

# 叶面施硒对茶叶总硒含量及品质的影响

李洁<sup>1</sup>, 胡春弟<sup>1\*</sup>, 郝汉舟<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>湖北科技学院药学院, 湖北 咸宁

<sup>2</sup>湖北科技学院资源环境科学与工程学院, 湖北 咸宁

收稿日期: 2024年4月23日; 录用日期: 2024年5月22日; 发布日期: 2024年5月30日

## 摘要

以亚硒酸钠、麦芽硒为叶面硒肥, 每种硒肥均配置浓度50 mg/L、100 mg/L、150 mg/L溶液, 分别在喷施叶面肥后第5 d、10 d、15 d、20 d、25 d采摘一芽两叶为样品, 研究不同种类、不同浓度硒肥在不同采集时间下的富硒效果及对茶叶品质的影响。结果显示, 叶面施硒能显著提高茶叶总硒含量, 其中叶面施硒10 d后, 处理6的总硒含量达到对照组的20.6倍; 且叶面施硒后10~20 d各处理的茶叶总硒含量均达到富硒茶水平, 可在此阶段采摘茶叶制作富硒茶。同时此阶段处理3、处理6的茶叶百芽重、氨基酸、茶多酚含量均高于对照组, 分别是对照组的1.05~1.28倍、1.33~2.2倍、1.07~1.67倍; 1.06~1.28倍、1.17~2.07倍、1.07~1.78倍, 茶叶品质更高。

## 关键词

茶叶, 硒肥, 硒含量, 品质

# Effect of Leaf Surface Application of Selenium on Total Selenium Content and Quality of Tea

Jie Li<sup>1</sup>, Chundi Hu<sup>1\*</sup>, Hanzhou Hao<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>College of Pharmacy, Hubei University of Science and Technology, Xianning Hubei

<sup>2</sup>College of Resources and Environmental Science and Engineering, Hubei University of Science and Technology, Xianning Hubei

Received: Apr. 23<sup>rd</sup>, 2024; accepted: May 22<sup>nd</sup>, 2024; published: May 30<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Sodium selenite and malt selenium were used as foliar selenium fertilizer, and each selenium fer-  
\*通讯作者。

tilizer was prepared with 50 mg/L, 100 mg/L and 150 mg/L solutions. One bud and two leaves were picked as samples on the 5th, 10 d, 15 d, 20 d and 25 d after foliar fertilizer spraying, respectively. The effects of different kinds and concentrations of selenium fertilizer on the quality of tea were studied under different collection times. The results showed that leaf surface application of selenium could significantly increase the total selenium content of tea. After 10 days of leaf surface application of selenium, the total selenium content of treatment 6 reached 20.6 times of that of control group. In addition, the total selenium content of each treatment reached the level of selenium-rich tea 10~20 d after leaf surface application of selenium, and the tea can be picked at this stage to make selenium-rich tea. At the same time, the 100 bud weight, amino acid and tea polyphenol contents in treatment 3 and treatment 6 were higher than those in control group, 1.05~1.28 times, 1.33~2.2 times and 1.07~1.67 times, respectively. 1.06~1.28 times, 1.17~2.07 times, 1.07~1.78 times, higher quality tea.

## Keywords

Tea, Selenium Fertilizer, Selenium Content, Quality

Copyright © 2024 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，作为人体必需的矿物元素之一，具有多项生物学功能，如抗氧化、防癌抗癌、调节免疫、降血压等，在维持人体内稳态方面发挥着重要作用。我国有 72% 的地区缺硒或低硒，这些地区的人们从当地食物中摄取的硒往往不足，硒摄入量长期缺乏时会引起克山病和大骨节病等一系列生理疾病[1]。

