

# 淹水胁迫对三种石楠属植物幼苗可溶性糖和脯氨酸含量的影响

连 洪 燕

(安徽科技学院 城建与环境学院,安徽 凤阳 233100)

**摘 要:**以 3 种石楠属植物的 1 a 生扦插苗为试材,进行不同淹水处理然后排水,测定了排水后幼苗可溶性糖和脯氨酸含量的变化,研究石楠属植物幼苗对淹水胁迫后的响应。结果表明:随排水时间的延长,石楠、‘红罗宾’、‘鲁宾斯’3 种试验材料受淹水胁迫的伤害进一步加深,植株叶片萎蔫、干枯、脱落的反应时间不同,变化程度也不一样。石楠的可溶性糖含量呈现上升-下降-上升的趋势,而‘红罗宾’和‘鲁宾斯’则总体呈现下降趋势;脯氨酸含量在排水期间均呈现全淹处理>半淹处理>对照的趋势。

**关键词:**淹水胁迫;石楠属;幼苗;可溶性糖;脯氨酸

**中图分类号:**S 688 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)20-0063-04

近年来,石楠属(*Photinia* L.)植物因其树形美观、适生性强、病虫害少等优点被许多城市确立为城建绿化树种,需求量大,有很大的推广价值。目前,对石楠属植物

的研究主要集中在繁殖与药用方面<sup>[1-3]</sup>,对抗性研究较少,且主要为抗寒性研究方面<sup>[4-5]</sup>,近几年对石楠属植物抗涝性的研究关注度开始提高<sup>[6-8]</sup>,如武金翠等<sup>[6]</sup>于 2011 年对榉木石楠水分利用效率的影响因素进行了研究。现对 3 种石楠属植物在淹水逆境下形态特征、可溶性糖含量和脯氨酸含量的变化进行研究,旨在为抗涝性石楠属植物的选育及其栽培管理和园林应用提供理论依据。

**作者简介:**连洪燕(1982-),女,山东泰安人,硕士,助教,现主要从事园林植物栽培与应用研究工作。E-mail:lianhyhy@163.com.

**基金项目:**安徽科技学院校级引进人才资助项目(ZRC2011315)。

**收稿日期:**2012-05-17

- [4] 许兴.水生植物中的骄子—香蒲[J].中国花卉盆景,2008(10):18-19.  
[5] 陈福明,陈顺伟.混合液法测定叶绿素含量的研究[J].林业科技通讯,1984(2):4-8.  
[6] 郭焕晓,马牧源,孙红文.中国北部沿海高盐度地区人工湿地植物研究[J].铁道工程学报,2006(9):6-9.  
[7] 李合生,孙群,赵世杰.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

- [8] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2004.  
[9] 费伟,陈火英,曹忠,等.盐胁迫对番茄幼苗生理特性的影响[J].上海交通大学学报(农业科学版),2005,23(1):5-9.  
[10] 周希琴,吉前华.盐胁迫下木麻黄幼苗抗氧化酶活性的变化及  $\text{Ca}^{2+}$  对它的调控[J].植物生理学通讯,2004,40(2):184-186.  
[11] 王连君,皇甫淳,王铭,等.盐碱胁迫下山葡萄的叶绿素含量与耐盐碱性关系的研究[J].葡萄与酿酒,1995(4):1-3.

## Study on Salt Tolerance of *Phragmites communis* T., *Typha latifolia* and *Nelumbo nucifera* Gaertn.

LI Shuang-yue, WANG Dan-dan, YANG Jing-hui, HUANG Jun-xuan, LIU Yan-jun  
(Department of Horticulture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384)

**Abstract:** Taking *Phragmites communis* T., *Typha latifolia* and *Nelumbo nucifera* Gaertn. of three aquatic plants as test materials, SOD, MDA, POD and chlorophyll content of three aquatic plants were determined in three salt concentration (0, 1.5%, 3%), and their salt tolerance were studied. The results showed that the salt tolerance of *Phragmites communis* T. was the highest, followed by was *Typha latifolia*, while *Nelumbo nucifera* Gaertn. 's was the lowest.

