

连续水淹胁迫对雪柳叶片部分生理指标的影响

李 雪, 金 研 铭, 郭 太 君, 汪 娜

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘 要:以雪柳(*Fontanesia fortunei* Carr.) 2 a 生实生苗为试材,通过人工模拟连续淹水处理,研究了水淹胁迫对雪柳叶片部分生理指标的影响。结果表明:雪柳对水淹胁迫具有一定的耐受性。水淹组叶绿素(a+b)含量和 a/b 值与对照组变化趋势基本同步,差异均不显著;至淹水结束时,叶绿素 a/b 值略高于对照,(a+b)含量低于对照。可溶性糖含量与丙二醛(MDA)含量变化趋势基本一致,先升高后降低,都在 21 d 达到峰值,至水淹结束时均恢复到对照水平。可溶性蛋白含量水淹前期与 MDA 含量变化趋势相反,后期则一致,至水淹结束时降为对照的 68%。脯氨酸含量与对照相比多数时刻处于积累状态;水淹后期与 MDA 含量变化趋势一致,水淹结束时降为对照的 87%。

关键词:水淹胁迫;雪柳;生理响应

中图分类号:S 792.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)12-0054-04

水是植物生长发育的一个重要环境因子,但植物对水的需求是有一定限度的,水分过多会对植物生长产生不利影响,长期淹水甚至能导致植株死亡。耐淹植物在

水淹胁迫时会产生积极的响应^[1],包括形态、解剖、生理和代谢等方面的适应对策。

近年来,随着滨水区的复兴,滨水绿地规划设计也受到重新重视。滨水植物的应用对于区域生态环境改善,尤其是受损水域生态系统的恢复与重建,具有很高的应用价值^[2]。北方城市由于地域气候因素,可利用的景观树种较少,筛选出耐水湿性强的景观树种对北方城市的生态景观发展具有十分重要的意义。

雪柳(*Fontanesia fortunei* Carr.)为木犀科落叶落木,具有良好的观赏特性和较强的抗性,园林用途广泛,是北方城市的优良景观树种。目前国内关于雪柳的研究相对较少,邹翠霞等^[3]、王雪莲等^[4]和罗永清等^[5]在组

第一作者简介:李雪(1986-),女,黑龙江齐齐哈尔人,硕士研究生,研究方向为园林植物栽培生理与景观生态。E-mail:snowwhite1986@126.com.

责任作者:金研铭(1962-),男,博士研究生,副教授,硕士生导师,研究方向为园林植物栽培生理与景观生态。E-mail:ymj1962@126.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2009BADB3B03);吉林省科技发展计划重点资助项目(20090221)。

收稿日期:2013-01-16

Effects of Salt Stress on Growth and Physiological Characteristics of *Sindora glabra* Seedlings

LIANG Hui-ping¹, LEI Li-tang^{1,2}, WANG Ling-hui¹, XIE An-de¹, PAN Qi-long¹, HUANG Feng-tao¹

(1. College of Forestry, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005; 2. State-Owned Paiyangshan Forest Centre of Guangxi, Ningming, Guangxi 532500)

Abstract: Taking one-year-old *Sindora glabra* seedlings as materials, pot experiment was conducted to investigate the effects of different concentrations of salt (NaCl 0.0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%) stress on growth and physiological characteristics of *Sindora glabra* seedlings. The results showed that with the increasing concentrations of salt (NaCl) stress, height increment decreased, relative electric conductivity increased; MDA content increased, proline content decreased and then increased slightly with the increase of salt concentration. chlorophyll content increased first and then decreased.

