

# 绥滨县土壤硒含量及水质状况

张久明<sup>1</sup>,迟凤琴<sup>1</sup>,匡恩俊<sup>1</sup>,韩锦泽<sup>1</sup>,康 健<sup>2</sup>,王殿军<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所/黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室/黑龙江省肥料工程技术研究中心, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 绥滨县工业和科技信息化局, 黑龙江 绥滨 156200; 3. 绥滨县农业技术推广中心, 黑龙江 绥滨 156200)

**摘要:**为调节土壤硒水平、开发利用富硒土地资源,预测和防止硒环境问题,以绥滨县农业土壤为研究对象,运用 ArcGIS 空间插值的分析方法研究绥滨县土壤全硒含量的区域分布特征,流经绥滨县的黑龙江水,松花江水以及地下水质量状况,并对富硒后水稻籽粒和蔬菜硒含量测定分析。结果表明:绥滨县土壤全硒平均含量为  $0.189 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,为足硒土壤。流经绥滨县的江水中含有丰富的营养元素,其微量元素各项指标好于地下水,微量元素总体含量水平为松花江水>黑龙江水>地下水。当地主栽品种水稻绥粳 4 号扬花期叶面富硒后水稻籽粒全硒平均含量为  $0.23 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,按国家食品中硒含量标准在  $0.1 \sim 0.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  为安全含量。

**关键词:**绥滨县;土壤全硒;水质

**中图分类号:**S147.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)11-0034-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.11.0034

土壤硒含量变异受多方面因素的影响,在很大程度上依赖于母质的矿物组成、成土类型、导致土壤形成的风化过程和土壤的理化性质,如有机碳含量、土壤粒径分布及土壤 pH 等<sup>[1-2]</sup>。在我国,研究学者从硒的生物学功能及环境病理学的角度指出<sup>[3-4]</sup>:在全国范围内存在一条从中国东北地区向西南方向经过黄土高原再向西南延伸到西藏高原的低硒带,其硒含量均值仅为  $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。硒由土壤通过植物进入食物链,其丰缺与人体健康密切相关<sup>[5]</sup>。所以在区域尺度上阐述和分析土壤硒元素的地球化学行为并预测其对环境质量的影响十分必要。黑龙江省位于中国东北部且地处全国低硒带的始端,区域土壤硒含量对于农产品硒水平、粮食质量安全及人类健康具有很大影响,然而有关黑龙江省土壤全硒含量的相关报道却很少<sup>[6]</sup>。黑龙江省地质总院通过对农业地质调查中发现黑龙江两大平原有两条富硒土壤带,其中一条位于松嫩平原呈南北向;第二条位于三江平原,呈南北偏东向分布在富锦—宝清一带,南北  $100 \sim 150 \text{ km}$ ,东西宽  $30 \sim 60 \text{ km}$ ,土壤硒含量在  $0.35 \sim 0.89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  的土地面积达到  $8250 \text{ km}^2$ ,共涉及 4 个市县 13 个乡镇以及 12 个国营农场,绥滨县

正处于该区域内。

绥滨县位于三江平原,是黑龙江省水稻主产区,也是富硒水稻主产区,为此,本研究选择黑龙江省水稻主产区绥滨县(富硒水稻主产区),在区域尺度上分析绥滨县土壤硒含量分布状况,利用 ArcGIS 空间插值的分析方法对全县农业土壤  $0 \sim 20 \text{ cm}$  土层硒的空间分布特征进行初步分析,做出空间分布图,对绥滨县表层农田土壤硒含量分布进行作物的合理布局,以期调节土壤硒水平、开发利用富硒土地资源、预测和防止硒环境问题提供理论依据。同时分析流经绥滨县的江水和地下水质量状况,为发展绿色富硒水稻基地打下基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

