



胡颖慧,王根林,李玉梅,等.叶面施硒对瓜菜品质及富硒效果的影响[J].黑龙江农业科学,2021(6):24-27.

# 叶面施硒对瓜菜品质及富硒效果的影响

胡颖慧<sup>1</sup>,王根林<sup>2</sup>,李玉梅<sup>3</sup>,孟祥海<sup>1</sup>,王佰成<sup>1</sup>

(1.黑龙江省农业科学院 牡丹江分院,黑龙江 牡丹江 157000;2.黑龙江省农业科学院 畜牧研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;3.黑龙江省农业科学院 土壤肥料与环境资源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为筛选瓜菜适宜的有机硒施用浓度,提高瓜菜品质及产量,以茄子、红薯和甜瓜为试验材料,叶面喷施不同浓度的有机硒营养液(1 000 和 1 500 mL·667 m<sup>2</sup>),测定参试瓜菜的果实性状、营养指标和产量。结果表明:叶片喷施不同浓度有机硒均增加了茄子、红薯及甜瓜产量,其中茄子喷施有机硒量以1 000 mL·667 m<sup>2</sup>增产效果显著,红薯及甜瓜产量在不同用量之间差异不显著;叶面喷施有机硒能够显著提高3种瓜菜作物的VC含量,提高甜瓜可溶性固形物含量,增加红薯粗蛋白、干物质及还原糖含量;3种瓜菜类作物对有机硒的富集效果表现为甜瓜>茄子和红薯,茄子及红薯以有机硒用量为1 000 mL·667 m<sup>2</sup>,甜瓜以有机硒用量为1 500 mL·667 m<sup>2</sup>的富硒效果较好。

**关键词:**瓜菜;富硒;产量;品质

硒是人体必需的微量元素之一,具有抗癌防癌、抗衰老、提高免疫力的作用<sup>[1]</sup>。缺硒会引起多种疾病的发生,最典型的就是“克山病”<sup>[2]</sup>。人体吸收的硒主要来自于植物,我国从东到西有三分之二地区处于缺硒地带,由于土壤缺硒而导致的植物硒含量低,从而引发人体缺硒现象的发生。采用土壤施硒或作物叶面喷施方式,通过食物链来满足人或动物对硒的需要,已成为一种重要的补硒方式<sup>[3]</sup>。通过植物富硒途径,提高蔬菜、瓜果中硒含量的同时,改善蔬菜的品质<sup>[4]</sup>,也是绿色、生态农业发展的方向。目前,我国富硒农业规模化、产业化发展主要集中于湖北、陕西、江西等南方地区,而黑龙江省尚处于探索、起步阶段。因此,富硒瓜菜的研发与生产,对于满足黑龙江省居民的菜篮子和身体健康具有重要的意义。本试验以3种瓜菜(茄子、红薯和甜瓜)为材料,通过叶面喷施有机硒营养液,研究叶面施硒对瓜菜品质及富硒效果的影响,旨在为今后优质、富硒瓜菜的大面积种植提供科学的技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地点位于黑龙江省东南部的东宁市,属于大陆性季风气候,因距日本海较近,常年受海洋性气候影响,形成了独特的气候和地理条件。年平均气温5.8℃,有效积温2 900~3 000℃,无霜期150 d,年均降雨量530 mm,雨热同季,水量充沛,素有“塞北小江南”美誉。

### 1.2 材料

供试茄子品种为龙杂茄2号,红薯为当地品种小地营地瓜,香瓜品种为金妃;供试有机硒营养液为自主研发<sup>[5]</sup>。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验于2019年4—9月进行,茄子及甜瓜为温室大棚试验,红薯为大田试验。试验设3个处理,每个处理3次重复,其中:处理1为清水(CK);处理2为有机硒营养液1 000 mL·667 m<sup>2</sup>;处理3为有机硒营养液1 500 mL·667 m<sup>2</sup>。小区面积78 m<sup>2</sup>,分别于开花期、盛花期、幼果期进行有机硒营养液叶面喷施。

1.3.2 测定项目及方法 在茄子、红薯和甜瓜成熟期分别取样测产。茄子测量果实纵横径及平均单果重,红薯测量单株结薯数、平均单薯重;甜瓜测量单株结瓜数、平均单瓜重;果实留可食部分用

