

不同水分梯度下几个树种木质部栓塞的研究

张 丹¹, 张硕新², 黄菊莹¹, 王 斌¹

(1. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 西北农林科技大学 林学院 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 用盆栽控水方法, 对不同水分梯度下木质部栓塞程度与水势等生理生态指标之间的关系进行了研究。结果表明, 植物木质部栓塞程度随水势的变化在一天中有明显的增减, 其大小不仅决定于枝条水势, 而且与净光合速率、蒸腾速率、气孔导度、大气温度、相对湿度等生理生态指标有关。

关键词: 盆栽控水; 生理生态指标; 木质部栓塞

中图分类号: S718.43

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2004)02-0018-04

The Study of Xylem Embolism in Some Woody Plants by Controlling Water Gradient

ZHANG Dan¹, ZHANG Shuo-xin², HUANG Ju-ying¹, WANG Bin¹

(1. College of Resources and Environment, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Forestry, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Relationships between degree of xylem embolism under different water gradients and ecophysiological indexes such as water potential were studied by controlling soil moisture of potted plants. The results showed that the degree of xylem embolism varied with the water potential in one day, which was not only influenced by the water potential, but also by the integrated affection of the ecophysiological including photosynthetic available radiation, transpiration rate, stomatal conductance, air temperature and relative humidity.

Key words: controlling water by potted planting; ecophysiological indexes; xylem embolism

木质部栓塞化是由于水分胁迫或维管病害、空气或病毒粒子经纹孔膜进入导管, 影响木质部输水, 从而影响植物正常生理活动的一种现象。我国北方地区普遍缺水, 植物生长受到水分亏缺的威胁, 木质部栓塞化是常见的现象^[1~9]。申卫军等^[2]、Mcciiy等^[10]发现, 木质部栓塞化具有日变化规律, 这种规律可能与植物遇到的逆境胁迫, 光合、蒸腾特性, 适应逆境环境的方式等有关。本研究选取我国北方地区4个主要造林树种, 用盆栽控水方法对其1年生枝条木质部栓塞进行了观测, 探讨木质部栓塞与枝条水势之间的关系, 进行相同水分条件下栓塞程度的类比, 旨在揭示水分对木质部栓塞程度的影响以

及栓塞程度和其他生理生态指标之间的关系。

1 材料与方法

1.1 材料

实验所用的苗木为生长正常的白榆(*Ulmus pumila*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、元宝枫(*Acer truncatum*)3年生实生苗, 均以1年生枝条作为实验材料。

1.2 研究方法

1.2.1 苗木处理 将上述实生苗栽植在口径35 cm, 底径25 cm, 高30 cm的塑料桶中, 置于防雨棚内。桶内土壤为苗圃表土过筛后和沙子按4.5:1混

收稿日期: 2003-12-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(30170766); 教育部资助优秀青年教师基金

作者简介: 张丹(1979-), 女, 陕西渭南人, 研究生, 研究方向为植物生理生态。

合,萎蔫系数 7.7%,田间持水量 26.0%。每桶装土 10 kg,塑料桶底部各打 3 个孔以防积水。干旱处理前,各桶充分浇水。实验设 4 个处理水平,即土壤相对含水量 (*RWC*) 分别为 5%~10%、10%~15%、15%~20%、20%~25%,每水平设 3 个重复。实验进行时一次浇到田间持水量,然后采用自然干燥法控水,同时实测土壤含水量。本实验在一天中设 4 个测定点,即 7:00、10:00、13:00、16:00 时。

1.2.2 木质部栓塞程度的测定 在选定树体上剪下 1 年生小枝,放入装有湿纸的塑料袋中,立即带回实验室测定水势和导水率,水势测定用压力室法 (Model 3005, Soil Moisture Equipment, USA),导水率用冲洗法测定,冲洗液为 14.2 mmol/L 的抗坏

