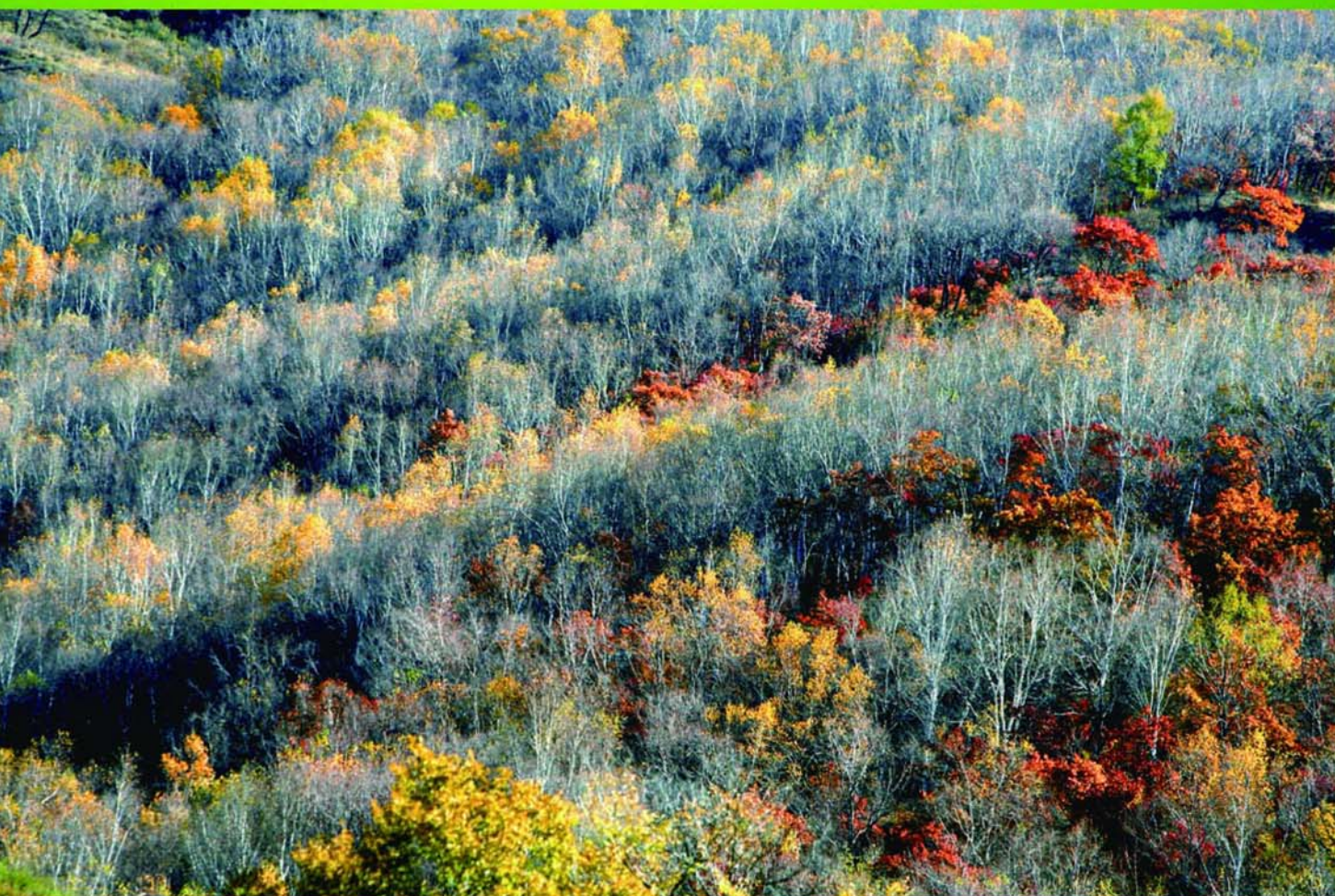


ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

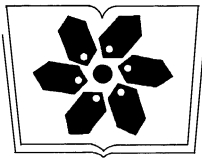
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第16期 Vol.31 No.16 **2011**

中国生态学学会
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 16 期

2011 年 8 月 (半月刊)

