

# 枣园节肢动物群落的时间动态<sup>\*</sup>

王有年<sup>1</sup> 张铁强<sup>1</sup> 李奕松<sup>1</sup> 刘素琪<sup>2</sup> 苗振旺<sup>3</sup> 李登科<sup>4</sup> 师光禄<sup>1\*\*</sup>

(<sup>1</sup>北京市农业应用新技术重点实验室,北京 102206;<sup>2</sup>山西农业大学,山西太谷 030800;<sup>3</sup>山西省森林病虫害防治检疫站,太原 030012;<sup>4</sup>山西省农业科学院,太原 030000)

**摘要** 将枣园节肢动物群落视为一个整体,根据群落内物种的组成和数量,采用不同群落参数和群落分析法对太谷地区枣园节肢动物群落的时间格局进行了比较。结果表明,影响枣园节肢动物群落时间格局的主导因子及时间格局分化较为明显。可将枣园节肢动物群落在时序上分为发展期、过渡期、鼎盛期和衰减期4个阶段,并结合气候、物候变化,讨论了各阶段群落的发生特点和主要害虫的治理对策。

**关键词** 枣园;节肢动物群落;二维排序;主分量分析

中图分类号 Q968.1 文献标识码 A 文章编号 1000-4890(2007)08-1228-05

**Temporal pattern of arthropod community in jujube orchard.** WANG You-nian<sup>1</sup>, ZHANG Tie-qiang<sup>1</sup>, LI Yi-song<sup>1</sup>, LIU Su-qi<sup>2</sup>, MIAO Zhen-wang<sup>3</sup>, LI Deng-ke<sup>4</sup>, SHI Guang-lu<sup>1</sup>(<sup>1</sup>Key Laboratory of New Technology of Agricultural Application, Beijing 102206, China; <sup>2</sup>Shanxi Agricultural University, Taigu 030800, Shanxi, China; <sup>3</sup>Forest Diseases and Insect Pests Control Station of Shanxi Province, Taiyuan 030012, China; <sup>4</sup>Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030000, China). *Chinese Journal of Ecology* 2007 26(8):1228-1232.

**Abstract:** This paper analyzed the temporal pattern of the arthropod community in jujube orchard in Taigu area of Shanxi Province, regarding this community as a whole and in the light of its species constitution and amount. The results showed that the test arthropod community could be temporally divided into 4 stages, *i. e.*, developmental, transitional, prosperous, and declining. Based on the climatic and phenological conditions at each stage, the development characteristics of the arthropod community as well as the management strategies of its dominant pests were discussed.

**Key words:** jujube orchard; arthropod community; two-dimensional ordination; principal component analysis.

## 1 引言

节肢动物群落时间格局是群落的重要特征之一,是群落为了与自然环境因素的时间节律和寄主植物的物候期相适应,在节肢动物种类组成和数量上表现出的升降更迭的周期性变化。研究节肢动物群落时间格局有助于了解在时间变动过程中节肢动物群落的发生发展规律,揭示群落内复杂的种内与种间关系及寄主物候期和环境因子的影响,分析不

同时期群落的结构特点,以便制定有害生物综合治理对策。因此,许多学者对节肢动物的时间格局及其控制对策进行了大量的研究工作(石万成等,1991;高宝嘉等,1998;师光禄等,2004),但对枣园节肢动物群落在时间过程中的演替规律研究较少。

为了探讨枣园有害生物综合治理的有效途径,本文在详细调查枣园节肢动物群落物种结构的基础上,采用多样性、均匀度、丰富度等指标测定了枣园节肢动物群落的时间格局变化,并对枣园3—10月的节肢动物群落的时序变化进行了二维排序,同时采用相关性分析法、主成分分析法、多元逐步回归分析等方法,对太谷地区枣园节肢动物群落的时间格局及动态进行了较为深入的研究,以期对制定枣树害虫的综合治理策略提供依据。

<sup>\*</sup>国家自然科学基金项目(30170759,30571506)、北京市自然科学基金重点项目(6071001)、北京市科委区县专项资金项目(2006)、北京市教委平台建设项目(2006)、北京市都市农业学科群项目(XK100190553)、北京市属市管高校人才强教计划项目(PXM2007\_014207\_044536)和北京市属市管高校人才引进计划资助项目(PXM2007\_014207\_044538)。

