

水淹对铺地黍部分生理指标的影响

詹嘉红, 蓝宗辉

(韩山师范学院 生物系, 广东 潮州 521041)

摘要: 研究了水淹对铺地黍幼苗的丙二醛、可溶性糖和可溶性蛋白质含量, 3种抗氧化保护酶(SOD、CAT和POD)活性等生理指标的影响。结果显示: 水淹胁迫下, 铺地黍幼苗的丙二醛含量缓慢升高, 可溶性糖含量先升高后下降, 蛋白质含量逐渐下降, 超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性先上升后下降, 而过氧化物酶(POD)活性则持续上升。研究结果表明: 水淹对铺地黍的生理指标产生了影响, 其中抗氧化保护酶活性的提高是铺地黍适应水淹环境的重要原因之一。

关键词: 铺地黍; 水淹; 生理指标; 消落带

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2011)06-0823-04

Effect of flooding on some physiological indexes of *Panicum repens*

ZHAN Jia-Hong, LAN Zong-Hui

(Department of Biology, Hanshan Normal College, Chaozhou 521041, China)

Abstract: Effects of flooding stress on the contents of malondialdehyde (MDA), soluble sugars and proteins from young *Panicum repens*, and the activities of three protective enzymes in leaves were studied. The results showed that distinct changes of their contents were induced by the flooding conditions: the contents of MDA slowly ascended, while the soluble sugars first increased and then decreased; and the soluble protein descended gradually. We also observed that the activities of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) fell after rising, but the activity of peroxidase (POD) always went up. Together, these results suggested that flooding had an impact on physiological indexes of *P. repens*, and the plant could effectively adapt to the flooding environment by rising the activities of protective enzymes.

Key words: *Panicum repens*; flooding; physiological indexes; water-fluctuating zone

据统计,我国已建各类水库达8.5万多座,水库在治理水旱灾害、保证工农业生产与生活用水等方面发挥着举足轻重的作用。但当前,我国水库环境却面临着水库淤积和富营养化两大主要问题(张振克等,2006)。而水库消落带土壤流失则是影响水库环境的重要因素之一。

水库消落带是指因水库调度等原因引起水位变动而在库区周围形成的一段特殊区域,是水位反复周期性变化的干湿交替区(蔡德所等,2008)。由于水库消落带水位变化幅度大,生境极端恶劣,一般植

物难以生长,因此,在消落带植被生态修复中,筛选适应消落带特殊环境条件的植物物种,就成为消落带植被恢复治理的关键。付奇峰等(2008)和廖世纯等(2009)试验表明,铺地黍为水库消落带的适生植物,有耐淹、耐旱和耐贫瘠的特点。然而有关铺地黍对水淹适应机制方面的研究尚未见系统报道。本研究通过模拟水淹试验,研究不同水淹时长下铺地黍幼苗的丙二醛、可溶性糖和可溶性蛋白质含量,3种抗氧化保护酶(SOD、CAT和POD)活性等与抗性相关的生理指标变化,为深入探讨铺地黍对淹水生

境的适应机制提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

于 2009 年 4 月 10 日选取潮州市岗山水库边铺地黍当年生幼苗作为研究对象。将长势相近的幼苗栽种于塑料盆中,复壮半个多月后,于 2009 年 4 月 29 日将长势良好的 24 盆植株进行水淹处理。

1.2 试 验 设 计

水淹处理参考陈芳清等(2008)的实验设计。把 24 盆植株分为 6 组,每组 4 盆。其中 5 组用作水淹处理,分别水淹 7、14、21、28、35 d。水淹处理按间隔 7 d 时间逐批放入塑料桶中进行没顶水淹处理,最后剩下未做水淹处理的 1 组作为对照组。

1.3 测 定 方 法

水淹结束后,剪取植株第 3 片叶以上部分进行以下项目测定:丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法(郝再彬等,2004);可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法(王学奎,2006);可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝染色法(王学奎,2006);SOD 活性测定采用氮蓝四唑(NBT)法(郝再彬等,2004);CAT 活性测定采用紫外吸收法(郝再彬等,2004);POD 活性测定采用愈创木酚法(张志良等,2003)。最后,对测定结果进行统计分析。

2 结 果 与 分 析

2.1 水淹对铺地黍丙二醛(MDA)含量的影响

图 1 显示,铺地黍在持续水淹前期 14 d 内,MDA 含量变化不明显。14 d 后,MDA 含量随水淹时间的延长而逐渐上升,到水淹 28 d 时,MDA 含量升至最高($0.0168 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$),比对照组($0.0124 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)增加了 35.5%,差异达到显著水平($P < 0.05$);在随后的 7 d 内,MDA 含量又明显下降,到水淹 35 d 时接近对照组。

