

千层金幼苗部分生理指标对水分胁迫的响应

艾星梅¹, 杨越¹, 徐永艳¹, 张京宏²

(1. 西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224; 2. 昆明花仙子园林绿化工程有限公司, 云南 昆明 651700)

摘要:以千层金幼苗为试材, 采用盆栽模拟试验, 研究了千层金幼苗对不同梯度水分胁迫15 d和30 d的生理响应。结果表明: 不同处理的植株与供水充足的对照(CK)相比, 水分胁迫15 d内植株在形态上没有太大的差异, 随着胁迫程度的加剧和时间的延长, 即水分胁迫30 d时, 重度胁迫下的植株在长势上表现为矮小特征, 叶片出现萎蔫现象; 叶片含水量和叶绿素含量呈逐渐降低的趋势; 脯氨酸(Pro)含量和丙二醛(MDA)含量逐渐上升, 超氧化物歧化酶(SOD)活性呈先升后降的趋势。表明千层金幼苗对水分胁迫有一定的抗性, 随着胁迫强度的增加抗性降低。

关键词:千层金幼苗; 水分胁迫; 生理指标

中图分类号:S 687.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)02-0075-04

水分胁迫是植物生长过程中多种逆境因子之一^[1]。土壤水分过多过少, 都会影响植株的正常生长和发育, 进而影响作物的产量和植物的观赏价值。目前全球干旱发生频率日益增加, 许多植物的生长发育受到严重的威胁。但是, 如何对植物的抗性进行鉴定, 根据大量的研究, 分为直接指标(形态指标、生长指标、生理生化指标)和间接指标(耐热性、叶绿素稳定指数和温度系数)^[2]。其中, 生理生化指标的测定是研究植物生理生化变化规律的一项重要指标。近年来, 细胞膜透性、过氧化产物、抗氧化酶活性、细胞渗透调节物质含量以及叶绿素含量等既简单又能快速测定的生理生化指标在多种作物^[3-4]、牧草^[5]、果树^[6]以及园林植物^[7-9]抗性的间

接鉴定中得到广泛应用。此外, 水分胁迫导致植株的形态特征发生变化, 表现为株高、叶面积降低^[10], 花朵减小, 花色素含量呈现先升后降的趋势^[11-12]。但是, 适度的干旱有利于延长花期、保持鲜艳的花色, 提高观赏价值。

千层金(*Melaleuca bracteata*)属桃金娘科(Myrtaceae)白千层属(*Melaleuca*)常绿乔木, 树形优美, 且具芳香, 是珍贵的绿化用新树种。目前, 相关研究主要集中在千层金组培快繁、扦插技术、精油的提取及化学成分的分析^[13-16]等方面。但是, 千层金植株在水分胁迫条件下的形态和生理生化变化以及耐受极限研究尚鲜见报道, 而苗期是植物生长过程中对环境胁迫较为敏感的时期, 因此, 现通过盆栽模拟试验, 揭示千层金苗期发生干旱、涝渍胁迫后的生理响应, 旨在为千层金的栽培和抗性研究提供理论和参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的25~35 cm高千层金幼苗植株均由昆明花仙子园林绿化工程有限公司提供。2013年1月初将腐殖土、珍珠岩、蛭石、泥土用少量复合肥水溶液混合均

第一作者简介:艾星梅(1984-), 女, 云南保山人, 博士, 讲师, 现主要从事植物生理和育种等研究工作。E-mail: aixmei84@163.com.

责任作者:徐永艳(1976-), 女, 山东莱阳人, 硕士, 副教授, 现主要从事园林植物与观赏园艺栽培等研究工作。E-mail: xyy76@163.com.

基金项目:西南林业大学园林植物与观赏园艺云南省重点学科资助项目。

收稿日期:2013-09-09

12:00 to 14:00 in the afternoon and about 65%~70% of ET happened at 10:00~16:00. The order of five kinds of turfgrass on experiment under sufficient irrigation and limited irrigation conditions by average monthly ET were *Festuca arundinacea*>*Lolium perenne*>*Poa pratensis*>*Cynodon dactylon*>*Zoysia japonica*. The ET of cold-season turfgrass was higher than warm-season turfgrass under both water conditions. When soil moisture was in dry condition, the leaf water content and the appearance of quality were decreased. However, the chlorophyll content of five turfgrass species increased and then descended during limited irrigation condition and the maximum appeared on the third day. At this time, the soil moisture was the optimum, about 25%~28% Vol.

