

# 低温及多效唑对香蕉叶片 过氧化物酶及其同工酶的影响\*

梁立峰 王泽槐 周碧燕 黄辉白

(华南农业大学园艺系, 广州, 510642)

**摘要** 盆栽香蕉及大蕉在人工降温至1℃时大蕉生长正常, 经多效唑处理的香蕉呈轻度冷害而不处理的香蕉产生重度冷害。降温过程大蕉的过氧化物酶活性高于香蕉并保持稳定状态。香蕉的过氧化物酶活性有较大的波动, 冷害出现时活性较低。经多效唑处理的香蕉在降温过程中过氧化物酶活性明显强于不处理的香蕉并保持稳定。香蕉与大蕉叶片中的过氧化物酶同工酶的酶谱类型不同。香蕉经降温处理后有若干酶带消失或活性减弱, 大蕉在降温过程中既有酶带消失或活性减弱, 亦有新酶带的增加或原酶带的活性增强。经多效唑处理的香蕉在降温过程中比不处理香蕉少消失一条酶带。本文对香蕉、大蕉耐冷力的差异与过氧化物酶的活性及同工酶的关系进行了讨论。

**关键词** 香蕉; 温度; 过氧化物酶; 同工酶

**中图分类号** S668.101

冷害是地处亚热带的华南香蕉产区最重要的自然灾害之一。因冬天寒潮入侵而出现的冷害, 轻则叶果受伤, 重则整株死亡。香蕉在全国是第4位水果, 而广东香蕉产量占全国70%。因此, 研究香蕉冷害的机理和提高香蕉抗冷力的农业措施具有重要的理论与实践意义。

国内外曾有几篇关于香蕉植株冷害症状的观察报告(林日荣, 1979; 凌兴汉, 1980; Shmueli, 1960)及香蕉冷害后叶片组织结构及生理变化的报告(刘星辉等, 1990; 黄晓钰等, 1982)。关于植物遭受逆境伤害的机理研究, 自 McCord 和 Fridovich 等(1969)提出生物自由基伤害学说以来, 一直相当活跃。目前认为, 逆境条件下活性氧代谢系统的平衡受到破坏, 活性氧增加而清除活性氧的能力下降是导致植物细胞产生伤害的根本原因(王建华等, 1989; Monk et al, 1989)。植物体需要酶促的和非酶促的防御系统来保护其机体, 使之免受伤害。王泽槐及梁立峰(1994)曾以抗冷力强的大蕉为对照, 研究香蕉冷害过程属于酶促防御系统的过氧化氢酶和属于非酶促防御系统的抗坏血酸的变化, 认为大蕉的抗冷力较强与其具有较强的过氧化氢酶活性及较高的抗坏血酸含量有关。本文报告香蕉和大蕉低温胁迫过程属于酶促防御系统的过氧化物酶的活性及其同工酶的变化, 以及多效唑处理对抗冷力的影响。

---

1993-10-13 收稿

\* 国家自然科学基金资助项目

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料及低温处理

本研究采用香蕉(Musa AAA Group CV. Dazhong Gaoba)及大蕉(Musa ABB Group CV. Aiba Dajiao)的盆栽苗为实验材料。入选进行冷害试验的6株盆栽香蕉苗及3株盆栽大蕉苗株高约1cm,生长情况一致,心叶呈圆筒状,心叶下第一片叶的叶龄基本一致。6株香蕉分成2组,其中一组不作任何处理,另一组在温度降至15℃时用0.05%多效唑(Paclobutrazol, PP333,1-(4-氯苯基)-4,4-二甲基-2-(1,2,4-三唑-1-基)戊3-醇,江苏省建湖县农药厂产)作喷雾处理,大蕉用来与香蕉进行比较。

盆栽香蕉及大蕉在人工气候室(Conviron PGV 36,加拿大产)中按表1所示的程序进行降温,配合这次降温过程的光照条件为:7:00~9:00时,5000lx;9:00~16:00时,10000lx;16:00~18:00时,5000lx;18:00时至次日7:00时为黑暗。相对湿度维持在75%~85%。

表1 本实验采用的人工降温度程序

时序	处 理 日 序 ℃									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1:00	-	16	13	10	8.5	7	5.5	4	2.5	1
7:00	20	14	13	10	8.5	7	5.5	4	2.5	1
13:00	20	18	16	14	12.5	11	9.5	8	6.5	-
18:00	18	16	13	11	9.5	8	6.5	5	3.5	-

### 1.2 过氧化物酶活性的测定

过氧化物酶活性的测定按张志良(1990)的方法进行,在温度降至10,7,4,1℃时分别采样0.3g进行分析。采样部位为除心叶外第1片叶的中部。采样时间为早上7:00时。

