

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 11 期 Vol.31 No.11 **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 11 期

2011 年 6 月 (半月刊)

目次

微生物介导的碳氮循环过程对全球气候变化的响应·····	沈菊培, 贺纪正 (2957)
巢湖蓝藻水华形成原因探索及“优势种光合假说”·····	贾晓会, 施定基, 史绵红, 等 (2968)
我国甜菜夜蛾间歇性暴发的非均衡性循环波动·····	文礼章, 张友军, 朱亮, 等 (2978)
庞泉沟自然保护区华北落叶松林的自组织特征映射网络分类与排序·····	张钦弟, 张金屯, 苏日古嘎, 等 (2990)
上海大莲湖湖滨带湿地的生态修复·····	吴迪, 岳峰, 罗祖奎, 等 (2999)
芦芽山典型植被土壤有机碳剖面分布特征及碳储量·····	武小钢, 郭晋平, 杨秀云, 等 (3009)
土壤微生物群落结构对中亚热带三种典型阔叶树种凋落物分解过程的响应·····	张圣喜, 陈法霖, 郑华 (3020)
中亚热带几种针、阔叶树种凋落物混合分解对土壤微生物群落碳代谢多样性的影响·····	陈法霖, 郑华, 阳柏苏, 等 (3027)
桂西北喀斯特峰丛洼地表层土壤养分时空分异特征·····	刘淑娟, 张伟, 王克林, 等 (3036)
重金属 Cd 胁迫对红树蚬的抗氧化酶、消化酶活性和 MDA 含量的影响·····	赖廷和, 何斌源, 范航清, 等 (3044)
海南霸王岭天然次生林边缘效应下木质藤本与树木的关系·····	乌玉娜, 陶建平, 奚为民, 等 (3054)
半干旱黄土丘陵区不同人工植被恢复土壤水分的相对亏缺·····	杨磊, 卫伟, 莫保儒, 等 (3060)
季节性干旱对中亚热带人工林显热和潜热通量日变化的影响·····	贺有为, 王秋兵, 温学发, 等 (3069)
新疆古尔班通古特沙漠南缘多枝桉柳光合作用及水分利用的生态适应性·····	王珊珊, 陈曦, 王权, 等 (3082)
利用数字图像估测棉花叶面积指数·····	王方永, 王克如, 李少昆, 等 (3090)
野生大豆和栽培大豆光合机构对 NaCl 胁迫的不同响应·····	薛忠财, 高辉远, 柳洁 (3101)
水磷耦合对小麦次生根特殊根毛形态与结构的影响·····	张均, 贺德先, 段增强 (3110)
应用物种指示值法解析昆崙山植物群落类型和植物多样性·····	孙志强, 张星耀, 朱彦鹏, 等 (3120)
基于 MSIASM 方法的中国省级行政区体外能代谢分析·····	刘晔, 耿涌, 赵恒心 (3133)
不同生态区烟草的叶面腺毛基因表达·····	崔红, 冀浩, 杨惠娟, 等 (3143)
B 型烟粉虱对 23 种寄主植物适应度的评估和聚类分析·····	安新城, 郭强, 胡琼波 (3150)
杀虫剂啉虫脒和毒死蜱对捕食蜘蛛血细胞 DNA 的损伤作用·····	李锐, 李生才, 刘佳 (3156)
杀真菌剂咪鲜安对蓼花臂尾轮虫的影响·····	李大命, 陆正和, 封琦, 等 (3163)
长、短期连续孤雌生殖对蓼花臂尾轮虫生活史和遗传特征的影响·····	葛雅丽, 席貽龙 (3170)
专论与综述	
区域景观格局与地表水环境质量关系研究进展·····	赵军, 杨凯, 邵俊, 等 (3180)
露水对植物的作用效应研究进展·····	叶有华, 彭少麟 (3190)
葡萄座腔菌科研究进展——鉴定, 系统发育学和分子生态学·····	程燕林, 梁军, 吕全, 等 (3197)
人工林生产力年龄效应及衰退机理研究进展·····	毛培利, 曹帮华, 田文侠, 等 (3208)
树木年轮在干扰历史重建中的应用·····	封晓辉, 程瑞梅, 肖文发, 等 (3215)
植物中逆境反应相关的 WRKY 转录因子研究进展·····	李冉, 娄永根 (3223)
研究简报	
三江源地区高寒草原土壤微生物活性和微生物量·····	任佐华, 张于光, 李迪强, 等 (3232)
3 种黑杨无性系水分利用效率差异性分析及相关 <i>ERECTA</i> 基因的克隆与表达·····	郭鹏, 夏新莉, 尹伟伦 (3239)
猕猴桃园节肢动物群落重建及主要类群的生态位·····	杜超, 赵惠燕, 高欢欢, 等 (3246)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 298 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-06



封面图说: 盘锦市盘山县水稻田——盘锦市位于辽宁省西南部, 自古就有“鱼米之乡”的美称。这里地处温带大陆半湿润季风气候, 有适宜的温度条件和较长的生长期以供水稻生长发育, 农业以种植水稻为主, 年出口大米达 1 亿多公斤, 是国家级水稻高产创建示范区和重要的水稻产区。

彩图提供: 沈菊培博士 中国科学院生态环境研究中心 E-mail: jpshe@reccs.ac.cn

猕猴桃园节肢动物群落重建及主要类群的生态位

杜超, 赵惠燕*, 高欢欢, 李建峰, 罗坤, 胡祖庆, 胡想顺

(西北农林科技大学植保学院, 陕西杨凌 712100)

摘要: 为研究猕猴桃节肢动物群落重建过程和主要类群生态位, 调查野生猕猴桃和人工栽植不同树龄(3、9、14a)猕猴桃园节肢动物群落, 测定群落特征指标和主要类群的时空生态位。结果表明, 群落包含3纲15目74科, 约90种。不同猕猴桃园节肢动物群落的主要类群不同, 各类群占群落总数的比例差异显著, 野生猕猴桃节肢动物群落中各类群分布较均匀, 栽植园群落中害虫比例较大。野生猕猴桃和栽植猕猴桃园之间, 群落的多样性指数、均匀度和优势度差异均极显著, 群落稳定性表现为野生>9a>14a>3a。各类群的时空二维生态位也会随着栽植时间增长发生变化: 蜘蛛和蝇类的生态位在不同树龄的猕猴桃园中都保持在较高水平; 人工栽植初期, 山楂叶螨和叶蝉占据的时空生态位较宽, 成为优势类群, 小薪甲与山楂叶螨生态位重叠较大, 竞争激烈; 随后, 小薪甲和瘿蚊的时空二维生态位逐渐增大, 到14a猕猴桃园中已经取代了山楂叶螨和叶蝉, 成为主要害虫。总之, 人工干扰的节肢动物群落重建是一个次级演替过程, 与自然生态系统群落明显不同。

