

三种观赏竹抗旱能力比较分析

陈 羡 德, 陈 珞

(闽南师范大学 生物科学与技术学院, 福建 漳州 363000)

摘 要:以凤尾竹(*Bambusa multiplex* cv. Fernleaf)、孝顺竹(*Bambusa multiplex* (Lour.) Raeuschel J)、四季竹(*Sinobambusa tootsik* (Sieb.) Makino) 3 种观赏竹为试材, 研究了自然干旱胁迫条件对 3 种观赏竹叶片的质膜透性(PMP)、叶片组织含水量(RWC)、丙二醛(MDA)含量以及叶绿素含量的影响。结果表明:随着干旱时间的延长, 3 个竹种的丙二醛含量都在不断增加, 叶片质膜透性呈增加趋势, 而叶片组织含水量和叶绿素含量呈下降趋势。采用模糊隶属函数法综合评价 3 个竹种的抗旱性, 表明四季竹的抗旱性最强, 其次是孝顺竹, 凤尾竹的相对最弱。

关键词:观赏竹; 干旱胁迫; 生理生化指标

中图分类号:S 795 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)03-0063-04

竹子是重要的森林资源, 在我国城市的园林绿化中是常见植物, 特别在南方地区更是占有重要的地位。目前制约观赏竹在绿化中的进一步应用主要与其抗旱性密不可分, 而逆境抗性生理研究也一直是当前植物抗逆性研究的热点^[1]。凤尾竹、孝顺竹和四季竹均为禾本科竹亚科中小型竹, 这 3 种竹子在我国南方地区是常见的绿化植物。目前对竹子的抗旱性研究方面多集中在一些大中型的竹类如绿竹(*Dendrocalamopsis olhami* (Munro) Keng f.)、大头典竹(*Dendrocalamopsis beecheyana* var. *pubescens* (P. F. Li) Keng f.)、麻竹(*Dendrocalamus latiflorus* Munro)等, 而对于凤尾竹、四季竹、孝顺竹等中小型竹类的抗旱性研究较少^[2-5]。现通过对 3 种竹子测定持续干旱胁迫下其叶片的质膜透性、叶片组织含水量、丙二醛含量以及叶绿素含量等生理指标的变化研究, 分析其变化规律及其与抗旱性的关系, 以期对竹子抗性机理研究提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地设在福建省漳州市闽南师范大学校内植物园。漳州年平均温度 21℃, 极端最高日气温 38.6℃, 极端最低日气温-4.7℃。无霜期达 330 d 以上, 年日照 2 000~2 300 h; 年积温 7 701.5℃, 年均降雨量 1 000~1 700 mm^[6]。

第一作者简介:陈羡德(1979-), 男, 福建龙海人, 博士, 讲师, 现主要从事园林植物等研究工作。E-mail: fjcxd@126.com

基金项目:福建省自然科学基金资助项目(2012J05069)。

收稿日期:2014-09-11

1.2 试验材料

供试竹种于 2011 年 3 月引种自福建省华安竹种园, 选择 2 年生生长情况基本一致的四季竹、孝顺竹、凤尾竹各 5 丛, 每丛竹数 5~7 株, 植于大小为 50 cm×50 cm 的塑料花盆内。

1.3 试验方法

对选好的竹子作标记, 在试验开始前 1 d 正常浇水, 以后不再浇灌, 使其干旱; 对照苗木正常浇水。试验开始于 2012 年 9 月 12 日, 受盆栽容量所限, 在试验中发现了第 12 天左右, 竹子的叶片开始出现严重的萎蔫, 无法再进行更长时间的试验, 故干旱胁迫时间设计为 12 d。在干旱胁迫的第 0、4、8、12 天 9:00 取阳面当年生健康成熟叶片, 每个处理采集 20 片, 立即送入实验室, 随采随测。先用自来水冲洗 2 min, 以洗去表面灰尘, 再用蒸馏水冲洗干净, 用滤纸吸去叶片表面水分, 备用。每个竹种均每次重复取样 5 次, 进行相关的生理生化指标测定。

