

高攀,郭世荣,阳燕娟,等. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对白籽南瓜嫁接黄瓜幼苗生长及膜透性的影响[J]. 江苏农业科学,2013,41(11):157-159.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对白籽南瓜嫁接黄瓜幼苗生长及膜透性的影响

高攀^{1,2}, 郭世荣¹, 阳燕娟^{1,2}, 邢雯雯^{1,2}, 李鹤^{1,2}, 严蓓^{1,2}

(1. 南京农业大学园艺学院/农业部南方蔬菜遗传改良重点开放实验室, 江苏南京 210095;

2. 南京农业大学(宿迁)设施园艺研究院, 江苏宿迁 223800)

摘要:以白籽南瓜(*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*)品种青砧 1 号为砧木, 黄瓜品种津优 3 号为接穗, 采用 1/2 Hoagland 营养液栽培, 研究了 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下对黄瓜幼苗生长、渗透调节特性和质膜透性的影响。结果表明, 80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫显著降低了黄瓜自根嫁接苗根系干重、地上部干重、叶面积和茎粗, 白籽南瓜嫁接可显著缓解 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对黄瓜幼苗的伤害和生长的抑制, 促进黄瓜幼苗的生长; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫 48 h, 自根嫁接苗叶片的相对电导率显著增加, 白籽南瓜嫁接的黄瓜幼苗叶片相对电导率增加幅度显著降低, 叶片质膜完整性较好; 自根嫁接苗叶片内游离脯氨酸含量和可溶性蛋白含量变化不显著, 可溶性糖含量显著增加; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫显著增加了白籽南瓜嫁接黄瓜苗叶片中游离脯氨酸的含量及其应答灵敏度, 提高了嫁接黄瓜叶片的可溶性糖含量, 从而显著增强了黄瓜嫁接苗的渗透调节能力, 增强了黄瓜幼苗的耐盐性。

关键词:嫁接; 黄瓜; 白籽南瓜; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫; 渗透调节; 膜透性

中图分类号: S642.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)11-0157-03

随着园艺设施的迅速发展, 设施蔬菜栽培面积不断扩大, 已成为农民增收的重要途径之一。然而, 由于设施环境相对密闭, 得不到雨水的充分淋洗, 土壤中盐分不能随雨水冲刷流失或淋溶渗透到深层土壤中去, 加之设施内温度较高, 土壤水分蒸发较多, 土壤水分平衡和生态环境受到破坏; 另外, 由于生产者肥水管理粗放和过量施用化学肥料, 导致设施土壤次生盐渍化现象严重^[1-2]。研究发现, 设施土壤次生盐渍化的盐分组成特点与滨海及内陆盐土不同, 主要阳离子为 Ca^{2+} , 占土壤盐分阳离子总量的 60% 以上, 阴离子以 NO_3^- 为主, 约占阴离子总量的 67% ~ 76%^[3], 土壤中 Ca^{2+} 和 NO_3^- 的过量积累已成为设施蔬菜栽培的主要障碍因子。

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)是设施栽培的主要蔬菜作物之一, 在中国蔬菜栽培中占有重要地位, 其根系脆弱, 对环境条件要求比较严格, 对盐胁迫的抗性较弱, 设施土壤次生盐渍化已严重影响了黄瓜的产量和品质, 克服设施土壤次生盐渍化是当前日光温室黄瓜生产中亟待解决的主要问题^[4]。利用耐盐砧木进行嫁接栽培是提高蔬菜耐盐性的有效途径^[5]。 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下, 茄子嫁接苗良好的活性氧清除机制保护了植株细胞膜的完整性, 使其对胁迫表现出较高的忍耐性^[6]; 白籽南瓜作为砧木嫁接的黄瓜, 可调节黄瓜植株体内的氮素代谢, 提高渗透能力, 有效缓解 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对黄瓜

植株的伤害^[7]。史庆华等认为, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 主要通过降低土壤水势造成生理干旱而影响生长^[8], 盐胁迫初期对植物产生的主要伤害是生理干旱造成植株吸水困难, 进而导致渗透胁迫, 原生质膜成为侵害的首要部位。细胞膜透性的变化往往表明外界因素对植物细胞的影响, 因此, 细胞膜差别透性的变化常用作植物抗性研究的主要生理指标。

