

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

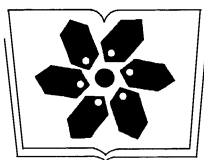
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第23期 Vol.31 No.23 **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 23 期

2011 年 12 月 (半月刊)

目 次

不同海拔高度高寒草甸光能利用效率的遥感模拟·····	付 刚,周宇庭,沈振西,等 (6989)
天山雪岭云杉大气花粉含量对气温变化的响应·····	潘燕芳,阎 顺,穆桂金,等 (6999)
春季季风转换期间孟加拉湾的初级生产力·····	刘华雪,柯志新,宋星宇,等 (7007)
降水量对川西北高寒草甸牦牛粪分解速率的影响 ·····	吴新卫,李国勇,孙书存 (7013)
基于 SOFM 网络对黄土高原森林生态系统的养分循环分类研究·····	陈 凯,刘增文,李 俊,等 (7022)
不同油松种源光合和荧光参数对水分胁迫的响应特征 ·····	王 琰,陈建文,狄晓艳 (7031)
盐生境下硅对坪用高羊茅生物学特性的影响 ·····	刘慧霞,郭兴华,郭正刚 (7039)
高温胁迫对不同种源希蒙得木叶片生理特性的影响·····	黄激激,张念念,胡庭兴,等 (7047)
黄土高原水土保持林对土壤水分的影响 ·····	张建军,李慧敏,徐佳佳 (7056)
青杨雌雄群体沿海拔梯度的分布特征·····	王志峰,胥 晓,李霄峰,等 (7067)
大亚湾西北部春季大型底栖动物群落特征·····	杜飞雁,林 钦,贾晓平,等 (7075)
湛江港湾浮游桡足类群落结构的季节变化和影响因素·····	张才学,龚玉艳,王学锋,等 (7086)
台湾海峡鲈鱼种群遗传结构·····	张丽艳,苏永全,王航俊,等 (7097)
洱海入湖河流苴河下游氮磷季节性变化特征及主要影响因素·····	于 超,储金宇,白晓华,等 (7104)
转基因鱼试验湖泊铜锈环棱螺种群动态及次级生产力·····	熊 晶,谢志才,蒋小明,等 (7112)
河口湿地植物活体-枯落物-土壤的碳氮磷生态化学计量特征 ·····	王维奇,徐玲琳,曾从盛,等 (7119)
EDTA 对铅锌尾矿改良土壤上玉米生长及铅锌累积特征的影响 ·····	王红新,胡 锋,许信旺,等 (7125)
不同包膜控释尿素对农田土壤氮挥发的影响·····	卢艳艳,宋付朋 (7133)
垄作栽培对高产田夏玉米光合特性及产量的影响·····	马 丽,李潮海,付 景,等 (7141)
DCE 不同施用时间对小麦生长期 N ₂ O 排放的影响 ·····	纪 洋,余 佳,马 静,等 (7151)
氮肥、钙肥和盐处理在冬小麦融冻胁迫适应中的生理调控作用 ·····	刘建芳,周瑞莲,赵 梅,等 (7161)
东北有机及常规大豆对环境影响的生命周期评价 ·····	罗 燕,乔玉辉,吴文良 (7170)
土壤施硒对烤烟生理指标的影响·····	许自成,邵惠芳,孙曙光,等 (7179)
不同种植方式对花生田间小气候效应和产量的影响·····	宋 伟,赵长星,王月福,等 (7188)
西花蓟马的快速冷驯化及其生态学代价·····	李鸿波,史 亮,王建军,等 (7196)
温度对麦长管蚜体色变化的影响·····	邓明明,高欢欢,李 丹,等 (7203)
不同番茄材料对 B 型烟粉虱个体发育和繁殖能力的影响 ·····	高建昌,郭广君,国艳梅,等 (7211)
基于生态系统受扰动程度评价的白洋淀生态需水研究·····	陈 贺,杨 盈,于世伟,等 (7218)
两种典型养鸡模式的能值分析 ·····	胡秋红,张力小,王长波 (7227)
四种十八碳脂肪酸抑藻时-效关系分析的数学模型设计 ·····	何宗祥,张庭廷 (7235)
流沙湾海草床重金属富集特征·····	许战州,朱艾嘉,蔡伟叙,等 (7244)
基于 QuickBird 的城市建筑景观格局梯度分析 ·····	张培峰,胡远满,熊在平,等 (7251)
景观空间异质性及城市化关联——以江苏省沿江地区为例·····	车前进,曹有挥,于 露,等 (7261)
基于 CVM 的太湖湿地生态功能恢复居民支付能力与支付意愿相关研究·····	于文金,谢 剑,邹欣庆 (7271)
专论与综述	
北冰洋海域微食物环研究进展·····	何剑锋,崔世开,张 芳,等 (7279)
城市绿地的生态环境效应研究进展·····	苏泳娴,黄光庆,陈修治,等 (7287)
城市地表灰尘中重金属的来源、暴露特征及其环境效应 ·····	方凤满,林跃胜,王海东,等 (7301)
研究简报	
三峡库区杉木马尾松混交林土壤 C、N 空间特征 ·····	林英华,汪来发,田晓堃,等 (7311)
广州小斑螟发生与环境因子的关系·····	刘文爱,范航清 (7320)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 336 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 39 * 2011-12



封面图说:黄河的宁夏段属于中国的半荒漠地区,这里气候干燥、降水极少(250mm 以下)、植被缺乏、物理风化强烈、风力作用强劲、其蒸发量超过降水量数十倍。人们从黄河中提水引水灌溉土地,就近形成了荒漠中的绿洲。有水就有生命,有水就有绿色。这种独特的条件形成了人与沙较量的生态关系——不是人逼沙退就是沙逼人退。

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

李鸿波, 史亮, 王建军, 杜予州. 西花蓟马的快速冷驯化及其生态学代价. 生态学报, 2011, 31(23): 7196-7202.

Li H B, Shi L, Wang J J, Du Y Z. Rapid cold hardening of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its ecological cost. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(23): 7196-7202.