绥滨县位于黑龙江省东北部的三江平原,三面环水,总面积  $3344 \text{ km}^2$ 。北部以黑龙江主航道为界与俄罗斯隔江相望,边境线长  $83.6 \text{ km}$ ,西与萝北县接壤,南依松花江与桦川县、富锦市带水相连,东至黑龙江与松花江汇合处邻同江市。县境内有黑龙江和松花江两大水系,共 28 条支流。县域内耕地(含农垦三个农场)  $21 \text{ 万} \text{ hm}^2$ ,其中县属耕地为  $8.6 \text{ 万} \text{ hm}^2$ ,辖 3 镇 6 乡,109 个行政村,境内有绥滨农场、二九〇农场、普阳农场三个国营农场;全县总人口 19 万人,县属人口 13.5 万人,其中农村人口 9.4 万人,是典型的农业县。

### 1.2 材料

供试水稻品种绥粳 4 号为北岗乡收获后随机

收稿日期:2016-09-27

基金项目:黑龙江省科技厅绥滨三区人才资助项目;公益性行业(农业)科研专项资助项目(201303126);黑龙江省青年基金资助项目(QC2014C042)

第一作者简介:张久明(1980-),男,黑龙江省绥滨县人,博士,助理研究员,从事土壤肥力和 3S 应用方面研究。E-mail: zjm\_8049@163.com。

抽取,玉米品种德美亚 3 号,蔬菜为甘蓝、大葱、白菜;供试仪器为北京海光 AFS-230E 双道原子荧光光度计。

### 1. 3 方法

1.3.1 样品采集与处理 样品采集于 2015 年 10 月,共收集 85 个土壤样品,在绥滨县农业土壤以“S”和梅花形多点采样法取表土层(0~20 cm)土样去掉石块杂草等,四分法留取 1.5 kg 左右混匀并全部用 GPS 定位记录其 BJ54 坐标。采集的样品置于通风无污染处,充分晾干后分别过 0.15 mm 孔径的尼龙筛,装入封口袋室温避光保存用于室内常规分析与全硒的测定,黑龙江水、送花江水取自不同区域灌溉渠,地下水为用于灌溉的地下井水。

1.3.2 测定项目与方法 (1)土壤全硒的测定:土壤全量 Se 采用国家农业行业标准 NY/T1104—2006<sup>[7]</sup>推荐的 HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>方法进行消解,原子荧光光度计测定。通过国家标准物质(土壤)证明结果的可靠性。土壤样品的测定在黑龙江省农业科学院土壤与肥料检测中心完成。

(2)水质质量测定:松花江、黑龙江及地下水检测,分析水里微量元素含量,包括:有效铁、有效

锌、有效铜、有效钙、有效镁、有效钾、有效钠,分析方法采用原子吸收光谱法测定。

(3)水稻籽粒及蔬菜总硒含量测定:采用食品安全国家标准食品中硒的测定 GB 5009. 93-2010 描述性统计分析运用 Excel 2007 完成。土壤硒含量分布特征采用 ArcGIS9. 3 软件中的 Geostatistical Analyst 模块对采样点土壤硒含量进行克里格空间插值,生成研究区土壤全硒的空间分布图。

## 2 结果与分析

### 2.1 水资源情况

分析表明,流经绥滨县的江水中含有丰富的营养元素,其微量元素各项指标好于地下水。江水 Zn、Cu、Ca、K 微量元素平均含量较地下水高 53%、236%、53%、38%。松花江水中 Fe、Zn、Ca、Mg、K、Na 等微量元素高于黑龙江,地下水 Fe 平均含量为 0. 2 mg·kg<sup>-1</sup>,Zn 为 0. 001 5 mg·kg<sup>-1</sup>,Cu 为 0. 002 5 mg·kg<sup>-1</sup>,Ca 为 5. 255 mg·kg<sup>-1</sup>,Mg 为 0. 477 8 mg·kg<sup>-1</sup>,K 为 2. 972 5 mg·kg<sup>-1</sup>,Na 为 6. 595 mg·kg<sup>-1</sup>。总体为松花江水>黑龙江水>地下水。

