

两种观赏草的自然失水胁迫初步研究

张 智, 夏宜平*, 徐伟伟

(浙江大学农业与生物技术学院园艺系, 杭州 310029)

摘 要: 选用斑叶芒 (*Miscanthus sinensis* 'Zebrinus')、灯心草 (*Juncus effusus*) 两种观赏草进行为期 15 d 的自然失水胁迫处理。结果表明, 干旱胁迫初期, 两种观赏草的枯叶率、游离脯氨酸含量和电解质外渗率增加不显著, 但自第 10 天至第 15 天, 两种观赏草的枯叶率、游离脯氨酸含量和电解质外渗率剧增。相关分析表明, 干旱胁迫条件下两种观赏草的枯叶率与生理指标均呈极显著正相关。综合评价两种观赏草的耐旱性为: 灯心草 > 斑叶芒。

关键词: 观赏草; 抗旱性; 枯叶量; 游离脯氨酸; 电解质外渗率

中图分类号: S 68 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2007) 04-1029-04

A Preliminary Study on Drought Stress of Two Kinds of Ornamental Grasses

ZHANG Zhi, XIA Yiping*, and XU Weiwei

(Department of Horticulture, College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: An experiment was conducted with Zebra grass (*Miscanthus sinensis* 'Zebrinus') and Soft rush (*Juncus effusus*) under the conditions of drought stress. The result showed that the increase of the percentage of withered leaves, the proline content and REC were slowly in early stage of drought treatment. From the 10th to 15th day, the increase of the percentage of withered leaves, the content of free proline and REC appeared dramatically, respectively. There were significant positive correlations between the percentage of withered leaves and physiological indexes in two ornamental grasses under drought stress. It is indicated that the drought tolerance of Soft rush is better than that of Zebra grass, based on the analysis of growth appearance and physiological characteristics.

Key words: Ornamental grass; Drought stress; Percentage of withered leaves; Free proline; Relative electric conductivity (REC)

近几年来, 北京、上海、杭州等地开始引进、评价、筛选并推广耐旱的多年生观赏草, 用于各类生境造园、高架桥绿化和边坡生态防护等, 丰富城市绿化建设的物种和景观多样性。国内对草坪草的抗逆性有了较多探索 (周久亚 等, 2002; 赵伟 等, 2005; 陈煜 等, 2006; 梁雪连和陈平, 2006), 但迄今尚未见对观赏草逆境生理的研究报道。本试验以园林绿化中常用的两种观赏草为材料, 研究其干旱胁迫下的形态与生理变化规律, 为进一步研究各类观赏草的耐旱性差异和评价方法提供理论和实践依据。

1 材料与方法

试验于 2006 年 7 月 19 日 ~ 8 月 3 日在浙江大学园艺系试验花圃中进行。以斑叶芒 (*Miscanthus sinensis* 'Zebrinus') 和灯心草 (*Juncus effusus*) 的 2 年生盆栽苗为材料。花盆为 14.55 L 的黑色聚乙烯塑料盆, 盆土配制采用泥炭: 园土 = 1: 1, 遮雨栽培。以正常浇水管理后 1 d 作为干旱胁迫基点, 作

收稿日期: 2007 - 03 - 29; 修回日期: 2007 - 06 - 05

*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: ypxia@zju.edu.cn)

自然失水处理。两种观赏草各 15 盆，随机排列。每 5 d 观察记载植株失水形态，取正常叶测定各项生理指标，3 次重复。对照组每种各 5 盆，每 2 d 浇水 1 次，每次浇透。在杭州夏季自然气候条件下栽培，与外界通风换气，日平均温度 32.5℃，绝对最高气温 42.8℃。

观察植株自然失水胁迫后的表现症状，统计枯叶率（50% 出现干枯症状的叶片数占总叶片数的百分比）。土壤相对含水量的测定采用烘干法，土壤相对含水量（%）=（土壤鲜质量 - 土壤干质量）/（土壤饱和质量 - 土壤干质量）×100。脯氨酸含量测定采用茚三酮法，相对电导率的测定采用电导法。