西花蓟马的快速冷驯化及其生态学代价

李鸿波, 史 亮, 王建军, 杜予州 *

(扬州大学应用昆虫研究所, 扬州 225009)

摘要:西花蓟马是我国蔬菜、果树和观赏植物上的一种重要入侵害虫。该害虫通过取食寄主汁液和传播多种植物病毒造成危害,而后者危害造成的经济损失更大。温度是影响西花蓟马生长发育和繁殖的一个重要非生物因子,而该虫对温度的耐受性决定了它的越冬存活率和地理分布。为探明低温对西花蓟马的不利影响,研究了西花蓟马若虫和成虫的快速冷驯化对其存活、发育和繁殖的影响。结果表明,随着温度降低,西花蓟马若虫和成虫存活率逐渐下降,但若虫对低温更为敏感。当成虫和若虫暴露于 -13°C 和 -13.5°C 下 2 h 后,其存活率分别为 25% 和 27%。根据识别温度定义,这两个温度分别被定义为若虫和成虫的识别温度。将西花蓟马成、若虫在 0°C 或 5°C 驯化 2 h 后,再置于各自识别温度下,其存活率都得到了明显提高,但雌雄成虫间的存活率并无差异;然而,在 0°C 下驯化 2 h 后,若虫和雌雄成虫的存活率得到了最大幅度的地提高,分别达 46%、54%、49%。西花蓟马若虫经不同低温处理后,其发育历期、羽化后的成虫寿命、产卵时间与对照相比无显著差异,但产卵量显著降低;成虫经过低温处理后,其寿命、产卵量和产卵时间明显降低。研究结果支持昆虫快速冷驯化与其适合度之间存在平衡的假说;同时,也可为该虫的分布和治理研究提供相应的基础信息。

关键词:西花蓟马;耐寒性;快速冷驯化;生态学代价

Rapid cold hardening of Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and its ecological cost

LI Hongbo, SHI Liang, WANG Jianjun, DU Yuzhou *

Institute of Applied Entomology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China

Abstract: The western flower thrips (WFT), *Frankliniella occidentalis*, is a key invasive pest of vegetables, fruits and ornamental crops in China. It can cause damage by direct feeding and transmitting plant viruses, such as tospovirus, and the latter often causes greater economic losses. Temperature is one of the most important abiotic factors that affect the development and reproduction of this pest. Geographical distribution and overwintering survival of the thrips mainly depend on its tolerance to low temperature in the winter. The present study examined the effects of rapid cold hardening at larval and adult stages on survival, development, and reproduction of *F. occidentalis*. Mortality of both larvae and adults increased with the decrease of temperature, but the larvae were more sensitive to cold than adults. When larvae and adults of *F. occidentalis* were transferred from the normal rearing conditions at $(26\pm 1)^{\circ}\text{C}$, to cold temperatures at -13°C (for larvae) or -13.5°C (for adults) for 2 h, survivorship rate was only 25% for larvae and 27% for the adults. These two temperatures could be defined as the discriminating temperatures for the two insect stages, respectively. Survival rates of the thrips that were pretreated at 0°C or 5°C for 2h before exposure to their discriminating temperatures increased significantly. The response of adult males and females was similar. Maximum increase in survivorships to the cold temperatures was achieved by pretreating larvae or adults at 0°C for 2hs, which resulted in a survivorship rate of 46%, 54%, 49% for

基金项目:公益性行业科研专项(200803025, 201103026)

收稿日期:2010-10-22; 修订日期:2011-04-26

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

larvae, adult females and males, respectively. When cold exposures occurred at the larval stage, there were no differences in development time, longevity and reproduction duration of enclosed adults relative to the non-treated control. However the number of eggs laid of the adults derived from cold-treated larvae was significantly less than that of the non-treated thrips. When adult thrips were exposed to the cold temperatures, the longevity, fecundity and reproduction duration all decreased significantly compared to the non-cold treated control. Results of the current study support the hypothesis that a trade-off exists between the rapid cold hardening and fitness in insect. In addition, data generated from this study may also provide useful information in determination of potential distribution of the thrips and development of management strategies for this invasive pest.

Key Words: *Frankliniella occidentalis*; cold hardiness; rapid cold hardening; ecological cost

西花蓟马隶属缨翅目、蓟马科,又名苜蓿蓟马,是一种危害蔬菜和观赏植物的重要害虫。西花蓟马除直接取食寄主造成危害外,还能传播番茄斑萎病毒等多种病毒^[1-3],而且传播毒病造成的经济损失常常大于其直接危害。西花蓟马源产于北美,由于其广泛的寄主范围和很强的生殖繁育能力,加之世界各国之间频繁的贸易往来,目前已扩散至许多国家和地区,成为一种世界性的害虫。该虫于 2003 年在我国北京首次发现,并爆发成灾^[4];此后,在云南、浙江、山东、贵阳、江苏等地相继报道该虫的危害,并有进一步扩散的态势^[5-7]。

就某种外来入侵生物而言,其自身的繁殖能力和生态适应能力是其成功入侵的重要因素,其中对低温的适应能力常常决定其发生动态、分布、生殖和扩散^[8]。自西花蓟马入侵我国以来,已有学者运用各种软件对其潜在适生区进行预测^[9-11],但这些预测往往不能全面反映该虫的实际分布范围。因此,开展西花蓟马耐寒性研究,可以为该虫的分布北界以及制定科学的防控措施提供依据。

快速冷驯化是物种对不利环境的一种迅速适应的表现。此前,有作者报道西花蓟马的若虫经快速冷驯化后,其耐寒性得到显著增强^[12]。那么西花蓟马的成虫是否也具有这种能力呢,雌雄个体之间的这种能力是否存在差异呢?为此对这些问题进行了研究;同时,还研究了快速冷驯化对西花蓟马种群适合度的影响,以探讨西花蓟马在耐寒性增强的同时是否是以其种群适合度的下降为代价。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

西花蓟马种群于 2008 年 9 月取自浙江省农业科学院,在室内用四季豆豆荚进行多代饲养后备用。室内饲养在 RXZ 型智能人工气候箱(宁波江南仪器厂)中进行,温度为 $(26\pm 1)^{\circ}\text{C}$,湿度为 70%—80%,光暗比为 16:8。实验中所用若虫为 2 龄若虫,而成虫为 24 h 内羽化的成虫。

