

关中地区主要农作物富硒能力研究

王 健^{1,2,3,4}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

收稿日期: 2021年9月18日; 录用日期: 2021年10月15日; 发布日期: 2021年10月22日

摘 要

文章通过对关中地区8种主要农作物及对应根系土进行硒含量调查, 8种农作物可分为四类, 即籽粒类、茎叶类、块茎类和果实类。结果表明, 土壤硒含量在0.5264~0.6614 mg/kg之间, 具体表现为籽粒类 > 块根类 > 茎叶类 > 果实类, 且均为富硒土壤; 农作物硒含量相差较大, 最高硒含量为小麦0.4290 mg/kg, 最低硒含量为0.0106 mg/kg, 总体呈现为小麦 > 大蒜 > 玉米 > 芹菜 > 菠菜 > 红薯 > 甜椒 > 圣女果。根据《富硒含量食品与相关产品硒含量标准》(DB61/T 556-2018)规定可知, 小麦、大蒜、玉米、芹菜、菠菜、红薯均为富硒作物, 而甜椒和圣女果则为含硒作物; 农作物样品硒含量与对应土壤硒含量呈显著正相关关系。

关键词

关中地区, 土壤, 农作物, 富硒能力

Study on the Se-Enrichment Ability of Main Crops in Guanzhong Area

Jian Wang^{1,2,3,4}

¹Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Nature and Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Received: Sep. 18th, 2021; accepted: Oct. 15th, 2021; published: Oct. 22nd, 2021

Abstract

The article investigates the selenium content of 8 main crops and corresponding root soils in Guanzhong area. The 8 crops can be divided into four categories, namely grains, stems and leaves, tubers and fruits. The results showed that the soil selenium content was between 0.5264~0.6614 mg/kg, belonging to selenium-rich soils, and the specific manifestations were grains > roots > stems and leaves > fruits; the selenium content of crops varied greatly, and the highest selenium content was wheat 0.4290 mg/kg, the lowest selenium content is 0.0106 mg/kg, the overall appearance is wheat > garlic > corn > celery > spinach > sweet potato > sweet pepper > cherry tomatoes. According to the "Standard for Selenium Content in Foods and Related Products with Selenium Content" (DB61/T 556-2018), wheat, garlic, corn, celery, spinach, and sweet potatoes are all selenium-rich crops, while sweet peppers and cherry tomatoes are Selenium-containing crops; the selenium content of crop samples has a significant positive correlation with the corresponding soil selenium content.

Keywords

Guanzhong Area, Soil, Crops, Selenium-Enrichment Capacity

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

硒元素被认为是人体必需的微量元素之一[1], 对人类多种常见疾病都具有预防和免疫作用, 对维持人体健康和康养具有重要的作用[2]。人体并不能自主合成硒元素, 因此人体内每日所需的硒元素必须依靠食物的摄入[3] [4]。而植物体硒的含量又主要取决于土壤硒的富与缺以及植物的富硒能力强弱。研究表明, 陕西安康地区的土壤硒与主要农作物体内的硒含量成显著正相关, 且不同植物的富硒能力应植物科属和部位又有所差异。陕西省关中地区也属于土壤富硒区, 硒资源较为丰富[5] [6] [7], 但该区域主要农作物和经济作物的富硒能力研究还处于空白阶段, 所以为进一步探究该区域不同类型作物富硒能力, 加速硒植物资源开发, 有效推动当地经济发展, 本研究对该区域 8 个典型的作物及根系土壤进行硒含量检测, 比较不同作物的富硒能力, 为关中富硒区硒资源开发和利用提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 样品采集和测定

在陕西省西安市临潼区北丁村作物种植区, 分别选取以籽粒、茎叶、块根以及果实为食物的作物各种, 共 8 种作物作为研究对象, 每种作物 4 个重复, 按照随机采样法取完整植株样后, 于作物根系采集根系土(0~20 cm) 600 g 左右, 获得植物样和根系土样各 32 份。采集的植物样洗净烘干(70℃, 48 h)后, 粉碎用于植物硒含量的测定, 土样自然风干后, 过 2 mm 筛, 用于土壤硒含量的测定。土壤硒及植物硒含量测定均采用原子荧光光谱法, 植物硒含量测定参照《食品安全国家标准食品中硒的测定》(GB 5009.93-2010), 土壤硒含量测定参照《土壤中全硒的测定》(NY/T1104-2006)。

