

外源乙烯对盐胁迫下番茄种子萌发与幼苗生长的影响

符秀梅, 李小靖, 吴 辉, 朱红林, 韩 杜, 夏幽泉, 陈银华*

(海南大学 农学院, 海南 海口 570228)

摘要: 研究了外源乙烯对不同浓度盐(NaCl)胁迫下番茄种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明: 施加外源乙烯($>5\text{ mmol/L}$)抑制番茄幼苗的生长, 加重了幼苗受盐胁迫伤害的程度, 幼苗体内游离脯氨酸的含量显著增加, 可溶性蛋白质含量呈下降趋势。总体而言, 外源乙烯不利于番茄在盐胁迫下生长。

关键词: 番茄; 乙烯; 盐胁迫; 萌发; 幼苗生长

中图分类号: S641.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2010)04-0079-04

Effects of Exogenous Ethylene on Germination and Seeding Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) Under NaCl Stress

FU Xiu-mei, LI Xiao-jing, WU Hui, ZHU Hong-lin, HAN Du, XIA You-quan, CHEN Yin-hua*

(College of Agriculture, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: The seed germination and seeding growth of tomato under salt stress were inhibited by application of exoethylene, the salt-injury symptoms were accentuated. The content of the free proline increased and the content of soluble protein decreased with the level of exogenous ethylene. In general, the exogenous ethylene was disadvantaged to the growth of tomato under salt stress.

Key words: Tomato; Ethylene; Salt stress; Germination; Seeding growth

目前, 世界上存在着不同类型的盐碱地 10 亿 hm^2 , 约占全球可耕地面积的 10%^[1]。其中我国约 2.31 万 hm^2 , 主要分布在新疆、甘肃等西北干旱半干旱地区。国内外研究表明, 生物措施是改良、开发、利用盐碱地的最佳方法^[2,3]。番茄 (*Lycopersicon esculentum*) 是我国常见的主要蔬菜之一, 在“菜篮子”工程中占有重要地位, 以番茄为材料, 研究植物的耐盐性, 对利用盐渍化土壤进行蔬菜周年生产以及提高番茄的经济价值具有重要意义。

随着对耐盐机制研究的逐渐深入, 人们发现一

些植物激素可提高植物耐盐性, 抵消盐分胁迫的影响, 促进植物生长, 如赤霉素(GA_3)可促进盐渍条件下植物生长, 抵消盐分对菜豆光合作用及运输的抑制作用^[4]。近几年的研究发现^[5], 各种环境胁迫都能引起逆境乙烯的增加, 如低温、水、盐、干旱等。推测其产生的原因有 2 种: 一种认为, 逆境乙烯的产生是植物受害后的反应, 它的出现会加重植物体所受的伤害, 可通过降低乙烯的量来提高植物的抗逆性; 另一种认为, 逆境乙烯的产生是植物在逆境中的一种适应性反应, 它可能在植物对逆境胁迫的感受和

收稿日期: 2009-11-17

基金项目: 海南省自然科学基金项目(80540, 80612); 海南省教育厅高等学校科研项目(Hj200607); 海南大学博士启动基金; 教育部重点项目(207092)

作者简介: 符秀梅(1985-), 女, 江西德兴人, 在读硕士研究生, 研究方向: 抗逆植物资源利用。

*通讯作者: 陈银华(1976-), 男, 安徽安庆人, 副教授, 博士, 主要从事植物抗逆分子生物学研究。E-mail: yhchenhu@126.com

适应中通过启动和调节某些逆境相关的基因表达,诱导抗逆性的产生^[6,7]。但对乙烯在植物抵抗盐胁迫中的作用原理尚缺乏全面认识。本课题组人员前期对不同番茄品种的 NaCl 胁迫浓度进行研究,确定了不同耐盐能力的番茄种子的 NaCl 临界浓度为 10 mmol/L。在此基础上,研究 2 个耐盐能力不同的番茄品种在 NaCl 处于临界浓度时,外源乙烯对其生长发育的影响,期望为番茄耐盐的化学调控机制研究提供一些理论基础和实践依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试番茄品种为台湾 101、天皇明星,二者均为常规品种,由海南省海口蔬菜种子公司提供。台湾 101 的耐盐能力明显强于天皇明星。将种子以 1% H₂O₂ 消毒 10 min,在培养皿底部垫滤纸,加处理溶液(分别以 0(对照)、5、10、15 mmol/L 的乙烯利配成 10 mmol/L 单盐(NaCl)的混合液)至滤纸润湿,每个培养皿放入 20 粒番茄种子,在人工气候箱中培养,温度为 (25±1)℃,每天光照 12 h,相对湿度 75%,光照强度 100 μmol/(m²·s)。每日补充蒸发的水分,使试验中溶液浓度保持相对不变。各处理及测定均设 3 次重复。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 形态指标测定 发芽率以发芽至第 6 天(此后发芽率已不变)的发芽种子数计算,株高为根颈部到生长点的实测长度;茎粗以生长点下 2 cm 为基准;吸干幼苗表面水珠,测定整株鲜质量;将鲜样置于 50℃ 的烘箱烘干,测定干质量。株高、茎粗、鲜质量、干质量为同一批次样品。

