

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

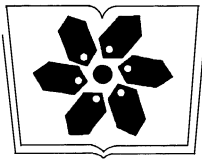
## Acta Ecologica Sinica



第32卷 第13期 Vol.32 No.13 **2012**

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



# 生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

中国科学院科学出版基金资助出版

第 32 卷 第 13 期 2012 年 7 月 (半月刊)

## 目 次

砂质潮间带自由生活海洋线虫对缺氧的响应——微型受控生态系研究.....	华 尔, 李 佳, 董 洁, 等 (3975)
植物种群自疏过程中构件生物量与密度的关系 .....	黎 磊, 周道玮, 盛连喜 (3987)
基于景观感知敏感度的生态旅游地观光线路自动选址.....	李继峰, 李仁杰 (3998)
基于能值的沼气农业生态系统可持续发展水平综合评价——以恭城县为例.....	杨 谨, 陈 彬, 刘耕源 (4007)
内蒙古荒漠草原植被盖度的空间异质性动态分析.....	颜 亮, 周广胜, 张 峰, 等 (4017)
典型草地的土壤保持价值流量过程比较.....	裴 厦, 谢高地, 李士美, 等 (4025)
长沙市区马尾松人工林生态系统碳储量及其空间分布.....	巫 涛, 彭重华, 田大伦, 等 (4034)
厦门市七种药用植物根围 AM 真菌的侵染率和多样性 .....	姜 攀, 王明元 (4043)
Cd、低 Pb/Cd 下冬小麦幼苗根系分泌物酚酸、糖类及与根际土壤微生物活性的关系 .....	贾 夏, 董岁明, 周春娟 (4052)
凉水保护区土壤产类漆酶-多铜氧化酶细菌群落结构 .....	赵 丹, 谷惠琦, 崔岱宗, 等 (4062)
盐渍化土壤根际微生物群落及土壤因子对 AM 真菌的影响.....	卢鑫萍, 杜 茜, 闫永利, 等 (4071)
菌丝室接种解磷细菌 <i>Bacillus megaterium</i> C4 对土壤有机磷矿化和植物吸收的影响.....	张 林, 丁效东, 王 菲, 等 (4079)
闽江河口不同河段芦苇湿地土壤碳氮磷生态化学计量学特征.....	王维奇, 王 纯, 曾从盛, 等 (4087)
高山森林三种细根分解初期微生物生物量动态.....	武志超, 吴福忠, 杨万勤, 等 (4094)
模拟降水对古尔班通古特沙漠生物结皮表观土壤碳通量的影响 .....	吴 林, 苏延桂, 张元明 (4103)
铁皮石斛组培苗移栽驯化过程中叶片光合特性、超微结构及根系活力的变化 .....	濮晓珍, 尹春英, 周晓波, 等 (4114)
不同产量水平旱地冬小麦品种干物质累积和转移的差异分析.....	周 玲, 王朝辉, 李富翠, 等 (4123)
基于作物模型的低温冷害对我国东北三省玉米产量影响评估.....	张建平, 王春乙, 赵艳霞, 等 (4132)
黄土高原 1961—2009 年参考作物蒸散量的时空变异.....	李 志 (4139)
莫莫格湿地芦苇对水盐变化的生理生态响应.....	邓春暖, 章光新, 李红艳, 等 (4146)
不同蚯蚓采样方法对比研究.....	范如芹, 张晓平, 梁爱珍, 等 (4154)
亚洲玉米螟成虫寿命与繁殖力的地理差异.....	涂小云, 陈元生, 夏勤雯, 等 (4160)
黑河上游天然草地蝗虫空间异质性与分布格局.....	赵成章, 李丽丽, 王大为, 等 (4166)
苦瓜叶乙酸乙酯提取物对斜纹夜蛾实验种群的抑制作用.....	骆 颖, 凌 冰, 谢杰峰, 等 (4173)
长江口中国花鲈食性分析.....	洪巧巧, 庄 平, 杨 刚, 等 (4181)
基于线粒体控制区序列的黄河上游厚唇裸重唇鱼种群遗传结构.....	苏军虎, 张艳萍, 娄忠玉, 等 (4191)
镉暴露对黑斑蛙精巢 ROS 的诱导及其蛋白质氧化损伤作用机理 .....	曹 慧, 施蔡雷, 贾秀英 (4199)
北方草地牛粪中金龟子的多样性.....	樊三龙, 方 红, 高传部, 等 (4207)
合肥秋冬季茶园天敌对假眼小绿叶蝉和茶蚜的空间跟随关系.....	杨 林, 郭 骅, 毕守东, 等 (4215)
植被、海拔、人为干扰对大中型野生动物分布的影响——以九寨沟自然保护区为例.....	张 跃, 雷开明, 张语克, 等 (4228)
基于社会网络分析法的生态工业园典型案例研究.....	杨丽花, 佟连军 (4236)
基于生命周期的户用沼气系统可用能核算——以广西恭城瑶族自治县为例.....	齐 静, 陈 彬, 戴 婧, 等 (4246)
<b>专论与综述</b>	
水文情势与盐分变化对湿地植被的影响研究综述 .....	章光新 (4254)
松嫩碱化草甸土壤种子库格局、动态研究进展 .....	马红媛, 梁正伟, 吕丙盛, 等 (4261)
一种新的景观扩张指数的定义与实现 .....	武鹏飞, 周德民, 官辉力 (4270)
<b>研究简报</b>	
华山新麦草光合特性对干旱胁迫的响应.....	李 倩, 王 明, 王雯雯, 等 (4278)
美丽海绵提取物防污损作用.....	曹文浩, 严 涛, 刘永宏, 等 (4285)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q \* 1981 \* m \* 16 \* 306 \* zh \* P \* ¥ 70.00 \* 1510 \* 37 \* 2012-07



**封面图说:** 涵养水源——在长白山南坡的峭壁上, 生长在坡面上的森林所涵养的水源还在汨汨地往下流个不停, 深红色的落叶掉在了苔藓上, 这里已经是长白山的深秋了。虽然雨季已经过去了很久, 但是林下厚厚的枯枝落叶层、腐殖质层、苔藓草本层所涵养的水分还在不间断地流淌, 细细的水线在壁下汇成了溪、汇成了河。涵养水源是森林的主要生态功能之一。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com



DOI: 10.5846/stxb201107121035

杨林, 郭骅, 毕守东, 邹运鼎, 周夏芝, 柯胜兵, 施晓丽, 柯磊, 林源. 合肥秋冬季茶园天敌对假眼小绿叶蝉和茶蚜的空间跟随关系. 生态学报, 2012, 32(13): 4215-4227.

Yang L, Guo H, Bi S D, Zou Y D, Zhou X Z, Ke S B, Shi X L, Ke L, Lin Y. Spatial relationships among *Empoasca vitis* (Gothé) and *Toxoptera aurantii* (Boyer) and natural enemies in tea gardens of autumn-winter season in Hefei suburban. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(13): 4215-4227.

## 合肥秋冬季茶园天敌对假眼小绿叶蝉和 茶蚜的空间跟随关系

杨 林, 郭 骅, 毕守东\*, 邹运鼎, 周夏芝, 柯胜兵, 施晓丽, 柯 磊, 林 源

(安徽农业大学, 合肥 230036)

**摘要:**为了合理保护和利用天敌及科学地选取抽样方法,开展了合肥地区秋冬季 4 个品种茶园假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothé 和茶蚜 *Toxoptera aurantii* Boyer 与其天敌之间空间关系研究,运用地学统计学方法求得天敌和害虫各自的变程,用灰色关联度分析方法分析害虫与天敌变程的关联度,关联度值越大的天敌在空间上对害虫的跟随关系越密切。分析了 2010 年 9 月 28 日至 11 月 25 日期间假眼小绿叶蝉和茶蚜数量最少的舒茶早茶园和二种害虫数量最多的平阳特早茶园天敌对害虫空间上的跟随关系,结果表明,二种茶园的假眼小绿叶蝉和茶蚜及其 4 种主要天敌均为聚集分布,舒茶早茶园与假眼小绿叶蝉空间上跟随关系密切的前二位天敌是斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus* L. Koch (0.8594) 和草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall (0.8397),与茶蚜空间上跟随关系密切的前二位天敌是草间小黑蛛 (0.7448) 和斜纹猫蛛 (0.7433);平阳特早茶园与假眼小绿叶蝉空间上跟随关系密切的前二位天敌是八斑球腹蛛 *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str (0.8207) 和斜纹猫蛛 (0.8104),与茶蚜空间上跟随关系密切的前二位天敌是八斑球腹蛛 (0.8324) 和斜纹猫蛛 (0.7730)。其中,11 月 25 日 4 种茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜数量均较多。分析了该日另外二个茶树品种福云六号和龙井长叶茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌的空间关系,结果表明,二种茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜及其天敌均为聚集分布,福云六号茶园与假眼小绿叶蝉变程值 (3.8182) 最接近的天敌是斜纹猫蛛 (4.7222),与茶蚜变程值 (6.5854) 最接近的天敌是斜纹猫蛛 (4.7222);龙井长叶茶园与假眼小绿叶蝉变程值 (1.0000) 最接近的天敌是八斑球腹蛛 (1.0000),与茶蚜变程值 (4.5000) 最接近的天敌是斜纹猫蛛 (7.6316)。总之,秋冬季 4 个品种茶园斜纹猫蛛在空间上是假眼小绿叶蝉和茶蚜跟随关系最密切的天敌,其次是八斑球腹蛛和草间小黑蛛。

**关键词:**假眼小绿叶蝉;茶蚜;天敌;空间关系;地学统计学;灰色系统分析

### Spatial relationships among *Empoasca vitis* (Gothé) and *Toxoptera aurantii* (Boyer) and natural enemies in tea gardens of autumn-winter season in Hefei suburban

YANG Lin, GUO Hua, BI Shoudong\*, ZOU Yunding, ZHOU Xiaozhi, KE Shengbing, SHI Xiaoli, KE Lei, LIN Yuan

Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China

**Abstract:** To protect and utilize reasonably nature enemies, and provide scientifically sampling methods, in the this study, spatial relationships of natural enemies with *Empoasca vitis* (Gothé) and *Toxoptera aurantii* (Boyer) from late September to late November in 2010, respectively, were investigated in the four kinds of tea gardens of different cultivars (i. e. “Shu”

**基金项目:**国家自然科学基金 (30871444); 国家重点基础研究发展计划 (2010CB126206); 安徽省自然科学基金项目 (11040606M71); 安徽省教育厅重点项目 (KJ2008A139)

收稿日期: 2011-07-12; 修订日期: 2011-12-13

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: bishoudong@163.com

tea, “Ping yang te zao” tea, “Fu yun-six” tea and “Long jing chang ye” tea) in Hefei suburban district, China. The ranges of spatial dependence (RSDs) of natural enemies and *Empoasca vitis* (Gothe) as well as *Toxoptera aurantii* (Boyer) were, respectively, calculated by the method of geostatistics, and the spatial relationships among enemies and pests were analyzed using grey relational analysis. The results showed that *Empoasca vitis* (Gothe), *Toxoptera aurantii* (Boyer) and four kinds of natural enemies (i. e. *Misumenops tricuspidatus* Fabr., *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str., *Oxyopes sertatus* L. Koch and *Erigonidium graminicolum* Sundevall), respectively, displayed aggregative distribution pattern in the four kinds of tea gardens. The relational grade analysis showed that the two main enemies of *Oxyopes sertatus* L. Koch and *Erigonidium graminicolum* Sundevall, respectively, have consanguineous relation with *Empoasca vitis* (Gothe) and *Toxoptera aurantii* (Boyer) in spatial following relationships in the “Shu” tea garden. Whereas *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str. and *Oxyopes sertatus* L. Koch, respectively, have very tight connection with *Empoasca vitis* (Gothe) and *Toxoptera aurantii* (Boyer) in spatial following relationships in the “Ping yang te zao” tea garden.

Specially, in the all four kinds of tea gardens, the most amount of *Empoasca vitis* Gothe and *Toxoptera aurantii* Boyer appeared on November 25, 2010, and the two kinds of insect pests and the four kinds of natural enemies, respectively, displayed aggregative distribution pattern in the “Fu yun-six” and “Long jing chang ye” tea gardens. Whilst the results showed that the main enemy of *Empoasca vitis* Gothe was *Oxyopes sertatus* L. Koch in “Fu yun-six” tea field, and *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str. in “Long jing chang ye” tea field. While the main enemy of *Toxoptera aurantii* Boyer was *Oxyopes sertatus* L. Koch in the two kinds of tea fields. Moreover, our findings indicated that the RSDs of *Oxyopes sertatus* L. Koch in the two kinds of tea fields were 4.7222 and 7.6316, respectively. In conclusion, the present results revealed that the most main enemy of *Empoasca vitis* Gothe and *Toxoptera aurantii* was *Oxyopes sertatus* L. Koch Boyer in spatial following relationships in the four kinds of tea gardens in autumn-winter season, and then was *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str. and *Erigonidium graminicolum* Sundevall.

**Key Words:** *Empoasca vitis* (Gothe); *Toxoptera aurantii* (Boyer); natural enemy; spatial relationship; geostatistics; gray statistical analysis

昆虫种群的空间结构关系揭示种群个体某一时刻的行为习性和诸环境因子的综合影响以及物种选择栖境的内禀特性和空间结构的异质性程度,同时也揭示物种间的联系及物种与环境的适应性,揭示物种适应环境变化的规律;在植保实践中,空间结构的研究结果可为正确选择抽样方法提供依据<sup>[1]</sup>。对昆虫种群空间结构研究,先后运用空间分布的概率理论模型拟合方法、空间分布图式测定方法和地学统计学方法<sup>[1-3]</sup>。上述描述种群空间格局的方法中,比较频次分布、聚集度指标、扩散型指数等都是假定是在均匀的生境之中,可是环境通常都不是匀质的,因而这些方法都有不足。一是简单的将数量值延伸到某一领域,计算该领域的平均值,导致了实际值与估计值之间存在高度偏差;二是只注意统计样方值的频率分布,不考虑各样方的空间位置,不能反应聚集强度在空间的变化;三是都假设任一已知数据独立于整体,并且都有相同的分布,忽视了生态环境之间、生物之间存在的明显的相关性<sup>[3]</sup>。近年来有昆虫学者将地学统计学应用于二化螟 *Chilo suppressalis* Walker 越冬幼虫、甘蓝和白菜上桃蚜 *Myzus persicae* Sulzer 和绿盲蝽 *Lygus lucorum* Meyer-Dur 空间结构和时空动态研究<sup>[4-7]</sup>,该方法是以区域变量理论为基础、半变异函数为主要工具研究害虫空间结构,其优点是可以定量区域化变量的空间相关性。为了分析天敌与害虫的空间关系,利用地统计学方法分析天敌对害虫空间上的跟随关系,有桃一点叶蝉 *Erythroneura sudra* Distant 与草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sunderall、麦长管蚜 *Macrosiphum avenae* Fab 与蚜茧蜂 *Aphidius testaceipes* Grecs、麦二叉蚜 *Schizaphis graminum* Rond 和蚜茧蜂、棉蚜 *Aphis gossypii* Glorer 与草间小黑蛛、李园桃蚜与草间小黑蛛、马尾松毛虫 *Dendrolimus punctatus* Walker 蛹与寄生天敌、葡萄跳叶甲 *Altica chalybea* Itliger 与草间小黑蛛、朝鲜球坚蚧 *Didesmococcus koreauus* Borchs 与黑缘红瓢虫 *Chilocorus rubidus* Hope 之间空间结构关系评判天敌对相应害虫空间跟随关系

的研究<sup>[8-15]</sup>。假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothe 和茶蚜 *Toxoptera aurantii* Boyer 与其天敌的关系论文用地学统计学方法分析,有用空间生态位的重要指数来比较优势种天敌<sup>[16-17]</sup>。茶园中有假眼小绿叶蝉和茶蚜等多种害虫,每种害虫又有多种天敌,本文利用地学统计学方法和灰色系统分析方法研究假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌之间的空间关系动态,以期合理保护和利用天敌及正确地确定调查取样方法提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 取样方法

2010 年 9 月 28 日至 11 月 25 日在安徽农业大学农业科技试验基地茶园内进行调查,茶树品种为舒茶早、福云六号、龙井长叶和平阳特早均为 9 年生,每个品种茶园面积为 0.2 hm<sup>2</sup>,周围为其它品种茶园。每次调查均在早上七点半至十点半进行,采用定点系统调查法,每个品种茶园随机选取 3 行进行调查,每隔 1 m 取 2 m 长的样方,每个样方面积为 2 m<sup>2</sup>,每行 10 个样方,共 30 个样方,计 60 m<sup>2</sup>。调查采用盆拍法,盆拍前,每样方随机选取 10 片叶片,共 300 个叶片,调查一些不易振落的害虫和天敌种类,然后用洗衣粉水液粘虫,对样方中所有枝条进行盆拍,记录假眼小绿叶蝉和茶蚜等害虫和天敌种类和数量。茶树行距为 1 m,茶园按常规措施管理,但不施用化学杀虫剂。

### 1.2 分析方法

#### 1.2.1 地学统计学分析

根据区域化变量的理论<sup>[18-19]</sup>,在空间上昆虫种群数量是区域化变量,因此可以用区域化变量理论的方法进行研究。本文通过计算假眼小绿叶蝉和茶蚜及其天敌的实验半变异函数、拟合半变异函数模型,分析半变异函数结构来描述它们的空间格局和空间相关关系。对于观察的数据系列  $z(x_i)$ ,  $i=1,2,3,\dots,n$ ,样本半变异函数  $R^*(h)$  可用下式计算:  $R^*(h) = [1/2N(h)] \sum [z(x_i) - z(x_i+h)]^2$ , 式中  $N(h)$  是被  $h$  分割的数据对  $(x_i, x_i+h)$  对数,  $z(x_i)$  和  $z(x_i+h)$  分别是在点  $x_i$  和  $(x_i+h)$  处样本的测量值,  $h$  是分隔两样点的距离。

半变异函数有 3 个重要参数,即基台值、变程或称空间依赖范围和块金值或称区域不连续值。变程指在变异数值达到平衡时的间隔距离,基台值指达到平衡时的变异函数值,块金常数是指变异曲线被延伸至间隔距离为零时的截距。这 3 个参数反映了变异曲线图的形状结构,即昆虫种群的空间格局或空间相关类型,同时还给出了这种空间相关的范围<sup>[3]</sup>。

几种常用的理论模型如球型、指数型、高斯型和线型都可拟合实验半变异函数。球型半变异函数说明所研究的种群是聚集分布,其空间结构是当样点间距离达到变程之前时,样点的空间依赖性随样点间的距离增大而逐渐变低。指数型与球型模型类似,但其基台值是渐近线。非水平状直线型的变异函数表明种群是中等程度的聚集分布,其空间依赖范围超过研究尺度。如果是随机分布,则  $R^*(h)$  随距离无一定规律性变化,完全随机或均匀的数据,  $R^*(h)$  呈水平直线或稍有斜率,块金值等于基台值,表明抽样尺度下无空间相关性<sup>[3]</sup>。

#### 1.2.2 灰色系统分析

用灰色系统分析方法<sup>[20]</sup>分析假眼小绿叶蝉和茶蚜在空间上与其天敌关系的密切程度。将假眼小绿叶蝉和茶蚜及其主要天敌的变程分别看作一个本征性灰系统,假眼小绿叶蝉的变程( $Y_1'$ )和茶蚜的变程( $Y_2'$ )分别作为该系统的参照序列,其各种天敌的变程( $X_j'$ )作为该系统的比较序列,假眼小绿叶蝉(或茶蚜)及其天敌的变程作为序列在第  $k$  个样方上的效果白化值,进行双序列关系分析:

$$Y_i' = \{Y_i'(1), Y_i'(2), \dots, Y_i'(n)\}, i=1, 2 \quad X_j' = \{X_j'(1), X_j'(2), \dots, X_j'(n)\} \quad j=1, 2, \dots, m$$

