

江苏丘陵地区早春桃园主要小型害虫和天敌发生初探*

肖 婷^{1**} 褚姝频² 许 媛¹ 周福才³ 姚克兵¹ 杨敬辉^{1***}

(1. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 句容 212400; 2. 江苏省植物保护植物检疫站, 南京 210036; 3. 扬州大学园艺与植物保护学院, 扬州 225009)

摘 要 【目的】监测早春桃园小型害虫及天敌的活动区位分布和发生动态, 以期为桃园早春害虫绿色防控措施的制定提供决策依据。【方法】通过黄板诱集研究了桃园早春(2019年3月27日-5月13日)主要小型害虫和天敌种类、数量及其发生动态和活动区位分布, 并进行了空间、时间生态位宽度和重叠值分析。【结果】早春桃园主要害虫有叶蝉、蚜虫、蓟马, 主要天敌有草蛉、瓢虫、蜘蛛; 越冬代叶蝉成虫高峰期在3月下旬, 活动区域主要集中于桃园外围中上区域, 越冬代蓟马高峰期在4月下旬, 而后世代交替, 花期活动于中上区域, 落花后活动区域下移; 瓢虫于园区出蛰后, 活动区域上移; 草蛉和蜘蛛高峰期与叶蝉同步, 活动区域相对均匀, 无显著性差异。3种害虫在空间上对资源的利用程度无较大差异, 但在时间序列上的发生具有不均匀性, 3种天敌对害虫均有较高的重叠值。【结论】桃园早春害虫绿色防控措施中色板应悬挂于园区外侧, 高于桃树主干分支10 cm以上的位置, 清理桃园周边杂草减少叶蝉基数, 阻止迁入桃园; 园区内部及时清除杂草, 减少蓟马危害, 花期不使用色板, 减少对天敌和蜜蜂的伤害。

关键词 桃; 小型害虫; 黄板; 天敌; 生态位

Preliminary investigation of the main pests of peach trees, and their natural enemies, in early Spring

XIAO Ting^{1**} CHU Shu-Pin² XU Yuan¹ ZHOU Fu-Cai³
YAO Ke-Bing¹ YANG Jing-Hui^{1***}

(1. Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Hilly Area, Jurong 212400, China;

2. Plant Protection and Quarantine Station of Jiangsu Province, Nanjing 210036, China;

3. College of Horticulture and Plant Protection, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract 【Objectives】To provide a basis for the establishment of green control measures in peach orchard pests in early Spring. 【Methods】The activity, location, distribution and occurrence dynamics of small pests, and their natural enemies, in peach orchards were monitored using yellow board traps in early spring (March 27-May 13), and their spatial and temporal niche widths and overlap values, determined. 【Results】The main pests in peach orchards in early spring are leafhoppers, aphids and thrips, and their main natural enemies are lacewings, ladybirds and spiders. The peak of overwintering of adult leafhoppers was in late March, and these were most active in the middle and upper strata of peach trees. The peak of overwintering of thrips was in the late April, with later generations alternating. Most flowering occurs in the upper-middle strata of peach trees, and insect activity moved down the tree after petal fall. Ladybugs moved higher in the tree after completing hibernation. The peak periods of chrysopids and spiders were synchronous with those of leafhoppers, and there was no significant difference in the activity zones of these taxa. There was no significant difference in the utilization of resources among the three pests in space, but their temporal distribution differed; that of the three natural enemies having high

*资助项目 Supported projects: 江苏现代农业产业技术体系项目(JATS[2019]327); 镇江市重点研发计划(现代农业)[NY2018020]

**第一作者 First author, E-mail: xiaoting826448@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: yjhnn32@126.com

收稿日期 Received: 2019-12-31; 接受日期 Accepted: 2020-07-15

overlap with that of pests. **[Conclusion]** Green control measures for pests in peach orchards in early spring should include colored plate traps hung around the perimeter of the orchard more than 10 cm higher than the main branches of peach trees. Weeds should be removed to reduce the base number of leafhoppers, prevent their migration to peach trees, and to reduce thrip damage. Color plate traps should not be used during the flowering period to reduce the capture of natural enemies and bees.

Key words peach; small pest; yellow sticky trap; natural enemies; niche

苏南丘陵地区桃产业已成为农户增收的重要产业,但随着种植面积的增加、品种和栽培模式的多样化,加之缺少专业病虫害防控植保技术支撑,桃病虫害的发生有逐年加重趋势。据报道危害早春桃树主要小型害虫有桃蚜 *Myzus persicae*、小绿叶蝉 *Empoasca flavescens*、果蝇 *Drosophila melanogaster*、蓟马 *Frankliniella occidentalis*、山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* 等(张安盛等, 2003; 施晓丽等, 2011; 刘雅等, 2017), 在早春防控的过程中, 普通农户一般采用喷洒化学杀虫剂的方式进行预防(吴利民等, 2008; 翟浩等, 2018)。

