

# 大岩桐水分胁迫生理生化的研究

郭 丽

(河南农业职业学院, 河南 郑州 475470)

**摘 要:**以大岩桐组织培养苗为试材,在浓度为 5%、15%、25%、35% 的聚乙二醇(PEG-6000)人工模拟干旱条件下进行干旱胁迫试验,对叶绿素含量、膜透性等几个生理生化指标进行测定研究。结果表明:大岩桐对干旱胁迫非常敏感。在 5% 浓度的 PEG 处理下时,部分植株叶片就发生萎蔫甚至死亡。干旱胁迫对大岩桐叶片叶绿素、MDA、电导率、POD 的影响表现为:随着干旱胁迫浓度的升高,叶绿素含量呈下降趋势;MDA、质膜透性呈上升趋势;POD 呈先升后降趋势。

**关键词:**大岩桐;干旱胁迫;抗性指标

**中图分类号:**S 682.2<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)18-0092-04

大岩桐原产南美洲巴西的热带雨林,属于热带起源的球根花卉。大岩桐叶茂翠绿,花朵姹紫嫣红,是著名的温室盆栽花卉。目前,关于大岩桐生理特性等方面的理论研究较少,相关报道也很少。该研究首先利用组织培养获得的大岩桐组织培养苗,利用聚乙二醇(PEG-6000)人工模拟干旱条件从生理的角度对大岩桐的抗旱性进行了研究,测定了叶绿素含量、膜透性等几个生理生化指标。旨在为大岩桐抗旱性生理指标提供理论依据,并为大岩桐转基因提供基础和参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

重瓣大岩桐品种,由西南大学园艺园林学院花卉实验室保存。

### 1.2 试验方法

将生长均匀一致的大岩桐不定芽接种于 1/2MS 固体培养基上,在温度 24~26℃,光照时间 16 h/d,光照强度 1 500~2 000 lx 条件下培养。当组培苗长出大量根系时,将生长均匀一致的组培苗上的培养基洗净放入干净的培养瓶中,分别加入 20 mL 浓度为 5%、15%、25%、35% 的聚乙二醇(PEG-6000)进行根际水分胁迫处理 24 h,对照设为去离子水,3 次重复。均匀剪取组培苗叶片,用去离子水冲洗干净,再用干净吸水纸吸干,混匀称重。

### 1.3 指标的测定方法

叶绿素含量测定:参考高俊凤<sup>[1]</sup>的方法。丙二醛含量测定:硫代巴比妥酸显色法<sup>[2]</sup>。电导率的测定:电导仪法,用相对电导率表示<sup>[3]</sup>。POD 活性测定:愈创木酚比色法<sup>[1-3]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 PEG 处理对大岩桐抗旱性的影响

在 24~26℃ 组培室培养的大岩桐,40% 浓度的 PEG 处理 24 h,叶片完全干枯,因此试验设 PEG 不同处理浓度为 5%、15%、25%、35%。在 35% 下受试植株几乎全部失水死亡,在 5% 时部分植株叶片就发生萎蔫甚至死亡,表明大岩桐植株对干旱非常敏感。

### 2.2 不同浓度 PEG 处理后叶绿素的变化

叶片叶绿素含量与光合作用密切相关,叶绿素含量的测定无论是在生理上,还是在选育品种以及抗性研究等方面都很有必要,其含量多少直接影响叶片的光合能力。从图 1 可看出,不同 PEG 浓度处理下叶绿素含量随着 PEG 浓度的增大而降低。5% PEG 浓度处理与对照差异不显著,比对照含量减少了 0.86%;而 25% PEG 浓度处理下,比对照含量少了 19.6%;35% PEG 浓度处理下,比对照含量减少了几近一半。这可能是由于在各种逆境胁迫下,植物光合作用呈现出下降的趋势,同化产物供应减少。如干旱、寒冷、高温等均可使叶绿素含量下降,光合作用酶活性下降,钝化或气孔关闭,造成 CO<sub>2</sub> 供应不足而使光合速率下降,同化

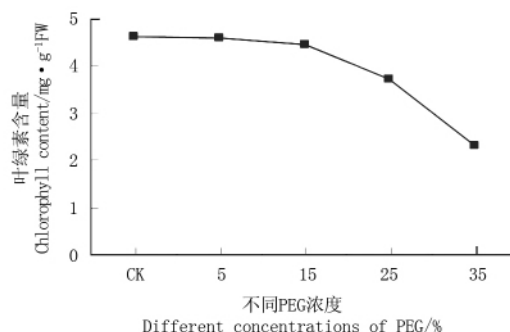


图 1 PEG 胁迫下大岩桐幼苗叶绿素含量的变化

Fig. 1 The change of the content of chlorophyll in *Simingia speciosa* seedlings at PEG stress

