

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

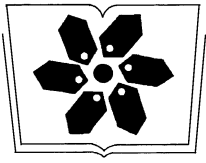
(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 5 期
Vol.31 No.5
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 5 期 2011 年 3 月 (半月刊)

目 次

盐胁迫下 3 种滨海盐生植物的根系生长和分布····· 弋良朋,王祖伟 (1195)

蕙兰病株根部内生细菌种群变化····· 杨 娜,杨 波 (1203)

森林不同土壤层全氮空间变异特征····· 张振明,余新晓,王友生,等 (1213)

基于生态位模型的秦岭山系林麝生境预测····· 罗 翀,徐卫华,周志翔,等 (1221)

黑河胜山自然保护区红松和红皮云杉生长释放判定及解释····· 王晓春,赵玉芳 (1230)

两种大型真菌菌丝体对重金属的耐受和富集特性····· 李维焕,于兰兰,程显好,等 (1240)

2005—2009 年浙江省不同土地类型上空对流层 NO₂ 变化特征 ····· 程苗苗,江 洪,陈 健,等 (1249)

关帝山天然次生针叶林林隙径高比 ····· 符利勇,唐守正,刘应安 (1260)

鄱阳湖湿地水位变化的景观响应····· 谢冬明,郑 鹏,邓红兵,等 (1269)

模拟氮沉降对华西雨屏区撑绿杂交竹凋落物分解的影响····· 涂利华,戴洪忠,胡庭兴,等 (1277)

喷施芳香植物源营养液对梨树生长、果实品质及病害的影响 ····· 耿 健,崔楠楠,张 杰,等 (1285)

不同覆膜方式对旱砂田土壤水热效应及西瓜生长的影响 ····· 马忠明,杜少平,薛 亮 (1295)

干旱胁迫对玉米苗期叶片光合作用和保护酶的影响 ····· 张仁和,郑友军,马国胜,等 (1303)

不同供水条件下冬小麦叶与非叶绿色器官光合日变化特征 ····· 张永平,张英华,王志敏 (1312)

水分亏缺下紫花苜蓿和高粱根系水力学导度与水分利用效率的关系 ··· 李文娆,李小利,张岁岐,等 (1323)

美洲森林群落 Beta 多样性的纬度梯度性 ····· 陈圣宾,欧阳志云,郑 华,等 (1334)

水体泥沙对菖蒲和石菖蒲生长发育的影响····· 李 强,朱启红,丁武泉,等 (1341)

蚯蚓在植物修复芫污染土壤中的作用····· 潘声旺,魏世强,袁 馨,等 (1349)

石榴园西花蓟马种群动态及其与气象因素的关系····· 刘 凌,陈 斌,李正跃,等 (1356)

黄山短尾猴食土行为····· 尹华宝,韩德民,谢继峰,等 (1364)

扎龙湿地昆虫群落结构及动态····· 马 玲,顾 伟,丁新华,等 (1371)

浙江双栉蝠蛾发生与土壤关系的层次递进判别分析····· 杜瑞卿,陈顺立,张征田,等 (1378)

低温导致中华蜜蜂后翅翅脉的新变异 ····· 周冰峰,朱翔杰,李 月 (1387)

双壳纲贝类 18S rRNA 基因序列变异及系统发生 ····· 孟学平,申 欣,程汉良,等 (1393)

基于物理模型实验的光倒刺鲃生态行为学研究 ····· 李卫明,陈求稳,黄应平 (1404)

中国铁路机车牵引能耗的生态足迹变化 ····· 何吉成 (1412)

城市承载力空间差异分析方法——以常州市为例····· 王 丹,陈 爽,高 群,等 (1419)

水资源短缺的社会适应能力理论及实证——以黑河流域为例 ····· 程怀文,李玉文,徐中民 (1430)

寄主植物叶片物理性状对潜叶昆虫的影响····· 戴小华,朱朝东,徐家生,等 (1440)

专论与综述

C₄ 作物 FACE (free-air CO₂ enrichment) 研究进展 ····· 王云霞,杨连新,Remy Manderscheid,等 (1450)

研究简报

石灰石粉施用剂量对重庆酸雨区受害马尾松林细根生长的影响····· 李志勇,王彦辉,于澎涛,等 (1460)

女贞和珊瑚树叶片表面特征的 AFM 观察 ····· 石 辉,王会霞,李秧秧,刘 肖 (1471)

石榴园西花蓟马种群动态及其与气象因素的关系

刘 凌¹, 陈 斌¹, 李正跃^{1,*}, 杨仕生², 孙 文²

(1. 生物多样性与病虫害控制教育部重点实验室, 云南农业大学 植物保护学院, 昆明 650201; 2. 云南省建水县农业科学研究所, 建水 654300)

摘要: 2007—2008年, 对云南省建水石榴园西花蓟马种群动态进行了系统调查, 并采用回归分析(逐步回归分析、通径分析)、主成分分析及灰色系统分析就气象因子对该虫种群动态的影响进行了系统分析。结果表明, 西花蓟马在建水石榴园常年发生, 冬季较低, 夏季最高, 成虫全年种群消长呈单峰型, 高峰期为5月份。相关性分析结果表明, 西花蓟马种群数量与月相对湿度间呈极显著正相关性($P < 0.01$), 与月均气温和月最低气温间呈显著正相关性($P < 0.05$), 与月最高气温、月均降雨量和月均蒸发量间无相关性($P > 0.05$)。回归分析结果表明, 石榴园西花蓟马种群动态的决定因子中影响最大的气象因素是月最低气温, 而月均气温和月相对湿度是影响种群数量变动的主要因素。主成分分析表明, 月最低气温是主要成分, 其累积方差贡献率达73.03%。灰色系统分析结果表明, 影响石榴园6种蓟马种群动态最关键的因子是月相对湿度; 年度间影响最大的是年总降雨量; 石榴花期各蓟马的种群数量与气象因素间关联度最大的是月最低温; 果期各种蓟马的种群数量与气象因素间关联度最大的是月均降雨量。

