

文章编号 :1003-8701(2013)05-0004-03

水杨酸对低温胁迫下玉米幼苗某些生理指标的影响

侯丽霞

(青岛农业大学生命科学学院 / 山东省高校植物生物技术重点实验室 , 山东 青岛 266109)

摘 要 :以玉米幼苗为实验材料 ,研究不同浓度外源水杨酸对低温胁迫下玉米幼苗丙二醛含量、细胞膜透性、脯氨酸含量和超氧化物歧化酶活性等生理指标的影响。结果表明 :与低温处理的玉米幼苗相比 ,水杨酸处理后玉米幼苗丙二醛含量和细胞膜透性呈现明显下降趋势 ,脯氨酸含量、SOD 酶活性呈升高趋势 ,以 $0.5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 水杨酸处理作用最明显。由此推测 ,外施水杨酸处理可以缓解低温对玉米幼苗的伤害 ,同时 $0.5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 水杨酸效果最佳。

关键词 :水杨酸 ;玉米幼苗 ;低温胁迫 ;生理指标

中图分类号 :S513.01

文献标识码 :A

Effect of Salicylic Acid on Some Physiological Indexes of Corn Seedlings under Chilling Stress

HOU Li-xia

(College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Key Lab of Plant Biotechnology in Universities of Shandong Province, Qingdao 266109, China)

Abstract: Corn seedlings were used as experiment materials to study the effect of different concentration of salicylic acid on some physiological indexes of corn seedlings under chilling stress. The results indicated that the content of MDA and the relative permeability of cell membrane in corn seedling leaves under low temperature reduced by exogenous salicylic acid. At the same time, the content of proline and the SOD activity increased. $0.5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ salicylic acid was the optimum concentration to corn seedlings under chilling stress. Therefore, salicylic acid could remit the effect of chilling stress on the corn seedlings, and the optimum concentration was $0.5\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Keywords: Salicylic acid; Corn seedlings; Chilling stress; Physiological indexes

低温胁迫是作物栽培中常常遇到的一种灾害 ,在植物的整个生长过程中均会造成不利影响。例如冷害会造成植株苗弱小、生长缓慢、黄化、局部坏死、坐果率低、产量降低等诸多不良影响 ,对农业生产造成严重损失^[1]。玉米(*Zea mays* L.)属于低温敏感型植物 ,在 10°C 以下 0°C 以上时受冷害的迹象明显。有文献报道低温下玉米生育期延迟、产量下降^[2]。某些生理指标也会发生变化 ,如细胞膜透性变大 ,丙二醛(Malondialdehyde ,MDA)含量

升高 ,超氧化物歧化酶 (Superoxide Dismutase ,SOD)和过氧化物酶(peroxidase ,POD)等保护酶的活性升高等^[3-4]。

水杨酸(Salicylic acid, SA)是植物体内普遍存在的酚类化合物 ,被认为是一种信号分子^[5]。研究表明 SA 在植物抵抗生物胁迫和非生物胁迫方面起了重要作用。Kang 等人研究发现 SA 能提高香蕉的抗冷性^[6]。那么水杨酸是否提高玉米幼苗的抗冷性呢 ?本实验以玉米为实验材料 ,利用外源水杨酸预处理后 ,通过测定低温胁迫下玉米幼苗的细胞膜透性、丙二醛含量、脯氨酸含量和 SOD 酶的活性的变化 ,从生理角度探讨了水杨酸对玉米幼苗抗冷性的影响 ,以期阐明水杨酸在低温下作用的生理机制 ,为玉米抗寒育种提供依据。

收稿日期 :2013-03-20

基金项目 :青岛农业大学高层次人才启动基金(630722)

