

桃园捕食性节肢动物群落结构及动态研究*

米宏彬^{1, 2} 曹 祝² 张 帆³ 张世泽^{2**} 刘同先²

(1. 西北农林科技大学认证中心 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学植物保护学院/旱区作物逆境生物学国家重点实验室 杨凌 712100; 3. 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所 北京 100097)

摘 要 【目的】探讨桃园捕食性节肢动物群落特征、结构组成及动态规律,为桃园害虫防治提供依据。【方法】在西北农林科技大学实验站选择树龄 5~6 年的桃园为调查对象,系统调查园内节肢动物群落的种类和数量,测定群落的相对丰富度、多样性指数 (H')、均匀度指数 (E) 及优势集中性指数 (C) 等指标,研究园内捕食性节肢动物群落的变化规律。【结果】桃园捕食性节肢动物群落的多样性指数和均匀度指数表现为高-低-高-低的趋势;群落优势度 (B) 与优势集中性指数呈现低-高-低趋势。食蚜蝇、蜘蛛、瓢虫、步甲和草蛉是桃园主要捕食性节肢动物亚群落。大灰食蚜蝇 *Metasyrphus corollae* 和黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteata* 是食蚜蝇亚群落的优势种群,5 月中旬至 6 月下旬是其发生高峰期;龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* 是瓢虫亚群落的优势种群,5 月中旬至 7 月下旬是其发生高峰期,随后数量维持在较低水平;龟纹瓢虫鼎斑变型和锚斑变型是桃园最常见的色斑变型,分别占 49.6% 和 29%;蜘蛛亚群落主要包括皿蛛、蟹蛛和球蛛类群,5 月上中旬、8 月中下旬和 10 月中旬是其发生高峰期;步甲亚群落的发生高峰期为 5 月上旬至 6 月下旬,随后维持在较低的水平;中华草蛉 *Chrysoperla sinica* 为草蛉亚群落的优势种群,6 月上旬至 8 月上旬是其发生高峰期。【结论】桃园捕食性节肢动物主要包括捕食性蜘蛛、食蚜蝇、捕食性瓢虫、步甲和草蛉 5 个亚群落,不同天敌亚群落的结构特征随着季节和气温的变化而相互演替,共同发挥控制害虫的作用。

关键词 桃园, 捕食性节肢动物, 群落结构, 季节动态

Community structure and population dynamics of predacious arthropods in peach orchards

MI Hong-Bin^{1,2} CAO Zhu² ZHANG Fan³ ZHANG Shi-Ze^{2**} LIU Tong-Xian²

(1. Certification Center of Northwest A&F University, Yangling 712100, China; 2. College of Plant Protection/State Key Laboratory of Crop Stress Biology for Arid Areas, Northwest A&F University, Yangling 712100, China; 3. Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract 【Objectives】The habits, community structure and population dynamics of predacious arthropod communities in peach orchards was investigated to improve pest control methods. 【Methods】Five to six year old peach orchards were selected in Northwest A&F University's experimental farm as study sites. The species and numbers of predacious arthropod communities in selected orchards were systematically investigated by measuring the relative species abundances, dominant, species diversity, evenness and dominance. 【Results】The diversity and evenness index showed a high-low-high-low tread, and the dominance index and index of dominant concentration were a low-high-low tread. The syrphid fly, spider, ladybeetle, carabid beetle and lacewing were the predominant predacious arthropod sub-communities in peach orchards. *Metasyrphus corollae* and *Episyrphus balteata* were the dominant species of the syrphid fly sub-community, which reached peak abundance in middle May to late June. *Propylaea japonica* was the main species of the coccinellid sub-community, with a population peak beginning in middle May to late July. *P. japonica* ab. *tessellata* and ab. *ancora* were the most common color variants of this species in peach orchards, accounting for 49.6% and 29% of the population, respectively. Linyphiidae, Thomisidae and

* 资助项目: 国家重点基础研究发展规划(“973”计划)项目(2013CB127605); 国家桃产业技术体系(nycytx-31-02)

**通讯作者, E-mail: shzzhang@nwfau.edu.cn

收稿日期: 2013-10-08, 接受日期: 2013-11-06

Theridiidae were the dominant groups of the spider sub-community, which peaked in early and middle May, middle and late August as well as mid-October. The peak of the carabid sub-community occurred from early May to late June. *Chrysoperla sinica* was the predominant species of the lacewing sub-community, which reached peak abundance in early June to early August. [Conclusion] The predacious arthropod community in peach orchards was mainly comprised of spider, syrphid fly, predacious ladybeetle, carabid beetle and lacewing sub-communities. The structural characteristics of different predacious arthropod sub-communities varied with season and temperature, which played a major role in the control of insect pests.

Key words peach orchard, predacious arthropod, community structure, seasonal dynamics

我国作为水果生产的第一大国, 果园种植面积已超过 1 000 万 hm^2 , 果业生产发展迅速, 已成为我国农村经济的支柱产业之一, 在农业产业结构调整、增加农民收入、促进农村经济稳定发展方面发挥了重要作用。但是, 果业的快速发展, 单一品种果树大规模集中种植也使得果园有害生物频繁暴发, 而果农为了追求眼前的经济效益, 过分依赖化学农药。大量化学农药的使用, 不但造成了土壤、水流和果实污染严重, 而且导致果园生态系统形成恶性循环(张养安, 2005)。近年来, 随着无公害化和有机果业的快速发展, 主要依靠化学防治的方法显然已不适应时代发展的要求, 而害虫生态控制策略的提出, 强调发挥自然因素的生态调控作用, 如利用果树的抗性、天敌的保护、栽培制度、生物农药等, 尽可能减少化学农药的使用。因此, 开展果园害虫生态控制的研究和实践, 对加快我国无公害果业的发展以及实现果业的可持续发展均具有重要意义(叶世森和赵士熙, 2009)。

