

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 11 期 Vol.32 No.11 **2012**

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 32 卷 第 11 期

2012 年 6 月 (半月刊)

目 次

黑龙江省大兴安岭林区火烧迹地森林更新及其影响因子·····	蔡文华, 杨健, 刘志华, 等 (3303)
基于 B-IBI 指数的温榆河生态健康评价·····	杨柳, 李泳慧, 王俊才, 等 (3313)
川西亚高山暗针叶林不同恢复阶段红桦、岷江冷杉土壤种子损耗特征·····	马姜明, 刘世荣, 史作民, 等 (3323)
老龄阔叶红松林下层木空间分布的生境关联分析·····	丁胜建, 张春雨, 夏富才, 等 (3334)
内蒙古高原荒漠区四种锦鸡儿属植物灌丛沙包形态和固沙能力比较·····	张媛媛, 马成仓, 韩磊, 等 (3343)
角果藜的生长动态及其生殖配置·····	全杜娟, 魏岩, 周晓青, 等 (3352)
基于 MODIS/NDVI 时间序列的森林灾害快速评估方法——以贵州省为例·····	侍昊, 王笑, 薛建辉, 等 (3359)
祁连山西水林区土壤阳离子交换量及盐基离子的剖面分布·····	姜林, 耿增超, 李珊珊, 等 (3368)
水分和温度对春玉米出苗速度和出苗率的影响·····	马树庆, 王琪, 吕厚荃, 等 (3378)
施氮对水稻土 N ₂ O 释放及反硝化功能基因 (<i>narG/nosZ</i>) 丰度的影响·····	郑燕, 侯海军, 秦红灵, 等 (3386)
中国西北潜在蒸散时空演变特征及其定量化成因·····	曹雯, 申双和, 段春峰 (3394)
基于植被降水利用效率和 NDVI 的黄河上游地区生态退化研究·····	杜加强, 舒俭民, 张林波 (3404)
异速生长法计算秋茄红树林生物量·····	金川, 王金旺, 郑坚, 等 (3414)
乌兰布和沙漠沙蒿与油蒿群落的物种组成与数量特征·····	马全林, 郑庆中, 贾举杰, 等 (3423)
不同光强下单叶蔓荆的光合蒸腾与离子累积的关系·····	张萍, 刘林德, 柏新富, 等 (3432)
浑善达克沙地沙地榆种子雨的扩散规律·····	谷伟, 岳永杰, 李钢铁, 等 (3440)
咸水灌溉对沙土土壤盐分和胡杨生理生长的影响·····	何新林, 陈书飞, 王振华, 等 (3449)
外源 NO 对 NaHCO ₃ 胁迫下黑麦草幼苗光合生理响应的调节·····	刘建新, 王金成, 王鑫, 等 (3460)
呼伦贝尔草地植物群落与土壤化学计量学特征沿经度梯度变化·····	丁小慧, 罗淑政, 刘金巍, 等 (3467)
海南稻田土壤硒与重金属的含量、分布及其安全性·····	耿建梅, 王文斌, 温翠萍, 等 (3477)
江苏省典型区农田土壤及小麦中重金属含量与评价·····	陈京都, 戴其根, 许学宏, 等 (3487)
应用稳定同位素研究广西东方洞食物网结构和营养级关系·····	黎道洪, 苏晓梅 (3497)
利用细胞计数手段和 DGGE 技术分析松花江干流部分地区的细菌种群多样性·····	屠腾, 李蕾, 毛冠男, 等 (3505)
中国主要入海河流域河口集水区划分与分类·····	黄金良, 李青生, 黄玲, 等 (3516)
基于 VGPM 模型和 MODIS 数据估算梅梁湾浮游植物初级生产力·····	殷燕, 张运林, 时志强, 等 (3528)
低温胁迫下虎纹蛙的生存力及免疫和抗氧化能力·····	王娜, 邵晨, 颜志刚, 等 (3538)
转 Bt 水稻土壤跳虫群落组成及其数量变化·····	祝向钰, 李志毅, 常亮, 等 (3546)
尼日利亚非洲蜂和安徽意大利蜜蜂及其杂交二代形态特征与微卫星 DNA 遗传多样性·····	余林生, 解文飞, 巫厚长, 等 (3555)
北京城市公园湿地休憩功能的利用及其社会人口学因素·····	李芬, 孙然好, 陈利顶 (3565)
基于协整理论的经济增长与生态环境变化关系分析——以重庆市渝东南地区为例·····	肖强, 胡聃, 肖洋, 等 (3577)
感潮河网区环境合作博弈模型及实证·····	刘红刚, 陈新庚, 彭晓春 (3586)
专论与综述	
国内外生态效率核算方法及其应用研究述评·····	尹科, 王如松, 周传斌, 等 (3595)
全球变化背景下的现代生态学——第六届现代生态学讲座纪要·····	温腾, 徐德琳, 徐驰, 等 (3606)
问题讨论	
流域环境要素空间尺度特征及其与水生态分区尺度的关系——以辽河流域为例·····	刘星才, 徐宗学, 张淑荣, 等 (3613)
研究简报	
不同光照强度对兴安落叶松几种主要防御蛋白活力的影响·····	鲁艺芳, 石蕾, 严善春 (3621)
木荷种源间光合作用参数分析·····	熊彩云, 曾伟, 肖复明, 等 (3628)
基于能值分析的深圳市三个小型农业生态系统研究·····	杨卓翔, 高阳, 赵志强, 等 (3635)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 342 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 37 * 2012-06



封面图说: 爬升樟木沟的暖湿气流——樟木沟是中国境内横切喜马拉雅山脉南坡的几条著名大沟之一,它位于我国西藏聂拉木县境内的希夏邦马峰东南侧,延绵 5400km 的 318 国道在此沟中到达其最西头。从聂拉木县城到樟木口岸短短的 30km 中,海拔从 4000m 急降至 2000m。在大气环流作用下,来自印度洋的暖湿气流沿樟木沟不断费力地往上爬升,给该沟谷留下了大量的降水。尤其是在雨季到来时,山间到处是流水及悬垂崖头的瀑布,翠峰直插云霄,森林茂密苍郁,溪流碧澄清澈,奇花异葩繁多,风景美如画卷,气势壮丽非凡。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201105240680

鲁艺芳, 石蕾, 严善春. 不同光照强度对兴安落叶松几种主要防御蛋白活力的影响. 生态学报, 2012, 32(11): 3621-3627.

