

持续干旱胁迫对7种绿化树种幼苗的生理影响

宋丽华, 贾志华 (宁夏大学农学院, 宁夏银川750021)

摘要 [目的] 为城市园林绿化的生产实践提供理论依据。[方法] 选用一年生丁香、连翘、国槐、水蜡、红叶小檠、金叶莢、金叶女贞的苗木为试验材料, 在土壤持续干旱胁迫下, 对其叶绿素含量、质膜相对透性和脯氨酸含量进行测定与比较。[结果] 随干旱胁迫程度的增加和时间的延续, 7 树种苗木叶片的叶绿素含量均呈明显下降趋势, 下降幅度最大的是水蜡和丁香苗木叶片, 下降幅度最小的是国槐和金叶莢苗木; 质膜相对透性和脯氨酸含量呈上升趋势, 相对透性丁香苗木的增幅最大, 国槐最小, 脯氨酸含量国槐苗木的增幅最大, 其次为红叶小檠, 丁香的最小。[结论] 7 树种苗木的抗旱性由强到弱的顺序依次为: 国槐 > 红叶小檠 > 金叶莢 > 金叶女贞 > 连翘 > 水蜡 > 丁香。

关键词 干旱胁迫; 绿化树种; 生理指标

中图分类号 S718.43 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)07-02851-02

Effect of the Drought Stress on the Physiological Variation of Seven Species of Tree seedlings

SONG Li-hua et al (Agricultural College of Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract [Objective] The theoretical basis for the production practice of the urban landscape was provided. [Method] The annual seedling such as clove, katsuratree, Japanese pagoda-tree, border privet, amur barberry, golden caryopteris and gloss privet being taken as experimental tree, the content of chlorophyll and proline, the permeability of plasma membrane were measured and compared under continued drought stress. [Results] With the strength of drought stress and the prolong of duration, the content of chlorophyll in the leaf of 7 seedlings showed a clear downward trend, and the largest drop was of border privet and clove, the smallest decrease was Japanese pagoda-tree and golden caryopteris. There was an upward trend in the content of proline and the permeability of plasma membrane, and in the relative permeability, the largest value appeared in clove seedlings and the smallest value, Japanese pagoda-tree; in the content of proline the increasing order was Japanese pagoda-tree > amur barberry > clove. [Conclusion] The resistance of 7 species to drought stress from strong to weak was as follows: Japanese pagoda-tree > amur barberry > golden caryopteris > gloss privet > katsuratree > border privet > clove.

Key words Drought stress; Tree species for forestation; Physiological indicator

水分是树木赖以生存的必要因子之一, 树木在水分缺乏的干旱胁迫条件下会产生一系列的生理生化反应, 从而影响树木正常的生命活动^[1]。水分胁迫常常对植物的生长发育、生理过程造成极大的影响, 是限制植物分布和生长的重要因子之一。在树木的生活史中, 水分亏缺在造成树木的生长停滞、受伤和死亡上, 相比其他因子更为重要^[2]。同时, 水分也是影响园林绿化树种成活的一个重要因子。丁香(*Syringa oblata*)、连翘(*Forsythia suspensa*)、国槐(*Sophora japonica*)、水蜡(*Ligustrum obtusifolium*)、红叶小檠(*Berberis thunbergii*)、金叶莢(*Caryopteris clandonensis*)、金叶女贞(*Ligustrum vicaryi*)是城市园林绿化中广泛应用的绿化树种, 但在西部干旱地区这些苗木栽植成活率不高, 生长状况不良, 在城市园林绿化中不能充分发挥良好的景观、生态效应。因此, 笔者通过持续干旱胁迫方法, 对它们的叶片叶绿素含量、质膜相对透性、游离脯氨酸含量3项生理指标进行了测定、分析与比较, 旨在为城市园林绿化的生产实践提供理论依据。