本试验以营养液栽培白籽南瓜为砧木嫁接黄瓜苗和自根嫁接黄瓜苗为试材, 研究 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下叶片质膜透性及渗透调节特性的差异, 探讨嫁接换根增强黄瓜幼苗耐 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫的生理生化基础, 为利用黄瓜嫁接克服设施土壤次生盐渍化提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试黄瓜品种为津优 3 号, 由天津科润黄瓜研究所提供; 砧木为耐盐性较强的白籽南瓜品种青砧 1 号(*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*)^[9], 由青岛市农业科学院提供。

1.2 方法

1.2.1 试材培育 选取饱满、整齐一致的白籽南瓜种子和黄瓜种子, 经消毒、浸种、催芽后, 播于装有石英砂的 50 孔穴盘中, 保持昼夜温度 25 ~ 30 °C/15 ~ 18 °C; 种子出苗后浇灌 1/2 Hoagland 营养液, 待白籽南瓜和黄瓜种子“破土”出苗时播种黄瓜接穗种子; 砧木第 1 片真叶刚展开、接穗 2 片子叶展平时, 采用插接法嫁接, 然后置于塑料小拱棚中, 前 3 d 遮光保温、保湿, 昼夜温度 25 ~ 30 °C/18 ~ 20 °C, 湿度 95% 以上; 3 d 后逐渐通风见光, 7 ~ 10 d 嫁接成活后按正常苗管理。

1.2.2 试验处理 嫁接苗 2 叶 1 心时, 挑选整齐一致的嫁接苗定植于装有 1/2 Hoagland 营养液的 65 L 水槽内进行预培

收稿日期: 2013-04-02

基金项目: 教育部高校博士点基金(编号: 20100097110001)。

作者简介: 高攀(1988—), 女, 河北衡水人, 硕士, 研究方向为设施园艺与无土栽培。E-mail: 2011104058@njau.edu.cn.cn。

通信作者: 郭世荣, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事设施园艺与无土栽培研究。E-mail: srguo@njau.edu.cn。

养,每水槽 36 株,调节营养液 pH 为 6.5 ± 0.1 ,EC 值为 $2.2 \sim 2.5$ mS/cm,气泵 40 min/h 间歇通气。幼苗 3 叶 1 心时,使用 1/2Hoagland 营养液进行栽培处理:①栽培自根嫁接苗(对照 1,ZC);②栽培自根嫁接苗,同时用 80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 处理(ZN);③栽培白籽南瓜嫁接苗(对照 2,YC);④栽培白籽南瓜嫁接苗,同时用 80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 处理(YN)。处理后每 3 d 更换 1 次营养液,试验重复 3 次,随机排列。

1.2.3 测定项目与方法 分别于处理后 6、12、24、36、48 h 取嫁接黄瓜幼苗生长点下第 2 片完全展开叶,用去离子水快速冲洗掉灰尘和盐分,吸水纸吸干水分,测定其相对电导率及脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白含量,重复测定 3 次。相对电导率即叶片质膜透性测定参照陈建勋等方法^[10];游离脯氨酸含量测定参照李合生的方法^[11];可溶性糖测定采用蒽酮比色法^[12];可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G250 法。

9 d 后取各处理植株 6 株,用游标卡尺测定黄瓜幼苗茎粗,用美国产 LI-3100C 测定生长点下第 2 片完全展开叶叶面积,并将植株从嫁接结合部切断,分别装在不同纸袋中,放入烘箱中 105 ℃杀青 15 min,再在 75 ℃烘至恒重,称其干重。

1.3 统计分析

数据采用 SAS 9.2 软件进行统计,用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对黄瓜幼苗生长的影响

