

盐胁迫对锦带花生长及光合特性的影响

任志彬¹, 聂庆娟¹, 王志刚¹, 黄大庄¹, 项亚飞², 冯学全²

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071001; 2. 河北雾灵山自然保护区管理局, 河北 承德 067300)

摘要:以锦带花为试材, 采用盆栽法, 研究不同土壤含盐量对锦带花生长及光合特性的影响。结果表明: 随着盐含量的增加, 锦带花的相对新梢生长量在盐含量为 0.1% 时有所增加, 当盐含量 ≥ 0.2 时才显著降低。盐害指数也随着盐含量的增加而逐渐增加, 在盐含量 $\leq 0.2\%$ 时增加不显著, 当盐含量 $\geq 0.3\%$ 时才显著增加。随着盐含量的增加, 锦带花的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率在盐含量为 0.1% 时有所增加, 当盐含量 $\geq 0.2\%$ 时才逐渐降低, 胞间 CO_2 浓度变化趋势与其相反, 在盐含量为 0.1% 时降低, 随着盐含量的增加又逐渐增加。在盐含量 $\leq 0.3\%$ 时, 锦带花的水分利用效率变化不明显, 这说明锦带花可以通过降低蒸腾速率维持自身的水分利用效率, 当盐含量为 0.4% 时, 锦带花的水分利用效率显著降低。在光响应过程中, 随着光强的增加, 各盐含量的净光合速率都逐渐增加, 盐含量越大, 其增加的幅度越小。此外盐胁迫增加了锦带花的光补偿点, 降低锦带花的光饱和点。

关键词: 盐胁迫; 锦带花; 光合特性

中图分类号: S 681.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)07-0093-05

土壤盐渍化是一个世界性的资源问题和生态问题, 据联合国粮农组织和教科文组织的统计, 全球有各种盐渍地约 9.5 亿 hm^2 , 约占全球陆地面积的 10%。我国盐碱地的总面积约 3 000 多万 hm^2 , 其中有 2 000 多万 hm^2 盐荒地等待开垦利用^[1]。在我国人口最密集、经济最发达的沿海地区分布着大面积的盐碱地, 大部分的沿海城市都面临着盐碱化的危害, 大面积盐渍土和次生盐渍化土壤, 严重危害植物生长, 限制农、林业的生产和发展, 影响生态环境, 这就给这些城市的园林绿化增加了难度。此外随着城市人口的不断增长和生态环境的日益恶化及城市可利用面积的缩小, 迫切需要开发和利用大面积的盐渍土, 以改善人类的生存环境, 使经济和环境的发展走上可持续发展的轨道。

因此选择、引种和培育新的耐盐植物, 不仅绿化、美化城市环境还可以达到改良城市土壤、防止盐碱地进一步扩大的目的。锦带花 (*Weigela florida* (Bunge) A. DC) 为忍冬科锦带花属落叶灌木, 花为淡红紫色或玫瑰色, 枝叶繁茂, 5 月开花, 叶浓花艳, 花期长达 2 个月。和夏、秋花混栽, 三季花开不谢, 效果更佳。锦带花适应性

强, 可丛植于草坪、路旁及庭园, 因其对氟化氢、氯化氢有一定的抗性, 也可作工厂、矿区的绿化、美化植物。至今关于锦带花的文献报道很少, 且都集中在它的繁殖方面, 而对耐盐性的研究还未见报道, 该研究正可填补这一研究领域的空白。现以锦带花为研究对象, 通过盆栽控盐试验, 对其盐胁迫下的生长及光合特性指标进行分析, 以期探讨锦带花的耐盐能力, 为锦带花在盐碱化城市的应用推广提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选择当年生的锦带花扦插苗作为盆栽的试验材料, 插穗于 2010 年 3 月份采于河北省雾灵山, 在河北农业大学标本园内扦插繁殖。于 6 月份选择大小一致生长良好的苗木进行盆栽, 7 月份开始进行盐处理试验。