式中,  $n$  是样方数,  $m$  是天敌种类数。经数据均值化后得:

$$y_i' = \{y_i'(1), y_i'(2), \dots, y_i'(n)\}, i=1, 2 \quad x_j' = \{x_j'(1), x_j'(2), \dots, x_j'(n)\} \quad j=1, 2, \dots, m$$

$Y_i'$  与  $X_j'$  在第  $k$  点上的关联系数:

$$rij(k) = \frac{\min \min |y_i'(k) - x_j'(k)| + \rho \max \max |y_i'(k) - x_j'(k)|}{|y_i'(k) - x_j'(k)| + \rho \max \max |y_i'(k) - x_j'(k)|}$$

式中,  $\rho$  为分辨系数,取值介于 0 到 1 之间,一般取  $\rho=0.5$ ,为扩大各关联度之间的差异,本文取  $\rho=0.8$ 。  $\Delta_{ij} =$

$|y_i'(k) - x_i'(k)|$  为序列  $Y_i'$  与  $X_j'$  在第  $k$  点上的绝对值差;  $\min |y_i'(k) - x_i'(k)|$  为 1 级最小差, 表示找出  $y_i'$  与  $x_j'$  序列对应点的差值中的最小差; 而  $\min \min |y_i'(k) - x_i'(k)|$  为 2 级最小差, 表示在 1 级最小差的基础上再找出其中的最小差。  $\max |y_i'(k) - x_i'(k)|$  与  $\max \max |y_i'(k) - x_i'(k)|$  分别为 1 级和 2 级最大差, 其含义与上述最小差相似。  $R(X_i', Y_j') = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r_{ij}(k)$  即为第  $j$  种天敌 ( $X_j'$ ) 与假眼小绿叶蝉变程 ( $Y_1'$ ) 或茶蚜变程 ( $Y_2'$ ) 的关联度, 其大小反映它们之间的联系或影响程度。 某种天敌变程与  $Y_1'$  (或  $Y_2'$ ) 关联度值越大, 表明该种天敌与假眼小绿叶蝉 (或茶蚜) 在空间关系上越密切, 即某种天敌对假眼小绿叶蝉或茶蚜空间上跟随关系越密切。

## 2 结果与分析

### 2.1 2010 年秋冬季舒茶早茶园和平阳特早茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌的数量动态

秋季茶树长势好坏与翌年春茶的产量和品质有重要关系, 在影响茶树长势的诸因子中, 害虫的危害是主要因子之一。 2010 年秋冬季调查的 4 种茶园有害虫 32 种, 天敌 20 种, 将两种茶园中假眼小绿叶蝉和茶蚜及其天敌的数量动态列于表 1。 两种害虫数量较多, 其 4 种主要天敌三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus* Fabr、八斑球腹蛛 *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str、斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus* L. Koch 和草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall 数量较多。 茶色新园蛛 *Neoscona theisi* Walckenaer、锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa* Thorell、异色瓢虫 *Leis axyridis* Pallas 和龟纹瓢虫 *Propylea japonica* Thunberg 的数量均很少。

表 1 2010 年秋冬季两种茶园中主要害虫及其天敌种群动态 (头/30 样方)

Table 1 The main pests and enemies in two kinds of tea fields in autumn and winter of 2010

时间 Date	舒茶早						平阳特早					
	$Y_1$	$Y_2$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$Y_1$	$Y_2$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
09-28	28	48	24	0	26	13	44	0	3	0	28	5
10-16	40	0	5	1	25	4	98	0	5	3	30	20
10-31	56	99	17	3	40	3	226	0	10	13	26	12
11-14	80	20	18	2	21	2	250	8	7	4	30	1
11-25	91	20	10	8	32	2	310	34	1	20	29	5
合计 Total	295	187	74	14	144	24	928	42	26	40	143	43

$Y_1$ : 假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothe;  $Y_2$ : 茶蚜 *Toxoptera aurantii* Boyer;  $X_1$ : 三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus* Fabr;  $X_2$ : 八斑球腹蛛 *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str;  $X_3$ : 斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus* L. Koch;  $X_4$ : 草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall

对两品种茶园之间两种害虫及其天敌数量进行  $t$  检验, 假眼小绿叶蝉的  $t$  值为 2.49, 茶蚜为 1.57, 三突花蟹蛛为 2.62, 八斑球腹蛛为 1.31, 斜纹猫蛛为 0.06, 草间小黑蛛为 0.96。  $df=8$  时,  $t_{0.05}=2.31$ , 可见秋冬季两茶树品种之间只有假眼小绿叶蝉和三突花蟹蛛种群数量差异显著。

### 2.2 秋冬季舒茶早茶园和平阳特早茶园害虫及其主要天敌的半变异函数和空间格局

用地学统计学方法分析茶树假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌之间空间关系的密切程度, 将系统调查所得数据整理、编程、计算得出的舒茶早茶园和平阳特早茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜及其主要天敌不同时期的实验半变异函数值  $R^*(h)$  分别列于表 2 和表 4。 经 Matlab 软件分析比较后得出秋冬季假眼小绿叶蝉和茶蚜与其主要天敌种群的理论半变异函数模型参数分别列于表 3 和表 5, 并将 5 次调查中假眼小绿叶蝉和茶蚜及其天敌数量较多的 11 月 25 日的半变异函数的理论模型绘于图 1。 在两种茶园中, 假眼小绿叶蝉和茶蚜与其 4 种天敌的半变异函数拟合模型均为球形, 表明其分布类型均为聚集分布。

在舒茶早茶园中, 除 11 月 14 日的草间小黑蛛 (0.2044) 外, 假眼小绿叶蝉和茶蚜与其 4 种天敌在秋冬季的半变异函数拟合模型的系数变化范围在 0.3693—0.9512 之间, 表明实际半变异函数值与理论曲线的拟合度极高。 在平阳特早茶园中, 假眼小绿叶蝉和茶蚜与其 4 种天敌在秋冬季的半变异函数拟合模型的系数变化范围在 0.4441—0.9536 之间, 表明实际半变异函数与理论曲线的拟合度极高。



表 2 秋冬季舒茶早茶园主要害虫与其天敌的半变异函数  $R^*(h)$ Table 2 Observed semivariogram  $R^*(h)$  for the main pests and enemies of the Shu-tea field in autumn and winter

时间 Date	物种 Species	距离 Distances/m								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
09-28	$Y_1$	1.5957	1.5294	1.0323	1.3393	0.8000	1.1136	1.0526	0.7500	0.7692
	$Y_2$	6.3723	9.7941	6.4032	6.1071	7.3200	8.4091	5.5000	2.5938	1.3077
	$X_1$	1.0319	0.8824	0.8710	0.5357	0.3200	0.3636	0.3684	0.3438	0.3846
	$X_3$	0.6383	0.6912	0.6774	0.5536	0.2800	0.2500	0.1579	0.3125	0.1154
	$X_4$	0.6383	0.6912	0.6774	0.5536	0.2800	0.2500	0.1579	0.3125	0.1154
10-16	$Y_1$	2.0106	1.9559	0.5000	0.9464	1.3600	0.3864	0.6579	0.7500	0.1538
	$X_1$	0.0957	0.1618	0.1452	0.1071	0.0600	0	0.0263	0.0313	0.0385
	$X_2$	0.0319	0.0294	0.0161	0.0179	0.0200	0.0227	0.0263	0.0313	0
	$X_3$	1.4149	1.3824	1.1129	1.2321	1.5000	1.2045	1.1316	0.8125	0.3462
	$X_4$	1.4149	1.3824	1.1129	1.2321	1.5000	1.2045	1.1316	0.8125	0.3462
10-31	$Y_1$	5.3723	8.2353	4.8226	4.7321	5.3200	3.9318	4.9211	2.5313	4.0000
	$Y_2$	9.0319	13.3088	4.8387	6.4286	7.5000	3.6364	2.6316	9.1250	3.3077
	$X_1$	0.5319	0.7206	0.3065	0.3571	0.3400	0.4545	0.2368	0.1875	0.1923
	$X_2$	0.0957	0.0882	0.0484	0.0536	0.0600	0.0682	0.0789	0.0313	0
	$X_3$	1.2234	1.6176	0.9839	1.1607	1.3600	1.0682	0.9211	1.9688	1.9231
11-14	$X_4$	1.2234	1.6176	0.9839	1.1607	1.3600	1.0682	0.9211	1.9688	1.9231
	$Y_1$	3.1809	4.2353	3.129	2.5357	1.2000	1.5909	2.4211	1.2500	0.9615
	$Y_2$	2.8404	1.1176	1.2742	1.0536	0.6000	0.4318	0.9211	1.0625	0.3462
	$X_1$	0.8085	0.8824	0.4839	0.4464	0.6000	0.4773	0.4211	0.4375	0.1538
	$X_2$	0.1277	0.0588	0.0645	0.0714	0.0800	0.0909	0.1053	0.1250	0.1538
11-25	$X_3$	0.8511	0.6324	0.4516	0.6607	0.8200	0.4773	0.6316	0.6250	0.1154
	$X_4$	0.8511	0.6324	0.4516	0.6607	0.8200	0.4773	0.6316	0.6250	0.1154
	$Y_1$	3.7021	2.6324	2.3710	2.2679	2.5400	3.0682	2.3947	1.7500	0.8077
	$Y_2$	0.9468	0.6912	0.5645	0.3929	0.5200	0.5455	0.6579	0.3438	0.1923
	$X_1$	0.3936	0.6176	0.4032	0.2857	0.2800	0.1818	0.0789	0.0625	0.0385
	$X_2$	0.2979	0.2794	0.1774	0.1607	0.1600	0.2500	0.2368	0.1563	0
	$X_3$	1.5745	1.1912	0.9194	0.3750	0.9200	0.6591	1.0263	0.1563	0.6154
	$X_4$	0.1702	0.1176	0.0645	0.0714	0.080	0.0909	0.1053	0	0