1.2 实验方法

1.2.1 西花蓟马成虫和若虫的耐寒性测定

将若虫和 24 h 内羽化的西花蓟马成虫置于玻璃管内,用 200 目纱布封口防止其逃逸,同时保证空气流通,然后将玻璃管放入一塑料盒中,置于盛有酒精的低温恒温槽内暴露 2 h,暴露低温范围为 -8 至 -14°C (每个间隔为 1°C),平均降温速率为 $0.1\text{—}0.2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。将处理过的西花蓟马置于 26°C 的人工气候箱中,24 h 后用小毛笔轻轻刺激虫体,如不能正常活动,认为死亡。每个处理 30 头虫,重复 4 次。

1.2.2 快速冷驯化对西花蓟马存活率的影响

设 5°C 和 0°C 为驯化温度。实验时,将西花蓟马成虫和若虫置于驯化温度下处理 2 h,然后再将驯化后的若虫和成虫分别暴露在 -13°C 和 -13.5°C 下处理 2 h,以不经过驯化直接暴露在 -13°C 和 -13.5°C 下处理的为对照。将处理后的西花蓟马置于 26°C 下,24 h 后观察其死亡情况。每个处理 30 头虫,重复 4 次。

1.2.3 西花蓟马快速冷驯化的生态学代价

许多研究表明快速冷驯化能提高昆虫在低温下的存活率,但是以其种群适合度为代价的,为了探讨快速冷驯化对西花蓟马种群适合度的影响,设置以下几个处理:(1)对照组:饲养在 26°C 下;(2)快速冷驯化组

(rapid cold hardening RCH):0℃下处理2h;(3)快速冷驯化与暴露组(rapid cold hardening+ exposed RE):0℃下驯化2h,然后暴露于识别温度下2h;(4)直接暴露组(directly exposed DE):直接暴露于识别温度下2h。将处理后的西花蓟马转入26℃下,24h后取其存活的蓟马若虫继续饲养,观察其发育情况。待其羽化为成虫后,取成虫5对(雌:雄=1:1)置于放有新鲜无虫豆叶的玻璃瓶中让其产卵,叶片每天更换1次,直到成虫全部死亡。更换出来的叶片置于含有湿润滤纸的培养皿中,并用保鲜膜封口,用昆虫针在保鲜膜上扎40—50个小孔以保证通风。此后每天观察成虫的产卵情况和存活情况。由于蓟马的卵产于植物组织里,因此以孵出的若虫数量为西花蓟马的有效产量。以上各处理重复4次。

1.3 数据分析

采用ANOVA(S)法进行数据差异显著性分析,然后利用Tukey法对各处理间进行多重比较。所有数据在进行分析前进行反正弦转换,统计过程在软件DPS中完成,显著性水平取0.05。

2 结果与分析

2.1 西花蓟马成虫和若虫的耐寒性

西花蓟马在零下低温暴露2h后的存活率如图1所示。在-8—-14℃范围内,随着温度的降低,西花蓟马成虫和若虫的成活率随之降低。成虫和若虫在-8℃的存活率分别为94%和86%,在-14℃下只有0%和7%。成虫在-13.5℃时的存活率为27%,而若虫在-13℃时的存活率为25%。根据识别温度的定义(即在低温下导致昆虫存活率为20%—30%的温度),将成虫和若虫的识别温度分别定为-13.5℃和-13℃。

2.2 快速冷驯化对西花蓟马存活的影响

西花蓟马雌雄成虫经过0℃驯化2h后其成活率显著提高($P < 0.05$),经5℃驯化后的成活率与对照相比差异不显著($P > 0.05$)。在相同处理条件下,西花蓟马雌雄之间的存活率差异不显著($P < 0.05$)(图2)。

西花蓟马若虫无论是在0℃还是在5℃驯化2h后,存活率都得到了提高,分别达到了45.9%和26.7%,与对照(20%)相比差异显著($P < 0.05$)。但经0℃驯化2h后的成活率与经5℃驯化后的成活率之间差异不显著($P > 0.05$)(图2)。

2.3 快速冷驯化处理若虫后对其发育历期,寿命、繁殖的影响

经RCH,RE,DE3种方式处理后,西花蓟马从若虫发育至成虫的历期分别为6.1d,5.8d和6.2d,与对照(Control)的5.2d相比差异不显著($P > 0.05$)。若虫经RCH,RE和DE3种处理后,其羽化成虫的寿命与产卵时间与对照相比差异不显著($P > 0.05$),但其产卵量明显低于对照(64.8粒)($P < 0.05$),每雌一生的产卵量分别只有30、42.8和37粒,三者之间的产卵量差异不显著($P > 0.05$)(图3)。

2.4 快速冷驯化处理成虫后对其寿命、繁殖的影响

西花蓟马成虫RCH,RE和DE3种方式处理后,置于26℃下继续饲养得到的结果见图4。经过上述3种方式处理后,西花蓟马成虫的寿命、产卵历期以及产卵量与对照相比显著降低($P < 0.05$)(图4)。如在西花蓟马成虫的寿命在对照组中为21.5d,而DE方式处理后,则缩短至10.6d,前者的寿命较后者长了近11d。同样,对照组中西花蓟马成虫的产卵量为每雌64.5粒,产卵时间为19.5d,经DE方式处理后,每雌产卵量则只有8.6粒,产卵时间也只有8.25d。此外,从图4还可看出,西花蓟马成虫经RCH处理后,其寿命、产卵量以及产卵时间与RE和DE的相比差异显著($P < 0.05$),但RE和DE二者之间的寿命、产卵量及产卵时间差异不显著($P > 0.05$)。

