

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第7期 Vol.31 No.7 **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 7 期

2011 年 4 月 (半月刊)

目 次

川南天然常绿阔叶林人工更新后土壤氮库与微生物的季节变化·····	龚 伟,胡庭兴,王景燕,等 (1763)
IBIS 模拟东北东部森林 <i>NPP</i> 主要影响因子的敏感性·····	刘 曦,国庆喜,刘经纬 (1772)
不同坡位沙棘光合日变化及其主要环境因子·····	靳甜甜,傅伯杰,刘国华,等 (1783)
氮、硫互作对克隆植物互花米草繁殖和生物量累积与分配的影响·····	甘 琳,赵 晖,清 华,等 (1794)
海岛棉和陆地棉叶片光合能力的差异及限制因素·····	张亚黎,姚贺盛,罗 毅,等 (1803)
遮荫对连翘光合特性和叶绿素荧光参数的影响·····	王建华,任士福,史宝胜,等 (1811)
3 种木本植物在铅锌和铜矿砂中的生长及对重金属的吸收·····	施 翔,陈益泰,王树凤,等 (1818)
施氮水平对小麦籽粒谷蛋白大聚合体粒径分布的调控效应·····	王广昌,王振林,崔志青,等 (1827)
强光下高温与干旱胁迫对花生光系统的伤害机制·····	秦立琴,张悦丽,郭 峰,等 (1835)
环境因子和干扰强度对高寒草甸植物多样性空间分异的影响·····	温 璐,董世魁,朱 磊,等 (1844)
利用 CASA 模型模拟西南喀斯特植被净第一性生产力·····	董 丹,倪 健 (1855)
北京市绿化树种紫玉兰的蒸腾特征及其影响因素·····	王 华,欧阳志云,任玉芬,等 (1867)
平衡施肥对缺磷红壤性水稻土的生态效应·····	陈建国,张杨珠,曾希柏,等 (1877)
冬小麦种植模式对水分利用效率的影响·····	齐 林,陈雨海,周勋波,等 (1888)
黄土高原冬小麦地 N_2O 排放·····	庞军柱,王效科,牟玉静,等 (1896)
花前渍水预处理对花后渍水逆境下扬麦 9 号籽粒产量和品质的影响·····	李诚永,蔡 剑,姜 东,等 (1904)
低硫氮比酸雨对亚热带典型树种气体交换和质膜的影响·····	冯丽丽,姚芳芳,王希华,等 (1911)
夹竹桃皂甙对福寿螺的毒杀效果及其对水稻幼苗的影响·····	戴灵鹏,罗蔚华,王万贤 (1918)
海河流域景观空间梯度格局及其与环境因子的关系·····	赵志轩,张 彪,金 鑫,等 (1925)
中国灌木林-经济林-竹林的生态系统服务功能评估·····	王 兵,魏江生,胡 文 (1936)
城郊过渡带湖泊湿地生态服务功能价值评估——以武汉市严东湖为例·····	王凤珍,周志翔,郑忠明 (1946)
黄河三角洲植物生态位和生态幅对物种分布-多度关系的解释·····	袁 秀,马克明,王 德 (1955)
基于景观可达性的广州市林地边界动态分析·····	朱耀军,王 成,贾宝全,等 (1962)
红脂大小蠹传入中国危害特性的变化·····	潘 杰,王 涛,温俊宝,等 (1970)
基于线粒体 <i>Cyt b</i> 基因的西藏马鹿种群遗传多样性研究·····	刘艳华,张明海 (1976)
不同干扰下荒漠啮齿动物群落多样性的多尺度分析·····	袁 帅,武晓东,付和平,等 (1982)
秦岭鼯鼠的洞穴选择与危害防控·····	鲁庆彬,张 阳,周材权 (1993)
京杭运河堤坝区域狗獾的栖息地特征·····	殷宝法,刘宇庆,刘国兴,等 (2002)
专论与综述	
微生物胞外呼吸电子传递机制研究进展·····	马 晨,周顺桂,庄 莉,等 (2008)
厌氧氨氧化菌脱氮机理及其在污水处理中的应用·····	王 惠,刘研萍,陶 莹,等 (2019)
问题讨论	
海河流域森林生态系统服务功能评估·····	白 杨,欧阳志云,郑 华,等 (2029)
研究简报	
体重和盐度对中国蛤蚧耗氧率和排氮率的影响·····	赵 文,王雅倩,魏 杰,等 (2040)
虾塘养殖中后期微型浮游动物的摄食压力·····	张立通,孙 耀,赵从明,等 (2046)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 290 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-04



