

水分胁迫下两种卷柏抗旱性研究

刘璇¹, 周广柱¹, 王晓磊², 汪海岩³, 顾钊宇¹

(1. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110866 2. 沈阳市棋盘山国际风景旅游开发区管理委员会林业局 辽宁 沈阳 110161;

3. 朝阳市园林管理处, 辽宁 朝阳 122000)

摘要: 对卷柏和圆枝卷柏在干旱胁迫条件下, 叶片相对含水量、质膜透性、丙二醛含量(MDA)、叶绿素含量及超氧化物歧化酶活性(SOD)5项指标进行了比较研究。结果表明: 随着干旱胁迫天数的增加, 2种植物的叶片相对含水量均呈下降趋势, 质膜透性、丙二醛含量均呈上升趋势, 叶绿素含量不同程度下降, SOD活性先上升后下降, 其中圆枝卷柏出现拐点的时间早于卷柏。综合分析表明, 卷柏比圆枝卷柏更抗旱。

关键词: 卷柏; 圆枝卷柏; 干旱胁迫; 抗旱性

中图分类号: S 791.44 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)05-0102-04

我国北方大部分地区为大陆性季风气候, 冬、春两季干旱少雨, 限制了许多植物种类的栽培与应用, 加之人为破坏使其沙化现象严重, 由此引起的环境问题严重影响着人们的正常生活^[1]。但随着社会经济的发展, 环保意识的不断加强, 人们对环境的要求有所提高, 且对城市绿化率和园林植物的选择性有了更高的追求。选择应用节水耐旱的植物不仅节约了匮乏的水资源, 更丰富了城市园林绿化植物的种类。卷柏(*Selaginella tam-ariscina*)和圆枝卷柏(*Selaginella sanguinolenta*)为卷柏科(*Selaginellaceae*)卷柏属(*Selaginella*)多年生草本植物。通常生于山谷或溪边向阳的岩石上, 是比较耐旱的植物^[2]。特别是卷柏在有水分供应时色泽浓绿, 干旱时像枯死了一样, 植株向内卷成一团, 颜色枯黄。但它在相当长时间里保持生命, 一旦遇水, 便会返绿, 植株伸展, 因此民间称为“还魂草”, 是典型的复苏植物, 并成为抗旱研究中一种优秀而且不可多得的种质资源^[3]。现通过对2种卷柏属植物的抗旱性进行研究, 旨在为其在园林中大量应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为2009年10月份从野外移植的卷柏和

圆枝卷柏植株, 栽培土壤按园土、泥炭、珍珠岩3:1:1配比, 将植株种植在直径为30 cm的花盆中, 放置在沈阳农业大学植物园内并定期浇水抚育培养, 选择植株生长良好, 长势基本一致的供试材料进行抗旱性对比试验。

1.2 试验设计

试验共设6个处理, 从2010年5月10日开始自然断水处理, 第1次取样在断水处理后第3天(5月13日)进行, 第2、3、4、5、6次取样分别于第1次取样后第5、10、15、20、25天进行, 摘取植株成熟叶片, 迅速放入密封袋, 置超低温冰箱贮藏以便测定其它生理生化指标。设3次重复。

1.3 测定指标和方法^[4]

叶片相对含水量的测定采用定时称重法; 质膜透性的测定采用电导率法; MDA含量的测定采用巴比妥酸(TBA)显色法; 叶绿素含量的测定采用丙酮法; SOD活性的测定采用氮蓝四唑法。

1.4 数据处理方法

用Spss软件进行方差分析, 采用Excel进行平均值及标准误的计算及作图。

2 结果与分析

2.1 不同水分处理对2种卷柏叶片相对含水量的影响

干旱胁迫下, 当植物中叶片含水量下降时, 叶片就会呈现萎蔫、枯黄等不良症状。同时, 植物体内各种代谢活动都会因此而受到影响, 从而阻碍其正常生长发育。因此, 叶片相对含水量的变化是反映植物抗旱能力的重要指标之一^[5]。图1表明在正常水分条件下卷柏叶片相对含水量为88.5%, 圆枝卷柏为81%。在整个干旱胁迫过程中, 二者叶片相对含水量呈现不同程度的下降。在水分胁迫的前15 d, 卷柏的相对含水量一直高于

