

外源蔗糖对 NO_3^- 胁迫下叶用莴苣生长及品质的影响

常丽丽 宋世威 陈日远 刘厚诚 孙光闻*

(华南农业大学园艺学院, 广东广州 510642)

摘要: 采用水培方法, 以常规营养液 ($7.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$)、叶面喷施清水作为对照, 在 $75 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$ 胁迫下, 通过叶面喷施 $0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (T1)、 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (T2)、 $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (T3) 的蔗糖, 研究外源蔗糖对 NO_3^- 胁迫下叶用莴苣生长及品质的影响。结果表明: T1 处理叶用莴苣的生长受到显著抑制, 同时显著降低了 VC 含量。外源蔗糖处理可以缓解 NO_3^- 胁迫对叶用莴苣生长的抑制作用, 提高 VC 含量, 同时可略降低硝酸盐含量, 其中 T2 处理效果较好。与对照相比, T2 处理和 T3 处理均可降低叶用莴苣可溶性蛋白含量, T3 处理可提高可溶性糖含量, 但差异均不显著。

关键词: 蔗糖; NO_3^- 胁迫; 叶用莴苣; 生长; 品质

中图分类号: S636.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6346 (2013) 22-0039-05

Effects of Exogenous Sucrose on Growth and Quality of Lettuce under NO_3^- Stress

CHANG Li-li, SONG Shi-wei, CHEN Ri-yuan, LIU Hou-cheng, SUN Guang-wen*

(College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China)

Abstract: Taking conventional nutrient solution ($7.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$) and foliar spraying water as CK, the influence of exogenous sucrose on the growth and quality of lettuce cultivated in nutrient solution under $75 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$ stress was investigated by spraying sucrose of $0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (T1), $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (T2), $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (T3) at the leaf surfaces. The results showed that the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) was significantly restrained by T1 treatment and the VC content was significantly reduced. Exogenous sucrose treatment could alleviate the suppression of NO_3^- stress to the growth of lettuce and increase its VC content, and at the same time slightly reduce the nitrate content. Of all the 3 treatments, T2 had better result. Compared with the CK, T2 and T3 all could reduce the soluble protein contents in lettuce leaf, and T3 could increase the soluble sugar content, but the difference was not significant.

Key words: Sucrose; NO_3^- stress; Lettuce; Growth; Quality

目前, 全球已有近 $10 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 的土壤受到不同程度的盐渍化危害, 占陆地总面积的 7%, 我国盐渍化土壤约为 2.7 亿 hm^2 (关元秀等, 2001; Metternicht & Zinck, 2003)。研究表明,

收稿日期: 2013-07-10; 接受日期: 2013-09-05

基金项目: 现代农业产业技术体系专项 (CARS-25-C-04)

作者简介: 常丽丽, 女, 硕士研究生, 专业方向: 设施蔬菜, E-mail: 349511819@qq.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 孙光闻, 女, 副教授, 硕士生导师, 专业方向: 设施蔬菜, E-mail: sungw1968@scau.edu.cn

偏施氮肥造成 NO_3^- 在土壤中积累是当前设施土壤出现次生盐渍化和发生连作障碍的主要原因之一(薛继澄等, 1995; 傅志坚和罗安程, 2004)。有学者认为, NO_3^- 是土壤积累的盐分离子的主要成分, 与土壤中全盐含量呈显著正相关(李学垣, 2001; 范庆锋等, 2009)。大栅栽培蔬菜后, 土壤盐分明显增加, 阴离子中 NO_3^- 含量增加最多, 大约是粮田土壤的 10 倍(杜连凤等, 2005)。有研究表明, NO_3^- 浓度在 $56 \sim 98 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 范围内, 黄瓜幼苗株高、叶面积均比常规营养液栽培有所增加, 说明稍微增加 NO_3^- 浓度有利于植株生长, 但 NO_3^- 浓度高于 $140 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 则出现萎蔫和干枯现象(杨凤娟, 2006)。

