

外源钙对低温胁迫下番茄幼苗生化指标及膜伤害的研究

张琳, 王甲辰, 左强, 肖强, 谷佳林

(北京市农林科学院 植物营养与资源研究所, 北京 100097)

摘要: 以番茄为试材, 研究了低温胁迫下外源钙对番茄幼苗生理生化指标及膜伤害程度的影响。结果表明: 喷施钙盐后可以降低番茄幼苗电解质渗透率和丙二醛含量, 同时增加番茄幼苗的可溶性蛋白质和可溶性糖的含量, 说明钙在番茄幼苗抗冷调控过程中起了重要作用。

关键词: 番茄幼苗; 钙; 低温胁迫; 细胞膜系统

中图分类号: S 641.203.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2011)12-0024-03

低温是影响许多作物产量和分布的一个重要因素。在农业生产中低温常造成作物减产使生产遭受很大的损失^[1-2]。番茄起源于热带、亚热带, 对温度反应敏感, 低温会严重影响番茄的生长发育, 特别是近年来日光温室发展迅速, 低温冷害问题变得更加突出, 成为番茄冬春保护地生产取得稳产与高产的主要障碍因子。低温胁迫可引起植物的生理障碍, 对植物的主要生理影响是, 植物体内细胞水分平衡失调, 光合速率减弱, 影响叶绿素的生物合成和光合进程。低温导致膜相改变, 膜透性剧增, 酶活性下降而引起代谢紊乱, 严

重时会导致植物死亡。探讨提高植物抗冷性的有效方法一直为人们所重视, 研究植物的抗冷性发现对植物施加一些外源物质(如 Ca^{2+} 、ABA、水杨酸、多酸、BR、Pro 等)能够提高植物的抗冷力^[3-5]。近年来人们对钙在植物抗逆性方面的作用越来越重视, 研究表明钙在多种作物抗盐、抗旱、抗寒等抗逆性中起着一定作用^[6-9]。该试验选择对温度敏感的番茄为供试材料, 研究外源钙盐在低温胁迫下对番茄幼苗生化指标的变化和膜伤害程度的影响, 以期探讨钙对园艺作物抗寒性影响, 为缓解低温对番茄生产的危害提供理论依据和技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

番茄品种为“佳粉 18”, 穴盘基质育苗, 播种时间 9 月 11 日, 温室栽培, 出苗前用薄膜覆盖, 出苗后每隔 1 d 喷水 1 次, 10 月 7、8 日进行钙喷施处理, 处理 2 d 后放入培养箱进行低温处理, 温度 6℃。低温处理 0、1、2、5 d 后分别取样。

Effect of 6-BA and PCPA on the Growth of Eggplant Fruit and the Change of Plant Hormone Levels

HAO Jian-jun, ZHANG Yue-lin, YU Yang

(College of Biological Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Used L1 Jizhuachangqi' eggplant as test materials, studied the influence of chlorophenoxyacetic acid and 6-benzyl adenine mix on treatment of eggplant flowers on the diameter, length, single fruit weight and hormone content. The results showed that the diameter, length and single fruit weight significant increased, fruit of the ABA content increased significantly, growth hormone increased at first then decreased, and then increased, present the 'Z' shaped trend, the overall GA content showed an upward trend, the slow reduction of zeatin content. Eggplant fruit weight and fruit within the ABA (ABA) and gibberellin (GA) content was significantly correlated with auxin (IAA) and zeatin (ZR) content of no obvious relevance.

Key words: eggplant; 6-BA; PCPA; fruit growth; hormone

1.2 试验设计

试验共设 3 个处理, 分别为对照(CK): 喷清水; 喷施 CaCl_2 处理: 浓度为 100 mg/kg; 喷施 EDTACa 处理: 浓度为 100 mg/kg。

1.3 测定指标及方法

细胞膜伤害程度的测定采用电导率仪测定^[10]; 丙二醛采用 2-硫代巴比妥酸比色法测定^[10]; 可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[10]; 可溶糖的测定采用蒽酮比色法^[10]。

2 结果与分析

2.1 喷施钙对番茄幼苗膜渗透性的影响

低温胁迫对植物细胞有严重的损伤作用, 损伤的生理机制是膜脂透性增加。电解质渗透率的高低能反映植物的受害程度, 电解质渗透率越高, 植物受害越重, 反之亦然。从图 1 可看出, 低温胁迫下, 各处理均呈现出电导率随着胁迫天数的增加而升高的趋势, 但不同的钙处理电解质渗出率都低于 CK, 在低温胁迫 1 d 后电解质渗出率迅速增加。随着低温胁迫时间的延长电解质渗出率增加趋势变得缓慢, 在低温胁迫 1、2、5 d 后 CaCl_2 处理电解质渗透率比对照低 12.2%、11.9%、7.5%; EDTA-Ca 处理电解质渗透率比对照低 46.8%、8.3%、5.4%。表明外源钙盐处理都能起到减少电解质渗透率的作用, 从而减少了低温下对番茄幼苗细胞膜的伤害作用。