关键词: 猕猴桃; 节肢动物; 群落重建; 生态位

Arthropod community reestablishment and niche of the main groups in kiwifruit orchards

DU Chao, ZHAO Huiyan*, GAO Huanhuan, LI Jianfeng, LUO Kun, HU Zuqing, HU Xiangshun

College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China

Abstract: Previous research has shown that wild kiwifruit orchards have gradually been replaced by cultivated kiwifruit orchards. The arthropod community in cultivated kiwifruit orchard can change over time, from the community that arises after colonization, to the climax community that establishes over the long term. In this study, we investigate the temporal changes in the arthropod community and the niche of the main groups found in kiwifruit orchards. Arthropod communities were surveyed in a wild orchard and three cultivated kiwifruit orchards of different ages (three years, nine years and 14 years), and we used the data to calculate various community indices and spatial-temporal dimensional niches of the main species groups. Approximately 90 species were identified, which belonged to three classes, 15 orders and 74 families. Main species groups in the arthropod communities were apparent in the four types of kiwifruit orchards. There was considerable variation in the number of different species groups. The proportions of different species groups in the wild kiwifruit orchard were similar; however, in cultivated orchards, species groups that are considered as pest formed a large proportion of the community. The differences in community indices (diversity index, evenness and dominance) between wild and cultivated orchards were statistically significant ($P < 0.01$). The community stability of the wild kiwifruit orchard was the highest, followed by the nine-year and 14-year kiwifruit orchards, with the three-year kiwifruit orchard having the lowest. There were clear changes in the niches of species groups as the age of the orchard increased. The niches of spiders and flies were broad in the cultivated orchards, regardless of age. However, during early cultivation, the hawthorn spider mite and leafhoppers were the dominant groups with a wide niche. Because of high niche overlap, there was strong competition between *Microgramme* spp. and the hawthorn spider mite. *Microgramme* spp. and gall midge gradually replaced the hawthorn spider mite and leafhoppers to become the main pests with broad niches. Taken together, the results suggest that the arthropod

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39970112, 20470268)

收稿日期: 2011-01-05; 修订日期: 2011-03-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhaohy1983@yahoo.com.cn

community of the natural ecological system was more stable, with high species evenness, than the arthropod community that colonizes and becomes established in cultivated kiwifruit orchards, which have obviously been disturbed by human activities. Therefore, we find an important difference in the characteristics of community in wild and cultivated kiwifruit orchards, which may help the development of a theoretical basis of integrated pest management.

Key Words: kiwifruit; arthropod; community reestablishment; niche

陕西关中平原秦岭北麓是猕猴桃的原产地之一^[1],且陕西关中地区的猕猴桃种植面积和产量都居世界第一^[2]。从 1995 年由野生状态开始大面积栽植以来,栽植猕猴桃园节肢动物群落已经由最初建园的初级演替发展到高级演替阶段,期间经历了一个节肢动物群落重建过程。了解、分析期间各物种如何占据生态位,生态位如何变化,群落结构如何演变,群落演替如何完成,不仅在生态学上具有重要的理论意义,同时对于猕猴桃害虫生态调节也具有具有重要的实践价值。

为研究上述问题,本试验在陕西秦岭北麓猕猴桃适生区选取野生猕猴桃、栽植 3a、9a、14a 猕猴桃园,进行了详细研究,以揭示猕猴桃园节肢动物群落结构特征、动态分布和群落演替,以期对猕猴桃节肢动物群落重建和治理提供理论依据。

1 研究方法

1.1 试验地概况

陕西省周至县和眉县是靠近秦岭的猕猴桃种植面积最大、产量最高的两个县。两县有不同年龄阶段的猕猴桃园,而秦岭北麓也遍布着野生猕猴桃。因此,选择周至、眉县两县猕猴桃产区中 3 块人工栽植的猕猴桃园以及秦岭北麓野生猕猴桃进行调查研究。果园 1:眉县槐芽镇槐西村,品种为华优,3 年生,行距 3 m,株距 2 m,种植面积 1.33hm² 间作小麦、草莓,基本不使用农药;果园 2:眉县槐芽镇槐西村,品种为秦美,9 年生,行距株距同上,面积 1.33hm²,地表被草,春季树干涂石合剂,喷施功夫 1—2 次/a,不使用锄草剂;果园 3:周至县马召镇四群村,品种为秦美,14 年生,行距株距同上,面积 1.33hm²,地表被草,春季树干涂石合剂,喷施功夫 3—4 次/a,不使用锄草剂;野生猕猴桃:周至县哑柏镇翠峰山,树龄不详,零星分布,地表被草。

1.2 调查方法

调查从 2010 年 4 月下旬猕猴桃发芽到 10 月猕猴桃落叶,每 10 d 进行 1 次。采用 5 点取样,每样点选择具有代表性的猕猴桃树 2 棵,3 年生猕猴桃树分上、中、下 3 个方位,其他园的猕猴桃树分东、南、西、北、中 5 个方位,首先环绕树体 1 周目测统计树冠及树冠下地表易动、易飞节肢动物,再稍加扰动网捕并记录易动昆虫种类和数量;其次,每个方位取一段枝条、10 片叶以及 10 个果实,记录其上的节肢动物种类和数量;最后,在选定的猕猴桃园中,利用频振式杀虫灯(位于猕猴桃园中部,高度距地面 2.5 m)对猕猴桃园趋光性昆虫进行诱集,之后带回实验室分类鉴定。

1.3 数据分析

1.3.1 群落基本特征的计算

$$\text{Shannon-Wiener}^{[3]} \text{物种多样性指数} \quad H' = - \sum_{i=1}^s (P_i) (\ln P_i)$$

$$\text{Pielou}^{[4]} \text{群落均匀度} \quad E = \frac{H'}{\ln S}$$

$$\text{Berger Parker}^{[5]} \text{群落优势度} \quad D = \frac{n_{\max}}{N}$$

式中, S 为物种数, n_i 为第 i 种的个体数, N 为群落各物种的总个体数, P_i 为第 i 种的个体占总个体的比例 ($P_i = n_i/N$); $n_{\max}$ 为群落中数量最多一种的个体数。