桃树是我国北方地区重要的经济果业, 近年来发展较快, 但随之病虫害的发生也日益严重, 降低了桃子的产量和品质, 影响了果农的经济效益, 而生态控制技术的应用不但能解决病虫害危害, 而且能够提高经济效益、生态效益和社会效益。处于同一生态系统中的捕食性天敌群落的结构和动态对所处环境生态因素的反馈作用关系到生物防治的效果。目前, 国内外有关桃园昆虫多样性(苏朝安等, 2008; 蒋杰贤等, 2011)、种群分布(Brown *et al.*, 2003)、群落结构特征(Brown and Puterka, 1997; Mihaela and Viorica, 1998; 毕守东等, 2003)、群落动态(郭线茹等, 2000; 邹运鼎等, 2003)及生态位(王有年等, 2009)等方面已有较多研究, 而关于桃园捕食性节肢动物尤其是捕食性昆虫的群落组成及动态鲜有报道。因此, 为了更好地保护和利用桃园捕食性天敌的自然控制作用, 减少或避免滥

用化学农药, 对桃园捕食性天敌进行了系统调查和研究, 以期对桃园生态控制技术的发展提供一定依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 实验地概况

试验在西北农林科技大学实验站无公害桃园(34°17'37.01" N, 108°01'03.34" E)进行。桃园约 5 hm^2 , 地面生三叶草 *Trifolium repens*, 树龄 5~6 年, 树高 2~2.5 m, 株行距 3 m×4 m。

1.2 调查方法

1.2.1 树上调查 从 2010 年 4 月至 11 月, 在桃园样地内, 棋盘式固定调查桃树 20 株, 每棵桃树在东南西北 4 个方位及树冠的上、中、下三层各取 1 根长约 30 cm 的代表性枝条, 每周(如遇雨天, 则顺延)定点调查每个枝条的捕食性天敌种类和数量, 全年共调查 25 次。

1.2.2 地面调查 采取扫网、黄盘和马氏杯诱集法, 全年共调查 25 次。

扫网法: 采取 5 点取样法, 每点扫 20 网, 去掉大的枯枝或树叶, 将所有网扫内容物倒入事先盛有 1/2~2/3 体积无水乙醇的密封杯中, 带回室内镜检和鉴定。

黄盘诱集法: 调查前一天在每点放盘 5 个, 黄盘间隔约 5 m。黄盘中放 1/2~2/3 的洗涤灵稀溶液。放置时间从 9:00 至 17:00。每个点盘中的内容物用纱网过滤, 收集于 75 mL 的冻存管中, 无水乙醇浸泡, 带回室内鉴定。

马氏杯法: 地面挖坑, 将一次性塑料杯(杯高约 7~10 cm, 白色透明)置入, 回填土至与杯口齐平。杯间距大于 10 m。每点 5 个, 杯内盛诱虫液体(高度白酒:老陈醋:红糖:水=1:1:1:1)。放置时间同黄盘。收集的样本保存于无水乙醇的冻存管内, 带回室内鉴定。

调查期间样田管理及农事操作均按常规方法, 样地不施用任何化学杀虫剂。

1.3 数据分析与处理

采用相对丰盛度(P)、优势集中性指数(C)、多样性指数(H')、均匀度指数(E)和群落优势度(B)对调查数据进行分析(张孝羲, 2008)。

相对丰盛度以 Berger-Parker (1974) 计算:

$$P_i = N_i / N;$$

优势集中性指数以 Simpson (1949) 计算:

$$C = \sum_{i=1}^s (P_i)^2;$$

多样性以 Shannon-Wiener (1949) 信息多样性

$$H' = -\sum_{i=1}^s (P_i)(\ln P_i);$$

均匀度以 Pielou (1975) 指数计算: $E = H' / \ln S$

优势度指数计算: $B = N_{\max} / N$ 。

其中, N_i 为第 i 个类群的个体数量, N 为全部类群的总个体数, S 为类群数或丰富度, i 为 $1 \rightarrow S$, N_{\max} 为个体数量最多的类群。

2 结果与分析

2.1 桃园捕食性节肢动物亚群落组成及优势种

桃园捕食性节肢动物包括捕食性昆虫和蜘蛛两大类, 全年共捕获 1 139 头, 各天敌亚群落的相对丰盛度如图 1。4 月 30 日至 6 月 4 日, 食蚜蝇亚群落的相对丰盛度指数最大, 为 0.2134~0.7807, 占节肢动物的 31.3%; 6 月 8 日至 8 月 6 日, 瓢虫亚群落的相对丰盛度指数最大, 为 0.2398~0.7333, 占节肢动物的 24.5%; 4 月底至 5 月中旬, 蜘蛛亚群落数量出现次高峰, 相对丰盛度为 0.2712~0.4643, 8 月 13 日至 11 月, 蜘蛛亚群落的相对丰盛度指数最大, 为 0.5556~1

(9 月 2 日和 10 月 8 日只查到蜘蛛), 占节肢动物的 26.8%; 4 月底至 5 月中旬, 步甲亚群落的相对丰盛度最大, 为 0.1636~0.3559, 占节肢动物的 12%; 6 月上旬至 8 月上旬, 草蛉亚群落的相对丰盛度最大, 为 0.1111~0.5455, 占节肢动物的 5%。捕食性节肢动物相对丰盛度的变化表明随着桃树物候期、季节和气温的变化, 各天敌亚群落数量此升彼降、相互演替, 对桃树害虫形成了控制作用。

