

常丽丽,陈日远,刘厚诚,等. 外源蔗糖对 NO_3^- 胁迫下叶用莴苣矿质元素含量与积累量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):185-187.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.051

外源蔗糖对 NO_3^- 胁迫下叶用莴苣矿质元素含量与积累量的影响

常丽丽,陈日远,刘厚诚,宋世威,苏蔚,孙光闻

(华南农业大学园艺学院,广东广州 510642)

摘要:以耐抽薹意大利叶用莴苣(*Lactuca sativa* L. “yidali”)为试验材料,采用水培方法,以常规营养液(7.5 mmol/L NO_3^-)、叶面喷施清水作为对照(CK),在 75 mmol/L NO_3^- 胁迫下,通过叶面喷施 0 mmol/L(T1)、3 mmol/L(T2)的蔗糖,研究外源蔗糖对 NO_3^- 胁迫下叶用莴苣生长及矿质元素含量与积累量的影响。结果表明:与 CK 相比, NO_3^- 胁迫处理显著抑制了叶用莴苣生长,降低了 P、Mg、Fe 的含量,但增加了 K、Ca 的含量;外源喷施蔗糖有效缓解了 NO_3^- 胁迫对叶用莴苣的抑制作用,其中植株地上部分鲜质量提高了 20.94%,同时显著提高了植株中 P、Mg、Fe 的含量,降低了植株中 Ca 含量。 NO_3^- 胁迫下,P、K、Ca、Mg、Fe 的积累量均显著降低,外源蔗糖可以提高植株中 P、K、Ca、Mg、Fe 的积累量。外源蔗糖通过影响植株对矿质元素的吸收缓解 NO_3^- 胁迫对叶用莴苣的伤害。

关键词:蔗糖; NO_3^- 胁迫;叶用莴苣;矿质元素

中图分类号: S636.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)03-0185-03

近年来,我国设施土壤次生盐渍化日益严重,已成为制约设施蔬菜生产的重要因素。研究表明,温室土壤的盐分组成主要阴离子是 NO_3^- ,阳离子是 Ca^{2+} 、 K^+ ^[1]。盐胁迫对作物造

成的危害主要有离子毒害、渗透胁迫、营养失衡等^[2]。这些危害均与作物对盐分离子的吸收积累有直接或间接关系^[3]。作物的耐盐性与其吸收、运输、积累盐分离子的能力关系密切^[4]。蔗糖、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,并控制重要的生理和发育进程^[5]。近年来,关于外源物质对盐胁迫下植株矿质元素吸收的研究已有许多报道,如外源 γ -氨基丁酸通过影响植株对矿质营养的吸收可缓解 NaCl 胁迫对黄瓜幼苗的伤害^[6]。外源 LaCl_3 影响硝酸盐胁迫下黄瓜对矿质元素的吸

收稿日期:2015-03-13

基金项目:现代农业产业技术体系专项(编号:CARS-25-C-04)。

作者简介:常丽丽(1988—),女,硕士研究生,主要从事设施蔬菜栽培与生理研究。E-mail:349511819@qq.com。

通信作者:孙光闻,博士,副教授,主要从事设施蔬菜栽培与生理研究。E-mail:sungw1968@scau.edu.cn。

[2]谢玉英.水杨酸与植物抗逆性的关系[J].生物学杂志,2007,24(4):12-15,20.

[3]Pal M,Kovacs V,Vida G,et al. Changes induced by powdery mildew in the salicylic acid and polyamine contents and the antioxidant enzyme activities of wheat lines[J]. European Journal of Plant Pathology,2013,135(1):35-47.

[4]Gaffney T,Friedrich L,Vernooij B,et al. Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance[J]. Science,1993,261(5122):754-756.

[5]李国婧,周燮.水杨酸与植物抗非生物胁迫[J].植物学通报,2001,18(3):295-302.

[6]耿广东,程智慧,李建设,等.水杨酸对茄子幼苗抗寒性的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2002,30(6):101-103.

[7]徐伟慧,周兰娟,王志刚.外源水杨酸缓解西葫芦幼苗低温胁迫的效应[J].浙江农业学报,2013,25(4):764-767.

[8]于锡宏,蒋欣梅,刁艳,等.脱落酸、水杨酸和氯化钙对番茄幼苗抗冷性的影响[J].东北农业大学学报,2010,41(5):42-46.

[9]刘伟,艾希珍,梁文娟,等.低温弱光下水杨酸对黄瓜幼苗光合作用及抗氧化酶活性的影响[J].应用生态学报,2009,20(2):

441-445.

[10]李爱民,张永泰,熊飞,等.低温弱光对西瓜幼苗生理特性的影响[J].扬州大学学报:农业与生命科学版,2012,33(2):78-82,94.