Key words: *Sindora glabra*; salt stress; growth; physiological characteristics

织培养、嫩枝扦插和新疆地区引种试验等方面做了相关研究。但有关雪柳抗逆性的报道,仅有金研铭等^[6]研究了雪柳叶器官内部结构及表皮的特征,对雪柳的抗旱性进行了初步分析。目前有关雪柳耐水淹能力方面的研究尚鲜见报道。现通过人工模拟淹水胁迫,分析与胁迫相关的生理指标变化情况,以期初步揭示雪柳的耐水淹能力,不仅对雪柳的园林应用与推广具有实际指导意义,还可丰富北方城市滨水区、湿地公园绿化树种选择的多样性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为雪柳 2 a 生实生苗。

1.2 试验方法

试验在吉林农业大学园林教学实践基地进行。于 2011 年 5 月初选择长势相近的小苗,直接移栽至塑料水槽(80 cm×30 cm×30 cm)中进行盆栽,栽培土为园土和腐殖质 4:1 混合而成。水淹前将所有参试植株剪成 15 cm 高,设 2 个处理,对照组(CK):控水按土壤含水量占最大持水量的百分率,设置控水 70%~80%,即正常灌溉;水淹组:水面保持在土壤表层以上 6 cm。每组处理 15 株苗,3 次重复,每次重复 5 株。2011 年 8 月初开始水淹试验,水淹试验历时 49 d,于 9 月下旬结束。在水淹试验期间每 7 d 采样进行生理指标的测定,每项指标 3 次重复。淹水试验期间植株均未施肥。

1.3 项目测定

随机取每株苗中部成熟叶片,取样时间早 8:30。测定前用纯净水将叶表面污染物冲洗干净,然后用吸水纸吸干叶表面的水分,去中脉后,剪碎混匀待用。

叶片叶绿素含量测定采用 80% 丙酮:95% 乙醇为 1:1 混合液浸提,暗处理 24 h,采用比色法^[7]测定;丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法^[7];可溶性糖含量测定采用蒽酮法^[7];可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法^[7];脯氨酸含量测定采用茚三酮显色反应法^[7]。

1.4 数据分析

所有数据均由 Microsoft Excel 作图;水淹组数据由 SPSS 17.0 软件进行统计分析,将水淹时间作为独立因素,进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 连续水淹胁迫对雪柳叶片叶绿素的影响

2.1.1 叶绿素含量变化 由图 1 可知,水淹组叶绿素(a+b)含量,前 14 d 呈显著下降趋势,后波动性下降。水淹期间除第 7、21 天时水淹组含量高于对照组,其余时期水淹组均低于对照组。水淹结束时水淹组含量(2.3 mg/g)降至未水淹时的 74.2%,显著降低;为同时

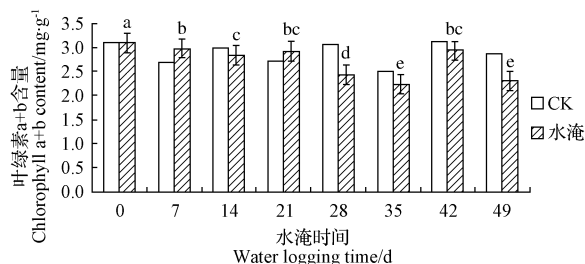


图 1 水淹胁迫下叶片叶绿素 a+b 含量变化

注:不同字母表示 0.05 水平差异显著。下同。

Fig. 1 Effect of water logging stress on chlorophyll a+b content

Note: Different letters indicate different significance at 0.05 levels.

The same below.

期对照(2.86 mg/g)的 80%。

2.1.2 叶绿素比值变化 由图 2 可知,水淹组雪柳叶绿素 a/b 值呈现先上升后下降的趋势,水淹第 7 天达到峰值(3.3),为未水淹时的 111.9%,但差异不显著。水淹组叶绿素 a/b 比值从第 14 天开始至水淹结束基本趋于稳定,到水淹结束时(1.72),显著降至未水淹时的 58.3%;但与同时期对照相比略有上升,为对照组的 105%。