<sup>\*\*</sup>通讯作者 E-mail: glshi@126.com

收稿日期:2006-11-22 接受日期:2007-05-09

## 2 研究地区与研究方法

### 2.1 试验区概况

选择山西农业大学果园枣林区(37°26'N, 111°32'E, 海拔 781.9 m)作为样地。枣林区面积约为 0.3 hm<sup>2</sup>, 为壶瓶枣品种, 树龄为 10 年生, 树高为 5~7 m 左右, 株距 4 m, 行距 2 m, 郁闭度 0.45~0.55, 南北行向, 枣林区间种小麦(*Triticum aestivum*)。样地全年进行 2 次喷药防治, 第 1 次在枣树发芽展叶期 2.5% 的溴氰菊脂乳油 50 g + 25% 百果丰乳油 1 500 g · hm<sup>-2</sup>; 第 2 次在果实膨大期 4.5% 的高效氯氰菊脂乳油 50 g + 25% 螨卵脂乳油 1 500 g · hm<sup>-2</sup>。样地的栽培管理等与常年基本一致。

### 2.2 调查方法

**2.2.1 枣树树冠上的害虫和天敌** 在试验区按棋盘式 5 点取样法选择有代表性的 5 株枣树进行标记, 从 2006 年 3 月 10 日至 10 月 30 日, 每隔 10 d 调查 1 次, 采用定点定时的系统调查和大范围随机普查的方法。每株树分东、西、南、北 4 个方位的上、中、下 3 个层次, 先环绕枣树 1 周目测 2 min, 检查在树冠上活动性大的害虫和天敌, 然后检查树上活动的害虫和天敌。对不同种类的害虫和天敌采用不同的取样方法, 如蛀果类害虫, 每株树检查 150 个枣果, 统计卵果数与虫果数, 调查蚧虫与螨类时, 每株树不同方位检查 12 个叶片(共 180 个叶片 · 株<sup>-1</sup>), 记载蚧虫与螨类的种类与数量, 对枝杆与食叶类害虫和天敌, 则在不同方位各选 50 cm 长的 4 个 1~2 年生的枝条, 统计其上的害虫和天敌种类与数量(师光禄等 2006)。

**2.2.2 枣树地面植被上的害虫和天敌** 在标记的枣树树冠下的植被上用捕虫网按对角线取样法, 首先在每个方位随机扫网 20 次(网口直径 30 cm × 30 cm, 深 50 cm, 用白色尼纶纱制作), 将扫取的害虫和天敌标本连同植物茎杆一起带回室内, 进行镜检分类, 统计所捕获的害虫和天敌的种类与数量, 然后在扫网的相应部位用目测法检查在植被上活动性大的害虫和天敌, 最后检查相应部位植被上活动的害虫和天敌, 分别统计其上的害虫和天敌的种类与数量(师光禄等 2007)。

**2.2.3 枣树树冠下土壤层中的害虫和天敌** 在试验地枣树树冠下的土壤层中按对角线取样法进行调查, 每株枣树分东、西、南、北共取 4 个样方, 每样方大小为 100 cm(长) × 100 cm(宽) × 20 cm(深), 每

隔 10 d 取土 1 次, 筛土后将所采的标本分类放入装有 75% 酒精小瓶中, 带回室内统计土壤层中害虫和天敌的种类与数量(师光禄等 2005)。

**2.2.4 室内水培法饲养观察** 对一些重要的种类带回室内水培饲养, 水培器皿用罐头瓶(瓶口直径 75 mm, 高 145 mm)。将害虫和天敌食用的寄主组织插入罐头瓶(每隔 3 d 换 1 次), 瓶内盛自来水常保持至颈部, 使寄主组织常处于新鲜状态, 然后把害虫和天敌接到新鲜的组织上进行饲养; 对于寄生于害虫和天敌体内的种类, 则将其放于培养皿(直径 55 mm, 高 10 mm)内进行饲养观察(室内温度为 17℃~23℃), 培养皿的底部铺有滤纸, 使湿度保持在 75% 左右, 以便更好地了解寄生性害虫和天敌的消长规律(师光禄等 2003)。

