

硒素营养对水培生菜品质的影响

尚庆茂^①

(中国农业大学园艺系)

高丽红 李式军

(南京农业大学园艺系)

摘要 测定分析营养液加硒后水培生菜产品器官茎叶品质指标的变化,与未加硒的对照相比,加硒 $0.4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 促进了水培生菜植株吸收N和P,但抑制了对K,Na,Ca,Mg,Fe,Mn,Cu,Zn的吸收;提高了茎叶中总糖、还原糖、叶绿素、维生素C的含量;降低了亚硝酸盐和三种游离氨基酸的含量,游离氨基酸总量在奶油生菜和红叶生菜分别降低5.41%和8.28%,玻璃生菜提高了3.04%;蛋白氮水平前两者升高而后者降低,铵态氮又呈相反趋势。说明不同生菜品种的蛋白质代谢受硒的影响不同。

关键词 硒素; 水培; 生菜; 品质

中图分类号 S636.2; S317

Effect of Selenium on Quality of Hydroponics Lettuce

Shang Qingmao

(Dept. of Horticulture, CAU)

Gao Lihong Li Shijun

(Nanjing Agricultural University, 210095)

Abstract As the result of selenium supplement on nutrient fluid, quality indexes of stems and leaves of hydroponics lettuce changed compared with the check without selenium. Selenium at $0.4\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ enhanced the absorption of N and P, depressed the absorption of K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, improved the content of total sugar, reducing sugar, chlorophyll and vitamin C in stems and leaves, decreased the content of nitrite, coarse fiber and three free amino acid such as Cys, Met and Tyr. The content of free amino acid decreased 5.41% and 8.28% respectively in butter lettuce and red leaf lettuce, while increased 3.04% in glass lettuce, it indicated that effect of selenium on protein metabolism differed among different varieties.

Key words selenium; hydroponics; lettuce; quality

硒素与人体健康关系密切,人体摄入不足或过量均会导致各种疾病^[1]。由于土壤-植物系统的硒匮乏而导致的人体硒缺乏或潜在缺乏在全球尤其是我国更为普遍和严重^[2]。为此,农业科学工作者就土壤增施和作物叶面喷施硒肥后,作物产品器官中硒的吸收和积累进行了不少研究,并为低硒区居民改善硒素摄入状况,克服硒缺乏症发生开辟了一条有效途径。但就施硒后作物产品器官中其他品质指标的变化则研究较少。试验通过水培方式,系统地研究硒素营养对生菜其他品质指标的影响,以为生产中施硒更加科学化和合理化提供理论参

收稿日期: 1996-12-02

①尚庆茂,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

考和实践指导。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于1995年在南京农业大学园艺系实验温室中进行。生菜三个品种:奶油生菜、红叶生菜、玻璃生菜,均来自上海农科院园艺所。9月3日播种育苗,9月28日定植在46 cm×33 cm×16 cm塑料培养箱。基本营养液配方按日本山崎生菜配方:大量元素肥料($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) KNO_3 , 0.404; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0.236; $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.123; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 0.057; 微量元素肥料($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) Fe-EDTA , 16; H_3BO_3 , 1.20; $\text{MnCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 0.72; $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.09; $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.04; $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$, 0.01。用 Na_2SeO_3 设置出两个硒素(Se)营养水平:0, 0.4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。每箱一区,随机排列,重复三次。11月10日一次性采收。80℃烘箱烘干,干样测定。

1.2 方法

游离氨基酸含量的测定采用南京农大中心实验室日立835-50型氨基酸分析仪测定。各形态氮的分析测定用5%三氯乙酸振荡浸提0.5 g干样,蛋白质沉淀析出,而非蛋白氮则溶解在三氯乙酸中,然后分别用浓硫酸消化,消化液定容后凯氏蒸馏法分别测定各形态氮的含量。粗纤维采用酸碱洗涤法;总糖和还原糖采用3,5-二硝基水杨酸比色法;维生素C采用2,6-二氯酚钠盐滴定法;可溶性蛋白采用考马斯亮蓝G-250法测定;亚硝酸盐采用盐酸萘乙二胺法测定。磷采用钼钒黄比色法,钙、镁、铁、锰、铜、锌采用原子吸收分光光度法,钾和钠采用火焰光度法测定。

