

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

中国生态学会2011年学术年会专辑



第31卷 第19期 Vol.31 No.19 **2011**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 19 期 2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

卷首语	本刊编辑部 (I)
我国生态学研究及其对社会发展的贡献	李文华 (5421)
生态学的现任务——要在混乱和创新中前进	蒋有绪 (5429)
发展的生态观:弹性思维	彭少麟 (5433)
中国森林土壤碳储量与土壤碳过程研究进展	刘世荣,王 晖,栾军伟 (5437)
区域尺度陆地生态系统碳收支及其循环过程研究进展	于贵瑞,方华军,伏玉玲,等 (5449)
流域尺度上的景观格局与河流水质关系研究进展	刘丽娟,李小玉,何兴元 (5460)
中国珍稀濒危孑遗植物珙桐种群的保护	陈 艳,苏智先 (5466)
水资源投入产出方法研究进展	肖 强,胡 聃,郭 振,等 (5475)
我国害鼠不育控制研究进展	刘汉武,王荣欣,张凤琴,等 (5484)
基于 NDVI 的三江源地区植被生长对气候变化和人类活动的响应研究	李辉霞,刘国华,傅伯杰 (5495)
毛乌素沙地克隆植物对风蚀坑的修复	叶学华,董 鸣 (5505)
近 50 年黄土高原地区降水时空变化特征	王麒麟,范晓辉,王孟本 (5512)
森林资源可持续状况评价方法	崔国发,邢韶华,姬文元,等 (5524)
黄土丘陵区景观格局对水土流失过程的影响——景观水平与多尺度比较	王计平,杨 磊,卫 伟,等 (5531)
未来 10 年黄土高原气候变化对农业和生态环境的影响	俄有浩,施 茜,马玉平,等 (5542)
山东近海生态资本价值评估——近海生物资源现存量价值	杜国英,陈 尚,夏 涛,等 (5553)
山东近海生态资本价值评估——供给服务价值	王 敏,陈 尚,夏 涛,等 (5561)
特大冰冻灾害后大明山常绿阔叶林结构及物种多样性动态	朱宏光,李燕群,温远光,等 (5571)
低磷和干旱胁迫对大豆植株干物质积累及磷效率的影响	乔振江,蔡昆争,骆世明 (5578)
中国环保模范城市生态效率评价	尹 科,王如松,姚 亮,等 (5588)
污染足迹及其在区域水污染压力评估中的应用——以太湖流域上游湖州市为例	焦雯珺,闵庆文,成升魁,等 (5599)
近二十年来上海不同城市空间尺度绿地的生态效益	凌焕然,王 伟,樊正球,等 (5607)
城市社区尺度的生态交通评价指标	戴 欣,周传斌,王如松,等 (5616)
城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变——以常州市为例	李 锋,叶亚平,宋博文,等 (5623)
中国居民消费隐含的碳排放量变化的驱动因素	姚 亮,刘晶茹,王如松 (5632)
煤矿固废资源化利用的生态效率与碳减排——以淮北市为例	张海涛,王如松,胡 聃,等 (5638)
城市遮阴环境变化对大叶黄杨光合过程的影响	于盈盈,胡 聃,郭二辉,等 (5646)
广东永汉传统农村的聚落生态观	姜雪婷,严力蛟,后德仟 (5654)
长江三峡库区昆虫丰富度的海拔梯度格局——气候、土地覆盖及采样效应的影响	刘 晔,沈泽昊 (5663)
东南太平洋智利竹筴鱼资源和渔场的时空变化	化成君,张 衡,樊 伟 (5676)
豚草入侵对中小型土壤动物群落结构特征的影响	谢俊芳,全国明,章家恩,等 (5682)

我国烟粉虱早春发生与秋季消退·····	陈春丽, 鄧军锐, 戈 峰, 等 (5691)
变叶海棠及其伴生植物峨眉小檗的水分利用策略 ·····	徐 庆, 王海英, 刘世荣 (5702)
杉木人工林不同深度土壤 CO ₂ 通量·····	王 超, 黄群斌, 杨智杰, 等 (5711)
不同浓度下四种除草剂对福寿螺和坑螺的生态毒理效应·····	赵 兰, 骆世明, 黎华寿, 等 (5720)
短期寒潮天气对福州市绿地土壤呼吸及组分的影响·····	李熙波, 曾文静, 李金全, 等 (5728)
黄土丘陵沟壑区景观格局对流域侵蚀产沙过程的影响——斑块类型水平·····	王计平, 杨 磊, 卫 伟, 等 (5739)
气候变化对物种分布影响模拟中的不确定性组分分割与制图——以油松为例·····	张 雷, 刘世荣, 孙鹏森, 等 (5749)
北亚热带马尾松年轮宽度与 NDVI 的关系 ·····	王瑞丽, 程瑞梅, 肖文发, 等 (5762)
物种组成对高寒草甸植被冠层降雨截留容量的影响·····	余开亮, 陈 宁, 余四胜, 等 (5771)
若尔盖湿地退化过程中土壤水源涵养功能 ·····	熊远清, 吴鹏飞, 张洪芝, 等 (5780)
桂西北喀斯特峰丛洼地不同植被演替阶段的土壤脲酶活性·····	刘淑娟, 张 伟, 王克林, 等 (5789)
利用混合模型分析地域对国内马尾松生物量的影响 ·····	符利勇, 曾伟生, 唐守正 (5797)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林土壤理化性质的影响·····	张 喜, 朱 军, 崔迎春, 等 (5809)
不同培育时间侧柏种基盘苗根系生长和分布·····	杨喜田, 董娜琳, 闫东锋, 等 (5818)
Cd ²⁺ 与 CTAB 复合污染对枫香幼苗生长与生理生化特征的影响 ·····	章 芹, 薛建辉, 刘成刚 (5824)
3 种入侵植物叶片挥发物对早稻幼苗根的影响 ·····	张凤娟, 徐兴友, 郭艾英, 等 (5832)
米槠-木荷林优势种群的年龄结构及其更新策略 ·····	宋 坤, 孙 文, 达良俊 (5839)
褐菖鲉肝 CYP 1A 作为生物标志物监测厦门海域石油污染状况 ·····	张玉生, 郑榕辉, 陈清福 (5851)
基于输入-输出流分析的生态网络 φ 模式能流 ρ 模式能流测度方法 ·····	李中才, 席旭东, 高 勤, 等 (5860)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 444 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 50 * 2011-10



