

干旱胁迫对三峡库区消落带桑树生长的影响*

黄小辉, 尹小华, 刘芸, 李佳杏, 熊兴政, 陈阳
(西南大学 资源环境学院林学系, 重庆 400716)

摘要:在温室条件下模拟三峡库区消落带夏季伏旱时土壤水分变化特征,以盆栽桑树为材料,设置对照(CK)、中度干旱胁迫(T1)和特大干旱胁迫(T2)3个含水量梯度,研究了不同程度干旱胁迫对桑树生长的影响。结果表明:1)随着干旱胁迫的加剧,桑树的株高、地径和根表面积逐渐降低,差异显著($p < 0.05$);根冠比在处理初期逐渐升高,而后期逐渐降低;比根面积总体呈上升的趋势,差异显著($p < 0.05$)。2)随着处理时间的延长,各处理组的株高、地径、根表面积以及根冠比呈不同程度的上升趋势;比根面积基本上呈逐渐降低的趋势。研究结果表明,在不同程度的干旱胁迫条件下,桑树的生长受到一定程度的抑制,但能够通过合理调节自身生物量的配置,以增强吸水能力,减轻干旱伤害,维持植物体的正常生长,从而表现出一定的抗旱耐旱潜力。

关键词:干旱胁迫;三峡库区消落带;桑树;生长

中图分类号:Q946.79

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2012)03-0057-04

目前,许多国内外专家认为对消落带和河岸带受损生态系统进行植物生态修复是非常有效的治理途径之一^[1-6],而植被恢复首先要解决的问题是适生植物的筛选^[7]。面对突如其来的反季节性涨落周期和极大水位落差(30 m)的三峡库区消落带,几乎所有研究都集中在筛选耐水淹植物种类及其适应性方面^[8-10]。然而,三峡库区中我国高温伏旱的主要频发区之一^[11],历史上高温干旱事件也不断发生,特别是在重庆一带,近500年中平均每10年有4年干旱,并且近几十年,三峡库区伏旱天气越来越频繁,很多植物都难以存活。因此,治理三峡库区消落带,植被恢复树种的选择不仅要耐水淹,还必须耐夏季伏旱。近年来,桑树(*Morus alba* L.)以其对恶劣自然环境的超强适应性和突出的保持水土、涵养水源、净化空气等生态功能而受到了广泛的关注^[12-15]。贺秀斌等^[14]在三峡库区消落带调查发现,桑树具有耐涝、耐渍、耐旱的生理优势,即使在2006年大旱期间没有枯死现象,生长基本良好,表现出超强的抗旱性。然而,传统观念中桑树仅为养蚕用经济树种,有关桑树的耐淹耐旱机理研究很少,其能否作为植被

恢复之优良树种缺乏足够的证据。为此,本文以桑树为研究对象,模拟三峡库区消落带夏季干旱条件下土壤水分变化特征,探讨干旱胁迫对桑树生长的影响,揭示桑树在干旱胁迫下的生长规律及其适应性,为三峡库区消落带植被恢复树种选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料及实验设计

供试材料为桂桑优12号实生桑苗,种子由三峡库区涪陵南沱镇蚕种场提供。2011年7月1日,在西南大学温室播种育苗。2011年8月1号,将培育好的大小、长势基本一致的幼苗移至高25 cm、口径20 cm的带土盆钵里,每盆1株。每盆装土5 kg(土壤为紫色土,采自三峡库区重庆涪陵南沱镇消落带),共120盆。移苗后缓苗10 d,然后将120盆随机分为3组,每40盆为一组,模拟重庆地区正常降水和极端干旱,设置不同的水分处理:CK正常供水,土壤相对湿度始终保持在60%~70%;T1中度干旱胁迫,土壤相对湿度始终保持在40%~50%;T2特

