ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报
Acta Ecologica Sinica

第31卷 第17期 Vol.31 No.17 2011

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 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 17 期　　2011 年 9 月　（半月刊）

目　　次

海洋生态资本理论框架下海洋生物资源的存量评估…… 任大川，陈　尚，夏　涛，等（4805）
内生真菌对羽茅生长及光合特性的影响…… 贾　彤，任安芝，王　帅，等（4811）
基于遥感图像处理技术胡杨叶气孔密度的估算及其生态意义…… 荐圣淇，赵传燕，赵　阳，等（4818）
水文变异下的黄河流域生态流量…… 张　强，李剑锋，陈晓宏，等（4826）
黄河三角洲重度退化滨海湿地盐地碱蓬的生态修复效果…… 管　博，于君宝，陆兆华，等（4835）
浙江省某 PCBs 废物储存点对其邻近滩涂生态系统的毒性风险…… 何闪英，陈昆柏（4841）
鄱阳湖苔草湿地甲烷释放特征…… 胡启武，朱丽丽，幸瑞新，等（4851）
三峡库区银鱼生长特点及资源分析…… 邵晓阳，黎道峰，潭　路，等（4858）
低温应激对吉富罗非鱼血清生化指标及肝脏 HSP70 基因表达的影响 … 刘　波，王美垚，谢　骏，等（4866）
Cd^{2+} 对角突臂尾轮虫和曲腿龟甲轮虫的急性毒性和生命表统计学参数的影响 …… 许丹丹，席贻龙，马　杰，等（4874）
圈养梅花鹿 BDNF 基因多态性与日常行为性状的关联分析 …… 吕慎金，杨　燕，魏万红（4881）
华北平原玉米田生态系统光合作用特征及影响因素 …… 同小娟，李　俊，刘　渡（4889）
长期施肥对麦田大型土壤动物群落结构的影响 …… 谷艳芳，张　莉，丁圣彦，等（4900）
蚯蚓对湿地植物光合特性及净化污水能力的影响…… 徐德福，李映雪，王让会，等（4907）
三种农药对红裸须摇蚊毒力和羧酸酯酶活性的影响 …… 方国飞（4914）
六星黑点豹蠹蛾成虫生殖行为特征与性趋向…… 刘金龙，宗世祥，张金桐，等（4919）
除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的影响及应对策略…… 刘雨芳，彭梅芳，王成超，等（4928）
荒漠植物准噶尔无叶豆结实、结籽格局及其生态适应意义 …… 施　翔，王建成，张道远，等（4935）
限水灌溉冬小麦冠层氮分布与转运特征及其对供氮的响应…… 蒿宝珍，姜丽娜，方保停，等（4941）
准噶尔盆地梭梭、白梭梭植物构型特征 …… 王丽娟，孙栋元，赵成义，等（4952）
基于地表温度-植被指数关系的地表温度降尺度方法研究 …… 聂建亮，武建军，杨　曦，等（4961）
岩溶区不同植被类型下的土壤氮同位素分异特征 …… 汪智军，梁　轩，贺秋芳，等（4970）
施氮量对麻疯树幼苗生长及叶片光合特性的影响 …… 尹　丽，胡庭兴，刘永安，等（4977）
黄土丘陵区燕沟流域典型植物叶片 C、N、P 化学计量特征季节变化 …… 王凯博，上官周平（4985）
克隆整合提高淹水胁迫下狗牙根根部的活性氧清除能力…… 李兆佳，喻　杰，樊大勇，等（4992）
低覆盖度固沙林的乔木分布格局与防风效果…… 杨文斌，董慧龙，卢　琦，等（5000）
东灵山林区不同森林植被水源涵养功能评价…… 莫　菲，李叙勇，贺淑霞，等（5009）
11 种温带树种粗木质残体分解初期结构性成分和呼吸速率的变化 …… 张利敏，王传宽，唐　艳（5017）
连栽第 1 和第 2 代杉木人工林养分循环的比较…… 田大伦，沈　燕，康文星，等（5025）
最优化设计连续的自然保护区 …… 王宜成（5033）
基于自然地理特征的长江口水域分区…… 刘录三，郑丙辉，孟　伟，等（5042）
煤电一体化开发对锡林郭勒盟环境经济的影响…… 吴　迪，代方舟，严　岩，等（5055）

专论与综述

生态条件的多样性变化对蜜蜂生存的影响…… 侯春生，张学锋（5061）

研究简报

胶州湾潮间带大型底栖动物次级生产力的时空变化…… 张崇良，徐宾铎，任一平，等（5071）
湿地公园研究体系构建…… 王立龙，陆　林（5081）
基于生态足迹的半干旱草原区生态承载力与可持续发展研究——以内蒙古锡林郭勒盟为例…… 杨　艳，牛建明，张　庆，等（5096）

学术信息与动态

恢复与重建自然与文化的和谐——2011 生态恢复学会国际会议简介 … 彭少麟，陈蕾伊，侯玉平，等（5105）

期刊基本参数：CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ￥70.00 * 1510 * 37 * 2011-09

封面图说：相当数量的降雪与低温严寒是冰川发育的主要因素，地球上的冰川除南北两极外，只有在高海拔的寒冷山地才能存在。喜马拉雅山造山运动使中国成为了世界上中低纬度冰川最为发育的国家，喜马拉雅山地区雪峰连绵、冰川四溢，共有现代冰川 17000 多条，是世界冰川发育的中心之一。

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

刘雨芳,彭梅芳,王成超,刘文海,罗笑梅,万方浩. 除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的影响及应对策略. 生态学报,2011,31(17):4928-4934.
Liu Y F, Peng M F, Wang C C, Liu W H, Luo X M, Wan F H. Effects of herbicides stress on the population of alligator weed flea beetles, *Agasicles hygrophila* (Col.: Chrysomelidae) and corresponding strategies. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(17): 4928-4934.

