

DOI:10.11937/bfyy.201507022

水分胁迫对楠木幼苗抗逆生理特性的影响

黄晓蓉, 李玮婷, 刘刚, 徐振东, 费永俊

(长江大学 楠木种质资源评价及创新中心, 湖北 荆州 434025)

摘 要:以1年生楠木实生苗为试材,研究测定了楠木在不同土壤含水量条件下相关的生理指标,以期对楠木幼苗的培育及应用提供参考。结果表明:由土壤干旱和水涝引起的水分胁迫都会对楠木幼苗的生理特性产生不同程度的影响,但变化趋势大致相同,表现为楠木幼苗的叶绿素含量降低,丙二醛(MDA)含量明显上升,超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性和可溶性蛋白质含量都随着胁迫时间的延长表现为先升高后降低的趋势。表明楠木幼苗对由土壤干旱和水涝引起的水分胁迫都具有一定的适应性。

关键词:楠木;水分胁迫;生理指标

中图分类号:S 792.24 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)07-0068-04

楠木(*Phoebe zheman* S. Lee et F. N. Wei)属樟科楠木属的常绿大乔木,又名楠树、桢楠,主要分布于我国的四川、贵州、湖南和湖北各省,为我国所特有的珍贵用材树种,是国家Ⅱ级保护渐危种,具有很高的经济、生态和观赏价值^[1-2]。由于长期以来楠木种质资源遭受人为破坏,天然楠木林几近摧毁,致使自然界楠木大多以散生为主,存在于以壳斗科树种建群的常绿阔叶林中^[3]。我国的楠木人工培育开始较早,长江以南各省均有楠木人工培育,但对楠木的不同生态因子进行造林试验研究却很少,不能做到适地适树,从而具有很大的盲目性。

第一作者简介:黄晓蓉(1990-),女,湖北钟祥人,硕士研究生,研究方向为园林植物种质资源研究与利用。

责任作者:费永俊(1965-),男,博士,教授,现主要从事园林植物种质资源的评价与研究工作。E-mail:fjy2010@163.com。

基金项目:湖北省科技支撑计划资助项目(2013BBB24)。

收稿日期:2014-11-13

水分是决定植物生长良好与否的主要生态因子之一,由干旱缺水 and 淹水引起的水分胁迫是植物受到的最常见的逆境胁迫,直接影响到植物的生长发育和产量^[4-5]。该试验旨在通过研究楠木幼苗从干旱到水涝不同水分状态下的生理特性,了解水分胁迫对楠木幼苗产生的影响以及楠木幼苗对此产生的反应和适应,以期对楠木的培育及应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为1年生楠木实生苗,采自湖北省荆州市长江大学苗圃大田。2013年5月选取生长一致的幼苗盆栽于长江大学植物园内缓苗(塑料花盆的规格为21 cm×15 cm×18.5 cm)。盆栽基质采用V(河沙):V(椰粉):V(珍珠岩):V(陶粒)=3:2:2:1的比例混合,基质饱和持水量为46%。

Abstract: The *in vitro* shoots of *Cymbidium longibracteatum* 'Longchangsuo' with verge line pattern leaves and normal *Cymbidium longibracteatum* 'Longchangsuo' as materials, the effect of multiplication and differentiation on the mutants were studied by the detection of the multiplication weight and differentiation rate and physiological and biochemical index determination of the leaves and rhizomes. The results showed that the rhizomes' multiplication and differentiation were lower than those of the contrasts, so was the average height. The mutants' chlorophyll a and chlorophyll b and chlorophyll a+b were 16.71%, 15.86%, 16.49% of the contrasts respectively. Chlorophyll b and carotenoids/chlorophyll were increased while chlorophyll a was decreased during the differentiation from the rhizomes to shoots. The contents of soluble sugar and protein were decreased. MDA content and the relative conductivity were increased. The activities of antioxidant enzymes, such as catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) were lower while peroxidase (POD) activity were higher in the mutants than in the contrasts. The multiplication and differentiation of the mutants were closely related to the physiological characteristics.