表 3 秋冬季舒茶早茶园主要害虫与其天敌的理论半变异函数模型参数

Table 3 The theoretical semivariogram parameters of the main pests and enemies of the Shu-tea field in autumn and winter, 2010

时间 Date	物种 Species	模型 Models	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	变程 RSD/m	决定系数 $R^2$	分布型 Pattern
09-28	$Y_1$	球形	-0.0037	0.0633	-0.4128	1.9911	3.6500	0.7447	A
	$Y_2$	球形	-0.0248	0.1702	-0.2376	7.3600	2.4390	0.7477	A
	$X_1$	球形	0.0023	-0.0172	-0.1214	1.1905	1.0000	0.9317	A
	$X_3$	球形	0.0041	-0.0584	0.1564	0.5651	1.7582	0.8770	A
	$X_4$	球形	0.0024	-0.0329	0.0524	0.5251	1.6622	0.9170	A
10-16	$Y_1$	球形	-0.0123	0.2060	-1.1841	3.1242	4.3210	0.6950	A
	$X_1$	球形	0.0022	-0.0323	0.1157	0.0230	2.4691	0.8929	A
	$X_2$	球形	-0.0005	0.0079	-0.0342	0.0629	6.6265	0.7131	A
	$X_3$	球形	-0.0092	0.1117	-0.4157	1.7434	5.1310	0.9245	A
	$X_4$	球形	-0.0007	0.0096	-0.0467	0.1570	5.2048	0.7934	A
10-31	$Y_1$	球形	0.0224	-0.3297	0.9638	5.4500	1.7241	0.5132	A
	$Y_2$	球形	0.0025	0.0942	-1.8698	12.4492	1.0000	0.3693	A
	$X_1$	球形	-0.0008	0.0144	-0.1211	0.7084	5.0824	0.6230	A

续表

时间 Date	物种 Species	模型 Models	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	变程 RSD/m	决定系数 $R^2$	分布型 Pattern
11-14	$X_2$	球形	-0.0012	0.0177	-0.0778	0.1644	6.2100	0.8779	A
	$X_3$	球形	0.0076	-0.0779	0.1828	1.2087	1.9654	0.5615	A
	$X_4$	球形	-0.0016	0.0229	-0.0924	0.2031	1.5187	0.4025	A
	$Y_1$	球形	0.0063	-0.0780	-0.1072	3.8568	4.1242	0.7028	A
	$Y_2$	球形	-0.0205	0.3612	-2.0239	4.3659	7.0507	0.8458	A
	$X_1$	球形	-0.0046	0.071	-0.3742	1.1917	2.3991	0.8008	A
11-25	$X_2$	球形	-0.0007	0.0139	-0.0734	0.1769	8.6893	0.9007	A
	$X_3$	球形	-0.0092	0.1288	-0.5358	1.2554	6.9848	0.7139	A
	$X_4$	球形	-0.0002	0.0036	-0.0133	0.0520	6.2381	0.2044	A
	$Y_1$	球形	-0.0352	0.5039	-2.2041	5.3826	6.1220	0.9512	A
	$Y_2$	球形	-0.0090	0.1386	-0.6648	1.5047	6.5333	0.9109	A
	$X_1$	球形	0.0034	-0.0519	0.1582	0.3434	1.9737	0.8914	A
	$X_2$	球形	-0.0041	0.0594	-0.2596	0.5333	6.6316	0.8704	A
	$X_3$	球形	-0.0085	0.1487	-0.8541	2.3071	6.5753	0.6294	A
	$X_4$	球形	-0.0019	0.0285	-0.1347	0.2788	6.0680	0.8419	A

A: Aggregated, 聚集分布; 半变异函数理论模型为:  $y = c_1x^3 + c_2x^2 + c_3x + c_4$ 表 4 秋冬季平阳特早茶园主要害虫与其天敌的半变异函数  $R^*(h)$ Table 4 Observed semivariogram  $R^*(h)$  for the main pests and enemies of the Ping Yang Te Zao-tea field in autumn and winter

时间 Date	物种 Species	距离 Distances/m								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
09-28	$Y_1$	2.6596	2.4265	1.1774	1.1607	1.0400	0.7500	1.9211	1.5938	0.7692
	$X_1$	0.1702	0.1471	0.0806	0.0893	0.1000	0.1136	0.1316	0.1250	0
	$X_3$	1.6064	1.6176	0.9194	1.3393	0.6400	0.3409	0.2895	0.2813	0.1538
	$X_4$	0.2660	0.2206	0.1290	0.0536	0.1400	0.1591	0.1579	0.0313	0.0385
10-16	$Y_1$	3.7979	7.9559	4.5968	5.6607	6.4400	7.4318	4.8158	3.7188	3.4231
	$X_1$	0.1489	0.1471	0.0806	0.0893	0.0600	0.0227	0.1316	0.0625	0
	$X_2$	0.1596	0.2059	0.1452	0.0893	0.1000	0.1136	0.0263	0.0313	0
	$X_3$	1.8830	1.0147	0.9677	0.6429	0.8800	0.5000	0.7368	0.5625	0.1538
	$X_4$	0.7340	1.0882	0.4516	0.3750	0.5600	0.3864	0.3684	0.1875	0.0385
10-31	$Y_1$	12.8191	17.7353	8.4677	9.3214	7.0400	4.5000	11.4474	11.3125	6.1923
	$X_1$	0.3511	0.2794	0.2903	0.2321	0.2000	0.1136	0.0526	0.0938	0.0385
	$X_2$	0.7660	0.6912	0.5645	0.2500	0.5400	0.5000	0.2895	0	0.0385
	$X_3$	1.0426	0.9265	0.5000	0.6429	0.5200	0.4545	0.2368	0.1875	0.0385
	$X_4$	0.4255	0.4412	0.3871	0.3214	0.1600	0.1818	0.1579	0.1250	0.2308
11-14	$Y_1$	54.7340	63.1618	23.6613	35.3214	35.1200	30.4091	27.1316	5.6250	1.9231
	$Y_2$	0.3723	0.2794	0.2258	0.2500	0.2800	0.3182	0.1579	0.3125	0.0769
	$X_1$	0.1915	0.1912	0.1613	0.1071	0.1000	0.0455	0.1053	0.0938	0.0769
	$X_2$	0.1915	0.1176	0.0968	0.1071	0.1200	0.1364	0.1579	0.1875	0.1538
	$X_3$	2.0745	1.4265	1.1613	0.5357	1.2000	1.2727	0.7895	1.0000	0.0769
	$X_4$	0.0319	0.0294	0.0161	0.0179	0.0200	0.0227	0.0263	0.0313	0
	$Y_1$	18.9894	14.5294	10.8548	6.9643	7.7200	13.5000	4.6053	8.3438	1.0000
11-25	$Y_2$	2.0957	1.1029	1.2742	0.6607	1.2000	0.9773	0.8684	0.9063	0.1923
	$X_1$	0.0426	0.0294	0.0323	0.0357	0.0200	0	0	0	0
	$X_2$	1.8191	1.0441	1.0645	0.3929	0.0400	0.4091	0.6316	0.5313	0.0385
	$X_3$	2.2553	1.3529	1.0323	1.1607	0.9400	1.4318	0.4737	0.2188	0.5000
	$X_4$	0.2872	0.5735	0.4194	0.3929	0.2600	0.0909	0	0	0