近几年,随着对食品安全意识的提高,绿色防控产品越来越受到人们的重视。国内外有关桃园生态的研究也越来越多,相关研究表明园区植物多样化可促进天敌对害虫的生物防治效果(Symstad *et al.*, 2000; Wan *et al.*, 2014), 可采用园区覆草等方法可提高土壤肥力, 保护天敌, 维护园区生态平衡, 从而达到生物防治的效果。根据害虫本身特性而研制出的色板对烟粉虱 *Bemisia tabaci*、蚜虫、斑潜蝇等多种小型昆虫具有较强的诱集作用(帕提玛·乌木尔汗, 2018), 是推广应用非常广泛的一种物理防控产品, 生产上常常用黄板防控一些小型害虫(周福才等, 2003)。然而, 果园生产与蔬菜生产不同, 直接将蔬菜中黄板使用技术应用到果园中, 有时候只有事倍功半的效果, 既没有达到防控害虫的初心, 还误杀了授粉昆虫、天敌昆虫以及大量中性昆虫, 破坏田园生态系统。究其原因, 是对不同果园、不同生态区域害虫发生规律不清楚导致。因此, 本研究采用黄板诱集方法, 细化悬挂位置, 监测早春桃园小型害虫及天敌的活动区位分布和发生动态, 以期为桃园早春绿色防控害虫危害、制定防治策略提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验桃园概况

试验在江苏省镇江市农科院果树试验基地(31°57'N, 119°12'E)进行。园区桃树面积约 2 hm², 桃树主要品种为拂晓、霞翠和部分油桃, 树龄 6-8 年生, 株行距 3 m×3 m 或 3 m×4 m。桃园管理水平一般, 往年害虫发生较重, 3 月初石硫合剂喷洒全园。梨小食心虫采用迷向剂防控, 桃小食心虫、桃蛀螟采用性诱剂防控, 调查当天, 均未使用农药。监测区域分布在园区桃园内, 其南面内部道路对面依然种植桃树, 东面为园区内部道路对面为梨园(有围挡), 另外两面外围围挡, 围挡之外为园区主干道。

1.2 试验方法

1.2.1 桃园主要害虫和天敌的发生规律研究 采用黄板监测害虫和天敌的种群数量。2019 年 3 月 27 日挂板, 至 5 月 13 日结束。覆盖面积约 1 000 m², 分别在桃园中间和边缘两个区域的桃树上、中、下 3 个位置悬挂黄板, 每个区域重复 3 次, 各重复间隔 5 m, 共计 18 张色板, 挂板后 3 d 调查 1 次, 并统计黄板上每种昆虫的数量, 全部调查结束后计算平均每板虫量。每次调查后更换黄板。

1.2.2 桃树不同高度上主要害虫和天敌的分布 分别设桃树顶端以下 10 cm 处(上区)、植株第一分枝以上 10-20 cm 处(中区)、靠近地面 10-15 cm 处(下区) 3 个高度处理。试验设 3 个重复。3 月 27 日挂黄板, 此后每 3 d 调查 1 次黄板上昆虫的种类和数量。

1.2.3 桃树不同方位上主要害虫和天敌的分布 在桃园南边(A区)、东边(C区)和园区中间(B区) 3 个区域各选择桃树 3 棵, 每株树上分

别挂 1 块黄板, 悬挂的高度在植株第一分枝以上 10-20 cm 处。3 月 27 日挂色板, 此后每 3 d 调查 1 次色板上昆虫的种类和数量。

1.3 数据处理

采用 Excel 2013 统计数据, 并绘制图表。通过 DPS 软件采用 Duncan’s 新复极差检验法比较不同高度(上、中、下)、不同地区(A 区、B 区、C 区)的差异显著性。

生态位宽度值采用 Levins (1968) (秦玉川等, 1991; 韩桂仲等, 2001; 谢春平, 2008) 计算公式:

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

生态位重叠采用 Pianka (1973) (丁岩钦, 1994; 谢春平, 2008) 生态位重叠指数公式:

$$Q_{ij} = \frac{\sum P_{ik} P_{jk}}{\left(\sum_{k=1}^r P_{ik}^2 \sum_{k=1}^r P_{jk}^2 \right)^{1/2}}$$

以上公式中各字母含义: *B* 为物种 *i* 的生态位宽度值; *Q_{ij}* 为物种 *i* 和物种 *j* 的生态位重叠值; *S*、*r* 为资源单位总数; *P_{ik}* 为物种 *i* 在资源单位 *k* 中所占的比例; *P_{jk}* 为物种 *j* 在资源单位 *k* 中所占的比例。

