

水湿处理对盐桦苗木光合特性的影响

李 宏¹, 王 彬²

(1. 新疆林业科学院 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 对1 a生实生盐桦苗的耐水湿能力进行研究, 测定了盐桦苗木在不同水湿高度下的净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度、蒸腾速率等生理指标的变化情况。结果表明: 在水湿处理后盐桦苗木的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率均有不同程度的下降, 而胞间 CO₂ 浓度有所上升, 光合作用的主要限制因素是非气孔因素。盐桦苗木在受到 9 个月的水湿处理后仍未死亡, 说明盐桦苗木具有一定的耐水湿的特性。

关键词: 盐桦; 耐水湿; 生理指标

中图分类号: S 792.15 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)14-0100-03

盐桦 (*Betula halophila*) 为桦木科盐桦属落叶小乔木或直立大灌木, 树高 3~4 m。1984 年被列为国家二级珍稀濒危植物。1999 年被列为国家重点保护野生植物(二级)。盐桦仅存于我国新疆阿勒泰地区, 为新疆特有的濒危种, 现已很难找到。陶玲等对中国 50 种荒漠植物进行珍稀濒危程度的综合定量评价, 结果表明, 盐桦的综合评价价值最高, 被列为一级保护种, 可以定性描述为珍贵濒危植物, 列为一级保护^[2]。盐桦是一种在干旱盐碱地带再生能力极强的树种, 有一定的防风固沙的能力。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2008 年 8~9 月在新疆林科院内进行。试验地位于新疆林业科学院日光温室外, 乌鲁木齐年平均降水量为 194 mm, 夏季平均气温为 25.7℃, 海拔约 800 m, 年平均气温 6.8℃, 蒸发量 2 219 mm, 属荒漠气候, 干旱少雨, 气候寒冷, 日照强烈, 昼夜温差大。

第一作者简介: 李宏(1962-), 男, 研究员, 现主要从事森林培育研究工作。

基金项目: 国家林业局重点科学技术计划资助项目(2003-015-L15)。

收稿日期: 2010-04-16

1.2 试验材料

采用中国新疆自治区 1 a 生实生盐桦苗, 从育苗盘随机将高度 5 cm 左右盐桦苗移栽到盆中, 每盆中栽植 5 株, 呈“十”字型栽植, 共移栽 21 盆, 统一管理。

1.3 试验方法

将移栽的 21 盆盐桦苗分成 7 组, 每组 3 盆。其中 1 组为对照(CK), 3 盆共 15 株盐桦苗, 进行正常的日常管理。其余 6 组做水湿处理, 用大花盆套小花盆的办法, 大花盆高 15 cm, 小花盆高 12 cm, 土高 10 cm, 分别用水淹到小花盆底部 2、4、6、8、10、12 cm(分别用 A、B、C、D、E、F 代替), 每天晚上进行补水以保持水湿的高度。试验于 8 月 8 日开始, 采用美国 LI-COR 公司生产的 LI-6400 型便携式光合作用测定仪, 用 LI-6400-02B 红蓝光光源提供 900~1 000 μmol·m⁻²·s⁻¹ 的固定光强, 于上午 9:30~11:30 分别在 8 月 6 日(处理前)、8 月 9 日、8 月 23 日、8 月 29 日、9 月 2 日、9 月 16 日以及翌年 4 月 15 日对各处理的当年生成熟叶片进行试验相关的光合数据的测定。

2 结果与分析

2.1 不同水湿处理对盐桦苗木的净光合速率的影响

如图 1 所示, 水湿处理后除对照 CK, 其余盐桦苗木的净光合速率(Pn)显下降趋势。在处理前各组的 Pn 基

sugar and proline compared with the control, MDA content between the December to February was no significant difference with the control, conductivity in January with the control was no significant difference. The other month was significantly lower than the control, SOD activity in november and in march was no significant difference with the control, POD activity had always been significantly lower than the control. Comprehensive analysis concluded that. The most obvious manifestations of the *Magnolia denudata* physiological characteristics as wind barrier in the early winter in November and early spring from February to March, in the 12~1 month less affected.

