

水杨酸对黄瓜幼苗光氧化胁迫的缓解效应*

孙 艳, 王亚娟

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 在黄瓜幼苗四叶期分别喷施浓度为 0, 50, 100 和 200 $\mu\text{mol/L}$ 的水杨酸溶液, 1 d 后, 各处理同时涂抹 500 $\mu\text{mol/L}$ 的甲基紫精溶液, 4 h 后测定黄瓜幼苗叶片的生理生化指标, 以探讨水杨酸对黄瓜幼苗光氧化胁迫伤害的缓解效应。结果表明, 不同浓度的水杨酸溶液对黄瓜幼苗叶片在光氧化胁迫下遭受的伤害有不同程度的缓解作用, 可使相对电导率降低 19.11% ~ 38.03%, SOD 活性增加 8.06% ~ 19.32%, 丙二醛含量下降 11.22% ~ 26.07%, 且以 100 $\mu\text{mol/L}$ 的水杨酸溶液效果最佳。

[关键词] 黄瓜; 水杨酸; 光氧化胁迫; 缓解效应

[中图分类号] Q 945.18

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)05-0038-03

植物的光氧化损伤机理及对光氧化胁迫的抗性是近年来环境生理、分子生物学和作物抗性育种研究中备受关注的问题^[1]。在正常生理条件下, 植物代谢过程产生活性氧是电子传递系统不可避免的结果, 而不良环境条件会使体内活性氧的产生受到刺激, 从而导致光氧化胁迫^[2]。甲基紫精(MV)在有光条件下产生活性氧, 会导致许多植物的光氧化胁迫^[3]。水杨酸(SA)是植物体内可自身合成的一种类似植物激素的酚类化合物, 外源 SA 可缓解低温胁迫和盐分胁迫对黄瓜幼苗生长所产生的抑制作用^[4,5]。关于光氧化胁迫对植物产生的伤害作用已有许多报道, 但 SA 对光氧化胁迫下植物受到的伤害的缓解作用尚未见报道, 本试验以黄瓜幼苗为试材, 外施 SA, 并以 MV 为光氧化诱导剂, 研究了 SA 对光氧化胁迫的效应, 以明确 SA 对光氧化胁迫的缓解作用。

1 材料与方法

1.1 材 料

供试黄瓜品种为津绿 2 号, 耐低温弱光。供试光氧化诱导剂为甲基紫精(MV)。

1.2 幼苗培养及试验处理

于 2002-04-13 将黄瓜种子播入 10 cm × 15 cm 的营养钵内, 每钵 2 粒。营养钵放置于露地, 白天气温 25~30℃, 夜温 16~20℃。每钵定壮苗 1 株。幼苗长至 4 叶 1 心时进行处理。

试验设置 4 个处理, 分别用 0(CK), 50, 100 和 200 $\mu\text{mol/L}$ 的 SA 溶液喷布。喷布 1 d 后, 在每株幼苗的 1 枚叶片表面涂抹 500 $\mu\text{mol/L}$ 的 MV 溶液, 4 h 后, 测定电导率、SOD 活性及 MDA 含量。每处理 30 钵, 分 3 组, 随机区组排列。

1.3 测定方法

电导率用 DDS-11A 型电导仪测定^[6]; MDA 含量用硫代巴比妥酸显色法测定^[6]; SOD 活性的测定依据邵从本等^[7]的方法稍作改进, 即取黄瓜叶片 0.5 g 于预冷的研钵中, 加入 2 mL 提取介质(含 1% 聚乙烯吡咯烷酮磷酸缓冲液)在冰浴下研磨至匀浆, 定容至 10 mL, 于 4℃ 下 1 000 r/min 离心 30 min, 取上清液于 4℃ 下保存。在各测定管中加入 0.1 mL 酶液, 对照管不加酶液, 以其中 1 个对照管为空白, 不照光, 其他各管同置于 4 000 lx 日光灯下反应 30 min 后迅速避光, 测定 A_{560} 。以抑制氮蓝四唑(NBT)光化还原的 50% 的酶量作为一个酶活单位。

2 结果与分析

2.1 SA 对光氧化胁迫下黄瓜幼苗叶片细胞膜透性的影响

图 1 显示, 3 种浓度的 SA 溶液均可使光氧化胁迫下黄瓜幼苗叶片的相对电导率低于对照, 50, 100 和 200 $\mu\text{mol/L}$ 处理的降幅分别为 26.92%, 38.03% 和 19.11%; 而且当 SA 溶液的浓度小于 100 $\mu\text{mol/L}$ 时, 降幅有随浓度的增加而增大的趋