除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的影响及应对策略

刘雨芳[1,*],彭梅芳[1],王成超[1],刘文海[1],罗笑梅[1],万方浩[2,*]

(1. 湖南科技大学生命科学学院,湖南湘潭 411201;
2. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100094)

摘要:为探讨除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的影响,寻求合理施用除草剂,有效保护叶甲,提高其控草效果的应对策略,利用叶片残留法测试了在草甘膦、农达、水花生净与35%苄·丁可湿粉等除草剂胁迫下空心莲子草叶甲卵孵化率,幼虫、成虫存活率以及蛹羽化率。结果表明被测试的4种除草剂均不同程度地降低空心莲子草叶甲卵孵化率,幼虫与成虫存活率及蛹羽化率,特别是水花生净28.0、35.0 g/L两种浓度处理,35%苄·丁可湿粉4.0 g/L浓度处理显著降低卵孵化率;农达13.4 g/L浓度处理显著降低1龄前期幼虫存活率,农达40.1 g/L与53.4 g/L两种浓度处理显著降低2龄前期幼虫存活率;水花生净28.0 g/L浓度处理显著降低3龄前期幼虫存活率;草甘膦97.6 g/L与122.0 g/L浓度处理、农达26.7 g/L与66.8 g/L浓度处理、35%苄·丁可湿粉2.0 g/L浓度处理显著降低后期蛹的羽化率;35%苄·丁可湿粉1.0 g/L浓度处理显著降低羽化后3 d雌虫的存活率。除草剂除直接杀死空心莲子草叶甲,降低其种群数量外,使叶甲失去食物与避护所,快速地引起叶甲种群崩溃。建议合理施药,并在施药时,随机留若干小斑块不施药,保护叶甲,可望提高其田间控草效果。

关键词:空心莲子草叶甲;空心莲子草;除草剂;生物防治,应对策略

Effects of herbicides stress on the population of alligator weed flea beetles, *Agasicles hygrophila* (Col.: Chrysomelidae) and corresponding strategies

LIU Yufang[1*], PENG Meifang[1], WANG Chengchao[1], LIU Wenhai[1], LUO Xiaomei[1], WAN Fanghao[2,*]

1 *College of Life Sciences, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan* 411201, *China*

2 *State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing* 100094, *China*

Abstract: To understand the effects of herbicides stress on the population of Alligator Weed Flea Beetles, *Agasicles hygrophila* and find corresponding strategies that are herbicides applcation correctly and protection *A. hygrophila* effectively against herbicides which would improve the biological control for alligator weed, *Alternanthera philoxeroides*, The hatching rate of eggs, survival percentage both larvae and adults and eclosion rate of pupae of *A. hygrophila* against herbicides stress, which were glyphosate, Roundup, 14% metsulfuron CFC imidacloprid EC and 35% benzyl. Ding WP stresses, were tested by the leaf residue method. The results showed that 4 kinds of herbicides mentioned above decreased the hatching rate of eggs, survival percentage of both larvae and adults and emergence rate of pupae of *A. hygrophila* at some way. Specially, the hatching rate of eggs falled significantly against 14% metsulfuron CFC imidacloprid EC of the 28.0, 35.0 g/Lconcentrations and 35% benzyl. Ding WP of 4.0 g/Lconcentrations stresses; The survival rate of both 1st and 3rd larvae in early stage droped markedly under Roundup of concentrtion 13.4 g/L and 14% metsulfuron CFC imidacloprid EC

基金项目:国家科技部支撑计划项目(2006BAD08A18);国家自然科学基金项目(30871638);湖南省自然科学基金项目(08JJ3085);湖南省科技厅项目(2007FJ4197);湖南科技大学科技创新团队项目(1092380815);;湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划项目(湘教通〔2010〕244号)

收稿日期:2010-08-08; **修订日期**:2010-12-07

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yurainliu@yahoo.com.cn; wanfangh@public3.bta.net.cn

of concentrtion 28.0 g/L stresses. A marked decline on the survival rate of 2nd instar larvae in later stage was observed in Roundup of the concentrtion 40.1 and 53.4 g/L stresses. Glyphosate which tested concentration were both 97.6 and 122.0 g/L, Roundup which tested concentration were both 26.7 and 66.8 g/L and 35% benzyl. Ding WP which tested concentration was 2.0 g/L suppressed obviously the emergence rate of pupae in later stage of *A. hygrophila*. The survival rate of female adults after 3 days eclosion was decreased significantly under 35% benzyl. Ding WP of 1.0 g/L concentration stress. It expressed the information that herbicides could decreased the number of the population by killing the indiviuals of *A. hygrophila* directly and could destroy the population of leaf beetles quickly by damage their comestible host plants and habitats in short time. It is suggested that herbicides should be equitable application and recommend keeping some small patches free from herbicides to protect *A. hygrophila*. It is hopeful to improve the biological control effect of *A. hygrophila* on alligator weed.

Key Words: *Agasicles hygrophila*; *Alternanthera philoxeroides*; herbicide; biocontrol; corresponding strategy

空心莲子草(*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.)原产南美,分布于巴西南部的 Parana 河流域、巴拉圭、阿根廷、巴西的沿海与南美的北部地区,现成为世界性分布的严重的入侵杂草[1-5]。该草自 20 世纪 40 年代传入我国,后被作为猪饲料在南方各省推广种植,迅速漫延成野生杂草[5-6]。

空心莲子草叶甲(*Agasicles hygrophila*)是空心莲子草的专食性天敌,高密度的叶甲种群能有效地控制空心莲子草,是重要生物防治因子[6-8],在美国南部各州及澳大利亚等国家与地区释放空心莲子草叶甲,防治水生空心莲子草均取得成功[1,9]。中国于 1986—1987 年从美国佛罗里达州引进空心莲子草叶甲[5,10],至 2001 年,已在 14 省发现该叶甲,且显著地控制了空心莲子草的生长与繁殖[10]。1988—1994 年,在湖南长沙、常德、岳阳及临湘等地区释放空心莲子草叶甲 3.6 万 hm^2,控草效果极理想[11],空心莲子草叶甲已在上述释放地及临近的湘潭、株洲等地田间建立了种群。但近年空心莲子草的危害日趋严重,农民主要依靠施用除草剂来防除该草。