茶树作为一种具有出色硒富集能力的植物，具备将吸收的无机硒转化为人体易于利用的有机硒的能力，从而为人体提供必要的硒元素。茶叶中除硒外，还含有多种对人体有保健作用的功效成分，如茶蛋白、茶多酚、茶叶皂甙等，具有抗突变、抗氧化、抗癌、抗衰老等作用[2]。鉴于富硒茶补充人体对硒的需求或开发富硒茶功能产品具有很大潜力，很多学者对外源硒肥与茶叶硒含量及品质的关系进行了研究。李晓嫻等[3]发现在增加茶叶总硒和有机硒含量方面，叶面喷施硒酸钠效果最好，其次是亚硒酸钠和酵母硒。从茶树生长阶段来看，在 1 芽 1 叶期喷施叶面肥比萌发前喷施效果更好。柴冠群等[4]研究发现随着喷施硒浓度的增加，茶叶中的硒含量也相应提升。同时，茶叶中茶多酚、咖啡碱、水浸出物以及游离氨基酸的含量则呈现出先上升后下降的趋势。张亚园[5]对比得知叶面施用亚硒酸盐使得茶叶总黄酮含量明显增加，而在提高总游离氨基酸含量方面 GlcN-Se 的效果比亚硒酸盐要好。黄思思等[6]发现与对照组相比，生物有机硒处理过的茶叶其茶多酚、咖啡因、水分含量和硒含量均有所增加，水浸出物和游离氨基酸表现为减少。

而就目前富硒茶的研究现状来看，大部分研究以乌龙茶、白茶为主，而对绿茶(非发酵茶)的研究较少。因此，本研究以绿茶品种为试验材料，研究茶树叶施硒肥的富硒效果及对茶叶品质的影响，旨在为江苏省土壤低硒茶区开发富硒绿茶提供理论参考。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验地概况

试验区位于江苏农林职业技术学院茶科园内，亚热带季风气候，平均气温 15.6℃，降水量 1088.2 毫米，日照时数 2000.9 小时，无霜期长。

## 2.2. 试验设计

试验设置 7 种处理, 分别是空白对照(CK)、50 mg/L 亚硒酸钠溶液(处理 1)、100 mg/L 亚硒酸钠溶液(处理 2)、150 mg/L 亚硒酸钠溶液(处理 3)、50 mg/L 麦芽硒溶液(处理 4)、100 mg/L 麦芽硒溶液(处理 5)、150 mg/L 麦芽硒溶液(处理 6)。在喷施叶面肥后第 5 d、10 d、15 d、20 d、25 d 采摘一芽两叶为样品, 研究不同硒肥对茶叶中硒含量及品质的影响。试验以 10 m<sup>2</sup> 作为一次处理, 每个处理设 3 次重复, 设置隔离行区。

## 2.3. 测定方法

百芽重: 每小区样方内采摘一芽二叶茶芽, 随机选择 100 个称重, 记录百芽重(g)。

总硒: 根据 GB5009.93 中氢化物原子荧光光谱法测定。具体为精确称量固体试样, 质量范围为 0.5 g 至 3 g (精确至 0.0001 g)。将试样置于锥形瓶中, 随后加入 10 mL 硝酸-高氯酸混合酸(体积比 9:1), 并添加少量玻璃珠以促进消化反应。加盖表面皿后, 进行冷消化处理, 保持一整夜。第二天, 将锥形瓶置于电热板上进行加热, 并根据需要适时补充硝酸。当观察到溶液变得清亮无色, 并伴有白烟产生时, 持续加热, 直至溶液体积缩减至约 2 mL, 注意避免完全蒸干。待溶液冷却后, 添加 5 mL 浓度为 6 mol/L 的盐酸溶液, 并继续加热直至溶液再次变得清亮无色并伴随白烟。随后, 待溶液冷却, 将其转移至 10 mL 容量瓶中, 加入 2.5 mL 浓度为 100 g/L 的铁氰化钾溶液, 加水定容至刻度, 混匀后进行测定。为确保结果的准确性, 同步进行试剂空白试验以作为对照实验。