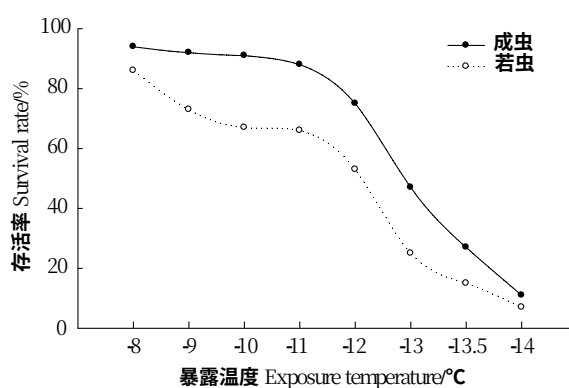


图1 西花蓟马成虫和若虫暴露零下系列低温下暴露2h后的存活率

Fig. 1 Survival of adult and larval of western flower thrips exposed to series of subzero temperature for 2h

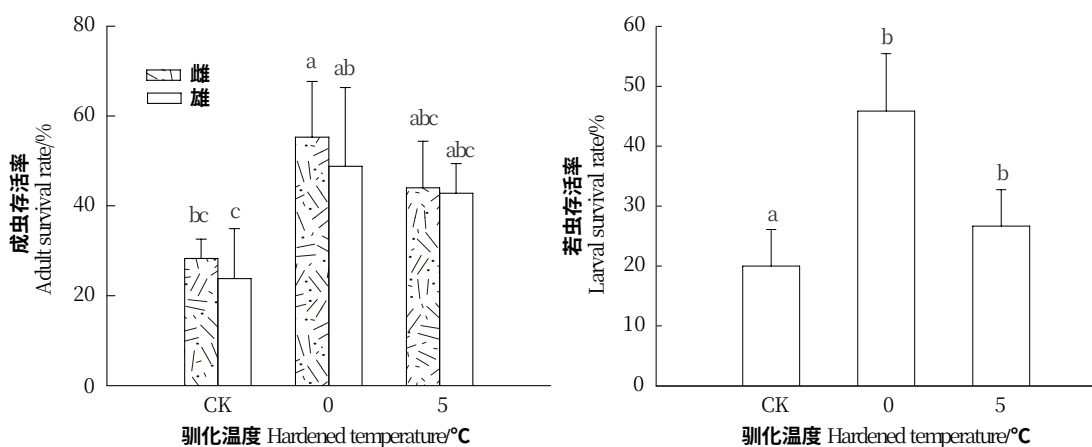


图2 快速冷驯化对西花蓟马成虫和若虫存活率的影响

Fig. 2 Effects of rapid cold hardening on the survival rate of adults and larvae in western flower thrips

图中数值为平均值±标准误,柱上不同字母表示在0.05水平上差异显著

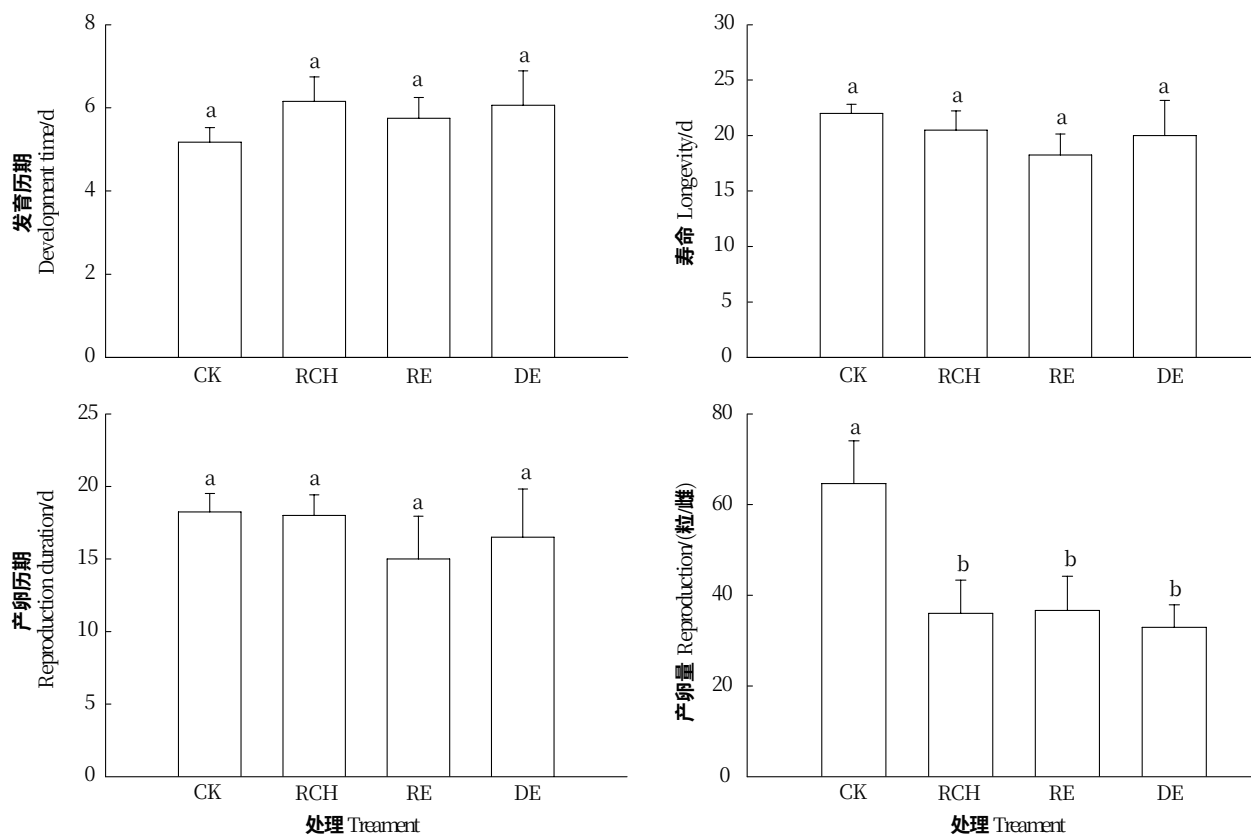


图3 若虫期低温处理后,西花蓟马的平均发育历期、寿命和繁殖力

Fig. 3 Mean developmental time, longevity, reproduction and fecundity of western flower thrips when treated at the larval stage

