

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第20期 Vol.31 No.20 **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 20 期 2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

- 洋山港潮间带大型底栖动物群落结构及多样性..... 王宝强,薛俊增,庄 骅,等 (5865)
- 天津近岸海域夏季大型底栖生物群落结构变化特征..... 冯剑丰,王秀明,孟伟庆,等 (5875)
- 基于景观遗传学的滇金丝猴栖息地连接度分析..... 薛亚东,李 丽,李迪强,等 (5886)
- 三江平原湿地鸟类丰富度的空间格局及热点地区保护..... 刘吉平,吕宪国 (5894)
- 江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制 王 千,金晓斌,周寅康 (5903)
- 广州市主城区树冠覆盖景观格局梯度..... 朱耀军,王 成,贾宝全,等 (5910)
- 景观结构动态变化及其土地利用生态安全——以建三江垦区为例 林 佳,宋 戈,宋思铭 (5918)
- 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划..... 李 晖,易 娜,姚文璟,等 (5928)
- 苏南典型城镇耕地景观动态变化及其影响因素..... 周 锐,胡远满,苏海龙,等 (5937)
- 放牧干扰下若尔盖高原沼泽湿地植被种类组成及演替模式..... 韩大勇,杨永兴,杨 杨,等 (5946)
- 放牧胁迫下若尔盖高原沼泽退化特征及其影响因子..... 李 珂,杨永兴,杨 杨,等 (5956)
- 近 20 年广西钦州湾有机污染状况变化特征及生态影响..... 蓝文陆 (5970)
- 万仙山油松径向生长与气候因子的关系 彭剑峰,杨爱荣,田沁花 (5977)
- 50 年来山东塔山植被与物种多样性的变化 高 远,陈玉峰,董 恒,等 (5984)
- 热岛效应对植物生长的影响以及叶片形态构成的适应性..... 王亚婷,范连连 (5992)
- 遮荫对濒危植物崖柏光合作用和叶绿素荧光参数的影响..... 刘建锋,杨文娟,江泽平,等 (5999)
- 遮荫对 3 年生东北铁线莲生长特性及品质的影响..... 韩忠明,赵淑杰,刘翠晶,等 (6005)
- 云雾山铁杆蒿茎叶浸提液对封育草地四种优势植物的化感效应..... 王 辉,谢永生,杨亚利,等 (6013)
- 杭州湾滨海滩涂盐基阳离子对植物分布及多样性的影响 吴统贵,吴 明,虞木奎,等 (6022)
- 藏北高寒草原针茅属植物 AM 真菌的物种多样性..... 蔡晓布,彭岳林,杨敏娜,等 (6029)
- 成熟马占相思林的蒸腾耗水及年际变化..... 赵 平,邹绿柳,饶兴权,等 (6038)
- 荆条叶性状对野外不同光环境的表型可塑性..... 杜 宁,张秀茹,王 炜,等 (6049)
- 短期极端干旱事件干扰后退化沙质草地群落恢复力稳定性的测度与比较..... 张继义,赵哈林 (6060)
- 滨海盐碱地土壤质量指标对生态改良的响应..... 单奇华,张建锋,阮伟建,等 (6072)
- 退化草地阿尔泰针茅与狼毒种群的小尺度种间空间关联..... 赵成章,任 珩 (6080)
- 延河流域植物群落功能性状对环境梯度的响应 龚时慧,温仲明,施 宇 (6088)
- 臭氧胁迫使两优培九倒伏风险增加——FACE 研究 王云霞,王晓莹,杨连新,等 (6098)
- 甘蔗//大豆间作和减量施氮对甘蔗产量、植株及土壤氮素的影响 杨文亭,李志贤,舒 磊,等 (6108)
- 湿润持续时间对生物土壤结皮固氮活性的影响..... 张 鹏,李新荣,胡宜刚,等 (6116)
- 锌对两个品种茄子果实品质的效应..... 王小晶,王慧敏,王 菲,等 (6125)
- Cd²⁺ 胁迫对银芽柳 PS II 叶绿素荧光光响应曲线的影响 钱永强,周晓星,韩 蕾,等 (6134)
- 紫茉莉对铅胁迫生理响应的 FTIR 研究 薛生国,朱 锋,叶 晟,等 (6143)

结缕草对重金属镉的生理响应	刘俊祥,孙振元,巨关升,等 (6149)
两种大型真菌子实体对 Cd ²⁺ 的生物吸附特性	李维焕,孟凯,李俊飞,等 (6157)
富营养化山仔水库沉积物微囊藻复苏的受控因子	苏玉萍,林慧,钟厚璋,等 (6167)
一种新型的昆虫诱捕器及其对长足大竹象的诱捕作用	杨瑶君,刘超,汪淑芳,等 (6174)
光周期对梨小食心虫滞育诱导的影响	何超,孟泉科,花蕾,等 (6180)
农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响	汪洋,王刚,杜瑛琪,等 (6186)
中国超大城市土地利用状况及其生态系统服务动态演变	程琳,李锋,邓华锋 (6194)
城市综合生态风险评价——以淮北市城区为例	张小飞,王如松,李正国,等 (6204)
唐山市域 1993—2009 年热场变化	贾宝全,邱尔发,蔡春菊 (6215)
基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究	王茜茜,周敬宣,李湘梅,等 (6224)
长株潭城市群生态屏障研究	夏本安,王福生,侯方舟 (6231)
基于生态绿当量的城市土地利用结构优化——以宁国市为例	赵丹,李锋,王如松 (6242)
基于 ARIMA 模型的生态足迹动态模拟和预测——以甘肃省为例	张勃,刘秀丽 (6251)
专论与综述	
孤立湿地研究进展	田学智,刘吉平 (6261)
甲藻的异养营养型	孙军,郭术津 (6270)
生态工程领域微生物菌剂研究进展	文娅,赵国柱,周传斌,等 (6287)
我国生态文明建设及其评估体系研究进展	白杨,黄宇驰,王敏,等 (6295)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 440 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 49 * 2011-10	



封面图说: 壶口瀑布是黄河中游流经秦晋大峡谷时形成的一个天然瀑布。此地两岸夹山,河底石岩上冲刷成一巨沟,宽达 30 米,深约 50 米,最大瀑面 3 万平方米。滚滚黄水奔流至此,倒悬倾注,若奔马直入河沟,波浪翻滚,惊涛怒吼,震声数里可闻。其形其声如巨壶沸腾,故名壶口。300 余米宽的滚滚黄河水至此突然收入壶口,有“千里黄河一壶收”之说。

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

汪洋, 王刚, 杜瑛琪, 陈绮铭, 谷艳芳. 农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响. 生态学报, 2011, 31(20): 6186-6193.