第一作者简介: 刘璇(1985-), 女, 辽宁沈阳人, 在读硕士, 研究方向为园林植物生理生态与栽培。

通讯作者: 周广柱(1964-), 男, 教授, 硕士生导师, 现主要从事园林植物生理生态与栽培的教学与研究工作。E-mail: zhouguangzhu@sina.com。

基金项目: 辽宁省交通厅科研资助项目(200612)。

收稿日期: 2010-12-13

圆枝卷柏的相对含水量。但随着干旱胁迫的加剧, 卷柏叶片蜷缩成一团并褪色, 变得枯黄干涩, 呈现出枯死的状态, 并且其叶片相对含水量大幅下降, 最终卷柏的叶片相对含水量为 20.3%; 而圆枝卷柏在水分胁迫期间的下降趋势较稳定, 最终圆枝卷柏的叶片相对含水量为 29.4%。方差分析表明, 2 种植物叶片含水量在每个处理间差异显著 ($P<0.05$), 而品种间试验前后差异并不显著 ($P<0.05$)。

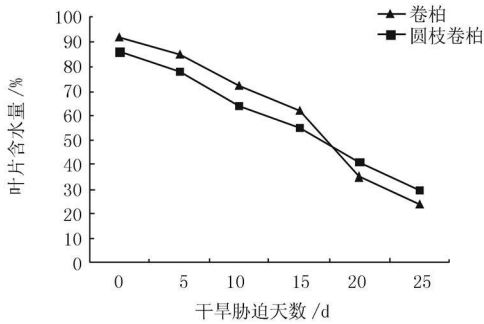


图 1 2 种植物在不同水分处理下叶片相对含水量的变化

2.2 不同水分处理对 2 种卷柏质膜透性的影响

植物细胞膜对维持细胞正常的代谢起着重要的作用。原生质膜透性对逆境反应较为敏感, 在正常情况下, 细胞膜对物质具有选择透过性, 但是, 当植物受到干旱胁迫时, 细胞发生脱水, 破坏了细胞膜的有序结构, 细胞的相对膜透性增大, 电解质等向外渗漏, 致使植物细胞浸提液的电导率增大^[9]。由图 2 可看出, 在正常水分条件下, 2 种卷柏的电导率大致相同, 差别不大; 随着干旱程度的加剧, 电导率呈逐渐上升的趋势, 在干旱胁迫前 10 d 植物处于适应阶段, 其抗性正在缓慢形成, 其中卷柏的电导率上升了 79.4%, 圆枝卷柏上升 68.4%。2 种植物的电导率均在干旱胁迫第 15 天开始急剧上升, 这可能是因为植物组织受到干旱胁迫, 膜透性增大, 细胞内含物有了不同程度的外渗, 外渗液中电解质的含量比正常组织外渗液中含量增加有关。卷柏最终的电导率为 32.1%, 是最初的 300%; 圆枝卷柏最终的电导率为 39.5%, 是最初的 403%。植物越耐旱, 其电导率变化越小。因此卷柏的抗旱性要优于圆枝卷柏。方差分析表明, 随着干旱胁迫天数的增加, 2 种植物处理间和品种间电导率增加程度接近, 没有显著差异 ($P<0.05$)。

2.3 不同水分处理对 2 种卷柏叶片丙二醛含量的影响

丙二醛 (MDA) 是膜脂过氧化产物, 具有很强的细胞毒性^[7]。在干旱胁迫时, 细胞内活性氧增加, 导致 MDA 的产生, 使膜结构受到伤害, 因此 MDA 的含量高低也是反应细胞膜系统受伤程度的一个指标^[8]。由图 3 可知, 在干旱胁迫过程中, 2 种植物叶片的丙二醛含量均有不同程度的增加。圆枝卷柏随着水分胁迫的加剧其叶片