1 材料与试验方法

1.1 材料 试验选用生长健壮、无病虫害、同一树种长势基本一致的一年生丁香、连翘、国槐、水蜡、红叶小檠、金叶莢、金叶女贞苗木为材料, 进行盆栽土壤干旱胁迫试验。

1.2 方法 该试验于2007年4月6日在宁夏大学农学院选用一年生7种绿化树种苗木各10株上盆(25 cm × 30 cm) (其中水蜡、丁香为35 cm × 40 cm), 进行正常肥水管理, 缓苗80 d后, 于2007年6月25日下午浇透水后, 将每种苗木各取6盆停止浇水, 每隔3 d用TSCII型土壤水分速测仪进行土壤含水量的测定, 并同时进行苗木叶片叶绿素含量、质膜相对透

性、脯氨酸含量的测定, 试验持续90 d。

叶片质膜相对透性参照李合生^[3]的方法测定。称取7种苗木叶片各0.5 g, 剪碎加蒸馏水20 ml, 在25℃恒温浸提30 min, 用DDS-11C型直读电导仪测定电导率值(L_1)后, 在沸水中杀死组织10 min, 再测一次电导率值(L_2), 计算电导率差值。

叶绿素含量的测定参照邹琦^[4]的方法测定。采用混合液法测定叶绿素含量。

脯氨酸含量的测定参照邹琦^[4]的方法测定。称取7种苗木叶片各0.2 g, 用酸性茚三酮显色法测游离脯氨酸含量, 在520 nm下测光密度值, 计算脯氨酸含量。

2 结果与分析

2.1 持续干旱情况下土壤含水量变化 由图1可知, 持续干旱情况下, 土壤含水量在前3 d迅速下降, 降到一定值后, 下降速度趋缓。说明植物在干旱胁迫过程中, 水分亏缺, 快速吸收土壤水分, 引起土壤水分含量下降明显。

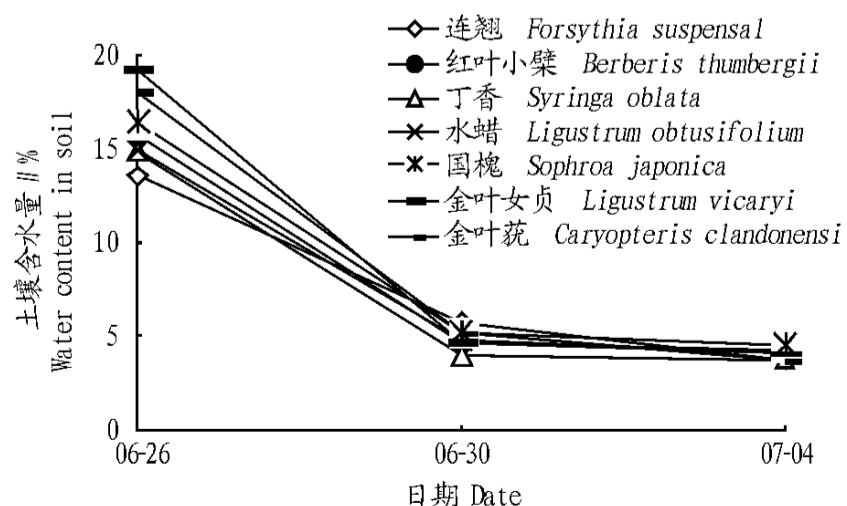


图1 持续干旱情况土壤含水量变化

Fig.1 The changes of water content in soil under the situations of continuous drought