Key words: turfgrass; evapotranspiration; limited irrigation; physiological index; appearance quality

匀,分别装在口径 10 cm 的花盆中,每盆移栽 1 株千层金幼苗,覆盖一层细沙后充分浇水。期间进行精细管理,保证水肥供应,使移栽后的幼苗能够正常生长。供试材料种植在西南林业大学园林学院后山实习基地大棚中(东经 102°77',北纬 25°07')备用。

1.2 试验方法

采用盆栽模拟试验进行,3 月中下旬开始进行水分胁迫处理,共设 5 个处理,轻度胁迫(W_1)的 RWC 为 70%,中度胁迫(W_2)的 RWC 为 55%,重度胁迫(W_3)的 RWC 为 40%,涝渍胁迫(W_4)的 RWC 为 200%,完全浸泡(W_5),以土壤相对含水量(RWC)为 100%(占土壤最大持水量的百分数),即 100%处理浇水 300 mL/盆为对照,每个处理设 10 株,重复 3 次。试验前 1 d 将所有植株浇足水分,用塑料膜封盆后挂牌,每隔 1 d 进行 1 次供水处理,分别胁迫 15 d 和 30 d 后进行生理指标的测定。

1.3 项目测定

持续处理 15 d 和 30 d 后,于上午 10:00 前采集新鲜叶片迅速带回实验室测定水分胁迫下植株的生理生化变化。植物组织含水量测定采用烘干称重法;叶绿素含量测定采用丙酮提取法;脯氨酸(Pro)含量测定采用磺基水杨酸法;丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法;超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑(NBT)法,以上均采用叶尚红^[17]的试验方法。

1.4 数据分析

试验数据采用 Microsoft Excel 和 SPSS 16.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对千层金植株苗期形态特征的影响

通过比较不同水分胁迫处理的千层金幼苗植株在形态上的差异性,结果表明,重度胁迫(40%)处理 30 d 的植株在长势上不如其它处理的植株,除表现为矮小特征以外,原本金黄色叶片颜色逐渐变淡,出现萎蔫现象,最后叶片逐渐脱落,对植株的生长和观赏价值造成很大的影响,而完全浸泡处理的植株在形态上的表现相对于干旱胁迫要好一些。其它处理的植株与对照(CK)相比,在形态上没有太大的变化。因此,从千层金幼苗的形态表现上来看,相对于正常供水而言,植株更耐涝而不耐旱。

2.2 水分胁迫对千层金幼苗叶片含水量的影响

从图 1 可以看出,干旱、涝渍胁迫 15 d 时,千层金叶片含水量随着土壤相对含水量的增加呈逐渐上升的趋势,完全浸泡时叶片含水量达 70%,高于对照(CK)。当水分胁迫 30 d 时,轻度胁迫(70%)、中度胁迫(55%)、重度胁迫(40%)、完全浸泡处理的叶片相对含水量分别为

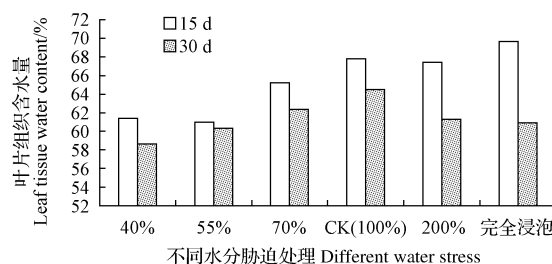


图 1 水分胁迫对千层金幼苗叶片含水量的影响

Fig. 1 Effect of water stress on leaf tissue water content of *Melaleuca bracteata* seedlings

对照(CK)的 98.0%、93.5%、90.9%和 94.4%,表明随着水分胁迫时间的延长,千层金叶片含水量与对照相比呈下降趋势,但不显著。

2.3 水分胁迫对千层金幼苗叶绿素含量的影响

从图 2 可以看出,在正常水分条件下,叶绿素含量最高,为 0.52 mg/g,水分胁迫 15 d 时,不同处理的叶绿素含量与对照相比均呈现不同程度的下降趋势,除了重度胁迫(40%)的植株叶绿素含量较对照下降 44.2%以外,其余的处理下降不显著。随着干旱、涝渍胁迫时间的延长,即胁迫 30 d 时,重度胁迫(40%)和完全浸泡处理的植株叶绿素含量比对照(CK)分别下降 52.3%和 63.6%。说明千层金幼苗在逆境条件下,叶绿素含量与抗性呈负相关。