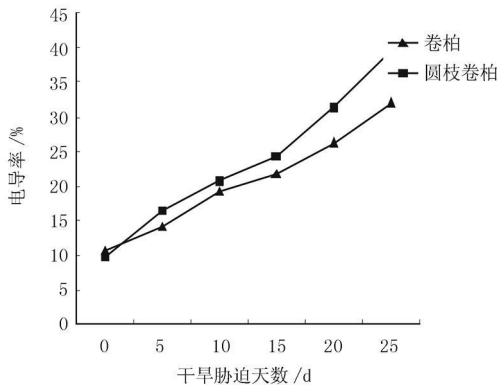


图 2 2 种植物在不同水分处理下电导率的变化

中丙二醛含量明显升高, 说明其生物膜损害程度较重。卷柏在干旱处理的前 5 d, 丙二醛的含量呈现小幅度上升; 而到第 5 天时, 丙二醛增长率降低, 丙二醛含量趋于平缓, 可能是由于卷柏体内一些应激酶的快速调节作用, 使酶的活性趋于稳定, 从而使丙二醛含量降低, 细胞恢复到的耐受水平。在干旱胁迫下, 抗旱性强的植物 MDA 含量上升的幅度较小, 而抗旱性弱的上升的较大。在相同干旱胁迫条件下, 圆枝卷柏最终 MDA 含量为 11.5 $\mu\text{mol/g}$, 卷柏最终 MDA 含量为 9.3 $\mu\text{mol/g}$ 。在整个干旱胁迫过程中, 圆枝卷柏的丙二醛积累量高于卷柏, 说明干旱胁迫对圆枝卷柏的损伤大于卷柏。由此可见, 卷柏的抗旱性强于圆枝卷柏。方差分析表明, 随着干旱胁迫加剧, 2 种植物在每个处理阶段的丙二醛含量差异性显著 ($P<0.05$), 而品种间在整个试验前后差异不显著 ($P<0.05$)。

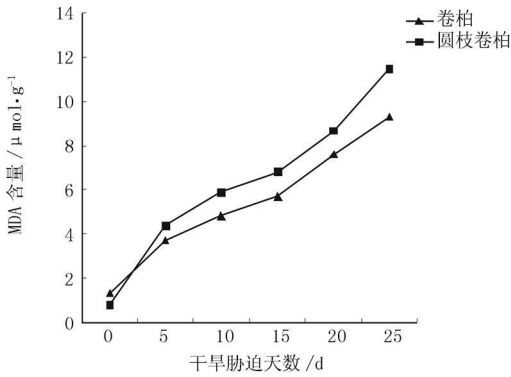


图 3 2 种植物在不同水分处理下 MDA 含量的变化

2.4 不同水分处理对 2 种卷柏叶片叶绿素含量的影响

叶绿素的形成与水分有密切关系, 当植物受到水分胁迫时叶绿素合成受抑, 已形成的叶绿素分解加速, 叶绿体形态、结构发生明显改变, 从而影响光合作用的进行^[9-10]。因此, 叶绿素含量可以从一定程度上反映干旱条件下植物光合作用受影响的程度, 指示植物对水分胁迫的敏感性, 常作为抗旱研究的生理指标之一^[11]。从图

4 可看出, 2 种植物在受到干旱胁迫时叶绿素的变化总体为下降。2 种植物在干旱胁迫初期均表现出较大的下降率, 在干旱胁迫第 25 天时均达到最低点。最终卷柏叶绿素下降了 76%, 圆枝卷柏下降了 92%。在干旱胁迫下圆枝卷柏叶绿素分解较多。方差分析表明, 2 种植物在处理间以及品种间叶绿素含量的差异均显著 ($P < 0.05$)。