食蚜蝇亚群落中大灰食蚜蝇 *Metasyrphus corollae* 和黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteata* 为优势种群, 分别占食蚜蝇亚群落的 37.3% 和 28.6%; 龟纹瓢虫 *Propylaea japonica* 是瓢虫亚群落的优势种群, 占瓢虫亚群落的 91.8%, 其次为异色瓢虫 *Harmonia axyridis*, 占 6.8%; 草蛉亚群落主要包括中华草蛉 *Chrysoperla sinica*、普通草蛉 *Chrysopa carnea*、大草蛉 *Chrysopa septempunctata* 3 个种群, 其中中华草蛉为优势种群, 占草蛉亚群落的 92.4%; 步甲亚群落主要包括婪步甲属 *Harpalus*、青步甲属 *Chlaenius*、耶气步甲属 *Pheropsophus* 等。全年中, 花蝽、猎蝽、螳螂、食虫虻类等仅为 1% 左右。皿蛛科 Linyphiidae、蟹蛛科 Thomisidae 和球蛛科 Theridiidae 是蜘蛛亚群落的主要类群, 占 81.5%。

2.2 桃园捕食性节肢动物群落的动态变化

根据逐次调查捕食性节肢动物的记录, 分别计算捕食性昆虫类、蜘蛛类的多样性指数(H')、优势度指数、均匀度指数(E)和优势集中性指数(图 2)。多样性指数越高, 群落数或物种数越多; 均匀度指数越大则群落内各物种间个体数分布越均匀, 物种的多样性就较大, 物种间的相互关系就越密切。由图 2 可以看出, 在桃树发育的不同物候期, 捕食性节肢动物群落的多样性指数、优势集中性指数、均匀度指数和优势度指数

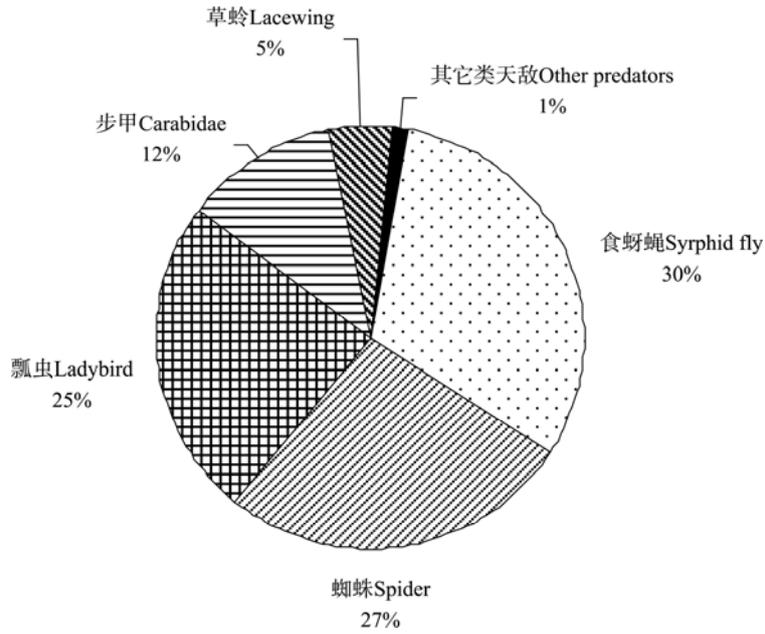


图 1 桃园捕食性节肢动物群落的相对丰盛度
 Fig. 1 The relative abundance of predacious arthropod community in peach orchard

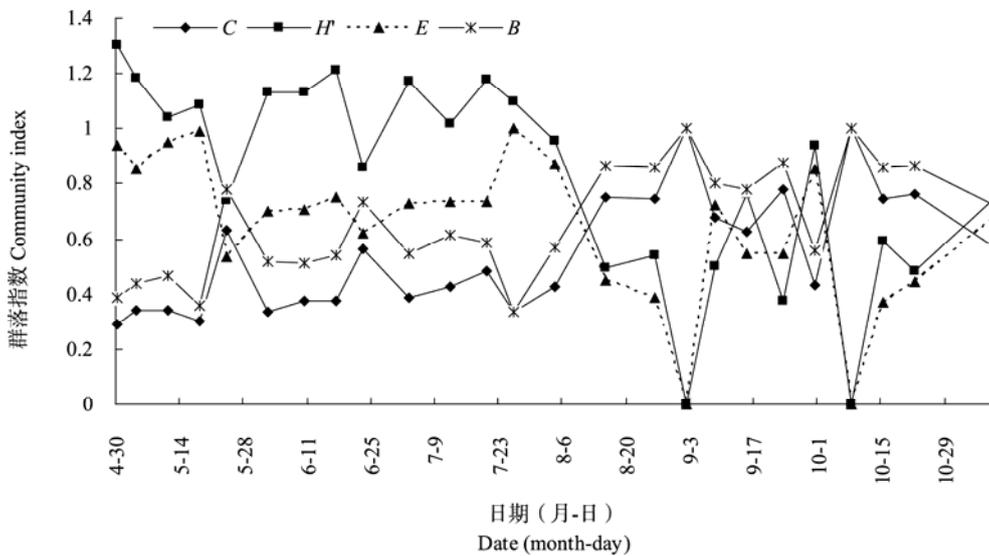


图 2 桃园捕食性节肢动物群落结构特征值动态变化
 Fig. 2 Dynamics of predacious arthropod community structure characteristics index in peach orchard

C: 优势集中性指数; H: 多样性指数; E: 均匀度指数; B: 优势度指数。
 C: Index of dominant concentration; H: Diversity index; E: Evenness index; B: Dominance index.

