

# 水杨酸预处理对提高黄瓜幼苗耐低温能力的影响

庞金安, 马德华, 霍振荣, 李淑菊

(天津市黄瓜研究所, 天津 300192)

**摘要:** 观察了经水杨酸(SA)预处理的黄瓜幼苗对低温胁迫的反应。结果表明, SA 预处理明显增强了黄瓜幼苗的耐低温能力, 萎蔫率、死亡率明显下降; 幼苗的 MDA 含量略有增加,  $O_2^{\cdot-}$  含量下降; POD、SOD 活性上升, CAT 活性下降。黄瓜幼苗在低温胁迫过程中, 经 SA 预处理的幼苗较未预处理幼苗 MDA 含量增加较少,  $O_2^{\cdot-}$  含量上升延迟, POD、CAT、SOD 活性均比未进行 SA 预处理的幼苗活性高。试验表明, 保持较高的膜保护酶活性是 SA 提高黄瓜幼苗耐低温能力的基础。

**关键词:** 黄瓜幼苗; 低温; 水杨酸

中图分类号: S642.201 文献标识码: A 文章编号: 1000- 7091(2000)01- 0112- 04

水杨酸(Salicylic acid, SA)是植物体内产生的一种简单的酚类物质, 具有多种生理调节作用。现已发现 SA 能改变某些植物的光周期、诱导开花, 增加抗氰呼吸、抑制乙烯合成等, 尤其能诱导多种植物对病毒、真菌及细菌病害产生抗性<sup>[1]</sup>。由于 SA 被认为是一种植物对胁迫反应所需的信号分子, 因此有人认为 SA 确实与植物的抗冷性有关。我们发现低温锻炼后的黄瓜(*Cucumis sativus* L.) 幼苗体内 SA 含量明显增加<sup>[2]</sup>, 这预示着 SA 可能与植物的抗冷性有关。本文用外源 SA 预处理黄瓜幼苗, 然后进行低温胁迫, 以验证 SA 与植物抗冷性的关系。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料及处理

选用耐低温能力较弱的津研 4 号黄瓜为材料。幼苗一叶一心时, 用一定浓度的 SA(pH6.0) 喷洒叶片, 蒸馏水做对照。处理 3 d 后, SA 预处理和未处理幼苗一起进行低温胁迫。处理温度为  $6 \pm 0.5$  °C, 白天光量子通量密度(PFD) 为  $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。对照一直生长在温室中。

### 1.2 方法

膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)的含量、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性测定均按参考文献[3]所使用的方法。超氧化物歧化酶(SOD)活性按邵从本等的方法<sup>[4]</sup>。超氧化物自由基  $O_2^{\cdot-}$  含量按王爱国等<sup>[5]</sup>的方法。

收稿日期: 1999- 02- 25

作者简介: 庞金安, 男, 1971 年生, 助理研究员, 农学硕士, 主要从事黄瓜育种和栽培生理的研究工作。

2 结果与分析

2.1 SA 预处理对黄瓜幼苗耐低温能力的影响

处理浓度 1~ 5 mmol·L<sup>-1</sup>SA 均能够明显提高黄瓜幼苗耐低温能力。如图 1, 低温胁迫 3 d 后, 对照幼苗的萎蔫率达到 60. 8%。而 2~ 4 mmol·L<sup>-1</sup>SA 处理后幼苗萎蔫率较低, 表现最重的 1 mmol·L<sup>-1</sup>SA 预处理组也仅有 22. 3% 幼苗出现萎蔫。低温胁迫 6 d 后, 对照幼苗大部分( 80. 9%) 死亡, 而经 SA 预处理的仅有 25%~ 65% 的死亡率。