Key words: plastic wind barrier; *Magnolia denudata*; physiological characteristics

本一致,水湿处理后第 1 天各组处理变化并不明显,但 14 d 后,水湿处理对 P_n 影响显著,即不同水湿高度的盐桦植株的净光合能力也明显不同,除对照 CK 外,水湿处理后盐桦苗木的光合能力有所下降并与水淹高度显负相关,水淹高度越高盐桦苗木的 P_n 越低。在处理后第 14 天各组盐桦苗木的 P_n 由大到小依次是 $CK>A>B>C>D>E>F$, 光合速率最高的为对照(CK),最低的为处理 F。在 9 月 16 日各处理 P_n 变化基本稳定,并显现出 3 个不同的 P_n 水平,其中 P_n 最高的是对照 CK,其次为处理 A 和处理 B,再次为处理 C、D、E 和 F,翌年 4 月 15 日盐桦苗木再次展叶后的净光合速率显 3 个水平,对照 CK 最高 A、B、C 和 D 的 P_n 相差不大,处理 E 和 F 的 P_n 也处在统一水平。

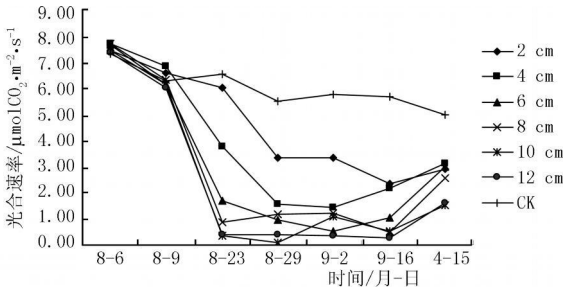


图 1 不同水湿处理对盐桦净光合速率的影响

2.2 不同水湿处理对盐桦苗木气孔导度的影响

如图 2 所示,除对照 CK 外,各组盐桦苗木在处理后的气孔导度(Cond)整体显下降趋势,其变化过程与净光合速率变化基本一致。在 14 d 后,各组盐桦苗木的气孔导度变化基本稳定,Cond 从大到小依次是 $CK>A>B>C>D>E>F$,与 P_n 变化规律基本一致,最低的 F 相对与对照 CK 下降了 86.31%,相对变化较小的水湿处理 A 也比 CK 下降了 60.36%。水湿处理影响了盐桦苗木的正常气孔开闭,从而影响了盐桦苗木的正常光合作用。

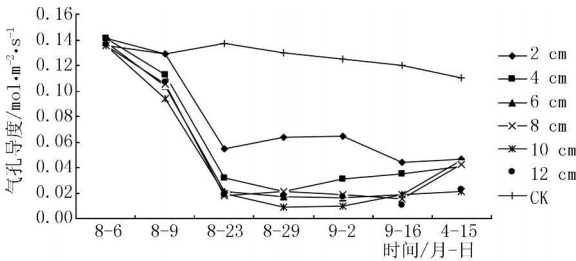


图 2 不同水湿处理对盐桦净气孔导度的影响

2.3 不同水湿处理对盐桦苗木胞间 CO₂ 浓度的影响

如图 3 所示,水湿处理后各组盐桦苗木的净胞间 CO₂ 浓度(C_i)值相对与对照 CK 都有所上升,与 P_n 和 Cond 变化趋势相反,随着 Cond 的下降,苗木的净光合能力下降,导致 C_i 升高, C_i 上升的趋势比较平缓,在处

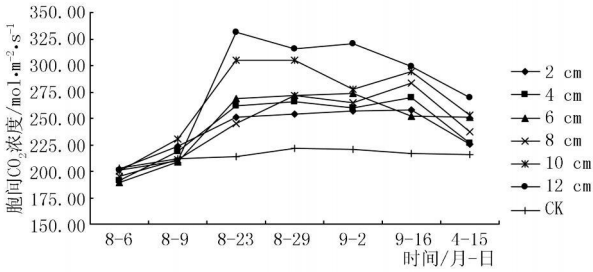


图 3 不同水湿处理对盐桦净胞间 CO₂ 浓度的影响

理 14 d 后,各组盐桦苗木的 C_i 值维持稳定,变化不再明显,从高到低依次是 $F>E>D>C>B>A>CK$ 。这是因为 Cond 的下降影响了盐桦吸收 CO₂ 并进行光合作用,从而使得 C_i 值升高。