空心莲子草叶甲繁殖能力很强,适宜条件下短时间内能迅速扩大种群数量[8],但田间调查发现,空心莲子草叶甲种群数量很低,不能有效抑制空心莲子草的生长与繁殖。为什么田间寄主植物丰富,叶甲的种群数量却很低?什么因子限制了叶甲种群发展,使其未能发挥其控草作用?除草剂的广泛施用是否成为继冬季低温后又一胁迫空心莲子草叶甲种群生存的因子?目前尚不清楚。本文研究了草甘膦、农达、水花生净和 35% 苄·丁可湿粉四种常用除草剂对空心莲子草叶甲卵的孵化率与幼虫、成虫存活率以及蛹羽化率的影响,旨在探讨除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群数量与生物防治的影响,为寻求有效的叶甲保护措施,提高其田间种群数量,合理施用除草剂,有效控制空心莲子草为害提供基础信息。

1　材料与方法

1.1　材料

(1)供试昆虫　在湖南科技大学校园周边湿生或水生空心莲子草上采集空心莲子草叶甲自然种群成虫,用空心莲子草嫩茎叶盒养法饲养其成虫与幼虫,用湿法栽培活苗笼养法化蛹羽化[8],获得供试昆虫。选择卵龄小于 12 h 的新产卵,健壮的各龄期幼虫、蛹与成虫用于测试。刚进入某个龄期小于 12 h 为该龄期前期幼虫,进入某个龄期 24 h 后或接近进入下一个龄期为该龄期后期幼虫;钻入茎杆小于 12 h 或 3 d 后则分别称为前期蛹与后期蛹。羽化后小于 12 h 或 3 d 后的成虫分别称为新成虫与老成虫,分雌、雄虫测试。

(2)除草剂　选择常用的 4 种除草剂测试。草甘膦(草甘膦 10% 水剂,广西南宁市金穗农药有限公司出品)、农达(41% 草甘膦异丙胺盐水剂,孟山都(马来西亚)有限公司出品)、水花生净(14% 甲磺隆·氯氟吡乳油,重庆双丰农药有限公司出品)与 35% 苄·丁可湿粉(夏邑华泰化工有限公司出品)。以应用上最大推荐使用浓度为起点(最低测试浓度),按算术倍数级联放大确定各除草剂的测试浓度,每种除草剂测试 5 个浓度。从最低、低、中、高至最高测试浓度依次为,草甘膦:24.4、48.8、73.2、97.6、122.0 g/L,农达:13.4、26.7、40.1、

53.4、66.8 g/L,水花生净:7.0、14.0、21.0、28.0、35.0 g/L,35%苄·丁可湿粉:1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 g/L。本实验中的测试浓度均用制剂成分换算。

1.2 测试方法

用叶片残留法[12]测试。对卵孵化率影响的测试方法:将卵龄小于 12 h 的卵块,计数后连同叶片分别浸泡于各除草剂测试液中,30 s 后取出晾干,分别放入 φ10 cm培养皿中(皿底置滤纸,用蒸馏水润湿),每皿接卵 2 块,观察卵粒孵化情况。对幼虫和成虫存活率影响的测试方法:选择健壮的空心莲子草植株,取 7—8cm 长,将其完全浸泡于各除草剂测试液中,30 s 后取出晾干,分别放入 φ10 cm 培养皿中,每皿放 2 枝。测试时分别接入待测空心莲子草叶甲的各期幼虫或成虫,1 龄与 2 龄幼虫每皿接入 20 头,3 龄幼虫和成虫每皿接入 10 头,72 h 后观察其存活情况,培养皿均用保鲜膜封好,膜上扎若干小孔,保持皿底滤纸湿润。对化蛹羽化率影响的测试方法:将在室内栽植生根成活、生长较旺盛适于叶甲化蛹的空心莲子草茎秆,移入盛有薄层腐熟池塘泥的烧杯中,每杯接草 2 茎,接老熟幼虫 10 头,待幼虫全部钻入茎秆后,分别于 12 h 内与 3 d 后,将空心莲子草茎完全浸泡在各种除草剂测试液中,30s 后取出,重新栽入烧杯中,观察其羽化情况。

以上测试均在(26±1)℃的光照培养室内完成,每处理重复 5 次,用蒸馏水替代除草剂为对照。

1.3 数据分析

应用 SPSS 13.0 version 软件对数据进行计算、统计、分析与差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 除草剂对空心莲子草叶甲卵孵化率的影响

除草甘膦 97.6 g/L 浓度处理未表现降低空心莲子草叶甲卵孵化率的作用外,其余各草甘膦浓度处理均略降低空心莲子草叶甲卵孵化率,但与对照比较无显著差异;各浓度农达均明显降低卵孵化率;水花生净最低、低、中测试浓度略降低卵孵化率,但与对照比较无显著差异,水花生净 28.0 g/L 与 35.0 g/L 浓度显著降低卵孵化率;35%苄·丁可湿粉各测试浓度均降低卵孵化率,4.0 g/L 的高浓度胁迫下降低作用显著(图 1)。

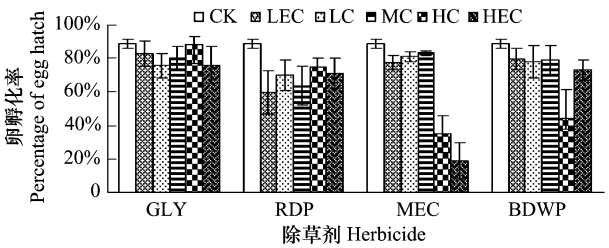

图 1 除草剂胁迫下空心莲子草叶甲卵孵化率

Fig. 1 Thehatching percentage of eggs of *Agasicles hygrophila* against herbicides stress

GLY: 草甘膦 glyphosate;RDP:农达 Roundup;MEC:水花生净 14% metsulfuron CFC imidacloprid EC;BDWP:35%苄·丁可湿粉 35% Benzyl; Ding WP;LEC,LC,MC,HC 与 HEC 分别代表各除草剂最低、低、中、高与最高测试浓度

