

水杨酸对茄子幼苗抗寒性的影响^{*}

耿广东¹, 程智慧^{1*}, 李建设², 张素勤¹

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100; 2 宁夏大学 农学院, 宁夏 永宁 750105)

[摘 要] 分别以 2.5, 5.0, 7.5 mmol/L 水杨酸(SA)溶液对4片真叶期茄子幼苗进行叶面喷施, 研究SA对茄子幼苗抗寒性的影响。结果表明: 与对照(25℃)和空白处理相比, 3种SA浓度喷施的幼苗经5℃低温处理2d后, 叶片中SOD和POD活性增大, CAT活性降幅减少, MDA含量降低, 脯氨酸含量升高。认为SA处理可增强茄子幼苗的耐寒性, 且以7.5 mmol/L的效果最明显。

[关键词] 水杨酸; 茄子幼苗; 耐寒性; 保护酶系; 丙二醛; 脯氨酸

[中图分类号] S641.101 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2002)06-0101-03

水杨酸(SA)是普遍存在于高等植物体内的内源生长调节物质, 现已证实SA是植物体产热的热素^[1,2], 可提高植物的抗逆性等。李兆亮等^[3]已证明, 喷施SA能显著提高黄瓜叶片中超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性。在SA提高植物抗逆性方面, 研究较多的是抗病性, 对抗寒性方面研究甚少, 特别是蔬菜作物。为了深入了解SA对植物抗寒性的影响及其机理, 本研究以茄子为试验材料, 系统研究了SA对3种保护酶系、膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)、脯氨酸(Pro)含量等的影响, 通过这些耐寒生理指标的变化, 明确SA对茄子抗寒性的影响及其机理。

1 材料与方法

1.1 材料

供试茄子品种为兰州长茄, 营养钵育苗, 常规管理。幼苗4片真叶期取大小和长势一致的幼苗为供试材料。

1.2 处理方法

幼苗4叶一心期分别以2.5, 5.0, 7.5 mmol/L SA叶面喷施, 隔7d后再喷施1次, 喷施2d后放入5℃培养箱内黑暗条件下低温处理2d, 以喷清水为水杨酸处理对照; 以25℃常温苗为低温处理对照。每处理10株, 重复3次。

1.3 测定方法

SOD采用朱广廉等^[4]的方法测定, POD采用愈伤木酚氧化法^[5]测定, 过氧化氢酶(CAT)采用碘

滴定法^[5]测定, MDA采用硫代巴比妥酸(TBA)反应法^[5]测定; 细胞膜透性采用电导法^[5]测定, 脯氨酸采用磺基水杨酸提取比色法^[5]测定。多重比较采用Duncan's新复极差法测验。

2 结果与分析

2.1 SA对茄子幼苗保护酶活性的影响

由表1可知, 与对照温度(25℃)相比, 未经SA处理的幼苗, 在经5℃低温胁迫2d后, SOD活性上升了49.0%, POD活性提高10.5%, CAT活性则下降了35.4%。说明在低温下, 茄子幼苗体内可以产生一定的保护酶, 以保护体内的一些代谢, 减少低温伤害。

与5℃低温处理2d的无SA处理对照相比, 经不同浓度SA处理后, 再经同样的低温处理2d, SOD活性上升的幅度增大, 且随SA浓度的增大而增大。2.5 mmol/L SA处理的SOD活性增加了10.0%; 5.0 mmol/L增加了25.6%, 差异显著; 7.5 mmol/L SA处理的SOD活性增加了33.3%, 差异显著。

SA处理使低温下茄子幼苗叶片中POD活性增加更为明显。2.5, 5.0和7.5 mmol/L SA处理的POD活性分别比其对照增加了22.7%, 206.0%和440.9%, 后二者与对照的差异达到极显著水平。

* [收稿日期] 2001-11-19

[基金项目] 宁夏自然科学基金资助项目(C231)

