

王玥琳, 陈文德, 胡冀珍. 巴中市代表性农作物与土壤 Se 含量特征[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(5): 461–464.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.132

巴中市代表性农作物与土壤 Se 含量特征

王玥琳¹, 陈文德², 胡冀珍¹

(1. 西南林业大学生态旅游学院, 云南昆明 650224; 2. 成都理工大学旅游与城乡规划学院, 四川成都 610059)

摘要:通过野外调查、样品采集与数据分析, 对四川省巴中市各区县代表性作物及产地根系土壤 Se 元素含量和作物对 Se 的富集特征进行分析。结果表明, 巴中地区平均硒含量为 $0.165 \mu\text{g/g}$, 高于四川地区土壤平均值。巴中市各县区土壤中土壤平均含硒量最高的是通江县($0.0189 \mu\text{g/g}$), 最低的是南江县($0.0072 \mu\text{g/g}$)。不同土壤类型硒含量大小顺序为黄棕壤 > 黄壤 > 紫色土。不同耕作程度土壤硒含量大小顺序为水耕 > 旱作 > 水旱。经检测, 巴中富硒作物有木耳、茶叶、水稻。茶叶对硒的富集系数最大, 为 24.48%, 其次是水稻, 为 14.31%, 番茄富集系数最小, 为 0.24%。巴中市代表性作物中木耳、茶叶、水稻属于富硒作物, 茶叶、水稻对硒富集能力最强, 可在巴中富硒地区广泛种植以获得富硒农产品。

关键词:Se 元素; 土壤; 作物富硒; 富集特征; 巴中

中图分类号: S158.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0461-04

硒(Se)是维持生命有机体正常生理功能的必需微量元素之一, 是目前唯一一种进入分子水平研究的微量元素^[1]。作为人和动物所必需的营养元素, 硒具有双重生理学功能, 环境中硒过量会导致人和动物中毒, 硒缺乏则会导致白肌病、克山病、大骨节病等地方病^[2]。硒同时是谷胱甘肽过氧化物酶的主要成分, 具有抗过氧化物的作用, 破坏自由基, 对人体氧化过程中产生的有毒物质进行分解^[3-4]。因此, 研究硒资源对人体健康具有重要意义。随着对硒生理功能等认识的逐步加深, 补硒理念开始被大多数人所接受^[5]。Finley 等研究发现, 进食生物硒为最安全有效的补硒途径^[6]。人们对富硒食品的需求日益增长, 利用富硒地区硒资源开发, 种植天然富硒农作物, 对满足人们、特别是缺硒地区居民的补硒需求具有重要意义。巴中市地处四川省东北高硒地区边缘, 且紧挨富硒地区四川省万源市, 因此研究其土壤中可能存在的丰富硒资源和农作物中富硒状况对开展巴中市特色农业种植具有指导意义, 对推广巴中市富硒农产品、发展当地富硒产业和促进当地经济发展具有重要作用。国内已有专家学者对我国硒资源进行普查, 结果为我国从东三省起斜穿至云贵高原, 2/3 以上地区缺硒, 其中 50% 为严重缺硒区^[7]。有研究证实, 我国境内湖北省恩施州、陕西省紫阳县、贵州省开阳县和安徽省石台县为 4 处高硒区, 浙江省龙游县、山东省枣庄市、四川省万源市、江西省丰城市等为相对富硒区^[8-9]。全双梅等对贵州省开阳县富硒岩石出露区出产的农作物进行研究, 筛选了当地可供开发种植的富硒农作物^[5]。赵妍等对江苏省茶园土

壤硒分布特性及其有效性进行了研究, 得出可通过改善土壤环境条件来提高土壤硒有效性并提高茶叶中硒含量^[10]。刘婷等对陕西省安康市 10 个地区主要农作物硒含量进行了系统分析, 得出安康作物硒含量普遍高于我国平均水平, 具有很大的开发利用价值^[8]。郭宇等对湖北省恩施地区典型农业活动区土壤中硒含量进行调查, 初步研究了 Se 在土壤-植物体系中的迁移转化规律^[11]。姜超强等研究了不同土壤硒含量下水稻的富硒情况^[12]。巴中市正好处于川东北高硒地区的边缘, 同时紧挨万源市, 目前对巴中地区土壤 Se 元素的研究鲜有报道, 特别是对该地区农作物硒含量与硒的富集特征研究几乎没有。本研究对巴中市主要农产品及产地土壤硒元素的地球化学特征进行了分析, 考察其所产生的生态效应, 筛选出富硒经济作物类型, 旨在理清巴中市域内农作物 Se 分布特征, 趋利避害, 兼顾发展利用与生态保护, 合理实施农业特色种植与产业经济结构调整。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