* 收稿日期:2012-01-18 网络出版时间:2012-5-26 12:13

资助项目:世界自然基金会(瑞士)项目(No. 10000757-1.3.01.02);西南大学资源环境学院“光炯”培育项目(No. 20110104)

作者简介:黄小辉,男,硕士研究生,研究方向为生态学;通讯作者:刘芸,E-mail:liuyun19970205@163.com

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20120526.1213.201203.57_011.html

大干旱胁迫,土壤相对湿度始终保持在 20% ~ 30%^[16]。水分控制采用称重法^[17]。每 10 d 进行一次取样测定,分别在 8 月 20 日、8 月 30 日、9 月 10 日和 9 月 20 日,一共 4 次,每个处理随机抽取 5 株(全株采取),进行相应指标的测定。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 株高和地径测定 采用精度 1 cm 的卷尺进行株高的测定,精度 0.1 mm 的游标卡尺进行地径的测定。

1.2.2 根冠比测定 采用烘干法,将地上部分和地下部分分别在 80 °C 烘箱烘至恒重^[18],用万分之一电子天平测定各部分干重。根冠比 = 根生物量/地上生物量。

1.2.3 根表面积和比根面积测定 采用加拿大 WinRHIZO 根系分析系统测定根表面积。比根面积($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)指单位重量的根表面积,即:比根面积 = 根表面积/干重。

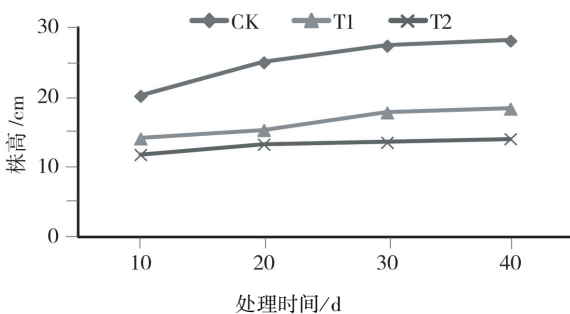
1.3 数据处理

用 Excel 统计并制图,用 SPSS 13.0 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对桑树株高的影响

由图 1 可以看出,在同一生长期,T1、T2 的桑树株高均低于 CK,并随着干旱胁迫的加重呈明显的下降趋势,且差异显著($p < 0.05$)。随着处理时间的延长,胁迫越重,生长越缓慢。CK 的株高平均增长速率($\text{cm} \cdot \text{d}^{-1}$)在 3 个测定时间段分别为:0.48、0.23、0.08,T1 的株高平均增长速率分别为:0.12、0.25、0.05;T2 的株高平均增长速率分别为:0.14、0.03、0.05。



CK: 正常供水, T1: 中度干旱, T2: 特大干旱。下同。

图 1 干旱胁迫对桑树株高的影响

Fig. 1 Effects of drought stress on the heights of mulberry trees

2.2 干旱胁迫对桑树幼苗地径的影响

由图 2 可以看出,T1、T2 的桑树地径均低于同期的 CK,并随着干旱胁迫的加重呈明显的下降趋势,且差异显著($p < 0.05$)。随着处理时间的延长,胁迫越重,地径增长越缓慢。CK 的地径平均增长速率($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$)在 3 个测定时间段分别为:0.012、0.023、0.062;T1 的地径平均增长速率分别为:0.044、0.007、0.041;T2 的地径平均增长速率分别为:0.011、0.015、0.021。