2 结果与分析

2.1 桃园早春主要昆虫种类和数量

由调查结果显示(表 1), 桃园早春主要害虫有叶蝉、蓟马、蚜虫、吉丁虫和果蝇, 叶蝉主要为桃小绿叶蝉 *Jacobiasca formosana* 数量最

高, 整个监测时期平均每板 921.00 头, 其次是蓟马, 平均 536.07 头/板。蚜虫以桃蚜 *Myzus persicae*、桃粉蚜 *Hyalopterus arundinis* Fabricius 为主, 少量绵蚜, 均为有翅蚜, 果蝇数量较少, 未见危害。调查中主要天敌为草蛉、瓢虫、食蚜蝇、姬蜂和蜘蛛。瓢虫数量和种类最多, 平均 39.78 头/板, 主要以异色瓢虫 *Harmonia axyridis* 为主, 还包含二星瓢虫 *Adalia bipunctata* (Linnaeus)、四星瓢虫 *Hyperaspis repensis*、龟纹瓢虫 *Propylaea japonica*、七星瓢虫 *Coccinella septempunctata*。其次是蜘蛛, 平均 30.78 头/板, 为三突花蛛 *Misumenops tricuspidatus*、蟹蛛 *Thomisidae* 等游猎型蜘蛛。食蚜蝇主要是黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteatus* De Geer, 姬蜂是黑瘤姬蜂 *Coccygomimus nipponicus* (Uchida), 草蛉以中华草蛉 *Chrysoperla sinica* Tjeder 为主, 每板数量约 3.11-14.78 头/板。监测期间含桃花盛期, 色板粘杀蜜蜂数量平均 32.00 头/板, 早期苍蝇活动频繁, 黄板粘杀量平均 79.56 头/板。

2.2 桃园早春主要昆虫与天敌发生动态

根据调查数据, 分析主要昆虫与天敌的发生规律(图 1)。害虫叶蝉高峰期出现在 3 月份, 3 月底数量开始下降, 4 月下旬第 1 代叶蝉结束危害。早期蚜虫以无翅蚜危害桃树叶片, 有翅蚜数量较少, 4 月中旬, 有翅蚜数量略有上升, 5 月上旬开始大量出现有翅蚜迁飞现象。蓟马从 4 月初开始出现越冬代成虫, 4 月下旬出现第 1 个高峰期, 而后世代交替, 居高不下。吉丁虫和果蝇数量一直较少, 田间却少见危害。

表 1 桃园早春主要昆虫种类及数量
Table 1 The species and quantity of main insects in peach garden in early Spring

害虫 Pest	数量 (头/板) Number	天敌 Natural enemy	数量 (头/板) Number	中性昆虫 Neutral insect	数量 (头/板) Number
叶蝉 Cicadellidae	921.00	草蛉 Lacewing	7.78	苍蝇 Fly	79.56
蓟马 Thrips	536.07	瓢虫 Ladybird	39.78	蜜蜂 Bee	32.00
蚜虫 Aphids	296.33	食蚜蝇 Syrphus fly	3.11		
吉丁虫 Buprestidae	6.11	姬蜂 Ichneumon wasp	14.78		
果蝇 Drosophila	29.11	蜘蛛 Spider	30.78		

草蛉的发生动态与叶蝉相似(图2),第1代高峰期在3月,3月底数量开始下降,随着叶蝉的消失,草蛉数量也逐渐下降,直到5月初数量开始有所上升。瓢虫于4月初越冬代开始出蛰,在4月8-11日出现第1个成虫高峰,以异色瓢虫为主;蜘蛛3月份出现越冬代高峰,而后

数量下降。

由图3看出,蜜蜂作为传粉昆虫,在桃花盛开时节活动频繁,高峰期在3月底到4月中旬,花期过后,数量明显下降。苍蝇幼虫是腐生昆虫,第1代越冬成虫在4月上旬达到高峰,而后4月下旬第2次高峰期。

