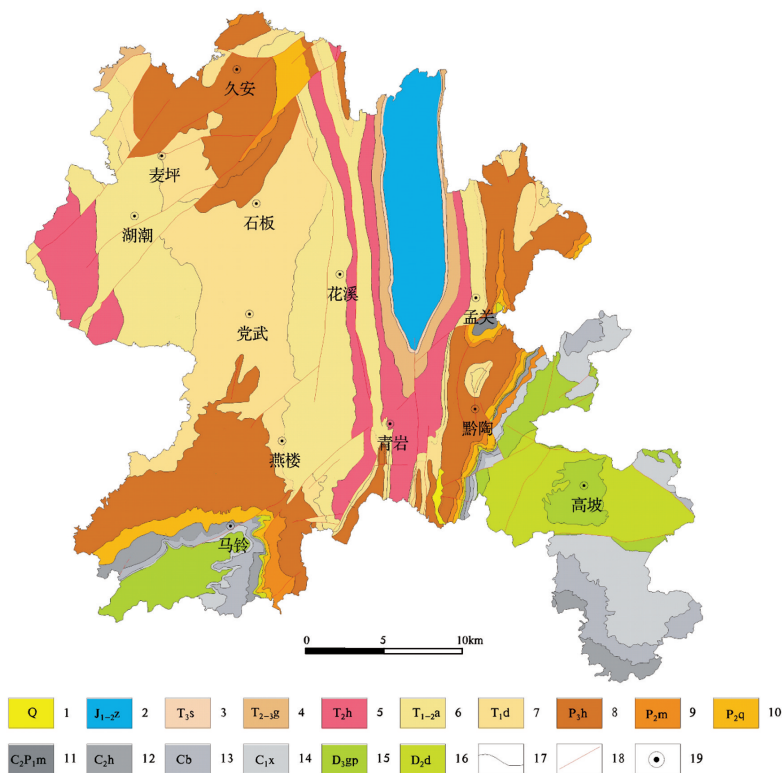


图1 花溪区地质图

Fig. 1 Geological map of Huaxi district

1—第四系;2—侏罗系自流井组;3—三叠系三桥组;4—三叠系改茶组;5—三叠系花溪组;6—三叠系安顺组;7—三叠系大冶组;8—二叠系合山组;9—二叠系茅口组;10—二叠系栖霞组;11—马平组;12—石炭系黄龙组;13—石炭系摆佐组;14—石炭系祥摆组;15—泥盆系高坡场组;16—泥盆系独山组;17—地质界线;18—断层;19—行政区位置

表1 花溪区地层及成土母岩特征表

Table 1 The characteristics of the soil layer and parent rock in Huaxi district

系	组	代号	主要成土母岩	岩性简述
侏罗系	自流井组	J ₁₋₂ z	碎屑岩	紫红色砂页岩夹灰岩
三叠系	三桥组	T ₃ s	碎屑岩	钙质泥质砂岩与生物屑灰岩互层
	改茶组	T ₂₋₃ g	碳酸盐岩	砂岩与白云岩、灰岩
	花溪组	T ₂ h	碳酸盐岩	泥质灰岩、白云岩、白云质灰岩
	安顺组	T ₁₋₂ a	碳酸盐岩	白云岩、角砾白云岩
	大冶组	T ₁ d	碳酸盐岩	薄层泥晶灰岩
二叠系	合山组	P ₃ h	碎屑岩	灰岩夹页岩、炭质页岩夹煤
	茅口组	P ₂ m	碳酸盐岩	灰岩
	栖霞组	P ₂ q	碳酸盐岩	燧石灰岩夹泥质灰岩
	马平组	C ₂ P ₁ m	碳酸盐岩	生物屑灰岩
石炭系	黄龙组	C ₂ h	碳酸盐岩	白云岩夹灰岩
	摆佐组	Cb	碳酸盐岩	白云岩、白云质灰岩及灰岩
	祥摆组	C ₁ x	碎屑岩	石英砂岩夹页岩
泥盆系	高坡场组	D ₃ gp	碳酸盐岩	灰岩及白云岩
	独山组	D ₂ d	碳酸盐岩	灰岩泥质灰岩及砂岩