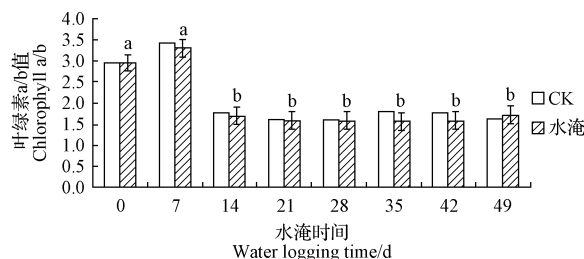


图 2 水淹胁迫下叶片叶绿素 a/b 变化

Fig. 2 Effect of water logging stress on chlorophyll a/b

2.2 连续水淹胁迫对雪柳叶片丙二醛(MDA)含量的影响

由图 3 可知,水淹组 MDA 含量在水淹前期几乎呈直线上升,到水淹第 21 天时达到最大值(0.7 μmol/g),为未水淹时的 3.7 倍;为同时期对照组的 189%。第 21 天至水淹结束,水淹组 MDA 含量呈现降-升-降的趋势,

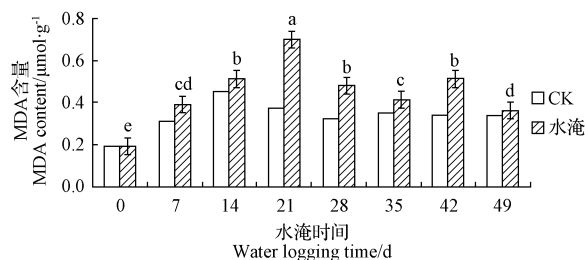


图 3 水淹胁迫下 MDA 含量变化

Fig. 3 Effect of water logging stress on MDA content

水淹结束时达到最小值($0.36 \mu\text{mol/g}$),为未水淹时的1.9倍;但仅略高于同时期对照组,为对照的106%。

2.3 连续水淹胁迫对雪柳叶片可溶性糖含量的影响

由图4可知,水淹组可溶性糖含量总体呈现先上升后下降的趋势,但均高于对照。水淹前7d可溶性糖含量急剧上升,7~21d时增幅变缓,但仍达到显著差异性。在第21天时达到峰值(0.916 mg/g),为未水淹时的2.5倍;是同时期对照组的119%。后期水淹组含量缓慢下降;至水淹结束时,水淹组含量(0.0622 mg/g)比未水淹时增加了69%;与同时期对照组相比差距不大,为对照的105%。

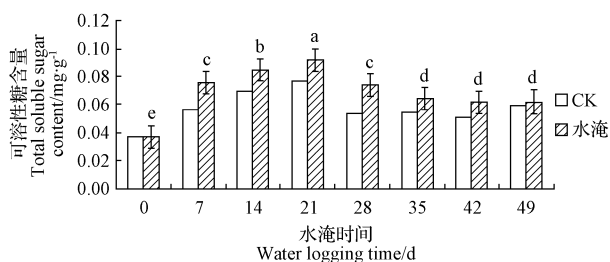


图4 水淹胁迫下可溶性糖含量的变化

Fig. 4 Effect of water logging stress on total soluble sugar content

2.4 连续水淹胁迫对雪柳叶片可溶性蛋白含量的影响

由图5可知,水淹组可溶性蛋白含量在水淹前21d呈明显的下降趋势,后期则呈现波动性变化,且全部低于未水淹时和同时期对照组。可溶性蛋白含量在第35天时达到最小值(4.56 mg/g),仅为未水淹时的44%;为同时期对照组的37.2%。水淹42d时又有小幅回升,至水淹结束时(5.69 mg/g)含量比未水淹时减少了45%;为同时期对照组的68%。

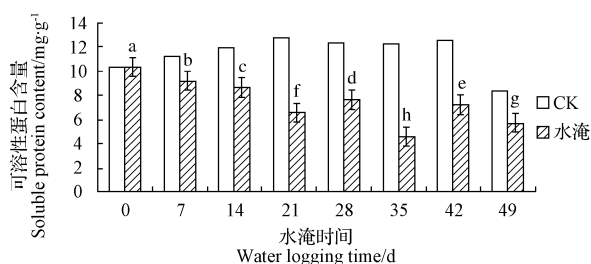


图5 水淹胁迫下可溶性蛋白含量变化

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

2.5 连续水淹胁迫对雪柳叶片脯氨酸含量的影响

由图6可知,水淹组脯氨酸含量总体呈现降-升-降的趋势,除第14天达到峰值($562.86 \mu\text{g/g}$),与同时期对照组相比,仅有第35、49天时含量低于对照,其余时刻均高于对照。至水淹结束时含量($290 \mu\text{g/g}$)降为未水淹时的63.4%;与同时期对照组相比,为对照的87%。

