

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2017)03-0149-05

土壤肥料

## 硒肥对马铃薯硒含量及产量的影响

姜波\*, 张晓莉, 任珂, 王贵平, 宋景荣, 于晓刚, 刘秩汝, 安光日, 王华

(呼伦贝尔市农业科学研究所, 内蒙古 扎兰屯 162650)

**摘要:** 硒是人体必需微量元素, 提高食物中硒的含量是增加人体硒营养的主要途径。为增强富硒马铃薯生产, 试验选择‘大西洋’、‘费乌瑞它’和‘兴佳2号’3个马铃薯品种进行苗期喷施硒肥处理, 研究硒肥对马铃薯不同时期根、茎、叶及块茎中硒含量及产量的影响, 并分析其动态变化。结果表明, 施硒肥处理后的马铃薯各部位硒含量测定值均较不施硒肥处理高; 不同时期硒含量的动态变化除在茎中规律不明显, 在根中表现为逐渐降低, 叶中表现为单峰降低, 而块茎中表现为单谷降低; 产量结果也表现为施硒处理高于不施硒处理, 3个品种平均产量较对照分别高11.39%、7.61%和9.67%, 试验为中国马铃薯富硒产业的发展提供理论依据。

**关键词:** 硒含量; 产量; 马铃薯

## Effect of Selenium Fertilizer Application on Selenium Contents and Yield of Potato

JIANG Bo\*, ZHANG Xiaoli, REN Ke, WANG Guiping, SONG Jingrong, YU Xiaogang, LIU Zhiru, AN Guangri, WANG Hua

(Hulunbair Institute of Agricultural Sciences, Zhalantun, Inner Mongolia 162650, China)

**Abstract:** Selenium (Se) is one of the essential trace elements in human body. To increase Se contents in food is the main way to improve human's Se nutrition. 'Atlantic', 'Favorita' and 'Xingjia 2' were used in the experiment, and the effect and dynamic change of Se contents in potato plant were followed to study Se contents in roots, stems and leaves in different growth periods and tuber yield was determined after spraying Se fertilizer in seedling stage. The results showed that Se contents of organs of potato sprayed with Se fertilizer were higher than those of the control. The dynamic change pattern of Se contents in different periods was not obvious in stem. The Se contents decreased gradually in roots, decreased as a single peak in leaves, and had a single valley in tuber. Compared with the control, yields of the three varieties increased by 11.39%, 7.61% and 9.67%, respectively. The results provide a valuable theoretical basis for the development of potato Se-enriched industry.

**Key Words:** selenium content; yield; potato

目前, 富硒农产品的研究日渐成为热点。马铃薯作为世界第四大粮食作物<sup>[1]</sup>, 若能成为富硒产品, 对于人类饮食中硒元素的摄取, 将具有重大意义。肥料作为农作物的粮食, 对于提高其体内各元

素的含量起着非常重要的作用, 所以有关于硒肥施用的研究越来越多<sup>[2-4]</sup>, 为马铃薯富硒产业的发展提供了有价值的理论依据。本研究选择3个马铃薯品种作为试验材料, 在苗期喷施硒肥1次, 研究其

收稿日期: 2017-03-14

基金项目: 国家马铃薯产业技术体系专项资金(CARS-10-ES04)。

作者简介: 姜波(1966-), 男, 副研究员, 主要从事马铃薯育种和高产栽培技术与推广。

\*通信作者(Corresponding author): 姜波, E-mail: zltjiangbo@163.com。

喷施后根、茎、叶和块茎中硒含量及产量变化, 为当地马铃薯富硒生产提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试材料为马铃薯原种一代品种‘大西洋’、‘费乌瑞它’和‘兴佳2号’。