Wang Y, Wang G, Du Y Q, Chen Q M, Gu Y F. Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(20): 6186-6193.

农林复合生态系统防护林斑块边缘效应对节肢动物的影响

汪 洋¹, 王 刚¹, 杜瑛琪¹, 陈绮铭¹, 谷艳芳^{1,2,*}

(1. 河南大学生命科学学院, 开封 475004; 2. 河南大学生态科学与技术研究所, 开封 475004)

摘要:于 2008 和 2009 年在黄淮海平原典型地区商丘民权林场(34°31'—34°52'N, 115°00'—115°28'E)进行。选择杨树林、槐树林和杨槐混交林 3 种人工林模式, 调查节肢动物群落构成、生物多样性及边缘效应对节肢动物群落结构的影响。结果显示, 节肢动物科级水平上不同年份间的类群数和个体数差异都不显著($P > 0.05$), 防护林不同模式间个体数($df = 2, F = 59.48, P < 0.001$)和类群数($df = 2, F = 15.44, P < 0.001$)差异均显著。3 种防护林中以杨树林物种丰富度指数较高, $S_{\text{杨树林}}(9.65) > S_{\text{杨槐混交林}}(8.78) > S_{\text{槐树林}}(7.47)$; 生物多样性指数 $H'_{\text{杨树林}}(1.78) > H'_{\text{杨槐混交林}}(1.65) > H'_{\text{槐树林}}(1.46)$, 其中杨树与槐树林的 S 和 H' 差异显著($P < 0.05$)。杨树林和槐树林边缘效应对节肢动物群落的影响大于杨槐混交林, 林地边缘节肢动物的类群数和个体数均较高。节肢动物类群组成表现为林地边缘的偶见种和农田种多于林内。杨树林和槐树林边缘节肢动物多样性指数较高, 向林内 40m 显著下降; 而杨槐混交林边缘效应对节肢动物多样性指数的影响较小。综合分析认为, 杨树林和槐树林边缘效应对节肢动物群落结构和多样性的影响距离为 40m, 杨槐混交林距离为 20m。单一树种农田防护林斑块不小于 80m 宽, 混交林斑块不小于 40m 宽, 可以保护林内物种生存, 维持农田生态系统生物多样性。

关键词:边缘效应; 节肢动物; 农林复合生态系统; 黄淮海平原

Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems

WANG Yang¹, WANG Gang¹, DU Yingqi¹, CHEN Qiming¹, GU Yanfang^{1,2,*}

¹ College of Life science, Henan University, Kaifeng 475004, China

² Institute of Ecological Science and Technology, Henan University, Kaifeng 475004, China

Abstract: Biodiversity conservation of fertile farmland is becoming an important global issue. Farmland forest in agroforestry systems plays an important role in biodiversity conservation but the importance of borders between agricultural land and forest for arthropods has been less studied. The aim of this research was to examine the influence of edge effects on arthropods community structure of farmland forest. In this study, we surveyed arthropod diversity in 2008 and 2009 at Shengan forest farm (34°31'—34°52' N, 115°00'—115°28' E), Minquan, Shangqiu, which is a typical region of the Huang Huai Hai Plain. We selected three types of man-made forest: poplar (*Populus euram ericana* (Dode) Guiner CL 'zhonglin-46') forest (PF), Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) forest (BF), and mixed forest with poplar and Black locust forest (PBF). We investigated arthropod community composition, biological diversity and the influence of edge effects on arthropod community structure using the sweep net sampling method and trapping method. A total of 15100 arthropod individuals belonging to three classes, 14 orders and 64 families were collected. The higher number of total individuals was found in PF and BF, the highest number of groups was in the PBF. The results indicated that the group and

基金项目:国家林业公益性行业科研专项经费资助(200704014); 国家自然科学基金项目(31070394; 41071118)

收稿日期:2011-06-20; **修订日期:**2011-07-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: guyanfang@henu.edu.cn

individual differences of arthropod diversity at the family level did not significantly differ between years ($P > 0.05$). However, the number of individuals among the different types of forest ($df = 2$, $F = 59.48$, $P < 0.001$) and the number of groups ($df = 2$, $F = 15.44$, $P < 0.001$) did significantly differ. Compared with other forests, PF have higher species richness: $S_{PF}(9.65) > S_{PBF}(8.78) > S_{BF}(7.47)$. The order of values for the biodiversity index H' was: $H'_{PF}(1.78) > H'_{PBF}(1.65) > H'_{BF}(1.46)$, in which the difference between PF and BF was significant ($P < 0.05$). There are stronger edge effects on community composition and the number of groups and individuals, in PF and BF compared with in PBF. Rare species and farmland species are more abundant in the edge than in the forest. The numbers of individuals of common species, such as Acrididae, Tetrigidae and Gryllidae (Orthoptera), were greater in the forest edges than inside the forest. By contrast, Tettigoniidae (Orthoptera) and Geometridae (Lepidoptera) were less abundant in the forest edges than inside the forest. The arthropod diversity indices of PF and BF were higher than that of PBF, but it significantly declined 40 m into the forest. The PBF has smaller edge effects on arthropod diversity. The edge effects on arthropod community structure and diversity were present up to 40 m into PF and BF, but only up to 20 m into PBF.

Farmland forest strips should not be less than 80 m wide unless two types of trees are planted in which case it should not be less than 40 m wide. This approach ensures the persistence of forest species and maintains species diversity in farmland ecosystems.

Key Words: edge effect; arthropods; agro-forestry ecological system; HuangHuaiHai Plain

随着我国经济发展和城市化进程的不断加快,可耕农田面积日益减少,人多地少的国情决定了农业生产必须走持续提高粮食单产的道路。单一种植和不断砍伐人工林增加作物种植面积,导致农田生态系统多样性降低。因此,高产农田生态系统生物多样性保护问题成为全球关注的一个领域。农林复合生态系统是农作区和农林交错区土地的主要形式之一,存在着半自然性的森林生境和干扰性的农田生境。研究认为,农林交错带中物种组成及群落结构与相邻生态系统内部差异很大,并且物种的密度和丰富度也比邻近群落要高^[1-2],具有较强的边缘效应。边缘效应的距离引起生态领域的广泛关注,因为边缘效应距离的界定能更好的保护林内种群。近年来自然生态系统模型研究认为边缘效应能严重影响林内种群,森林景观破碎导致80%林内物种种群体积减小,边缘效应的产生与其空间的规模密切相关,规模越大,边缘效应越明显^[3-4]。节肢动物是农林复合生态系统中重要无脊椎动物,具有种类多、分布广的特点,对环境的变化十分敏感,是研究边缘效应的理想对象^[5-7]。由于边缘效应本身的复杂性和定量评价方法的局限性,边缘效应的研究主要集中在定性描述方面,对其强度的测定以及边缘区域范围的确定一直处于不断的探索中^[8]。因此,农林复合生态系统中人工防护林的种植模式与生物多样性的关系以及边缘效应对生物多样性影响的强度是农田生态系统重要问题。本研究选择黄淮海地区典型农林复合生态系统,研究不同模式防护林节肢动物群落构成和边缘效应,其结果将对该生态系统生物多样性的保护和农田防护林建设具有理论和实践意义。