1.2.2 游离脯氨酸、可溶性蛋白质含量测定 取幼苗叶片,采用邹琦的酸性茚三酮法测定游离脯氨酸含量^[7];参照文树基的考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白含量,以牛血清白蛋白作标准曲线^[8]。

1.3 数据统计分析

数据处理采用 Excel 软件,统计分析采用 DPS 数据处理软件。

2 结果与分析

2.1 不同浓度乙烯处理液对 NaCl 胁迫下番茄幼苗形态指标的影响

2.1.1 发芽率 由图 1 可知,10 mmol/L 的 NaCl

处理下,番茄种子的萌发受阻。与对照相比,随着外源乙烯浓度的增加,台湾 101、天皇明星的发芽率均明显下降;从总趋势上来看,台湾 101 的发芽率高于天皇明星,施加 15 mmol/L 外源乙烯后,台湾 101 的发芽率为 45%,天皇明星的发芽率为 20%。以外源乙烯浓度为 X1,台湾 101、天皇明星的发芽率分别为 X2, X3,进行相关分析,结果表明,外源乙烯浓度与台湾 101 发芽率的相关系数为 -0.96(P<0.05);与天皇明星的相关系数为 -0.96(P<0.05)。2 种番茄材料的发芽率与外源乙烯浓度的相关程度都达到显著性水平(P<0.05)。可见,外源乙烯加重了盐胁迫对番茄种子萌发的抑制程度。

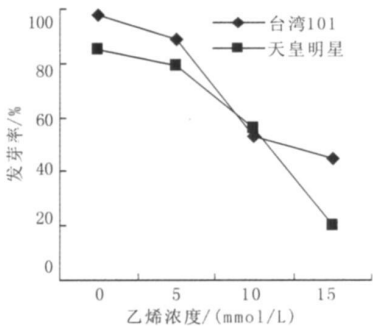


图 1 不同浓度乙烯处理液对 10 mmol/L NaCl 胁迫下番茄种子发芽率的影响

2.1.2 株高 在胁迫条件下,种子发芽后第 28 天,与单盐胁迫对照相比较,施加乙烯后的台湾 101 和天皇明星的株高均下降,但是随着乙烯浓度的升高,2 种材料的株高均无显著变化(图 2)。

施加外源乙烯处理后幼苗株高与对照之间差异均达到显著水平(P<0.05);乙烯浓度为 5 mmol/L 时,幼苗株高最低,之后随着乙烯浓度的升高,株高不再发生明显变化。可见,在一定的浓度范围内,外源乙烯加重了盐胁迫对株高的抑制程度。

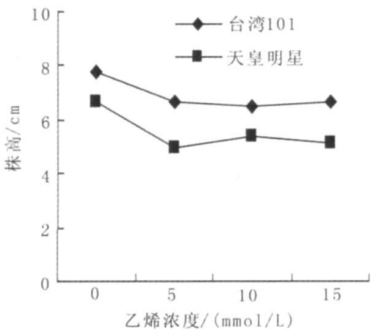


图 2 不同浓度乙烯处理液对 10 mmol/L NaCl 胁迫下番茄幼苗株高的影响

2.1.3 茎粗 从图 3 可以看出,施加外源乙烯后,2 个材料幼苗茎粗显著下降,表明外源乙烯的添加抑制了幼苗茎的生长。2 个材料茎粗在施加外源乙烯处理后与对照相比,差异均达到了显著水平($P<0.05$),但不同浓度乙烯处理之间差异未达到显著水平($P>0.05$)。

