

## 干旱胁迫条件下油松幼苗生长及抗旱性的研究

黄 华<sup>1</sup>, 梁宗锁<sup>1,2</sup>, 韩蕊莲<sup>2</sup>, 王培榛<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院、水利部 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:** 以盆栽控水的方法研究了油松幼苗在冬春季节低温严重干旱胁迫条件下的生长需水规律及抗旱性。结果表明, 干旱对油松的伸长生长和萌芽时间影响显著; 叶绿素总量和叶绿素 a 的含量相对稳定, 叶绿素 b 含量在冬季增加; 油松属于高水势耐旱型, 具有较强的渗透调节能力和较好的酶保护体系。

**关键词:** 干旱胁迫; 油松; 生长; 抗旱性

**中图分类号:** S791.254.01

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7464(2004)02-0001-04

## Growth and Drought Tolerance of *Pinus tabulaeformis* under Water Deficit

HUANG Hua<sup>1</sup>, LIANG Zong-suo<sup>1,2</sup>, Han Rui-lian<sup>2</sup>, WANG Pei-zhen<sup>2</sup>

(1. College of Life Sciences, NW Sci-Tech Univ. of Agr. and For., Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

### 万方数据

**Abstract:** The growth and water consumption and drought tolerance of *Pinus tabulaeformis* were studied by control water content using pot culture. The results showed that lengthening growth rate was slower and rudiment time was later than that of suitable water content; the contents of chlorophyll a and chlorophyll a+b was stable, the content of chlorophyll b increased; the capacity of osmotic adjustment of *P. tabulaeformis* species on suitable water was better than on sever drought stress; the tree had good capacity of water tolerance and activities of membrane protecting enzymes.

**Key words:** water deficit; *Pinus tabulaeformis*; growth; drought tolerance

目前, 水资源缺乏已成为全球性问题, 对植物产生极大的影响, 水分亏缺影响植物的整个生长过程, 不论是外部形态还是内部结构以及各种代谢过程。油松是我国主要的造林树种之一, 不仅能够提供大量的木材和林产品, 而且在水土保持、环境保护及维护陆地生态平衡等方面均起着重要作用。近年来, 有关油松的报道较多<sup>[1~3]</sup>, 但都主要集中在生长季生长、耗水的研究, 而对冬春季节低温干旱条件下的抗旱性等研究不足, 为此, 研究了油松在冬季严重干旱条件下的生理生态指标, 探讨其对周围环境的适应性, 为造

林绿化和北方地区冬季的景观配置提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

供试树种为 1 年生油松 (*Pinus tabulaeformis*) 幼苗。

#### 1.2 试验方法

试验在中国科学院水土保持研究所试验地进行。2002 年 3 月移栽至内径 30 cm、高 40 cm 的塑料桶中, 自 7 月开始用整体称重法进行控水处理, 分别

收稿日期: 2003-10-23

基金项目: 中国科学院知识创新项目 (KZXC01-06); 西部之光人才培养基金 (2001)

作者简介: 黄华, 男 (1979-), 山西临猗人, 在读硕士, 主要从事植物生理生态方面的研究。

相当于田间最大持水量的 70% 和 30%，换算为土壤含水量为 20% 和 9%，前者为适宜水分处理，后者为严重干旱胁迫。整个试验过程中，取自然温度和光照，雨天用遮雨棚遮盖，为使土壤水分达到试验要求，每天称重及时补充散失水分。

### 1.3 测定方法

株高、枝条长度采用直尺；地径、枝条粗采用游标卡尺；蒸腾耗水量均采用精度为 5 g 的电子称称重；叶绿素含量、脯氨酸含量、SOD 含量、POD 含量均参考高俊凤主编《植物生理学实验技术》<sup>[4]</sup>；可溶性糖含量采用蒽酮显色法<sup>[5]</sup>；K<sup>+</sup> 采用火焰光度法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温干旱条件下蒸腾耗水规律