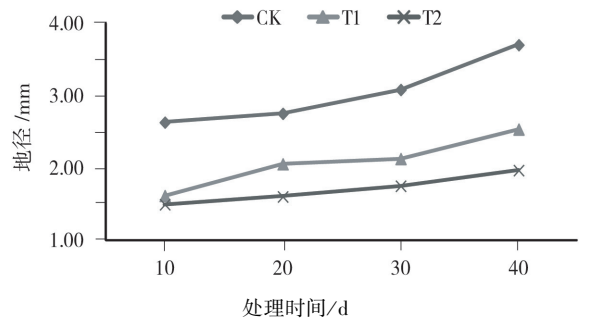


图 2 干旱胁迫对桑树地径的影响

Fig. 2 Effects of drought stress on the base diameters of mulberry trees

2.3 干旱胁迫对桑树根冠比的影响

随着处理时间的延长,各处理组的桑树根冠比呈明显上升的趋势(图 3)。随着干旱胁迫的加重,根冠比呈现不同的变化趋势。处理前期(0 ~ 20 d),T1、T2 均高于同期的 CK。处理后(20 d 以后),T2 的根冠比逐渐降低,而后再次表现出增加趋势。T1 与同期的 CK 没有显著性差异,T2 与同期的 CK 差异显著($p < 0.05$)。

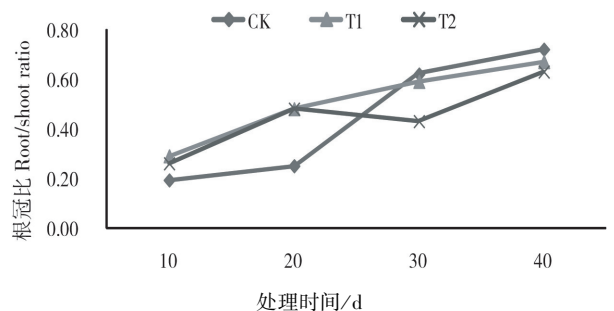


图 3 干旱胁迫对桑树根冠比的影响

Fig. 3 Effects of drought stress on the root/shoot ratio of mulberry trees

2.4 干旱胁迫对桑树根表面积和比根面积的影响

随着干旱胁迫的加重,各时期桑树的根表面积

均呈明显下降的趋势(见图4),且差异显著($p < 0.05$)。随着处理时间的延长,桑树逐渐生长,各处理组的根面积均呈上升的趋势(图4A)。随着干旱胁迫的加重,各时期桑树的比根面积总体呈上升的趋势(图4B),其中T2在4个时期分别比同期CK高出68%、67%、113%、90%,差异极显著($p < 0.01$)。随着处理时间的延长,各处理的比根面积基本呈现出下降的趋势,前期差异不显著($P > 0.05$),后期差异显著($P < 0.05$)。

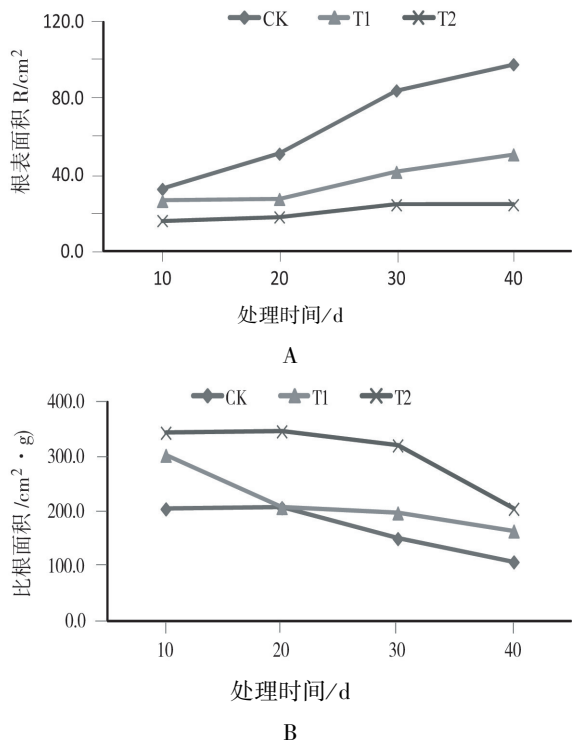


图4 干旱胁迫对桑树根表面积和比根面积的影响

Fig. 4 Effects of drought stress on the root surface area and specific root area of mulberry trees