封面图说:日斜茅荆坝·河北茅荆坝——地处蒙古高原向华北平原过渡地带的暖温带落叶阔叶林,色彩斑斓,正沐浴着晚秋温暖的阳光。

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

红脂大小蠹传入中国危害特性的变化

潘 杰¹, 王 涛², 温俊宝¹, 骆有庆¹, 宗世祥^{1,*}

(1. 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083; 2. 北京市门头沟林业站, 北京 102300)

摘要:通过对山西省灵空山林场与北京小龙门林场的红脂大小蠹危害情况进行详细调查,运用生态位理论对红脂大小蠹选择入侵不同树势油松进行分析,同时查阅陕西、山西、河北、北京等地红脂大小蠹危害的多年历史资料,以此来探讨红脂大小蠹传入中国后危害特性的变化。结果表明:红脂大小蠹传入中国后已由最初危害衰弱木和受伤木的次期性害虫变异为主要危害健康木和轻度衰弱木的初期性害虫,从而为揭示其种群扩张过程、灾害发生机制以及采取相应的控制措施提供了重要的理论依据。

关键词:红脂大小蠹;危害特性;初期性害虫;次期性害虫;生态位宽度

Changes in invasion characteristics of *Dendroctonus valens* after introduction into China

PAN Jie¹, WANG Tao², WEN Junbao¹, LUO Youqing¹, ZONG Shixiang^{1,*}

1 Key Laboratory for Silviculture and Conservation, Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Mentougou Forestry Station, Beijing 102300, China

Abstract: *Dendroctonus valens* LeConte (Scolytidae), was first detected in Shanxi Province, northern China, in 1998 and started causing widespread tree mortality in 1999. This outbreak continues and has spread to three adjacent provinces, causing unprecedented tree mortality. In North America, it is considered to be a secondary pest, and is often associated with more aggressive bark beetle species. The bionomics and occurrence, response to host volatiles and host preferences of this pine beetle in China are different from what is known of the beetle in its native range in North America. Changes in *D. valens* invasion characteristics after introduction into China, were evaluated from damage to *Pinus tabulaeformis* forests at the Lingkonshan Forest Farm in Shanxi Province, and the Xiaolongmen Forest Farm in Beijing, from July to August in 2009. Health stages of *P. tabulaeformis* were considered to be one cell of the spatial resources of *D. valens* population based on niche theory, and they were divided into healthy wood, mild weak wood, moderate weak wood, dying wood, and withering wood. In addition, historical data on *D. valens* was examined to establish its invasion characteristics in China. Based on niche theory, the niche breadth of *D. valens* was narrow, it barely affected moderate weak wood, dying wood and withering wood, while it primarily invaded both healthy and mild weak wood, and was a primary pest. Through searching historical data on *D. valens* at the Huanglongshan Forest Farm in Shanxi Province, Lingkonshan Forest Farm in Shanxi Province, Xingjiayu Forest Farm in Hebei Province, and the Xiaolongmen Forest Farm in Beijing, *D. valens* originally invaded weak and injured wood, but now it mainly invades both healthy and mild weak wood, and is a primary pest. This helps to explain the population expansion and colonization mechanism of *D. valens*, and to provide a good reference point for adopting suitable control measures.

Key Words: *Dendroctonus valens*; invasion characteristics; primary pest; secondary pest; niche breadth

基金项目:北京市教育委员会共建项目(JD100220888);中央高校基本科研业务费专项资金资助

收稿日期:2010-03-10; 修订日期:2010-05-24

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

红脂大小蠹(*Dendroctonus valens*),又名强大小蠹,隶属于鞘翅目(Coleoptera)小蠹科(Scolytidae),在我国为一新记录的外来入侵种。国外分布于美国、加拿大、洪都拉斯等国,危害各种松树,有时也危害云杉和冷杉。该虫于1998年在我国山西省阳城、沁水首次被发现,主要危害油松、白皮松和华山松^[1]。截止2004年底,红脂大小蠹已扩散到山西、陕西、河北、河南4省,发生面积超过 $5 \times 10^5 \text{ hm}^2$,枯死松树达600多万株^[2-3],2005年又扩散至北京市门头沟区^[4]。

北美洲是红脂大小蠹的原产地,对于其生物学特性及其发生规律等方面的研究已形成较统一的结论,而其入侵到我国后,则发生了较大的改变:

(1) 世代发育方面 在北美洲从北到南,该虫1年可完成不等世代,对生活史已形成了较统一的结论。在阿拉斯加等北部寒冷区域,2—3年仅1代,而墨西哥、危地马拉热带地区1年可以完成3代;在我国则世代发育不整齐,常出现世代重叠,对生活史并未形成较统一的结论。不同地区的生活史不一样,甚至同一地区的生活史也不完全一样^[5-7]。例如王俊华等2002年报道在吕梁地区该虫1年发生1代^[8],而韩国忠等2003年却报道红脂大小蠹在吕梁地区1年发生2代^[9];在陕西省韩城市,红脂大小蠹以成虫越冬的每年发生2代,以3—4龄幼虫越冬的每年1代^[10];在河南省,红脂大小蠹1年发生1代,以成虫和幼虫越冬^[11];在河北省井陘县辛庄林场,该虫2年发生1代,也可1年发生1代或1年发生2代,世代重叠严重^[12]。