收稿日期:2021-01-18

基金项目:黑龙江省博士后科研启动金项目(LBH-Q14148);黑龙江省农业科学院院级课题(2020FJZX039)。

第一作者:胡颖慧(1985—),女,硕士,助理研究员,从事土壤肥料研究。E-mail:mdjhyh@126.com。

通信作者:王根林(1971—),男,硕士,研究员,从事土壤与肥料研究。E-mail:wanggenlin2005@163.com。

清水冲洗后,蒸馏水洗涤,吸水纸吸干水分后,取鲜样测定品质和硒含量指标。

茄子、甜瓜:测定 VC、可溶性固形物含量;

红薯:测定粗蛋白、粗脂肪、淀粉、干物质、还原糖、VC 含量;

VC 含量采用 2,6-二氯酚酚滴定法进行测定<sup>[6]</sup>;可溶性固形物含量用日本 ATAGO 公司的数字折射计测定;蒽酮比色法测定淀粉含量;粗蛋白采用凯氏定氮法,参照 GB5009.5—2016<sup>[7]</sup>的方法测定;粗脂肪采用索氏提取法,参照 GB5009.6—2016<sup>[8]</sup>的方法测定;采用烘箱加热法测定干物质;还原糖采用高锰酸钾滴定法,参照 GB5009.7—2016<sup>[9]</sup>的方法测定。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2013 软件进行数据整理,采用 SPSS 19.0 软件进行方差分析。

表 1 不同处理对茄子产量的影响

| 处理    | 果实纵径/mm       | 果实横径/mm      | 单果重/g         | 产量/(kg·667 m <sup>2</sup> ) | 增产率/% |
|-------|---------------|--------------|---------------|-----------------------------|-------|
| 1(CK) | 96.50±8.6 b   | 43.87±4.33 b | 193.72±17.5 b | 3795.5±230.5 b              | -     |
| 2     | 115.60±10.3 a | 48.26±4.56 a | 242.00±25.1 a | 4566.0±342.4 a              | 20.3  |
| 3     | 113.20±12.8 a | 41.67±3.98 b | 195.45±18.8 b | 3994.8±368.2 b              | 5.3   |

注:不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),下同。

2.1.2 茄子品质及富硒效果 由表 2 可知,处理 2 对茄子果实硒的积累效果最显著,硒含量达到 19.7 mg·kg<sup>-1</sup>,是对照的 3.6 倍,而过量施用有机硒并不会使茄子果实硒含量持续增加。同时,有机硒能够显著增加茄子果实中 VC 含量,有机硒对茄子可溶性固形物含量影响不大。

表 2 不同处理对茄子品质及硒含量的影响

| 处理    | VC 含量/(mg·100 g <sup>-1</sup> ) | 可溶性固形物/%   | 硒/(μg·kg <sup>-1</sup> ) |
|-------|---------------------------------|------------|--------------------------|
| 1(CK) | 1.20±0.11 b                     | 3.8±0.35 a | 5.4±0.74 c               |
| 2     | 7.62±0.65 a                     | 3.8±0.39 a | 19.7±2.31 a              |
| 3     | 8.30±0.92 a                     | 3.7±0.33 a | 12.2±1.65 b              |

2.2 有机硒对红薯产量、品质及富硒效果的影响

2.2.1 红薯产量 由表 3 可知,处理 2 和处理 3 分别较对照增产 12.9%和10.5%。其中处理 2 红薯的单薯重为 372.4 g,与其他处理差异显著。说明一定用量的有机硒可通过增加单株结薯数及单薯重来提高红薯产量。而红薯不会随有机硒用量的增加而持续增产,可能与硒对植物生理代谢的调节作用有关,还有待于进一步研究。

## 2 结果与分析

2.1 有机硒对茄子产量、品质及富硒效果的影响

2.1.1 茄子产量 由表 1 可知,当处理 2 有机硒用量为 1 000 mL·667 m<sup>2</sup>时,果实纵径、横径和单果重均显著高于对照,产量为 4 566.0 kg·667 m<sup>2</sup>,较对照增产 20.3%。当有机硒用量为1 500 mL·667 m<sup>2</sup>时,只有果实纵径显著高于对照,其他性状与对照相比差异不显著。说明适量的有机硒可促进茄子果实生长及产量增加,过量的有机硒促进果实纵径增加,但横径有所减小,对产量的增加没有达到显著水平。这可能是由于硒参与植物体内一些利于生理代谢的氨基酸合成过程,但当含硒氨基酸的含量过高时,功能蛋白的合成会受到影响,进而影响植物的生长发育<sup>[10]</sup>。