图中数值为平均值±标准误,不同字母表示在0.05水平上差异显著;CK表示对照组,RCH表示快速冷驯化组,RE表示快速冷驯化与暴露组,DE表示直接暴露组

3 讨论

对于多数温带昆虫而言,其越冬虫态存活率和耐寒性是决定来年种群动态最为重要的因子^[13]。昆虫为适应冬季的低温环境,常采取两种策略来抵御寒冷,一种是通过降低自身的过冷却点而避免体液结冰,来增强耐寒性(不耐结冰型);另一种是通过在体内生成冰核物质,促使细胞外液在较高的亚致死浓度下结冰,进而

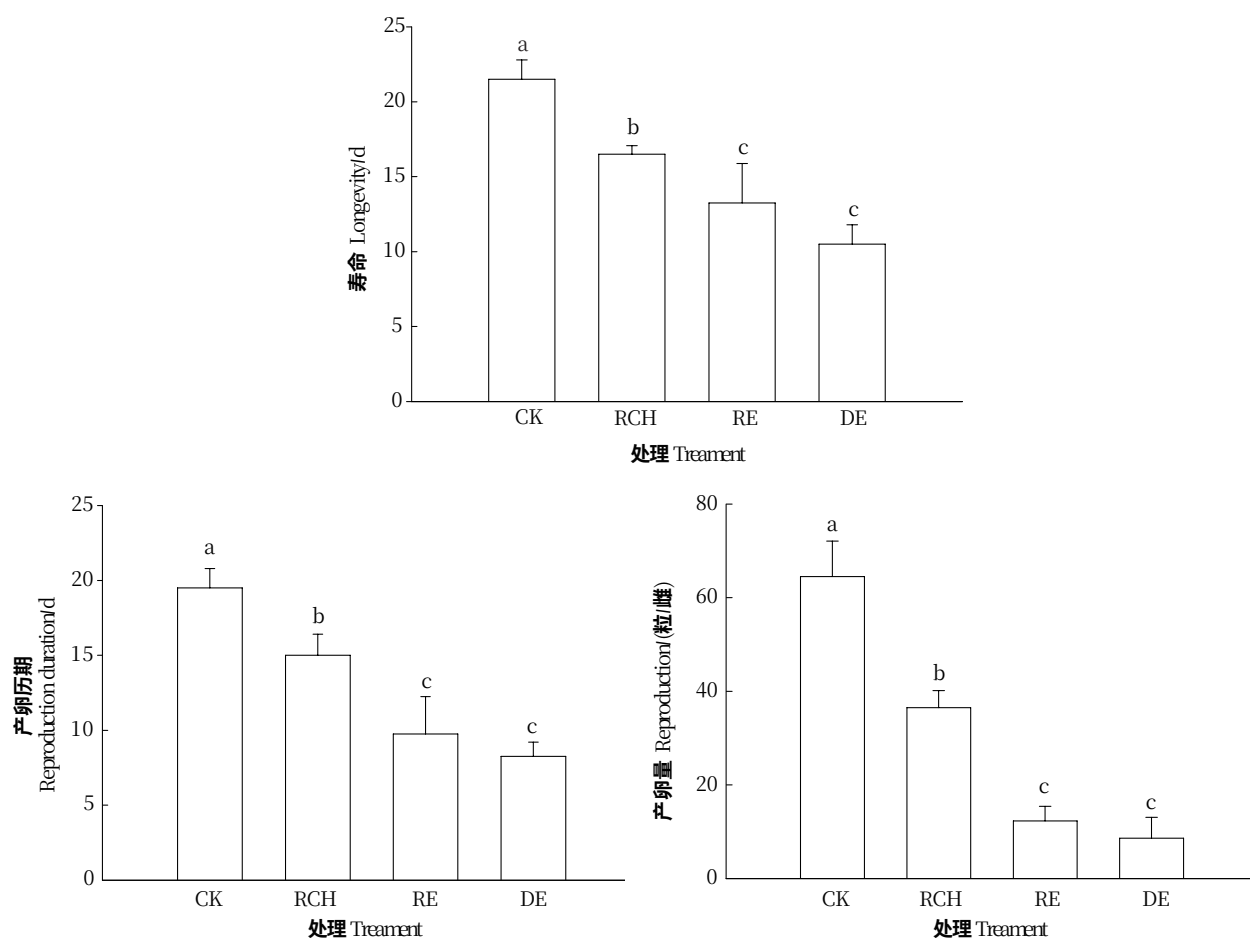


图4 成虫期低温处理后,西花蓟马的平均寿命,繁殖力

Fig. 4 Mean developmental time, longevity, reproduction and fecundity of western flower thrips when treated at the adult stage

图中数值为平均值±标准误,柱上不同字母表示在0.05水平上差异显著;CK表示对照组,RCH表示快速冷驯化组,RE表示快速冷驯化与暴露组,DE表示直接暴露组

组织细胞内液进一步结冰来避免或减轻由低温造成的伤害(耐结冰型)。长期以来,过冷却点被认为是衡量昆虫耐寒性强弱的一个重要指标,昆虫的过冷却点越低,表示其耐寒性越强。但不少学者认为,过冷却点的高低不适宜作为衡量昆虫耐寒性强弱的指标,因为许多不耐结冰的昆虫常常在高于过冷却点的低温下迅速死亡。西花蓟马的成虫的过冷却点低于 -20°C ,但其在 -15°C 下暴露不到3 h就全部死亡,表明西花蓟马属于不耐结冰型昆虫^[14]。因此,西花蓟马耐寒性的强弱最终取决于其在低温下的存活率。本研究表明,西花蓟马经过2 h处理后,成虫的存活率从 -8°C 时的94%下降至 -14°C 时的11%,而若虫的存活率则从86%下降为7%。McDonald^[12]研究发现,西花蓟马1龄若虫在 -10°C 下经过2 h处理后,其存活率接近60%,而在 -13°C 时不到10%,与本实验相同温度下的结果有所差异,这可能是由于供试虫的饲养条件和龄期的不同而导致的。此外,在一定低温条件下,暴露时间对西花蓟马存活也具有明显影响。因此,昆虫在冬季的存活是由低温的严寒程度和暴露时间共同决定的。