封面图说: 胡杨是我国西北干旱沙漠地区原生的极其难得的高大乔木, 树高 15—30 米, 能忍受荒漠中的干旱环境, 对盐碱有极强的忍耐力。为适应干旱气候一树多态叶, 因此胡杨又称“异叶杨”。它对于稳定荒漠河流地带的生态平衡, 防风固沙, 调节绿洲气候和形成肥沃的森林土壤具有十分重要的作用。秋天的胡杨林一片金光灿烂。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

杨喜田,董娜琳,闫东锋,佐铺宣行,赵勇. 不同培育时间侧柏种基盘苗根系生长和分布. 生态学报, 2011, 31(19): 5818-5823.

Yang X T, Dong N L, Yan D F, Sajiki N, Zhao Y. The growth and distribution of *Platycladus orientalis* Seed-base seedling root in different culture periods. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(19): 5818-5823.

不同培育时间侧柏种基盘苗根系生长和分布

杨喜田*, 董娜琳, 闫东锋, 佐铺宣行, 赵 勇

(河南农业大学林学院, 郑州 450002)

摘要:以 3 月直接在培养池中播种培育的侧柏种基盘苗作对照,将同期播种的侧柏种基盘苗进行悬空培养,于 6 月、8 月和 10 月分别移栽到培育池(分别称为种基盘苗、6 月移栽苗、8 月移栽苗、10 月移栽苗),并于翌年 3 月挖根,研究不同培育时间对移栽后侧柏幼苗根系生长和分布的影响。结果表明:苗木株高、根分布最大深度、根和地上部干重由大到小依次为:6 月移栽苗>8 月移栽苗>种基盘苗>10 月移栽苗。根冠比由大到小依次为 6 月移栽苗>8 月移栽苗>10 月移栽苗>种基盘苗,但除了种基盘苗与 6 月移栽苗之间差异性显著外,其它处理之间差异性不显著。随着悬空培育时间的延长,空气断根限制了侧柏主根的生长,促进了侧根生长,降低了主侧根长度比。但经悬空培育后,任何处理的移栽苗都没有发生根系盘绕现象,移栽后主根的再生没有受到影响。

关键词:植被恢复;种基盘;主侧根长度比;空气断根;侧柏

The growth and distribution of *Platycladus orientalis* Seed-base seedling root in different culture periods

YANG Xitian*, DONG Nalin, YAN Dongfeng, SAJIKI Nobuyuki, ZHAO Yong

College of Forestry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China

Abstract: In order to clarify the effects of different culture periods on the growth and root distribution of *Platycladus orientalis* seedling, we cultured seedlings directly seeded in Seed-bases buried in culture groove in March, and seedlings seeded at the same time in Seed-bases which were put on a net first, and then transplanted in culture groove in June, August and October (intituled as Seed-base seedling, Jun transplanted seedling, Aug transplanted seedling and Oct transplanted seedling, respectively). The growth of seedlings were investigated and roots were dug out in the next March for root surveying. The results showed that seedling height, maximal root depth, dry weight of root and shoot decreased as the flowing order: Jun transplanted seedling > Aug transplanted seedling > Seed-base seedling > October transplanting seedlings. Root-shoot ratio decreased as the flowing order: Jun transplanted seedling > Aug transplanted seedling > Oct transplanted seedling > Seed-base seedling. As the increasing of Seed-base culture time on net, the growth of main root was limited, and the taproot-lateral root length ratio was decreased because of air root-pruning. However, root roping phenomenon did not appear at any culture periods in this study, and the taproot regrowth after transplantation was not damaged.