关键词: 西花蓟马; 种群动态; 气象因素; 石榴

Population dynamics of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) along with analysis on the meteorological factors influencing the population in pomegranate orchards

LIU Ling¹, CHEN Bin¹, LI Zhengyue^{1,*}, YANG Shisheng², SUN Wen²

1 Key Laboratory of Agro-biodiversity and Pest Management of Education Ministry of China, College of Plant Protection, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

2 Research Institute of Agriculture, Jianshui 654300, China

Abstract: The western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) has been a major pest of agricultural and horticultural crops in fields and greenhouses worldwide. Since its found in Beijing Municipality of China in 2003, and now it is the serious pest in pomegranate tree of Jianshui County, Yunnan Province in recent years. The population dynamics of the *F. occidentalis* in pomegranate orchards was surveyed by using gathering thrips in different positions of pomegranate including flower, leaf, shoot and young fruit and using blue sticky cards from 2007 to 2008 in Jianshui County, Yunnan Province. The relationship between meteorological factors including monthly mean temperature, monthly maximum temperature, monthly minimum temperature, monthly rainfall, monthly relative humidity (RH) and monthly evaporation and population dynamics were analyzed using the regression analysis (stepwise regression analysis and path analysis), the principal component analysis and the grey system analysis. The results indicated that during the study periods, adults of the *F. occidentalis* occurred throughout the year, the lowest population was in winter season and the highest population was in the summer season in each year. The population dynamics was single-peaked, the most serious injury stage was from March to July, with the peak in May. The correlativity results showed that the population of *F. occidentalis* was significantly positively correlated to monthly RH ($P < 0.01$), and it was positively correlated to monthly mean temperature, monthly minimum temperature ($P < 0.05$), followed the regression equation as $Y = -131.15 + 0.04 X_1 + 22.71 X_3 - 15.76 X_5$, ($P =$

基金项目: 国家“973”重点基础研究发展计划资助项目(2006CB100204); 云南省科技攻关项目(2006SG23)

收稿日期: 2009-12-08; **修订日期:** 2010-09-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: linzhengyue@263.net

0.002), the multiple realtice coefficient was 0.875, the X_1 , X_3 and X_5 was monthly mean temperature, monthly minimum temperature and monthly RH . No significant correlation was found between the population of *F. occidentalis* and monthly maximum temperature, monthly rainfall amounts, monthly evaporation capacity ($P>0.05$). Use the stepwise regression analysis, path analysis and decision coefficient analysis on the relations between the population of *F. occidentalis* and monthly mean temperature, monthly minimum temperature and monthly RH . The results described that the monthly minimum temperature was the major decisive factor, whose the decision coefficient was $R^2_{(3)} = 3.662$, and the monthly mean temperature and the monthly RH were the primary limiting factors, whose the decision coefficient respectively were $R^2_{(1)} = -0.484$ and $R^2_{(5)} = -2.621$. The principal component analysis indicated that the monthly minimum temperature of the first principal component was the primary decisive factor, whose cumulative variance proportion was 73.03% and monthly RH of the second principal component was also the primary decisive factor, whose Load was 0.978. The total cumulative variance proportion of previous two principal components was 95.30%. It could be the comprehensive index of meteorological factors to analysis the population dynamics of *F. occidentalis*. The grey system analysis on the relationship between the population and the meteorological factors showed that the monthly RH was the key factors of seasonal dynamics, whose integral was 10. And the total annual rainfall amounts was the key factors of annual dynamics, whose degreeofrelation was 1.012, and that all the meteorological factors ranked as the Toal Annual Rainfall >Annual Mean RH >Annual Maximum Temperature >Annual Minimum Temperature >Annual Mean Temperature.

Key Words: *Frankliniella occidentalis*; population dynamics; meteorological factors; pomegranate

西花蓟马 (*Frankliniella occidentalis*, western flower thrips, WFT) 隶属蓟马科 (Thripidae)、花蓟马属 (*Frankliniella*), 起源于北美洲, 寄主植物达 60 余种 200 余种^[1], 迄今已广泛分布于欧洲、亚洲、非洲、美洲和大洋洲等 60 多个国家和地区^[2], 被世界许多国家列为重要的检疫对象^[3]。该虫于 2003 年传入我国^[4], 目前北京、浙江、云南和山东等省内均有分布^[5-6], 云南则是西花蓟马发生和危害的主要地区^[5]。

国内外学者对不同地区不同寄主植物上西花蓟马的种群动态、预测预报和防治策略等方面做了深入研究^[7-8], 而云南地区西花蓟马种群动态与气象因子关系尚无系统研究报道。云南是我国 6 大石榴主产区之一, 而建水则是云南省石榴主产区之一, 近年来, 蓟马已成为该地区石榴的重要害虫。本研究旨在揭示该地区西花蓟马种群动态变化规律及影响其变动的主要成因, 为系统研究云南全西花蓟马的发生规律提供重要数据, 进而为完善云南西花蓟马种群时空变动规律、制定西花蓟马管理策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 西花蓟马成虫种群动态调查

分别于 2007 年和 2008 年, 以建水县南庄镇 (23°41'N, 102°50'E, 海拔 1351m) 和青龙镇 (23°32'N, 102°44'E, 海拔 1392 m) 石榴生产区为基地, 各选取种植管理水平一致的 4 个石榴园进行设点调查。分别选取有杂草石榴园 1 个, 无杂草石榴园 1 个, 石榴园附近种有柑橘、玉米、红薯等作物。每个调查点设置蓝色粘虫板 (21.5cm×15.0cm, 台湾高冠牌) 3 块, 粘虫板卷成筒状固定垂直悬挂在石榴树上, 距地面 2m, 板间排列相隔约 5 m。3—9 月份, 粘虫板上蓟马每天收集 1 次, 其余各月每周收集 1 次, 并重新更换粘虫板, 在室内鉴定其蓟马种类, 统计西花蓟马数目。

