

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第21期 Vol.31 No.21 **2011**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

中国科学院科学出版基金资助出版

第 31 卷 第 21 期

2011 年 11 月 (半月刊)

目 次

基于景观格局理论和理想风水模式的藏族乡土聚落景观空间解析——以甘肃省迭部县扎尕那村落为例·····	史利莎,严力蛟,黄璐,等 (6305)
武夷山风景名胜区景观生态安全度时空分异规律·····	游巍斌,何东进,巫丽芸,等 (6317)
旅游地道路生态持续性评价——以云南省玉龙县为例·····	蒋依依 (6328)
城市空间形态紧凑度模型构建方法研究·····	赵景柱,宋瑜,石龙宇,等 (6338)
丹顶鹤多尺度生境选择机制——以黄河三角洲自然保护区为例·····	曹铭昌,刘高焕,徐海根 (6344)
西南喀斯特区域水土流失敏感性评价及其空间分异特征·····	凡非得,王克林,熊鹰,等 (6353)
流域尺度海量生态环境数据建库关键技术——以塔里木河流域为例·····	高凡,闫正龙,黄强 (6363)
雌雄异株植物鼠李的生殖分配·····	王娟,张春雨,赵秀海,等 (6371)
长白山北坡不同年龄红松年表及其对气候的响应·····	王晓明,赵秀海,高露双,等 (6378)
不同高寒退化草地阿尔泰针茅种群的小尺度点格局·····	赵成章,任珩,盛亚萍,等 (6388)
残存银杏群落的结构及种群更新特征·····	杨永川,穆建平, TANG Cindy Q, 等 (6396)
濒危植物安徽羽叶报春两种花型的繁育特性及其适应进化·····	邵剑文,张文娟,张小平 (6410)
神农架海拔梯度上 4 种典型森林的乔木叶片功能性状特征·····	罗璐,申国珍,谢宗强,等 (6420)
不同植被恢复模式下煤矸石山复垦土壤性质及煤矸石风化物的变化特征·····	王丽艳,韩有志,张成梁,等 (6429)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林分的影响·····	张喜,崔迎春,朱军,等 (6442)
内蒙古高原锦鸡儿属植物的形态和生理生态适应性·····	马成仓,高玉葆,李清芳,等 (6451)
古尔班通古特沙漠西部梭梭种群退化原因的对比分析·····	司朗明,刘彤,刘斌,等 (6460)
白石砬子国家级自然保护区天然林的自然稀疏·····	周永斌,殷有,殷鸣放,等 (6469)
黑龙江省东完达山地区东北虎猎物种群现状及动态趋势·····	张常智,张明海 (6481)
基于 GIS 的马铃薯甲虫扩散与河流关系研究——以新疆沙湾县为例·····	李超,张智,郭文超,等 (6488)
2010 年广西兴安地区稻纵卷叶螟发生动态及迁飞轨迹分析·····	蒋春先,齐会会,孙明阳,等 (6495)
B 型烟粉虱对寄主转换的适应性·····	周福才,李传明,顾爱祥,等 (6505)
利用 PCR-DGGE 方法分析不同鸡群的盲肠微生物菌群结构变化·····	李永洙, Yongquan Cui (6513)
鸡粪改良铜尾矿对 3 种豆科植物生长及基质微生物量和酶活性的影响·····	张宏,沈章军,阳贵德,等 (6522)
铜绿微囊藻对紫外辐射的生理代谢响应·····	汪燕,李珊珊,李建宏,等 (6532)
10 种常见甲藻细胞体积与细胞碳、氮含量的关系·····	王燕,李瑞香,董双林,等 (6540)
冬季太湖表层底泥产毒蓝藻群落结构和种群丰度·····	李大命,孔繁翔,于洋,等 (6551)
城市机动车道颗粒物扩散对绿化隔离带空间结构的响应·····	蔺银鼎,武小刚,郝兴宇,等 (6561)
新疆城镇化与土地资源产出效益的空间分异及其协调性·····	杨宇,刘毅,董雯,等 (6568)
山东潍坊地下水硝酸盐污染现状及 $\delta^{15}\text{N}$ 溯源·····	徐春英,李玉中,李巧珍,等 (6579)
增温对宁夏引黄灌区春小麦生产的影响·····	肖国举,张强,张峰举,等 (6588)
一种估测小麦冠层氮含量的新高光谱指数·····	梁亮,杨敏华,邓凯东,等 (6594)
黄河上游灌区稻田 N_2O 排放特征·····	张惠,杨正礼,罗良国,等 (6606)
专论与综述	
植物源挥发性有机物对氮沉降响应研究展望·····	黄娟,莫江明,孔国辉,等 (6616)
植物种群更新限制——从种子生产到幼树建成·····	李宁,白冰,鲁长虎 (6624)
研究简报	
遮荫对两个基因型玉米叶片解剖结构及光合特性的影响·····	杜成凤,李潮海,刘天学,等 (6633)
学术信息与动态	
科学、系统与可持续性——第六届工业生态学国际大会述评·····	石海佳,梁赛,王震,等 (6641)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 340 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 37 * 2011-11	



封面图说: 鹤立——丹顶鹤是世界 15 种鹤数量极小的一种,主要栖息在沼泽、浅滩、芦苇塘等湿地,以捕食小鱼虾、昆虫、蛙蚺、软体动物为主,也吃植物的根茎、种子、嫩芽。善于奔驰飞翔,喜欢结群生活。丹顶鹤属迁徙鸟类,主要在我国的黑龙江、吉林、俄罗斯西伯利亚东部、朝鲜北部以及日本等地繁殖。在长江下游一带越冬。在中国文化中有“仙鹤”之说。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录,濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。

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

周福才, 李传明, 顾爱祥, 王萍, 任佳. B 型烟粉虱对寄主转换的适应性. 生态学报, 2011, 31(21): 6505-6512.

Zhou F C, Li C M, Gu A X, Wang P, Ren J. Adaptability of B-biotype *Bemisia tabaci* (Gennadius) to Host Shift. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(21): 6505-6512.