Lu Y F, Shi L, Yan S C. Effects of different light intensities on activities of the primary defense proteins in needles of *Larix gmelinii*. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(11): 3621-3627.

不同光照强度对兴安落叶松几种 主要防御蛋白活力的影响

鲁艺芳¹, 石 蕾^{1,2}, 严善春^{1,*}

(1. 东北林业大学林学院, 哈尔滨 150040; 2. 内蒙古环境科学研究院, 呼和浩特 010020)

摘要: 林木组成抗性对抵御害虫危害发挥着重要作用。为了研究环境因子对其组成抗虫性的影响, 以兴安落叶松幼苗为试验材料, 通过搭建遮阳棚设置 3 个光照强度(自然光照作为对照, 50% 和 25% 自然光照强度), 模拟森林幼苗生长的林缘、林窗和林下 3 种不同的光环境, 分析不同光照强度对其针叶内与植物抗虫性有关的几种主要防御蛋白活力的影响。研究表明, 不同光照强度对针叶内主要防御蛋白活力有显著影响($P < 0.05$)。50% 和 25% 光照强度下, POD、SOD、PAL、PPO 和 CI 的活性显著高于自然光照下的($P < 0.05$), POD 和 CI 的活性在 50% 光照强度下最高, SOD、PAL 和 PPO 的活性在 25% 光照强度下最高; 自然光照条件下 CAT 的活性显著高于 50% 和 25% 光照强度下的($P < 0.05$); 遮荫处理对 TI 的活性有显著影响($P < 0.05$), 但在不同月份中波动较大, 规律性不明显。相同的光照强度条件下, 主要防御蛋白活力在 3 个月中也有显著变化($P < 0.05$)。7 月和 8 月份保护性酶 POD 和 CAT 的活性显著高于 6 月($P < 0.05$); 防御性酶 PAL、PPO 以及蛋白酶抑制剂 CI 的活性在 6 月份最高。综合以上研究结果, 光照可影响兴安落叶松针叶中几种主要防御蛋白活力, 这也说明在较荫蔽的光照环境下, 兴安落叶松有较强的抗性。其中 SOD、CAT、PAL、PPO 和 POD 是植物次生物质生成过程中的关键酶, 其活性的改变在一定程度上表征着植物防御体系在变化。研究环境因子与植物防御之间的关系具有重要的理论和实际应用价值。

关键词: 光照强度; 防御蛋白; 兴安落叶松

Effects of different light intensities on activities of the primary defense proteins in needles of *Larix gmelinii*

LU Yifang¹, SHI Lei^{1,2}, YAN Shanchun^{1,*}

1 College of Forestry, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Inner Mongolia Environmental Science Academy, Hohhot 010020, China

Abstract: *Larix gmelinii* is among the most important timber species in northeastern China due to its cold hardiness, drought resistance and rapid growth. It is ecologically and economically very important, but is seriously affected by *Lymantria dispar* L., a defoliating insect pest. Plants, including trees, employ an array of physical and chemical constitutive defense mechanisms which play an important role in protection from insect herbivory. Chemical defenses include secondary metabolites and proteins. The primary defense proteins consist of protective enzymes, e. g. peroxidase (POD), superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT); defense enzymes, e. g. polyphenol oxidase (PPO) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL); protease inhibitors, e. g. trypsin inhibitor (TI) and chymotrypsin inhibitor (CI). In many organisms, light is a crucial environmental signal influencing natural physiological and developmental processes. There are different effects on the phenotypic and physiological characteristics even if the same plant species with the long-term growth

基金项目: 国家公益性行业科研专项(200904021)

收稿日期: 2011-05-24; 修订日期: 2011-11-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yanshanchun@126.com

in different light condition. In order to understand the impact of sunlight on the constitutive defenses of *Larix gmelinii*, sunlight control treatments with three intensities; 100% of natural sunlight (NS), about 50% and 25% of natural sunlight (NS/2, NS/4) were conducted to simulate the light conditions of forest edge, forest gap and understory where the *Larix gmelinii* grows. Sunlight control was achieved by erecting shade shelters of woven black nylon netting. The activities of the primary defense proteins in the needles of *Larix gmelinii* seedlings under different light treatments were measured. The activities of POD, SOD, PAL, PPO and CI under 50% and 25% of natural sunlight conditions were significantly ($P < 0.05$) higher than those under 100% of natural sunlight conditions both in June, July and August. The activities of POD and CI were greatest under 50% of natural sunlight conditions while the activities of SOD, PAL and PPO were greatest under 25% of natural sunlight conditions. But the CAT activities were significantly ($P < 0.05$) decreased under the shade conditions. The activities of TI were significantly ($P < 0.05$) changed under different light treatments, but the variation was not regular. The activities of the primary defense proteins showed significant ($P < 0.05$) differences under the same light intensity within the three-month experiment. The activities of POD and CAT in July and August, were significantly ($P < 0.05$) higher than in June. The activities of SOD, PAL, PPO and CI were highest in June. Our results suggested that different light intensities can significantly affect the activities of the primary defense proteins. SOD, CAT, PAL, PPO and POD are the key enzymes in the production of the secondary metabolites of *Larix gmelinii*. The observed changes indicate the plant defense system has been changed. Our findings therefore suggest that *Larix gmelinii* could endure a low light intensity environment and a suitable light deficit might be a feasible means to increase the defensive protein activities of *Larix gmelinii*. Furthermore, *Larix gmelinii* could likely be used in forestry systems designed to limit light with increasing forest canopy density or in the schattenseite. Studying the correlation between plant defense and environmental factors may yield both theoretical and practical implications for future studies as well as field applications.