1.2 蓟马种类调查

在石榴园内 5 点取样, 每点随机选石榴树一棵, 并将石榴树冠分为上、中、下 3 部分。石榴花期 (3—6 月份), 每次调查分别于每株石榴树上、中、下各部位随机采花 4 朵, 果期 (6—9 月份) 分别于石榴树上、中、下各部位随机采集 5 个嫩梢和 5 片叶, 调查 4 个幼果, 即每园采花 60 朵或嫩梢 75 个和叶 75 片, 并调查 60 个幼果, 将花、嫩梢和叶放入自封袋中带回实验室收集蓟马, 用笔刷收集幼果上的蓟马, 将收集到的蓟马标本保存于采集液中待鉴定。以上标本采集均为每 7d 调查 1 次。本实验采用常规鉴定的临时玻片标本制作法^[9]。参考韩

运发和 Mound 等分类资料进行种类鉴定^[10-11]。

1.3 气象因子分析

气温和降雨等气象资料选用建水县气象站设置在近试验区的测报点的气象数据。西花蓟马种群密度间的差异采用单因素方差分析,差异显著性测验采用 LSD 法($P \leq 0.05$)。采用逐步回归分析、通径分析、主成分分析及灰色系统分析气象因素对西花蓟马成虫种群动态影响。所有数据统计分析均通过 DPS 统计分析软件^[12]进行。

2 结果与分析

2.1 西花蓟马种群消长动态

2007 和 2008 年,建水石榴园内西花蓟马成虫种群消长呈单峰型,表现为冬季较低,夏季最高(图 1)。成虫种群数量于 3 月份开始增加,3—5 月份月均诱捕量较高,2007 年和 2008 年连续 2a 中,5 月份西花蓟马诱捕量达高峰,诱捕量分别为 1149.2 头和 1566.8 头,年度间差异不明显($F = 0.486, P > 0.05$)。5 月以后,西花蓟马诱捕量开始下降。总体来看,3—7 月份,诱捕的西花蓟马成虫数量明显高于其它季节,表明 3—7 月份是该地石榴园西花蓟马成虫盛发期。当年 7 月至翌年 2 月份,西花蓟马成虫诱捕量较低,如 2007 年 7—12 月每块蓝色粘虫板对西花蓟马成虫的诱捕量分别为 144.1、92.8、67.1、41.4、29.3 头和 14.6 头,2008 年 1 月和 2 月分别为 70.0 头和 147.0 头。

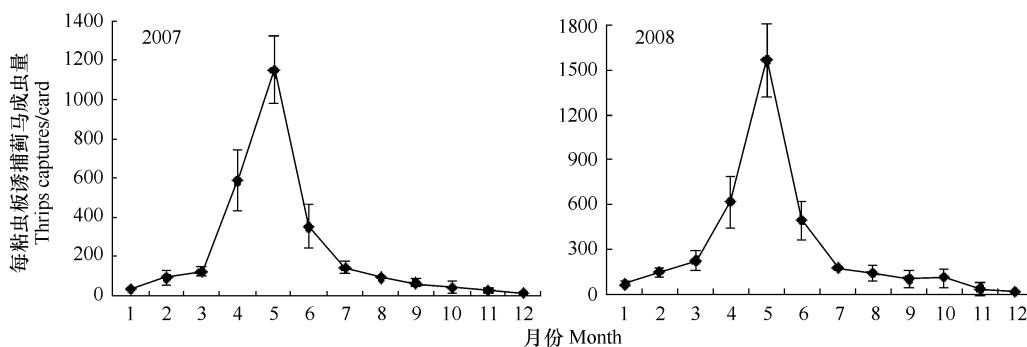


图 1 云南石榴园西花蓟马种群动态(2007—2008 年)

Fig. 1 The population dynamics of WFT in pomegranate orchards from 2007 to 2008 in Yunnan Province

2.2 气象因素对西花蓟马成虫种群动态的影响

对 2007 年与 2008 年连续 2a 西花蓟马月均成虫量与同月平均气温(X_1)、最高气温(X_2)、最低气温(X_3)、降雨量(X_4)、相对湿度(X_5)及月蒸发量(X_6)6 种气象因素进行相关性分析。结果表明,西花蓟马成虫种群数量的月变化与月平均气温(X_1)、月最高气温(X_2)、月最低气温(X_3)、月降雨量(X_4)、月相对湿度(X_5)及月蒸发量(X_6)间的相关系数分别为 0.428、0.218、0.485、0.149、0.658 和 -0.356,即种群数量的月变化与月蒸发量呈负相关,而与其它气象因素呈正相关。其中,种群数量与月相对湿度相关性极显著($P < 0.01$),与月平均气温和月最低气温的相关性显著($P < 0.05$),与其它气象因素的相关性均不显著($P > 0.05$)。由此表明,西花蓟马种群动态与月平均气温、月最低气温和月相对湿度的变化密切相关,其中月相对湿度与该虫的数量变动关系最密切($R = 0.658$),而月最高气温、月降雨量和月蒸发量这 3 种气象因素对西花蓟马种群动态的影响较小。