快速冷驯化是相对于驯化而言的一种非致死胁迫的驯化,它通常只需十几分钟至数小时的驯化即可获得并增强的耐受性。自从在红尾肉蝇^[15]中首次发现快速冷驯化现象以来,已经在果蝇、螨类、黄斑天牛、二化螟等昆虫中有报道^[16-19]。本实验研究发现,无论是成虫还是若虫,在 0°C 下驯化2 h后,其在识别温度下的存活率都能得到显著提高,雌雄成虫之间存活率无差异;而经 5°C 驯化2 h后,成虫和若虫的存活率与对照相比差异不显著。由此可见,适宜的低温驯化,对昆虫的存活是有利的。关于快速冷驯化提高昆虫耐寒性的机制目

前还不十分清楚,可能的解释是快速冷驯化具有保护神经细胞和修复肌肉的损伤,保证神经中枢的传导、神经肌肉的协调和膜的流动性,阻止细胞的凋亡,从而提高昆虫的耐寒性^[20-21]。

长期以来,对快速冷驯化的生态学意义一直存在争论,认为在季节性变化过程中,昆虫对温度的适应是一个长期的过程,似乎长时间的驯化更具生态学意义。但对于如西花蓟马一样,不具备滞育^[22]、休眠和迁飞等越冬策略的昆虫而言,环境温度的突然降低对其可能是致命的,因而快速冷驯化具有重要的生态学意义^[23]。西花蓟马主要以成虫或若虫在温室及其附近的杂草内越冬^[24-25],通常不会遭遇温度急剧下降的威胁。然而,一旦它随蔬菜花卉等寄主被运输到外界,将短时间暴露于低温下,因而快速冷驯化对于其存活十分重要^[12]。

前人的研究表明,物种的快速冷驯化与其种群适合度之间存在平衡关系,即快速冷驯化能提高昆虫在识别温度下的存活率,但这是以其适合度的降低为代价的。如经过快速冷驯化后,能迅速提高家蝇在零下致死低温下的存活率,但同时也导致了繁殖力和寿命的下降^[26]。本研究中西花蓟马的成虫和若虫经过快速冷驯化后,都能显著提高其在致死温度下的存活率。若虫经快冷驯化后,其发育历期、寿命、产卵时间与对照相比差异不显著,但其羽化成虫的产卵量明显下降;而成虫经快速冷驯化后,其寿命、产卵时间和产卵量都明显下降,这表明我们的研究结果与前人一致。但也有学者的研究结果与我们的相反,他们的结果支持生物的快速冷驯化有利无代价的观点。如 Powell^[27]发现麦蚜的成虫和若虫在识别温度下的存活率只有 20%,经过 0 °C 分别驯化 2 h 和 3 h 后,存活率分别高达 68% 和 83%;但经快速冷驯化处理后,无论是成虫还是若虫,其寿命和繁殖力与对照相比差异不显著。Shreve 等^[28]研究发现经过快速冷驯化后,果蝇交配的成功率也显著增加。Broufas^[29]对一种捕食螨的研究结果也支持快速冷驯化有利无代价的观点。以上研究结果表明,大多数生物都具有快速冷驯化的能力,但其快速冷驯化的生态学代价存在差异。

综上所述,西花蓟马的雌雄成虫及若虫都具有快速冷驯化能力,无论是成虫还是若虫经过 0 °C 驯化 2 h 后,存活率得到显著提高,雌雄个体间快速冷驯化的能力无差异;同时,本研究还表明低温对西花蓟马的种群适合度具有致命的影响,证实了西花蓟马的快速冷驯化能力的获得是与其繁殖力的降低为代价的,即昆虫的快速冷驯化与其种群适合度间存在一种平衡假说。此外,本研究只考虑了快速冷驯化对亲代西花蓟马的生长发育和繁殖的不利影响,而这种影响能否通过遗传而传递给对 F1 代,尚需进一步研究。

References:

- [1] Mound L A. The thysanoptera vector species of tospoviruses. *Acta Horticulturae*, 1996, 431: 298-309.
- [2] van de Wetering F, Goldbach R, Peters D. Transmission of Tomato spotted wilt virus by *Frankliniella occidentalis* after viral acquisition during the first larval stage. *Acta Horticulturae*, 1996, 431: 350-358.
- [3] Lu L, Du Y Z, Li H B, Wang J J. Advances in the virus disease transmitted by the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Plant Protection*, 2009, 35(2): 7-11.
- [4] Zhang Y J, Wu Q J, Xu B Y, Zhu G R. Invasive insect pest, western flower thrips, brought out and damaged in Beijing. *Plant Protection*, 2003, 29(4): 58-59.
- [5] Zheng C Y, Liu Y H, Zhang N Q, Zhao X L. Invaded insect pest—*Frankliniella occidentalis* first reported in Shandong province. *Journal of Qingdao Agricultural University (Natural Science)*, 2007, 24(3): 172-174.
- [6] Wu Q J, Xu B Y, Zhang Z J, Zhang Y J, Zhu G R. Investigation on species and distribution of thrips in Beijing, Zhejiang and Yunnan. *China Plant Protection*, 2007, 27(1): 32-34.
- [7] Yuan C M, Zhi J R, Li J Z, Zhang Y. Investigation on the species of thrips in fields of vegetable in Guizhou Province. *China Plant Protection*, 2008, 28(7): 8-10, 7-7.
- [8] Jing X H, Kang L. Overview and evaluation of research methodology for insect cold hardiness. *Entomological Knowledge*, 2004, 40(1): 7-10.
- [9] Du Y Z, Dai L, Ju R T, Gu J, Diao C Y, Gong W R. Risk analysis of alien invasive western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in China. *Scientia Agricultura Sinica*, 2005, 38(11): 2360-2364.
- [10] Cheng J F, Wan F H, Guo J Y. Analysis of potential distribution of the invaded insect *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in China. *Acta Entomologica Sinica*, 2006, 49(3): 438-446.
- [11] Cheng J F, Wan F H, Guo J Y. Potential distribution of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in China by using combined CLIMEX and GIS tools. *Scientia Agricultura Sinica*, 2006, 39(3): 525-529.
- [12] McDonald J R, Bale J S, Walters K F A. Rapid cold hardening in the western flower thrips *Frankliniella Occidentalis*. *Journal of Insect Physiology*,

1997, 43(8): 759-766.