### 1.3 过氧化物酶同工酶的分析

过氧化物酶同工酶的分析参考赖天斌等(1987)的方法进行。当温度降到13℃及2.5℃时采样进行分析,采样部位为除心叶外第2片叶的中部。采样时间为早上7:00时。

## 2 实验结果

### 2.1 人工降温过程中的伤害表现

当温度降到4℃时,没经PP333处理的香蕉(下称对照香蕉)在叶片幼嫩部分观察到个别灰褐斑,而经PP333处理的香蕉(下称处理香蕉)及大蕉均仍表现正常。当温度降到1℃时,对照香蕉叶片出现水烫状褐斑,全株呈萎蔫状,升温后不能恢复生长;处理香蕉仅表现轻度萎蔫,升温后恢复正常并继续生长。大蕉表现正常,升温后继续生长。

### 2.2 低温及多效唑对过氧化物酶活性的影响

2.2.1 低温的影响 由图1可见,低温胁迫过程大蕉叶片中的过氧化物酶活性一直明显地高于香蕉,而且一直很稳定。香蕉叶片中的过氧化物酶活性在冷害过程起伏较大。当温度从10℃降至7℃时,活性呈下降趋势;当温度从7℃降至4℃时,活性明显增强;但当温度再从4℃降至1℃时,活性又显著下降,此时的活性比10℃时的活性低。

**2.2.2 多效唑的影响** 图2表明,在低温胁迫初期,经多效唑处理的香蕉叶片中过氧化物酶活性稍低于对照香蕉,但随着温度的继续降低,处理香蕉叶片过氧化物酶活性很快高于香蕉并保持较高水平。这表明多效唑处理能提高低温胁迫条件下的香蕉的过氧化物酶活性。

### 2.3 低温及多效唑对过氧化物酶同工酶的影响

**2.3.1 香蕉、大蕉叶片中过氧化物酶同工酶的酶谱** 根据同工酶带的相对泳动率,从图3酶谱1~6中可以观察到的香蕉、大蕉过氧化物酶同工酶带共14条。这些酶带可分成3个区,其中A区内的酶带相对活性一般较弱。B区及C区,特别B区内的酶带的相对活性较强。比较酶谱1及3,4及6可以知道,香蕉与大蕉的过氧化物酶同工酶带类型在同样的温度条件下是不同的。这种酶谱上的差异性反映出香蕉与大蕉在基因结构上的差异。

**2.3.2 低温对酶谱的影响** 图3酶谱1和4表明,香蕉受低温胁迫的影响,过氧化物酶同工酶中活性较弱的酶带1和2消失了,酶带3由弱变更微弱,酶带10由较强变为几乎消失,有别于大蕉酶带7和9的酶带8,其活性也由中等变弱。活性很强的酶带6,13和14及活性中等的酶带5没有明显变化。

从图3酶谱3和6可见,受低温胁迫的影响,大蕉过氧化物酶同工酶中活性较弱的酶带2,3,4及11消失了,活性较强的酶带10变弱。但是,大蕉与香蕉不同,在低温胁迫过程中不只有酶带的消失,而同时有新酶带的生成或原酶带的活性增强。在新增加的酶带中,酶带13具有较强的活性,酶带12的活性较弱。活性比原来增强的是酶带14。大蕉过氧化物酶同工酶中活性保持不变的是酶带6和酶带7,9,其中,酶带7和9是香蕉所没有的。

**2.3.3 多效唑对酶谱的影响** 在气温降到13℃时,经多效唑处理的香蕉的叶片过氧化物酶同工酶带与对照香蕉的酶谱相同(图3酶谱1和2),经过低温胁迫后,处理香蕉的酶谱的改变基本与对照香蕉相同。所不同的是对照香蕉酶带1消失而处理香蕉的酶带1没有消失并保持原有的活性(图3酶带谱4和5)。处理香蕉酶带1的这种表现与大蕉的酶带1的表现相同。