1.2 试验方法

该试验采用盆栽法, 在河北农业大学标本园内进行, 选择的基质为园圃熟土 (3 份) 和沙 (1 份), 其混合干重为 3 kg, 盆栽容器为泥盆, 大小为上口径 \times 小口径 \times 高为 10 cm \times 15 cm \times 10 cm。采用随机区组试验, 设 6 个区组即 0% (CK)、0.1% (A)、0.2% (B)、0.3% (C)、0.4% (D)、0.5% (E) (干土中所含 NaCl 的百分比), 每个区组设 6 个重复。每晚用称重法使土壤含水量控制在田间持水量的 75% ~ 80% 左右。泥盆下设有托盘, 在每晚称重补水后将托盘中渗漏的水返回到泥盆中以防止泥盆中盐分的流失。

第一作者简介: 任志彬 (1985-), 男, 河南驻马店人, 在读硕士, 研究方向为城市林业。E-mail: renzhibin1985@163.com.

责任作者: 王志刚 (1956-), 男, 河北高阳人, 教授, 博士生导师, 现主要从事城市林业、森林保护的教学与研究工作。E-mail: wzghg@mail.hebau.edu.cn.

收稿日期: 2011-01-11

1.3 指标的测定

1.3.1 生长指标的测定 在盐胁迫 30 d 后进行如下生长指标的测定。相对新梢生长: 盐胁迫前和盐胁迫 30 d 后用直尺分别测定新梢的长度, 计算出植物的相对新梢生长量, 其计算公式为: 相对新梢生长 = (盐胁迫后新梢长度 - 盐胁迫前新梢长度) / 盐胁迫前新梢长度。盐害指数: 对全部植株进行盐害调查, 确定不同盐处理下锦带花的盐害指数。盐害分级标准: 0 级: 无盐胁迫危害症状; 1 级: 有少部分叶尖、叶缘和叶脉变黄; 2 级: 约有 1/2 的叶尖、叶缘焦枯; 3 级: 大部分叶片有叶尖、叶缘焦枯和落叶现象; 4 级: 枝枯、叶落直至死亡。植株盐害指数的计算公式为^[2]: 盐害指数 (%) = $\sum (\text{盐害级数} \times \text{相应盐害级的植株数}) / (\text{总株数} \times \text{盐害最高级值})$ 。

1.3.2 光合生理指标的测定 在盐处理后 15 d 用 Li-6400 便携式光合仪对锦带花进行光合生理指标的测定。相同条件下 (同一光强、温度、CO₂ 浓度) 的光合生理指标的测定: 在盐胁迫第 15 天的上午 9:30 采用 Li-6400 便携式光合测定系统进行光合速率 (Pn)、气孔导度 (Gs)、胞间 CO₂ 浓度 (Ci) 和蒸腾速率 (Tr) 等光合生理指标的测定。气孔限制值 (Ls) = $1 - \text{Ci} / \text{Ca}$, 水分利用效率 (WUE) = Pn / Tr , 测定时的光强约为 $750 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, CO₂ 浓度约为 $300 \mu\text{mol} / \text{mol}$, 温度为 25℃ 左右。光响应曲线: 在盐处理后的 15 d 的上午 10:30 采用定株定叶的方法用 Li-6400 便携式光合仪进行测定, 用红蓝光源设定如下光合有效辐射: 2 000、1 500、1 000、600、300、200、100、50、30、10、0 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。测定不同盐含量的锦带花的净光和速率对不同光强的响应。该研究采用叶子飘的直角双曲线模型修正模型对光响应曲线进行拟合^[13]: $\text{Pn}(I) = a \times (1 - \beta \times I) * I / (1 + \gamma \times I) - \text{Rd}$ 。其中 β 称为修正系数, a 是光响应曲线的初始斜率, 即在点 $I=0$ 时的斜率, 系数 γ 等于光响应曲线的初始斜率与植物最大光合速率之比, 即 $\gamma = a / \text{Pmax}$ 。