2.3 气象因素对西花蓟马成虫种群动态影响的逐步回归分析

基于西花蓟马种群数量受多因素的影响,因此,排除月最高气温、月降雨量和月蒸发量 3 种气象因素,以西花蓟马种群数量的月平均诱捕量(Y)为因变量,同月其余气象因素为自变量(X_i),就气象因子对西花蓟马种群动态的影响进行逐步回归分析。回归方程初始参数进入回归方程的 F 显著水平值为 $P < 0.05$ 为选择标准,剔除回归方程式的 F 显著水平值为 $P > 0.01$,得到如下回归方程:

$$Y = -131.15 + 0.04 X_1 + 22.71 X_3 - 15.76 X_5$$

上述回归方程式表明,月平均气温(X_1)、月最低气温(X_3)和月相对湿度(X_5)综合影响到西花蓟马月种群动态。偏相关分析进一步揭示,西花蓟马种群动态的月变动与月最低气温呈显著正相关($F = 4.32, P < 0.01$),其偏相关系数为0.837,说明在该数据范围内月最低气温升高有利于西花蓟马种群数量增长。西花蓟马种群动态的月变动与月相对湿度呈显著负相关,其偏相关系数为-0.819($F = 4.04, P < 0.01$),表明在该数据范围内月相对湿度增加对种群增加不利。西花蓟马种群动态的月变动与月平均气温呈正相关,但未达显著水平($F = 0.52, P > 0.05$)。

2.4 影响西花蓟马成虫种群动态的气象因子的通径分析

逐步回归分析结果表明,云南石榴园西花蓟马种群月变动主要是由月平均气温(X_1)、月最低气温(X_3)和月相对湿度(X_5)综合作用的结果。根据这些因素各相关系数的组成效应,将所选各气象因素(X_i)与种群数量(Y)的相关系数剖分为直接作用和通过其它因子(X_j)的间接影响两部分进行通径分析。如表1所示,月最低气温对西花蓟马种群数量变动的直接作用最大($R = 0.658$),且其直接作用大于间接作用,说明月最低气温的变化直接影响其到西花蓟马的种群动态。月平均气温和月相对湿度对西花蓟马种群动态的间接作用均大于各自的直接作用,且间接作用效应主要通过月最低气温而发生。由此表明,月最低气温可以作为一个非常重要的直接影响西花蓟马种群动态的参数。

表1 影响云南建水石榴园西花蓟马种群动态的主要气象因素的相关与通径分析

Table 1 Correlation and path analysis between the fluctuation of WFT adult abundance and main meteorological factors in pomegranate orchards in Jianshui, Yunnan Province

性状 Character	相关系数 Correlation coefficient	直接作用 Direct path coefficient	间接作用总和 Total of indirect path coefficient	间接作用 Indirect path coefficient		
				X_1	X_3	X_5
X_1	0.658	0.296	0.362		0.873	-0.512
X_3	0.665	2.040	-1.555	0.127		-1.682
X_5	-0.713	-1.797	1.994	0.084	1.910	

2.5 气象因素对西花蓟马种群动态的决定程度分析

决定系数是表示一个自变量对因变量的相对决定程度。月平均气温(X_1)、月最低气温(X_3)和月相对湿度(X_5)这3个气象因素及其交互效应对西花蓟马月种群动态的总决定系数为 $R^2 = 0.830$,即这3个变量决定了种群动态变化的83.00%,可见这3个气象因素是影响种群动态的主要因素。

鉴于各气象因素对西花蓟马种群动态的直接影响和总影响排序可能会不同,因此用决定系数把各自变量对响应变量的综合作用进行排序,以确定主要决策变量和限制性变量。结果表明,月平均气温(X_1)、月最低气温(X_3)和月相对湿度(X_5)变量的决定系数分别为 $R^2_{(1)} = -0.484$ 、 $R^2_{(3)} = 3.662$ 和 $R^2_{(5)} = -2.621$ 。决定系数大小排序为 $R^2_{(3)} > R^2_{(5)} > R^2_{(1)}$ 。在这3个气象因素中,月最低气温(X_3)对应的决定系数为正值,表明月最低气温对西花蓟马种群动态的综合作用最大,是影响西花蓟马种群动态的最主要的决定因素。而月平均气温(X_1)和月相对湿度(X_5)对应的决定系数为负值,说明这2个因子是影响种群数量变动主要的限制因素,其中, $R^2_{(1)}$ 最小,表明月平均气温(X_1)是最主要的限制因子,其次是月相对湿度(X_5)。

2.6 气象因素对西花蓟马种群动态的主成分分析

将月平均气温、月最高气温、月最低气温、月降雨量和月相对湿度5种气象因素子进行主成分分析(表2)。结果表明,第1个主成分的特征值为3.654,方差贡献率为73.07%,占总性状信息量的73%以上,是最主要的主成分;第2个主成分的特征值为1.112,方差贡献率为22.23%,代表全部信息性状的22.23%,是仅次于第1主成分的重要主成分;其它主成分的方差贡献率逐渐减小,分别为3.89%、0.72%和0.08%。前2个主成分累计方差贡献率达到95.30%,表明前2个主成分已经把影响云南建水西花蓟马种群数量变动的气象

因素的 95% 的信息反映出来,因而可以作为气象因素选择的综合指标来分析影响建水西花蓟马种群动态。

表 2 云南建水气象因素中 5 个主成分的方差贡献率和累计方差贡献率

Table 2 Variance proportion and cumulative variance proportion of principal components in 5 meteorological factors in Jianshui, Yunnan Province

主成分 PRIN	均值 Mean	标准差 Std. Deviation	特征值 Eigenvalue	贡献率	累计贡献率/% Proportion Cumulative
Y_1	18.783	4.187	3.654	73.072	73.072
Y_2	28.875	3.116	1.112	22.233	95.304
Y_3	10.204	5.392	0.195	3.896	99.200
Y_4	77.517	64.246	0.036	0.716	99.916
Y_5	142.792	46.597	0.004	0.084	100.000

