

青海平安富硒区不同蔬菜对硒的吸收及转化能力研究

魏廷珍, 王晋民*, 刘超, 韦梅琴, 杨春江, 熊辉岩
(青海大学 农牧学院, 青海 西宁 810016)

摘要: 为了揭示青海平安富硒区主要蔬菜对于硒的生物富集能力, 对青海平安富硒区 5 种主要蔬菜胡萝卜、马铃薯、萝卜、甜菜和大蒜进行硒的积累特征和分布规律分析。结果表明, 青海平安富硒区 5 种蔬菜总硒含量介于 0.026~0.344 mg/kg, 平均含量为 0.117 mg/kg; 70% 以上样品总硒含量高于 0.07 mg/kg 富硒水平。5 种蔬菜硒转化能力表现为马铃薯>萝卜>甜菜>大蒜>胡萝卜, 即马铃薯硒转化能力最强, 达 87.86%。5 种蔬菜硒富集系数以大蒜最高, 为 0.44; 马铃薯、萝卜和胡萝卜次之; 甜菜最小。甜菜叶中总硒和有机硒含量分别为 0.183 mg/kg 和 0.148 mg/kg, 明显高于根部。

关键词: 青海平安; 富硒区; 蔬菜; 吸收; 转化

中图分类号: S649 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)05-0134-04

Study on Absorption and Transformation of Selenium in Different Vegetables in Ping'an Selenium-rich Region of Qinghai Province

WEI Ting-zhen, WANG Jin-min*, LIU Chao, WEI Mei-qin, YANG Chun-jiang, XIONG Hui-yan
(College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810016, China)

Abstract: To explore the enrichment ability of vegetables from Ping'an where is rich in selenium, in Qinghai province, this paper analyzed the accumulation and distribution of selenium in five major vegetables(carrot, potato, turnip, beet and garlic) from Ping'an. The results showed that the total content of selenium in these main vegetables was 0.026—0.344 mg/kg, the average content was 0.117 mg/kg, and the content of selenium in 70% samples was higher than 0.07 mg/kg. The potato had the strongest transformation ability, which was 87.86%, the transformation ability order was potato>turnip>beet>garlic>carrot, the transformation rate of potato reached 87.86%. The garlic had the biggest enrichment factor, which was 0.44, following by potato, turnip, carrot and beet. The contents of total selenium and organic selenium were 0.183 mg/kg and 0.148 mg/kg, respectively, which were apparently higher than that in the root.

Key words: Ping'an of Qinghai; selenium enrichment region; vegetables; absorption; transformation

硒是人体必需的 14 种微量元素之一^[1], 具有抗癌、保护心脏、提高免疫力、延缓衰老等多种保健作用^[2]。硒元素的缺乏将导致心脑血管疾病、肝病、肿瘤、糖尿病等各种疾病的发生, 同时微量元素硒与人体免疫功能、抗氧化能力、抗癌作用等密切相关。适

当增加硒的摄入量, 对维持身体健康、预防某些疾病的发生具有重要意义^[3-4]。随着人们对硒的生理功能、免疫功能、抗氧化以及防突变等生物学功能认识的不断加深, 利用富硒资源生产富硒农产品, 为缺硒地区提供天然富硒农产品, 已逐渐成为我国蔬菜食

收稿日期: 2013-10-11

基金项目: 青海省科技厅项目(2010-Z-702)

作者简介: 魏廷珍(1988-), 女, 青海西宁人, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物营养。E-mail: kkgg_2221@qq.com