1.3 数据分析

采用 Excel 与 Spss 统计软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对锦带花幼苗生长的影响

2.1.1 盐胁迫对锦带花幼苗相对新梢生长的影响 由图 1 可知, 锦带花相对新梢生长量在盐胁迫下总体呈现逐渐降低的变化趋势, 与对照相比, 当盐含量为 0.1% 时锦带花的相对新梢生长略有增加, 但未达到显著水平。当盐含量为 0.2%、0.3%、0.4% 时才显著下降, 分别下降了 14.7%、45.7%、68.1%。

2.1.2 盐胁迫对锦带花幼苗的伤害 由图 2 可知, 随着盐含量的增加锦带花的盐害指数逐渐增加, 这说明随着盐含量的增加锦带的伤害增加。对照相比, 盐含量为 0.1%、0.2% 时增加不显著, 锦带花幼苗生长正常, 盐含

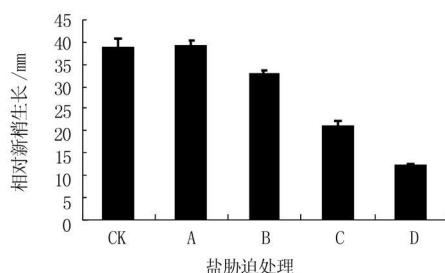


图 1 盐胁迫对锦带花相对新梢生长的影响

量为 0.3% 时, 其增加达到显著水平, 对锦带花幼苗伤害加剧, 其表现为有少部分叶尖、叶缘和叶脉变黄, 当盐含量为 0.4% 时, 与对照相比其增加达到极显著水平, 对锦带花产生极显著伤害, 表现为约有 1/2 的叶尖、叶缘焦枯, 严重影响了锦带花幼苗的生长。

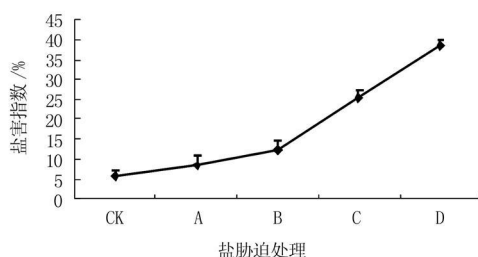


图 2 盐胁迫对锦带花盐害指数的影响

2.2 盐胁迫对锦带花幼苗光合特性的影响

2.2.1 盐胁迫对锦带花幼苗光合生理及水分利用效率的影响 由图 3 可知, 锦带花的净光合速率呈现先升高再降低的变化趋势, 与对照相比, 盐含量为 0.1% 时净光合速率有所增加, 但未达到显著水平, 当盐含量 $\geq 0.2\%$ 时, 锦带花的净光合速率才明显下降, 与对照相比分别下降了 26.1%、52.0%、65.8%, 经方差分析均达到显著差异。由图 4~6 可知, 锦带花幼苗的气孔导度、气孔限制值、蒸腾速率的变化趋势与净光合速率的变化趋势表现一致, 其都在盐含量为 0.1% 时略有增加, 最后随着盐含量的增加又显著的减小。由图 7 可知, 锦带花胞间 CO₂ 浓度呈现出不同的变化趋势, 与对照相比, 在盐含量为 0.1% 时下降了 6.7%, 未达到显著水平, 当盐含量 $\geq 0.2\%$ 时胞间 CO₂ 浓度逐渐增加, 与对照相比分别增加了 9.4%、14.2%、24.4%。这表明锦带花的叶肉细胞光合能力下降, 其对 CO₂ 的利用能力下降从而导致了胞间 CO₂ 浓度含量的上升。由图 8 可知, 与对照相比锦带花的水分利用效率都略有下降, 盐含量为 0.1%、0.2%、0.3% 时分别下降 1.2%、9.3%、7.5%。经方差分析与对照未达到显著差异, 当盐含量为 0.4% 时下降了 31.8%, 与对照差异显著。这说明当盐含量为 0.1%、0.2%、0.3% 时, 锦带花可以通过自身的主动调节保持较高的水分利用效率, 当盐含量为 0.4% 时已经超过锦带花的自身调节范围, 因此锦带花的水分利用效率显著下降。