2 结果分析与讨论

2.1 自然失水胁迫条件下的土壤含水量与植株叶枯变化

自然失水胁迫过程中，两种观赏草的盆栽土壤相对含水量均呈明显下降趋势（图 1）。由于杭州地区夏季高温的影响，土壤相对含水量下降幅度较大，至干旱胁迫 15 d 后，斑叶芒和灯心草的盆栽土壤相对含水量分别降至 7.4% 和 7.0%。

两种观赏草的枯叶率随自然失水胁迫进程逐渐增加（图 2），斑叶芒自第 10 天至第 15 天的枯叶率从 2.8% 急增至 62.8%，叶片严重失水卷曲，叶色发白，丧失观赏价值；灯心草枯叶率从 8.4% 增至 30.8%，茎部失水黄化，已无新叶抽生，但仍具有一定的观赏价值。从总体观察结果来看，灯心草的耐旱能力强于斑叶芒，证实采用枯叶率作为衡量观赏草在自然失水胁迫条件下的形态指标是简易可行的。

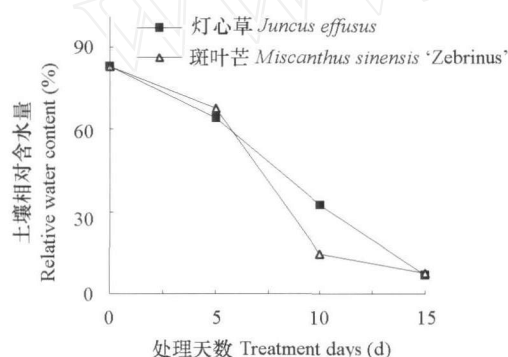


图 1 两种观赏草在干旱胁迫处理下的土壤相对含水量变化

Fig. 1 Changes of soil moisture in two kinds of ornamental grasses under drought stress

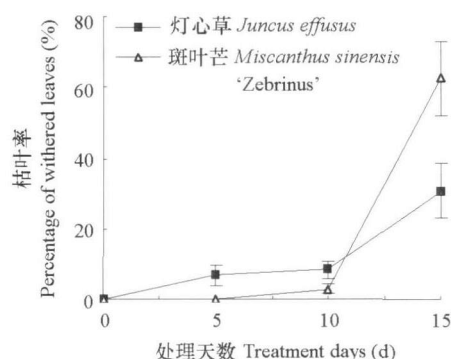


图 2 两种观赏草在干旱胁迫处理下的枯叶率比较

Fig. 2 Comparison of percentage of withered leaves in two kinds of ornamental grasses under drought stress

2.2 自然失水胁迫下的植株生理变化

2.2.1 游离脯氨酸含量 随自然失水胁迫时间的延长，两种观赏草的游离脯氨酸含量均逐渐升高；而对照组的游离脯氨酸含量也在缓慢递增，但均维持在较低水平（图 3）。胁迫后第 10 天至第 15 天，斑叶芒和灯心草的游离脯氨酸含量剧增，其中斑叶芒增加尤其显著，由 7.6 增至 34.8 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ，增加了 4.6 倍。

在水分胁迫下，作为胞质渗透调节剂，脯氨酸积累的多少与植物抗逆性有关，可作为抗逆性筛选的指标（汤章城等，1986）。但也有研究表明，逆境下脯氨酸的积累是植物受到伤害的结果，不宜作为抗性筛选的指标（Liu & Zhu, 1997; 刘娥娥等，2000）。本试验证实，在耐旱性较弱的斑叶芒中游离脯氨酸的积累对干旱更为敏感，积累量更大，而游离脯氨酸的积累与植物受伤程度成正相