图 1 表明，随冬季温度下降，耗水量明显减少，12 月降至最小值，在 3 月份又开始回升。其中，在 12 月和 1 月份 2 种处理无显著差异。图 2 为耗水量日变化，测定日为 4 月中旬（晴好天气），两种处理有相似的变化规律，呈单峰曲线，最大值出现在 12:00~14:00。从图 3 可以看出，白天耗水量为夜间的 3 倍多。

万方数据

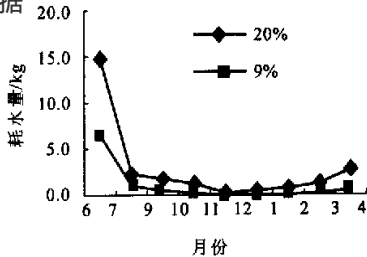


图 1 油松月耗水动态

Fig. 1 Monthly changes of water consumption

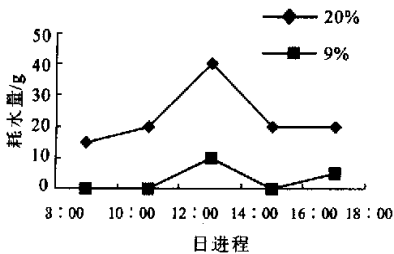


图 2 油松耗水日变化

Fig. 2 Daily changes of water consumption amount

### 2.2 叶绿素含量比较

试验结果表明，适宜水分条件叶绿素总量变化不大（图 4），而叶绿素 a 则在 12 月以后开始下降，3 月份又开始回升（图 5），叶绿素 b 含量反而增加（图 6），结果导致叶绿素 a/b 值下降（图 7）。严重干旱胁迫

条件下，叶绿素总量、叶绿素 a、b 值都有不同程度的增加，尤其是叶绿素 b 增加量最为显著（图 6），导致叶绿素 a/b 值呈下降趋势（图 7）。作为吸收光能的叶绿素 b 含量在冬季增加明显，可能是光照强度下降而又要维持的光合能力的缘故。

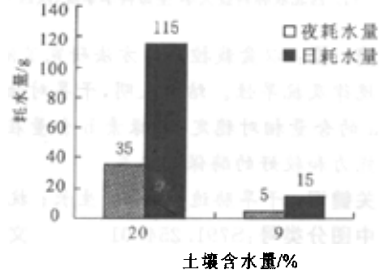


图 3 昼夜耗水量比较

Fig. 3 The comparison of water consumption of water consumption between day and night

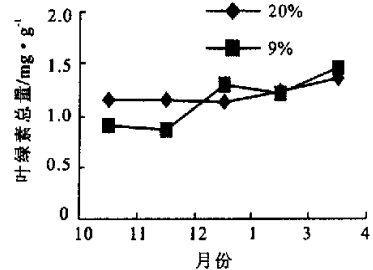


图 4 叶绿素总量变化

Fig. 4 The chlorophyll a and b content

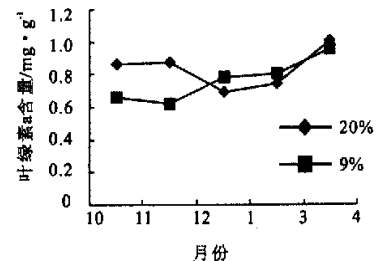


图 5 叶绿素 a 含量变

Fig. 5 Variation of chlorophyll a content

### 2.3 渗透调节物质积累的变化

脯氨酸是植物细胞质中的重要渗透调节物质。脯氨酸的渗透调节作用除保持细胞与环境渗透平衡防止水分散失外，还可能直接影响蛋白质的稳定性，对蛋白质起到一定的保护作用；与细胞内的一些化合物形成聚合物，类似亲水胶体，有一定的保水作用<sup>[7]</sup>。油松幼苗在 12 月脯氨酸含量适宜水分条件下略有增大，而严重干旱胁迫条件下则一直减少，两者在 1 月份含量差异不显著，在 3 月份又开始回升，至 4 月份含量明显增大，其中适宜水分条件的增长速