作者简介 :侯丽霞(1978-),女,博士,讲师,研究方向:植物分子生物学与逆境生理学。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试玉米品种为鲁丹 50 ,经 0.1%的 HgCl₂ 浸泡消毒 15 min ,用自来水冲洗干净 ,蒸馏水冲洗 3 遍 ,浸种 24 h。25℃恒温培养箱催芽 3~5 d。选取生长一致的种子移至培养皿中 ,室温自然光照下 ,1/2 Hoagland 溶液培养 ,每天更换一次营养液。待长至 3 叶 1 心时取生长一致的玉米幼苗进行处理。

1.2 材料处理

取三叶一心期玉米幼苗 ,在培养液中加入不同浓度 0.1 mmol·L⁻¹ ,0.5 mmol·L⁻¹ ,1.0 mmol·L⁻¹ 的水杨酸 ,4℃低温处理 5 d。玉米幼苗分为 5 组 :对照组 :1/2 Hoagland 培养液 ;A 组 :低温胁迫 +0 mmol·L⁻¹ SA ,B 组 :低温胁迫 +0.1 mmol·L⁻¹ SA ,C 组 :低温胁迫 +0.5 mmol·L⁻¹ SA, D 组 :低温胁迫 +1.0 mmol·L⁻¹ SA ,每组设置 3 个重复 ,每天更换相应的溶液。

1.3 测定方法

MDA 含量的测定采用硫代巴比妥酸法 ,利用双组分光光度计法计算 MDA 含量 ;细胞膜透性利用 DDS-11 型电导仪测定外渗液的电导率 ;SOD 活性测定采用 NBT 光还原法进行 ,以抑制 NBT 光化还原 50%的酶量为 1 个酶活单位 ;脯氨酸含量的测定采用酸性茚三酮比色法。

2 结果与分 析

2.1 SA 对低温胁迫下玉米幼苗叶片丙二醛含量的影响

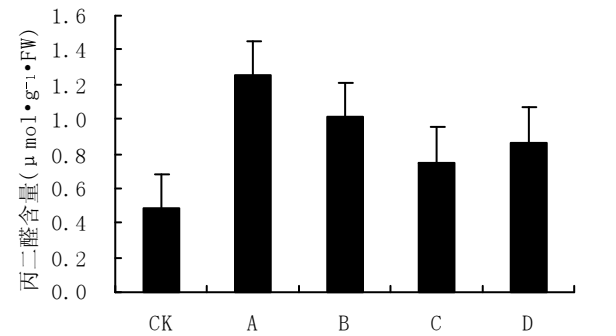


图 1 不同浓度 SA 对低温胁迫玉米幼苗丙二醛含量的影响

(CK :1/2 Hoagland 培养液 ,A 组 :低温 ,B 组 :低温 +0.1 mmol·L⁻¹ SA ,C 组 :低温 +0.5 mmol·L⁻¹ SA ,D 组 :低温 +1.0 mmol·L⁻¹ SA ,下同。)

丙二醛(MDA)作为膜脂氧化的终产物 ,可以表示细胞膜氧化程度和植物受到逆境伤害的程度 ,植物受到逆境胁迫后 MDA 含量会有所增加。从图 1 可以看出 ,与对照相比 ,低温处理后 ,玉米幼苗叶片 MDA 含量升高 ,加入不同浓度水杨酸后 ,MDA 含量呈现明显下降趋势 ,0.5 mmol·L⁻¹ SA 处理效果最佳。由此可见 ,水杨酸可以降低低温胁迫下玉米幼苗叶片中丙二醛含量 ,从而缓解低温对玉米的伤害。

2.2 水杨酸对低温胁迫下玉米幼苗细胞膜透性的影响

植物器官在受到不利的环境条件 (如低温)危害时 ,首先受到伤害的就是细胞膜的结构 ,从而导致细胞膜透性增加。本实验结果表明 ,低温处理使玉米幼苗叶片细胞膜相对透性增加 ,加入不同浓度水杨酸后 ,细胞膜相对透性有不同程度的下降 ,0.5 mmol·L⁻¹SA 处理效果最佳(图 2)。由此可见 ,水杨酸通过降低细胞膜相对透性来缓解低温对玉米的伤害。