(2) 寄主方面 在北美是松杉类针叶树种的蛀干害虫,危害松属、云杉属、黄杉属、冷杉属和落叶松属内很多树种,据不完全统计危害树种已超过35种^[4,13];在我国则主要危害油松、华山松和白皮松,有时也危害云杉和冷杉等少数树种^[1,7]。

(3) 信息素方面 在北美最有效的组分为(-)- β -蒎烯;而在我国则为(+)-3-蒎烯^[14]。

(4) 危害特点方面 在北美,红脂大小蠹为次期性害虫,主要侵害生长衰弱或被其它大小蠹如黑山大小蠹(*D. ponderosae*)、西松大小蠹(*D. brevicornis*)和南松大小蠹(*D. frontalis*)(或其他病虫害)危害过的树木,很少侵害健康的大树^[15],常发生在干旱后的衰弱木、过火木、雷击木,以及受到机械伤害的树木和伐桩上,基本没有特别严重的危害和种群暴发^[13];而在我国,目前并没有统一的观点,大部分认为红脂大小蠹是次期性害虫,主要攻击长势衰弱或受过危害的松树,且能够采用营林措施及生物防治进行控制^[2-4,16-17],少数则认为红脂大小蠹主要攻击健康树,且可以独立入侵健康松树,并导致发生区内寄主大量死亡^[14]。

明确红脂大小蠹在我国的发生危害特点,对于揭示其种群扩张过程、灾害发生机制以及采取相应的控制措施具有非常重要的作用。为此,本文对山西灵空山林场和北京小龙门林场的红脂大小蠹发生危害情况做了详细的调查,并通过查阅陕西、山西、河北和北京等地红脂大小蠹的历史危害资料,深入探讨了红脂大小蠹传入我国后危害特性的变化,为深入了解其种群遗传变异机制,采取有效的防治措施提供一定的理论指导。

1 研究材料与方法

1.1 研究区概况

山西省沁源县太岳山国有林管理局灵空山林场,该林场位于太岳林区中部,沁源县西南部,地理位置为E112°02'—112°09',N36°31'—36°43'。林场平均海拔1500m,属暖温带大陆性季风气候,年均气温8℃,年降雨量650mm,年平均相对湿度65%。植被类型包括:未经改造的天然次生林,以辽东栎、油松纯林为主,还有少量的杨桦林;近几年新造的油松、落叶松幼林;以虎榛子、胡枝子、沙棘、山桃、黄刺梅为主的灌木林^[18]。

北京小龙门林场位于北京西部门头沟区东灵山区,理位置为E115°26',N340°00'。林场及其附近地区海拔1.07—1.76km,为典型的中山地带,属太行山脉小五台山区余脉。气候类型为温带半湿润季风气候,年均温度4.8℃,昼夜温差大,年均降水量611.9mm。植被以次生天然落叶阔叶林(主要树种有桦、槭、榆、核桃楸等);人工针叶林(油松、落叶松等);天然灌丛(荆条、绣线菊、山杏、太平花、六道木等);野生草被(蒿、苔草等)为主^[19]。

1.2 调查方法

2009年7月,在灵空山林场选择受红脂大小蠹危害的4块50m×50m油松林作为样地;2009年8月,在小

龙门林场选择受红脂大小蠹危害的 7 块 50m×50m 油松林作为样地。对每块样地内油松进行逐株调查,详细记载红脂大小蠹侵入孔数量与枝梢干枯数,以此作为“蠹害木划分等级”的依据。

1.3 分析方法

(1) 树势单元生态位宽度

用 Levins 的公式求得生态位宽度:

$$B_i = 1 / [r \sum_j P_{ij}^2]$$

式中, B_i 为物种 i 的生态位宽度; P_{ij} 为物种 i 利用资源状态 j 的个体占该种个体总数的比例; R 是可利用资源状态的数目^[20-21]。

(2) 资源状态的划分

将油松林中红脂大小蠹种群空间资源划分为样树树势单元,然后将树势单元的划分梯度组成梯度序列,从而揭示其种群在树势单元的分布规律。具体树势单元的划分梯度方法为:将样树树势看作资源状态,按“蠹害木划分等级”将样树树势划分为 0 级健康木、I 级轻度衰弱木、II 级中度衰弱木、III 级濒死木和 IV 级枯立木,则各不同树势的样树共同组成了红脂大小蠹在树势单元分布的资源状态序列^[22]。