* 资助项目: 国家重点基础研究发展规划(“973”计划) 项目(2013CB127605); 国家桃产业技术体系 (nycytx-31-02)

**通讯作者, E-mail: shzzhang@nwfufu.edu.cn

收稿日期: 2013-10-08, 接受日期: 2013-11-06

均有所不同。桃园捕食性节肢动物群落的多样性表现为高-低-高-低的趋势,从4月底到8月6日,多样性指数较高,为1.3015~0.7395,其后多样性指数逐渐降低,在9月2日降至最低(多样性指数为0),在9月30日又升至次高,为0.9369,然后又下降。均匀度指数的变化基本与多样性指数趋势一致,9月2日和10月8日均均匀度指数均为0,其原因估计与8月底和10月初连续阴雨天气有关,这两次的调查均只查到蜘蛛类。优势集中性指数在4月至8月6日之间波动不大(0.2901~0.4286),随后逐渐升高,9月2日达到最高,10月20日后开始下降,大致表现为低-高-低的趋势。群落优势度指数与优势集中性指数的变化趋势基本一致。表明同一时期不同优势种群在群落中的数量比例不同以及同一优势种在不同时期在群落中的数量比例也不尽相同。

2.3 桃园食蚜蝇亚群落及优势种群的季节动态

食蚜蝇类天敌是桃园节肢动物群落中相对丰度最大的亚群落,其季节消长动态见图3。5月中旬至6月下旬是食蚜蝇类天敌的发生高峰

期,随后发生数量明显下降,季节发生动态表现为低-高-低的趋势。

大灰食蚜蝇和黑带食蚜蝇是食蚜蝇亚群落的优势种群,在桃树生长季均表现出明显的发生高峰期(图4)。5月中旬大灰食蚜蝇的种群数量逐渐升高,至6月上旬达到高峰,之后急剧下降,6月下旬后未调查到种群数量。4月下旬黑带食蚜蝇的种群数量缓慢升高,6月上旬达到高峰,随后数量明显下降,8月下旬后未调查到该种群发生情况。

2.4 桃园蜘蛛亚群落季节动态

蜘蛛类动物是桃园节肢动物群落中相对丰度仅次于食蚜蝇类的亚群落,其季节消长动态见图5。蜘蛛类动物活动场所多样,食性复杂,在桃园表现出3个明显的发生高峰期,即5月上中旬、8月中下旬和10月中旬。

2.5 桃园捕食性瓢虫亚群落及优势种群的季节动态

捕食性瓢虫是桃园节肢动物群落中相对丰度第3的亚群落,其季节消长动态见图6。由

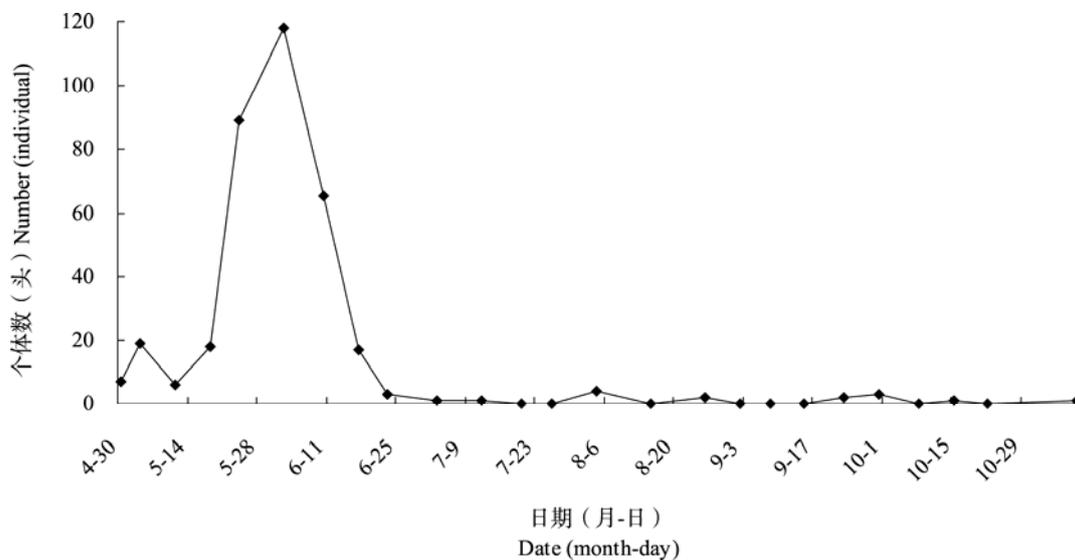


图3 桃园食蚜蝇亚群落季节消长动态

Fig. 3 Seasonal dynamics of syrphid fly sub-community in peach orchard

* 资助项目: 国家重点基础研究发展规划(“973”计划)项目(2013CB127605); 国家桃产业技术体系(nycytx-31-02)

