

文章编号: 1005-0906(2007)04-0083-03

低温下外源水杨酸对玉米幼苗保护酶活性的影响

张富平, 张蕊

(周口职业技术学院生物工程系, 河南 周口 466000)

摘要: 0.5 mmol/L 水杨酸(SA)预处理玉米幼苗降低了低温胁迫期间玉米幼苗体内丙二醛(MDA)的含量及超氧阴离子($O_2^{\cdot-}$)的产生速率。酶活性分析表明, SA 预处理后玉米幼苗在低温胁迫下超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性较低温对照高。常温下用 0.5 mmol/L SA 预处理玉米幼苗, 提高了保护酶的活性, 从而提高了玉米幼苗的抗寒性。

关键词: 玉米幼苗; 低温; 水杨酸; 保护酶活性

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Effects of Salicylic Acid on the Cell Defense Enzymes of Maize Seedlings During Chilling Stress

ZHANG Fu-ping, ZHANG Rui

(Biological Engineering Department, Zhoukou Professional Technical College, Zhoukou Henan 466000, China)

Abstract: 0.5 mmol/L SA pretreatment decreased malondialdehyde(MDA) concentration and production rates of superoxide anion radicals($O_2^{\cdot-}$) in maize seedlings under chilling stress. The analysis of antioxidant enzymes showed that SA pretreatment caused decreases in superoxide dismutase(SOD) activity, peroxidase(POD) activity and catalase(CAT) activity. It is suggested that the pretreatment of maize seedlings with SA under normal growth temperature may increase the activities of cell defense enzymes which lead to increased chilling tolerance.

Key words: Maize seedlings; Chilling stress; Salicylic acid; Activities of cell defense enzymes

水杨酸(Salicylic acid, SA)是植物体内普遍存在的酚类化合物, 被认为是一种信号传递分子。近年来, SA 在植物抗逆境方面的研究报道较多, 如提高植物的抗盐性^[1]、抗寒性^[2]和抗热性^[3]及减少重金属对细胞膜的伤害^[4]等。很多学者从不同角度对低温下玉米低温冷害进行了研究。有关 SA 对低温下玉米幼苗活性氧的产生和保护酶活性变化的系统研究目前在国内外还未见报道。本文用水杨酸预处理玉米幼苗, 初步研究探讨了低温胁迫下 SA 与玉米幼苗保护酶、超氧阴离子及膜脂过氧化产物之间的关系, 为进一步有效预防低温冷害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试玉米品种为豫单 2002, 由河南农业大学选育。

1.2 培养和处理方法

水杨酸为分析纯, 用蒸馏水溶解后, 再用 1 mol/L NaOH 调至 pH 6.8, 配成 100 mmol/L 母液, 使用前配成所需浓度。

种子按常规消毒, 浸种和催芽后播于自制的带有尼龙网的培养钵内, 每钵 10 粒, 用 1/2 浓度的 Hongland 培养液, 在人工气候室(25~27℃)下培养至 3 叶 1 心, 玉米幼苗在 6℃下处理 5 d, 测定各项指标, 每个处理重复 3 次。幼苗在转入低温(6℃, 5 d)前 24 h 用 0.5 mmol/L 水杨酸试剂叶面喷雾 1 次。低温对照同时喷雾等量的清水。

丙二醛(MDA)含量参照张宪政以及王爱国的方法^[5]; 超氧阴离子($O_2^{\cdot-}$)产生速率按王爱国等的方法测定^[6]; 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)活性测定参照李忠光等方法^[7]; 超氧化物歧化酶活性, 采用已知 SOD 活性单位抑制 NBT 光还原的 50%为 1 个酶活性单位(U); 过氧化氢酶活

收稿日期: 2007-02-20

作者简介: 张富平(1972-), 女, 河南周口人, 讲师, 从事遗传育种教学与科研工作。E-mail: qml1215@163.com

性,以每分钟内 A_{240} 减少 0.1 的酶量为 1 个酶活单位(U);过氧化物酶活性,以每分钟内 A_{470} 变化 0.01 的酶量为 1 个活性单位(U)。