率较大(图8)。从图9可以看出,入冬前油松幼苗叶片中可溶性糖含量在严重干旱条件下大于适宜水分,这主要是干旱诱导的结果,冬季有明显积累,两者差异不大,只是适宜水分条件,在12月份含量反而下降。 $K^+$ 是渗透调节物质中一种重要的无机离子。整个过程中, $K^+$ 含量适宜水分含量比严重干旱胁迫的高,并且在12月份含量略有升高。分析图8、9、10的变化趋势,可以看出,脯氨酸和可溶性糖是油松的主要渗透调节物质,而钾离子则当受到严重干旱胁迫后其调节作用不明显,这可能是严重的逆境胁迫使其根系吸收减弱的结果。

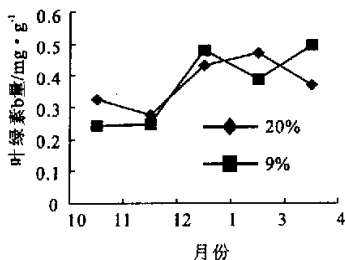


图6 叶绿素b含量变化

万方数据 Fig. 6 Variation of chlorophyll b content

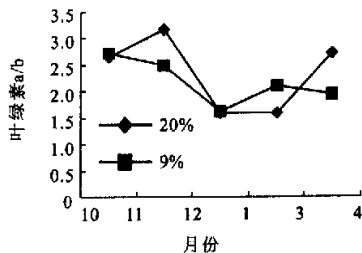


图7 叶绿素a/b值变化

Fig. 7 Variation of chlorophyll a/b

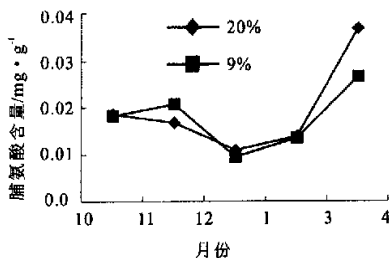


图8 叶片脯氨酸含量变化

Fig. 8 Variation of proline content in the leaves

#### 2.4 抗氧化酶活性比较

油松幼苗针叶中SOD酶活性变化表明(图11),在11月活性明显增加,12月以后又下降,至3月干旱胁迫活性大于适宜水分活性;POD活性始终是适宜水分大于干旱胁迫水平(图12),前者在12

月活性增大,以后又逐渐下降,后者变化不明显。

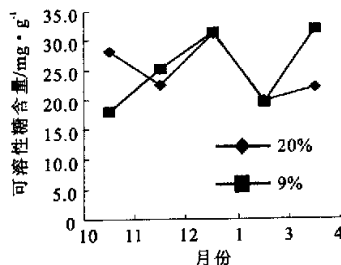


图9 叶片可溶性糖含量变化

Fig. 9 Variation of soluble sugar content in the leaves

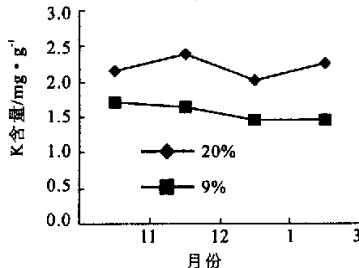


图10 叶片钾离子含量变化

Fig. 10 Variation of  $K^+$  in the leaves

#### 2.5 干旱胁迫对油松幼苗生长的影响

严重干旱胁迫对油松幼苗的生长产生影响。从表1可以看出,干旱胁迫使油松株高生长减缓,而对地径增粗影响不明显,所以水分胁迫对油松幼苗的伸长生长影响较大。但是持续干旱胁迫却严重的影响油松的成活率,由适宜水分的87.1%降到胁迫水平的40.6%。同时上年干旱后对来年新芽的萌发以及新枝的生长都产生很大影响,新芽萌发时间推迟约20 d,新枝生长情况表明(图13),干旱胁迫使新枝生长速率减缓。