[作者简介] 耿广东(1975-), 男, 山东东阿人, 在读博士, 主要从事蔬菜栽培生理研究。

* 通讯作者。程智慧(1958-), 男, 陕西兴平人, 教授, 博士生导师, 主要从事蔬菜栽培生理研究。

低温下茄子幼苗 CAT 活性呈下降趋势, 但 SA 处理可以减缓 CAT 活性降低幅度, 而且在试验浓度范围内 SA 浓度越大, 减缓 CAT 活性降低的作用越大。2.5, 5.0 和 7.5 mmol/L SA 处理的 CAT 活性分别比对照提高 15.2%, 23.2% 和 38.4%,

后二者与对照的差异达到显著水平。

结果表明, 喷施 2.5~7.5 mmol/L 的 SA 有增加低温下茄子幼苗叶片中保护酶活性、减少膜脂过氧化、提高茄子幼苗抗寒性的作用, 在试验浓度范围内以 7.5 mmol/L SA 处理的效果最显著。

表 1 SA 对茄子幼苗叶片中 SOD, POD 和 CAT 活性的影响

Table 1 The effects of SA on SOD, POD and CAT activity in eggplant leaves

处理 Treatment		SOD/ (U · g ⁻¹ · min ⁻¹)	POD/ (μg · g ⁻¹)	CAT/ (mg · g ⁻¹ · min ⁻¹)
温度/ Temperature	SA 浓度/ (mmol · L ⁻¹) SA concentration			
25 (CK)	0	1.29	145.92	19.50
5	0	1.92 cA	161.17 cC	12.58 bA
	2.5	2.11 bcA	197.77 cC	14.49 abA
	5.0	2.41 abA	493.20 bB	15.50 abA
	7.5	2.56 aA	871.84 aA	17.41 aA

注: 小写字母为显著, $P < 0.05$; 大写字母为极显著, $P < 0.01$, 下同。

Note: The following tables are the same in inscuse letter is significant, $P < 0.05$, Capital letter is extremely significant, $P < 0.01$. The following tables are the same

2.2 SA 对膜脂过氧化产物 MDA 含量的影响

由表 2 可知, 与对照温度相比, 经 5℃ 低温处理 2 d 的茄子幼苗 MDA 含量明显增加, 增幅达 608.7%, 说明经 5℃ 低温处理后膜脂过氧化作用显著加强。在 5℃ 低温条件下, 经不同浓度的 SA 处理后, MDA 含量比未处理的对照降低 45.1%~52.5%, 差异均达到极显著水平。随着 SA 浓度增加, MDA 含量降幅增大。说明在试验浓度范围内 SA 浓度越大, 细胞膜损伤程度越小, 提高茄子抗寒性的作用越大。

表 2 SA 对茄子幼苗叶片中丙二醛和脯氨酸含量的影响

Table 2 The effects of SA on content of MDA and proline in eggplant leaves

处理 Treatment		MDA/ (mmol · g ⁻¹)	Pro/ (mg · g ⁻¹)
温度/ Temperature	SA 浓度/ (mmol · L ⁻¹) SA concentration		
25 (CK)	0	0.415	1.26
5	0	2.941 aA	1.57 bA
	2.5	1.695 bB	1.76 abA
	5.0	1.688 bB	1.79 abA
	7.5	1.328 cB	1.95 aA

2.3 SA 对 Pro 含量的影响

在逆境条件下, 植物体内的 Pro 含量明显增加, 因而 Pro 常被作为植物抗逆性的指标。Pro 是一种保护物质, 含量越高越有利于抗寒^[6]。由表 2 可知, 5℃ 低温处理后, 茄子叶片中 Pro 含量增加。2.5, 5.0 和 7.5 mmol/L SA 处理的幼苗 Pro 含量比未处理的分别增加 12.1%, 14.0% 和 24.2%, 且 7.5 mmol/L SA 处理的与对照差异达到显著水平。

3 讨论

3.1 SA 与膜脂过氧化的关系

低温胁迫过程中, 细胞内自由基代谢平衡被破坏, 从而有利于自由基的产生, 引起和加剧膜脂过氧化作用, 作为膜脂过氧化的最终产物 MDA 则有上升趋势^[7]。经 SA 处理后, MDA 明显下降, 说明膜脂过氧化程度减少, 细胞受伤害程度降低。因此可以认为, SA 处理提高了幼苗的抗寒性。本研究中以 7.5 mmol/L 的 SA 处理效果最好。

