

文章编号: 1000-5471(2008)03-0073-04

高温胁迫对之豇 28-2 幼苗 叶片细胞膜透性和保护酶活性的影响^①

田婷婷, 张兴国, 周小全, 童超, 苏承刚

西南大学 园艺园林学院, 重庆 400716

摘要: 以之豇 28-2 为材料, 通过人工高温条件下的苗期实验, 研究高温胁迫对豇豆幼苗细胞膜透性和保护酶活性的影响。结果表明, 在高温胁迫下, 之豇 28-2 幼苗叶片的相对电导率和丙二醛的含量随胁迫时间的延长而上升, 可溶性糖含量呈现出先下降后上升的变化趋势, 超氧化物歧化酶、过氧化物酶和过氧化氢酶呈现出先上升后下降的变化趋势。说明高温条件下, 豇豆幼苗体内的抗氧化酶活性受到抑制, 体内自由基浓度提高了, 膜脂过氧化程度加剧了。

关键词: 之豇 28-2; 高温胁迫; 膜透性; MDA; 防御酶

中图分类号: S643.4

文献标识码: A

高温是影响农作物生长的胁迫因子之一。高温胁迫引起农作物生理失调、生化代谢紊乱和细胞亚结构的破坏, 致使农作物生殖器官发育不良、花粉败育、光合作用受阻和生育期缩短。近年来, 全球性温室效应的日益加剧, 导致地球气候变暖和厄尔尼诺事件频繁发生, 据估计本世纪遭遇高温天气的可能将更多, 持续时间会更长。温室效应可能从根本上恶化农作物的生长环境^[1]。研究农作物的高温伤害及其生理生化指标的变化规律, 有助于采取相应措施减轻高温危害, 指导筛选耐高温的基因型。

豇豆(*Vigna sesquipedalis* Wight.) 起源于热带, 在 42 °C 的高温下仍能生长, 是最耐热的蔬菜之一, 是研究植物耐热性的良好材料。本实验以之豇 28-2 的幼苗为试验材料, 研究了高温胁迫对幼苗叶片细胞膜的伤害、丙二醛和可溶性糖的含量及超氧化物歧化酶等细胞膜保护酶的影响, 为豇豆的耐热生理研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以之豇 28-2 为材料, 25 °C 发芽后播种于营养钵中, 出苗后置于光照培养箱中培养, 温度为 25 °C/22 °C(11 h/13 h), 8 支 30 W 日光灯每天照明 12 h, 湿度调至 65%。

1.2 高温胁迫处理

待幼苗长至 4~5 片真叶时, 选择大小一致的幼苗 30 株, 置于光照培养箱中进行高温胁迫处理。处理

① 收稿日期: 2007-12-12

作者简介: 田婷婷(1980-), 女, 广东河源人, 硕士研究生, 主要从事蔬菜分子生物学与遗传育种研究。

通讯作者: 张兴国, 研究员。

方法: 32 °C/25 °C (10 h/14 h) 下预处理(炼苗)1 d, 40 °C/30 °C (10 h/14 h) 炼苗 2 d, 再于 45 °C/33 °C (10 h/14 h) 下高温胁迫 5 d, 然后于 35 °C/27 °C (10 h/14 h) 下恢复 3 d. 分别于 32 °C 高温锻炼后(记为 0 d), 高温处理后 1 d、3 d、5 d, 恢复 3 d 后(记为 8 d) 采样, 并以 25 °C/22 °C (11 h/13 h) 温度下生长的幼苗为对照.

1.3 生理指标的测定

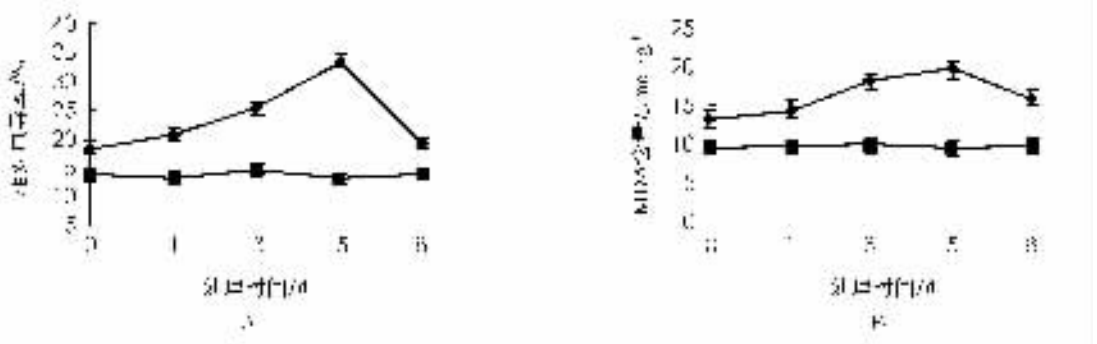
采用氮蓝四唑光化还原法、愈创木酚比色法和比色法分别测定超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)活性, 硫代巴比妥酸显色法测定丙二醛(MDA)的含量, 苯酚法测定可溶性糖含量. 用 MPC227 型电导仪(Mettler-Toledo Switzerland)测定相对电导率^[2]. 每项测定重复 3 次, 取平均值. 采用 Microsoft Excel 2003 程序进行数据分析.