[11]许勇,王永健,张峰,等.西瓜幼苗耐低温研究初报[J].华北农学报,1997,12(2):94-97.

[12]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,2000:260-261.

[13]Stevens K J,Kim S Y,Adhikari S,et al. Effects of triclosan on seed germination and seedling development of three wetland plants:*Sesbania herbacea*,*Eclipta prostrata* and *Bidens frondosa*[J]. Environmental Toxicology and Chemistry,2009,28(12):2598-2609.

[14]Korniyev D,Logan B A,Payton P,et al. Enhanced photochemical light utilization and decreased chilling-induced photoinhibition of photosystem II in cotton overexpressing genes encoding chloroplast-targeted antioxidant enzymes[J]. Physiologia Plantarum,2001,113(3):323-331.

[15]马淑英,尹田夫,宋海星,等.低温对不同耐冷大豆萌发种子游离脯氨酸变化的影响[J].吉林农业科学,1998(4):90-92.

收及其在亚细胞中的分布,减少了黄瓜对 Ca、K 的吸收^[7]。关于蔗糖对植株矿质元素吸收的影响报道较少。本试验研究喷施外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣矿质元素吸收的影响,探索外源蔗糖增强作物耐盐性的作用机制,旨在为减轻 NO₃⁻ 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 2014 年 2—4 月在华南农业大学园艺学院试验基

地温室内进行。供试品种为耐抽薹意大利叶用莴苣。2014 年 2 月 26 日播种,用海绵块进行育苗,当幼苗长到 2 叶 1 心期时,选取生长一致的健壮幼苗移至盛 36 L 营养液的泡沫箱中,每箱 18 株。营养液大量元素采用 1/2 霍格兰配方,微量元素为通用配方。试验共设 3 个处理(表 1)。定植缓苗 5 d 后开始 NO₃⁻ 胁迫处理。胁迫初期,为防止盐毒害,每天往含有 7.5 mmol/L NO₃⁻ 的营养液中加入 16.875 mmol/L NO₃⁻,共加 4 d,使胁迫处理的总 NO₃⁻ 浓度达 75 mmol/L,营养液 pH 值保持在 6.0 左右。取样时间为第 3 次喷糖后的第 9 天即采收期。

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 mmol/L NO ₃ ⁻) + 喷施清水	采用叶面喷施,每箱约喷施 250 mL,使叶面充分淋湿	分别在达到处理浓度的第 1 天、第 8 天、第 18 天喷施,共 3 次
T1	NO ₃ ⁻ 胁迫(75 mmol/L NO ₃ ⁻) + 喷施清水		
T2	NO ₃ ⁻ 胁迫(75 mmol/L NO ₃ ⁻) + 喷施 3 mmol/L 蔗糖		

1.2 方法

用天平称量叶用莴苣地上部鲜质量;地上部放入烘箱中,105 ℃杀青 15 min,80 ℃下烘至恒质量,用万分之一分析天平称取干质量;采用硫酸-双氧水消煮-钼钼黄比色法^[8]测定全磷含量;采用硫酸-双氧水消煮-火焰原子吸收分光光度法^[8]测定全钾含量;采用干灰化-稀盐酸溶解-火焰原子吸收分光光度法^[9]测定钙、镁、铁含量。

1.3 数据处理

采用 SPSS 17.0 软件分析数据,采用 Excel 2003 软件作图。

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

由图 1 可知,与 CK 相比,T1 处理下叶用莴苣地上部鲜质量、干质量均降低,地上部鲜质量显著降低了 36.56%,地上部干质量降低了 8.24%,说明 NO₃⁻ 胁迫可显著抑制叶用莴苣的生长,降低了叶用莴苣地上部干质量、鲜质量。与 T1 相

比,T2 处理叶用莴苣地上部鲜质量、干质量均增加,地上部鲜质量显著增加了 20.94%,地上部干质量增加了 16.69%,说明外源蔗糖可显著缓解 NO₃⁻ 胁迫对叶用莴苣生长的抑制。

2.2 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣中矿质元素含量的影响

由表 2 可知,与 CK 相比,T1 处理叶用莴苣中 P、Mg 含量显著降低,分别降低了 21.98%、42.18%;与 T1 相比,T2 处理叶用莴苣 P、Mg 含量显著增加了 2.38%、2.52%。叶用莴苣中 Ca 含量变化规律为 T1 > CK > T2,与 T1 相比,T2 处理显著降低了植株中 Ca 含量。叶用莴苣中 K 含量的变化规律为 T2 > T1 > CK,与 CK 相比,T1 显著增加了 2.95%;与 T1 相比,T2 处理下叶用莴苣中 K 含量显著增加。与 CK 相比,T1、T2 处理下叶用莴苣中 Fe 含量显著降低,分别降低了 11.07%、17.74%;与 T1 相比,T2 处理显著降低了叶用莴苣中 Fe 含量。