**通讯作者, E-mail: shzzhang@nwfufu.edu.cn

收稿日期: 2013-10-08, 接受日期: 2013-11-06

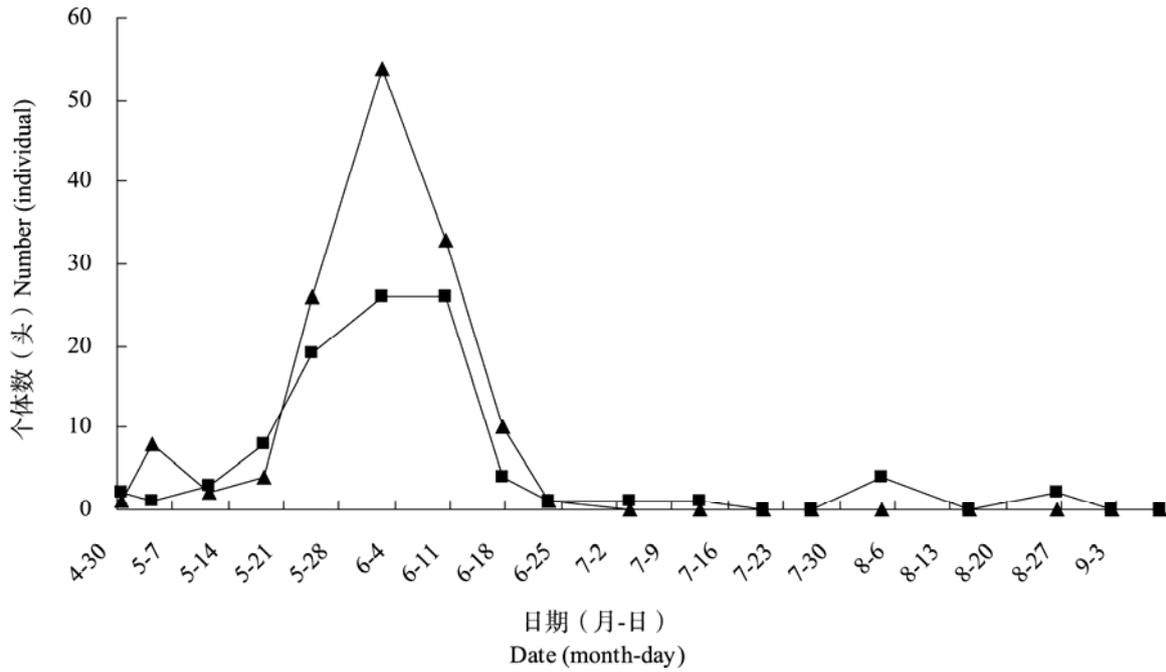


图 4 桃园食蚜蝇优势种群的季节变化动态

Fig. 4 Population dynamics of predominant syrphid fly species in peach orchard

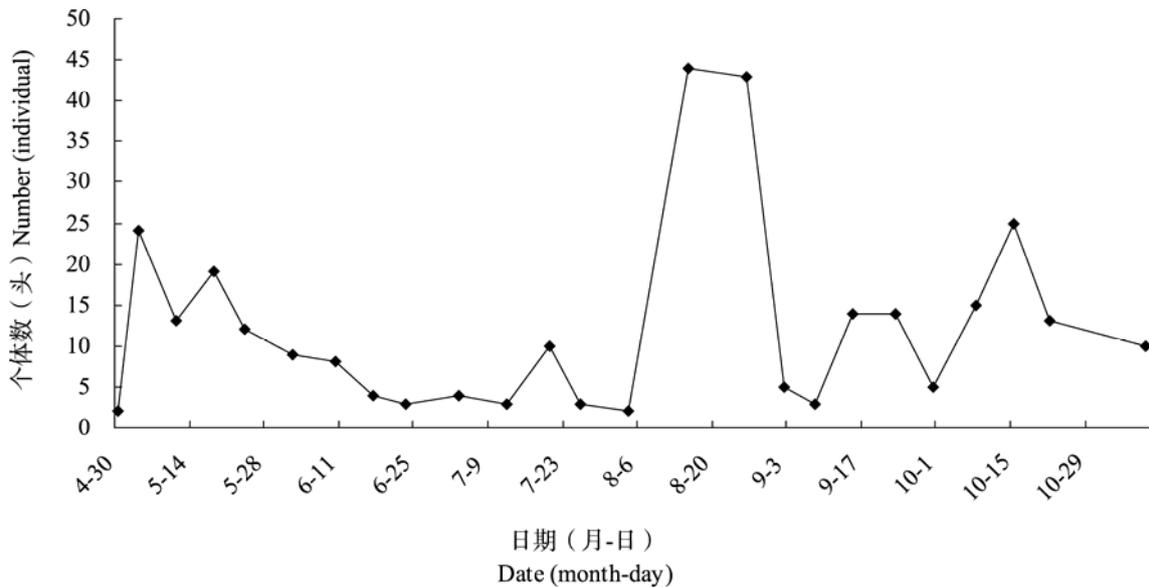


图 5 桃园蜘蛛亚群落季节消长动态

Fig. 5 Seasonal dynamics of spider sub-community in peach orchard

图 6 可以看出, 5 月中旬至 6 月下旬是捕食性瓢虫的发生高峰期, 6 月 10 日发生数量最大, 随后数量明显下降。龟纹瓢虫是桃园捕食性瓢虫的绝对优势种群, 其种群发生动态与桃园瓢虫亚群落