### 2.3 数据分析

1) Shannon-Wiener 多样性指数, 用 Shannon-Wiener 平均信息量指数( $H'$ )分析物种多样性:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, S)$$

式中:  $P_i$  为属于第  $i$  种个体数的概率;  $S$  为种类数(Rust, 1977; Mansour, 1983; Altieri, 1993)。

2) 丰盛度, 以某一类群个体数占个体总数的比例表示:

$$P_i = N_i / N$$

式中:  $N_i$  为第  $i$  类群个体数;  $N$  为个体总数(Mayse, 1983; Brocon & Nicoletto, 1991)。

3) 均匀度( $E$ )与个体总数( $N$ ):

$$E = H' / H'_{\max} = H' / \ln S$$

$$N = \sum_{i=1}^s n_i$$

式中:  $H'$  为多样性指数;  $\ln S$  为种类数  $S$  取自然对数;  $N$  为总个体数;  $n_i$  为第  $i$  种的个体数(Watt, 1965; Way, 1977; Shelton & Edwards, 1993)。

4) 群落的二维排序计算参见石万成等(1991)方法。主分量分析是以调查的数据为样本, 以不同食性节肢动物的种数和个体数为变量, 进行主分量分析, 计算各因子的特征向量和负荷量值(石万成等, 1991; Levin, 1992; 裴喜春和薛河儒, 1998)。

## 3 结果与分析

### 3.1 枣园节肢动物群落结构的时序动态

由图 1 可知, 节肢动物亚群落的物种数、总个体数、均匀度、多样性指标在时间过程中的变化呈明显

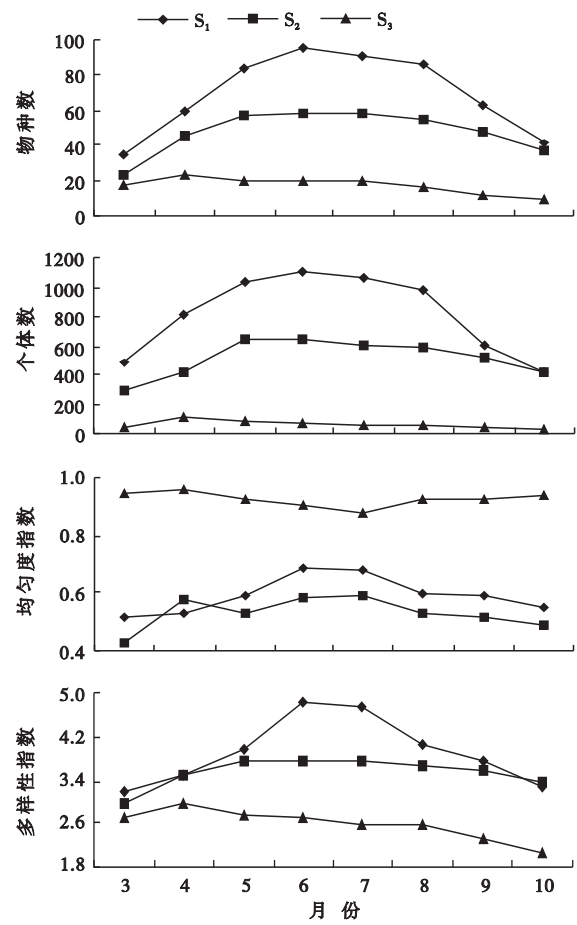


图 1 节肢动物亚群落多样性时序动态  
Fig.1 Temporal dynamics of diversity indice of arthropod sub-community  
 $S_1$  为植食类亚群落  $S_2$  为捕食类亚群落  $S_3$  为寄生类亚群落。

的差异和规律性,群落的物种数与总个体数的变化曲线呈明显的单峰型。在 6 月,总群落、植食类、捕食类亚群落的物种数与总个体数均最多,而寄生类亚群落的物种数与总个体数的高峰却出现在 4 月。这主要是随着气温逐步回升,光照逐渐增加,枣树正处于树液流动,枣芽萌动露绿期,树干或皮缝中越冬的蚧类及一些蛾类的越冬蛹、越冬幼虫开始出蛰活动,导致各种寄生蜂、寄生蝇大量出现并寄生于害虫体内,如枣步曲寄蝇(*Frontina laeta*)寄生于枣步曲体内,蚧金小蜂(*Anysis saissetiae*)寄生于梨笠圆盾蚧(*Quadraspidiotus perniciosus*)及康氏粉蚧(*Pseudococcus comstock*)体内,具有明显的跟随效应,以便制约寄主种群数量的迅速增长。群落多样性与均匀度的时序动态呈明显的双峰型,且峰值出现的时间在各群落间有所差异,但变化趋势基本相同。这主要是因为群落的多样性指数是均匀性指数的函数,多样性值较高时,均匀度值也较高。