巴中市位于四川盆地东北部, 地处大巴山系米仓山南麓, 全国第二大苏区——川陕革命根据地的中心和首府, 素有“红军之乡”“四川盆地北缘主要农作物基因库”等美誉^[13]。下辖巴州区、恩阳区、通江县、南江县、平昌县, 地处中国秦岭—淮河南北分界线南, 东邻四川省达州市, 南接四川省南充市, 西抵四川省广元市, 北接陕西省汉中市, 面积 $12\,325 \text{ km}^2$, 属于亚热带大陆性湿润季风气候。该地区既是国家粮食储备基地, 又是商品粮输出基地, 骨干经济作物中的茶叶、金银花、食用菌、中药材、蔬菜、水果等已形成规模优势。巴中市气候温和, 多年平均气温 17.1°C , 无霜期长, 雨量充足, 光热较好, 主要的 4 种土壤类型有水稻土、紫色土、黄壤、冲积土。可见巴中市拥有有利于农业生产发展的气候条件与土壤条件。

1.2 样品采集与测定

对巴中市 344 份作物土壤样品硒含量及 21 种作物硒元

收稿日期: 2015-12-28

基金项目: 四川省教育厅自然科学重点项目(编号: 14ZA0068); 四川省科技支撑计划(编号: 2014SZ0068)。

作者简介: 王玥琳(1990—), 女, 四川巴中人, 硕士研究生, 主要从事农业土壤研究。E-mail: wangyuelin001@163.com。

通信作者: 胡冀珍, 博士, 教授, 主要从事竹文化与生态旅游研究。E-mail: jizhenhu0359@163.com。

素富集特征进行研究,采用实地采样法和室内测定法。在巴中市境内,针对不同物种和不同地区设立典型调查样地。确保样株具有充分的代表性,选择样株的同时考虑群体密度、植株长相、植株长势、生育期等一致性,采样时避开株体过大过小、遭受病虫害或机械损伤以及田边路旁的植株,并采集到农作物相应的根系土壤。采样按照蛇形路线多点采取,组成混合样。样品采集后立即将植株样品根据需要按不同部位(根、茎、叶、籽粒)分开,以免养分转移。所有采集样品进行风干,必要时用报纸或报纸摊开,避免腐烂。硒元素采用原子荧光分析方法进行测定。样品分析严格按照 DD 2005—01《多目标区域地球化学调查规范(试行)》进行^[14]。在主要作物元素富集特征研究方面,采集了巴中市富有特色的产品 21 种共计 56 件样品,包括粮油作物、茶叶、蔬菜、水果、食用菌、川明参、金银花等。最后将所得资料回笼、分类、整理,并录入计算机,建立详实的基础数据库。

1.3 统计分析

利用 Excel 2007 和 SPSS 16.0 对所得数据分类汇总并进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 巴中土壤 Se 含量特征

土壤中硒的含量水平直接决定植物、动物和人体内硒的含量状况。表 1 为巴中市不同地区土壤 Se 含量特征,根据谭见安《中华人民共和国地方病与环境图集》的划分标准可知,整个巴中地区平均硒含量为 0.165 μg/g,属于潜在硒不足(表 2)。巴中地区不同区县土壤硒含量差异显著。南江县平均硒含量最高,为 0.192 μg/g,其次为通江县,为 0.167 μg/g,平昌县平均硒含量最低,为 0.142 μg/g。除南江县为足硒水平外,其他 3 个地区都为潜在硒不足。四川省土壤硒含量平均值为 0.095 μg/g,巴中市各县域土壤硒含量均高于四川省平均值,表明巴中市土壤较四川省而言具有较高的硒含量。变异系数表示调查区内土壤 Se 分布的离散程度,由表 1、表 2 可知,通江县和南江县土壤硒分布属分异,其土壤硒含量分布

较为离散,最大值与最小值差异显著;巴州区和平昌县属基本均匀,土壤硒含量分布较均匀,含量大小起伏变化较小;整个巴中地区土壤硒分布属不均匀。

表 1 巴中不同地区土壤 Se 含量特征

地区	平均值 (μg/g)	中位数 (μg/g)	标准差 (μg/g)	变异 系数	最大值 (μg/g)	最小值 (μg/g)	样本数 (个)
通江县	0.167	0.147	0.136	0.810	1.150	0.042	122
南江县	0.192	0.156	0.148	0.771	1.060	0.052	83
巴州区	0.160	0.155	0.040	0.256	0.262	0.063	48
平昌县	0.142	0.140	0.037	0.264	0.255	0.058	91
巴中市	0.165	0.148	0.112	0.679	1.150	0.042	344
四川省	0.095	0.083	0.055		0.273	0.023	58

