

硝酸镧对香蕉幼苗两个抗寒生理指标的影响

徐 健, 李国辉, 周玉萍, 田长恩, 周伯春, 王正询*

(广州大学桂花岗校区生物系, 广东广州 510405)

摘 要: 在人工气候箱中进行人工模拟寒潮对香蕉的冷害. 研究硝酸镧对改善香蕉抗寒性的生理作用. 结果表明: 香蕉幼苗叶面喷施 0.25~0.28 mmol/L 浓度硝酸镧后, 可提高香蕉叶片过氧化物酶的活性 44.2%~61.5% 及降低相对电导率 17.6%~27.7%。

关键词: 抗寒性; 硝酸镧; 过氧化物酶; 相对电导率

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)03-0268-05

Effect of $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ on the POD activity and relative conductivity of leaves in banana seedlings under chilling condition

XU Jian, LI Guo-hui, ZHOU Yu-ping, TIAN Chang-en,

ZHOU Bo-chun, WANG Zheng-xun

(Department of Biology, Guangzhou University, Guangzhou 510405, China)

Abstract: After the plantlet of banana (*Musa cavendishii* AAA group) suffered from low temperature stress which caused by the artificial lowering of temperature in the phytotron, we studied the effect of $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ on the plantlet of banana. The results suggested that peroxidase (POD) activity of leaves could increase by 44.2%~61.5% and the relative conductivity of leaves could reduce to 17.6%~27.7% while spraying 0.25~0.28 mmol/L $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ on the plantlet leaves.

Key words: chilling-resistance; $\text{La}(\text{NO}_3)_3$; POD; relative conductivity

香蕉 (*Musa cavendishii* AAA group) 是一种热带、亚热带作物, 是我国的主要鲜果品种之一, 具有很高的经济价值。我国的香蕉主要分布在华南亚热带地区, 而广东省是香蕉的主要产地之一。冷害是华南香蕉产区最主要的自然灾害, 因冬春寒潮入侵而出现的冷害, 轻则叶果受伤, 重则整株死亡。在 1991~1992 年、1992~1993 年以及最近的 1999~2000 年等几个严寒冬春, 华南地区都因特强寒潮入

侵导致大面积的蕉园受到毁灭性伤害, 广大蕉农蒙受极大经济损失。因此, 研究香蕉冷害机理和提高香蕉抗寒性的技术措施, 不仅具有重要的理论意义而且对华南地区的香蕉产区还具有重大的经济和社会效益。

在国内外, 曾有关于香蕉植株冷害症状的观察报告^[1~3], 及香蕉冷害后叶片组织结构和生理变化的报道^[4~5], 它们分别从香蕉叶片组织结构, 蒸腾作

收稿日期: 2000-12-25

作者简介: 徐 健(1977-), 男, 河南郑州人, 植物生理学专业。*为通讯作者

基金项目: 本研究由广州市教委重点项目(1999)资助

用特点及某些酶活性变化,某些代谢物质(如抗坏血酸)的含量变化等方面研究了香蕉冷害机理。这些研究表明,如同其他作物一样,低温能使香蕉细胞膜结构受破坏,渗出物增多,一些酶的活性发生变化,如过氧化物酶中,有的酶带消失,有的活性大幅下降等等。但这些研究并未能提出有效的抗寒措施。

镧是一种稀土元素, La^{3+} 与 Ca^{2+} 的半径相似,化学性质上可能存在着竞争作用。但也有研究认为 La^{3+} 和 Ca^{2+} 的作用相似,能够取代 Ca^{2+} 在细胞膜上的位置,并在一定的条件下产生与 Ca^{2+} 相似的作用。有报道 La^{3+} 可作为植物光合作用的催化剂,并可提高作物的抗逆性^[9,10],特别是 La^{3+} 可以提高水稻幼苗的抗寒性^[11]。镧对香蕉抗寒能力有何种影响,还未见有报道。

