

doi: 10.11720/wtyht.2023.0162

张亚峰,姚振,朱明霞,等.青海省海东市三合镇天然富硒土地划定[J].物探与化探,2023,47(6):1620-1626. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2023.0162>

Zhang Y Y, Yao Z, Zhu M X, et al. Delimitation of natural Se-rich land in Sanhe Town, Haidong City, Qinghai Province, China[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2023, 47(6): 1620-1626. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2023.0162>

青海省海东市三合镇天然富硒土地划定

张亚峰,姚振,朱明霞,马强,沈骁,王帅,贺连珍,代璐

(青海省第五地质勘查院,青海 西宁 810099)

摘要:以 1:50 000~1:2 000 的土地质量地球化学调查数据为基础,依据《天然富硒土地划定与标识》(DZ/T 0380—2021)要求,评价划定青海省海东市平安区三合镇土壤硒含量分级、环境质量、肥力质量和灌溉水水质等级。结果表明,三合镇土壤属碱性;土壤 Se 含量处于 $(0.093 \sim 1.938) \times 10^{-6}$,均值为 0.425×10^{-6} ;土壤中 Cd、Hg、Pb 和 Cr 含量均未超过农用地土壤污染风险筛选值,研究区南部局部土壤中 As 含量大于筛选值;灌溉水水质达到《绿色食品产地环境质量》(NY/T 391—2013)标准,土壤肥力呈现有效磷、速效钾丰富,氮和有机质一般的水平。综合上述评价,划定集中连片天然绿色富硒土地 40.46 km²,主要分布在张其寨、骆驼堡、西村、东村、祁新庄和三合 6 个村庄,其中可直接利用的耕地 4.76 km²,占天然富硒土地的 12%;潜在可利用的草地 7.84 km²、林地 27.86 km²,共占天然富硒土地的 88%。结合富硒产业规划和当地实际,提出在耕地地区发展富硒特色种植业,在林草地区利用天然富硒饲草料发展富硒畜牧业的建议。

关键词:天然富硒土地;三合镇;碱性土壤

中图分类号: X142; X825

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2023)06-1620-07

0 引言

硒(Se)是人体必需的微量元素之一,人体摄入适量的 Se 能达到清除机体自由基、增强免疫力和减轻有害物质的毒害作用等功效^[1-3]。人体和动物长期 Se 摄入不足会引发白肌病、克山病、大骨节病等,而 Se 摄入过量又会致人和动物产生慢性中毒^[4]。人体 Se 摄入的直接来源为日常饮食,其中以食物贡献最大。因此,开发富 Se 农产品已成为健康产业的一大热点,尤其在拥有天然富硒土地的地区。

我国从东北三省到云贵高原呈带状展布着一条土壤低 Se 带,近 2/3 的人群生活在缺 Se 环境。谭见安^[5-6]提出了我国硒生态景观分级标准,划定缺硒($<0.125 \times 10^{-6}$)、低硒($0.125 \times 10^{-6} \sim 0.175 \times 10^{-6}$)、足硒($0.175 \times 10^{-6} \sim 0.4 \times 10^{-6}$)、富硒($0.4 \times 10^{-6} \sim 3.0 \times 10^{-6}$)、硒过剩($>3.0 \times 10^{-6}$)5 个景观区,

分别对应为硒缺乏、缺乏边缘、适量、高及过剩五级生态效应。《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T 0295—2016)中对硒的含量也做了类似分级^[7]。但在针对土壤 Se 生物有效性的研究中发现,碱性土壤中 Se 有效性明显高于酸性土壤,当碱性土壤总 Se 低于 0.4×10^{-6} 时也能产出富硒农产品^[8-12]。成杭新等^[13-14]提出了天然富硒土地划定的技术依据和参考标准,为科学划定天然富硒土地提供了技术依据和参考标准。本文以青海省海东市平安区三合镇为研究区,通过土壤、灌溉水、农作物等样本调查监测,科学划定了天然富硒土地,一方面为开发培育富硒农产品提供靶区,另一方面也为提升自然资源开发利用提供技术方向。

1 研究区概况

1.1 自然地理

研究区三合镇位于青海省海东市平安区的中部

收稿日期: 2023-04-11; 修回日期: 2023-06-20

基金项目: 青海省地质勘查基金项目“青海省西宁—乐都富硒区生态地球化学评价”(10)