2.2 持续干旱胁迫对苗木叶片叶绿素含量的影响 植株叶

基金项目 银川市科技局研究项目。

作者简介 宋丽华(1969-), 女, 宁夏中卫人, 硕士, 副教授, 从事树木良种繁育与城市绿化方面的教学与科研工作。

收稿日期 2008-12-11

片颜色是反映植物健康状况和营养状况的指标之一,而叶色是叶片内各种色素的综合表现,其中以叶绿素为主要色素成分,其含量的高低可在一定程度上反映光合作用水平^[5]。因此,测定苗木叶片中叶绿素含量,对评价植物的生长状况和受胁迫程度具有重要的意义。由图2可知,随着土壤干旱胁迫程度的增加和时间的延续,各树种苗木叶片的叶绿素含量呈现明显下降趋势。其中叶绿素含量下降幅度最大的是水蜡和丁香苗木叶片,处理第1天分别为7.128、6.746 ng/g FW;处理第5天为4.221、5.547 ng/g FW,与第1天相比分别下降了40.8%和17.8%;处理第9天为3.537、3.402 ng/g FW,与第1天相比分别下降了50.4%和49.6%。其次为连翘、金叶女贞、红叶小檠苗木叶片,处理第1天时叶绿素含量分别为7.119、7.129、5.385 ng/g FW;处理第5天分别为5.675、6.558、5.03 ng/g FW,下降幅度与第1天相比分别为20.3%、8.0%和6.6%;处理第9天分别为3.595、4.834、3.732 ng/g FW,与第1天相比分别下降了49.5%、32.3%和30.7%。国槐和金叶菟苗木叶绿素含量下降幅度最小,处理第1天时叶绿素含量为8.129、7.034 ng/g FW;处理第5天为7.148、5.571 ng/g FW,与第1天相比减少了13.0%和20.8%;处理第9天为5.984、4.985 ng/g FW,与第1天相比只减少了27.2%和29.1%。由此可见,在盆栽土壤持续干旱胁迫下,国槐、金叶菟苗木的抗旱能力较强;而金叶女贞、红叶小檠、连翘苗木抗旱性次之;水蜡、丁香、苗木抗旱性相对较差。

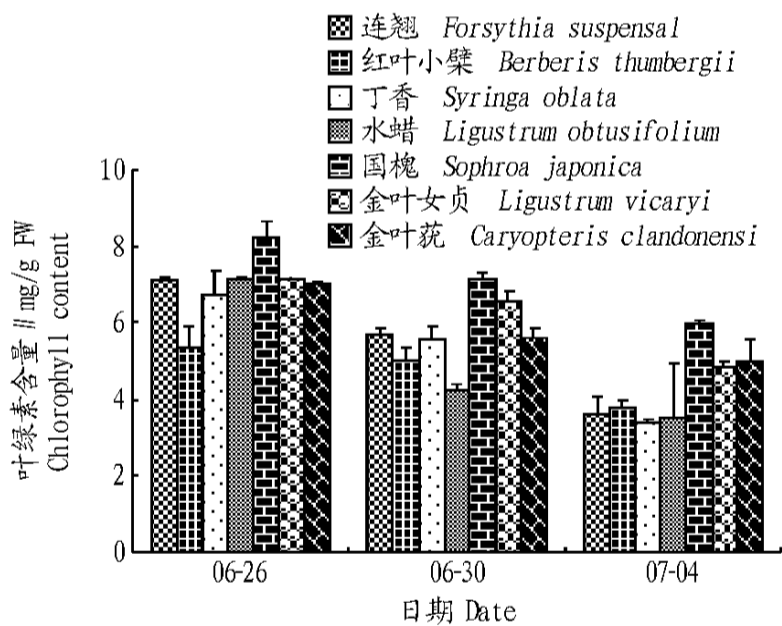


图2 持续干旱胁迫对苗木叶绿素含量的影响

Fig 2 The effects of continuous drought stress on the chlorophyll content in seedling

