大豆田节肢动物群落优势种群时间生态位及营养关系分析*

高月波[1**] 史树森[2] 孙 嵬[1] 张 强[1] 周佳春[1] 李启云[1***]

（1. 吉林省农业科学院植物保护研究所 农业部东北作物有害生物综合治理重点实验室 公主岭 136100；
2. 吉林农业大学农学院 长春 130118）

摘 要 **【目的】** 阐明大豆田节肢动物群落时间生态位及营养关系，为大豆害虫生态调控手段的实施提供坚实的理论依据。**【方法】** 以大豆田节肢动物群落为研究对象，通过两年的田间系统调查分析。**【结果】**统计得到种类 220 余种，物种可分为天敌、害虫和中性昆虫 3 个类群，以天敌物种丰富度最高；害虫中以烟蓟马 *Thrips tabaci*（0.36902）和大豆蚜 *Aphis glycines*（0.13122）优势度最高，且有着较高的生态位重叠指数（0.8163），蚜小蜂 *Aphytis* sp.和大草蛉 *Chrysopa septempunctata* 对害虫的时间生态位重叠指数很高，其他天敌如异色瓢虫 *Harmonia axyridis*、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*、黑带食蚜蝇 *Zyistrophe balteata* 和黑食蚜盲蝽 *Deraeocoris punctulatus* 等对害虫的重叠指数居中；大豆田中各类群构成错综复杂的食物网结构。**【结论】** 综合考虑天敌的种群数量，确定捕食性天敌是控制害虫种群数量的有效天敌。研究可知不能单纯从时间生态位的重叠指数的高低来判断天敌的控制能力。

关键词 大豆，节肢动物群落，天敌，时间生态位，食物网

Analysis of the temporal niches of dominant species and nutritional relationships within the arthropod community in soybean fields

GAO Yue-Bo[1**] SHI Shu-Sen[2] SUN Wei[1] ZHANG Qiang[1] ZHOU Jia-Chun[1] LI Qi-Yun[1***]

(1. Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northeast，Ministry of Agriculture, Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China; 2. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract **[Objectives]** To explore the temporal niches and trophic relationships of the arthropod community in soybean fields, and to provide a theoretical basis for the ecological management of soybean pests. **[Methods]** A systematic survey of the soybean arthropod community was conducted over two years. **[Results]** More than 220 species were recorded which could divided into groups of natural enemies, pest and neutral species. The natural enemy group had the highest species richness value. *Thrips tabaci* and *Aphis glycines*, which share a relatively high niche overlap index (0.8163) were also relatively dominant (0.36902 and 0.13122). *Aphytis* sp. and *Chrysopa septempunctata* had high niche overlap indices with pest species, wherease *Harmonia axyridis*, *Propylaea Japonica*, *Zyistrophe balteata* and *Deraeocoris punctulatus* had more moderate overlap indices. The different groups were part of a complex food web. **[Conclusion]** Considering the large number of natural enemy species present, only predatory species were effective in controlling pest insect numbers. The biological control ability of predatory species couldn't be assessed by their niche overlap index.

Key words soybean, arthropod community, natural enemy, temporal niche, food web

群落结构指生物在环境中分布及其与周围环境之间相互作用形成的结构（Price，1997；戈峰，2008）。其主要研究内容包括：群落的性质和功能，群落内部的种间关系，群落的丰富度、

* 资助项目：公益性行业（农业）科研专项（201103022）；吉林省农业科技创新工程重大产业技术领域关键技术研究项目
**E-mail: gaoyuebo8328@163.com
***通讯作者，E-mail: qyli1225@126.com
收稿日期：2014-01-20，接受日期：2014-02-06

多样性和稳定性，群落的分类和排序，群落的发展和演替（Winner *et al.*，1980；Rambo and Faeth，1999；戈峰，2002；Morris *et al.*，2005）。在农田生态系统中，可将节肢动物各种群所构成的集合体作为群落来进行研究（孙儒泳，2001）。而通过对农田生态系统中节肢动物群落的研究，可以从植物-害虫-天敌相互作用关系角度来探讨害虫生态调控的原理和方法，为科学的控制害虫种群数量提供理论依据（史树森等，2012）。对于各作物系统节肢动物群落已有大量相关研究（魏国树等，2001；门兴元等，2003；蔡万伦等，2005；郭建英等，2007；吴奇等，2008）。但从大豆田节肢动物群落来看相关研究并不多，House 和 Stinner（1983）对大豆田地下节肢动物群落的结构和种群间互作进行了研究，杨勤民等（2004）利用相对多度、丰富度、生态优势度、多样性指数和均匀度分析了夏大豆田主要害虫和天敌群落的结构特征和动态等，但以整个大豆田地上节肢动物群落作为对象的研究目前尚未见报道。