### 1.2 试验设计

试验于2016年在内蒙古呼伦贝尔市农业科学研究所试验地进行, 5月3日播种, 9月20日收获。设对照和喷施硒肥2种方式, 3次重复, 小区面积22.5 m<sup>2</sup>, 6行区(4行取样区, 2行测产区), 行长5 m, 行距75 cm, 共18个小区, 随机区组排列。于植株苗期(6月18日)进行喷施, 喷施50 mg/L亚硒酸钠, 每小区1.6 L均匀喷施, 对照喷施等量清水。氮、磷、钾肥作为底肥1次性施入, 用量分别为尿素(N 46%)105 kg/hm<sup>2</sup>, 磷酸二铵(N 18%、P 46%)237.5 kg/hm<sup>2</sup>, 硫酸钾(K 50%)262.5 kg/hm<sup>2</sup>。

### 1.3 测定项目及方法

分别在现蕾期(6月25日)、盛花期(7月15日)、块茎增长期(8月10日)、淀粉积累期(9月1

日)采集样品, 各小区取代表性植株5株, 测定根、茎、叶和块茎鲜重, 再分别取一定量的样品用无离子水洗净后在85℃条件下杀青3 min, 在65℃条件下烘至恒重, 测定质量。分别对烘干样品采用过氯酸-去硒硫酸消煮-850型荧光分光光度计法进行硒含量的测定<sup>[5]</sup>。并在收获时(9月20日)测定块茎硒含量和2行区块茎产量。

试验数据整理与分析均采用Excel 2003软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 硒肥对马铃薯各器官硒含量的影响

#### 2.1.1 硒肥对马铃薯根中硒含量的影响

由表1可见, 苗期喷施硒肥处理的3个马铃薯品种根中硒含量均较对照有不同程度的提高, 整个生育期‘大西洋’硒含量平均增加了34.26%, ‘费乌瑞它’增加了23.85%, ‘兴佳2号’增加了41.98%。3个马铃薯品种施硒肥处理根中的硒含量随着植株的生长逐渐降低, 而不施硒肥的对照处理硒含量则呈波浪式下降, 除‘大西洋’施硒处理外, 其余品种均在现蕾期硒含量最高。

表1 喷施硒肥对马铃薯根中硒含量的影响(mg/kg)

Table 1 Effect of spraying selenium fertilizer on selenium contents in potato root

| 品种<br>Variety  | 处理<br>Treatment | 生育期 Growth period |                  |                        |                              | 平均<br>Average | 较对照±(%)<br>Compared to control |
|----------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------------|------------------------------|---------------|--------------------------------|
|                |                 | 现蕾期<br>Bud flower | 盛花期<br>Flowering | 块茎增长期<br>Tuber bulking | 淀粉积累期<br>Starch accumulation |               |                                |
| 大西洋 Atlantic   | 施硒              | 0.164             | 0.179            | 0.145                  | 0.093                        | 0.145         | 34.26                          |
|                | 不施硒             | 0.158             | 0.078            | 0.123                  | 0.072                        | 0.108         | -                              |
| 费乌瑞它 Favorita  | 施硒              | 0.221             | 0.214            | 0.131                  | 0.078                        | 0.161         | 23.85                          |
|                | 不施硒             | 0.208             | 0.124            | 0.126                  | 0.063                        | 0.130         | -                              |
| 兴佳2号 Xingjia 2 | 施硒              | 0.274             | 0.186            | 0.162                  | 0.121                        | 0.186         | 41.98                          |
|                | 不施硒             | 0.246             | 0.089            | 0.104                  | 0.084                        | 0.131         | -                              |

#### 2.1.2 硒肥对马铃薯茎中硒含量的影响

由表2可见, 苗期喷施硒肥处理的3个马铃薯品种茎中硒含量与对照相比, 除‘费乌瑞它’在块茎增长期略有降低, 其余整体趋势均为升高。整

个生育期, ‘大西洋’硒含量平均增加了80.43%, ‘费乌瑞它’增加了38.78%, ‘兴佳2号’增加了24.75%。3个马铃薯品种施硒肥和不施硒肥处理茎中硒含量动态变化规律不明显。

表2 喷施硒肥对马铃薯茎中硒含量的影响(mg/kg)