2.3 持续干旱胁迫对苗木叶片质膜相对透性的影响 水分胁迫对植物的伤害,在细胞水平上以质膜相对透性的增加为主要特征。质膜相对透性的大小是衡量膜结构与功能完整性的可靠性指标,可以反映幼苗在持续干旱胁迫下的受害程度^[6]。由图3可知,在盆栽土壤灌水后,随着土壤干旱胁迫程度的加深和时间的延续,各树种苗木叶片的质膜相对透性呈逐渐上升趋势,表明其受到了一定的土壤水分胁迫。7种树木苗木叶片电导率变化趋势都随水分胁迫程度的加深而增大。处理第1天时丁香的相对电导率为13.76%;处理第5天时上升到21.64%,与第1天相比增加了57.3%;处理第9天时为38.64%,与第1天相比增加了180.8%。水蜡的相对电导率处理第1天为11.85%;处理第5天为23.48%,与第1天相比增加了98.1%;处理第9天为29.41%,与第1天相比

增加了148.2%。连翘、金叶女贞、红叶小檠和金叶菟苗木处理第1天相对电导率为19.11%、16.85%、13.43%、15.19%;处理第5天分别为32.64%、23.25%、17.32%和22.64%,与第1天相比分别上升了70.8%、38.0%、29.0%和49.0%;处理第9天时分别为43.73%、33.13%、24.96%和27.56%,与第1天相比分别上升了128.8%、96.6%、85.9%和81.4%。国槐苗木的相对电导率处理第1天为18.74%;处理第5天时为21.24%,与处理第1天相比增加了13.3%;而到处理第9天时测得相对电导率急剧增加,达到了28.57%,与第1天相比增加了52.5%。在相同的环境条件下,丁香的相对电导率增加幅度最大,国槐的相对电导率增加幅度最小,说明干旱胁迫对丁香细胞膜的损害程度最大,而国槐最小。试验过程中也观察到至处理结束时,个别苗木叶片已经出现萎焉现象。

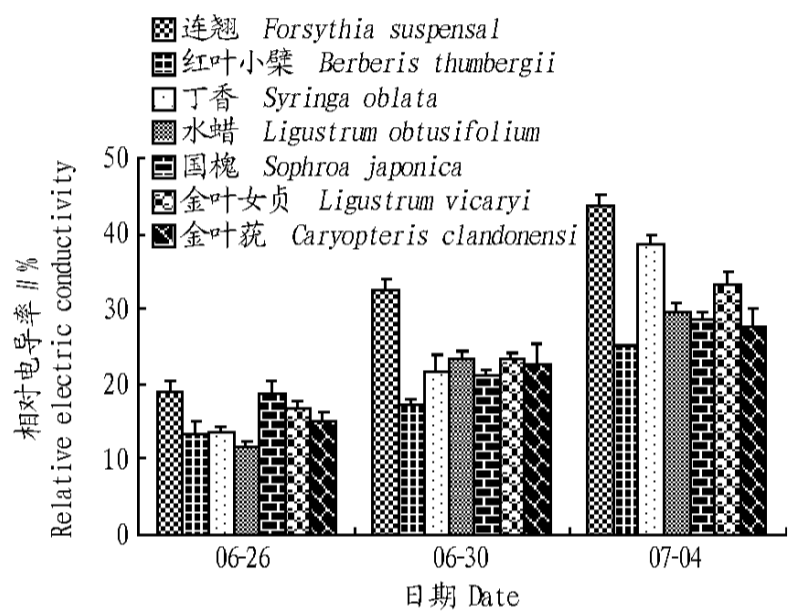


图3 持续干旱胁迫对苗木质膜相对透性的影响

Fig 3 The effects of continuous drought stress on the relative cytonembrane permeability of seedling

2.4 持续干旱胁迫对苗木叶片游离脯氨酸含量的影响 植物在正常条件下,体内游离脯氨酸含量很低,但遇到水分胁迫时游离脯氨酸便会大量积累,抗旱性强的植株往往积累较多的脯氨酸,因此脯氨酸含量可以作为抗旱育种的生理指标^[7-8]。由图4可知,随着水分胁迫程度的加剧和时间的延长,7种苗木的脯氨酸含量均呈现明显增加的趋势。处理第1天时,国槐、红叶小檠苗木叶片脯氨酸含量为3.97、6.17

