

多效唑浸种对黑麦草耐热性的影响

马博英¹ 徐礼根² 金松恒² 李雪芹² 郭栋明¹

(¹ 浙江教育学院生物系, 杭州 310012; ² 浙江大学生命科学院, 杭州 310029)

摘要: 研究了多效唑 (PP₃₃₃) 浸种对黑麦草耐热性的影响。结果表明: PP₃₃₃浸种使黑麦草植株矮小; 在高温胁迫下, PP₃₃₃减缓了黑麦草体内可溶性蛋白质含量的下降, 提高了超氧化物歧化酶 (SOD) 活性和脯氨酸含量, 同时减缓了叶片膜透性的增加。这表明随着温度的升高, PP₃₃₃浸种的黑麦草体内 SOD 等抗氧化酶能有效地清除活性氧自由基, 维持质膜的稳定性, 减轻高温对黑麦草的伤害。

关键词: 黑麦草; 多效唑; 耐热性; 超氧化物歧化酶; 脯氨酸

中图分类号: S 68 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 05-1118-03

Effects of Paclobutrazol on Thermotolerance of Perennial Ryegrass

Ma Boying¹, Xu Ligen², Jin Songheng², Li Xueqin², and Guo Dongming¹

(¹ Department of Biology, Zhejiang Education College, Hangzhou 310012, China; ² College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: The influence of paclobutrazol (PP₃₃₃) on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) under heat stress was examined. The results showed that the plant height were significantly decreased after the seeds were treated with PP₃₃₃. The decline of soluble protein content in perennial ryegrass leaves treated with PP₃₃₃ was delayed in relation with the reduction of cell membrane permeability, while the activity of SOD and the proline accumulation were increased, which indicated that the active oxygen species have been scavenged efficiently. These results suggested that the damage of high temperature on perennial ryegrass could be alleviated by PP₃₃₃.

Key words: *Lolium perenne* L.; Paclobutrazol; Thermotolerance; Superoxide dismutase; Proline

1 目的、材料与方法

多年生黑麦草 (*Lolium perenne* L.) 是在我国广为应用的一种冷季型草坪草, 其生长最适温度为 20~25℃, 但存在越夏困难的问题。多效唑 (PP₃₃₃) 能改善农作物和观赏植物的品质和提高抗逆性, 但在提高冷季型草坪草的耐热性研究上还鲜见报道。本研究采用 PP₃₃₃对黑麦草进行浸种处理, 观察其对黑麦草生长和生理特性的影响, 以确认 PP₃₃₃对黑麦草耐热性的调控效果, 并探讨其可能机理。

供试草种为多年生黑麦草 (*Lolium perenne* L.), 品种为绅士 (Esquire), 由浙江兰星草业提供。PP₃₃₃为 15% 的粉剂, 购自四川国光农化有限公司。PP₃₃₃处理浓度为 500 mg/L, 浸种 24 h, 蒸馏水浸种 24 h 为对照, 用 500 mL 的烧杯进行水培, 置于 25℃光照培养箱中。13 d 后, 每 2 d 分别在每个烧杯中倒入 MS 培养液 10 mL。培养至第 9 天时开始测量株高和根长。培养 25 d 后分别置于 30℃、35℃、40℃光照培养箱中分别处理 24、48 和 72 h, 每处理 4 次重复。

剪取第 1 叶的叶中 1 cm 片段 20 片, 测定细胞膜的相对透性 (以相对电导率表示)^[1]、可溶性蛋白质含量 (考马斯亮蓝染料结合法)^[2]、SOD 活性 (氮蓝四唑光还原法)^[3]和脯氨酸含量 (磺基水杨酸法)^[1]。

收稿日期: 2004-12-01; 修回日期: 2005-01-11

基金项目: 浙江省教育厅科研项目 (20010145); 浙江省科技厅科技计划项目 (2003C30017); 浙江省科技厅重大科技攻关项目 (2004C13001)

2 结果与分析

2.1 PP_{333} 对黑麦草株高与根长的影响

经 PP_{333} 浸种处理后, 25 时黑麦草的植株明显比用水浸种的矮小, 叶片色深绿、厚、面积小; 在前 19 d, 水浸种的对照根较长, 但在此后 PP_{333} 浸种的黑麦草平均根长大于对照 (图 1)。