表 3 不同处理对红薯产量的影响

| 处理    | 单株结薯数/个    | 单薯重/(g·个 <sup>-1</sup> ) | 产量/(kg·667 m <sup>2</sup> ) | 增产率/% |
|-------|------------|--------------------------|-----------------------------|-------|
| 1(CK) | 3.1±0.28 b | 350.1±32.7 c             | 2830.4±240.6 b              | -     |
| 2     | 5.8±0.77 a | 372.4±36.4 a             | 3194.6±326.2 a              | 12.9  |
| 3     | 5.4±0.51 a | 363.2±38.1 b             | 3127.7±290.5 a              | 10.5  |

2.2.2 红薯品质及富硒效果 薯芋类作物的利用价值主要取决于块根或块茎中含有的大量淀粉,包括直链淀粉、支链淀粉、脂肪、蛋白质、灰分及糖分<sup>[11]</sup>。由表 4 可知,喷施有机硒后,红薯粗蛋白、干物质、还原糖和 VC 及硒含量显著增加,以处理 2 对红薯 VC 含量的提高和硒的积累效果最显著,其中红薯 VC 含量高达 342.3 mg·100 g<sup>-1</sup>,较对照提高了 33.8%,硒含量达到 17.3 mg·kg<sup>-1</sup>,是对照的 7.2 倍。

2.3 有机硒对甜瓜产量、品质及富硒效果的影响

2.3.1 甜瓜产量 由表 5 可知,处理 2 和处理 3 分别较对照增产 18.1%和19.5%,单瓜重分别提高 8.0%和 9.7%。随着有机硒用量的增加,红薯产量逐渐增加,但不同用量间差异不大。

表 4 不同处理对红薯品质及硒含量影响

| 处理    | 粗蛋白/%       | 粗脂肪/%       | 淀粉/(g·100 g <sup>-1</sup> ) | 干物质/%        | 还原糖/%       | VC/(mg·100 g <sup>-1</sup> ) | 硒/(μg·kg <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------------|-------------|-----------------------------|--------------|-------------|------------------------------|--------------------------|
| 1(CK) | 0.91±0.08 b | 0.6±0.053 a | 15.7±1.72 a                 | 28.62±3.56 b | 1.83±0.23 b | 255.8±40.6 c                 | 2.4±0.33 c               |
| 2     | 2.36±0.44 a | 0.7±0.085 a | 16.4±1.45 a                 | 31.95±3.09 a | 2.09±0.28 a | 342.3±36.9 a                 | 17.3±2.25 a              |
| 3     | 1.85±0.23 a | 0.6±0.071 a | 16.0±1.89 a                 | 30.27±2.61 a | 2.15±0.28 a | 328.9±29.4 b                 | 11.8±1.56 b              |

表 5 不同处理对甜瓜产量的影响

| 处理    | 单株结瓜数/<br>(个·株 <sup>-1</sup> ) | 单瓜重/<br>(g·个 <sup>-1</sup> ) | 产量/<br>(kg·667 m <sup>-2</sup> ) | 增产<br>率/% |
|-------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------|
| 1(CK) | 4.3±0.51 b                     | 302.6±32.5 b                 | 1785.7±126.3 b                   | -         |
| 2     | 7.7±0.82 a                     | 326.7±40.1 a                 | 2109.1±179.5 a                   | 18.1      |
| 3     | 6.2±0.66 a                     | 331.9±33.8 a                 | 2134.6±206.6 a                   | 19.5      |

2.3.2 甜瓜品质及富硒效果 由表 6 可知,各项指标随有机硒施用量增加而增加,以处理 3 效果较明显,甜瓜 VC 含量为416.6 mg·100 g<sup>-1</sup>,较对照提高了74.0%,硒含量为85.9 mg·kg<sup>-1</sup>,是对照的 3.2 倍。

可溶性固形物含量是甜瓜果实品质的重要指标,施有机硒后在果实硒含量增加的同时,甜瓜的可溶性固形物含量也显著提高,处理 2 和处理 3 分别较对照增加 23.2%和 29.5%。

表 6 不同处理对甜瓜品质及硒含量的影响

| 处理    | 糖分/%        | VC 含量/<br>(mg·100 g <sup>-1</sup> ) | 可溶性固<br>形物/% | 硒/<br>(μg·kg <sup>-1</sup> ) |
|-------|-------------|-------------------------------------|--------------|------------------------------|
| 1(CK) | 12.3±1.19 b | 239.4±20.9 c                        | 11.2±1.08 b  | 27.1±0.33 c                  |
| 2     | 13.4±1.23 a | 308.8±28.7 b                        | 13.8±1.22 a  | 59.4±0.62 b                  |
| 3     | 13.7±1.34 a | 416.6±39.5 a                        | 14.5±1.37 a  | 85.9±0.96 a                  |