采用 SPSS16.0 软件进行方差分析,差异显著性测验采用 S-N-K 法。

1.3.2 生态位分析

空间生态位根据猕猴桃树东、南、西、北、中 5 个方位作为空间资源序列;时间生态位根据系统调查,以 10 d 为 1 个时间单元,将猕猴桃生长季节划分为 18 个时间资源序列。

采用 Levins^[6] 的生态位宽度指数计算时间和空间生态位宽度:

$$B = 1 / \sum_{i=1}^s P_i^2(S)$$

采用 Pianka^[7] 的公式计算计算生态位重叠指数:

$$L_{ij} = \sum_{n=1}^s P_{in}P_{jn} / \sqrt{\sum_{n=1}^s P_{in}^2 \sum_{n=1}^s P_{jn}^2}$$

采用空间和时间生态位宽度的乘积计算时空二维生态位^[8]。

式中,S 为资源序列的等级数, P_i 为物种在资源 i 的数量占总资源数量的比例, P_{in} 和 P_{jn} 分别为物种 i 和物种 j 在第 n 个资源单位的个体数量占总资源中对应物种总数的比例。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃园节肢动物群落结构及基本特征

系统调查结果表明,秦岭山区野生猕猴桃及不同树龄栽植猕猴桃园中的节肢动物群落包含 3 纲,15 目,74 科,约 90 种。其中害虫亚群落包含 9 目,41 科;天敌亚群落包含 7 目,20 科;中性亚群落包含 4 目,13 科。由表 1 可知,人工栽植的 3 个猕猴桃园,害虫亚群落和天敌亚群落的物种数都随树龄的增长而增多,反映出节肢动物群落中物种的重建过程。同时,野生猕猴桃中性节肢动物与 9 年园相等,但>14a>3a,说明 9 年生猕猴桃园的中性节肢动物亚群落已接近稳定的顶级群落水平。

野生猕猴桃和栽植猕猴桃园之间,群落的多样性指数、均匀度和优势度差异均极显著($P_{多样性指数}<0.01$, $F_{多样性指数}=29.9490$; $P_{均匀度}<0.01$, $F_{均匀度}=37.1810$; $P_{优势度}<0.01$, $F_{优势度}=45.3660$)。野生猕猴桃节肢动物群落的多样性指数和均匀度最高,优势度最低,群落最稳定,早已演替为顶级群落。3a 猕猴桃园节肢动物群落丰富度、多样性、均匀度均为最低,优势度最高,说明 3a 园内节肢动物群落刚刚建立起来,结构还很不稳定。在人工栽植园中,节肢动物群落的丰富度随着树龄的增长逐渐增高,但 9a 猕猴桃园群落多样性和均匀度均高于 3a 和 14a 园群落,接近野生群落,优势度则低于 3a 和 14a,说明 9a 园内节肢动物群落稳定性达到最高(仅次于野生园),14a 园次之,3a 园最低。结果表明,9a 生猕猴桃园节肢动物群落稳定性已接近野生园,达到群落演替的顶级阶段,3a 生猕猴桃园群落处于演替的初期,而 14a 生猕猴桃园已经完全成为人工干扰的农业生态系统,处于不稳定状态。

表 1 不同树龄猕猴桃园节肢动物群落基本特征

Table 1 Basic features of arthropod community in orchards

果园 Orchards	物种数 Species			丰富度 Richness	多样性 Diversity	均匀度 Evenness	优势度 Dominance
	害虫亚群落 Pest	天敌亚群落 Natural enemies	中性昆虫亚群落 Neutral insects				
野生 Wild	23	7	12	42	1.5362±0.0405C	0.8708±0.0588B	0.3924±0.0123A
3a	12	8	7	27	0.8942±0.0372A	0.6030±0.0223A	0.6845±0.0149B
9a	27	12	12	51	1.2819±0.0349BC	0.6233±0.0173A	0.5550±0.0148B
14a	33	14	9	56	1.0581±0.0380AB	0.5159±0.0197A	0.6138±0.0160B

表中数据为平均值±标准误差,同一列数据后不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)

猕猴桃园主要害虫数量动态如图 1,野生猕猴桃主要害虫的种类和数量都较少且变化较平稳,发生高峰期为 6—7 月;3 个栽植猕猴桃园主要害虫数量变化趋势类似,发生高峰期均出现在 7—8 月。由于山楂叶螨的突然暴发,害虫数量在 6 月份急剧上升,7 月到达顶峰,8 月下降,小薪甲在 7、8 两月达到高峰。14a 猕猴桃园在 5 月份害虫数量较大,是由于叶蝉的突然暴发,5 月份以后的变化趋势与其它栽植园相似。

主要害虫发生高峰期时,野生与栽植猕猴桃园节肢动物群落特征如表 2。各猕猴桃园间群落多样性差异极显著($P_{多样性指数}<0.01$, $F_{多样性指数}=29.2640$),野生猕猴桃节肢动物群落极显著地高于栽植园,栽植园中 14a 显著高于 3a,9a 居中;群落均匀度差异显著($P_{均匀度}<0.05$, $F_{均匀度}=9.0920$),野生和 3a 猕猴桃园节肢动物群落均匀度显著高于 9a、14a 园;群落优势度差异不显著($P_{优势度}>0.05$, $F_{优势度}=2.4470$)。野生猕猴桃节肢动物群落丰富度、多样性、均匀度最大,优势度最小,说明害虫发生高峰期时群落仍然很稳定;3a 园群落多样性和优势度最小,均匀度较高,说明害虫发生高峰期时群落也较稳定;9a 和 14a 园群落多样性和均匀度较小,优势度较大,说明害虫发生高峰期群落不稳定,害虫明显占据优势。