Keywords: Chinese orchid; leaf color mutant; physiological and biochemical characters

1.2 试验方法

2013年7月中旬开始进行水分胁迫处理,试验采用单因子完全随机设计,分成5个处理:重度干旱 P1,土壤水分为田间最大持水量的(20±5)%、中度干旱 P2,(40±5)%、轻度干旱 P3,(55±5)%、正常生长水 CK,(75±5)%和根淹 P4(控制淹水深度在盆土以上2~5 cm)。每个处理20盆,每盆3株。

试验区设置遮雨棚,防止雨淋。干旱处理采用称重法控制水分梯度,每天18:00称重补水,保证梯度。水淹处理采用双套盆法,定期续水,保证相应的淹水深度。试验每隔7 d取样1次,共取4次。采样后用冰盒装好,带回实验室后用液氮迅速冷后置于-80℃超低温冰箱保存,用于测定楠木幼苗各生理指标。

1.3 项目测定

叶绿素含量测定采用丙酮:无水乙醇=1:1浸提法测定;丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法;超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑(NBT)法;过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚法;可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝(G-250)法^[6-8]。

1.4 数据分析

试验数据采用Excel软件进行计算和绘图,采用DPS进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫对楠木幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素是植物的光合色素,在植物进行光合作用过程中具有重要作用。水分胁迫可以导致植物细胞膜系统(包括与光合作用有关的膜结构)遭受破坏,影响植物叶片中叶绿素的含量,进而影响植物的光合强度^[9]。因此,植物在胁迫下叶绿素含量的变化,在一定程度上可以反映植物受伤害的程度。由图1可以看出,在水分胁迫初期,各处理的叶绿素含量迅速下降,全部低于对照水平。随着水分胁迫时间的延长,各处理的叶绿素含量的变化幅度变小,部分处理楠木幼苗叶片的叶绿素含量

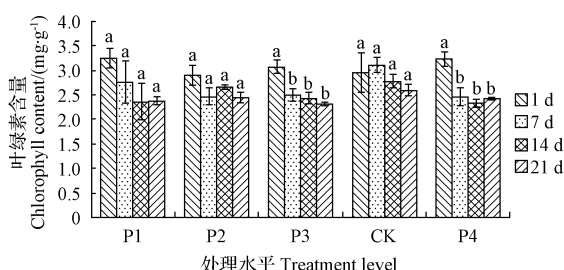


图1 水分胁迫对楠木幼苗叶绿素含量的影响

Fig.1 Effect of water stress on chlorophyll content of *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei seedlings

有所回升。P1和P4处理在水分胁迫处理的第14天达到最低值,分别比对照降低了14.93%和15.96%;P3处理的最低值出现在第21天,比对照降低了10.79%。P2处理在水分胁迫的第14天有所回升,后迅速下降,在第21天时达到最低值,比对照降低了5.96%。

2.2 水分胁迫对楠木幼苗丙二醛(MDA)含量的影响

在逆境胁迫过程中,植物组织中常发生膜脂过氧化作用。而MDA作为膜脂过氧化的主要产物,往往用来检测植物细胞膜脂过氧化的程度和植物对逆境条件的反应强弱^[10]。由图2可以看出,随着水分胁迫时间的延长,各处理楠木幼苗MDA的含量总体呈逐渐上升的趋势,只有P2处理在第14天以后楠木幼苗MDA含量有略微下降,但均高于对照水平。与CK相比,在第21天P1、P2、P3、P4处理的MDA含量分别增加了24.02%、37.63%、31.10%和21.25%。在P1和P2处理刚开始时,楠木幼苗MDA含量上升缓慢,但第7天以后,楠木幼苗MDA含量有了较大幅度的增加。在P4处理刚开始时,楠木幼苗MDA含量显著增加,但在第7天以后,MDA的含量差异变化不明显。

