

马铃薯聚硒特性研究

杨德平 (恩施职业技术学院, 湖北恩施 445000)

摘要 [目的]探究马铃薯对硒元素的聚集特性,为富硒马铃薯的生产提供理论和实践依据。[方法]分别测定不同土壤硒水平和叶面喷施不同硒水平条件下的马铃薯块茎含硒量,并比较不同品种在相同土壤硒水平条件下和相同叶面喷施硒水平条件下聚硒能力的差异。[结果]在总硒含量较高的土壤种植的马铃薯的含硒量不一定较高;叶面喷施亚硒酸钠可以大幅度提高马铃薯块茎的含硒量,其马铃薯块茎含硒量是不喷施硒肥的 5.3~37.6 倍;不论是在相同土壤硒水平条件下还是在相同叶面喷施硒水平条件下,马铃薯品种间硒的聚集量都有很大差别,品种间含硒量最大相差 20 倍以上。[结论]在富硒土壤上不一定能够生产出富硒马铃薯;生产富硒马铃薯产品首先应筛选聚硒能力强的马铃薯品种,其次是应选择适宜的富硒土壤。叶面喷施亚硒酸钠可以作为生产富硒马铃薯的辅助措施,喷施浓度以 20~50 mg/kg 为宜。

关键词 马铃薯;富硒;聚硒特性

中图分类号 S532 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)33-0052-02

Gather Characteristics of Selenium in Potato

YANG De-ping (Enshi Polytechnic, Enshi, Hubei 445000)

Abstract [Objective] To explore the gather characteristics of selenium in potato, and to provide theoretical and practical basis for the production of selenium-enriched potato products. [Method] Selenium contents in potato tuber were detected under different soil selenium levels and foliar application of different selenium levels. Differences in selenium accumulation ability of different varieties were compared under the same soil selenium level and the same foliar selenium level. [Result] The selenium content of potato grown in the soil with higher total selenium content in soil was not necessarily high; spraying sodium selenite could greatly improve the selenium content of potato tubers, which was 5.3–37.6 times of those without spraying selenium. the aggregate amount of potatoes varied greatly in both the same selenium level of soil and the same foliar application of selenium level, and the maximum differences could reach more than 20 times. [Conclusion] The selenium-enriched soil was not necessarily able to produce selenium enriched potato. Producing selenium enriched potato products should firstly screen the potato varieties with high selenium gathering ability, followed by choosing the appropriate selenium enriched soil. Foliar application of sodium selenite could be used as the auxiliary measure of producing selenium-enriched potato products, and the proper spraying concentration should be 20–50 mg/kg.

Key words Potato; Selenium-enrichment; Gather characteristics

硒作为人体必需的微量元素,与人体健康关系密切。研究表明,一些地方病如克山病、大骨节病等都与地方性环境缺硒有关。人体主要通过食物链获得硒,中国营养协会推荐的成人摄入量为 50~250 μg/d。我国是一个缺硒大国,土壤硒达到国际公布的正常临界值 0.1 mg/kg 的县只有 1/3。湖北恩施州硒资源全球罕见,境内蕴藏有独立的硒矿床,有约 2 万 hm² 的富硒土壤,恩施市被誉为“中国硒谷”“世界硒都”^[1-2]。利用富硒土壤生产富硒农产品,是硒资源利用的最重要途径。马铃薯是一种粮、菜、饲料及工业原料兼用型高产高效作物,其加工的产品很多,产业链长。我国在 2015 年推进的马铃薯主粮化战略为马铃薯产业的发展提供了更广阔的市场前景。恩施州是湖北省马铃薯的主产区,马铃薯栽培面积常年在 12 万 hm² 以上^[3]。开发富硒马铃薯产品是硒资源利用的重要途径,同时恩施丰富的硒资源又为马铃薯产业的发展提供了独特的优势。笔者通过试验研究土壤硒水平、叶面喷施不同硒水平与马铃薯块茎含硒量的关系、马铃薯不同品种分别在相同土壤硒水平条件下和在相同叶面喷施硒水平条件下的聚硒差异,系统总结马铃薯对硒元素的聚集特性,以期能为生产富硒马铃薯提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马铃薯各个品种均采用南方马铃薯研究中