2.2 猕猴桃园节肢动物群落主要类群的组成分析

经过系统调查,选取各猕猴桃园节肢动物群落中 10 个主要类群,分析群落的组成。由图 2 可知,不同猕猴桃园节肢动物群落的主要类群不同,各类群占群落总数的比例差异显著。野生猕猴桃节肢动物群落各类群的数量比较均匀,差异较栽植园小,园中天敌和中性类群所占比例较大,害虫较少,主要类群为蜘蛛、蚁,占总群落的 49%,表明野生猕猴桃节肢动物群落没有人为干扰,园内各类群分布均匀,结构复杂,群落稳定。人工栽植的猕猴桃园中,天敌和中性类群所占比例较小,害虫比例较大,主要类群为山楂叶螨、小薪甲和叶蝉,三者之和均占到群落总数量的 80% 以上。其中,山楂叶螨随树龄的增长所占比例逐渐减小,由 3a 猕猴桃园的 81% 逐渐降低到 14a 园的 40%;小薪甲的比例逐渐增大,由 2% 增长到 22%;叶蝉在 14a 园中所占比例骤然增加,达到 40%。说明栽植猕猴桃园都受到人为因素的干扰,各类群分布不均,害虫比例上升,天敌对害虫的制约作用下降,群落稳定性较野生群落低。随着栽植时间的增长,在群落演替过程中不断有新的种群出现,抢占生态位,群落逐渐丰富起来,各类群所占比例的差异逐渐减小。

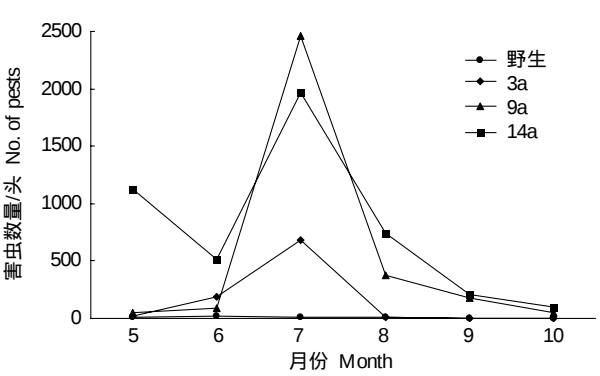


图 1 猕猴桃园主要害虫亚群落的时间动态
Fig. 1 Time dynamics of main categories of pest in kiwifruit orchards

表 2 猕猴桃园主要害虫发生高峰期的群落特征

Table 2 Basic features of arthropod community in peak of pests				
果园 Orchards	丰富度 Richness	多样性 Diversity	均匀度 Evenness	优势度 Dominance
野生 Wild	27	1.9548±0.1836cB	0.8725±0.0132bB	0.3321±0.0590aA
3a	21	0.4646±0.0716aA	0.7497±0.1395bAB	0.3995±0.0960abA
9a	23	0.6045±0.1228abA	0.4015±0.03367aA	0.4381±0.1136abA
14a	23	0.9873±0.0884bA	0.4266±0.0573aA	0.6485±0.0696bA

2.3 时空二维生态位

空间生态位是种群生存、生长和繁殖所占用的空间资源,反映种群对空间资源的利用情况,时间生态位反映种群在时间序列上的分布,时空二维生态位将时间生态位和空间生态位相结合,能够更准确地反映种群在其所处的生态系统中对资源的利用情况^[9]。生态位重叠说明不同种对时间和空间资源有相似的需求,可能引起竞争。

野生猕猴桃节肢动物群落主要类群的二维生态位差异很大,各物种的种群占满时空生态位,资源利用率很高。由表 3 可知,野生猕猴桃节肢动物群落中主要类群的时空二维生态位宽度差异较大,蜘蛛和蚁的二维生态位宽度明显高于其他,瘿蚊次之,说明它们空间分布较广,发生时间较长;潜蝇最小,说明它在野生猕猴桃各方位分布不均,发生时间较短,对时间和空间资源的利用能力较弱。叶蝉与瓢虫的二维生态位重叠最大,说

明天敌与害虫具有空间上的同域性和时间上的同步性,构成捕食关系。蜘蛛与蚁、蝇,寄生蜂与蚊重叠也较大,说明它们对时间和空间资源的需求有较多相似,天敌之间可能引起食物竞争;潜蝇与瓢虫、食虫虻的二维生态位没有重叠,说明它们在树冠各方位没有重叠或没有在同一时间出现过,空间资源或者时间序列上没有重叠。