注意试验期间的天气情况, 若遇降雨则及时将竹子移到塑料遮雨棚内, 从而确保降水对各处理竹子的土壤湿度基本无影响。试验期间天气情况如表 1。

1.4 项目测定

质膜透性用相对电导率(%)表示, 测定参照刘宁等^[7]的方法略加调整; 叶片组织含水量(RWC)的测定参照华东师范大学生物系的方法^[8], 叶绿素含量的测定采用混合法^[9-10], 丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸显色法^[11]。

1.5 数据分析

数据分析处理采用 Excel 软件, 3 种竹子的抗旱性综合评价则采用模糊隶属函数法^[12]。

表 1 干旱胁迫期间天气情况

Table 1 The weather conditions in the test period

日期 Date /月-日	最高温 Maximum temperature /℃	最低温 Minimum temperature /℃	天气 Weather
09-10	34	25	阴转多云
09-11	34	26	多云
09-12	34	25	多云
09-13	32	26	多云转阵雨
09-14	29	24	阵雨
09-15	30	23	阴转多云
09-16	32	23	多云转晴
09-17	32	21	多云
09-18	32	22	多云
09-19	30	23	多云转阵雨
09-20	29	23	阵雨转阴
09-21	31	23	阴
09-22	31	23	多云
09-23	32	23	多云转阴
09-24	30	23	阵雨

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对 3 种观赏竹叶片细胞质膜透性的影响

由表 2 可知,在试验期间,3 种竹子的相对电导率含量总体上均呈现上升趋势,但各竹种上升的幅度有所不同。干旱胁迫刚开始时,孝顺竹的相对电导率含量为 3.367%,明显高于四季竹与凤尾竹,且凤尾竹的相对电导率含量低于 3.1%,含量最低。经过了 12 d 干旱胁迫之后,从相对电导率含量上来看,孝顺竹上升了 0.499 百分点,四季竹上升了 0.873 百分点,凤尾竹上升了 0.708 百分点,最终 3 种竹子的相对电导率含量均超过 3.5%,且四季竹达到 3.933%,略高于孝顺竹与凤尾竹。3 种竹子在受到干旱胁迫后,其质膜透性均受到不同程度的破坏。

表 2 3 个竹种叶片细胞质膜透性

Table 2 Membrane permeability of three bamboos leaves %

竹种 Bamboo	0 d	4 d	8 d	12 d
孝顺竹(<i>B. multiplex</i> (Lour.) Raueschelex J)	3.367	3.578	3.663	3.866
四季竹(<i>S. tootsik</i> (Sieb.) Makino)	3.060	3.278	3.524	3.933
凤尾竹(<i>B. multiplex</i> cv. Fernleaf)	2.925	3.178	3.353	3.633

2.2 干旱胁迫对 3 种观赏竹叶片组织含水量的影响

在持续干旱胁迫条件下,植物体内的水分状况发生变化,使其体内正常代谢受阻,其它各项生理指标也将发生相应的改变。因而了解植物干旱胁迫时叶片的水分变化情况,对于评价其抗旱性具有一定意义。

从图 1 可以看出,3 种竹子叶片组织含水量(RWC)随着干旱胁迫时间的延长都在不断下降。孝顺竹叶片组织含水量从胁迫第 1 天的 90.89%下降至第 12 天的 72.23%;四季竹从 88.96%下降至 68.33%;凤尾竹从 89.20%下降至 75.15%。由此可看出,不同种的竹子在相同的干旱胁迫下叶片组织含水量下降的速度有所不同,其中以四季竹的叶片含水量下降的最快。叶片组织

含水量反映了竹子在遭受干旱胁迫后体内水分亏缺的程度,在干旱胁迫下,竹子能保持较高的相对含水量,表明其叶片持水能力越强,抗旱性越强。因此,从叶片组织含水量上来看,3 种观赏竹的抗旱能力依次为凤尾竹>孝顺竹>四季竹。