目次

人工和天然湿地芦苇根际土壤细菌群落结构多样性的比较·····	汪仲琼,王为东,祝贵兵,等 (4489)
不同土壤水分下山杏光合作用光响应过程及其模拟·····	郎莹,张光灿,张征坤,等 (4499)
不同颜色遮阳网遮光对丘陵茶园夏秋茶和春茶产量及主要生化成分的影响·····	秦志敏,付晓青,肖润林,等 (4509)
镉胁迫对烟草叶激素水平、光合特性、荧光特性的影响·····	吴坤,吴中红,邵付菊,等 (4517)
条浒苔和缘管浒苔对镉胁迫的生理响应比较·····	蒋和平,郑青松,朱明,等 (4525)
盐胁迫对拟南芥和盐芥莲座叶芥子油苷含量的影响·····	庞秋颖,陈思学,于涛,等 (4534)
长期双季稻绿肥轮作对水稻产量及稻田土壤有机质的影响·····	高菊生,曹卫东,李冬初,等 (4542)
基于水量平衡下灌区农田系统中氮素迁移及平衡的分析·····	杜军,杨培岭,李云开,等 (4549)
苏北海滨湿地互花米草种子特征及实生苗生长·····	徐伟伟,王国祥,刘金娥,等 (4560)
基于 AnnAGNPS 模型的三峡库区秭归县非点源污染输出评价·····	田耀武,黄志霖,肖文发 (4568)
镉污染对不同生境拟水狼蛛氧化酶和金属硫蛋白应激的影响·····	张征田,庞振凌,夏敏,等 (4579)
印度洋南赤道流区水体叶绿素 a 的分布及粒级结构·····	周亚东,王春生,王小谷,等 (4586)
长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化——以南汇东滩为例·····	张斌,袁晓,裴恩乐,等 (4599)
应用鱼类完整性指数 (FAII) 评价长江口沿岸碎波带健康状况·····	毛成贵,钟俊生,蒋日进,等 (4609)
基于渔业调查的南极半岛北部水域南极磷虾种群年龄结构分析·····	朱国平,吴强,冯春雷,等 (4620)
水稻模型 ORYZA2000 在湖南双季稻区的验证与适应性评价·····	莫志鸿,冯利平,邹海平,等 (4628)
旱地农田不同耕作系统的能量/碳平衡·····	王小彬,王燕,代快,等 (4638)
宁夏黄灌区稻田冬春休闲期硝态氮淋失量·····	王永生,杨世琦 (4653)
太湖沉积物有机碳与氮的来源·····	倪兆奎,李跃进,王圣瑞,等 (4661)
日偏食对乌鲁木齐空气可培养细菌群落的影响·····	马晶,孙建,张涛,等 (4671)
灰飞虱与褐飞虱种内和种间密度效应比较·····	吕进,曹婷婷,王丽萍,等 (4680)
圈养马来熊行为节律和时间分配的季节变化·····	兰存子,刘振生,王爱善,等 (4689)
塔里木荒漠河岸林干扰状况与林隙特征·····	韩路,王海珍,陈加利,等 (4699)
珍稀植物伯乐树一年生更新幼苗的死亡原因和保育策略·····	乔琦,秦新生,邢福武,等 (4709)
垃圾堆肥复合菌剂对干旱胁迫下草坪植物生理生态特性的影响·····	多立安,王晶晶,赵树兰 (4717)
CLM3.0-DGVM 中植物叶面积指数与气候因子的时空关系·····	邵璞,曾晓东 (4725)
基于生态效率的辽宁省循环经济分析·····	韩瑞玲,佟连军,宋亚楠 (4732)
专论与综述	
土壤食物网中的真菌/细菌比率及测定方法·····	曹志平,李德鹏,韩雪梅 (4741)
生态社区评价指标体系研究进展·····	周传斌,戴欣,王如松,等 (4749)
问题讨论	
不同胁迫条件下化感与非化感水稻 PAL 多基因家族的差异表达·····	方长甸,王清水,余彦,等 (4760)
研究简报	
钦州湾大型底栖动物生态学研究·····	王迪,陈丕茂,马媛 (4768)
人工恢复黄河三角洲湿地土壤碳氮含量变化特征·····	董凯凯,王惠,杨丽原,等 (4778)
基于地统计学丰林自然保护区森林生物量估测及空间格局分析·····	刘晓梅,布仁仓,邓华卫,等 (4783)
晋西黄土区辽东栎、山杨树干液流比较研究·····	隋旭红,张建军,文万荣 (4791)
小兴安岭典型苔草和灌木沼泽 N ₂ O 排放及影响因子·····	石兰英,牟长城,田新民,等 (4799)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-08	



封面图说:在长白山麓低海拔地区的晚秋季节,成片的白桦林用无数根白色的树干、树枝烘托着林冠上跳动的金黄色叶片,共生的柞木树冠用更浓重的颜色显示了它的存在,整个山梁层林尽染,秋意浓浓。

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

乔琦,秦新生,邢福武,陈红锋,刘东明. 珍稀植物伯乐树一年生更新幼苗的死亡原因和保育策略. 生态学报, 2011, 31(16): 4709-4716.

Qiao Q, Qin X S, Xing F W, Chen H F, Liu D M. Death causes and conservation strategies of the annual regenerated seedlings of rare plant, *Bretschneidera sinensis*. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(16): 4709-4716.

珍稀植物伯乐树一年生更新幼苗的 死亡原因和保育策略

乔 琦^{1,2}, 秦新生³, 邢福武², 陈红锋^{2,*}, 刘东明²

(1. 河南科技大学农学院, 洛阳 471003; 2. 中国科学院华南植物园, 广州 510650;

3. 华南农业大学林学院, 广州 510642)

摘要: 伯乐树 (*Bretschneidera sinensis* Hemsl.) 是我国特有珍稀的孑遗植物和国家一级重点保护野生植物, 在研究被子植物的系统发育、古地理和古气候等方面具有重要科学价值。研究发现伯乐树 1 年生更新幼苗的高死亡率是其天然更新困难的主要原因之一。采用分区试验监测了不同生境下 1 年生更新幼苗的生长动态; 分析了幼苗死亡的共同原因, 探讨了土壤酸碱度和不同光照环境对其生长的影响, 并提出有效的保育策略以促进其种群更新。结果表明, 伯乐树作为多年生木本植物, 其根尖并无根毛分化, 因此对环境的营养要求较高, 并极易受到各种因素影响而导致死亡。1 年生更新幼苗死亡的原因主要包括三方面, 分别表现在土壤透气性较低时, 幼苗易腐烂致死; 在夏季炎热天气易受干旱胁迫致死; 茎叶内含有黑芥子酶细胞, 作为菜青虫发育的必要场所而易被啃噬致死等。幼苗较适于弱酸性土壤 (5.0—6.5), 并据中国土壤规律主要分布在长江以南地区。不同光环境下对夏季时幼苗的存活率和生长量存在显著区别, 表现在全光环境下易造成幼苗的死亡, 而极度弱光环境会导致生长迟缓, 只有适度遮荫有利于幼苗的形态生长, 其中自然遮荫下的生长量各项指标 (苗高、地茎、叶片数和侧枝数等) 和幼苗成活率达到最优。据此, 在保育策略上建议采取适当的水肥管理和适度遮荫等措施, 如在大田中遮网 1 层或在中等郁闭度的林下自然遮荫。

关键词: 伯乐树; 1 年生更新幼苗; 死亡原因; 酸碱度; 遮荫

Death causes and conservation strategies of the annual regenerated seedlings of rare plant, *Bretschneidera sinensis*

QIAO Qi^{1,2}, QIN Xinsheng³, XING Fuwu², CHEN Hongfeng^{2,*}, LIU Dongming²

1 College of Agriculture, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China

2 South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China

3 College of Forestry, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, China

Abstract: *Bretschneidera sinensis* Hemsl., a tertiary relict tree endemic in China, was listed in National Key Protected Wild Plants (Class I) as a rare species. It is significant for the studies on phylogeny, paleogeography and paleoclimate of angiosperm. It was discovered that natural regeneration of the population was quite difficult and one of the key causes is the high death rate of its annual regenerated seedlings. Site experimentation was conducted to monitor the growth status of annual regenerated seedlings in different habitats, in order to discuss the common death causes of the seedlings and to study the effects of soil pH and different shade treatments on the growth of seedlings, also the effective conservation measures were advised to promote its natural regeneration. Results indicated that, as a perennial tree, the root tip of *B. sinensis* has no root hair differentiated, so it needed special habitats with enough nutrition and would be caused death easily by many lethal