2.2 对幼虫存活率的影响

草甘膦各测试浓度处理空心莲子草茎叶后,明显降低叶甲 1 龄幼虫与 2 龄前期的存活率,草甘膦 48.8 g/L 低浓度与 73.2 g/L 中浓度降低叶甲 3 龄前期幼虫的存活率,但与对照比较,均无显著差异($P>0.05$);各测试浓度对 2 龄幼虫后期与 3 龄幼虫后期的存活率未呈现明显负影响(表 1)。

表 1 草甘膦胁迫下空心莲子草叶甲幼虫存活率/%

Table 1 Survival rate of larvae of *Agasicles hygrophila* against glyphosate stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	1 龄幼虫 1st instar larvae		2 龄幼虫 2nd instar larvae		3 龄幼虫 3rd instar larvae	
	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period
0(CK)	99.0±1.0	93.0±2.0	100.0±0.0	90.0±3.5	98.0±2.0	92.0±4.9
24.4	94.0±1.9(0.14)	88.0±3.4(0.32)	97.0±2.0(0.20)	97.0±2.0(0.02)	98.0±2.0(1.00)	100.0±0.0 (0.17)
48.8	96.0±1.9(0.30)	92.0±2.6(0.74)	96.0±2.9(0.24)	98.0±2.0(0.19)	88.0±5.8(0.18)	100.0±0.0(0.17)
73.2	95.0±2.2(0.09)	90.0±2.7(0.52)	90.0±4.2(0.07)	94.0±2.5(0.09)	88.0±4.9(0.14)	98.0±2.0(0.37
97.6	94.0±2.9(0.14)	95.0±1.6(0.54)	90.0±6.3(0.18)	98.0±2.0(0.19)	100.0±0.0(0.37)	100.0±0.0(0.17)
122.0	98.0±2.0(0.37)	84.0±5.8(0.25)	99.0±1.0(0.37)	96.0±2.9(0.34)	100.0±0.0(0.37)	100.0±0.0(0.17)

括号内的数字为各测试液与对照比较的差异显著性 P 值

农达 13.4 g/L 浓度测试液显著降低 1 龄前期幼虫的存活率(P <0.05),农达其余各浓度测试液明显降低叶甲 1 龄与 2 龄幼虫的存活率,但比对照比较无显著差异。农达 40.1 g/L 中浓度与 53.4 g/L 高浓度显著降低 2 龄后期幼虫的存活率(P <0.05),而农达各测试液对 3 龄幼虫各期未显示明显负影响(表 2)。

表 2　农达胁迫下空心莲子草叶甲幼虫存活率/%

Table 2　Survival rate of larvae of *Agasicles hygrophila* against Roundup stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	1 龄幼虫 1st instar larvae		2 龄幼虫 2nd instar larvae		3 龄幼虫 3rd instar larvae	
	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period
0(CK)	99.0±1.0	93.0±2.0	100.0±0.0	90.0±3.5	98.0±2.0	92.0±4.9
13.4	92.0±2.6(0.02)	82.0±10.2(0.30)	99.0±1.0(0.37)	97.0±2.0(0.10)	98.0±2.0(1.00)	96.0±4.0(0.37)
26.7	94.0±2.9(0.23)	83.0±6.0(0.15)	90.0±5.7(0.15)	81.0±6.9(0.30)	96.0±2.5(0.37)	98.0±2.0(0.37)
40.1	95.0±2.2(0.09)	88.0±3.7(0.32)	95.0±3.2(0.18)	75.0±5.2(0.02)	92.0±2.0(0.07)	98.0±2.0(0.37)
53.4	93.0±2.0(0.10)	71.0±15.4(0.21)	80.0±9.1(0.18)	71.0±6.9(0.02)	96.0±2.5(0.37)	100.0±0.0(0.17)
66.8	100.0±0.0(0.37)	84.0±2.5(0.08)	91.0±3.7(0.07)	81.0±11.7(0.39)	96.0±2.5(0.37)	100.0±0.0(0.17)

各浓度水花生净对 1 龄幼虫与 3 龄幼虫后期的存活率未表现明显的负作用,但明显降低 2 龄后期幼虫的存活率,水花生净 7.0 g/L 最低浓度与 28.0 g/L 高浓度略降低 2 龄前期幼虫存活率,7.0 g/L 最低浓度、28.0 g/L 高浓度与 35.0 g/L 最高浓度降低 3 龄前期幼虫存活率,以 28.0 g/L 高浓度作用显著(表 3)。

35% 苄・丁可湿粉 4.0 g/L 高浓度与 5.0 g/L 最高浓度测试液明显降低 1 龄前期幼虫的存活率,各浓度的 35% 苄・丁可湿粉均明显降低 2 龄前期与 3 龄前期幼虫的存活率,对各龄期的后期幼虫阶段的存活率没有明显的负作用(表 4)。

表 3　水花生净胁迫下空心莲子草叶甲幼虫存活率/%

Table 3　Survival rate of larvae of *Agasicles hygrophila* against 14% metsulfuron CFC imidacloprid EC stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	1 龄幼虫 1st instar larvae		2 龄幼虫 2nd instar larvae		3 龄幼虫 3rd instar larvae	
	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period
0(CK)	99.0±1.0	93.0±2.0	100.0±0.0	90.0±3.5	98.0±2.0	92.0±4.9
7.0	100.0±0.0(0.37)	100.0±0.0(0.02)	89.0±8.6(0.26)	97.0±2.0(0.18)	92.0±5.8(0.20)	98.0±2.0(0.37)
14.0	99.0±1.0(1.00)	100.0±0.0(0.02)	100.0±0.0(1.00)	84.0±10.1(0.51)	98.0±2.0(1.00)	96.0±4.0(0.37)
21.0	99.0±1.0(1.00)	99.0±1.0(0.03)	98.0±1.2(0.17)	82.0±14.3(0.66)	98.0±2.0(1.00)	100.0±0.0(0.17)
28.0	99.0±1.0(1.00)	92.0±3.4(0.84)	90.0±8.8(0.31)	83.0±14.5(0.63)	90.0±3.2(0.02)	100.0±0.0(0.17)
35.0	100.0±0.0(0.37)	99.0±1.0(0.03)	99.0±1.0(0.37)	87.0±5.6(0.69)	92.0±3.7(0.20)	100.0±0.0(0.17)