2.4 不同水湿处理对盐桦苗木蒸腾速率的影响

如图 4 所示,除对照 CK 外,水湿处理后各组盐桦苗木的蒸腾速率(T_r)均有不同程度的下降,其中处理 F 和 E 下降最为明显,显直线下降,在水湿处理后 T_r 立即下降。处理 A、B 在处理后的第 2~14 天下降相对平缓,处理 C、D 下降较 E 和 F 平缓一些。说明水湿的处理影响了盐桦苗木的正常的蒸腾作用,水淹高度越高,苗木的 T_r 越低,这与 P_n 和 Cond 的变化规律一致。水湿对盐桦苗木形成胁迫,导致其光合的一系列的指标的变化。

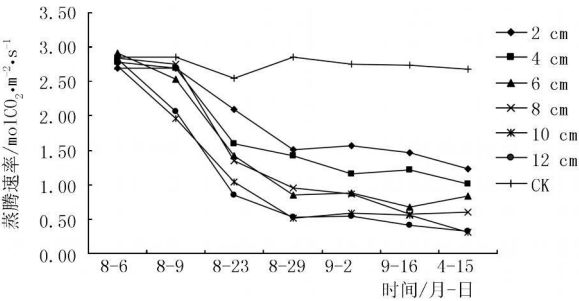


图 4 不同水湿处理对盐桦净蒸腾速率的影响

2.5 对不同水湿处理对盐桦苗木生长的影响

该试验于 2008 年 8 月 8 日开始对盐桦苗木进行水湿处理,2009 年 4 月 15 日结束,在 9 个月的处理过程中虽对盐桦苗木有所影响但是并未致其死亡。盐桦幼苗在在受到不同程度的水湿处理后物候特性的受到一定的影响,出现提前落叶的现象。正常对照盐桦苗木于 10 月上旬开始落叶,水湿处理的盐桦苗木落叶提前 15 d 左右,各组处理落叶的时间也与处理梯度成正相关,即水湿深的盐桦苗木提前落叶。在水湿处理后盐桦苗木也相应出现了叶边干枯,叶片失活,水湿严重的有萎蔫,其中处理 E 和 F 在处理之后植株基本停止生长,叶片失活,叶边缘干枯,叶片略有萎蔫,但是并未死亡。落叶结束后将各组盐桦苗木搬入温室,在 2009 年 1 月 15 日,开

始叶芽开始膨胀, 芽鳞开始分离, 侧面显露出浅色的线形或角形。

3 结论与讨论

植物在受到胁迫时光合速率下降分为气孔限制和非气孔限制 2 种机制^[5]。其主导因素: 一是气孔导度的下降, 阻止了 CO₂ 的供应; 二是叶肉细胞光合能力的下降, 使叶肉细胞利用 CO₂ 的能力降低, 从而使胞间 CO₂ 含量升高^[4,5]。该研究结果发现, 随着水湿深度的加深, 盐桦幼苗的气孔导度也随之降低, 而胞间 CO₂ 浓度却有所上升, 说明长期的水湿处理导致盐桦苗木的叶肉细胞光合能力下降, 从而使得盐桦苗木的光合能力降低。可见, 光合作用的主要限制因素是非气孔因素。

该研究结果表明, 在水湿处理后, 盐桦苗木从生理上表现出与其它植株受到干旱胁迫或盐胁迫相同的生理变化, 即净光合速率、气孔导度、蒸腾速率随着受胁迫的程度的升高而降低, 而胞间 CO₂ 浓度则随着受胁迫的程度的加深而升高。这与前人的试验结果基本一致^[6,9], 在胁迫条件下净光合速率、蒸腾速率和气孔导度都有所下降, 胁迫影响了植株的正常光合作用。

水湿处理后, 各组盐桦苗木的正常生长也受到了一定的影响。在水湿处理后, 相对于对照, 盐桦苗木的生长量大幅度降低, 产生一系列的避害反应, 胁迫严重的处理植株基本停止了生长, 叶片稍有萎蔫, 但是在受到 9 个月左右的水湿处理后并未致其死亡, 盐桦苗木的根部也没有因为长时间在水中浸泡而导致腐烂, 说明盐桦有一定的耐水湿特性。有研究表明^[10], 在淹水的条件下叶片质膜透性、游离脯氨酸含量及黄酮含量在水胁迫下显著提高, 叶绿素含量和根系活力则明显降低。该试验并未对盐桦苗木的生化指标进行观察测定, 盐桦苗木受到水湿处理后的生化指标的变化还有待于研究。