时间结构及营养关系是群落结构研究的重要组成部分（Price，1997；戈峰，2002）。时间结构是群落的动态特征之一，时间虽然不是物种竞争的直接资源，但它却是竞争或共存得以存在的条件。不同种群对时间资源的利用不尽相同，它们分别占有不同的时间生态位，通过时间生态位的研究可以明确不同种群对时间资源的利用状况（Carothers and Jaksić，1984；Pearman *et al.*，2008）。群落中不同生物种群通过取食与被食的关系，形成营养链结构；对食物网结构的研究，在解释、描述和预测生态系统中的能量动态有重要意义。本文以大豆田节肢动物群落为研究对象，基于对两年系统调查数据的分析，明确其群落组成，在时间维度上测度优势种生态位宽度值和重叠值，分析类群的食物网结构，以期搞清群落的时间结构特征和动态规律，明确群落中各构成种群之间的作用机制，以便从群落乃至生态系统生态学的角度来考虑对害虫实施合理的生态调控措施，为大豆田害虫的综合治理提供可靠的理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验地选择

本试验在长春市南郊的吉林农业大学试验田进行。在试验田内选取环境条件一致的样本田 3 500 m^2，试验共设面积相等的 5 个小区，小区间以等面积的玉米田作为隔离区。

1.2　供试品种

试验地种植的大豆品种为吉农 14。

1.3　调查方法

调查选用网捕取样与地面取样结合的方式进行。网捕取样每小区 30 网，网捕取样区避免与地面取样区重复，网捕数据作为最后分析的主要依据；地面调查按 5 点法取样，每点取样面积为 1.4 m×1.0 m，取样范围为大豆植株地上部分的所有节肢动物种类，同时记录调查株数，地面调查数据可以作为网捕数据的补充。调查从 2004 和 2005 年 5 月下旬大豆苗期开始，每 7 d 调查一次，直到大豆收获期为止。

1.4　分类和鉴定

对田间调查所获种类全部带回实验室进行分类鉴定，尽量对个体鉴定到种，对只能鉴定到科的种类也要按其不同种进行编号，按照不同日期详细记录鉴定结果，包括种名、数量等。分类鉴定主要参考相关的分类学书籍（胡金林，1983；陈庆恩和白金凯，1987；范滋德，1988；薛万琦和赵建铭，1996）。

1.5　数据整理和分析

以各次网捕调查所获得的群落物种个体数作为数据分析的基础，计算各物种优势度，筛选优势种群进行时间生态位分析，试验中所用到的公式如下，使用 DPS 统计软件和 Excel 电子表格进行数据整理与分析。

种群优势度（Dominance）：本文以相对密度来表示优势度，采用 Berger-Parker（1974）优势度指数：

$$\text{相对密度} = \frac{\text{某种物种个体数量}}{\text{全部生物个体数量}}。$$

生态位宽度（Niche breadth）和生态位重叠（Niche overlap）：采用 Levins（1968）指数（B）和 Pianka 测度指数（O_{jk}）。Pianka（1973）生态位重叠公式：

$$B = \frac{1}{\sum P_i^2},$$

式中，B 表示生态位宽度，P_i 表示物种在一个资

源序列的第 i 个单位中所占的比例。

$$O_{ij} = \frac{\sum P_{ik} P_{jk}}{\sqrt{\sum P_{ik}^2 \sum P_{jk}^2}},$$

式中，O_{ij} 为物种 i 和物种 j 的生态位重叠，$0 \leqslant O_{ij} \leqslant 1$；$P_{ik}$、$P_{jk}$ 为物种 i 和物种 j 在资源单位 k 中所占的比例。