2 结果与分析

2.1 高温胁迫对之豇 28-2 细胞膜透性和 MDA 含量的影响

高温胁迫改变膜透性, 导致细胞内电解质外渗, 使组织浸出液中电解质浓度随之增高, 细胞电解质渗透率直接反映细胞受热害程度^[3]. 由图 1A 可知, 高温预处理后, 之豇 28-2 叶片的相对电导率为 18.39%, 随胁迫时间的延长, 相对电导率逐渐升高, 胁迫 5 d 后达到最大值, 为 33.50%. 恢复 3 d 后之豇 28-2 的相对电导率恢复到处理前水平.

丙二醛是膜脂过氧化作用的最终产物, 其变化反映细胞膜的受害程度^[4]. 图 1B 表明, 在高温胁迫下, MDA 含量增加, 胁迫 1 d 后, MDA 含量的增幅不大, 随胁迫时间的延长 MDA 含量显著上升, 处理 5 d 后达到 19.72 $\mu\text{mol/g} \cdot \text{FW}$. 恢复 3 d 后, MDA 含量下降到最初水平.



A: 相对电导率; B: MDA 含量; ■ 对照; ◆ 高温处理

图 1 高温胁迫下的豇豆叶片相对电导率和 MDA 含量

2.2 高温胁迫对之豇 28-2 叶片 SOD、POD 和 CAT 酶活性的影响

如图 2 所示, 之豇 28-2 叶片的 SOD、POD 和 CAT 酶活性随高温胁迫的时间延长都呈现先上升后下降的趋势, 其中 SOD 酶的活性于胁迫 1 d 后达到最大值, 为 291.65 U/g. POD 的活性于胁迫 3 d 后达到最大值, 为 191.27 $\mu\text{mol/g} \cdot \text{min}$. 随着胁迫时间的延长, 两者的活性都有所下降; 恢复期内其活性继续下降, 但仍高于处理前的水平. CAT 的活性在胁迫前 3 d 显著升高, 于胁迫 3 d 后达到最大值, 为 257.42 U/g \cdot min, 然后急剧下降, 35 °C 下恢复 3 d 后, 其活性继续下降并比处理前下降了 10%.

2.3 高温胁迫对之豇 28-2 叶片可溶性糖含量的影响

高温胁迫过程中, 之豇 28-2 幼苗叶片的可溶性糖含量呈“降一升一降”的变化趋势(图 3). 45 °C 处理 1 d 后, 可溶性糖的含量为 4.8 mmol/L, 下降了 26%, 随胁迫时间的延长, 可溶性糖的含量显著上升, 第 5 d 达到最大值, 为 13.23 mmol/L. 35 °C 下恢复 3 d 后, 可溶性糖含量有所下降, 但仍高于处理前的水平.