Table 2 Effect of spraying selenium fertilizer on selenium contents in potato stem

| 品种<br>Variety  | 处理<br>Treatment | 生育期 Growth period |                  |                        |                              | 平均<br>Average | 较对照±(%)<br>Compared to control |
|----------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------------|------------------------------|---------------|--------------------------------|
|                |                 | 现蕾期<br>Bud flower | 盛花期<br>Flowering | 块茎增长期<br>Tuber bulking | 淀粉积累期<br>Starch accumulation |               |                                |
| 大西洋 Atlantic   | 施硒              | 0.073             | 0.100            | 0.071                  | 0.089                        | 0.083         | 80.43                          |
|                | 不施硒             | 0.054             | 0.044            | 0.040                  | 0.044                        | 0.046         | -                              |
| 费乌瑞它 Favorita  | 施硒              | 0.058             | 0.096            | 0.058                  | 0.060                        | 0.068         | 38.78                          |
|                | 不施硒             | 0.048             | 0.064            | 0.062                  | 0.020                        | 0.049         | -                              |
| 兴佳2号 Xingjia 2 | 施硒              | 0.176             | 0.153            | 0.079                  | 0.094                        | 0.126         | 24.75                          |
|                | 不施硒             | 0.165             | 0.108            | 0.075                  | 0.056                        | 0.101         | -                              |

2.1.3 硒肥对马铃薯叶中硒含量的影响

由表3可见, 苗期喷施硒肥处理的3个马铃薯品种叶中硒含量较不施肥对照整体表现为升高趋势, 整个生育期‘大西洋’硒含量平均增加了55.67%, ‘费乌瑞它’增加了36.44%, ‘兴佳2号’增加了15.29%。3个马铃薯品种施硒肥处理叶中的硒含量随着植株的生长呈单峰下降的趋势, 均在出苗后40 d的盛花期最高, 其中最高值为‘大西洋’的施硒肥处理, 达0.267 mg/kg。

2.1.4 硒肥对马铃薯块茎中硒含量的影响

由表4可见, 苗期喷施硒肥处理的3个马铃薯品种块茎中硒含量均较对照有不同程度的提高, 整个生育期‘大西洋’硒含量平均增加了57.35%, ‘费乌

瑞它’增加了33.85%, ‘兴佳2号’增加了57.33%, 体现了不同品种硒转化率的差异。各处理总体趋势表现为单谷降低, 除‘兴佳2号’不施硒肥处理在淀粉积累期测定的硒含量数值最低外, 其余处理均在苗后65 d的块茎增长期最低, 淀粉积累期有所升高, 收获后测定数值表现为继续升高。

2.2 硒肥对马铃薯块茎产量的影响

由表5可见, 苗期喷施硒肥处理的3个马铃薯品种块茎产量均较对照有不同程度的增加, 增产幅度最大的是‘大西洋’, 较对照增产11.39%, 其次是‘兴佳2号’, 增产9.67%, ‘费乌瑞它’增产幅度最低, 仅为7.61%, 但产量却较其他品种相对较高, 施硒肥的‘费乌瑞它’处理产量达到2 531 kg/667m<sup>2</sup>,

表3 喷施硒肥对马铃薯叶中硒含量的影响(mg/kg)

Table 3 Effect of spraying selenium fertilizer on selenium content in potato leaf

| 品种<br>Variety  | 处理<br>Treatment | 生育期 Growth period |                  |                        |                              | 平均<br>Average | 较对照±(%)<br>Compared to control |
|----------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------------|------------------------------|---------------|--------------------------------|
|                |                 | 现蕾期<br>Bud flower | 盛花期<br>Flowering | 块茎增长期<br>Tuber bulking | 淀粉积累期<br>Starch accumulation |               |                                |
| 大西洋 Atlantic   | 施硒              | 0.142             | 0.267            | 0.130                  | 0.064                        | 0.151         | 55.67                          |
|                | 不施硒             | 0.138             | 0.142            | 0.059                  | 0.050                        | 0.097         | -                              |
| 费乌瑞它 Favorita  | 施硒              | 0.176             | 0.246            | 0.165                  | 0.055                        | 0.161         | 36.44                          |
|                | 不施硒             | 0.165             | 0.178            | 0.096                  | 0.032                        | 0.118         | -                              |
| 兴佳2号 Xingjia 2 | 施硒              | 0.161             | 0.225            | 0.191                  | 0.145                        | 0.181         | 15.29                          |
|                | 不施硒             | 0.167             | 0.174            | 0.174                  | 0.112                        | 0.157         | -                              |