2　结果与分析

2.1　大豆田节肢动物群落物种组成

大豆田节肢动物种类丰富，通过两年对吉林省整个大豆生育期节肢动物的田间调查、鉴定，统计结果如表 1 所示：共计 3 纲 15 目 110 科 220 余种。将所有种类分为天敌，害虫和中性昆虫 3 个亚群落，其中天敌 9 目 44 科 103 种；害虫 9 目 39 科 66 种；中性昆虫 3 目 27 科 51 种 （表 1）。天敌亚群中以蜘蛛目和膜翅目种类最多；害虫亚群落以半翅目、鳞翅目和鞘翅目种类居多；中性昆虫主要是指不危害或间接危害大豆的植食性昆虫，还包括杂食性和食性不详的昆虫，这一亚群中主要以双翅目的蚊、蝇为主。由图 1 可见，在大豆田整个节肢动物群落中，以天敌的种类最多，害虫和中性昆虫也占有较大比例，它们三者共同构成了错综复杂的大豆田节肢动物群落。

表 1　大豆田节肢动物群落组成

Table 1　The construction of arthropod communities in soybean field

天敌亚群 Natural enemy sub-population			害虫亚群 Pest sub-population			中性昆虫亚群 Neutral insect sub-population		
目 Order	科数 Family	种数 Species	目 Order	科数 Family	种数 Species	目 Order	科数 Family	种数 Species
蜘蛛目 Araneae	11	22	双翅目 Diptera	3	3	双翅目 Diptera	25	49
盲蛛目 Opiliones	1	1	半翅目 Hemiptera	3	11	膜翅目 Hymenoptera	1	1
膜翅目 Hymenoptera	20	59	鳞翅目 Lepidoptera	9	16	蜉蝣目 Ephemeroptera	1	1
鞘翅目 Coleoptera	1	4	鞘翅目 Hymenoptera	11	18			
脉翅目 Neuroptera	2	4	同翅目 Homoptera	7	9			
半翅目 Hemiptera	4	4	缨翅目 Thysanoptera	2	3			
双翅目 Diptera	2	7	直翅目 Orthoptera	2	4			
螳螂目 Mantedea	1	1	蜱螨目 Acarina	1	1			
蜻蜓目 Odonata	2	2	膜翅目 Hymenoptera	1	1			
共计 Total	44	103		39	66		27	51

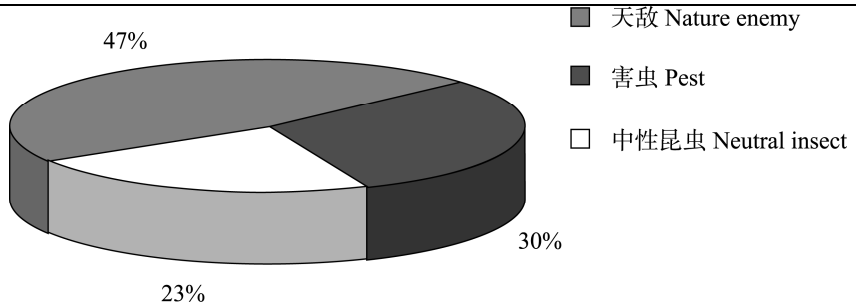

图 1　整个群落中 3 个亚群物种丰富度比较

Fig. 1　Comparasion of three sub-communities in total community

2.2　大豆田节肢动物群落优势害虫和天敌时间生态位分析

2.2.1　优势度　通过计算群落中所有物种的优势度，确定害虫中以烟蓟马 *Thrips tabaci*（0.36902）和大豆蚜 *Aphis glycines*（0.13122）优势度最高；天敌中优势度较高且具代表性天敌种类包括草间花蛛 *Erigonidium graminicola*（0.04432）、异色瓢虫 *Harmonia axyridis*（0.017）、小花蝽 *Orius minutus*（0.02065）、黑食蚜盲蝽 *Deraeocoris punctulatus*（0.01223）、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*（0.00683）、大草蛉 *Chrysopa septempunctata*（0.00159）、黑带食蚜蝇 *Zyistrophe balteata*（0.00143）和蚜小蜂 *Aphytis* sp.（0.00065）。以这几类害虫和天敌为研究对象进行时间生态位分析。