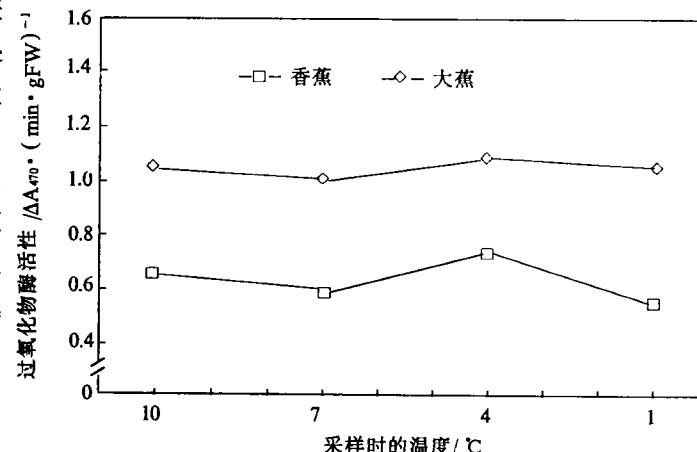


图1 低温胁迫过程中香蕉、大蕉叶片中过氧化物酶活性的变化

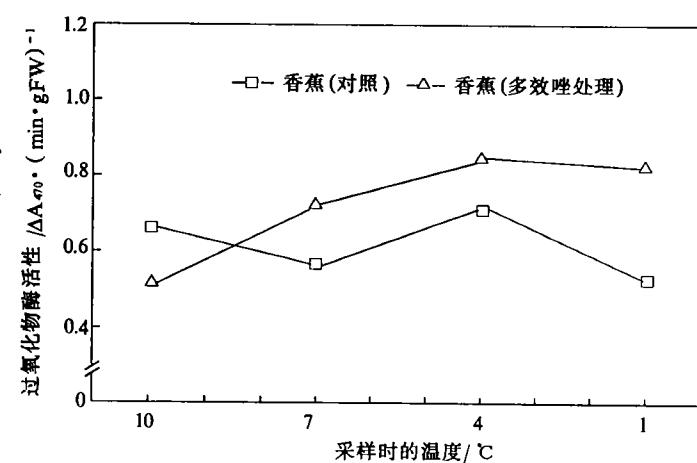


图2 多效唑对低温胁迫香蕉叶片的过氧化物酶活性的影响

强的重要基础。

待进一步研究。

驯化诱导蛋白质及冷调节基因等的研究提供基础实验依据。

致谢 华南农业大学园艺系果树专业92届毕业生庄春明,刘健参加部分实验工作,特此表示谢意。

#### 参考文献

- 王泽槐,梁立峰.1994.香蕉冷害过程叶片抗坏血酸含量及过氧化氢酶活性的变化.华南农业大学学报,15(3): 71~ 76
- 王建华,刘鸿先,徐同.1989.超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用.植物生理学通讯,(1): 1~ 7
- 刘星辉,王宏华,蔡建明,等.1990.香蕉叶片组织细胞结构和生理特性与耐寒性的关系.福建农学院学报,19(2):181 ~ 185
- 刘鸿先,曾韶西,李平,等.1981.零上低温对不同抗冷力的亚热带植物过氧化物酶与脂酶同工酶的影响.植物生理学学报,7(4): 337 ~ 343
- 沈波,郑康乐,于飞,等.1991.多效唑预处理稻苗和原生质体耐冷性的影响.植物生理学通讯,27(4): 271 ~ 273
- 张志良.1990.植物生理学实验指导.第2版.北京:高等教育出版社,154 ~ 155
- 林日荣.1979.香蕉.广州:广东科学技术出版社,86 ~ 87
- 凌兴汉.1980.香蕉冻害及防寒措施探讨.广东农业科学,(6):32 ~ 34
- 黄晓钰,季作棣,李沛文.1982.香蕉冷害征状及生理指标和有效防寒措施研究.华南农学院学报,3(4): 1 ~ 12
- 赖天斌,黄群声,陈士伟,等.1987.芭蕉属果树过氧化物酶同工酶的初步研究.园艺学报,14(4):233 ~ 238
- Fridovich I.1978.The biology of oxygen radicals. Science,201: 875~ 880
- McCord J M, Fridovich I. 1969. Superoxide dismutase: An enzymic function for erythrocuprein (hemocuprein). J Biol Chem, 244: 6049 ~ 6055
- Monk L S,Faerstedt K V, Crawford M M.1989. Oxygen toxicity and superoxide dismutase as an antioxidant in physiological stress. Physiologia Plantarum, 76: 456 ~ 459
- Shmueli E. 1960. Chilling and frost damage in banana leaves. Bull Res Coun Israel Sect D, 80: 225 ~ 238

# EFFECTS OF LOW TEMPERATURE AND PACLOBUTRAZOL ON THE ACTIVITIES AND ISOZYMES OF PEROXIDASE IN BANANA LEAVES

Liang Lifeng Wang Zehuai Zhou Biyan Huang Huibai

(Dept. of Horticulture, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

## Abstract

The growth of potted bananas (*Musa* AAA group CV. Dazhong Gaoba and *Musa* ABB group CV. Aiba Dajiao) were observed during the process of artificial chilling in a phytotron. ABB banana grew normally, AAA banana which were treated with paclobutrazol showed a slight chilling injury while untreated AAA banana was seriously injured when the temperature dropped down to 1°C. The peroxidase activity of ABB banana were much higher than that of AAA banana and remained stably at high level during the process of temperature lowering. The peroxidase activity of AAA banana fluctuated obviously with a lowest level when chilling injury appeared. The peroxidase activity of the treated AAA banana were obviously higher than that of the untreated AAA banana and maintained the higher level during the process of temperature lowering. The zymogram pattern of isozymes of peroxidase were different between AAA and ABB bananas. Some bands disappeared and some other became weaker when the temperature was lowered down. Disappeared and weakened bands were also observed in ABB banana but two new bands appeared and the activity of one old band were increased when the temperature was lowered down. One band which disappeared in untreated AAA banana remained in the zymogram of treated AAA banana when the temperature was lowered down, and so was it for ABB banana. The correlation between the activities and isozymes of peroxidase, and the tolerance to chilling injury in AAA and ABB bananas were discussed.

**Key words** banana; temperature; peroxidase; isozyme