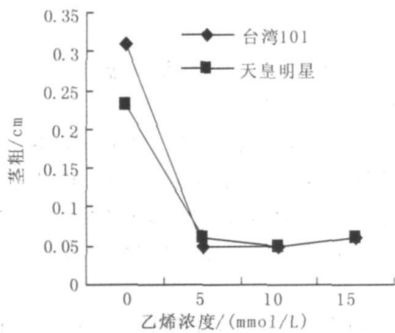


图 3 不同浓度乙烯处理液对 10 mmol/L NaCl 胁迫下番茄幼苗茎粗的影响

2.1.4 鲜质量 从图 4 可以看出,随着外源乙烯浓度的升高,2 个材料幼苗鲜质量都呈明显下降趋势。总体而言,台湾 101 的表现要优于天皇明星。乙烯处理使番茄幼苗生长受到抑制,使幼苗受盐胁迫伤害的症状加重。乙烯浓度为 5 mmol/L 和 10 mmol/L 时,番茄幼苗的鲜质量均低于对照处理,但差异不显著($P>0.05$);与对照相比,乙烯处理浓度达到 15 mmol/L 时,才表现出显著差异性($P<0.05$)。

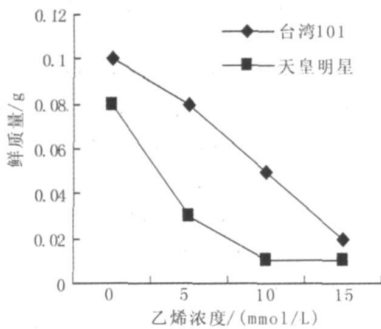


图 4 不同浓度乙烯处理液对 10 mmol/L NaCl 胁迫下番茄幼苗鲜质量的影响

2.1.5 干质量 从图 5 可以看出,随着外源乙烯浓度的升高,2 个材料幼苗干质量都呈下降趋势。施加外源乙烯处理后,幼苗干质量与对照相比差异均达到了显著水平($P<0.05$)。

2.2 不同浓度乙烯处理液对 NaCl 胁迫下番茄幼苗生理指标的影响

2.2.1 游离脯氨酸含量 从图 6 可以看出,随着外

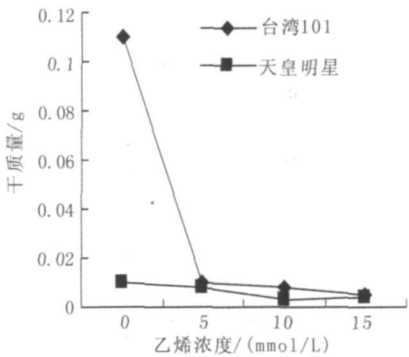


图 5 不同浓度乙烯处理液对 10 mmol/L NaCl 胁迫下番茄幼苗干质量的影响

源乙烯浓度的增加,2 个材料幼苗体内脯氨酸含量总体表现为上升趋势,当浓度达到 10 mmol/L 时,游离脯氨酸迅速积累,含量也达到最高(36.10 mg/L)。天皇明星体内脯氨酸含量高于台湾 101,但差异未达到显著水平($P>0.05$)。与对照处理相比,外源乙烯的加入使得番茄游离脯氨酸含量明显增加,但不同处理之间差异不显著($P>0.05$)。

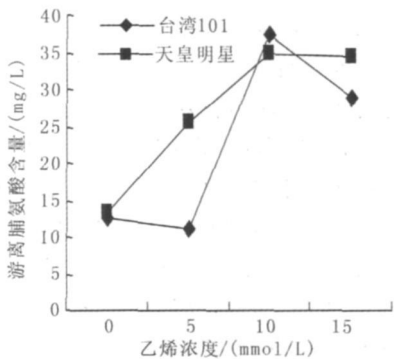


图 6 不同浓度乙烯处理液对 10 mmol/L NaCl 胁迫下番茄幼苗脯氨酸含量的影响

2.2.2 可溶性蛋白质含量 盐胁迫下植物在对渗透压适应的过程中能合成盐胁迫蛋白,该蛋白在增加植物抗盐性方面发挥着重要作用^[9]。2 种番茄幼苗组织内可溶性蛋白质含量变化的比较表明(图 7),随着外源乙烯浓度的增加,2 个材料幼苗体内可溶性蛋白质含量总体表现为下降趋势。天皇明星体内可溶性蛋白质含量高于台湾 101,但差异未达到显著水平($P>0.05$)。与对照处理相比,外源乙烯的加入使得各处理可溶性蛋白质含量明显下降,抑制了可溶性蛋白质合成代谢,但不同处理之间差异不显著($P>0.05$)。