通过在山西灵空山林场、北京小龙门林场进行实地调查,并结合陕西、山西、河北和北京等地红脂大小蠹的历史危害资料,全面掌握各省份红脂大小蠹的危害特点,以分析探讨红脂大小蠹传入我国后危害特性的变化。

2 结果与分析

2.1 树势单元生态位宽度

将样树树势单元作为红脂大小蠹种群空间资源,然后将树势单元的划分梯度组成梯度序列,则样地内不同树势的样树共同组成了红脂大小蠹在树势单元分布的资源状态序列,分别对灵空山林场和小龙门林场样地内不同树势油松上红脂大小蠹生态位宽度进行分析,结果见表 1。

表 1 红脂大小蠹在不同地区油松树势单元上生态位宽度

Table 1 Niche breadths of *D. valens* in different health stages of *P. tabulaeformis* in different regions

不同地区 Different regions	样树树势 Health stages of sample trees				
	0 级健康木 Healthy wood	I 级轻度衰弱木 Mild weak wood	II 级中度衰弱木 Moderate weak wood	III 级濒死木 Dying wood	IV 级枯立木 Withering wood
灵空山林场 Lingkongshan forest farm	0.9873	0.9212	0.2479		
小龙门林场 Xiaolongmen forest farm	0.9898	0.8367	0.1968		

由表 1 可以看出:红脂大小蠹的生态位宽度较窄,主要危害健康木和轻度衰弱木,说明红脂大小蠹是可以直接入侵健康木的先锋种,是初期性害虫。

2.2 红脂大小蠹危害特性变化研究——基于多年危害资料的分析

2.2.1 陕西黄龙山林区

2001 年陕西黄龙山林区遭到红脂大小蠹的危害,危害对象主要是近年来抚育作业后的油松林中生长不良的衰弱木或经创伤的 20 年生以上的活立木,极少见直接危害健康木和幼龄林^[23]。而 2005 年再次对黄龙山林区进行危害调查时发现,其危害对象已经发生了根本改变,主要危害健康木和新鲜伐桩^[24]。

2.2.2 山西灵空山林场

根据发生区内的历史气象资料研究分析得出,1997 年春季的干旱气候是造成 1998 年红脂大小蠹在该地区突然暴发的主要原因^[1,25],干旱导致大部分油松树势急剧减弱,抵御病虫害的能力降低,从而导致红脂大小蠹暴发成灾,由此可知红脂大小蠹主要危害树势衰弱的油松。而 2009 年在对灵空山林场进行调查时发现,红脂大小蠹主要危害健康木和轻度衰弱木。

2.2.3 河北行家峪林场

2000 年红脂大小蠹在林场暴发成灾,因为我国北部前几年的“暖冬”气候及夏季的持续干旱少雨,以及其它小蠹虫和食叶害虫的先期侵害,导致树势衰弱,濒死木、枯立木较多,从而给红脂大小蠹危害成灾提供了绝佳条件,调查发现红脂大小蠹在该地区仅危害树势衰弱的油松,为次期性害虫^[26]。2004 年再次调查发现红脂大小蠹主要危害胸径 10cm 以上的健康油松,而且具有繁殖量大、致死率高的危害特点^[27]。

2.2.4 北京小龙门林场

2005 年北京门头沟区监测到红脂大小蠹之后,2007—2009 年当地林业部门又相继在小龙门林场发现红脂大小蠹危害大片健康的油松林。通过运用生态位理论对脂大小蠹选择入侵不同树势油松进行分析,其主要危害健康木和轻度衰弱木。因此,红脂大小蠹入侵北京地区后,已具备独立危害健康油松的能力。

3 结论与讨论

20 世纪 80 年代,红脂大小蠹初传入我国还是次期性害虫,经过一段时间的适应与进化后,可能已经变异为能独立危害健康油松的初期性害虫。运用生态位理论对红脂大小蠹选择入侵不同树势油松进行分析,以及对黄龙山林区、灵空山林场、河北行家峪林场和北京地区红脂大小蠹的调查和资料汇总结果表明:红脂大小蠹已由次期性害虫变异为初期性害虫,其原因可能是在经历了一段时间的适应与进化之后,其本身在生理上和行为上已经发生了变异^[28]。

大量研究表明,外来入侵种在到达新栖息地后所面对的自然环境可能是全新的,或者新环境中的某些生态因子与原环境存在一定的差异,因而这一外来种在新环境下就需要面对新的自然选择,从而表现出新的进化趋势。入侵种可以通过改变表型可塑性适应新的环境。例如果蝇(*Drosophila subobscura*)从欧洲引入到北美后,其形态发生了快速的变化,翅的大小因纬度不同而发生了改变,以适应该地的环境^[29];而苹果实蝇(*Rhagoletis pomonella*)在对宿主的选择上,则产生了物候和生理的分化^[30]。