第一作者: 张亚峰(1986-),女,高级工程师,地球化学专业,主要从事富硒资源研究及应用工作。Email:371221815@qq.com

通讯作者: 姚振(1985-),男,高级工程师,地球化学专业,主要从事土地调查评价工作。Email:278409894@qq.com

(图 1),是平安区土壤硒含量高、土地集中连片且适宜开发利用的区带之一。地貌景观以山间谷地和中低山丘陵区为主,祁家川河自南向北流经全域,村落沿河流串珠状分布。区内公路贯通,交通便利,总面积 175 km²,海拔在 2 160~2 800 m,属大陆性半干旱气候,年均气温 0.3~6.4 ℃,年均降水量 289 mm。

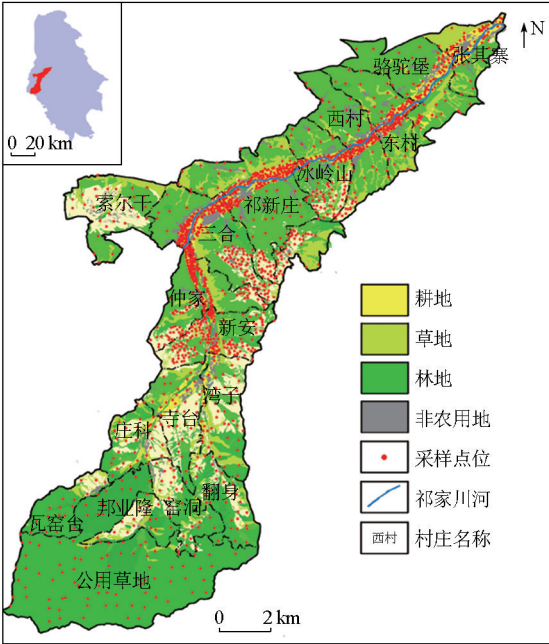


图 1 研究区土地利用类型及土壤采样点位分布

Fig.1 Schematic representation of land use type and soil sampling location in the study area

1.2 地质背景

研究区出露地层呈北新南老的空间格局。以三合镇新安村为界,以北主要出露古近系西宁群棕红色泥岩和第四系冲洪积物,以南主要出露白垩系民和组深棕色泥岩、中元古界蓟县系磨石沟组砂岩和六道沟群火山岩等。研究表明,研究区富硒土壤的成土母质为古近系西宁群棕红色泥岩的风化物,该泥岩形成于干旱咸水的湖积环境,以富含硒为特征^[15]。

1.3 土壤类型和土地利用类型

研究区成土母质随地形海拔变化而发生递变。研究区两侧山区土壤母质以岩石风化物为主;随着海拔降低,母质逐渐向洪冲积物及残坡积物转变;至研究区中央河谷地带,土壤母质以冲、洪积物为主。土壤类型随地形海拔变化亦具有垂直分带性,由祁家川河沟口至中上游,主要土壤类型分别为灰钙土、栗钙土、黑钙土、灰褐土和高山草甸土。土地利用类型主要包括耕地、草地和林地等农用地以及其他建设用地和较难利用的裸岩等未利用地(图 1)。区内

耕地 23.13 km²,占总面积的 17%,其中水浇地主要分布在祁家川河两岸狭长谷地,旱地在祁家川河两侧中低山丘陵地带分布;草地 17.87 km²,占总面积的 13%;林地 93.40 km²,占总面积的 67%;未利用地 4.53 km²,占总面积的 3%。

1.4 富硒农畜产品

研究区主要大宗作物有小麦、油菜籽、马铃薯、小米,蔬菜类作物有西兰花、花椰菜和娃娃菜。统计土壤硒含量 $\geq 0.3 \times 10^{-6}$ 产出的作物和蔬菜的硒含量特征及富硒率,发现小麦 Se 含量处于 $(0.082 \sim 0.574) \times 10^{-6}$,平均值为 0.251×10^{-6} ,富硒率为 100%;油菜籽 Se 含量处于 $(0.050 \sim 0.662) \times 10^{-6}$,平均值为 0.273×10^{-6} ,富硒率为 97%;小米 Se 含量处于 $(0.16 \sim 0.38) \times 10^{-6}$,平均值为 0.281×10^{-6} ,富硒率为 100%;马铃薯 Se 含量处于 $(0.003 \sim 0.039) \times 10^{-6}$,平均值为 0.017×10^{-6} ,富硒率为 33%。西兰花 Se 含量处于 $(0.030 \sim 0.044) \times 10^{-6}$,富硒率为 100%;花椰菜 Se 含量处于 $(0.030 \sim 0.118) \times 10^{-6}$,平均值为 0.074×10^{-6} ,富硒率为 100%;娃娃菜 Se 含量处于 $(0.005 \sim 0.062) \times 10^{-6}$,平均值为 0.012×10^{-6} ,富硒率为 50%。