基金项目: BGCi 中国项目 (6206/R4352); 国家科技支撑计划项目 (2008BAJ10B03-05); 广东省科技攻关计划 (2010B020303005); 河南科技大学博士科研基金项目 (09001495)

收稿日期: 2010-09-16; **修订日期:** 2010-12-27

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

factors. The main death causes of the seedlings consisted of 3 aspects: the decay of root system because of poor permeability of soil, water shortage by drought stress in summer, predation risk by cabbage caterpillar because of the myrosin cell in its stem and leaf which is the necessary development site for the pest, respectively. The seedlings were adapt to weak acidic soil ($\text{pH}=5.0-6.5$), so the species only distributed in the south area of Changjiang river according to the changing rule of the soil properties in China. Also the diverse light intensity differed significantly in the survival rates in hot summer and biomass accumulation of annual regenerated seedlings. Results of light control treatment showed that the natural sunlight would cause the death of seedlings seriously, while severely weak shade conditions would inhibit the biomass accumulation. Only moderate shade treatment was suitable to the growth of seedlings, and the biomass indexes (plant height, basal diameter, number of leaves and number of branches) and the survival rate were all highest under natural shade treatment. Accordingly, suitable water and fertilizer management and moderate shade treatment were recommended to be utilized on the annual regenerated seedlings of *B. sinensis* as conservation strategies, including using shading net by one layer in the field or natural shade under the forest with middle canopy density.

Key Words: *Bretschneidera sinensis* Hemsl.; annual regenerated seedlings; death causes; pH; shading treatments

伯乐树(*Bretschneidera sinensis* Hemsl.)是我国特有的单种科植物,作为第三纪古热带植物区系的孑遗种,在研究被子植物的系统发育和古地理、古气候等方面都具有重要的科学价值^[1-2]。该种零星分布在长江以南各省区的山区地带,因长期以来破坏严重和天然更新困难,处于珍稀濒危的境地,1999年被国家林业局列为国家一级重点保护野生植物和国家一级珍贵树种^[3-5]。然而,国内外关于伯乐树的研究基础十分薄弱,仅限于系统发育、播种繁殖、木材解剖、物候研究和园林应用介绍等方面^[6-13],尤其是关于其保护生物学的研究尚处于空白。

由种子向幼苗、幼树过渡的生长期是众多珍稀濒危植物的生长瓶颈之一,幼苗的早期生长速率和成活率影响甚至决定幼苗是否成功定居^[14]。伯乐树属于多年生木本植物,在野外调查中发现伯乐树种群的天然更新十分困难,1年生幼苗的高死亡率是主要原因之一^[15]。在广东省南昆山自然保护区的一棵座果率较高的伯乐树(高度25 m,胸径90 cm)周围设立了50 m×50 m的固定观测区域,从2007年5月开始定期监测统计幼苗的存活情况。2007年12月曾发现2棵当年生幼苗;2008年5月共发现了16棵新萌发幼苗,但原来的2棵幼苗已经死亡;而到2009年5月仅有2棵新萌发幼苗,前两年的幼苗已全部死亡,即伯乐树1年生幼苗的生态适应能力极低。因此本文在已开展的群落调查^[15]、种子萌发试验^[16]和不同时期叶的结构特征^[17]等研究基础上,采用分区试验监测了不同生境下伯乐树幼苗的生长动态,分析了1年生更新幼苗死亡的共同原因,探讨了酸碱度和遮荫等基本环境条件对幼苗生长的影响,旨在为伯乐树的保护生物学研究提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 植物材料

2007年12月期间采取了广东省南昆山区级自然保护区的新鲜种子,用长枝剪剪取红色已成熟的蒴果,装于纸袋中,室温保存,4—16 h后蒴果自然开裂,从中取出种子,去除红色肉质假种皮,4℃下冷藏保存,播种时将种子水平放置在2 cm深处的土壤中,或者播种在13 cm×17 cm的栽培塑料袋中,并根据不同的试验需要移栽幼苗。

1.2 实验方法

1.2.1 不同地点、不同管理方式下幼苗的存活率

从2008年5月到2009年5月,选取相同龄级的1年生幼苗分区栽培,分别包括从化育苗基地、华南植物园的温室和百草园、东莞清溪林场及洛阳温室等具有不同海拔和水湿条件的地区,其地区物候、土壤基础条件及营养管理也均有明显不同,专人观察记录幼苗的生长过程,并统计不同地点和不同管理方式下的存活率。

1.2.2 土壤 pH 适宜性研究

在华南植物园的温室内进行土壤 pH 适宜性研究,幼苗全部采用夏季单层遮荫和适时浇水的管理方式,在 13 cm × 17 cm 的栽培塑料袋中填充 20 g 土样(混合 1:1 的砂子和百草园的表层土),加入使土样完全湿润的 0.2 mol/L $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,分别调整土样的 pH 值至 5.0、5.5、6.0、6.5、7.0;将生长 2 周后的伯乐树幼苗置于栽培袋中,每个处理中各选取 10 株长势相对较好的幼苗,平均初始苗高(5.83 ± 0.72) cm,地径(0.786 ± 0.018) cm,隔日浇水并调整其 pH 值,5 周后用直尺和游标卡尺分别量取其苗高和地茎,并进行数据处理和分析。

1.2.3 不同光照处理

移栽前完成挖穴,采用穴状整地方式,大小约为 60 cm × 60 cm × 50 cm。株距和行距均为 1 m。在穴中混合 1:1 的砂子和百草园的表层土,只根据天气情况适时浇水。

本试验分为 4 个光照处理。于 2008 年 4 月 28 日(入夏)在温室内采用农用黑色遮荫网遮荫处理,分为遮网 2 层、1 层和无遮网等 3 个处理,由于在自然全光照环境下(露地栽培)的幼苗全部死亡,因此以郁闭度约为 40%—50% 的百草园次生林荫下的幼苗为对照,并用 Li-6400 便携式光合作用测定仪和 TES1335 Light meter(照度计)测得 4 个处理的相对光强。从北京时间 8:00 到 17:00,每隔 1 h 测定不同地点距离地面 30 cm 的光照强度,在每个测量的时间点记录稳定的光照强度瞬时值 4 次,求平均值即为该时间点当地生境的平均光照强度。根据平均光照强度随时间的日变化情况,作时间与光强变化规律图。以同样的方法测得空旷地全日照光照强度的累计值,即空旷地全日照照度,以避免因时间及天气变化造成的差异。相对光照强度 = (测定照度/空旷地全日照照度) × 100%,其中温室的 3 个处理分别为自然全光照(natural sunlight, NS)的 16.72% (s17)、24.51% (s25)、36.49% (s36),百草园则为 14.02% (s14)。于 2008 年 7 月 28 日统一进行形态和生理各指标的测定,并在 10 月 18 日(冬季落叶前)统计不同光照下幼苗的存活率。