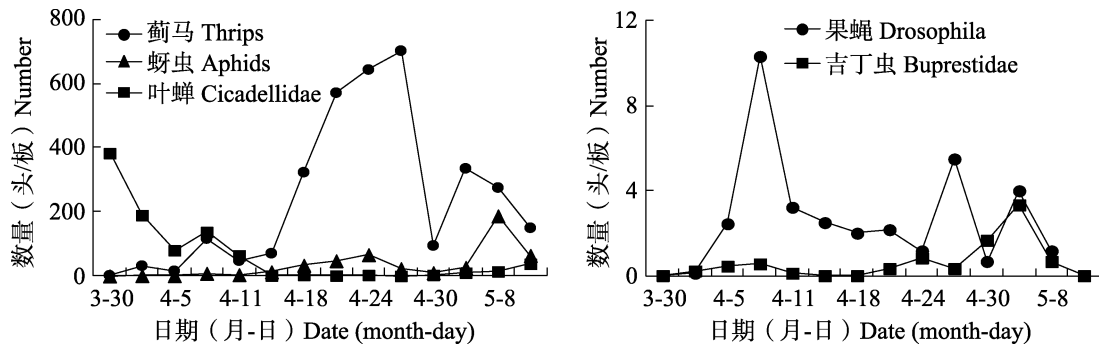


图1 桃园早春主要害虫发生动态

Fig. 1 The dynamics of pests in peach garden in early Spring

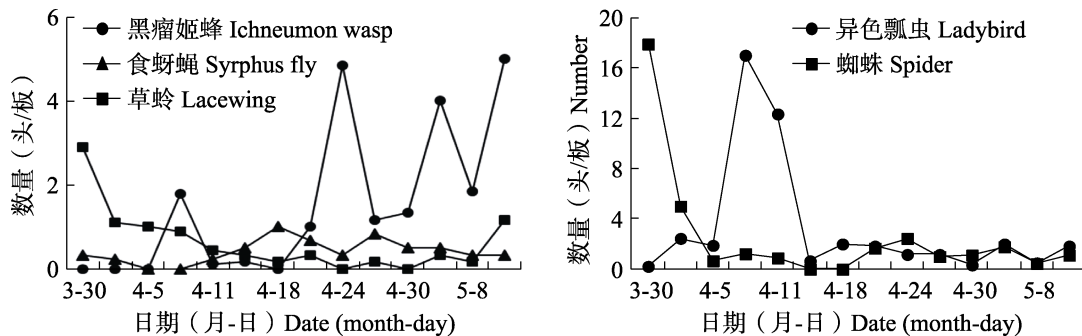


图2 桃园早春主要天敌昆虫发生动态

Fig. 2 Dynamics of natural enemies in peach garden in early Spring

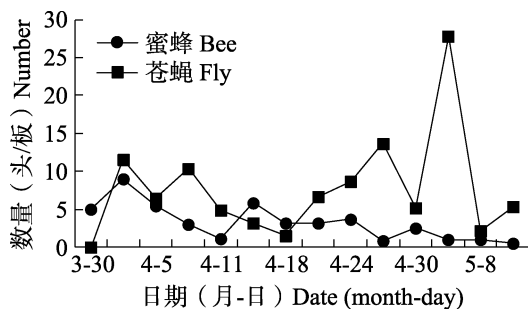


图3 早春桃园中性昆虫发生动态

Fig. 3 Dynamics of neutral insects in peach garden in early Spring

2.3 桃树不同高度上主要昆虫的分布

在桃树上、中、下区域诱集到的昆虫数量统

计结果如图4所示,不同昆虫活动区域有明显差异,同一昆虫在不同时期活动区域也有明显变化。叶蝉早期活动区域主要集中于主干以上,3月30日调查数据显示上区(258.00 ± 21.12)头/板和中区(239.33 ± 22.45)头/板无明显差异,且均显著高于下区(26.33头/板)($P = 0.0001$, $F = 674.495$)。随着时间的推移,中、上区域数量明显下降,下区叶蝉数量略有上升,叶蝉活动区域略有下移;在花期,蓟马的活动区域主要集中于中、上区,中区数量(201.67头/板)略高于上区(143.33头/板)($P = 0.0069$, $F = 26.084$);花期过后,下区杂草丛中蓟马数量明显上升,蓟马的活动区域均匀分布在桃园上中下区域;3月