2.2 水淹对铺地黍可溶性糖含量的影响

图 2 显示,随着水淹时间的延长,可溶性糖含量的变化趋势是先升高后下降,到水淹 14 d 时含量升至最高(0.391%),比对照组(0.204%)增加了 91.7%,差异达到显著水平($P < 0.05$),之后糖含量逐步下降,到 35d 时降至最低(0.173%),为对照组的 0.85 倍。

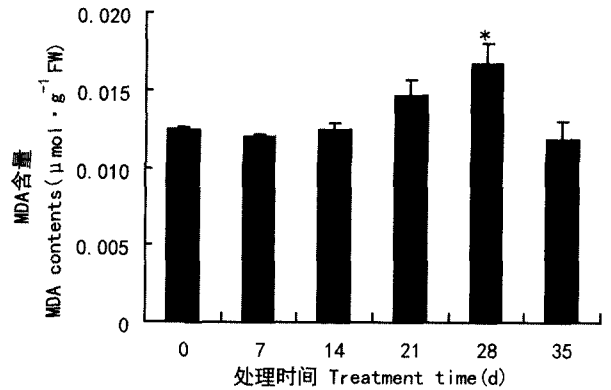


图 1 水淹对铺地黍 MDA 含量的影响
Fig. 1 Effect of flooding on MDA contents in *Panicum repens*

* 表示与对照组差异显著性为 $P < 0.05$ 。下同。
* Significant difference in control group at 0.05 level. The same below.

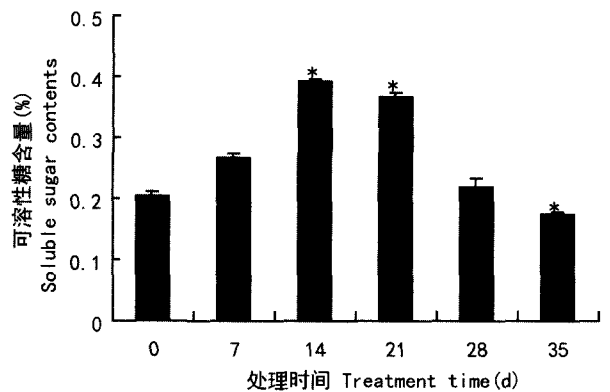


图 2 水淹对铺地黍可溶性糖含量的影响
Fig. 2 Effect of flooding on soluble sugar contents in *Panicum repens*

2.3 水淹对铺地黍可溶性蛋白质含量的影响

由图 3 可以看出,可溶性蛋白质含量在整个水淹期间呈现逐渐下降的趋势。在持续水淹前期 14 d 内,蛋白质含量相对稳定,保持在 $11.631 \sim 10.782 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$ 的范围内,到水淹 28 d、35 d 时,分别比对照组降低了 41.6% 和 42.9%,差异均达到显著水平($P < 0.05$)。

2.4 水淹对铺地黍 SOD、CAT 和 POD 活性的影响

水淹胁迫下,铺地黍幼苗 3 种抗氧化保护酶活性变化见表 1。由表 1 可见,铺地黍幼苗 SOD 活性在水淹期间呈先升后降的变化趋势。在水淹 14 d 时,酶活性达到最大,为对照组的 1.99 倍($P < 0.05$)。随着水淹时间的延长,SOD 活性呈现快速下降的趋势。在水淹 35 d 时,SOD 活性降至最低,

仅为对照组的 38.72% ($P < 0.05$)。CAT 活性的变化与 SOD 相似,随着水淹时间的延长也呈先升后降的趋势。在水淹 7 d 时,CAT 活性达到最大值,为对照组的 1.26 倍 ($P < 0.05$)。之后,随着水淹时间的延长,CAT 活性逐渐下降,在水淹 35 d 时酶活性降至最低,为对照组的 50.34% ($P < 0.05$)。POD 活性的变化与 SOD 和 CAT 不同。在整个淹水胁迫过程中,POD 活性始终高于对照组,且随着水淹时间的延长呈现出逐渐增加的趋势。在水淹前期 7 d 内,POD 活性上升最快,到水淹 7 d 时,酶活性已是对照组的 1.87 倍 ($P < 0.05$),之后,酶活性继续缓慢上升,到 35 d 时酶活性达到最大值,为对照组的 2.62 倍 ($P < 0.05$)。

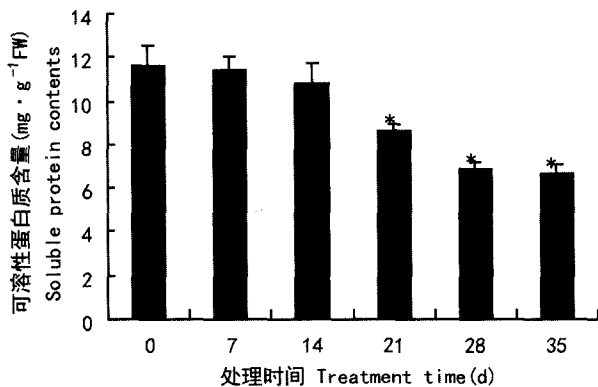


图 3 水淹对铺地黍可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 3 Effect of flooding on soluble protein contents in *Panicum repens*