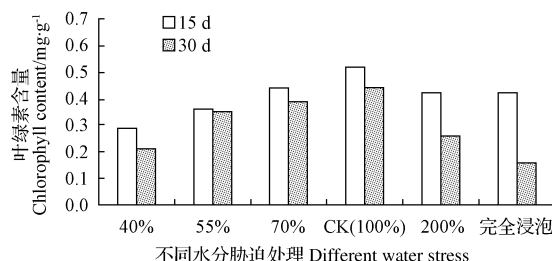


图 2 水分胁迫对千层金幼苗叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effect of water stress on chlorophyll content of *Melaleuca bracteata* seedlings

2.4 水分胁迫对千层金幼苗脯氨酸含量的影响

从图 3 可以看出,在正常水分条件下,对照(CK)植株叶片中脯氨酸含量较低,在胁迫 15 d 和 30 d 时,分别为 89.4、112.5 $\mu\text{g/g}$ 。各处理的脯氨酸含量与对照相比均呈现持续上升趋势,其中,轻度胁迫(70%)处理下的脯氨酸含量上升缓慢,增幅明显小于中度胁迫(55%)、重度胁迫(40%)以及完全浸泡处理,与此同时,这 3 个处理在胁迫 30 d 时,脯氨酸含量为 631.1、563.9、635.8 $\mu\text{g/g}$,分别为 CK 的 5.61、5.01 倍和 5.65 倍。从图 3 可以看出,脯氨酸含量变化趋势为完全浸泡>重度胁迫(40%)>

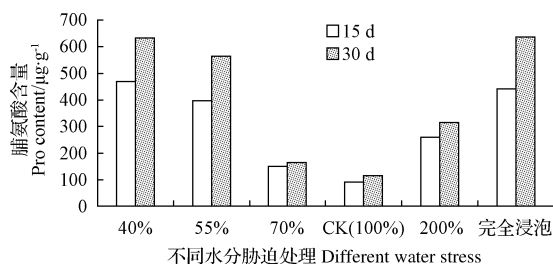


图3 水分胁迫对千层金幼苗脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effect of water stress on Pro content of *Melaleuca bracteata* seedlings

中度胁迫(55%)>涝渍(200%)>轻度胁迫(70%)>对照(100%)。

2.5 水分胁迫对千层金幼苗丙二醛(MDA)含量的影响

从图4可以看出,胁迫15 d时,5个处理的MDA含量变化不明显,但均高于对照(CK)水平。随着干旱、涝渍胁迫时间的延长,MDA含量呈持续上升的趋势。胁迫30 d时,涝渍胁迫的2个处理植株MDA含量上升的幅度显著高于干旱胁迫处理,达到21.04、22.73 μmol/g,分别比对照增加了247.2%和275.1%,而重度胁迫(40%)的MDA含量比对照(CK)增加了177.4%。结果表明,随着胁迫的增强和胁迫时间的延长,植物出现了明显的胁迫症状,重度胁迫显著高于轻度胁迫。此外,涝渍胁迫下MDA含量持续增加,与对照存在显著差异。说明涝渍胁迫对植株的伤害要大于干旱胁迫。

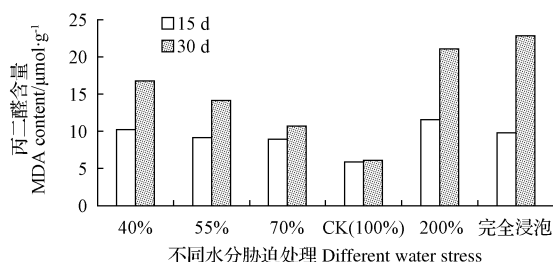


图4 水分胁迫对千层金幼苗丙二醛含量的影响

Fig. 4 Effect of water stress on MDA content of *Melaleuca bracteata* seedlings

2.6 水分胁迫对千层金幼苗超氧化物歧化酶活性的影响

从图5可以看出,在正常水分条件下,SOD活性较低,胁迫处理15 d时,SOD活性随着胁迫程度的加剧呈逐渐上升的趋势,尤其以涝渍胁迫处理的植株上升幅度较大,为117.6、162.4 U/g,分别为对照(CK)的2.91倍和4.40倍,胁迫处理30 d,降幅较大,分别为37.9、25.8 U/g,各个处理的SOD活性呈现先升后降的趋势,从图5可以看出,水分胁迫15 d内,涝渍胁迫处理的植株SOD