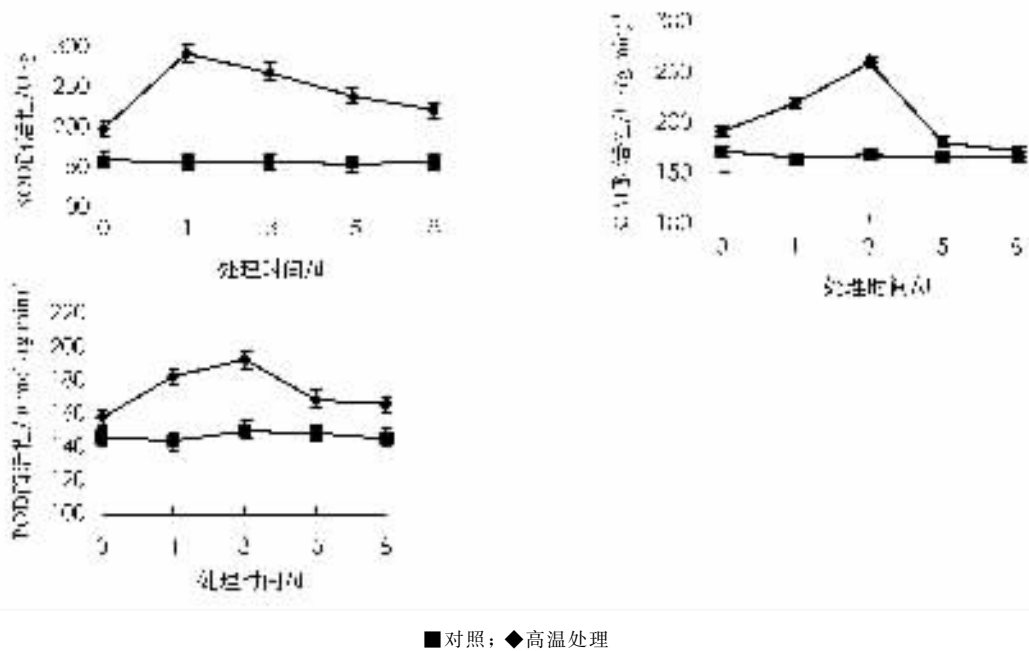


图2 高温胁迫下豇豆叶片SOD、POD和CAT活性

3 讨论

逆境条件下,大量积累的活性氧会导致膜脂过氧化和电解质外渗^[5].随着胁迫时间延长,MDA含量持续上升,电解质外渗作用加强(图1).也有研究表明,丙二醛与细胞内的核酸和蛋白质等生物大分子反应生成Schiff碱,进一步损伤细胞的生物膜^[6].

高温胁迫过程中,豇豆叶片可溶性糖的含量呈先降后升的趋势(图3),这可能由于胁迫初期呼吸作用加强,消耗了贮存的糖类物质.随胁迫时间的延长,细胞内的可溶性糖含量升高,以适应旺盛的呼吸代谢.另外可溶性糖的含量可调节组织的渗透势,对维持膜的完整性及提高植物的抗逆性也有重要的生理意义^[7].

SOD、POD、CAT的活性变化在一定程度上反映植株受胁迫的程度^[8].有研究证实高温逆境能降低SOD活性^[9],本研究结果显示,高温胁迫下,之豇28-2幼苗SOD、POD和CAT酶活性都出现先升高后降低的变化趋势(图2).

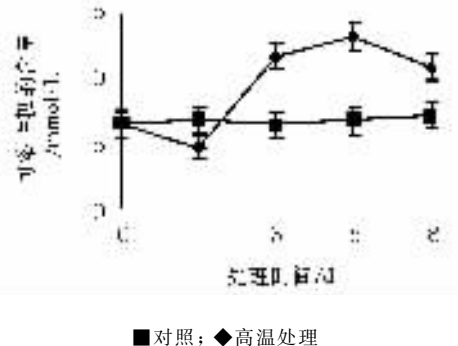


图3 高温胁迫下豇豆叶片的可溶性糖含量

参考文献:

- [1] 胡永红,蒋昌华,秦俊.植物耐热常规生理指标的研究进展[J].安徽农业科学,2006,34(1):192-195.
- [2] 高俊凤主编.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006:20-214.
- [3] 宋洪元,雷建军,李成琼.植物热胁迫反应及抗热性鉴定与评价[J].中国蔬菜,1998,(1):48-50.
- [4] 张昭其,段学武,庞学群,等.冷激对采后香蕉几个与耐热性有关的生理指标的影响[J].植物生理学通讯,2002,38(4):111-114.
- [5] 陈培琴,郁松林,詹妍妮,等.植物在高温胁迫下的生理研究进展[J].中国农学通报,2006,22(5):223-227.
- [6] 任彩虹,闫桂琴,郜刚.高温胁迫对马铃薯幼苗叶片生理效应的影响[J].中国马铃薯,2007,21(1):5-10.
- [7] 王建华,刘鸿先,徐同.超氧化物歧化酶在植物逆境和衰老生理中的作用[J].植物生理学通讯,1989,(1):1-7.

- [8] Gechev T, Willekens H, Montagu MV, et al. Different Responses of Tobacco Antioxidant Enzymes to Light and Chilling Stress [J]. *Journal of Plant Physiology*, 2003, 160: 509 – 515.
- [9] 张兴国, 罗庆熙, 苏承刚, 等. 高温对魔芋叶片生理的影响 [J]. *西南农业大学学报*, 1992, 14(4): 336 – 339.

Effects of High Temperature Stress on the Membrane Permeability and the Protective Enzyme Activity of the leaves in the Zhijiang28 – 2 Seedlings

TIAN Ting-ting, ZHANG Xing-guo,
ZHOU Xiao-quan, TONG Chao, SHU Cheng-gang

College of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400716

Abstract: The effects of heat stress on the membrane damage and changes of protective enzymes of Zhijiang 28 – 2 were studied. Under high temperature stress, the increase of RC, the content of MDA increased. The solubility sugar content is as a coercive extension of the “low-high-low” volatility. And the SOD, POD and CAT activities of cowpea went up at beginning and then dropped. According to these results, the inhibited activities of antioxidant systems and the accumulation of active oxygen species by initiation of membrane lipid peroxidation may be a cause to the injury of high temperature stress on cowpea seedlings.

Key words: Zhijiang 28 – 2; high temperature stress; membrane permeability; MDA; defense-related enzymes

责任编辑 欧 宾