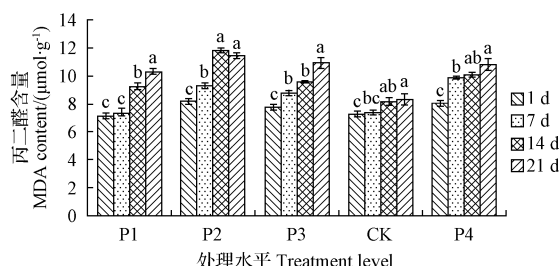


图2 水分胁迫对楠木幼苗MDA含量的影响

Fig.2 Effect of water stress on MDA content of *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei seedlings

2.3 水分胁迫对楠木幼苗超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

植物的抗逆性与其体内活性氧的清除有着紧密的联系。植物在正常生长的过程中,体内的活性氧的产生和消除基本呈动态平衡。在水分胁迫下,其体内的平衡遭到破坏,必然引起植物伤害^[11]。而植物体内存在的活性氧保护酶系统包括超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)等有利于植物免于伤害。由图3可以看出,随着水分胁迫时间的延长,各处理楠木幼苗SOD活性总体呈先迅速上升后下降的趋势。在不同的土壤水分胁迫条件下的楠木幼苗SOD活性变化幅度均强于对照。其中P1和P2处理的SOD活性峰值出现在处理的第14天,比对照分别增加了59.06%和58.6%。P3处理的SOD活性峰值出现在第21天,比P1和P2处理迟7 d,比对照增加了57.46%。P4处理的峰值比P1、

P2 和 P3 处理都提前,出现在第 7 天,比对照增加了 141.72%。

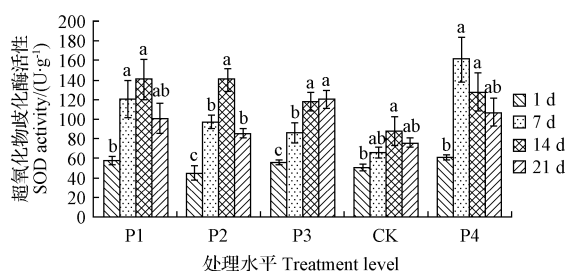


图 3 水分胁迫对楠木幼苗 SOD 活性的影响

Fig. 3 Effect of water stress on SOD activity of

Phoebe zhennan S. Lee et F. N. Wei seedlings

2.4 水分胁迫对楠木幼苗过氧化物酶(POD)活性的影响

过氧化物酶(POD)作为植物体内存在的活性氧保护酶系统的成员之一,可以催化分解植物代谢过程中产生的大量的有毒物质 H_2O_2 ;另一方面,POD 也可以使脂质的过氧化物转变为正常的脂肪酸,终止进一步的生物自由基链式反应,从而阻止由脂质过氧化物的积累引起的细胞中毒,对植物细胞起到保护作用^[12-13]。由图 4 可以看出,随着水分胁迫时间的延长,各处理楠木幼苗 POD 活性总体呈先迅速上升后下降的趋势,且在整个试验过程中各处理楠木幼苗 POD 活性一直高于各时间段的对照水平。在处理刚开始时,各处理的楠木幼苗 POD 活性迅速上升,其中 P1、P3 和 P4 处理在第 7 天时达到峰值,分别比对照增加了 73.81%、25.11%和 77.06%;P2 处理在第 14 天达到峰值,比对照增加了 75.88%,此后各处理的 POD 活性均有所下降。说明在持续的水分胁迫下,楠木幼苗的细胞在遭受到一定的伤害后进行了自行调整。