* 通讯作者: 王晋民(1967-), 女, 青海西宁人, 教授, 硕士生导师, 主要从事植物营养方面的研究。E-mail: jinminw@163.com

品行业的新热点。

硒是典型的分散元素,地壳中硒的丰度仅为 0.05~0.09 mg/kg,对于低硒地区人群补硒显得十分重要^[5]。世界土壤自然含硒量一般为 0.5 mg/kg^[6]。我国土壤含硒量变幅较大,既有严重缺硒导致克山病和大骨节病的地区,也有硒含量过多导致中毒的地区如陕西紫阳地区和湖北恩施地区,但大部分硒含量介于 0.2~0.3 mg/kg,平均为 0.25 mg/kg^[7]。近年来,在青海省东部平安至乐都地区发现 840 km² 的富硒土壤资源,其中平安县富硒土壤面积超过 500 km²^[8];小峡镇、洪水泉乡富硒地区的硒含量一般为 0.23~1.5 mg/kg,平均为 0.44 mg/kg,高于全国土壤平均值和平安至乐都地区土壤平均值^[9]。植物硒是人类营养硒的主要来源,植物硒资源状况直接影响到人类硒营养状况。大多数食用和粮食作物中的硒含量比较低,平均为 0.01~1.00 mg/kg,栽培蔬菜(以干质量计算)中硒的平均含量为 0.153 5 mg/kg^[10]。中国营养协会对成人硒的推荐摄入量为 0.050 mg/d,通过食用一般蔬菜是达不到这一需求的。人体可耐受最高摄入量为 0.400 mg/d^[11]。因此,开发生产富硒食品,尤其是开发有机硒食品,已经成为我国富硒食品开发的重要内容。为此,本研究对青海平安富硒资源区 5 种主要蔬菜对硒的吸收富集能力进行研究,为有效利用硒资源和合理开发生产富硒食品提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

以平安富硒区内的小峡镇、洪水泉乡、石灰窑乡为研究区域,以该区域内主要种植的蔬菜胡萝卜、马铃薯、萝卜、甜菜和大蒜为研究对象。

1.1 样品采集

1.1.1 植物样品 在每个研究区域(小峡镇、洪水泉乡、石灰窑乡),每种蔬菜均按十字交叉法以植株大、中、小分类采样至少采集 3 份样品,取其可食部分,每份样品质量为 500~600 g,共采集蔬菜样品 92 份,其中萝卜 12 份、胡萝卜 18 份、马铃薯 28 份、甜菜 24 份、大蒜 10 份。蔬菜样品先去除根须,用自来水清洗干净,再用超纯水冲洗 3 次后晾干附着水分;在塑料砧板上用不锈钢刀具切碎样品,以四分法取样约 100 g,置于烘箱中 60~75 ℃ 烘干,然后用不锈钢磨样机粉碎,保存于磨口贮样瓶,待测。

1.1.2 土壤样品 土壤采样点对应植物采样点,以“S”型采样法取耕层 20 cm 深度的土样,用四分法保留 1 kg 左右的土样装袋、标记。采样完成后将土样

风干、碾碎,过 1 mm 筛,保存于磨口贮样瓶,待测。

1.2 样品消解

样品采用湿法消解,即称样品 0.500 0g,置入 300 mL 消解管中,同时做空白,加入混合酸(HNO₃:HClO₄=4:1)20 mL,摇匀后放置过夜,在 DK-20 VELP 自动消解炉上消解,加热过程中及时补加混合酸,以免蒸干发生爆炸,至溶液呈清亮无色时消化完全,继续加热至剩余体积为 2~3 mL,加入 6 mol/L 的 HCl 10 mL,再加热至溶液变为清亮并伴有白烟出现,取下冷却,转移至 25 mL 容量瓶中,用超纯水定容至刻度,混匀待测。