* [收稿日期] 2003-04-22

[基金项目] 杨凌农业科技开发基金项目

[作者简介] 孙 艳(1964-), 女, 陕西泾阳人, 副教授, 硕士, 主要从事黄瓜栽培生理和抗性生理研究。

势,当 SA 溶液的浓度大于 $100 \mu\text{mol/L}$ 时,降幅则随着浓度的增加而减小。这表明 SA 对光氧化胁迫下黄瓜幼苗叶片细胞膜透性的伤害有明显的缓解作用,而且 SA 的浓度以 $100 \mu\text{mol/L}$ 的效果最佳。这意味着 3 种浓度的 SA 可修复膜的透性,降低电解质的渗漏率,缓解光氧化胁迫对黄瓜幼苗叶片细胞膜的伤害。

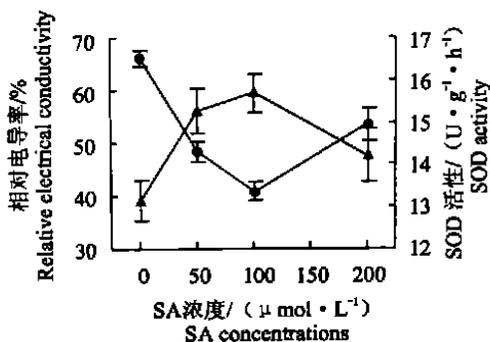


图 1 SA 对光氧化胁迫下黄瓜幼苗叶片中相对电导率和 SOD 活性的影响

- - - 相对电导率; - - - SOD 活性

Fig. 1 Effect of SA on relative electrical conductivity and SOD activity of leaves in

cucumber seedling under photooxidative stress

- - - Relative electrical conductivity; - - - SOD activity

2.2 SA 对光氧化胁迫下黄瓜幼苗叶片中 SOD 活性的影响

图 1 还表明,光氧化胁迫下,黄瓜幼苗叶片中 SOD 的活性在 $0 \sim 100 \mu\text{mol/L}$ 随着 SA 浓度的增加而增高,到 $100 \mu\text{mol/L}$ 时达到最高,50 和 $100 \mu\text{mol/L}$ 2 种 SA 溶液处理的 SOD 活性分别较对照提高了 16.12% 和 19.32%;当 SA 的浓度增至 $200 \mu\text{mol/L}$ 时,虽然 SOD 活性仍高于对照 8.06%,但却低于 50 和 $100 \mu\text{mol/L}$ 处理,降低率分别为 7.45% 和 9.43%。这表明 SA 可提高光氧化胁迫下黄瓜叶片中的 SOD 活性,提高作用受 SA 浓度的影响,以 $100 \mu\text{mol/L}$ 的 SA 浓度最佳,当低于或高于此浓度时,对 SOD 活性的提高作用均有所降低。从图 1 还可看出,SOD 活性的这种变化趋势与相对电导率的变化趋势刚好相反,二者之间呈显著的负相关关系,相关系数为 $r = -0.987^*$ ($n = 4, df = 2, r_{0.05} = 0.950$)。

2.3 SA 对光氧化胁迫下黄瓜幼苗叶片中 MDA 含量的影响

从图 2 可以看出,光氧化胁迫下,不同浓度的 SA 溶液处理的黄瓜幼苗叶片中 MDA 含量的变化,

表现出与其 SOD 活性变化相反的趋势。在 $0 \sim 100 \mu\text{mol/L}$ 内,MDA 含量随 SA 浓度的增加而降低,到 $100 \mu\text{mol/L}$ 时达到最低,50 和 $100 \mu\text{mol/L}$ 2 种 SA 溶液处理的 MDA 含量分别比对照降低了 23.61% 和 26.07%;当 SA 的浓度达 $200 \mu\text{mol/L}$ 时,MDA 的含量仍低于对照 11.22%,但却比 $50 \mu\text{mol/L}$ 高 16.21%,比 $100 \mu\text{mol/L}$ 高 20.08%。MDA 含量与 SOD 活性之间呈极显著的负相关关系,相关系数为 $r = -0.998^{**}$ ($n = 4, df = 2, r_{0.01} = 0.990$)。

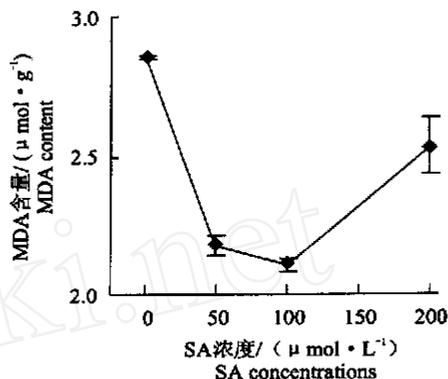


图 2 SA 对光氧化胁迫下黄瓜幼苗叶片中 MDA 含量的影响

Fig. 2 Effect of SA on MDA content of leaves in cucumber seedling under photooxidative stress

