

Effect of Se-Enriched Foliar Fertilizer on Se-Enrichment and Cd-Reduction in Tea in Region of Wanyuan

Wei Wei^{1*}, Tao Li², Tao Wang², Peng Yang²

¹Key Laboratory of Exploitation and Study of Distinctive Plants in Education Department of Sichuan Province, School of Chemistry and Chemical Engineering, Sichuan University of Arts and Science, Dazhou Sichuan

²Dazhou Soil Fertilizer and Ecological Construction Workstation, Dazhou Sichuan

Email: *543757786@qq.com

Received: Aug. 8th, 2020; accepted: Aug. 20th, 2020; published: Aug. 27th, 2020

Abstract

The effects of six different concentrations of Se-enriched fertilizer on the Se-enriched and Cd-enriched in tea plants in mild Cd-polluted paddy field were evaluated in this study. The results showed that, after spraying tea trees with different concentrations of organic Se-enriched foliar fertilizer, the content of selenium in tea (including control tea) reached the national standard of Se-enriched tea. Among them, the foliar fertilizer with a concentration of 0.8 g/L had the most significant effect on Se-enriched of tea. All the tea samples in the test group contained a certain amount of heavy metal cadmium, but the content of cadmium met the quality standard. When the concentration of foliar fertilizer was 0.2 g/L and 0.4 g/L, the cadmium content in tea of the test group was significantly reduced, which decreased by 0.005 mg/kg - 0.01 mg/kg. Cadmium content in tea increased gradually when foliar fertilizer concentration ranged from 0.6 g/L to 1.0 g/L. In the experimental field, the concentration of Se-enriched fertilizer was 0.6 g/L, and the selenium content of tea produced by spraying one cycle was rich and the content of cadmium was the lowest.

Keywords

Se-Enriched Foliar Fertilizer, Se-Enrichment and Cd-Reduction, Selenium Content, Cadmium Content, Wanyuan City

叶面喷施有机富硒肥对万源某地区茶叶富硒降镉的影响

魏伟^{1*}, 李涛², 王涛², 杨鹏²

*通讯作者。

¹四川文理学院化学化工学院, 特色植物开发研究四川省高校重点实验室, 四川 达州

²达州市土壤肥料与生态建设工作站, 四川 达州

Email: 543757786@qq.com

收稿日期: 2020年8月8日; 录用日期: 2020年8月20日; 发布日期: 2020年8月27日

摘要

评价6种不同浓度的有机富硒肥对轻度镉污染的茶园中茶叶富硒降镉的调控效果。结果表明, 不同浓度的有机富硒叶面肥喷施茶树后, 茶叶中硒含量(包括对照组茶叶)均达到国家富硒茶标准, 其中浓度为0.8 g/L的叶面肥对茶叶的富硒效果最为显著。所有试验组茶叶中均含有一定量的重金属镉, 但镉的含量均符合质量标准。叶面肥浓度为0.2 g/L和0.4 g/L时, 试验组茶叶中镉含量降低比较明显, 降低了0.005~0.01 mg/kg, 叶面肥浓度在0.6~1.0 g/L范围时, 茶叶中镉含量逐渐增加。试验田以试验研究的有机富硒叶面肥浓度为0.6 g/L, 喷施1个周期生产的茶叶富硒量高且镉含量最低。