心当年脱毒种薯,硒肥用纯亚硒酸钠用蒸馏水配制。

1.2 试验方法 试验在恩施市城区进行,海拔 402 m。采用盆栽试验,盆口直径 35 cm,高 40 cm。各处理设 4 次重复,每个处理马铃薯播种量约 100 g,均施用等量腐熟的猪粪作为肥料。除处理因素外,其他栽培管理条件完全相同。叶面喷施亚硒酸钠在晴天下午 19:00 进行,初花期喷施 1 次,过 15 d 后再喷施 1 次。由于品种生育期有一定差异,具体喷施时间各处理不完全一致。

1.3 取样方法 在马铃薯茎叶完全枯萎,块茎完全成熟后,每个处理各重复取 150 g 块茎,将每个处理的 4 个重复的块茎混合,并将泥土洗净、晾干,编号装入塑料袋中作为硒检测样品。在每个栽培盆中均匀取等量土壤,将每个处理的 4 个重复度土壤均匀混合,晒干称取 500 g 备检测。

1.4 硒检测方法

1.4.1 检测仪器。 AFS-930 原子荧光光度计。

1.4.2 试样的制备。 马铃薯按 GB5009.93—2010 标准粮食的制备试样的方法制备试样:将马铃薯块茎样品用蒸馏水洗 3 次,切成小块,然后粉碎成浆液,储于密封玻璃瓶中作为检测全硒的样品。

土样按 NY/T1104—2006 标准制备:取风干后的土样,用四份法分取适量样品后,用烘干机 110 ℃ 烘干,然后全部粉碎,过 0.149 mm 孔径筛,混匀后装磨口瓶,作为测定全硒的待测样品。

1.4.3 检测方法。 称取 2 g 制备的试样在自动控温消化炉中用 10 mL 硝酸、2 mL 过氧化氢进行消解,然后用原子荧光

基金项目 恩施职业技术学院科技基金资助项目(2015A01)。

作者简介 杨德平(1965—),男,湖北恩施人,副教授,从事作物栽培和富硒农产品研究。

收稿日期 2017-09-21

光度计进行全硒测定,马铃薯按 GB 5009. 93—2010 标准进行检测;土样按 NY/T1104—2006 标准进行检测分析。检测的马铃薯块茎含硒量均以鲜基计量,检测的土壤含硒量均以干基计量。

1.5 数据分析 分析土壤硒水平与马铃薯块茎含硒量的关系,硒的富集系数(Bioconcentrationfactor,BCF)计算公式如下:

富集系数 = $\frac{\text{马铃薯块茎含硒量}}{\text{土壤含硒量}} \times 100\%$

该实验测得的土壤含硒量以干基计量,计算硒的富集系数将马铃薯块茎含硒量一律按 25% 的干物质含量折合成干基含量。BCF 值越高代表植物吸收硒能力越强。

2 结果与分析

2.1 土壤硒水平对马铃薯块茎含硒量的影响 共选择 5 种不同含硒水平的土壤,种植的马铃薯品种为米拉。各处理土壤含硒量及相应的马铃薯块茎含硒量、聚硒系数如表 1。

表 1 不同土壤硒水平米拉块茎含硒量、聚硒系数比较
Table 1 Comparison of tuber selenium content and selenium gettingher ability coefficient of Mila under different soil selenium levels

土壤含硒量处理 Treatment of soil selenium content mg/kg	块茎含硒量 Tuber selenium content mg/kg	块茎聚硒系数 Selenium gettingher ability of tuber//%
0.75	0.025	13.33
0.85	0.024	11.29
1.68	0.022	5.24
9.81	0.161	6.56
0.90	0.029	12.89