2.2.2　生态位宽度　由表 2 可以看出，烟蓟马的生态位宽度大于大豆蚜，也就是烟蓟马的发生时期要长于大豆蚜，且烟蓟马的发生数量在其发生期内比大豆蚜要稳定；作为两种害虫天敌的生态位宽度，草间花蛛（7.926）>异色瓢虫（7.0282）>小花蝽（6.8035）>龟纹瓢虫（5.3285）>大草蛉（4.5455）>黑带食蚜蝇（4.2353）>黑食蚜盲蝽（3.1281）>蚜小蜂（3.125），显而易见几种天敌的生态位宽度要大于两种害虫的生态位宽度，是由于天敌种类在大豆整个生育期在数量上能够保持相对的稳定性。而造成害虫特别是大豆蚜生态位宽度值较小的原因是其在时间序列上的数量不均匀性造成的。

Table 2　Temporal niche breadth of dominant species

物种 Species	Levins 指数（*B*）
草间花蛛 *Erigonidium graminicola*	7.9260
异色瓢虫 *Harmonia axyridis*	7.0282
大豆蚜 *Aphis glycines*	3.0688
烟蓟马 *Thrips tabaci*	5.9775
小花蝽 *Orius minutus*	6.8035
黑食蚜盲蝽 *Deraeocoris punctulatus*	3.1281
龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*	5.3285
大草蛉 *Chrysopa septempunctata*	4.5455
黑带食蚜蝇 *Zyistrophe balteata*	4.2353
蚜小蜂 *Aphytis* sp.	3.1250

2.2.3　生态位重叠　通过表 3 可以看出：大豆蚜和烟蓟马的时间生态位重叠指数（0.8163）较高，说明两种害虫存在时间资源上的竞争，由于两种害虫食性和发生期较为接近，因此也应该存在食物资源上的竞争，同时它们的种群数量都较高，因此两种害虫种群混合发生期内足以对整个节肢动物群落构成较大的影响。

从天敌和害虫的相互关系来分析，蚜小蜂和大草蛉对大豆蚜的时间生态位重叠指数很高，其他天敌如异色瓢虫、龟纹瓢虫、黑带食蚜蝇和黑食蚜盲蝽等对大豆蚜的重叠指数居中。通过田间调查的数据表明（图 2），异色瓢虫和龟纹瓢虫等几类大豆蚜天敌，在发生期上并不与大豆蚜完全同步，而是较大豆蚜的发生期滞后，这一特点

表 2　优势物种的时间生态位宽度值

表 3　大豆田主要害虫及其主要天敌时间生态位重叠

Table 3　Temporal niche overlaps of major pests and major natural enemies

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0.8410	0.7419	0.7066	0.7013	0.5323	0.7784	0.6691	0.8428	0.7421
2		1	0.4174	0.5552	0.6125	0.3413	0.9018	0.4279	0.8711	0.5037
3			1	0.8163	0.6595	0.4995	0.4958	0.8496	0.5718	0.9298
4				1	0.8828	0.4344	0.5383	0.8248	0.5577	0.8819
5					1	0.6978	0.5105	0.8727	0.4749	0.7378
6						1	0.3525	0.7494	0.2578	0.3517

7	1	0.4120	0.9299	0.4650
8		1	0.4022	0.8292
9			1	0.5760
10				1

1. 草间花蛛 *Erigonidium graminicola*; 2. 异色瓢虫 *Harmonia axyridis*; 3. 大豆蚜 *Aphis glycines*; 4. 烟蓟马 *Thrips tabaci*; 5. 小花蝽 *Orius minutus*; 6. 黑食蚜盲蝽 *Deraeocoris punctulatus*; 7. 龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*; 8. 大草蛉 *Chrysopa septempunctata*; 9. 黑带食蚜蝇 *Zyistrophe balteata*; 10. 蚜小蜂 *Aphytis* sp.