Key Words: vegetation restoration; Seed-base seedling; taproot-lateral root length ratio; air root-pruning; *Platycladus orientalis*

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30872019)

收稿日期:2011-06-18; 修订日期:2011-07-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xitianyang@yahoo.com.cn

目前, 植苗造林仍是植被恢复措施的主要途径。造林后苗木的快速恢复, 对提高植物地上和地下部分的资源竞争能力十分重要^[1]。植物根系作为直接与土壤接触的器官, 起着吸收水分养分、保护土壤安定、支撑树木本身等作用。近年来, 植物根系研究朝着专业化、综合化方向发展。特别是结合植物根系的固土作用及其与坡面土体稳定性关系, 根系生长发育、根系分布、根力学等根系生理学和生态学的研究成为一大热点^[2-4]。研究根系的结构和形态, 包括不同生态系统、同一系统不同物种间的根系特征, 有利于认识根的基本特征和根系内部的异质性^[5]。根系生长和根系密度受许多因素, 例如土壤、植物类型和苗木来源^[6-8]等影响。但对于木本植物的理想根系构型仍缺乏深入了解。

实践证明, 林木在育苗或移栽过程中, 苗木根系会受到不同程度的损害, 从而对其移栽后的生长带来较大的影响^[1, 9]。为避免移栽过程对苗木根系的伤害以及营养钵育苗造成的根系盘绕, 开发了种基盘绿化技术^[10]。种基盘是经过改良的圆柱状固体块状土壤基质, 中央留有贯通孔(图 1)。虽有研究报道了控根育苗对苗木根系生物量、苗木构型的影响^[9], 但有关空气断根对苗木移栽后根系生长和分布的影响的报道较少。为了探明种基盘营养空间和空气断根对苗木根系发育的影响, 研究了不同培育时间种基盘苗根系发育及苗木移栽后的苗木生长和根系分布, 以为丰富林木苗木理想根构型理论和制定科学的植被恢复策略提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设置在河南省登封市井湾村(N34°33'17", E113°08'43")。该区地形以山地丘陵为主, 属温带大陆性气候, 气候温和, 7 月平均气温 27.5℃, 1 月平均气温-0.3℃, 年平均气温 14℃, 年平均降水量 640mm, 无霜期 225d。

1.2 种基盘制作及幼苗培育

以干旱地区植被恢复的常用树种侧柏(*Platycladus orientalis* L.)为研究对象(种子来源于济源市, 发芽率 75%, 千粒重 22g)。将土壤和秸秆堆肥按 1:1 的体积混合, 加入缓释肥(N:P:K=6:18:14)5g/L, 搅拌均匀, 然后用种基盘成型器制作。使用的种基盘规格为径 10cm、高 10cm 的圆柱形, 中间有 1 个孔径为 4cm 的贯通孔, 孔四周有 4 个 2cm 的通气槽。

侧柏种子用 40℃ 温水浸泡 24h 后, 进行播种。待种子发芽后, 每个种基盘定苗 1 株, 并定期进行水分管理。共设计 4 个处理, 每种处理 6 株。

种基盘苗: 于 2009 年 3 月 22 日将种基盘埋在已修建好的培育池内, 并在种基盘中播种、覆土。

种基盘移栽苗: 将同期播种的种基盘, 放置于悬空的金属网上进行培育, 并于 2009 年的 6 月 1 日、8 月 1 日和 10 月 1 日, 分批移栽到培育池中(以下简称 6 月移栽苗、8 月移栽苗和 10 月移栽苗)。培育池用红砖建造, 基质配比为秸秆堆肥: 土壤=1:1。培育池高 0.7m, 长 3m, 宽 3m。侧柏从距离培育池边缘 25cm 处开始, 按定植密度 50cm×50cm 进行种植, 平时注意除草, 不进行浇水管理。

1.3 测定项目和计算

每个月用卷尺测定的株高。于 2010 年 3 月进行根系挖掘。挖根时观察记录根系分布, 测量根系深度, 全部挖出后冲洗, 带回室内测定主根长、侧根长。将根系和地上部分别放于 85℃ 烘箱至恒重, 称重。计算主侧根长度比和根冠比:

$$\text{主侧根长度比} = \text{主根长} / \text{最长 5 条侧根的平均长}$$

$$\text{根冠比} = \text{根系干重} / \text{地上部干重}$$

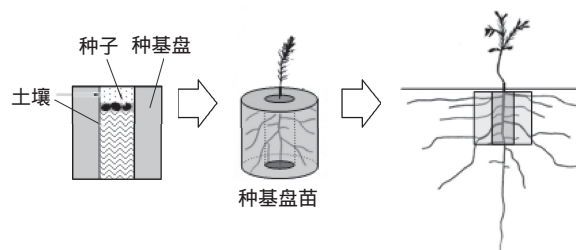


图 1 种基盘苗的培育和移栽

Fig. 1 The culture and transplantation of Seed-base seedling

2 结果与分析

2.1 不同培育时间侧柏种基盘苗的株高生长

图2为各处理苗木株高的累积生长量。各种处理中6月移栽苗株高生长量最大(12.86 cm),其次是8月移栽苗(11.83 cm),种基盘苗最低(9.62 cm)。种基盘苗与6月移栽苗之间差异不显著($P>0.05$),和8月移栽苗之间差异性极显著($P<0.01$),但与10月移栽苗之间差异性不显著($P>0.05$)。6月移栽苗与10月移栽苗之间差异性极显著($P<0.01$),但6月移栽苗与8月移栽苗,8月移栽苗与10月移栽苗之间差异性不显著。

2.2 不同培育时间侧柏种基盘苗的根系生长

种基盘苗、6月移栽苗、8月移栽苗以及10月移栽苗的根系最大分布深度分别为31.3、41.0、37.5和19.8 cm(图3)。与种基盘苗根系最大分布深度相比,6月移栽苗和8月移栽苗的增幅分别为25%和17.3%,10月移栽苗减少了56.6%。但除了10月移栽苗与其他处理之间差异极显著($P<0.01$)外,种基盘苗、6月移栽苗、8月移栽苗的根系最大分布深度之间,没有显著性差异。