从表 1 可以看出,除 9.81 mg/kg 土壤含硒量处理的高硒土壤中马铃薯块茎含硒量较高外,其他处理含硒量均很低。按照湖北省地方标准规定的粮食类富硒产品硒含量是 0.2 ~ 0.5 mg/kg^[4],以 4 kg 马铃薯折合 1 kg 粮食计算,鲜马铃薯含硒量 ≥ 0.05mg/kg 才达富硒产品标准,即除 9.81 mg/kg 土壤含硒量处理外,其他处理均未达到富硒标准。由 0.75、0.85、1.68 mg/kg 处理还可以看出,在总硒含量较高的土壤中种植的马铃薯的含硒量不一定较高,这是因为植物对硒的吸收量不仅与土壤总硒含量有关,还与土壤中硒的存在形态有关。研究表明,水溶态硒容易被植物吸收,因此常把水溶态 Se 作为测定土壤有效硒的一种方法,土壤总硒含量和玉米、小麦、水稻硒含量的相关系数为 0.81、0.73 和 0.72,而土壤水溶性硒含量和水稻、玉米和黄豆硒含量的相关系数达 0.996、0.995 和 0.995^[5]。5 个处理中硒的聚集系数最高的为 13.33%,最低仅为 5.24%,说明马铃薯米拉的聚硒能力较低。根据全国地矿专家李家熙的方法划分,0.1 ~ 0.2 mg/kg 为低硒土壤,0.2 ~ 0.4 mg/kg 为中硒土壤,大于 0.4 mg/kg 为富硒土壤^[6]。5 个处理的土壤硒含量均远远超过富硒标准,说明在恩施富硒土壤上不一定能够生产出富硒马铃薯,还应考虑土壤硒的存在形态,马铃薯品种的聚硒能力等因素。

2.2 不同叶面喷施硒水平对马铃薯块茎含硒量的影响 共设 6 个不同硒水平处理,种植的马铃薯品种为米拉。由于一般粮食等天然植物硒含量较低,在作物种植过程中施加含硒

肥料,通过植物积累转化提高可食用部分含硒量,是人体补硒最经济有效且安全的方法^[7]。从图 1 可以看出,叶面喷施亚硒酸钠可大幅提高马铃薯块茎的含硒量,喷施浓度在 20 mg/kg 时,马铃薯品种米拉块茎达到富硒标准;喷施浓度为 30 ~ 50 mg/kg 时,马铃薯块茎含硒量是不喷施硒肥的 5.3 ~ 37.6 倍。叶面喷施硒肥简便易行,可作为生产富硒马铃薯的辅助措施。

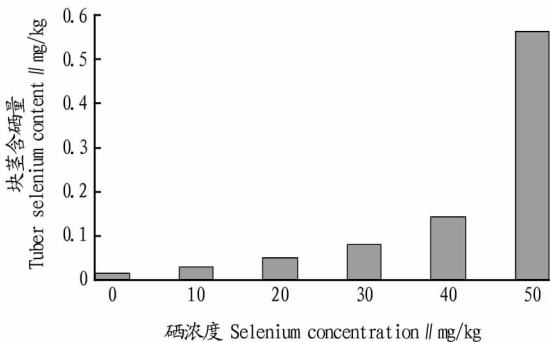


图 1 不同叶面喷施硒水平马铃薯块茎含硒量的比较
Fig.1 Comparison of tuber selenium content of Mila under different foliar application levels of selenium

2.3 不同品种聚硒能力比较

2.3.1 相同土壤硒水平条件下不同品种聚硒能力比较。选用的土壤硒含量为 1.68 mg/kg,共选择 5 个恩施地区推广的马铃薯当家品种。从表 2 可以看出,在相同土壤硒水平条件下,不同马铃薯品种含硒量有差别。根据李瑜等^[8]的研究显示,马铃薯硒的累积品系间差异很大,对硒的累积水平最高的品系是最低品种的 53.89 倍,土壤中硒的生物富集系数最大的品系是最低品种(系)的 84 倍,这与该研究结果基本一致。5 个品种中,含硒量和聚硒系数最高的品种是最低品种的 21 倍。筛选出了 1 个高聚硒品种鄂马铃薯 10 号,其聚硒系数达 84.52%,是其他 4 个品种的 12 ~ 21 倍。

表 2 相同土壤硒水平条件下各品种块茎含硒量、聚硒系数比较
Table 2 Comparison of tuber selenium content and selenium gathering coefficient under the same soil selenium level