耐水湿树种的筛选评价, 目前国内外尚无统一的标

准; 国内常以耐水湿类、稍耐水湿类、不耐水湿类分 3 个等级来评判树种的耐湿性。也有人以极耐水湿、较耐水湿、微耐水湿和不耐水湿分 4 个等级来划分^[3]。盐桦在受到 9 个月的水湿处理后, 并没有死亡, 说明了盐桦苗木有耐水湿的能力。调查表明同一树种不同树龄, 其耐水淹能力亦不同。一般是随着树龄的增加, 耐水淹能力也逐渐增强。但树龄到衰老期, 耐水淹能力又下降^[3]。根据盐桦的耐水湿特性, 可选择盐桦苗木在低洼地带, 或者洪水多发地带植树造林。

参考文献

- [1] 张立运, 攀伯荣. 新疆植物资源评价及其利用[J]. 干旱区地理 2000 23(4): 334-335.
- [2] 陶玲, 李新荣, 刘新民. 中国珍稀濒危荒漠植物保护等级的定量研究[J]. 林业科学 2000 37(1): 52-57.
- [3] 顾佳涛, 张智, 奇周音. 树种耐水湿筛选研究综述[J]. 上海农业学报, 2004, 20(4): 66-69.
- [4] 王邦锡, 何军贤, 黄久常. 水分胁迫导致小麦叶片光合作用下降的非气孔因素[J]. 植物生理学报, 1992, 18(1): 77-81.
- [5] 刘国琴, 樊卫国. 果树对水分胁迫的生理响应[J]. 西南农业学报 2000, 13(1): 101-106.
- [6] 付士磊, 周永斌, 何兴元. 干旱胁迫对杨树光合生理指标的影响[J]. 应用生态学, 2006, 17(11): 2016-2019.
- [7] 惠红霞, 许兴, 李守明. 盐胁迫抑制枸杞光合作用的可能机理[J]. 生态学报, 2004 23(1): 5-9.
- [8] 杜中军, 翟衡, 潘志勇. 盐胁迫下苹果砧木光合能力及光合色素的变化[J]. 果树学报, 2001, 18(4): 200-203.
- [9] 高健, 侯成林. 淹水胁迫对 F-69/55 杨蒸腾作用的影响[J]. 应用生态学报 2000 11(4): 512-518.
- [10] 汪贵斌, 曹福亮, 郭起荣. 淹水对银杏生长及生理的影响[J]. 江西农业大学学报, 1998, 20: 237-241.
- [11] 王建国, 陈萃. 耐水湿、耐盐碱树种造林技术试验[J]. 宁夏农业科技 1999(6): 34-35.
- [12] 彭镇华, 康忠铭. 安徽淮河流域耐水湿树种的聚类分析及布局研究[J]. 安徽农业大学学报 1994 21(2): 101-108.

Photosynthetic Characteristics of *Betula halophila* Trees Under Waterlogging

LI Hong¹, WANG Bin²

(1. Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi, Xinjiang 830000; 2. College of Forestry and Horticulture Xinjiang Agricultural University, Urumqi Xinjiang 830000)

Abstract: Studied the waterlogging resistance of the annual *Betula halophila* seedling, determined the net photosynthetic rate, stomatal conductance to H₂O, Inter-cellular CO₂ concentration, transpiration rate of the *Betula halophila* seedling which under the different high of the waterlogging. The results showed that under the waterlogging resistance the net photosynthetic rate, stomatal conductance to H₂O, transpiration rate of the *Betula halophila* seedling decreased in varying degrees, but the inter-cellular CO₂ concentration had the rise, the limiting factors of photosynthetic was the non-stomata factors. The *Betula halophila* seedling had been under the waterlogging nine month, it showed that the *Betula halophila* seedling had certain waterlogging resistance.

Key words: *Betula halophila*; waterlogging tolerant; physiological indexes