本文探讨香蕉幼苗在低温胁迫过程中属于酶促防御系统的过氧化物酶的活性及叶片相对电导率的变化以及硝酸镧溶液预处理对幼苗抗冷性的影响,和最适作用浓度。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试品种为广东大量栽培品种巴西蕉(*Musa cavendishii* AAA group),选取其中高秆品系(简称A)和矮秆品系(简称B)。

以健康侧芽(吸芽)为外植体,诱导无菌分化芽,在试管内扩增足够数量后转入生根培养基中促进其生根,待长成小苗后,移至泥土杯中栽培。幼苗按常规管理,培养2个月左右。

1.2 蕉幼苗试验处理程序

待幼苗长至4叶1心时期,选取生长势一致,无病虫害的健康香蕉幼苗224棵分为2大组,一组80棵(A苗和B苗各40棵),在温度处理过程的各个阶段每种苗各取5棵进行生理测验。另一组144棵(其中A苗和B苗各半),9棵为一小组,共16小组,A苗8个小组,B苗8个小组。每品系各有一个小组为对照,其余按7个不同浓度的硝酸镧溶液进行处理。在降温处理过程中,尽量模拟自然降温过程,其中最低温度由试验得出,以刚好表现冻伤表现的温度高摄氏1度为处理温度(本实验是7℃)。幼苗从室温(30℃左右)开始置于光照低温培养箱

内经25℃24h、20℃24h、15℃24h、6℃(硝酸镧处理时定为7℃)24h的低温处理过程,最后再进行10℃10h和20℃72h恢复处理(图1),先对整个温度处理过程进行生理指标的检测,然后在15℃处理之前喷施处理因子(硝酸镧溶液),各处理浓度见图4~7。处理方法为叶面喷洒,3个取样点分别设在7℃、恢复10℃、恢复20℃处理完后,取样后,立即进行测定叶片的过氧化物酶和相对电导率,重复3次。配合这次降温过程的光照条件为:8:00~20:00为光照,光照条件为200lx;20:00~次日8:00为黑暗。

1.3 抗寒生理指标的测定

1.3.1 过氧化物酶活性的测定 过氧化物酶活性的测定按张志良^[12]的方法进行,采样部位为香蕉幼苗心叶下第二片叶,每份样品0.1g鲜叶。然后用公式计过氧化物酶的活性。最后取样品组(9株重复)的平均值代表该处理的数据。

$$\text{POD 活性} = \frac{(OD_5 - OD_1) \cdot 10}{5 \cdot 0.1} (\text{UI}/\text{min} \cdot \text{g} \cdot \text{FW})$$

1.3.2 电导率的测定 电导率的测定取香蕉幼苗心叶下第一叶为材料,在室温下测叶片的初始电导率,然后让叶片煮沸7min,冷却后在其室温下测其最终电导率,用公式计算相对电导率,最后取样品组(9株重复)的平均值代表该处理的数据。

$$\text{相对电导率} = \frac{\text{初始电导率}}{\text{最终电导率}} \cdot 100\%$$

2 实验结果

2.1 香蕉幼苗的致死温度

实验表明,当温度降至7℃(24h)时,蕉苗叶片约10%~30%萎蔫,但温度回升后叶片基本上可恢复生长;当温度降至6℃(24h)时,蕉苗叶片约40%~80%萎蔫,但温度回升后,叶片萎蔫部分中有小部分,约20%左右不可恢复,成为褐斑,但大部分可恢复生长;当温度降至5℃(24h)时,蕉苗叶片几乎全部萎蔫,而且温度回升后,出现水烫状褐斑,不能恢复生长。总体上A苗比B苗受害症状更重。