关键词

富硒叶面肥, 富硒降镉, 硒含量, 镉含量, 万源市

Copyright © 2020 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(selenium, Se)是一种生物体必须的微量元素, 具有抗氧化、抗衰老、抗菌解毒、防癌和提高人体免疫力等诸多生理活性[1]。研究表明, 人体缺硒会引起一些器官的功能失调, 导致克山病、心血管病和生长发育迟缓等病症[2] [3]。茶树是一种富硒能力较强的植物, 在富硒地区生产天然富硒茶, 是一种理想的补硒饮品, 是富硒保健品的首选。在缺硒或低硒地区大力推广富硒茶品, 也能提高当地居民含硒水平, 预防疾病、提高人体抵抗力等保健作用。目前, 富硒食品特别是富硒茶的开发也受到广泛的关注, 而万源地区是我国几个富硒地之一, 其天然富硒茶已成为当地推广的富硒经济作物之一[4]。作为富硒茶基地, 土壤富硒只是基本指标之一, 还要求土壤中重金属含量不能超标, 而镉(cadmium, Cd)在万源地区富硒种植区土壤特别是岩石中具有较高的自然本底值, 而其他类型的重金属含量都在土壤环境质量标准范围内[5]。研究表明, 镉在茶树嫩叶和老叶中富集较多, 枝和根中次之, 可见土壤中镉的含量水平直接影响茶叶的饮用安全[6]。研究报道, 土壤中硒含量达到一定的浓度能有效起到降镉的目的, 所以控制这一地区镉的污染, 生产低镉或无镉的富硒茶成为首要任务[7]。因此, 本研究以重金属镉为对象, 在对万源市某地区茶园土壤基本理化性质测定分析, 尤其是硒和镉的含量, 对试验田的茶树喷施不同浓度的有机富硒肥, 确定适合于该地区生产富硒降镉富硒茶的施肥技术指标, 生产出富硒和重金属含量最低化的优质茶叶, 为该地区科学施肥、最大富硒化、低镉或无镉的富硒茶持续健康发展提供科学理论依据。

2. 试验材料与方法

2.1. 试验材料

试验对象为万源本地树龄为6年的茶树, 叶面喷施硒肥为绿维康有机富硒肥(200 mL/瓶), 购买于陕

西杨凌澳邦生物科学有限公司。试验田基地土壤基本理化性质测定参照徐争启和张定红[8][9]等人的方法, 试验土壤 pH 为 6.75, 硒含量为 0.72 mg/kg, 镉含量为 0.71 mg/kg, 砷含量为 19.15 mg/kg, 汞含量为 0.33 mg/kg, 铅含量为 26.12 mg/kg, 水解氮含量为 331.3 mg/kg, 有效磷含量为 57.5 mg/kg, 有效钾含量 239.7 mg/kg, 有机质含量为 28.5 g/kg。可知此试验田为富硒土壤, 砷、汞和铅含量在土壤环境质量标准范围内, 但重金属镉含量超标。

2.2. 仪器和试剂

7900 型电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS, 安捷伦科技有限公司), 6B-30 型智能消解仪(江苏盛奥华环保科技有限公司), LYNX4000 高速离心机(赛默飞世尔科技公司), PHS-2F 型 pH 计(上海雷磁, 仪电科学仪器股份有限公司), DHG-9053A-T 型电热鼓风干燥箱(上海丙林电子科技有限公司)等。

硒、镉标准溶液购买于国家标准物质中心, 硼氢化钠、铁氰化钾、硝酸、高氯酸、盐酸、硫酸等均为优级纯。

2.3. 试验方法

于 2019 年 2~5 月在万源旧院片区某茶园试验项目基地进行。试验期间, 受亚热带湿润季风气候影响, 平均高温 18℃, 平均低温 9℃, 天气以阴天为主, 气候条件优越。叶面喷施硒肥母液分别用清水稀释成浓度为 0.2 g/L、0.4 g/L、0.6 g/L、0.8 g/L 和 1.0 g/L 五个不同的处理组和一个清水对照组(CK, 0 g/L), 每组设 3 个重复, 共 18 个处理小区, 每个小区面积为 50 m², 所有的小区都在同一项目田中, 每个小区之间采用大行距加以区分, 18 个处理小区随机排列, 其余田间管理相同。不同处理组叶面施肥均在开春茶树芽初展时, 在连续 2 天以上晴天的下午五点喷施, 喷施时叶面正背面均要喷施, 隔 10 天再喷施一次。各试验组分别随机摘取施肥前(0 d)、第一次施肥 10 天后(10 d₁)和第二次施肥 10 天后(10 d₂)的嫩叶, 参考廖朝选[10]等人的分析方法对样品中的硒和镉等元素进行分析测定。