1.5 富硒产业现状

平安区富硒发展规划提出将研究区打造成青海高原硒都的核心区,重点发展富硒设施特色水果与富硒散养畜禽,打造“中国首个超净富硒区”和“中国高原富硒养生区”,实现富硒农业到富硒产业的转变。目前,研究区已建成富硒资源研究基地 1 处,富硒小米种植推广区 3 处,富硒荞麦种植推广区 1 处,富硒中药材种植推广区 1 处以及利用富硒饲草培育富硒畜禽的养殖基地 3 处。已成为首批以富硒农畜产品为发展重点的富硒产业带,为规划落地和产业发展做出了先行贡献。

2 数据来源及工作方法

2.1 数据来源

有两套数据用于研究区天然富硒土地划定。一是平安区 1:50 000 的土地质量地球化学调查数据,该组数据以耕地区加密、林草地放稀的布点原则,平均采样密度为 5.3 个点/km²,共计 733 个数据;二是在 1:50 000 土地质量调查圈定的富硒土壤核心区范围内,以精准划定富硒地块为目的的 1:10 000~1:2 000 的土地质量调查数据,平均采样密度为 64 个点/km²,共计 1 000 个数据。土壤数据共计 1 733 个,采样点位分布见图 1。研究区灌溉水为祁家川

河水源,采样数量为 3 件,分别处于上游、中游和下游。

2.2 样品采集与测试

土壤样采用“梅花法”采集,每个样品由 1 个主点和 4 个副点组合而成,各取表土层 0~20 cm 土柱体混合后用四分法留取 500 g 装入布袋中阴干,过 2 mm 尼龙筛,取筛下物 100 g 用玛瑙球磨机研磨至 0.075 mm 以下待测。土壤样品分析测试执行《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T 0295—2016)要求,选用原子荧光法测定 Se,X 射线荧光光谱法测定 K、Cr、Pb、P,等离子质谱法测定 Cd,原子荧光光谱法测定 As、Hg,氧化还原容量法测定有机质,pH 计电极法测定 pH,酸碱滴定容量法测定 N。按照《绿色食品产地环境质量》(NY/T 391—2013)要求^[16],测定了土壤肥力指标有效磷、速效钾。数据原始报出率为 99.5%,采取随机插入国家一级标准物质控制分析质量,各项技术指标的原始一次性合格率均为 100%。另外抽取 6%的样品做重复性分析,原始一次性合格率为 100%。

研究区灌溉水源均为祁家川河水,选择在农作物灌溉高峰期,在祁家川河流的上游、中游、下游灌溉出水口处分别采集 1 件水样。采样前用采样点处水洗涤样瓶和塞盖 3 次,尽量不扰动水体,将采样瓶置于水面以下 30 cm 处快速采集水样。按照《土地质量地球化学评价规范》(DZ/T 0295—2016)分别添加保护剂,并按照《无公害农产品 种植业产地环境条件》(NY/T 5010—2016)标准要求测定 pH、总汞、总镉、总砷、总铅、六价铬、氟化物、化学需氧量、粪大肠菌群共 9 项水质指标^[17]。测试采取插入 1 个国家标准物质,加标回收试样 2 份和抽取 2 件样本重复分析的质控方法,分析误差小于《地质矿产实验室测试质量管理规范第 6 部分:水样分析》(DZ/T 0130.6—2006)标准要求^[18],且加标回收率为 97%。