大量研究结果表明:红脂大小蠹主要危害新鲜伐桩、衰弱木和受伤树等^[2-4,16-17];而吕全等^[14]则通过一般性的描述认为主要危害健康木,并没有做过任何系统地分析。油松健康与否及其健康等级状况是需要一定标准与依据进行判定的。本文通过较为科学的方法依据一定的标准将油松健康状况划分等级,然后运用生态位理论对红脂大小蠹选择入侵不同树势油松进行分析,得出其主要危害健康木和轻度衰弱木,属初期性害虫。这说明红脂大小蠹的危害特性已经发生变化,这为采取更加全面有效的防治措施提供了依据。林业部门则不应修正过去经常将红脂大小蠹视为次期性害虫的观念,而且还要改变集中于对新鲜伐桩、衰弱木和受伤树,却忽略对健康木的防治措施。

红脂大小蠹在我国主要危害油松、白皮松和华山松,有时也危害云杉和冷杉等。作者在灵空山林场和小龙门林场内实地调查中,均没有发现华山松、白皮松及其它树种受害。赵建兴等^[4]在野外进行大规模红脂大小蠹寄主调查中,发现主要危害油松,偶有发现危害白皮松,其它树种均未发现受害。红脂大小蠹对我国林业造成的损失主要就是指对油松所造成的巨大危害。本文主要探讨了红脂大小蠹入侵中国后对油松危害特性的变化,以期采取更加全面有效的防治措施提供理论依据和实际指导,而有关其变异的机制,还有待于进一步研究。

致谢:感谢国家林业局山西太岳山森林生态站在外业调查中的帮助。

References:

- [1] Xu H R, Li Y C, Li Z Y. The analysis of outbreak reason and spread directions of *Dendroctonus valens*. Plant Quarantine, 2006, 20 (5): 278-280.
- [2] Li J S, Chang G B, Song Y S, Wang Y W, Chang B S. Carrying out project management and controlling plague of red turpentine beetle. Forest Pest and Disease, 2001, 20(4): 41-44.
- [3] Song Y S, Yang A L, He N J. Pest risk analysis of red turpentine beetle. Forest Pest and Disease, 2000, 19(6): 34-37.
- [4] Zhao J X, Yang Z Q, Ren X H, Liang X M. Biological characteristics and occurring law of *Dendroctonus valens* in China. Scientia Silvae Sinicae,