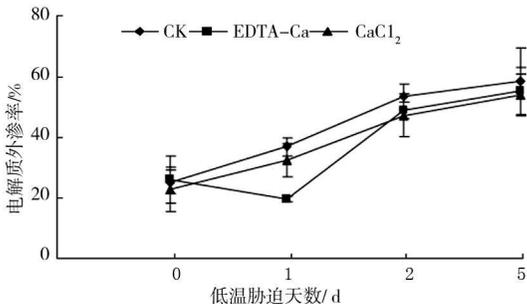


图 1 喷施钙对番茄幼苗膜渗透性的影响

2.2 喷施钙对番茄幼苗丙二醛含量的影响

丙二醛(MDA)是膜质过氧化作用的主要产物, 其含量的高低是反映细胞膜脂过氧化作用强弱的重要指标。由图 2 可知, 随着低温胁迫时间的延长, 各处理的番茄幼苗 MDA 的含量逐渐上升, 第 2 天以后喷施钙的处理 MDA 含量基本不再增加而 CK 仍然在上升, 在低温胁迫 1、2、5 d 后 CaCl_2 处理 MDA 含量比对照低 6.2%、13.3%、24.8%; EDTA-Ca 处理 MDA 含量比对照低 15.6%、2.2%、15.7%, 表明钙盐处理都能使 MDA 含量处在一个较低的水平, 减轻了低温对番茄幼苗的伤害。

2.3 喷施钙对番茄幼苗可溶性蛋白含量的影响

可溶性蛋白质是植物抗寒中的主要渗透调节物质之一。由图 3 可知, 低温胁迫 1 d 后各处理可溶性蛋白质都迅速增加然后有所下降, 随着低温胁迫时间的

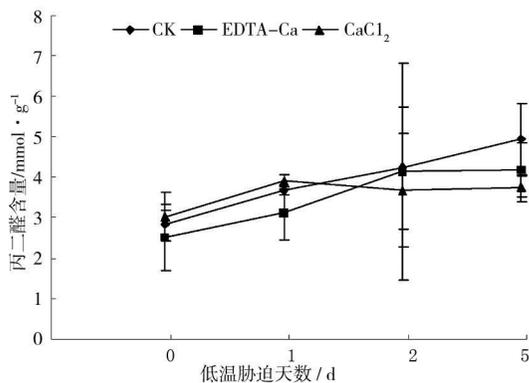


图 2 喷施钙对番茄幼苗丙二醛含量的影响

延长可溶性蛋白质又有所增加, 钙处理的可溶性蛋白质含量在任何时间都比对照有显著的增加, 在低温胁迫 1、2、5 d CaCl_2 处理可溶性蛋白质含量比对照高 39.1%、17.2%、25.8%; EDTA-Ca 处理可溶性蛋白质含量比对照高 37.5%、23.6%、18.3%, 说明外源钙能显著地增加番茄幼苗可溶性蛋白质的含量。

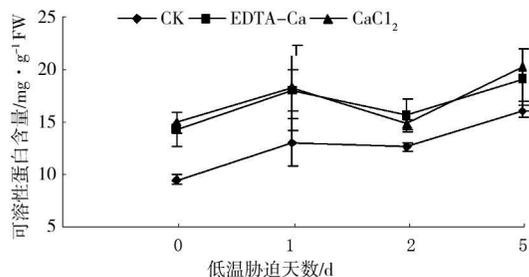


图 3 喷施钙对番茄幼苗可溶性蛋白的影响

2.4 喷施钙对番茄幼苗可溶性糖含量的影响

可溶性糖是植物抗寒中重要的渗透调节因子之一。由图 4 可看出, 在低温胁迫的 1 d 各处理可溶性糖都略有所下降, 然后随着低温胁迫时间的延长可溶性糖含量迅速增加, 之后又趋于平稳。各处理的可溶性糖含量在任何时间均高于对照。在低温胁迫的 2 d, EDTA-Ca 处理和 CaCl_2 处理比对照可溶性糖分别增加 75.2%和 41.2%。

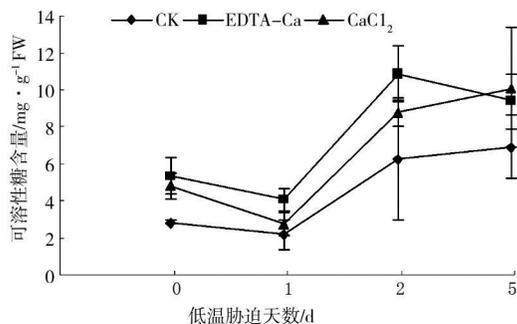


图 4 喷施钙对番茄幼苗可溶性糖含量的影响

3 结论与讨论

在正常情况下,植物体内自由基的产生与清除处于动态平衡,而当植物一旦处于低温胁迫下,这种平衡遭到破坏,植物叶片细胞膜改变,细胞内含物向外渗透,细胞质外渗率增加,电解质外渗,导致细胞膜系统严重损伤。低温胁迫下,植物膜质过氧化产物丙二醛(MDA)大量累积,导致自由基的大量累积,自由基启动膜脂过氧化作用,从而造成膜的损伤和破坏引起电解质外渗^[11-12]。MDA含量高低是判断膜过氧化程度的重要指标,电解质渗透率也是反映细胞膜受伤程度的直接指标^[11-12]。该试验表明,喷施外源钙无论是以钙离子态形式的CaCl₂处理还是络合态形式的EDTA-Ca处理都能降低低温下番茄幼苗的电解质渗透率与MDA含量,从而维持了细胞质膜的完整性,保证了番茄植物体内各种代谢循环的正常进行。