各处理幼苗的主侧根长度比从大到小的顺序为种基盘苗>6月移栽苗>10月移栽苗>8月移栽苗,分别为5.82、3.85、3.22和1.76(图4)。种基盘苗与10月移栽苗之间差异性极显著($P<0.01$),其它处理之间差异性不显著。

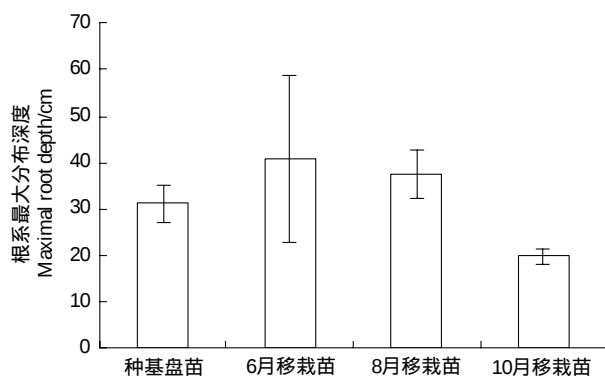


图3 不同培育时间侧柏种基盘苗的根系最大分布深度

Fig. 3 The maximal root depth of *P. orientalis*'s seed-base seedlings in different culture periods

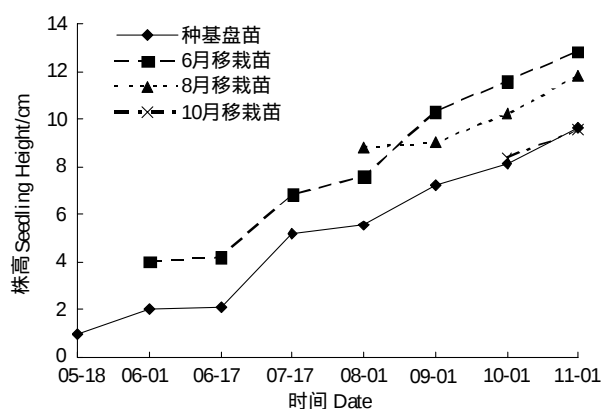


图2 不同培育时间侧柏种基盘苗的株高变化

Fig. 2 The height change of *P. orientalis*'s seed-base seedlings in different culture periods

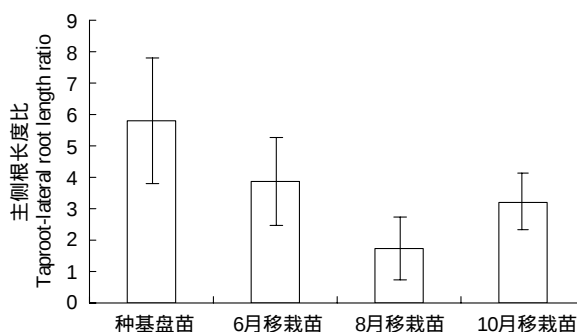


图4 不同培育时间侧柏种基盘苗的主侧根长度比

Fig. 4 The taproot-lateral root length ratio of *P. orientalis*'s seed-base seedlings in different culture periods

2.3 不同培育时间侧柏种基盘苗的地上、地下部分干重

各处理苗木的根干重和地上部干重图5。6月移栽苗和8月移栽苗的根干重分别为0.22 g和0.17 g,比种基盘苗的0.11 g增加了100%和54.5%。但种基盘苗与10月移栽苗,6月移栽苗与8月移栽苗之间差异性不显著。

种基盘苗、6月移栽苗、8月移栽苗以及10月移栽苗的地上部干重分别为0.41、0.59、0.53和0.29 g。6月移栽苗与10月移栽苗之间差异性显著($P<0.05$)。其它处理之间差异性不显著。

分析根冠比的结果可知(图6),种基盘苗、6月移栽苗、8月移栽苗以及10月移栽苗的根冠比分别为

0.41、0.57、0.50 和 0.45,但各处理之间差异性不显著。

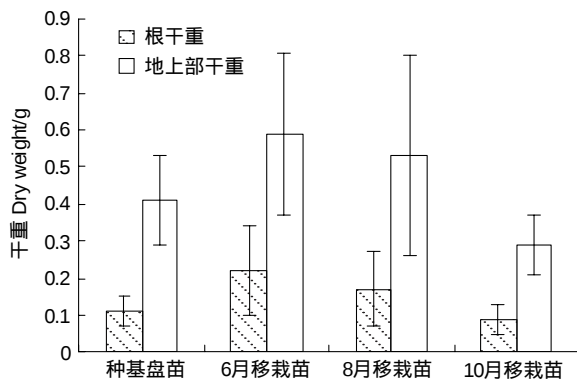


图5 不同培育时间侧柏种基盘苗的地上、地下部分干重

Fig. 5 The dry weight of *P. orientalis*'s seed-base seedlings in different culture periods

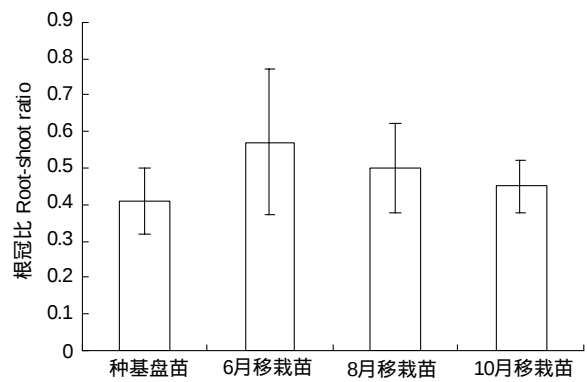


图6 不同培育时间侧柏种基盘苗的根冠比

Fig. 6 The root-shoot ratio of *P. orientalis*'s seed-base seedlings in different culture periods