3 结论与讨论

适量的硒可以促进植株的生长,提高产量和增强抗逆能力,但过量的硒则抑制其生长并产生毒害作用,其抑制作用与硒的形态、施用时期、作物种类等有关<sup>[12]</sup>。潘绍坤等<sup>[13]</sup>研究表明,随土壤硒浓度的增加,茄子幼苗的根系、茎秆、叶片和地上部分生物量及叶绿素含量呈降低的趋势,但均未表现出明显的毒害症状,说明茄子幼苗对土壤硒胁迫具有一定的耐性。杜振宇等<sup>[14]</sup>研究发现茄子中的有机硒含量随外源硒浓度的增加而增大,且茄子富硒后品质有较大改善,但施用相对高浓度的硒(0.6~3.0 μg·g<sup>-1</sup>)时,其有机硒转化率显著降低。本研究中,有机硒能够增加茄子产量,当有机硒用量为 1 000 mL·667 m<sup>-2</sup>时,较对照增

产 20.3%。随有机硒用量的增加,茄子果实 VC 含量逐渐增加,但不同有机硒用量间差异不显著。

不同硒源均可提高甘薯的含硒量,但 Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>溶液浓度过高产生毒害作用<sup>[15]</sup>。施硒可显著提高紫甘薯可溶性蛋白含量<sup>[16]</sup>和总硒含量,但对紫甘薯块根产量的影响不显著<sup>[17]</sup>。姚懿<sup>[18]</sup>认为,土壤施硒与叶面施硒方式均能有效提高甘薯块根蛋白与多糖的含量,但叶面施硒更利于硒在块根中的富集。本研究表明,叶面喷施有机硒能够提高红薯产量,并显著增加了红薯粗蛋白、干物质、还原糖和 VC 含量。

果实膨大期叶面喷施硒对厚皮甜瓜增产有一定的作用<sup>[19]</sup>。叶面喷施硒浓度为 30 mg·L<sup>-1</sup>时可以提高产量和果实综合品质<sup>[20]</sup>;叶面喷施 15 和 30 mg·L<sup>-1</sup>的硒肥,甜瓜果实中可溶性固形物含量提高<sup>[21]</sup>;叶面喷施 18 mg·L<sup>-1</sup>有机硒可提高甜瓜香气成分和营养品质<sup>[22]</sup>,且达到富硒标准。本研究表明,随有机硒用量增加,甜瓜的产量、VC、可溶性固形物及硒含量逐渐增加,但不同有机硒用量处理间差异不显著。

人体必需的 90%的 VC 均来自于蔬菜<sup>[23]</sup>。铁是呼吸作用电子传递蛋白复合体的重要组成部分,硒通过促进蔬菜对铁的吸收而影响整个电子传递链,促进 VC 的代谢,增加蔬菜中 VC 含量<sup>[24]</sup>。本试验 3 种瓜菜施用有机硒营养液后,VC 含量显著提高,瓜菜营养品质得到明显改善。

黄凯丰等<sup>[23]</sup>研究表明:不同类型蔬菜可食用部分富硒能力依次为:葱蒜类>白菜类>绿叶菜类>豆类>瓜类>薯芋类>茄果类。本研究 3 种瓜菜类的富硒效果以甜瓜最高,其次是茄子和红薯。茄子及红薯以有机硒用量为 1 000 mL·667 m<sup>-2</sup>的富硒效果较好,甜瓜以有机硒用量为 1 500 mL·667 m<sup>-2</sup>的富硒效果较好。从经济效益和成本投入分析,建议生产中有机硒用量为 1 000 mL·667 m<sup>-2</sup>,可达到富硒瓜菜标准。