从图 1 和图 2 还可看出,光氧化胁迫下,不同浓度 SA 溶液处理的黄瓜幼苗叶片中的 MDA 含量变化,表现出与相对电导率变化相同的趋势,二者之间呈显著的正相关关系,相关系数 $r = 0.970^*$ ($n = 4, df = 2, r_{0.05} = 0.950$)。

3 讨论

外源光氧化诱导剂甲基紫精(MV)具有很强的负氧还原势,能引起植物产生氧化胁迫,导致膜脂过氧化^[3]。SA 已被许多试验证明是重要的能够激活植物过敏反应和系统获得性抗性的内源信号分子^[8],因此,它可以缓解盐胁迫^[5]、干旱胁迫^[9]、寒冷胁迫^[4]及热胁迫^[10]对植物生长产生的抑制作用。

本试验结果发现,光氧化胁迫下,50, 100 和 $200 \mu\text{mol/L}$ 的 SA 溶液均可不同程度地降低黄瓜幼苗叶片中的相对电导率和 MDA 含量,提高 SOD 活性。SOD 是植物防御活性氧毒害的关键酶,MDA 是膜脂过氧化的重要产物,相对电导率是衡量膜系统选择性透性的主要指标。本试验中,这三者之间两两呈现出显著或极显著的相关关系,这意味着经过 MV 诱导后,黄瓜幼苗产生了光氧化胁迫,但由于被

黄瓜幼苗吸收的 SA 发挥了其作为内源信号分子的作用,激活了黄瓜幼苗的过敏反应,并使黄瓜幼苗产生了抗性。因此,SOD 活性增强,清除了经 MV 诱导后产生的部分活性氧,使得膜系统因受活性氧的伤

害而产生的过氧化作用减弱,MDA 含量因此而降低。膜系统受伤害的程度减弱,电解质的渗漏率就会降低,相对电导率则减小。从这点来讲,SA 对光氧化胁迫下黄瓜幼苗受到的伤害有一定的缓解作用。

[参考文献]

- [1] 彭长连,林植芳,林桂珠.光氧化胁迫下几种植物叶片的超氧自由基产生速率和光合特性[J].植物生理学报,2000,26(2):81-87.
- [2] Foyer C H,Lelandais M,Kunert K J. Photooxidative stress in plants[J]. *Physiol Plant*, 1994, 92: 696-717.
- [3] 林植芳,彭长连,林桂珠.光氧化作用引起几种亚热带木本植物膜损伤和PS II失活[J].植物学报,1999,41(8):871-876.
- [4] 孙艳,崔鸿文,胡荣.水杨酸对黄瓜幼苗壮苗的形成及抗低温胁迫能力的生理效应[J].西北植物学报,2000,20(4):616-620.
- [5] 余小平,贺军民,张健,等.水杨酸对盐胁迫下黄瓜幼苗生长抑制的缓解作用[J].西北植物学报,2002,22(2):401-405.
- [6] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版公司,2000.
- [7] 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.
- [8] Malamy J, Carr J P, Klessing D F, et al. Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection[J]. *Sci*, 1990, 250: 1002-1004.
- [9] 汪晓峰,张宪政. SA 提高小麦抗旱性生理效应的研究[J].植物学通报,1998,15(3):48-50.
- [10] 何亚丽,刘友良,陈权,等. SA 和热锻炼诱导的高羊茅幼苗的耐热性与抗氧化的关系[J].植物生理与分子生物学学报,2002,15(3):49-95.

Mitigative effect of salicylic acid on photooxidative stress in cucumber seedling

SUN Yan, WANG Ya-juan

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

Abstract: Cucumber seedling with four leaves were sprayed with 0, 50, 100 and 200 $\mu\text{mol/L}$ Salicylic acid (SA) solutions, they were smeared by 500 $\mu\text{mol/L}$ methyl viologen (MV) solution after 1 d, the physiological and biochemical targets of leaves in the cucumber seedlings were determined after 4 h. The results showed that: SA solutions of different concentrations could to different extent mitigate the injury cucumber seedlings suffered under photooxidative stress, reduce the relative electrical conductivity from 19.11% to 38.03% and the content of malondialdehyde (MDA) from 11.22% to 26.07%, increase SOD activity from 8.06% to 19.32%; and the SA solution with the best mitigative effect was the SA solution of 100 $\mu\text{mol/L}$.

Key words: cucumber; salicylic acid (SA); photooxidative stress; mitigative effect