2.2. 数据处理

采用 Excel2010 对原始数据进行整理, 原始数据经检验符合正态分布后进行下一步的数据处理, 采用 R 语言进行数据处理及图表制作。为了比较不同作物的富硒能力, 本文引入土壤硒富集系数(Selenium accumulation coefficient, SAC) [8]。根据公式(1)可计算农作物对土壤硒的富硒能力。

$$\text{硒富集系数(SAC)} = \text{作物硒含量/土壤硒含量} \quad (1)$$

3. 结果与分析

3.1. 各采集点位地理坐标和土壤硒含量情况

将采集的 8 种植物根系土样分别进行土壤硒含量检测, 检测结果如表 1 所示。关中地区 8 个地块采样点位的土壤硒含量在 $0.5264 \pm 0.0591 \sim 0.6614 \pm 0.0241$ mg/kg 之间, 土壤硒含量最高的是玉米地块为 0.6614 mg/kg, 而最低的是甜椒地块的根系土为 0.5264 mg/kg。其中籽粒类的作物地块土壤硒含量最高, 为 0.6581 mg/kg, 果实类地块土壤硒含量最低, 为 0.5419 mg/kg, 总体呈籽粒类 > 块根类 > 茎叶类 > 果实类。根据李家熙[9]对土壤硒划分标准, 把含量小于等于 0.2 mg/kg 的土壤称为低硒土壤, 该地区 8 种植物根系土样硒含量均大于 0.2 mg/kg, 均属于富硒区土壤。

Table 1. Soil selenium content at experimental collection points

表 1. 试验采集点位土壤硒含量

类型	采集点位	土壤硒含量(mg/kg)	土壤硒等级
籽粒类	小麦地块	0.6548 ± 0.0390	富硒
	玉米地块	0.6614 ± 0.0241	富硒
茎叶类	芹菜地块	0.6094 ± 0.0559	富硒
	菠菜地块	0.6075 ± 0.0567	富硒
块根类	大蒜地块	0.6523 ± 0.0124	富硒
	红薯地块	0.6400 ± 0.0082	富硒
果实类	甜椒地块	0.5264 ± 0.0591	富硒
	圣女果地块	0.5775 ± 0.1132	富硒

3.2. 不同农作物富硒能力比较

在上述 8 个样地分别对应采集了大蒜、小麦等 8 种农作物进行植物硒含量测定。根据《富硒含量食品与相关产品硒含量标准》(DB61/T 556-2018)规定, ≥ 0.05 mg/kg 的粮食或者 ≥ 0.02 mg/kg 的蔬菜定义为富硒农作物, 介于 0.01~0.045 mg/kg 之间的粮食作物和介于 0.01~0.015 mg/kg 之间的蔬菜定义为含硒作物。由表 2 可知, 籽粒类、茎叶类和块根类的植物均达到富硒作物水平, 具备大规模富硒农业生产的可行性, 而果实类植物则为含硒植物。就硒富集系数来看, 小麦的富硒能力最强为 0.6552, 圣女果的富硒能力最弱, 仅为 0.0184, 具体表现为小麦 > 大蒜 > 玉米 > 芹菜 > 菠菜 > 红薯 > 甜椒 > 圣女果。

3.3. 农作物硒含量与土壤硒含量的相关性

由图 1 可知, 本研究采集的农作物样品硒含量与对应土壤硒含量呈显著正相关关系($P < 0.05$), 相关系数 r 为 0.3650。

为进一步验证上述结论，将农作物分为茎叶类、果实类、籽粒类和根茎类四大类，对农作物硒含量和土壤硒含量进行相关性分析，如图 2 所示。结果表明，茎叶类、果实类、和根茎类四大类农作物硒含量与土壤硒含量存在正相关趋势，尽管统计上没达到显著水平，籽粒类植物硒含量与土壤硒含量不存在明显的相关性。

Table 2. Selenium content of different varieties of crops
表 2. 不同品种农作物硒含量情况

类型	作物名称学名	作物硒含量(mg/kg)	硒富集系数 SAC	富硒 >0.05 mg/kg	含硒 0.015~0.045 mg/kg
籽粒类	小麦(<i>Triticum aestivum</i> L.)	0.4290 ± 0.1233	0.6552	富硒	/
	玉米(<i>Zea mays</i> L.)	0.1890 ± 0.0063	0.2858	富硒	/
茎叶类	芹菜(<i>Apium graveolens</i> L.)	0.0463 ± 0.0048	0.0760	富硒	/
	菠菜(<i>Spinacia oleracea</i> L.)	0.0330 ± 0.0197	0.0543	富硒	/
块根类	大蒜(<i>Allium sativum</i> L.)	0.2385 ± 0.0080	0.3656	富硒	/
	红薯(<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.)	0.0268 ± 0.0037	0.0419	含硒	/
果实类	甜椒(<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>grossum</i> (Willd.) Sendtn.)	0.0145 ± 0.0031	0.0275	/	含硒
	圣女果(<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	0.0106 ± 0.0015	0.0184	/	含硒