- 2008, 44 (2): 99-105.
- [5] Zhang H J, Duan D H, Li J S. The survey of *Dendroctonus valens* in Pingding County. Forestry of Shanxi, 2001, (2): 21-21.
- [6] Zhang H J, Kou Q L, Wang A P. Investigation on occurrence and habits of *Dendroctonus valens*. Shanxi Forestry Science and Technology, 2005, (3): 33-34.
- [7] Zhang L Y, Chen Q C, Zhang X B. Studies on the morphological characters and bionomics of *Dendroctonus valens* LeConte. Scientia Silvae Sinicae, 2002, 38(4): 95-99.
- [8] Wang J H, Wang J P, Han H J, Liu G S, Liu G M. Primary report on control of red turpentine beetle(RTB). Journal of Shanxi Agricultural Science, 2002, 30(3): 66-69.
- [9] Han G Z, Cao J J, Yang A L. Biological characteristics and control methods of *Dendroctonus valens*. Soil and Water Conservation Science and Technology in Shanxi, 2003, (4): 47-48.
- [10] He H, Li M L, Guo X R, Wang P X, Li Y Z. Studies on the bionomics of *Dendroctonus valens*. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20 (1): 140-142.
- [11] Wang P, Li S J, Yao Y S, Zhou L, Cao X Q. Life history and bionomics of *Dendroctonus valens*. Journal of Henan Forestry Science and Technology, 2005, 25 (2): 14-17.
- [12] Li T L. The feature and control methods of *Dendroctonus valens*. Journal of Hebei Forestry Science and Technology, 2005, (6): 46-46.
- [13] Smith R H. Red Turpentine Beetle-Forest Pest Leaflet 55. Washington DC: United States Department of Agriculture Press, 1971: 1-9.
- [14] Lu Q, Zhang X Y, Yang Z Q, Maraite H, Yin D S, Ren X H. Progress in study on the fungi associated with *Dendroctonus valens*. Scientia Silvae Sinicae, 2008, 44(2): 134-142.
- [15] Waters W E, Stark R W, Wood D L. Pine Bark Beetles and the Ecosystem-Integrated Pest Management//Liang Q W, Translation. Beijing: China Forestry Press, 1991: 30-92.
- [16] Li Y Z, Wang F H, Wang P X, He H, Li M L. The study on control effect of silvicultural treatment to *Dendroctonus valens*. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(2): 113-116, 125.
- [17] Miao Z W. Space distribution of entering tree hole of *Dendroctonus valens* imago. Shanxi Forestry Science and Technology, 2002, (3): 7-9.
- [18] Jia H M, Huang D Z. Research on the relationship between red turpentine and the type of forests. Journal of Anhui Agriculture Science, 2006, 34 (5): 884-885.
- [19] Sun X, Wang L. Ecological analysis and classification of forest bird communities at Xiaolongmen, Beijing. Chinese Journal of Ecology, 2001, 20 (5): 25-31.
- [20] Qin Y C, Cai N H, Huang K X. Studies on niches of *Tetranychus viennensis*, *Panonychus ulmi* and their predatory enemies I — spatial and temporal niches. Acta Ecologica Sinica, 1991, 11(4): 331-337.
- [21] Chen H, Tang M, Ye H M, Yuan F. Niche of bark beetles within *Pinus armandi* ecosystem in inner Qinling mountains. Scientia Silvae Sinicae, 1999, 35 (4): 40-44.
- [22] Liu L, Yan W, Luo Y Q, Wu J, Li Z Y, Ma J H. Spatial niches of bark beetle population in *Picea crassifolia* natural forests. Journal of Beijing Forestry University, 2007, 29(5): 165-169.
- [23] Wang H D, Li Y X, Dang T H. The analysis on causes and prevention of *Dendroctonus valens* in Huanglong Mountain Forest. Forest By-Product and Speciality in China, 2004, (1): 43-44.
- [24] Guo H L, He H, Li M L. Study on the relationship between the damage of *Dendroctonus valens* LeConte and forest habitat condition. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2005, 14 (4): 153-157.
- [25] Wang H B, Zhang Z, Kong X B, Liu S C, Shen Z R. Preliminary deduction of potential distribution and alternative hosts of invasive pest, *Dendroctonus valens*(Coleoptera: Scolytidae). Scientia Silvae Sinicae, 2007, 43(10): 71-76.
- [26] Li M, Gao B J, Li S L, Wang L F, Qiao L X, Liu Z Q, Huang D Z. Studies on biological characters of red turpentine beetle adult. Journal of Agricultural University of Hebei, 2003, 26(3): 86-88.
- [27] Forestry Department of Hebei Province. The bio-predators of *Dendroctonus valens* — *Rhizophagus grandis* released to Taihang mountain. [2009-10-19]. <http://www.hnforestry.gov.cn/listinfo.aspx?ID=137800>.
- [28] Yan Z L, Fang Y L, Sun J H, Zhang Z N. Identification and electro antennal olfactory and behavioral of hindgut produced volatiles of the red turpentine beetle, *Dendroctonus valens*(Coleoptera: Scolytidae). Acta Entomologica Sinica, 2004, 47(6): 695-700.
- [29] Huey R B, Glick G W, Carlson M L, Berrigan D, Serra L. Rapid evolution of a geographic cline in size in an introduced fly. Science, 2000, 287(5451): 308-309.
- [30] Zheng W H, Liu J S, Hong Y. Ecological invasion and evolutionary genetics of species. Journal of Science of Teachers' College University, 2004, 24(2): 60-62.

参考文献:

- [1] 徐洪儒,李颖超,李镇宇. 红脂大小蠹在中国成灾原因及扩散趋势分析. 植物检疫, 2006, 20(5): 278-280.
- [2] 李计顺,常国彬,宋玉双,王艺伟,常宝山. 实施工程治理控制红脂大小蠹虫灾——对红脂大小蠹暴发成因及治理对策的探讨. 中国森林病虫, 2001, 20(4): 41-44.
- [3] 宋玉双,杨安龙,何嫩江. 森林有害生物红脂大小蠹的危险性分析. 森林病虫通讯, 2000, 19(6): 34-37.
- [4] 赵建兴,杨忠岐,任晓红,梁小明. 红脂大小蠹的生物学特性及在我国的发生规律. 林业科学, 2008, 44(2): 99-105.
- [5] 张海军,段东红,李计顺. 平定县红脂大小蠹越冬调查简报. 山西林业, 2001, (2): 21-21.
- [6] 张海军,寇巧玲,王爱萍. 红脂大小蠹发生规律与习性调查. 山西林业科技, 2005, (3): 33-34.
- [7] 张历燕,陈庆昌,张小波. 红脂大小蠹形态学特征及生物学特性研究. 林业科学, 2002, 38(4): 95-99.
- [8] 王俊华,王建平,韩惠娟,刘光生,刘光明. 红脂大小蠹研究初报. 山西农业科学, 2002, 30(3): 66-69.
- [9] 韩国忠,曹建军,杨爱玲. 红脂大小蠹生物学特性及防治方法. 山西水土保持科技, 2003, (4): 47-48.
- [10] 贺虹,李孟楼,郭新荣,王培新,李有忠. 红脂大小蠹生物学特性研究. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 140-142.
- [11] 王平,李书吉,姚印随,周琳,曹小清. 红脂大小蠹生活史及生物学特性观察. 河南林业科技, 2005, 25(2): 14-17.
- [12] 李同利. 红脂大小蠹的特征及综合防治. 河北林业科技, 2005, (6): 46-46.
- [14] 吕全,张星耀,杨忠岐, Maraite H, 尹德善,任晓宏. 红脂大小蠹伴生菌研究进展. 林业科学, 2008, 44(2): 134-142.
- [15] 沃特斯 W E, 斯塔克 R W, 伍德 D L. 松树与小蠹虫生态系统——害虫综合管理//梁其伟,译. 北京:中国林业出版社, 1991: 30-92.
- [16] 李有忠,王福海,王培新,贺虹,李孟楼. 营林技术措施对红脂大小蠹控制效果研究. 西北林学院学报, 2006, 21(2): 113-116, 125.
- [17] 苗振旺. 红脂大小蠹成虫侵入孔的空间分布型研究. 山西林业科技, 2002, (3): 7-9.
- [18] 贾洪敏,黄大庄. 灵空山红脂大小蠹发生与林分及其立地条件的关系. 安徽农业科学, 2006, 34(5): 884-885.
- [19] 孙忻,王丽. 北京小龙门森林鸟类群落划分与生态分析. 生态学杂志, 2001, 20(5): 25-31.
- [20] 秦玉川,蔡宁华,黄可训. 山楂叶螨、苹果全爪螨及其捕食性天敌生态位的研究 I - 时间与空间生态位. 生态学报, 1991, 11(4): 331-337.
- [21] 陈辉,唐明,叶宏谋,袁锋. 秦岭华山松小蠹生态位研究. 林业科学, 1999, 35(4): 40-44.
- [22] 刘丽,阎伟,骆有庆,吴坚,李镇宇,马建海. 青海云杉天然林内小蠹种群空间生态位的研究. 北京林业大学学报, 2007, 29(5): 165-169.
- [23] 王海东,李玉侠,党太合. 黄龙山林区红脂大小蠹发生原因初析及防治意见. 中国林副特产, 2004, (1): 43-44.
- [24] 郭怀林,贺虹,李孟楼. 红脂大小蠹的危害与林分生境关系的研究. 西北农业学报, 2005, 14(4): 153-157.
- [25] 王鸿斌,张真,孔祥波,刘随存,沈佐锐. 入侵害虫红脂大小蠹的适生区和适生寄主分析. 林业科学, 2007, 43(10): 71-76.
- [26] 李明,高宝嘉,李淑丽,王路芳,乔立霞,刘志群,黄大庄. 红脂大小蠹成虫生物学特性研究. 河北农业大学学报, 2003, 26(3): 86-88.
- [27] 河北省林业厅. 红脂大小蠹生物天敌大啮蜡甲投放太行山. [2009-10-19]. <http://www.hnforestry.gov.cn/listinfo.aspx?ID=137800>.
- [28] 闫争亮,方宇凌,孙江华,张钟宁. 红脂大小蠹后肠挥发性物质的鉴定、触角电位和室内趋向实验. 昆虫学报, 2004, 47(6): 695-700.
- [30] 郑蔚红,柳劲松,洪岩. 物种的生态入侵及进化遗传. 高师理科学刊, 2004, 24(2): 60-62.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 7 April, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Seasonal variation of soil nitrogen pools and microbes under natural evergreen broadleaved forest and its artificial regeneration forests in Southern Sichuan Province, China	GONG Wei, HU Tingxing, WANG Jingyan, et al (1763)
Sensitivity analysis for main factors influencing <i>NPP</i> of forests simulated by IBIS in the eastern area of Northeast China	LIU Xi, GUO Qingxi, LIU Jingwei (1772)
Diurnal changes of photosynthetic characteristics of <i>Hippophae rhamnoides</i> and the relevant environment factors at different slope locations	JIN Tiantian, FU Bojie, LIU Guohua, et al (1783)
Interactive effects of nitrogen and sulfur on the reproduction, biomass accumulation and allocation of the clonal plant <i>Spartina alterniflora</i>	GAN Lin, ZHAO Hui, QING Hua, et al (1794)
Difference in leaf photosynthetic capacity between pima cotton (<i>Gossypium barbadense</i>) and upland cotton (<i>G. hirsutum</i>) and analysis of potential constraints	ZHANG Yali, YAO Hesheng, LUO Yi, et al (1803)
Effects of shades on the photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters of <i>Forsythia suspensa</i>	WANG Jianhua, REN Shifu, SHI Baosheng, et al (1811)
Growth and metal uptake of three woody species in lead/zinc and copper mine tailing	SHI Xiang, CHEN Yitai, WANG Shufeng, et al (1818)
GMP particles size distribution in grains of wheat in relation to application of nitrogen fertilizer	WANG Guangchang, WANG Zhenlin, CUI Zhiqing, et al (1827)
Damaging mechanisms of peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L.) photosystems caused by high-temperature and drought under high irradiance	QIN Liqin, ZHANG Yueli, GUO Feng, et al (1835)