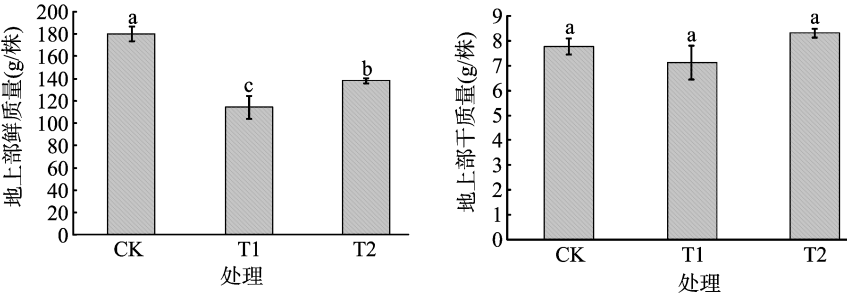


图 1 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣生长的影响

表 2 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣中矿质元素含量的影响

处理	P 含量(mg/g)	K 含量(mg/g)	Ca 含量(mg/g)	Mg 含量(mg/g)	Fe 含量(mg/kg)
CK	6.46 ± 0.01a	68.37 ± 0.05c	10.12 ± 0.01b	2.75 ± 0.002a	146.37 ± 0.58a
T1	5.04 ± 0.01c	70.39 ± 0.11b	10.30 ± 0.04a	1.59 ± 0.004c	130.16 ± 1.26b
T2	5.16 ± 0.01b	72.59 ± 0.25a	9.83 ± 0.01c	1.63 ± 0.020b	120.41 ± 1.79c

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著,下表同。

2.3 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣中矿质元素积累量的影响

由表 3 可知,与 CK 相比,T1 处理下叶用莴苣中 P、K、Ca、

Mg、Fe 的积累量显著降低,分别降低了 28.45%、5.52%、6.60%、47.28%、18.42%;与 T1 相比,T2 处理下叶用莴苣中 P、K、Ca、Mg、Fe 的积累量显著增加,分别增加了 19.51%、

表 3 外源蔗糖对 NO₃⁻ 胁迫下叶用莴苣中矿质元素积累量的影响

处理	P 积累量 (mg/株)	K 积累量 (mg/株)	Ca 积累量 (mg/株)	Mg 积累量 (mg/株)	Fe 积累量 (mg/株)
CK	50.22 ± 0.09a	531.20 ± 0.37b	78.63 ± 0.04b	21.34 ± 0.01a	1.14 ± 0.005a
T1	35.93 ± 0.08c	501.89 ± 0.80c	73.44 ± 0.30c	11.25 ± 0.03c	0.93 ± 0.009c
T2	42.94 ± 0.04b	603.92 ± 2.11a	81.81 ± 0.09a	13.60 ± 0.16b	1.00 ± 0.01b

20.33%、11.40%、20.89%、7.53%。

3 结论与讨论

生物量是植物对盐胁迫响应的综合体现。盐胁迫条件下,植株碳同化减少,渗透调节和维持生长耗能增加,植株生长受到抑制^[10]。本试验结果表明,硝酸盐胁迫下,叶用莴苣的生长受到显著抑制,外源蔗糖能缓解硝酸盐胁迫对叶用莴苣生长的抑制作用。盐胁迫打破了植株体内离子平衡,因此保持植物体及细胞内的离子平衡对植物正常生长发育至关重要^[11]。盐逆境下,植物体内的离子含量发生改变,原有的离子平衡关系被破坏,对植物的生理作用产生不利影响^[12]。硝酸盐胁迫下,黄瓜叶片中 Ca、K 含量增加,Fe、Mg 含量降低^[7]。在逆境条件下,大量 Ca²⁺ 进入植物细胞质中,会破坏细胞正常代谢^[13-14]。细胞中钙含量增加,会与细胞质中磷酸根发生沉淀反应,扰乱以无机磷为基础的能量代谢系统^[15]。本研究结果表明,硝酸盐胁迫下,植株体内 Ca 含量显著增加,磷含量显著降低。外源蔗糖降低了叶用莴苣中 Ca²⁺ 含量,提高了植株中 P 的含量,维持了植株的离子平衡。K⁺ 能调节气孔关闭,当植株体内积累大量 K⁺ 时,提高细胞的渗透势,从而提高植株的耐盐性^[16]。外源蔗糖提高了叶用莴苣中 K⁺ 的含量,提高了植株的渗透势,增强了植株的耐盐性。但由于离子间的拮抗,Ca²⁺ 可有效地与 Mg²⁺ 竞争,抑制了对 Mg²⁺ 的吸收,降低了植株中 Mg²⁺ 的含量^[17]。Mg 不仅是叶绿素、酶等重要组成成分,Mg²⁺ 对植物液泡离子通道及叶绿体 RNA 的稳定性都有重要的调控作用^[18]。Fe 在植物内参与氮素代谢、有机酸代谢、碳水化合物代谢及原生质形状等许多生理过程^[19]。Fe 还参与活性氧代谢,缺乏直接影响活性氧在体内积累,促进植株衰老^[20]。本试验结果表明,硝酸盐胁迫显著降低了植株中 Mg、Fe 的含量,外源蔗糖可以显著提高植株中 Mg 的含量,进而促进盐胁迫下植株的光合作用,维持了正常代谢,从而缓解盐胁迫对植株的伤害,但外源蔗糖不能提高植株中 Fe 的含量。综上所述,硝酸盐胁迫显著抑制了叶用莴苣的生长,影响矿质元素在植株中的含量,并降低元素的积累量,破坏了叶用莴苣矿质元素离子之间的平衡;外源蔗糖可缓解硝酸盐胁迫对叶用莴苣生长的抑制作用,并提高了各矿质元素的积累量,说明外源蔗糖可通过影响矿质元素的吸收积累,维持离子之间的平衡,减轻硝酸盐胁迫对叶用莴苣的毒害作用。