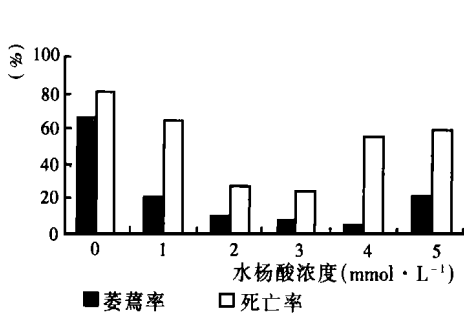


图 1 不同浓度 SA 对黄瓜幼苗耐低温能力的影响

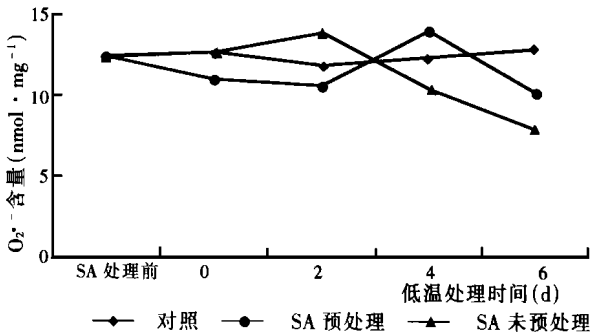


图 2 2.5 mmol·L<sup>-1</sup> SA 预处理对黄瓜幼苗叶片 O<sub>2</sub><sup>·-</sup> 含量的影响

2.2 SA 预处理对黄瓜幼苗自由基含量的影响

SA 预处理后, O<sub>2</sub><sup>·-</sup> 含量下降。在低温胁迫过程中, 未经 SA 预处理的幼苗 O<sub>2</sub><sup>·-</sup> 含量在处理 2 d 后达到高峰, 随后降低。而经 SA 预处理的幼苗 O<sub>2</sub><sup>·-</sup> 含量变化趋势和未经 SA 预处理的幼苗相似, 只是含量上升延迟, 在低温胁迫 2 d 后仍低于对照, 在处理 4 d 后达到高峰, 随后降低( 图 2)。

2.3 SA 预处理对黄瓜幼苗膜脂过氧化作用的影响

低温胁迫过程中, MDA 含量一直处于上升趋势。同时, 由于叶片逐渐衰老, 对照 MDA 含量也处于增加状态。经 SA 预处理的黄瓜幼苗 MDA 含量一直处于未预处理幼苗和对照之间( 图 3)。

2.4 SA 预处理对黄瓜幼苗膜保护酶活性的影响

SA 预处理后, 黄瓜幼苗 POD、SOD 活性上升, CAT 活性下降。低温胁迫后, 经或未经 SA 预处理的幼苗 POD、CAT 活性均较对照降低, 其中经 SA 预处理的活性降低较少。未经 SA 预处理的幼苗 SOD 活性在低温胁迫后持续下降, 经 SA 预处理的幼苗在低温胁迫 2 d 后, SOD 活性仍然略有上升, 随后下降, 但一直比未经 SA 预处理的幼苗高。

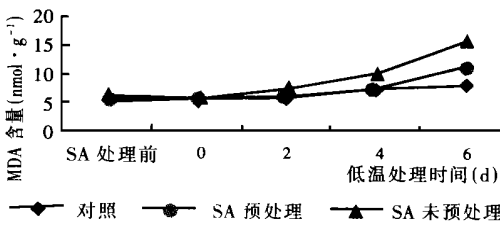


图 3 SA(2.5 mmol·L<sup>-1</sup>) 预处理对黄瓜幼苗叶片 MDA 含量的影响

### 3 结论与讨论

#### 3.1 SA 具有提高黄瓜幼苗耐低温的能力

$O_2^{\cdot -}$  含量是生物受到环境胁迫或伤害时的产物,同时,  $O_2^{\cdot -}$  极易攻击类脂中的不饱和脂肪酸,引发脂质过氧化作用。MDA 是脂质过氧化的主要产物之一,MDA 又可与生物膜上的蛋白质、酶等反应,引起蛋白质分子内和分子间的交联,从而使之失活,破坏生物膜的结构与功能。本试验表明,在低温胁迫之初,黄瓜幼苗受到明显伤害,  $O_2^{\cdot -}$  含量上升。当黄瓜幼苗出现极度萎蔫乃至死亡时,  $O_2^{\cdot -}$  含量反而下降;同时,MDA 含量急剧上升,经 SA 预处理的黄瓜幼苗  $O_2^{\cdot -}$  含量上升较晚,且 MDA 含量增加较少。这说明其受到的伤害较轻,SA 具有提高黄瓜幼苗耐低温的能力,这还可以从黄瓜幼苗萎蔫率和死亡率上得到明证。

#### 3.2 SA 提高黄瓜幼苗耐低温能力的机理

SA 预处理后,黄瓜幼苗 SOD 活性上升,细胞清除体内自由基的能力增强,因而自由基含量下降;甚至在低温胁迫 2 d 后,SOD 活性仍然高于对照,这就保证了黄瓜幼苗对低温伤害的抵御能力。同时,SA 预处理后 POD 活性上升;在低温胁迫过程中,POD 活性一直比未进行 SA 预处理的幼苗高。虽然预处理后和低温胁迫过程中,SA 预处理幼苗 CAT 活性均下降;但是在低温胁迫过程中,CAT 活性下降较未预处理幼苗高,保持相对较高的 POD、CAT 活性同样保证了对自由基的清除能力。

