

# 水杨酸对盐胁迫下番茄幼苗生理指标的影响

张 林 青

(淮阴工学院, 江苏 淮安 223003)

**摘 要:**以番茄品种“合作 908”和“奇达利”为试材,研究了不同浓度(0.1、0.5、1.2、4 mmol/L)水杨酸(SA)诱导盐胁迫下对番茄幼苗生理指标的影响。结果表明:SA 可有效抑制叶绿素含量的减少;增强叶片过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)的活性;降低膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量和质膜透性,缓解了盐胁迫对幼苗生长的抑制。SA 的最佳诱导浓度为 1 mmol/L。

**关键词:**水杨酸(SA);盐胁迫;番茄幼苗;生理指标

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)21-0036-03

番茄属中度盐敏感<sup>[1]</sup>的鲜食和加工型蔬菜作物,盐胁迫不但影响番茄种子的发芽、根系和茎叶的发育,而且严重地降低番茄的产量和品质<sup>[2]</sup>。而近几年由于工业污染的加剧、海水的开发利用、化肥的大量投入及设施生产的迅猛发展,盐渍土面积及程度不断增加<sup>[3]</sup>。寻求一种高效、低成本提高番茄耐盐性的途径,有目的地提高番茄抗盐性,对于扩大番茄栽培面积和提高番茄产量有着重要的意义。水杨酸在提高植物抗盐能力方面也有一定的作用<sup>[4-6]</sup>。但利用抗逆诱导物质提高番茄抗盐能力,缓解盐分障碍,目前还未见报道。现拟从缓解盐害逆境因子出发,以番茄为试材,研究水杨酸

对盐胁迫下番茄幼苗形态及生理生化特性的影响,为利用抗逆诱导物质缓解盐分障碍提供理论和技术依据,为缓解农业生产中各种逆境因子的伤害提供一种新的思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

番茄品种“合作 908”和“奇达利”种子购于淮安市蔬菜研究所,番茄幼苗在淮安市农业科学院培育。

### 1.2 试验方法

番茄幼苗二叶一心时,分别用不同浓度的水杨酸 10 mL 注射在基质中,每处理 3 次重复。2 d 后对番茄苗进行叶面喷施诱导,3 d 后番茄幼苗进行盐处理(NaCl 200 mmol/L,注射 10 mL)。水杨酸共 7 个处理,用酒精溶解,以酒精为对照(80 mL 无水乙醇溶于 4 L 蒸馏水,注射 10 mL),I:0 mmol/L SA(对照),II:

**作者简介:**张林青(1978-),女,山东东阿人,博士,讲师,现主要从事蔬菜栽培生理生态研究工作。E-mail:linqingzhang@sina.com。  
**基金项目:**淮安市农业科技支撑计划资助项目(SN1025)。  
**收稿日期:**2011-08-01

## 参考文献

- [1] 朱辉. 利用城市垃圾发酵生产绿色木霉孢子[J]. 微生物学通报, 1999, 26(6): 387-388.  
[2] 李谦盛, 郭世荣. 利用工农业有机废弃物生产优质无土栽培基质

[J]. 自然资源学报, 2002, 17(4): 515-518.

- [3] 李晓强, 卜崇兴, 郭世荣, 等. 菇渣复合基质栽培对蔬菜幼苗生长的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 517-520.

## The Effects of Mushroom Residue and Mixture on the Growth Development and Dry Matter Accumulation of Tomato in Greenhouse

WANG Hao<sup>1</sup>, SUN Xiao-jun<sup>2</sup>, WANG Qiang<sup>1</sup>, LI Cui-mei<sup>3</sup>, LI Peng-fa<sup>3</sup>

(1. Institute of Horticulture, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091; 2. Institute of Plant Protection, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 830091; 3. Center of Agricultural Techniques Extension of Shule County, Shule, Xinjiang 844200)

**Abstract:** Traits of plant and dry matter accumulation in winter-spring tomato in the greenhouse with three kinds (mushroom residue, slag, river sand) of different proportion were studied to evaluate the effectiveness of medium culture. The results showed that the plant height increased over 1.0 cm per day and reached 100 cm after 90 days. The stem diameter was about 1 cm and width reached more than 50 cm with 4 cluster. The fresh weight reached 200 g after 140 days and the dry matter was 30~40 g. The ratio of fresh weight and dry matter was 16.21%~17.86% and the root-shoot ratio was 10.14%~12.93% with no significant difference on development traits between different treatment, which suggested that culture medium with different mushroom residue proportion could meet the demand of normal growth and development of the tomato plant.