氨基酸: 根据 GB/T 8314-2013 茚三酮比色法测定。具体为在 25mL 容量瓶中放入试液 1mL, 加入 0.5mL pH8.0 缓冲液和 0.5mL 2% 茚三酮溶液, 放入在沸水浴中持续加热 15 分钟。等冷却后加水定容至 25mL。放置 10 分钟后, 用 5mm 比色杯, 在 570nm 处, 以试剂空白溶液作对照, 测定吸光度(A)。

茶多酚: 根据 GB/T 8313 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法测定, 具体为: 取没食子酸工作液、水(作空白对照用)及测试液各 1.0 mL, 置于刻度试管内, 向每个试管中加入 5.0 mL 的福林酚试剂, 充分摇匀, 使试剂与样品充分混合。在反应进行 3~8 分钟后, 向试管中加入 4.0 mL 7.5% 碳酸钠溶液, 加水定容至刻度, 再次充分摇匀。将试管放于室温下静置 60 min, 以确保反应完全。测定时, 使用 10 mm 比色皿, 在 765 nm 波长下利用分光光度计分别测定没食子酸工作液和测试液的吸光度(A 和 A<sub>0</sub>)。根据没食子酸工作液的吸光度(A)与对应的工作溶液中的没食子酸浓度, 可以绘制出标准曲线。

## 2.4. 数据分析

研究数据采用 Microsoft Office Excel 2016 和 SPSS 20.0 软件进行分析, 主要结果表示为平均值 ± 标准差。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 叶面施硒对茶叶百芽重的影响

**Table 1.** Effect of leaf surface application of selenium on 100 bud weight (g) of tea

**表 1.** 叶面施硒对茶叶百芽重(g)的影响

处理	采茶日期及施后天数				
	9月4日(5 d)	9月9日(10 d)	9月14日(15 d)	9月19日(20 d)	9月24日(25 d)
CK	18.53 ± 2.25cd	20.46 ± 3.18bcd	21.78 ± 1.48bc	16.57±0.86de	24.16±1.43
1	23.05 ± 3.51ab	16.80 ± 1.32d	22.41 ± 0.85bc	16.75±1.97cde	25.24±2.32
2	26.13 ± 2.77a	23.99 ± 1.13abc	24.17 ± 1.50ab	17.68±1.67bcde	27.00±3.10
3	25.05 ± 1.25a	26.21 ± 2.69a	26.45±0.88a	17.41±0.72bcde	24.71±2.27

续表

4	22.31 ± 1.18abc	24.35 ± 1.18ab	23.98±0.94b	15.79±0.26e	28.07±3.77
5	18.25 ± 0.86d	19.82 ± 2.91cd	21.11±0.39c	21.05±2.46abcd	23.95±1.95
6	17.97 ± 0.97d	22.61 ± 0.18abc	23.04±0.26bc	21.24±1.25abc	26.43±2.24

注：同列数值后不同字母表示在  $P < 0.05$  水平上差异(下同)。

由表 1 可知, 对茶叶叶面施硒后, 不同时间采集的处理 2、3 的茶叶百芽重均高于对照组。施硒 5 天后, 处理 1、2、3、4 的百芽重均高于对照组, 处理 2 的百芽重最高, 是对照组的 1.4 倍; 施硒 10 天后, 处理 2、3、4、6 的百芽重均高于对照组, 处理 3 的百芽重最高, 是对照组的 1.3 倍; 施硒 15 天后, 处理 1、2、3、4、6 的百芽重均高于对照组, 处理 3 的百芽重最高, 是对照组的 1.2 倍; 施硒 20 天后, 处理 1、2、3、5、6 的百芽重均高于对照组, 处理 6 的百芽重最高, 是对照组的 1.4 倍; 施硒 25 天后, 处理 1、2、3、4、6 的百芽重均高于对照组, 处理 2 的百芽重最高, 是对照组的 1.1 倍。

### 3.2. 叶面施硒对茶叶总硒含量的影响

**Table 2.** Effects of leaf surface application of selenium on total selenium content ( $\mu\text{g/g}$ ) in tea  
**表 2.** 叶面施硒对茶叶总硒含量( $\mu\text{g/g}$ )的影响