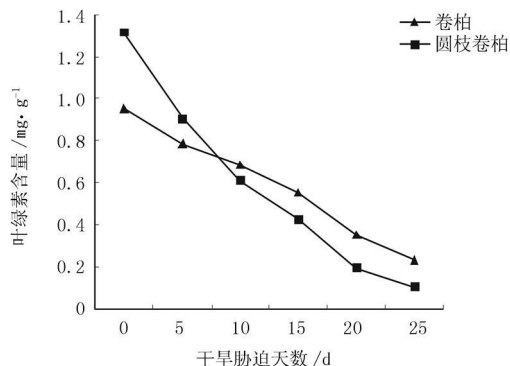


图 4 2 种植物在不同水分处理下叶绿素含量的变化

2.5 不同水分处理对 2 种卷柏叶片超氧化物歧化酶 (SOD) 含量的影响

通常植物在逆境胁迫下可产生较多的抗氧化酶及其它非酶类抗氧化剂, 提高抗逆性, 以抵御活性氧氧化损伤。所以 SOD 的变化, 在一定情况下可以反应植物的抗性强弱^[2]。该研究表明 几乎所有逆境伤害都会引起 SOD 活性的增加, 所以该酶成为评定植物抗旱性的重要指标。图 5 所示, 2 种植物的 SOD 活性变化趋势相似, 都呈现先上升后下降的趋势。在干旱胁迫前 5 d 时, 卷柏和圆枝卷柏 SOD 活性分别上升 15.2%、7.1%; 第 5~10 天期间上升加剧以适应水分胁迫的影响, 二者上升幅度分别为 23%、17.4%; 在第 15 天时圆枝卷柏的 SOD 活性出现峰值为 278 $\mu\text{g/g}$, 并开始急剧下降, 最终的 SOD 值为 186 $\mu\text{g/g}$; 卷柏 SOD 含量持续上升, 在第 20 天达到峰值, 为 358 $\mu\text{g/g}$, 随着干旱胁迫卷柏的 SOD 活性下降最终值为 276 $\mu\text{g/g}$ 。方差分析表明, 2 种植物在处理间以及品种间 SOD 活性差异性均显著 ($P < 0.05$)。

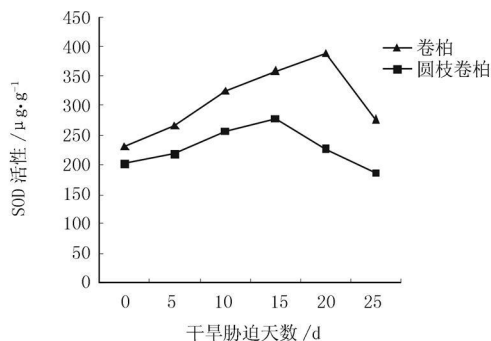


图 5 2 种植物在不同水分处理下 SOD 活性的变化

3 结论与讨论

对于园林植物的抗旱性, 前人多通过质膜透性、叶片含水量及 SOD 活性等指标进行研究。该试验也借鉴了此方法进行研究^[13]。同时通过对卷柏和圆枝卷柏 5 项生理指标的测定, 表明随着干旱胁迫的加剧, 2 种植物的叶片相对含水量、质膜透性、丙二醛含量、叶绿素含量及 SOD 活性均有不同程度的变化。其中 2 种植物的叶片含水量均呈下降趋势, 但二者在品种间的差异性不显著; 质膜透性、丙二醛含量均呈上升趋势, 但差异并不显著; 叶绿素含量不同程度下降, 且在品种间和处理间差异均显著; SOD 活性先上升后下降, 其中圆枝卷柏出现拐点的时间早于卷柏并且其 SOD 变化量低于卷柏, 通常认为, 抗旱性强的品种 SOD 活性变化大, 抗旱性弱的则正好相反^[14], 2 种植物在品种间和处理间差异均显著。其中叶绿素含量和 SOD 活性可以作为比较 2 种植物抗旱性的重要指标。综合分析表明, 卷柏比圆枝卷柏更抗旱。

参考文献

- [1] 梁松洁. 北方地区 8 种藤本忍冬抗寒性比较[J]. 北京: 北京林业大学, 2004.
- [2] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] 魏琳. 卷柏干旱生理基础及差异蛋白质组学研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2006.
- [4] 赵世杰. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2004: 26-34.
- [5] Mukherjee S, Choudhuri P M A. Implication of hydrogen peroxide-ascorbate system on membrane permeability of water stressed Vigna seedlings[J]. New Phytology, 1985, 99: 355.
- [6] 刘彦琴, 张丰雪, 杨敏生. 电导率在白杨杂交无性系耐旱性研究中的鉴定中的应用[J]. 河北林果研究, 1997, 12(4): 301-305.
- [7] 陈由强, 叶冰莹, 朱锦慧, 等. 渗透胁迫对花生幼叶活性氧伤害和膜脂过氧化作用的影响[J]. 中国油料作物学报, 2000, 22(1): 53-54.
- [8] 陈少裕. 膜脂过氧化与植物逆境胁迫[J]. 植物学通报, 1989, 6(4): 211-217.
- [9] 杨允聪, 张大鹏, 王有年. 水分胁迫条件下苹果属植物的光合活性与干物质积累的研究[A]. 中国园艺学会成立 70 周年纪念优秀论文选编, 1999.
- [10] 中国园艺学会. 中国园艺学会成立 72 周年纪念优秀论文选编[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1999: 8.
- [11] 李宏彬, 黄建昌, 叶希, 等. 水分胁迫对荔枝实生苗部分生理特性的影响[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2002, 15(3): 39-43.
- [12] 赵燕燕. 鸢尾属几种植物的抗旱性研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2007.
- [13] 孙彦, 杨青川, 张英华. 不同草坪草种及品种苗期抗旱性比较[J]. 草地学报, 2001, 9(1): 16-20.
- [14] 吕长平, 石雪晖, 杨国顺, 等. 水分胁迫对草莓叶 SOD 活性以及 MDA 和 VC 含量的影响[J]. 湖南农业大学学报, 1996, 22(5): 451-455.