作者简介:郭丽(1979-),女,硕士,讲师,研究方向为花卉育种与生物技术。E-mail:guoli197979@163.com。

收稿日期:2011-06-02

物形成减少,叶绿素含量下降。

### 2.3 不同浓度 PEG 处理后丙二醛的变化

丙二醛(MDA)是植物脂质过氧化的产物,是检测植物膜伤害的一个重要的指标,其含量可以表示脂膜过氧化的程度。从图 2 可看出,随 PEG 浓度的增大,大岩桐叶片细胞内 MDA 含量的变化幅度有较大差异。在 5% PEG 处理后,MDA 比对照增加 48.6%,15%PEG 处理后,MDA 比对照增加 108%,25%PEG 处理后,MDA 比对照增加 201.5%,而 35%PEG 处理后,MDA 比对照增加 325.5%。MDA 含量的变化在一定程度上反映了大岩桐对水分胁迫敏感程度的差异。

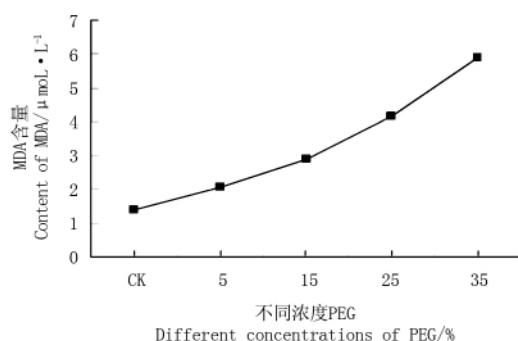


图 2 PEG 胁迫下大岩桐幼苗 MDA 含量的变化

Fig. 2 The change of the content of MDA in *Simingia speciosa* seedlings at PEG stress

### 2.4 不同浓度 PEG 处理后相对电导率的变化

植物细胞膜对维持细胞的微环境和正常的代谢起着重要的作用。正常情况下,细胞膜具有选择透性。当植物受到逆境胁迫影响时,如干旱和盐胁迫下,细胞膜遭到破坏,膜透性增大,从而使细胞内的电解质外渗,使植物细胞浸提液的电导率增大。因此,质膜透性的变化是植物细胞结构和功能完整性的可靠指标<sup>[4]</sup>。

从图 3 可看出,大岩桐幼苗在 PEG 渗透胁迫下膜透性随着 PEG 浓度的增加而呈上升趋势。其中 5% PEG 处理后,相对电导率比对照增加 6.3%,15%PEG 处理后相对电导率比对照增加 12.5%;25%PEG 处理后相对电导率比对照增加 146.9%,35%PEG 处理后相对电导率比对照增加 259.4%。在 5%、15%PEG 处理下,与对照相比差异不是太大,但 25%、35%PEG 处理下,相对电导率与对照相比变化极其显著,发生了急剧升高,说明在 PEG 渗透胁迫下,大岩桐幼苗细胞受到了一定的伤害,而且渗透胁迫强度越大,受到的伤害越严重。

### 2.5 不同浓度 PEG 处理后 POD 的变化

正常情况下,由于植物体内存在着活性氧清除系统细胞内活性氧含量处于动态平衡的状态,因此不会引起对植物的伤害。植物细胞中活性氧的清除主要是通过有关酶和一些抗氧化物质。细胞的保护酶主要有超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢

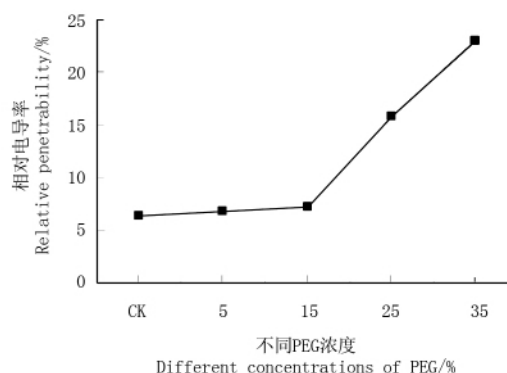


图 3 PEG 胁迫下大岩桐幼苗相对电导率的变化

Fig. 3 The change of the relative penetrability in *Simingia speciosa* seedlings at PEG stress