表 4　35%苄・丁可湿粉胁迫下空心莲子草叶甲幼虫存活率/%

Table 4　Survival rate of larvae of *Agasicles hygrophila* against 35% Benzyl. Ding WP stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	1 龄幼虫 1st instar larvae		2 龄幼虫 2nd instar larvae		3 龄幼虫 3rd instar larvae	
	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period	前期 Early period	后期 Later period
0(CK)	99.0±1.0	93.0±2.0	100.0±0.0	90.0±3.5	98.0±2.0	92.0±4.9
1.0	100.0±0.0(0.37)	99.0±1.0(0.03)	97.0±2.0(0.37)	97.0±2.0(0.18)	96.0±4.0(0.70)	86.0±11.7(0.57)
2.0	100.0±0.0(0.37)	97.0±3.0(0.24)	84.0±10.1(0.37)	99.0±1.0(0.07)	94.0±4.0(0.47)	98.0±2.0(0.37)
3.0	100.0±0.0(0.37)	97.0±2.0(0.09)	82.0±14.3(0.18)	96.0±1.9(0.07)	94.0±4.0(0.37)	92.0±4.9(1.00)
4.0	89.0±9.8(0.37)	96.0±1.8(0.20)	83.0±14.5(0.37)	95.0±2.2(0.08)	96.0±2.5(0.62)	100.0±0.0(0.17)
5.0	87.0±13.0(0.41)	98.0±1.2(0.14)	87.0±5.6(0.07)	93.0±3.4(0.46)	94.0±4.0(0.17)	100.0±0.0(0.17)

2.3　对羽化率的影响

草甘膦 48.8 g/L 测试液与农达 26.7、40.1、53.4、66.8 g/L 测试液明显降低叶甲前期蛹的羽化率,水花生

净与35%苄·丁可湿粉对前期蛹的羽化率未表现明显负作用(图2)。各测试浓度的草甘膦、农达与35%苄·丁可湿粉均降低后期蛹的羽化率,其中以97.6 g/L与122.0 g/L草甘膦测试液,26.7 g/L与66.8 g/L农达测试液与2.0 g/L 35%苄·丁可湿粉作用显著(图2)。

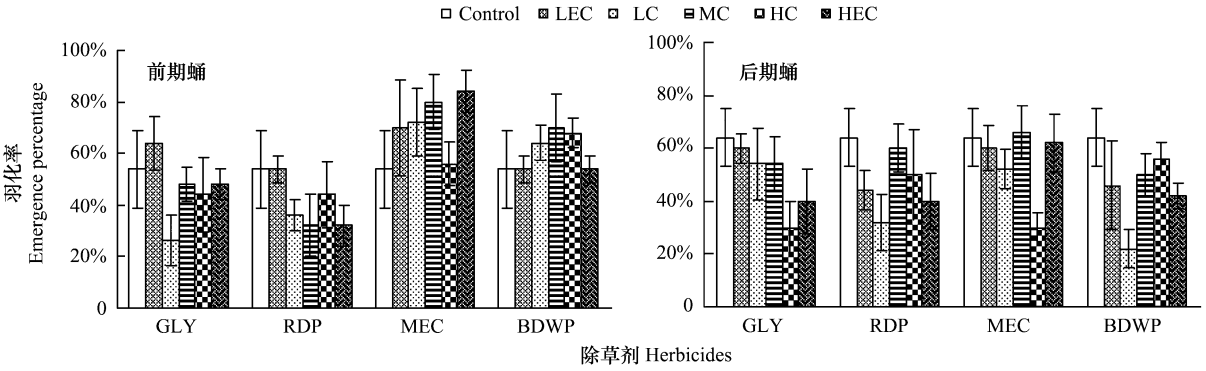

图2 除草剂胁迫下空心莲子草茎叶甲蛹羽化率

Fig 2 Emergence percentage of pupa in early stage of *Agasicles hygrophila* against herbicides stress

2.4 对成虫存活率的影响

草甘膦24.4 g/L最低测试浓度均降低各期雌、雄虫的存活率,草甘膦48.8 g/L低浓度测试液降低新羽化雌虫的存活率,草甘膦73.2 g/L高浓度降低各期雄虫存活率,偏高浓度的草甘膦测试液降低羽化后3 d的雌雄虫的存活率,但与对照比较,均无显著差异(表5)。

各浓度农达均降低新羽化雄虫的存活率,而偏低浓度的农达略降低雄虫及羽化后3 d的雌虫的存活率,中浓度至最高测试浓度的农达均降低新羽化雌雄虫的存活率,但与对照比较,均无显著差异(表6)。

表5 草甘膦胁迫下空心莲子草叶甲成虫存活率/%

Table 5 Survival rate of adults of *Agasicles hygrophila* against glyphosate stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	新羽化成虫 Adults (≤12 h)		羽化后3d的成虫 Adults age ≥3 d	
	雌虫 Female	雄虫 male	雌虫 Female	雄虫 male
0(CK)	98.00±2.00	100.00±0.00	98.00±2.00	96.00±2.45
24.4	96.00±2.45(0.62)	96.00±4.00(0.37)	92.00±4.90(0.37)	94.00±2.45(0.70)
48.8	94.00±4.00(0.17)	100.00±0.00(1.00)	100.00±0.00(0.37)	96.00±4.00(1.00)
73.2	98.00±2.00(1.00)	94.00±4.00(0.20)	100.00±0.00(0.37)	94.00±4.00(1.00)
97.6	100.00±0.00(0.37)	98.00±2.00(0.37)	90.00±6.32(0.33)	96.00±2.45(0.74)
122.0	98.00±2.00(1.00)	96.00±2.45(0.17)	90.00±4.47(0.24)	92.00±4.90(0.58)