3 结论与讨论

干旱胁迫对植物的生长发育具有一定的抑制作用,胁迫程度越高,抑制现象越明显,并最终都体现在植物的株高、地径等外观形态上,可以直接衡量作物耐干旱胁迫的能力^[19-20]。本研究结果表明,干旱胁迫对桑树的株高和地径生长有明显的影响,并随着干旱胁迫的加重,抑制生长的作用越明显(见图1、图2)。随着胁迫时间的延长,各处理株高和地径仍呈增长趋势,但增长率逐渐降低。

根系是植物吸收水分和矿质元素的主要器官,其大小、分布等很大程度决定植物吸收的养分和水

分数量,对作物生长发育、产量和品质有很大影响。许多研究认为,根系形态和生理特征与植物抗旱性密切相关,而根冠比、根表面积和比根面积都是衡量苗期根系发育好坏的重要指标,根冠比、根表面积和比根面积较大的幼苗表现出较强的吸收水分和矿物质的能力,并有较强的根系活力和抗旱能力^[21-28]。本研究发现,随着干旱胁迫的加重和胁迫时间的延长,桑树的根冠比和根表面积呈明显上升的趋势,这与宋会兴^[29]和尉秋实等^[30]的研究结果一致,即干旱胁迫改变了植株的生物量分配,使得植株将更多的生物量分配到根系中,以增加根系的吸收面积和根系活力,达到抗干旱胁迫的目的。随着干旱胁迫的加重,桑树幼苗的比根面积也呈明显上升的趋势。单位根重量的根表面积明显上升,可以增大根系与土壤的接触面积和水分吸收范围,加强对周围及深层土壤水分的利用,减轻干旱胁迫。

可见,桑树抗旱主要是通过减缓株高、地径生长,将更多的生物量投资到根部,增加根冠比、根表面积和比根面积,以充分利用周边及深层土壤中所含的少量水分来维持其自身对水分和其他物质的需求,从而保证其存活和正常生长。本实验中,桑树幼苗经过40 d的特大干旱胁迫后,不但没有死亡,还能维持缓慢生长,证明桑树的确具有很强的抗干旱能力。因此,桑树能够适应三峡库区消落带夏季伏旱、土壤干旱的环境条件,是消落带植被恢复的理想树种。

参考文献:

- [1] 戴方喜,许文年,刘德富,等. 对构建三峡库区消落带梯度生态修复模式的思考[J]. 中国水土保持, 2006(1): 34-36.
- [2] 马利民,唐燕萍,张明,等. 三峡库区消落带几种两栖植物的适生性评价[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 1885-1892.
- [3] 滕衍行,马利民,夏四清. 三峡库区消落带植被生态系统重建的研究[C]//邓楠. 2005 中国可持续发展论坛——中国可持续发展研究会 2005 年学术年会论文集(下册). 上海: 同济大学出版社, 2005.
- [4] Lowrance R, Hubbard R K, Williams R G. Effects of a managed three zone riparian buffer system on shallow groundwater quality in the Southeastern coastal plain[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2000, 55(2):