活性显著高于干旱胁迫,说明细胞膜受到涝渍的伤害程度较大,之后SOD活性迅速降低。

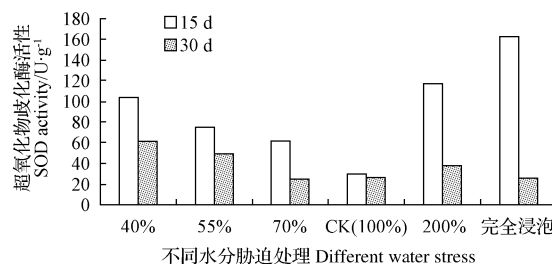


图5 水分胁迫对千层金幼苗超氧化物歧化酶活性的影响

Fig. 5 Effect of water stress on SOD activity of *Melaleuca bracteata* seedlings

3 结论与讨论

在受到不同程度的水分胁迫下,不同的植物品种对水分响应的生长表现不同,而苗期是植物生长过程中对环境胁迫较为敏感的时期,因此研究千层金苗期生长过程的变化,可反映出植物幼苗对水分胁迫的适应性,揭示其苗期的抗性机理。

该研究中,随着水分胁迫程度的增加和时间的延长,各个处理植物的叶片含水量逐渐降低,这与刘世鹏等^[18]的研究结果一致,即在正常和胁迫强度极低的条件下,植物细胞内的活性氧积累和抗氧化体系之间保持着很好的平衡体系,幼苗外部形态上不会发生明显变化,随着胁迫强度或胁迫时间增加,这种平衡就会被破坏,叶绿素含量逐渐减少^[19-20],处理的叶片最显著的响应是由原来的黄绿色变成黄白色,主要是由于叶片色素比例发生了变化,叶绿素被水解,而叶黄素合成增加的缘故。该试验中重度胁迫(40%)和完全浸泡30 d的千层金植株叶绿素含量最低,降幅最大,说明细胞受伤害的程度较大。正常情况下,植物体内脯氨酸含量并不高,但遭受水分胁迫时植物体内积累大量的脯氨酸,脯氨酸的升高在一定程度上反映了植物的抗逆性;丙二醛含量与植物衰老及逆境伤害有密切关系^[21],MDA积累越多,组织受伤害越重,抗旱性较强的植物体内MDA的积累含量较少^[20]。从该试验的测定结果来看,千层金幼苗叶片中脯氨酸含量和丙二醛含量随着胁迫程度的增加和时间的延长,呈现逐渐上升的趋势,出现了明显的胁迫症状。但也有研究表明,干旱条件下脯氨酸含量变化与抗性无关^[22];SOD活性呈先升后降的趋势,胁迫到30 d,幼苗受伤害症状表现明显加重,尤其是涝渍胁迫,幼苗叶片开始枯萎脱落,随着时间的延长,可能导致幼苗死亡。因此,通过水分胁迫下脯氨酸、丙二醛含量及SOD活性变化,表明千层金幼苗对水分胁迫有一定的抗性,随着涝

胁迫强度的增加而降低。

植物对逆境的适应是受遗传特性和体内生理状况 2 种因素的制约,后者又与植物体内激素有着密切关系,除了选用抗性品种以外,利用植物生长调节剂和农艺栽培技术措施来增强植物对逆境的抵抗能力,并从分子水平上研究与水分胁迫相关的关键基因来调控细胞内的代谢反应^[23]。该研究主要分析了千层金幼苗叶片水平的生理代谢对水分胁迫逆境的响应特点,但并不能代表整个植株的连锁响应机制,还需继续深入开展研究,对多项指标进行综合评价,才能为今后千层金的抗旱、防涝预警、以及资源的改良和创新等研究提供更深入的理论依据。

参考文献

- [1] Levitt J. Responses of plants to environmental stresses: Water, radiation, salt, and other stresses [M]. 2nd Edn. New York: Academic Press, 1980: 25-280.
- [2] 陈立松,刘星辉. 作物抗旱鉴定指标的种类及其综合评价[J]. 福建农业大学学报, 1997, 26(1): 48-55.
- [3] 丁玉梅,马龙海,周晓罡,等. 干旱胁迫下马铃薯叶片脯氨酸、丙二醛含量变化及与耐旱性的相关性分析[J]. 西南农业学报, 2013, 26(1): 106-110.
- [4] 刘凯文,苏荣瑞,朱建强,等. 棉花苗期叶片关键生理指标对涝渍胁迫的响应[J]. 中国农业气象, 2012, 33(3): 442-447.
- [5] 杨鑫光,傅华弘,李晓东. 干旱胁迫对霸王水分生理特征及细胞膜透性的影响[J]. 西北植物学报, 2009, 29(10): 2076-2083.
- [6] 赵一鹤,李建宾,杨时宇,等. 干旱胁迫下 3 个甜角品种幼苗的生理生化响应及抗旱性评价[J]. 林业科学研究, 2012, 25(5): 569-575.
- [7] 王博,董然. 干旱胁迫对鸢尾苗生理指标的影响[J]. 北方园艺, 2012(16): 72-75.
- [8] 哈申格日乐,宋云民,李吉跃,等. 水分胁迫对毛乌素地区 4 树种幼