数据处理采用 EXCEL 软件,数据分析采用方差分析。

2 结果与分析

2.1 SA 预处理对玉米幼苗 MDA 含量的影响

试验表明,低温逆境胁迫使玉米幼苗体内 MDA 含量明显增加。SA 预处理能减少 MDA 的增加 (图 1);低温胁迫 24 h 后,0.5 mmol/L SA 预处理植株 MDA 含量比未处理植株的 MDA 含量降低,其差异达到显著水平(表 1)。

表 1 SA 预处理对玉米幼苗在低温胁迫 24 h 后丙二醛含量和超氧阴离子产生速率

Table 1 Effects of changes of malondialdehyde concentration and production rates of super oxide anion radicals in maize seedlings under chilling stress for 24h after pretreated with SA

测定项目 Determination project	低温对照 Low temperature control	0.5 mmol/L SA 预处理 0.5 mmol/L SA pretreatment
丙二醛[$\mu\text{mol}/(\text{mg}\cdot\text{FW})$]	2.32 ± 0.062	$1.87 \pm 0.034^*$
超氧阴离子(U/L)	203.52 ± 13.15	$168.35 \pm 10.07^*$

注:* 为 0.05 水平显著差异。
Note: *Significant at the $P \leq 0.05$ levels.

2.2 SA 预处理对玉米幼苗超氧阴离子产生速率的影响

低温胁迫下,SA 预处理与未处理植株的超氧阴离子均呈上升趋势,但 SA 处理植株的超氧阴离子的产生速率明显低于未处理植株(图 2)。在低温胁迫 24 h 后,SA 处理植株的超氧阴离子产生速率比对照下降,且差异达到显著水平(表 1)。

2.3 SA 预处理后玉米幼苗保护酶活性在低温胁迫过程中的动态变化

经 0.5 mmol/L SA 预处理后,玉米幼苗在低温胁迫期间处理与未处理植株的 SOD、CAT 和 POD 活性在低温胁迫前期先上升而后下降。总体上讲,经 SA 预处理的玉米幼苗 SOD 和 POD 活性在整个低温期间高于未处理的植株 SOD 和 POD 的活性,而 CAT 活性低于未处理的植株(图 3、图 4、图 5)。

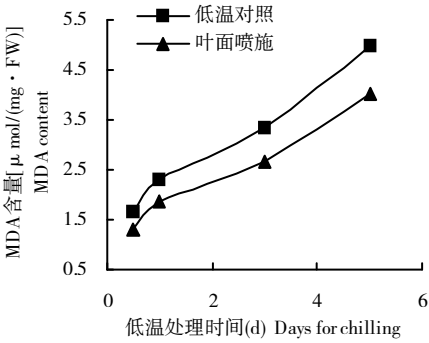


图 1 SA 预处理后玉米幼苗 MDA 含量

Fig.1 Dynamics of malondialdehyde concentration in maize seedlings during chilling stress after pretreated with SA

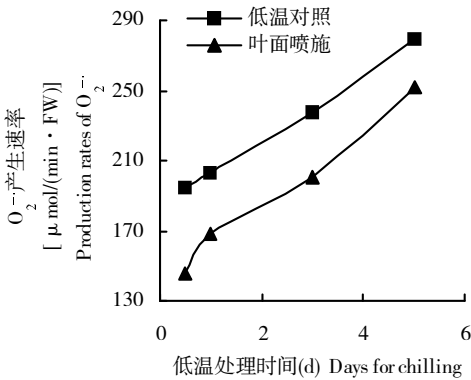


图 2 SA 预处理后玉米幼苗 $\text{O}_2\cdot^-$ 产生速率

Fig.2 Dynamics of production rates of super oxide anion radicals in maize seedlings during chilling stress after pretreated with SA