表 1 绥滨县水资源质量状况

Table 1 Water resources quality condition in Suibin county

地点/元素 Place/Element	Fe/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Cu/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Ca/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Mg/(mg·kg <sup>-1</sup> )	K/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Na/(mg·kg <sup>-1</sup> )
松花江	0. 14	0. 0025	0. 007	12. 9	0. 608	6. 30	7. 88
黑龙江	0. 03	0. 0016	0. 007	6. 58	0. 378	3. 73	4. 30
联合北口	0. 04	0. 0017	0. 008	5. 80	0. 361	3. 60	4. 30
黑龙江水渠道	-	0. 0023	0. 002	5. 62	0. 362	2. 83	3. 89
永泰南江水	-	0. 0032	0. 018	9. 22	0. 429	4. 08	5. 57
连生园区地下水	-	0. 0023	-	3. 42	0. 448	3. 04	6. 70
刘运福地下水	-	0. 0008	0. 001	4. 26	0. 418	2. 76	5. 73
李福林地下水	0. 2	0. 0017	0. 004	9. 28	0. 657	3. 60	7. 28
园区地下水	-	0. 0010	-	4. 06	0. 388	2. 49	6. 67

### 2.2 绥滨县土壤硒含量情况

根据谭见安等<sup>[8]</sup>划分出的硒元素生态景观的安全阈值:缺硒土壤(<0. 125 mg·kg<sup>-1</sup>)、低硒土壤(0. 125~0. 175 mg·kg<sup>-1</sup>)、足硒土壤(0. 175~0. 400 mg·kg<sup>-1</sup>)、富硒土壤(0. 400~3. 000 mg·kg<sup>-1</sup>)、过量硒土壤(>3. 000 mg·kg<sup>-1</sup>)。由图 1、图 2 结果可以看出,绥滨县土壤全硒平均含量为 0. 189 mg·kg<sup>-1</sup>,为足硒土壤。其中绥滨镇傲来村土壤硒含量平均

值为 0. 334 mg·kg<sup>-1</sup>,其中最高含量为 0. 422 mg·kg<sup>-1</sup>,达到富硒标准;福兴乡土壤硒含量平均值为 0. 207 mg·kg<sup>-1</sup>,其中最高含量为 0. 32 mg·kg<sup>-1</sup>,新富乡土壤硒含量平均值为 0. 23 mg·kg<sup>-1</sup>,其中最高含量为 0. 388 mg·kg<sup>-1</sup>,忠仁乡土壤硒含量平均为 0. 187 mg·kg<sup>-1</sup>,其中最高含量为 0. 317 mg·kg<sup>-1</sup>。这些乡镇土壤硒含量相对较高,更利于发展富硒水稻产业。