关，说明干旱胁迫下观赏草积累脯氨酸是伤害反应，与耐旱性无关，这与有些草坪草的干旱胁迫反应结果（卢少云等，2003）是一致的。

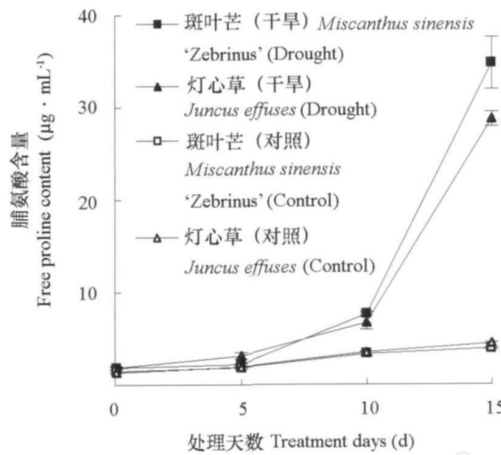


图 3 自然干旱胁迫对两种观赏草游离脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effects of drought stress on free proline content in two kinds of ornamental grasses under drought stress

2.2.2 电解质外渗率 当植物受到干旱胁迫时，质膜受到不同程度的破坏，进而膜的透性（电导率）会增大。细胞膜透性的增加，一定程度上也反映了干旱胁迫下细胞膜的损伤过程。本试验表明，在正常浇水条件（对照）下，两种观赏草的相对电导率（REC）变化幅度很小，且均维持在较低水平。斑叶芒与灯心草在胁迫后 10 d 内，REC 变化幅度较小，胁迫后第 15 天，斑叶芒和灯心草的 REC 均出现较大幅度的升高（图 4），斑叶芒由第 10 天的 16.3% 剧增至 52.1%，提高了 3.2 倍；灯心草 REC 增至 26.7%，仍处于较低水平。有研究表明，耐旱性强的植物具有较低的电质外渗率（刘彦琴等，1997；章崇玲等，2000）。本试验中，耐旱性较强的灯心草，其 REC 随胁迫进程的增加幅度也较小，此外，斑叶芒和灯心草的 REC 与游离脯氨酸含量成显著正相关（相关系数分别为 0.964、0.977）。

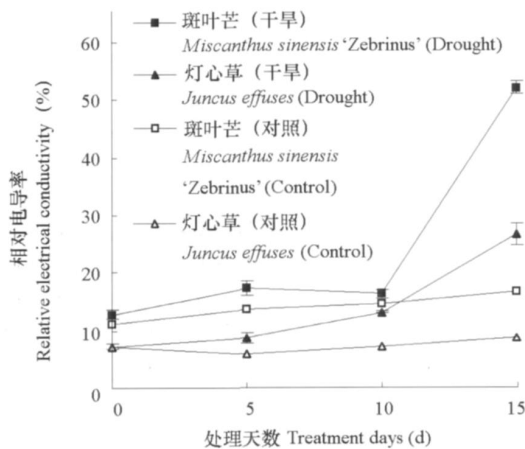


图 4 自然干旱胁迫对两种观赏草相对电导率的影响

Fig. 4 Effects of drought stress on REC of two ornamental grasses under drought stress

2.3 形态指标与生理指标的相关性分析

将两种观赏草在自然失水胁迫下的枯叶率与生理指标分析比较,发现游离脯氨酸含量、REC与枯叶量之间均具有极显著的正相关(表1)。此外,从试验结果可以看出,两种观赏草的枯叶率与生理指标出现剧烈变化的转折点均在干旱胁迫第10天,其表现症状(枯叶率)的变化与生理指标存在较强的一致性。

表1 两种观赏草在自然失水胁迫下的枯叶率与生理指标的相关系数
Table 1 Coefficient correlation of percentage of withered leaves with physiological indexes
in two ornamental grasses under drought stress

观赏草种类 Ornamental grasses	游离脯氨酸含量 Free proline content	相对电导率 Relative electrical conductivity
斑叶芒 <i>Miscanthus sinensis</i>	0.9583 [*]	0.9563 [*]
灯心草 <i>Juncus effusus</i>	0.8927 [*]	0.9129 [*]

注:相关系数临界值,当 $\alpha=0.05$ 时 $r=0.3921$, *表示在 0.05 水平上显著相关。

Note: Critical value of the correlation coefficient, when $\alpha=0.05$, $r=0.3921$. * means significant at 0.05 level