处理	采茶日期及施后天数				
	9月4日(5 d)	9月9日(10 d)	9月14日(15 d)	9月19日(20 d)	9月24日(25 d)
CK	0.17 ± 0.03 e	0.13 ± 0.07 e	0.20 ± 0.01 g	0.18 ± 0.03 e	0.13 ± 0.02 h
1	1.02 ± 0.05 e	0.98 ± 0.02 f	0.37 ± 0.02 fg	0.43 ± 0.02 gh	0.13 ± 0.00 i
2	2.20 ± 0.03 e	0.97 ± 0.04 f	0.46 ± 0.01 fg	0.33 ± 0.02 h	0.23 ± 0.01 g
3	0.36 ± 0.01 e	1.41 ± 0.07 ef	0.57 ± 0.02 f	0.42 ± 0.01 gh	0.24 ± 0.00 fg
4	1.81 ± 0.10 e	1.11 ± 0.06 f	0.68 ± 0.04 f	0.61 ± 0.01 fg	0.43 ± 0.01 f
5	4.52 ± 0.11 d	1.85 ± 0.08 e	1.54 ± 0.07 e	0.86 ± 0.05 ef	0.54 ± 0.02 e
6	5.30 ± 0.20 d	2.68 ± 0.09 d	3.46 ± 0.13 d	1.90 ± 0.08 d	1.80 ± 0.07 b

由表 2 可知, 叶面施硒后, 不同时间采集的所有处理的茶叶总硒均高于对照组。施硒 5 天后, 处理 1、2、3、4 的茶叶达到富硒水平(0.25~4.00  $\mu\text{g/g}$ ); 施硒 10 天、15 天、20 天后, 所有处理的茶叶达到富硒水平; 施硒 25 天后, 处理 4、5、6 的茶叶达到茶叶富硒水平。

### 3.3. 叶面施硒对茶叶氨基酸的影响

**Table 3.** Effects of selenium application on amino acids (%) of tea leaves  
**表 3.** 叶面施硒对茶叶氨基酸(%)的影响

处理	采茶日期及施后天数				
	9月4日(5 d)	9月9日(10 d)	9月14日(15 d)	9月19日(20 d)	9月24日(25 d)
CK	0.16 ± 0.04 d	0.36 ± 0.10 f	0.15 ± 0.02 d	0.33 ± 0.03	0.14 ± 0.01 cd
1	0.15 ± 0.02 d	0.95 ± 0.08 a	0.29 ± 0.03 abc	0.32 ± 0.02	0.06 ± 0.01 d
2	0.19 ± 0.03 cd	0.76 ± 0.16 b	0.22 ± 0.02 abcd	0.29 ± 0.01	0.27 ± 0.19 bc
3	0.17 ± 0.02 d	0.64 ± 0.12 bc	0.33 ± 0.14 a	0.44 ± 0.03	0.49 ± 0.17 a

续表

4	0.18 ± 0.06 cd	0.63 ± 0.06 bc	0.2 ± 0.07 bcd	0.34 ± 0.03	0.3 ± 0.07 abc
5	0.22 ± 0.00 bcd	0.5 ± 0.07 cd	0.29 ± 0.01 abc	0.48 ± 0.04	0.27 ± 0.06 bc
6	0.31 ± 0.08 b	0.42 ± 0.03 de	0.31 ± 0.05 ab	0.46 ± 0.07	0.36 ± 0.11 ab

由表 3 可知, 不同采集时间下, 处理 3、4、5、6 的茶叶氨基酸含量均高于对照组。施硒 5 天后, 处理 2、3、4、5、6 的茶叶氨基酸含量均高于对照组, 其中处理 8 的氨基酸含量最高, 是对照组的 3.4 倍; 施硒 10 天后, 所有处理的茶叶氨基酸含量均高于对照组, 其中处理 1 的氨基酸含量最高, 是对照组的 2.6 倍; 施硒 15 天后, 所有处理的茶叶氨基酸含量均高于对照组, 其中处理 3 的氨基酸含量最高, 是对照组的 2.2 倍; 施硒 20 天后, 处理 3、4、5、6 的茶叶氨基酸含量均高于对照组, 其中处理 5 的氨基酸含量最高, 是对照组的 1.5 倍; 施硒 25 天后, 处理 2、3、4、5、6 的茶叶氨基酸含量均高于对照组, 其中处理 3 的氨基酸含量最高, 是对照组的 3.5 倍。