**Key words:** aquatic plant; *Phragmites communis* T.; *Typha latifolia*; *Nelumbo nucifera* Gaertn.; detached leaves; salt tolerance; physiological index

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2011年3月15日,将‘石楠’(*Photinia serrulata*)、‘红罗宾’(*Photinia* × *fraseri* ‘Red Robin’)、‘鲁宾斯’(*Photinia glabra* var. *Robens*)1 a 生扦插苗,栽植于直径25 cm、高20 cm的瓦盆中,每盆1株。从苗木栽植之日起,进行浇水、除草、施肥、打药等正常管理。

### 1.2 试验方法

试验于2011年在安徽科技学院树木园进行。2011年7月7日上午8:00,选取生长健壮、长势一致的试验材料各45株,进行淹水,淹水设对照、全淹与半淹3个处理,每处理各15株,5株为1次重复。处理方法与淹水试验相同。7月22日上午8:00(淹水15 d)进行排水,分别于7月23日、7月27日、7月31日、8月4日、8月10日、8月16日采集叶片测定可溶性糖含量与脯氨酸含量。

**1.2.1 可溶性糖含量的测定** 采用蒽酮比色法。将采回样品洗净擦干,去除边缘及中脉,称取约0.3 g,剪碎放入大试管中,加入10 mL蒸馏水,保鲜膜封口,沸水提取30 min。提取液滤入25 mL容量瓶中,残渣加入蒸馏水再提取1次,提取液与残渣全部转移入容量瓶中,蒸馏水定容至25 mL。吸取提取液0.5 mL于大试管中,依次加入蒸馏水1.5 mL,蒽酮乙酸乙酯0.5 mL,浓硫酸5 mL,充分振荡,立即于沸水浴中保温1 min,自然冷却至室温。以不加提取液的空白作对比,在630 nm下测光密度值。由标准曲线求出糖的含量( $\mu\text{g}$ ),按下式计算测定样品中的糖含量。可溶性糖含量(%)=(从回归方程中求得糖的量 $\times V_t/V_s/\text{FW}/10^6$ ) $\times 100\%$ 。其中, $V_t$ 为提取液体积(mL), $V_s$ 为测定时加样量,FW为叶片鲜重(g)<sup>[9]</sup>。

**1.2.2 脯氨酸含量测定** 将样品洗净擦干,去除边缘及中脉,称取约0.5 g,剪碎放入大试管中,加入5 mL 3%磺基水杨酸溶液,在沸水浴中提取10 min,期间不停晃动。冷却后,将提取液用漏斗过滤于干净试管中,吸取2 mL提取液于另一试管中,加入2 mL冰乙酸,2 mL酸性茚三酮,保鲜膜封口,沸水浴30 min。冷却后加入4 mL甲苯,

充分振荡。吸取上层红色液体,以甲苯为对照,520 nm处测光密度值。从标准曲线上查出2 mL测定液中脯氨酸的浓度 $x(\mu\text{g}/\text{mL})$ ,然后计算样品中脯氨酸含量,单位鲜重样品的脯氨酸含量( $\mu\text{g}/\text{g}$ )=( $x \times 5/2$ )/FW。其中,FW为叶片鲜重(g)<sup>[1]</sup>。

### 1.3 数据分析

所有试材可溶性糖含量与脯氨酸含量的差异和不同处理间可溶性糖含量与脯氨酸含量的差异用单因素方差分析法分析,并用LSD法进行多重检验;所有统计分析用SPSS 11.5统计软件;文中的折线图由Excel作出。

## 2 结果与分析

### 2.1 石楠属植物幼苗形态变化

在排水后,‘石楠’、‘红罗宾’、‘鲁宾斯’外部形态发生了一系列的变化,且主要集中在叶片上。在排水初期,3种试材已经表现出淹水受害症状,随着时间延长,伤害进一步加深,‘石楠’全淹处理叶片进一步萎蔫,最终干枯脱落;半淹处理叶片出现干枯现象,随着排水时间的延长最终出现恢复生长趋势。‘红罗宾’全淹处理叶片也随着时间延长绝大部分植株叶片干枯,直至死亡;半淹处理则部分叶片出现干枯或变红现象,最终大部分植株恢复生长。‘鲁宾斯’全淹处理部分植株叶片完全干枯,半淹处理植株长势强于全淹处理,弱于对照。

### 2.2 淹水胁迫对石楠属植物幼苗可溶性糖含量的影响

由图1可知,排水后3种试验材料的可溶性糖含量都发生了不同程度的变化,但全淹处理的含量最高,半淹其次,对照最低。随着排水时间的延长,‘石楠’全淹的可溶性糖含量呈现上升-下降的趋势,排水后1 d(7月23日)、5 d(7月27日)、9 d(7月31日)、13 d(8月4日)的含量分别比对照上升了14.13%、22.21%、32.84%、9.31%;半淹处理排水后1 d含量上升,5 d后急剧下降,9 d后又开始上升,变化较复杂。在排水5 d后达到最高值(3.99%),比对照上升了9.07%,排水21 d后比对照上升了16.31%。‘红罗宾’在排水5 d后出现先下降后缓慢上升的趋势,全淹处理排水5 d后可溶性糖含量为3.57%,排水9 d后为2.79%,半淹处理排水后5、13、25 d