1.3 土壤类型、土地利用状况

区内土壤类型主要有黄壤、黄棕壤、石灰土、紫色土、水稻土 5 个土类。受地形、气候、植被与成土母质(母岩)的影响,在地势平缓处,多分布着黄壤、黄棕壤等地带性土壤,其面积占调查区土壤总面积的 45.20%;在坡度较大、侵蚀较重的地方,土壤性质受母岩影响较大,形成石灰土、紫色土等岩性土壤,其面积约调查区土壤总面积的 29.92%;水稻土则是受人为因素影响,强烈水耕熟化形成,占调查土壤面积的 24.88%。

区内调查评价耕地面积 315.81 km²。其中:旱地 193.90 km²,占评价耕地面积的 61.40%;水田 110.54 km²,占 35.00%;园地 11.37 km²,占 3.60%;区内大宗农作物主要为水稻、玉米。

2 样品采集及测试

2017—2019 年,在研究区内开展了 1:50000 耕地质量地球化学调查。实际采集 3142 件表层土壤样品,平均点密度为 9.75 件/km²。另采集 82 件农作物样,其中水稻样 33 件、玉米样 33 件、茶叶样 16 件。

样品测试分析由四川省地质矿产勘查开发局成都综合岩矿测试中心完成,土壤硒元素采用原子荧光光谱法(AFS)测定。以国家一级土壤标准物质(GBW 系列)进行准确度、精密度监控,采用外部质量控制和内部质量监控相结合的方法控制

分析质量,测试数据质量可靠。

3 硒元素分布特征

区内数据统计显示(表 2),全区硒元素含量为 0.11 ~ 8.96 mg/kg,平均 0.71 mg/kg,远高于 0.4 mg/kg 的富 Se 土壤标准;最大值 8.96 mg/kg,超过 3.00 mg/kg 的土壤 Se 元素过剩标准;中值为 0.60 mg/kg,大于中国耕地土壤(A 层)中值 0.207 mg/kg。含量最小值和最大值差距较大,显示全区硒元素分布并不均匀,评价指标变异系数 70%,也证实全区范围内分布存在一定的变化;而偏度值 6.38、峰度值 77.48,表明元素含量在全区范围内存在部分极值,这与贵州独特的自然地理条件密切相关。

通过地质背景特征、土地利用类型、土壤类型分析发现(表 3、表 4、表 5),研究区硒元素含量与地层相关性较好,硒元素全量高值区主要分布在二叠系、三叠系地层分布区域,其中二叠系合山组含煤炭质页岩分布区平均含量最高,达 1.18 mg/kg,低值区主要分布在侏罗系、泥盆系区域,其中侏罗系自流井组地层分布区域平均含量最低,为 0.32 mg/kg。研究区硒元素含量受土地利用类型有一定影响,在旱地、林地、园地等干旱耕地含量略高,其中果园最高,为 0.83 mg/kg。在水田地平均值略低,为 0.64 mg/kg。研究区硒元素含量受土壤类型影响明显,在黄棕壤中最高,为 0.87 mg/kg,在侏罗系紫色土中平均值略低,为 0.37 mg/kg。

表 2 花溪区耕地土壤地球化学参数表 (mg/kg)

Table 2 Soil geochemical parameters of cultivated land in Huaxi district(mg/kg)

元素指标	样点数	平均值	中值	最大值	最小值	标准差	变异系数	偏度	峰度	背景值
Se	3142	0.71	0.60	8.96	0.11	0.49	0.70	6.38	77.48	0.63

表 3 花溪区各成土母岩耕地土壤地球化学参数表 (mg/kg)

Table 3 Soil geochemical parameters of cultivated land with mother rock in Huaxi district(mg/kg)

成土母岩	碳酸盐岩				碎屑岩			
样点数	2311				828			
元素指标	平均值	最大值	最小值	标准差	平均值	最大值	最小值	标准差
Se	0.62	8.18	0.11	0.33	0.95	8.96	0.16	0.74

表 4 花溪区各土地利用方式耕地土壤地球化学参数表 (mg/kg)