1 研究区域

研究区为黄河中下游典型地区商丘民权申甘林场。地理位置 $34^{\circ}31' - 34^{\circ}52'N$, $115^{\circ}00' - 115^{\circ}28'E$,海拔 60.9 m。该地区属于暖温带大陆性季风气候,全年四季分明,年降水量为 627.5—722.9 mm,年平均气温在 14.0—14.2 $^{\circ}C$ 。日照时数为 2242—2530 h,全年无霜期为 207—220 d,土壤 pH 值在 8.85—9.28。民权申甘林场始建于 1950 年,人工林面积 3350 hm^2 ,森林覆盖率 82%,主要种植有杨树、槐树。

2 研究方法

2.1 样地选择

林地种植模式选择树龄 10a 以上的杨树林(Poplar Forest, PF)、槐树林(Black locust Forest, BF)和杨槐混交林(PBF)3 种。防护林杨树种植品种为中林 46 杨(*Populus euram ericana*(Dode) Guiner CL'zhonglin-46'),槐树品种为刺槐(*Robinia pseudoacacia*)。每种模式林地从农林交界处向林内以样带法调查,样带间隔 30m,9

个平行。每条样带从林缘开始向林内分别在 0、20、40、60 m 处设立采样点。杨树林下杂草有 7 种,主要是牛筋草 (*Eleusine indica*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、茅草 (*Rhizoma Imperatae*); 槐树林下杂草有 8 种,主要是灰绿藜 (*Chenopodium glaucum*)、猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*)、马塘 (*Digitaria sanguinalis*) 等; 杨槐混交林有杂草 13 种,主要有加拿大蓬 (*Conyza Canadensis*)、牛筋草、紫花地丁 (*Viola philippica*)、马唐、地梢瓜 (*Cynanchum thesioides*) 等。

2.2 节肢动物调查

分别于 2008、2009 两年春季 4—6 月,每年调查 1 次,采用地表扫网法和诱捕法捕获。网捕样方大小为 4m×10m,在样方内 0—50cm 高度的林下杂草丛扫 20 网,左右各一次为一网,处死后带回实验室分类统计。诱捕法采用诱杯(直径 10cm,高 15cm),内装糖醋诱液(白糖:食醋:酒精:水=1:2:2:20)。诱杯埋入地下,杯口与地面平齐。放置 48h 后取回。节肢动物分类以昆虫纲成虫到科,常见种类分类到属或种,幼虫到科;蛛形纲分到科。根据捕获到节肢动物的食性将其分为植食性(phytophagous, PH)、捕食性(predators, PR)、腐食性(scavengers, SC)、寄生性(parasites, PA)功能群。

2.3 数据处理

列出不同林地、不同距离梯度上样方中类群(科)数量和个体数,进行显著性检验,不符合正态分布的进行平方根转换或对数转换。多样性指数采用物种丰富度指数(S),Shannon-Wiener index (H') 和 Pielou 均匀度指数(J),即 $H' = -\sum P_i \ln P_i$, $J = H' / \ln S$ 。用 SPSS 软件进行数据统计和方差分析。物种相对多度大于 10% 为优势种(+++),1.01%—10% 为常见类(+),0—1% 为偶见种类(+)

3 结果

3.1 不同模式林地节肢动物群落构成

两年调查鉴定节肢动物 64 个科,其中昆虫纲有 10 目 55 科,蛛形纲 6 个科,多足纲 3 个科,总捕获量 15 100 头。植食性节肢动物种类最多,达 31 科,其数量占总捕获量的 58.74%;捕食性次之,有 22 科,占 13.60%。方差分析结果显示,不同年份间类群数和个体数差异不显著($P > 0.05$),不同模式防护林之间个体数($df=2$, $F=59.48$, $P < 0.001$)和类群数($df=2$, $F=15.44$, $P < 0.001$)差异显著。

不同模式防护林节肢动物群落构成不同,杨树林有 41 个科,捕获量为 5 236 头。其中蟋蟀科、蚁科、食虫虻科为优势类群,其相对多度分别是 30.90%、22.275 和 12.99%;常见科 10 个,主要是昆虫纲直翅目、鳞翅目和蛛形纲蜘蛛目。槐树林共有 39 个科,捕获量为 5 538 头。优势类群是蚁科、螞蟥科和蟋蟀科,相对多度是 28.89%、16.93% 和 14.15%;常见类群是斑蜡蝉科、菱蝗科、蛛缘蝽科、芫菁科、龟蝽科、蝗科、蝽科和蝇科。杨槐混交林类群数最多,共有 44 个科,但捕获量较少,为 4 326 头。其中优势类群是蚁科、螞蟥科和蟋蟀科,12.44%、31.53% 和 13.36%;常见类群 12 个科,为虎甲科、食蚜蝇科、麻蝇科、金龟子科、舟蛾、尺蠖、缘蝽科、狼栉蛛科、蝇科、龟蝽科、菱蝗科。3 种林地共有类群 24 个科,杨树林与槐树林相似系数 0.68,杨树林、槐树林与杨槐混交林相似系数较高,分别为 0.80 和 0.78。

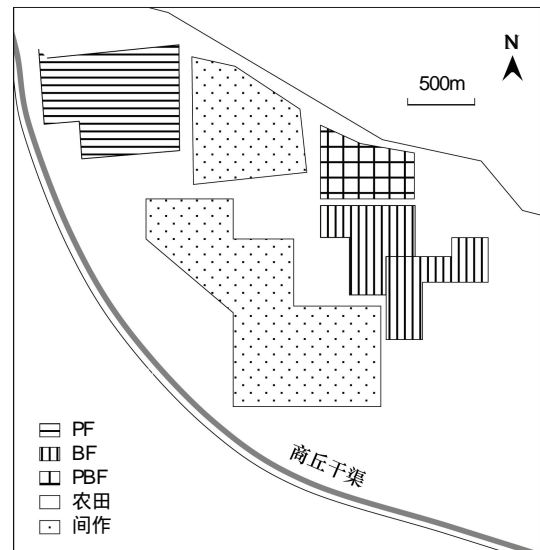


图 1 样地类型

Fig. 1 The style of site

表 1 不同模式样地林分特征值

Table 1 The characteristic of site

样地类型 Site type	PF	BF	PBF
平均株行距 Tree spacing/(m×m)	3×10	3×6	6×8
平均株高 Average height/m	19m	16 m	15 m
平均胸径 Average DBH/cm	26.89	20.02	22.33