Key Words: sunlight intensity; defense proteins; *Larix gmelinii*

植物的组成抗性是植物在遭受植食者取食以及病原体侵害前就已经具有的抗性。它是植物在长期的系统发育中产生和发展起来的。在被侵害之前,植物通常以特定的形态结构、特殊的组织成分或气味来预防虫害和病原体感染^[1]。过氧化物酶(Peroxidase, POD)、超氧化物歧化酶(Superoxide Dismutase, SOD)、过氧化氢酶(Catalase, CAT)是植物体内主要保护性酶,多酚氧化酶(Polyphenol Oxidase, PPO)、苯丙氨酸解氨酶(Phenylalanine ammonia-lyase, PAL)是植物体内主要防御性酶,胰蛋白酶抑制剂(Trypsin Inhibitor, TI)、胰凝乳蛋白酶抑制剂(Chymotrypsin Inhibitor, CI)是植物体内两种主要的蛋白酶抑制剂(Protease inhibitors, PIs),它们都是植物体内重要的防御蛋白,与植物抗性密切相关^[2-4]。其中 PAL、PPO、TI 以及 CI 常作为检验植物抗性的标志性物质,对许多不同种植物的研究表明, PAL 活性的激活是植物细胞应对生物与非生物胁迫的一种响应,其活性受许多环境因素的影响,与植物抗虫能力更是密切相关^[5-8]。

自然光照被认为是决定叶片形态和生理生化变化的最关键因素^[9]。同种植物长期生长在不同的光环境下,会对其表型及生理生态特性产生不同的影响^[10]。光照的强弱能影响植物体内生物碱类和可溶性蛋白含量的变化,对植物的组成抗性有一定的影响^[11]。兴安落叶松(*Larix gmelinii*)是东北、内蒙古等省份的主要造林树种,其人工林受落叶松毛虫(*Dendrolimus superans*)、舞毒蛾(*Lymantria dispar*)等害虫的危害严重,且在光照强度较强的林缘、阳坡、林间道路两侧林分等处受其危害较为严重^[12]。就不同光照强度处理对兴安落叶松针叶内几种主要的防御蛋白活力变化进行研究,探讨不同光照强度对兴安落叶松组成抗性的影响,对于如何正确经营不同生境的落叶松林,有效控制害虫以减轻虫害程度提供有益的理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试验设计

5月,于黑龙江省平山森林植物检疫隔离试种苗圃的裸地上选择水肥一致、平整的3块样地。每块样地

面积为 6 m×12 m, 在其中的两块样地上各搭建一个遮荫棚。1 号样地为自然光照(不遮荫), 记为 NS; 2 号样地遮一层黑色遮荫网, 光照强度约为自然光照的 50%, 记为 NS/2; 3 号样地遮两层黑色遮荫网, 光照强度约为自然光照的 25%, 记为 NS/4(光照强度采用 TES-1335 型数字照度计进行测定)。5 月初选用长势一致的 4 年生兴安落叶松幼苗栽植于样地, 恢复生长 1 个月后进行持续遮荫处理。分别于 6 月 30 日、7 月 30 日、8 月 30 日采集长势相近的兴安落叶松幼苗健康针叶, 每个样地采集 25 株, 每 5 株为 1 个重复, 重复 5 次。新鲜针叶置于夹链袋内, 低温密封保存带回实验室, 冰箱冷冻保存备用。

1.2 仪器与试剂

仪器: 电子天平(奥豪斯国际贸易上海有限公司)、D-37520 冷冻离心机(德国)、电热恒温水浴锅(上海森信实验仪器有限公司)、UV-240 紫外分光光度计(Biochrom Ltd. Cambridge CB4 0F J. England)。

试剂: 愈创木酚、过氧化氢、浓盐酸、磷酸氢二钾、磷酸二氢钾、硼酸、氯化钙、抗坏血酸、甲醇为国产药品; 聚乙烯吡咯烷酮(PVP40)、甲硫氨酸(Met)、氮蓝四唑(NBT)、核黄素(VB₂)、乙二胺四乙酸(EDTA)、TritonX-100、巯基乙醇(Mer)、三羟甲基氨基甲烷(Tris-Base)、胰蛋白酶、苯基硫脲、Tris 等, 均为 AMRESCO 公司产品; 苯丙氨酸为 WAKO 公司生产; 咖啡酸、苯甲酰精氨酸乙酯(BAEE)和 N-苯甲酰-L-酪氨酰乙酯(BTEE)为 SIGMA 公司产品。

1.3 测定方法

准确称取 1 g 鲜针叶, 在液氮冷冻条件下充分碾碎, 低温保存备用。

1.3.1 POD、CAT、SOD 活性测定

POD 活性测定参照李合生^[13]的愈创木酚法, 以 1 min 内 OD₄₇₀ 变化 0.01 的酶量为 1 个酶活力单位(U/g 鲜重)。CAT 和 SOD 活性测定参照王晶英^[14]的过氧化氢氧化法和氮蓝四唑染色法, SOD 以将氮蓝四唑(NBT)的还原抑制到 50% 时所需的酶量为 1 个酶活力单位(U/g 鲜重), 测定方法略有改动, 其中对照组为 3 mL 反应液加入 1 mL 磷酸缓冲液; CAT 以 1 min 内 OD₂₄₀ 减少 0.1 的酶量为 1 个酶活力单位(U/g 鲜重)。