的季节动态基本一致, 4 月下旬发生数量逐渐升高, 6 月中旬达到高峰, 随后逐渐下降, 至 8 月下旬降到最低, 但至 10 月下旬仍发现龟纹瓢虫在桃园活动。

调查中共采集龟纹瓢虫 362 头，6 种鞘翅斑纹变型中鼎斑变型和锚斑变型数量最多，分别占 49.6%和 29%，鞘缝变型最少，占 2.3%（图 7）。

2.6 桃园步甲亚群落季节动态

步甲类昆虫是桃园节肢动物群落中相对丰盛度第四位的亚群落，其季节消长动态见图 8。

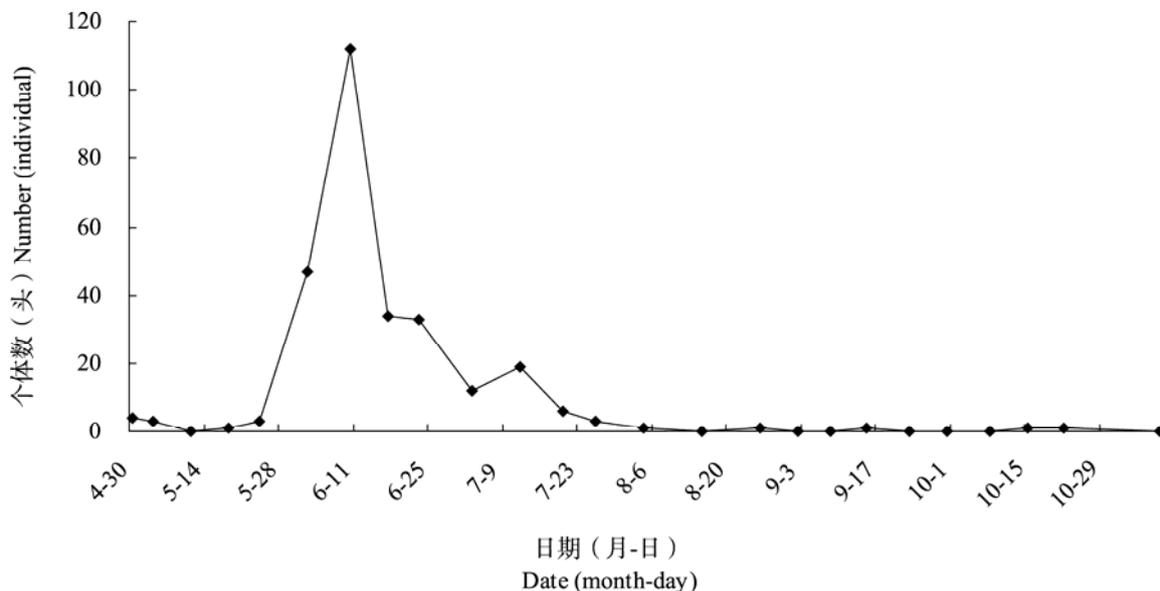


图 6 桃园捕食性瓢虫亚群落季节消长动态
Fig. 6 Seasonal dynamics of ladybird sub-community in peach orchard

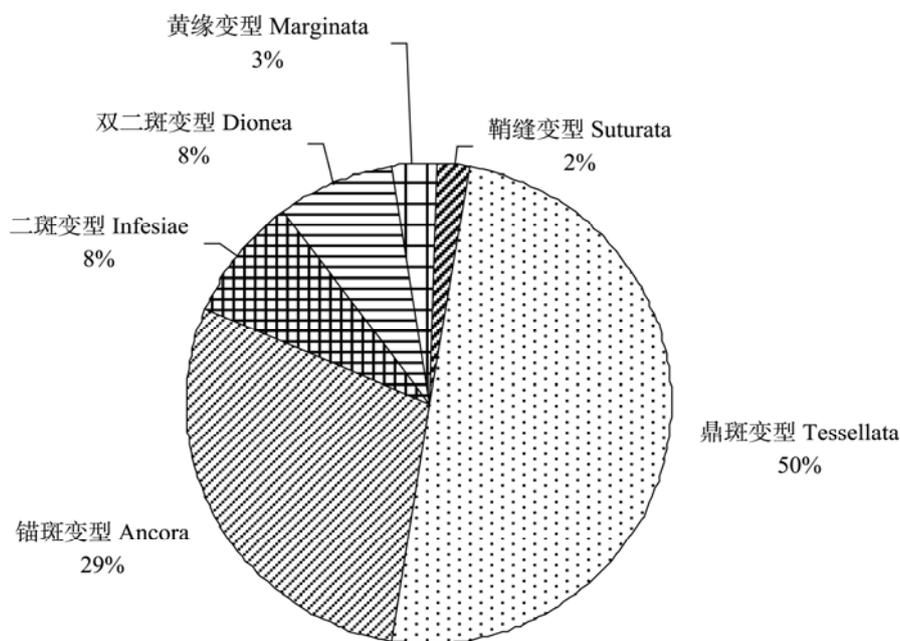


图 7 龟纹瓢虫种群的色斑变化
Fig. 7 Different phenotypes of *Propylaea japonica* in peach orchard

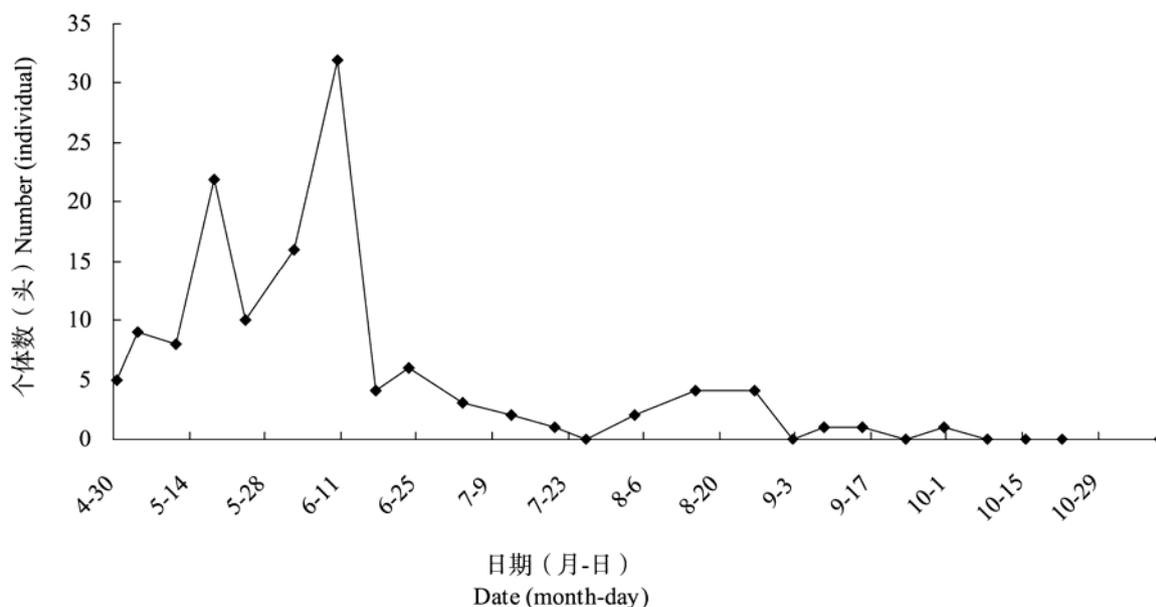


图 8 桃园步甲亚群落季节消长动态
Fig. 8 Seasonal dynamics of carabid beetle sub-community in peach orchard