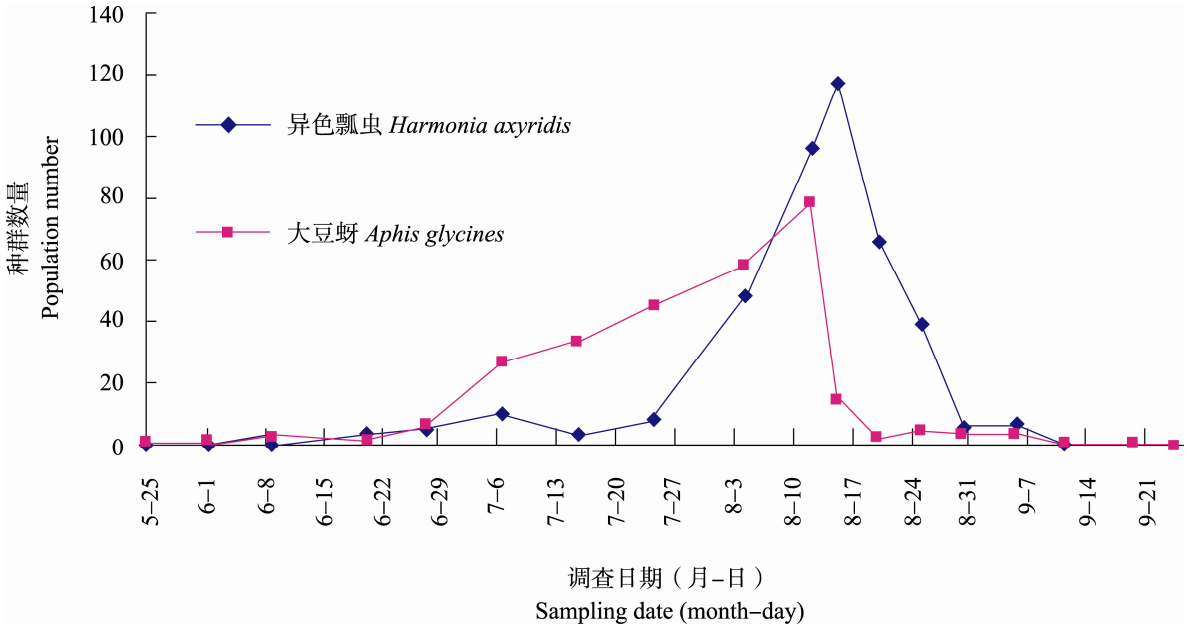

图 2　异色瓢虫与大豆蚜种群波动曲线

Fig. 2　The populations wave curve of *Harmonia axyridis* and *Aphis glycines*

符合捕食者与猎物的作用规律，对证明大豆田内的天敌追随现象更具说服力，但这种滞后恰恰表现为时间生态位重叠指数不高。异色瓢虫和龟纹瓢虫的时间生态位的重叠值（0.9018）很高，因此它们在食物资源上应该存在竞争。而草间花蛛对各类天敌和害虫都表现为相对较高的生态位重叠值，这一点也证明了蜘蛛类群处在整个节肢动物群落的较高营养级。

2.3　大豆田节肢动物群落主要类群简明食物网结构

在整个大豆田中各类群构成错综复杂的食物网结构，本研究以大豆植株作为最低营养级，以双斑萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica*、烟蓟马、大豆蚜、大豆食心虫 *Leguminivora glycinivorella* 和烟粉虱 *Bemisia tabaci* 5 种大豆田害虫优势种作为第二营养阶层，与各类天敌及中性昆虫构建大豆田节肢动物群落简明食物网，从而阐明不同类群之间的营养联系（图 3）。

5 种害虫直接以大豆为食，不同的害虫又分别被相应的天敌捕食和寄生。以大豆蚜为例，大豆蚜的主要捕食性天敌包括瓢虫类、食蚜蝇类和捕食蝽类等，其中这几类捕食性天敌又被一些寄生性种类所寄生，另外大豆蚜还拥有蚜小蜂等寄生性天敌，蜘蛛类天敌作为整个节肢动物群落营养级的最高级几乎捕食任何其他较低营养级的昆虫种类。