表 1 水淹对铺地黍 SOD、CAT 和 POD 活性的影响 (平均值 ± 标准误差)

Table 1 Effect of flooding on the activities of SOD, CAT and POD in *Panicum repens* (mean ± SE)

处理时间 Treatment time(d)	SOD 活性 Activity of SOD (U · g ⁻¹ FW)	CAT 活性 Activity of CAT (U · min ⁻¹ · g ⁻¹ FW)	POD 活性 Activity of POD (ΔOD470 · min ⁻¹ · g ⁻¹ FW)
0	201.24 ± 4.76	38.04 ± 1.23	222.22 ± 5.27
7	349.15 ± 5.09 *	48.07 ± 1.13 *	416.34 ± 9.76
14	401.36 ± 5.64 *	44.64 ± 1.41 *	455.19 ± 7.35 *
21	262.35 ± 7.48 *	40.29 ± 1.36	473.84 ± 7.41 *
28	125.63 ± 3.32 *	30.29 ± 1.01 *	541.23 ± 8.11 *
35	77.92 ± 2.79 *	19.15 ± 0.76 *	583.06 ± 7.88 *

* 表示与对照组差异显著性为 $P < 0.05$

* Significant difference in control group at 0.05 level.

3 讨论

本试验中,在完全水淹胁迫下,铺地黍幼苗的丙

二醛含量、可溶性糖含量、SOD 活性和 CAT 活性均随水淹时间的延长呈现先升后降的变化趋势,说明铺地黍在一定时间内能通过调节自身的代谢系统和保护酶系统较好的应对水淹环境。

MDA 被认为是细胞膜脂过氧化的产物之一,通常将其作为脂质过氧化指标,其含量的高低反映了细胞膜脂过氧化的程度和植物对逆境胁迫反应的强弱。谭淑端等(2009)的研究显示,耐淹植物狗牙根受水淹胁迫后其 MDA 含量较未淹对照明显增加。本实验铺地黍植株中 MDA 含量也有相似的变化,在水淹胁迫的前 28 d,随着水淹时间的延长,MDA 含量呈逐渐增加的趋势,到水淹 28 d 时达到最大值,之后,MDA 含量有所下降,但仍高于或接近对照,此时植株叶片已出现退绿症状。表明水淹已对铺地黍产生了一定程度的伤害,且受伤害程度随水淹时间的延长而增大。

糖含量常作为植物体内碳素营养状况的重要指标,植物为了适应逆境条件会主动积累一些可溶性糖,降低渗透势和冰点,以适应外界环境条件的变化。本研究结果表明,随着水淹时间的延长,可溶性糖含量是先升后降。水淹前期可溶性糖含量的增加,在一定程度上可减轻水淹造成的危害,而后期糖含量下降,且低于对照组,可能原因是随着缺氧胁迫的加深,植物为了获得生命活性所需的能量,通过无氧代谢加剧了对糖类物质的消耗。

蛋白质是植物体结构和功能最重要的基础物质之一。植物蛋白质含量与其抗逆性的形成有关,由于蛋白质有着很强的持水力,因此对植物可起到有效的保护作用(王保义等,2006)。有关逆境下蛋白质含量的变化,不同的研究有不同的观点。本实验中,蛋白质含量随着水淹时间的延长而逐渐下降,提示当水淹胁迫严重时,蛋白质合成受到抑制或蛋白质分解增加。

植物在正常的生命活动过程中,细胞中存在着活性氧的产生和清除间的平衡,但在逆境胁迫下,活性氧的产生会增加,结果将引起膜脂过氧化并导致膜系统受损,最终还使植物组织受破坏。水淹条件下,植物遭受的最大胁迫是缺氧。缺氧后,正常植物细胞原本存在的活性氧产生与清除的动态平衡就会遭到破坏,为了防止水淹胁迫导致的活性氧积累对植物造成的伤害,植物依赖自身的保护酶系统,如升高 SOD、CAT 和 POD 等酶活性来清除植物在水淹胁迫下积累的活性氧(Monk 等,1987)。其中 SOD