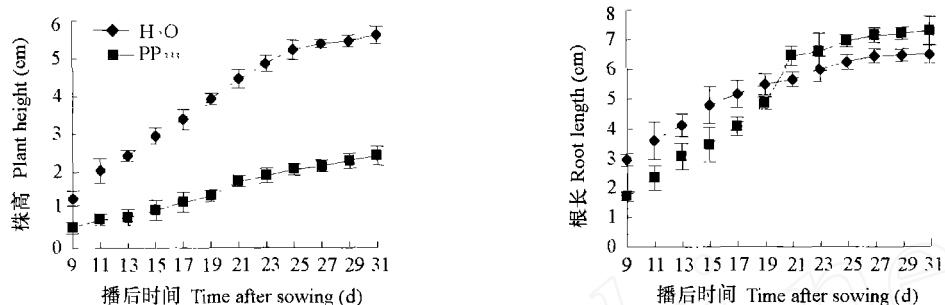


图 1 PP_{333} 对黑麦草株高和根长的影响

Fig. 1 Effects of paclobutrazol on the plant height and root length of perennial ryegrass

2.2 PP_{333} 对高温胁迫下黑麦草叶片质膜透性和可溶性蛋白质含量的影响

由图 2 可以看出, 黑麦草经 30、35、40 处理后, 叶片的质膜透性发生了较大的变化, 处理时间越长, 膜透性越大, 且随温度上升膜透性不断增大。但 35 或 40 处理的同一温度下, PP_{333} 浸种的黑麦草叶片膜透性明显低于水浸种者, 说明 PP_{333} 浸种的黑麦草叶片细胞受高温的伤害小于水浸种的黑麦草, 其耐热性高。

叶片的可溶性蛋白质含量随处理时间的延长呈下降趋势, 且随温度上升, 可溶性蛋白质含量不断减少。但在相同处理时间内同一温度下用 PP_{333} 浸种者可溶性蛋白质含量比水浸种者高, 即用 PP_{333} 浸种的黑麦草叶片可溶性蛋白质含量下降明显低于水浸种处理。

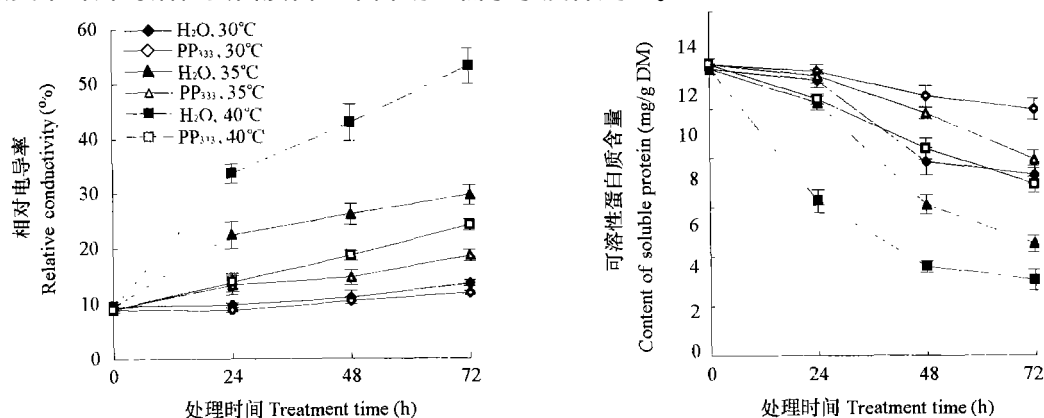


图 2 PP_{333} 对高温胁迫下黑麦草叶片质膜透性和可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 2 Effects of paclobutrazol on the relative conductivity and the soluble protein content in leaves of perennial ryegrass under high temperature stress

2.3 PP_{333} 对高温胁迫下黑麦草叶片中 SOD 酶活性和脯氨酸含量的影响

由图 3 可以看出, 黑麦草经 30、35、40 处理, 叶片的 SOD 酶活性随处理时间的增加而逐步升高, 在相同处理时间内用 PP_{333} 浸种的黑麦草叶片的 SOD 活性比水浸种者高, 推测 PP_{333} 诱导的耐热性提高与有较高 SOD 活性有关。

黑麦草经 30、35、40 处理, 其叶片中脯氨酸含量都有显著增加, 处理时间越长, 脯氨酸增加越多, 且随温度上升, 脯氨酸含量不断增加。但相同处理时间、同一温度下, PP_{333} 浸种的黑麦草叶