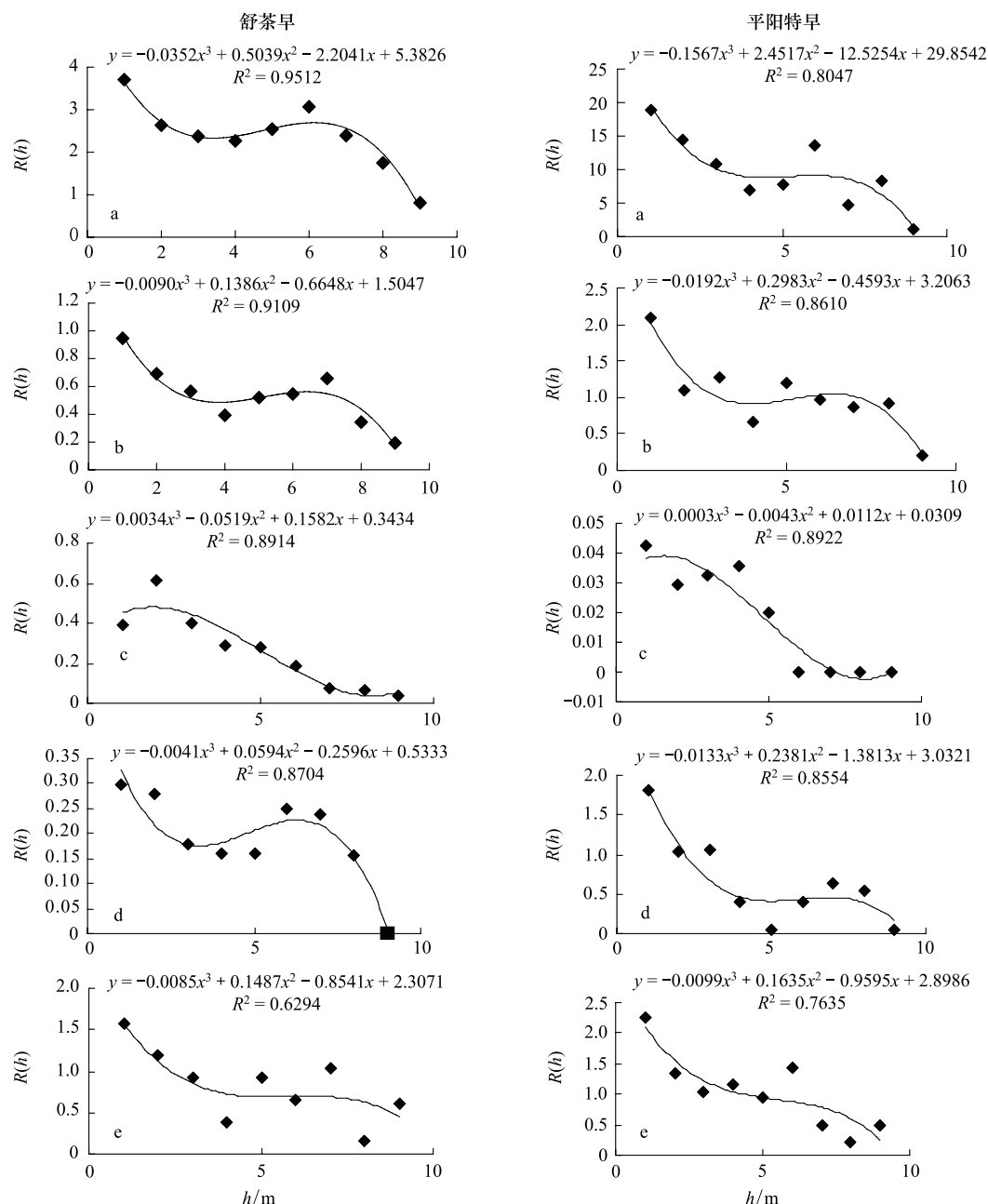


图1 2种茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其3种天敌的半变异函数模型与拟合曲线(2010年11月25日)

Fig. 1 Models of semivariogram of *Empoasca vitis* Gothe and *Toxoptera aurantii* Boyer with their natural enemies (November 25, 2010)

a: 假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothe; b: 茶蚜 *Toxoptera aurantii* Boyer; c: 三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus* Fabr; d: 八斑球腹蛛 *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str; e: 斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus* L. Koch

害虫与其某种天敌的变程越接近,该种天敌在空间上对害虫的空间跟随关系越密切。从5次调查计算的变程可看出,在舒茶早茶园中,斜纹猫蛛与假眼小绿叶蝉和茶蚜的变程值最接近,与两种害虫的空间跟随关系最密切。在平阳特早茶园中,与假眼小绿叶蝉和茶蚜的变程值接近的天敌较多,没有明显的差异。

### 2.3 舒茶早和平阳特早茶园4种天敌与假眼小绿叶蝉和茶蚜空间关系密切程度比较

为了比较4种天敌在空间上对两种害虫跟随关系密切程度动态,对两种茶园中假眼小绿叶蝉和茶蚜与其4种天敌的变程值进行灰色系统分析,关联度列于表6和表7,两者关联度越大,空间上关系越密切。结果显示,与害虫空间关系密切的前二位天敌,舒茶早茶园中假眼小绿叶蝉的是斜纹猫蛛(0.8594)和草间小黑蛛(0.8397),茶蚜的是草间小黑蛛(0.7448)和斜纹猫蛛(0.7433)。平阳特早茶园中假眼小绿叶蝉的是八斑球

腹蛛(0.8207)和斜纹猫蛛(0.8104),茶蚜的是八斑球腹蛛(0.8324)和斜纹猫蛛(0.7730)。两种茶园中斜纹猫蛛与两种害虫的关联度都在前二位,是与两种害虫空间跟随关系密切的第一位天敌。

表 5 秋冬季平阳特早茶园主要害虫与其天敌的理论半变异函数模型参数

Table 5 The theoretical semivariogram parameter of the main pests and enemies of the Ping Yang Te Zao-tea field in autumn and winter									
时间 Date	物种 Species	模型 Models	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	变程 RSD/m	决定系数 $R^2$	分布型 Pattern
09-28	$Y_1$	球形	-0.0224	0.3858	-2.0639	4.6409	7.2897	0.7216	A
	$X_1$	球形	-0.0026	0.0387	-0.1706	0.3214	6.6163	0.8529	A
	$X_3$	球形	0.0052	-0.0657	0.0032	1.6902	4.5859	0.8969	A
	$X_4$	球形	-0.0027	0.0419	-0.2084	0.4507	6.4264	0.7637	A
10-16	$Y_1$	球形	0.0047	-0.2255	1.6443	3.1706	3.3837	0.4441	A
	$X_1$	球形	-0.0013	0.0205	-0.1054	0.2534	5.9726	0.6153	A
	$X_2$	球形	0.0003	-0.0047	0.0013	0.1802	1.0000	0.8560	A
	$X_3$	球形	-0.0141	0.2304	-1.2277	2.8318	6.2107	0.9255	A
	$X_4$	球形	-0.0021	0.0308	-0.2229	1.0689	4.6165	0.7124	A
	$Y_1$	球形	-0.0363	0.762	-5.2106	19.9677	6.2645	0.3882	A
	$X_1$	球形	0.0009	-0.0127	0.0077	0.3415	4.7606	0.9525	A
	$X_2$	球形	-0.0034	0.0475	-0.2693	1.0083	4.2345	0.8073	A
10-31	$X_3$	球形	-0.0032	0.0509	-0.3500	1.3557	4.8809	0.9358	A
	$X_4$	球形	0.0031	-0.0403	0.0920	0.3805	1.3629	0.9460	A
	$Y_1$	球形	-0.2841	4.0901	-22.6055	78.2162	5.0476	0.8002	A
	$Y_2$	球形	-0.0034	0.0500	-0.2198	0.5442	6.3664	0.6216	A
11-14	$X_1$	球形	0.0003	-0.0015	-0.0264	0.2314	1.0000	0.8267	A
	$X_2$	球形	-0.0017	0.0297	-0.1418	0.3027	7.8571	0.9536	A
	$X_3$	球形	-0.0225	0.3456	-1.6537	3.4569	6.2787	0.8510	A
	$X_4$	球形	-0.0005	0.0079	-0.0342	0.0629	6.7470	0.7131	A
11-25	$Y_1$	球形	-0.1567	2.4517	-12.5254	29.8542	6.0000	0.8047	A
	$Y_2$	球形	-0.0192	0.2983	-1.4593	3.2063	6.3194	0.8610	A
	$X_1$	球形	0.0003	-0.0043	0.0112	0.0309	1.5695	0.8922	A
	$X_2$	球形	-0.0133	0.2381	-1.3813	3.0321	6.6953	0.8554	A
	$X_3$	球形	-0.0099	0.1635	-0.9595	2.8986	4.9362	0.7635	A
	$X_4$	球形	0.0069	-0.1082	0.4186	0.0118	2.5465	0.9476	A

表 6 舒茶早茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其 4 种天敌的关联度

Table 6 Relational grade of <i>Empoasca vitis</i> Gothe and <i>Toxoptera aurantii</i> Boyer with their four species of natural enemies in the Shu-tea field				
物种 Species	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$Y_1$	0.7167	0.7260	0.8594	0.8397
$Y_2$	0.5813	0.6334	0.7433	0.7448

表 7 平阳特早茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其 4 种天敌的关联度

Table 7 Relational grade of <i>Empoasca vitis</i> Gothe and <i>Toxoptera aurantii</i> Boyer with their four species of natural enemies in the Ping Yang Te Zao-tea field				
物种 Species	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$Y_1$	0.8092	0.8207	0.8104	0.7320
$Y_2$	0.7383	0.8324	0.7730	0.7034

2.4 4 种品种茶园害虫及其主要天敌的差异及其空间关系比较

为了比较不同品种茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌的差异,将假眼小绿叶蝉和茶蚜及其天敌数量较多

的 11 月 25 日 4 种茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜及其天敌的数量进行方差分析,结果列于表 8,  $F_{0.05}(3,116)=2.68$ ,  $F_{0.01}(3,116)=3.95$ , 方差分析结果显示,假眼小绿叶蝉数量舒茶早与福云六号和平阳特早差异极显著,舒茶早与龙井长叶差异不显著;茶蚜数量舒茶早与福云六号和龙井长叶差异极显著,舒茶早与平阳特早差异不显著;三突花蟹蛛数量舒茶早与福云六号和龙井长叶差异显著,舒茶早与平阳特早差异极显著;八斑球腹蛛数量舒茶早与福云六号差异显著,舒茶早与龙井长叶和平阳特早差异不显著;斜纹猫蛛数量舒茶早与福云六号差异极显著,舒茶早与龙井长叶和平阳特早差异不显著。

表 8 4 种茶树品种假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌的平均数量(头)及方差分析结果  
Table 8 The amount of *Empoasca vitis* Gothe and *Toxoptera aurantii* Boyer with their natural enemies and results of variance analysis in four kinds of tea fields

品种 Varieties	$Y_1$	$Y_2$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
舒茶早	3.0333B	0.6667B	0.3333AB	0.2667A	1.0667B
平阳特早	10.3333A	1.1333B	0.0333B	0.6667A	0.9667B
福云六号	8.2333A	3.1000A	0.2000AB	1.3667A	2.7333A
龙井长叶	4.0000B	2.6667A	0.6333A	0.7333A	0.6000B

将福云六号和龙井长叶茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜及其主要天敌的实验半变异函数值  $R^*(h)$  列于表 9。经 Matlab 软件分析比较后得出不同时期假眼小绿叶蝉和茶蚜与其主要天敌种群的理论半变异函数及模型参数见表 10 和图 2。福云六号和龙井长叶茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜及其 3 种天敌的半变异函数拟合模型均为球形,表明其分布类型均为聚集分布。

表 9 两种茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌的半变异函数  $R^*(h)$   
Table 9 Observed semivariogram  $R^*(h)$  for *Empoasca vitis* Gothe and *Toxoptera aurantii* Boyer with their enemies in two kinds of tea fields