由表 1 可知,白籽南瓜嫁接苗(YC)根系干重、地上部干重、叶面积和接穗茎粗分别比自根嫁接苗(ZC)升高了 28.61%、77.34%、37.64%和 12.01%; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫处理 9 d 后,自根嫁接苗(ZN)根系干重、地上部干重、叶面积和接穗茎粗比对照 1(ZC)降低了 26.47%、44.11%、12.73%和 14.69%,而白籽南瓜嫁接苗(YN)根系干重、地上部干重、叶面积和接穗茎粗比对照 2(YC)降低了 16.42%、9.35%、3.19%和 10.21%,黄瓜幼苗生长抑制程度得到显著缓解,白籽南瓜嫁接增强了黄瓜幼苗对 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫的耐性。

表 1 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对不同处理黄瓜幼苗生长的影响

处理	根系干重	地上部干重 (g)	叶面积 (cm ²)	茎粗 (cm)
ZC	0.374 ± 0.03b	1.580 ± 0.04c	63.857 ± 4.11c	0.708 ± 0.11b
ZN	0.275 ± 0.07e	0.883 ± 0.19d	55.727 ± 2.42d	0.604 ± 0.07e
YC	0.481 ± 0.06a	2.802 ± 0.32a	87.893 ± 6.22a	0.793 ± 0.13a
YN	0.402 ± 0.02b	2.540 ± 0.12b	85.090 ± 4.35b	0.712 ± 0.03b

注:同列中不同字母表示 5% 差异显著水平。

2.2 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对黄瓜幼苗叶片质膜透性的影响

白籽南瓜嫁接苗与自根嫁接苗在 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫处理 48 h 内,黄瓜幼苗叶片的质膜透性无显著差异。由图 1 可知, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下,自根嫁接苗叶片的质膜透性增加,白籽南瓜嫁接苗叶片质膜透性的增加程度小于自根嫁接苗,白籽南瓜嫁接显著缓解了胁迫对黄瓜幼苗的伤害,保持了其叶片质膜较好的完整性。

2.3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对黄瓜幼苗叶片渗透调节物质的影响

由图 2 可知,未进行 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫处理,白籽南瓜嫁接

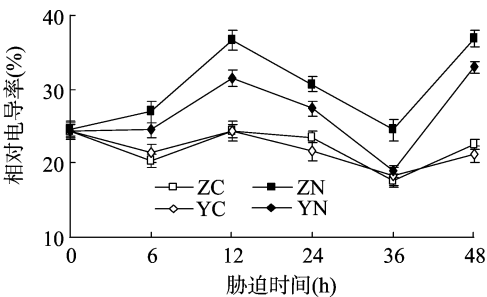


图 1 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对白籽南瓜嫁接黄瓜幼苗叶片质膜透性的影响

苗和自根嫁接苗叶片脯氨酸含量随时间的变化并不显著;80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下,自根嫁接苗叶片脯氨酸含量随时间的变化与其对照无显著差异,且随胁迫处理时间的延长无显著变化,直至胁迫 48h 才显著增加,应答反应较为迟缓;80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下,白籽南瓜嫁接苗叶片脯氨酸含量先上升后下降,与自根嫁接苗相比,白籽南瓜嫁接苗叶片脯氨酸含量对 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫的应答更为灵敏,这对其缓解 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 造成的渗透胁迫起到了至关重要的作用。

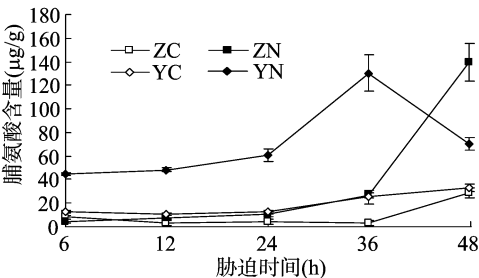


图 2 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对白籽南瓜嫁接黄瓜幼苗叶片脯氨酸含量的影响

由图 3 可知,2 种嫁接苗在未进行 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫处理时,黄瓜幼苗叶片可溶性糖含量随时间有稍微变化,且二者之间差异不明显,这可能是植物自身代谢随时间而发生变化的缘故;在 80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下,黄瓜幼苗叶片可溶性糖含量随胁迫时间的延长显著增加,白籽南瓜嫁接苗叶片可溶性糖的上升幅度显著大于自根嫁接苗, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下,白籽南瓜嫁接黄瓜可积累较多的可溶性糖,更好地缓解渗透胁迫伤害。