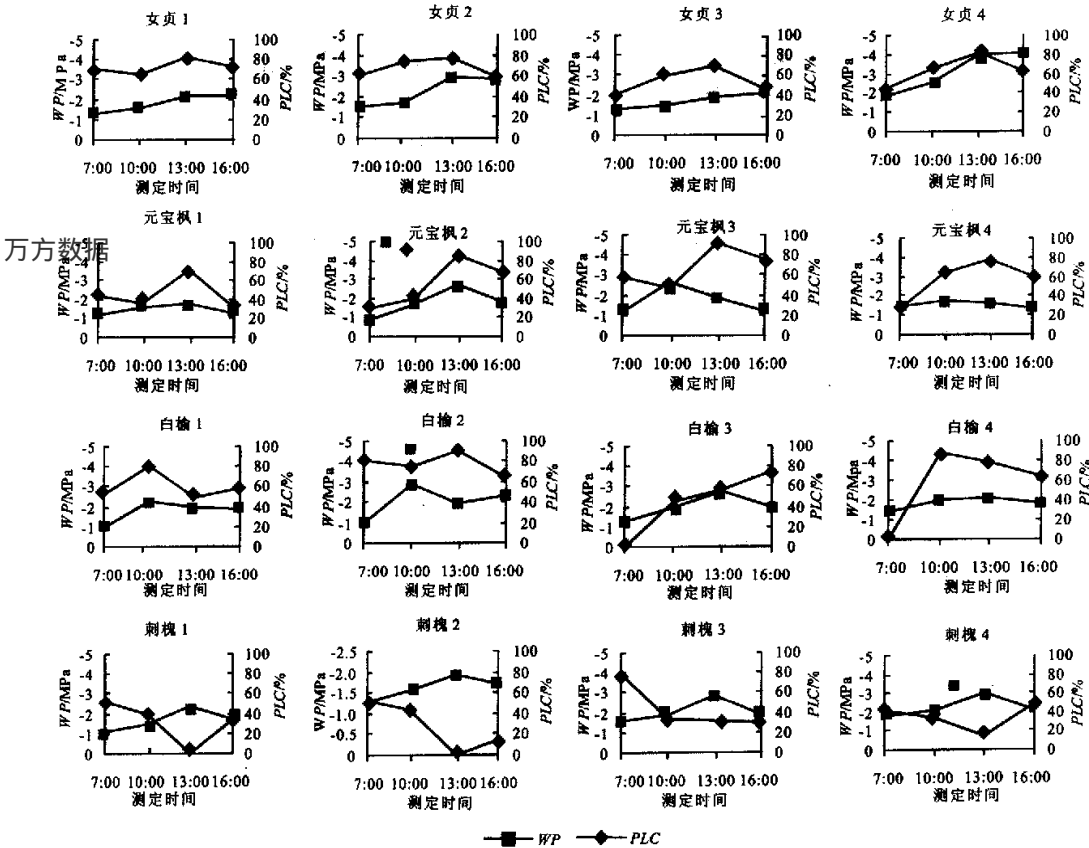
血酸溶液。溶液经孔径为 0.2 μm 的微孔滤膜与真空泵上抽滤,过滤好的溶液置于冰箱 (温度低于 4℃) 中保存,每次使用前取出适量溶液放入超声波清洗仪中除气 20 min,待溶液下降至室温后用于测定导水率。以导水率损失的百分数表示栓塞程度的大小,计算公式如下:

$$PLC(\%) = (HC_{max} - HC_{min}) / HC_{max} \times 100\%$$

HC_{min} (mg/MPa·min) 为冲洗前切段的初始导水率; HC_{max} (mg/MPa·min) 为反复冲洗后切段所达到的最大导水率; $PLC(\%)$ 为导水率损失。

2 结果与分析

2.1 木质部栓塞的日变化与枝条水势的关系



1. *RWC* 20%~25%; 2. *RWC* 15%~20%; 3. *RWC* 10%~15%; 4. *RWC* 5%~10%

图 1 4 个树种不同土壤含水量条件下枝条水势及木质部栓塞程度的日变化

Fig. 1 The daily change of twig water potential and degree of xylem embolism under different soil moisture contents of the four species