品种 Varieties	物种 Species	距离 $h$ Distances/m								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
福云六号	$Y_1$	50.0000	21.2794	23.3387	25.4286	24.0200	22.1364	5.4474	16.4375	9.7308
	$Y_2$	4.8723	4.7059	3.5323	3.3571	3.8600	5.5000	3.9211	3.1250	2.9231
	$X_1$	0.2128	0.1471	0.1452	0.1071	0.0800	0.0909	0.0789	0.0313	0.0385
	$X_2$	2.4362	2.7353	1.8548	2.1071	2.1000	2.3182	1.3421	0.5625	1.0385
	$X_3$	4.1809	3.2647	1.5000	3.6964	1.4000	1.4773	2.0263	0.4375	1.7308
龙井长叶	$Y_1$	16.0851	18.6324	5.5161	5.5000	9.8000	6.9091	4.8421	14.0313	9.8462
	$Y_2$	3.8723	5.9853	2.9677	2.4821	2.0000	2.3409	2.6316	1.3750	0.5000
	$X_1$	0.7128	1.0882	0.5161	0.6250	0.2600	0.1591	0.2632	0.0938	0.0769
	$X_2$	2.2872	2.0000	1.3548	1.6429	0.8800	1.5909	2.0000	1.1875	2.0385
	$X_3$	0.7979	0.1471	0.2097	0.1250	0.2000	0.1591	0.1842	0.3125	0.1923

福云六号茶园中,与假眼小绿叶蝉变程值(3.8182)最接近的天敌为斜纹猫蛛(4.7222),与茶蚜变程值(6.5854)最接近的天敌为斜纹猫蛛(4.7222)。在龙井长叶茶园中,与假眼小绿叶蝉变程值(1.0000)最接近的天敌为八斑球腹蛛(1.0000),与茶蚜变程值(4.5000)最接近的天敌为斜纹猫蛛(7.6316)。与前述舒茶早和平阳特早的结果基本一致。斜纹猫蛛与假眼小绿叶蝉和茶蚜的跟随关系最密切,是假眼小绿叶蝉和茶蚜在空间上的第一位天敌,其次是八斑球腹蛛。尽管 4 种茶园的茶蚜和假眼小绿叶蝉数量上有着显著差异,但其空间上跟随关系密切的天敌种类基本一致。

3 结论与讨论

运用系统调查法、地学统计学方法和变程值灰色关联度分析方法对合肥地区 4 种茶园秋冬季假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌空间关系进行了研究,分析了对两种害虫跟随关系密切的天敌种类,结果表明:1) 4 种茶园的假眼小绿叶蝉和茶蚜的 4 种主要天敌是三突花蟹蛛、八斑球腹蛛、斜纹猫蛛和草间小黑蛛。2) 4 种茶园



的假眼小绿叶蝉和茶蚜及其主要天敌空间格局均为聚集分布。3) 对害虫与天敌间半变异函数的变程进行灰色关联度分析。舒茶早茶园, 假眼小绿叶蝉与 4 种天敌间变程的关联度在 0.7167—0.8594 之间, 跟随关系密切的天敌依次是斜纹猫蛛、草间小黑蛛和八斑球腹蛛, 茶蚜与 4 种天敌变程的关联度在 0.5800—0.7448 之间, 关联度值均较高, 跟随关系密切的天敌依次是草间小黑蛛、斜纹猫蛛和八斑球腹蛛; 平阳特早茶园, 假眼小绿叶蝉与 4 种天敌间变程的关联度在 0.7320—0.8207 之间, 跟随关系密切的天敌依次是八斑球腹蛛、斜纹猫蛛和三突花蟹蛛, 茶蚜与 4 种天敌间变程的关联度在 0.7034—0.8324 之间, 关联度值均较高, 跟随关系密切的天敌依次是八斑球腹蛛、三突花蟹蛛和斜纹猫蛛。4) 福云六号茶园与假眼小绿叶蝉和茶蚜变程值最接近的天敌均为斜纹猫蛛和三突花蟹蛛; 龙井长叶茶园与假眼小绿叶蝉变程值最接近的天敌是八斑球腹蛛和三突花蟹蛛, 与茶蚜变程值最接近的天敌是三突花蟹蛛和斜纹猫蛛。

表 10 两种茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜与其天敌的理论半变异函数参数值

Table 10 The theoretical semivariogram parameter of *Empoasca vitis* Gothe and *Toxoptera aurantii* Boyer with their natural enemies in two kinds of tea fields

品种 Varieties	物种 Species	模型 Models	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	变程 RSD/m	决定系数 $R^2$	分布型 Pattern
福云六号	$Y_1$	球形	-0.2253	3.8310	-22.3321	63.0171	3.8182	0.7182	A
	$Y_2$	球形	-0.0341	0.4967	-2.1633	6.7486	6.5854	0.5384	A
	$X_1$	球形	-0.0005	0.0095	-0.0695	0.2678	1.0000	0.9474	A
	$X_2$	球形	0.0003	-0.0294	0.0490	2.4421	1.0000	0.7328	A
	$X_3$	球形	-0.0012	0.0686	-0.9093	4.8260	4.7222	0.5780	A
龙井长叶	$Y_1$	球形	-0.0497	1.2488	-8.8181	25.8591	1.0000	0.5212	A
	$Y_2$	球形	-0.0078	0.1252	-1.0411	5.6871	4.5000	0.6818	A
	$X_1$	球形	0.0047	-0.0639	0.1255	0.7670	1.9444	0.8060	A
	$X_2$	球形	-0.0048	0.1198	-0.8169	3.0383	1.0000	0.4785	A
	$X_3$	球形	-0.0081	0.1419	-0.7489	1.3308	7.6316	0.8177	A

平阳特早茶园与舒茶早茶园相比, 前者假眼小绿叶蝉数量显著多于后者, 但是与假眼小绿叶蝉空间跟随关系密切的前 3 位天敌中, 两种茶园均有斜纹猫蛛和八斑球腹蛛, 只不过其次序有变化; 平阳特早与舒茶早相比, 茶蚜数量前者明显少于后者, 但是与茶蚜空间跟随关系密切的前 3 位的天敌中, 两种茶园都有八斑球腹蛛和斜纹猫蛛, 不过其次序不同。表明茶树品种对害虫抗感性不同引起害虫的数量多少对主要天敌种类和数量有一定影响。另外 2 种品种茶园, 福云六号和龙井长叶茶园从半变异函数的变程分析天敌与害虫空间关系, 福云六号茶园假眼小绿叶蝉和茶蚜的主要天敌都是斜纹猫蛛和三突花蟹蛛; 龙井长叶茶园与福云六号茶园相比, 两种害虫都有一种相同天敌, 从表 8 看出, 福云六号茶园两种害虫数量均多于龙井长叶, 其天敌的差异似乎与两种害虫的数量多少有关。害虫与天敌之间空间关系是两者之间关系的一个重要方面, 天敌对害虫在空间上跟随关系密切程度与否, 直接与天敌对害虫的控制作用有关, 是了解天敌对害虫控制作用的主要内容。利用概率理论模型和频次分布等经典方法难以区别不同空间格局的差别<sup>[19-20]</sup>, Liebold 等阐述了地学统计学方法在昆虫生态中的应用, 并用该法分析了舞毒蛾 (*gypsy moth*) 的空间格局<sup>[21-22]</sup>。赵静等<sup>[23]</sup>用地学统计学方法明确了烟盲蝽与其天敌蜘蛛的空间格局, 利用 Block Kriging 插值法分析, 得到三维空间插值模拟图, 分析蜘蛛对烟盲蝽 *Nesidiocoris tenuis* Reuter 的跟随关系, 王瑞等<sup>[24]</sup>用地统计学和普通克里格法分析了稻田灰飞虱 *Laodelphat striatella* Fallen 与蜘蛛的时空动态以及蜘蛛对灰飞虱的跟随关系。20 世纪 70 年代以来, 研究假眼小绿叶蝉和茶蚜的空间分布均是采用频次法和聚集强度指数法, 结果均为聚集分布<sup>[25-27]</sup>, 与本文结果一致。但是两种害虫与天敌之间的空间关系研究较少<sup>[16-17]</sup>, 本文用地统计学方法分析害虫及其天敌空间格局时, 将两者的变程值进行灰色关联度分析, 依据关联度大小, 比较天敌对假眼小绿叶蝉和茶蚜空间上跟随关系密切程度, 该法计算简便, 结果明确, 对分析天敌对害虫空间跟随关系不失为一种理想方法。