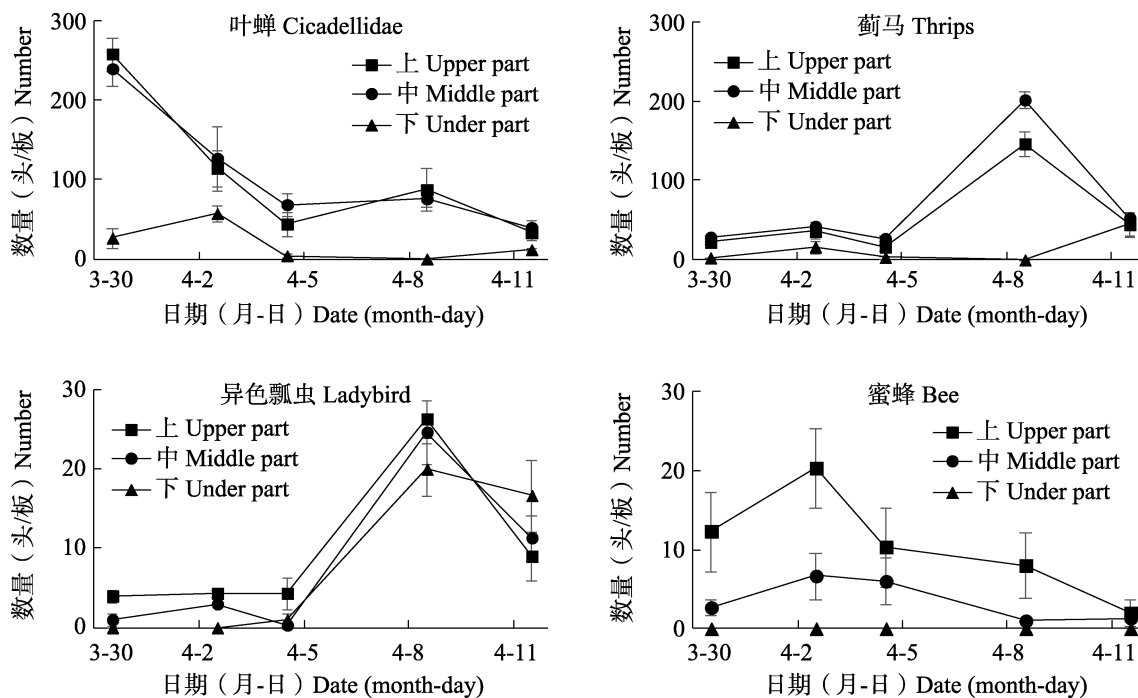


图 4 不同昆虫在不同高度分布情况

Fig. 4 Distribution of different insects at different heights

底越冬代瓢虫成虫零星出现,活动区域无显著差异 ($P = 0.2019$, $F = 2.3216$),越冬成虫羽化高峰期间下区数量明显增多,成虫出蛰后,活动区域上移,上 (26.33 头/板)、中 (24.67 头/板)、下 (20.00 头/板) 3 区瓢虫数量无显著性差异 ($P = 0.5054$, $F = 0.7660$),花期过后,活动区域下移,下区数量最高 (16.67 头/板),上区最少 (9 头/板)。蜜蜂的活动区域与其生活习性相关,花期主要在中、上区域活动,上区数量 (20.33 头/板) 明显高于中区 (6.67 头/板),两区存在显著性差异 ($P = 0.0057$, $F = 29.139$),下区未见蜜蜂踪迹。

2.4 不同昆虫在桃园的区域分布

本研究分别将色板挂在桃园南边 (A 区)、东边 (C 区) 和园区中间 (B 区) 三个区域,南边路对面仍为桃树种植区,东边路对面为梨树种植区,试验结果显示:害虫叶蝉在监测期间不同区域的诱集数量存在显著性差异, A 区 > C 区 > B 区,桃园南面与另一桃园隔路相邻的区域,叶蝉活动较多,平均 523.67 头/板,其次是 C 区 (352.67 头/板),而桃园中间区域,叶蝉的数量相对较

少,仅有 271.67 头/板。蜜蜂的活动区域也随着时间的推移发生动态变化,初花期,蜜蜂迁入桃园, A 区数量 (14.67 头/板) 明显高于 B (7.33 头/板)、C (5 头/板) 区域,落花后 (4 月 11 日以后) B 区蜜蜂数量较多 (7.33 头/板),略高于 A 区 (4.33 头/板)、C 区 (4 头/板),而后三个区域的蜜蜂数量无显著性差异。异色瓢虫在园区内越冬, B 区的数量是最大的 (24.33 头/板),明显多于 A 区 (14.33 头/板) 和 C 区 (13.33 头/板),实地调查趋势与之相同,越冬代成虫高峰期过后,三个区域瓢虫活动数量趋于平衡。果蝇在早期, A 区数量显著高于 B 区和 C 区,后期 (4 月 15 日以后),三个区域相差不大,不存在显著性差异。其他害虫和天敌活动区域无显著性差异,在园区内分布比较均匀。

2.5 害虫与天敌种群生态位分析

2.5.1 空间生态位 根据调查结果,计算 3 种害虫和 3 种天敌在空间的生态位宽度和生态位重叠值 (表 2)。3 种害虫和 3 种天敌的空间生态位宽度值有一定差异,值越高说明活动范围越均匀。蚜虫的生态位宽度值最高,为 0.7687,其

次是草蛉、蓟马和瓢虫，而叶蝉和蜘蛛的生态位宽度值仅有 0.687 6 和 0.669 9，说明叶蝉和蜘蛛活动范围较为集中。从生态位重叠值来看，3 种害虫的生态位重叠值较高，达 0.954 4-0.979 9，说明 3 种害虫在活动空间上同域性强，活动规律相对一致，利用资源的程度无较大差异，在资源利用上存在竞争；3 种天敌与害虫的生态位重叠值分布在 0.875 5-0.983 8，除了异色瓢虫和叶蝉的生态位重叠值略低（0.875 5）以外，其余均在 0.91 以上，说明天敌与害虫在同一区域活动，天敌对害虫在空间上的跟随作用强，此外，与同一种害虫的生态位重叠值较大的天敌常常有多种，说明多种天敌对害虫的联合控制潜能更强。

2.5.2 时间生态位 根据调查结果，计算 3 种害虫和 3 种天敌在时间的生态位宽度和生态位重叠值（表 3）。3 种害虫的时间生态位宽度值为 0.606 2-0.781 9，表明在监测期间害虫均有发生，发生危害时间较长，3 种天敌的生态位宽度值从高到低分别为草蛉（0.755 6）、异色瓢虫（0.688 0）、蜘蛛（0.590 6）。从生态位重叠值看，蓟马和蚜虫的生态位重叠值高达 0.899 5，两者在时间序列上发生较为同步，而叶蝉同蚜虫和蓟马的生态位重叠值较低，仅为 0.257 2 和 0.264 1，叶蝉、蚜虫和蓟马在发生时间序列上存在较大差异；天敌草蛉与叶蝉生态位重叠值最高，达 0.924 0，其余天敌与害虫的生态位重叠值分布在 0.459 1-

表 2 不同昆虫在桃园内不同区域分布
Table 2 Distribution of different insects in different regions of peach orchard