马铃薯品种 Potato varieties	块茎含硒量 Tuber selenium content // mg/kg	块茎聚硒系数 Tuber selenium gathering coefficient // %
米拉 Mila	0.022	5.24
鄂马铃薯 1 号 E tomato 1	0.030	7.14
鄂马铃薯 7 号 E tomato 7	0.030	7.14
鄂马铃薯 10 号 E tomato 10	0.355	84.52
鄂马铃薯 11 号 E tomato 11	0.017	4.05

2.3.2 相同叶面喷施硒水平条件下不同品种聚硒能力比较。叶面喷施浓度为 30 mg/kg,采用同一种土壤栽培的 5 个马铃薯品种,土壤含硒量为 0.9 mg/kg。从图 2 可以看出,在叶面喷施相同硒水平条件下马铃薯各品种块茎对硒的聚集量亦有很大差别。含硒量最高的仍为鄂马铃薯 10 号,达 0.395 mg/kg,其次是鄂马铃薯 1 号,达 0.193 mg/kg,最低的是鄂马铃薯 11 号,仅为 0.018 mg/kg,含硒量最高的品种是最低品种的 22 倍。

微量元素均达到了最大值,铁的吸收总量到达最高点,为 16.12 mg/kg;锰的吸收总量达到 1.42 mg/kg;3 月 1 日—3 月 21 日,锰的吸收量的增加量较小,在 3 月 21 日,锰的吸收量发生较大变化,是小白菜生长发育期的一个关键转折点,需注意此时锰肥的合理施用;铜元素在整个生长发育周期的变化浮动较小,含量较低,含量最高为 0.239 mg/kg;3 月 11 日之前,小白菜锌的吸收量变化较慢;3 月 11 日之后,小白菜锌的吸收量不断增加,在 4 月 10 日达到最大值,为 3.54 mg/kg。小白菜营养价值高,离不开各微量元素,因此需注意微肥的施用。

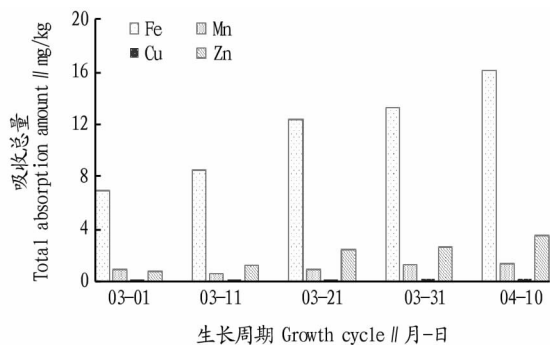


图5 小白菜微量元素的吸收总量

Fig. 5 Total absorption amount of trace elements of Chinese cabbage

3 小结

养分比例失衡不仅影响作物产量和品质,导致肥料利用

(上接第 53 页)

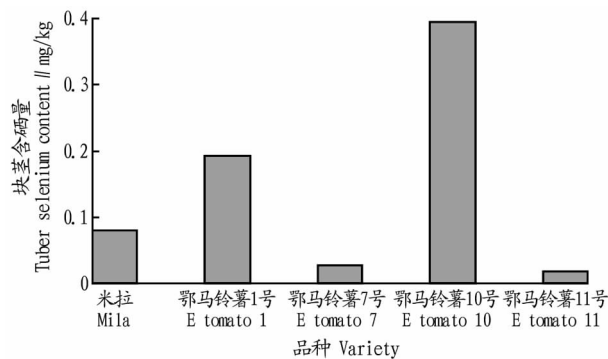


图2 相同叶面喷施硒水平条件下不同品种块茎含硒量比较

Fig. 2 Comparison of tuber selenium contents of different varieties under the same foliar application levels of selenium

3 小结与讨论

研究结果显示,在总硒含量较高的土壤中种植的马铃薯的含硒量不一定较高,在恩施富硒土壤上不一定能够生产出富硒马铃薯,还应考虑土壤硒的存在形态,马铃薯品种的聚硒能力等因素;叶面喷施亚硒酸钠可大幅度提高马铃薯块茎的含硒量,马铃薯块茎含硒量是不喷施硒肥的 5.3 ~ 37.6 倍,可作为生产富硒马铃薯的辅助措施;不论是在相同土壤硒水平条件下还是在相同叶面喷施硒水平条件下,马铃薯品种间硒的聚集量都有很大差别,该研究选择的 5 个马铃薯品种,品种间含硒量最大相差 20 倍以上。