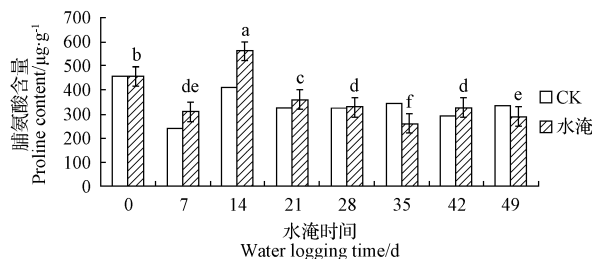


图6 水淹胁迫下脯氨酸含量变化

Fig. 6 Effect of water logging stress on proline content

3 讨论与结论

叶绿素含量是植物叶片光合性能、营养状况和衰老程度的直观表现,其含量是一个有效的涝害鉴定指标。叶绿素a/b值可用于表征植物的光合能力^[8]。水淹组雪柳叶片中叶绿素(a+b)含量呈下降趋势,水淹结束时低于对照20%。叶绿素a/b值在水淹全程与同时期对照组几乎同步变化,且至水淹结束时略高于对照组,说明水淹胁迫始终未对雪柳叶片光合作用水平(用叶绿素a/b比值表征)产生抑制。由此可知,雪柳叶片中叶绿素a、b含量同步下降可视为雪柳对水淹逆境的主动适应,以维持植株正常的光合能力,同时可能对提高植株抗氧化能力具有积极意义。

当受到逆境胁迫时,植物会启动自身防御系统发挥保护作用,降低胁迫伤害程度,维持植株正常生长。防御系统中有一类非酶保护剂,如可溶性糖、脯氨酸等。此类保护剂大多为还原剂,可以清除植株体内过多的 O_2^- 、 H_2O_2 等自由基,调解体内pH值,参与渗透调节并维持体内渗透势平衡,消除膜脂过氧化作用。丙二醛(MDA)作为植物细胞膜脂过氧化作用的最终产物,其含量的高低能反映植物膜受伤害的程度,进而衡量植物对淹水胁迫耐受能力的强弱。故以MDA作为植物伤害指标;可溶性糖、可溶性蛋白和脯氨酸作为保护指标,对雪柳耐涝机理进行研究分析。

水淹前期,MDA和可溶性糖含量变化趋势相同,都显著上升,且在水淹21d时达到峰值。说明水淹前期膜脂过氧化作用明显,植株遭受一定伤害。非酶保护剂中可溶性糖起到主要保护作用,可提高细胞渗透势,维持细胞膨压,并稳定细胞中酶分子活性的构象,提高植物的抗逆适应性^[9]。脯氨酸含量虽与MDA变化不完全一致,但与对照相比处于积累状态,对植株抵御胁迫具有积极意义。脯氨酸除作为渗透调节剂以外,也可作为能量库、氮素储存剂、保持酶系和细胞结构稳定的兼容性溶质^[10]。而可溶性蛋白含量与MDA含量变化趋势相反,可能前期原有蛋白质分解增加而新的蛋白合成又受到抑制,说明可溶性蛋白对水淹胁迫没有立即产生积极防御,水淹前期保护作用尚未体现。水淹后期,MDA、可

溶性蛋白和脯氨酸含量都呈波动性变化,且三者变化趋势基本同步;说明水淹后期保护剂中可溶性蛋白和脯氨酸起到主要调节作用。水淹后期至水淹结束时可溶性糖和 MDA 含量逐渐降低至对照水平,说明水淹胁迫对植株的伤害逐渐减轻,雪柳已基本适应水淹环境,具有一定的耐水淹能力。