1.3.2 PAL、PPO 活性测定

PAL 活性测定采用苯丙氨酸比色法^[15], 以 1 min 内 OD₂₉₀ 变化 0.01 为 1 个酶活力单位(U/g 鲜重)。PPO 活性测定采用咖啡酸比色法^[16], 以 1 min 内 OD₄₇₀ 变化 0.01 为 1 个酶活力单位(U/g 鲜重)。

1.3.3 TI、CI 活力测定

TI、CI 活力测定参照徐伟^[17]的方法, 以 1 min 内蛋白酶抑制剂活力降低 0.001 为 1 个酶活力单位(U/g 鲜重)。

1.4 数据分析

数据处理使用 SPSS18.0 软件, 采用 Univariate(单因变量的多因素方差分析法)和 one-way ANOVA(单因素差异显著性分析法)分析光照强度差异对 POD、CAT、SOD、PAL、PPO、TI 和 CI 活性影响的差异显著性, 以 LSD(最小显著法)在 0.05 水平下检验与对照之间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同光照强度处理对兴安落叶松针叶内几种主要防御蛋白活力影响

不同光照强度对 POD、SOD、CAT、PPO、PAL、CI 和 TI 的活性均有极显著影响($P < 0.01$); 不同月份对其主要防御蛋白的活性均有显著影响($P < 0.05$)(表 1)

表 1 影响兴安落叶松针叶内主要防御蛋白活力变化的主效应分析检验结果

Table 1 The main effects of test results of impact on the changes of defense protein activity in larch needles														
差异来源 Source	POD		SOD		CAT		PPO		PAL		TI		CI	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
遮荫 Shade	47.12	0.00	74.25	0.00	30.91	0.00	9.05	0.00	82.80	0.00	3.30	0.046	25.08	0.00
月份 Month	291.44	0.00	24.120	0.00	22.71	0.00	277.15	0.00	301.57	0.00	3.60	0.044	37.93	0.00

2.1.1 不同光照强度对兴安落叶松针叶内保护性酶活性的影响

在每个月中,3种光照强度下的 POD 活性之间的差异显著 ($P<0.05$),25% 和 50% 光照强度下活性显著高于自然光照下 ($P<0.05$),50% 光照强度下活性最高;相同光照强度下,不同月份中酶活性差异均显著 ($P<0.05$),7 月和 8 月显著高于 6 月 ($P<0.05$),8 月活性最高 (图 1)。

SOD 活性,在每个月中,25% 和 50% 光照强度下显著高于自然光照下 ($P<0.05$),25% 光照强度下活性最高;25% 和 50% 光照强度下的酶活性,在 6 月差异不显著,在 7 月和 8 月后者显著低于前者 ($P<0.05$);相同光照强度下,6 月和 8 月中酶活性显著高于 7 月 ($P<0.05$),6 月活性最高 (图 1)。

CAT 活性,在每个月中,自然光照条件下显著高于 25% 和 50% 光照强度下 ($P<0.05$);25% 和 50% 光照强度下的酶活性,在 6 月差异不显著,在 7 月和 8 月前者显著高于后者 ($P<0.05$);相同光照强度下的酶活性,7 月和 8 月显著高于 6 月 ($P<0.05$),7 月活性最高 (图 1)。

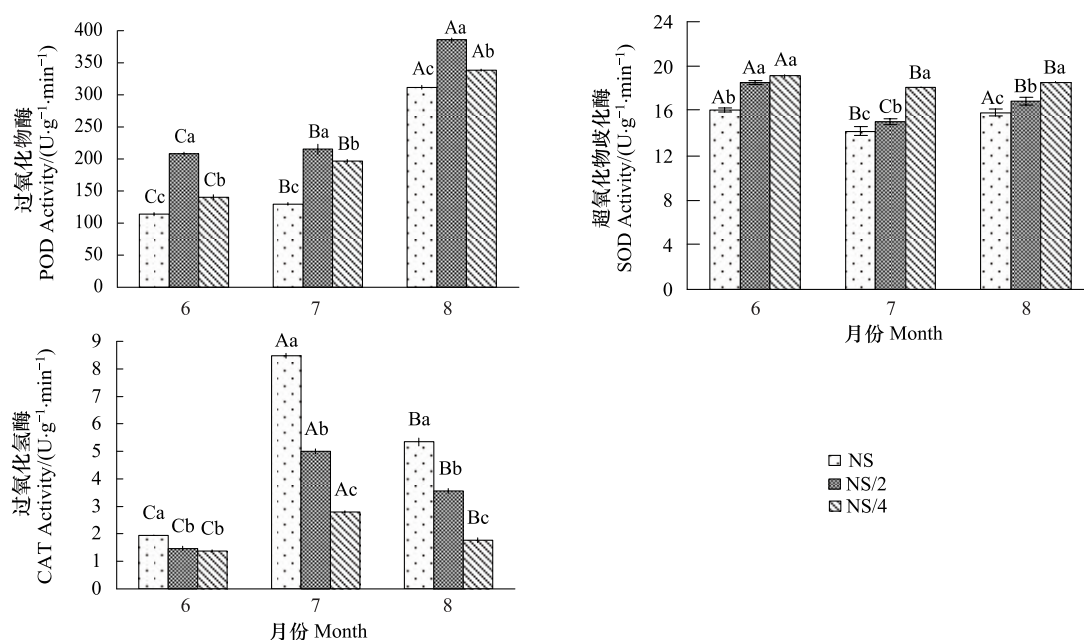


图 1 不同光照强度条件下兴安落叶松针叶内保护酶活性差异

Fig. 1 Variation of the activities of protective enzymes in larch needles under different light intensities