**Key words:** mushroom residue; tomato; growth and development; dry matter

0.1 mmol/L SA, III: 0.5 mmol/L SA, IV: 1 mmol/L SA, V: 2 mmol/L SA, VI: 4 mmol/L SA, VII: 2% 酒精。

### 1.3 项目测定

处理 7 d 后取第 2 片真叶参照 Lamb 等的方法进行酶液提取<sup>[7]</sup>。过氧化氢酶(CAT)按曾韶西等方法测定<sup>[8]</sup>, MDA 含量按照李合生等的方法测定<sup>[9]</sup>。过氧化物酶(POD)按陈捷等的方法测定<sup>[10]</sup>。用电导法测定相对电导率来反映细胞膜透性, 用碳酸钙提取法测定叶绿素的含量<sup>[11]</sup>。各项指标重复 3 次以上。

酶活性测定采用 UV-1700 分光光度计, 数据分析采用 Excel 和 DPS 数据处理系统。

## 2 结果与分析

### 2.1 水杨酸对盐胁迫下番茄幼苗叶片过氧化氢酶(CAT)活性的影响

不同浓度 SA 处理对番茄幼苗 CAT 活性影响差异很大。由图 1 可知, 2 个番茄品种的 CAT 活性均随着 SA 浓度的逐渐增加而呈现迅速上升后逐渐下降的趋势, 且 2 个品种的 CAT 活性均为处理高于对照。“合作 908”CAT 活性最高的为 IV 处理(1 mmol/L SA), 比对照高出 15.25%, 同时比最接近的 V 处理(2 mmol/L SA)高出 7.37%, 差异均达到极显著水平( $P \leq 0.01$ )。图 1 表明, 酒精处理(2% 酒精)对 CAT 活性也有一定的影响, 但是与 II、IV、V 处理比较, CAT 活性低, 说明影响 CAT 活性的主要是水杨酸。

番茄品种“奇达利”除了酒精处理外, 其它处理 CAT 活性都比对照高, 与对照相比差异显著( $P \leq 0.05$ )。CAT 活性最高的处理为 IV 处理(1 mmol/L SA), 比对照高出了 26.92%, 差异极显著( $P \leq 0.01$ )。结果表明, SA 浓度为 1 mmol/L 时, 200 mmol/L NaCl 胁迫下番茄幼苗的 CAT 活性最高。

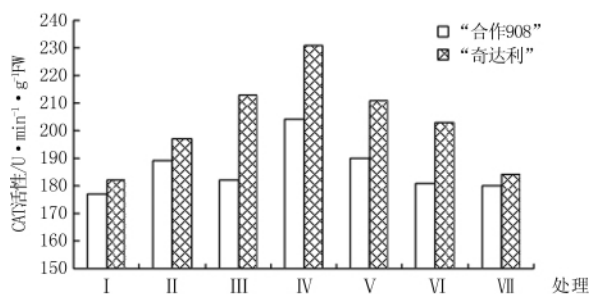


图 1 SA 对盐胁迫下番茄叶片 CAT 活性的影响

### 2.2 水杨酸对盐胁迫下番茄幼苗叶片丙二醛(MDA)含量的影响

由图 2 可知, “合作 908”和“奇达利”番茄酒精对照和盐胁迫对照的 MDA 无显著差异, 说明酒精对该试验中的 MDA 含量几乎没影响。2 个品种的 MDA 含量都是随 SA 浓度的增加呈先下降后上升的趋势, 0.1~4 mmol/L 的水杨酸处理 2 种番茄的叶片中 MDA 含量都降低了, 效果均达到显著水平( $P \leq 0.05$ ),

MDA 含量最低的处理都为 IV 处理(1 mmol/L SA)。“合作 908”的 IV 处理比其对照低 26.29%; “奇达利”的 IV 处理比其对照低 25.42%, 差异达到极显著水平( $P \leq 0.01$ )。结果表明, 当 SA 浓度为 1 mmol/L 最能有效缓解盐胁迫对 2 种番茄中 MDA 的积累。