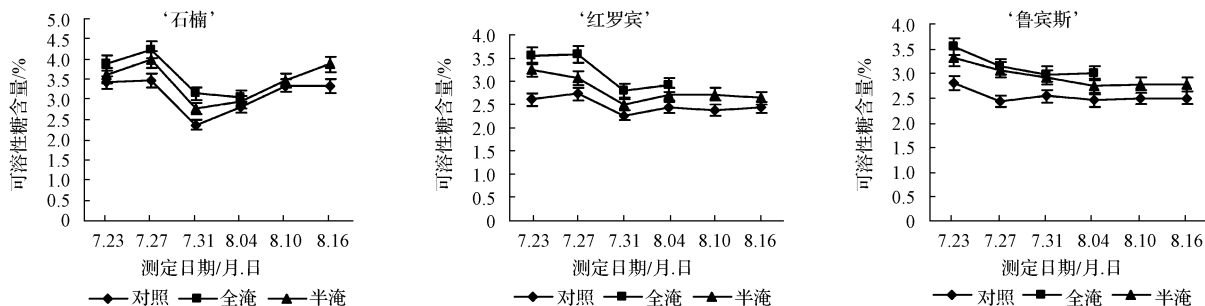


图1 淹水-排水胁迫后石楠属植物幼苗不同处理叶片可溶性糖含量的变化

Fig. 1 The variation of soluble sugar in leaves of *Photinia* seedlings after relieve waterlogging stress from different varieties

(8月16日)可溶性糖含量依次比对照上升了12.64%、11.41%、8.28%。‘鲁宾斯’的全淹、半淹处理及对照的可溶性糖含量随着排水时间的延长呈现下降趋势,全淹处理在排水1 d后可溶性糖含量为3.55%,排水13 d后降为3.01%,半淹处理排水后5、13、25 d可溶性糖含量依次比对照上升了26.62%、11.91%、11.15%。

方差分析表明(表1),不同试验材料、不同处理之间的可溶性糖含量差异达到极显著水平( $P<0.01$ )。多重比较分析表明,在0.05检验水平下,‘石楠’与‘红罗宾’、‘石楠’与‘鲁宾斯’之间可溶性糖含量差异显著( $P<0.05$ ),‘红罗宾’与‘鲁宾斯’之间可溶性糖含量差异不显

表1 淹水-排水后不同树种、不同处理的可溶性糖含量方差分析

Table 1 Variance analysis of soluble sugar content among different varieties and treatments after relieve waterlogging stress					
差异来源	平方和	自由度	均方	F值	Sig.
树种	8.503	2	4.251	34.362 **	0.000
处理	8.930	2	4.465	36.089 **	0.000
树种×处理	0.469	4	0.117	0.948	0.438
误差	16.579	134	0.124		
总变异	1 320.660	143			

注:  $P^{**}<0.01$ 。

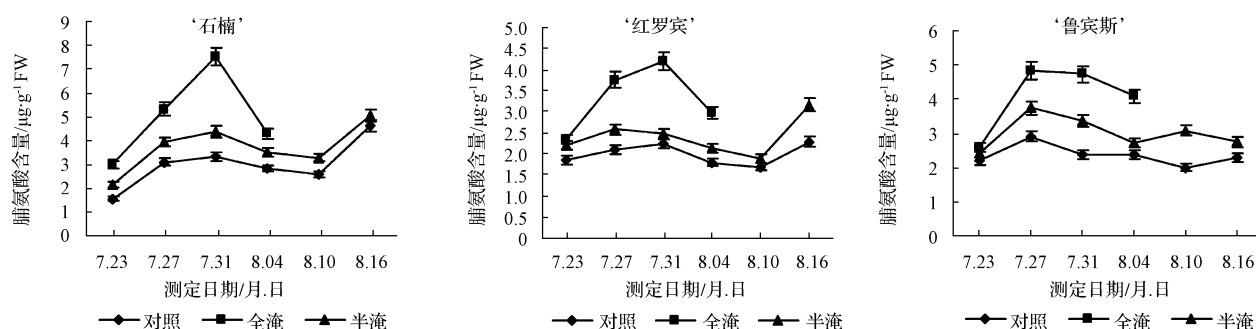


图2 淹水-排水胁迫后石楠属植物幼苗不同处理叶片脯氨酸含量的变化

Fig. 2 The variation of proline content in leaves of *Photinia* seedlings after relieve waterlogging stress from different varieties