表4 喷施硒肥对马铃薯块茎中硒含量的影响(mg/kg)

Table 4 Effect of spraying selenium fertilizer on selenium contents in potato tuber

| 品种<br>Variety  | 处理<br>Treatment | 生育期 Growth period |                        |                              |                   | 平均<br>Average | 较对照±(%)<br>Compared to control |
|----------------|-----------------|-------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|--------------------------------|
|                |                 | 盛花期<br>Flowering  | 块茎增长期<br>Tuber bulking | 淀粉积累期<br>Starch accumulation | 收获期<br>Harvesting |               |                                |
| 大西洋 Atlantic   | 施硒              | 0.131             | 0.086                  | 0.093                        | 0.118             | 0.107         | 57.35                          |
|                | 不施硒             | 0.083             | 0.042                  | 0.066                        | 0.079             | 0.068         | -                              |
| 费乌瑞它 Favorita  | 施硒              | 0.117             | 0.044                  | 0.082                        | 0.104             | 0.087         | 33.85                          |
|                | 不施硒             | 0.077             | 0.043                  | 0.057                        | 0.084             | 0.065         | -                              |
| 兴佳2号 Xingjia 2 | 施硒              | 0.155             | 0.074                  | 0.104                        | 0.137             | 0.118         | 57.33                          |
|                | 不施硒             | 0.098             | 0.072                  | 0.055                        | 0.075             | 0.075         | -                              |

表5 喷施硒肥对3个马铃薯品种产量的影响

Table 5 Effect of spraying selenium fertilizer on yield of three potato varieties

| 品种<br>Variety  | 处理<br>Treatment | 小区产量(kg/22.5m <sup>2</sup> ) Plot yield |       |       | 平均(kg/22.5m <sup>2</sup> )<br>Average | 折合产量(kg/667m <sup>2</sup> )<br>Equivalent yield | 较对照±(%)<br>Compared to control |
|----------------|-----------------|---|-------|-------|---------------------------------------|---|--------------------------------|
|                |                 | I                                       | II    | III   |                                       |   |                                |
| 大西洋 Atlantic   | 施硒              | 66.69                                   | 72.60 | 75.51 | 71.60                                 | 2 123   | 11.39                          |
|                | 不施硒             | 61.86                                   | 57.60 | 73.44 | 64.30                                 | 1 906   | -                              |
| 费乌瑞它 Favorita  | 施硒              | 87.51                                   | 82.86 | 85.74 | 85.37                                 | 2 531   | 7.61                           |
|                | 不施硒             | 82.38                                   | 69.03 | 86.64 | 79.35                                 | 2 352   | -                              |
| 兴佳2号 Xingjia 2 | 施硒              | 64.47                                   | 75.30 | 73.62 | 71.13                                 | 2 109   | 9.67                           |
|                | 不施硒             | 57.09                                   | 69.90 | 67.65 | 64.88                                 | 1 923   | -                              |

为所有处理最高值, 不施硒肥的处理也达到 2 352 kg/667m<sup>2</sup>, 较另外2个品种的施硒处理还高, 说明品种间产量差异大。

### 3 讨论

近年来关于施硒肥对马铃薯硒含量影响的研究屡见不鲜, 如邢海峰等<sup>[6]</sup>的研究指出, 喷施和土施硒肥均可以使全生育期马铃薯植株的硒含量提高, 收获的块茎中含硒量也有所提高; 黄景新和秦昕<sup>[7]</sup>对马铃薯块茎产量及含硒量的影响研究表明, 喷施硒肥可提高其产量和含硒量, 且浓度越高增幅越大; 另外殷金岩<sup>[8]</sup>和李瑜等<sup>[9]</sup>研究者的试验, 均验证了马铃薯施硒肥后块茎硒含量增加的事实。