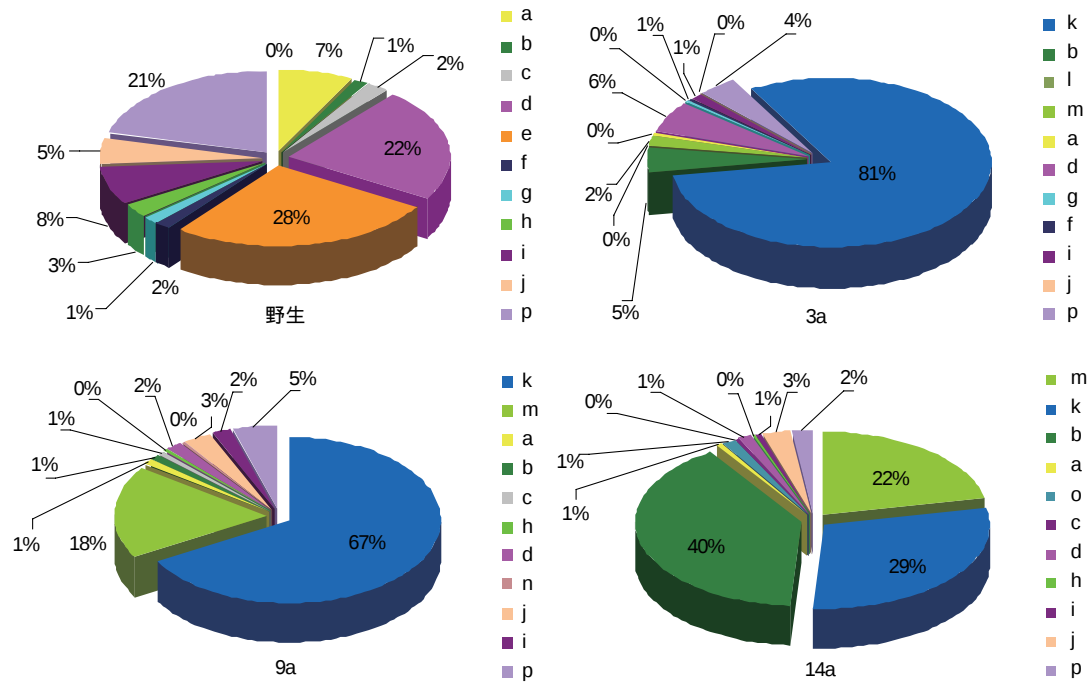


图2 猕猴桃园节肢动物群落主要类群的组成

Fig.2 Main groups of arthropod community in orchards

a:瘿蚊 Cecidomyiidae; b:叶蝉 Cicadellidae; c:潜蝇 Agromyzidae; d:蜘蛛 Araneida; e:蚁 Formicidae; f:瓢虫 Coccinellidae; g:食虫虻 Asididae; h:寄生蜂 parasitic wasps; i:蝇类 flies; j:蚊 Culicidae; k:山楂叶螨 Tetranychus Viennensis; l:斑衣蜡蝉 Lycorma delicatula; m:小薪甲 Microgramme; n:食蚜蝇 Syrphidae; o:蝽类 Pentatomidae; p:其他 Others; 寄生蜂包括姬蜂 Ichneumonidae 和小蜂 Chalcididae; 蝇类包括蝇 Anthomyiidae, 丽蝇 Calliphoridae, 麻蝇 Sarcophagidae, 主要为腐食性和粪食性; 蝽类包括茶翅蝽 Halyomorpha halys 和斑须蝽 Dolycoris baccarum

表3 野生猕猴桃节肢动物主要类群时空二维生态位宽度和生态位重叠

Table 3 The spatial-temporal dimensional niche breadth and overlaps of main groups of arthropod community in wild kiwifruits											
类群 Category	生态位宽度(B) Niche breadth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.35	1.00									
2	0.11	0.27	1.00								
3	0.07	0.28	0.38	1.00							
4	0.67	0.52	0.45	0.34	1.00						
5	0.67	0.42	0.42	0.21	0.76	1.00					
6	0.10	0.31	0.12	0	0.36	0.27	1.00				
7	0.08	0.20	0.36	0.05	0.18	0.39	0.13	1.00			
8	0.08	0.26	0.87	0	0.34	0.36	0.12	0.39	1.00		
9	0.25	0.49	0.52	0.33	0.65	0.57	0.39	0.36	0.40	1.00	
10	0.16	0.23	0.46	0.20	0.41	0.46	0.08	0.72	0.42	0.27	1.00

1:瘿蚊 Cecidomyiidae;2:叶蝉 Cicadellidae;3:潜蝇 Agromyzidae;4:蜘蛛 Araneida;5:蚁 Formicidae;6:食虫虻 Asididae;7:寄生蜂 parasitic wasp; 8:瓢虫 Coccinellidae;9:蝇类 flies;10:蚊 Culicidae

栽植猕猴桃园节肢动物群落主要类群时空二维生态位差异较大。3a 猕猴桃园(表4)中,蜘蛛的二维生态位最大,蝇类次之,蚊最小。蜘蛛与小薪甲的二维生态位重叠最大,表明其捕食关系极为密切;蜘蛛与山楂

叶螨、瘿蚊,山楂叶螨与小薪甲的重叠较大,说明蜘蛛对山楂叶螨与瘿蚊也具有较强的捕食作用,山楂叶螨与小薪甲存在竞争关系;蚊与除小薪甲和蜘蛛以外的类群都没有重叠,说明它们分布在猕猴桃树冠的不同方位或者出现在猕猴桃生长的不同时期。

表 4 3 年生猕猴桃园节肢动物群落主要类群时空二维生态位宽度和生态位重叠

Table 4 The spatial-temporal dimensional niche breadth and overlaps of main groups of arthropod community in 3-year kiwifruit orchard											
类群 Category	生态位宽度(B) Niche breadth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.37	1.00									
2	0.28	0.39	1.00								
3	0.18	0.43	0.61	1.00							
4	0.18	0.37	0.45	0.40	1.00						
5	0.08	0.22	0.04	0.06	0	1.00					
6	0.66	0.48	0.72	0.64	0.62	0.09	1.00				
7	0.12	0.37	0.47	0.32	0.49	0.51	0.31	1.00			
8	0.09	0.13	0.59	0.46	0.29	0	0.53	0.21	1.00		
9	0.38	0.41	0.37	0.23	0.28	0.29	0.58	0.25	0.46	1.00	
10	0.02	0	0.29	0	0	0	0.08	0	0	0	1.00

1:叶蝉 Cicadellidae;2:小薪甲 Microgramme;3:山楂叶螨 *Tetranychus Viennensis*;4:瘿蚊 Cecidomyiidae;5:斑衣蜡蝉 *Lycorma delicatula*;6:蜘蛛 Araneida;7:寄生蜂 parasitic wasps;8:瓢虫 Coccinellidae;9:蝇类 flies;10:蚊 Culicidae

9a 猕猴桃园(表 5)中,蝇类的二维生态位最大,蜘蛛、蚊、小薪甲较大,寄生蜂和食蚜蝇最小。蜘蛛与蚊的二维生态位重叠最大,表明蜘蛛与蚊之间具有较强的捕食关系;山楂叶螨与小薪甲、叶蝉与蜘蛛、寄生蜂与食蚜蝇、蜘蛛与蝇类重叠较大,说明山楂叶螨与小薪甲、寄生蜂与食蚜蝇之间竞争关系明显,叶蝉与蜘蛛捕食关系明显;山楂叶螨与果蝇、寄生蜂没有重叠。

表 5 9 年生猕猴桃园节肢动物群落主要类群时空二维生态位宽度和生态位重叠

Table 5 The spatial-temporal dimensional niche breadth and overlaps of main groups of arthropod community in 9-year kiwifruit orchard											
类群 Category	生态位宽度(B) Niche breadth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.41	1.00									
2	0.26	0.18	1.00								
3	0.37	0.43	0.37	1.00							
4	0.16	0.62	0.09	0.38	1.00						
5	0.13	0.08	0.05	0.26	0	1.00					
6	0.59	0.53	0.23	0.56	0.24	0.30	1.00				
7	0.07	0.01	0.19	0.17	0	0	0.37	1.00			
8	0.07	0.07	0.12	0.13	0.12	0.01	0.20	0.56	1.00		
9	0.61	0.53	0.27	0.35	0.27	0.10	0.54	0.33	0.40	1.00	
10	0.49	0.52	0.22	0.34	0.10	0.28	0.64	0.19	0.13	0.51	1.00