图中数据标注均为平均值±标准误;不同小写字母表示每个月份中不同光照强度条件下兴安落叶松针叶内保护酶活性差异显著 ($P<0.05$),不同大写字母表示相同光照强度条件下不同月份中保护酶活性差异显著 ($P<0.05$);若相同则表示差异不显著

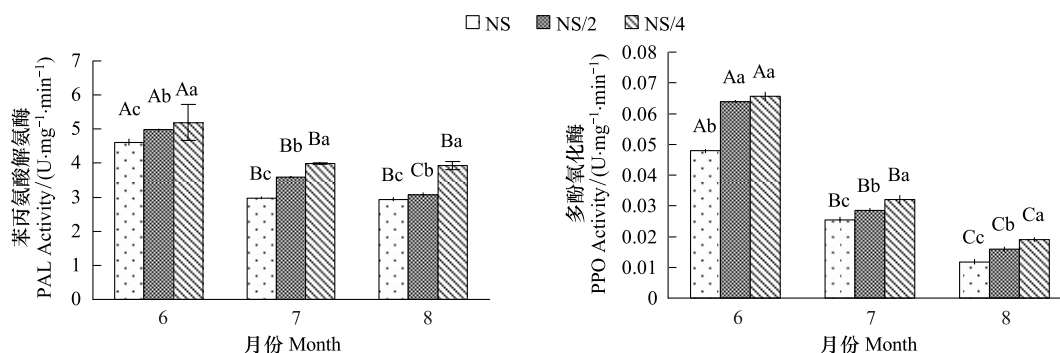


图 2 不同光照强度条件下兴安落叶松针叶内防御酶活性差异

Fig. 2 Variation of the activities of defense enzymes in larch needles under different light intensities

2.1.2 不同光照强度对兴安落叶松针叶内防御性酶活性的影响

遮荫条件下 PAL 和 PPO 活性均显著高于自然光照下的 ($P<0.05$), 25% 光照强度下活性最高 (图 2)。在每个月中, 3 种光照强度下的 PAL 活性之间的差异显著 ($P<0.05$); PPO 活性, 在 25% 和 50% 光照强度下, 7 月和 8 月中差异显著 ($P<0.05$)。相同光照强度下, 不同月份间 PPO 活性差异显著 ($P<0.05$), PAL 活性 7 月和 8 月间差异不显著, 6 月两种酶活性均最高。

2.1.3 不同光照强度对兴安落叶松针叶内蛋白酶抑制剂活性的影响

CI 的活性, 在每个月中 25% 和 50% 光照强度下显著高于自然光照下的 ($P<0.05$), 50% 光照强度下活性最高, 7 月份两者间差异不显著; 自然光照和 50% 光照强度下, 6 月 CI 活性显著高于 7 月和 8 月, 后两者间差异不显著, 25% 光照强度下 3 个月份间差异显著 ($P<0.05$)。

TI 的活性, 在 6 月和 7 月中, 3 种光照强度下差异显著 ($P<0.05$), 25% 和 50% 光照强度间在 8 月差异不显著; 6 月 25% 光照强度下活性最高, 7 月 50% 光照强度下活性最高, 而 8 月自然光照下活性最高; 自然光照条件下, 8 月活性显著高于 6 月和 7 月 ($P<0.05$), 后两者间差异不显著; 50% 光照强度下, 不同月份间差异显著 ($P<0.05$), 7 月份活性最高; 25% 光照强度下, 6 月显著高于 7 月和 8 月 ($P<0.05$), 后两者间差异不显著。总体上, 遮荫处理对 TI 的活性有显著影响 ($P<0.05$), 但在不同月份中波动较大, 规律性不明显 (图 3)。

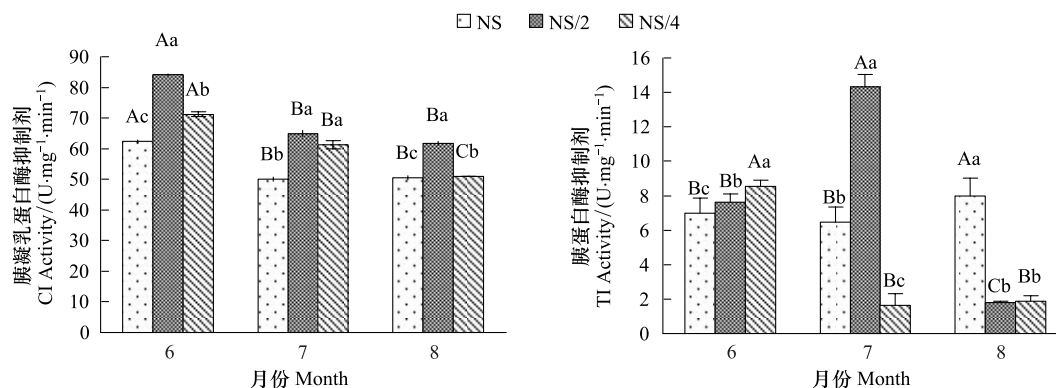


图 3 不同光照强度条件下兴安落叶松针叶内蛋白酶抑制剂活性差异

Fig. 3 Variation of the activities of protease inhibitors in larch needles under different light intensities

3 结论和讨论

林木组成抗性受很多因素的影响, 易随光照、温度、湿度等环境因子、植物营养甚至植物成熟度而变化^[1]。有研究表明, 在光照充足的条件下, 叶片的初生代谢产物糖类、蛋白质以及昆虫生长发育不可缺少的活性物质氨基酸等的积累较多^[18-19]。因此, 在光照条件较好的林缘和阳坡的林木由于营养物质积累丰富, 害虫危害亦较为严重^[12]。尚未见有研究报道从植物防御抗性的角度解释为什么舞毒蛾等落叶松的主要害虫在光照充足的条件下危害严重。