4 个树种枝条日平均水势 (*WP*) 都表现出相似的变化规律 (图 1), 即清晨较高, 然后随气孔的开放和植物蒸腾的进行逐步降低到最低值, 最低值出现

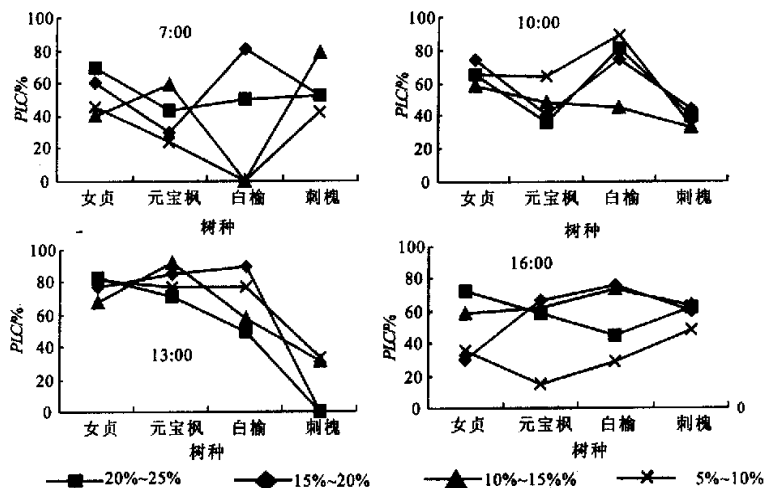
的时间也随植物的水分状况和外界环境因子的不同而有差异, 一般在 10:00~13:00, 以及下午气孔开始关闭和植物蒸腾速率开始减慢的时候, 水势又会

有所升高。但从图 1 可知,女贞的水势规律与此不同,16:00 时水势达到全天的最高值。而大多数植物的木质部栓塞表现出相反的变化规律,一般清晨的木质部栓塞程度较低,随着木质部水势的降低而增大,傍晚水势降低,木质部栓塞程度增大,但不同树种情况不一。刺槐在清晨水势较高的情况下,其导水

率损失值(PLC)却达到一天的最高值。在 13:00 水势值最低时的导水率损失值(PLC)为零。

2.2 不同树种栓塞程度的比较

木质部栓塞程度受温度和水分的影响较大,在一天中相同的时间段里,木质部栓塞由于水分条件的不同,表现出各异的变化规律(图 2)。



万方数据

图 2 不同土壤含水量条件下栓塞程度的比较

Fig. 2 Comparison of the daily degree of xylem embolism under the different soil moisture contents at the same time

女贞在一天中的三个时段 7:00、13:00、16:00, 土壤含水量在 20%~25% 条件下栓塞程度都较大, 土壤含水量在 10%~15% 条件下栓塞程度较小。元宝枫以及刺槐都在土壤含水量为 10%~15% 时出现较大幅度的栓塞, 土壤含水量在 5%~10% 时 PLC 值较小。白榆在 7:00, 土壤含水量很低(5%~15%) 的情况下栓塞程度却为零。就大部分树种而言, 在 16:00 时, 土壤含水量为 5%~10% 时其栓塞程度最小。

2.3 不同土壤含水量条件下木质部栓塞程度的比较

图 3 表明, 各树种在 13:00 时其 PLC 值都达到最大, 但是刺槐的最大值是在 7:00 时, 而其余 3 个树种 7:00 时的栓塞程度最小, 白榆此时几乎不发生栓塞。就不同水势梯度来看, 在土壤相对含水量 (RWC) 15%~20% 及 20%~25% 时, 其栓塞程度均较大。7:00 各水分梯度下的栓塞程度变化较大, 而 10:00 变化程度较小。在极端干旱或湿润的条件下木质部栓塞并不一定出现最大值或最小值。

3 结论与讨论

不同水分胁迫条件下, 同一树种的水势和 PLC

值表现出相同的变化趋势。水势 7:00 时较高, 10:00~13:00 时分别达到最低值, 16:00 时又会增大。而女贞表现不同的变化趋势, 在 16:00 时达到全天的最大值。 PLC 值表现出与水势相反的规律, 刺槐例外, 在水势最大的时候也引起了最大的栓塞发生。可见, 木质部栓塞的大小并不单纯由木质部栓塞的高低来决定;

在同一水分条件下, 不同的时间段各树种 PLC 值的变化规律不尽一致, 水分胁迫越严重, 其 PLC 值不一定最大, 尤其在 16:00 时当土壤含水量为 5%~10% 条件下, 各树种栓塞程度最小。