2.2 低温胁迫和冷害后恢复期香蕉幼苗 POD 活性及相对电导率的变化

2.2.1 POD活性的变化 实验结果见图2,A蕉和B蕉在整个处理过程中POD活性的变化趋势基本相同。常温下,A蕉和B蕉POD活性均维持在较高水平,温度降至15℃时,POD活性呈下降趋势,再

继续降温,POD活性明显上升,降至6℃时,活性几乎回升至常温水平,这是植物的生理性应激反应作用。当温度恢复至10℃时,应激性取消,POD活性由6℃时的高水平下降,而后随温度继续恢复而又

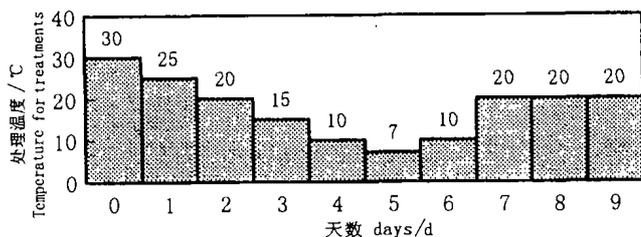


图 1 处理日程

Fig. 1 The course of treatments

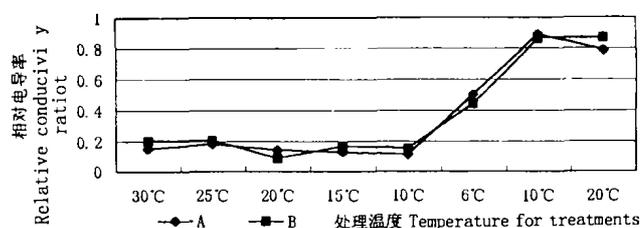


图 3 低温胁迫过程中香蕉叶片相对电导率的变化

Fig. 3 Change of relative conductivity ratio in leaves of banana seedlings during the process of cold-stress

2.2.2 相对电导率的变化 在低温胁迫下,A苗和B苗的相对电导率的变化趋势基本上一致(图3)。从室温(25%~30%)到低温(10%~15%)胁迫初期,相对电导率略为下降。温度降至6℃时,相对电导率显著上升,回复至10℃时达到最高值。并且继续回复升温后电导率仍居高不下。

2.3 硝酸钾对低温胁迫和冷害后恢复期香蕉幼苗POD活性及相对电导率的影响

2.3.1 硝酸钾对香蕉幼苗POD活性的影响 由图4图5可知,与对照组相比,对A苗,7℃、10℃恢复和20℃恢复时,使POD活性升值最高的硝酸钾的浓度为0.23~0.3 mmol/L。而对B苗,7℃、10℃恢复和20℃恢复时,使POD活性最高的硝酸钾的浓度为0.28~0.32 mmol/L,与对照相比,提高的幅度达44.2%~61.5%,均基本达到显著水平。由以上数据还可见对于不同的品系,硝酸钾的最适作用浓度不太一致,抗寒性强的品系的最适浓度要稍微高一些。

上升。

从图中还可以看出A苗的应激性状出现较早,反映其抗寒性较低,这与蕉苗的抗寒性的形态指标测试结果是相一致的。

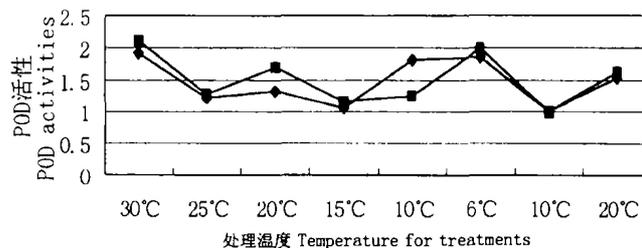


图 2 低温胁迫过程香蕉叶片过氧化物酶活性变化

Fig. 2 Change of POD activities in leaves of banana seedlings during the process of cold-stress

—◆— POD(A); —■— POD(B).