表 2 土壤 Se 丰缺划分界限值

含量分级	Se 含量 (μg/g)	Se 环境效应
缺乏	≤0.125	硒不足
边缘	0.126 ~ 0.175	潜在硒不足
中等	0.176 ~ 0.400	足硒
高	0.401 ~ 3.00	富硒
过剩	>3.00	硒中毒

按土壤类型可将研究区内土壤分为黄壤、黄棕壤、紫色土 3 类。如表 3 所示,巴中不同土壤类型硒含量不同,黄棕壤的平均硒含量最高,为 0.172 μg/g,其次是黄壤,平均值为 0.159 μg/g,硒含量最低的土壤类型为紫色土,平均值为 0.148 μg/g,这 3 种类型的土壤都属潜在硒不足。与全国背景值比较,只有黄棕壤的硒含量高于全国背景值,黄壤和紫色土均低于全国背景值。黄棕壤硒含量的最大值为 1.15 μg/g,属富硒水平,其所处采样点为通江县空山乡龙池村,主要种植作物为土豆;黄壤硒含量最大值为 0.633 μg/g,属富硒水平,采样点为南江县下两乡元顶子村,主要种植茶;紫色土硒含量最大值为 0.352 μg/g,也属富硒水平,采样点位于南江县关田乡西坪村水稻田。根据变异系数可知,黄壤和黄棕壤的硒含量分布不均匀,紫色土硒含量分布基本均匀。

表 3 巴中不同土壤类型 Se 含量特征

土壤类型	平均值 (μg/g)	中位数 (μg/g)	标准差 (μg/g)	变异系数	最大值 (μg/g)	最小值 (μg/g)	样本数 (个)	全国背景值 (μg/g)
黄壤	0.159	0.150	0.089	0.558	0.633	0.052	46	0.488
黄棕壤	0.172	0.151	0.130	0.752	1.150	0.042	227	0.333
紫色土	0.148	0.140	0.045	0.305	0.352	0.060	71	0.191

按耕作程度将研究区内土壤分为旱作、水耕、水旱 3 种类型。如表 4 所示,耕作程度不同,土壤硒含量也不同。水耕土壤平均硒含量最高,为 0.191 μg/g,属足硒水平;其次是旱作土壤,硒含量平均值为 0.167 μg/g,属潜在硒不足;水旱土壤平均硒含量为 0.154 μg/g,也属潜在硒不足。旱作土壤中有 11 个采样点土壤为富硒,分别位于通江县空山乡中坝村和龙池村以及南江县下两乡元顶子村、赶场乡鹿角垭村、流坝乡金台村、流江乡金台村。根据变异系数可知,旱作土壤硒含量大小分布不均匀,水耕和水旱土壤硒含量分布基本均匀(表 5)。

2.2 巴中主要作物 Se 含量特征

表 6 为巴中市各农作物硒含量,不同农作物硒含量差异较大,硒含量范围为 0.000 8 ~ 0.507 μg/g,各种作物的平均

表 4 巴中不同耕作程度土壤 Se 含量特征

耕作 程度	平均值 (μg/g)	中位数 (μg/g)	标准差 (μg/g)	变异系数	最大值 (μg/g)	最小值 (μg/g)	样本数 (个)
旱作	0.167	0.146	0.12	0.719	1.150	0.042	293
水耕	0.192	0.167	0.087	0.452	0.352	0.104	6
水旱	0.154	0.155	0.044	0.289	0.262	0.058	45

硒含量大小顺序为木耳 > 茶叶 > 水稻 > 金银花 > 银耳 > 玉米 > 川明参 > 苦瓜 > 豇豆 > 芦笋 > 莴笋 > 甘薯 > 马铃薯 > 青椒 > 葡萄 > 黄瓜 > 猕猴桃 > 番茄 > 梨 > 萝卜 > 茄子。安康市 DB 6124.01—2010《富硒食品硒含量分类标准》是目前我国公认的富硒食品分类标准^[15](表 7),与表 6 各农作物的平均硒含量对比得出,巴中木耳为富硒木耳,茶叶为富硒茶叶,水