Table 4 Soil geochemical parameters of cultivated land in various land use modes in Huaxi district(mg/kg)

利用类型	旱地		水田		茶园		果园		林地	
样点数	1 782		1 159		30		64		53	
元素指标	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
Se	0.74	0.51	0.64	0.44	0.71	0.18	0.83	0.98	0.77	0.49

表 5 花溪区各土壤类型耕地土壤地球化学参数表 (mg/kg)

Table 5 Soil geochemical parameters of cultivated land of each soil types in Huaxi district(mg/kg)

土壤类型	黄壤		黄棕壤		石灰土		水稻土		紫色土	
样点数	406		1106		725		882		20	
指标	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
Se	0.62	0.27	0.87	0.64	0.59	0.23	0.65	0.47	0.37	0.19

4 硒元素地球化学等级评价

本次土壤中硒分级标准是贵州省耕调项目办

表 6 耕地土壤硒元素地球化学等级评价表 (mg/kg)

Table 6 Se geochemical grade evaluation of cultivated land (mg/kg)

硒元素等级	低硒	含硒	三级	二级	一级	特级	过剩
硒元素含量标准值	≤0.2	0.2~0.4	0.4~0.5	0.5~0.8	0.8~1.2	1.2~3.0	>3.0

评价结果显示(图2),研究区耕地土壤硒元素总体表现为西高东低、北高南低。富硒耕地面积41.0466万亩,占比86.65%;硒元素过剩等级耕地面积为0.1135万亩,占比0.24%;硒元素含硒等级面积为6.0130万亩,占比12.69%;硒元

素低硒等级面积为0.1978万亩,占比0.42%。富硒耕地大面积分布于久安、麦坪、石板、党武、湖潮、燕楼、青岩等乡镇,富硒耕地资源丰富。富硒耕地区域与地质图对比(图1),基本与二叠系及三叠系地层分布区域吻合。