1.3 硒含量测定

总硒及有机硒含量采用氢化物原子荧光光谱法(AFS8130 双道氢化物-原子荧光光度计)测定^[12]。

不同蔬菜对硒的吸收和转化能力有很大差异^[13]。根据各类蔬菜的硒含量和对硒的转化率、富集系数来分析其富硒潜力。

蔬菜对硒的转化率=有机硒含量/总硒含量×100%。

蔬菜对硒的富集系数=蔬菜硒含量/土壤硒含量。

1.4 样品硒含量分级

植物及土壤样品硒含量分级以生态景观硒的界限值来划分(表 1)。

表 1 划分生态景观硒的界限值 mg/kg			
硒含量分级	表土硒	粮食硒	硒效应
缺乏	≤0.125	≤0.025	硒不足
边缘	0.125~0.175	0.025~0.040	潜在硒不足
中等	0.175~0.400	0.040~0.070	足硒
高	0.400~3.000	0.070~1.000	富硒
过剩	>3.000	>1.000	硒中毒

1.5 数据处理

采用 Excel 及 SPSS 19 统计分析软件进行数据处理和差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 平安富硒区蔬菜硒含量

经计算,平安富硒区蔬菜总硒含量平均值为 0.117 mg/kg,达到富硒标准;但不同蔬菜种类总硒含量有较大变化,最大值为 0.344 mg/kg,最小值为 0.027 mg/kg,中位值为 0.104 mg/kg,变异系数为 47.52%。萝卜总硒含量介于 0.066~0.149 mg/kg,平均值为 0.115 mg/kg;胡萝卜总硒含量介于 0.063~0.163 mg/kg,平均值为 0.121 mg/kg;马铃

薯总硒含量介于 0.049~0.234 mg/kg, 平均值为 0.113 mg/kg; 甜菜总硒含量介于 0.049~0.117 mg/kg, 平均值为 0.086 mg/kg; 大蒜总硒含量介于 0.066~0.344 mg/kg, 平均值为 0.191 mg/kg。

依据我国硒元素生态景观界限值(表 1)中粮食硒评价标准, 对平安县富硒区 5 种蔬菜富硒水平进行评价。结果表明(图 1), 平安富硒区所选取的 5 种蔬菜样品均达到足硒或者富硒水平。其中, 萝卜样品中 8.4% 达到足硒水平, 91.6% 达到富硒水平; 胡萝卜样品中 5.6% 达到足硒水平, 94.4% 达到富硒水平; 马铃薯样品中 28.6% 达到足硒水平, 71.4% 达到富硒水平; 甜菜样品中 20.8% 达到足硒水平, 79.2% 达到富硒水平; 大蒜样品中 25.0% 达到足硒水平, 75.0% 达到富硒水平。可见, 平安富硒区胡萝卜的富硒水平最高。

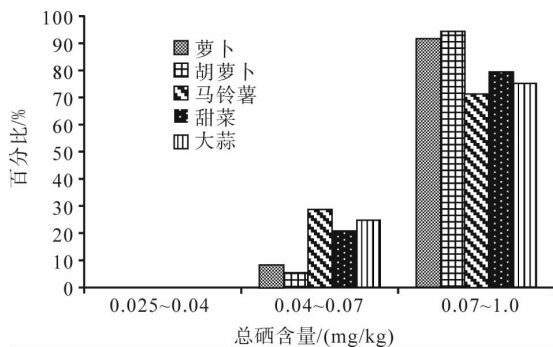


图 1 5 种蔬菜总硒含量分布比例

2.2 平安富硒区蔬菜对硒的转化能力

由表 2 可知, 不同蔬菜的总硒含量及对硒的转化能力差别很大。其中, 胡萝卜的总硒含量最高, 达 0.120 mg/kg; 其次为马铃薯和萝卜, 分别为 0.114 mg/kg 和 0.111 mg/kg; 甜菜最低, 仅为 0.082 mg/kg。5 种蔬菜的硒转化率介于 79.87%~87.86%, 其大小为马铃薯>萝卜>甜菜>大蒜>胡萝卜, 即马铃薯对硒转化能力最强, 达 87.86%, 这反映出不同蔬菜对硒的转化能力有明显差异, 与前人^[14]研究结果相同。