B 型烟粉虱对寄主转换的适应性

周福才^{1,*}, 李传明^{1,2}, 顾爱祥¹, 王 萍¹, 任 佳¹

(1. 扬州大学园艺与植物保护学院, 扬州 225009; 2. 江苏里下河地区农业科学研究所, 扬州 225007)

摘要: 将 B 型烟粉虱分别从嗜性较强的番茄上转移到嗜性相对较弱的国抗 22 棉花、泗棉 3 号棉花和辣椒上, 以及从嗜性较弱的辣椒上转移到嗜性相对较强的番茄、国抗 22 棉花和泗棉 3 号棉花上, 观察寄主转移后的 F₁ 代、F₂ 代、F₃ 代烟粉虱产卵效应和寄主适应度的变化; 将 F₄ 代烟粉虱再转移到原寄主, 观察烟粉虱产卵效应和寄主适应度的恢复情况。结果表明, 烟粉虱在不同嗜性寄主上的产卵效应存在明显的差异。在不同嗜性的寄主之间转移, 烟粉虱的寄主适应度变化趋势不同, 从嗜性较强的寄主转移到嗜好性相对较弱的寄主上, 烟粉虱的寄主适应度迅速下降; 从嗜性较弱的寄主向嗜性较强的寄主转移后, 烟粉虱的适应度则会迅速提高。烟粉虱对新寄主的适应速度与其对原寄主和新寄主之间的嗜性差异程度有关, 但一般经过 1—2 个世代后, 产卵效应会逐渐恢复到烟粉虱在该寄主上的正常水平。从过渡寄主转移到原寄主, 烟粉虱的寄主适应度变化符合一般的寄主转移规律, 但嗜性相对较强的过渡寄主可以刺激烟粉虱提高寄主适应性。

关键词: B 型烟粉虱; 寄主; 寄主转换; 寄主适应性

Adaptability of B-biotype *Bemisia tabaci* (Gennadius) to Host Shift

ZHOU Fucal^{1,*}, LI Chuanming^{1,2}, GU Aixiang¹, WANG Ping¹, REN Jia¹

1 School of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China

2 Jiangsu Lixiahe Institute of Agriculture Science, Yangzhou 225007, China

Abstract: The spawning ability and host adaptability of B-biotype *Bemisia tabaci* were measured in F₁, F₂, and F₃ generations after being transferred from its preferred host, tomato, to the low-preference hosts cotton (cultivars Guokang 22 and Simian 3) and capsicum. We also evaluated its spawning and adaptability after transfer from capsicum to tomato and the two cotton cultivars. *B. tabaci* adults in the F₄ generation produced on new hosts were transferred back to the original host plants, and the recovery of their spawning ability and their host adaptability were examined. The results showed significant differences in the spawning ability of *B. tabaci* among six host plants: capsicum, Simian 3 cotton, Guokang 22 cotton, tomato, *Abutilon theophrasti*, and eggplant. The spawning ability on these host plants, from greatest to least, was as follows: tomato > velvetleaf > eggplant > GK22 cotton > S3 cotton > capsicum. After being transferred from the preferred host, tomato, to low-preference hosts (GK22 cotton and S3 cotton, and capsicum) the spawning ability of *B. tabaci* adults in the F₁ generation decreased by 23.9, 58.7, and 41.3%, respectively, and the host adaptability decreased by 40.5, 44.3, and 54.2%, respectively. The spawning ability and host adaptability gradually increased in successive generations. However, there were no differences in the host adaptability between the F₂ and F₃ generations, indicating that *B. tabaci* adapted to the new host after the F₂ generation. After transfer from the low-preference host, capsicum, to tomato, GK22 cotton, and S3 cotton, the spawning ability of *B. tabaci* adults in the F₁ generation increased by 23.7, 17.8, and 25.8%, respectively, and the host adaptability increased by 103.07, 36.4, and 59.1%, respectively. The spawning ability and

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程项目; 江苏省自然科学基金(BK2008207); 江苏省教育厅自然科学基金(07KJB210134); 江苏省农业科技自主创新资金项目(2011)

收稿日期: 2010-10-16; **修订日期:** 2011-06-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fczhou@yzu.edu.cn

host adaptability leveled off in successive generations. After transfer from capsicum to the other three hosts, the spawning ability and host adaptability in the same generation was consistent with the original preferences of *B. tabaci* towards these hosts. We evaluated *B. tabaci* adults in the F_4 generation that had originally been transferred from tomato hosts to the three other host plants (bridging hosts) and then back to the original host, tomato. In the F_1 generation, the spawning ability greatly increased. However, with successive generations, the spawning ability decreased slightly and then leveled off. After transfer from the bridging host back to tomato, the host adaptability gradually increased. When GK22 and S3 cotton were used as bridging hosts, the host adaptabilities of the F_2 and F_3 generations were significantly greater than that of the F_1 generation. When capsicum was used as bridging host, the host adaptability of the F_3 generation was significantly greater than those of the F_1 and F_2 generations. We also evaluated *B. tabaci* adults in the F_4 generation that had originally been transferred from capsicum to the other three hosts and then back to capsicum. The spawning ability markedly decreased in the F_1 generation, then increased in the F_2 generation and leveled off in the F_3 generation. The host adaptability of *B. tabaci* adults that were transferred from the three bridging hosts to the preferred host, tomato, was higher than that of *B. tabaci* adults retained on the original host. After being exposed to the cotton bridging hosts (GK22 and S3), the host adaptability increased by 19.8 and 25.2%, respectively. After exposure to tomato as the bridging host, the host adaptability of *B. tabaci* increased by 30.5%. These results indicate that strong bridging hosts can stimulate the host adaptability of *B. tabaci*.

