

外源水杨酸对番茄开花期抗寒性的影响

韩浩章, 王晓立, 江宇飞

(宿迁学院 园林园艺教研室 江苏 宿迁 223800)

摘要: 在番茄开花初期, 对叶片外源喷施 0.5、2.5 mmol/L 的水杨酸(SA)溶液后, 进行低温胁迫处理, 研究外源水杨酸对番茄开花初期抗寒性的影响。结果表明: 外源 SA 能诱导番茄叶片内叶绿素含量、POD 活性、可溶性蛋白质和可溶性糖含量的提高, 提高了开花初期番茄对低温的耐受性, 其中以 2 mmol/L 处理的效果最好。

关键词: 水杨酸; 番茄; 开花期; 抗寒性

中图分类号: S 641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)12-0069-03

水杨酸(Salicylic acid, SA)又称为邻羟基苯甲酸, 是植物对逆境反应的信号传导分子, 能够诱导病程相关蛋白(PR)基因表达, 引发产生系统获得性抗性(Systemic resistance, SAR)^[1]。许多研究发现, 外源 SA 能诱导黄瓜、西瓜、玉米等幼苗的抗冷能力增强^[2-4], 经过冷锻炼的黄瓜幼苗叶片中游离态 SA 含量增加 2.5 倍以上^[5], 这表明 SA 与植物的抗冷性有关, 番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill)属于冷敏感性强的园艺作物, 温度低于 10℃时生长发育受阻, 8℃时生长量增加迟缓, 5℃时生长完全停止^[6,7], 生产上常因低温的影响而使生育期受阻, 甚至产生冷害现象。而外源 SA 能诱导番茄幼苗的抗冷能力增强^[8], 但外源 SA 对番茄开花期抗寒能力的影响尚未见报道。

该试验通过对番茄开花初期叶片喷洒不同浓度 SA, 通过对低温胁迫引起的叶绿素含量、可溶性糖含量、保护酶活性以及可溶性蛋白含量变化的分析, 以探讨 SA 诱导提高番茄抗寒能力的机制, 为 SA 在番茄生产中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用“苏粉八号”(非自封顶型)番茄品种作为试材。种子由江苏省农业科学院蔬菜研究所提供。

1.2 试验方法

于 2008 年 2 月在宿迁学院园林园艺实验地温室育苗, 苗期进行正常管理, 花蕾出现时, 分别用 0.5、2、

5 mmol/L 的水杨酸溶液(水溶)喷洒叶片, 清水为对照(CK), 以叶片均匀附着 1 层小液珠为准, 隔 2 d 再喷 1 次。2 次喷洒 2 d 后, 每个处理选取大小一致的番茄苗置于光照培养箱(LRH-250-G 型)内进行低温胁迫处理。昼夜温度设定为 10℃/5℃(±0.5℃), 光照时间为 12 h, 光照强度为 4 000 lx。培养 2 d 后, 在每个重复内随机取 5 株番茄苗, 剪取功能叶, 用去离子水洗净, 再用吸水纸吸干并混合取样, 进行各项指标测定, 重复 3 次。

叶绿素含量测定采用乙醇-丙酮法^[9]; 可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[9]; 可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝法^[10]; 过氧化物酶活性测定采用愈创木酚法^[11]。

2 结果与分析

2.1 过氧化物酶活性

由图 1 可以看出, 低温处理后, 经 SA 处理的番茄叶片过氧化物酶活性均高于对照, 其中用 0.5 mmol/L 处理效果比对照提高 36.87%, 用 2 mmol/L 处理效果最明显, 比对照提高 152.22%, 用 5 mmol/L 处理效果比对照提高 51.82%。