表 2 平安富硒区 5 种蔬菜总硒含量及转化率

样品	样品数/份	平均值/(mg/kg)	最大值/(mg/kg)	转化率/%
萝卜	12	0.111	0.149	84.67
马铃薯	28	0.114	0.155	87.86
甜菜	24	0.082	0.234	84.26
胡萝卜	18	0.120	0.117	79.87
大蒜	10	0.191	0.234	83.96

2.3 蔬菜对硒的吸收能力

由表 3 可以看出, 大蒜的硒富集系数最高, 为

0.44, 马铃薯、萝卜和胡萝卜次之, 甜菜最小。由此可知, 这 5 种蔬菜吸收土壤硒元素能力由强到弱为大蒜>马铃薯>萝卜>胡萝卜>甜菜。段曼莉等^[15]在添加外源硒酸盐和亚硒酸盐的盆栽试验中发现, 一般作物的硒富集系数都在 1 以上。这说明, 与外源施加无机硒肥料相比, 自然条件下土壤中硒的生物有效性相对较低, 限制了植物对硒的吸收利用; 另外, 不同植物对硒的富集能力有较大差异^[16], 可从中筛选出较理想的富硒植物, 这样才能达到开发富硒植物资源的目标。

表 3 平安富硒区 5 种蔬菜的硒富集系数

样品	萝卜	胡萝卜	马铃薯	甜菜	大蒜
富集系数	0.34	0.32	0.40	0.24	0.44

2.4 平安富硒区蔬菜中硒的分布特征

不同作物吸收硒的能力及同一作物不同部位硒的含量不同^[17]。以甜菜为例, 对其不同部位硒含量进行分析(表 4)得出: 甜菜叶中总硒和有机硒含量分别为 0.183 mg/kg 和 0.148 mg/kg, 为甜菜根部的 2.2~2.4 倍。因此, 硒在甜菜植株中的分布以叶片明显高于根部, 这与吴永尧等^[18]在研究湖北恩施富硒地区蔬菜硒含量时指出的叶片硒含量最高, 根部次之, 茎秆最低的结论一致。

表 4 甜菜不同部位硒含量 mg/kg

部位	有机硒	总硒
甜菜根	0.068±0.013	0.076±0.014
甜菜叶	0.148±0.121	0.183±0.141

3 结论与讨论

本研究结果表明, 青海平安富硒区 5 种蔬菜总硒含量均值为 0.117 mg/kg, 平安富硒区所选取的 5 种蔬菜样品总硒含量均大于 0.04 mg/kg, 均达到足硒水平。所测蔬菜样品达到富硒水平比率依次为: 胡萝卜 94.4%、萝卜 91.6%、甜菜 79.2%、大蒜 75.0%、马铃薯 71.4%。调查的 5 种蔬菜硒含量大部分处于富硒水平。各类蔬菜对硒的转化率从强到弱依次为: 马铃薯>萝卜>甜菜>大蒜>胡萝卜。所调查的 5 种蔬菜中马铃薯对有机硒转化能力最强, 硒转化率达 87.86%。

蔬菜中硒含量受土壤中硒含量的影响。为了比较不同蔬菜对土壤硒元素的吸收和累积特性的差异, 用富集系数来衡量不同蔬菜吸收土壤硒元素能力的强弱^[19]。本研究发现, 大蒜对硒富集能力最强, 其富集系数最高, 为 0.44; 马铃薯、萝卜和胡

卜次之;甜菜的富集系数最小。5 种蔬菜吸收土壤硒元素能力由强到弱为大蒜>马铃薯>萝卜>胡萝卜>甜菜,据此可以从中筛选出比较理想的富硒植物。开发青海平安地区富硒蔬菜资源就要从富硒植物选择和土壤肥力调控 2 个方面来加以考虑。筛选出一系列适合当地种植的富硒蔬菜品种,然后再进一步弄清其富硒机制及其与土壤理化性质之间的关系,制定出合理的肥力调控方案,这样才能为开发利用富硒植物资源提供重要科学依据。