蔗糖和己糖通过多种信号途径调节大量基因的表达, 为植物适应环境条件的变化提供相应机制, 并控制重要的生理进程和发育进程(Ho et al., 2001)。糖代谢的强弱、路径和位点对内外环境有强烈响应, 且可相应地改变植物的发育进程、增加抗逆性(Koch, 2004)。近年来, 应用外源物质减轻盐胁迫对植物的毒害作用已成为抗盐研究中的一个热点问题, 已有大量报道表明外源糖类物质以及其他一些碳水化合物可以缓解盐胁迫对植物代谢活动的影响。外源海藻糖可明显缓解盐胁迫对小麦幼苗生长的抑制作用, 提高植物的抗盐性(丁顺华等, 2005); 外源蔗糖能显著缓解盐和热及盐热共同胁迫对菠菜 PS II 颗粒的伤害, 缓解其对光合作用的影响(邱念伟和邓樱, 2007); 低浓度的外源蔗糖均可在不同程度上缓解 NO_3^- 胁迫对黄瓜幼苗生长的抑制作用, 其中 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的蔗糖浓度最佳(李小刚等, 2011); 苏桐等(2008)的研究表明硝普钠与蔗糖组合处理对缓解盐胁迫下番茄幼苗的氧化损伤存在正协同效应; 李月芳和于锡宏(2007)的研究表明碳、氮代谢间存在互为消长的关系, 叶面喷施蔗糖可显著提高青花菜叶片中可溶性糖等含碳化合物的含量, 同时降低了全氮及可溶性蛋白含量。

本试验主要通过研究不同浓度的外源蔗糖对 NO_3^- 胁迫下叶用莴苣 (*Lactuca sativa* L.) 生长和品质的影响, 为减轻盐胁迫对作物的毒害作用提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

试验于 2012 年 10~12 月在华南农业大学园艺学院试验基地温室内进行。供试叶用莴苣品种为耐抽薹意大利生菜, 种子购于广东省农业科学院蔬菜研究所。10 月 19 日播种, 以珍珠岩为基质进行穴盘育苗。当幼苗长到三叶一心时, 选取生长一致的健壮幼苗移至盛有 5 L 营养液的水培箱中, 每箱 6 株。营养液大量元素配方采用 1/2 霍格兰配方, 微量元素为通用配方。

试验共设 4 个处理(表 1)。 NO_3^- 由 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 和 KNO_3 各提供 1/2, pH 值保持在 6.0 左右。移苗后缓苗 5 d, 然后进行 NO_3^- 胁迫处理。原营养液中含 $7.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NO_3^- , 胁迫处理开始时, 为防止盐刺激, 每天加入剩余总浓度的 1/4 即 $16.875 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$, 共加 4 d, 达到设定浓度 $75 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。每处理 3 次重复, 每 10 d 更换 1 次营养液。

表 1 试验设计

处理	处理方法	用法用量	喷施时间
CK	常规营养液 ($7.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$), 喷施清水	采用叶面喷施, 以叶面充分淋湿为准	当达到处理浓度时开始喷施, 每隔 5 d 喷 1 次, 共喷 3 次
T1	NO_3^- 胁迫 ($75 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$), 喷施清水		
T2	NO_3^- 胁迫 ($75 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$), 喷施 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖		
T3	NO_3^- 胁迫 ($75 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NO}_3^-$), 喷施 $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 蔗糖		

1.2 项目测定

12 月 14 日采收, 测定叶用莴苣生长和品质指标。采用随机取样法, 每处理随机取 4 株, 3 次重复。地上部鲜质量用天平称量; 然后放入烘箱中, $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 杀青 15 min, $80 \text{ }^\circ\text{C}$ 下烘至恒重,

用万分之一分析天平称取地上部干质量; 株高(从子叶到叶片顶端的距离)用直尺测量; 采用李合生等(2000)的方法测定硝酸盐含量、抗坏血酸(VC)含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量。

1.3 数据处理

试验数据的统计分析采用 SPSS 17.0 软件, 单因素分析采用 Duncan 法, 作图采用 Excel 2003 软件。

2 结果与分析

2.1 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣生长的影响

由表 2 可知, NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣的生长受到显著抑制。与对照相比, T1 处理的株高、地上部鲜质量、地上部干质量均显著降低, 分别降低了 23.69%、51.95%、35.00%。不同浓度的蔗糖处理对叶用莴苣株高、地上部鲜质量和地上部干质量的影响不同。与 T1 处理相比, T2 处理的株高、地上部鲜质量、地上部干质量分别提高了 22.69%、45.76%、43.46%, 差异均达显著水平; T3 处理的株高、地上部鲜质量、地上部干质量分别提高了 6.26%、19.31%、23.08%, 但差异均不显著。表明外源蔗糖可以缓解 NO₃⁻ 胁迫对叶用莴苣生长的抑制, 其中 T2 处理效果较好。