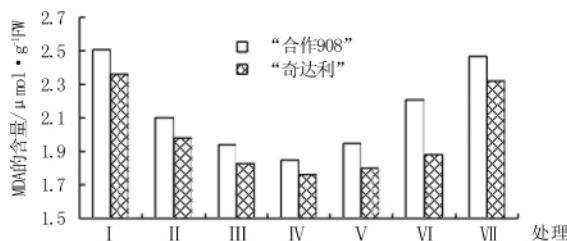


图 2 SA 对盐胁迫下番茄叶片 MDA 含量的影响

### 2.3 水杨酸对盐胁迫下番茄幼苗叶片过氧化物酶(POD)活性的影响

由图 3 可知, “合作 908”番茄的所有处理相比对照都有显著差异( $P \leq 0.05$ ), POD 活性最高的为 IV 处理(1 mmol/L SA), 比对照高出 20%, 差异极显著( $P \leq 0.01$ )。“奇达利”番茄除了 VII 处理, 其它各处理相比对照都有显著差异( $P \leq 0.05$ ), IV 处理的 POD 活性最高, 比对照高了 17.13%, 差异极显著。“奇达利”的酒精处理也有显著效果, 但相比 SA 处理, 盐胁迫下, 缓解 POD 活性降低的主要因素是 SA, 而非酒精。结果说明, SA 浓度为 1 mmol/L 时盐胁迫下番茄幼苗的 POD 活性最高。

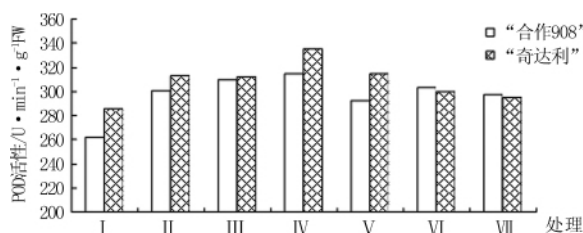


图 3 SA 对盐胁迫下番茄 POD 活性的影响

### 2.4 水杨酸对盐胁迫下番茄幼苗叶片细胞膜透性的影响

由图 4 可知, 2 个品种的番茄幼苗在 0.1~4 mmol/L 水杨酸诱导下的叶片相对电导率都低于对照, 其中 2 个品种都是 IV (1 mmol/L SA) 处理的相对电导率降低最显著, 此时“合作 908”比对照低了 41.9%, 差异极显著; “奇达利”比对照低了 34.05%, 差异极显著。“合作 908”的 II、III、V、VI 处理分别比对照低了 29.17%、10.3%、34.56%、5.6%, “奇达利”的 II、III、V、VI 处理分别比对照低了 27.34%、17.16%、20.38%、8.58%。相对电导率是质膜完整性的反映, 说明在盐胁迫下番茄幼苗细胞质膜的完整性严重受损, 而水杨酸诱导能明显缓解盐胁迫对质膜的破坏, 且当 SA 浓度为 1 mmol/L 时, 最有效地缓解了盐胁迫对 2 个品种番茄叶片细胞膜的破坏程度。

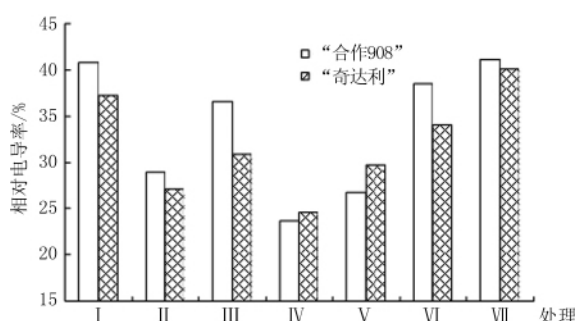


图4 SA对盐胁迫下番茄细胞膜透性的影响

## 2.5 水杨酸对盐胁迫下番茄幼苗叶片叶绿素含量的影响

由图5可知,番茄幼苗在盐胁迫处理7 d后,随着植物体内水分的降低,叶片生长变薄,单位叶面积的全氮素含量相对降低,而氮素又是叶绿素分子的组成成分,植株的表现随着盐胁迫时间的增加,叶色由浓绿色变为浅绿色。“合作908”番茄叶片的叶绿素含量随SA浓度的增加先上升后下降,处理Ⅶ(2%酒精)叶绿素含量最低,其次为对照Ⅰ和Ⅱ,SA浓度为1 mmol/L时,叶绿素含量最高,比对照高出7.83%,差异极显著,可有效地缓解盐胁迫对番茄的有害影响。“奇达利”番茄所有处理的叶绿素含量都比对照高,效果最好的处理为Ⅳ(1 mmol/L SA)和处理Ⅴ(2 mmol/L SA),均比对照高了7.63%。结果表明,盐胁迫下,“合作908”番茄缓解效果最佳的SA浓度为1 mmol/L,“奇达利”番茄的SA最佳浓度为1 mmol/L和2 mmol/L。