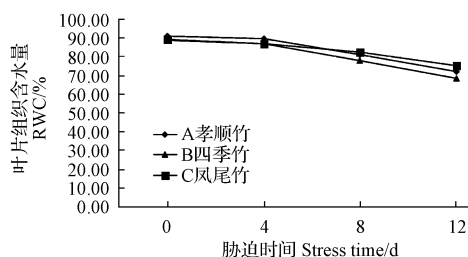


图 1 干旱胁迫对 3 种观赏竹叶片组织含水量的影响

Fig. 1 Effect of RWC of three bamboo leaves under drought stress conditions

2.3 干旱胁迫对 3 种观赏竹叶绿素含量的影响

由图 2 可知,随着干旱胁迫的进行,3 种观赏竹中四季竹和凤尾竹的叶绿素含量随着胁迫时间的延长而降低,而凤尾竹的叶绿素含量总体上呈先降后升最后下降的趋势。从对照 0 d 看,凤尾竹叶绿素含量最高,四季竹次之,孝顺竹最低,经 12 d 干旱胁迫,3 种观赏竹叶绿素含量降幅依次为四季竹>孝顺竹>凤尾竹。一般认为在干旱胁迫下,植物的抗旱性与叶绿素含量下降的幅度成反比。

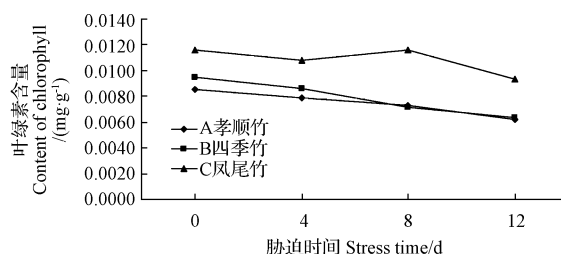


图 2 干旱胁迫对 3 种观赏竹叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effect of chlorophyll content of three bamboo leaves under drought stress conditions

2.4 干旱胁迫对 3 种观赏竹叶片丙二醛(MDA)含量的影响

丙二醛(MDA)会使细胞膜受到严重损伤,若细胞中 MDA 积累越多,组织的保护能力越弱。故 MDA 含量可作为评价植物在不利条件下细胞膜受损程度的指标。

从图 3 可以看出,随着胁迫时间的增加,3 种观赏竹叶片中的 MDA 含量均呈明显的上升趋势。孝顺竹叶片的 MDA 含量由刚胁迫时的 0.574 $\mu\text{mol/L}$ 增加到 12 d 后的 1.845 $\mu\text{mol/L}$;四季竹叶片的 MDA 含量由刚胁迫时的 1.018 $\mu\text{mol/L}$ 增加到 12 d 后的 1.455 $\mu\text{mol/L}$;凤尾竹叶片的 MDA 含量由刚胁迫时的 0.385 $\mu\text{mol/L}$ 增加到 12 d 后的 1.843 $\mu\text{mol/L}$ 。随着干旱胁迫时间的延

长,3种观赏竹叶片中的MDA含量累积量不同,依次为凤尾竹>孝顺竹>四季竹,而MDA积累越多,表明其组织的保护能力越弱,因此从这方面而言,3种观赏竹的抗旱能力依次为四季竹>孝顺竹>凤尾竹。

2.5 综合评价

综合以上4个生理生化指标来综合评价3个竹种的抗旱性,通过比较其抗旱隶属值的总平均值,平均值越大,其抗旱性越强。从表3可以看出,孝顺竹、四季竹和凤尾竹的抗旱隶属值的总平均值均在0.5以下,其中,四季竹和孝顺竹的平均值相似,凤尾竹的平均值最小,3个竹种抗旱性强弱依次为四季竹>孝顺竹>凤尾竹。

表3

3个竹种生理指标值的综合评价结果

Table 3

Comprehensive evaluation result of physiological index of three bamboos

指标 Index	质膜透性 PMP	丙二醛含量 MDA content	叶绿素含量 Chlorophyll content	叶片组织含水量 RWC	总和 Total	平均值 Average	抗旱性强弱 Drought-resistant ability
孝顺竹(<i>B. multiplex</i> (Lour.) Raeuschel J)	0.504	0.432	0.448	0.398	1.782	0.446	较强
四季竹(<i>S. tootsik</i> (Sieb.) Makino)	0.445	0.559	0.504	0.410	1.918	0.480	强
凤尾竹(<i>B. multiplex</i> cv. Fernleaf)	0.490	0.351	0.332	0.407	1.580	0.395	弱