### 3.4. 叶面施硒对茶叶茶多酚的影响

**Table 4.** Effects of leaf surface selenium application on tea polyphenols (%)

**表 4.** 叶面施硒对茶叶茶多酚(%)的影响

处理	采茶日期及施后天数				
	9月4日(5 d)	9月9日(10 d)	9月14日(15 d)	9月19日(20 d)	9月24日(25 d)
CK	0.29 ± 0.01	0.30 ± 0.02	0.16 ± 0.00	0.18 ± 0.00	0.33 ± 0.00
1	0.29 ± 0.00	0.34 ± 0.02	0.27 ± 0.09	0.21 ± 0.02	0.32 ± 0.01
2	0.29 ± 0.00	0.33 ± 0.00	0.18 ± 0.01	0.19 ± 0.00	0.33 ± 0.00
3	0.29 ± 0.00	0.32 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.32 ± 0.01
4	0.29 ± 0.01	0.32 ± 0.00	0.21 ± 0.03	0.31 ± 0.00	0.33 ± 0.00
5	0.29 ± 0.00	0.31 ± 0.02	0.19 ± 0.02	0.30 ± 0.01	0.31 ± 0.01
6	0.30 ± 0.00	0.32 ± 0.00	0.18 ± 0.00	0.32 ± 0.00	0.33 ± 0.00

由表 4 可知, 叶面施硒 10 天、15 天、20 天后, 各处理的茶叶茶多酚含量均高于对照组。叶面施硒 10 天后, 处理 1 的茶叶茶多酚含量最高, 是对照组的 1.1 倍; 叶面施硒 15 天后, 处理 1 的茶叶茶多酚含量最高, 是对照组的 1.7 倍; 叶面施硒 20 天后, 处理 6 的茶叶茶多酚含量最高, 是对照组的 1.8 倍。

## 4. 讨论与结论

百芽重是衡量茶鲜叶产量和制茶品质的重要指标之一[7]。张耀华[8]对比发现, 施用有机茶专用肥使茶叶百芽重相比对照组提高 30%。田永等[9]研究显示, 对普洱茶叶施用“恩波”牌有机肥能使春茶的百芽重和芽长明显增加。王仔洲等[10]得知, 喷施氨基酸叶面肥能显著提高茶叶百芽重。在本研究中, 施硒后 5~20 天期间, 各处理之间百芽重存在显著差异, 施硒后 25 天差异不明显, 可能因为随着时间的延长不同处理对茶叶的影响逐渐减小。各处理百芽重相比于对照组都表现出不同程度的提高, 其中处理 2 在施硒后 5 天达到对照组的 1.41 倍, 而处理 2、3 的茶叶百芽重在所有采集时间下均高于对照组, 表明叶面施硒能增加茶叶百芽重, 这与前人研究一致。此外, 处理 1、2、4、5、6 的百芽重均在施硒后 25 天达到最高, 分别是对照组的 1.04、1.12、1.02、1.16、1.09 倍。处理 3 的百芽重在施硒后 15 天达到最高, 是对照组的 1.21 倍。