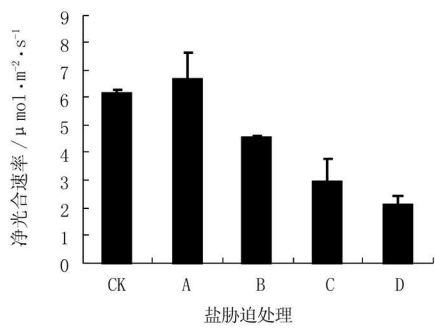


图 3 盐胁迫对锦带花净光合速率的影响

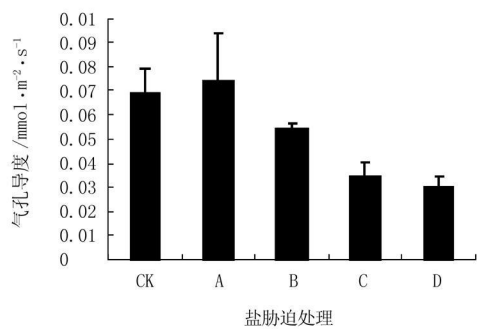


图 4 盐胁迫对锦带花气孔导度的影响

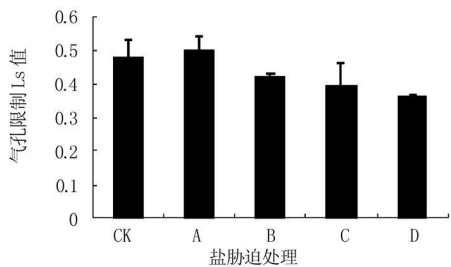


图 5 盐胁迫对锦带花气孔限制值的影响

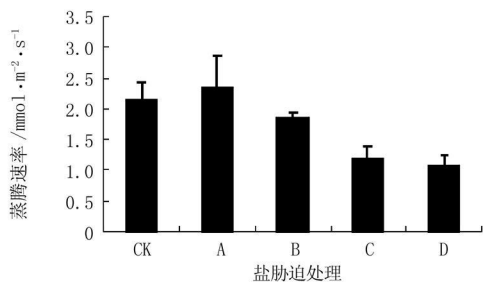


图 6 盐胁迫对锦带花蒸腾速率的影响

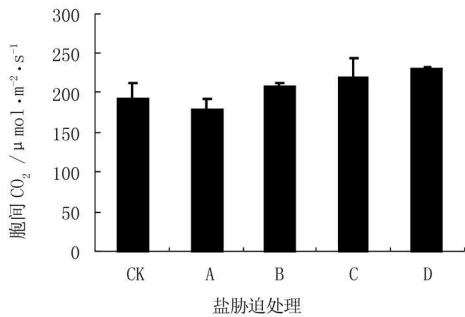


图 7 盐胁迫对锦带花胞间 CO_2 浓度的影响

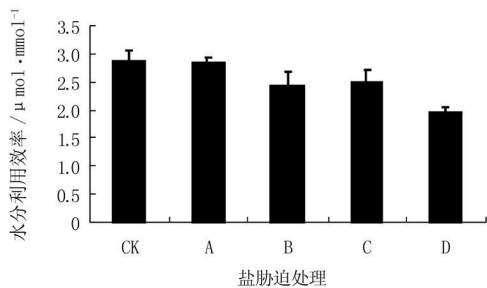


图 8 盐胁迫对锦带花水分利用效率的影响

2.2.2 盐胁迫下锦带花幼苗的净光合速率的光响应

由图 9 可知, 各盐分处理下的净光合速率随着光强的增加其变化趋势一致, 即在一定光强范围内随着光强的增加而增加, 当光强大于 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 时, 净光合速率是随着光强的增加其增加幅度在逐渐的减小, 最后都逐渐趋于稳定。但在土壤盐量为 0.1% 与 0.2% 时锦带花的净光合速率增加迅速而在盐含量为 0.3%、0.4% 时净光合速率的变化趋势缓慢。由此可见, 在低盐胁迫下增加光强能显著的增加植物的净光合速率, 在高盐胁迫下增加光强对锦带花的净光合速率影响不大。随着光强的增加, 各盐处理的净光合速率的差异逐渐增大, 其表现为盐含量为 0.1%、0.2% 时略有增加, 在盐含量为 0.3%、0.4% 时才显著降低。由表 1 可知, 锦带花的最大净光合速率在盐含量为 0.1%、0.2% 时有所增加, 在盐含量为 0.3%、0.4% 时显著降低, 与对照相比分别下降

了 54.1%、62.3%。锦带花的光补偿点在盐含量 ≤ 0.3 时变化不显著, 在盐含量为 0.4% 则显著上升, 与对照相比增加了 141.6%。随着盐含量的增加, 锦带花的光饱和点逐渐的降低, 在盐含量为 0.4% 时有所上升, 但仍显著低于对照。