表 2 不同模式林地节肢动物捕获量和多度

Table 2 The individuals and abundance of arthropod in different patterns of forest

科名 Family	功能群 Functional groups	PF		BF		PBF	
		捕获量 Individuals	多度/% Abundance	捕获量 Individuals	多度/% Abundance	捕获量 Individuals	多度/% Abundance
姬蝽科 Nabidae	PR	6	+	10	+	98	++
长蝽科 Lygaeidae	PH	0		12	+	4	+
蝽科 Pentatomidae	PH	0		58	++	14	+
红蝽科 Pyrrhocoridae	PH	0		2	+	0	
盾蝽科 Scutelleridae	PH	12	+	6	+	10	+
猎蝽科 Reduviidae	PR	8	+	20	+	10	+
宽蝽科 Velliidae	PR	0		0		4	+
盲蝽科 Miridae	PH	26	+	2	+	2	+
缘蝽科 Coreidae	PH	2	+	26	+	114	++
龟蝽科 Gerridae	PR	12	+	134	++	66	++
同蝽科 Acanthosomatidae	PH	0		8	+	0	
土蝽科 Cydnidae	PH	0		52	+	0	
蛛缘蝽科 Alydidae	PH	0		178	++	2	+
尺蛾科 Geometridae	PH	82	++	42	+	64	++
舟蛾科 Notodontidae	PH	82	++	0		52	++
毒蛾科 Lymantriidae	PH	0		0		2	+
螟蛾科 Pyralidae	PH	2	+	0		0	
夜蛾科 Noctuidae	PH	0		0		0	
胡蜂科 Vespidae	PR	8	+	22	+	10	+
茧蜂科 Braconidae	PA	2	+	0		0	
小蜂科 Chalcididae	PA	2	+	22	+	24	+
蚁科 Formicidae	PH、PR	1166	+++	1600	+++	538	+++
步甲科 Carabidae	PR	6	+	0		18	+
黑蜣科 Passalidae	PH、SC	0		0		2	+
虎甲科 Cicindelidae	PR	2	+	8	+	314	++
金龟子科 Scarabaeidae	PH、SC	6	+	8	+	122	++
叩甲科 Elateridae	PH	4	+	2	+	6	+
拟步甲科 Tenebrionidae	PH	2	+	22	+	20	+
瓢甲科 Coccinellidae	PR	18	+	36	+	14	+
肖叶甲科 Eumolpidae	PH	0		10	+	30	+
芜菁科 Meloidae	PH	0		152	++	6	+
象甲科 Curculionidae	PH	2	+	2	+	0	
叶甲科 Chrysomelidae	PH	74	++	0		28	+
斑腹蝇科 Chamaemyiidae	PA	0		0		0	
大蚊科 Tipulidae	PH、SC	4	+	0		40	+
秆蝇科 Chloropidae	PH	0		0		0	
寄蝇科 Tachinidae	PA	0		110	++	86	++
蝇科 Muscidae	SC	6	+	82	++	40	+
麻蝇科 Sarcophagidae	SC	346	++	48	+	156	++
食虫虻科 Asilidae	PR	680	+++	0		0	
食木虻科 Xylophagidae	PH	0		0		0	
食蚜蝇科 Syrphidae	PR	16	+	8	+	160	+
蚤蝇科 Phoridae	SC	28	+	4	+	6	+
摇蚊科 Chironomidae	PH	0		0		2	+
蜡蝉科 Fulgoridae	PH	8	+	536	++	2	+
沫蝉科 Cercopidae	PH	4	+	0		0	
叶蝉科 Jassidae	PH	138	++	26	+	4	+
蝗科 Acridoidea	PH	236	++	68	++	246	++

续表

科名 Family	功能群 Functional groups	PF		BF		PBF	
		捕获量 Individuals	多度/% Abundance	捕获量 Individuals	多度/% Abundance	捕获量 Individuals	多度/% Abundance
菱蝗科 Tetrigidae	PH	260	++	436	++	60	++
蟋蟀科 Gryllidae	PH	1618	+++	784	++	708	+++
螽斯科 Tettigoniidae	PH	212	++	938	++	1364	+++
蚁蛉科 Myrmeleontidae	PR	2	+	0		8	+
草蛉科 Chrysopidae	PR	0		0		6	+
螳科 Coenagrionidae	PR	2	+	0		2	+
螻蛄科 Labiduridae	PH	6	+	2	+	0	
蜈蚣科 Psittacidae	PR	24	+	8	+	2	+
卷甲虫科 Armadillidiidae	PH	0		0		2	+
蜘蛛科 Scutigerids	PR	4	+	0		0	
狼栉蛛科 Zoridae	PR	106	++	48	+	102	++
狼蛛科 Lycosidae	PR	0		0		0	
平腹蛛科 Gnaphosidae	PR	4	+	0		0	
跳蛛科 Salticidae	PR	2	+	0		0	
蟹蛛科 Thomisidae	PR	0		6	+	2	+
园蛛科 Araneidae	PR	0		0		0	

3.2 边缘效应对节肢动物群落的影响

3.2.1 距林缘不同距离类群数和个体数

不同模式林地据林缘不同距离上地表节肢动物类群数构成(图2)。杨树林和槐树林边缘对节肢动物的影响大于杨槐混交林。杨树林边缘处类群数为24,向林内延伸到20m后类群数量下降且稳定。槐树林距林缘不同距离上类群数均高于杨树林,边缘类群数最多为26类,向内20m后类群数较稳定。杨槐混交林边缘处类群数25类,向林内延伸到20m处类群数略有增加,继续向内延伸至40、60m,类群数是26和25,高于其它两个纯林的类群数量。林缘类群数较高主要是偶见种类较多,这些群落结构的变化对于农林复合生态系统的稳定其重要作用。