片脯氨酸含量明显高于水浸种处理 (图 3)。

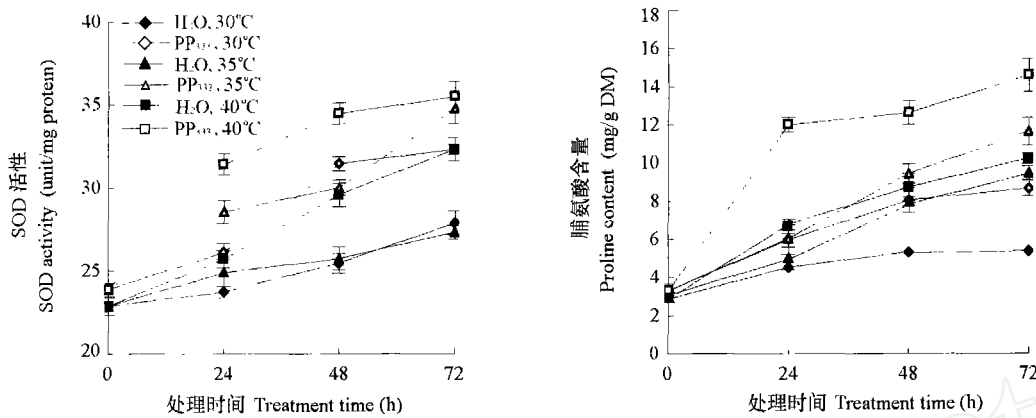


图 3 PP₃₃₃对高温胁迫下黑麦草叶片 SOD 活性和脯氨酸含量的影响

Fig 3 Effects of paclobutrazol on the SOD activity and the proline content in leaves of perennial ryegrass under high temperature stress

3 小结

PP₃₃₃浸种的黑麦草植株矮小, 叶色深绿, 叶厚, 叶面积小, 23 d后根系发达, 对抵抗高温有着积极的作用。PP₃₃₃处理的黑麦草叶片能保持较多的可溶性蛋白质, 由于高温时基本只有热激蛋白的表达^[3,4], 推测 PP₃₃₃处理能提高可溶性蛋白质含量是提高了热激蛋白的合成, 但也不排除 PP₃₃₃引起不溶性蛋白质转化成可溶性蛋白质的可能。这对黑麦草抵御高温胁迫具有重要的作用。

本试验中持续高温下 PP₃₃₃处理的黑麦草 SOD 酶活性高于对照, 且随温度升高逐步升高。SOD 酶能有效地清除过多的 O_2^- , 而不至于产生毒害作用, 保持叶片健康生长。 O_2^- 的积累能直接或间接地启动膜脂过氧化, 导致膜透性增大^[1]。本试验中高温处理时间越长 (0~72 h), 黑麦草叶片的质膜透性越大, 且随温度上升而不断增大, 但 PP₃₃₃浸种处理的黑麦草, 由于能有效地清除过多的 O_2^- , 延缓了黑麦草叶片细胞质膜透性的增大, 这显然有利于黑麦草在高温胁迫下保持细胞的稳定性。

本研究中高温胁迫下黑麦草叶片中积累了大量脯氨酸, 积累量随高温持续时间和温度梯度呈上升趋势, 而在各个温度下 PP₃₃₃处理的黑麦草叶片脯氨酸的积累都快于对照。脯氨酸的积累一方面通过提高植物体内的抗氧化酶活性来有效地清除活性氧类物质, 另一方面可以作为蛋白质合成的碳源和氮源^[5], 维持膜脂蛋白的稳定和体内可溶性蛋白质的含量, 从而提高黑麦草的耐热性。

参考文献:

- 1 赵 昕, 李玉霖. 高温胁迫下冷地型草坪草几项生理指标的变化特征. 草业学报, 2001, 10 (4): 85~91
Zhao X, Li YL. Variation of several physiological indices of five cool season turfgrasses under high temperature stress. Acta Prataculturae Sinica, 2001, 10 (4): 85~91 (in Chinese)
- 2 Bradford M M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 1976, 72: 248~254
- 3 何亚丽, 刘友良, 陈 权, 卞爱华. 水杨酸和热锻炼诱导的高羊茅幼苗的耐热性与抗氧化的关系. 植物生理与分子生物学学报, 2002, 28 (2): 89~95
He YL, Liu YL, Chen Q, Bian A H. Thermotolerance related to antioxidation induced by salicylic acid and heat hardening in tall fescue seedlings. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 2002, 28 (2): 89~95 (in Chinese)
- 4 何亚丽, 曹卫星, 刘友良, 江海东. 冷季型草坪草耐热性研究综述. 草业学报, 2000, 9 (2): 58~63
He YL, Cao W X, Liu YL, Jiang H D. A review on heat tolerance of cool-season turfgrasses. Acta Prataculturae Sinica, 2000, 9 (2): 58~63 (in Chinese)
- 5 Cavalcanti F R, Oliveira J T A, Martins Miranda A S, Viegas R A, Silveira J A G. Superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities do not confer protection against oxidative damage in salt-stressed cowpea leaves. New Phytologist, 2004, 163: 563~571