综合判断认为,测试数据质量可靠,满足富硒土地评价划分的需要。

2.3 工作流程与图斑赋值

天然富硒土地划定的工作流程为:首先根据研

究区土壤 pH 实测值,确定土壤富硒评价和土壤环境质量评价的判定值,据此划定富硒土壤以及土壤重金属元素 Cd、Hg、As、Pb、Cr 的环境质量等级;其次,对标《绿色食品产地环境质量》(NY/T 391—2013),评价、确定土壤肥力等级和灌溉水水质;最后,将上述评价成果进行空间叠合,提取土壤 Se 含量达富硒土地要求、土壤环境质量良好、灌溉水水质达标、土壤肥力优良的集中连片区,划定为研究区的天然绿色富硒土地。

划定土壤硒、重金属环境质量和肥力等级时,以第三次土地调查土地利用图斑图为底图,对各图斑进行空间赋值处理。当单一图斑中有一个土壤数据时,该图斑取该数据值;当单一图斑内有 2 个或 2 个以上数据时,将该图斑内的所有数据的平均值赋给该图斑;当单一图斑中无调查数据时,采用空间插值法对该图斑赋值。

3 天然富硒土地划定

3.1 土壤硒含量与分布特征

研究区土壤 Se 含量处于 $(0.093 \sim 1.938) \times 10^{-6}$,均值为 0.425×10^{-6} ,高于全国表层土壤背景值 (0.170×10^{-6}) ^[19]和平安区土壤 Se 背景值 (0.225×10^{-6}) ^[10]。研究区不同成土母质、地貌类型、土地利用类型及土壤类型 Se 含量平均值不同(表 1),西宁群泥岩原地风化形成的残坡积成壤区 Se 均值为 0.361×10^{-6} ;而第四系冲洪积物形成的河流阶地区 Se 均值为 0.490×10^{-6} ,其物源以西宁群泥岩风化物为主,混合第四系其他堆积物经古水流搬运改造后形成,受常年耕作等强烈的表生作用影响,Se 值在区内处于最高。由此可见,研究区成土母质是决定土壤中 Se 含量的重要因素,其次强烈的表生作用会使 Se 发生二次富集。

研究区土壤 pH 均大于 7.5,属碱性土壤,故选定 $\geq 0.3 \times 10^{-6}$ 作为富硒土壤的 Se 判定值(表 2)。由研究区土壤 Se 地球化学分布(图 2)可见,土壤 Se 整体呈现中部低、两边高的特征,以三合村为界,富

表 1 研究区土壤 Se 含量分类统计平均值
Table 1 Index for classification of selenium-rich land types

成土母质	Se 含量/ 10^{-6}	土壤类型	Se 含量/ 10^{-6}	土地利用类型	Se 含量/ 10^{-6}	地貌类型	Se 含量/ 10^{-6}
第四系冲洪积物	0.490	灰钙土	0.548	耕地	0.478	河流阶地	0.490
第四系风成黄土	0.184	栗钙土	0.355	草地	0.345	中低山丘陵	0.262
西宁群泥岩风化物	0.361	黑钙土	0.210	林地	0.343		
民和组砂泥岩风化物	0.252	灰褐土	0.307	非农用地	0.391		
磨石沟组砂岩风化物	0.296	高山草甸土	0.294				
六道沟群火山岩风化物	0.294						

表 2 富硒土地类型划分指标^[13]

Table 2 Index for classification of selenium-rich land types^[13]

富硒土地类型	土壤类型	pH	Se 阈值/ 10^{-6}	条件
绿色富硒地	中酸性土壤	$\text{pH} \leq 7.5$	≥ 0.40	重金属元素镉、汞、砷、铅和铬含量符合 GB 15618—2018 标准; 农田灌溉水水质和土壤肥力满足 NY/T 391—2013 要求
	碱性土壤	$\text{pH} > 7.5$	≥ 0.30	
无公害富硒地	中酸性土壤	$\text{pH} \leq 7.5$	≥ 0.40	重金属元素镉、汞、砷、铅和铬含量符合 GB 15618—2018 标准; 灌溉水同时满足 NY/T 5010—2016 要求
	碱性土壤	$\text{pH} > 7.5$	≥ 0.30	
一般富硒地	中酸性土壤	$\text{pH} \leq 7.5$	≥ 0.40	重金属元素镉、汞、砷、铅和铬含量符合 GB 15618—2018 标准