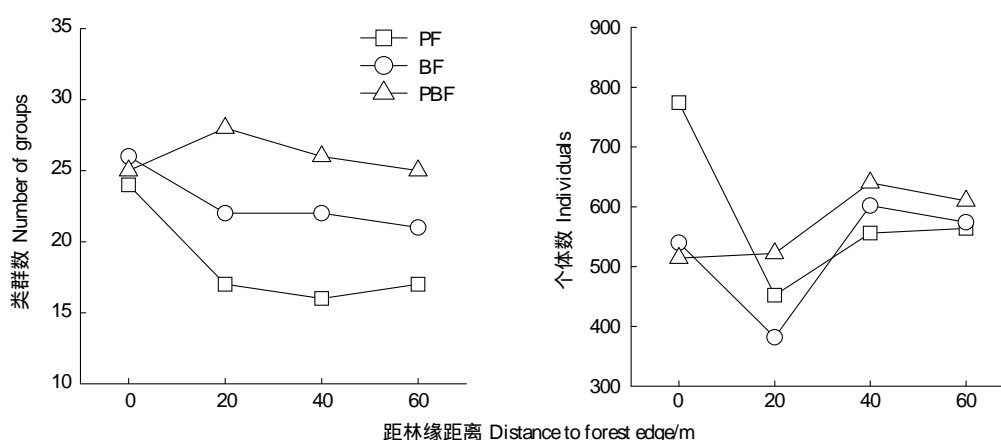


图2 距林缘不同距离节肢动物总类群数和个体数

Fig. 2 The number of groups and individuals of arthropod in different distance to edge of forest

距林缘不同距离节肢动物个体数变化如图2b,杨树林和槐树林的林缘节肢动物捕获量最大,分别为774头和540头,到20m处最小,分别下降到452头和382头,随着向林内延伸捕获数量稍有回升且趋于稳定。杨槐混交林林缘与林内捕获量差异较小。距林缘不同距离的个体数量变化主要是因为优势和常见类群节肢动

物数量变化。

3.2.2 常见类群多度

边缘效应对常见种类的影响不同(图3)。植食性的蝗科、菱蝗科、蟋蟀科昆虫在边缘分布较多,从边缘向林内延伸20m后明显下降,于40m处趋于稳定。螽斯科鳞翅目尺蛾科昆虫林缘分布较少,从林缘向内延伸20—40m数量比例明显增加,是林内物种。捕食性节肢动物蜘蛛,在杨树林中边缘效应显著,边缘比例高达55.88%,20m以后下降到11.76%。槐树林和杨槐混交林边缘较低,向林内延伸逐渐上升,分别从是7.41%和16.67%,20m后升高到25.93%和37.50%。边缘效应对蚁科昆虫影响较小。蚂蚁有植食性和捕食性,一方面蚂蚁筑巢活动可以改良土壤,另一方面蚂蚁是捕食许多农林害虫,取食消化大量小型动物的尸体和残骸,在自然生态系统物质和能量循环中是不可缺少的重要环节。

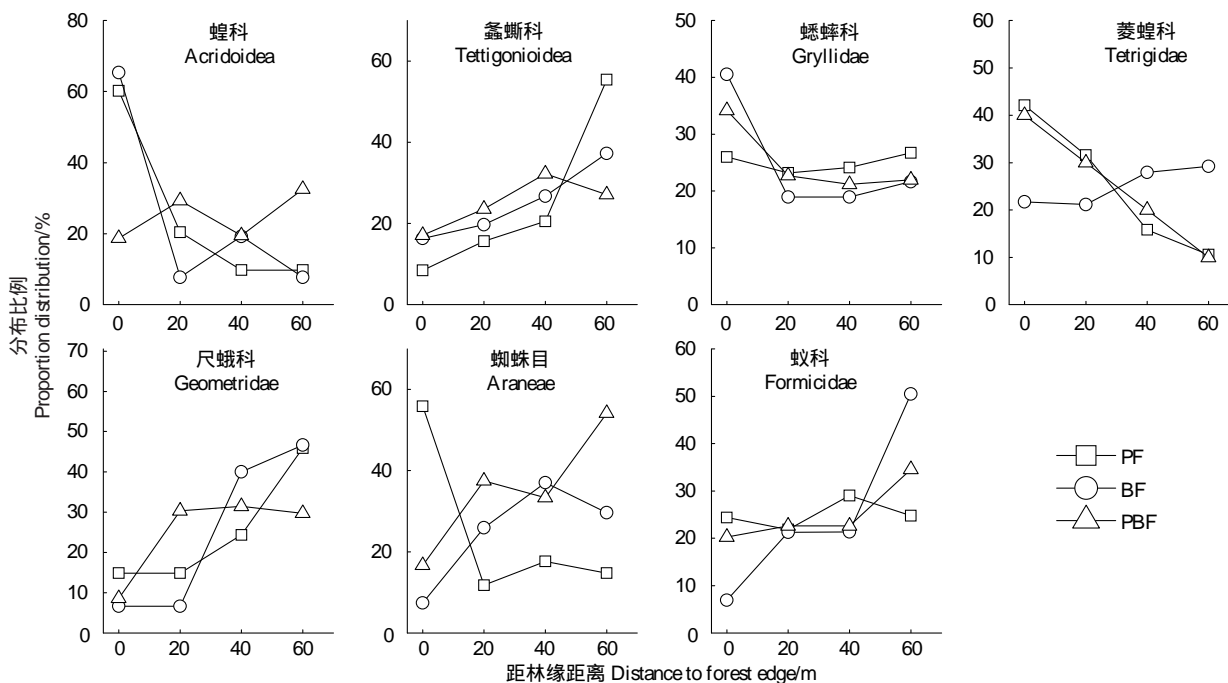


图3 常见类群在不同距离上的分布比例

Fig.3 Proportion distribution of common groups in different distance from the edge of forest

3.3 不同模式林地节肢动物生物多样性

3.3.1 不同模式林地多样性指数

不同林地多样性指标分析显示(图4),3种防护林中以杨树林物种丰富度多样性指数较高, $S_{\text{杨树林}}(9.65) > S_{\text{杨槐混交林}}(8.78) > S_{\text{槐树林}}(7.47)$;生物多样性指数 $H'_{\text{杨树林}}(1.78) > H'_{\text{杨槐混交林}}(1.65) > H'_{\text{槐树林}}(1.46)$,其中杨树与槐树林的 S 值和 H' 差异显著($P < 0.05$)。3种模式防护林均匀度指数分别是0.79、0.75和0.77,三者之间没有显著差异。从以上数据显示,3种模式的防护林中以杨树林的各种指数最高,槐树林相对较低。

3.3.2 距林缘不同距离多样性指数

距林缘不同距离节肢动物多样性分析结果显示(图5),3种模式林地林缘类群丰度显著高于林内,其中杨树林和杨槐混交林变化趋势一致,林缘到20m物种丰度有一个较高的平台,40m处有明显下降。槐树林边缘具有较高的物种丰富度,向林内延伸物40m物种丰富度明显下降,40m和60m差异不显著。