4 月下旬步甲发生数量逐渐上升, 6 月中旬达到高峰, 随后逐渐下降, 9 月下旬后未发现步甲活动。

3 结论与讨论

通过系统的田间调查表明, 桃园捕食性节肢动物主要包括捕食性蜘蛛、食蚜蝇、捕食性瓢虫、步甲和草蛉等 5 个亚群落。4 月下旬至 8 月上旬, 桃园捕食性节肢动物群落的多样性指数较高, 然后逐渐下降, 表明这段时间桃园天敌类群最为丰富。本研究表明确食蚜蝇亚群落的发生高峰期 5 月中旬至 6 月下旬, 蜘蛛亚群落在 5 月、8 月和 10 月发生数量最高, 瓢虫亚群落在 5 月中旬至 7 月下旬发生数量最高, 4 月下旬至 6 月中旬步甲亚群落数量最高, 6 月上旬至调查结束 (11 月上旬) 均发现草蛉亚群落, 但其数量一直维持在较低的水平。在桃树生长季节, 不同天敌亚群落的结构特征随着季节和气温的变化而相互演替, 共同发挥控制害虫的作用。在天敌亚群落中, 大灰食蚜蝇和黑带食蚜蝇种群是食蚜蝇亚群落的优势种群, 龟纹瓢虫是瓢虫亚群落的优势种群, 皿蛛、蟹蛛和球蛛类是蜘蛛亚群落的优势种群。我们调查资料表明 4 月至 6 月桃园植食性节肢动物以蚜虫、卷叶害虫、介壳虫、叶螨等为主, 7

月后以刺吸类害虫如叶蝉、卷叶害虫、食心虫类为主, 与桃园捕食性节肢动物群落发生动态基本一致。蜘蛛生活习性多样, 食性较杂, 对桃园多种害虫均有很好的控制作用 (Brown *et al.*, 2003)。龟纹瓢虫对农林多种生态系统中的蚜虫、幼龄 (小) 害虫和卵的捕食作用非常明显 (张世泽等, 2004; Zhang *et al.*, 2007, 2012), 本研究也发现龟纹瓢虫在桃园种群数量高, 发生时间长 (4 月至 10 月), 对多种害虫均有捕食作用, 在生产实践中应加以保护和利用。毕守东等 (2003) 报道桃园捕食性和植食性节肢动物的相对丰盛度变化趋势一致, 表明捕食性节肢动物是桃树生长期植食性害虫的重要天敌。邹运鼎等 (2003) 应用主分量分析法、最优分割法和模糊聚类分析方法对桃园害虫与天敌群落动态进行了研究, 发现对桃园主要害虫如蚜虫、介壳虫、卷叶蛾类、叶蝉等起主要控制作用的天敌是龟纹瓢虫、大灰食蚜蝇、黑带食蚜蝇、草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum*、三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus* 和中华草蛉等。施晓丽等 (2011) 连续两年调查了桃园主要害虫与捕食性天敌的关系, 发现 4 月至 8 月上旬桃园主要害虫小绿叶蝉、桃蚜、叶甲、叶螨等的优势天敌为龟纹瓢虫、草间小黑蛛、八斑球腹蛛 *Theridion octomaculatum*、中华草蛉、黑带食蚜蝇等, 8 月下旬至 10 月下

旬主要天敌是龟纹瓢虫、草间小黑蛛、三突花蛛、异色瓢虫等。

步甲是农田生态系统中的重要类群之一 (French *et al.*, 2004), 不但对农田害虫有很好的控制作用 (Clark *et al.*, 1994; Symondson *et al.*, 2002), 而且常常被用来作为评价农田生物多样性的指示类群 (Cameron and Leather, 2012)。国内对步甲的研究多限于种类鉴定, 对其生态学功能研究比较少见。胡雅辉等 (2011) 发现桃李间作对步甲群落的物种组成和丰富度没有影响, 但对果园内各营养级步甲相对多度有影响。常虹等 (2012) 对北京密云县不同农业景观中的步甲群落空间格局进行了研究, 发现果园步甲群落的多样性最高, 花生地最低。本文研究发现步甲亚群落的相对丰盛度占桃园节肢动物群落的 12%, 而且从 4 月下旬至 9 月下旬均有发生。因此, 深入研究步甲在桃园节肢动物群落中的功能和作用是必要的。

本文初步研究了桃园生境中捕食性节肢动物群落的变化特征, 深入了解这些天敌类群与害虫发生的种群动态的关系, 结合桃树物候期及科学的管理措施, 就可将害虫种群数量控制在一定范围内, 在桃园害虫防治中就可能不依赖药剂, 从而达到持续控制和保护生态环境的目的。

参考文献 (References)

Brown MW, Puterka GL, 1997. Orchard management effects on the arthropod community on peach with comparison to apple. *J. Entomol. Sci.*, 32: 165–182.

Brown MW, Schmitt JJ, Abraham BJ, 2003. Seasonal and diurnal dynamics of spiders (Araneae) in West Virginia orchards and the effect of orchard management on spider communities. *Environ. Entomol.*, 32: 830–839.

Cameron KH, Leather SR, 2012. How good are carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of invertebrate abundance and order richness? *Biodivers. Conserv.*, 21: 763–779.

Clark MS, Luna JM, Stone ND, Youngman RR, 1994. Generalist predator consumption of armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and effect of predator removal on damage in no-till corn. *Environ. Entomol.*, 23: 617–622.

French BW, Chandler LD, Ellsbury MM, Fuller BW, West M, 2004. Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in a transgenic corn-soybean cropping system. *Environ. Entomol.*, 33: 554–563.

Mihaela P, Viorica M, 1998. The predatory arthropods in peach orchards of southwest Oltenia, Romania. *Analele Institutului de Cercetari pentru Cereale Protectia Plantelor*, 29: 63–69.