表 2 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣生长的影响

处理	株高/cm	地上部鲜质量/g·株 ⁻¹	地上部干质量/g·株 ⁻¹
CK	18.83 ± 0.48 a	79.77 ± 2.69 a	4.00 ± 0.12 a
T1	14.37 ± 0.07 b	38.33 ± 6.23 c	2.60 ± 0.47 b
T2	17.63 ± 0.67 a	55.87 ± 1.10 b	3.73 ± 0.09 a
T3	15.27 ± 0.23 b	45.73 ± 2.10 bc	3.20 ± 0.14 ab

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($\alpha=0.05$), 下表同。

2.2 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣硝酸盐含量和 VC 含量的影响

由图 1 可知, 与对照相比, NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣硝酸盐含量显著升高。与 T1 处理相比, 不同浓度的外源蔗糖处理略降低了叶用莴苣的硝酸盐含量, T2 处理硝酸盐含量降低了 5.18%, T3 处理硝酸盐含量降低了 4.83%, 但 3 个处理间差异不显著。

与对照相比, T1 处理叶用莴苣 VC 含量显著降低。与 T1 处理相比, T2 处理和 T3 处理显著提高了叶用莴苣的 VC 含量, 分别提高了 145.24%、107.14%, 与对照相比无显著差异(图 1)。这说明外源蔗糖处理可以显著提高 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣的 VC 含量, 且以 T2 处理效果较好。

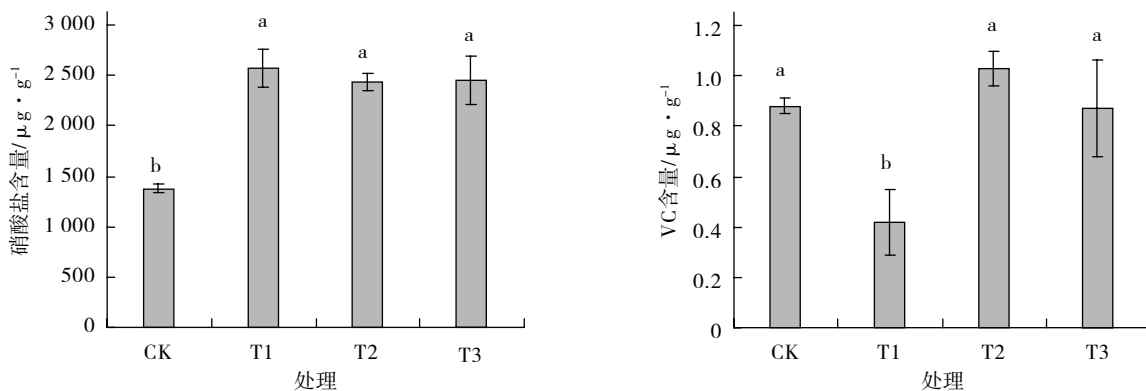


图 1 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣硝酸盐含量和 VC 含量的影响

图柱上不同小写字母表示差异显著 ($\alpha=0.05$)。

2.3 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣可溶性糖含量和可溶性蛋白含量的影响

由表 3 可知, 与对照和 T1 处理相比, T3 处理叶用莴苣可溶性糖含量分别提高了 15.18%、24.16%, 但各处理之间均无显著差异。

外源蔗糖处理降低了叶用莴苣可溶性蛋白含量,与对照相比,T2处理和T3处理分别降低了20.56%、10.49%,但各处理间差异不显著(表3)。

3 结论与讨论

糖不仅是能量的来源和结构物质,而且在信号传导中具有类似激素的初级信使作用。糖感知和糖信号传导在植物的整个生命周期中控制其生长发育(李小刚等,2011)。研究表明,外源蔗糖可以缓解NO₃⁻胁迫对作物生长的抑制作用,提高VC含量。越冬番茄喷施1.0%的蔗糖对番茄产量、品质均有不同程度的提高,并且增强了番茄的抗寒能力(王振学和张林,2011)。叶面喷施不同浓度的蔗糖基聚合物可以不同程度的提高甜瓜产量、VC含量、总糖含量、可溶性固形物含量等(唐小付等,2005)。本试验也得到了类似的结果,外源蔗糖可以缓解NO₃⁻胁迫对叶用莴苣生长的抑制作用,显著提高NO₃⁻胁迫下叶用莴苣的VC含量。与对照相比,T1处理显著抑制了叶用莴苣的生长、降低了VC含量。与T1处理相比,T2处理显著提高了叶用莴苣地上部鲜质量和VC含量,分别提高了45.76%、145.24%;T3处理显著提高了叶用莴苣VC含量,但地上部鲜质量无显著差异。