表6 农达胁迫下空心莲子草叶甲成虫存活率/%

Table 6 Survival rate of adults of *Agasicles hygrophila* against Roundup stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	新羽化成虫 Adults (≤12 h)		羽化后3d的成虫 Adults age ≥3 d	
	雌虫 Female	雄虫 male	雌虫 Female	雄虫 male
0(CK)	98.00±2.00	100.00±0.00	98.00±2.00	96.00±2.45
13.4	98.00±2.00(1.00)	98.00±2.00(0.37)	96.00±2.45(0.62)	90.00±5.48(0.20)
26.7	98.00±2.00(1.00)	98.00±2.00(0.37)	96.00±2.45(0.62)	92.00±4.90(0.58)
40.1	94.00±6.00(0.58)	92.00±5.83(0.24)	98.00±2.00(1.00)	100.00±0.00(0.17)
53.4	90.00±3.10(0.09)	90.00±10.00(0.37)	100.00±0.00(0.37)	100.00±0.00(0.17)
66.8	80.00±10.49(0.19)	96.00±4.00(0.37)	98.00±2.00(1.00)	100.00±0.00(0.17)

低浓度的水花生净降低新羽化雄虫及羽化后3 d的雌虫的存活率,最高测试浓度的水花生净降低新羽化雌雄虫的存活率,但与对照比较,均无显著差异(表7)。

表 7　水花生净胁迫下空心莲子草叶甲成虫存活率/%

Table 7　Survival rate of adults of *Agasicles hygrophila* against 14% metsulfuron CFC imidacloprid EC stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	新羽化成虫 Adults (≤12 h)		羽化后 3d 的成虫 Adults age ≥3 d	
	雌虫 Female	雄虫 male	雌虫 Female	雄虫 male
0(CK)	98.00±2.00	100.00±0.00	98.00±2.00	96.00±2.45
7.0	98.00±2.00(1.00)	96.00±2.45(0.17)	88.00±4.90(0.14)	100.00±0.00(0.17)
14.0	100.00±0.00(0.37)	96.00±2.45(0.17)	94.00±4.00(0.47)	92.00±4.90(0.58)
21.0	100.00±0.00(0.37)	100.00±0.00(1.00)	92.00±2.00(0.07)	98.00±2.00(0.62)
28.0	100.00±0.00(0.37)	100.00±0.00(1.00)	100.00±0.00(0.37)	100.00±0.00(0.17)
35.0	94.00±2.45(0.17)	94.00±4.00(0.20)	100.00±0.00(0.37)	100.00±0.00(0.17)

35%苄·丁可湿粉 1.0 g/L 最低测试浓度显著降低羽化后 3 d 雌虫的存活率($P<0.05$),其余测试浓度对各期雌雄虫的存活率略有降低或影响不明显(表 8)。

表 8　35%苄·丁可湿粉胁迫下空心莲子草叶甲成虫存活率/%

Table 8　Survival rate of adults of *Agasicles hygrophila* against 35% benzyl. Ding WP stress (Mean±SE)

测试浓度(g/L) Tested concentration	新羽化成虫 Adults (≤12 h)		羽化后 3d 的成虫 Adults age ≥3 d	
	雌虫 Female	雄虫 male	雌虫 Female	雄虫 male
0(CK)	98.00±2.00	100.00±0.00	98.00±2.00	96.00±2.45
1.0	100.00±0.00(0.37)	100.00±0.00(1.00)	90.00±3.16(0.01)	98.00±2.00(0.62)
2.0	94.00±2.45(0.17)	98.00±2.00(0.37)	96.00±4.00(0.70)	96.00±2.45(1.00)
3.0	100.00±0.00(0.37)	98.00±2.00(0.37)	98.00±2.00(1.00)	96.00±2.45(1.00)
4.0	100.00±0.00(0.37)	98.00±2.00(0.37)	94.00±4.00(0.17)	100.00±0.00(0.17)
5.0	98.00±2.00(1.00)	100.00±0.00(1.00)	96.00±2.45(0.62)	98.00±2.00(0.62)

3　结论与讨论

3.1　除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的直接影响

曾杨等测试了 10 种除草剂在常用浓度下对空心莲子草叶甲成虫存活的影响,以 LC_{50} 为标准,判定包括除草剂 33% 二甲戊乐灵乳油引起叶甲成虫高达 38% 的死亡率在内的 8 种除草剂对该叶甲成虫影响不大,只有 20% 百草枯水剂、12% 噁草酮乳油引起叶甲成虫死亡率分别达到 80% 与 56.7%,才判定对该叶甲成虫有较大影响[12]。本文测试的 4 种除草剂及不同浓度测试液虽然对空心莲子草叶甲不同虫态、不同龄期幼虫及同一龄期不同发育阶段、雌雄虫的杀伤效果有明显差异,且与对照比较,多数情况下这种杀伤作用没有达到显著水平,但草甘膦、农达、水花生净和 35% 苄·丁可湿粉均不同程度地降低空心莲子草叶甲卵孵化率、幼虫与成虫存活率及蛹羽化率,表明除草剂的施用将直接杀死叶甲部分个体,降低种群数量,从而影响其对空心莲子草的生物防治作用。

3.2　除草剂胁迫对空心莲子草叶甲种群的间接影响

在除草剂胁迫下,空心莲子草腐烂或枯萎,导致叶甲蛹不能顺利羽化或出现残翅、不完全羽化等弱质个体,这些个体寿命缩短、活动力与繁殖能力下降,影响叶甲种群存活品质。草甘膦、农达、水花生净等是田间常用除草剂,对空心莲子草防除效果显著[13-15],施用后空心莲子草的地上部分凋落、死亡,叶甲因失去食物与庇护所将大量死亡。在测试过程中发现,空心莲子草叶甲对测试除草剂均表现一定程度的忌避反应,特别是在高浓度除草剂胁迫下,部分被试幼虫与成虫均出现拒食行为,离开空心莲子草,停留在测试皿的边缘或保鲜膜上,这也是高浓度除草剂胁迫下,各龄期叶甲与成虫反而有较高存活率的重要原因。田间施用除草剂时,有部分叶甲能迁移到周边的其他生境与植物上,但因空心莲子草是唯一能使空心莲子草叶甲完成生长发育、繁殖的寄主植物[5,7,16],因此叶甲终因饥饿而死亡。除草剂胁迫对空心莲子草叶甲的间接影响更大。

3.3　应对策略

根据研究结果,建议应用上尽量选择对叶甲杀伤力小的除草剂。推荐在田间施用除草剂防除空心莲子草

时,间隔留小斑块面积不施药,为叶甲提供食物与避护所。一方面,受除草剂胁迫迁移至小斑块上的叶甲,种群密度较高,能控制小斑块的草害;另一方面,维持田间较高的叶甲种群数量,当药后空心莲子草恢复生长时能迅速迁移其上,较好地发挥其生物防治效果。

References:

[1] Sainty G, McCorkelle G, Julien M. Control and spread of alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., in Australia: lessons for other regions. Wetlands Ecology and Management, 1998, 5(3): 195-201.