区域 Regions		日期 Date						
		4-2	4-8	4-15	4-21	4-27	5-5	5-13
蜜蜂 Bee	A 区 A area	21.67±5.31a *	15.33±2.49a	5.33±2.05 a	4.67±2.50a	3.67±0.47a	2.33±0.94a	1.00±0.00a
	B 区 B area	11.00 ± 1.41b	2.67±0.47c	9.00±0.00a	5.67±1.70a	4.00±0.47a	2.00±1.41a	1.00±0.82a
	C 区 C area	9.33±1.25b	7.33±1.70b	4.67±0.47a	5.00±0.00a	1.33±0.47ab	2.67±1.70a	1.00±0.00a
叶蝉 Cicadellidae	A 区 A area	821.33±198.23a	279.33±89.96a	100.67±19.91a	15.00±4.08a	7.33±1.70a	0.00a	0.00a
	B 区 B area	377.00±33.74b	169.00±39.06ab	37.33±9.84b	2.00±82.82b	3.33±1.41b	0.00a	0.00a
	C 区 C area	518.33±41.68ab	201.67±76.36a	83.33±12.47a	5.00±0.82b	0.67±0.47b	0.00a	0.00a
瓢虫 Ladybird	A 区 A area	1.00±0.82a	16.33±2.87a	9.67±4.50ab	4.00±1.63a	1.33±0.47a	0.67±0.47a	1.00±0.82a
	B 区 B area	5.33±2.05a	25.67±2.05a	25.33±0.47a	2.67±2.67a	1.67±0.47a	2.00±0.00a	1.33±1.47a
	C 区 C area	1.67±0.94a	14.67±2.50a	15.67±1.25a	3.00±0.82a	1.67±1.25a	2.00±0.00a	2.33±0.47a
果蝇 Drosophila	A 区 A area	0.67±0.47a	19.00±5.71a	8.00±3.74a	3.67±1.24a	4.00±1.63a	5.67±0.47a	2.00±1.63a
	B 区 B area	0.00a	10.00±3.27b	6.33±1.24a	3.00±0.82a	4.67±1.25a	2.33±0.47b	2.67±2.36a
	C 区 C area	0.00a	9.33±1.88b	2.33±1.24b	2.00±0.00a	4.67±0.82a	1.33±0.47b	4.670.00a

同一昆虫不同区域数据后标有不同字母者表示方差分析在 $F_{0.05}$ 水平上差异显著。表中数据为 3 次重复的平均值。
The data of the same insect at the same time and in different regions followed by different letters are significantly different at the level of $F_{0.05}$. The data in the table are the average of 3 repetitions.

表 3 桃树主要害虫和天敌空间生态位宽度和生态位重叠值

Table 3 The spatial niche breadth and overlap of main pests and natural enemies in peach orchard

名称 Name	叶蝉 Cicadellidae	蚜虫 Aphids	蓟马 Thrips	异色瓢虫 Ladybird	草蛉 Lacewing	蜘蛛 Spider
叶蝉 Cicadellidae	0.687 6					
蚜虫 Aphids	0.954 4	0.768 7				
蓟马 Thrips	0.971 0	0.979 9	0.730 4			
异色瓢虫 Ladybird	0.875 5	0.939 4	0.938 7	0.722 8		
草蛉 Lacewing	0.913 6	0.955 7	0.960 5	0.968 9	0.739 0	
蜘蛛 Spider	0.953 2	0.939 0	0.937 4	0.813 2	0.899 9	0.669 9

表中对角线数据表示生态位宽度，其他数据表示两个营养群之间的生态位重叠值。下表同。
The diagonal data represents the niche width, and other datas represent the niche overlap between two nutrient groups. The same below.

表 4 桃树主要害虫和天敌时间生态位宽度和生态位重叠值

Table 4 The temporal niche breadth and overlap of main pests and natural enemies in peach orchard

名称 Name	叶蝉 Cicadellidae	蚜虫 Aphids	蓟马 Thrips	异色瓢虫 Ladybird	草蛉 Lacewing	蜘蛛 Spider
叶蝉 Cicadellidae	0.606 2					
蚜虫 Aphids	0.257 2	0.694 2				
蓟马 Thrips	0.264 1	0.899 5	0.781 9			
异色瓢虫 Ladybird	0.708 0	0.525 6	0.611 3	0.688 0		
草蛉 Lacewing	0.924 0	0.461 7	0.459 1	0.728 4	0.755 6	
蜘蛛 Spider	0.720 1	0.610 6	0.685 0	0.630 1	0.788 9	0.590 6