本试验结果也表明, 施硒肥处理后的马铃薯根、茎、叶及块茎的硒含量均较不施硒肥处理

高, ‘大西洋’、‘费乌瑞它’和‘兴佳2号’3个品种根的平均值分别增加 34.26%、23.85%和 41.98%, 茎的平均值分别增加 80.43%、38.78%、24.75%, 叶的平均值分别增加 55.67%、36.44%、15.29%, 块茎的平均值分别增加 57.35%、33.85%、57.33%; 不同时期硒含量的动态变化规律明显, 施硒肥处理根的硒含量随着植株生长逐渐降低, 各处理茎的硒含量变化规律不明显; 叶的硒含量为单峰降低; 而块茎则表现出单谷降低的趋势; 产量所有品种结果也表现为施硒处理高于不施硒处理, 平均产量较对照分别高 11.39%、7.61%和 9.67%。

### [ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 王文腾. 中国马铃薯产业化发展现状与政策研究 [D]. 武汉:

- 华中师范大学, 2012: 8-13.
- [2] 李树举, 杨丹, 王素华, 等. 富硒马铃薯研究进展 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(6): 367-371.
- [3] 张洋. 青海省不同马铃薯品种对硒的吸收特性研究 [J]. 安徽农业科学, 2012, 40(22): 11185-11186.
- [4] 杨丹, 王素华, 李树举, 等. 马铃薯富硒栽培研究 [J]. 作物研究, 2015, 29(5): 485-488.
- [5] 刘胜杰, 周瑞华, 殷太安, 等. 生物样品、水及土壤中痕量硒的荧光测定法二、粮食和蔬菜中痕量硒的荧光测定法 [J]. 营养学报, 1985, 7(2): 142-147.
- [6] 邢海峰, 高炳德, 樊明寿, 等. 马铃薯硒素吸收分配规律及硒肥效应研究 [J]. 华北农学报, 2012, 27(6): 213-218.
- [7] 黄景新, 秦昕. 硒肥对马铃薯块茎产量和品质的影响 [J]. 中国马铃薯, 2002, 16(1): 10-13.
- [8] 殷金岩. 不同硒肥对马铃薯硒素吸收转化及产量、品质影响的研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [9] 李瑜, 张百忍, 刘运华, 等. 马铃薯对硒的吸收及生物富集规律 [J]. 中国马铃薯, 2013, 27(6): 358-361.



## 大庆金辉农业科技开发有限公司

大庆金辉农业科技开发有限公司成立于2012年3月15日, 是一家以农业科技开发、农业机械设备、化肥研发与销售、农业技术推广及技术咨询为经营项目的私营公司, 公司总部位于大庆国家级高新技术产业开发区。公司以服务三农为宗旨, 以质量和诚信求生存, 以科技创新求发展, 以广交天下朋友为理念, 以农民增收为己任, 始终以从事农业生产者的市场需求为导向, 以解决生产中出现的实际问题为立足之本。

公司本着“节约就是增效”的观念, 针对马铃薯生产中存在的实际问题, 提出了从播种到收获的全程高效低成本技术方案。重点技术方案有盐碱地种植解决方案; 防治早(晚)疫病、炭疽病、黑痣病等高效、低成本防病方案; 除草剂药害(包括前茬、封闭及苗后除草剂使用不当引起的药害)的专用方案; 合理施肥技术方案。主要推广的技术有“药肥一体化”防病技术、“水肥一体化”施肥技术、“全程立体化”平衡施肥技术。主要产品有“信丰圆牌”马铃薯大量元素水溶肥、中微量元素水溶肥和叶面肥; 有机肥、生物菌肥、专用追肥、盐碱地专用肥等系列产品。可为初次进入马铃薯领域的广大种植户们提供全程技术指导服务。

**联系地址:** 大庆市高新区火炬新街40号 **邮编:** 163310

**联系人:** 高幼华

**邮箱:** dqjhny@163.com

**联系电话:** 0459-6280535

**手机:** 18345440859