[2] Li J, Ye W H. Genetic diversity of alligator weed ecotypes is not the reason for their different responses to biological control. Aquatic Botany, 2006, 85(2): 155-158.

[3] Pomella A W V, Barreto R W, Charudattan R. *Nimbya alternantherae* a potential biocontrol agent for alligatorweed, *Alternanthera philoxeroides*. BioControl, 2007, 52(2): 271-288.

[4] Jia X, Pan X Y, Li B, Chen J K, Yang X Z. Allometric growth, disturbance regime, and dilemmas of controlling invasive plants: a model analysis. Biological Invasions, 2009, 11(3): 743-752.

[5] Wang R, Zhang G C, Wang Y, Li J X. Host specificity tests for *Agasicles hygrophila* (Col: Chrysomelidae), a biological control agent of alligatorweed. Chinese Journal of Biological Control, 1988, 4(1): 14-17.

[6] Liu Y F, Liu W H, Wan F H. A study on the diffusion, distribution and control of alligatorweedin China. Proceedings of Annual Symposium of Society of Plant Protection in 2008. Chongqing, 2008: 210-214.

[7] Wu Z Q, Cai Y C, Guo Z X, Wang T B. Host specificity tests for *Agasi cles hygrophila* (Col: Chrysomelidae), abiological control agent of alligatorwrweed. Entomological Joumal of East China, 1994, 3(2): 98-100.

[8] Liu Y F, Liu W H, Wan F H. Massive rearing of the alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae), in the laboratory. Acta Entomologica Sinica, 2009, 52(8): 867-874.

[9] Julien M H, Skarratt B, Maywald G F. Potential geographical distribution of alligator weed and its biological control by *Agasicles hygrophila*. Journal of Aquatic Plant Management, 1995, 33: 55-60.

[10] Ding J Q, Richard R, Wu Y, Zheng H, Fu W D. Biological control of invasive plants through collaboration between China and the United States of America: a perspective. Biological Invasions, 2006, 8(7): 1439-1450.

[11] Li H K, Li M, Li D. Alligator weed and its biological control. World Agriculture, 2000, 2: 36-36.

[12] Zeng Y, Zheng W J, Tian S R, Zhuang Z R. Bioactivity of 16 species of Chemical against the adult of *Agasicles hygrophila*. Chinese Journal of Pesticides, 2005, 44(12): 567-569.

[13] Wang C. The control experiment of alligator weed using glyphosate. Journal of Anhui Forestry, 2006, (5): 40-40.

[14] Yao D R, Li G, Chen J, Lu Q H, Liu J. A report on control effects of Roundup for alligator weed. Weed Science, 1997, (4): 27-28.

[15] Shun F S. Chemical contriol method for alligator weed. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2005, 11(2): 58-58.

[16] Li J, Zheng F K. Capacity for food taking and starvation endurance of adults of Agasicles hygrophila Selman & Vogt. Sichuan Journal of Zoology, 2007, 26(1): 116-117.

参考文献:

[5] 王韧, 王远, 张格成, 李继祥. 空心莲子草叶(虫甲)的寄主专一性测验. 中国生物防治, 1988, 4(1): 14-17.

[6] 刘雨芳, 刘文海, 万方浩. 空心莲子草在中国的扩散分布及防治研究. 植物保护科技创新与发展——中国植物保护学会 2008 年学术年会论文集. 重庆, 2008: 210-214.

[7] 吴珍泉, 蔡元呈, 郭振铣, 王天宝. 空心莲子草叶甲寄主专一性测验. 华东昆虫学报, 1994, 3(2): 98-100.

[8] 刘雨芳, 刘文海, 万方浩. 空心莲子草叶甲室内大量繁殖研究. 昆虫学报, 2009, 52(8): 867-874.

[11] 李宏科, 李萌, 李丹. 空心莲子草及其生物防治. 世界农业, 2000, 2: 36-36.

[12] 曾扬, 郑伟洁, 田世尧, 庄镇瑞. 16 种农药对莲草直胸跳甲成虫的生物活性测定. 农药, 2005, 44(12): 567-569.

[13] 王超. 草甘膦防除空心莲子草实验. 安徽林业, 2006, (5): 40-40.

[14] 姚东瑞, 李贵, 陈杰, 陆秋华, 刘荆. 农达对水花生的防效试验报告. 杂草科学, 1997, (4): 27-28.

[15] 孙方胜. 水花生化学防除技术. 安徽农学通报, 2005, 11(2): 58-58.