- [13] Bale J S. Insects at low temperature: a predictable relationship? *Functional Ecology*, 1991, 5(2): 291-298.
- [14] Chen C P, Denlinger D L, Lee R E. Cold shock injury and rapid cold hardening in the flesh fly *Sarcophaga crassipalpis*. *Physiological Zoology*, 1987, 60(3): 297-300.
- [15] Coulson S J, Bale J S. Characterisation and limitations of the rapid cold-hardening response in the housefly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Journal of Insect Physiology*, 1990, 36(3): 207-211.
- [16] Broufas G D, Koveos D S. Rapid cold hardening in the predatory mite *Euseius* (Amblyseius) *finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Insect Physiology*, 2001, 47(7): 699-708.
- [17] Tsumuki H, Ishida H, Yoshida H, Sonoda S, Izumi Y, Murai T. Cold hardiness of adult western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology*, 2007, 42(2): 223-229.
- [18] Qiang C K, Du Y Z, Yu L Y, Cui Y D, Zheng F S, Lu M X. Effect of rapid cold hardening on the cold tolerance of the larvae of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker). *Agricultural Sciences in China*, 2008, 7(3): 321-328.
- [19] Kelty J D, Killian K A, Lee R E. Cold shock and rapid cold-hardening of pharate adult flesh flies (*Sarcophaga crassipalpis*): effects on behavior and neuromuscular function following eclosion. *Physiological Entomology*, 1996, 21(4): 283-288.
- [20] Yi S X, Moore C W, Lee R E. Rapid cold-hardening protects *Drosophila melanogaster* from cold-induced apoptosis. *Apoptosis*, 2007, 12(7): 1183-1193.
- [21] Wang X H, Qi X L, Kang L. Rapid cold hardening process of insects and its ecologically adaptive significance. *Progress in Natural Science*, 2003, 13(9): 641-647.
- [22] Ishida H, Murai T, Sonoda S, Yoshida H, Izumi Y, Tsumuki H. Effects of temperature and photoperiod on development and oviposition of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology*, 2003, 38(1): 65-68.
- [23] Shintani Y, Ishikawa Y. Relationship between rapid cold-hardening and cold acclimation in the eggs of the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotha hilaris*. *Journal of Insect Physiology*, 2007, 53(10): 1055-1062.
- [24] Orosz S Z, Kovács C, Juhász M, Tóth F. Observations on the overwintering of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) under climatic conditions of Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 2009, 44(2): 267-276.
- [25] Okazaki S, Okuda M, Komi K, Yoshimatsu H, Iwanami T. Overwintering viruliferous *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) as an infection source of tomato spotted wilt virus in green pepper fields. *Plant Disease*, 2007, 91(7): 842-846.
- [26] Coulson S C, Bale J S. Effect of rapid cold hardening on reproduction and survival of offspring in the housefly *Musca domestica*. *Journal of Insect Physiology*, 1991, 38(6): 421-424.
- [27] Powell S J, Bale J S. Cold shock injury and ecological costs of rapid cold hardening in the grain aphid *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Insect Physiology*, 2004, 50(4): 277-284.
- [28] Shreve S M, Kelty J D, Lee R E. Preservation of reproductive behaviors during modest cooling: rapid cold-hardening fine-tunes organismal response. *Journal of Experimental Biology*, 2004, 207: 1797-1802.
- [29] Broufas G D, Koveos D S. Rapid cold hardening in the predatory mite *Euseius* (Amblyseius) *finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Insect Physiology*, 2001, 47(7): 699-708.

参考文献:

- [3] 陆亮, 杜予州, 李鸿波, 王建军. 西花蓟马传播病毒病的研究进展. *植物保护*, 2009, 35(2): 7-11.
- [4] 张友军, 吴青君, 徐宝云, 朱国仁. 危险性外来入侵生物——西花蓟马在北京发生危害. *植物保护*, 2003, 29(4): 58-59.
- [5] 郑长英, 刘云虹, 张乃芹, 赵希丽. 山东省发现外来入侵有害生物——西花蓟马. *青岛农业大学学报(自然科学版)*, 2007, 24(3): 172-174.
- [6] 吴青君, 徐宝云, 张治军, 张友军, 朱国仁. 京、浙、滇地区植物蓟马马种类分布及其调查. *中国植保导刊*, 2007, 27(1): 32-34.
- [7] 袁成明, 邹军锐, 李景柱, 张勇. 贵州省蔬菜蓟马种类调查研究. *中国植保导刊*, 2008, 28(7): 8-10, 7-7.
- [8] 景晓红, 康乐. 昆虫耐寒性的测定与评价方法. *昆虫知识*, 2004, 40(1): 7-10.
- [9] 杜予州, 戴霖, 鞠瑞亭, 顾杰, 刁春友, 龚伟荣. 入侵害虫西花蓟马在中国的风险性初步分析. *中国农业科学*, 2005, 38(11): 2360-2364.
- [10] 程俊峰, 万方浩, 郭建英. 入侵昆虫西花蓟马的潜在适生区分析. *昆虫学报*, 2006, 49(3): 438-446.
- [11] 程俊峰, 万方浩, 郭建英. 西花蓟马在中国适生区的基于 CLIMEX 的 GIS 预测. *中国农业科学*, 2006, 39(3): 525-529.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 23 December, 2011 (Semimonthly)
CONTENTS