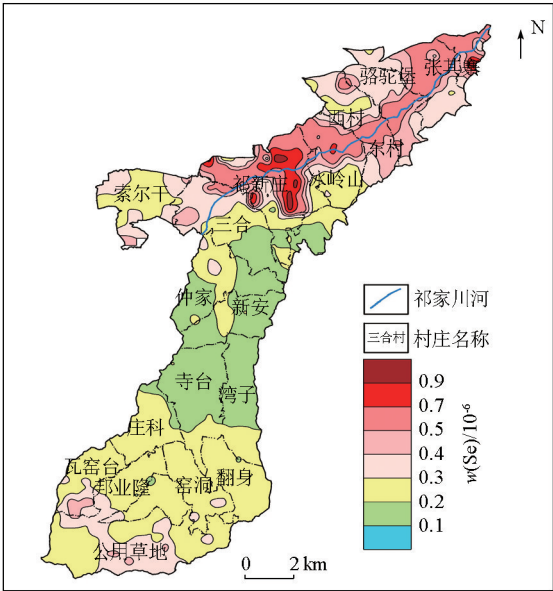


图 2 研究区土壤 Se 地球化学分布

Fig. 2 Soil Se geochemical distribution in the study area

Se 土地集中分布在研究区北部,且以祁新庄村为 Se 高浓度区,并逐步向祁家川河流下游延伸。高值区覆盖了区内光热条件最好的耕地区。

3.2 土壤环境质量

天然富硒土地的划定首先必须保证土壤环境质量良好,无污染且无被污染风险。研究区土壤 pH 均大于 7.5,为碱性土壤,故采用《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618—2018)^[20]中适宜碱性土壤的 Cd、Hg、As、Pb 和 Cr 含量筛选值评价土壤环境质量。结果表明,除研究区南部局部地区土壤 As 值大于筛选值外(图 3),其余元素指标均属于安全状态。

3.3 灌溉水水质

三合镇农田灌溉以祁家川河水灌溉为主,水源单一。参照《绿色食品产地环境质量》(NY/T 391—2013)标准的灌溉水水质要求,评价结果(表 3)显示,研究区水体中 9 项指标均处于绿色食品灌溉水水质要求限值内,无超标数据,符合天然富硒土地要求的灌溉水水质。

3.4 土壤肥力评价

本次调查还测定了三合镇土壤肥力评价指标有机质、全氮、有效磷、速效钾,参照《绿色食品 产地环境质量》(NY/T 391—2013)中土壤肥力评价标准,评价得出三合镇 92.5%土壤样品中的有效磷、速效钾水平达到旱地 I 级肥力要求,53.7%的土壤样品全氮水平达到旱地 I 级肥力要求,35.6%的土壤样品有机质水平达到旱地 I 级肥力要求(表 4),土壤肥力等级总体较好,且有机质和全氮可通过耕作施肥提升改善,土壤肥力满足绿色食品土壤肥力要求。

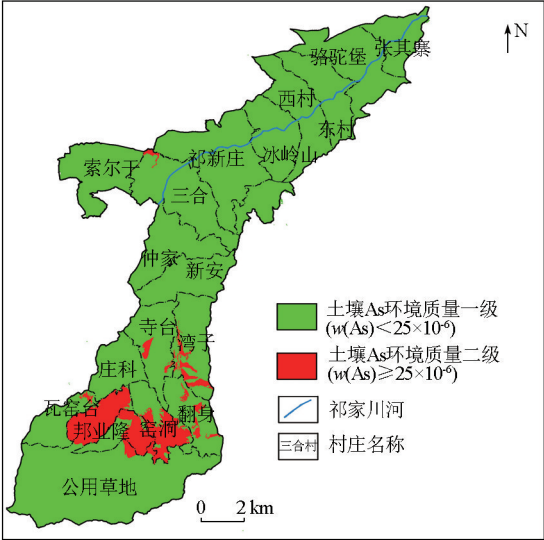


图 3 研究区土壤 As 环境质量分级

Fig. 3 Environmental quality grading map of soil As in the study area

表 3 研究区灌溉水水质评价结果

Table 3 Statistical of irrigation water quality in the study area

项目	绿色食品灌溉水		实测值	评价结果
	水质要求	值域 (n=3)		
pH	5.5~8.5	7.8~8.1		满足
总汞	≤ 0.001	$< 2.5 \times 10^{-6}$		满足
总镉	≤ 0.005	$< 0.6 \times 10^{-4}$		满足
总砷	≤ 0.05	0.00123~0.00166		满足
总铅	≤ 0.1	$< 0.7 \times 10^{-4}$		满足
六价铬	≤ 0.1	$< 0.9 \times 10^{-4}$		满足
氟化物	≤ 2.0	0.04~0.07		满足
化学需氧量	≤ 60	0.57~1.62		满足
粪大肠菌群/ (个·L ⁻¹)	$\leq 10\,000$	1080~3660		满足