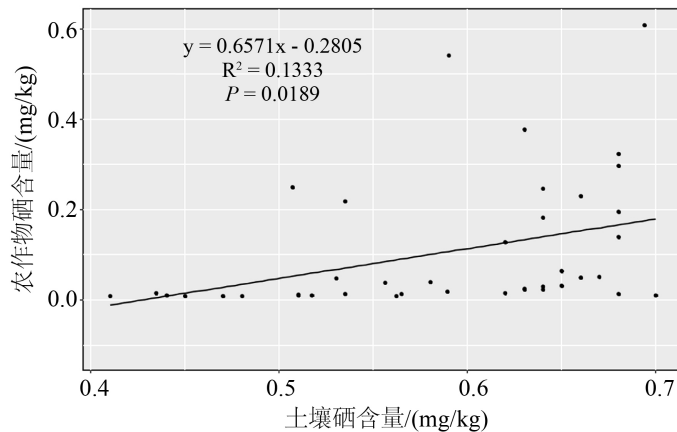
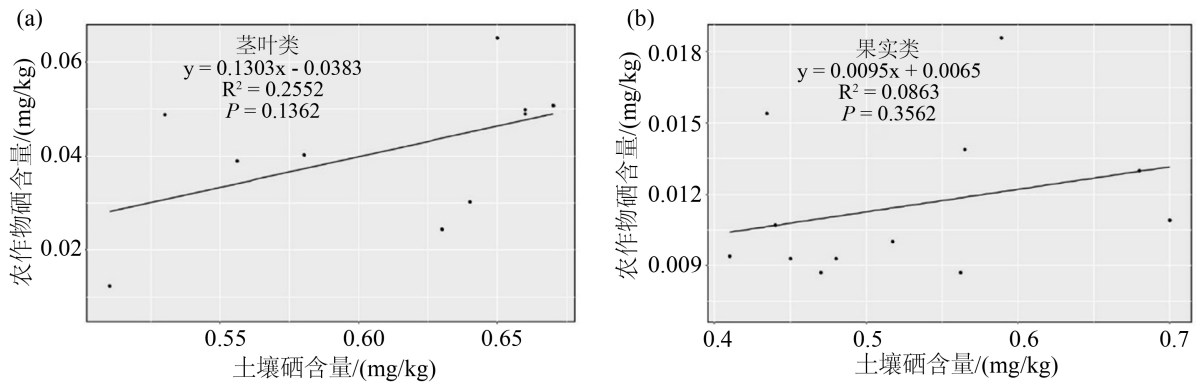


Figure 1. Correlation between crop selenium content and soil selenium content

图 1. 农作物硒含量与土壤硒含量的相关性



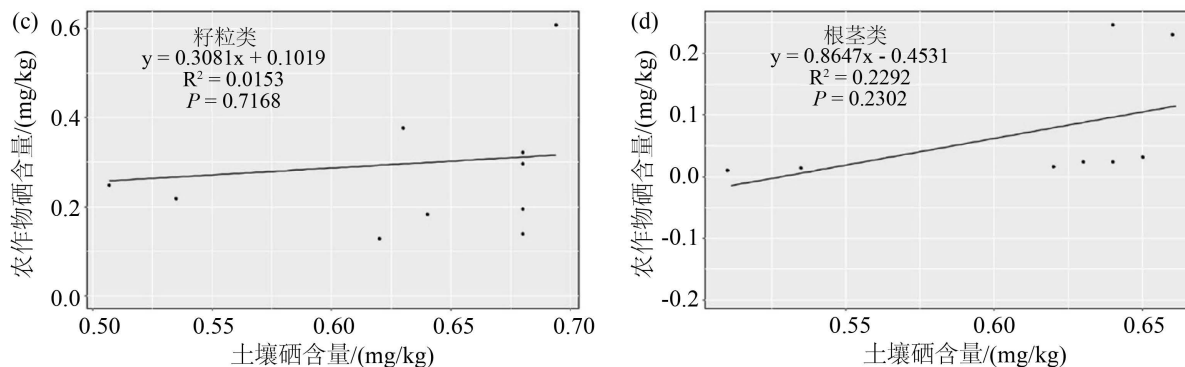


Figure 2. Correlation analysis of selenium content in four types of crops and soil selenium content

图 2. 四类农作物硒含量与土壤硒含量的相关性分析

4. 讨论与结论

随着人们生活质量的逐步提高,对硒元素与人体健康认识的加深,硒元素研究成为日益关注的研究热点,如硒的有效性、生理转化及富硒农产品开发[10] [11] [12]等。在富硒地区开展富硒农作物种植示范研究,对土壤成份进行分析,科学规划发展富硒功能型产业[13],具有较大意义。