2.4 不同培育时间侧柏种基盘苗的根系分布

各处理幼苗的根系分布见图7,虚线方框表示种基盘的位置。无论任何处理,移栽后都未见种基盘苗根系盘绕或主根丧失现象。与种基盘苗的侧根比较短且大部分横方向生长相比,种基盘移栽苗发生的侧根则呈向斜下方向生长的趋势,尤其以培育时间较长的10月移栽苗分枝角度最小。这可能是由于种基盘苗在悬空培育的过程中,由于空气断根,主根的生长受到了限制,从而促进了侧根的生长,并增加了侧根的向地性。

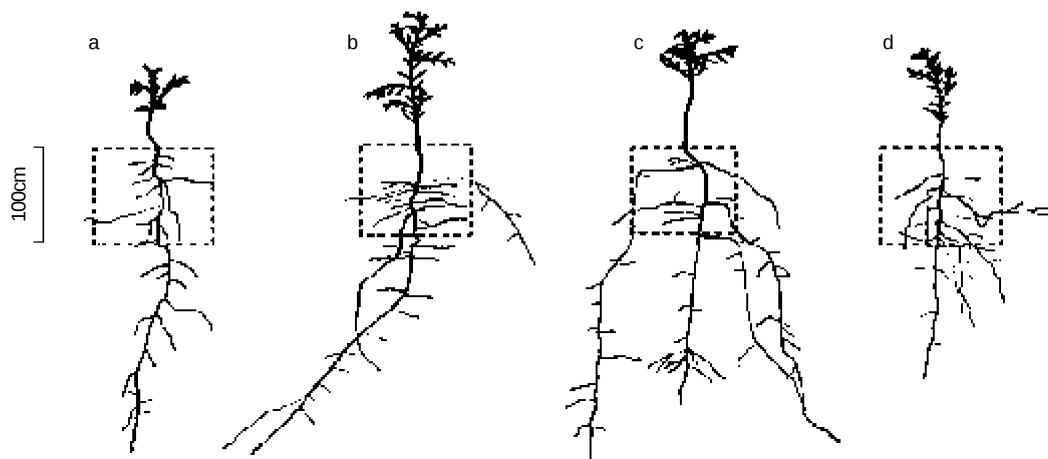


图7 不同培育时间侧柏种基盘苗的根系分布

Fig. 7 The root distribution of *P. orientalis*'s seed-base seedlings in different culture periods

a, b, c, d 分别为种基盘苗,6月移栽苗,8月移栽苗和10月移栽苗

3 结论与讨论

培育优良根系系统是苗木生产的关键,也是影响苗木栽植后能否健康生长,克服移栽对苗木带来压力的关键^[11]。陈晓阳^[6]对侧柏苗木根系性状的遗传变异研究结果表明,不同种源的侧柏,随着地理变异从湿润、温暖向干旱、寒冷过渡,其1年生苗木的根系生物量减少,分枝减弱。建议采用容器育苗技术来保护根系或采用截根等的措施来促进侧根的发展,使得根系发达,提高苗木质量。

根系形态和生理状况可以为评价幼苗潜力提供更为准确的指标^[12],切根也常作为提高侧根数量和成活率的有效途径。有关小麦的切根实验表明,根修剪处理后,小麦在0—120cm总根量均显著小于未修剪,但提高了净光合速率和小麦的根系效率^[13]。切根使小麦根系中 IAA 含量提高了2—10倍,并会促进侧根生

长^[14]。但侧柏切根试验中根系 IAA 含量是先增加而后逐渐下降^[15],抑制了主根的生长,促进了一级侧根的发生,使切根处理后的幼苗在一级侧根的数量和总长度上均大于全根苗^[8]。有研究表明,切根只有在湿润条件下才能促进苗木成活率和生长^[16],姜景民等使用湿地松切根苗造林结果表明,切根苗造林当年表现出比未切根苗旺盛的生长势,在干旱条件下和抚育强度低的地方造林,由于侧须根发达,切根苗表现出较高的成活、保存率^[17]。在云南进行的黄樟切根试验也证明,通过切根移袋育苗,极显著缩短了黄樟苗木主根的长度,促进了苗木侧根的生长,显著提高了苗木的 I 级侧根数和苗木地下部分的鲜重,增加了苗木对土壤养分的吸收能力,从而显著地促进苗木的地径生长和地上部分鲜重的增加^[18]。

根系在土壤中的空间分布和形态特征如根系的数量、生长深度、生长方向等,除了受物种的影响外,还与土壤环境、不同栽植密度和方式等有关^[3]。本实验中,空气断根发挥了和切根相似的作用。由于悬空培育的种基盘苗没有发生根系盘绕现象,移栽后主根的再生没有受到影响。且由于空气断根限制了主根的生长,促进了侧根发达侵入种基盘内,并吸收种基盘内的水分和养分,增加了移栽后的根的生长量及根深度。随着悬空培养时间的延长,苗木主侧根长度比逐渐下降。但 10 月移栽苗又有上升。这主要是由于 10 月移栽苗的生长量旺盛时期(6—9 月),由于受种基盘营养空间的影响,主根和侧根的生长都受到了限制,反而使苗木根系的主侧根长度比有所提高。