植物适应逆境胁迫的表现是植物体生理生化指标的变化,其中之一就是渗透调节物质的变化,主要涉及可溶性蛋白质和可溶性糖含量的变化^[13-14]。可溶性蛋白含量的增加,有助于加强细胞的保水力,提高细胞内的束缚水含量,降低冰点,对提高植物抗寒性具有重要作用。该试验表明,番茄幼苗植物体在低温胁迫下,喷施外源钙处理能促进冷害过程中番茄幼苗可溶性蛋白质的合成,增加了可溶性蛋白质含量,对提高番茄幼苗抗寒性有积极的意义。可溶性糖也是植物抗寒作用中的一个渗透调节因子,可溶性糖含量与植物抗寒性之间呈正相关性^[15-16]。低温胁迫下,其生理表现为糖分的积累增加,可溶性糖含量的增加可以加大细胞的原生质浓度,降低细胞液的冰点,并能减小细胞内结冰的机会,维持膜在低温下的正常功能,因此,糖是植物抗寒性的主要保护物质^[17]。说明喷施外源钙处理能使

番茄幼苗在低温下可溶性糖含量保持在较高水平,降低了细胞渗透势,有利于番茄幼苗抗寒能力的提高。

参考文献

- [1] 王炳奎. 抗寒性诱导蛋白质合成的变化和ABA的作用[J]. 中国农学通报, 1992, 8(3): 31-34.
- [2] 利容干, 王建波. 植物抗逆细胞及生理学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2002: 140-148.
- [3] 康国章, 欧志英, 王正询, 等. 水杨酸诱导提高香蕉幼苗耐寒性的机制研究[J]. 园艺学报, 2003, 30(2): 141-146.
- [4] 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: 256-261.
- [5] 汪晓峰, 张宪政. ASA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.
- [6] 杨根平, 高爱丽, 邢家梅. 钙素和水分亏缺对黄瓜叶片细胞膜透性的影响[J]. 西北植物学报, 1993, 13(2): 89-95.
- [7] 赵可夫, 卢元芳, 张宝泽, 等. Ca²⁺对小麦幼苗降低盐害效应的研究[J]. 植物学报, 1993, 35(1): 51.
- [8] 梁颖, 王三根. Ca²⁺对水稻种子活力和抗寒力的影响[J]. 西南农业大学学报, 1996, 18(5): 491-495.
- [9] 梁颖, 王三根. Ca²⁺对冷害水稻幼苗某些生理生化特性的影响[J]. 西南师范大学学报, 1997, 22(4): 411-415.
- [10] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 宰学明, 吴国荣, 陆长梅, 等. Ca²⁺对花生幼苗耐热性和活性氧化代谢的影响[J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(1): 46-50.
- [12] 闫童, 王秀峰, 杨凤娟, 等. 钙对根区低温胁迫下黄瓜幼苗抗冷相关生理指标的影响[J]. 西北农业学报, 2006, 15(5): 172-176.
- [13] 黄永红, 沈洪波, 陈学森. 杏树抗寒性生理研究初报[J]. 山东农业大学学报, 2005, 36(2): 191-195.
- [14] 王凤华, 林德涛, 王贵学. 钙提高茄子幼苗抗寒力的研究[J]. 四川农业大学学报, 2005, 23(2): 192-194.
- [15] 陈贵林, 高洪波. 钙对嫁接苗生长和抗冷性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(4): 478-482.
- [16] 康国章, 徐玉英, 陶均, 等. 过氧化氢和氯化钙对香蕉幼苗抗寒性的影响[J]. 亚热带植物科学, 2002, 31(1): 1-4.
- [17] 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.

Study on Effect of Ca on Low Temperature Stress Tomato Seedling Physiological Index and Membrane System

ZHANG Lin, WANG Jia-chen, ZUO Qiang, XIAO Qiang, GU Jia-lin

(Institute of Plant Nutrition and Resources Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences Beijing 100097)

Abstract: With tomatoes as test materials, studied the exogenous calcium on low temperature stress of tomato seedlings physiological and biochemical and the influence of membrane damage degree. The results showed that electrolyte leakage and malondialdehyde(MDA) of tomato could be reduced after spraying calcium salt. At the same time content of soluble protein and soluble sugar content of tomato could be increased. It showed that, calcium could play an important role in controlling cold resistance of tomato seedlings.

Key words: tomato seedling; Ca; low temperature stress; cell membrane systems