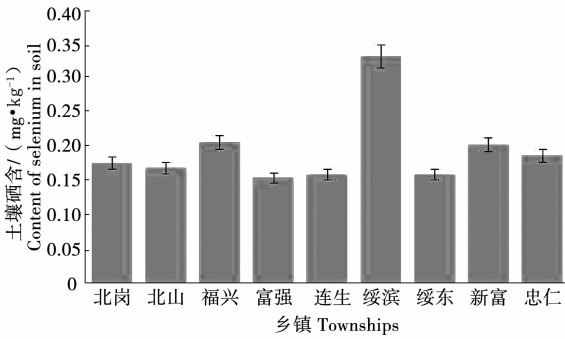


图1 绥滨各乡镇土壤硒含量状况  
Fig.1 The content of selenium in soils of Suibin townships

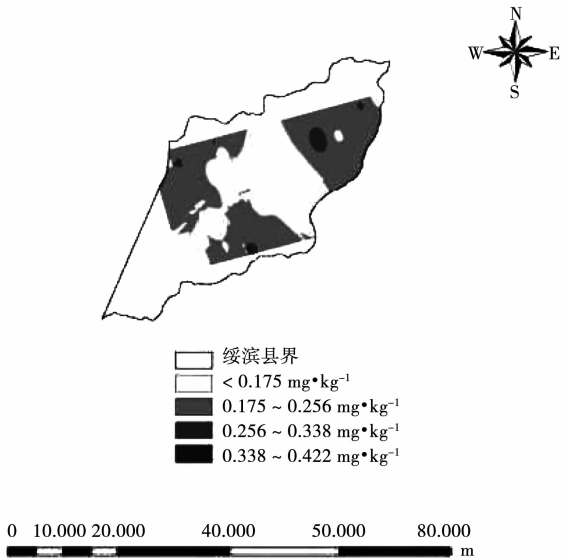


图2 绥滨土壤硒含量分布状况  
Fig.2 Distribution of selenium in Suibin soil

2.3 作物籽粒及蔬菜硒含量

在水稻收获后随机抽取北岗乡,连生乡叶面

富硒水稻和没有叶面富硒水稻。测定籽粒中全硒含量,结果表明:绥梗4号水稻扬花期叶面富硒后水稻籽粒硒平均含量为0.202、0.261 mg·kg<sup>-1</sup>;没有富硒水稻籽粒全硒含量为0.021 4、0.019 5、0.018 6、0.027 5 mg·kg<sup>-1</sup>,平均含量为0.021 75 mg·kg<sup>-1</sup>。

由表2可知,绥滨县富硒后的水稻籽粒硒含量平均值为0.23 mg·kg<sup>-1</sup>,据世界卫生组织的研究结果,食物中硒含量低于0.1 mg·kg<sup>-1</sup>就会造成人体缺硒,高于5 mg·kg<sup>-1</sup>又会产生硒中毒<sup>[9]</sup>。按国家食品中硒含量标准在0.1~0.3 mg·kg<sup>-1</sup>为安全含量。分析结果表明:使用叶面富硒后水稻籽粒中的硒含量满足人体合理安全范围,虽然北岗乡,连生乡土壤全硒含量属于足硒土壤,但水稻通过自然吸收还不足以达到人体最佳吸收范围。可以通过叶面富硒技术,在水稻扬花期进行高空飞机喷施,实现水稻富硒。

绥滨县傲来村附近土壤硒含量最高为0.422 mg·kg<sup>-1</sup>土壤达到富硒含量,为进一步分析富硒土壤对地上部分种植的粮食作物及蔬菜硒含量的影响,进行了取样分析结果表明,玉米全硒含量为0.008 mg·kg<sup>-1</sup>,甘蓝含量为0.003 mg·kg<sup>-1</sup>,大葱含量为0.002 mg·kg<sup>-1</sup>,白菜为0.001 mg·kg<sup>-1</sup>。通常蔬菜的硒含量标准为0.01~0.10 mg·kg<sup>-1</sup>,绥滨县傲来乡蔬菜的硒含量没有达到食品中硒含量的最低标准0.01 mg·kg<sup>-1</sup>,虽然土壤自然富硒不能完全满足人体对硒含量吸收0.1~0.3 mg·kg<sup>-1</sup>范围,但蔬菜和作物体内可以自然含硒,对人长期食用是很益的。今后将积极探索玉米等作物和蔬菜的富硒技术,丰富富硒产品,有力打造绥滨傲来500多公顷有机富硒基地,对提高绥滨农业产值具有重大影响。

表2 绥滨种植作物及蔬菜硒含量状况

Table 2 Suibin selenium content status of crop and vegetable

品种 Variety	富硒/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Se-rich	对照/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Contrast	作物籽粒硒含量标准/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Standard for selenium content of crop seeds	蔬菜硒含量标准/(mg·kg <sup>-1</sup> ) Standard for selenium content in vegetables
水稻	0.23	0.022	0.1~0.3	-
玉米	-	0.008	0.1~0.3	-
大葱	-	0.002	-	0.01~0.10
白菜	-	0.001	-	0.01~0.10
甘蓝	-	0.003	-	0.01~0.10