表 5 变异系数分级标准

变异系数	均匀性等级
<25%	均匀
25% ~ 44%	基本均匀
45% ~ 74%	不均匀
75% ~ 99%	分异
100% ~ 150%	强分异
>150%	极强分异

表 6 巴中各种农作物含硒量统计

作物名称	平均含硒量 (μg/g)	作物名称	平均含硒量 (μg/g)
金银花	0.021 7	马铃薯	0.002 7
川明参	0.007 9	青椒	0.002 1
茶叶	0.049 0	黄瓜	0.001 9
葡萄	0.002 0	番茄	0.001 7
猕猴桃	0.001 8	萝卜	0.001 5
梨	0.001 6	茄子	0.000 8
苦瓜	0.005 5	水稻	0.023 4
豇豆	0.004 0	玉米	0.016 9
芦笋	0.004 0	木耳	0.050 7
莴笋	0.003 2	银耳	0.019 3
甘薯	0.002 8		

稻为富硒水稻;巴中玉米硒含量为 0.016 9 μg/g,小于 0.02 μg/g,因此玉米不属于富硒作物;巴中银耳含硒量为 0.0193 μg/g,小于 0.05 μg/g,因此银耳不属于富硒作物,金银花与川明参硒含量均小于 0.05 μg/g,不属于富硒作物;葡萄、猕猴桃、梨硒含量均小于 0.01 μg/g,不属于富硒水果;豇豆、苦瓜、芦笋、莴笋、甘薯、马铃薯、青椒、黄瓜、番茄、萝卜、茄子硒含量均小于 0.01 μg/g,均不属于富硒蔬菜。因此,巴中地区主要农作物中,只有木耳、茶叶、水稻为当地富硒作物,其余 18 种作物均未达到富硒水平。

不同地区同种作物的硒含量也存在一定差别。以水稻为例,巴州区水稻硒含量为 0.025 μg/g、平昌县为 0.021 μg/g、南江县为 0.04 μg/g、通江县为 0.018 2 μg/g。玉米在巴州区的含硒量为 0.021 μg/g、平昌县为 0.026 μg/g、通江县为 0.016 1 μg/g。分析对比其他作物,也可得出类似结论。

表 7 安康市富硒食品硒含量分类标准

类别	指标 (μg/g)
成品粮及制品:成品粮	0.020 ~ 0.300
粮食加工制品	0.005 ~ 0.300
蔬菜及制品:鲜蔬菜	0.010 ~ 0.100
蔬菜制品	0.020 ~ 2.000
水果及制品:水果	0.010 ~ 0.050
水果制品	0.005 ~ 0.050
饮料类	0.010 ~ 0.050
魔芋制品:粉类	0.500 ~ 10.000
食品类	0.020 ~ 0.500
茶叶、代用茶及含茶制品	0.050 ~ 5.000
食用菌:干基	0.100 ~ 10.000
湿基	0.050 ~ 5.000

2.3 作物 Se 富集特征

巴中市 4 区县作物的平均含硒量分布十分分散,其中含

量最高的是通江县,为 0.018 9 μg/g,最低的是南江县,为 0.007 2 μg/g。不同作物类型含硒量的地区分布差异较大(表 8)。南江县的农作物含硒量最高,达到 0.040 4 μg/g,平昌县和巴中区的农作物含量均超过 0.02 μg/g,达到富硒标准,而通江县的农作物硒含量为 0.016 4 μg/g,达不到富硒标准。在蔬菜、水果、中药材种类的硒含量比较上,尽管各地区差异较大,但都未达到富硒标准。饮品类比较中,南江县的硒含量达到 0.090 8 μg/g,属于富硒水平,通江县的硒含量为 0.035 μg/g,不属于富硒。

表 8 巴中不同地区不同作物类型 Se 含量分布与富集系数统计

作物类型	地区	作物 Se 含量 (μg/g)	土壤 Se 含量 (μg/g)	富集系数 (%)
农作物	南江县	0.040 4	0.226 0	17.87
	平昌县	0.023 6	0.120 0	19.64
	巴州区	0.022 7	0.173 0	13.15
	通江县	0.016 4	0.132 9	12.35
	巴州区	0.004 0	0.161 0	2.46
蔬菜	平昌县	0.003 0	0.132 8	2.22
	通江县	0.002 7	0.316 5	0.84
	南江县	0.002 1	0.162 8	1.29
水果	巴州区	0.002 0	0.116 0	1.70
	平昌县	0.001 6	0.131 0	1.22
	南江县	0.090 8	0.168 0	54.05
中药材	通江县	0.035 0	0.210 7	16.62
	南江县	0.021 7	0.215 3	10.08
	巴州区	0.007 9	0.138 0	5.71