3.2 枣园节肢动物群落多样性的逐步回归分析  
在枣园节肢动物群落中,群落的多样性与均匀性以及种类丰富度的变化有一定的相关性,但这种相关性的定量关系尚未明确,以种类丰富度( $S$ )、均匀度( $E$ )和总个体数( $N$ )分别作为自变量  $x_1$ 、 $x_2$  和  $x_3$ ,以物种多样性( $H'$ )作为因变量  $y$ ,进行多元逐步回归分析(表 1)。

表 1 物种多样性( $H'$ )与种类丰富度( $S$ )、均匀度( $E$ )和总个体数( $N$ )的多元逐步回归  
Tab.1 Multiple regression using species diversity ( $H'$ ) as the dependent variable and species richness ( $S$ ), evenness ( $E$ ) and total individual number ( $N$ ) as the independent variables

群落类型	回归步骤	独立变量	决定系数	占 $H'$ 变异 $R^2$ (%)
总群落	1	$S$	0.973	98.6
	2	$S$ $E$	0.999	40.5 16.2
植食类亚群落	1	$E$	0.935	96.7
	2	$E$ $N$	0.999	49.1 25.3
捕食类亚群落	1	$S$	0.990	99.5
寄生类亚群落	1	$S$	0.946	97.3
	2	$S$ $E$	0.985	98.6 19.6

表 1 表明,节肢动物总群落、捕食类亚群落、寄生类亚群落多样性变化的 98.6%、99.5% 和 97.3% 受种类丰富度的影响,而植食类节肢动物亚群落多样性变化的 96.7% 受均匀性的支配。可见,影响枣园节肢动物群落多样性的主要因子是种类丰富度和均匀性。

3.3 枣园节肢动物群落的排序与相似比较  
根据枣园节肢动物群落时序动态(师光禄等, 1998)结合调查结果,将节肢动物群落分 4 个不同阶段,第 1 阶段为 3 月;第 2 阶段为 4 和 10 月;第 3 阶段为 5 和 9 月;第 4 阶段为 6、7 和 8 月。阶段 1 为枣园节肢动物群落发展初期,此时查到的只有树干或皮缝中越冬的叶螨、蚧类及枣镰翅小卷蛾(*Ancylis sativa*)的越冬蛹等,枣园内各节肢动物物种数和个体数除蚧类、螨类外都很少,因而此时的多样性和均匀度较低。针对这种情况,通过整枝修剪、刮树皮、堵树洞、清洁枣园可以消灭大量越冬虫源,显著压低虫口密度,大大减轻来年的危害。阶段 2 和阶段 3 代表枣园节肢动物发生的过渡期和衰减期的动态,此阶段前期主分量分析表明,枣飞象(*Scythropus yasumatsui*)、枣步曲(*Chihuo zao*)负荷量很大,常导

致枣树难以生长。后期主要害虫是危害果实的桃小食心虫( *Carposina nipponensis* )与枣镰翅小卷蛾 ,和以产卵方式危害 1 ~ 2 年生枣枝的大青叶蝉( *Cicadella viridis* )。该阶段优势种比较明显 ,但其它节肢动物无论是物种数还是个体数均较少 ,多样性和均匀度也较低 ,因而群落发展极不稳定。阶段 4 为枣园节肢动物发展的鼎盛期 ,此阶段由于食物丰富 ,气候适宜 ,食叶、食花、食果害虫同时出现 ,天敌种类也随之增多 ,形成复杂的食物链网结构 ,群落的多样性、丰富度、均匀度最高 ,群落自控能力最强、最稳定。根据表 1 数据 ,计算出群落距离(  $x$  )、具有最大群落吻合性差度值的群落和对其最不相似的群落之间的不相似值(  $y$  )(表 2)。从表 2 可看出 3—10 月枣园节肢动物群落沿群落最大变差展开的顺序为 3 月、4 月、10 月、9 月、5 月、8 月、7 月、6 月 ,这与实际调查结果基本吻合。3—10 月群落的排序间距见表 3 ,然后与 3—10 月群落的相异值(表 4)进行相关分析 ,得到  $r=0.882(P<0.01)$  ,其回归直线方程为  $y=0.5462x+17.697$  ,可见 ,理论值与实际调查结果基本吻合。