木质部栓塞程度随着植物水分状况(水势)的变化在一天中有明显的增减, 不断的产生与恢复, 恢复过程也多是在负压下进行的。很多学者都认为栓塞化的木质部只有在水势为正或稍负时才能进行恢复, 而通过本研究可以看出, 木质部栓塞在水势为负的情况下是可以恢复的。可见, 植物在每天的生长过程中发生的木质部栓塞现象也可能是其适应水分胁迫的一种机制。

同一时间段不同土壤含水量条件下木质部栓塞程度的比较表明, 4 个树种中除刺槐外, 在 13:00 时

不同水分处理的条件下的 *PIC* 值都达到了最大值,7:00 时其栓塞程度最小。由此可见,木质部栓塞程

度不但与木质部水势有关,而且与树种及生理生态指标有关。

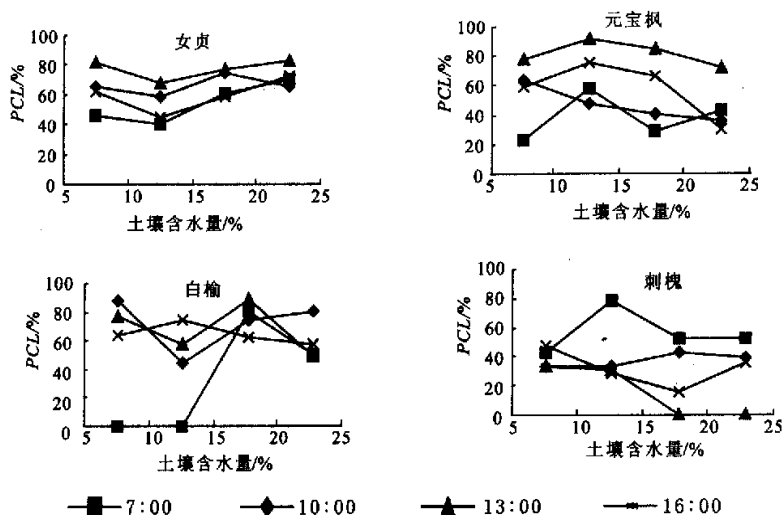


图3 不同时间段木质部栓塞程度的比较

Fig. 3 The comparison of the degree of xylem embolism under the same soil moisture content at different time

万方数据

综上所述,木质部栓塞程度的大小与光合有效辐射、大气温度和湿度的日变化、植物水势等生态指标密切相关,而这些生态指标本身的日变化也影响了植物一天中的气孔导度、蒸腾速率等生理指标的变化。

参考文献:

- [1] 张硕新,申卫军,张远迎. 6 种木本植物木质部栓塞生理生态效应的研究[J]. 生态学报,2000,20(5):788-794.
- [2] 申卫军,张硕新,金燕. 几种木本植物木质部栓塞的季节变化[J]. 西北林学院学报,1999,14(1):28-32.
- [3] 申卫军,张硕新,刘立科. 几种木本植物木质部栓塞的日变化[J]. 西北林学院学报,1999,14(1):22-27.
- [4] 刘立科,张硕新,王姝清,等. 元宝枫木质部栓塞化与木质部汁液含量的关系[J]. 西北林学院学报,2002,17(2):4-5.
- [5] 申卫军,张硕新. 木本植物木质部栓塞研究进展[J]. 西北林学

院学报,1999,14(1):33-41.

- [6] 安锋. 木本植物木质部限流与耐旱性关系研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2003.
- [7] Sperry J S, Donnelly J R, Tyree M T. Seasonal occurrence of xylem embolism in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.)[J]. American Journal of Botany, 1988, 75:1212-1218.
- [8] Tognetti A, Longobucco A, Raschi A. Seasonal embolism and xylem vulnerability in deciduous and evergreen Mediterranean trees influenced by proximity to a carbon dioxide spring[J]. Tree Physiology, 1999, 19:271-279.
- [9] Ewers F W, Thierry A M, Cochard H, et al. Seasonal variation in xylem pressure of walnut tree: root and stem pressures[J]. Tree Physiology, 2001, 21:1123-1132.
- [10] Mccully M E, Huang C X, Ling E C. Daily embolism and refilling of xylem vessels in roots of field-grown maize[J]. New Phytol., 1998, 138:327-342.