(1) 伯乐树幼苗形态指标的测定

在每个处理中各选取 10 株长势整齐、健康的幼苗进行测量,用直尺、游标卡尺分别量取其苗高和地径,并计数每棵的复叶数量和侧枝数。

每个处理从不同植株上选取 3 片长势相对一致的新生成熟叶片,用叶面积测定仪测量其面积,用千分之一电子天平测量其重量,求得比叶面积。

(2) 伯乐树幼苗生理指标的测定

每个处理摘取新鲜叶子 4 片,用叶面积测定仪测定其面积,用电子天平测定其鲜重,随后将其浸入蒸馏水中,测其叶子饱和鲜重。然后在 105 °C 下杀青 45 min,65 °C 烘干至恒重,称其干重,计算叶子的相对含水量和饱和含水量。

然后每个处理取 4 片叶子混合,称取鲜重,用 65% 的浓蔗糖溶液在暗处浸泡 5 h,拭去表面糖分,称其脱水重量,计算其自由水含量和束缚水含量。

对每个处理进行叶绿素的测定,用 80% 的丙酮作为提取液提取叶绿素,用棱光紫外可见 752N 分光光度计测定 645 nm、663 nm 两个波段的吸光度,以 80% 的丙酮为空白对照测定叶绿素 a、b 的含量。

1.2.4 数据分析

采用方差分析和 LSD 进行数据处理和分析,分析软件选用 SPSS13.0。

2 结果与分析

2.1 伯乐树幼苗的形态建成

在有滤纸的培养皿上进行萌发过程的观察,发现冷藏 3 周以后的种子即可打破休眠,有较高的萌发率(约 70%)。当伯乐树种子吸取充足水分后,在室温下(15—25 °C)萌发。首先是胚根突破种皮,2—3 d 后即显著伸长,同时子叶张开并且膨大变绿,4—5 d 后胚芽萌动形成幼芽,一直到幼茎伸长和幼叶完全展开,从萌发到幼叶形成共需要 8—12 d。在大田播种时可看到幼苗出土时子叶紧贴地面,嫩绿色的幼茎挺直长出,高达

3—6 cm,枝顶形成2对生分枝,每个幼枝上形成3片嫩叶,再经过12—15 d后还可继续分枝,新枝上形成5片奇数羽状复叶。

2.2 幼苗的存活率差异及主要死亡原因

从表1得知,伯乐树1年生幼苗的平均存活率较低,而不同地点、不同管理方式下幼苗的存活率又有较大区别,主要是栽培地点的营养管理、土壤条件及地区物候的差异造成的。其中,从化育苗基地和华南植物园林下自然遮荫的幼苗存活率较高,原因是其地理位置、物候和土壤条件均位于自然分布区附近,加之适当的水肥和遮荫管理等措施,可以有效地提高幼苗存活率;而最不适宜幼苗的生境是露地栽培,幼苗在夏季的全自然光照下,全部由于高温和干旱等逆境胁迫而死亡。综合不同地点的实验结果,造成伯乐树幼苗死亡的共同原因主要包括3个方面:1)幼苗对土壤的透气性要求较高,其根系无根毛,且极易受到腐生真菌或细菌的侵染而腐烂致死;2)对胁迫环境的抗逆性弱,在干旱、裸露的大田中生长不良,尤其在夏季炎热天气易受灼伤而死亡;3)虫害致死,常见害虫包括菜青虫,黄守瓜和斜纹夜蛾等,最常见的是菜青虫,在大田和野外都发现许多菜青虫啃噬伯乐树的嫩茎和幼叶,不但影响幼苗的正常生长甚至造成新生幼苗(2—10周)的大量死亡,这是由于在伯乐树的茎叶内含有黑芥子酶细胞,黑芥子酶是芥子油苷-黑芥子酶体系中的一个重要成分,而芥子油苷的存在则是菜粉蝶雌虫产卵和幼虫发育的必要条件^[18],尤其是4—5龄期的幼虫,进入暴食期后对幼苗的危害最大。

表1 不同管理方式下幼苗的存活率

Table 1 Survival rate of seedlings of *Bretschneidera sinensis* under different stock methods

地点 Sites	管理方式 Treatments	幼苗存活率/% Survival rate of seedlings	幼苗死亡原因和比例 Death causes and ratio of seedlings
从化育苗基地	水、肥、夏季单层遮荫	69	22% 根系腐烂、23% 干旱胁迫、55% 害虫捕食
华南植物园百草园	水、林下自然遮荫	46	18% 根系腐烂、33% 干旱胁迫、49% 害虫捕食
东莞清溪林场	水、夏季单层遮荫	21	29% 根系腐烂、25% 干旱胁迫、56% 害虫捕食
华南植物园温室	水、夏季单层遮荫	20	49% 根系腐烂、34% 干旱胁迫、17% 害虫捕食
洛阳温室	水、夏季单层遮荫	9	61% 根系腐烂、23% 干旱胁迫、16% 害虫捕食
华南植物园	水、露地栽培、无遮荫	0	100% 干旱胁迫

2.3 不同 pH 对伯乐树幼苗的生长影响

表2说明适宜伯乐树生长的pH范围是5.0—6.5,大于7时即生长不良,甚至导致幼苗死亡,我国土壤的pH大多在4.5—8.5范围内,并有由南向北pH值递增的规律性,长江以南的土壤多为酸性和强酸性,长江以北的土壤多为中性或碱性^[19],因此伯乐树主要限制分布在华南、西南地区及部分的华中华东地区。以河南洛阳温室栽种的幼苗为例,由于当地土壤pH值为6.5—7.2,偏高于其适宜范围,第1年引种幼苗的成活率仅为9%,第2年通过适当添加混有FeSO₄的复合肥后,将pH值控制在6.0左右,能将幼苗的成活率提高至20%。