表 2 枣园 3—10 月节肢动物群落二维排序的参数值  
Tab.2 Parameters of two-dimensional ordinal of the arthropod community between March and October

月份	$x$	$h$	$y$
3	0.000	0.000	4.979
4	19.060	26.561	6.787
5	38.048	21.153	34.539
6	53.756	0.000	43.450
7	51.918	12.649	39.113
8	49.445	18.400	33.743
9	36.673	27.568	14.207
10	22.660	30.347	0.000

$x$  为群落距离  $h$  为各群落吻合性差度值  $y$  为具有最大  $h$  值的群落和对其最不相似的群落之间的不相似值。

表 3 枣园 3—10 月节肢动物群落间的排序间距  
Tab.3 Ordinal inter-distances among different months of arthropod community in jujube orchard

月份	3	4	5	6	7	8	9
4	19.146						
5	48.182	33.626					
6	66.104	50.477	18.059				
7	62.134	46.093	14.605	4.711			
8	57.204	40.619	11.425	10.621	5.911		
9	37.816	19.111	20.379	33.868	29.202	23.342	
10	23.201	7.682	37.812	53.431	48.845	43.082	19.954

表 4 枣园 3—10 月节肢动物群落的相似系数和相异系数  
Tab.4 Similarity and dissimilarity coefficients of arthropod community from March to October

月份	3	4	5	6	7	8	9	10
3		0.6731	0.5647	0.4624	0.4656	0.4724	0.5412	0.6213
4	0.3269		0.7420	0.5631	0.5580	0.5814	0.5719	0.7528
5	0.4353	0.2580		0.7365	0.7295	0.6881	0.6487	0.5748
6	0.5376	0.4370	0.2635		0.8722	0.8110	0.6757	0.5655
7	0.5344	0.4420	0.2705	0.1278		0.8281	0.6979	0.5908
8	0.5276	0.4186	0.3119	0.1890	0.1719		0.7874	0.6256
9	0.4588	0.4281	0.3514	0.3243	0.3021	0.2127		0.8004
10	0.3787	0.2472	0.4252	0.4345	0.4092	0.3744	0.1996	

对角线下方为相异系数。

表 5 枣园节肢动物群落的主分量分析  
Tab.5 Principal component analysis of arthropod community

主分量	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	累计贡献率(%)
$Y_1$	0.958	0.934	0.662	0.982	0.889	0.721	75.031
$Y_2$	-0.26	-0.307	0.717	0.004	-0.437	0.618	95.843
$X_1$ :植食类节肢动物物种数 $X_2$ :捕食类节肢动物物种数 $X_3$ :寄生类节肢动物物种数 $X_4$ :植食类节肢动物个体数 $X_5$ :捕食类节肢动物个体数 $X_6$ :寄生类节肢动物个体数 $Y_1$ :第 1 主分量 $Y_2$ :第 2 主分量。							

3.4 枣园节肢动物群落主分量分析

主分量分析结果表明(表 5) ,枣园节肢动物群落的前 2 个主分量的累计贡献率为 95.843%。各因子的特征向量值表明 ,枣园节肢动物群落的第 1 主分量代表了植食类节肢动物物种数和个体数与捕食类节肢动物物种数和个体数的综合因子 ,说明了植食类和捕食类在整个节肢动物群落中占有十分重要的地位。第 2 主分量代表了寄生类节肢动物物种数和个体数以及捕食类个体数的综合因子 ,说明在天敌类群中 ,寄生性天敌的种类和数目及捕食性天敌的个体数量起主导作用 ,在个体数量方面占有明显的优势 ,这反映了该群落的实际情况。