3　结论与讨论

通过对大豆田节肢动物群落种类组成的田间调查，结果表明大豆田节肢动物群落物种组成丰富。可将群落构成物种分为天敌、害虫和中性昆虫三类，其中以天敌的物种丰富度最高，优势天敌种群主要包括草间花蛛、小花蝽、异色瓢虫等捕食性天敌；害虫在整个群落中的物种个体数量上占有绝对优势，以烟蓟马、大豆蚜等为代表；中性昆虫在发生时间上往往和害虫相互补，在害虫种群数量较低时中性昆虫可以成为各类天敌的替代食物，对保持天敌种群数量作用明显，因此中性昆虫对维持整个群落的稳定起到重要的作用。天敌、害虫和中性昆虫共同构建复杂的大豆田中节肢动物群落结构。

从生态位的研究结果可看出，大豆田中以烟蓟马、大豆蚜优势度最高，发生时间上最长，生态位宽度最大，其他多数害虫的发生时间相对集中。天敌当中，尽管蚜小蜂和大草蛉与害虫的时间生态位重叠指数很高，但从种群数量和捕食量方面分析，认为蚜小蜂和大草蛉并不是大豆田控制害虫发生的优势天敌种群。天敌中以捕食性天敌占优势，两种瓢虫类天敌和黑食蚜盲蝽种群数量较大，对害虫的捕食量较高，确定这几类天敌应该是控制害虫种群数量的有效天敌，对控制虫害发挥主要作用，而从它们的发生时间以及相对较低的生态位重叠数值上也能看出天敌对害虫的追随现象（王成树和陈树仁，1999；陈川等，2002；毕守东，2007；李红波，2007）。从上述结果可知，不能单纯从时间生态位的重叠指数的高低来判断天敌的控制能力。从时间生态位重叠的情况也能看出寄生性天敌和捕食性天敌在对害虫作用方式上的差异，寄生性天敌与害虫之间存在一对一的关系并且两者同步消长，而捕食性天敌是一对多的关系，捕食者对害虫的功能反应往往表现在后代种群数量的变化中，因此表现为种群数量变化相对于害虫变化的时滞。

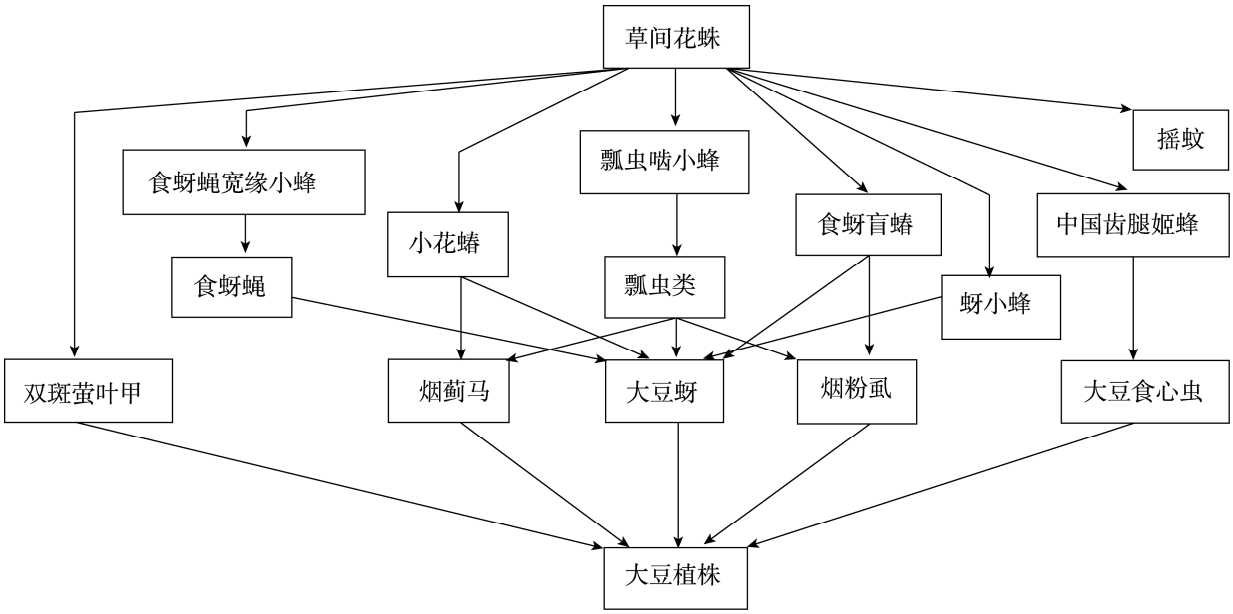

图 3　大豆田主要类群食物网结构

Fig. 3　The structure of food web

从食物网结构可看出，大豆田节肢动物的营养关系复杂，各营养阶层之间通过相互制约来起到维持群落稳定的作用，较高营养阶层通过下行控制调节较低营养阶层种群的数量，相反较低营养阶层的数量同时又限制了较高营养阶层的种群数量（上行控制）。在大豆田生境中害虫天敌种类丰富，且以控制能力较强的捕食性天敌种类