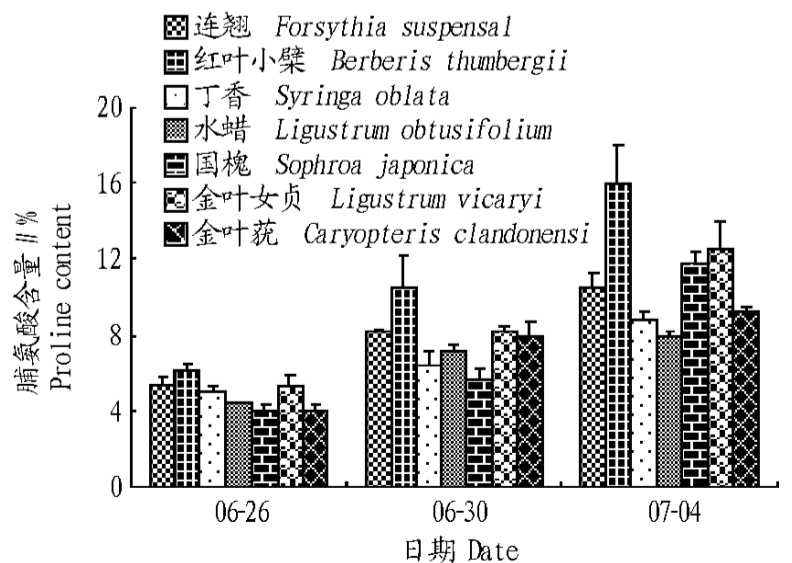


图4 持续干旱胁迫对苗木脯氨酸含量的影响

Fig 4 The effects of continuous drought stress on the proline content in seedlings

点最高、光补偿点最低,和其他4个品种存在极显著差异,G3的光饱和点最低、光补偿点最高,光饱和点仅是G2的8.7%,光补偿点却是G2的47.0%,光能利用范围较窄。

2.1.3 产量与暗呼吸的相关性分析。暗呼吸为植物生理活动提供能量,但也消耗光合产物,呼吸大约消耗光合作用所同化碳的40%~60%。暗呼吸和产量呈显著相关,拟合的回归方程为:

$$Y = 40.29X + 221.51 \quad R^2 = 0.9900 \quad (P < 0.05)$$

式中, Y 表示产量; X 表示暗呼吸。从表2可以看出,产量和暗呼吸的相关系数为0.943 405。品种间呈极显著差异。

2.1.4 产量与表现量子效率的相关性分析。表现量子效率是光合机构每吸收1个光量子所固定的二氧化碳分子数或释放的氧分子数^[6]。对产量和表现量子效率作回归分析,得拟合方程为:

$$Y = 101.271.3X + 1080.6 \quad R^2 = 0.9120 \quad (P < 0.05)$$

式中, Y 表示产量; X 表示表现量子效率。从表2可以看出,产量与表现量子效率的相关系数是0.955 316,可见产量和量子效率呈显著正相关,所以要提高产量也要提高表现量子效

率。从表1可以看出,5个品种的表现量子效率呈极显著差异,大小依次是:G2 > 石红208 > 里格尔87-5 > 石红14 > G3,其中最大的G2的表现量子效率是最小的G3表现量子效率的1.2倍。

3 结论

该研究结果表明,在加工番茄高光效品种选育上要尽量筛选光合效率高、光饱和点高、光量子效率高、光补偿点低、暗呼吸绝对值低的品种。

参考文献

- [1] 刘宇锋, 萧浪涛, 童建华, 等. 非直线双曲线模型在光合光响应曲线数据分析中的应用[J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 76-79.
- [2] 蔡时青, 许大全. 大豆叶片 CO₂ 补偿点和光呼吸的关系[J]. 植物生理学报, 2000, 26(6): 545-550.
- [3] FARQUHAR G D, Sharkey T D. *Sonatal conductance and photosynthesis* [J]. *Ann Rev Hart Physiol*, 1982, 33: 317-345.
- [4] 李玉巧, 桑艳鹏, 姜红, 等. 加工番茄光合特性的研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(15): 4436-4437, 4412.
- [5] 许大全. 光合速率、光合效率与作物产量[J]. 生物学通报, 1999, 34(8): 8-9.
- [6] 蹇洪英, 邹寿青. 地毯草的光合特性研究[J]. 广西植物, 2003, 23(2): 181-184.