0.708 0，时间生态位重叠值越高，表明它们在时间上发生的同步性越强。

3 结论与讨论

早春时节，桃园越冬昆虫开始萌动出蛰，越冬场所决定了初始活动区域，随后，对食物的跟随作用，趋使不同昆虫和天敌的活动区域发生变化。不同天敌群落的结构特征随着害虫和自身生理的变化而不断运动，共同发挥控制害虫的作用（刘军和越紫华，2017）。本研究通过黄板诱集，监测早春桃园昆虫种类及其动态。桃园早春 3 月是越冬代叶蝉活动高峰，草蛉、蜘蛛在同一时期活动频繁，对叶蝉的危害具有一定的控制作用。4 月上旬到下旬，无翅蚜危害桃树叶片，蓟马出现第一代高峰，与此同时，瓢虫由桃园内部土层出蛰，活动区域向上延伸，对蓟马、蚜虫起到一定的防控作用。有报道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（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，对多种害虫均有捕食作用，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；张安盛等，2005）。瓢虫、草蛉、蜘蛛对黄板均没有较强的趋性，但在叶蝉、蚜虫和蓟马高峰期，色板上天敌的数量也相对增多，由此可见，天敌对害虫有较强的跟随作用，可追随害虫的活动区域而活动，在生产实践中应加以保护和利用。

桃园冬季清园后，叶蝉的主要场所为园区周边杂草，出蛰后在周边中上区域危害叶片。蚜虫、草蛉、蜘蛛诱集数量不多，主要活动区域为桃园中间的中、上区域。危害桃树叶片无翅蚜居多，而色板仅对有翅蚜有效，因此早春在桃园内部悬挂色板不但不会消灭蚜虫，反而对天敌造成损失。建议仅在桃园周边悬挂色板，阻止叶蝉迁飞桃园危害，也可清理周边杂草，或药剂喷洒周边杂草，减少越冬代叶蝉种群基数。

通过具体分析害虫与天敌种群生态位，本研

究发现 3 种害虫在空间上对资源的利用程度无较大差异,但在时间序列上的发生具有不均匀性。草蛉对叶蝉不论是空间还是时间上生态位重叠值均较高,可见草蛉与叶蝉季节活动性和生境基本一致。草蛉、异色瓢虫、蜘蛛对蓟马、蚜虫的空间生态位重叠值亦较高,说明瓢虫、蜘蛛、草蛉等天敌可在桃园内部控制害虫数量,减少危害,具有很大的保护利用价值,可配合农业措施直接保护天敌(王东,2010),也可采取释放天敌的方式防控园区内部害虫(张天澍等,2018)。

由于桃园是农药干扰的非自然生境系统,杀虫剂及杀菌剂的使用对桃园生态存在潜在影响。3月初石硫合剂全园消毒,对越冬代害虫及天敌的出蛰都有一定的影响。4月初桃园用药剂预防病害的同时常会添加吡虫啉等防控无翅蚜危害,杀虫剂的使用对飞行的天敌昆虫伤害不是很大,但频繁使用同一杀虫剂会快速提高蚜虫的抗药性。目前梨小迷向技术广泛用于梨小食心虫的防控,果实的套袋技术可以有效防控桃小食心虫和桃蛀螟的危害。杀虫剂的使用次数和剂量都有大幅度的减少。从有利于桃园生态系统的稳定出发,早期可在桃园周边悬挂色板,清理或处理园区周边杂草,控制叶蝉迁入桃园危害,及时清理园区杂草可有效减少蓟马数量,同时也可以采取桃园覆草、间种等措施(Wan *et al.*, 2018, 2019),保护利用天敌,充分发挥天敌对害虫的自然控制作用,逐步实施桃园害虫的可持续治理。

参考文献 (References)

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. *Environmental Entomology*, 32(8): 830–839.

Ding YQ, 1994. *Mathematical Ecology of Insects*. Beijing: Science Press. 476–489. [丁岩钦, 1994. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社. 476–489.]

Han GZ, Li ZC, Liu ST, 2001. The ecological niche of two leafminers and their natural enemies in bean field. *Entomological Knowledge*, 38(1): 39–43. [韩桂仲, 李自朝, 刘顺通, 2001. 菜豆田两种潜叶蝇和主要天敌生态位研究. 昆虫知识, 38(1):

39–43.]

Liu JH, Zhao ZH, 2017. Roles of insect vision in host plant finding and locating. *Journal of Plant Protection*, 44(3): 353–362. [刘军和, 赵紫华, 2017. 昆虫视觉在寄主寻找及定位过程中的作用. 植物保护学报, 44(3): 353–362.]

Liu Y, Zhu SC, Ren ZW, Guo XJ, Zhang F, Xiao JP, Sun QN, Xu HH, Wang SG, Tang B, 2017. The structure and diversity of insect community in main peach orchards of Zhejiang province. *Journal of Environmental Entomology*, 39(6): 1225–1234. [刘雅, 朱世城, 任鑽威, 郭晓军, 张帆, 肖金平, 孙奇男, 徐海洪, 王世贵, 唐斌, 2017. 浙江主要桃产区桃园昆虫群落结构及多样性研究. 环境昆虫学报, 39(6): 1225–1234.]

Patima W, Ma C, Wang F, Zhang YH, Wang YP, Jin GL, Ma SJ, Aziguli A, Yang M, Ji YL, Miriguli, Pan WP, Ma DY, 2018. Trapping effect of card traps with different colors and attractants against main pests in protected vegetables. *Plant Protection*, 44(6): 205–209. [帕提玛·乌木尔汗, 马成, 王芳, 张以和, 王岩平, 靳改龙, 马少军, 阿孜姑丽·阿布力米提, 杨媚, 吉艳玲, 米日古丽, 潘卫萍, 马德英, 2018. 不同色板和引诱剂对设施蔬菜主要害虫的诱杀效果. 植物保护, 44(6): 205–209.]