Key Words: B-biotype *Bemisia tabaci*; host plant; hostshift; host adaptability

烟粉虱属于多食性昆虫, 寄主范围广泛。据初步估计, 目前烟粉虱的寄主植物有 600 余种^[1-3], 我国已发现 60 科 260 多种, 遍及 20 多个省(市、自治区)^[4-6]。虽然一些专家认为, 烟粉虱寄主范围广泛可能与它具有较强的寄主适应性有关, 然而, 关于烟粉虱寄主适应性的研究目前还少见报道。一些学者从烟粉虱寄主转换后对新寄主上营养物质的利用^[7]、消化酶活性的变化^[8-9], 以及在新寄主上的发育速率和存活率的恢复^[10]等方面进行了探讨, 建立了一套烟粉虱的寄主适应性评价模型, 并从不同的侧面对烟粉虱的寄主适应性进行了初步研究^[11]。

烟粉虱属热带、亚热带地区的昆虫, 在我国正常年份的气候条件下, 浙江台州(约北纬 28°)以北的广大地区不能露地越冬^[12]。在江苏北部地区烟粉虱可以在双膜覆盖的塑料大棚和日光温室等保护地设施中越冬, 第 2 年春末夏初气温回升时随着大棚揭膜, 由近及远从越冬场所逐渐向大田寄主作物上扩散^[13]。烟粉虱在扩散过程中经历了从越冬寄主到露地新寄主的转换过程, 在露地作物之间, 烟粉虱也会因各种原因在不同嗜性的寄主植物之间进行寄主转换。由于寄主转换过程中的寄主适应性直接影响烟粉虱在新寄主上的定殖和种群暴发, 本文拟通过对烟粉虱在不同嗜性寄主植物之间转移后的产卵效应和寄主适应性的研究, 阐明烟粉虱种群在寄主植物之间以及同一寄主的不同世代之间适应性的变化规律, 为进一步揭示烟粉虱的种群暴发机制和种群控制提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试寄主为番茄, 品种为上海 906; 辣椒, 品种为河南汴椒 1 号; 茄子, 品种为四川黑马墨茄。以上 3 种作物的种子均由扬州市蔬菜种子有限公司生产, 供试时生育期均为开花期, 花蕾形成后人工摘除。苘麻, 利用野外自然植株种子繁殖, 供试时为开花期。棉花, 国抗 22(转 Bt 基因棉花, 简称 GK22), 泗棉 3 号(GK22 转基因前亲本, 简称 S3), 以上两个品种棉花由江苏省沿江地区农科所提供, 供试时主茎 8 张叶片。番茄、GK22 棉花、S3 号棉花、辣椒等 4 种寄主植物中, 烟粉虱对番茄的嗜好性最强, 对辣椒的嗜好性最弱^[5]。根据实验要求, 寄主植物在温室中采用分批播种的方法盆栽。寄主植物统一水肥管理, 作物生长期间不施用任何农药。

供试虫源为 B 型烟粉虱, 虫源在养虫室内用番茄饲养。试验前分别接到上述供试寄主植物上隔离繁殖 5 代以上供试。

1.2 试验方法

1.2.1 烟粉虱转寄主处理

取虫源成虫 100 头左右, 利用透明塑料自封口袋分别接到供试寄主上产卵, 24 h 后移去成虫。寄主植物放入光暗周期(L:D)=14 h:10 h、温度(28±0.5)℃、相对湿度 70% 左右的光照培养箱中饲养, 如此收集的卵, 发育到成虫时为转寄主 F₁ 代成虫。将此成虫再接到干净的同种寄主植物上产卵, 发育出的成虫为转寄主 F₂ 代成虫。以此类推。

1.2.2 烟粉虱的幼期存活率

选取长势基本一致的幼苗若干株, 每株选留完全展开的叶片 4—6 片, 在解剖镜下用毛笔除净虫卵、异物后, 置于 50 cm×50 cm×50 cm 的养虫笼罩中, 每笼接成虫 100 头左右, 24 h 后移去成虫。供试寄主每株标记 2 张叶片, 每叶标记 30 粒卵。每天 1 次检查卵或若虫的存活情况, 计算存活率。试验重复 3 次。

1.2.3 烟粉虱的产卵量调查方法见文献^[14]

1.3 数据处理

产卵量和发育历期数据用 DPS 7.05 软件处理, 应用 Duncan 新复极差法进行多重比较。烟粉虱的产卵效应和寄主适应度参照文献^[11]的方法计算。通过平均产卵量(m)和方差(V)评估寄主植物对烟粉虱繁殖力影响的产卵效应(O);通过产卵量(m)和幼虫成活率(l)以及最高产卵量($m_{\max}$)综合评估烟粉虱寄主适应度(W)。

$$\text{产卵效应} \quad O = m/\ln V$$

式中, m 为平均产卵量, v 为方差。

$$\text{寄主适应度 } W = \ln \left(\frac{1 - e^{2000 ml(m/m_{\max} - 1)}}{1 - e^{ml/m_{\max} - 1}} \right)$$

式中, m 为产卵量, l 为幼虫成活率, $m_{\max}$ 为最高产卵量。

2 结果与分析

2.1 烟粉虱在不同嗜性寄主上的产卵效应

在不同嗜性的寄主植物上, 烟粉虱的平均产卵量变异较大。在供试的 6 种寄主植物上, 烟粉虱每头雌虫 3 d 的平均产卵量为 51.63—81.38 粒(表 1), 在不同寄主植物上平均产卵量的大小依次为辣椒(51.63)<S3 棉花(57.62)<GK22 棉花(65.57)<番茄(66.86)<苘麻(78.25)<茄子(82.63), 其中在茄子上的平均产卵量较辣椒高 60.04%, 两者有显著差异($P<0.05$)。结果表明, 烟粉虱成虫在供试的 6 种寄主植物上的产卵存在明显差异。

烟粉虱在 6 种寄主上的产卵效应也表现出一定的差异, 在供试的 6 种寄主植物上, 产卵效应表现依次为辣椒(8.09)<S3 棉花(9.50)<GK22 棉花(9.82)<茄子(11.32)<苘麻(11.36)<番茄(12.48)(表 1), 其中在番茄上的平均产卵量较辣椒高 54.26%, 两者显著差异($P<0.05$)。结果表明, 烟粉虱成虫在供试的 6 种寄主植物上的产卵效应也存在明显差异。