2 结果与分析

2.1 硒素营养对水培生菜茎叶中游离氨基酸含量的影响

增加硒素营养后,生菜茎叶中游离氨基酸含量及其与对照的比较如表1所示。从总量来看,硒素营养降低了奶油生菜、红叶生菜茎叶中的游离氨基酸含量,提高了散叶生菜茎叶中的游离氨基酸含量。从各氨基酸种类来看,两种含硫氨基酸(Cys, Met)和Tyr随硒素营养水平的升高,在三个品种中的含量都有不同程度的降低,其中Tyr下降幅度最大。剩余种类的氨基酸与供试品种关系较大,在奶油生菜、红叶生菜茎叶中的含量随硒素营养水平的升高而降低,在散叶生菜茎叶中的含量则随硒素营养水平的升高而升高。

2.2 硒素营养对水培生菜茎叶中各形态氮含量的影响

增加硒素营养促进整个植株对氮的吸收,增加了奶油生菜和红叶生菜茎叶中蛋白氮含量,相对降低了非蛋白氮含量(表2),抑制了玻璃生菜体内蛋白质的合成,造成了非蛋白氮的积累其中主要是非蛋白氮中铵态氮的积累。

2.3 硒素营养对水培生菜主要品质指标的影响

增加硒素营养后,提高了生菜茎叶的总糖、还原糖、叶绿素、可溶性蛋白质含量,降低了粗纤维和亚硝酸盐的含量(表3)。亚硝酸盐是人体致癌物质亚硝胺的前体,硒素可以降低生

菜亚硝酸盐含量,对于防止蔬菜体内亚硝酸盐积累,保护人体健康可以起到很好的作用。

表 1 硒素营养对水生蔬菜茎叶中游离氨基酸含量的影响

mg·(100 mg)⁻¹,干重

| 氨基酸 | Se,mg·L ⁻¹ | | | | | | | | |
|-------|-----------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|--------|
| | 奶 油 生 菜 | | | 红 叶 生 菜 | | | 玻 璃 生 菜 | | |
| | 0 | 0.4 | 增减 (%) | 0 | 0.4 | 增减 (%) | 0 | 0.4 | 增减 (%) |
| Asp | 21.55 | 20.46 | -5.01 | 18.71 | 17.29 | -7.59 | 17.46 | 17.63 | +0.97 |
| Thr | 1.51 | 9.48 | -9.80 | 9.37 | 8.42 | -10.14 | 8.42 | 8.68 | +3.08 |
| Ser | 9.73 | 8.67 | -10.89 | 8.65 | 7.88 | -8.90 | 7.73 | 8.05 | +4.14 |
| Glu | 28.05 | 27.79 | -0.93 | 23.99 | 23.27 | -3.00 | 24.13 | 24.62 | +2.03 |
| Gly | 12.23 | 11.75 | -3.92 | 10.83 | 9.81 | -9.42 | 9.83 | 10.27 | +4.48 |
| Ala | 13.14 | 12.59 | -4.04 | 12.30 | 11.27 | -8.37 | 10.55 | 11.48 | +8.82 |
| Cys | 0.57 | 0.50 | -12.28 | 0.54 | 0.52 | -3.70 | 0.57 | 0.50 | -12.28 |
| Val | 12.59 | 12.40 | -1.51 | 11.54 | 10.52 | -8.84 | 10.50 | 10.92 | +4.00 |
| Met | 1.85 | 1.14 | -3.87 | 1.42 | 0.96 | -23.39 | 1.20 | 1.12 | -6.67 |
| Ile | 10.40 | 10.12 | -2.69 | 9.45 | 8.63 | -6.68 | 8.57 | 8.93 | +4.20 |
| Leu | 19.31 | 18.23 | -5.59 | 16.87 | 15.32 | -9.10 | 15.10 | 15.54 | +2.91 |
| Tyr | 5.80 | 3.69 | -36.38 | 4.08 | 2.52 | -44.85 | 3.98 | 3.04 | -23.62 |
| Phe | 12.21 | 11.52 | -5.65 | 10.44 | 9.64 | -7.66 | 9.53 | 9.65 | +1.26 |
| Lys | 13.78 | 13.75 | -0.22 | 13.01 | 12.19 | -6.30 | 11.35 | 12.63 | +11.28 |
| His | 5.08 | 4.82 | -1.52 | 4.54 | 4.22 | -7.05 | 4.26 | 4.40 | +3.29 |
| Arg | 10.95 | 10.80 | -1.37 | 9.92 | 8.89 | -10.08 | 8.99 | 9.27 | +3.11 |
| Pro | 12.13 | 11.42 | -5.85 | 10.74 | 10.00 | -6.89 | 9.87 | 10.18 | +3.14 |
| Total | 199.88 | 189.07 | -5.41 | 175.91 | 161.35 | -8.28 | 161.991 | 66.91 | +3.03 |