根据各性状相关矩阵向量(表 3),前两个主成分的函数表达式为:

$$Y_1 = 0.512 X_1 + 0.003 X_2 - 0.354 X_3 + 0.331 X_4 - 0.709 X_5$$

$$Y_2 = 0.491 X_1 + 0.247 X_2 - 0.319 X_3 - 0.755 X_4 + 0.163 X_5$$

在第 1 主成分中,月平均气温和月降雨量是影响西花蓟马种群数量变动的主要气象因素,而这两个因子与当地气温的产生密切相关,因此第 1 主成分值可视为气温指标。第 2 主成分中,月平均气温和月最高气温 2 个性状的系数值较大,表明月平均气温和月最高气温是构成第 2 主成分的主要因素(表 3)。

表 3 主要气象因素相关矩阵的特征向量

Table 3 Eigenvectors of correlation matrix of main meteorological factors

性状 Character	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Y_1	0.512	0.003	-0.354	0.331	-0.709
Y_2	0.491	0.247	-0.319	-0.755	0.163
Y_3	0.489	-0.303	-0.196	0.445	0.658
Y_4	0.429	-0.447	0.738	-0.214	-0.161
Y_5	0.269	0.804	0.436	0.279	0.111

根据各气象因素的荷载,第 1 主成分代表了月最低气温和月降雨量的作用,月平均气温(X_1)、月最高气温(X_2)、月最低气温(X_3)、月降雨量(X_4)及月相对湿度(X_5)的荷载分别为 0.860、0.700、0.974、0.944 和 0.053,其中月最低气温的荷载最大,为 0.974。因此,在月气象因素中,月最低气温是主要影响因素。而第 2 主成分中月平均气温(X_1)、月最高气温(X_2)、月最低气温(X_3)、月降雨量(X_4)及月相对湿度(X_5)的荷载分别为 0.477、0.678、0.178、0.009 和 0.978。因此,该主成分主要由月相对湿度决定,荷载为 0.978。

2.7 不同季节西花蓟马种群数量及气象因素的灰色系统分析

采用关联序列积分法,对 2007 和 2008 年连续 2a 内不同季节西花蓟马种群数量(Y_i)及气象因素(X_i)进行灰色系统关联度分析,即关联序列排序第 1 的得 5 分,排序第 2 的得 4 分,依次递减,如此则得到 5 个气象因素的关联序列积分和值 Σ (表 4)。

表 4 蓟马种群数量 Y_1 与气象因子间 X_i 的关联度

Table 4 Relation degree of Y_1 and X_i

Y_1	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
2007 年	0.891(3)	0.946(2)	0.835(4)	0.493(5)	1.005(1)
2008 年	0.803(5)	0.809(3)	0.804(4)	0.832(2)	0.870(1)
Σ	4	7	4	5	10

从积分和值看出(表 4),在各气象因素中,月相对湿度 X_6 积分 10 分,月最高温 X_2 积分 7 分,月降雨量 X_4

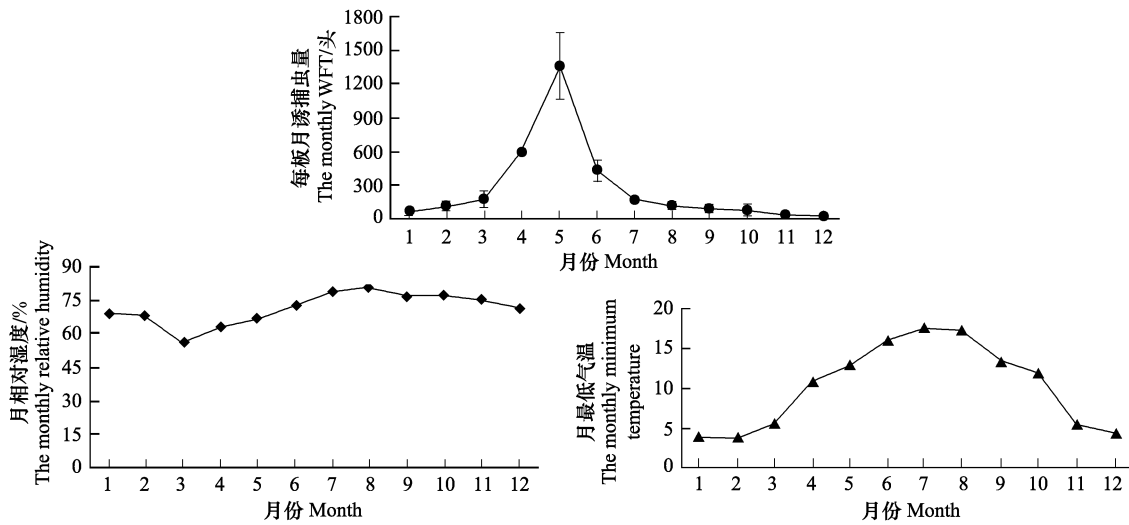


图2 石榴园西花蓟马月均种群数量动态(2007—2008年)

Fig.2 The monthly mean population dynamics of WFT in soul pomegranate orchards in 2007 and 2008

积分5分,月平均气温 X_1 和月最低温 X_3 的积分均为4分。因此,对石榴园西花蓟马季节性种群数量影响最大的气象因素是月相对湿度,其次是月最高温和月降雨量,影响最小的是月均温和月最低温。

2.8 石榴蓟马种群数量及气象因素年度间的灰色系统分析

对石榴园西花蓟马年度种群数量 (Y_2) 及气象因素 (X_i) 因子进行灰色系统关联度分析,结果表明,年均温 (X_1)、年最高温 (X_2)、年最低温 (X_3)、年总降雨量 (X_4) 和年均相对湿度 (X_5) 各因子的关系度分别为 0.912、1.0001、1.0000、1.012 和 1.0004,关联度顺序为 $X_4 > X_5 > X_2 > X_3 > X_1$ 。因此,对石榴园西花蓟马年度种群数量影响最大的气象因素是年总降雨量,其次是年均相对湿度,影响最小的是年均温。