4 结 论

枣园节肢动物群落在时间过程变化中 ,影响群落时间格局的主导因子及时间格局分化较为明显 ,其随时序变化可分为发展期、过渡期、鼎盛期、衰减期 4 个不同阶段。分析群落不同发展阶段的特点 ,有利于制定害虫的综合治理对策。主成分分析表明 ,影响枣园节肢动物群落多样性的主要成分是种类丰富度和均匀性。植食类节肢动物物种数和个体数与捕食类节肢动物物种数和个体数的综合因子 ,在整个节肢动物群落中起着重要作用 ,而在天敌类群中 ,寄生类节肢动物物种数和个体数以及捕食类

节肢动物个体数的综合因子起主导作用,这与该群落的实际情况基本吻合。多样性指数和均匀度的时序变化可较好地揭示群落的稳定程度,群落的聚类与排序方法亦可较好地反映群落的时序变化规律。2种分析的结果基本一致。

本文通过二维排序对太谷地区枣园3—10月的节肢动物群落时序结构进行了探讨,所用数据资料不包括环境因素,如能将不同时序节肢动物群落组成的特征和所获环境因子的数据进行偶联,进一步分析影响群落组成的关键因素,尤其是环境因子如何左右天敌的发生与发展态势,是十分重要的,这还有待于进一步探讨。

#### 参考文献

- 高宝嘉,申曙光,王正文,等. 1998. 园林昆虫群落时间结构及动态研究. 生态学报, **18**(2):193-197.
- 裴喜春,薛河儒. 1998. SAS 及其应用. 北京:中国农业出版社.
- 师光禄,常宝山,黄敏佳,等. 2006. 枣园间种牧草对节肢动物群落营养层与优势功能团的影响. 生态学报, **26**(2):399-409.
- 师光禄,刘贤谦,王满全,等. 1998. 枣园昆虫群落结构及其综合治理效果研究. 林业科学, **34**(1):58-64.
- 师光禄,席银宝,王海香,等. 2004. 枣园节肢动物群落数量与生物量多样性特征分析. 林业科学, **40**(2):107-112.
- 师光禄,席银宝,王海香,等. 2003. 枣园生态系统中主要害虫、天敌生态位及种间竞争的研究. 林业科学, **39**(5):78-86.
- 师光禄,张铁强,刘素琪,等. 2007. 间种牧草枣林刈草对树上昆虫群落结构及动态的影响. 生态学报, **27**(1):97-102.
- 师光禄,赵莉茜,刘素琪,等. 2005. 综合治理与常规防治枣园天敌昆虫的群落结构及其多样性. 林业科学, **41**(1):100-108.
- 石万成,刘旭,谢辉. 1991. 苹果园昆虫群落时间结构的研究. 昆虫知识, **28**(5):279-285.
- Altieri MA. 1993. Ethnoscience and biodiversity: Key elements in the design of sustainable pest management systems for small farmers in developing countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, **46**:257-272.
- Brocon JH, Nicoletto PP. 1991. Spatial scaling of species connection: Body masses of North American land mammals. *American Naturalist*, **138**:1478-1512.
- Levin SA. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, **73**:1943-1967.
- Mansour F. 1983. Spider management in agroecosystems: Habitat manipulation. *Environmental Management*, **7**:43-49.
- Mayse MA. 1983. Cultural control in crop fields: A habitat management technique. *Environmental Management*, **7**:15-22.
- Rust RW. 1977. Evaluation of trap crop procedures for control of Mexican bean beetle in soybeans and lima beans. *Journal of Economic Entomology*, **70**:630-632.
- Shelton MD, Edwards CR. 1983. Effects of weeds on the diversity and abundance of insects in soybeans. *Environmental Entomology*, **12**:296-298.
- Watt KEF. 1965. Community stability and the strategy of biological control. *Canadian Entomologist*, **97**:887-895.
- Way MJ. 1977. Pest and disease status in mixed stands vs. monocultures: The relevance of ecosystem stability// Cherritt JM, Sagar GR, eds. *Origins of Pest, Parasites, Disease and Weed Problems*. Oxford: Blackwell: 127-138.

作者简介 王有年,男,1951年生,教授,博导。主要从事果树优质生态安全研究。E-mail: wynbac@sohu.com  
责任编辑 刘丽娟