该试验结果表明,在水淹期间,只有少数雪柳植株表现出轻微受害症状,如顶端新生叶变细、长势变弱等;且在茎基部出现膨大的皮孔和不定根等形态学适应。雪柳各项生理指标的变化规律显示,其在水淹初期遭受一定的胁迫,但并未对植株的生长造成不可逆的伤害。水淹胁迫时,雪柳体内的几种非酶保护剂在水淹期间积极防御,协同作用,维持植株正常生长。水淹胁迫并未随时间延长而加重,后期各项生理指标趋于稳定,说明其体内各种生理机制又达成了新的平衡。综上所述,可初步得出雪柳对水淹胁迫具有一定的耐受性。由于植物抗水淹机制极为复杂,仅研究部分生理指标的变化具有明显的局限性,因此必须综合分析雪柳形态结构、生长、生理代谢反应等方面的变化,才能准确的揭示雪柳耐水淹机理,科学评价雪柳的耐水淹性强弱。

参考文献

- [1] 谭淑端,朱明勇,张克荣,等. 植物对水淹胁迫的响应与适应[J]. 生态学杂志,2009,28(9):1871-1877.
- [2] 汪源. 成都市滨水植物耐水湿能力研究及其应用[D]. 成都:四川农业大学,2004.
- [3] 邹翠霞,肖荣俊. 雪柳的组织培养与植株再生[J]. 植物生理学通讯,2000,36(2):136-137.
- [4] 王雪莲,李宏伟,冯建荣,等. 生长调节剂对雪柳嫩枝扦插效果的影响[J]. 林业科技,2001,26(5):1-3.
- [5] 罗永清,孙志蓉,唐隆清. 雪柳引种实验初报[J]. 塔里木农垦大学学报,1995,7(1):79-80.
- [6] 金研铭,李良希. 雪柳、连翘和小叶丁香叶片解剖结构及其抗旱关系的比较研究[J]. 东北农业大学学报,2012,43(1):116-120.
- [7] 张治安,陈展宇. 植物生理学实验技术[M]. 长春:吉林大学出版社,2008.
- [8] Anderson J M, Chow J M, Goodchild D C. Thylakoid membrane organization in sun shade acclimation[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1988, 15: 11-26.
- [9] 蔡金峰. 淹水胁迫对乌柏幼苗生长及生理特性的影响[M]. 南京:南京农业大学,2008.
- [10] 张福锁. 环境胁迫与植物营养[M]. 北京:北京农业大学出版社,1993.

Effect of Continuous Water-logging Stress on Some Physiological Parameters of *Fontanesia fortunei* Carr. Blades

LI Xue, JIN Yan-ming, GUO Tai-jun, WANG Na

(College of Horticulture, Jilin Agriculture University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: Taking two-year-old seedlings of *Fontanesia fortunei* Carr. as test materials, the effects of physiological indicators changes in the blades of were studied under the conditions of artificial simulated continuous water-logging stress were studied. The results showed that the content of chlorophyll (a+b) and a/b ratio of the flooded group compared with the control group had the same variation trend, and the difference were not significant. By the end of water-logging stress the ratio of chlorophyll a/b were just above the control group, and the content of chlorophyll (a+b) were all under the control group. The contents of soluble sugar and MDA had the same variation trend, first increased then decreased. The two contents turned to the peak at 21 d, and turned back to the control level by the end of water-logging stress. The content of soluble protein were opposite to MDA trend during the early stage of water-logging stress, but the two had the same variation trend at the later stage, and dropped to 68% of control group finally. The content of proline compared with the control were accumulated most of the time. It had the same variation trend with MDA at the later stage of water-logging stress, and dropped to 87% of control by the end. By comprehensive analysis of the measured index and indicated that *Fontanesia fortunei* Carr. had definite tolerance to the water-logging stress.

Key words: water-logging stress; *Fontanesia fortunei* Carr.; physiological response