参考文献:

[1] 范庆锋,张玉龙,陈 重,等. 保护地土壤盐分积累及其离子组成对土壤 pH 值的影响[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(1):16-20.
[2] Yu B J, Luo Q Y, Liu Y L. Retransportation of ions in glycine max seedlings under NaCl stress [J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology,2003,29(1):39-44.

[3] Ma C I, Liu X H, Wang X P, et al. Study on the growth and characteristics of mineral nutrition and ion absorption of pomelo seedlings under salt stress[J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science,2004,10(3):319-323.
[4] 赵 旭,王林权,周春菊,等. 盐胁迫对四种基因型冬小麦幼苗 Na⁺、K⁺ 吸收和积累的影响[J]. 生态学报,2007,27(1):205-213.
[5] Shin L H, Yu C C, Wu F T. Sugar coordinately and differently regulates growth and stress-related gene expression via a complex signal transduction network and multiple control mechanism [J]. Plant Physiology,2001,125(2):877-890.
[6] 王春燕,郭玉佳,张晓倩,等. 不同浓度 NaCl 胁迫下 γ-氨基丁酸对黄瓜幼苗生长及矿质元素吸收的影响[J]. 北方园艺,2014(3):5-8.
[7] 高青海. LaCl₃ 缓解黄瓜硝酸盐胁迫生理机制的研究[D]. 泰安:山东农业大学,2008.
[8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
[9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
[10] 刘 庆,董元杰,刘 双,等. 外源 SA 对盐胁迫下棉花幼苗生长、叶绿素含量及矿质元素吸收的影响[J]. 水土保持学报,2013,27(6):167-171.
[11] 王素平,贾永霞,郭世荣,等. 多胺对盐胁迫下黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 幼苗体内 K⁺、Na⁺ 和 Cl⁻ 含量及器官间分布的影响[J]. 生态学报,2007,27(3):1122-1129.
[12] Ruiz D, Martinez V, Cerdà A. Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake[J]. Tree Physiology,1997,17(3):141-150.
[13] Belyavskaya N A. Ultrastructure and calcium balance in meristem cells of pea roots exposed to extremely low magnetic fields [J]. Advances in Space Research,2001,28(4):645-650.
[14] 王风茹. 水分胁迫及复水过程中小麦叶片内钙的定位[J]. 植物生理学报,2000,26(4):280-282.
[15] Hepler P K, Wayne R O. Calcium and plant development [J]. Ann Rev Plant Physiol,1985,14:397-439.
[16] 魏永胜,梁宗锁,田亚梅. 土壤干旱条件下不同施钾水平对烟草光合速率和蒸腾效率的影响[J]. 西北植物学报,2002,22(6):1330-1335.
[17] 赵立琴,龚振平,马春梅. 干旱胁迫对大豆叶片矿质元素含量和积累量影响[J]. 东北农业大学学报,2013,44(2):12-16.
[18] Graschopf A, Stadler J A, Hoellerer M K, et al. The yeast plasma membrane protein Alr1 controls Mg²⁺ homeostasis and is subject to Mg²⁺-dependent control of its synthesis and degradation [J]. Journal of Biological Chemistry,2001,276(19):16216-16222.
[19] Tong Y A, Fan F, Korcak R F, et al. Effect of micronutrients, phosphorous and chelator to iron ratio on growth chlorosis and nutrition of apple seedlings [J]. Journal of Plant Nutrition, 1999, 9(23):1115-1132.
[20] Abadla J. Leaf responses to Fe deficiency: a review [J]. J Plant Nutr,1992,15:1614-1639.