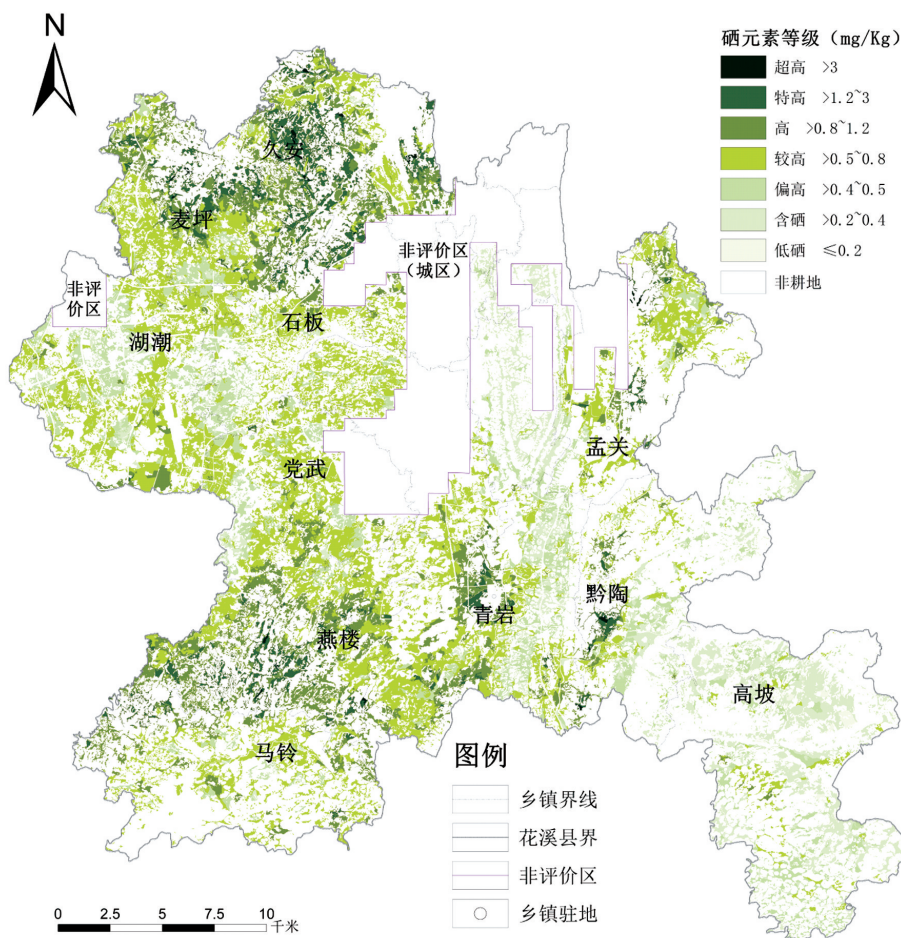


图 2 花溪区耕地土壤硒等级图

Fig. 2 Soil selenium grade map of cultivated land in Huaxi district

5 结论

(1)研究样品包括 3142 件表层土壤样品,其采集及分析测试均严格遵照标准,通过验收,质量合格。

(2)区内硒元素含量平均值高值区按地层分布于二叠系地层分布区域,按土地利用类型分布于旱地、园地类型,按土壤类型分布于黄棕壤类型;低值区按地层分布于侏罗系、石炭系和泥盆系地层分布区域,按土地利用类型分布于水田类型,按土壤类型分布于紫色土类型;结合全区变异系数、偏度及峰度等指标,硒元素含量分布较稳定,有少量极值存在。

(3)区内硒元素含量平均值较高,为 0.71 mg/kg,因花溪区出露地层广,土壤类型多等原因,在全区范围内分布存在一定的变化和极值。富硒耕地面积 41.046 6 万亩,占全区耕地土壤面积 86.65%,区内富硒耕地资源丰富,有较大的开发价值。

(4)本次采集的农作物中:水稻样 33 件,富硒 18 件,富硒比例 48%;玉米样 33 件,富硒 9 件,富硒比例 24%。农作物整体富硒情况较好,下一步应充分发挥富硒耕地优势,增加富硒农产品调查,选择适宜本地的优质特色农产品,发展地方特色产业,提高农产品附加值。

(5)硒元素能提高人体免疫力,对多种癌症具有明显的抑制和防护的作用,具有抗氧化的功效,减轻和缓解重金属毒性的作用,因此,补硒已经成为大众追寻健康的一种潮流。同时,花溪区少量

区域富硒耕地也伴生镉元素,但含量较低,在安全利用范围,可通过农艺调整、风险控制加以利用。

[参考文献]

陈亮,李桃. 2004. 元素硒与人体健康[J]. 微量元素与健康研究, (03):60-61.

宫丽,马光. 2007. 硒元素与健康[J]. 环境科学与管理,23(9):32-35.

顾涛,赵信文,雷晓庆,等. 2019. 珠江三角洲崖门镇地区水稻田土壤-植物系统中硒元素分布特及迁移规律研究[J]. 岩矿测试,38(5):545-555.

雒昆利,潘云唐,王五一,等. 2001. 南秦岭早古生代地层含硒量及硒的分布规律[J]. 地质论评, (02):211-217.

雒昆利,谭见安,王五一,等. 2002. 大巴山区早古生代地层和石煤中硒的化学活动性的初步研究[J]. 环境科学学报, (01):86-91.

李永华,王五一,雒昆利,等. 2004. 大巴山区土壤中的硒和氟[J]. 土壤学报, (01):61-67.

刘义,徐一帆,邵树勋. 2012. 贵州凤冈县田坝村茶园土壤硒的含量及评价[J]. 贵州地质,29(01):72-76.

宋明义,李恒溪,魏迎春,等. 2005. 浙江省龙游志棠地区硒的地球化学研究[J]. 贵州地质, (03):34-38.

温汉捷,裘愉卓,凌宏文,等. 2003. 中国早古生代若干高硒黑色岩系中层状硅质岩的地球化学特征及其成因意义[J]. 沉积学报, (04):619-626.

王锐,余涛,曾庆良,等. 2017. 我国主要农耕地土壤硒含量分布特征、来源及影响因素[J]. 生物技术进展,7(5):359-366.

王世杰,季宏兵,欧阳自远,等. 1999. 碳酸盐岩风化成土作用的初步研究[J]. 中国科学(D辑:地球科学), (05):441-449.