方差分析表明(表2),不同试验材料、不同处理之间的脯氨酸含量差异达到极显著水平( $P<0.01$ )。多重比较分析表明,在0.05检验水平下,‘石楠’、‘红罗宾’、‘鲁宾斯’两两之间脯氨酸含量差异均显著( $P<0.05$ ),对照、全淹、半淹处理两两之间的脯氨酸含量差异均显著( $P<0.05$ )。

表2 淹水-排水后不同树种、不同处理的脯氨酸含量方差分析

Table 2 Variance analysis of proline content among different varieties and treatments after relieve waterlogging stress					
差异来源	平方和	自由度	均方	F值	Sig.
树种	39.779	2	19.889	25.969 **	0.000
处理	58.454	2	29.227	38.162 **	0.000
树种×处理	2.059	4	0.515	0.672	0.612
误差	99.563	130	0.766		
总变异	1 524.226	139			

注:  $P^{**}<0.01$ 。

著( $P>0.05$ ),对照、全淹、半淹处理两两之间的可溶性糖含量差异均显著( $P<0.05$ )。

### 2.3 淹水胁迫对石楠属植物幼苗脯氨酸含量的影响

在逆境条件下,脯氨酸的积累可能一方面是细胞结构和功能遭受伤害时,集体做出的反应;另一方面也是植物对逆境适应性的表现。脯氨酸的积累可能具有清除活性氧的作用,可作为鉴定植物相对抗性的指标。

由图2可知,‘石楠’、‘红罗宾’、‘鲁宾斯’3种试验材料的脯氨酸含量在排水后有了不同程度的变化。全淹、半淹处理及对照的脯氨酸含量高低依次为全淹>半淹>对照。3种试验材料的全淹处理均呈现上升-下降的趋势,这与排水后苗木的死亡有关,半淹处理及对照呈现缓慢上升后开始下降又上升的趋势。‘石楠’、‘红罗宾’的全淹处理在排水后9 d(7月31日)达到最大值,依次为7.52、4.20  $\mu\text{g/g}$ ,分别比对照上升了125.48%、88.62%;‘鲁宾斯’全淹处理在排水后5 d(7月27日)达到最高值4.84  $\mu\text{g/g}$ ,比对照上升了66.12%。半淹处理在排水5、13 d(8月4日)、25 d(8月16日)后石楠的脯氨酸含量分别比对照上升了27.04%、24.10%、9.62%;‘红罗宾’则分别比对照上升了22.06%、19.33%、37.93%;‘鲁宾斯’分别比对照上升了28.45%、14.43%、19.63%。

## 3 结论与讨论

### 3.1 淹水胁迫后石楠属植物幼苗可溶性糖含量

植物体内的碳素营养状况常以糖含量作为重要指标,糖是参与调节渗透胁迫的小分子物质,在植物对水分胁迫的适应性调节中,是增加渗透性溶质的重要组成部分<sup>[10]</sup>。大量研究结果表明<sup>[10-13]</sup>,植物为了适应逆境条件,会主动积累一些可溶性糖,降低渗透势和冰点,以适应外界环境条件的变化。淹水条件下,植株的可溶性糖不仅可提供必要的能量,还能调节体内代谢,因而能在一定程度上减轻淹水的危害。

在试验中,随着排水时间的延长,‘石楠’的可溶性糖含量呈现上升-下降-上升的趋势,而‘红罗宾’和‘鲁宾斯’则总体呈现下降趋势。对照呈现较大幅度变化与试验处于梅雨季节而受其影响有关,半淹处理

可溶性糖含量值趋于对照说明苗木有恢复生长的能力,在排水期间全淹处理的苗木受害严重出现死亡现象,在采样过程中全淹处理苗木的可溶性糖含量高于半淹处理,且二者均高于对照。