2.3.2 硝酸钾对香蕉幼苗相对电导率的影响 由图6、7可见,与对照组相比,对于A苗,0.23~0.28 mmol/L的硝酸钾可使相对电导率有所下降,但效果很不显著。对B苗,7℃和回复至20℃时,0.2~0.3 mmol/L的硝酸钾使相对电导率有较为明显的下降,与对照相比,降低幅度达17.6%~27.7%,但在10℃恢复测试点下降不太显著。这与POD指标得到的结果有一定的对应性。

由以上POD和相对电导率两项生理指标综合分析可以得出硝酸钾对A苗的最适浓度为0.25 mmol/L左右,B蕉的最适浓度为0.28 mmol/L左右。

3 讨论

植物的抗寒性是植物对低温逆境长期适应而形成的一种生理—遗传特性,一般抗寒性强的植物细胞的酶系在较低温度条件下仍保持较高的活性,但对于热带起源的冷敏感植物来说(如香蕉)在引起冷害的临界温度条件下往往能引起多种酶活性下降。在众多报道中,以过氧化物酶的研究最多。过氧化物酶是植物体内广泛存在的一种末端氧化酶,其活性与植物衰老抗逆性等有一定联系。过氧化物酶参与消除在逆境条件下产生的过多有毒性的活性氧自由基,认为是植物体内的酶促防御系统,维持细胞质膜及其功能的相对稳定^[14]。有报道指出低温使冷敏感植物:水稻、黄瓜和玉米中的过氧化物酶活性下降^[12-15-17]。在冷敏感植物叶片中的过氧化

物酶活性为低温所抑制,是过氧化氢水平在低温下稳定或有所增加,这样对细胞结构产生伤害^[15]。梁立峰等^[6]在研究香蕉冷害过程中过氧化物酶的变化时也观察到相似的情况。因此,植物在低温胁迫时

保持较高的过氧化物酶活性相当重要。Lyons (1973)认为:植物受到低温影响时,细胞的质膜透性发生不同程度的增大。电导率是衡量细胞内电解质扩散到细胞外的一项生理指标。在试验过程中我

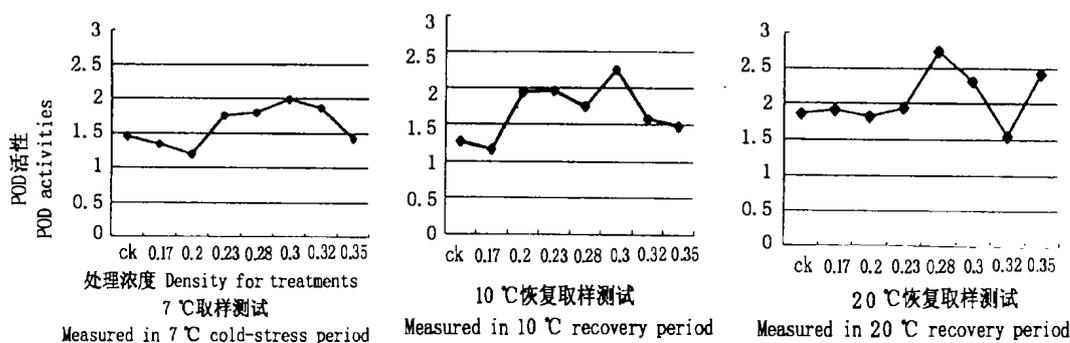


图 4 硝酸镧对香蕉幼苗(A 苗)过氧化物酶活性的影响

Fig. 4 Effect of La(NO₃)₃ on POD activities in leaves of banana seedlings(A)