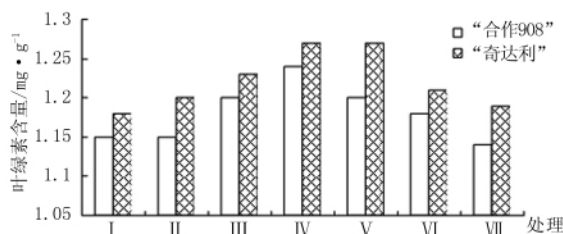


图5 SA盐胁迫下番茄幼苗叶片叶绿素含量的影响

## 3 结论与讨论

水杨酸(SA)是苯丙氨酸途径的产物,能诱导植物

产生抗病性、抗热性、耐寒性和耐旱性;此外,水杨酸在提高植物抗盐能力方面也有一定的作用。该试验将SA应用于番茄幼苗,起到了一定的抗盐作用。植物体内的抗氧化酶系统在保护机体免受氧自由基侵害的过程中起着重要作用,而丙二醛(MDA)是活性氧启动膜脂氧化过程中产生的主要产物之一,其含量是衡量植物在逆境胁迫下活性氧伤害程度大小的常用指标。盐胁迫下番茄幼苗叶片的保护酶活性(CAT、POD)下降、MDA含量和相对电导率提高、膜稳定性降低,这些因素最终引起伤害效应,使番茄幼苗生长受抑制。该试验结果表明,“合作908”和“奇达利”番茄幼苗在盐胁迫(200 mmol/L NaCl)情况下,外源SA 1 mmol/L作为诱抗剂能显著改善盐胁迫下番茄的多种生理指标,增强幼苗抗氧化能力,增强膜稳定性等从而提高番茄的耐盐能力。而SA及其功能类似物所具有的高效、低成本、无毒、无残留等特点,具有广阔的应用前景。

## 参考文献

- [1] Cuartero J, Fernandez-Munoz R. Tomato and salinity[J]. Scientia Horticulture, 1999, 78: 83-125.
- [2] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 410-413.
- [3] 宁运旺, 张永春. 设施土壤次生盐渍化的发生与防治[J]. 江苏农业科学, 2001(4): 49-52.
- [4] 彭宇, 张春兰. 盐胁迫下两种外源酚酸对黄瓜种子萌发及幼苗体内某些酶活性的效应[J]. 南京农业大学学报, 2003, 26(1): 33-36.
- [5] 叶梅荣. NaCl胁迫下水杨酸浸种对水稻幼苗生长的影响[J]. 安徽技术师范学院学报, 2002, 16(4): 44-46.
- [6] 余小平, 张键. 水杨酸对盐胁迫下黄瓜幼苗生长抑制的缓解效应[J]. 西北植物学报, 2002, 22(2): 401-405.
- [7] Lamb C J, Rubery P H. Phenylalanine ammonia-lyase and cinnamic acid 4-hydroxylase: product repression of the level of enzyme activity in potato tuber discs[J]. Planta, 1976, 130(3): 283-290.
- [8] 曾韶西, 王以柔, 刘鸿先. 低温光照下与黄瓜子叶叶绿素降低有关的酶促反应[J]. 植物生理学报, 1991, 17: 177-182.
- [9] 李合生, 孙群, 赵世杰. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 164-194.
- [10] 陈捷, 简瑞明, 高增贵, 等. 玉米弯孢叶斑病菌毒素对寄主防御酶系活性的影响及诱导抗性效应[J]. 植物病理学报, 2002, 32(1): 43-48.
- [11] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [12] 姜中珠, 陈祥伟. 水杨酸对三种灌木幼苗抗旱性的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 166-169, 185.

## The Effects of SA on the Physiological Index of Tomato Seedlings

ZHANG Lin-qing

(Huaiyin Institute of Technology, Huai'an, Jiangsu 223003)

**Abstract:** Taking ‘Hezuo908’ and ‘Qidali’ tomato as test material, effect of different concentrations of salicylic acid (0.1, 0.5, 1, 2, 4 mmol/L) under salt stress-induced on physiological indices of tomato seedlings were studied. The results indicated that the best treatment concentration of SA was 1 mmol/L. SA restrained the decrease of chlorophyll and significantly enhanced peroxidase(POD), catalase(CAT) and other plant cell protective enzyme activity of leaf and reduce the content of malondialdehyde(product of membrane lipid peroxidation) and the plasmalemma permeability, therefore the growth inhibition caused by salt stress were mitigated.

**Key words:** salicylic acid(SA); salt stress; tomato seedling; physiological index