表2 pH对伯乐树幼苗的生长影响

Table 2 Effects of pH on the growth indexes of seedlings of *Bretschneidera sinensis*

pH	平均苗高/cm Average height of seedling	平均地径/cm Average basal diameter	幼苗成活率% Survival rate
5.0	6.31±0.72	0.796±0.021	70
5.5	8.41±1.52	0.869±0.031	80
6.0	8.55±1.40	0.875±0.016	80
6.5	8.05±1.40	0.862±0.023	80
7.0	6.21±1.07	0.789±0.023	60
7.5	5.93±0.52	0.788±0.021	30

2.4 不同光照环境对伯乐树幼苗生长与生理指标的影响

2.4.1 不同光照强度对幼苗的生长动态影响

由表 3 得,在苗木生长期末,s36 和 s14 环境下的苗高、叶片数和侧枝数都较其它处理高;地茎生长量 s14 最大;s17 下的叶片数、侧枝数和幼苗成活率高于 s25,其苗高和地茎等指标均为最低。同时,伯乐树的幼苗极易死亡,不同光照下的幼苗成活率有显著差别,其中 s36 下成活率最低,仅为 5%,而 s14 的幼苗成活率最高,可达 46%。上述结果说明在温室特定环境中,弱光环境(s17)对幼苗的生长有所抑制;但是较高的光强(s36)也会使大部分幼苗遭遇环境胁迫而致死。s14 虽然光照强度最低,但是作为自然荫蔽的环境,在夏季(6—8 月)时,其各种小气候因子均明显优越于人工光照条件,因此幼苗成活率和各项生长量指标均为最高。

表 3 不同光强处理对伯乐树幼苗的生长影响

Table 3 Growth effects on the seedlings of *Bretschneidera sinensis* under different RLI

相对光强 RLI	平均苗高/cm The average height of seedling	平均地茎/cm The average basal diameter	平均叶片数/片 The average number of leaves	侧枝数 Number of branches	幼苗成活率/% Survival rate
s14	20.08±1.40 a	0.986±0.027 a	30.5±3.9 a	7.5±0.8 a	46 a
s17	8.70±1.52 c	0.914±0.023 c	23.2±3.5 b	5.7±0.7 b	30 b
s25	17.17±1.41b	0.932±0.022 b	15.5±2.1 c	4.5±0.6 b	25 c
s36	22.48±2.62 a	0.942±0.034 b	32.7±8.9 a	8.0±1.2 a	5 d

字母不同代表显著性差异($P < 0.05$)

叶片是植物进行光合作用的最主要器官,也是对光最敏感的部位。同种植物在不同的遮荫处理下,叶片的外部形态都会产生相应的变化以适应不同的光环境。而比叶面积的变化可以较好的反映植物叶片的厚薄和同化产物的含量。比叶面积越大的植物,单位干重的叶片面积越大,叶片越薄,单位叶面积上的碳投资越少。从图 1 可看出 s14 和 s17 的比叶面积较大,说明在遮荫条件下光照不足、叶片变薄,同化物减少。

2.4.2 不同光照强度对叶片水分指标的影响

从表 4 得,幼苗随着生境光照的增强,含水量、饱和含水量呈下降趋势。幼苗在温室 s25 条件下,自由水含量高,说明代谢旺盛。而在温室特定的 s17 条件下,植物体内的束缚水含量提高,是在过于荫蔽环境下作出的应激性反应。s14 虽然相对光强最低,由于自然遮荫下林地土壤水分含量多,地表蒸发比空旷地显著减少,地表温度降低,饱和水汽压下降,同时加上遮挡物对空气流动的阻碍作用,空气湿度往往较大,从而影响到植物的蒸腾作用和水分含量,其代谢较为旺盛。

表 4 不同光强下对伯乐树水分的影响

Table 4 Effects on the water content of *Bretschneidera sinensis* under different RLI

相对光强/% RLI	含水量/% Water content	饱和含水量/% Saturated water content	相对含水量/% Relative water content	自由水含量/% Free water content	束缚水含量/% Irreducible water content
s14	75.96±3.31 a	79.82±2.95 a	79.89±2.09 b	44.31±1.99 b	31.57±1.69 b
s17	72.26±2.62 b	76.76±2.07 b	78.87±2.45 b	37.41±1.78 d	34.81±1.92 a
s25	72.57±2.40 b	76.06±1.99 b	83.28±2.73 a	51.56±2.32 a	20.94±1.07 c
s36	70.50±2.19c	73.97±2.21 c	84.10±2.81 a	40.40±2.62 c	30.20±1.87 b

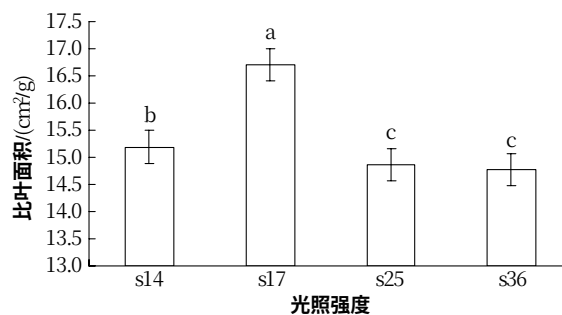


图 1 不同光照强度对伯乐树比叶面积的影响

Fig. 1 Effects on the specific leaf area of *Bretschneidera sinensis* under different RLI

2.4.3 不同光照强度对幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素含量是衡量植物利用光能能力的重要指标。不同的光照条件下,叶绿素含量会发生变化,以使植物更好的适应环境。由表 5 可得,随着生境中光强的增加,幼苗单位叶面积的叶绿素含量呈上升的趋势,而叶绿素 a/b 值增大。在较强光照下,叶绿素含量增加和叶绿素 a/b 值的增大可使植物能充分吸收光合有效辐射;而在荫蔽环境下,叶绿素 b 相对含量的增加也使植物能更多的利用短波长蓝紫光,这是对弱光生境中漫射光较多的一种适应^[20],综合比较 4 种不同的光照环境,s14 下叶绿素总含量居中、a/b 值最高,在自然遮荫的条件能较为充分的利用周围直射光和漫射光进行光合作用,s25 下叶绿素总含量最高、a/b 值居中,也能充分利用不同波长的光,而 s17 下对光的利用效率最低,表现在叶绿素总含量和 a/b 值最低。