2.2 多代寄主转移过程中的产卵效应及寄主适应度

分别将烟粉虱从番茄转移到其他 3 种寄主上和将烟粉虱从辣椒转移到其他 3 种寄主上, 研究烟粉虱在不同嗜好性寄主之间转移过程中的产卵效应(O)

表 1 不同寄主植物上烟粉虱种群的产卵效应

Table 1 The oviposition for population of *B. tabaci* on different host plants

寄主 Host plant	产卵量 Eggs	产卵效应 Oviposition (O)
番茄 Tomato	66.86±7.17ab	12.48
苘麻 Velvetleaf	78.25±11.64ab	11.36
茄子 Plantegg	82.63±8.253a	11.32
GK22 棉花 GK22 Cotton	65.57±7.492ab	9.82
S3 棉花 S3 Cotton	57.62±7.346ab	9.50
辣椒 Capsicum	51.63±8.598b	8.09

表内数字为平均数±标准误; 数字后英文字母为 Duncan 多重比较的检验结果, 同列数字后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异

和寄主适应度(W),以及适应性的恢复情况。

2.2.1 从嗜性强的寄主转移到嗜性弱的寄主

烟粉虱从番茄转移到嗜好性相对较弱的 GK22 棉花、S3 棉花和辣椒上后,其 F_1 代的产卵效应和寄主适应度均明显降低,如由番茄转移到 GK22 棉花、S3 号棉花和辣椒上时, F_1 代的产卵效应分别下降了 23.9%、58.7% 和 41.3%,寄主适应度分别下降了 40.5%、44.3% 和 54.2% (表 2)。从表 2 还可以看出,随着世代数的增加,产卵效应和寄主适应度逐渐提高,如由番茄转移至 GK22 棉花上后,烟粉虱转寄主 F_1 代、 F_2 代、 F_3 代的产卵效应分别为 9.5、9.8 和 9.9,寄主适应度分别为 0.8、1.2、1.3。需要指出的是,从番茄转移到棉花和辣椒上,烟粉虱在新寄主上 F_2 代和 F_3 代之间的寄主适应度没有明显差异,说明从番茄转移到棉花和辣椒上, F_2 代以后烟粉虱就基本适应了新寄主。

烟粉虱从番茄分别转移到 3 种不同嗜性的寄主植物上,比较同一世代不同寄主植物上烟粉虱的产卵效应和寄主适应度,可以发现,3 种寄主植物上烟粉虱的产卵效应和寄主适应度大小与烟粉虱对这些寄主的嗜好性仍然一致,如 GK22 棉花上 3 个世代烟粉虱产卵效应和寄主适应度仍明显高于对应世代的 S3 和辣椒 (表 2),说明寄主转移虽然对烟粉虱的寄主适应性产生影响,但并不能从根本改变烟粉虱对这些寄主的嗜好性。

表 2 烟粉虱从番茄转移至 3 种不同寄主植物上的产卵效应和寄主适应度

Table 2 The changes of oviposition and host performance of <i>B. tabaci</i> during the hosts exchange from tomato to 3 other hosts					
寄主 Host plant	世代 Generation	产卵量 Eggs	产卵效应 Oviposition	存活率/% Survival	寄主适应度 Host performance
GK22 棉花 GK22 cotton	CK	66.86±7.17a	12.48	83.64	1.31±0.18a
	F_1	47.50±3.96a	9.50	65.48	0.78±0.04b
	F_2	57.63±7.35a	9.83	80.64	1.20±0.15ab
	F_3	64.38±5.98a	9.87	84.25	1.26±0.12ab
S3 棉花 S3 cotton	CK	66.86±7.17a	12.48	83.64	1.31±0.18a
	F_1	30.75±6.99b	5.15	75.23	0.73±0.09b
	F_2	51.63±9.80a	7.77	77.25	0.93±0.07b
	F_3	57.25±7.43a	9.28	77.58	1.06±0.10ab
辣椒 Capsicum	CK	66.86±7.17a	12.48	83.64	1.31±0.18a
	F_1	46.23±4.770a	7.33	35.53	0.60±0.02b
	F_2	47.45±6.796a	8.03	39.48	0.63±0.03b
	F_3	49.08±3.842a	8.75	41.27	0.64±0.02b

番茄为对照

2.2.2 从嗜性较弱的寄主转移到嗜性较强的寄主

烟粉虱从嗜性相对较弱的辣椒转移到嗜性较强的番茄、GK22 棉花和 S3 棉花上后,其 F_1 代的产卵量和存活率均明显提高 ($P<0.05$) (表 3),如由辣椒转移到番茄、GK22 和 S3 等 3 种寄主时, F_1 代的产卵效应分别增加了 23.7%、17.8% 和 25.8%,寄主适应度分别增加了 103.0%、36.4% 和 59.12%。随着世代的增加,烟粉虱的产卵效应和寄主适应度逐步趋于稳定。从表 3 可以看出,由辣椒转移至番茄上的烟粉虱,其转寄主后 F_1 代、 F_2 代、 F_3 代的产卵效应分别为 10.0、9.8、9.9,寄主适应度分别为 1.3、1.2、1.3。烟粉虱从辣椒转移到 GK22 棉花和 S3 棉花上也得到类似的结果。

烟粉虱从辣椒分别转移到 3 种不同嗜性的寄主上,比较同一世代不同寄主植物上烟粉虱的产卵效应和寄主适应度,可以发现,3 种寄主植物上烟粉虱的产卵效应和寄主适应度大小与烟粉虱对这些寄主的嗜好性仍然一致,如烟粉虱从辣椒分别转移到番茄上,3 个世代的产卵效应和寄主适应度仍明显高于对应世代。

2.3 烟粉虱从过渡寄主再转回原寄主后的产卵效应及寄主适应度

将从番茄转移到 3 种不同寄主 (下文称为过渡寄主) 上饲养的 F_4 代烟粉虱成虫再接回到原寄主番茄上 (表 4),其 F_1 代的产卵效应迅速提高,但随着世代数的增加,产卵效应小幅回落,并趋于稳定。从过渡寄主