3 结论与讨论

黑龙江水和松花江水的水质好于地下水,江

水 Zn、Cu、Ca、K 微量元素平均含量较地下水高53%、236%、53%、38%。江水灌溉无论是在提高

米质和产量上都起到重要作用。

全县硒的含量平均值为  $0.189\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 主要集中在  $0.175\sim0.400\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 为足硒土壤。福兴乡、新富乡、忠仁乡、绥滨镇傲来村, 这些乡镇土壤硒含量相对较高, 更利于发展富硒水稻。

绥梗 4 号扬花期叶面富硒后水稻籽粒硒平均值为  $0.23\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; 没有富硒水稻籽粒硒平均含量为  $0.02\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。按国家食品中硒含量标准在  $0.1\sim0.3\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  为安全含量。可以通过叶面富硒技术, 在水稻扬花期进行高空飞机喷施, 实现水稻富硒。蔬菜通过土壤可以自身富集一部分硒, 没有达到  $0.01\sim0.10\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  标准, 但蔬菜体内可以自然含硒, 对人长期食用很有益。

参考文献:

[1] Rayman M P. The importance of selenium to human

health[J]. The Lancet, 2000, 356: 233-241.

[2] 樊海峰, 温汉捷, 凌宏文, 等. 表生环境中硒形态研究现状[J]. 2006, 34(2): 19-26.

[3] 谭见安. 克山病与自然环境和硒营养背景[J]. 营养学报, 1982(3): 175-182.

[4] 戴伟, 耿增超. 土壤硒的研究概况[J]. 西北林学院学报, 1995(3): 93-97.

[5] Sirvent C P, Sánchez M J, Lorenzo M L, et al. Selenium content in soils from Murcia Region (SE, Spain)[J]. Journal of Geochemical Exploration, 2010, 107: 100-109.

[6] 徐强, 迟凤琴, 匡恩俊, 等. 方正县土壤全硒空间变异研究[J]. 中国土壤与肥料, 2016(1): 18-25.

[7] NY/T 1104—2006. 土壤中全硒的测定[S].

[8] Tan J A, Zhu W Y, Wang W Y, et al. Selenium in soil and endemic diseases in China[J]. Science of the Total Environment, 2002, 284(1): 227-235.

[9] GB/T 22499—2008, 富 Se 稻谷[S].

## Soil Selenium Content and Water Quality of Suibin County

ZHANG Jiu-ming<sup>1</sup>, CHI Feng-qin<sup>1</sup>, KUANG En-jun<sup>1</sup>, HAN Jin-ze<sup>1</sup>, KANG Jian<sup>2</sup>, WANG Dian-jun<sup>3</sup>

(1. Institute of Soil Fertilizer and Environment Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Soil Environment and Plant Nutrition of Heilongjiang Province/Fertilizer Engineering Technology Research Center of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Suibin County Bureau of Industry and Science Technology Information, Suibin, Heilongjiang 156200; 3. Suibin County Extension Center of Agricultural Technology, Suibin, Heilongjiang 156200)

**Abstract:** In order to adjust the soil selenium levels of land resources, the development and utilization of the rich selenium, predict and prevent selenium environmental problems, the agricultural soils of Suibin county were studied. The regional distribution characteristics of total selenium content in soil, the quality of the Heilongjiang river and Songhua river and groundwater in Suibin county were studied by using the analysis methods of ArcGIS spatial interpolation. The selenium content of rice grain and vegetable after Se - enriched was analyzed. The results showed that the average content of total selenium in Suibin County was  $0.189\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , which was enough for selenium. The nutrients of river water was rich, the indicators of the trace elements were better than groundwater, the total content of trace elements were the Songhua river > Heilongjiang river > groundwater. The average content of total selenium in paddy rice was  $0.23\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  after selenium enrichment in sowing stage of the main cultivar of rice (Suijing 4). According to national standard of selenium content, the content of selenium was  $0.1\sim0.3\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  as the safe content.

**Keywords:** Suibin county; total selenium in soil; water quality

欢迎刊登广告