Shannon-Wiener生物多样性指数显示,边缘效应对杨树林和槐树林的影响较大,从林缘到距林缘40m多样性指数显著下降,40—60m下降较少。杨槐混交林边缘对多样性指数的影响较小,林缘多样性指数低于杨树林和槐树林,40m和60m的多样性指数高于杨树林和槐树林。节肢动物多样性指数变化多在20—40m。向

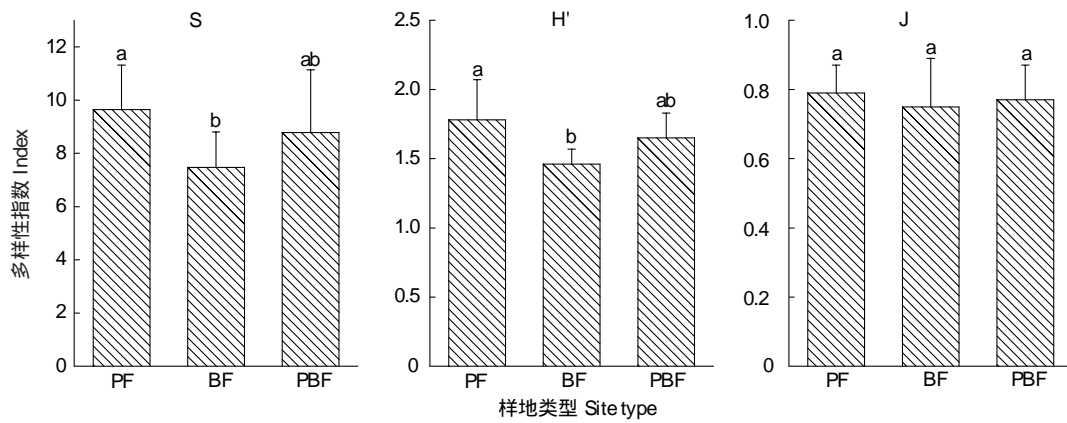


图4 不同模式林地节肢动物多样性指数

Fig. 4 The biodiversity index of arthropod in different modes of forest

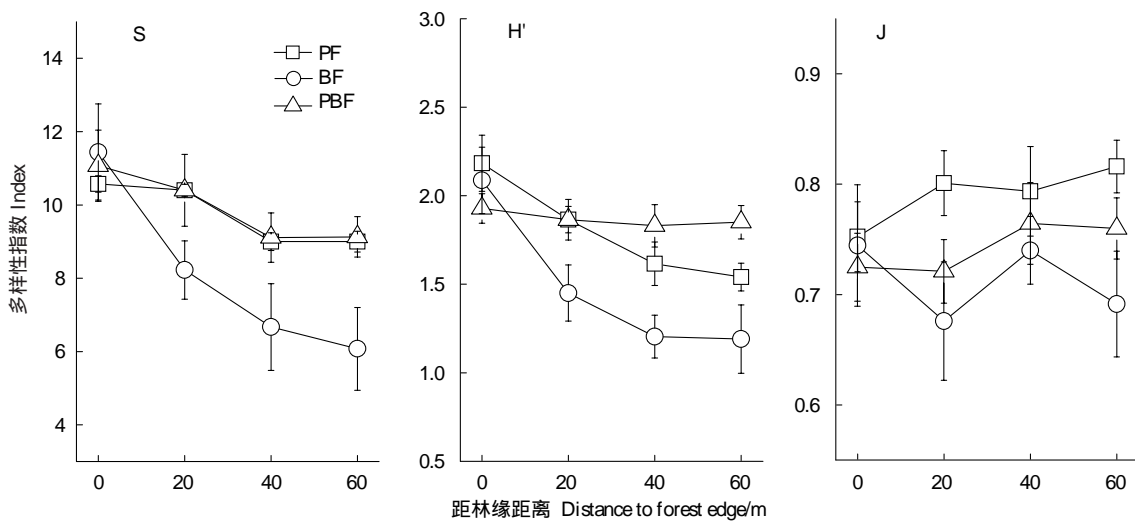


图5 距林缘不同距离节肢动物多样性指数

Fig. 5 The biodiversity index of arthropod in different distance to edge of forest

林内延伸杨树林 20m 和杨槐混交林 40m 均匀度指数稍升高。

4 讨论

节肢动物群落是农林复合生态系统的重要组成部分,不仅种类多、数量大、分布广,而且对环境变化敏感。本研究结果显示不同林地类型地表节肢动物科级水平上群落构成不同,杨树林具有较高类群丰富度和多样性,本调查中还发现杨树林中蜘蛛的数量多,特别是林-农交界处的林缘,蜘蛛是节肢动物中的重要类群,是广谱性捕食者,是生态系统中重要的生物控制因子。农-杨树林环境为天敌提供较好的庇护场所。

林地边缘具有较高的丰度和多样性,边缘效应对生物多样性的研究和保护具有特定的价值,林地边缘与内部生境的群落组成有明显的分化,除林地成分外,还包含有周围农田环境扩散而来物种。纯杨树林和槐树林边缘效应强于杨槐混交林,主要是因为纯林生境单一,周围生境因素影响较大。林缘较高的个体数量,是由于农田、林地的交界处植被状况以及光照、温度和湿度等,较多的植食性昆虫。边缘环境复杂,为生物提供更多的栖息场所和食物来源,允许特殊需求的物种散布和定居,从而有利于异质种群的生存,同时还受物种本身的传播能力的影响。杨槐混交林距林缘不同距离维持高而恒定的多样性指数还与其林下杂草种类多有关。

边缘效应对不同类群的影响不同,如蟋蟀科、蝗科、菱蝗科的昆虫边缘效应明显,由此也有较多的捕食性昆虫,为天敌昆虫躲避鸟类和哺乳动物的捕食提供庇护场所。40 m 后林内类群个体数量增加,如螽螂科和鳞

翅目昆虫边缘效应不明显,与 Bieringer 结果一致^[10]。个体数量的变化主要是优势类群数量变化。科级水平是类群数量边缘效应主要是由于偶见类群的变化引起的。结合不同距离的类群数、个体数和多样性分析,边缘环境节肢动物空间流动量大于林内,群落结构易变和不稳定,生态过程也发生改变。从边缘地带到中心,群落中原来的农田特有种的比例降低,而森林物种比例增加。虽然多样性指数不一定明显改变,但是种谱的组成已经发生了明显的变化。