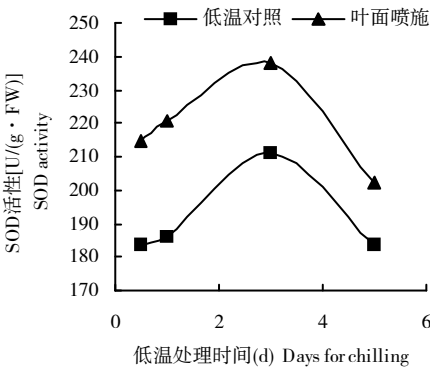


图 3 SA 预处理植株 SOD 活性变化

Fig.3 Dynamics of SOD activity in maize seedlings with pretreatment by SA

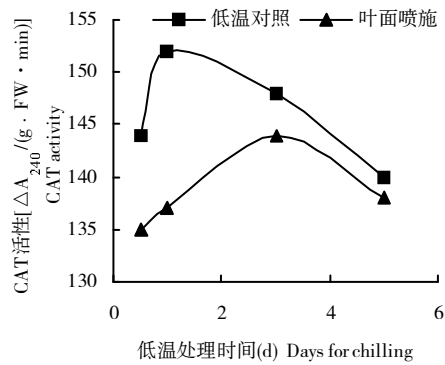


图 4 SA 预处理植株 CAT 活性变化

Fig.4 Dynamics of CAT activity in maize seedlings with pretreatment by SA

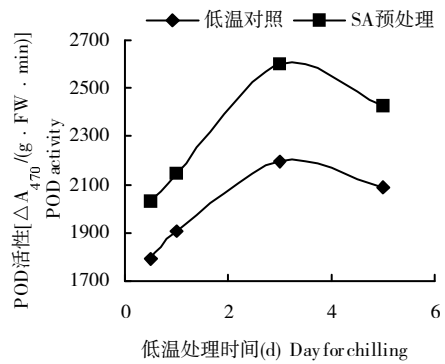


图 5 SA 预处理植株 POD 活性变化

Fig.5 Dynamics of POD activity in maize seedlings with pretreatment by SA

经过水杨酸预处理的玉米幼苗，在低温胁迫期间丙二醛含量和超氧阴离子的产生速率明显低于对照。说明水杨酸预处理能够通过提高植株体内保护酶的活性,增强其清除细胞内活性氧的能力,使活性氧的数量降到最低限度，从而减少低温给植株带来的伤害。

3 讨 论

从本试验中可以看出,0.5 mmol/L SA 预处理能够降低玉米幼苗在低温逆境中的伤害，提高玉米幼

苗的抗寒性。许多研究表明,植物在逆境和衰老过程中,细胞通过多种途径产生 H₂O₂、O₂⁻等,活性氧自由基增多,导致植物细胞的伤害,如引发降解反应、膜脂过氧化、细胞膜变性及蛋白质变性等。POD 是一种清除体内活性氧密切相关的酶,SA 预处理能提高 POD 活性,从而防止膜脂过氧化,维持了膜的完整性。SOD 能够清除体内的超氧阴离子(O₂⁻),SA 预处理能提高玉米幼苗体内 SOD 活性,从而降低了超氧阴离子(O₂⁻)的产生速率,对细胞膜起到保护作用。植物细胞内存在的活性氧清除剂能有效清除活性氧(O₂⁻),使其维持在较低水平，从而避免或减轻膜伤害。在 6℃低温胁迫下,SA 预处理能显著增加玉米幼苗 SOD 和 POD 的活性,抑制 O₂⁻的过量产生。SA 预处理能直接或间接的提高低温胁迫下玉米幼苗的保护酶活性,减少低温伤害。而处理植株的 CAT 活性低于对照植株，可能与过氧化氢含量高有助于提高植株的抗性有关。

参考文献:

[1] Al-Hakimi A M, Hamada A M. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate [J]. Biol. Plant, 2001(44): 253-261.

[2] Janda T, Szalai G, Tari I, et al. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize(*Zea may* L.) plants[J]. Planta,1999(208): 175-180.

[3] Monika N, Tibor J, Eszter H, et al. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but decrease drought tolerance in maize[J]. Plant Science, 2002(162): 569-574.

[4] Ho-Min K, Mikal E S. Chilling tolerance of maize,cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid[J]. Physiologia Plantarum,2002(115): 571-576.

[5] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1990.

[6] 林植芳,李双顺,林桂珠,等. 衰老叶片和叶绿体中 H₂O₂ 累积与膜脂过氧化的关系[J]. 植物生理学报, 1988(14): 16-22.

[7] 李忠光,李江鸿,杜朝昆,等. 在单一提取系统中同时测定 5 种植物抗氧化酶[J]. 云南师范大学学报(自然科学版), 2002, 22(6): 44-48.

(责任编辑:张 英)