3 结论与讨论

该试验结果表明,随着胁迫时间的延长,3种竹子的相对电导率含量总体上都呈现上升趋势,但各竹种上升的幅度有所不同,经过了12 d干旱胁迫之后,3种竹子的相对电导率含量均超过3.5%,孝顺竹上升了0.499%,四季竹上升了0.873%,凤尾竹上升了0.708%;叶片组织含水量(RWC)均呈下降趋势,但下降的速度依次为四季竹>孝顺竹>凤尾竹;叶片中的MDA含量均呈明显的上升趋势,但其MDA含量累积量不同,依次为凤尾竹>孝顺竹>四季竹。采用模糊隶属法对3个竹种的抗旱性强弱进行综合评价表明:四季竹>孝顺竹>凤尾竹。

水分是制约植物生长分布的重要的限制因子,影响植物抗旱能力的因素很多,关于抗旱性评定的指标在学上也有多种观点^[13-17],但没有一个万能指标能够真正代表。该试验测定了孝顺竹、四季竹、凤尾竹叶片的质膜透性、叶片组织含水量、丙二醛含量以及叶绿素含量等指标,并采用模糊隶属法来综合评价3种竹子的抗旱能力,所得结论从某种程度上反映了其抗旱能力但可能不够全面。今后可延长干旱胁迫周期,深入研究其它生理生化指标如脯氨酸含量、超氧化物歧化酶等,对比野外的田间试验,以期能够对其抗旱性做出更加全面的评价。

参考文献

- [1] 邢新婷,傅懋毅. 竹类植物遗传改良研究进展[J]. 林业科学研究, 2003,16(3):358-365.
- [2] 郑容妹. 沿海沙地引种绿竹等竹子的抗盐抗旱机理研究[D]. 福州:

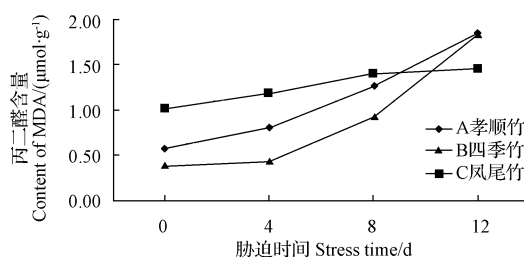


图3 干旱胁迫对3种观赏竹叶片MDA含量变化的影响

Fig. 3 Effect of MDA content of three bamboo leaves under drought stress conditions

福建农林大学,2003:1-2.

- [3] 洪有为. 沿海沙地引种麻竹等6个竹种抗风抗盐抗旱的研究[D]. 福州:福建农林大学,2005:1-3.
- [4] 刘国华. 4种地被竹生态学特性及其固土功能研究[D]. 南京:南京林业大学,2008:1-2.
- [5] 高楠. 沿海沙地5竹种生态系统特性与抗性研究[D]. 福州:福建农林大学,2008:1.
- [6] 漳州城市介绍[EB/OL]. <http://www.weather.com.cn/cityintro/101230601.shtml>,2013-07-16.
- [7] 刘宁,高玉葆,贾彩霞,等. 渗透胁迫下多花黑麦草叶内过氧化物酶活性和脯氨酸含量以及质膜相对透性变化[J]. 植物生理学通讯,2000,36(1):11-15.
- [8] 华东师范大学生物系植物生理教研室. 植物生理学实验指导[M]. 北京:人民教育出版社,1980.
- [9] 沈其伟. 测定水稻叶片叶绿素含量的混合液提取法[J]. 植物生理学通讯,1988,24(3):62-64.
- [10] 陈福明,陈顺伟. 混合法测定叶绿素含量的研究[J]. 浙江林业科技,1984(1):19-23.
- [11] 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.
- [12] 王晓洁,刘西岭,辛华. 青岛引种的5种观赏丛生竹的抗旱性研究[J]. 中国农学通报,2010,26(22):248-251.
- [13] 林树燕,丁雨龙. 三种观赏竹抗旱生理指标的研究及其综合评价[J]. 竹子研究汇刊,2006,25(2):7-9.
- [14] 戴宪德,徐传保,戴庆敏. 竹子资源及研究进展[J]. 山东林业科技,2009(1):107-111.
- [15] 赵兰,邢新婷,江泽慧,等. 4种地被观赏竹的抗旱性研究[J]. 林业科学研究,2010,23(2):221-226.
- [16] 蓝巨生. 农作物综合抗旱性评价方法研究[J]. 西北农业学报,1998,7(3):85-87.
- [17] 李雪莲,张国芳,谷艳蓉,等. 4种多年生禾草苗期抗旱性比较研究[J]. 四川草原,2005(1):13-15.