2.4. 数据分析

试验数据采用软件 SPSS17.0 进行整理和统计分析, 并进行数据差异性检验分析。

3. 结果与讨论

3.1. 不同浓度叶面肥处理对茶叶中硒含量的影响

由表 1 可知, 不同浓度的有机富硒叶面肥对茶树处理组与对照组相比, 其茶叶中硒的含量均有一定的增加, 茶叶中硒的含量均达到国家富硒茶的标准(0.25~4 μg/g)。其中浓度为 0.8 g/L 的叶面肥对茶叶的富硒效果最为显著, 与对照组相比, 在 10 d₁ 和 10 d₂ 周期, 茶叶中硒的增加量均达到了极显著水平($P < 0.01$)。叶面肥浓度在 0.2~0.6 g/L 之间时, 随着叶面肥的喷施, 茶叶中硒含量逐渐增加, 在 0.4 g/L 处理组的 10 d₂ 周期和 0.6 g/L 处理组的 10 d₁ 周期时, 茶叶中硒增加量达到了显著水平; 在 0.6 g/L 处理组的 10 d₂ 周期, 茶叶中硒增加量均达到了极显著水平。处理组中叶面肥浓度超过 0.8 g/L 时, 茶叶中硒含量也有一定的增加, 但增加幅度较低, 可能是高浓度硒与植物体内的金属元素等物质发生螯合等作用, 增加有害物质的蓄积量, 损伤了与硒活性相关的酶系统, 导致硒不能有效发挥生理活性, 进而阻碍了植物体内氧化应激效应[11], 最终机体对硒的摄入量降低。通过表 1 结果可知, 茶树通过叶面喷施硒肥是增加茶叶中硒含量的有效措施, 但在施肥过程中主要技术是掌握好喷施浓度和喷施时间和周期。

3.2. 不同浓度叶面肥处理对茶叶中镉含量的影响

由表 2 可知, 在本试验田镉含量超标的状态下, 不同浓度的有机富硒叶面肥对茶树处理组与对照组

相比, 其茶叶中均含有一定量的镉, 不同叶面肥处理组镉含量各不相同, 但所有茶叶中镉的含量均符合农业部 NY 659-2003《茶叶中铬、镉、汞、砷及氟化物限量》标准(镉含量不得超过 1 mg/kg)。对照组茶树随生长周期的延长, 嫩叶中镉含量逐渐增加, 生长 20 d 中镉含量增加了 0.017 mg/kg; 喷施不同浓度的叶面肥后发现, 浓度为 0.2 g/L 和 0.4 g/L 叶面肥试验组能降低茶叶中镉含量, 其中 0.4 g/L 处理组的 10 d₂ 周期嫩叶中镉含量降低的水平达到了显著的水平, 为 0.016 mg/kg; 叶面肥在 0.6~1.0 g/L 范围内, 随着浓度的升高, 茶叶中镉含量逐渐增加, 其中 0.8 g/L 处理组的 10 d₂ 周期和 1.0 g/L 处理组的两个周期茶叶中镉含量增加的水平含量达到了极显著水平。通过表 2 结果可知, 茶树通过叶面喷施硒肥的浓度要控制在合理的范围内, 才能有效的降低茶叶中镉的含量, 不然会导致茶叶中镉富集。

Table 1. Effect of foliar fertilizer with different concentration on Selenium in tea leaves