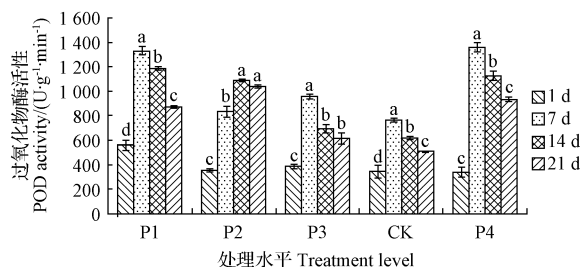


图 4 水分胁迫对楠木幼苗 POD 活性的影响

Fig. 4 Effect of water stress on POD activity of

Phoebe zhennan S. Lee et F. N. Wei seedlings

2.5 水分胁迫对楠木幼苗可溶性蛋白质含量的影响

可溶性蛋白质是植物在水分胁迫下进行渗透调节的重要物质之一。有研究表明,高含量的可溶性蛋白质

有助于增强植物细胞的耐脱水能力,使植物细胞始终处于较低的渗透势水平,保护细胞的结构,以抵御由水分胁迫引起的伤害^[14]。由图 5 可以看出,在水分胁迫的过程中,各处理楠木幼苗可溶性蛋白质含量总体呈先上升后下降的趋势。在水分胁迫开始时,各处理的楠木幼苗可溶性蛋白质含量都有了较为明显地增加,其中 P2 处理在第 7 天达到了峰值,比对照增加了 20.06%;P1、P3 和 P4 处理在第 14 天达到了峰值,分别比对照增加了 18.94%、8.18%和 19.45%。随着水分胁迫时间的延长,各处理的可溶性蛋白质含量持续下降,在第 21 天时均达到最低值,但都高于对照水平。

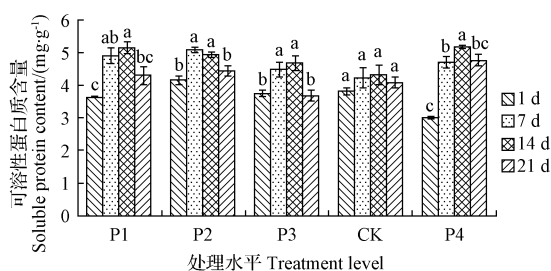


图 5 水分胁迫对楠木幼苗可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 5 Effect of water stress on soluble protein content of

Phoebe zhennan S. Lee et F. N. Wei seedlings

3 结论与讨论

该试验结果表明,水分胁迫降低了楠木幼苗叶片叶绿素的含量。在土壤相对含水量低于或高于楠木生长的正常水平的条件下,楠木幼苗叶片细胞膜遭到损伤,导致原生质泄露,使得叶绿素含量都有所减少。在干旱胁迫下,随着土壤水分胁迫程度的加重,楠木幼苗各光合色素逐渐减少。在重度干旱、中度干旱和水淹胁迫的后期,楠木幼苗叶绿素都有所回升,可能是楠木幼苗在受到一定的胁迫迫害后通过自身代谢适应和抵御逆境的结果。

细胞质膜是包围在细胞表面的一层薄膜,对内起到维护细胞内微环境的相对稳定,对外起到参与同外界环境进行物质交换、能量和信息传递的作用,所以细胞质膜也是最先受到水分胁迫的伤害^[15]。在水分胁迫下,楠木幼苗 MDA 含量逐渐增多,高过对照水平,表明楠木幼苗的细胞膜结构遭到破坏,存在膜脂过氧化现象。在干旱胁迫初期,楠木幼苗 MDA 含量上升缓慢,处于较为稳定的状态,说明楠木幼苗在受到胁迫伤害后进行了一定的自我调整;在水淹中后期,楠木幼苗 MDA 含量波动幅度较小,可能是由于楠木幼苗对水淹的适应性逐步增强,表现出一定的耐旱和耐涝能力。

在干旱和水涝胁迫初期,植物体内保护酶活性呈上升趋势,随着胁迫时间的延长而出现下降趋势,且均高

于对照水平,这可能是为了清除体内因水分胁迫产生的较多活性氧,楠木幼苗启动自我保护机制,提高 SOD 和 POD 等保护酶活性,阻止由活性氧造成的膜脂过氧化。POD 活性的变化虽然与 SOD 活性的变化相似,但变化幅度更大,说明当水分胁迫发生时,楠木体内存在的活性氧保护酶会同时启动来抵御不良环境,且楠木在胁迫反应中 POD 的变化比 SOD 表现得更加敏感。在干旱胁迫下,随着胁迫程度的加剧,植物体内保护酶活性变化幅度越大,表明楠木幼苗受到的逆境伤害也越大。