酶(CAT)等,非酶类的活性氧清除剂,包括类胡萝卜素、维生素 C、维生素 E 等<sup>[5]</sup>。

从图 4 可看出,POD 活性呈先升后降趋势。5% PEG 处理后,POD 活性呈上升趋势,明显高于对照,15%PEG 处理后,虽 POD 活性高于对照,但是却低于 5%PEG。从 PEG 浓度 15%以下,POD 活性均呈下降趋势,且在 35%PEG 浓度时,POD 活性稍低于对照水平,所以轻度胁迫能促进 POD 活性增高,但随着胁迫强度的增大,酶活性变化呈下降趋势,这可能是由于干旱超过了其耐受限度,使酶系受到破坏。王启明等发现,随着干旱胁迫天数的增加,大豆酶活性变化趋势都是先升后降;一旦达到峰值,随后明显下降<sup>[6]</sup>,说明抗旱机制也只能维持到此而已。

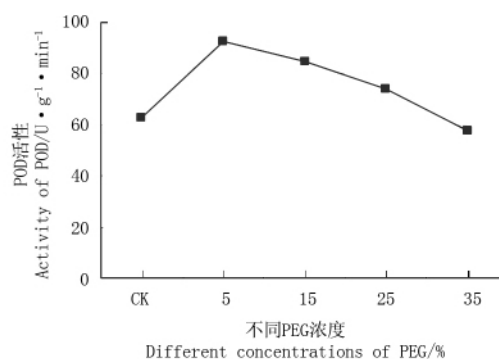


图 4 PEG 胁迫下大岩桐幼苗 POD 活性的变化

Fig. 4 The change of the activity of POD in *Simingia speciosa* seedlings at PEG stress

## 3 讨论与结论

植物遭受逆境胁迫或在衰老的进程中,都伴随细胞膜系统的逐步破坏。Fridovich 提出生物自由基伤害是细胞系统破坏的主要原因,认为植物体内大量自由基产生的毒害引发膜脂过氧化作用,从而造成细胞膜系统的破坏,细胞内同时存在清除超氧自由基  $O_2^-$  的保护系统,如过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)等。水分胁迫造成的膜系统伤害

就是由细胞内活性( $O_2^{\cdot-}$ )的产生与清除的不平衡引起的<sup>[7]</sup>。植物处于正常水分状态时,机体原有的各种氧化代谢生理过程处于平衡状态,所产生的氧自由基( $O_2^{\cdot-}$ ,  $H_2O_2$ )能够得到及时的清除,在水分严重亏缺的条件下,植物机体各种代谢过程发生紊乱,从各代谢途径产生的氧自由基增加,机体由于代谢受阻不能及时清除而发生积累。大量积累的氧自由基以强烈的氧化作用诱发细胞膜中的不饱和脂肪酸,其产物是具有强氧化性的脂质过氧化物的各种小分子的降解物,尤其以丙二醛含量增高最为显著。因此,植物的抗旱性与活性氧清除酶类的活性密切相关。

关于植物抗旱机理,自由基引起的伤害学说<sup>[8-9]</sup>已受到人们的广泛重视,植物机体在正常生理代谢过程中,通过多种途径产生活性氧(ROS)<sup>[10]</sup>,ROS是成对电子,其化学性质极其活泼,几乎可与植物体内全部生物大分子进行反应,破坏这些大分子的活性构象,影响细胞正常代谢<sup>[11]</sup>。正常情况下,植物体依赖体内ROS清除系统包括SOD、POD、CAT、甘露醇、甘氨酸、抗坏血酸、类胡萝卜素等维持自由基生成与清除的动态平衡,但在植物的衰老劣变过程中,特别是当植物处于干旱、盐害和环境污染等逆境下,体内ROS生成大于清除,ROS的大量积累与膜脂反应造成膜伤害<sup>[12-15]</sup>。很多试验证实,在轻度水分胁迫后SOD、POD、CAT活性有增加趋势<sup>[16-17]</sup>,王振镒等发现,干旱胁迫可提高抗旱玉米叶片细胞保护酶SOD、POD的活性,但随着干旱胁迫时间的延长,玉米叶片细胞保护酶活性不同程度下降<sup>[18]</sup>。