表 1. 不同浓度叶面肥处理对茶叶中硒含量的影响

指标	CK	0.2 g/L	0.4 g/L	0.6 g/L	0.8 g/L	1.0 g/L
0 d (mg/kg)	0.235 ± 0.003	0.232 ± 0.003	0.235 ± 0.003	0.236 ± 0.004	0.235 ± 0.003	0.232 ± 0.003
10 d ₁ (mg/kg)	0.283 ± 0.002	0.301 ± 0.005	0.377 ± 0.034	0.524 ± 0.044 ^a	0.612 ± 0.035 ^{ab}	0.620 ± 0.069 ^a
10 d ₂ (mg/kg)	0.311 ± 0.005	0.352 ± 0.004	0.565 ± 0.043 ^a	0.604 ± 0.051 ^{ab}	0.662 ± 0.055 ^{ab}	0.657 ± 0.049 ^a

注: ^a表示差异显著($P < 0.05$), ^b表示差异极显著($P < 0.01$)。

Table 2. Effect of foliar fertilizer with different concentration on Cadmium in tea leaves

表 2. 不同浓度叶面肥处理对茶叶中镉含量的影响

指标	CK	0.2 g/L	0.4 g/L	0.6 g/L	0.8 g/L	1.0 g/L
0 d (mg/kg)	0.027 ± 0.002	0.030 ± 0.003	0.026 ± 0.002	0.028 ± 0.002	0.027 ± 0.002	0.029 ± 0.002
10 d ₁ (mg/kg)	0.032 ± 0.002	0.025 ± 0.002	0.021 ± 0.003	0.032 ± 0.002	0.050 ± 0.003	0.083 ± 0.004 ^{ab}
10 d ₂ (mg/kg)	0.044 ± 0.003	0.022 ± 0.003	0.016 ± 0.003 ^a	0.049 ± 0.004	0.089 ± 0.004 ^{ab}	0.153 ± 0.004 ^{ab}

注: ^a表示差异显著($P < 0.05$), ^b表示差异极显著($P < 0.01$)。

3.3. 叶面肥对茶叶中硒和镉之间相互作用分析

研究表明[12] [13], 硒和镉在动植物体内互相作用影响及植物对硒和镉的吸收积累具有一定的机理特性, 适量浓度的有机硒肥喷施茶树, 可提高茶叶中硒的含量, 同时也能降低镉在茶叶中的富集, 抑制重金属的吸收, 起到提高机体清除自由基的能力, 在叶面肥 0.2 g/L 和 0.4 g/L 处理组对茶叶中镉含量降低的影响也得以验证, 与对照组相比, 降低了 0.005~0.01 mg/kg, 可能此浓度下, 植物体内与硒相关的活性酶活力最大, 植物体应激效应最强, 阻碍的植物体对重金属镉的吸收。然而, 当叶面肥浓度增加时, 硒反而促进植物体对镉的吸收, 在叶面肥 0.6 g/L、0.8 g/L、1.0 g/L 处理组对茶叶中镉含量增加的影响也得以证明, 与对照组相比, 增加了 0.004~0.124 mg/kg, 这一结论与曾宇斌[14]等人的研究一致, 可能外源硒含量增加到一定的浓度, 会生成过量与硒相关的谷胱甘肽, 谷胱甘肽会与镉发生螯合作用, 破坏抗氧化酶系统, 阻碍氧化应激效应, 损害植物机体组织, 从而更加促进机体内镉的富集。上述结果表明, 茶园喷施富硒叶肥时, 并不是茶叶中硒含量越高越好, 还要综合考虑土壤中 pH 值、重金属特别是镉的含量、硒的含量, 并结合茶树富硒特征进行有效施肥, 优化茶叶中硒和重金属含量之间的平衡关系, 最终生产出富硒和重金属含量最低化的优质茶叶, 所以本茶树试验田以试验研究的有机富硒叶肥浓度为 0.6 g/L, 喷施 1 个周期生产的茶叶富硒量高且重金属镉含量最低。