有研究表明,叶片喷施蔗糖可以提高蓝莓果实可溶性糖含量,其中喷施0.5%的蔗糖对蓝莓果实糖含量的提高最多(刘淑慧和侯智霞,2012)。李月芳和于锡宏(2007)的研究表明,叶面喷施蔗糖显著提高了青花菜叶片可溶性糖等含碳化合物的含量,同时降低了叶片全氮及可溶性蛋白的含量。本试验结果也表明,外源蔗糖处理能提高叶用莴苣可溶性糖含量,降低可溶性蛋白含量。叶面喷施蔗糖后,外源糖进入植株体内,植株蔗糖及可溶性糖含量增加,并反馈抑制了叶片自身光合碳代谢,造成碳水化合物合成的减少,光合能量降低;另一方面,氮代谢利用光合碳代谢产生的能量,而光合能量的减少抑制了氮代谢,含氮化合物含量降低(宋建民等,1998;李月芳和于锡宏,2007)。

本试验结果表明,外源蔗糖可以不同程度的降低叶用莴苣的硝酸盐含量。植物体内有机碳在光合碳、氮代谢中的分配或二者代谢方向的调节中有比较重要的作用,NO₃⁻高速同化时,对碳架需求升高(宋建民等,1998)。外源蔗糖可以为NO₃⁻同化提高碳架,从而可能降低植物体内硝酸盐含量。

参考文献

- 丁顺华,李艳艳,王宝山. 2005. 外源海藻糖对小麦幼苗耐盐性的影响. 西北植物学报, 25(3): 513-518.
- 杜连凤,刘文科,刘建玲. 2005. 河北省蔬菜大棚土壤盐分状况及其影响因素. 土壤肥料, (3): 17-19.
- 范庆锋,张玉龙,陈重,王丽娜,娄翼来. 2009. 保护地土壤盐分积累及其离子组成对土壤pH值的影响. 干旱地区农业研究, (1): 16-20.
- 傅志坚,罗安程. 2004. 设施栽培蔬菜硝酸盐积累问题. 浙江农业科学, (2): 80-82.
- 关元秀,刘高焕,刘庆生,叶庆华. 2001. 黄河三角洲盐碱地遥感调查研究. 遥感学报, 5(1): 46-52.
- 李合生,孙群,赵世杰. 2000. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社.
- 李小刚,宋云鹏,王静,杨凤娟,王秀峰,魏珉,史庆华. 2011. 外源蔗糖对NO₃⁻胁迫下黄瓜幼苗生长及抗氧化酶活性的影响. 山东农业科学, (7): 30-34.
- 李学垣. 2001. 土壤化学. 北京: 高等教育出版社.
- 李月芳,于锡宏. 2007. 外源蔗糖对青花菜体内碳、氮代谢的影响. 东北农业大学学报, 38(2): 166-169.
- 刘淑慧,侯智霞. 2012. 喷施蔗糖对蓝莓叶片和果实中可溶性糖含量变化的影响. 安徽农业科学, 40(16): 8981-8984.
- 邱念伟,邓樱. 2007. 外源蔗糖显著缓解盐和热胁迫对菠菜PSII颗粒的伤害. 植物学通报, 24(4): 484-489.
- 宋建民,田纪春,赵世杰. 1998. 植物光合碳和氮代谢之间的关系及其调节. 植物生理学通讯, 6(3): 230-238.