Satellite-based modelling light use efficiency of alpine meadow along an altitudinal gradient	FU Gang, ZHOU Yuting, SHEN Zhenxi, et al (6989)
Changes in the concentrations of airborne <i>Picea schrenkiana</i> pollen in response to temperature changes in the Tianshan Mountain area	PAN Yanfang, YAN Shun, MU Guijin, et al (6999)
Primary production in the Bay of Bengal during spring intermonsoon period	LIU Huaxue, KE Zhixin, SONG Xingyu, et al (7007)
Effect of rainfall regimes on the decomposition rate of yak dung in an alpine meadow of northwest Sichuan Province, China	WU Xinwei, LI Guoyong, SUN Shucun (7013)
SOFM-based nutrient cycling classification of forest ecosystems in the Loess Plateau	CHEN Kai, LIU Zengwen, LI Jun, et al (7022)
Characterization of the responses of photosynthetic and chlorophyll fluorescence parameters to water stress in seedlings of six provenances of Chinese Pine (<i>Pinus tabulaeformis</i> Carr.)	WANG Yan, CHEN Jianwen, et al (7031)
Effect of silicon supply on Tall Fescue (<i>Festuca arundinacea</i>) growth under the salinization conditions	LIU Huixia, GUO Xinghua, GUO Zhenggang (7039)
Effects of high-temperature stress on physiological characteristics of leaves of <i>Simmondsia Chinensis</i> seedlings from different provenances	HUANG Weiwei, ZHANG Niannian, HU Tingxing, et al (7047)
Soil moisture dynamics of water and soil conservation forest on the Loess Plateau	ZHANG Jianjun, LI Huimin, XU Jiajia (7056)
The distribution of male and female <i>Populus cathayana</i> populations along an altitudinal gradient	WANG Zhifeng, XU Xiao, LI Xiaofeng, et al (7067)
Analysis on the characteristics of macrobenthic community in the North-west Daya Bay of South China Bay in spring	DU Feiyan, LIN Qin, JIA Xiaoping, et al (7075)
The effects of season and environmental factors on community structure of planktonic copepods in Zhanjiang Bay, China	ZHANG Caixue, GONG Yuyan, WANG Xuefeng, et al (7086)
Population genetic structure of <i>Pneumatophorus japonicus</i> in the Taiwan Strait	ZHANG Liyan, SU Yongquan, WANG Hangjun, et al (7097)
Seasonal variation of nitrogen and phosphorus in Miju River and Lake Erhai and influencing factors	YU Chao, CHU Jinyu, BAI Xiaohua, et al (7104)
Population dynamics and production of <i>Bellamyia aeruginosa</i> (Reeve) (Mollusca: Viviparidae) in artificial lake for transgenic fish, Wuhan	XIONG Jing, XIE Zhicai, JIANG Xiaoming, et al (7112)
Carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometric ratios among live plant-litter-soil systems in estuarine wetland	WANG Weiqi, XU Linglin, ZENG Congsheng, et al (7119)
Effects of EDTA on growth and lead-zinc accumulation in maize seedlings grown in amendment substrates containing lead-zinc tailings and soil	WANG Hongxin, HU Feng, XU Xinwang, et al (7125)
Effects of different coated controlled-release urea on soil ammonia volatilization in farmland	LU Yanyan, SONG Fupeng (7133)
Effects of ridge planting on the photosynthetic characteristics and yield of summer maize in high-yield field	MA Li, LI Chaohai, FU Jing, et al (7141)
Effect of timing of DCD application on nitrous oxide emission during wheat growing period	JI Yang, YU Jia, MA Jing, et al (7151)
The role of the fertilizing with nitrogen, calcium and sodium chloride in winter wheat leaves adaptation to freezing-thaw stress	LIU Jianfang, ZHOU Ruilian, ZHAO Mei, et al (7161)
Environment impact assessment of organic and conventional soybean production with LCA method in China Northeast Plain	LUO Yan, QIAO Yuhui, WU Wenliang (7170)
Effects of selenium added to soil on physiological indexes in flue-cured tobacco	XU Zicheng, SHAO Huifang, SUN Shuguang, et al (7179)
Influence of different planting patterns on field microclimate effect and yield of peanut (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	SONG Wei, ZHAO Changxing, WANG Yuefu, et al (7188)
Rapid cold hardening of Western flower thrips, <i>Frankliniella occidentalis</i> , and its ecological cost	LI Hongbo, SHI Liang, WANG Jianjun, et al (7196)

- Effects of temperature on body color in *Sitobion avenae* (F.) DENG Mingming, GAO Huanhuan, LI Dan, et al (7203)
- Development and reproduction of *Bemisia tabaci* biotype B on wild and cultivated tomato accessions
..... GAO Jianchang, GUO Guangjun, GUO Yanmei, et al (7211)
- Study on ecological water demand based on assessment of ecosystem disturbance degree in the Baiyangdian Wetland
..... CHEN He, YANG Ying, YU Shiwei, et al (7218)
- Emergy-based analysis of two chicken farming systems: a perspective of organic production model in China
..... HU Qiuhong, ZHANG Lixiao, WANG Changbo (7227)
- Mathematical model design of time-effect relationship analysis about the inhibition of four eighteen-carbon fatty acids on toxic
Microcystis aeruginosa HE Zongxiang, ZHANG Tingting (7235)
- Enrichment of heavy metals in the seagrass bed of Liusha Bay XU Zhanzhou, ZHU Aijia, CAI Weixu, et al (7244)
- A gradient analysis of urban architecture landscape pattern based on QuickBird imagery
..... ZHANG Peifeng, HU Yuanman, XIONG Zaiping, et al (7251)
- Landscape spatial heterogeneity is associated with urbanization: an example from Yangtze River in Jiangsu Province
..... CHE Qianjin, CAO Youhui, YU Lu, et al (7261)
- CVM for Taihu Lake based on ecological functions of wetlands restoration, and ability to pay and willingness to pay studies
..... YU Wenjin, XIE Jian, ZOU Xinqing (7271)
- Review and Monograph**
- Progress in research on the marine microbial loop in the Arctic Ocean HE Jianfeng, CUI Shikai, ZHANG Fang, et al (7279)
- Research progress in the eco-environmental effects of urban green spaces
..... SU Yongxian, HUANG Guangqing, CHEN Xiuzhi, et al (7287)
- Source, exposure characteristics and its environmental effect of heavy metals in urban surface dust
..... FANG Fengman, LIN Yuesheng, WANG Haidong, et al (7301)
- Scientific Note**
- Spatial structures of soilcarbon and nitrogen of China fir and Masson pine mixed forest in the Three Gorger Reservoir Areas
..... LIN Yinghua, WANG Laifa, TIAN Xiaokun, et al (7311)
- The relationship between *Oligochroa cantonella* Caradja and environmental factors LIU Wenai, FAN Hangqing (7320)

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 23 期 (2011 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 23 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