[16] 李君, 郑发科. 空心莲子草叶甲成虫取食量和耐饥饿能力的研究. 四川动物, 2007, 26(1): 116-117.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 17 September, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Marine ecological capital: valuation of standing stock of marine living resources ····· REN Dachuan, CHEN Shang, XIA Tao, et al (4805)
Effect of Endophytic fungi on growth and photosynthetic characteristics of *Achnatherum sibiricum* ····· JIA Tong, REN Anzhi, WANG Shuai, et al (4811)
Based on image processing technology estimatingleaves stomatal density of *Populus euphratica* and analysis of its ecological significance ····· JIAN Shengqi, ZHAO Chuanyan, ZHAO Yang, et al (4818)
Evaluation of the ecological instream flow in the Yellow River basin with hydrological alterations ····· ZHANG Qiang, LI Jianfeng, CHEN Xiaohong, et al (4826)
The ecological effects of *Suaeda salsa* on repairing heavily degraded coastal saline-alkaline wetlands in the Yellow River Delta ····· GUAN Bo, YU Junbao, LU Zhaohua, et al (4835)
Toxicity risks to the closed tidal flat ecosysten of a PCBs waste savepoint at the coast of Zhejiang ····· HE Shanying, CHEN Kunbai (4841)
Methane emission from a *Carex*-dominated wetland in Poyang Lake ····· HU Qiwu, ZHU Lili, XING Ruixin, et al (4851)
The study on Ice-fish Resources in the Three Gorges Reservoir ····· SHAO Xiaoyang, LI Daofeng, TAN Lu, et al (4858)
Effects of acute cold stress onserum biochemical and immune parameters and liver HSP70 gene expression in GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) ····· LIU Bo, WANG Meiyao, XIE Jun, et al (4866)
Acute toxicityand effect of Cd^{2+} on life table demography of *Brachionus angularis* and *Keratella valga* ····· XU Dandan, XI Yilong, MA Jie, et al (4874)
The association of BDNF gene polymorphisms with normal behavior traits in house-hold sika deer (*Cervus nippon*) ····· LÜ Shenjin, YANG Yan, WEI Wanhong (4881)
Characteristics and controlling factors of photosynthesis in a maize ecosystem on the North China Plain ····· TONG Xiaojuan, LI Jun, LIU Du (4889)
The soil macrofaunal community structure under a long-term fertilization in wheat field ····· GU Yanfang, ZHANG Li, DING Shengyan, et al (4900)
Effect of earthworms on the photosynthetic characteristics of wetland plants and their capacity to purify wastewater ····· XU Defu, LI Yingxue, WANG Ranghui, et al (4907)
Toxicity of three pesticides and their effects on carboxylesterase activity of *Propsilocerus akamusi* ····· FANG Guofei (4914)
Reproductive behavior character and sexual tendency of the adult *Zeuzera leuconotum* Butler (Lepidoptera: Cossidae) ····· LIU Jinlong, ZONG Shixiang, ZHANG Jintong, et al (4919)
Effects of herbicides stress on the population of alligator weed flea beetles, *Agasicles hygrophila* (Col.: Chrysomelidae) and corresponding strategies ····· LIU Yufang, PENG Meifang, WANG Chengchao, et al (4928)
Patterns of fruit and seed production and ecological significance in desert species *Eremosparton songoricum* (FABACEAE) ····· SHI Xiang, WANG Jiancheng, ZHANG Daoyuan, et al (4935)
Effect of different nitrogen supply on the temporal and spatial distribution and remobilization of canopy nitrogen in winter wheat under limited irrigation condition ····· HAO Baozhen, JIANG Lina, FANG Baoting, et al (4941)
Plant architecture characteristics of *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* in Zhungar Basin ····· WANG Lijuan, SUN Dongyuan, ZHAO Chengyi, et al (4952)
Downscaling land surface temperature based on relationship between surface temperature and vegetation index ····· NIE Jianliang, WU Jianjun, YANG Xi, et al (4961)
Differential characteristics of soil $\delta^{15}N$ under varying vegetation in karst areas ····· WANG Zhijun, LIANG Xuan, HE Qiufang, et al (4970)
Effect of nitrogen application rate on growth and leaf photosynthetic characteristics of *Jatropha curcas* L. seedlings ····· YIN Li, HU Tingxing, LIU Yongan, et al (4977)
Seasonal variations in leaf C, N, and P stoichiometry of typical plants in the Yangou watershed in the loess hilly gully region ····· WANG Kaibo, SHANGGUAN Zhouping (4985)
Clonal integration enhances the ability to scavenge reactive oxygen species in root of *Cynodon dactylon* subjected to submergence ····· LI Zhaojia, YU Jie, FAN Dayong, et al (4992)
Pattern oflow-covered sand-fixing woodland and its windbreak effect ····· YANG Wenbin, DONG Huilong, LU Qi, et al (5000)
Evaluation of soil and water conservation capacity of different forest types in Dongling Mountain ····· MO Fei, LI Xuyong, HE Shuxia, et al (5009)
Changes in structural components and respiration rates of coarse woody debris at the initial decomposition stage for 11 temperate tree species ····· ZHANG Limin, WANG Chuankuan, TANG Yan (5009)
Characteristics of nutrient cycling in first and second rotations of Chinese fir plantations ····· TIAN Dalun, SHEN Yan, KANG Wenxing, et al (5025)
The optimal design of a connected nature reserve network ····· WANG Yicheng (5033)
Sub-areas compartmentalization of Changjiang Estuary based on the natural geographical characteristics ····· LIU Lusan, ZHENG Binghui, MENG Wei, et al (5042)
The environmental and economic influence of coal-electricity integration exploitation in the Xilingol League ····· WU Di, DAI Fangzhou, YAN Yan, et al (5055)

Review and Monograph

The influence of diversity changes of ecological conditions on the survival of honey bees ····· HOU Chunsheng, ZHANG Xuefeng (5061)

Scientific Note

The spatio-temporal change in the secondary production of macrozoobenthos in the intertidal zone of Jiaozhou Bay ····· ZHANG Chongliang, XU Binduo, REN Yiping, et al (5071)
The studying system construction of wetland parks ····· WANG Lilong, LU Lin (5081)
Ecological footprint analysis of a semi-arid grassland region facilitates assessment of its ecological carrying capacity: a case study of Xilinguole League ····· YANG Yan, NIU Jianming, ZHANG Qing, et al (5096)

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 17 期　（2011 年 9 月）

ACTA ECOLOGICA SINICA
（Semimonthly，Started in 1981）
Vol. 31　No. 17　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
主　　编　冯宗炜
主　　管　中国科学技术协会
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
出　　版　科学出版社
地址：北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
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@cspg.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
广告经营许可证　京海工商广字第 8013 号

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
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
Published by Science Press
Add：16 Donghuangchenggen North Street，Beijing　100717，China
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@cspg.net
Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading Corporation
Add：P. O. Box 399 Beijing 100044，China

ISSN 1000-0933

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