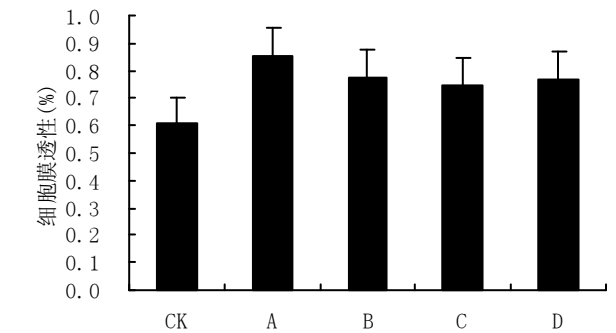


图 2 不同浓度 SA 对低温胁迫玉米幼苗细胞膜透性的影响

2.3 水杨酸对低温胁迫下玉米幼苗叶片脯氨酸含量的影响

植物在正常条件下 ,游离脯氨酸含量很低 ,但是遇到低温、干旱、盐碱等逆境时 ,游离脯氨酸便会大量积累 ,并且积累指数与植物的抗逆性有关。本实验测定了各组玉米幼苗叶片中脯氨酸的含量 ,结果如图 3 所示 ,低温处理使玉米幼苗叶片脯氨酸含量增加 ,加入不同浓度水杨酸后 ,脯氨酸含量呈上升趋势 ,0.5 mmol·L⁻¹ SA 处理后脯氨酸含量最高。推测水杨酸通过增加脯氨酸含量缓解了低温对玉米的伤害。

2.4 水杨酸对低温胁迫下玉米幼苗叶片 SOD 酶活性的影响

超氧化物歧化酶(SOD)普遍存在于动植物体内 ,可以清除生物体内超氧阴离子自由基 ,反应产物过氧化氢可被过氧化氢酶进一步分解或被过氧

化物酶利用,因此 SOD 有保护生物体免受活性氧伤害的能力,其大小通常用作植物抗逆性强弱的生理指标。通过对各组玉米幼苗叶片 SOD 酶活性的测定,可以看出(图 4),低温处理后玉米幼苗叶

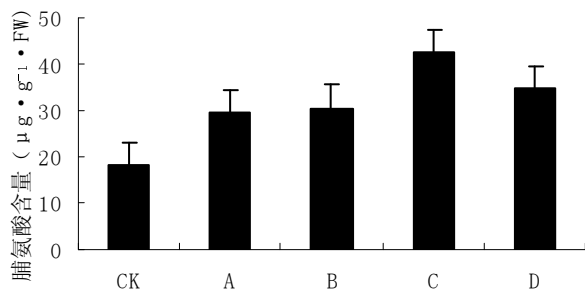


图 3 不同浓度 SA 对低温胁迫玉米幼苗脯氨酸含量的影响

片 SOD 酶活性增加,加入不同浓度水杨酸后,SOD 酶活性呈上升趋势,0.5 mmol·L⁻¹ SA 处理后 SOD 酶活性升高显著。由此可见,水杨酸通过调节 SOD 酶活性升高缓解了低温对玉米的伤害。