根冠比是植物体光合作用产物分配的重要体现,受植物种类、年龄、气候条件等众多因素的影响^[19]。植物在生长过程中,地上部分和地下部分之间相互依赖又相互制约,是植物自身协调平衡的结果。同树龄的苗木的根冠比越高,根系越发达,成活率越高。各时间的种基盘移栽苗,根冠比均大于直接播种的种基盘苗,但各处理差异不显著。这说明种基盘苗对空气断根干扰的适应性较强,能够平衡地上和地下部分的生长。

从主根和侧根的分布形态可见,移栽后的种基盘苗,主根仍然明显,侧根却随着培养时间的延长而有沿向下生长的趋势,尤其是 10 月移栽苗。这可能是由于种基盘移栽苗主根的恢复生长迟于侧根,从而使侧根代替主根,取得了部分向地性生长。植物根系的向地性决定了整个根系分布的深浅,但目前有关向地性与养分的关系已有一些报道^[20],但有关种基盘育苗等栽培措施对根系向地性的影响,还需进一步研究。

References:

- [1] Andersen L, Rasmussen H N, Brander P E. Regrowth and dry matter allocation in *Quercus robur* (L.) seedlings root pruned prior to transplanting. *New Forests*, 2000, 19(2): 205-214.
- [2] Guo W J, Huang G B, Wang F E, Wu J M. Study on constitutive relation of soil-root composite. *Journal of China Agricultural University*, 2006, 11(2): 35-38.
- [3] Xiong Y M, Xia H P, Li Z A, Cai X A. Effects and mechanisms of plant roots on slope reinforcement and soil erosion resistance: a research review. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(4): 895-904.
- [4] Wang Z Q, Guo D L. Root ecology. *Journal of Plant Ecology*, 2008, 32(6): 1213-1216.
- [5] de Deyn G B, Cornelissen J H C, Bardgett R D. Plant functional traits and soil carbon sequestration in contrasting biomes. *Ecology Letters*, 2008, 11(5): 516-531.
- [6] Chen X Y, Wang D Y, Wu S Z. Studies on the genetic variations of seedling root characteristics in provenance trials of *Platycladus orientalis*. *Journal of Beijing Forestry University*, 1990, 12(2): 13-20.
- [7] Piercy C, Wynn T. Predicting root density in streambanks. *Journal of the American Water Resources Association*, 2008, 44(2): 496-508.
- [8] Yang X T, Wang G L, Zhao N, Fan Z W. Effects of different root-cutting treatments on seedling lateral root development. *Journal of Henan Agricultural University*, 2010, 44(2): 155-159.
- [9] Yue L, Xu Y C, Zhang W, Dong F X. Effect of root-pruning bags on *Magnolia denudata* Desr's root architecture. *Forest Research*, 2010, 23(6): 883-888.
- [10] Yang X T, Nobuyuki S, Yang Z, Zeng L L, Zhu P L. Effects of different seedling stock types on root growth of *Platycladus orientalis* and *Ulmus pumila*'s transplants. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(1): 86-92.
- [11] Grossnickle S C. Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*, 2005, 30(2/3): 273-294.
- [12] Davis A S, Jacobs D F. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, 2005, 30

(2/3): 295-311.

- [13] Ma S C, Xu B C, Li F M, Huang Z B. Effect root pruning on root distribution, root efficiency and yield formation of winter wheat in Loess Plateau. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(12): 6172-6179.
- [14] Vysotskaya I L B, Timergalina L N, Simonyan M V, Veselov S Y, Kudoyarova G R. Growth rate, IAA and cytokinin content of wheat seedling after root pruning. *Plant Growth Regulation*, 2001, 33(1): 51-57.
- [15] Yang X T, Chen J M, Tang Y, Zhao Y. Changes of endogenous phytohormone contents in *Platycladus orientalis* roots after root-cutting. *Journal of Henan Agricultural University*, 2011, 4(1): 66-70.
- [16] Farmer J W, Pezeshki S R. Effects of periodic flooding and root pruning on *Quercus nuttallii* seedlings. *Wetlands Ecology and Management*, 2004, 12(3): 205-214.
- [17] Jiang J M, Hu S C, Yu M K, Luo X Z, Chen B, Tang J D. Study on the conditioning effects of undercutting and top pruning on Slash Pine bareroot seedlings. *Forest Research*, 1997, 10(2): 182-188.
- [18] Zhao Y F, Xu G Y, Su Z L, Liu J F, Li C P, Zhang Y K. An experimental study on cut-root seedling of *Cinnamomum parthenoxylum*. *Journal of West China Forestry Science*, 2007, 36(1): 103-105.
- [19] Geng H L, Wang Y H, Wang F Y, Jia B R. The dynamics of root-shoot ratio and its environmental effective factors of recovering *Leymus chinensis* steppe vegetation in Inner Mongolia. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(10): 4629-4634.
- [20] Shi J H, Liao H, Yan X L. Molecular mechanisms of root gravitropic responses and nutrient uptake. *Chinese Bulletin of Botany*, 2005, 22(5): 523-531.