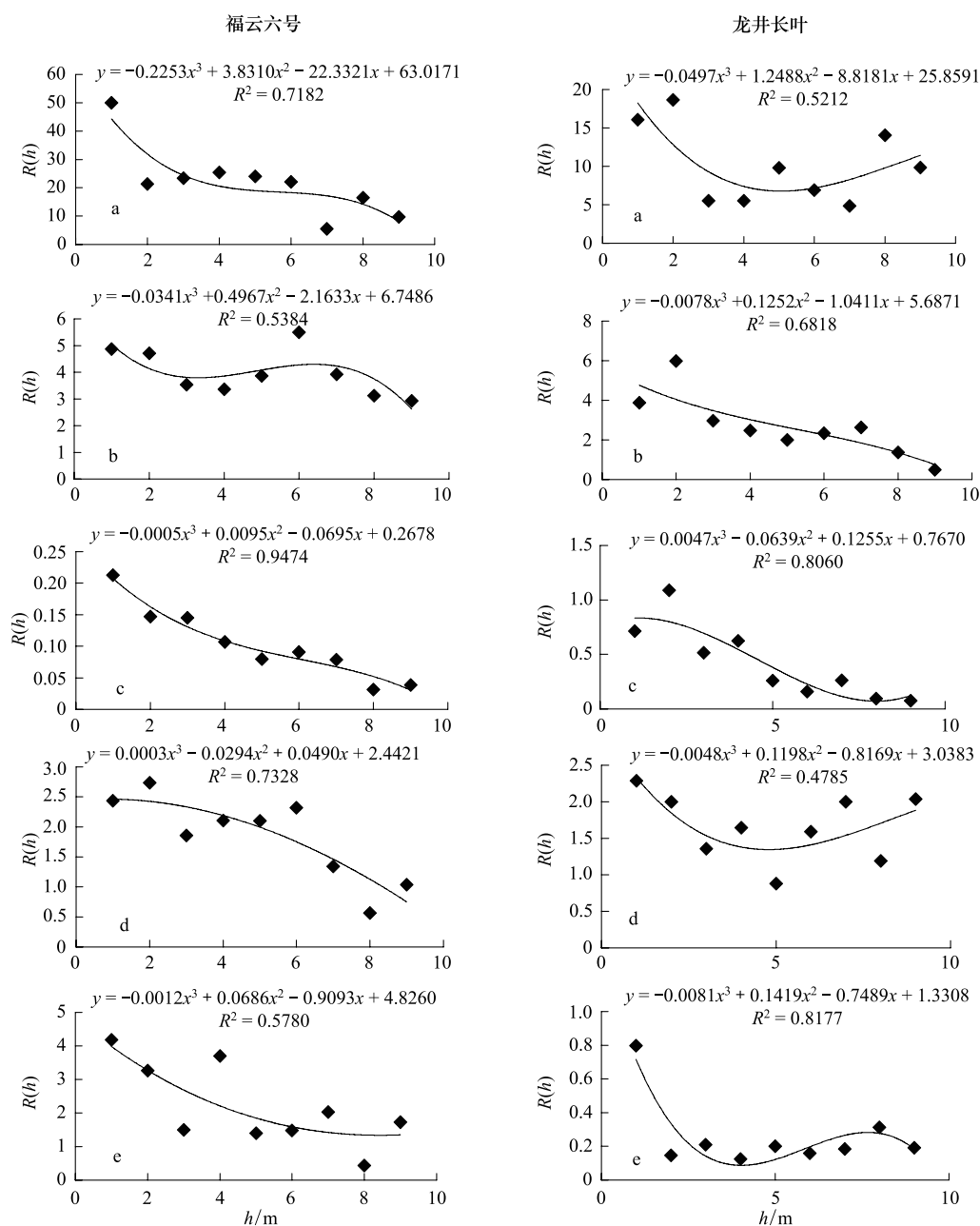


图2 2种茶园中假眼小绿叶蝉和茶蚜与其3种天敌的半变异函数模型与拟合曲线(2010年11月25日)

Fig. 2 Models of semivariogram of *Empoasca vitis* Gothe and *Toxoptera aurantii* Boyer with their natural enemies( November 25, 2010)

a:假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothe;b:茶蚜 *Toxoptera aurantii* Boyer;c:三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus* Fabr;d:八斑球腹蛛 *Theridion ocomaculatum* Bose. et Str;e:斜纹猫蛛 *Oxyopes sertatus* L. Koch

致谢:南京师范大学马飞教授给予帮助,特此致谢。

#### References:

- [ 1 ] Zou Y D, Wang H F. Insects Ecology of Agriculture and Forestry. Hefei: Anhui Science and Technology Press, 1989: 135-136.
- [ 2 ] Xu R M. Insect Population Ecology. Beijing: Beijing Normal University Press, 1987: 7-34.
- [ 3 ] Ge F. Modern Ecology. Beijing: Science Press, 2002: 95-103.
- [ 4 ] Li T S, Zhou G F. Studies on the spatial autocorrelation and the index of spatial distribution patterns. Acta Ecologica Sinica, 1994, 14(3): 327-331.

- [ 5 ] Huang S S, Hu H J, Liang G W. The spatial pattern of diapausing larva of striped rice borer, *chilo suppressalis* Walker, with geostatistics. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(2): 250-253.
- [ 6 ] Liu S S, Wang X G, Wu X J, Shi Z H. Spatial pattern and its time series dynamics in the population of *myzus persicae* on two *Brassica* spp. *Acta Entomologica Sinica*, 1996, 39(2): 158-165.
- [ 7 ] Schatzko D J, O'keeffe L E. Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus Hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. *Journal of Economic Entomology*, 1989, 82(5): 1277-1288.
- [ 8 ] Zou Y D, Bi S D, Zhou X Z, Li L, Gao C Q, Ding C C. Geostatistical analysis on spatial patterns of *Erythroneura sudra* and *Erigonidium graminicola*. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(12): 1645-1648.
- [ 9 ] Zou Y D, Bi S D, Wang X S, Li G T, Meng Q L, Shen Y. Geostatistical analysis on spatial patterns of *Macrosiphum granarium* and *Aphidius*. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12(6): 887-891.
- [ 10 ] Geng J G, Zou Y D, Bi S D, Wang X S, Li G T, Meng Q L, Shen Y. Geostatistical analysis on spatial patterns of *Schizaphis granarium* and *Aphidius* sp. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(10): 1307-1310.
- [ 11 ] Li L, Zou Y D, Bi S D, Gao C Q, Ding C C, Meng Q L, Li C G, Zhou X Z. Geostatistical analysis on spatial patterns of *Aphis gossypii* and *Erigonidium graminicola*. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(6): 1043-1046.
- [ 12 ] Ding C C, Zou Y D, Bi S D, Gao C Q, Liu X L, Cao C W, Meng Q L, Li C G. Geostatistical analysis on spatial patterns of *Myzus persicae* and *Erigonidium graminicola* in plum orchard. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(7): 1308-1312.
- [ 13 ] Shi G S, Li D M. Spatial distribution of masson pine caterpillar pupae and its parasitic natural enemy guilds for the overwintering generation in the different pine forests. *Acta Ecologica Sinica*, 1997, 17(4): 386-392.
- [ 14 ] Zou Y D, Li C G, Zhou X Z, Wu H Z, Chen X Y. Spatial construction and relationship between *Haltica chalybea* and its predatory natural enemy, *Erigonidium graminicola*. *Acta Phytophylogica Sinica*, 2007, 34(3): 241-246.
- [ 15 ] Huang B H, Zou Y D, Bi S D, Zhu H W, Gao Z L. Geostatistical analysis on spatial patterns of *Didesmococcus koreanus* Borchs and *Chilocorus rubidus* Hope. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(3): 413-417.
- [ 16 ] Wang Y J, Xie Z L, Pang X F. Studies on the ecological niche of *Empoasca vitis* (Göthe) and spiders in tea gardens. *Journal of Tea Science*, 2008, 28(6): 401-406.
- [ 17 ] Dai X. Studies on niches of *Toxoptera aurantii* Fonsclome and enemies. *Journal of Tea Science*, 1995, 15(1): 79-80.
- [ 18 ] Rossi R E, Mulla D J, Journel A G, Franz E H. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs*, 1992, 62(2): 277-314.
- [ 19 ] Hou J R, Huang J X. Principles and Methods of Geostatistics. Beijing: Geological Publishing, 1990: 87-102.
- [ 20 ] Deng J L. Grey System Theory Course. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 1990: 33-84.
- [ 21 ] Liebhold A M, Rossi R E, Kemp W P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annual Review of Entomology*, 1993, 38(1): 303-327.
- [ 22 ] Liebhold A M, Zhang X, Hohn M E, Elkinton J S, Ticehurst M, Benzon G L, Campbell R W. Geostatistical analysis of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations. *Environmental Entomology*, 1991, 20(5): 1407-1417.
- [ 23 ] Zhao J, Zhao X, Wang Y J, Li G Q, Liu L P, Meng J H, Zheng F Q. Geostatistical analysis of spatial patterns of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae) and its natural enemy spiders. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(15): 4196-4205.
- [ 24 ] Wang R, Zhai B P, Hu G, Chen X, Shen H M. Analysis of spatio-temporal dynamics of *Laodelphax striatellus* (Fallen) (Homoptera: Delphacidae) and spiders in paddy fields based on geostatistics. *Acta Entomologica Sinica*, 2009, 52(1): 65-73.
- [ 25 ] Cheng M K, Zhou J. Studies on distribution and sampling of *Empoasca vitis* Gothe in tea fields. *China Tea*, 1981, (6): 34-35.
- [ 26 ] Zhu J Q. Researches on distribution and Sampling of *Empoasca vitis* Gothe. *Journal of Tea*, 1987, (2): 31-34.
- [ 27 ] Yin K S, Hong B B, Hu H J. Studies on the vertical distribution and preliminary application of five pests in tea fields. *China Tea*, 1987, (5): 14-17.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 邹运鼎, 王弘法. 农林昆虫生态学. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1989: 135-156.
- [ 2 ] 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1987: 7-34.
- [ 3 ] 戈峰. 现代生态学. 北京: 科学出版社, 2002: 95-103.
- [ 4 ] 李天生, 周国法. 空间自相关与分布型指数研究. *生态学报*, 1994, 14(3): 327-331.
- [ 5 ] 黄寿山, 胡慧建, 梁广文. 二化螟越冬幼虫空间分布图式的地理统计学分析. *生态学报*, 1999, 19(2): 250-253.
- [ 6 ] 刘树生, 汪信庚, 吴晓晶, 施祖华. 甘蓝和白菜上桃蚜种群的空间格局及其时序动态. *昆虫学报*, 1996, 39(2): 158-165.