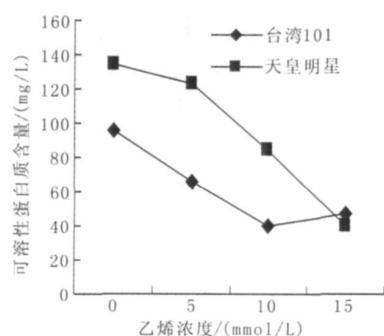


图7 不同浓度乙烯处理液对 10 mmol/L NaCl 胁迫下番茄幼苗可溶性蛋白质含量的影响

3 讨论

番茄苗期是对盐胁迫反应的敏感时期。本试验结果表明,外源乙烯的施加,对番茄幼苗生长有抑制作用。植物在正常的生长条件下,脯氨酸含量占总氨基酸含量的比例不到 5%,在逆境条件下,其含量可以占到总氨基酸含量的 80% 以上^[10]。对盐胁迫下番茄幼苗体内游离脯氨酸含量的初步研究表明,游离脯氨酸在高浓度盐胁迫下大量积累,在低浓度盐胁迫下增加不明显。施加外源乙烯后,脯氨酸含量明显增加,说明外源乙烯促进了盐胁迫下脯氨酸的积累。脯氨酸的增加能够防止蛋白质脱水变性,对植物的渗透调节起作用,即使在含水量很低的细胞内,脯氨酸溶液仍能提供足够的自由水,从而维持生命的正常进行^[11]。由此可见,施加外源乙烯增加了幼苗受盐胁迫伤害的程度,而幼苗通过体内大量积累游离脯氨酸来缓解受逆境伤害的程度。当然,外源乙烯促进脯氨酸积累的分子机制还有待于进一步研究。

植物体内的可溶性蛋白质大多数是参与各种代谢的酶类,其含量是了解植物体总代谢水平的一个重要指标^[12]。研究表明,芦笋可通过增加可溶性蛋白质的含量,提高渗透调节能力,增强对盐碱胁迫的适应能力^[13]。高含量的可溶性蛋白质可帮助维持植物细胞较低的渗透势,抵抗水分胁迫导致的伤害,抗旱性强的植物种类或品种的可溶性蛋白质含量较高^[14]。本试验结果表明,盐胁迫下,外源乙烯的加入使番茄幼苗中可溶性蛋白质含量不同程度下降,从而加重了幼苗体内水分的流失,加重了植物因渗透胁迫造成伤害的程度。外源乙烯的施加可能使得

盐胁迫下幼苗体内正常的可溶性蛋白质含量大量减少,而使一些抗逆蛋白质(如盐相关蛋白、干旱相关蛋白、解毒酶、水分通道蛋白等)含量增加,使得幼苗体内可溶性蛋白质含量总体表现为下降趋势。外源乙烯在逆境条件下如何选择性地表达相关蛋白还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 郭彦, 张文会, 魏秀俭, 等. 6-BA 对盐胁迫下大豆幼苗生理指标的影响[J]. 作物杂志, 2006(1): 14-15.
- [3] 刘立全, 杨剑超, 修妍伟, 等. 磷对盐胁迫下三角叶滨藜幼苗生长的缓解效应[J]. 现代农业科技, 2009(10): 27, 29.
- [4] 赵可夫, 王韶唐. 作物抗性生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990: 304.
- [5] 郭丽红, 王定康, 杨晓虹. 外源乙烯利对干旱胁迫过程中玉米幼苗某些抗逆生理指标的影响[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2004, 26(4): 352-356.
- [6] Pagew, Morgan, Malcolm. Ethylene and plant response to stress[J]. Physiologia Plantarum, 1997, 100: 620-630.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 127-130.
- [8] 文树基. 基础生物化学实验指导[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1994: 45-52.
- [9] 陈立松, 刘星辉. 果树逆境生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 18-24.
- [10] Matysik J, Alia Bhalu B, Mohanty P. Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants[J]. Current Science, 2002, 82: 525-532.
- [11] 张宪政, 陈凤玉, 王荣富. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994: 88.
- [12] 刘惠芬, 高玉葆, 张强, 等. 不同种群羊草幼苗对土壤干旱胁迫的生理生态响应[J]. 南开大学学报: 自然科学版, 2004, 37(4): 105-110.
- [13] 谭巍巍, 李凤山, 张玉鑫, 等. 氯化钠和碳酸钠对芦笋的胁迫效应比较[J]. 中国农学通报, 2006, 22(7): 322-325.
- [14] 罗群, 唐自慧, 李路娥, 等. 干旱胁迫对 9 种菊科杂草可溶性蛋白质的影响[J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2006, 29(3): 356-359.