率下降,同时还对周围土壤、水体和大气环境构成威胁^[10]。随着生育进程小白菜的鲜重和干重不断增加,收获时达最高。且小白菜对各种养分的吸收也不断增加。在该试验条件下,小白菜在 3 月 21 日后对氮、磷、钾 3 种元素的吸收量急剧上升,吸收速率增大。因此,3 月 21 日后要适当增加肥料施用,避免因缺肥导致产量减少、品质下降的现象。小白菜对氮、磷、钾的吸收量以氮最大,钾居中,而吸收的磷最少。要注意尿素的施用,均衡好 3 种元素的合理施用,同时要注意微肥的施用。缩短追肥间隔,保持肥料和灌溉水的充足供应,是保证作物高产和品质优良的重要因素。

参考文献

- [1] 苗亚波,吴荣平. 夏季小白菜栽培技术[J]. 河南农业,2017(13):51.
- [2] 实言. 蔬菜的营养价值与保健作用[J]. 中国保健食品,2006(11):33.
- [3] 郑惠典,李淑仪,张育灿,等. 合理施肥对小白菜产量和品质的影响研究(摘要)[C]//石元亮,肖笃宁. 中国土壤学会第十次全国会员代表大会暨第五届海峡两岸土壤肥科学术交流研讨会文集(面向农业与环境的土壤科学专题篇). 北京:中国土壤学会,2004.
- [4] 付海,催霁岩. 根据农作物营养特点合理施用肥料[J]. 农民致富之友,2008(11):20.
- [5] 徐欣. 蔬菜合理施肥是降低成本提高产量和品质的重要措施[J]. 北京农业,2003(6):8-9.
- [6] 段玉,张君,李焕春,等. 马铃薯氮磷钾养分吸收规律及施肥肥效的研究[J]. 土壤,2014,46(2):212-217.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000.
- [8] 郭永峰. 一种含海藻酸有机水溶肥料及其生产方法:CN 103524175 A[P]. 2014.
- [9] 政文,医文. 补钙的最佳方法[J]. 家教博览,2000(6):22.
- [10] TIAN C, ZHOU X, LIU Q, et al. Effects of a controlled-release fertilizer on yield, nutrient uptake, and fertilizer usages efficiency in early ripening rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. Journal of Zhejiang university, 2016, 17(10):775-786.

根据马铃薯的聚硒特性,生产富硒马铃薯产品首先应筛选聚硒能力强的马铃薯品种,这也是富硒马铃薯生产最关键的环节。其次应选择适宜的富硒土壤。因为马铃薯对土壤硒的聚集还取决于土壤硒的存在形态,所以生产时应注意对土壤和马铃薯产品的检测。叶面喷施亚硒酸钠是补充外源硒度一种有效方式,可以作为生产富硒马铃薯的辅助措施,喷施浓度以 20 ~ 50 mg/kg 为宜。该研究筛选出了一种高聚硒马铃薯品种鄂马铃薯 10 号,这对于恩施富硒马铃薯产品的开发和硒资源的利用有重要意义。该研究是在盆栽条件下进行的,选用的品种仅限于恩施州推广的 5 个主要品种,应用于实际生产还需进一步研究论证。

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,2012:3-13.
- [2] 檀坤华. 开发硒资源,发展硒产业[M]. 武汉:长江出版社,2015:23.
- [3] 高广全,李求文. 马铃薯主粮化产业开发技术[M]. 武汉:湖北科学技术出版社,2016:27-29.
- [4] 彭祚全,张欣,牟敏,等. 富硒食品含硒量范围标准的研究[J]. 微量元素与健康研究,2013,30(1):41-43.
- [5] 赵中秋,郑海雷,张春光,等. 土壤硒及其与植物硒营养的关系[J]. 生态学杂志,2003,22(1):22-25.
- [6] 李明伟,黄飞跃,胡蔚红. 恩施茶园土壤硒含量及与茶叶吸收量的相关关系[J]. 湖北农业科学,2000,49(4):832-834.
- [7] 尚庆茂,李平兰. 硒在高等植物中的生理作用[J]. 植物生理学通讯,1998,34(4):284-288.
- [8] 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.