光因子在植物生长过程中起着重要作用, 不同的光照强度会对植物叶片内酶的活性产生影响^[20]。SOD、CAT、PAL、PPO 和 POD 是植物次生物质生成过程中的关键酶, 其活性改变预示着植物化学防御体系正在发生改变^[21]。本研究发现, 兴安落叶松针叶内 POD、SOD、PAL、PPO 和 CI 的活性, 在 50% 和 25% 光照强度下均显著高于自然光照下的 ($P<0.05$)。贾传华等在研究不同遮荫处理对兴安落叶松叶内保护酶活性的影响中发现, 遮荫的兴安落叶松叶内 POD 和 SOD 活性均显著高于对照^[22], 与本研究结果一致。表明兴安落叶松针叶内多数防御蛋白的活性, 在较低的光照强度下显著高于全光照条件下。这也从植物抗性的角度说明, 在较荫蔽的光照环境下, 植物具有较强的抗性, 光照强度弱害虫危害较轻。本研究还发现, 防御蛋白活性在不同生长时期也有显著性变化。SOD、PAL、PPO 和 CI 的活性在 6 月时最高, 其变化规律与佟丽丽^[23]的研究结果基本一致。但是, 控制条件下实验的结果和结论与自然状态是否一致? 林缘、林内和阳坡、阴坡各种防御蛋白的活性的差异

如何? 自然条件下,植物受多方面的环境因素影响,因此研究其他环境因子对兴安落叶松组成抗性的影响是深入研究的方向。

研究环境因子与植物防御之间的关系具有重要的理论和实际应用价值。基于本研究结果,笔者建议在营造兴安落叶松林时,可选择在光照强度较弱的阴坡地带栽植或适当增加林分的郁闭度,通过改善光照条件增强其抗性。这将为不同生境条件下落叶松林的适当营造及管理提供一定的理论依据,为研发资源节约型和环境友好型防虫技术奠定基础。

References:

- [1] Zhang P J. Balance mechanisms between constitutive and inducible defenses to specialist herbivores in plants [D]. Shanghai: Zhejiang University, 2007, 1.
- [2] Ma Y H, Wei M, Wang X F. Dynamics of soil phenols in continuous cropping solar greenhouse and their effects on disease resistance-related enzyme activities in cucumber root. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(1): 79-82.
- [3] Kavitha R, Umesha S. Regulation of defense-related enzymes associated with bacterial spot resistance in tomato. Phytoparasitica, 2008, 36(2): 144-159.
- [4] Li D X, Li C D, Sun H C, Wang W X, Liu L T, Zhang Y J. Effects of drought on soluble protein content and protective enzyme system in cotton leaves. Frontiers of Agriculture in China, 2010, 4(1): 56-62.
- [5] Bhattacharyya A, Rai S, Babu C R. A trypsin and chymotrypsin inhibitor from *Caesalpinia bonduc* seeds: isolation, partial characterization and insecticidal properties. Plant Physiology and Biochemistry, 2007, 45(3/4): 169-117.
- [6] Bittner S. When quinones meet amino acids: chemical, physical and biological consequences. Amino Acids, 2006, 30(3): 205-224.
- [7] Benchabane M, Goulet M C, Dallaire C, Côté P L, Michaud D. Hybrid protease inhibitors for pest and pathogen control-a functional cost for the fusion partners? Plant Physiology and Biochemistry, 2008, 46(7): 701-708.
- [8] Ei-Beltagi H S, Ahmed O K, Ei-Desouky W E. Effect of low doses γ -irradiation on oxidative stress and secondary metabolites production of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) callus culture. Radiation Physics and Chemistry, 2011, 80(9): 968-976.
- [9] Pollastrini M, Di Stefano V, Ferretti M, Agati G, Grifoni D, Zipoli G, Orlandini S, Bussotti F. Influence of different light intensity regimes on leaf features of *Vitis vinifera* L. in ultraviolet radiation filtered condition. Environmental Experimental Botany, 2011, 73(4): 108-115.
- [10] Parelle J, Roudaut J P, Ducrey M. Light acclimation and photosynthetic response of beech (*Fagus sylvatica* L.) saplings under artificial shading or natural Mediterranean conditions. Annals of Forest Science, 2006, 63(3): 257-266.
- [11] Huang R, Li Y L, Zhang J M, Yu X Y, Lü C P, Yan Q. Influences of different illumination treatments on physiological and biochemical characteristics of Pink Reineckia. Hunan Agricultural Sciences, 2009, 39(3): 36-38.
- [12] Zhao Z P. The biological characteristics of the gypsy moth and pollution control techniques. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2009, 15(10): 171-172.
- [13] Li H S. Principles of Plant Physiology and Biochemistry and Technology Experiments. Beijing: Higher Education Press, 2000, 166-168.
- [14] Wang J Y, Ao H, Zhang J. Experimental Principle and Technology of Plant Physiology and Biochemistry. Harbin: Northeast Forestry University, 2003: 169-180.
- [15] Zong N, Wang C Z. Larval feeding induced defensive responses in tobacco: comparison of two sibling species of *Helicoverpa* with different diet breadths. Planta, 2007, 226(1): 215-224.
- [16] Felton G W, Donato K K, Broadway R M, Duffey S S. Impact of oxidized plant phenolics on the nutritional quality of dietary protein to a noctuid herbivore, *Spodoptera exigua*. Journal of Insect Physiology, 1992, 38(4): 277-285.
- [17] Xu W. Study on the Induced Resistance of *Larix Gmelinii* to Insects [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2006, 31-32.
- [18] Tong L L, Yan S C, Jin H, Shi L, Zhang J. Effects of cone yield on free amino acid contents in the needles of *Larix gmelinii* and *L. olgensis*. Scientia Silvae Sinica, 2009, 45(9): 36-40.
- [19] Chen J Y, Yang Y Q. Growth development and physiological characters of *sarcococca ruscifolia* stapf under weak-light. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2010, 30(8): 1646-1652.
- [20] Ali M B, Hahn E J, Paek K Y. Effects of light intensities on antioxidant enzymes and malondialdehyde content during short-term acclimatization on micropropagated *Phalaenopsis* plantlet. Environmental and Experimental Botany, 2005, 54(2): 109-120.
- [21] Wu J Q, Baldwin I T. Herbivory-induced signalling in plants: perception and action. Plant, Cell and Environment, 2009, 32(9): 1161-1174.
- [22] Jia C H, Guo T J, Wang G, Xu D Y, Tong X, Xu Z S. Effects of different shading treatments on chlorophyll and protective enzyme activities of

Sabina davurica. Journal of Jilin Agricultural University, 2010, 32(3): 264-267, 283.