占优势，因此自然天敌对豆田害虫的控制作用不容低估。

本文作为针对大豆田节肢动物群落的研究内容，试验结果将有助于指导大豆害虫的生态调控手段的实施，特别是在保护和利用自然天敌控制害虫种群方面；充实了大豆田节肢动物群落的理论内容；对于大豆田主要害虫合理控制的实现具有重要的实践意义。本研究从群落生态学理论方面来看还存在一些不足，整个内容中没有涉及到对大豆田节肢动物群落空间生态位的研究，这些都需要在今后的研究工作中进一步完善和改进。

参考文献 (References)

Carothers JH, Jaksić FM, 1984. Time as a niche difference: the role of interference competition. *Oikos*, 42(3): 403–406.

House GJ, Stinner BR, 1983. Arthropods in no-tillage soybean agroecosystems: community composition and ecosystem interactions. *Envirol. Manag.*, 7(1): 23–28.

Levins R, 1968. Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations. Princeton: Princeton University Press. 15–123.

Morris RJ, Lewis OT, Godfrey HC, 2005. Apparent competition and insect community structure: trowards a spatial perspective. *Ann. Zool. Fennici*, 42: 1–14.

Pearman PB, Guisan A, Broennimann O, Randin CF, 2008. Niche dynamics in space and time. *Trends Ecol. Evol.*, 23(3): 149–158.

Pianka ER, 1973. The structure of lizard communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 4: 53–74.

Price PW, 1997. Insect Ecology. 3 rd ed. New York: John Wiley & Sons. 23–273.

Rambo JL, Faeth SH, 1999. Effect of vertebrate grazing on plant and insect community structure. *Conser. Biol.*, 13(5): 1047–1054.

Winner RW, Boesel MW, Farrell MP, 1980. Insect community structure as an index of heavy-metal pollution in lotic ecosystems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37(4): 647–655.

毕守东, 2007. 害虫管理中优势种天敌的数量化评价. 博士学位论文. 合肥: 安徽农业大学.[BI SD, 2007. The mathematical evalution of dominant natural enemies in IPM with examples of peach, plum and jujube orchards. PhD Dissertation, Anhui Agricultural University, Hefei.]

蔡万伦, 石尚柏, 杨长举, 彭于发, 2005. 不同种植方式下转 Bt 基因水稻对稻田节肢动物群落的影响. 昆虫学报, 48(4): 537–543.[CAI WL, SHI SB, YANG CJ, PENG YF, 2005. Difference of arthropod communities in Bt rice paddies under different cropping patterns. *Acta Entomologica Sinica*, 48(4): 537–543.]

陈川, 唐周怀, 石晓红, 惠伟, 郭晓霞, 2002. 生草苹果园主要害虫和天敌的生态位研究. 西北农业学报, 11(3): 78–82.[CHEN C, TANG ZH, SHI XH, HUI W, GUO XX, 2002. The Ecological niche of main pests and natural enemies in grassing apple orchard. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 11(3): 78–82.]

陈庆恩, 白金凯, 1987. 中国大豆病虫图志. 长春: 吉林科学出版社. 79–220.[BAI QE, BAI JK, 1987. Illustrations of Disease and Pests of Chinese Soybean. Jilin Science and technology Press, Changchun. 79–220.]

范滋德, 1988. 中国经济昆虫志第三十七册. 北京: 科学出版社. 43–376.[FAN ZD, 1988. Economic Insect Fauna of China (Vol 37). Science and Technology Press, Beijing. 43–376.]

戈峰, 2002. 现代生态学. 北京: 科学出版社. 33–375.[GE F, 2002. Modern Ecology. Science Press, Beijing. 33–375.]