参考文献:

- [2] 郭维俊, 黄高宝, 王芬娥, 吴建民. 土壤-植物根系复合体本构关系的理论研究. *中国农业大学学报*, 2006, 11(2): 35-38.
- [3] 熊燕梅, 夏汉平, 李志安, 蔡锡安. 植物根系固坡抗蚀的效应与机理研究进展. *应用生态学报*, 2007, 18(4): 895-904.
- [4] 王政权, 郭大立. 根系生态学. *植物生态学报*, 2008, 32(6): 1213-1216.
- [6] 陈晓阳, 王东洋, 吴栓柱. 侧柏种源苗木根系性状遗传变异的研究. *北京林业大学学报*, 1990, 12(2): 13-20.
- [8] 杨喜田, 王广磊, 赵宁, 范增伟. 不同切根处理对林木幼苗根系侧根生长的影响. *河南农业大学学报*, 2010, 44(2): 155-159.
- [9] 岳龙, 徐迎春, 张炜, 王秀琴, 董凤祥. 美植袋物理控根容器培育对玉兰苗根系构型的影响. *林业科学研究*, 2010, 23(6): 883-888.
- [10] 杨喜田, 佐铺宣行, 杨臻, 曾玲玲, 朱璞玲. 不同育苗方式对移栽后侧柏和白榆幼苗根系生长的影响. *生态学报*, 2010, 30(1): 86-92.
- [13] 马守臣, 徐炳成, 李凤民, 黄占斌. 根修剪对黄土旱塬冬小麦 (*Triticum aestivum*) 根系分布、根系效率及产量形成的影响. *生态学报*, 2008, 28(12): 6172-6179.
- [15] 杨喜田, 陈久美, 唐妍, 赵勇. 侧柏幼苗切根后根系内源激素含量的变化. *河南农业大学学报*, 2011, 45(1): 66-70.
- [17] 姜景民, 胡世才, 虞沫奎, 罗训志, 陈彬, 唐金娣. 切根、截顶对湿地松裸根苗生长调控效果的研究. *林业科学研究*, 1997, 10(2): 182-188.
- [18] 赵永丰, 许国云, 苏智良, 刘金凤, 李翠萍, 张永坤. 黄樟切根移袋育苗对比试验. *西部林业科学*, 2007, 36(1): 103-105.
- [19] 耿浩林, 王玉辉, 王凤玉, 贾丙瑞. 恢复状态下羊草 (*Leymus chinensis*) 草原植被根冠比动态及影响因子. *生态学报*, 2008, 28(10): 4629-4634.
- [20] 石江华, 廖红, 严小龙. 植物根系向地性感应的分子机理与养分吸收. *植物学通报*, 2005, 22(5): 523-531.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 19 October, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Ecology research and its effects on social development in China	LI Wenhua (5421)
The current mission of ecology-advancing under the situation of chaos and innovation	JIANG Youxu (5429)
Resilience thinking: development of ecological concept	PENG Shaolin (5433)
A review of research progress and future prospective of forest soil carbon stock and soil carbon process in China	LIU Shirong, WANG Hui, LUAN Junwei (5437)
Research on carbon budget and carbon cycle of terrestrial ecosystems in regional scale: a review	YU Guirui, FANG Huajun, FU Yuling, et al (5449)
Advances in the studying of the relationship between landscape pattern and river water quality at the watershed scale	LIU Lijuan, LI Xiaoyu, HE Xingyuan (5460)
Research on the protection of <i>Davidia involucrata</i> populations, a rare and endangered plant endemic to China	CHEN Yan, SU Zhixian (5466)
Progress on water resources input-output analysis	XIAO Qiang, HU Dan, GUO Zhen, et al (5475)
Research advances of contraception control of rodent pest in China ...	LIU Hanwu, WANG Rongxin, ZHANG Fengqin, et al (5484)
Response of vegetation to climate change and human activity based on NDVI in the Three-River Headwaters region	LI Huixia, LIU Guohua, FU Bojie (5495)
Remediation of blowout pits by clonal plants in Mu Us Sandland	YE Xuehua, DONG Ming (5505)
Precipitation trends during 1961—2010 in the Loess Plateau region of China	WANG Qixiang, FAN Xiaohui, WANG Mengben (5512)
An evaluation method for forest resources sustainability	CUI Guofa, XING Shaohua, JI Wenyuan, et al (5524)
Effects of landscape patterns on soil and water loss in the hilly area of loess plateau in China: landscape-level and comparison at multiscale	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5531)
The impacts of future climatic change on agricultures and eco-environment of Loess Plateau in next decade	E Youhao, SHI Qian, MA Yuping, et al (5542)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: standing stock value of biological resources	DU Guoying, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5553)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: provisioning service value	WANG Min, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5561)
The dynamics of the structure and plant species diversity of evergreen broadleaved forests in Damingshan National Nature Reserve after a severe ice storm damage in 2008, China	ZHU Hongguang, LI Yanqun, WEN Yuanguang, et al (5571)
Interactive effects of low phosphorus and drought stress on dry matter accumulation and phosphorus efficiency of soybean plants	QIAO Zhenjiang, CAI Kunzheng, LUO Shiming (5578)
The eco-efficiency evaluation of the model city for environmental protection in China	YIN Ke, WANG Rusong, YAO Liang, et al (5588)
Pollution footprint and its application in regional water pollution pressure assessment: a case study of Huzhou City in the upstream of Taihu Lake Watershed	JIAO Wenjun, MIN Qingwen, CHENG Shengkui, et al (5599)
Ecological effect of green space of Shanghai in different spatial scales in past 20 years	LING Huanran, WANG Wei, FAN Zhengqiu, et al (5607)
Assessing indicators of eco-mobility in the scale of urban communities ...	DAI Xin, ZHOU Chuanbin, WANG Rusong, et al (5616)
Spatial structure of urban ecological land and its dynamic development of ecosystem services: a case study in Changzhou City, China	LI Feng, YE Yaping, SONG Bowen, et al (5623)
The carbon emissions embodied in Chinese household consumption by the driving factors	YAO Liang, LIU Jingru, WANG Rusong (5632)
The research on eco-efficiency and carbon reduction of recycling coal mining solid wastes: a case study of Huabei City, China	ZHANG Haitao, WANG Rusong, HU Dan, et al (5638)
Effects of urban shading on photosynthesis of <i>Euonymus japonicas</i>	YU Yingying, HU Dan, GUO Erhui, et al (5646)