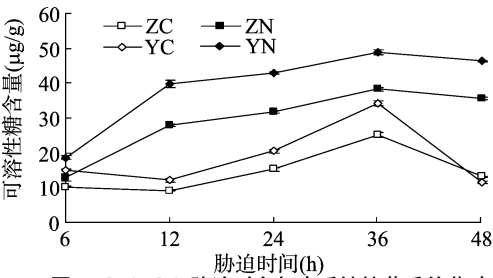


图 3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对白籽南瓜嫁接黄瓜幼苗叶片可溶性糖含量的影响

由图 4 可知,未进行 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫处理时,2 种嫁接苗(YC 和 ZC)叶片可溶性蛋白含量随处理时间的变化不显著,且二者之间差异也不显著;80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫 48 h 内,YN 与 ZN 叶片可溶性蛋白含量随处理时间的变化也不显著,且与各自对照之间的差异不显著。

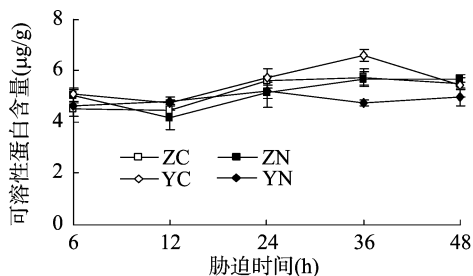


图4 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对白籽南瓜嫁接黄瓜幼苗叶片可溶性蛋白含量的影响

3 小结与讨论

高盐对蔬菜作物的伤害体现在幼苗生长受到抑制、生物量积累下降。本试验结果表明,80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫降低了自根嫁接苗与白籽南瓜嫁接苗的根系与地上部干重、叶面积和茎粗,这与前人的研究结果一致^[13-14],但白籽南瓜嫁接苗受抑制程度显著低于自根嫁接苗,说明白籽南瓜嫁接黄瓜可提高植株的 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫耐性。

细胞膜是细胞与外界环境的界面,盐胁迫使膜的完整性受到破坏,物质渗透增加,从而造成细胞膨压丧失,胞内可溶性物质渗漏^[15],导致细胞严重脱水。渗透胁迫是盐胁迫对植物造成伤害的重要原因之一^[16]。研究表明,质膜膜脂物理性状改变可能是植物感受渗透胁迫的原初响应,细胞膜是逆境对植物伤害的原初位点,胁迫对质膜的伤害尤为严重^[17]。本试验结果表明, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫使自根嫁接苗叶片质膜透性显著增加,而白籽南瓜嫁接黄瓜显著缓解了 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对黄瓜幼苗叶片质膜透性的破坏,可保持黄瓜叶片质膜的完整性。

渗透调节是植物适应盐胁迫的基本特征之一。盐胁迫下,植物通过合成和吸收积累渗透调节物质,维持高的细胞质渗透压,以保证细胞的正常生理功能抵御盐胁迫,脯氨酸、可溶性糖等是植物体内主要的渗透调节物质,这些物质的积累便于植物在高盐条件下对水分的吸收,以保证细胞的正常生理功能^[18]。张云起等研究发现,盐处理后,西瓜植株体内游离脯氨酸含量增加^[19];陈淑芳等试验结果表明,番茄嫁接苗与自根苗在盐胁迫下,脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白质含量均有增加,但嫁接苗高于自根苗,渗透调节能力相对较强,叶片中可溶性蛋白质含量的变化尤为显著,可能与盐胁迫蛋白合成有关^[20]。本试验结果表明,80 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫条件下,嫁接苗叶片的可溶性糖含量显著增加,而白籽南瓜嫁接黄瓜幼苗叶片可溶性糖含量增加更为显著;自根嫁接苗叶片内脯氨酸对 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫的应答较为迟缓,而白籽南瓜嫁接苗(YN)叶片内脯氨酸对 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫的应答较为灵敏,其含量先升高后降低; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫处理的2种嫁接苗,其可溶性蛋白含量与相应对照无显著差异,可能是由于盐胁迫蛋白的合成与积累需要较长时间的缘故。