表 4 土地肥力评价结果 (n=160)

Table 4 Statistical of soil fertility index (n=160)

指标	等级	标准值域	各级样品数	各级比例/%
有机质 /10 ⁻³	I	>15	57	35.6
	II	10~15	52	32.5
	III	<10	51	31.9
全氮 /10 ⁻³	I	>1.0	86	53.7
	II	0.8~1.0	36	22.5
	III	<0.8	38	23.8
有效磷 /10 ⁻⁶	I	>10	148	92.5
	II	5~10	9	5.6
	III	<5	3	1.9
速效钾 /10 ⁻⁶	I	>120	148	92.5
	II	80~120	12	7.5
	III	<80	0	0

3.5 富硒土地划定

将上述富硒土壤、土壤环境质量、土壤肥力及灌溉水水质评价结果进行空间叠合,剔除三合镇南部土壤 As 风险区,提取得到三合镇集中连片天然绿色富硒土地共 40.46 km²,主要分布在张其寨、骆驼堡、西村、东村、祁新庄和三合共 6 个村庄,其中耕地 4.76 km²,草地 7.84 km²,林地 27.86 km²,分别占天然富硒土地的 11.8 %、19.4 %和 68.8%(图 4)。耕地属于可直接利用的富硒土地,而林地和草地属于潜在可利用富硒土地。

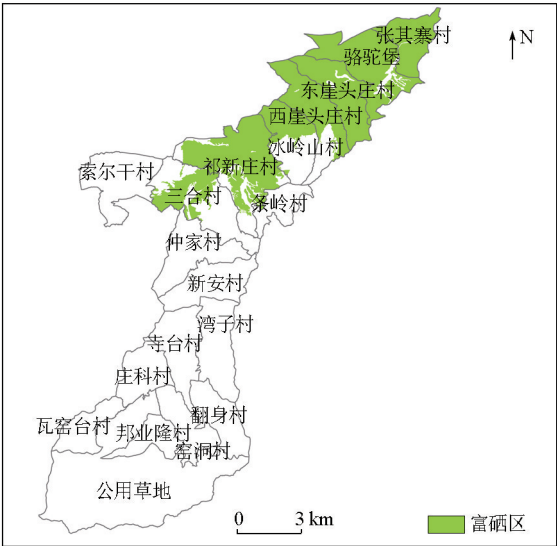


图 4 研究区天然富硒土地划定区

Fig. 4 Natural selenium-rich land zoning in the study area

4 结论及建议

根据研究区富硒土壤、土壤环境质量、土壤肥力及灌溉水水质评价结果,划定三合镇集中连片的天然绿色富硒土地 40.46 km²,主要分布在张其寨、骆

驼堡、西村、东村、祁新庄和三合共 6 个村庄,其中可直接利用的耕地 4.76 km²,潜在可利用的草地 7.84 km²,林地 27.86 km²。

结合三合镇富硒产业规划定位和目前发展现状,建议对划定区进行重点发开利用。一方面对划定的天然富硒耕地实施富硒农业种植培育,重点选取富硒率高的小麦、油菜籽、小米等大宗作物,亦可培育富硒西兰花、花椰菜等特色蔬菜;另一方面利用划定的天然富硒林草地,通过培育富硒饲草、高效利用秸秆和牧草喂养禽畜达到发展富硒畜牧业的目的。同时,加大对其他农畜产品的挖掘和监测,不断发现新的富硒产品,丰富产品种类,推进产业发展。

参考文献 (References):

[1] 齐玉薇,史长义. 硒的生态环境与人体健康[J]. 微量元素与健康研究,2005,22(2):63-66.
Qi Y W, Shi C Y. Se ecological environment and human boby health[J]. Studies of Trace Elements and Health,2005,22(2):63-66.