苗生理特性的影响[J]. 林业科学研究, 2006, 19(3): 358-363.

- [9] 赵晶怡,郭佳佳,樊保国. 三种园林灌木抗性生理指标的测定及综合评价[J]. 北方园艺, 2012(16): 42-45.
- [10] 王晓鹏,叶梅荣,杨安中,等. 梯度水分对鱼腥草生长及生理特征的影响[J]. 广西植物, 2012, 31(1): 107-112.
- [11] 冯晓敏,张永清. 水分胁迫对糜子植株苗期生长和光合特性的影响[J]. 作物学报, 2012, 38(8): 1513-1521.
- [12] 左敏,高素萍,王岑涅,等. 干旱胁迫对天彭牡丹生理生化及观赏特性的影响[J]. 西南农业学报, 2011, 24(4): 1290-1293.
- [13] 吴维坚,林加根,鞠玉栋,等. 千层金组培快繁技术研究[J]. 中国农学通报, 2010, 26(18): 247-250.
- [14] 李似姣,蔡妙珍,方敏,等. 千层金精油提取和气相色谱测定条件的研究[J]. 浙江师范大学学报(自然科学版), 2009, 32(2): 196-198.
- [15] 曲芬霞,刘玉清,吴桂容,等. 千层金嫩枝扦插繁殖技术[J]. 基因组学与应用生物学, 2009, 28(5): 1006-1009.
- [16] 邹文瑾,王鹏. 白千层精油的化学成分比较[J]. 云南植物研究, 2002, 24(1): 40-43.
- [17] 叶尚红. 植物生理生化实验教程[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2004: 69-75.
- [18] 刘世鹏,刘济明,陈宗礼,等. 模拟干旱胁迫对枣树幼苗的抗氧化系统和渗透调节的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(9): 1781-1787.
- [19] 李芳兰,包维楷,吴宁. 白刺花幼苗对不同强度干旱胁迫的形态与生理响应[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5406-5416.
- [20] 曹慧,韩振海,许雪峰. 水分胁迫下苹果属植物叶片叶绿素降解的膜脂过氧化损伤作用[J]. 中国农业科学, 2003, 36(10): 1191-1195.
- [21] 谢志玉,张文辉,刘新成. 干旱胁迫对文冠果幼苗生长及生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2010, 30(5): 948-954.
- [22] 龚明. 作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价[J]. 云南农业大学学报, 1989(4): 73-81.
- [23] 陈锐,陈亮,王士强,等. 水分胁迫下小麦 S-腺苷甲硫氨酸合成酶基因的半定量表达模式分析[J]. 麦类作物学报, 2009, 29(6): 954-958.

Dynamic Responses of Part Physiological Indices Under Water Stress in *Melaleuca bracteata* Seedling Stage

AI Xing-mei¹, YANG Yue¹, XU Yong-yan¹, ZHANG Jing-hong²

(1. College of Landscape Architecture, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224; 2. Kunming Hua Xianzi Landscaping Engineering Co., Ltd., Kunming, Yunnan 651700)

Abstract: Taking *Melaleuca bracteata* seedlings as material, the physiological responses under the different gradient of water stress 15 d and 30 d by pot experiment were studied. The results showed that all of the treated plants had not obvious differences in morphological traits compared with the control (CK) which had provided sufficient water within 15 days. With the increased of water stress and time continued, up to 30 d, the plant appeared the dwarf characteristics and leaf wilting under the severe stress; in addition, the leaf water content and chlorophyll content decreased gradually; Pro and MDA contents had continuously increased and the SOD activity went up at first and then fell down. From above conclusion showed that *Melaleuca bracteata* seedlings had a certain resistance to the water stress, and with the stress intensity increased, the resistance decreased.

Key words: *Melaleuca bracteata* seedlings; water stress; physiological indices