1:小薪甲 Microgramme;2:瘿蚊 Cecidomyiidae;3:叶蝉 Cicadellidae;4:山楂叶螨 *Tetranychus Viennensis*;5:果蝇 *Drosophila melanogaster*;6:蜘蛛 Araneida;7:寄生蜂 parasitic wasps;8:食蚜蝇 Syrphidae;9:蝇类 flies;10:蚊 Culicidae

14a 猕猴桃园(表 6)中,蜘蛛的二维生态位最大,蝇和瘿蚊次之,蜻最小。瘿蚊与蝇类二维生态位重叠最大,表明瘿蚊与蝇类竞争最为明显;小薪甲与瘿蚊、蚊,蚊与蜘蛛的重叠较大,表明小薪甲与瘿蚊、蚊存在竞争关系,蜘蛛与蚊存在捕食关系;果蝇与山楂叶螨、蜻、寄生蜂没有重叠。

时空二维生态位综合考虑到时间和空间两个资源,只有同时占据两个资源较大的类群,其时空二维生态位才较大,这样的类群之间生态位重叠也较大。不同树龄的猕猴桃园中,蜘蛛和蝇类在猕猴桃树冠的各方位分布较广,且发生时期较长,故其时空二维生态位都保持在较高水平。而只是很好地占据其中一个资源的类

群,其时空二维生态位不会很宽,这样的类群之间生态位重叠也较小。如以上 3 个表所示,山楂叶螨虽然数量巨大,空间分布也较均匀,但其发生的时间很短,故其二维生态位并不大;蝽、斑衣蜡蝉和食蚜蝇空间分布极不均匀,空间生态位极小,导致其时空二维生态位较小,它们之间的重叠也较小;果蝇和蝽出现的时间最短,其时空二维生态位也很小,因此它们之间的生态位重叠也较小。

表 6 14 年生猕猴桃园节肢动物群落主要类群时空二维生态位宽度和生态位重叠

Table 6 The spatial-temporal dimensional niche breadth and overlaps of main groups of arthropod community in 14-year kiwifruit orchard

类群 Category	生态位宽度(B) Niche breadth	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.51	1.00									
2	0.37	0.68	1.00								
3	0.28	0.18	0.12	1.00							
4	0.11	0.48	0.59	0.09	1.00						
5	0.11	0.01	0.08	0.02	0	1.00					
6	0.07	0.39	0.08	0.01	0	0	1.00				
7	0.56	0.54	0.59	0.32	0.46	0.26	0.06	1.00			
8	0.23	0.52	0.15	0.26	0.18	0	0.39	0.31	1.00		
9	0.53	0.83	0.55	0.23	0.39	0.14	0.23	0.55	0.04	1.00	
10	0.49	0.60	0.70	0.17	0.37	0.23	0.04	0.70	0.19	0.52	1.00

1: 瘿蚊 Cecidomyiidae; 2: 小薪甲 Microgramme; 3: 叶蝉 Cicadellidae; 4: 山楂叶螨 *Tetranychus Viennensis*; 5: 果蝇 *Drosophila melanogaster*; 6: 蝽类 Pentatomidae; 7: 蜘蛛 Araneida; 8: 寄生蜂 parasitic wasps; 9: 蝇类 flies; 10: 蚊 Culicidae

3 结论与讨论

石万成等^[10]、师光禄等^[11]、张锋^[12]应用主分量分析研究了苹果园、枣园、灌木林生态系统中害虫与天敌群落在一年当中不同月份的演替。而本试验研究了秦岭野生猕猴桃和不同树龄栽植猕猴桃园节肢动物群落动态变化,不仅分析了节肢动物群落在不同月份的演替,而且也分析了不同年份的演替情况。猕猴桃从原始的野生状态到人工栽植,园内节肢动物群落结构发生了一系列变化,并随着其栽植时间的增长,各物种的生态位重新建立起来。试验结果表明,猕猴桃由野生到人工栽植,节肢动物群落被破坏,群落丰富度、多样性、均匀度降到最低点,优势度最大,随着栽植时间和树龄的增长,节肢动物群落逐渐趋于稳定,9a 猕猴桃园节肢动物群落与野生的群落接近,稳定性仅次于野生群落,而 14a 猕猴桃园受人为干扰严重,群落稳定性反而有所下降。在猕猴桃生产实践中,果农对 3a 栽植园不打药防治害虫,9a 园打药较少(2 次/a),14a 园打药次数增多达 4 次/a。由此看来,人为干扰的群落重建与自然状态下群落重建规律是不同的,这也就解释了 9a 园节肢动物群落稳定性会大于 14a 的原因。本试验没有选择 6a 猕猴桃园,因为 6a 园数量少、面积小且过于分散,无法进行系统调查。此外,本试验中人工栽植的 3 个猕猴桃园品种不一致,原因是猕猴桃品种的不断更替。前些年猕猴桃品种都是秦美,而近些年主要品种为营养价值更高的华优,秦美已被淘汰。因此 3 年生猕猴桃园选择华优,9 年生和 14 年生猕猴桃园选择秦美,反映了陕西省关中地区猕猴桃栽植的普遍状况,最具代表性。至于不同猕猴桃品种间节肢动物群落特征是否存在差异还有待深入研究。

本试验结果还表明,秦岭山区野生猕猴桃及不同树龄栽植猕猴桃园中节肢动物群落有近 90 种,其中重要的近 30 种,按食性和在群落中的功能划分为 10 个类群,与黄保宏^[9]、郑方强^[13]等以种为单位研究群落的方法不同,主要原因是本试验中采集的标本种类太多,若以物种为单位,生态位的分析过于细微,而以类群为研究单位能够更系统地体现各个类群在整个群落中的功能和地位,更适合群落的宏观研究。如叶蝉科中大叶蝉亚科的大青叶蝉 *Cicadella viridis*,角顶叶蝉亚科的四斑宽额叶蝉 *Handianus limbifer*、二点叶蝉 *Macrosteles fascifrons*、条沙叶蝉 *Psammotettix striatus* 等刺吸叶片汁液的害虫;再如蝇类,以腐食性为主的蝇科、麻蝇科和丽蝇科约 6 个种,他们食性相同,在群落中的功能也相同,作为一个类群来研究更具实际意义。