作物中硒的主要来源是其根系土壤中的硒。作物从土壤中吸收硒能力的大小,通常用生物吸收系数(Ax)来表示^[16],即富集系数,其反映了作物对硒的富集能力,是筛选与评价富硒作物的关键性参数。富集系数(Ax)的计算公式为:

$$Ax = \frac{\text{作物硒含量}}{\text{对应土壤硒含量}} \times 100\%。$$

图 1 为巴中市不同作物对 Se 的富集系数,不同作物对硒的富集系数差异显著。茶叶富集系数最大,为 24.48%,其次是水稻,为 14.31%,这 2 种作物对硒的富集能力最强;富集系数最小的是番茄,为 0.24%,对硒的富集能力最弱。不同作物对硒的富集能力大小依次为茶叶>水稻>玉米>金银花>豇豆>川明参>苦瓜>芦笋>猕猴桃>青椒>莴笋>黄瓜>甘薯>葡萄>萝卜>马铃薯>梨>茄子>番茄。

从表 8 同时可知,同类型作物在不同地区对硒的富集系数也有较大差异,饮品类作物在南江县的富集系数最大,为 54.05%,蔬菜类在通江县的富集系数最小,为 0.84%。不同作物类型在各区县的富集系数范围为,农作物类 12.35%~17.87%,蔬菜类 0.84%~2.46%,水果类 1.22%~1.7%,饮品类 16.62%~54.05%,中药材类 5.71%~10.08%。各种作物类型的富集能力大小顺序为饮品类>农作物>中药材>水果>蔬菜。

除木耳外,茶叶的含硒量及其对硒的富集能力均最高,水稻硒含量和富集系数仅次于茶叶,这 2 种作物均属富硒作物,且对硒的富集能力也较其他农作物强。因此选择茶叶和水稻在巴中富硒地区进行广泛种植,既可以获得富硒农产品,为人们提供天然有机硒,又可以促进当地的经济发展。

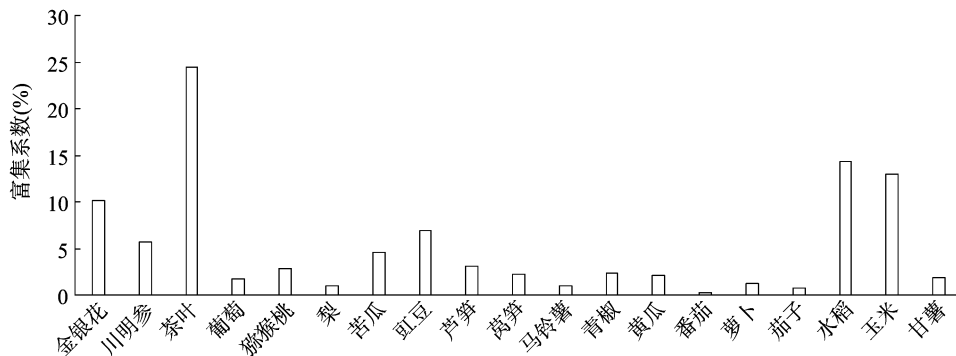


图1 巴中不同作物对Se的富集系数

3 讨论

通过对巴中市各区县土壤硒含量测定分析得出,巴中地区平均硒含量为 $0.165 \mu\text{g/g}$,较整个四川地区而言具有较高的硒含量,但仍属于潜在硒不足。巴中市各区县间土壤硒含量差异较大,土壤硒含量分布较分散。不同土壤类型硒含量不同,由于土壤类型由成土母质决定,成土母质不同,以及土壤上的种植植物不同,造成硒含量不同,与金兴钰等得出的因土壤母质不同导致土壤硒质量分数不同的研究结果^[17]相似。不同耕作程度土壤硒含量也有差异,因为不同耕作制度的土壤所种植的植物不同,人类的干预程度不同,对土壤灌溉方式不同,影响表生环境中硒的迁移循环过程,造成土壤硒含量不同。郦逸根等研究指出红壤与水稻土耕作方式与种植作物不同导致土壤中硒的赋存形态及含量不同,这与本研究结果相似^[18]。巴中地区不同土壤类型或旱作土壤均存在达富硒水平的土壤,如通江县空山乡龙池村、南江县下两乡元顶子村等,这些地方土壤属富硒土壤,可充分发挥其资源优势,种植富硒作物,对硒资源进行合理开发利用。