Symondson WOC, Sunderland KD, Greenstone MH, 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annu. Rev. Entomol.*, 47: 561–594.

Zhang SZ, Li JJ, Shan HW, Zhang F, Liu TX, 2012. Influence of five aphid species on development and reproduction of *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae). *Bio. Control*, 62: 135–139.

Zhang SZ, Zhang F, Hua BZ, 2007. Suitability of various prey types for the development of *Propylaea japonica* (Coleoptera: Coccinellidae). *Eur. J. Entomol.*, 104: 149–152.

毕守东, 周夏芝, 李磊, 程成, 高彩球, 邹运鼎, 2003. 桃园节肢动物群落相对丰盛度的季节动态研究. *生态学杂志*, 22(6): 113–116. [BI SD, ZHOU XZ, LI L, GAO CQ, ZHOU YD, 2003. Seasonal dynamics of the relative abundance of arthropod communities in peach orchards. *Chinese Journal of Ecology*, 22(6): 113–116.]

常虹, 张旭珠, 段美春, 宇振荣, 刘云慧, 2012. 北京密云农业景观步甲群落空间分布格局. *应用生态学报*, 23(6): 1545–1550. [CHANG H, ZHANG XZ, DUAN MC, YU ZR, LIU YH, 2012. Spatial distribution pattern of carabid assemblage in agricultural landscape of Miyun county, Beijing. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 23(6): 1545–1550.]

郭线茹, 尹新明, 罗梅浩, 熊建伟, 杨爱荣, 王桂香, 2000. 桃园昆虫群落的时间结构研究. *河南农业大学学报*, 34(2): 146–149. [GUO XR, YIN XM, LUO MH, XIONG JW, YANG AR, WANG GX, 2000. Studies on the time structure of insect community in peach orchard. *Journal of Henan Agricultural University*, 34(2): 146–149.]

胡雅辉, 刘小侠, 赵章武, 张青文, 2011. 中国北方桃李间作对步甲群落组成和营养级结构的影响. *昆虫学报*, 54(9): 1051–1056. [HU YH, LIU XX, ZHAO ZW, ZHANG QW, 2011. Effect of plum-peach intercropping on community composition and trophic structure of carabids (Coleoptera: Carabidae) in North China. *Acta Entomologica Sinica*, 54(9): 1051–1056.]

蒋杰贤, 万年峰, 季香云, 淡家贵, 2011. 桃园生草对桃树节肢动物群落多样性与稳定性的影响. *应用生态学报*, 22(9): 2303–2308. [JIANG JX, WAN NF, JI XY, DAN JG, 2011. Diversity and stability of arthropod community in peach orchard under effects of ground cover vegetation. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 22(9): 2303–2308.]

施晓丽, 毕守东, 耿继光, 赵学娟, 邹运鼎, 禹坤, 柯胜兵, 柯磊,

2011. “518”油桃主要害虫与其捕食性天敌的关系. 生态学报, 31(15): 4372-4384. [SHI XL, BI SD, GENG JG, ZHAO XJ, ZHOU YD, YU K, KE SB, KE L, 2011. Relationships between main insect pests and their predatory natural enemies in “518” nectarine orchard. *Acta Ecologica Sinica*, 31(15): 4372-4384.]

苏朝安, 吴全聪, 禹海鑫, 孙莲, 2008. 丽水市桃园生态护理区节肢动物的群落结构及生物多样性. 浙江农业学报, 20(1): 40-44. [SU CA, WU QC, YU HX, SUN L, 2008. The community structure of arthropod and its biodiversity in ecological nursing peach orchards in Lishui city. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 20(1): 40-44.]

王有年, 邢彦峰, 周士龙, 孟海玲, 关伟, 师光禄, 2009. 观光桃园昆虫群落结构与优势种生态位. 林业科学, 45(4): 88-94. [WANG YN, XING YF, ZHOU SL, MENG HL, GUAN W, SHI GL, 2009. Structure, dynamics and niche of dominant population of insect community in peach orchards of Beijing. *Scientia Silvae Sinicae*, 45(4): 88-94.]

叶世森, 赵士熙, 2009. 我国果园节肢动物群落研究进展. 西南林学院学报, 29(4): 77-83. [YE SS, ZHAO SX, 2009. The research advances of orchard arthropod community. *Journal of Southwest Forestry University*, 29(4): 77-83.]

张世泽, 作均祥, 张强, 姜军侠, 许向利, 陈继安, 2004. 龟纹瓢虫生物生态学特性及饲养利用研究进展. 干旱地区农业研究, 22(4): 206-210. [ZHANG SZ, WU JX, ZHANG Q, JIANG JX, XU XL, CHEN JA, 2004. Research advances of *Propylaea japonica* (Thunberg) in biology, ecology and utilization. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 22(4): 206-210.]

张孝羲, 2008. 昆虫生态及预测预报(第三版). 北京: 中国农业出版社. 151-156. [ZHANG XX. *Insect Ecology and Prediction* (Third edition). Beijing: Chinese Agricultural Press, 2008.]

张养安, 2005. 果园害虫的无公害治理研究进展. 中国农学通报, 21(2): 256-259. [ZHANG YA, 2005. Recent advance in environment friendly integrated control of orchard pests. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 21(2): 256-259.]

邹运鼎, 毕守东, 周夏芝, 李磊, 高彩球, 丁程成, 2003. 桃园害虫及天敌群落动态研究. 应用生态学报, 14(5): 717-720. [ZOU YD, BI SD, ZHOU XZ, LI L, GAO CQ, DING CC, 2003. Dynamics of the pest and natural enemy communities in peach orchards. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 14(5): 717-720.]

* * * * *



菱斑食植瓢虫 *Epilachna insignis* Gorham 蛹

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)