[2] 李家熙,张光弟,葛晓立,等. 人体硒缺乏与过剩的地球化学环境特征及其预测[M]. 北京:地质出版社,2000.
Li J X,Zhang G D,Ge X L,et al. Prediction and geochemical environmental chatacter of human Selenium imbalances[M]. Beijing: The Geological Publishing House,2000.

[3] 尹红星,张殊佳,邓学仿,等. 硒的抗肿瘤作用研究综述[J]. 大连大学学报,2008,29(6):18-25.
Yin H X,Zhang S J,Deng X F,et al. Areview of the antitumoreffect of selenium [J]. Journal of Dalian University,2008,29(6):18-25.

[4] 赵少华,宇万太,张璐,等. 环境中硒的生物地球化学循环和营养调控及分异成因[J]. 生态学杂志,2005,24(10):1197-1203.
Zhao S H,Yu W T,Zhang L,et al. Biogeochemical cycling of selenium nutrition adjustment and differentiation canuse in environment[J]. Chinese Journal of Ecology,2005,24(10):1197-1203.

[5] 谭见安. 中国人民共和国地方病与环境图集[M]. 北京:科学出版社,1989.
Tan J A. The atlas of endemic diseases and their environments in the People's Republic of China[M]. Beijing:Science Press,1989.

[6] 谭见安. 生命元素硒的地域分异与健康[J]. 中国地方病学杂志,1996(2):67.
Tan J A. The regional differentiation and health of the life element selenium [J]. Chinese Journal of Epidemiology,1996(2):67.

[7] 全国国土资源标准化技术委员会. DZ/T 0295—2016 土地质量地球化学评价规范[S]. 北京:中华人民共和国国土资源部,2016.
National Technical Committee for Land and Resources Standardization. DZ/T 0295—2016 Specification of land quality geochemical assessment[S]. Beijing: Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China,2016.

[8] 张亚峰,苗国文,马强,等. 青海东部碱性土壤中硒的形态特征

[J]. 物探与化探,2019,43(5):1138-1144.

Zhang Y F,Miao G W, Ma Q,et al. Speciation of selenium in alkaline soils in eastern Qinghai [J]. Geophysical and Geochemical Exploration,2019,43(5):1138-1144.

[9] 马强,张亚峰,黄强,等. 青海省富硒土壤标准探讨[J]. 物探与化探,2022,46(3):772-780.

Ma Q,Zhang Y F,Huang Q,et al. Discussion on the standard of selenium-rich soil in Qinghai province [J]. Geophysical and Geochemical Exploration,2022,46(3):772-780.

[10] 张亚峰,苗国文,马强,等. 青海省海东市平安区土壤 Se 的地球化学特征[J]. 地球与环境,2019,47(1):74-80.

Zhang Y F,Miao G W, Ma Q,et al. Geochemical Characteristics of Se in Soil of the Pinaan District,Haidong City, Qinghai Province [J]. Earth and Environment,2019,47(1):74-80.

[11] 周国华. 富硒土地资源研究进展与评价方法[J]. 岩矿测试,2020,39(3):319-336.

Zhou G H. Research progress of selenium-enriched land resources and evaluation methods[J]. Rock and Mineral Analysis,2020,39(3):319-336.

[12] 姬丙艳,许光,张亚峰,等. 青海东部生态地球化学成果及经济效益示范[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2020.

Ji B Y,Xu G,Zhang Y F,et al. Demonstration of ecological geochemistry achievements and economic benefits in eastern Qinghai [M]. Wuhan:China University of Geosciences Press,2020.

[13] 全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会. DZ/T 0380—2021 天然富硒土地划定与标识[S]. 北京:中华人民共和国自然资源部,2021.

National Technical Committee for the Standardization of Natural Resources and Territorial Spatial Planning. DZ/T 0380—2021 Delineation and identification of natural selenium-rich land[S]. Beijing:Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China,2021.

[14] 王惠艳,曾道明,郭志娟,等. 天然富硒土地划定的富硒阈值[J]. 环境科学,2021,42(1):333-342.

Wang H Y,Zeng D M, Guo Z J, et al. Selenium threshold for the delimitation of natural selenium-enriched land[J]. Environmental Science,2021,42(1):333-342.

[15] 张亚峰,姬丙艳,沈骁,等. 西宁盆地咸水湖相沉积型富硒土壤的形成机理及意义[J]. 物探与化探,2023,47(2):470-476.