References

- Chen Yu, Yang Zhimin, Li Zhi-hua. 2006. Review of studies on turf grass shade-tolerance. Chinese Journal of Grassland, 28 (3): 71 - 76. (in Chinese)
- 陈煜, 杨志民, 李志华. 2006. 草坪草耐阴性研究进展. 中国草地学报, 28 (3): 71 - 76.
- Liang Xue-lian, Chen Ping. 2006. Advancement of turf grass heat-tolerance research. Agriculture & Technology, 26 (2): 68 - 73. (in Chinese)
- 梁雪莲, 陈平. 2006. 草坪草耐热性研究进展. 农业与技术, 26 (2): 68 - 73.
- Liu E-e, Zong Hui, Guo Zhen-fei, Li Yong-chao. 2000. Effects of drought, salt and chilling stresses on proline accumulation in shoot of rice seedlings. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 8 (3): 235 - 238. (in Chinese)
- 刘娥娥, 宗会, 郭振飞, 黎用朝. 2000. 干旱、盐和低温对水稻幼苗脯氨酸含量的影响. 热带亚热带植物学报, 8 (3): 235 - 238.
- Liu J P, Zhu J K. 1997. Proline accumulation and salt-stress-induced gene expression in a salt-hypersensitive mutant of *Arabidopsis*. Plant Physiology, 114 (2): 591 - 596.
- Liu Yan-qin, Zhang Feng-xue, Yang Min-sheng. 1997. Application of conductance rate in appraising drought-resistance of hybrid clones of white poplar. Hebei Journal of Forestry and Orchard Research, 12 (4): 301 - 305. (in Chinese)
- 刘彦琴, 张丰雪, 杨敏生. 1997. 电导率在白杨杂种无性系耐旱鉴定中的应用. 河北林果研究, 12 (4): 301 - 305.
- Lu Shao-yun, Chen Si-ping, Chen Si-man, Liang Xiao, Guo Zhen-fei. 2003. Responses of proline content and activity of antioxidant enzymes in warm-season turfgrasses to soil drought stress. Acta Horticulturae Sinica, 30 (3): 303 - 306. (in Chinese)
- 卢少云, 陈斯平, 陈斯曼, 梁潇, 郭振飞. 2003. 三种暖季型草坪草在干旱条件下脯氨酸含量和抗氧化酶活性的变化. 园艺学报, 30 (3): 303 - 306.
- Tang Zhang-cheng, Wang Yu-qi, Wu Ya-hua. 1986. Difference of proline accumulation between varieties of sorghum. Acta Phytophysiologica Sinica, 12: 154 - 162. (in Chinese)
- 汤章城, 王育启, 吴亚华. 1986. 不同抗旱品种高粱苗中脯氨酸积累的差异. 植物生理学报, 12: 154 - 162.
- Zhang Chong-ling, Zeng Guo-ping, Chen Jian-xun. 2000. Effects of drought stress on the protective enzymes activities and membrane lipid peroxidation in leaves of *B. russica parachinensis* L. H. Bailey. Journal of Plant Resources and Environment, 8 (4): 23 - 26. (in Chinese)
- 章崇玲, 曾国平, 陈建勋. 2000. 干旱胁迫对菜薹叶片保护酶活性和膜脂过氧化的影响. 植物资源与环境学报, 8 (4): 23 - 26.
- Zhao Wei, Chen Ya-jun, Liu Feng. 2005. Research progress of cold-resistance of turfgrass. Sichuan Caoyuan, 11: 17 - 23. (in Chinese)
- 赵伟, 陈雅君, 柳凤. 2005. 草坪草抗寒性研究进展. 四川草原, 11: 17 - 23.
- Zhou Ji-u-ya, Liu Jian-xiu, Chen Shu-yuan. 2002. Introduction on progress of turfgrass drought resistance. Pratacultural Science, 19 (5): 61 - 66. (in Chinese)
- 周久亚, 刘建秀, 陈树元. 2002. 草坪草抗旱性研究概述. 草业科学, 19 (5): 61 - 66.