Ecological view of traditional rural settlements: a case study in Yongnan of Guangdong Province	JIANG Xueting, YAN Lijiao, HOU Deqian (5654)
The altitudinal pattern of insect species richness in the Three Gorge Reservoir Region of the Yangtze River: effects of land cover, climate and sampling effort	LIU Ye, SHEN Zehao (5663)
Spatial-temporal patterns of fishing grounds and resource of Chilean jack mackerel (<i>Trachurus murphyi</i>) in the Southeast Pacific Ocean	HUA Chengjun, ZHANG Heng, FAN Wei (5676)
Impacts of <i>Ambrosia artemisiifolia</i> invasion on community structure of soil meso- and micro- fauna	XIE Junfang, QUAN Guoming, ZHANG Jiaen, et al (5682)
Appearance in spring and disappearance in autumn of <i>Bemisia tabaci</i> in China	CHEN Chunli, ZHI Junrui, GE Feng, et al (5691)
Water use strategies of <i>Malus toringoides</i> and its accompanying plant species <i>Berberis aemulans</i>	XU Qing, WANG Haiying, LIU Shirong (5702)
Analysis of vertical profiles of soil CO ₂ efflux in Chinese fir plantation	WANG Chao, HUANG Qunbin, YANG Zhijie, et al (5711)
Eco-toxicological effects of four herbicides on typical aquatic snail <i>Pomacea canaliculata</i> and <i>Crown conchs</i>	ZHAO Lan, LUO Shiming, LI Huashou, et al (5720)
Effects of short-term cold-air outbreak on soil respiration and its components of subtropical urban green spaces	LI Xibo, ZENG Wenjing, LI Jinqian, et al (5728)
Effects of landscape pattern on watershed soil erosion and sediment delivery in hilly and gully region of the Loess Plateau of China: patch class-level	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5739)
Partitioning and mapping the sources of variations in the ensemble forecasting of species distribution under climate change: a case study of <i>Pinus tabulaeformis</i>	ZHANG Lei, LIU Shirong, SUN Pengsen, et al (5749)
Relationship between masson pine tree-ring width and NDVI in North Subtropical Region	WANG Ruili, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (5762)
Effects of species composition on canopy rainfall storage capacity in an alpine meadow, China	YU Kailiang, CHEN Ning, YU Sisheng, et al (5771)
Dynamics of soil water conservation during the degradation process of the Zoigê Alpine Wetland	XIONG Yuanqing, WU Pengfei, ZHANG Hongzhi, et al (5780)
Soil urease activity during different vegetation successions in karst peak-cluster depression area of northwest Guangxi, China	LIU Shujuan, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (5789)
Analysis the effect of region impacting on the biomass of domestic Masson pine using mixed model	FU Liyong, ZENG Weisheng, TANG Shouzheng (5797)
Influence of fire on a <i>Pinus massoniana</i> soil in a karst mountain area at the center of Guizhou Province, China	ZHANG Xi, ZHU Jun, CUI Yingchun, et al (5809)
The growth and distribution of <i>Platyclus orientalis</i> Seed-base seedling root in different culture periods	YANG Xitian, DONG Nalin, YAN Dongfeng, et al (5818)
Effects of complex pollution of CTAB and Cd ²⁺ on the growth of Chinese sweetgum seedlings	ZHANG Qin, XUE Jianhui, LIU Chenggang (5824)
The influence of volatiles of three invasive plants on the roots of upland rice seedlings	ZHANG Fengjuan, XU Xingyou, GUO Aiying, et al (5832)
Age structure and regeneration strategy of the dominant species in a <i>Castanopsis carlesii</i> - <i>Schima superba</i> forest	SONG Kun, SUN Wen, DA Liangjun (5839)
A study on application of hepatic microsomal CYP1A biomarkers from <i>Sebastiscus marmoratus</i> to monitoring oil pollution in Xiamen waters	ZHANG Yusheng, ZHENG Ronghui, CHEN Qingfu (5851)
The method of measuring energy flow ϕ and p in ecological networks by input-output flow analysis	LI Zhongcai, XI Xudong, GAO Qin, et al (5860)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

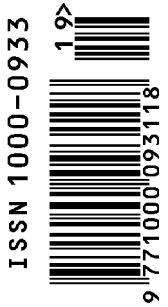
编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 19 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 19 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元