回接到番茄上后, 寄主适应度逐步提高, 其中从过渡寄主 GK22 棉花和 S3 棉花回接的 F_2 代、 F_3 代的寄主适应性显著高于 F_1 代, 从过渡寄主辣椒上回接的 F_3 代的寄主适应性显著高于 F_1 代和 F_2 代。

表 3 烟粉虱从辣椒转移至 3 种寄主植物上的产卵效应和寄主适应度

Table 3 The changes of oviposition and host performance of *B. tabaci* during the hosts exchange from capsicum to 3 other hosts

寄主 Host plant	世代 Generation	产卵量 Eggs	产卵效应 Oviposition	存活率/% Survival	寄主适应度 Host performance
GK22 棉花 GK22 cotton	CK	51.63±8.598a	8.09	40.85	0.66±0.04b
	F_1	60.21±7.176a	10.01	80.27	1.34±0.31a
	F_2	62.52±8.538a	9.81	82.23	1.15±0.17a
	F_3	64.35±9.208a	9.87	85.25	1.32±0.28a
S3 棉花 S3 cotton	CK	51.63±8.598a	8.09	40.85	0.66±0.04b
	F_1	53.08±5.707a	9.53	70.56	0.90±0.08a
	F_2	53.23±5.836a	9.50	73.48	0.94±0.09a
	F_3	53.78±5.775a	9.62	75.24	0.97±0.10a
番茄 Tomato	CK	51.63±8.598a	8.09	40.85	0.66±0.04b
	F_1	60.50±6.895a	10.18	82.27	1.05±0.09a
	F_2	61.25±7.091a	10.21	83.75	1.05±0.06a
	F_3	68.88±10.22a	10.24	84.23	1.15±0.18a

辣椒为对照

表 4 烟粉虱从过渡寄主回转到原寄主番茄上的产卵效应和寄主适应度

Table 4 The changes of oviposition and host performance of *B. tabaci* during the hosts exchange from the transition host to the original host plant tomato

过渡寄主 Transition host	世代 Generation	产卵量 Eggs	产卵效应 Oviposition	存活率/% Survival	寄主适应度 Host performance
GK22 棉花 GK22 cotton	CK	64.38±5.98a	9.87	84.25	1.26±0.12b
	F_1	60.23±7.85a	10.72	80.68	1.23±0.18b
	F_2	63.45±7.03a	10.62	84.23	1.51±0.29a
	F_3	64.67±7.79a	10.45	85.58	1.57±0.34a
S3 棉花 S3 cotton	CK	57.25±7.43a	9.28	77.58	1.06±0.10b
	F_1	56.52±6.45a	11.10	82.27	1.18±0.15ab
	F_2	57.35±10.32a	10.67	83.75	1.35±0.30a
	F_3	62.50±7.03a	10.37	85.41	1.64±0.43a
辣椒 Capsicum	CK	49.08±3.84b	8.75	41.27	0.64±0.02b
	F_1	59.25±6.21ab	10.34	70.85	1.01±0.11ab
	F_2	62.67±6.30ab	9.94	80.18	1.03±0.04ab
	F_3	68.70±7.39a	10.31	81.89	1.39±0.28a

对应过渡寄主的 F_3 代为对照, 表 5 同

将从辣椒分别转移到番茄、GK22 棉花和 S3 棉花等 3 种过渡寄主上饲养的 F_4 代烟粉虱成虫再回接到辣椒上(表 5), 其 F_1 代的产卵效应迅速下降, 但从 F_2 代起又逐步回升。从 3 种过渡寄主回接到辣椒上后, 寄主适应性也迅速下降, 但从 F_2 代起又逐步回升, 并趋于稳定。

比较表 2、表 4 可以看出, 从 3 种过渡寄主回接到番茄后烟粉虱的寄主适应度明显大于在原寄主上的适应度(1.31), 其中经过过渡寄主 GK22 棉花和 S3 棉花处理的烟粉虱的寄主适应度分别提高了 19.8% 和 25.2%。比较表 3、表 5 也可以发现, 经过过渡寄主番茄处理的烟粉虱的寄主适应度也提高了 30.5%, 而经过过渡寄主 GK22 棉花和 S3 棉花处理的烟粉虱的寄主适应度没有变化。结果显示, 嗜性相对较强的过渡寄主可以刺激烟粉虱提高寄主适应性。

表5 烟粉虱从过渡寄主回到原寄主辣椒上的产卵效应和寄主适应度

Table 5 The changes of oviposition and host performance of *B. tabaci* during the hosts exchange from the transition host to the original host plant capsicum

过渡寄主 Transition host	世代 Generation	产卵量 Eggs	产卵效应 Oviposition	存活率/% Survival	寄主适应度 Host performance
GK22 棉花 GK22 cotton	CK	64.35±9.208a	9.87	85.25	1.32±0.28a
	F ₁	52.13±8.400a	8.23	35.67	0.62±0.03b
	F ₂	52.63±8.761a	8.20	39.84	0.66±0.05b
	F ₃	52.68±7.131a	8.49	41.05	0.66±0.03b
S3 棉花 S3 cotton	CK	53.78±5.775a	9.62	75.24	0.97±0.10a
	F ₁	51.25±8.823a	7.97	36.8	0.63±0.04b
	F ₂	51.13±8.088a	8.17	38.95	0.64±0.04b
	F ₃	52.46±7.433a	8.30	40.97	0.66±0.04b
番茄 Tomato	CK	68.88±10.22a	10.24	84.23	1.15±0.18a
	F ₁	51.25±8.862a	7.95	45.27	0.69±0.06b
	F ₂	52.75±9.456a	8.03	47.32	0.71±0.07b
	F ₃	54.25±10.34a	8.20	47.43	0.73±0.07b