表 5 光照强度对伯乐树叶绿素含量的影响

Table 5 Effects on the Chlorophyll content of *Bretschneidera sinensis* under different RLI

相对光强/% RLI	叶绿素 a (mg/g 鲜重) Chlorophyll a	叶绿素 b (mg/g 鲜重) Chlorophyll b	叶绿素 a+b (mg/g 鲜重) Chlorophyll a+b	叶绿素 a/b 值 Chlorophyll a/b
s14	1.585±0.013 b	0.670±0.032 c	2.255±0.037 c	2.366±0.011 a
s17	1.300±0.027 c	0.737±0.019 b	2.038±0.042 c	1.764±0.031 c
s25	1.695±0.005 b	0.885±0.017 b	2.580±0.011 b	1.915±0.042 b
s36	2.099±0.050 a	1.103±0.089 a	3.202±0.127 a	1.903±0.131 b

3 讨论

伯乐树的 1 年生幼苗是其生活史中的薄弱阶段,需要人类适当的呵护,如果能减少这个阶段的损失,就会有效促进其种群更新。由于伯乐树根部没有根毛,对土壤的水肥条件要求较严,受阴湿条件影响较大,环境因子稍有不同,便会在幼苗死亡率和生长量上存在很大的差异。在野外调查和东莞的迁地保育中进一步发现,随着海拔高度的增加,因受气候干燥、风及土壤水肥减弱等环境因素的影响,其幼苗生长量明显下降;即使位于同一海拔高度,也会因栽植于不同的坡面和地点,而受到阴湿、光照和土壤菌根菌等各种因素的影响,使幼苗的生长状态产生较大的差异。因此在就地保护伯乐树时,应选择中山腰靠近沟渠的肥沃地带来抚育幼苗。在从化基地的大田中,通过复合肥或鸡屎肥进行统一的水肥管理,不但能提高其存活率,而且可有效促进幼苗生长。为期 3a 的迁地保育实践进一步证明,伯乐树只要安全渡过 2a 的幼苗保护期后,其存活率会较高,可逐渐减少人工管理,使其逐步适应回归的自然环境,最终达到再回归的要求。

干旱胁迫是伯乐树幼苗大批死亡的主要原因,由于没有根毛且极易腐烂,导致其对水分和无机盐的吸收能力极低,在高温干旱季节期间的死亡率很高,因此需要选择透气良好的土壤以促进菌根的形成^[13],同时在干旱季节适时浇水和遮荫^[21],可以缓解土壤水分和营养供应的不足。害虫的捕食也会造成新生幼苗(3—10 周)的损失,在小规模的大田中进行人工扑捉即可防治。由于从化育苗基地幼苗达 5000 余棵,不能人工扑捉,只在受害严重的袋装苗中施加 1 g 左右呋喃丹以治理菜青虫和斜纹夜蛾,取得了较好的治理效果。但是由于呋喃丹是剧毒和残留性农药,不建议大量投放。而且化学防治容易使目标生物形成抗药性、误杀天敌生物和污染环境等,今后还需要探讨使用一些低毒杀毒剂并结合生物防治来适时适量地用药。

不同植物生长对土壤酸碱度(pH 值)的适应能力是有限度范围的。同时各种养分在植物生长吸收过程中的有效性和土壤 pH 值有关。由于适宜伯乐树生长的 pH 值范围是 5.0—6.5,主要限制分布在长江以南各省。因此在保育实验中均应首先了解土壤基质的酸碱度,并在偏酸或偏碱地区适当施加土壤改良剂。

大量研究证明,林窗中较强的光照有利于幼苗的生长^[22-23],但当叶片吸收光能过多,不能及时有效地加以利用或耗散时,植物就会遭受强光胁迫,引起光合能力降低,发生包括耗散过剩光能的光保持机制运转、过剩光能对光合机构的破坏等光抑制效应^[24]。本试验同样表明在没有任何辅助育苗措施的露地栽培条件下,伯乐树幼苗会由于遭受强光胁迫及干旱胁迫而全部死亡;而在温室强光下(s36),幼苗一些生长指标虽然超过或与 s25 持平,但是由于会带来气温和土温过高、土壤湿度较低等其它气候因子的变化,也易使部分幼苗遭

受干旱胁迫而大量死亡;因此伯乐树的幼苗不适于强光照环境。然而,在温室过于荫蔽的弱光下(s17),伯乐树的幼苗也会生长发育缓慢,干物质积累少,其束缚水/自由水比值显著降低,幼苗保水能力较差,因此抵御干旱的能力也较弱。伯乐树属于无根毛植物,深根系可以弥补和增强对水分和无机盐的吸收效率,而过于荫蔽的条件也不适合幼苗的根系向深处生长和扩展。综合比较后,认为夏季强光照下自然遮荫(s14)及大田中适度遮荫(s25)较为适合幼苗的存活及生长发育。野外调查中还发现,伯乐树幼苗一般需要半阴湿环境和丰富的林下植被;而成株总是处于林冠的上层,属于中性偏阳植物,且在荫蔽条件下发育不良,即要求一定的林窗效应,具有典型的“少阴大阳”的生境要求^[16]。因此,随幼苗的生长发育,其根系吸收水分和无机盐的能力及抵抗干旱胁迫的能力会进一步增强,可以逐步增加光照强度,以满足不同年龄阶段对光照的需求。

致谢:华南农业大学林学院、广东省南昆山自然保护区和东莞林业科学研究所等合作单位在野外调查和迁地保育实验中提供数据支持;中国科学院植物研究所黄振英研究员对本文写作给予帮助。

References:

- [1] Wu Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants. *Acta Botanica Yunnanica*, 1991, 13(S4): 1-3.
- [2] Chen W Q. *Bretschneideraceae*. Beijing: Science Press, 1984: 8-10.
- [3] Wang S, Xie Y. *China species red list*. Beijing: Higher education press, 2004: 336.
- [4] Fu L G. *China Plant Red Data Book*. Beijing: Science Press, 1992: 194-195.
- [5] Yu Y F. List of national key protected wild plants (first group). *The Plant Journal*, 1999, 5: 4-11.
- [6] Tang Y. Notes on the systematic position of *Bretschneidera sinensis* as shown by its timber anatomy. *Bulletin of the Fan Mermorial Institute of Biology*, 1935, 6: 153-195.
- [7] Liu C Y. Studies of pollen morphology in the *Bretschneideraceae* and the relative families. *Acta Botanica Yunnanica*, 1986, 8(4): 441-450.
- [8] Tobe H, Peng C I. The embryology and taxonomic relationships of *Bretschneidera* (*Bretschneideraceae*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 1990, 103(2): 139-152.
- [9] Lu J, Hu Y J. Structural study of secondary xylem in *Bretschneidera sinensis* Hemsl. *Acta Botanica Sinica*, 1994, 36(6): 459-465.
- [10] Doweld A B, Alexander B. The carpology and taxonomic relationships of *Bretschneidera* (*Bretschneideraceae*). *Acta Botanica Malacitana*, 1996, 21: 79-90.
- [11] Guo Z Y, Long Y X, Xiao G X. Tissue culture and rapid propagation of *Bretschneidera sinensis* Hemsl. *Plant Physiology Communications*, 2007, 43(1): 127-127.
- [12] Wang J, Liu R L, Liao W M. A study on growth and development rhythm, phenological characteristics of *Bretschneidera Sinensis*. *Jiangxi Science*, 2008, 26(4): 552-555.
- [13] Huang J X, Zhuang X Y. Mycorrhizas of three species of China's protected plants at Chebaling's Nursery. *Journal of South China Agricultural University*, 2000, 21(2): 38-41.
- [14] Howlett B E, Davidson D W. Herbivory on planted dipterocarp seedlings in secondary logged forests and primary forests of Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 2001, 17(2): 285-302.
- [15] Qiao Q, Xing F W, Chen H F, Zhong W C. Characteristics of community and *in situ* conservation strategy of *Bretschneidera sinensis* in Nankun Mountain, Guangdong Province. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2010, 30(2): 377-384.
- [16] Qiao Q, Chen H F, Xing F W, Liu D M, Hou X G. Seed germination protocol for the threatened plant species, *Bretschneidera sinensis* Hemsl. *Seed Science and Technology*, 2009, 37(1): 70-78.
- [17] Qiao Q, Xing F W, Chen H F, Fu L. Leaf structural characteristics in *Bretschneidera sinensis*, a rare endemic plant in China. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 2010, 28(2): 242-246.
- [18] Chen Y Z, Yang X F. The role of glucosinolates in plant-biotic environment interactions. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(6): 2584-2593.
- [20] Xu J Z, Li T K, Ge D Y, Yang J F, Liu Y Y. Study advances on selective absorption to light wavelengths in the development of plants. *Hebei Journal of Forestry and Orchard Research*, 2002, 17(2): 180-184.
- [21] Poorter L, Hayashida-Oliver Y. Effects of seasonal drought on gap and understorey seedlings in a Bolivian moist forest. *Journal of Tropical Ecology*, 2000, 16: 481-498.
- [22] Xiang Y C, Peng S L, Zhou H C, Cai X A, Shao H. The influences of gaps in different forest communities on the growth of seedlings of three transplanted tree species in Nan'ao Island, Guangdong. *Acta Phytocologica Sinica*, 2002, 26(2): 260-264.
- [23] Li L L, Ji L. Diurnal variation in photosynthesis of differently directional leaves in hybrid hazels (*Corylus heterophylla* × *Corylus avellana*). *Scientia*

Silvae Sinicae, 2006, 42(12): 47-53.

- [24] Jia H S, Li D Q, Han Y Q. Advances in studies on photoinhibition in photosynthesis of higher plants. Chinese Bulletin of Botany, 2000, 17(3): 218-224.

参考文献:

- [1] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991, 13(S4): 1-3.
- [2] 陈伟球. 中国植物志. 北京: 科学出版社, 1984: 8-10.
- [3] 汪松, 解焱. 中国物种红色名录. 北京: 高等教育出版社, 2004: 336-336.
- [4] 傅立国. 中国植物红皮书. 北京: 科学出版社, 1992: 194-195.
- [5] 于永福. 国家重点保护野生植物名录 (第一批). 植物杂志, 1999, (5): 4-11.
- [7] 刘成运. 伯乐树科及其近缘科的花粉形态研究. 云南植物研究, 1986, 8(4): 441-450.
- [9] 吕静, 胡玉佳. 伯乐树茎次生木质部结构的研究. 植物学报, 1994, 36(6): 459-465.
- [11] 郭治友, 龙应霞, 肖国学. 钟萼木的组织培养和快速繁殖. 植物生理学通讯, 2007, 43(1): 127-127.
- [12] 王娟, 刘仁林, 廖为明. 伯乐树生长发育节律与物候特征研究. 江西科学, 2008, 26(4): 552-555.
- [13] 黄久香, 庄雪影. 车八岭苗圃三种国家二级保护植物的菌根研究. 华南农业大学学报, 2000, 21(2): 38-41.
- [15] 乔琦, 邢福武, 陈红锋, 钟文超. 广东省南昆山伯乐树群落特征及其保护策略. 西北植物学报, 2010, 30(2): 377-384.
- [17] 乔琦, 邢福武, 陈红锋, 付琳. 中国特有濒危植物伯乐树叶的结构特征. 武汉植物学研究, 2010, 28(2): 242-246.
- [18] 陈亚州, 阎秀峰. 芥子油苷在植物-生物环境关系中的作用. 生态学报, 2007, 27(6): 2584-2593.
- [19] 席承藩. 中国土壤. 北京: 中国农业出版社, 1998: 834-1253.
- [20] 徐景致, 李同凯, 葛大勇, 杨景发, 刘玉颖. 植物生长发育对光波段选择性吸收的研究进展. 河北林果研究, 2002, 17(2): 180-184.
- [22] 向言词, 彭少麟, 周厚诚, 蔡锡安, 邵华. 广东南澳岛不同森林群落的林窗环境对3种移植幼苗生长的影响. 植物生态学报, 2002, 26(2): 260-264.
- [23] 李六林, 季兰. 杂交榛子不同方位叶片光合作用的日变化. 林业科学, 2006, 42(12): 47-53.
- [24] 贾虎森, 李德全, 韩亚琴. 高等植物光合作用的光抑制研究进展. 植物学通报, 2000, 17(3): 218-224.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31 ,No. 16 August ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