本文通过对关中地区 8 个富硒地块的 8 种主要农作物进行富硒能力调查研究,发现不同食用部位作物的地块土壤硒含量存在显著差异,具体表现为籽粒类 > 块根类 > 茎叶类 > 果实类,但 4 种类型的地块均为富硒土壤。该区域土壤含硒量远超我国平均水平,与该区域的岩石构造、土壤厚度、植被利用均有一定的关系。研究发现农作物之间富硒能力存在明显差异,说明农作物硒含量不仅与土壤硒含量有关系,还有植物本身的富硒能力密切相关[14],植物硒富集系数(表 2)以及植物硒含量与土壤硒含量之间(图 1)的相关性也证明了这一点。可见,关中地区农作物绿色清洁且存在多种农作物富硒的现象,关中地区作为天然富硒区,土壤硒元素含量丰富[15],生态环境良好,以富硒产业为主导的特色农业发展潜力巨大。

本研究发现该区域农作物样品硒含量与对应土壤硒含量呈显著正相关关系,表明,对广大缺硒地区来说,要么改变缺硒土壤状况,要么让缺硒人群补硒,显然,优先开发利用富硒土壤,促进植物富硒,进而改善缺硒人群的营养状况。

调查结果表明,小麦、大蒜、玉米、芹菜、菠菜、红薯均为富硒作物,富硒率高达 100%,建议当地农户适当调整农业种植结构,优先发展产业附加值较大的富硒农作物。此项调查可以为后续的农作物的富硒栽培研究和富硒新品种筛选提供理论依据,为富硒农作物产业发展提供科技支撑。然而,本文仅研究了关中地区局部小区域的土壤富硒情况和植物硒富集能力,其调查研究范围有待进一步扩大至整个关中盆地,此外,本研究仅调查了 8 种作物的硒含量及富硒能力,而对于盛产水果,如葡萄、石榴、猕猴桃等的关中地区,接下来应进一步扩大研究范围。

基金项目

陕西省土地工程建设集团内部科研项目(DJNY2020-13, DJNY2021-25, DJNY2021-34)。

参考文献

- [1] 彭祚全, 黄剑锋. 世界硒都恩施硒资源研究概述[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- [2] Rayman, M.P. (2009) Selenoproteins and Human Health: Insights from Epidemiological Data. *Biochimica et Biophysica Acta*, **1790**, 1533-1540.
- [3] 黄冰霞, 支添添, 赵志刚, 等. 硒元素与人类健康[J]. 宜春学院学报. 2019, 41(9): 95-101.

-
- [4] 夏弈明, KE Hill, 李平, 等. 中国成人硒需要量研究[J]. 营养学报. 2011, 33(2): 109-113.
- [5] 张宇, 张美德, 程天周. 恩施富硒区十种常见药用植物聚硒能力调查[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(16): 14-15, 29.
- [6] 王锐, 邓海, 贾中民, 等. 硒在土壤-农作物系统中的分布特征及富硒土壤阈值[J]. 环境科学, 2020, 41(12): 5571-5578.
- [7] 向昌国, 李文芳, 任浩, 等. 张家界市部分农作物可食部位硒含量研究[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(8): 1084-1088.
- [8] 张红振, 骆永明, 章海波, 等. 水稻、小麦籽粒砷、镉、铅富集系数分布特征及规律[J]. 环境科学, 2010, 31(2): 488-495.
- [9] 李家熙, 张光第, 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.
- [10] 贾良. 嘉兴市秀洲区农产品对硒吸收积聚能力调查[J]. 浙江农业科学, 2015, 56(2): 244-245.
- [11] 袁知洋, 许克元, 黄彬, 等. 恩施富硒土壤区绿色富硒农作物筛选研究[J]. 资源环境与工程. 2018, 32(4): 569-575.
- [12] 郭宇. 恩施地区硒的地球化学研究及富硒作物栽培实验研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国地质大学, 2012.
- [13] 许学宏, 余云飞, 高芹, 等. 富硒农产品开发现状与发展对策[J]. 江苏农业科学, 2010(1): 311-313.
- [14] 张百忍, 解松峰. 陕西秦巴山区不同农田农作物硒含量变化规律分析[J]. 东北农业大学学报, 2011, 42(10): 128-134.
- [15] 任蕊, 王明霞, 陈继平, 等. 陕西关中地区土壤硒分布特征及影响因素[J]. 矿产勘查, 2018, 9(9): 1827-1833.