水分胁迫对楠木幼苗的渗透调节物质具有一定的影响。在水分胁迫的前中期,楠木幼苗体内的不溶蛋白质逐渐转变为可溶性蛋白质,使细胞液内可溶性蛋白质含量增加,提高了细胞液的浓度,增加细胞的渗透调节能力,抵抗水分胁迫带来的伤害。而在水分胁迫处理的后期,蛋白质含量下降,可能是因为水分胁迫造成植物体内的合成代谢受阻,导致可溶性蛋白质降解。

综合各项生理指标来看,楠木幼苗对水分胁迫的时间延长和程度加深都有一定的抗性和适应性,并且胁迫时间的延长对楠木幼苗各抗性指标的影响大于水分处理梯度,说明楠木幼苗对水分胁迫处理程度的忍耐力和抵抗力强于对胁迫时间的。

参考文献

- [1] 谭鹏,李敏华. 中国特有树种-桢楠[J]. 中国木材,2011(3):16-17.
- [2] 刘志雄,费永俊. 我国楠木类种质资源现状及保育对策[J]. 长江大

学学报(自然科学版),2011,8(5):221-223.

- [3] 李冬林,金雅琴,向其柏. 我国楠木属植物资源的地理分布、研究现状和开发利用前景[J]. 福建林业科技,2004,31(1):5-9.
- [4] 魏娟,谢福春,王华田,等. 水分胁迫对海州常山抗逆生理特性的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2009,40(3):371-376.
- [5] Rosenzweig C, Tubiello F N, Goldberg R, et al. Increased crop damage in the US from excess precipitation under climate change[J]. Global Environ Change Part A, 2002, 12:197-202.
- [6] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006:130-280.
- [7] 陈春芳. 四种石楠属苗木对土壤水分胁迫的生理响应[D]. 南京:南京林业大学,2009.
- [8] 刘锦春. 重庆石灰岩地区柏木幼苗对水分胁迫的生理生态适应性研究[D]. 重庆:西南大学,2008.
- [9] 唐甜甜. 滇润楠和香樟对水分胁迫的生理响应[D]. 昆明:西南林学院,2007.
- [10] 赵家梅,谢双喜. 干旱胁迫和复水对道真润楠幼树生理特性的影响[J]. 贵州农业科学,2013,41(3):116-118.
- [11] 陈亚飞,杜国坚,岳春雷,等. 水分胁迫对普陀樟幼苗生长及生理特性的影响[J]. 浙江林业科技,2009,29(3):24-29.
- [12] 郭献平. 新疆野苹果抗旱生理特性研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2009.
- [13] 蔡金峰. 淹水胁迫对乌桕幼苗生长及生理特性的影响[D]. 南京:南京林业大学,2008.
- [14] 程许娜,王鹏霄,张静,等. 干旱胁迫对樟树幼苗叶片生理特性的影响[J]. 湖南农业科学,2011(23):117-120.
- [15] 陈歆. 土壤水分胁迫对槟榔幼苗生理生态特性的影响[D]. 海口:海南大学,2010.

Effect of Water Stress on Growth and Physiological Characteristics of *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei

HUANG Xiao-rong, LI Wei-ting, LIU Gang, XU Zhen-dong, FEI Yong-jun

(Phoebe Germplasm Resources Evaluation and Innovation Center, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025)

Abstract: Taking one-year-old *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei seedlings as test materials, related physiological indicators under different soil moisture conditions were measured, in order to provide a reference for the cultivation and application of *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei seedlings. The results showed that water stress caused by soil drought and water logging would have different effect on physiological characteristics of *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei seedlings, but roughly the same trend. It showed that the chlorophyll content of *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei seedlings was decreased, malondialdehyde (MDA) content was significantly increased, the activities of superoxide dismutase (SOD) and peroxidase (POD) and protein content increased obviously at beginning and decreased later along with water logging duration. Test proved *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei seedlings had a certain flexibility to water stress caused by soil drought and water logging.

Keywords: *Phoebe zhennan* S. Lee et F. N. Wei; water stress; physiological indicators