(上接第2852页)

μg/g FW, 处理第5天时为5.64、10.51 μg/g FW, 分别上升了42.1%和70.3%; 处理第9天时分别为11.75、15.96 μg/g FW, 与处理第1天相比分别上升了196.0%和158.7%。金叶女贞、金叶莠苗木叶片脯氨酸含量处理第1天时分别为5.32、3.98 μg/g FW; 到处理第5天时, 苗木叶片脯氨酸含量分别为8.16、7.91 μg/g FW, 与处理第1天相比分别增加了53.4%和98.7%; 到处理第9天时分别为12.59、9.32 μg/g FW, 与处理第1天相比分别增加了136.7%和131.9%。连翘、水蜡、丁香苗木叶片脯氨酸含量处理第1天时分别为5.36、4.38、5.03 μg/g FW; 到处理第5天时分别为8.17、7.14、6.35 μg/g FW, 与处理第1天相比分别增加了52.4%、63.0%和26.2%; 到处理第9天又分别为10.52、7.96、8.78 μg/g FW, 与处理第1天相比分别增加了96.3%、81.7%和74.6%。在干旱胁迫过程中, 国槐的脯氨酸含量增幅最大, 说明在干旱条件下, 国槐自身调节水分平衡的能力最强, 因此其抗旱性最强, 其次为红叶小檠、金叶女贞、金叶莠、连翘、水蜡, 丁香抗旱性最弱。

3 结论与讨论

(1) 试验结果表明, 在持续干旱胁迫过程中, 7种树种苗木叶片的叶绿素含量呈下降趋势, 其中水蜡苗木叶片的叶绿

素含量随干旱胁迫的加剧减少得最多, 国槐减少得最少, 依次是国槐、金叶莠、红叶小檠、金叶女贞、连翘、丁香、水蜡; 相对电导率、游离脯氨酸含量均呈增加趋势, 其中丁香的相对电导率增加幅度最大, 而游离脯氨酸积累量增加幅度最小, 国槐与其相反, 金叶莠排列次序不稳定。

(2) 通过对7种苗木叶片叶绿素含量、叶片质膜相对透性、游离脯氨酸含量3个生理指标的测定、分析对比可得出在持续干旱胁迫下, 7种苗木的抗旱性大小依次为: 国槐 > 红叶小檠 > 金叶莠 > 金叶女贞 > 连翘 > 水蜡 > 丁香。其中, 红叶小檠与金叶莠抗旱性相当, 水蜡与丁香抗旱性相当。

参考文献

- [1] 宋丽华. 臭椿苗期抗旱生理特性研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2006.
- [2] 刘广全, 赖亚飞, 李文华, 等. 4种针叶树抗旱性研究[J]. 西北林学院学报, 2004, 1(1): 22-26.
- [3] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 24-28.
- [4] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 72-174.
- [5] 汤章城. 植物抗逆性生理生化研究的某些进展[J]. 植物生理学报, 1991, 27(2): 146-148.
- [6] 吴春芳, 贾小明, 许晓英. 磷营养对侧柏、樟子松、油松抗旱性的影响[J]. 西北林学院报, 2005, 20(3): 53-58.
- [7] 陈少良. 杨树种间耐旱性差异的生理生化基础研究[D]. 北京: 北京林业大学图书馆, 1997.
- [8] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005: 276-279.