同一作物不同部位硒分布有差异。周鑫斌等^[20]研究发现,土壤不施硒时水稻各器官硒含量表现为根>叶>茎>籽粒,硒易于向营养体富集;土壤施亚硒酸盐后水稻各器官硒含量则为根>籽粒>叶>茎,表现出硒向籽粒富集的特征。本研究发现在甜菜中硒被甜菜吸收后叶中总硒和有机硒含量分别为 0.183 mg/kg 和 0.148 mg/kg,分别为甜菜根部硒含量的 2.2~2.4 倍,明显高于根,这表明对于甜菜而言,其吸收的硒利于转运到叶片。

参考文献:

- [1] 王大鹏. 硒与人体健康及其分析方法[J]. 世界元素医学, 2008, 15(4): 44-46.
- [2] 杨忠耀. 硒的水文地球化学与人体健康的关系[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1994, 114(2): 201-207.
- [3] 宁婵娟, 吴国良. 微量元素硒与人体健康及我国富硒食品的开发状况[J]. 山西农业科学, 2009, 37(5): 88-90.
- [4] 陈历程, 张勇. 微量元素硒的研究现状及其食品强化[J]. 食品科学, 2002, 23(10): 134-137.
- [5] 史丽英. 微量元素硒的测定方法综述[J]. 微量元素与健康研究, 2007, 24(4): 63-65.
- [6] 张继文, 王善英, 王其. 富硒植物与人体健康[J]. 植物杂志, 1997(6): 10-11.
- [7] 张荣, 谢冬梅, 王其. 青海省富硒带蔬菜对硒的富集效果研究初探[J]. 青海科技, 2011(1): 16-17.
- [8] 青海省地质矿产局. 中华人民共和国区域地质调查报告(多巴幅、西宁市幅、田家寨幅、高店幅)(1:50000)[R]. 武汉:中国地质大学出版社, 1985.
- [9] 姬丙艳, 张亚峰, 马瑛, 等. 青海东部富 Se 土壤及 Se 赋存形态特征[J]. 西北地质, 2012, 45(1): 303-305.
- [10] 王毅, 韩凤珠, 赵岩, 等. 氨基酸液肥涂干在保护地果树上的应用试验[J]. 北方果树, 2003(4): 8-9.
- [11] 刘大会, 周文兵, 朱端卫, 等. 硒在植物中生理功能的研究进展[J]. 山地农业生物学报, 2005, 24(3): 253-259.
- [12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000: 22-54.
- [13] 朱建明, 梁小兵, 凌宏文, 等. 环境中硒存在形式的研究现状[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2003, 22(1): 76-78.
- [14] 马友华, 转可钦, 丁瑞兴. 硒对农作物的效应[J]. 中国农学通报, 1999, 15(1): 44-46.
- [15] 段曼莉, 付冬冬, 王松山, 等. 亚硒酸盐对四种蔬菜生长、吸收及转运硒的影响[J]. 环境科学学报, 2011, 31(3): 658-665.
- [16] 张洋, 张荣, 孙小凤, 等. 富硒大蒜的功效及开发利用研究[J]. 园艺与种苗, 2011(6): 97-98, 102.
- [17] 李春霞, 曹慧. 植物硒的营养特点及吸收转化机理研究进展[J]. 农业科学研究, 2006, 27(4): 72-75.
- [18] 吴永尧, 彭振坤, 罗泽民. 植物对硒的吸收及其效应[J]. 湖北民族学院学报:自然科学版, 1997, 15(3): 10-13, 51.
- [19] 张俊杰. 硒的生理功能及富硒强化食品的研究进展[J]. 微量元素与健康研究, 2006, 23(3): 58-60.
- [20] 周鑫斌, 施卫明, 杨林章. 富硒与非富硒水稻品种对硒的吸收分配的差异及机理[J]. 土壤, 2007, 39(5): 731-736.