生态位理论在种间关系、群落结构、种的多样性及种群进化的研究中已被广泛应用^[14]。秦玉川等对北京

红星苹果的山楂叶螨和苹果全爪螨及其天敌的时间与空间生态位、营养生态位和微气候生态位进行了研究^[15-17];黄保宏等对安徽梅园昆虫群落特征、动态及优势种生态位进行了研究^[9];郑方强等对烟台苹果园害虫及其天敌生态位进行了研究^[13]。但对其不同树龄园中节肢动物群落的生态位进行比较和群落重建的研究则很少。本试验对秦岭山区野生猕猴桃和不同树龄人工栽植猕猴桃园内节肢动物群落进行了系统调查,结果表明,猕猴桃从野生状态到人工栽植的生态系统中,山楂叶螨和叶蝉迅速抢占生态位,成为优势类群,小薪甲与山楂叶螨的生态位重叠较大;随着栽植时间和树龄的增长,小薪甲和瘦蚊占据了更有利的资源,在竞争中占据了上峰,其时空二维生态位逐年升高,逐渐取代了山楂叶螨和叶蝉的地位,成为主要害虫。这揭示了猕猴桃从秦岭山区生态系统到人工栽植生态系统期间园内节肢动物群落生态位的变化过程和群落重建过程,为猕猴桃园害虫生态调节提供了理论依据。

本试验中有些类群的生态位变化比较突然,如斑衣蜡蝉和蝽类,它们在某些猕猴桃园中很少分布,所以在某些园中的 10 个主要类群中没有选择这两个类群。其原因可能是不同树龄的猕猴桃营养状况不同,造成某些类群不适宜的生存条件。若再结合营养生态位分析园内节肢动物群落,结果能更全面的反映群落的竞争共存机制和演替规律,有待进一步研究。

References:

- [1] Jiang Z H. Analysis on the evolution of kiwifruit industry. *Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition)*, 2007, 7(2): 109-112.
- [2] Sun Z J, Fu C X. Area and yield of kiwifruit in Shaanxi rank the first over the world. *China Fruit News*, 2009, 26(12): 50-50.
- [3] Shannon C E, Weiner W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [4] Pielou E C. *Ecological Diversity*. New York: John Wiley & Sons, 1975.
- [5] Zhang X X. *Insect Ecology and Forecast*. Beijing: China Agriculture Press, 1985: 151-151.
- [6] Levins R. *Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations*. Princeton: Princeton University Press, 1968.
- [7] Pianka E R. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4: 53-74.
- [8] Zhao Z M, Guo Y Q. *Principle and Methods of Community Ecology*. Chongqing: Chongqing Branch of Scientific and Technological Document Press, 1990: 117-169.
- [9] Huang B H, Zou Y D, Bi S D, Li H K, Zhu Q L. Characteristics, dynamics and niche of insect community in plum orchard. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(2): 307-312.
- [10] Shi W C, Liu X, Xie H. A preliminary study on pest control and succession of insect community in apple orchard. *Journal of Southwest Agricultural University*, 1999, 12(2): 137-144.
- [11] Shi G L, Liu S Q, Cao H, Huang M J, Xi Y B, Zhao L L, Li D K, Feng J. Community succession patterns of pests and natural enemies in jujube orchard ecosystem. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(11): 2130-2134.
- [12] Zhang F, Zhang S L, Chen Z J, Zhao H Y. The time structure and dynamic of insect communities in the bush vegetation restoration areas of Zhifanggou watershed in loess hilly region. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(11): 4555-4562.
- [13] Zheng F Q, Zhang X H, Mo T L, Shi A J, Zheng J Q, Wu J B. Ecological niches and guilds of main insect pests and their natural enemies on apple trees. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(10): 4830-4840.
- [14] Li Q, Zhu J Z, Zhu Q K. A review on niche theory and niche metrics. *Journal of Beijing Forestry University*, 2003, 25(1): 100-106.
- [15] Qin Y C, Cai N H, Huang K X. Studies on niches of tetranychus viennensis, panonychus ulmi and their predatory enemies I ——Spatial and temporal niches. *Acta Ecologica Sinica*, 1991, 11(4): 331-337.
- [16] Qin Y C, Shen Z R, Huang K X, Zhao Y Z. On niches of tetranychus viennensis, panonychus ulmi and their predatory enemies II ——Trophic niches. *Acta Ecologica Sinica*, 1994, 14(1): 1-8.
- [17] Qin Y C, Guan Z. Studies on niches of tetranychus viennensis, panonychus ulmi and their predatory enemies III ——Microclimatic niches. *Acta Ecologica Sinica*, 1995, 15(2): 129-133.

参考文献:

- [1] 姜转宏. 猕猴桃产业演化发展探析. *西北农林科技大学学报(社会科学版)*, 2007, 7(2): 109-112.
- [2] 孙兆军, 伏春侠. 陕西猕猴桃面积和产量位居世界第一. *中国果业信息*, 2009, 26(12): 50-50.
- [5] 张孝羲. *昆虫生态及预测预报*. 北京: 中国农业出版社, 1985: 151-151.