表 2 硒素营养对水生蔬菜茎叶中各形态氮含量的影响

mg·(100 mg)⁻¹,干重

| 品种 | Se,mg·L ⁻¹ | 蛋白质 | 非蛋白氮 | | | 总氮 |
|------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 铵态氮 | 硝态氮 | 总量 | |
| 奶油生菜 | 0.0 | 2.912 6 | 0.664 6 | 0.005 4 | 0.720 0 | 3.632 6 |
| | 0.4 | 3.293 5 | 0.415 8 | 0.027 4 | 0.503 2 | 3.796 7 |
| 红叶生菜 | 0.0 | 2.714 8 | 0.593 1 | 0.048 5 | 0.641 6 | 3.356 4 |
| | 0.4 | 3.063 7 | 0.512 8 | 0.040 9 | 0.553 7 | 3.617 4 |
| 玻璃生菜 | 0.0 | 2.976 9 | 0.478 5 | 0.097 5 | 0.576 0 | 3.552 9 |
| | 0.4 | 2.857 2 | 0.791 2 | 0.062 3 | 0.853 5 | 3.710 1 |

2.4 硒素营养对水生蔬菜矿质元素吸收的影响

增加硒素营养改变了水生蔬菜茎叶中矿质元素的组成(表 4),促进了植株对磷元素的

吸收,抑制了植株对钾、钠、钙、镁、铁、锰、铜、锌元素的吸收。如果以未加硒的处理为对照,计算加入硒后各矿质元素含量变化的百分数,可进一步说明营养液加硒对生菜各个供试品种吸收矿质元素的作用。对于磷元素,奶油生菜、红叶生菜、散叶生菜茎叶中的含量分别比对照增加了6.2%,15.1%,1.9%;而对于钙元素,三种生菜茎叶中的含量却分别比对照减少4.4%,15.5%,2.7%。其余元素的含量也有不同程度的下降。

表3 硒素营养对水培生菜主要品质指标的影响 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$

| 品质指标 | Se, $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | | | | | |
|--|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 奶油生菜 | | 红叶生菜 | | 玻璃生菜 | |
| | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 |
| 总糖(干重) | 236.7 | 252.9 | 241.2 | 254.7 | 247.5 | 289.8 |
| 还原糖(干重) | 166 | 170 | 147 | 157 | 153 | 158 |
| 可溶性蛋白(鲜重) | 0.56 | 1.39 | 0.55 | 1.05 | 1.29 | 0.95 |
| 叶绿素(鲜重) | 0.82 | 0.88 | 0.54 | 0.65 | 0.44 | 0.58 |
| 亚硝酸盐($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,干重) | 7.65 | 5.09 | 6.47 | 6.07 | 18.30 | 5.02 |
| 粗纤维(干重) | 115.3 | 154.2 | 95.8 | 77.6 | 152.3 | 142.7 |
| 维生素($\text{mg}\cdot(100\text{g})^{-1}$,鲜重) | 2.74 | 2.94 | 1.71 | 2.66 | 1.42 | 1.79 |