2.9 石榴花期和果期主要蓟马种群数量及气象因素的灰色系统分析

2007年和2008年连续2a调查结果表明,云南建水石榴园蓟马有10种,主要种类分别为西花蓟马 (*F. occidentalis*)、棕榈蓟马 (*Thrips palmi*)、花蓟马 (*Frankliniella intonsa*)、端大蓟马 (*Megalurothrips distalis*)、华筒管蓟马 (*Haplothrips chinensis*) 和茶黄硬蓟马 (*Scirtothrips dorsalis*)。在石榴花期和果期,这6种蓟马诱捕量呈季节性变化。在花期,各种类2a种群总数量分别为3075.00、547.00、135.00、27.00、1.00和4.00头,差异显著 ($F=4.438, P<0.05$);在果期3月各种类种群总数量分别为9.00、13.00、16.00、0.00、3.00和45.00头,差异不显著 ($F=0.806, P>0.05$)。

表5 云南石榴花期与果期6种蓟马的种群数量及气象因素的关联度

Table 5 Relationship degree of the monthly amounts of 6 Thrips and the meteorological factors during bloom stage and fruit stage of pomegranate in Yunnan Province

种类 Species	花期 Bloom stage					果期 Fruit stage				
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
西花蓟马	0.817	0.877	0.661	0.510	0.984	0.842	0.903	0.694	0.645	0.886
棕榈蓟马	0.787	0.854	0.625	0.508	0.973	0.841	0.902	0.689	0.645	0.886
花蓟马	0.764	0.836	0.602	0.506	0.963	0.855	0.910	0.727	0.650	0.888
端大蓟马	0.811	0.883	0.693	0.533	0.996	0.859	0.936	0.749	0.633	0.916
华筒管蓟马	0.750	0.826	0.581	0.504	0.958	0.849	0.908	0.703	0.646	0.888
茶黄硬蓟马	0.758	0.831	0.590	0.505	0.961	0.852	0.910	0.705	0.647	0.889

石榴花期6种蓟马的种群数量及气象因素间灰色系统关联度分析结果表明:月最低温>月最高温>月平均相对湿度>月降雨量>月均温。而石榴果期6种蓟马的种群数量及气象因素的关联度顺序为月降雨量>月

最高温>月平均相对湿度>月均温>月最低温。

综合石榴花期和果期各蓟马的种群数量与气象因素的关联度顺序,气象因素对不同蓟马种类种群数量的影响是相同。花期降雨较少而温度较高,各蓟马的种群数量与气象因素间关联度最大的是月最低温。果期气温略有下降且降雨丰富,各蓟马的种群数量与气象因素间关联度最大的是月降雨量。

3 讨论

气候是影响许多生物分布的重要因素^[13],温度则是影响昆虫生长发育的重要气象因子^[14]。有关气象因素对蓟马种群动态的影响,国外的研究报道结论不尽一致,如 Davidson 和 Andrewartha 研究发现,冬季温度是影响玫瑰花上蓟马(*Thrips imaginis*)种群变化的主要因子,而 Smith、Varley 和 Mound 等则认为除考虑气象因素外,还应考虑捕食、寄生和其他密度死亡率^[15]。国内学者分别对 9 种寄主植物上的 10 种蓟马种类与气象因素间关系进行了研究,结果表明,温度、湿度及降雨综合影响蓟马种群动态。例如,陕西泾阳 6 月上旬平均气温与棉苗上烟蓟马(*Thrips tabaci*)的相关性极显著($P<0.05$);湖南 10 月上旬的温雨系数为 0.50,油桐树上红带滑胸针蓟马(*Selenothrips rubrocinctus*)种群数量急剧增加至中旬达到高峰,下旬的温雨系数为 2.74,其种群数量下降;在台湾的香扬巷和麟洛,莲雾上的腹突皱针蓟马(*Rhipiphorothrips cruentatus*)与温度和降雨量间的相关系数分别为 0.601、0.705 和 0.491、0.371^[10]。对于西花蓟马种群与气象因素的关系,Boissot 等 1998 年发现西花蓟马种群数量下降与不利温度或者环境因子没有关系,而其天敌 *Orius* sp. 的数量是该虫数量下降的原因^[15]。

本文的相关分析、逐步回归分析、通径分析及主成分分析结果表明,建水石榴园西花蓟马种群数量与月均气温、月最低气温和月相对湿度等气候因子有密切关系,其中月最低气温是影响西花蓟马种群变动的主要因素,其月最低气温可作为直接影响西花蓟马种群变动的重要指标。而灰色系统分析结果表明,月相对湿度是影响石榴 6 种蓟马的种群数量变动最大的因子;年度间影响最大的是年间总降雨量;石榴花期各蓟马的种群数量与气候因素间关联度最大的是月最低温;果期各蓟马的种群数量与气候因素间关联度最大的是月降雨量。月平均气温、月最低气温和月相对湿度 3 个气候因子决定了西花蓟马种群变化的 82.99%,说明食物、捕食和寄生等其他因子对该地西花蓟马种群动态的影响作用很小,在研究中也发现,花蝽、草蛉等天敌的数量极少,这也是本文只就气象因素进行相关性分析的原因之一。本文研究结果与 Smith 等研究结果一致,即气候和食物因素交互地影响着蓟马的种群数量,这一结果与桔小实蝇上所得结果也较一致^[16]。研究还得出,季节与年度间影响最大的因子以及不同生育时期的主要影响因子,这是未见报道的。因此,建水石榴园西花蓟马种群动态消长情况是由气象因素起主要决定作用,辅以食物因素综合作用影响的。