3 结论与讨论

烟粉虱的发育速率、存活率与寄主植物有关^[7]。在相同的环境条件下,烟粉虱在同一种寄主植物上的发育速率和存活率一般是相对稳定的,所以在一定程度上,发育速率、存活率、内禀增长率等参数可以作为评价烟粉虱对寄主植物适应性的参考指标^[15-16]。在自然情况下,烟粉虱对产卵的寄主植物没有严格的选择性,在不适宜的寄主上仍然会产卵^[17],但是产卵量却因寄主植物种类的不同而有很大的差异^[18-19],因此,产卵效应指标具有更好的稳定性^[16]。本研究也发现,在测定的6种寄主植物间,产卵量和产卵效应两个指标在个别作物间不完全一致,结合对田间不同寄主植物上烟粉虱种群数量的调查,用产卵效应评价烟粉虱对寄主植物的适应性较产卵量指标更符合实际。

烟粉虱从嗜好性较强的寄主转移到嗜好性相对较弱的寄主后,寄主适应性迅速下降,相应的,从嗜性较弱的寄主转移到嗜好性较强的寄主后,烟粉虱的寄主适应性会迅速提高,但不论寄主转换方向如何,一般在F₂代就能基本恢复到新寄主上的正常水平,结果说明烟粉虱具有较强的寄主适应性。本研究还发现,烟粉虱从过渡寄主转移到原寄主过程中,嗜性相对较强的过渡寄主可以刺激烟粉虱提高寄主适应性。虽然烟粉虱种群通过取食获得的适应性提高在遗传上是不稳定的^[14],但就从越冬场所向露地扩散的烟粉虱来说,这种适应性的提高对于其在露地作物上的快速定居和扩大繁殖仍具有重要的意义。

寄主适应是一个诱导的过程,受多种生态因子的综合影响,其最终结果的表现形式也是多样的。许多专食性的植食性昆虫种类可能来源于寄主转换或适应新寄主的过程,如苹果实蝇 *Rhagoletis pomonella* (Walsh) 从山楂转移到栽培种苹果 *Malus pumila* 上形成了一种新的生物型^[20]。近期的研究发现,在新的入侵地区,烟粉虱新的生物型不断出现,如在江苏地区,2001年田间以非B型为优势种^[21],2005—2006年B型烟粉虱上升为优势种,而近期又出现了Q型烟粉虱,并且有上升为优势种的趋势。江苏地区烟粉虱新生物型的不断出现,是本地种进化形成,还是外来种群入侵形成?如果是前者,这种进化是否与寄主转换过程中的适应性诱导有关?如何减缓新生物型的进化速度等等,都有待于进一步的研究。

许多寄生性天敌利用寄主植物挥发性次生代谢物质,或害虫残留在寄主植物上的蜕^[22-23]来寻找害虫。新寄主的适应性是昆虫种群开发资源丰富、天敌较少的生境的一种策略,许多成功转换寄主的昆虫种群都可以明显的得到进化上的好处,进入一个全新的、开放的寄主生态位^[11],如转移到苹果上的 *Rhagoletis pomonella* 在苹果上取食时,竞争和被天敌寄生的水平都显著减少^[24]。虽然寄主转移会对昆虫的生长发育和存活率带来一些不利的影响^[10],但从种群生态学的角度看,寄主转移的好处足以弥补由于寄主转移而引起

的不利影响所造成的损失^[11]。近几年,江苏地区烟粉虱种群常在秋季迅速暴发,除寄主和气候因素外,烟粉虱一方面通过寄主转移,特别是越冬的场所转换,有效地躲避天敌的影响,另一方面又利用自身较强的寄主适应性,减少寄主转移的负面影响。这两个方面的综合作用可能是引起种群暴发的重要原因。

References:

- [1] Mound L A, Halsey S H. Whitefly of the World: A Systematic Catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with Host Plant and Natural Enemy Data. London, New York: British Museum (Natural History) and Wiley, 1978.
- [2] Secker A E, Bedford I A, Markham P G, William M E C. Squash, a reliable field indicator for the presence of B biotype of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*// Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases. Farnham: British Crop Protection Council, 1998: 837-842.
- [3] Brown J K. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. FAO Plant Protection Bulletin, 1994, 42 (1/2): 1-32.
- [4] Qiu B L, Ren S X, Shun T X, Lin L, Kuang Z B. Investigation of host plants of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Guangzhou Area. Journal of South China Agricultural University, 2001, 22(4): 43-47.
- [5] Zhou F C, Du Y Z, Shun W, Yu G J, Gong W R, Lu Z Q, Ren S X. Investigation of host plant of *Bemisia tabaci* and evaluation of its occurrence in Jiangsu Province. Journal of Yangzhou University (Agricultural and Life Sciences), 2003, 24(1): 71-74.
- [6] He Y X, Yang X J, Wen Q Y. Investigations of host plants of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in agricultural field. Entomological Journal of East China, 2003, 12(2): 16-20.
- [7] Gerling D, Lindenbaum M. Host-plant related behavior of *Bemisia tabaci*. WPRS Bulletin, 1991, 14: 83-88.
- [8] Lei F, Zhang G F, Wan F H, Ma J. Effects of plant species switching on contents and dynamics of trehalose and trehalase activity of *Bemisia tabaci* B-biotype and *Trialeurodes vaporariorum*. Scientia Agricultura Sinica, 39(7): 1387-1394.
- [9] Zhang G F, Lei F, Wan F H, Ma J, Yang Y G. Effects of plant species switching on dynamics of amylase and proteinase activity of *Bemisia tabaci* biotype B and *Trialeurodes vaporariorum*. Biodiversity Science, 2008, 16(4): 313-320.
- [10] Zhou F C, Ren S X, Du Y Z, Wang Y. Effects of host plant exchange on survivorship, development and reproduction of B biotype *Bemisia tabaci*. Chinese Bulletin of Entomology, 2006, 43(4): 524-526.
- [11] An X C, Ren S X. The assessing system of host performance for herbivore populations. Environmental Entomology, 2007, 36(4): 694-699.
- [12] Dong G K, Lin L W, Yue J R, Li W L, Wang Y C, Zhan H M. Occurrence pattern and control of a biological invader *Bemisia tabaci*. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2005, (1): 54-56.
- [13] Wang Y, Zhou F C, Zhou Z H, Li C M, Wang M L, Zhu S D. Studies on diffusion of *Bemisia tabaci* gennadius overwintering in the protecting fields. Journal of Yangzhou University (Agricultural and Life Sciences), 2007, 28(1): 83-87.
- [14] An X C, Ren S X. The effect of feeding experiences on host adaptation of *Bemisia tabaci*. Journal of South China Agricultural University, 2009, 30 (1): 27-30.
- [15] Pang S T, Wang S Q, Guo Y L, Shi Z H. Fitness of B-biotype *Bemisia tabaci* (Gennadius) to different varieties of tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. Journal of Zhejiang University (Agriculture and Life Sciences), 2008, 34(4): 423-430.
- [16] An X C, Ren S X. Analysis and assessment of host adaptation for fecundity of *Bemisia tabaci* (Gennadius). Journal of South China Agricultural University, 2007, 28(2): 29-33.
- [17] Rufus I, Mathew C, David N B. Host plant evaluation behaviour of *Bemisia tabaci* and its modification by external or internal uptake of imidacloprid. Physiological Entomology, 1999, 24(2): 101-108.
- [18] van Loon J J A. Chemosensory basis of feeding and oviposition behaviour in herbivorous insects: a glance at the periphery. Entomologia Experimentalis et Applicata, 1996, 80(1): 7-13.
- [19] van Loon J J A, Schoonhoven L M. Specialist deterrent chemoreceptors enable Pieris caterpillars to discriminate between chemically different deterrents. Entomologia experimentalis et Applicata, 1999, 91(1): 29-35.
- [20] Diehl S R, Bush G L. An evolutionary and applied perspective of insect biotypes. Annual Review of Entomology, 1984, 29: 471-504.
- [21] Qiu B L, Ren S X, Wen S Y, Mandour N S. Biotype identification of the populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in China using RAPD-PCR. Acta Entomologica Sinica, 2003, 46(5): 605-608.
- [22] Lu T J, Zhang X X. effect of infochemicals on insect behavior. Entomological Knowledge, 2001, 38(4): 262-266.
- [23] Mandour N S, Ren S X, Qiu B L, Fazal S. Effects of extraction from nymphs, exuviae and adults of *Bemisia tabaci* B biotype on the behavior of *Encarsia bimaculata* Heraty et Polaszek (Hymenoptera: Aphelinidae). Acta Entomologica Sinica, 2003, 46(6): 745-748.
- [24] Feder J L. The Apple Maggot Fly, *Rhagoletis pomonella*: Flies in the Face of Conventional Wisdom About Speciation?. London: Oxford University