- [ 8 ] 邹运鼎, 毕守东, 周夏芝, 李磊, 高彩球, 丁程成. 桃一点叶蝉及草间小黑蛛空间格局的地学统计学研究. 应用生态学报, 2002, 13(12): 1645-1648.
- [ 9 ] 邹运鼎, 毕守东, 王祥胜, 李桂亭, 孟庆雷, 耿继光, 沈阳. 麦长管蚜及蚜茧蜂空间格局的地学统计学研究. 应用生态学报, 2001, 12(6): 887-891.
- [10] 耿继光, 邹运鼎, 毕守东, 王祥胜, 李桂亭, 孟庆雷, 沈阳. 地理统计学表达的麦二叉蚜及蚜茧蜂空间格局特征. 应用生态学报, 2002, 13(10): 1307-1310.
- [11] 李磊, 邹运鼎, 毕守东, 高彩球, 丁程成, 孟庆雷, 李昌根, 周夏芝. 棉蚜和草间小黑蛛种群空间格局的地统计学研究. 应用生态学报, 2004, 15(6): 1043-1046.
- [12] 丁程成, 邹运鼎, 毕守东, 高彩球, 刘小林, 曹传旺, 孟庆雷, 李昌根. 李园桃蚜和草间小黑蛛种群空间格局的地统计学研究. 应用生态学报, 2005, 16(7): 1308-1312.
- [13] 石根生, 李典谟. 不同松林马尾松毛虫蛹及其寄生天敌群子的空间格局分析. 生态学报, 1997, 17(4): 386-392.
- [14] 邹运鼎, 李昌根, 周夏芝, 巫厚长, 陈向阳. 葡萄跳叶甲和捕食性天敌草间小黑蛛的空间格局及其联系. 植物保护学报, 2007, 34(3): 241-246.
- [15] 黄保宏, 邹运鼎, 毕守东, 朱宏伟, 高正良. 朝鲜球坚蚧及黑缘红瓢虫空间格局的地统计学研究. 应用生态学报, 2003, 14(3): 413-417.
- [16] 王沅江, 谢振伦, 庞雄飞. 假眼小绿叶蝉及天敌蜘蛛生态位的研究. 茶叶科学, 2008, 28(6): 401-406.
- [17] 戴轩. 茶蚜及其天敌生态位的初步研究. 茶叶科学, 1995, 15(1): 79-80.
- [19] 侯景儒, 黄竞先. 地质统计学的理论与方法. 北京: 地质出版社, 1990: 87-102.
- [20] 邓聚龙. 灰色系统理论教程. 武汉: 华中科技大学出版社, 1990: 33-84.
- [23] 赵静, 赵鑫, 王玉军, 李光强, 刘丽平, 孟家华, 郑方强. 烟盲蝽及其天敌蜘蛛空间格局的地统计学分析. 生态学报, 2010, 30(15): 4196-4205.
- [24] 王瑞, 翟保平, 胡高, 陈晓, 沈慧梅. 基于地统计学方法的稻田灰飞虱与蜘蛛时空动态分析. 昆虫学报, 2009, 52(1): 65-73.
- [25] 程鸣珂, 周坚. 茶小绿叶蝉在茶园中空间分布型和抽样方法的研究. 中国茶叶, 1981, (6): 34-35.
- [26] 朱俊庆. 小绿叶蝉空间分布型及抽样技术的研究. 茶叶, 1987, (2): 31-34.
- [27] 殷坤山, 洪北边, 胡宏基. 五种害虫在茶丛中的垂直分布规律及其应用设想. 中国茶叶, 1987, (5): 14-17.

CONTENTS

Responses of sandy beach nematodes to oxygen deficiency: microcosm experiments .....	HUA Er, LI Jia, DONG Jie, et al (3975)
Allometric relationship between mean component biomass and density during the course of self-thinning for <i>Fagopyrum esculentum</i> populations .....	LI Lei, ZHOU Daowei, SHENG Lianxi (3987)
Automatic site selection of sight-seeing route in ecotourism destinations based on landscape perception sensitivity .....	LI Jifeng, LI Renjie (3998)
Emergy evaluation for sustainability of Biogas-linked agriculture ecosystem: a case study of Gongcheng county .....	YANG Jin, CHEN Bin, LIU Gengyuan (4007)
Spatial heterogeneity of vegetation coverage and its temporal dynamics in desert steppe, Inner Mongolia .....	YAN Liang, ZHOU Guangsheng, ZHANG Feng, et al (4017)
Soil conservation value flow processes of two typical grasslands .....	PEI Sha, XIE Gadi, LI Shimei, et al (4025)
Spatial distribution of carbon storage in a 13-year-old <i>Pinus massoniana</i> forest ecosystem in Changsha City, China .....	WU Tao, PENG Chonghua, TIAN Dalun, et al (4034)
Colonization rate and diversity of AM fungi in the rhizosphere of seven medicinal plants in Xiamen .....	JIANG Pan, WANG Mingyuan (4043)
Effects of Cd, Low Concentration Pb/Cd on the contents of phenolic acid and simple glucides exuding from winter wheat seedlings root and the relationship between them and rhizosphere soil microbial activity .....	JIA Xia, DONG Suiming, ZHOU Chunjuan (4052)
The community structure of laccase-like multicopper oxidase-producing bacteria in soil of Liangshui Nature Reserve .....	ZHAO Dan, GU Huiqi, CUI Daizong, et al (4062)
Effects of soil rhizosphere microbial community and soil factors on arbuscular mycorrhizal fungi in different salinized soils .....	LU Xinping, DU Qian, YAN Yongli, et al (4071)
The effects of inoculation with phosphate solubilizing bacteria <i>Bacillus megaterium</i> C4 in the AM fungal hyphosphere on soil organic phosphorus mineralization and plant uptake .....	ZHANG Lin, DING Xiaodong, WANG Fei, et al (4079)
Soil carbon, nitrogen and phosphorus ecological stoichiometry of <i>Phragmites australis</i> wetlands in different reaches in Minjiang River estuary .....	WANG Weiqi, WANG Chun, ZENG Congsheng, et al (4087)
Dynamics of soil microbial biomass during early fine roots decomposition of three species in alpine region .....	WU Zhichao, WU Fuzhong, YANG Wanqin, et al (4094)
Effects of simulated precipitation on apparent carbon flux of biologically crusted soils in the Gurbantunggut Desert in Xinjiang, Northwestern China .....	WU Lin, SU Yangui, ZHANG Yuanming (4103)
Changes in photosynthetic properties, ultrastructure and root vigor of <i>Dendrobium candidum</i> tissue culture seedlings during transplantation .....	PU Xiaozhen, YIN Chunying, ZHOU Xiaobo, et al (4114)
Analysis of dry matter accumulation and translocation for winter wheat cultivars with different yields on dryland .....	ZHOU Ling, WANG Zhaohui, LI Fucui, et al (4123)
Impact evaluation of low temperature to yields of maize in Northeast China based on crop growth model .....	ZHANG Jianping, WANG Chunyi, ZHAO Yanxia, et al (4132)
Spatiotemporal variations in the reference crop evapotranspiration on the Loess Plateau during 1961—2009 .....	LI Zhi (4139)
Eco-physiological responses of <i>Phragmites australis</i> to different water-salt conditions in Momoge Wetland .....	DENG Chunnuan, ZHANG Guangxin, LI Hongyan, et al (4146)
Comparative study of different earthworm sampling methods .....	FAN Ruqin, ZHANG Xiaoping, LIANG Aizhen, et al (4154)
Geographic variation in longevity and fecundity of the Asian corn borer, <i>Ostrinia furnacalis</i> Guenée (Lepidoptera: Crambidae) .....	TU Xiaoyun, CHEN Yuansheng, XIA Qinxin, et al (4160)
Analysis on grasshopper spatial heterogeneity and pattern of natural grass in upper reaches of Heihe .....	ZHAO Chengzhang, LI Lili, WANG Dawei, et al (4166)
Inhibition effects of ethyl acetate extracts of <i>Momordica charantia</i> leaves on the experimental population of <i>Spodoptera litura</i> .....	LOU Ying, LING Bing, XIE Jiefeng, et al (4173)
Feeding habits of <i>Lateolabrax maculatus</i> in Yangtze River estuary .....	HONG Qiaoqiao, ZHUANG Ping, YANG Gang, et al (4181)
Genetic structure of <i>Gymnodontichus pachycheilus</i> from the upper reaches of the Yellow River as inferred from mtDNA control region .....	SU Junhu, ZHANG Yanping, LOU Zhongyu, et al (4191)
Toxicity mechanism of Cadmium-induced reactive oxygen species and protein oxidation in testes of the frog <i>Rana nigromaculata</i> .....	CAO Hui, SHI Cailei, JIA Xiuying (4199)
The diversity of scarab beetles in grassland cattle dung from North China .....	FAN Sanlong, FANG Hong, GAO Chuanbu, et al (4207)
Spatial relationships among <i>Empoasca vitis</i> (Gothé) and <i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer) and natural enemies in tea gardens of autumn-winter season in Hefei suburban .....	YANG Lin, GUO Hua, BI Shoudong, et al (4215)
Effects of vegetation, elevation and human disturbance on the distribution of large- and medium-sized wildlife: a case study in Jiuzhaigou Nature Reserve .....	ZHANG Yue, LEI Kaiming, ZHANG Yuke, et al (4228)
Research of typical EIPs based on the social network analysis .....	YANG Lihua, TONG Lianjun (4236)
Exergy-based life cycle accounting of household biogas system: a case study of Gongcheng, Guangxi .....	QI Jing, CHEN Bin, DAI Jing, et al (4246)
<b>Review and Monograph</b>	
The effects of changes in hydrological regimes and salinity on wetland vegetation: a review .....	ZHANG Guangxin (4254)
Advances in research on the seed bank of a saline-alkali meadow in the Songnen Plain .....	MA Hongyuan, LIANG Zhengwei, LÜ Bingsheng, et al (4261)
A new landscape expansion index: definition and quantification .....	WU Pengfei, ZHOU Demin, GONG Huili (4270)
<b>Scientific Note</b>	
Response of photosynthetic characteristics of <i>Psathyrostachys huashanica</i> Keng to drought stress .....	LI Qian, WANG Ming, WANG Wenwen, et al (4278)
The antifouling activities of <i>Callyspongia</i> sponge extracts .....	CAO Wenhao, YAN Tao, LIU Yonghong, et al (4285)

# 《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

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 32 卷 第 13 期 (2012 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA  
(Semimonthly, Started in 1981)  
Vol. 32 No. 13 (July, 2012)

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:100071	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