表4 硒素营养对水培生菜茎叶矿物质元素含量的影响

| 矿质元素 | | Se, $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ | | | | | |
|--|----|-----------------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|
| | | 奶油生菜 | | 红叶生菜 | | 玻璃生菜 | |
| | | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.4 |
| 常量元素 $\text{mg}\cdot(100\text{g})^{-1}$,干重 | P | 95.88 | 101.68 | 97.70 | 112.46 | 103.63 | 105.55 |
| | K | 319.89 | 318.49 | 495.30 | 304.08 | 476.42 | 313.89 |
| | Na | 89.42 | 87.81 | 109.06 | 83.29 | 110.72 | 78.85 |
| | Ca | 817.44 | 781.67 | 680.28 | 575.00 | 679.80 | 661.67 |
| | Mg | 430.97 | 427.50 | 387.39 | 342.50 | 311.67 | 295.59 |
| 微量元素 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,干重 | Fe | 910.33 | 647.92 | 631.57 | 437.08 | 1076.13 | 464.33 |
| | Mn | 27.75 | 24.25 | 29.81 | 28.17 | 24.23 | 23.66 |
| | Cu | 9.13 | 18.83 | 26.44 | 25.79 | 32.32 | 21.96 |
| | Zn | 14.50 | 13.33 | 25.56 | 18.17 | 20.72 | 12.58 |

总体来看,红叶生菜的矿质吸收受硒素的影响最大,其次是散叶生菜,再次是奶油生菜,也说明了不同遗传型生菜品种在矿质吸收上的差异性。

3 讨论

提高营养液中硒的水平,本试验供试三个生菜品种茎叶中游离氨基酸含量表现出不同

的变化趋势。降低了奶油生菜和红叶生菜所有游离氨基酸的含量,而玻璃生菜除 Cys, Met, Tyr 外,其他游离氨基酸含量都有不同程度的提高,说明了硒素营养对生菜不同品种植株体内蛋白质代谢的作用大小不同,另一方面也反映了不同品种耐硒胁迫能力的差异。有人认为植物耐硒机制之一就是防止硒较多地参与蛋白质代谢,从而避免硒引起的生理毒害。

硒有促进蛋白质合成的作用,一方面硒以硒代含硫氨基酸如 Se-Cys, Se-Met 形式直接参与蛋白质合成,从而减少了游离氨基酸中 Cys, Met 的含量。另一方面,硒是植物体内一种 tRNA 核糖核酸链的组成成分,具有转运氨基酸的功能,从而对其他游离氨基酸也有影响。硒可以提高马铃薯块茎中总的蛋白质氨基酸的含量,减少游离氨基酸的含量。在游离氨基酸中,苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸分别被减少 23%, 20%, 35%, 27% 和 36.5%^[3]。关于本试验中所有品种在加入亚硒酸钠后, Tyr 都有大幅度下降,硒素与 Tyr 代谢究竟有何内在联系,还未见报道。

在植物对硒的矿物质吸收上,硒和磷存在着相互促进的关系,具有协同效应;而与钾、钠、钙、镁、铁、锰、铜、锌则有相互抑制的拮抗效应,并且这种效应的大小与植物种类、栽培品种有很大的关系。有人把磷加入到缺磷的钙质土中,结果增加了生长在自然土壤或增施硒肥的土壤上的紫花苜蓿的含硒量。Banuelos^[4]设计了一个硒素(Se)水平: $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 五个磷素(P)水平: 1, 10, 25, 50, $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 具体分析了野芥子组织中含硒量与磷素水平的关系,结果发现含硒量随着磷水平的升高也呈逐渐上升的趋势。

果雅静^[5]通过盆栽研究了锌、锰、铜对大蒜吸收硒的影响,表明土壤施锌、锰、铜对大蒜吸收硒几乎没有影响,而硒会明显地抑制大蒜对锌、锰、铜的吸收。硒素与其他元素之间的关系还鲜见报道。因此在硒素的矿质吸收上无论广度和深度都有着进一步研究的必要。

参 考 文 献

- 1 张叔人等. 硒增强细胞免疫的研究. 中国免疫学杂志, 1986, 2(5): 257
- 2 郑贤达等. 初论世界低硒带. 环境科学学报, 1982, 2(3): 241~249
- 3 Munshi C B, Combs C F, Mondy N I. Effect of selenium on the nitrogenous constituents of the potato. J Agricultural and Food Chemistry, 1990, 38(11): 2000~2002
- 4 Banuelos G S. Relations between phosphorus in drip irrigation water and selenium uptake by wild mustard. J Engineering, 1992, 27(1): 283~297
- 5 果雅静, 吴金绥. 锌、锰、铜对大蒜吸收硒的影响. 北京农业大学学报, 1994, 20(1): 83~87