Press, 1998: 130-144.

- [25] Feder J L, Reynolds K, Go W, Wang E C. Intra-and interspecific competition and host race formation in the apple maggot fly, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). *Oecologia*, 1995, 101: 416-425.
- [26] Zhou F C, Wang Y, Li C M, Lu M X, Zhu S D. Effect of host species, host distance and population density on dispersal activity of *Bemisia tabaci*. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4913-4918.

参考文献:

- [4] 邱宝利, 任顺祥, 孙同兴, 林莉, 邝灼彬. 广州地区烟粉虱寄主植物调查初报. 华南农业大学学报(自然科学版), 2001, 22(4): 43-47.
- [5] 周福才, 杜予州, 孙伟, 于淦军, 龚伟荣, 陆自强, 任顺祥. 江苏省烟粉虱寄主植物调查及其危害评价. 扬州大学学报(农业与生命科学), 2003, 24(1): 71-74.
- [6] 何玉仙, 杨秀娟, 翁启勇. 农田烟粉虱寄主植物调查初报. 华东昆虫学报, 2003, 12(2): 16-20.
- [8] 雷芳, 张桂芬, 万方浩, 马骏. 寄主转换对 B 型烟粉虱和温室粉虱海藻糖含量和海藻糖酶活性的影响. 中国农业科学, 2006, 39(7): 1387-1394.
- [9] 张桂芬, 雷芳, 万方浩, 马骏, 杨玉国. 寄主植物转换对 B 型烟粉虱和温室粉虱淀粉酶及蛋白酶活性的影响. 生物多样性, 2008, 16(4): 313-320.
- [10] 周福才, 任顺祥, 杜予州, 王勇. 寄主转换对 B 型烟粉虱生长发育和繁殖的影响. 昆虫知识, 2006, 43(4): 524-526.
- [12] 董国堃, 林凌伟, 叶建人, 李伟龙, 王永才, 占红木. 外来入侵生物烟粉虱的发生规律及防治技术. 浙江农业科学, 2005, (1): 54-56.
- [13] 王勇, 周福才, 周泽华, 李传明, 汪茂联, 祝树德. 烟粉虱在露地越冬地区的田间扩散研究. 扬州大学学报(农业与生命科学), 2007, 28(1): 83-87.
- [14] 安新城, 任顺祥. 取食经验对烟粉虱寄主适应性的影响. 华南农业大学学报, 2009, 30(1): 27-30.
- [15] 庞淑婷, 王树芹, 郭玉玲, 施祖华. 不同番茄品种对 B 型烟粉虱适应性的影响. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2008, 34(4): 423-430.
- [16] 安新城, 任顺祥. 烟粉虱繁殖力的寄主适应性评估及分析. 华南农业大学学报, 2007, 28(2): 29-33.
- [21] 邱宝利, 任顺祥, 温硕洋, Mandour N S. 利用 RAPD-PCR 方法鉴定我国烟粉虱的生物型. 昆虫学报, 2003, 46(5): 605-608.
- [22] 鲁玉杰, 张孝曦. 信息化合物对昆虫行为的影响. 昆虫知识, 2001, 38(4): 262-266.
- [26] 周福才, 王勇, 李传明, 陆明星, 祝树德. 寄主种类、距离和种群密度对烟粉虱扩散的影响. 生态学报, 2007, 27(11): 4913-4918.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 21 November, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Landscape spatial analysis of a traditional tibetan settlement based on landscape pattern theory and feng-shui theory; the case of Zhagana, Diebu, Gansu Province	SHI Lisha, YAN Lijiao, HUANG Lu, et al (6305)
Temporal-spatial differentiation and its change in the landscape ecological security of Wuyishan Scenery District	YOU Weibin, HE Dongjin, WU Liyun, et al (6317)
Evaluation of eco-sustainability of roads in a tourism area; a case study within Yulong County	JIANG Yiyi (6328)
Study on the compactness assessment model of urban spatial form	ZHAO Jingzhu, SONG Yu, SHI Longyu, et al (6338)
A multi-scale analysis of red-crowned crane's habitat selection at the Yellow River Delta Nature Reserve, Shandong, China	CAO Mingchang, LIU Gaohuan, XU Haigen (6344)
Assessment and spatial distribution of water and soil loss in karst regions, southwest China	FAN Feide, WANG Kelin, XIONG Ying, et al (6353)
Construction of an eco-environmental database for watershed-scale data; an example from the Tarim River Basin	GAO Fan, YAN Zhenglong, HUANG Qiang (6363)
Reproductive allocation in dioecious shrub, <i>Rhamnus davurica</i>	WANG Juan, ZHANG Chunyu, ZHAO Xiuhai, et al (6371)
Age-dependent growth responses of <i>Pinus koraiensis</i> to climate in the north slope of Changbai Mountain, North-Eastern China	WANG Xiaoming, ZHAO Xiuhai, GAO Lushuang, et al (6378)
Fine-scale spatial point patterns of <i>Stipa krylovii</i> population in different alpine degraded grasslands	ZHAO Chengzhang, REN Heng, SHENG Yaping, et al (6388)
Community structure and population regeneration in remnant <i>Ginkgo biloba</i> stands	YANG Yongchuan, MU Jianping, TANG Cindy Q., et al (6396)
Reproductive characteristics and adaptive evolution of pin and thrum flowers in endangered species, <i>Primula merrilliana</i>	SHAO Jianwen, ZHANG Wenjuan, ZHANG Xiaoping (6410)
Leaf functional traits of four typical forests along the altitudinal gradients in Mt. Shennongjia	LUO Lu, SHEN Guozhen, XIE Zongqiang, et al (6420)