关于边缘效应尺度问题,不同生态系统不同的研究对象变化较大。无脊椎动物的群落变化 20—250 m 尺度上,更大尺度上的研究多是脊椎动物^[3,11-12]。农田防护林要具有生物多样性保育,同时最小限度的占用农耕田。本研究认为农田防护林中节肢动物的丰富度与林地面积和林地类型有关,纯杨树林和槐树林节肢动物群落的改变范围在距林缘 40 m,混交林的改变在 20 m,单一树种种植农田防护林不小于 80 m 宽,混交林不小于 40 m 宽,可以保护林内物种生存,维持农田生态系统生物多样性。其它研究如 Kagawa 认为适宜于天敌地表甲虫幼虫生活的林地面积不能小于 60 m 宽;Fujita 认为小于 0.5 hm² 的林地,由于缺乏林内环境而没有林内物种,即使是常见物种也不生活在小于 0.4 hm² 的小块林地和城市景观中^[13-14],与本研究结果接近。边缘效应的强度与边缘的复杂程度关系密切,且本研究的群落构成是基于科级水平,尚未达到物种水平,还需深入研究。

References:

- [1] Bhagwat S A, Willis K J, Birks H J B, Whittaker R J. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity?. *Trends in Ecology and Evolution*, 2008, 23(5): 261-267.
- [2] Lian Z M, Yu G Z. Edge effect and biodiversity. *Chinese Biodiversity*, 2000, 8(1): 120-125.
- [3] Ewers R M, Didham R K. Pervasive impact of large-scale edge effects on a beetle community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2008, 105(14): 5426-5429.
- [4] Ge F, Men X Y, Su J W, Liu X H, Ding Y Q. Edge effect on the dynamics of pests and natural enemies in cotton agroecosystems. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(1): 91-94.
- [5] Yu X D, Luo T H, Zhou H Z, Yang J. Influence of edge effect on diversity of ground-dwelling beetles across a forest-grassland ecotone in Wolong Natural Reserve, Southwest China. *Acta Entomologica Sinica*, 2006, 49(2): 277-286.
- [6] He H M, Yang G J, He L R, Wang X P. Study on the edge effect of orthopteran community in Ningxia Helan mountain. *Agricultural Science and Technology*, 2010, 11(2): 113-116, 145-145.
- [7] Zhou T, Peng S L. Spatial scale and measurement of edge effect in ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(7): 3322-3333.
- [8] Han Y Y, Hua Z L, Li C L, Tu L H. The assessment and monitor of forest ecosystem based on the changes of arthropod diversity in forest edge. *Journal of Capital Normal University(Natural Sciences Edition)*, 2008, 29(4): 27-31.
- [9] Ma K P. Measurement of biodiversity//Qian Y Q, ed. *Principle and Methods of Biodiversity Studies*. Beijing: Chinese Scientific and Technological Press, 1994: 141-165.
- [10] Bieringer G, Zulka K P. Shading out species richness: edge effect of a pine plantation on the Orthoptera (Tettigoniidae and Acrididae) assemblage of an adjacent dry grassland. *Biodiversity and Conservation*, 2003, 12(7): 1481-1495.
- [11] Thomas S R, Noordhuis R, Holland J M, Goulson D. Botanical diversity of beetle banks: effects of age and comparison with conventional arable field margins in southern UK. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2002, 93(1/3): 403-412.
- [12] Roume A, Deconchat M, Raison L, Balent G, Ouin A. Edge effects on ground beetles at the woodlot-field interface is short-range and asymmetrical. *Agricultural and Forest Entomology*, 2011, doi: 10.1111/j.1461-9563.2011.00534.x.
- [13] Kagawa Y, Maeto K. Spatial population structure of the predatory ground beetle *Carabus yaconinus* (Coleoptera: Carabidae) in the mixed farmland-woodland satoyama landscape of Japan. *European Journal Entomology*, 2009, 106: 385-391.
- [14] Fujita A, Maeto K, Kagawa Y, Ito N. Effects of forest fragmentation on species richness and composition of ground beetles (Coleoptera: Carabidae and Brachinidae) in urban landscapes. *Entomology Science*, 2008, 11(1): 39-48.

参考文献:

- [2] 廉振民, 于广志. 边缘效应与生物多样性. *生物多样性*, 2000, 8(1): 120-125.
- [4] 戈峰, 门兴元, 苏建伟, 刘向辉, 丁岩钦. 边缘效应对棉田害虫和天敌种群的影响. *应用生态学报*, 2004, 15(1): 91-94.
- [5] 于晓东, 罗天宏, 周红章, 杨建. 边缘效应对卧龙自然保护区森林——草地群落交错带地表甲虫多样性的影响. *昆虫学报*, 2006, 49(2): 277-286.
- [7] 周婷, 彭少麟. 边缘效应的空间尺度与测度. *生态学报*, 2008, 28(7): 3322-3333.
- [8] 韩艳英, 华振玲, 李春林, 图立红. 林缘节肢动物多样性的变化与森林生态系统的评价和监测. *首都师范大学学报(自然科学版)*, 2008, 29(4): 27-31.
- [9] 马克平. 生物多样性的测定//钱迎倩. *生物多样性研究的原理与方法*. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 141-165.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 20 October, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Community structure and diversity of macrobenthos in the intertidal zones of Yangshan Port WANG Baoqiang, XUE Junzeng, ZHUANG Hua, et al (5865)

Variation characteristics of macrobenthic communities structure in tianjin coastal region in summer FENG Jianfeng, WANG Xiuming, MENG Weiqing, et al (5875)

Analysis of habitat connectivity of the Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) using landscape genetics XUE Yadong, LI Li, LI Diqiang, WU Gongsheng, et al (5886)

Study on the spatial pattern of wetland bird richness and hotspots in Sanjiang Plain LIU Jiping, LÜ Xianguo (5894)

Dynamic analysis of coastal region cultivated land landscape ecological security and its driving factors in Jiangsu WANG Qian, JIN Xiaobin, ZHOU Yinkang (5903)

Landscape pattern gradient on tree canopy in the central city of Guangzhou, China ZHU Yaojun, WANG Cheng, JIA Baoquan, et al (5910)

Research on dynamic changes of landscape structure and land use eco-security: a case study of Jiansanjiang land reclamation area LIN Jia, SONG Ge, SONG Siming (5918)

Shangri-La county ecological land use planning based on landscape security pattern LI Hui, YI Na, YAO Wenjing, WANG Siqi, et al (5928)

Changes of paddy field landscape and its influence factors in a typical town of south Jiangsu Province ZHOU Rui, HU Yuanman, SU Hailong, et al (5937)

Species composition and succession of swamp vegetation along grazing gradients in the Zoige Plateau, China HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5946)