The effect of natural factors and disturbance intensity on spacial heterogeneity of plant diversity in alpine meadow	WEN Lu, DONG Shikui, ZHU Lei, et al (1844)
Modeling changes of net primary productivity of karst vegetation in southwestern China using the CASA model	DONG Dan, NI Jian (1855)
The characteristics of <i>Magnolia liliflora</i> transpiration and its impacting factors in Beijing City	WANG Hua, OUYANG Zhiyun, REN Yufen, et al (1867)
Ecological effects of balanced fertilization on red earth paddy soil with P-deficiency	CHEN Jianguo, ZHANG Yangzhu, ZENG Xibai, et al (1877)
Effects of planting patterns on water use efficiency in winter wheat	QI Lin, CHEN Yuhai, ZHOU Xunbo, et al (1888)
Nitrous oxide emissions from winter wheat field in the Loess Plateau	PANG Junzhu, WANG Xiaoke, MU Yujing, et al (1896)
Effects of hardening by pre-anthesis waterlogging on grain yield and quality of post-anthesis waterlogged wheat (<i>Triticum aestivum</i> L. cv Yangmai 9)	LI Chengyong, CAI Jian, JIANG Dong, et al (1904)
Effects of simulated acid rain with lower S/N ratio on gas exchange and membrane of three dominant species in subtropical forests	FENG Lili, YAO Fangfang, WANG Xihua, et al (1911)
Molluscicidal efficacy of <i>Nerium indicum</i> cardiac glycosides on <i>Pomacea canaliculata</i> and its effects on rice seedling	DAI Lingpeng, LUO Weihua, WANG Wanxian (1918)
Spatial gradients pattern of landscapes and their relations with environmental factors in Haihe River basin	ZHAO Zhixuan, ZHANG Biao, JIN Xin, et al (1925)
The assessment of forest ecosystem services evaluation for shrubbery-economic forest-bamboo forest in China	WANG Bing, WEI Jiangsheng, HU Wen (1936)
Evaluation on service value of ecosystem of Peri-urban transition zone lake: a case study of Yandong Lake in Wuhan City	WANG Fengzhen, ZHOU Zhixiang, ZHENG Zhongming (1946)
Explaining the abundance-distribution relationship of plant species with niche breadth and position in the Yellow River Delta	YUAN Xiu, MA Keming, WANG De (1955)
Forestland boundary dynamics based on an landscape accessibility analysis in Guangzhou, China	ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (1962)
Changes in invasion characteristics of <i>Dendroctonus valens</i> after introduction into China	PAN Jie, WANG Tao, WEN Junbao, et al (1970)
Population genetic diversity in Tibet red deer (<i>Cervus elaphus wallichi</i>) revealed by mitochondrial <i>Cyt b</i> gene analysis	LIU Yanhua, ZHANG Minghai (1976)
Multi-scales analysis on diversity of desert rodent communities under different disturbances	YUAN Shuai, WU Xiaodong, FU Heping, et al (1982)
Cave-site selection of Qinling zokors with their prevention and control	LU Qingbin, ZHANG Yang, ZHOU Caiquan (1993)
The habitat characteristics of Eurasian badger in Beijing-Hangzhou Grand Canal embankment	YIN Baofa, LIU Yuqing, LIU Guoxing, et al (2002)
Review and Monograph	
Electron transfer mechanism of extracellular respiration: a review	MA Chen, ZHOU Shungui, ZHUANG Li, et al (2008)
The biochemical mechanism and application of anammox in the wastewater treatment process	WANG Hui, LIU Yanping, TAO Ying, et al (2019)
Discussion	
Evaluation of the forest ecosystem services in Haihe River Basin, China	BAI Yang, OUYANG Zhiyun, ZHENG Hua, et al (2029)
Scientific Note	
Effects of body size and salinity on oxygen consumption rate and ammonia excretion rate of <i>Macra chinensis</i> Philippi	ZHAO Wen, WANG Yaqian, WEI Jie, et al (2040)
Study on microzooplankton grazing in shrimp pond among middle and late shrimp culture period	ZHANG Litong, SUN Yao, ZHAO Congming, et al (2046)

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 7 期 (2011 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 7 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