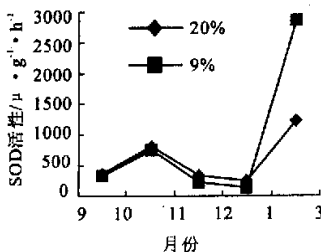


图11 SOD酶活性变化

Fig. 11 Variation of SOD activity

### 3 结论

油松在受到严重干旱胁迫时,耗水量除12月和1月外,皆有明显差异,日耗水量变化与适宜水分条件的变化规律相同,只是相同时间段的耗水量下降。

表 1 株高、地径生长对比

Table 1 The comparison of height and ground diameter

土壤含水量/%	生长量/cm	3月6日	3月19日	3月27日	4月3日	4月9日	4月16日	4月23日
20	株高	23.05	24.06	24.13	25.13	24.87	26.20	27.07
9	株高	19.00	19.23	19.40	19.53	19.80	18.97	21.23
20	地径	0.473	0.468	0.487	0.488	0.509	0.507	0.517
9	地径	0.537	0.477	0.484	0.506	0.494	0.498	0.529

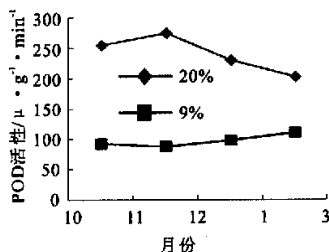


图 12 POD 酶活性变化

Fig. 12 Variation of POD activity

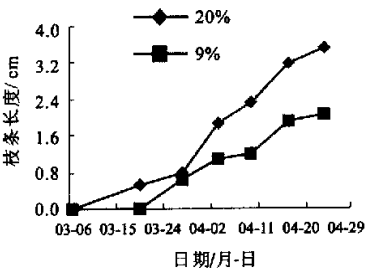


图 13 2003 年新枝长度

Fig. 13 The lengthen of branches in the spring of 2003

白昼耗水量与夜间耗水量的比值随干旱加剧而减小。油松的叶绿素含量在低温干旱条件下总量和叶绿素 a 含量保持稳定。脯氨酸和可溶性糖是油松的主要渗透调节物质，油松具有很好的抗逆性，在持续严重干旱胁迫的情况下，仍具有很强的渗透调节能力。适宜水分的调节能力大于干旱条件的调节能力。

在干旱条件下，SOD 酶活性与抗氧化能力成正相关，在 11 月时其活性增大，但随后下降，越冬后，干旱胁迫的 SOD 酶活性反而大于适宜水分条件。POD 酶活性与抗氧化能力关系不密切，适宜水分条件下的活性在各月均大于干旱胁迫的活性。电导率和 MDA 含量测定结果显示，在严重干旱时，细胞膜并未受到较大伤害，且适宜水分条件下在 12 月和 1 月的 MDA 含量大于干旱胁迫。干旱胁迫对油松幼苗的伸长生长和第 2 年春的萌发时间影响极显著。新枝生长量和生长速率在受到严重干旱胁迫后均显著下降。

## 参考文献:

- [1] 刘淑明, 孙丙寅, 孙长忠. 油松蒸腾速率与环境因子关系的研究[J]. 西北林学院学报, 1999, 14(4): 27-30.
- [2] 周平, 李吉跃, 招礼军. 北方主要造林树种苗木蒸腾耗水特性研究[J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(5): 50-55.
- [3] 李吉跃, 周平, 招礼军. 干旱胁迫对苗木蒸腾耗水的影响[J]. 生态学报, 2002, 22(9): 1380-1386.
- [4] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000. 101-103, 201-202, 192-193, 198-199.
- [5] 西北农业大学. 基础生物化学实验指导[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986. 16-18.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]第 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000. 270-271.
- [7] 李德全, 邹琦, 程炳嵩. 植物在逆境下的渗透调节[J]. 山东农业大学学报, 1989, 20(2): 75-80.

万方数据