人工授粉对不同品种孔雀草结实率的影响

高荣侠

(淄博职业学院 山东 淄博 255013)

摘要: 对不同品种的孔雀草 F₂ 代植株进行人工授粉, 对人工授粉与自然授粉花朵的结实率进行比较研究。结果表明: 品种间结实率存在差异。20 号品种的结实率最高, 13 号品种的结实率最低; 除 6 号、7 号与 13 号品种外, 舌状花植株的结实率比筒状花植株的结实率要高; 人工授粉的结实率普遍比自然授粉的结实率高, 除 3 号与 6 号品种外, 其中 8 号品种授粉处理下结实率的差异最为显著, 2 号品种的差异最小。

关键词: 孔雀草; 结实率; 人工授粉; 品种

中图分类号: S 681.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2011)05—0105—04

孔雀草 (*Tagetes patula*) 为菊科万寿菊属 1 a 生草本植物。别名小万寿菊、臭菊, 株高 20~40 cm, 茎多分枝, 细长呈紫色, 叶对生或互生, 羽状全裂。头状花序顶生, 分舌状花和筒状花, 筒状花先端 5 裂, 通常多数转变为舌状花而形成重瓣类型。花型有单瓣型、重瓣型、鸡冠型等。花色以黄色系为主, 有淡黄、金黄、桔黄、金黄加红褐色边等。花期可从 6 月致霜降, 适应性强。因原产墨西哥, 喜充足阳光, 但在半荫处也能生长开花, 喜温暖但能耐早霜。耐旱能力极强, 对土壤要求不严, 根系再生能力强, 耐移植, 病虫害少。对土壤和肥料要求不严格, 盛夏酷暑期花量较少, 育苗期短, 从播种到开花仅需 70 d。

孔雀草花期长, 花朵绚丽多姿, 花茎长度合适, 且易

栽培, 可用来美化城市, 装点园林。由于一串红受不了“五一”的低温, 又经不起“十一”的早霜, 盛夏的酷暑可使大多植株呈半死状态。因此, 孔雀草已逐步成为花坛、庭院的主体花卉。它的橙色、黄色花极为醒目, 为所栽之处平添了不少生机。孔雀草有药用和保健功能, 花叶可以入药, 有清热化痰、补血通经的功效, 能治疗百日咳、气管炎、感冒。俄罗斯高加索地区居民常食用孔雀草, 有延年益寿之效。除此之外, 孔雀草的根系能分泌一种化学物质, 可以杀死土壤中的线虫。欧洲人经常在种农作物之前先种孔雀草, 以此作为生物防治线虫的一种好措施。

目前我国很多地方在园林景观设计上都采用孔雀草, 成为盆花应用上的一大热点。但是我国现用的孔雀草种子都是从国外进口, 国内产种较少, 因此, 生产成本就相应提高。随着人们生活水平的提高, 对环境的美化要求就越高, 孔雀草势必能顺应市场的需求, 需求量增大, 此时, 国内选育出优良品种的孔雀草已是势在必行。

Studies on Drought Stress of Two Kinds of *Selaginella* P. Beauv. Plants

LIU Xuan¹, ZHOU Guang-zhu¹, WANG Xiao-lei², WANG Hai-yan³, GU Zhao-yu¹

(1. Shenyang Agricultural University, College of Forestry, Shenyang, Liaoning 110866; 2. Shenyang Qipanshan International Forest Scenic Zone Management Committee, Shenyang, Liaoning 110161; 3. Chaoyang Garden Management Office, Chaoyang, Liaoning 122000)

Abstract: The comparative study was conducted on drought stress of *Selaginella tamariscina* and *Selaginella sanguinolenta*. The results showed that in the periods of drought stress of two plants, conductance rate and MDA content both rise, while chlorophyll content decrease, and SOD activity rise firstly and decrease finally, however *Selaginella sanguinolenta* decrease earlier than *Selaginella tamariscina*. And chlorophyll content and SOD activity could be used as *Selaginella tamariscina* and *Selaginella sanguinolenta* drought resistant physiological index.

Key words: *Selaginella tamariscina*; *Selaginella sanguinolenta*; drought stress; drought resistance