- [8] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990: 117-169.
- [9] 黄保宏, 邹运鼎, 毕守东, 李恒奎, 朱巧丽. 梅园昆虫群落特征、动态及优势种生态位. 应用生态学报, 2005, 16(2): 307-312.
- [10] 石万成, 刘旭, 谢辉. 苹果害虫防治与群落演替研究. 西南农业大学学报, 1999, 12(2): 137-144.
- [11] 师光禄, 刘素琪, 曹挥, 黄敏佳, 席银宝, 赵莉茜, 李登科, 冯津. 枣园生态系统中害虫与天敌群落演替规律的研究. 应用生态学报, 2005, 16(11): 2130-2134.
- [12] 张锋, 陈淑莲, 陈智杰, 赵惠燕. 纸坊沟流域植被恢复区灌木林昆虫群落时间结构及动态. 生态学报, 2007, 27(11): 4555-4562.
- [13] 郑方强, 张晓华, 墨铁路, 时爱菊, 郑建强, 吴举彬. 苹果园主要害虫及其天敌生态位和集团分析. 生态学报, 2008, 28(10): 4830-4840.
- [14] 李契, 朱金兆, 朱清科. 生态位理论及其测度研究进展. 北京林业大学学报, 2003, 25(1): 100-106.
- [15] 秦玉川, 蔡宁华, 黄可训. 山楂叶螨、苹果全爪螨及其捕食性天敌生态位的研究 I. 时间与空间生态位——生态学报, 1991, 11(4): 332-337.
- [16] 秦玉川, 沈佐锐, 黄可训, 赵玉珍. 山楂叶螨、苹果全爪螨及其捕食性天敌生态位的研究 II——营养生态位. 生态学报, 1994, 14(1): 1-8.
- [17] 秦玉川, 管致和. 山楂叶螨、苹果全爪螨及其捕食性天敌生态位的研究 III——微气候生态位. 生态学报, 1995, 15(2): 128-133.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 11 June, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Responses of microbes-mediated carbon and nitrogen cycles to global climate change	SHEN Jupei, HE Jizheng (2957)
Formation of cyanobacterial blooms in Lake Chaohu and the photosynthesis of dominant species hypothesis	JIA Xiaohui, SHI Dingji, SHI Mianhong, et al (2968)
Unbalanced cyclical fluctuation pattern of intermittent outbreaks of beet armyworm <i>Spodoptera exigua</i> (Hübner) in China	WEN Lizhang, ZHANG Youjun, ZHU Liang, et al (2978)
Self-organizing feature map classification and ordination of <i>Larix principis-rupprechtii</i> forest in Pangquangou Nature Reserve	ZHANG Qindi, ZHANG Jintun, Suriguga, et al (2990)
Ecological effects of lakeside wetlands restoration in Dalian Lake, Shanghai	WU Di, YUE Feng, LUO Zukui, et al (2999)
Soil organic carbon storage and profile inventory in the different vegetation types of Luya Mountain	WU Xiaogang, GUO Jinping, YANG Xiuyun, et al (3009)
Response of soil microbial community structure to the leaf litter decomposition of three typical broadleaf species in mid-subtropical area, southern China	ZHANG Shengxi, CHEN Falin, ZHENG Hua (3020)
The decomposition of coniferous and broadleaf mixed litters significantly changes the carbon metabolism diversity of soil microbial communities in subtropical area, southern China	CHEN Falin, ZHENG Hua, YANG Bosu, et al (3027)
Spatiotemporal heterogeneity of topsoil nutrients in Karst Peak-Cluster depression area of Northwest Guangxi, China	LIU Shujuan, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (3036)
Effects of cadmium stress on the activities of antioxidant enzymes, digestive enzymes and the membrane lipid peroxidation of the mangrove mud clam <i>Geloina coaxans</i> (Gmelin)	LAI Tinghe, HE Binyuan, FAN Hangqing, et al (3044)
The edge effects on tree-liana relationship in a secondary natural forest in Bawangling Nature Reserve, Hainan Island, China	WU Yuna, TAO Jianping, XI Weimin, et al (3054)
Soilwater deficit under different artificial vegetation restoration in the semi-arid hilly region of the Loess Plateau	YANG Lei, WEI Wei, MO Baoru, et al (3060)
The diurnal trends of sensible and latent heat fluxes of a subtropical evergreen coniferous plantation subjected to seasonal drought	HE Youwei, WANG Qiubing, WEN Xuefa, et al (3069)
Ecological adaptability of photosynthesis and water use for <i>Tamarix ramosissima</i> in the southern periphery of Gurbantungut Desert, Xinjiang	WANG Shanshan, CHEN Xi, WANG Quan, et al (3082)
Estimation of leaf area index of cotton using digital Imaging	WANG Fangyong, WANG Keru, LI Shaokun, et al (3090)
Different response of photosynthetic apparatus between wild soybean (<i>Glycine soja</i>) and cultivated soybean (<i>Glycine max</i>) to NaCl stress	XUE Zhongcai, GAO Huiyuan, LIU Jie (3101)
Effects of water and phosphorus supply on morphology and structure of special root hairs on nodal roots of wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	ZHANG Jun, HE Dexian, DUAN Zengqiang (3110)
Applications of species indicator for analyzing plant community types and their biodiversity at Kunyushan National Forest Reserve	SUN Zhiqiang, ZHANG Xingyao, ZHU Yanpeng, et al (3120)
Societal metabolism for chinese provinces based on multi-scale integrated analysis of societal metabolism (MSIASM)	LIU Ye, GENG Yong, ZHAO Hengxin (3133)
Comparative gene expression analysis for leaf trichomes of tobacco grown in two different regions in China	CUI Hong, JI Hao, YANG Huijuan, et al (3143)
Performance evaluation of B biotype whitefly, <i>Bemisia tabaci</i> on 23 host plants	AN Xincheng, GUO Qiang, HU Qiongbo (3150)
Studies of hemocytes DNA damage by two pesticides acetamiprid and chlorpyrifos in predaceous spiders of <i>Pardosa astrigera</i> Koch	LI Rui, LI Shengcai, LIU Jia, (3156)
Effects of the fungicide prochloraz on the rotifer <i>Brachionus calyciflorus</i>	LI Daming, LU Zhenghe, FENG Qi, et al (3163)
Effects of long- and short-term successive parthenogenesis on life history and genetics characteristics of <i>Brachionus calyciflorus</i>	GE Yali, XI Yilong (3170)
Review and Monograph	
Review of the relationship between regional landscape pattern and surface water quality	ZHAO Jun, YANG Kai, TAI Jun, et al (3180)
Review of dew action effect on plants	YE Youhua, PENG Shaolin (3190)
Advances in Botryosphaeriaceae: identification, phylogeny and molecular ecology	CHENG Yanlin, LIANG Jun, LÜ Quan, et al (3197)
Advances in research on the mechanisms of age-related productivity decline of planted forests	MAO Peili, CAO Banghua, TIAN Wenxia, et al (3208)
The application of tree-ring on forest disturbance history reconstruction	FENG Xiaohui, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (3215)
Research advances on stress responsive WRKY transcription factors in plants	LI Ran, LOU Yonggen (3223)
Scientific Note	
The soil microbial activities and microbial biomass in Sanjiangyuan Alpine grassland	REN Zuohua, ZHANG Yuguang, LI Diqiang, et al (3232)
The differences of water use efficiency (WUE) among three <i>Populus deltoids</i> clones, and the cloning and characterization of related gene, <i>PdERECTA</i>	GUO Peng, XIA Xinli, YIN Weilun (3239)
Arthropod community reestablishment and niche of the main groups in kiwifruit orchards	DU Chao, ZHAO Huiyan, GAO Huanhuan, et al (3246)

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 11 期 (2011 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 11 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