戈峰, 2008. 昆虫生态学原理与方法. 北京: 高等教育出版社. 26–212. [GF, 2008. Principle and Method of Insect Ecology. Higher Education Press, Beijing. 26–212.]

郭建英, 万方浩, 胡雅辉, 严盈, 2007. 不同作物布局方式对转基因抗虫棉田节肢动物群落结构的影响. 应用生态学报, 18(9): 2061–2068.[GUO JY, WAN FH, HU YH, YAN Y, 2007. Effects of crop arrangement patterns on arthropod community structure in transgenic bollworm-resistant cotton fields. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 18(9): 2061–2068.]

胡金林, 1983. 中国农林蜘蛛. 天津: 天津科学技术出版社. 23–394.[HU JL, 1983. Chinese Spiders. Tianjin Science and Technology Press, Tianjin. 23–394.]

李红波, 2007. 天敌对蝗虫的控制作用及群落多样性研究. 硕士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学.[LI HB, 2007. Studies on natural control and community diversity on locusts. MSc Thesis, Northwest A&F University, Yangling.]

门兴元, 戈峰, 尹新明, 蔡东章, 2003. 转 Bt 基因棉田与常规棉田节肢动物群落多样性的比较研究. 生态学杂志, 22(5): 26–29.[MEN XY, GE F, YIN XM, CAI DZ, 2003. Diversities of arthropod community in transgenic Bt cotton and nontransgenic cotton agroecosystems. *Chinese Journal of Ecology*, 22(5): 26–29.]

史树森, 高月波, 臧连生, 杨微, 高敬伟, 2012. 不同杀虫剂对大豆田节肢动物群落结构的影响. 应用昆虫学报, 49(5): 1249–1254. [SHI SS, GAO YB, ZANG LS, YANG W, GAO JW, 2012. Effects of several insecticides on the arthropod community in soybean fields. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(5): 1249–1254.]

孙儒泳, 2001. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社.

18–204.[SUN RY, 2001.Animal Ecology Theories. Beijing Normal University Press, Beijing. 18–204.]

王成树, 陈树仁, 1999. 蔬菜害虫及其天敌昆虫群落多样性和相关性研究. 生物多样性, 7(2): 106–111.[WANG CS, CHEN SR, 1999. Studies on the diversity and correlation between the communities of vegetable insect pests and their natural enemies. *Chinese Biodiversity*, 7(2): 106–111.]

魏国树, 崔龙, 张小梅, 刘顺, 吕楠, 张青文, 2001. 转 Bt 基因棉田节肢动物群落结构特征研究. 应用生态学报, 12(4): 576–580.[WEI GS, CUI L, ZHANG XM, LIU S, LYU N, ZHANG QW, 2011. Arthropod community structures in transgenic Bt cotton fields. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 12(4): 576–580.]

吴奇, 彭德良, 彭于发, 2008. 抗草甘膦转基因大豆对非靶标节肢动物群落多样性的影响. 生态学报, 28(6): 2622–2628.[PENG Q, PENG DL, PENG YF, 2008. Effects of herbicide tolerant soybean on biodiversity of non-target arthropods communities. *Acta Ecologica Sinica*, 28(6): 2622–2628.]

薛万琦, 赵建铭, 1996. 中国蝇类（上、下册）. 沈阳: 辽宁科学技术出版社. 49–1308.[XUE WQ, ZHAO JM, 1996. Chinese Flies. Liaoning Science and Technology Press, Shenyang. 49–1308.]

杨勤民, 孙敏, 徐玉芳, 时爱菊, 牟吉元, 2004. 夏大豆田主要害虫和天敌群落结构的研究. 山东农业大学学报(自然科学版), 35(2): 217–220.[YANG QM, SUN M, XU YF, SHI AJ, MU JY, 2004. On the community structure of major insect pests and natural enemies in summer bean field. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)*, 35(2): 217–220.]

****

封面介绍

菱斑食植瓢虫 *Epilachna insignis* Gorham 幼虫

大型瓢虫，体长可达 10~11mm。菱斑食植瓢虫在北京、河北、河南、山东、陕西、安徽、福建、广东、四川、云南等地都有分布，主要取食瓜蒌、龙葵、茄子和瓜类植物。

（张润志　中国科学院动物研究所）