## 参考文献:

- [1] 史丽英. 人体必需微量元素——硒[J]. 微量元素与健康研究, 2005(4): 61-63.
- [2] 徐小莲, 伍映辉. 富硒瓜菜的研究前景[J]. 农村经济与科技, 2011, 22(9): 18-20.
- [3] 陈辉. 现代营养学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [4] 刘少梅, 王丽娟, 切岩祥和, 等. 富硒蔬菜的研究进展[J]. 北方园艺, 2014(11): 177-181.
- [5] 李玉梅, 王根林, 李艳, 等. 水稻对有机态硒的吸收与积累[J]. 中国农学通报, 2017, 33(10): 7-11.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准——食品中蛋白质的测定: GB 5009. 5—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准——食品中脂肪的测定: GB 5009. 6—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准——食品中还原糖的测定: GB 5009. 7—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [10] 甄广田, 杨双, 柏德华, 等. 生命元素硒与作物产量和品质的关系[J]. 安徽农业科学, 2006(13): 2956, 2958.
- [11] 唐忠厚. 低钾胁迫对甘薯若干生理特征和块根淀粉特性的影响及其基因型差异[D]. 南京: 南京农业大学, 2015.
- [12] 周勋波, 吴海燕, 洪延生, 等. 作物施硒研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2002(6): 45-50.
- [13] 潘绍坤, 鲁荣海, 向娟, 等. 不同浓度硒处理对茄子幼苗生理特性及硒富集的影响[J]. 北方园艺, 2018(16): 13-18.
- [14] 杜振宇, 史衍玺, 王清华. 施硒对茄子吸收转化硒和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004(3): 298-301.
- [15] 邢丹英, 高剑华, 金明珠, 等. 不同硒源对甘薯富硒效应影响的初步研究[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(6): 1310-1312.
- [16] 郭文慧, 刘庆, 史衍玺. 施硒对紫甘薯硒素累积及产量和品质的影响研究[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(9): 31-37.
- [17] 侯松, 田侠, 刘庆. 叶面喷施硒对紫甘薯硒吸收、分配及品质的影响[J]. 作物学报, 2018, 44(3): 423-430.
- [18] 姚懿. 甘薯富硒特性及硒的形态分布研究[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2018.
- [19] 司立征, 常宗堂, 李省印. 富硒甜瓜生产技术研究[J]. 陕西农业科学, 2012, 58(6): 85-87.
- [20] 张杨杨, 焦自高, 艾希珍, 等. 蛋氨酸硒对厚皮甜瓜生理特性和品质的影响[J]. 园艺学报, 2015, 42(1): 157-166.
- [21] 肖真真, 李启明, 焦自高, 等. 叶面喷施外源硒营养液对甜瓜产量和品质的影响[J]. 蔬菜, 2019(9): 23-27.
- [22] 夏美玲, 鲁秀梅, 任琴琴, 等. 有机硒肥对薄皮甜瓜香气成分和营养品质的影响[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(7): 7-12.
- [23] 黄凯丰, 时政, 冯健瑛. 富硒蔬菜的研究现状[J]. 长江蔬菜, 2011(10): 14-17.
- [24] 卢敏敏. 不同浓度硒对水培生菜品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(7): 2930-2931, 2954.

## Effects of Foliar Application of Selenium on Quality and Selenium Enrichment of Melons and Vegetables

HU Ying-hui<sup>1</sup>, WANG Gen-lin<sup>2</sup>, LI Yu-mei<sup>3</sup>, MENG Xiang-hai<sup>1</sup>, WANG Bai-cheng<sup>1</sup>

(1. Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang 157000, China; 2. Institute of Animal Husbandry, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. Institute of Soil, Fertilizer and Environmental Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

**Abstract:** In order to select the suitable concentration of organic selenium and improve the quality and yield of melons and vegetables, eggplant, sweet potato (*Ipomoea batatas*) and melon were sprayed with different concentrations of organic selenium nutrient solution (1 000 and 1 500 mL·667 m<sup>-2</sup>) on their leaves to determine the fruit characters, nutritional indexes and yield of the tested melons and vegetables. The results showed that the yield of eggplant, sweet potato (*Ipomoea batatas*) and melon were increased by spraying organic selenium on leaves. The yield of eggplant increased significantly by spraying organic selenium at 1 000 mL·667 m<sup>-2</sup>, but the yield of sweet potato (*Ipomoea batatas*) and melon had no significant difference among different application rates; foliar spraying of organic selenium could significantly increase the VC content of melon and vegetable crops, the soluble solid content of melon, and the crude protein, dry matter and reducing sugar content of sweet potato (*Ipomoea batatas*); the enrichment effects of organic selenium in three kinds of melon and vegetable crops was melon > eggplant and sweet potato (*Ipomoea batatas*), 1 000 mL·667 m<sup>-2</sup> of organic selenium was better for eggplant and sweet potato (*Ipomoea batatas*), and 1 500 mL·667 m<sup>-2</sup> for melon.

**Keywords:** melons and vegetables; selenium enrichment; yield; quality