硒对于人体和植物生长都具有重要作用,而茶树是富集硒能力较强的植物。丁波等[11]对苦丁茶施用 $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ 研究得知,硒处理能显著提高茶叶硒含量及其他品质。徐凯明等[12]发现土施和叶施亚硒酸钠均能提高茶叶含硒量,其中叶施效果更好。柴冠群等[13]研究不同浓度硒肥对茶叶的影响,结果显示茶叶无机硒含量、有机硒含量与总硒含量均与硒肥浓度呈正相关。在本研究中,不同时间采集的所有处理的茶叶总硒含量均高于对照组,表明叶面施硒能显示提高茶叶总硒含量,这与前人研究一致。此外,不同采集时间下各处理之间存在显著差异。处理 1、2、4、5、6 总硒含量均在施硒后 5 天达到最高,分别是对照组的 6、12.94、10.65、26.59、31.18 倍。处理 3 的百芽重在施硒后 10 天达到最高,是对照组的 10.85 倍。施硒后 5~20 天,所有处理均达到富硒茶标准(0.25~4  $\mu\text{g/g}$ )。

氨基酸含量影响着茶叶的味道和香气,且能与茶叶中的糖类发生美拉德反应,使干茶具有焦糖香[14]。Zhao S 等[15]研究发现当硒浓度为 0.3 mg/L、氮浓度为 4.5 mmol/L 时,新梢中茶多酚、氨基酸和咖啡碱含量最高。叶柳健等[16]研究得知分别在夏茶和秋茶采摘时期喷施氨基酸叶面肥均可增加茶叶氨基酸含量。在本研究中,不同采集时间下处理 3、4、5、6 的茶叶氨基酸含量均高于对照组,表明叶面施硒可增加茶叶氨基酸含量,与前人研究一致。在施硒后 5~10 d 期间,氨基酸含量显著提高,这可能是由于该阶段刚施过肥,茶树生长速度快,促进了氨基酸的合成。而在施硒后 20~25 d 期间,氨基酸含量减少,这可能是由于随着茶叶的逐渐成熟,茶多酚等成分的合成速度加快,使得氨基酸含量下降。此外,处理 1、2、3、4、5 氨基酸含量均在施硒后 10 天达到最高,分别是对照组的 2.64、2.11、1.78、0.98、1.39 倍。处理 6 氨基酸在施硒后 20 天达到最高,是对照组的 1.39 倍。

茶多酚是茶叶中具有保健功能的主要化学成分,同时决定着茶叶的色、香、味。梁潘霞等[17]以氨基酸螯合硒作为硒源,对土壤进行淋施,发现在适宜浓度下可增加茶的茶多酚、茶多糖含量。徐娟[18]在早春时对绿茶叶面施用含硒生物制剂,发现茶树能提前发芽,且提高茶叶茶多酚、氨基酸和维 C 的含量。王磊等[19]研究显示,高氮型纽翠绿叶面肥处理在一定程度上增加了茶多酚的含量。在本研究中,所有处理的茶叶茶多酚在施硒后 10~20 天均高于对照组,表明叶面施硒可增加茶叶茶多酚含量,与前人研究一致。此外,处理 1、2、3、5 茶多酚含量均在施硒后 10 天达到最高,分别是对照组的 1.13、1.10、1.07、1.03 倍。处理 4、6 茶多酚在施硒后 25 天达到最高,均是对照组的 1 倍。各处理在施硒后 10~15 d 期间,茶多酚含量下降明显,这可能是由于该阶段茶树处于生长旺盛期,茶叶中糖类等成分积累较快,而茶多酚的合成速度相对较慢,导致其在茶叶中的比例下降。而在施硒后 20~25 d 期间,茶多酚含量增加,这可能是由于随着茶叶的逐渐成熟,茶多酚的合成速度加快,使得茶多酚在茶叶中的比例上升。

综上所述,叶面施硒后 10~20 d 各处理的茶叶总硒含量相较于对照组显著提高,且达到富硒茶水平,可在此阶段采摘茶叶制作富硒茶。同时此阶段处理 3、处理 6 的茶叶百芽重、氨基酸、茶多酚含量均高于对照组,茶叶品质更高。