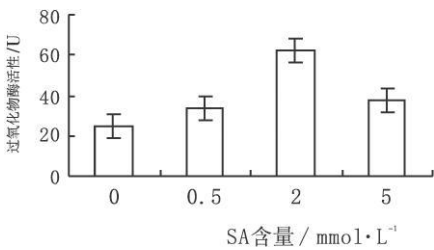


图 1 外源 SA 对番茄叶片过氧化物酶活性的影响

2.2 叶绿素含量

由图 2 可知, 低温处理后, 经 SA 处理的番茄叶片叶绿素含量均高于对照, 其中用 0.5 mmol/L 处理效果比对照提高 24%, 用 2 mmol/L 处理效果最明显, 比对照提

第一作者简介: 韩浩章(1978-), 男, 硕士, 讲师, 现从事园艺植物栽培生理和种质资源开发与利用研究工作。E-mail: hhz_007@163.com。

基金项目: 江苏省高等学校大学生创新实践资助项目(2008 ssj01)。

收稿日期: 2009-07-20

高 55.29%, 用 5 mmol/L 处理效果比对照提高 31%。

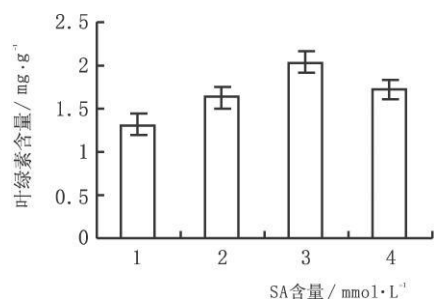


图2 外源 SA 对番茄叶片叶绿素含量的影响

2.3 可溶性糖含量

由图 3 可以看出, 低温处理后, 经 SA 处理的番茄叶片可溶性糖含量均高于对照, 其中用 0.5 mmol/L 处理效果比对照提高 24.59%, 用 2 mmol/L 处理效果最明显, 比对照提高 91.48%, 用 5 mmol/L 处理效果比对照提高 23.73%。

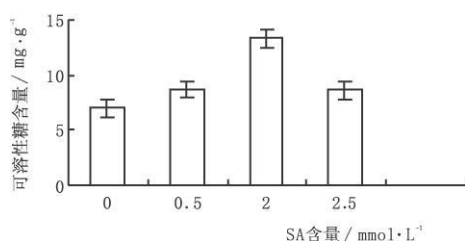


图3 外源 SA 对番茄叶片可溶性糖含量的影响

2.4 可溶性蛋白质含量

由图 4 可以看出, 低温处理后, 经 SA 处理的番茄叶片可溶性蛋白质含量均高于对照, 其中用 0.5 mmol/L 处理效果比对照提高 117%, 用 2 mmol/L 处理效果最明显, 比对照提高 362.54%, 用 5 mmol/L 处理效果比对照提高 134.31%。

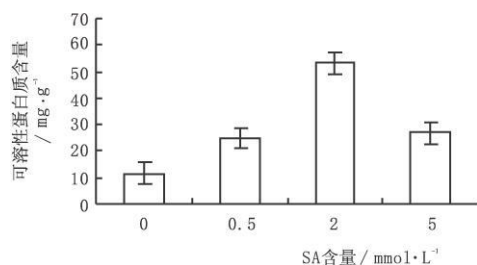


图4 外源 SA 对番茄叶片可溶性蛋白质含量的影响

3 结论与讨论

植物栽培过程中的低温胁迫不仅会导致植物产量

的降低, 严重时还会造成植株的死亡^[11], 植物细胞的这种伤害性生理反应与活性氧代谢有关, 植物可以依赖 POD、SOD 和 CAT 等保护酶系统的协同作用, 清除体内一定数量的活性氧, 从而使膜系统减轻活性氧积累引发的过氧化作用的伤害, 使膜结构及其功能相对稳定^[12-14]。在冷害条件下, 黄瓜幼苗的 SOD、POD、CAT 等酶的活性不同程度下降^[15], 而活性氧产生明显增加, 当活性氧的积累超过阈值时, 会通过 Haber-Weiss 反应和 Fenton 反应等途径最终诱发膜脂过氧化反应, 破坏细胞膜系统的结构^[16]。经 SA 处理的番茄叶片 POD 活性分别比对照提高 36.87%、152.22%、51.82%, 说明 SA 能诱导抗氧化酶系活性的提高, 有利于清除活性氧。