的作用是将歧化为 H_2O_2 , 在各种酶促 AOS 清除系统中处于第一道防线, 而 CAT 和 POD 的作用则主要是清除经 SOD 歧化和 Haber-Weiss 反应而产生的 H_2O_2 与 $\cdot OH$, 以避免它们对细胞的伤害(王小青等, 2006)。而整个保护酶系统的防御能力最终取决于这几种酶彼此协调的综合结果。本实验中, 在水淹胁迫前期, SOD、CAT 和 POD 活性均有不同程度的升高, 说明短期胁迫产生的活性氧自由基, 植物已做出了相应的适应性反应, 使细胞内活性氧维持在一个低的水平, 此时, 铺地黍的外部形态特征与对照组差异不大, 表明短期水淹对其没影响, 也说明铺地黍在一定时间内有较强的耐淹性。随着水淹时间的延长, SOD 和 CAT 的活性均下降, 说明活性氧自由基的产生可能已超出 SOD 和 CAT 的清除能力, 而 POD 活性的持续升高, 则说明 POD 的底物——过氧化物浓度的不断增加。自由基和过氧化物的积累, 最终必将导致植物生理代谢的紊乱, 甚至死亡。

水淹对植物的影响应该是多方面的。研究结果显示, 水淹胁迫下, 铺地黍的各项生理指标均有不同程度上的变化。从抗氧化保护酶活性的变化, 以及淹水胁迫下植株的外部形态特征, 初步得出, 通过提高抗氧化保护酶活性以加强活性氧的清除、减少活性氧对细胞膜的伤害应是铺地黍适应水淹环境的重要原因之一。

参考文献:

- 王学奎. 2006. 植物生理生化实验原理和技术(第2版)[M]. 北京: 高等教育出版社: 190—204
- 张志良, 瞿伟菁. 2003. 植物生理学实验指导(第3版)[M]. 北京: 高等教育出版社: 123—124
- 郝再彬, 苍晶, 徐仲. 2004. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社: 106—115
- Cai DS(蔡德所), Zhao XG(赵湘桂), Zhang YX(张永祥), et al. 2008. Plant species and its characteristic of fluctuating belt of Qingshi Tan reservoir in Guilin(桂林青狮潭水库消落带植物物种及其特性)[J]. *Soil Water Conserv China*(中国水土保持), (9): 34—35
- Chen FQ(陈芳清), Li Y(李永), Qie GW(邴光武), et al. 2008. The morphological responses and endurance of *Polygonum hydropiper* flooding stress(水蓼对水淹胁迫的耐受能力和形态学响应)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), 26(2): 142—146
- Fu QF(付奇峰), Fang H(方华), Lin JP(林建平). 2008. Selection of suitable plants for the ecological reconstruction of water-level-fluctuation zone of reservoirs in south China(华南地区水库消涨带生态重建的植物筛选)[J]. *Ecol Environ*(生态环境), 17(6): 2 325—2 329
- Liao SC(廖世纯), Wei QX(韦桥现), Meng YC(蒙炎成), et al. 2009. Four kinds plants with flood-resisting and drought-enduring apply in hydro-fluctuation belt(4种植物的耐淹耐旱性及在消落带中的应用)[J]. *Soil Water Conserv Chin*(中国水土保持), (5): 13—14
- Liao Q(罗祺), Zhang JL(张纪林), Hao RM(郝日明), et al. 2007. Change of some physiological indexes of ten tree species underwaterlogging stress and comparison of their waterlogging tolerance(水淹胁迫下10个树种某些生理指标的变化及其耐水淹能力的比较)[J]. *J Plant Res Environ*(植物资源与环境学报), 16(1): 69—73
- Monk LS, Fagerstedt KV, Crawford RMM. 1987. Super oxidizedis-mutase as an anaerobic polypeptide: A key factor in recovery from oxygen deprivation in *Iris pseudacorus*[J]. *Plant Physiol*, 85: 1 016—1 020
- Tan SD(谭淑端), Zhu MY(朱明勇), Dang HS(党海山), et al. 2009. Physiological responses of Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) to deep submergence stress in the Three Gorges Reservoir Area(三峡库区狗牙根对深淹胁迫的生理响应)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 29(7): 3 685—3 691
- Wang BY(王保义), Li CS(李朝苏), Liu P(刘鹏), et al. 2006. The antioxidant response to Al-stress in buckwheat(荞麦叶内抗氧化系统对铝胁迫的响应)[J]. *Ecol Environ*(生态环境), 15(4): 816—821
- Wang XQ(王小青), Zhao Z(赵志), Jiang SJ(蒋士君), et al. 2006. Changes of defense-related enzyme activities in TMV-inoculated tobacco following high temperature stress(接种 TMV 的烟草高温胁迫后防御酶活性的变化)[J]. *Tobacc Sci Tech*(烟草科技), (12): 51—54
- Zhang ZK(张振克), Meng HM(孟红明), Yin Y(殷勇). 2006. Main problems and countermeasures to the environment of reservoirs in China(中国水库环境面临的主要问题及其对策)[J]. *Sci Tech Rev*(科技导报), 24(12): 82—84