综上所述,白籽南瓜嫁接可提高黄瓜叶片内脯氨酸和可溶性糖等渗透物质的含量,从而保持幼苗叶片质膜的相对完整,增强幼苗对 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫的耐性。

参考文献:

[1] Kitamura Y, Yano T, Honna T, et al. Causes of farmland salinization

and remedial measures in the Aral Sea basin; research on water management to prevent secondary salinization in rice-based cropping system in arid land [J]. Agricultural Water Management, 2006, 85 (1/2): 1-14.

- [2] Ju X T, Kou C L, Christie P, et al. Changes in the soil environment from excessive application of fertilizers and manures to two contrasting intensive cropping systems on the North China Plain [J]. Environmental Pollution, 2007, 145 (2): 497-506.
- [3] 童有为, 陈淡飞. 温室土壤次生盐渍化的形成和治理途径研究 [J]. 园艺学报, 1991, 18 (02): 159-162.
- [4] 高俊杰. 低温胁迫和盐胁迫下嫁接黄瓜 (*Cucumis sativus* L.) 抗氧化的分子机制 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2008.
- [5] Asins M J, Bolarín M C, Pérez-Alfocea F, et al. Genetic analysis of physiological components of salt tolerance conferred by *Solanum* rootstocks. What is the rootstock doing for the scion? [J]. Theoretical and Applied Genetics, 2010, 121 (1): 105-115.
- [6] 魏国平, 唐于银, 朱月林, 等. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对茄子嫁接苗叶片活性氧代谢和膜脂过氧化的影响 [J]. 江苏农业科学, 2012, 40 (10): 140-143.
- [7] 王丽萍, 孙锦, 郭世荣, 等. 白籽南瓜嫁接对不同盐胁迫下黄瓜幼苗氮代谢和蛋白表达的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18 (3): 689-698.
- [8] 史庆华, 朱祝军, Al-aghabary K, 等. 等渗 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 NaCl 胁迫对番茄光合作用的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10 (2): 188-191.
- [9] 王丽萍, 孙锦, 郭世荣, 等. 等渗 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 NaCl 胁迫对黄瓜砧用南瓜幼苗生长和活性氧代谢的影响 [J]. 西北植物学报, 2011, 31 (10): 2045-2051.
- [10] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导 [M]. 广东: 华南理工大学出版社, 2002: 115-116.
- [11] 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, 2001: 258-260.
- [12] 邹琦. 植物生理生化实验指导 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 68-97.
- [13] 张古文, 朱月林, 刘正鲁, 等. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫对嫁接番茄生长、抗氧化酶活性和活性氧代谢的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2008, 14 (3): 527-532.
- [14] 金春燕, 孙锦, 郭世荣. 外源亚精胺对 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 胁迫下黄瓜幼苗生长和活性氧代谢的影响 [J]. 西北植物学报, 2010, 30 (8): 1627-1633.
- [15] Mahajan S, Tuteja N. Cold, salinity and drought stresses: an overview [J]. Archives of Biochemistry and Biophysics, 2005, 444 (2): 139-158.
- [16] 吴敏, 薛立, 李燕. 植物盐胁迫适应机制研究进展 [J]. 林业科学, 2007, 43 (8): 111-117.
- [17] 张新春, 庄炳昌, 李自超. 植物耐盐性研究进展 [J]. 玉米科学, 2002, 10 (1): 50-56.
- [18] Flowers T J. Improving crop salt tolerance [J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55: 307-319.
- [19] 张云起, 刘世琦, 王海波. 耐盐砧木嫁接对西瓜幼苗抗盐特性的影响 [J]. 上海农业学报, 2004, 20 (3): 62-64.
- [20] 陈淑芳, 朱月林, 刘友良, 等. NaCl 胁迫对番茄嫁接苗保护酶活性、渗透调节物质含量及光合特性的影响 [J]. 园艺学报, 2005, 32 (4): 609-613.