Reclaimed soil properties and weathered gangue change characteristics under various vegetation types on gangue pile	WANG Liyan, HAN Youzhi, ZHANG Chengliang, et al (6429)
Influence of fire on stands of <i>Pinus massoniana</i> in a karst mountain area of central Guizhou province	ZHANG Xi, CHUI Yingchun, ZHU Jun, et al (6442)
Morphological and physiological adaptation of <i>Caragana</i> species in the Inner Mongolia Plateau	MA Chengcang, GAO Yubao, LI Qingfang, et al (6451)
A comparative study on reasons of degenerated of <i>Haloxylon ammodendron</i> population in the western part of Gurbantunggut desert	SI Langming, LIU Tong, LIU Bin, et al (6460)
Self-thinning of natural broadleaved forests in Baishilazi Nature Reserve ...	ZHOU Yongbin, YIN You, YIN Mingfang, et al (6469)
Population status and dynamic trends of Amur tiger's prey in Eastern Wandashan Mountain, Heilongjiang Province	ZHANG Changzhi, ZHANG Minghai (6481)
The relationship between the occurrence of Colorado Potato Beetle, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> , and rivers based on GIS: a case study of Shawan Country	LI Chao, ZHANG Zhi, GUO Wenchao, et al (6488)
Occurrence dynamics and trajectory analysis of <i>Cnaphalocrocis medinalis</i> Guenée in Xing'an Guangxi Municipality in 2010	JIANG Chunxian, QI Huihui, SUN Mingyang, et al (6495)
Adaptability of B-biotype <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) to Host Shift	ZHOU Fucui, LI Chuanming, GU Aixiang, et al (6505)
Structural change analysis of cecal bacterial flora in different poultry breeds using PCR-DGGE ...	LI Yongzhu, Yongquan Cui (6513)
Effect of chicken manure-amended copper mine tailings on growth of three leguminous species, soil microbial biomass and enzyme activities	ZHANG Hong, SHEN Zhangjun, YANG Guide, et al (6522)
Physiological response of <i>Microcystis</i> to solar UV radiation	WANG Yan, LI Shanshan, LI Jianhong, et al (6532)
Relationship between cell volume and cell carbon and cell nitrogen for ten common dinoflagellates	WANG Yan, LI Ruixiang, DONG Shuanglin, et al (6540)
The community structure and abundance of microcystin-producing cyanobacteria in surface sediment of Lake Taihu in winter	LI Daming, KONG Fanxiang, YU Yang, et al (6551)
Influence of green belt structure on the dispersion of particle pollutants in street canyons	LIN Yinding, WU Xiaogang, HAO Xingyu, et al (6561)
Spatio-temporal variation analysis of urbanization and land use benefit of oasis urban areas in Xinjiang	YANG Yu, LIU Yi, DONG Wen, et al (6568)
Nitrate contamination and source tracing from NO_3^- - $\delta^{15}\text{N}$ in groundwater in Weifang, Shandong Province	XU Chunying, LI Yuzhong, LI Qiaozhen, et al (6579)
The impact of rising temperature on spring wheat production in the Yellow River irrigation region of Ningxia	XIAO Guoju, ZHANG Qiang, ZHANG Fengju, et al (6588)
A new hyperspectral index for the estimation of nitrogen contents of wheat canopy	LIANG Liang, YANG Minhua, DENG Kaidong, et al (6594)
The feature of N_2O emission from a paddy field in irrigation area of the Yellow River	ZHANG Hui, YANG Zhengli, LUO Liangguo, et al (6606)
Review and Monograph	
Research perspective for the effects of nitrogen deposition on biogenic volatile organic compounds	HUANG Juan, MO Jiangming, KONG Guohui, et al (6616)
Recruitment limitation of plant population: from seed production to sapling establishment	LI Ning, BAI Bing, LU Changhu (6624)
Scientific Note	
Response of anatomical structure and photosynthetic characteristics to low light stress in leaves of different maize genotypes	DU Chengfeng, LI Chaohai, LIU Tianxue, et al (6633)

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 21 期 (2011 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 21 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@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.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