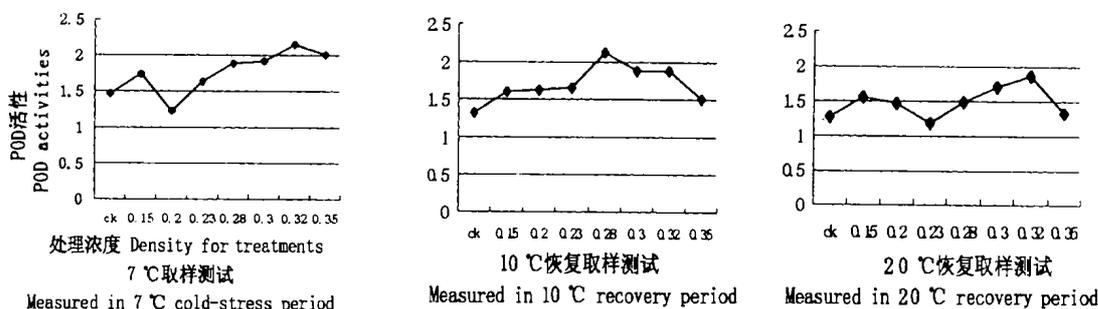


图 5 硝酸镧对香蕉幼苗(B 苗)的过氧化物酶活性的影响

Fig. 5 Effect of La(NO₃)₃ on POD activities in leaves of banana seedlings(B)

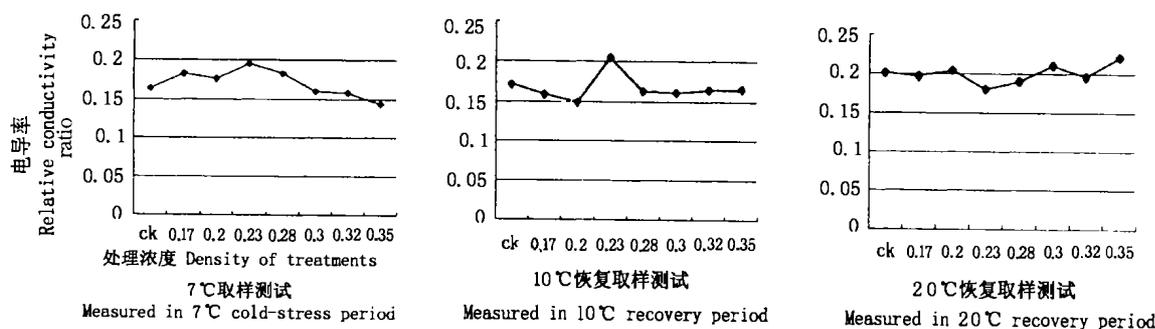


图 6 硝酸镧对香蕉幼苗(A 苗)的电导率的影响

Fig. 6 Effect of La(NO₃)₃ on relative conductivity ratio in leaves of banana seedlings(A)

们观察到:当冷害程度较低时,过氧化物酶活性提高较明显,相对电导率较低,且变化不明显。随着冷害程度的增加过氧化物酶活性下降,相对电导率有较大幅度提高。由本文结果可见,过氧化物酶活性

是对冷害较敏感的指标,相对电导率则反映冷害较强时叶片的损害程度。

李美茹等^[11]曾报道氯化镧可以提高水稻幼苗的抗寒性,但国内还未有人将硝酸镧用于香蕉抗寒

的研究。本实验表明,一定浓度的硝酸镧处理过的香蕉幼苗叶片 POD 活性明显高于对照组,相对电导率也低于对照组,但效果对不同品系的材料有差别,可能是试验误差的原因。对 POD 活性的提高,各

个取样时期都较明显,但对于电导率,其作用时期以 7 °C 和 20 °C 恢复时期最为明显,这是硝酸镧提高香蕉抗寒性的特点。另一方面,硝酸镧作用最适浓度也与品系有关,抗寒性较强的品系(B 苗)较抗