Characteristics and influence factors of the swamp degradation under the stress of grazing in the Zoige Plateau LI Ke, YANG Yongxing, YANG Yang, et al (5956)

Variation of organic pollution in the last twenty years in the Qinzhou bay and its potential ecological impacts LAN Wenlu (5970)

Response of radial growth Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) to climate factors in Wanxian Mountain of He'nan Province PENG Jianfeng, YANG Airong, TIAN Qinhua (5977)

Vegetation and species diversity change analysis in 50 years in Tashan Mountain, Shandong Province, China GAO Yuan, CHEN Yufeng, DONG Heng, et al (5984)

Effect of urban heat island on plant growth and adaptability of leaf morphology constitute WANG Yating, FAN Lianlian (5992)

Effects of shading on photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters in leaves of the endangered plant *Thuja sutchuenensis* LIU Jianfeng, YANG Wenjuan, JIANG Zeping, et al (5999)

Effects of shading on growth and quality of triennial *Clematis manshurica* Rupr. HAN Zhongming, ZHAO Shujie, LIU Cuijing, et al (6005)

Allelopathic effect of extracts from *Artemisia sacrorum* leaf and stem on four dominant plants of enclosed grassland on Yunwu Mountain WANG Hui, XIE Yongsheng, YANG Yali, et al (6013)

Effects of soil base cation composition on plant distribution and diversity in coastal wetlands of Hangzhou Bay, East China WU Tonggui, WU Ming, YU Mukui, et al (6022)

Species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi of *Stipa* L. in alpine grassland in northern Tibet in China CAI Xiaobu, PENG Yuelin, YANG Minna, et al (6029)

Water consumption and annual variation of transpiration in mature *Acacia mangium* Plantation ZHAO Ping, ZOU Lvliu, RAO Xingquan, et al (6038)

Foliar phenotypic plasticity of a warm-temperate shrub, *Vitex negundo* var. *heterophylla*, to different light environments in the field DU Ning, ZHANG Xiuru, WANG Wei, et al (6049)

An case study on vegetation stability in sandy desertification land; determination and comparison of the resilience among communities after a short period of extremely aridity disturbanc	ZHANG Jiyi, ZHAO Halin (6060)
Response of soil quality indicators to comprehensive amelioration measures in coastal salt-affected land	SHAN Qihua, ZHANG Jianfeng, RUAN Weijian, et al (6072)
Fine-scale spatial associations of <i>Stipa krylovii</i> and <i>Stellera chamaejasme</i> population in alpine degraded grassland	ZHAO Chengzhang, REN Heng (6080)
The response of community-weighted mean plant functional traits to environmental gradients in Yanhe river catchment	GONG Shihui, WEN Zhongming, SHI Yu (6088)
Ozone stress increases lodging risk of rice cultivar Liangyoupeijiu; a FACE study	WANG Yunxia, WANG Xiaoying, YANG Lianxin, et al (6098)
Effect of sugarcane//soybean intercropping and reduced nitrogen rates on sugarcane yield, plant and soil nitrogen	YANG Wenting, LI Zhixian, SHU Lei, et al (6108)
Effect of wetting duration on nitrogen fixation of biological soil crusts in Shapotou, Northern China	ZHANG Peng, LI Xinrong, HU Yigang, et al (6116)
Effects of zinc on the fruits' quality of two eggplant varieties	WANG Xiaojing, WANG Huimin, WANG Fei, et al (6125)
Rapid light-response curves of PS II chlorophyll fluorescence parameters in leaves of <i>Salix leucopithecia</i> subjected to cadmium-ion stress	QIAN Yongqiang, ZHOU Xiaoxing, HAN Lei, et al (6134)
Physiological Response of <i>Mirabilis jalapa</i> Linn. to Lead Stress by FTIR Spectroscopy	XUE Shengguo, ZHU Feng, YE Sheng, et al (6143)
Physiological response of <i>Zoysia japonica</i> to Cd ²⁺	LIU Junxiang, SUN Zhenyuan, JU Guansheng, et al (6149)
Biosorption of Cd ²⁺ using the fruiting bodies of two macrofungi	LI Weihuan, MENG Kai, LI Junfei, et al (6157)
Factors regulating recruitment of <i>Microcystis</i> from the sediments of the eutrophic Shanzai Reservoir	SU Yuping, LIN Hui, ZHONG Houzhang, et al (6167)
A new type of insect trap and its trapping effect on <i>Cyrtotrachelus buqueti</i>	YANG Yaojun, LIU Chao, WANG Shufang, et al (6174)
Photoperiod influences diapause induction of Oriental Fruit Moth(Lepidoptera: Tortricidae)	HE Chao, MENG Quanke, HUA Lei, et al (6180)
Influence of edge effects on arthropods communities in agroforestry ecological systems	WANG Yang, WANG Gang, DU Yingqi, et al (6186)
Dynamics of land use and its ecosystem services in China's megacities	CHENG Lin, LI Feng, DENG Huafeng (6194)
Comprehensive assessment of urban ecological risks; the case of Huaibei City	CHANG Hsiaoifei, WANG Rusong, LI Zhengguo, et al (6204)
The dynamics of surface heat status of Tangshan City in 1993—2009	JIA Baoquan, QIU Erfa, CAI Chunju (6215)
A projection-pursuit based model for evaluating the resource-saving and environment-friendly society and its application to a case in Wuhan	WANG Qianqian, ZHOU Jingxuan, LI Xiangmei, et al (6224)
Research on ecological barrier to Chang-Zhu-Tan metropolitan area	XIA Benan, WANG Fusheng, HOU Fangzhou (6231)
Optimization of urban land structure based on ecological green equivalent; a case study in Ningguo City, China	ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (6242)
Dynamic ecological footprint simulation and prediction based on ARIMA Model; a case study of Gansu Province, China	ZHANG Bo, LIU Xiuli (6251)
Review and Monograph	
A prospect for study on isolated wetland	TIAN Xuezhi, LIU Jiping (6261)
Dinoflagellate heterotrophy	SUN Jun, GUO Shujin (6270)
Research progress of microbial agents in ecological engineering	WEN Ya, ZHAO Guozhu, ZHOU Chuanbin, et al (6287)
The progress of ecological civilization construction and its indicator system in China	BAI Yang, HUANG Yuchi, WANG Min, et al (6295)

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 20 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 20 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
主 管 中国科学技术协会
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

Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
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
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@espg.net

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China
Distributed by Science Press
Add:16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel:(010)64034563
E-mail:journal@espg.net

订 购 全国各地邮局
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

Domestic All Local Post Offices in China
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