Qin YC, Cai NH, Huang KX, 1991. Studies on niches of *Tetranychus viennensis*, *Panonychus ulmi* and their predatory enemies: (I)—spatial and temporal niches. *Acta Ecologica Sinica*, 11(4): 331–337. [秦玉川, 蔡宁华, 黄可训, 1991. 山楂叶螨、苹果全爪螨及其捕食性天敌生态位的研究—时间和空间生态位. 生态学报, 11(4): 331–337.]

Shi XL, Bi SD, Geng JG, Zhao XJ, Zou 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. [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.]

Symstad AJ, Siemann E, Haarstad J, 2000. An experimental test of the effect of plant functional group diversity on arthropod diversity. *Oikos*, 89(2): 243–253.

Wan NF, Ji XY, Deng JY, Kiær LP, Cai YM, Jiang JX, 2019. Plant diversification promotes biocontrol services in peach orchards by shaping the ecological niches of insect herbivores and their natural enemies. *Ecological Indicators*, 99(4): 387–392.

Wan NF, Ji XY, Gu XJ, Jiang JX, Wu JH, Li B, 2014. Ecological engineering of ground cover vegetation promotes biocontrol services in peach orchards. *Ecological Engineering*, 64(3): 62–65.

- Wan NF, Ji XY, Kier LP, Liu SS, Deng JY, Jiang JX, Li B, 2018. Ground cover increases spatial aggregation and association of insect herbivores and their predators in an agricultural landscape. *Landscape Ecology*, 33(3): 799–809.
- Wang D, 2010. Study on the structure characteristics and control technology of insect community in peach orchard. Master dissertation. Shandong: Shandong Agricultural University. [王东, 2010. 桃园昆虫群落结构特征及主要害虫防控技术的研究. 硕士学位论文. 山东: 山东农业大学.]
- Wu LM, Cai LY, Du LY, 2008. Experiments on control of *Empoasca flavescens* with 5 kinds of chemicals. *Journal of Henan Institute of Science and Technology (Natural Sciences Edition)*, 36(3): 41–43. [吴利民, 柴立英, 杜连营, 2008. 五种药剂对小绿叶蝉的防效试验研究. 河南科技学院学报 (自然科学版), 36(3): 41–43.]
- Xie CP, 2008. Application of microsoft excel 2003 in calculating niche parameters of community. *Journal of Anhui Agri. Sci.*, 36(11): 4791–4792. [谢春平, 2008. Microsoft excel 2003 在群落生态位参数计算中的应用. 安徽农业科学, 36(11): 4791–4792.]
- Zhai H, Zhang Y, Li XJ, 2018. Field efficacy of several insecticides on *Myzus persicae*. *J. Anhui Agric. Sci.*, 46(27): 157–159. [翟浩, 张勇, 李晓军, 马亚男, 王涛, 2018. 不同杀虫剂对桃树蚜虫的田间防控效果. 安徽农业科学, 46(27): 157–159.]
- Zhang AS, Feng JG, Yu Y, Zhang SC, Li ZH, 2003. The population dynamics and community structure of major pests and their natural enemies in peach orchards. *Entomological Journal of East China*, 12(2): 65–71. [张安盛, 冯建国, 于毅, 张思聪, 李照会, 2003. 桃园主要害虫、天敌种群动态及其群落结构的研究. 华东昆虫学报, 12(2): 65–71.]
- Zhang AS, Yu Y, Zhang SC, Feng JG, Li ZH, 2005. The niche of *Tetranychus viennensis*, *Erythroneura sudra* and their major natural enemies in peach orchards. *Entomological Journal of East China*, 14(1): 44–47. [张安盛, 于毅, 张思聪, 冯建国, 李照会, 2005. 桃园山楂叶螨、桃一点斑叶蝉及其主要天敌生态位. 华东昆虫学报, 14(1): 44–47.]
- 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). *Biological Control*, 62(3): 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(1): 149–152.
- Zhang TS, Chang XL, Teng HY, Yuan YD, Wang DS, 2018. Effects of releasing *Harmonia axyridis* on the control of peach aphid on pepper. *Plant Protection*, 44(6): 210–213. [张天澍, 常晓丽, 滕海媛, 袁永达, 王冬生, 2018. 释放方法对异色瓢虫防控辣椒桃蚜效果的影响. 植物保护, 44(6): 210–213.]
- Zhou FC, Du YZ, Sun W, Yao YL, Qin JY, Ren SX, 2003. Impact of yellow trap to sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in vegetable fields. *Entomological Journal of East China*, 12(1): 96–100. [周福才, 杜予州, 孙伟, 姚燕林, 秦吉洋, 任顺祥, 2003. 黄板对菜地烟粉虱的诱集作用研究. 华东昆虫学报, 12(1): 96–100.]