- [23] Tong L L. Differences of Larch Resistance Chemicals under Different Ages or Pedigree and Hybrid Families [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2010, 31-33.

参考文献:

- [1] 张蓬军. 植物对专性植食者的组成抗性和诱导抗性的平衡调节机制 [D]. 杭州: 浙江大学, 2007, 1.
- [2] 马云华, 魏珉, 王秀峰. 日光温室连作土壤酚类物质变化及其对黄瓜根系抗病性相关酶的影响. 应用生态学报, 2005, 16(1): 79-82.
- [11] 黄睿, 李炎林, 章金盟, 于晓英, 吕长平, 严潜. 不同光照处理对吉祥草生理生化特性的影响. 湖南农业科学, 2009, 39(3): 36-38.
- [12] 赵振平. 舞毒蛾的生物学特性及无公害防治技术. 安徽农学通报, 2009, 15(10): 171-172.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高等教育出版社, 2000, 166-168.
- [14] 王晶英, 敖红, 张杰. 植物生理生化实验技术与原理. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2003, 169-180.
- [17] 徐伟. 兴安落叶松诱导抗性研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2006, 31-32.
- [18] 佟丽丽, 严善春, 金虎, 石蕾, 张健. 结实量对兴安落叶松和长白落叶松针叶内游离氨基酸含量的影响. 林业科学, 2009, 45(9): 36-40.
- [19] 陈菊艳, 杨远庆. 遮光对野扇花生生长特性和生理指标的影响. 西北植物学报, 2010, 30(8): 1646-1652.
- [22] 贾传华, 郭太君, 王刚, 徐东昱, 佟雪, 徐众帅. 不同遮荫处理对兴安松叶绿素含量和保护酶活性的影响. 吉林农业大学学报, 2010, 32(3): 264-267, 283.
- [23] 佟丽丽. 不同树龄及纯种杂种家系的落叶松抗虫相关物质的差异 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2010, 31-33.

中文核心期刊《生命科学研究》征稿启事

《生命科学研究》是由中华人民共和国新闻出版署、科技部批准创办的,国内外公开发行的反映生命科学领域中最新研究成果的综合性学术期刊。本刊已经进入包括北大《中文核心期刊要目总览》、中国科学引文索引数据库(CSCD)、中国科技论文统计源期刊数据库、中国核心期刊(遴选)数据库、中国期刊网、美国《化学文摘》、俄罗斯《文摘杂志》等国内外15家重要检索数据库。本刊为双月刊,国内公开刊号为CN43-1266/Q,国际标准刊号为ISSN1007-7847, CODEN:SKYAFL。本刊主要刊登国内外生命科学领域中的具有创造性的学术论文及少量反映国内外重大进展或热点问题的快讯或综述性文章,覆盖的主要学科是:生物化学与分子生物学、发育生物学、细胞生物学、生物技术、遗传学、植物学、动物学、微生物学、解剖学、生理学、基因工程、农业工程、病理学、毒理学、药理学、免疫学、基础医学等等。开设“研究进展与综述”、“研究论文”等栏目。本刊诚邀反映国内外生命科学相关领域最新研究成果的中英文论文,国家自然科学基金等国家级科研课题资助论文将优先发表。

通讯方式:

地 址:长沙市湖南师范大学生科院1号楼127房《生命科学研究》编辑部,邮编:410081

投稿 E-mail: life@hunnu.edu.cn; smkxyj@gmail.com 咨询 E-mail: sky@hunnu.edu.cn

网 址: http://SMKY.cbpt.cnki.net

咨询电话: 0731-88872616; 传 真: 0731-88872616

《生命科学研究》承诺“特快通道”修回稿件2个月内出版,一般稿件修回后6个月内出版。热诚欢迎国内外各大专院校、科研院所生命科学相关领域的研究人员投稿。

欢迎投稿! 欢迎订阅! 欢迎发布广告!