巴中市作物硒含量分散,不同区县、不同作物硒含量差异较大。通江县所产作物平均含硒量最高,而南江县的饮品类作物含硒量最高。巴中市代表性作物中,木耳、茶叶、水稻均达到富硒标准,属于富硒作物,茶叶对硒的富集能力最强,其次为水稻,因此选择木耳、茶叶和水稻在巴中土壤富硒地区进行广泛种植,可充分利用土壤中丰富的硒资源,获得富硒农产品,科学、健康地开发利用当地硒资源。

巴中作为农业大市,研究其代表性作物 Se 及产地土壤 Se 含量特征及硒的富集能力,筛选出富硒土壤和富硒作物,为种植富硒产品的合理布局和科学施肥提供依据,对规划实施巴中特色农业种植和调整产业经济结构具有重要的指导意义。因此,今后应对巴中市存在的其他地理标志证明商标,如对“南江核桃”这样的代表性经济作物的硒含量及产地土壤硒含量特征进行探讨,便于今后在农业生产中对单项优势作物的选择。

4 结论

巴中市土壤及作物硒含量分散,不同区县、不同作物硒含量差异较大。巴中市代表性作物中木耳、茶叶、水稻属于富硒作物,茶叶、水稻对硒富集能力最强,可在巴中富硒地区广泛种植以获得富硒农产品。

参考文献:

- [1] 屈兰竺,杨松杰,嵇 苏,等. 微量必需元素硒的作用探析[J]. 中国农学通报,2010,26(7):94-97.
- [2] 吴永尧,彭振坤,罗泽民. 硒的多重生物学功能及对人和动物健康的影响[J]. 湖南农业大学学报,1997,23(3):294-298.
- [3] 黄凯丰,时 政,冯健瑛. 富硒蔬菜的研究现状[J]. 长江蔬菜,2011(10):14-17.
- [4] 吴茂江. 硒与人体健康[J]. 微量元素与健康研究,2007,24(1):63-64.
- [5] 全双梅,李晓燕,邵树勋,等. 开阳富硒农作物筛选研究[J]. 地球与环境,2009,37(3):270-274.
- [6] Finley J W, Davis C D. Selenium (Se) from high-selenium broccoli is utilized differently than selenite, selenate and selenomethionine, but is more effective in inhibiting colon carcinogenesis[J]. Bio Factors,2001,14:191-196.
- [7] 布和敖斯尔,张东威,刘 力. 土壤硒区域环境分异及安全阈值的探讨[J]. 土壤学报,1995,32(2):186-193.
- [8] 刘 婷,郑甲成,柯 斧,等. 安康市农作物硒含量分析[J]. 安徽农业学,2011,39(4):1947-1948.
- [9] 高显钧,白裕兵,魏 虹. 我国富硒食品特色农业发展现状研究[J]. 中国食物与营养,2013,19(9):26-29.
- [10] 赵 妍,宗良纲,曹 丹,等. 江苏省典型茶园土壤硒分布特性及其有效性研究[J]. 农业环境科学学报,2011,30(12):2467-2474.
- [11] 郭 宇,鲍征宇,马真真,等. 湖北恩施地区土壤-植物系统中 Se 元素的地球化学特征[J]. 地质通报,2012,31(1):151-155.
- [12] 姜超强,沈 嘉,祖朝龙. 水稻对天然富硒土壤硒的吸收及转运[J]. 应用生态学报,2015,26(3):809-816.
- [13] 唐建兵,刘潇潇. 巴中市红色文化主题饭店开发初探[J]. 当代旅游:学术版,2013(8):49-52.
- [14] 中国地质调查局. DD 2005-01 多目标区域地球化学调查规范(试行)[S]. 北京:中国地质调查局,2005.
- [15] 安康市质量技术监督局. DB 6124.01—2010 富硒食品硒含量分类标准[S]. 安康:安康市质量技术监督局,2010.
- [16] 何和明,吴 生. 海南岛西南地区某些药用植物微量元素的生物吸收和含量变化[J]. 中国野生植物资源,1998,17(4):25-29.
- [17] 金兴钰,王胜华,包雨函,等. 成都经济区土壤及经济植物硒含量特征[J]. 成都理工大学学报:自然科学版,2010,37(3):322-331.
- [18] 郦逸根,徐 静,李 琰,等. 浙江富硒土壤中硒赋存形态特征[J]. 物探与化探,2007,31(2):95-98,109.