- 212-220.
- [5] Naiman R J. Riparian areas: rain forests-Noah America, wetland management, biotic communities[J]. *Bioscience*, 2000, 50(11):4-20.
- [6] Dennis F W. Ecological issues related to wetland preservation, restoration, creation and assessment[J]. *Science of the Total Environment*, 1999, 240:31-40.
- [7] 马菲, 邵呈龙, 刘芸. 三峡库区松软堆积型消落带植被恢复引种可行性分析[J]. *西南师范大学学报:自然科学版*, 2010, 35(6):169-179.
- [8] 熊俊, 袁喜, 梅朋森, 等. 三峡库区消落带环境治理和生态恢复的研究现状与进展[J]. *三峡大学学报*, 2011, 33(2):23-27.
- [9] 谭淑端, 张守君, 张克荣, 等. 长期深淹对三峡库区三种草本植物的恢复生长及光合特性的影响[J]. *武汉植物学研究*, 2009, 27(4):391-396.
- [10] 谭淑端, 朱明勇, 党海山, 等. 三峡库区狗牙根对深淹胁迫的生理响应[J]. *生态学报*, 2009, 29(7):3685-3691.
- [11] 张强, 罗勇, 廖要明, 等. '06 三峡库区夏季高温干旱及成因分析[J]. *中国山峡建设*, 2007(2):89-91.
- [12] 缪驰远, 陈田飞, 何丙辉. 桑树在紫色土水土保持效应方面研究[J]. *水土保持学报*, 2005, 19(1):117-123.
- [13] 秦俭, 何宁佳, 黄先智, 等. 桑树生态产业与蚕丝业的发展[J]. *蚕业科学*, 2010, 36(6):984-989.
- [14] 贺秀斌, 谢宗强, 南宏伟, 等. 三峡库区消落带植被修复与蚕桑生态经济发展模式[J]. *科技导报*, 2007, 25(23):59-63.
- [15] 刘芸. 桑树在三峡库区植被恢复中的应用前景[J]. *蚕业科学*, 2011, 37(1):93-97.
- [16] 中华人民共和国水利部. 旱情等级标准 SL424-2008 [S]. 北京:中国水利水电出版社, 2009.
- [17] 张爱民, 耿广东, 杨红, 等. 干旱胁迫对辣椒幼苗部分生理指标的影响[J]. *山地农业生物学报*, 2010, 29(1):35-38.
- [18] 冯燕, 王彦荣, 胡小文. 水分胁迫对两种荒漠灌木幼苗生长与水分利用效率的影响[J]. *草业学报*, 2011, 20(4):293-298.
- [19] 贺少轩, 梁宗锁. 土壤干旱对 2 个种源野生酸枣幼苗生长和生理特性的影响[J]. *西北植物学报*, 2009, 29(7):1387-1393.
- [20] 蒋高明. 植物生理生态学[M]. 北京:高等教育出版社, 2004:24-28.
- [21] 张永清, 苗果园. 水分胁迫条件下有机肥对小麦根苗生长的影响[J]. *作物学报*, 2006, 32(4):601-606.
- [22] 段舜山, 谷文祥. 半干旱地区小麦群体的根系特征与抗旱性的关系[J]. *应用生态学报*, 1997, 8(2):134-138.
- [23] 刘贞琦, 伍贤进, 刘振业. 土壤水分对烟草光合生理特性影响的研究[J]. *中国烟草学报*, 1995(1):44-49.
- [24] 汪邓民, 吴福如. 干旱对不同烤烟品种的生理及其烟株生长势的影响[J]. *烟草科技*, 2001(10):39-41.
- [25] 覃鹏, 刘叶菊, 刘飞虎. 干旱处理对烟草叶片 SOD 和 POD 活性的影响[J]. *中国烟草科学*, 2005(2):28-30.
- [26] 张喜英. 高粱根系生长发育规律及动态模拟[J]. *生态学杂志*, 1999, 18(5):65-67.
- [27] 冯广龙, 刘昌明, 王立. 土壤水分对作物根系生长及分布的调控作用[J]. *中国生态农业学报*, 1996, 4(3):5-9.
- [28] 刘莹, 王国梁, 刘国彬, 等. 不同分类系统下油松幼苗根系特征的差异与联系[J]. *植物生态学报*, 2011(12):1386-1393.
- [29] 宋会兴, 钟章成, 王开发. 土壤水分和接种 VA 菌根对构树根系形态和分形特征的影响[J]. *林业科学*, 2007, 43(7):142-147.
- [30] 尉秋实, 赵明, 李昌龙. 不同土壤水分胁迫下沙漠藜的生长及生物量的分配特征[J]. *生态学杂志*, 2006, 25(1):7-12.

(责任编辑 黄颖)