Zhang Y F,Ji B Y,Shen X,et al. Formation mechanism and significance of saltwater lacustrine sedimentary selenium-rich soil in Xining Basin [J]. Geophysical and Geochemical Exploration,2023,47(2):470-476.

[16] 中华人民共和国农业农村部. NY/T 391—2013 绿色食品 产地环境质量[S]. 北京:中国农业出版社,2013.

Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. DZ/T 391—2021 Green food-environmental quality for production area[S]. Beijing:China Agriculture Press,2021.

[17] 中华人民共和国农业农村部. NY/T 5010—2016 无公害农产品 种植业产地环境条件[S]. 北京:中国农业出版社,2021.

Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. DZ/T 5010—2016 Pollution-free agricultural products-environmental conditions of plantation production areas [J]. Beijing:China Agriculture Press,2016.

[18] 全国国土资源标准化技术委员会地质矿产试验测试分析技术委员会. DZ/T 0130. 6—2006 地质矿产实验室测试质量管理规范 第 6 部分:水样分析[S]. 北京:中华人民共和国国土资源部,2006.

National Land and Resources Standardization Technical Committee Geology and Mineral Resources Experimental Testing and Analysis Technical Committee. DZ/T 0130. 6—2006 The specification of testing quality management for geological laboratories—Part 6: Water analysis[S]. Beijing:Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China,2006.

[19] 奚小环,侯青叶,杨忠芳,等. 基于大数据的中国土壤背景值与基准值及其变化特征研究——写在《中国土壤地球化学参数》出版之际[J]. 物探与化探,2021,45(5):1095-1108.

Xi X H,Hou Q Y, Yang Z F, et al. Big data based studies of the variation features of Chinese soil's background value versus reference value: A paper written on the occasion of Soil Geochemical Parameters of China's publication [J]. Geophysical and Geochemical Exploration,2021,45(5):1095-1108.

[20] 生态环境部土壤环境管理司,科技标准司. GB 15618—2018 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)[S]. 北京:生态环境部 国家市场监督管理总局,2018.

Department of Soil Environmental Management and Division of Scientific and Technical Standards in the Ministry of Ecology and Environment. GB 15618—2018 Soil environmental quality risk control standard for soil contamination of agricultural land (pilot) [S]. Beijing:Ministry of Ecology and Environment State Administration for Market Regulation,2018.

Delimitation of natural Se-rich land in Sanhe Town, Haidong City, Qinghai Province, China

ZHANG Ya-Feng, Yao Zhen, ZHU Ming-Xia, MA Qiang, SHEN Xiao, WANG Shuai, HE Lian-Zhen, DAI Lu
(The Fifth Geological Exploration Institute of Qinghai Province, Xining 810099, China)

Abstract: Based on the 1:50 000~1:2 000 land quality geochemical survey data and the requirements of the Delimitation and the Logo for Natural Selenium-enriched Land (DZ/T 0380—2021), this study evaluated the selenium (Se) content, environmental quality, fertility quality, and irrigation water quality of soil in Sanhe Town, Ping'an District, Haidong City, Qinghai Province. The evaluation results show that: (1) The soil in Sanhe Town was alkaline; (2) The soil Se content ranged from 0.093×10^{-6} to 1.938×10^{-6} , averaging 0.425×10^{-6} ; (3) The Cd, Hg, Pb, and Cr contents in the soil were all below the risk screening values of soil for agricultural land,

while the As content in the soil in the southern portion of the study area was higher than its risk screening value; (4) The quality of irrigation water met the standard specified in the Green Food-Environmental Quality for Production Area (NY/T 391—2013), and the soil fertility was characterized by rich available phosphorus and potassium, and moderate nitrogen and organic matter. Based on the above evaluation results, this study delimited contiguous natural green Se-rich land of 40.46 km², including 12% directly usable arable land (4.76 km²), and 88% potentially usable grassland (7.84 km²) and forest land (27.86 km²). They are distributed primarily in six villages, including Zhangqizhai, Luotuobao, Xicun, Dongcun, Qixinzhuang, and Sanhe villages. Considering the Se-rich industry planning and local conditions, this study proposed developing Se-rich planting in arable land and Se-rich animal husbandry by utilizing natural Se-rich forage in forest land and grassland.

Key words: natural Se-rich land; Sanhe Town; alkaline soil

(本文编辑:蒋实)