西花蓟马生长发育适宜温度范围是 15—30℃,其卵、若虫、预蛹、蛹和成虫的发育起点温度分别为 9.9、6.1、5.2、9.2、7.9℃。当温度高于 35℃,对西花蓟马的发育极为不利,45℃下,成虫和若虫 1h 后全部死亡;过冷却点在 -13℃到 -22℃之间,在 0℃以下只能暴露很短时间^[17]。而调查地建水 2007—2008 年全年平均气温为 18.8℃,全年月平均最低温度为 10.2℃,全年月平均最高温度为 28.9℃。其中,全年月平均最低温度低于发育起点温度的有 3 月,即 12 月—翌年 2 月份。由此可知,在建水,气温的月变化总体上处于西花蓟马生长发育所需的温度范围,这就是西花蓟马能在该地全年发生的原因。

西花蓟马成虫全年种群增长呈单峰型,即在 1a 中仅 5 月份呈现种群增长高峰,3—7 月份是该虫种群的盛发期,7 月—翌年 2 月份,西花蓟马成虫诱捕量最低。西花蓟马种群高峰的消长情况与石榴生长期较为一致,3 月份石榴进入盛花期,食物充足,温、湿度适宜,种群繁殖迅速,5 月份时达到种群高峰。6 月份以后,进入石榴挂果期,食源不足,降雨增多以及空气相对湿度增高可能是该期蓟马种群数量下降的另一原因,6—8 月份气温在 21℃以上,月平均气温为 23.1℃,但降雨量为全年最高量,7 月份平均月降雨量达 191.95mm,6 月至 12 月份平均月相对湿度持续在 70%以上,8 月份达到最高,为 80.5%。6—8 月份虫量较低的原因还可能是成虫转移到周边其他植物上,石榴花期结束(6 月中旬)后,石榴上的蓟马会转移到周围的其他寄主植物上。6 月下旬以后,石榴园周围的小米辣(1000 头/板)和花生(100 头/板)上的蓟马种群数量明显高于石榴上的

蓟马数(< 10 头/板)。11 月至翌年 3 月份,月最低温度为 $3.6\text{—}5.6^{\circ}\text{C}$,月最高温度为 $23.6\text{—}30.3^{\circ}\text{C}$,由此可知,一天之内温差较大以及外界食源极度缺乏是导致西花蓟马种群数量极低的原因。

References:

- [1] Robb K L. Analysis of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) as a Pest of Floricultural Crops in California Greenhouses. Riverside: University of California, 1989.
- [2] Dai L, Du Y Z, Ju R T, Gu J. Status of diffusion for the western flower thrips. Entomological Journal of East China, 2005, 14 (2): 150-154.
- [3] CABL. Crop Protection Compendium: global module (2nd edition). CABI Publishing, Wallingford, UK, 2001.
- [4] Zhang Y J, Wu Q J, Xu B Y, Zhu G R. Alien invasive western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) occurred and damaged in Beijing province. Plant Protection, 2003, 29(4): 58-59.
- [5] Wu Q J, Xu B Y, Zhang Z J, Zhang Y J, Zhu G R. The species and distribution of Thrips in Beijing, Zhejiang and Yunnan region. China Plant Protection, 2007, 27 (1): 32-33.
- [6] Zhen 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, 2007, 24(3): 172-174.
- [7] Pearsall I A, Myers J H. Population dynamics of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in nectarine orchards in British Columbia. Journal of Economic Entomology. 2000, 93(2): 264-275.
- [8] Cockfield S D, Beers E H, Zack R S. Phenology of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on plant species in and near apple orchards in Washington State. Journal of the Entomological Society of British Columbia, 2007, 104(12): 35-44.
- [9] Zhang H R, Okajima S, Laurence A M. Collecting and slide preparation methods of thrips. Entomological Knowledge, 2006, 43(5): 725-728.
- [10] Han Y F. Economic Entomology of China (Thysanoptera). Beijing: Science Press, 1997: 45—287.
- [11] Laurence A M, Kibby G. Thysanoptera, an Identification Guide(Second Edition). UK: CAB International, 1998: 1—70.
- [12] Tang Q Y, Feng M G. DPS Data Processing System for Practical Statistics. Beijing: Science Press, 2002: 636-643, 727-733, 1027-1035.
- [13] Walther G R. Ecological responses to recent climate change. Nature, 2002, 416: 389-395.
- [14] Howe R W. Temperature effect on embryonic development in insects. Annual Review of Entomology, 1967, 12: 15-41.
- [15] Funderburk J. Ecology of thrips // Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera. Italy: CSIRO Entomology, Reggio Calabria, 2001: 121-128.
- [16] Lü X, Han S C, Xu J L, Huang H, Wu H, Ou J F, Sun L. Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in Guangzhou, Guangdong Province, with analysis of the climate factors. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(4): 1850—1856.
- [17] Shipp J L, Gillespie T J. Influence of temperature and water vapor pressure deficit on survival of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Environmental Entomology, 1993, 22 (40): 726—732.

参考文献:

- [2] 戴霖, 杜予州, 鞠瑞亭, 顾杰. 危险性害虫西花蓟马的传播现状. 华东昆虫学报, 2005, 14(2): 150-154.
- [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] 吴青君, 徐宝云, 张治军, 张友军, 朱国仁. 京、浙、滇地区植物蓟马种类及其分布调查. 中国植保导刊, 2007, 27 (1): 32-33.
- [6] 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.
- [9] 张宏瑞, Okajima Shûji, Laurence A Mound. 蓟马采集和玻片标本的制作. 昆虫知识, 2006, 43 (5): 725-728.
- [10] 韩运发. 中国经济昆虫志(第五十五册缨翅目). 北京: 科学出版社, 1997: 45-287.
- [12] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002: 636-643, 727-733, 1027-1035.
- [16] 吕欣, 韩诗畴, 徐洁莲, 黄鸿, 吴华, 欧剑锋, 孙力. 广州桔小实蝇(*Bactrocera dorsalis* (Hendel))发生动态及气象因子. 生态学报, 2008, 28 (4): 1850-1856.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 5 March, 2011 (Semimonthly)
CONTENTS