该试验结果表明,干旱胁迫明显地影响大岩桐组培苗叶片活性氧的产生与活性氧清除系统(即细胞保护系统)之间的动态平衡,随着干旱胁迫强度增加,POD活性增大,这是大岩桐组培苗适应干旱的一种应激保护反应,而当水分胁迫强度继续增大,它的活性下降,这是因为在高度的水分亏缺环境下,植物严重脱水,POD受到破坏而导致活性降低,有机体内活性氧的产生与清除平衡系统遭到破坏,如在35%PEG浓度处理下POD活性低于对照。膜脂过氧化是一个复杂的过程,而MDA含量的高低表示了膜脂过氧化作用的程度<sup>[19-20]</sup>。该试验结果表明,在水分胁迫下, $O_2^{\cdot-}$ 和 $H_2O_2$ 含量越高,膜脂过氧化的终产物MDA也越高,说明水分胁迫下活性氧的产生和积累是引起MDA含量增加的主要因素。蒋明义等<sup>[21]</sup>的研究表明,抗旱性强的品种具有较强抗氧化能力,膜脂过氧化程度低,抗旱性弱的品种抗氧化能力较弱,膜脂过氧化程度较高。MDA含量随水分胁迫浓度增加上升,其造成膜伤害,增大细胞膜的透性,引起胞内物质外渗。细胞液外渗液增加,即表现为电导率增大。干旱对细胞膜的伤害随着胁迫程度的提高而加大,且胁迫程度越高,电导率就越大<sup>[22]</sup>。

光合作用是植物代谢的基础,而叶绿素是光能吸收和转换的原初物质,因此,影响叶绿素代谢的逆境因素都将直接影响植物的生长发育。植物在遭受水分胁迫

时抗旱性强的品种叶绿素含量比抗旱性弱的品种叶绿素含量高。又进一步证明了抗旱性强的品种受伤害程度越小,然而,在持续水分胁迫下,由于活性氧的产生和清除平衡被打破,尽管植物体内SOD、POD活性上升到较高水平,但 $O_2^{\cdot-}$ 和 $H_2O_2$ 仍较快积累,MDA含量持续升高,膜脂过氧化加剧,进而影响光合、呼吸等生理过程,最终影响产量和品质。

大岩桐的抗旱性是个复杂性状,其适应干旱环境的机理尚不十分清楚,不同生育阶段对水分胁迫的响应,活性氧积累诱发植物伤害的最低浓度以及活性氧诱导保护系统的机理等还有待深入研究。

#### 参考文献

- [1] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [2] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [3] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [4] 王荣华,石雷,汤庚国,等. 渗透胁迫对蒙古冰草幼苗保护酶系统的影响[J]. 植物学通报,2003,20(3):330-335.
- [5] 姚允聪,曲泽洲,李树仁. 不同浇水处理过程中柿幼树SOD、CAT和脂质过氧化作用的变化[J]. 北京农学院学报,1994,9(1):23-27.
- [6] 王启明,郑爱珍,吴诗光. 干旱胁迫对花荚期大豆叶片保护酶活性和膜脂过氧化作用的影响[J]. 安徽农业科学,2006,34(8):1528-1530.
- [7] 陈洪. 木麻黄抗旱生理生化部分特性的研究[J]. 福建农业大学学报,2000,15(1):48-54.
- [8] Bewley J D. Physiological aspects of desiccation tolerance[J]. Ann Rev Plant Physiol,1979,30:195-238.
- [9] Dhindsa R S,Matowe W. Drought tolerance in two mosses: correlated with enzymatic defence against lipid peroxidation[J]. J EXP Bota,1981,32(126):79-91.
- [10] Elster E F,Harald S. Biological sources of free radical[J]. Free Radical in the Enviro,1994(7):13-15.
- [11] 王建华,刘鸿先. SOD在植物逆境及衰老中的作用[J]. 植物生理学通讯,1980(1):1-7.
- [12] 王俊刚,陈国仓,张承烈. 水分胁迫对2种生态型芦苇(*Phragmites communis*)的可溶性蛋白含量SOD、POD、CAT活性的影响[J]. 西北植物学报,2002,22(3):561-565.
- [13] Smirnov N. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation[J]. New Phytol,1993,125:27-58.
- [14] Sigha S,Choudhuri M A. Effect of salinity(NaCl) stress on  $H_2O_2$  metabolism in vigna and oryza seedlings[J]. Biochem Physiol Pflanzen,1990,186:69-74.
- [15] Tanaka K, Sugahara K. Role of superoxide dismutase in defence against  $SO_2$  toxicity and increase in superoxide dismutase activity with  $SO_2$  fumigation[J]. Plant Cell Physiol,1980,21:601-611.
- [16] 陈由强. 水分胁迫对芒果幼叶细胞活性氧伤害影响[J]. 生命科学研究,2000,4(1):60-64.
- [17] 林永英. 水分胁迫对青冈叶片活性氧的伤害[J]. 福建林业大学学报,2002,22(1):1-3.
- [18] 王振镒,郭蔼光,罗淑萍. 水分胁迫对玉米SOD和POD活力及同工酶的影响[J]. 西南农业大学学报,1989,17(1):45-49.
- [19] 唐连顺,李广敏. 干旱对玉米杂交种及其亲本自交系幼苗膜脂过氧化及其保护酶活性的影响[J]. 作物学报,1995(4):409-512.
- [20] 蒋明义,郭绍川. 渗透胁迫下稻苗中铁催化的膜脂过氧化作用[J]. 植物生理学报,1996,22(1):6-12.
- [21] 蒋明义,杨文英,徐江,等. 渗透胁迫诱导水稻幼苗的氧化伤害[J]. 作物学报,1994(4):733-738.
- [22] 李培英. 优良草坪草研究[M]. 北京:农业出版社,2001.