A comparative study on the diversity of rhizospheric bacteria community structure in constructed wetland and natural wetland with reed domination	WANG Zhongqiong, WANG Weidong, ZHU Guibing, et al (4489)
Light response of photosynthesis and its simulation in leaves of <i>Prunus sibirica</i> L. under different soil water conditions	LANG Ying, ZHANG Guangcan, ZHANG Zhengkun, et al (4499)
Effects of colour shading on the yield and main biochemical components of summer-autumn tea and spring tea in a hilly tea field	QIN Zhimin, FU Xiaoqing, XIAO Runlin, et al (4509)
Effects of cadmium on the contents of phytohormones, photosynthetic performance and fluorescent characteristics in tobacco leaves	WU Kun, WU Zhonghong, TAI Fujun, et al (4517)
Comparative physiological responses of cadmium stress on <i>Enteromorpha clathrata</i> and <i>Enteromorpha linza</i>	JIANG Heping, ZHENG Qingsong, ZHU Ming, et al (4525)
Effects of salt stress on glucosinolate contents in <i>Arabidopsis thaliana</i> and <i>Thellungiella halophila</i> rosette leaves	PANG Qiuying, CHEN Sixue, YU Tao, et al (4534)
Effects of long-term double-rice and green manure rotation on rice yield and soil organic matter in paddy field	GAO Jusheng, CAO Weidong, LI Dongchu, et al (4542)
Nitrogen balance in the farmland system based on water balance in Hetao irrigation district, Inner Mongolia	DU Jun, YANG Peiling, LI Yunkai, et al (4549)
Seed characteristics and seedling growth of <i>Spartina alterniflora</i> on coastal wetland of North Jiangsu	XU Weiwei, WANG Guoxiang, LIU Jin'e, et al (4560)
Assessment of non-point source pollution export from Zigui county in the Three Gorges Reservoir area using the AnnAGNPS model	TIAN Yaowu, HUANG Zhilin, XIAO Wenfa (4568)
Effects of Cadmium pollution on oxidative stress and metallothionein content in <i>Pirata subpiraticus</i> (Araneae: Lycosidae) in different habitats	ZHANG Zhengtian, PANG Zhenling, XIA Min, et al (4579)
The distribution of size-fractionated chlorophyll a in the Indian Ocean South Equatorial Current	ZHOU Yadong, WANG Chunsheng, WANG Xiaogu, et al (4586)
Change of waterbird community structure after the intertidal mudflat reclamation in the Yangtze River Mouth: a case study of NanHui Dongtan area	ZHANG Bin, YUAN Xiao, PEI Enle, et al (4599)
Application of fish assemblage integrity index (FAII) in the environment quality assessment of surf zone of Yangtze River estuary	MAO Chengze, ZHONG Junsheng, JIANG Rijin, et al (4609)
Population age structure of Antarctic krill <i>Euphausia superba</i> off the northern Antarctic Peninsula based on fishery survey	ZHU Guoping, WU Qiang, FENG Chunlei, et al (4620)
Validation and adaptability evaluation of rice growth model ORYZA2000 in double cropping rice area of Hunan Province	MO Zhihong, FENG Liping, ZOU Haiping, et al (4628)
Coupled energy and carbon balance analysis under dryland tillage systems	WANG Xiaobin, WANG Yan, DAI Kuai, et al (4638)
The nitrate-nitrogen leaching amount in paddy winter-spring fallow period	WANG Yongsheng, YANG Shiqi (4653)
The sources of organic carbon and nitrogen in sediment of Taihu Lake	NI Zhaoxui, LI Yuejin, WANG Shengrui, et al (4661)
Effect of partial solar eclipse on airborne culturable bacterial community in Urumqi	MA Jing, SUN Jian, ZHANG Tao, et al (4671)
Comparative study on density related intra- and inter-specific effects in <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen) and <i>Nilaparvata lugens</i> (Stål)	LÜ Jin, CAO Tingting, WANG Liping, et al (4680)
Behavior rhythm and seasonal variation of time budget of sun bear (<i>Helarctos malayanus</i>) in captivity	LAN Cunzi, LIU Zhensheng, WANG Aishan, et al (4689)
Disturbance regimes and gaps characteristics of the desert riparian forest at the middle reaches of Tarim River	HAN Lu, WANG Haizhen, CHEN Jiali, et al (4699)
Death causes and conservation strategies of the annual regenerated seedlings of rare plant, <i>Bretschneidera sinensis</i>	QIAO Qi, QIN Xinsong, XING Fuwu, et al (4709)
Effects of municipal compost extracted complex microbial communities on physio-ecological characteristics of turfgrass under drought stress	DUO Lian, WANG Jingjing, ZHAO Shulan (4717)
Spatiotemporal relationship of leaf area index simulated by CLM3.0-DGVM and climatic factors	SHAO Pu, ZENG Xiaodong (4725)
Analysis of circular economy of Liaoning Province based on eco-efficiency	HAN Ruiling, TONG Lianjun, SONG Yanan (4732)
Review and Monograph	
The fungal to bacterial ratio in soil food webs, and its measurement	CAO Zhiping, LI Depeng, HAN Xuemei (4741)
Indicators for evaluating sustainable communities: a review	ZHOU Chuanbin, DAI Xin, WANG Rusong, et al (4749)
Discussion	
Differential expression of <i>PAL</i> multigene family in allelopathic rice and its counterpart exposed to stressful conditions	FANG Changxun, WANG Qingshui, YU Yan, et al (4760)
Scientific Note	
Ecology study on the benthic animals of QinZhou Bay	WANG Di, CHEN Pimao, MA Yuan (4768)
Change characteristics of soil carbon and nitrogen contents in the Yellow River Delta soil after artificial restoration	DONG Kaikai, WANG Hui, YANG Liyuan, et al (4778)
Estimation and spatial pattern analysis of forest biomass in Fenglin Nature Reserve based on Geostatistics	LIU Xiaomei, BU Rencang, DENG Huawei, et al (4783)
Study on sap flow in forest of <i>Quercus liaotungensis</i> and <i>Populus davidiana</i> by using the TDP method	SUI Xuhong, ZHANG Jianjun, WEN Wanrong (4791)
N ₂ O Emission and its driving factors from typical marsh and shrub swamp in Xiaoxing'an Mountains, Northeast China	SHI Lanying, MU Changcheng, TIAN Xinmin, et al (4799)

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 16 期 (2011 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 16 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