4. 结论

结果表明,不同浓度的有机富硒叶面肥喷施茶树后,茶叶中硒含量(包括对照组茶叶)均达到国家富硒茶标准,其中浓度为0.8 g/L的叶面肥对茶叶的富硒效果最为显著。茶叶中硒的含量随叶面肥浓度的增大而增加,浓度在0.2~0.6 g/L之间时,硒含量增加幅度较大,浓度超过0.6 g/L时,硒含量增加幅度降低。所有试验组的茶叶中均含有一定量的重金属镉,但镉的含量均符合农业部NY 659-2003《茶叶中铬、镉、汞、砷及氟化物限量》标准。对照组茶树随生长周期的延长,嫩叶中镉含量逐渐增加,叶面肥浓度为0.2 g/L和0.4 g/L时,试验组茶叶中镉含量降低比较明显,降低了0.005~0.01 mg/kg;叶面肥浓度在0.6~1.0 g/L范围时,随着浓度的升高,茶叶中镉含量逐渐增加。本茶树试验田以试验研究的有机富硒叶面肥浓度为0.6 g/L,喷施1个周期生产的茶叶富硒量高且重金属镉含量最低,可以作为茶叶中富硒降镉的有效措施。

基金项目

万源市市场监督管理局项目(项目编号:2018511724000054);四川省市场监督管理局科技计划项目(项目编号:DZ001);达州市科技局项目(项目编号:19YYJC0012)。

参考文献

- [1] Ambroziak, U., Hybsier, S., Shahnazaryan, U., *et al.* (2017) Severe Selenium Deficits in Pregnant Women Irrespective of Autoimmune Thyroid Disease in an Area with Marginal Selenium Intake. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, **44**, 186-191. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.08.005>
- [2] 陈析羽, 张浩, 汤虎, 黄凤洪. 富硒食品的研究进展与展望[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(6): 11-14.
- [3] Garousi, F. (2017) The Essentiality of Selenium for Humans, Animals, and Plants, and the Role of Selenium in Plant Metabolism and physiology. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, **10**, 75-90. <https://doi.org/10.1515/ausal-2017-0005>
- [4] 薛德炳, 任春. 万源富硒茶的市场潜力[J]. 茶业通报, 2011, 33(1): 23-25.
- [5] 王国明. 四川省万源市东部特色农业区镉地球化学特征[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2016.
- [6] 赵雅婷. 茶树吸收土壤铅铜和镉的累积与分布特征[D]: [硕士学位论文]. 雅安: 四川农业大学, 2012.
- [7] 向素雯, 刘素纯. 茶叶中重金属铅、镉的研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(15): 386-389.
- [8] 徐争启, 倪师军, 张成江, 庞雪华, 蒋实. 四川省万源市土壤硒形态特征及影响因素分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(3): 1455-1458.
- [9] 张定红, 彭吉垒, 王永刚, 许玉平, 杨光翠, 王芳, 田应金, 许冰鑫. 云南昭通苹果园土壤成分检测分析[J]. 农业与技术, 2018, 38(13): 14-17.
- [10] 廖朝选, 张清海, 杨鸿波, 龙昭航, 龚会琴. 贵州乌王茶微量元素分析[J]. 贵州科学, 2012, 30(6): 48-51.
- [11] Liu, W., Shang, S., Feng, X., *et al.* (2015) Modulation of Exogenous Selenium in Cadmium-Induced Changes in Antioxidative Metabolism, Cadmium Uptake, and Photosynthetic Performance in the 2 Tobacco Genotypes Differing in Cadmium Tolerance. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **34**. <https://doi.org/10.1002/etc.2760>
- [12] 梁程, 林匡飞, 张雯, 等. 不同浓度硫处理下硒镉交互胁迫对水稻幼苗的生理特性影响[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(5): 857-866.
- [13] 尹俊钦, 涂路遥, 赵小虎, 等. 硒对菜地土壤镉微区分布及吸附解析特性的影响[J]. 环境科学学报, 2015, 35(7): 2254-2260.
- [14] 曾宇斌, 郑淑华. 不同硒水平对大豆不同部位累积镉的影响[J]. 环境保护科学, 2017, 43(3): 116-119.