活性氧在细胞内的积累会导致叶绿体的超微结构及光合相关酶活性发生改变, 从而使叶片光合能力明显降低, 如香蕉在 10℃处理后第 2.5、8 天其光合速率分别只有对照的 27%、16.2%和 13.4%^[17], 原因可能是低温胁迫不仅破坏了叶绿体的结构和功能, 还抑制叶绿体的合成。经 SA 处理的番茄叶片叶绿素含量均高于对照 24%、55.29%、31%, 说明 SA 能抑止低温胁迫引起的超氧自由基对叶绿体结构和功能的破坏, 从而在一定程度上提高光合速率。

线粒体是产生活性氧的主要器官之一^[18], 在低温胁迫下线粒体中活性氧的急剧积累, 最终会影响植株的呼吸作用, 呼吸代谢不旺盛会使植株生长势受到影响, 并导致植物体内呼吸作用的底物—可溶性糖含量的显著增加。可溶性糖作为渗透保护物质, 它的含量与植物的抗寒性之间呈正相关^[17]。在王孝宣等^[19]的研究中, 随处理温度的下降, 可溶性糖的含量逐渐上升, 耐寒品种的上升幅度大于不耐寒品种。经 SA 处理的番茄叶片可溶性糖含量分别比对照高 24.59%、91.48%、23.73%, 其原因可能是 SA 诱导叶片内叶绿素含量提高, 提高植物光合能力, 从而提高植物体内的可溶性糖含量。至于外源 SA 是否进一步抑制了植物呼吸作用, 还有待于进一步研究。

大量研究表明, 植物体内可溶性蛋白质含量与植物抗寒性成正相关关系^[20]。该研究中, 经 SA 处理的番茄叶片可溶性蛋白的含量明显高于对照 117%、362.54%、134.31%。孙国荣^[21]等认为可溶性蛋白质在含量上发生变化的同时, 往往也伴随着蛋白质组分的变化, 这种质变的作用可能在抗寒机理上起更大的作用。史玉炜^[22]等研究发现环境胁迫使 RNA 转录和翻译受到抑制, 造成蛋白质的合成量减少, 导致总蛋白含量下降。因此, 外源 SA 可能是通过促进 RNA 转录和翻译, 或者外源 SA 诱导了新的蛋白质的合成, 或者通过抑制植株体内蛋白质的降解, 从而提高可溶性蛋白质含量。

开花初期是番茄营养生长和生殖生长并存的关键

期,受栽培环境尤其是低温的影响最大,低温影响植株的光合作用,影响植物体内养分的积累和分配,进而影响植物的开花坐果。外源 SA 可以明显缓解低温胁迫对番茄植株造成的伤害,使植株叶片内叶绿素含量提高,POD 活性、可溶性蛋白和可溶性糖含量增加。其中用 2 mmol/L 浓度 SA 处理效果最明显,与张素勤等^[23]的结果一致。这说明 SA 作为一种生长调节剂,在番茄低温胁迫过程中参与了植株体内光合作用及细胞保护酶系统的调控,减缓了膜脂过氧化过程,提高了开花期番茄植株对低温胁迫的耐受性,为番茄正常的开花坐果提供保障,但植物对外源 SA 的响应时间还有待于进一步探讨。研究中发现,外源 SA 还能够促进番茄开花,使开花质量好于对照,SA 对于番茄开花的调控机制尚需进一步系统性的研究。