3.2 SA 与保护酶系的关系

保护酶系 SOD, POD 和 CAT 可协同作用, 清除膜脂过氧化产生的中间产物 (自由基)^[8]。SOD 可清除 O₂⁻, 生成 H₂O₂^[9], CAT 和 POD 共同作用清除 H₂O₂, 生成没有毒害的 H₂O^[10]。所以增加 SOD 活性或 POD 和 CAT 的总体活性, 均可降低自由基含量, 减少细胞膜损伤。本研究中经 SA 处理后, 茄子幼苗在低温 (5℃) 下, SOD 活性上升, POD 活性明显上升, CAT 活性降低幅度变小, 但总体来说比未喷施 SA 的幼苗叶片中的保护酶系增加, 从而增加了抗寒能力。这与李兆亮等^[3]的研究结果一致。

3.3 SA 与 Pro 含量的关系

Pro 作为抗寒性的防御系统已被证实, 但未见这方面的详细报道。本文通过对低温处理的茄子幼苗叶片中 Pro 含量变化的研究, 发现低温胁迫 2 d 后 Pro 含量增加, 经 SA 处理后 Pro 含量比未施 SA 明显增加。因此认为, Pro 含量可反映植物抗寒性的

强弱。

[参考文献]

- [1] Raskin I Salicylic acid, a new plant hormone [J]. *Plant Physiol*, 1992, 99: 799
- [2] Raskin I, Ehmann A, Melander W, et al Salicylic acid—a natural inducer of heat production in *A rum lilies* [J]. *Science*, 1987, 237: 1545
- [3] 李兆亮, 原永兵, 刘成连, 等 水杨酸对叶片抗氧化剂酶系的调节作用 [J]. *植物学报*, 1998, 40 (4): 356- 361
- [4] 朱广廉, 钟海文 植物生理学实验 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1990 242- 244
- [5] 高俊风 植物生理学实验指导 [M]. 西安: 世界图书出版社, 2001
- [6] 张继澍 植物生理学 [M]. 西安: 世界图书出版社, 1992 378
- [7] Kellogg EW, Fridovich I Superoxide, hydrogen peroxide and single oxygen in lipid peroxidation by axanthine oxidase system [J]. *Biol Chem*, 1975, 250: 8812- 8817
- [8] 段咏新, 李松泉, 傅家瑞, 等 钙对延缓杂交水稻叶片衰老的作用机理 [J]. *杂交水稻*, 1997, 12 (6): 23- 25
- [9] 童富淡, 胡家如, 陈进红, 等 不同秧苗方式对早稻叶片SOD 活性、电解质渗透率和发根力的影响 [J]. *浙江农业大学学报*, 1997, 23 (6): 682- 686
- [10] 潘瑞炽, 豆志杰, 叶庆生, 等 茉莉酸甲酯对水分胁迫下花生幼苗SOD 活性和膜脂过氧化作用的影响 [J]. *植物生理学报*, 1995, 21 (3): 221- 228

Effects of salicylic acid on chill-resistance activity of eggplant seedlings

GENG Guang-dong¹, CHENG Zhi-hui^{1*}, LI Jian-she², ZHANG Su-qin¹

(1 College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 College of Agriculture, Ningxia University College, Ningxia, Yongning 750105, China)

Abstract: Eggplant seedlings at 4-true leaf stage were sprayed with 2.5, 5.0 and 7.5 mmol/L of salicylic acid (SA) solution to study the effects of SA on chill-resistance activity of eggplant seedlings. Compared with those of the temperature control and the SA control, the results showed that the activity of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) was raised, the decreasing range of catalase (CAT) activity was greatly reduced, the malondialdehyde (MDA) content was decreased, but the proline (Pro) content was raised, in the leaves of eggplant seedlings after having been treated at 5 for 2 d. Chill-resistance of eggplant seedlings treated with 7.5 mmol/L of SA gave the best result. It is argued, based on these changes, that SA treatment may increase the chill-resistance of eggplant seedlings.

Key words: salicylic acid (SA); eggplant seedling; chill-resistance; protective enzymes; malondialdehyde (MDA); proline (Pro)