### 3.2 淹水胁迫对石楠属植物幼苗脯氨酸含量的影响

游离脯氨酸作为重要的渗透调节物质,在正常条件下,作物体内游离脯氨酸含量甚微,约占游离氨基酸的百分之几。在逆境条件下,脯氨酸含量可以成倍增加,但脯氨酸在湿害条件下,只能在植株体内短时间积累。但由于植物抗逆性的途径是多种多样的,从脯氨酸在逆境条件下的累积途径来看,它既可能有适应性的意义,又可能是细胞结构受损伤的表现<sup>[14]</sup>,故脯氨酸的累积能否作为抗性的指标还尚无定论,但从脯氨酸的作用看,无论是其物理、化学性质,还是对微生物的作用方面,它对植物的抗旱或渗透胁迫及胁迫解除后的恢复都是有益的<sup>[15-16]</sup>。

在试验中,3种试验材料的脯氨酸含量在排水期间均呈现全淹处理高于半淹处理高于对照的趋势,说明前期淹水胁迫造成的影响一直存在。全淹处理的脯氨酸含量呈现先上升后下降的趋势,这与淹水一定的时间引起渗透调节反应,而超过一定限度细胞内某些功能发生了改变有很大关系。半淹处理则与对照趋于一致,这与胁迫解除后苗木的逐渐恢复生长有关。

### 参考文献

- [1] 李慧,吴松,浦学文,等.红叶石楠的组织培养与快速繁殖研究[J].湖北农业科学,2009,48(7):1546-1547.
- [2] 王保林,李振卿,张汉卿,等.红叶石楠单芽扦插成活率的相关性试验[J].河南林业科技,2010,30(2):19-20.
- [3] 申万祥,姚默,赵兵,等.石楠属药学研究概况[J].畜牧与饲料科学,2011,32(11):58-60.
- [4] 刘静,王长宪,王斌,等.石楠抗寒基因 *AmGS* 高效转化体系的研究[J].山东农业大学学报(自然科学版),2009,40(2):191-194.
- [5] 黄艳艳,刘静,罗磊,等.转基因红叶石楠抗冻能力的研究[J].山东林业科技,2010(5):63-65.
- [6] 武金翠,吴泽民,龚维红.桫木石楠水分利用效率的影响因素研究[J].安徽农业科学,2012,40(1):217-218.
- [7] 黄晓霞,黄大初,杨自云,等.土壤干旱与盐胁迫对球花石楠幼苗生理特性的影响[J].北方园艺,2010(21):87-89.
- [8] 曹晶,姜卫兵,翁忙玲,等.夏秋季旱涝胁迫对红叶石楠光合特性的影响[J].园艺学报,2007,34(1):163-172.
- [9] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [10] 张大鹏,罗国光.不同时期水分胁迫对葡萄果实生长发育的影响[J].园艺学报,1992,19(4):296-300.
- [11] 王霞,侯平,尹林克.水分胁迫对柞柳植物可溶性物质的影响[J].干旱区研究,1999,16(2):6-11.
- [12] 王义强,谷文众,姚水攀.淹水胁迫下银杏主要生化指标的变化[J].中南林学院学报,2005(8):78-80.
- [13] 吴林,黄玉龙,李亚东,等.越桔对淹水的耐受性及形态生理反应[J].吉林农业大学学报,2002,24(4):64-69.
- [14] 汤章城.逆境下脯氨酸的累积及其可能意义[J].植物生理学通讯,1984(1):15-21.
- [15] Aging H. A theory based on free radical and radiation chemistry[J]. Gerontol,1956(11):298-300.
- [16] 王晓玲.水分胁迫对芝麻花期脯氨酸含量的影响[J].安徽农学通报,2007,13(20):66-67.

## Effect of Waterlogging Stress on Soluble Sugar Content and Proline Content of Three Kinds of *Photinia* Seedlings

LIAN Hong-yan

(College of Urban Construction and Environmental Science, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100)

**Abstract:** Taking three kinds of *Photinia* one-year-old potted seedlings as test materials, waterlogging and drainage treatment, and soluble sugar content and proline content were tested. The reaction of *Photinia* seedlings when they were under the waterlogging stress were studied. The results showed that along with the time, the hurt of *Photinia serrulata*, *Photinia* × *fraseri* 'Red Robin' and *Photinia glabra* var. *Robens* all got deepen under the waterlogging stress. The leaves wilting, drying-up, reaction time of turning yellow on the different materials were different, change degree was also different. The soluble sugar of *Photinia serrulata* increased at the beginning then decreased at last increased, but *Photinia* × *fraseri* 'Red Robin' and *Photinia glabra* var. *Robens* all decreased under the waterlogging stress. The proline content of three kinds of *Photinia* seedlings from the high to low was all submerge waterlogging disposal > semi-submerge waterlogging disposal > control.

**Key words:** waterlogging stress; *Photinia* L.; young seedling soluble sugar content; proline content