## 参考文献

- [1] 贺栋,祁珊珊,郑红星,等. 硒的生理功能及富硒产品研究进展[J]. 食品研究与开发, 2023, 44(1): 191-196.
- [2] 唐颢,唐劲驰,黎健龙,等. 英红九号茶树施用硒肥的富硒及产量品质效应[J]. 广东农业科学, 2012, 39(20): 52-54. <https://doi.org/10.16768/j.issn.1004-874x.2012.20.052>
- [3] 李晓嫚,郭丽娜,郝心愿,等. 萌芽前叶面喷施亚硒酸钠提高茶叶含硒量及品质[J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28(10): 1884-1892.
- [4] 柴冠群,蔡景行,周凯,等. 叶面喷施硒肥对绿茶硒含量及品质的影响[J]. 耕作与栽培, 2023, 43(3): 6-9. <https://doi.org/10.13605/j.cnki.52-1065/s.2023.03.028>
- [5] 张亚园. 外源硒对茶树生长和茶叶品质的影响[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海应用技术大学, 2023. <https://doi.org/10.27801/d.cnki.gshyy.2022.000088>
- [6] 黄思思,余侃,唐一龙,等. 生物有机硒对绿茶产量、品质及硒含量的影响[J]. 茶叶通讯, 2020, 47(4): 610-616.

- [7] 张国芹, 孙灵湘, 顾俊荣, 等. 肥料运筹对不同茶果间作模式碧螺春茶叶产量与品质的影响[J]. 中国农学通报, 2018, 34(18): 59-64.
- [8] 张耀华, 朱继军, 罗敬东, 等. 有机茶专用肥对茶叶品质和产量的影响试验[J]. 茶业通报, 2009, 31(2): 62-63.
- [9] 田永, 杨峥, 曾婕. 不同商品有机肥对茶叶生长及产量的影响[J]. 现代农业科技, 2022(11): 15-17.
- [10] 王仔洲, 徐晓东, 杨洪庆, 等. 叶面喷施外源氨基酸对茶叶产量和品质的影响[J]. 山东农业科学, 2023, 55(9): 137-140. <https://doi.org/10.14083/j.issn.1001-4942.2023.09.018>
- [11] 丁波, 王德炉, 蔡磊, 等. 硒对苦丁茶品质的影响[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2010, 27(2): 65-68.
- [12] 徐凯明, 刘懿, 雷勇, 等. 控量富硒茶研发技术研究[J]. 陕西农业科学, 2010, 56(1): 53-57.
- [13] 柴冠群, 蔡景行, 周凯, 等. 叶面喷施硒肥对绿茶硒含量及品质的影响[J]. 耕作与栽培, 2023, 43(3): 6-9. <https://doi.org/10.13605/j.cnki.52-1065/s.2023.03.028>
- [14] 宋海洁, 彭益书. 喷施叶面肥对茶叶品质和产量影响的研究进展[J]. 中国茶叶, 2022, 44(8): 16-20.
- [15] Zhao, S., Bai, Y., Jin, Z., *et al.* (2023) Effects of the Combined Application of Nitrogen and Selenium on Tea Quality and the Expression of Genes Involved in Nitrogen Uptake and Utilization in Tea Cultivar 'Chuancha No.2'. *Agronomy*, **13**, Article 2997. <https://doi.org/10.3390/agronomy13122997>
- [16] 叶柳健, 王小虎, 王睿, 等. 氨基酸叶面肥对有机种植条件下“凌云白毫茶”茶树生长和茶叶品质的影响[J]. 茶叶通讯, 2023, 50(2): 184-190.
- [17] 梁潘霞, 邢颖, 廖青, 等. 硒对春茶谷胱甘肽过氧化物酶活性及品质的影响[J]. 西南农业学报, 2018, 31(12): 2559-2562. <https://doi.org/10.16213/j.cnki.scjas.2018.12.018>
- [18] 徐娟, 硒对绿茶产量和品质的影响及其富硒绿茶的抗氧化和抗肝癌作用[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2003.
- [19] 王磊, 黄婷婷, 刘秋凤, 等. 叶面追肥对机采茶园茶叶生长、机采效果及品质的影响[J]. 西南农业学报, 2018, 31(2): 367-371. <https://doi.org/10.16213/j.cnki.scjas.2018.2.025>