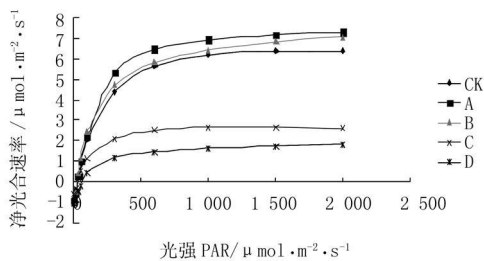


图 9 不同盐浓度处理的锦带花 P_n 光响应曲线

表 1 盐胁迫对锦带花幼苗光合作用-光响应
曲线特征参数的影响 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

处理	最大净光合速率	表观量子效率	光补偿点	光饱和点
CK	7.54	0.034	20.1	944
A	8.51	0.044	21.6	917
B	8.34	0.051	19.9	886
C	3.46	0.029	21.4	840
D	2.84	0.019	52.9	853

3 讨论

有研究表明,盐胁迫显著抑制植物的生长使生物量的减少^[4]。该研究认为低盐胁迫(0.1%)对锦带花的生长有一定的促进作用,此时的盐害指数与对照相比几乎无变化,锦带花幼苗生长正常。盐含量为0.3%时,盐害指数增加达到显著水平,对锦带花幼苗伤害加剧,其表现为有少部分叶尖、叶缘和叶脉变黄,此时对锦带花的生长产生了一定的影响。当盐含量为0.4%时,与对照相比其盐害指数的增加达到极显著水平,对锦带花产生极显著伤害,表现为约有1/2的叶尖、叶缘焦枯,严重影响了锦带花幼苗生长。

光合作用是植物积累物质促进生长的重要途径,净光合速率反应植物积累同化物的速率。一些研究认为盐胁迫降低植物的光合作用影响植物生长^[5]。该研究认为,低盐胁迫(0.1%、0.2%)促进锦带花的光合作用增加植物的净光合速率,只有含盐量到达一定的程度(0.3%、0.4%)锦带花的净光合速率才随着盐含量的增加而逐渐的减小。这与柯裕州^[6]在盐胁迫对桑树幼苗光合生理生态特性的影响的研究中结果一致,低盐(0.1%)能够促进桑树幼苗的光合作用;当土壤盐分达到一定程度($\geq 0.3\%$)时,盐浓度越高,桑树净光合速率越低。低盐浓度条件下,锦带花幼苗的净光合速率增加可能是其通过自身调节适应不良环境的一种表现。在盐胁迫的环境下,植物必须通过增加植物的净光合作用积累物质,促进能量转化从而修复受损的组织、保持细胞膜的完整性、拒绝离子进入细胞。随着盐含量的增加,大量的离子进入细胞,从而抑制光系统的活性^[7],此外细胞膜透性的增加及叶绿素的降低也是光合速率下降的重要原因。