DOI:10.11937/bfyy.201503021

外源钙对自然低温下富贵竹叶片生长的影响

闫秋洁^{1,2}, 黄 丹², 辜英琼², 李旭锋¹, 杨 毅¹

(1. 四川大学 生命科学学院, 生物资源与生态环境教育部重点实验室, 四川 成都 610064;

2. 绵阳师范学院 生命科学与技术学院, 四川 绵阳 621000)

摘 要:为探究能够提高富贵竹叶片生长的适宜外源钙浓度,用水培法研究了冬季自然低温下0.3%~0.7%氯化钙溶液对富贵竹叶片黄叶面积及黄叶指数,叶片干尖率及叶片含水量、叶绿素含量、丙二醛含量、游离脯氨酸含量及电导率等形态和生理指标的影响。结果表明:0.3%氯化钙溶液处理下,富贵竹叶片的黄叶面积,叶片干尖率和叶绿素b含量低于对照,黄叶指数高于对照,但均与对照无显著差异;叶片含水量极显著地高于对照;叶绿素a含量、相对电导率、丙二醛含量和游离脯氨酸含量极显著地低于对照,但与对照的差值最小。综合各项指标,0.3%的氯化钙溶液优于0.4%~0.7%氯化钙处理浓度。因此,0.3%氯化钙溶液有利于自然低温下水培富贵竹叶片的生长。

关键词:富贵竹;自然低温;氯化钙;相对电导率;丙二醛;游离脯氨酸

中图分类号:S 682.36 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)03-0066-04

富贵竹(*Disporum cautoniense*)属龙舌兰科龙血树属,又名万寿竹,原产于非洲西部,在我国大部分地区都有分布^[1]。它具有净化水资源和调节空气湿度的作用^[2],其体内所含有效成分多且具有典型的人体生理功效和良好的药物活性,在生活及工业废弃物利用等方面

具有其它科学手段不能达到的收益^[3],因此深受人们的喜爱,成为近几年来受欢迎和畅销的室内观赏花卉品种^[4]。富贵竹适宜在明亮的散射光下生长,其生长适温为20~30℃,越冬温度为10℃^[2]。最低温度为5~10℃^[5]。但在冬季栽种富贵竹时,容易发生低温伤害造成其叶片泛黄及死亡,破坏了其观赏价值^[6]。

目前,用钙离子浓度改善植物抗低温的研究较少。钙离子是生物体内重要的金属离子,可以促进细胞分裂,激活和调节酶的活性^[7]。植物根系生长弱、叶片坏死和卷缩等都与钙离子浓度过低有关^[8]。钙离子参与植物的生长发育调控^[9]。适宜浓度的外源钙离子加入,能有效地阻止植物气孔的张开,减少胁迫中植物的水分

第一作者简介:闫秋洁(1980-),女,甘肃酒泉人,博士研究生,讲师,现主要从事植物抗逆遗传等研究工作。E-mail:veronica008@163.com.

责任作者:杨毅(1963-),男,四川彭州人,博士,教授,现主要从事植物抗逆等研究工作。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31171586)。

收稿日期:2014-11-10

Comparative Analysis of Drought-resistant Ability of Three Ornamental Bamboos

CHEN Xian-de, CHEN Jun

(School of Biological Science and Technology, Minnan Normal University, Zhangzhou, Fujian 363000)

Abstract: Taking *B. multiplex* cv. Fernleaf, *B. multiplex* (Lour.) Raeuschelex J, *S. tootsik* (Sieb.) Makino as materials, the effects of contents of membrane permeability(PMP), RWC, MDA content and chlorophyll content of three bamboo leaves were studied under natural drought stress conditions. The results showed that cell membrane permeability and the MDA contents of bamboo leaves increased, RWC and chlorophyll content decreased with the prolongation of the stress time. The method of obscure mathematics was used to evaluate their drought resistance ability comprehensively based on physiological and biochemical indexes. The results indicated that drought resistance sequence of *S. tootsik* (Sieb.) Makino > *B. multiplex* (Lour.) Raeuschelex J > *B. multiplex* cv. Fernleaf.

Keywords: ornamental bamboos; drought stress; physiological and biochemical index