# 佳木斯市几种彩叶树种 引种适应性调查分析

赵瑞艳, 田立娟, 张海军, 程海涛, 张守平, 付钧钧

(佳木斯大学 生命科学院, 黑龙江 佳木斯 154007)

**摘 要:**通过在佳木斯引种火炬树、花楸、金叶榆等彩叶树种,并对各树种进行生长期观察和抗寒性等级分析。结果表明:花楸、金叶榆耐寒,在佳木斯气候条件下不需防护措施,可安全越冬;火炬树对佳木斯冬季气候适应能力较差。

**关键词:**佳木斯市;彩叶树种;适应性;抗寒性

**中图分类号:**S 687 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)18-0095-02

彩叶树种具有的独特绚丽色彩,在园林植物配置中可与绿叶植物相互映衬丰富构图,在城市绿化中具有一定的发展空间<sup>[1-3]</sup>。

佳木斯地处我国北部,由于地理位置和气候的原因,目前在园林绿化中应用的彩叶树种种类极少,其主要原因是对彩叶树种的抗寒能力了解较少。该试验主要是有针对性的引种驯化彩叶树种,观察其越冬抗寒情况和抽枝展叶情况,分析几种彩叶树种是否能适应佳木斯的气候条件,为佳木斯市园林绿化彩叶树种的选择提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2009 年 4 月 25 日从吉林引进新优彩叶树种,以中

第一作者简介:赵瑞艳(1956-),女,黑龙江铁力人,本科,教授,研究方向为彩叶树种引种驯化。E-mail: zhaoruiyan2002@yahoo.com.cn。

基金项目:黑龙江省教育厅科学技术研究资助项目(11551494)。

收稿日期:2011-07-18

大苗为主,汽车运输到定植地。到达定植地时,植株没有失水症状,根系保持良好,随即挖坑栽植。引种树种名录见表 1。

表 1 引种树种名录

种名	科名	拉丁名	生活型	叶色	彩叶类型	栽培地
金叶榆	榆科	<i>Ulmus pumila</i> cv. <i>jinye</i>	小乔木	金黄色	常色叶	佳木斯市区
花楸	蔷薇科	<i>Sorbus pohuashanensis</i>	小乔木	红色	秋色叶	佳木斯市区
火炬树	漆树科	<i>Rhus typhina</i> <i>torner</i>	乔木	红色	秋色叶	佳木斯市区

### 1.2 试验方法

1.2.1 定植管理 为使树种能在本地生长良好,深翻土壤 30 cm。株行距(1~3) m×(1~3) m,定植穴 80 cm×80 cm,在穴内施入腐熟的有机肥。2009 年 4 月 25 日开始栽植,定植后浇足定根水,扶植、设支架,然后对侧枝、顶梢进行重剪。1 周内保证穴内水分充足。日常管理中除草松土、抗旱、病虫害防治与其它树种相同。

1.2.2 物候期观察<sup>[4]</sup> 该试验主要是实地观察各彩叶树种 2010 年的物候期,观察结果见表 2。

## Study on the Effect of Drought Stress on Physiological Index of *Sinningia speciosa*

GUO Li

(Henan Vocational College of Agriculture, Zhengzhou, Henan 475470)

**Abstract:** Using the tissue culture plantlets of *Sinningia speciosa* as test material, content of the chlorophyll, MDA, and the membrane penetrability several physiological indices of *Sinningia speciosa* were studied under the concentration of 5%, 15%, 25%, 35% PEG-6000 drought stress. The results showed that *Sinningia speciosa* was sensitive to drought for it could tolerate drought stress up to 5% concentrations of PEG. By exploring the relationship between physiological indices and the duration of drought. And found a trend that the increase the drought stress of concentrations, the smaller the contents of chlorophyll, the bigger the contents of MDA and permeability of membrane, and first and then decreased of POD.

**Key words:** *Sinningia speciosa*; drought stress; indices of drought resistance