Root system characters in growth and distribution among three littoral halophytes YI Liangpeng, WANG Zuwei (1195)

Population dynamics of endophytic bacteria isolated from the roots of infected *Cymbidium faberi* YANG Na, YANG Bo (1203)

Spatial variability of forest soil total nitrogen of different soil layers ZHANG Zhenming, YU Xinxiao, WANG Yousheng, et al (1213)

Habitat prediction for forest musk deer (*Moschus berezovskii*) in Qinling mountain range based on niche model LUO Chong, XU Weihua, ZHOU Zhixiang, et al (1221)

Growth release determination and interpretation of Korean pine and Koyama spruce in Shengshan National Nature Reserve, Heilongjiang Province, China WANG Xiaochun, ZHAO Yufang (1230)

Growth tolerance and accumulation characteristics of the mycelia of two macrofungi species to heavy metals LI Weihuan, YU Lanlan, CHENG Xianhao, et al (1240)

Characters of the OMI NO₂ column densities over different ecosystems in Zhejiang Province during 2005—2009 CHENG Miaomiao, JIANG Hong, CHEN Jian, et al (1249)

The forest gap diameter height ratio in a secondary coniferous forest of Guan Di Mountain FU Liyong, TANG Shouzheng, LIU Yingan (1260)

Landscape responses to changes in water levels at Poyang Lake wetlands XIE Dongming, ZHENG Peng, DENG Hongbing, et al (1269)

Effect of simulated nitrogen deposition on litter decomposition in a *Bambusa pervariabilis* × *Dendrocala mopsi* plantation, Rainy Area of West China TU Lihua, DAI Hongzhong, HU Tingxing, et al (1277)

Effect of aromatic plant-derived nutrient solution on the growth, fruit quality and disease prevention of pear trees GENG Jian, CUI Nannan, ZHANG Jie, et al (1285)

Influences of different plastic film mulches on temperature and moisture of soil and growth of watermelon in gravel-mulched land MA Zhongming, DU Shaoping, XUE Liang (1295)

Effects of drought stress on photosynthetic traits and protective enzyme activity in maize seedling ZHANG Renhe, ZHENG Youjun, MA Guosheng, et al (1303)

Photosynthetic diurnal variation characteristics of leaf and non-leaf organs in winter wheat under different irrigation regimes ZHANG Yongping, ZHANG Yinghua, WANG Zhimin (1312)

The root system hydraulic conductivity and water use efficiency of alfalfa and sorghum under water deficit LI Wenrao, LI Xiaoli, ZHANG Suiqi, et al (1323)

Latitudinal gradient in beta diversity of forest communities in America CHEN Shengbin, OUYANG Zhiyun, ZHENG Hua, et al (1334)

Influence of silts on growth and development of *Acorus calamus* and *Acorus tatarinowii* in turbid water LI Qiang, ZHU Qihong, DING Wuquan, et al (1341)

Roles of earthworm in phytoremediation of pyrene contaminated soil PAN Shengwang, WEI Shiqiang, YUAN Xin, et al (1349)

Population dynamics of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) along with analysis on the meteorological factors influencing the population in pomegranate orchards LIU Ling, CHEN Bin, LI Zhengyue, et al (1356)

Geophagy of *Macaca Thibetana* at Mt. Huangshan, China YIN Huabao, HAN Demin, XIE Jifeng, et al (1364)

The structure and dynamic of insect community in Zhalong Wetland MA Ling, GU Wei, DING Xinhua, et al (1371)

Analysis of layer progressive discriminant relations between the occurrence of *Bipectilus zhejiangensis* and soil DU Ruiqing, CHEN Shunli, ZHANG Zhengtian, et al (1378)

New mutations in hind wing vein of *Apis cerana cerana* (Hymenoptera: Apidae) induced by lower developmental temperature ZHOU Bingfeng, ZHU Xiangjie, LI Yue (1387)

18S rRNA gene variation and phylogenetic analysis among 6 orders of Bivalvia class MENG Xueping, SHEN Xin, CHENG Hanliang, et al (1393)

Laboratory study on ethology of *Spinibarbus hollandi* LI Weiming, CHEN Qiuwen, HUANG Yingping (1404)

Dynamic change in ecological footprint of energy consumption for traction of locomotives in China HE Jicheng (1412)

Approach to spatial differences analysis of urban carrying capacity: a case study of Changzhou City WANG Dan, CHEN Shuang, GAO Qun, et al (1419)

Social adaptive capacity for water resource scarcity in human systems and case study on its measuring CHENG Huaiwen, LI Yuwen, XU Zhongmin (1430)

Effects of physical leaf features of host plants on leaf-mining insects DAI Xiaohua, ZHU Chaodong, XU Jiasheng, et al (1440)

Review and Monograph

Progresses of free-air CO₂ enrichment (FACE) researches on C₄ crops: a review WANG Yunxia, YANG Lianxin, Remy Manderscheid, et al (1450)

Scientific Note

Influence of limestone powder doses on fine root growth of seriously damaged forests of *Pinus massoniana* in the acid rain region of Chongqing, China LI Zhiyong, WANG Yanhui, YU Pengtao, et al (1460)

Leaf surface microstructure of *Ligustrum lucidum* and *Viburnum odoratissimum* observed by Atomic force microscopy (AFM) SHI Hui, WANG Huixia, LI Yangyang, LIU Xiao (1471)

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 5 期 (2011 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 5 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 京海工商广字第 8013 号
许 可 证

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

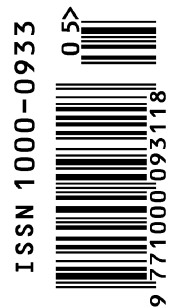
Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

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
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