一般认为有两大因素影响植物的光合作用即气孔因素与非气孔因素^[8]。任艳芳^[9]在对莒荻的研究中表明,植物的光合作用具体受气孔因素还是非气孔因素的影响不能一概而论,这与所研究的植物种类以及盐胁迫的程度、盐胁迫的时间密切相关。该试验表明,在0.1%时,锦带花的Gs、Ci下降而Ls上升,当盐含量为0.2%、0.3%、0.4%时Gs、Ls下降而Ci却上升。根据Farquhar^[10]等的观点,Gs和Ci降低而Ls升高表现为气孔因

素;则Gs和Ls降低而Ci的升高表现为非气孔因素。由此可见,在盐含量为0.1%时表现为气孔因素为主,在盐含量为0.2%、0.3%、0.4%表现为非气孔因素为主。

光是植物进行光合作用的物质基础,光响应曲线描述的就是植物的净光合速率与光照强度之间的关系。该研究认为,各盐处理的净光合速率都随着光强的增加而逐渐增加,最后趋于稳定。此外低盐含量的增加幅度比高盐含量的增加幅度大,因此在低盐胁迫下增加光强能显著的增加锦带花的净光合速率,在高盐胁迫下增加光强对锦带花的净光合速率影响不大。植物的光饱和点与光补偿点的大小反映了植物对光的利用能力^[11]。若植物的光饱和点与光补偿点都偏低,说明此植物利用弱光的能力比较强,属于较耐阴植物^[12]。在对照处理下,锦带花的光补偿点为 $20.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,光饱和点为 $244 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,因此锦带花属于较耐阴植物。盐胁迫处理下锦带花的光补偿点增加,光饱和点降低,这说明盐胁迫降低了锦带花的光能利用能力。

4 结论

通过对锦带花扦插苗在盐胁迫下的生长及光合指标的分析得出如下结论,锦带花扦插苗具有一定耐盐能力,在土壤氯化钠含量低于0.2%,可促进锦带花生长,当盐分含量达到0.4%时,则生长受到明显抑制作用。

参考文献

[1] 赵可夫,李法曾.中国盐生植物[M].北京:科学出版社,1999.
[2] 骆建露,史燕山,吕松等.3种木本地被植物耐盐性的研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33(12):121-124.
[3] 叶子飘,于强.一个光合作用光响应新模型与传统模型的比较[J].沈阳农业大学学报,2007,38(6):771-775.
[4] 陈兰周,刘永定,李敦海.盐胁迫对爪哇伪枝藻(*Scytonema javanicum*)生理生化特性的影响[J].中国沙漠,2003,23(3):285-288.
[5] Berry J A, Downton W J S. Environmental regulation of photo-synthesis[C]//Govind J. Photosynthesis (Vol). New York: Academic Press, 1982: 263-345.
[6] 柯裕州,周金星.盐胁迫对桑树幼苗光合生理生态特性的影响[J].林业科学,2009,45(8):61-66.
[7] Neumann P M. Salinity resistance and plant growth revisited plan[J]. Cell and Neumann Environ, 1997, 20: 1193-1198.
[8] 许大全. 叶片表观光合量子效率的测定[M]//中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会.现代植物生理学实验指南[M].北京:科学出版社,1999:89-90.
[9] 任艳芳,何俊瑜.NaCl胁迫对莒荻幼苗生长和光合性能的影响[J].华北农学报,2008,23(4):149-153.
[10] Farquhar D G, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1982, 33: 317-345.
[11] 刘悦秋,孙向阳,王勇等.遮荫对异株荨麻光合特性和荧光参数的影响[J].生态学报,2007,27(8):3457-3464.
[12] 冷平生,杨晓红,胡悦等.5种园林树木的光合蒸腾特性的研究[J].北京农学院学报,2000,15(4):13-18.