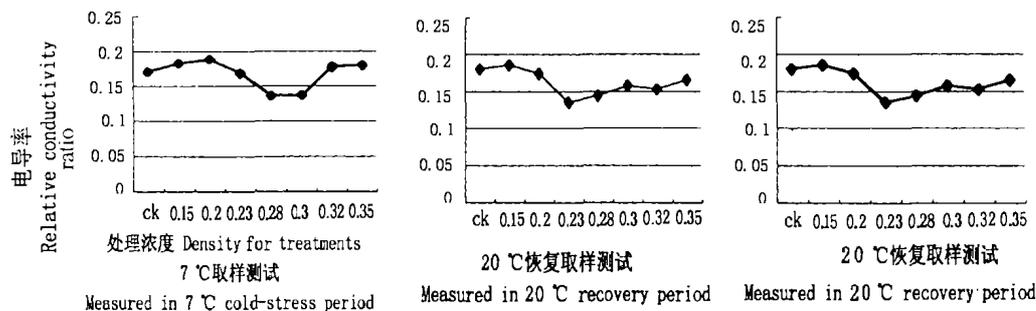


图 7 硝酸镧对香蕉幼苗(B 苗)的电导率的影响

Fig. 7 Effect of $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ on relative conductivity ratio in leaves of banana seedlings(B)

寒性较弱的品系(A 苗)最适浓度要稍微高一点。硝酸镧为何可提高 POD 活性、稳定细胞膜结构?其作用的生理生化机理是什么?这些问题仍有待于进一步的实验与探讨。本文的结果为进一步研究香蕉外施抗寒因子打下了一个很好的基础。

参考文献:

- [1] 林日荣. 香蕉[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1979. 86—87.
- [2] 凌兴汉. 香蕉冻害及防寒措施探讨[J]. 广东农业科学, 1980, 6: 32—34.
- [3] Shmueli E. Chilling and frost damage in banana leaves [J]. *Bull Res Coun Israel Sect D*, 1960, 80: 225—238.
- [4] 黄晓钰, 季作梁, 李沛文. 香蕉冷害症状及生理指标和有效防寒措施研究[J]. 华南农学院学报, 1982, 3(4): 1—12.
- [5] 刘星辉, 王宏华, 蔡建明, 等. 香蕉叶片组织细胞结构和生理特性与耐寒性的关系[J]. 福建农学院学报, 1990, 19(2): 181—185.
- [6] 梁立峰, 王泽槐, 周碧燕, 等. 低温及多效唑对过氧化物及其同工酶的影响[J]. 华南农业大学学报, 1994, 15(3): 65—70.
- [7] 王泽槐, 梁立峰. 冷害过程叶片抗坏血酸含量及过氧化物酶活性的变化[J]. 华南农业大学学报, 1994, 15(3): 71—76.
- [8] 周碧燕, 梁立峰, 黄辉白, 等. 低温和多效唑对香蕉及大蕉超氧化物歧化酶和脱落酸的影响[J]. 华南农业大学学报, 1995, 22(4): 331—335.
- [9] 周世恭. 镧在植物学研究中的一些应用[J]. 植物学通报, 1992, 9(2): 26—29.
- [10] 常江. 镧对水稻、小麦根组织细胞膜透性和营养元素吸收积累的影响[J]. 安徽农业大学学报, 1991, 27(1): 17—21.
- [11] 李美茹, 刘鸿先, 王以柔. 氯化镧对水稻幼苗耐冷性的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 1997, 5(4): 62—64.
- [12] 李美茹. 水稻幼苗冷适应性的诱导及钙调节作用的研究[D]. 中国科学院华南植物研究所博士研究生毕业论文集, 1997. 1—5.
- [13] 张志良. 植物生理学实验指导(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992. 154—155.
- [14] 王健华, 刘鸿先, 徐同. 超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老中生理的作用[J]. 植物生理学通讯, 1987, (3): 49—55.
- [15] 陈贻竹, 帕特森 B. 低温对植物叶片中超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和过氧化氢水平的影响[J]. 植物生理学报, 1988, 14(4): 323—328.
- [16] 解冬梅, 何若韬. CaCl_2 对玉米幼苗光合器官抗冷性效应[C]. 全国植物抗性生理学术讨论会论文汇编, 1992. 65.
- [17] 武孟祥, 郝联芳, 王吉之. 植物低温保护剂对番茄黄瓜幼苗抗寒力的影响[J]. 园艺学报, 1995, 22(3): 138—141.