参考文献

[1] Shiras K, Nakajima H, Rajashekar K, et al. Salicylic acid potentiates an agonist dependent gain control that amplifies pathogen signal in the activation of defense mechanisms[J]. Plant Cell, 1997, 9: 261-270.
[2] 黄爱霞, 余小平. 水杨酸对黄瓜幼苗抗冷性的影响[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003(3): 107-109.
[3] 吕军芬, 郁继华. 水杨酸对西瓜抗冷性生理指标的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2004(1): 62-65.
[4] Janda T, Szalai G, Tani, et al. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zeamays* L) plants[J]. Planta, 1999, 208: 175-180.
[5] 马德华, 庞金安, 李淑菊, 等. 温度逆境锻炼对高温下黄瓜幼苗生理的影响[J]. 园艺学报, 1998, 25(4): 350-355.
[6] 李树德. 番茄育种和栽培的回顾与展望[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1993.
[7] 王孝宣, 李树德, 东惠茹, 等. 低温胁迫对番茄苗期和花期若干性状的影响[J]. 园艺学报, 1996, 23(4): 349-354.
[8] 李艳军, 王丽丽, 蒋欣梅, 等. 外源水杨酸诱导对番茄幼苗抗冷性的

影响[J]. 东北农业大学学报, 2006, 37(4): 463-467.
[9] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 68-112.
[10] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 167-191.
[11] 潘瑞炽, 董愚得. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995: 322-328.
[12] Van der Mescht A, DeRonde J A, Rossouw F T. Cu-Zn superoxide dismutase, glutathione reductase, and ascorbate peroxidase levels, during drought stress in potato[J]. South African Journal of Science, 1998, 94 (10): 496-499.
[13] Martinez C A, Loureiro M E, Oliva M A, et al. Differential responses of superoxide dismutase in freezing resistant *Solanum autilobum* and freezing sensitive *Solanum tuberosum* subjected to oxidative and water stress[J]. Plant Science, 2004, 160: 505-515.
[14] 张桂菊, 吴军, 王玉忠, 等. NaCl 胁迫对光蜡树幼苗保护酶系统的影响[J]. 河南农业科学, 2007(9): 75-78.
[15] 透明辉, 宋慧, 李晓明, 等. 冷害过程中黄瓜叶片 SOD、CAT 和 POD 活性的变化[J]. 西北植物学报, 2005, 25(8): 1570-1573.
[16] 杜秀敏, 殷文璇, 赵彦修, 等. 植物中活性氧的产生及清除机制[J]. 生物工程学报, 2001, 17(4): 121-125.
[17] 陈杰中, 徐春香. 植物冷害及其抗冷生理[J]. 福建果树, 1998(2): 21-23.
[18] 施征, 史胜青, 姚洪军, 等. 植物线粒体中活性氧的产生及其抗氧化系统[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(1): 150-154.
[19] 王孝宣, 李树德, 东惠茹, 等. 番茄品种耐寒性与 ABA 和可溶性糖含量的关系[J]. 园艺学报, 1998, 25(1): 56-60.
[20] 张亚新. 水杨酸(SA)对植物抗寒性的影响[J]. 国外建材科技, 2007, 28(7): 18-20.
[21] 孙国荣, 彭永臻, 阎秀峰, 等. 干旱胁迫对白桦实生幼苗叶片蛋白质的影响[J]. 林业科学, 2003, 39(4): 152-154.
[22] 史玉伟, 王燕凌, 李文兵, 等. 水分胁迫对刚毛柞柳可溶性蛋白、可溶性糖和脯氨酸含量变化的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2007, 30(2): 5-8.
[23] 张素勤, 耿广东. 水杨酸对辣椒抗寒性的影响[J]. 华北农学院, 2008, 23(增刊): 118-120.

Effect of Exogenous Salicylic Acid on Chilling Resistance of Tomato During the Flowering Stage

HAN Hao-zhang, WANG Xiao-li, JIANG Yu-fei

(Horticulture and Gardening Department of Suqian College, Suqian, Jiangsu 223800, China)

Abstract: SA were applied on the tomato in early-flower stag with 0.5, 2, 5 mmol/L. Then the tomato were treated in chilling temperature. And the chilling tolerance were studied. The results showed that SA could increase the content of chlorophyll, activity of POD, content of soluble protein and soluble sugar. And the concentration of SA at 2 mmol/L showed the most effective result.

Key words: Salicylic acid; Tomato; Flowering stage; Chilling resistance