有人认为,SA 可能是通过阻断 CAT 的活性,从而提高植物体内  $H_2O_2$  含量,进而诱导植物对逆境的抵抗力<sup>[1]</sup>;也有人认为,SA 对 CAT 活性的抑制作用很弱,SA 提高体内  $H_2O_2$  的主要原因可能是提高 SOD 活性而不是抑制 CAT 活性<sup>[6]</sup>。我们虽然没有测定黄瓜叶片的  $H_2O_2$  含量,但试验表明,外源 SA 确实能够诱导提高 SOD 活性,并能够在低温逆境胁迫下保持较高的 SOD、POD、CAT 活性,从而减轻低温对黄瓜幼苗的伤害。有人认为,SA 的生理功能可能是通过肌醇脂质信使系统介导<sup>[7]</sup>,从而促进植物体内的生理生化变化,进一步提高对逆境的抗性。这些结果尚处于研究的初级阶段,需进一步探索。

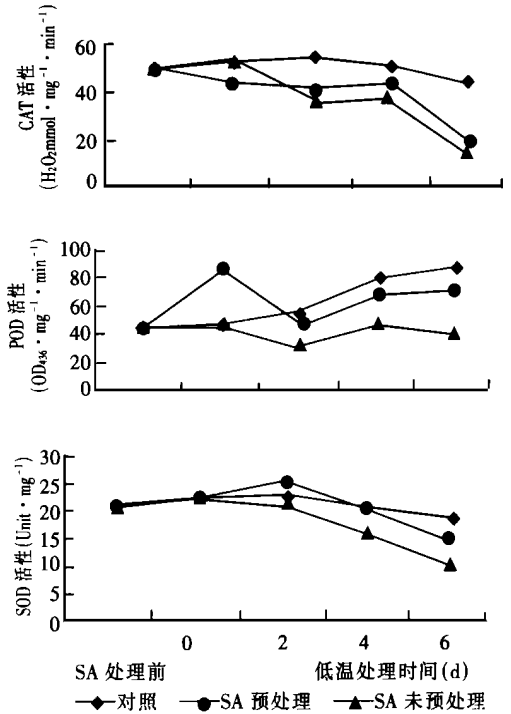


图4 SA( $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )预处理对黄瓜幼苗膜保护酶活性的影响

## 参考文献:

- [ 1 ] 林忠平, 胡鸢雷. 植物抗逆性与水杨酸介导的信号传导途径的关系[ J ]. 植物学报, 1997, 39( 2 ): 185– 188.
- [ 2 ] 马德华, 庞金安, 李淑菊, 等. 不同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.
- [ 3 ] 马德华, 卢育华, 庞金安. 低温对黄瓜幼苗膜脂过氧化的影响[ J ]. 园艺学报, 1998, 25( 1 ): 61– 64.
- [ 4 ] 邵从本, 罗广华, 王爱国, 等. 几种检测超氧化物歧化酶活性反应的比较[ J ]. 植物生理学通讯, 1983, ( 5 ): 46 – 49.
- [ 5 ] 王爱国, 罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺反应的定量关系[ J ]. 植物生理学通讯, 1990, ( 6 ): 55– 57.
- [ 6 ] 李兆亮, 原永兵, 刘成连, 等. 水杨酸对黄瓜叶片抗氧化剂酶系的调节作用[ J ]. 植物学报, 1998, 40( 4 ): 356 – 361.
- [ 7 ] 李兆亮, 原永兵, 刘成连, 等. 黄瓜细胞中水杨酸的信号传递研究[ J ]. 植物学报, 1998, 40( 5 ): 430– 436.

## Effect of Salicylic Acid on Chilling Resistance of Cucumber Seedlings

PANG Jir an, MA De hua, HUO Zheir rong, LI Shu ju

( Tianjin Cucumber Research Institute, Tianjin 300192 )

**Abstract:** Chilling resistance of cucumber( *Cucumis Sativus* L. ) pre treated with salicylic acid( SA ) was measured, activities of the membrane protective enzymes and content of superoxide anion(  $O_2^{\cdot -}$  ) were also determined. Resistance of chilling increased much more after SA pre treated, and both the wilting rate and the death rate decreased. 3 days after SA pre treatment, contents of malondialdehyde( MDA ) and  $O_2^{\cdot -}$  decreased, activities of peroxidase( POD ) and super oxidase( SOD ) increased, that of catalase( CAT ) decreased. After chilling treatment, contents of MDA and  $O_2^{\cdot -}$  increased less in seedlings of SA pre treated than that in seedlings of SA non pretreated. And activities of the POD, SOD and CAT were higher in SA pretreated seedlings than that in SA non pretreated seedlings. It indicated that activities of membrane protective enzymes kept higher were the main cause to chilling resistance of SA pretreated cucumber.

**Key words:** Cucumber seedling; Chilling; Salicylic acid