张光弟,葛晓立,张绮玲,等. 2001. 湖北恩施施中毒区土壤硒的分布及其控制因素[J]. 中国地质, (09):37-40+36.

朱建明,秦海波,罗泰义,等. 2007. 西南寒武、二叠系富硒碳质岩中硒结合态的比较研究[J]. 高校地质学报, (01):69-74.

Distribution Characteristics of Soil Selenium and Evaluation of Selenium-rich Resources of Huaxi District, Guizhou Province

YANG Lei¹, ZHOU Ze^{1,2}, LI Hong-lei¹

(1. 174 geological team of Coal Mine Exploration of Guizhou Province, Guiyang 550000, Guizhou, China;
2. Coal Mine Exploration of Guizhou Province, Guiyang 550000, Guizhou, China)

[Abstract] By study the results of the cultivated land quality geochemical investigation and evaluation project in Huaxi district of Guizhou province, extensive collection of geology, physical geography, soil types, land use types and other data in Huaxi area, the distribution characteristics of selenium in this area were com-

(下转第 357 页)

8. 35 mg/kg. According to the evaluation standard of soil selenium-rich soil, shiqian county has defined a total of 243 410 mu of selenium-rich areas and 240 401.29 mu of clean selenium-rich areas. Mainly concentrated in this zhuang, longtang, longjing, qingyang, shigu, jufeng, heba and other seven towns, The main parent rocks in the clean selenium-rich area are the limestone of the wujiaping formation of Permian, the coal shale and the carbon shale soil of the niutang formation of Cambrian. According to the traffic location, soil environment, fertility, selenium - rich intensity and other parameters four se-rich priority development zones are divided into longtang-longjing se-rich tea and tea mountain sightseeing park, shankou ao-yonghe se-rich tea, se-rich fruit priority development zone, matun - jufeng se - rich rice, vegetables, tea priority development zone, and chaoyang new-rich se-rich fruit planting zone.

[**Key Words**] Shiqian; Soil; Clean and rich in selenium; Suggestion

(上接第 344 页)

prehensively analyzed, the geochemical grade of selenium in the whole region was evaluated by geochemical indexes. The results show that: The average content of selenium was 0.71 mg/kg, the distribution of selenium is closely related to stratum, land use type and soil type, the cultivated land area rich in selenium is 410 466 mu, accounting for 86.65% of the cultivated land area in Tibet, Cultivated land rich in selenium is rich in resources. The research results can provide important data for the development of characteristic cultivated land rich in selenium, it is applied to the optimization of the agricultural industry structure and the improvement of the quality of agricultural products in the region, to drive local economic development, we will help implement the poverty alleviation and rural revitalization strategies in the region.

[**Key Words**] Huaxi district; Distribution characteristics of selenium; The geochemical; The soil of cultivated land; Selenium resources

(上接第 389 页)

Analysis on Effective Amount and Degree of Nutrient Elements in Surface Soil in Cultivated Land in Zhenfeng County, Guizhou Province

ZHAO Min, TAN Yu-mei, LAN Yong-wen, WANG Hong-yu, WU Peng

(The 5th Team of Guizhou Nonferrous Metal and Nucleus Intustry Geological Exploration Bureau, Anshun 561000, Guizhou, China)

[**Abstract**] By the 1:50000 cultivated land quality geochemical survey in Zhenfeng county, the high-precision analysis data of the content or index of surface soil elements in the cultivated land were obtained. In order to analyze the factors affecting the effective amount and degree of elements in the region, N, P, K, B, Mo, Zn, pH value, organic matter content and CEC data were selected for analysis. The total surface soil element in Zhenfeng county is an important controlling factor of its effective amount. The pH value is positively correlated with K, and negatively correlated with N, Mo and Zn. The organic matter was positively correlated with K and B, and negatively correlated with Mo. The cation exchange volume was positively correlated with the efficiency of K and B elements, and negatively correlated with P and Mo elements.

[**Key Words**] Cultivated land surface soil; Nutrient element; Effective dose; Effective degrees; Zhenfeng county