水生植物在园林水景中的应用研究

辛 爽, 王 先 杰

(北京农学院 园林系, 北京 102206)

摘 要: 通过对水生植物概念及特点的介绍, 分析了水生植物在园林水景中的景观及生态作用, 对水生植物在园林水景中的各种配置应用形式进行总结, 提出应用中存在的问题及相应对策, 并对其在园林水景中的应用做出进一步的展望。

关键词: 水生植物; 园林水景; 作用; 应用

中图分类号: S 682.32 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)07-0097-04

园林水景是园林景观中不可或缺的组成部分, 主要以水生植物、山石、建筑等作为构景要素, 其中水生植物是营造园林水景的重要素材。水生植物的合理应用能极大地丰富水景效果, 起到画龙点睛的作用, 此外还能净化水质、固坡护岸, 具有十分重要的景观意义、生态意义和社会意义。

1 水生植物概述

1.1 水生植物的概念及其特点

第一作者简介: 辛爽(1984), 女, 硕士, 研究方向为风景园林景观规划设计。E-mail: xinshuang1984@163.com。

责任作者: 王先杰(1964), 男, 副教授, 研究方向为风景园林景观规划设计。E-mail: sjmj888@163.com。

基金项目: 北京市教委科技计划资助项目(KM200910020008)。

收稿日期: 2010-12-24

凡生长在水中或潮湿土壤中的植物通称为水生植物, 水生植物与其它植物最大的不同在于它们对水分的要求和依赖远远大于其它各类植物, 具有生长速度快、分布广、繁殖快、病害少、用途大等特点^[1]。

1.2 水生植物的分类

根据水生植物的生活方式与形态的不同, 一般将其分为挺水植物、浮水植物、沉水植物和漂浮植物。

1.2.1 挺水植物 挺水型水生植物植株高大, 花色艳丽, 绝大多数有茎、叶之分; 直立挺拔, 下部或基部沉于水中, 根或地茎扎入泥中生长发育, 上部植株挺出水面。挺水型植物种类繁多, 常见的有荷花、黄花鸢尾、千屈菜、菖蒲、香蒲、慈姑等。

1.2.2 浮叶植物 也称浮水植物, 其根状茎发达, 花大, 色艳, 无明显的地上茎或茎细弱不能直立, 叶片漂浮于水面或略高于水面, 开放时近水面。如睡莲、野菱、王莲、荇菜、芡实、莼菜、荸荠等。

Effect of Salt Stress on the Growth and Photosynthetic Characteristics of *Weigela florida*

REN Zhi-bin¹, NIE Qing-juan¹, WANG Zhi-gang¹, HANG Da-zhuang¹, XIANG Ya-fei², FENG Xue-quan²

(1. College of Forest, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001; 2. Hebei Administration of Wuling Mountain National Nature Reserve, Chengde, Hebei 067300)

Abstract: Effect of salt stress on the growth and photosynthetic characteristics of *Weigela florida* were studied. The results showed that the relative growth of new tress was enhanced at the salt concentration 0.1%, but decreased when decreased while salt concentration $\geq 0.2\%$. The salt injure index increased gradually with the increasing of salt concentrations. It increased unobviously while salt concentration $\leq 0.2\%$ but increased significantly while salt concentration $\geq 0.3\%$. The content of chlorophyll, Pn, Gs and Tr was enhanced at the salt concentration 0.1%. But decreased while salt concentration $\geq 0.2\%$. On the contrary, the Ci decreased at the salt concentration 0.1% but increased gradually while salt concentration $\geq 0.3\%$. The water efficiency was maintained by decreasing Tr while salt concentration $\leq 0.3\%$ but decreased significantly while salt concentration 0.4%. With the increasing of PAR, the Pn increased gradually at each salt concentration. The Pn at the lower salt concentration increased more quickly than the Pn at the high salt concentration. Besides the light-compensation point increased with the increasing of salt concentrations, but the light-saturation point decreased.

Key word: salt stress; *Weigela florida* (Bunge) A. DC; photosynthetic characteristics