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 11 June, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Controls of post-fire tree recruitment in Great Xing'an Mountains in Heilongjiang Province	CAI Wenhua, YANG Jian, LIU Zhihua, et al (3303)
The assessment of river health using Benthic-Index of biotic integrity for Wenyu River	YANG Liu, LI Yonghui, WANG Juncai, et al (3313)
Consume of soil seeds of <i>Betula albo-sinensis</i> and <i>Abies faxoniana</i> in different natural successional stages of subalpine dark coniferous forest in western Sichuan, China	MA Jiangming, LIU Shirong, SHI Zuomin, et al (3323)
Habitat associations of understorey species spatial distribution in old growth broad-leaved Korean pine (<i>Pinus koraiensis</i>) forest	DING Shengjian, ZHANG Chunyu, XIA Fucui, et al (3334)
Nabkha morphology and sand-fixing capability of four dominant <i>Caragana</i> species in the desert region of the Inner Mongolia Plateau	ZHANG Yuanyuan, MA Chengchang, HAN Lei, et al (3343)
Growth dynamics, biomass allocation and ecological adaptation in <i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	QUAN Dujuan, WEI Yan, ZHOU Xiaoqing, et al (3352)
A rapid assessment method for forest disaster based on MODIS/NDVI time series; a case study from Guizhou Province	SHI Hao, WANG Xiao, XUE Jianhui, et al (3359)
Soil cation exchange capacity and exchangeable base cation content in the profiles of four typical soils in the Xi-Shui Forest Zone of the Qilian Mountains	JIANG Lin, GENG Zengchao, LI Shanshan, et al (3368)
Impact of water and temperature on spring maize emergence speed and emergence rate	MA Shuqing, WANG Qi, LÜ Houquan, et al (3378)
Effect of N application on the abundance of denitrifying genes (<i>narG/nosZ</i>) and N ₂ O emission in paddy soil	ZHENG Yan, HOU Haijun, QIN Hongling, et al (3386)
Temporal-spatial variations of potential evapotranspiration and quantification of the causes in Northwest China	CAO Wen, SHEN Shuanghe, DUAN Chunfeng (3394)
Analysis of ecosystem degradation and recovery using precipitation use efficiency and NDVI in the headwater catchment of the Yellow River basin	DU Jiaqiang, SHU Jianmin, ZHANG Linbo (3404)
An assessment method of <i>Kandelia obovata</i> population biomass	JIN Chuan, WANG Jinwang, ZHENG Jian, et al (3414)
Quantitative characteristics and species composition of <i>Artemisia sphaerocephala</i> and <i>A. ordosica</i> communities in the Ulanbuh Desert ...	MA Quanlin, ZHENG Qingzhong, JIA Jujie, et al (3423)
Photosynthesis and transpiration in relation to ion accumulation in <i>Vitex trifolia</i> under varied light intensity	ZHANG Ping, LIU Linde, BAI Xinfu, et al (3432)
Diffusion of elm seed rain in Otindag Sand Land	GU Wei, YUE Yongjie, LI Gangtie, et al (3440)
Effect of saline water irrigation on sand soil salt and the physiology and growth of <i>Populus euphratica</i> Oliv.	HE Xinlin, CHEN Shufei, WANG Zhenhua, et al (3449)
Regulation of exogenous nitric oxide on photosynthetic physiological response of <i>Lolium perenne</i> seedlings under NaHCO ₃ Stress	LIU Jianxin, WANG Jincheng, WANG Xin, et al (3460)
Longitude gradient changes on plant community and soil stoichiometry characteristics of grassland in Hulunbeir	DING Xiaohui, LUO Shuzheng, LIU Jinwei, et al (3467)
Concentrations and distributions of selenium and heavy metals in Hainan paddy soil and assessment of ecological security	GENG Jianmei, WANG Wenbin, WEN Cuiping, et al (3477)
Heavy metal contents and evaluation of farmland soil and wheat in typical area of Jiangsu Province	CHEN Jingdu, DAI Qigen, XU Xuehong, et al (3487)
The studies on the food web structures and trophic relationships in Guangxi Dongfang Cave by means of stable carbon and nitro- gen isotopes	LI Daohong, SU Xiaomei (3497)
Analysis of bacterial diversity in the Songhua River based on nested PCR and DGGE	TU Teng, LI Lei, MAO Guannan, et al (3505)

Preliminary delineation and classification of estuarine drainage areas for major coastal rivers in China	HUANG Jinliang, LI Qingsheng, HUANG Ling, et al (3516)
Estimation of spatial and seasonal changes in phytoplankton primary production in Meiliang Bay, Lake Taihu, based on the Vertically Generalized Production Model and MODIS data	YIN Yan, ZHANG Yunlin, SHI Zhiqiang, et al (3528)
Viability and changes of physiological functions in the tiger frog (<i>Hoplobatrachus rugulosus</i>) exposed to cold stress	WANG Na, SHAO Chen, XIE Zhigang, et al (3538)
Community structure and abundance dynamics of soil collembolans in transgenic Bt rice paddyfields	ZHU Xiangyu, LI Zhiyi, CHANG Liang, et al (3546)
Morphological characteristics and microsatellite DNA genetic diversity of Nigeria African honey bee, Anhui <i>Apis mellifera</i> and theirs hybrid generation II	YU Linsheng, XIE Wenfei, WU Houchang, et al (3555)
Effects of social-demographic factors on the recreational service of park wetlands in Beijing	LI Fen, SUN Ranhao, CHEN Liding (3565)
Co-integration theory-based analysis on relationships between economic growth and eco-environmental changes: taking the south-east district in Chongqing city as an example	XIAO Qiang, HU Dan, XIAO Yang, et al (3577)
The cooperative environmental game model in the Tidal River Network Regions and its empirical research	LIU Honggang, CHEN Xingeng, PENG Xiaochun (3586)

Review and Monograph

Review of eco-efficiency accounting method and its applications	YIN Ke, WANG Rusong, ZHOU Chuanbin, et al (3595)
Overview on the 6th international symposium on modern ecology series of 2011	WEN Teng, XU Delin, XU Chi, et al (3606)

Discussion

Scale analysis of environmental factors and their relationship with the size of hierarchical aquatic ecoregion: a case study in the Liao River basin	LIU Xingcai, XU Zongxue, ZHANG Shurong, et al (3613)
--	--

Scientific Note

Effects of different light intensities on activities of the primary defense proteins in needles of <i>Larix gmelinii</i>	LU Yifang, SHI Lei, YAN Shanchun (3621)
An analysis of photosynthetic parameters among <i>Schima superba</i> provenances	XIONG Caiyun, ZENG Wei, XIAO Fuming, et al (3628)
Research on three small-scale agricultural ecological-economic systems in Shenzhen City based on emergy analysis	YANG Zhuoxiang, GAO Yang, ZHAO Zhiqiang, et al (3635)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

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 32 卷 第 11 期 (2012 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32 No. 11 (June, 2012)

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:100071	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