表3 外源蔗糖对NO₃⁻胁迫下叶用莴苣可溶性糖含量和可溶性蛋白含量的影响

处理	可溶性糖/mg·g ⁻¹	可溶性蛋白/mg·g ⁻¹
CK	4.15 ± 0.15 a	9.34 ± 0.40 a
T1	3.85 ± 0.38 a	9.34 ± 0.45 a
T2	3.68 ± 0.53 a	7.42 ± 0.78 a
T3	4.78 ± 0.96 a	8.36 ± 0.64 a

- 苏桐,魏小红,丁学智,李源. 2008. 外源NO与蔗糖对盐胁迫下番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)幼苗氧化损伤的保护效应. 生态学报, 28(4): 1558-1564.
- 唐小付,龙明华,魏远安,吕鸣群,凌启昌,龙紫媛. 2005. 叶面喷施蔗糖基聚合物对厚皮甜瓜的影响. 长江蔬菜, (3): 43-44.
- 王振学,张林. 2011. 叶面喷施蔗糖对日光温室越冬番茄产量和品质的影响. 农业工程技术:温室园艺, (8): 54.
- 薛继澄,李家金,毕德义,马爱军,程军娥. 1995. 保护地栽培土壤硝酸盐积累对辣椒生长和锰含量的影响. 南京农业大学学报, 18(1): 53-57.
- 杨凤娟. 2006. NO₃⁻胁迫导致黄瓜生育障碍机理的研究[博士论文]. 泰安:山东农业大学.
- Ho S L, Chao Y C, Tong W F, Yu S M. 2001. Sugar coordinately and differently regulates growth- and stress-related gene expression via a complex signal transduction network and multiple control mechanism. *Plant Physiology*, 125(2): 877-890.
- Koch K. 2004. Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(3): 235-246.
- Metternicht G I, Zinck J A. 2003. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. *Remote Sensing of Environment*, 85(1): 1-20.

· 新书推介 ·

《现代蔬菜病虫害防治丛书》

《现代蔬菜病虫害防治丛书》是在2008年版《中国蔬菜病虫害原色图鉴》的基础上,保持原图鉴的框架,结合我国现代蔬菜生产的新特点,增补了百余种病理性和生理性病害。

本丛书共9册,介绍了176种蔬菜的千余种病虫害,彩图2800幅、病原图400多幅、文字200万字。图文并茂,科学性、实用性较强。既有传统的防治方法,也介绍了许多现代的防治技术和方法,是一套紧贴我国蔬菜生产,体现现代蔬菜病虫害防控技术的重要参考书。可供新建家庭农场、蔬菜专业合作社、广大菜农、农口各有关单位参考。

《绿叶类蔬菜病虫害诊治原色图鉴》介绍了38种绿叶类蔬菜的274种病虫害。定价:39.90元,邮购价:49元。

《豆类蔬菜病虫害诊治原色图鉴》介绍了9类豆科蔬菜的223种病虫害。定价:39元,邮购价:48元。

《西瓜甜瓜病虫害诊治原色图鉴》介绍了西瓜、小西瓜、薄皮甜瓜、厚皮甜瓜的168种病虫害。定价:39元,邮购价:48元。

《十字花科蔬菜和根菜类蔬菜病虫害诊治原色图鉴》介绍了15种十字花科蔬菜、10种根菜类蔬菜的265种病虫害。定价:39.90元,邮购价:49元。

《多年生蔬菜水生蔬菜病虫害诊治原色图鉴》介绍了多年生和水生蔬菜的235种病虫害。定价:39.80元,邮购价:49元。

《茄果类蔬菜病虫害诊治原色图鉴》介绍了3类茄果类蔬菜的271种病虫害。定价:59元,邮购价:71元。

《瓜类蔬菜病虫害诊治原色图鉴》介绍了20种瓜类蔬菜的291种病虫害。定价:59元,邮购价:71元。

《菜用玉米菜用花生病虫害及菜田杂草诊治图鉴》介绍了菜用玉米、菜用花生的118种病虫害和常见菜田鼠害、菜田杂草,讲解了生物防治方法及9种常见天敌昆虫,并讲述了现代化学除草技术,及大宗蔬菜无土栽培与反季节栽培病虫害防治。定价:39元,邮购价:48元。

《葱姜蒜薯芋类蔬菜病虫害诊治原色图鉴》介绍了6类葱蒜类蔬菜的100种病虫害和10类薯芋类蔬菜的113种病虫害。定价:39元,邮购价:48元。

优惠政策:在新书推广期间,一次性购5本及5本以上者免邮寄费。

备注:因本丛中多册售价相同,请务必在附言栏内写清书名,以免邮寄错误。

邮局汇款地址:北京市海淀区中关村南大街12号 邮编:100081

收款人姓名:《中国蔬菜》编辑部

电话:010-82109550