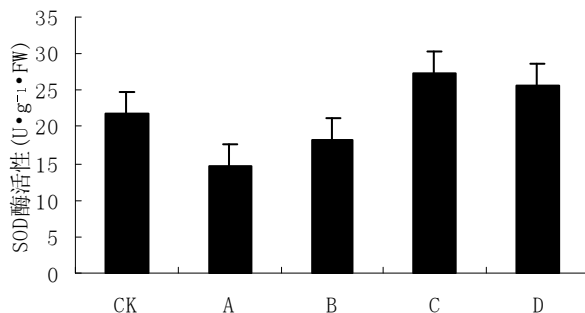


图 4 不同浓度 SA 对低温胁迫玉米幼苗 SOD 酶活性的影响

3 讨 论

许多研究表明,植物受到低温胁迫后,最先受到影响的就是细胞膜,表现为细胞膜透性增加,细胞内容物渗出,通过测定细胞外液电导率的变化可以反映细胞受伤害的程度。同时低温胁迫还能引起植物细胞膜脂过氧化,MDA 是膜脂过氧化的产物,通过测定 MDA 含量的变化,可以反映植物细胞发生膜质过氧化的剧烈程度和植物抗冷性的强弱^[7],脯氨酸在植物体内的含量较低,在植物受到干旱、盐、低温胁迫时,其含量明显增加。许多研究表明,脯氨酸的诱导合成与植物的抗逆性增强呈正相关^[8],氧化性损伤也是植物受到低温伤害的典型特征之一,SOD 可以通过清除细胞内活性氧而起到保护作用。SOD 活性越高,植物的抗冷性越强^[9]。从结果可以看出,低温胁迫影响了玉米幼苗各项生理指标,其中 MDA 含量升高,细胞膜透性变大,脯氨酸含量增加,SOD 酶活性升高,这与王瑞等研究结果一致^[10]。

水杨酸可以通过调节抗氧化系统活性、降低活性氧的积累,抑制电解质渗漏和增加可溶性蛋白含量等提高植物抗寒性^[11-12]。本实验分析了低温胁迫下 SA 对玉米幼苗某些生理指标的影响,分别测定了 MDA 含量、细胞膜透性、脯氨酸含量和 SOD 酶活性的变化规律。结果表明,外加不同浓度的水杨酸后,可以降低 MDA 含量和细胞膜透性,增加脯氨酸含量和 SOD 酶活性,水杨酸浓度为 0.5 mmol·L⁻¹ 时玉米幼苗所受伤害最低。推测水杨酸通过降低玉米的细胞膜透性和提高抗氧

化来缓解低温对玉米幼苗的伤害,提高其抗寒性。然而植物对低温的反应是非常复杂的生理过程,涉及到信号转导和基因表达等方面,SA 抗冷的分子机制和信号转导过程有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈善福,舒庆尧.植物低温胁迫的生物学机理及其基因工程研究进展[J].植物学通报,1999,16(5):555-560.
- [2] 宋立权.低温对玉米生长发育的影响[J].玉米科学,1997,5(3):58-60.
- [3] 吴建慧,杨玲,孙国荣.低温胁迫下玉米幼苗叶片活性氧的产生及保护酶活性的变化[J].植物研究,2004,24(4):456-459.
- [4] 马凤鸣,王瑞,石振.低温胁迫对玉米幼苗某些生理指标的影响[J].作物杂志,2007(5):41-45.
- [5] 李德红,潘瑞炽.水杨酸在植物体内的作用[J].植物生理学通讯,1995,31(2):144-149.
- [6] Kang GZ, Wang CH, Sun GH, et al. Salicylic acid changes activities of H₂O₂-metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings [J]. Environ Exp Bot, 2003(50): 9-15.
- [7] 裴英杰,郑家玲,庾红,等.用于不同玉米品种抗冷性鉴定的生理生化指标[J].华北农学报,1992,7(1):31-35.
- [8] 张操昊,方俊,田云,等.植物响应低温胁迫的应答机制[J].植物生理学通讯,2009,45(7):721-726.
- [9] 江福英,李延,翁伯琦.植物低温胁迫及其抗性生理[J].福建农业学报,2002,17(3):190-195.
- [10] 王瑞,马凤鸣,李彩凤,等.低温胁迫对玉米幼苗脯氨酸、丙二醛含量及电导率的影响[J].东北农业大学学报,2008,39(5):20-23.
- [11] 孟雪娇,邸昆,丁国华.水杨酸在植物体内的生理作用研究进展[J].中国农学通报,2010,26(15):207-214.
- [12] 杜朝昆,李忠光,龚明.水杨酸诱导的玉米幼苗适应高温和低温胁迫的能力与抗氧化酶系统的关系[J].植物生理学通讯,2005,41(1):19-22.