



方瑞元, 孙伟, 赵孝东, 田磊, 魏萍, 李新新, 刘进谦, 鞠倩, 曲明静. 鲁南地区花生昆虫群落结构及多样性变化研究 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (3): 673–683.

## 鲁南地区花生昆虫群落结构及多样性变化研究

方瑞元<sup>1,2</sup>, 孙伟<sup>1</sup>, 赵孝东<sup>1</sup>, 田磊<sup>1</sup>, 魏萍<sup>1</sup>, 李新新<sup>1</sup>,  
刘进谦<sup>1</sup>, 鞠倩<sup>2</sup>, 曲明静<sup>2\*</sup>

(1. 临沂市农业科学院, 山东临沂 276000; 2. 山东省花生研究所, 农业部花生生物学与遗传育种重点实验室, 山东青岛 266100)

**摘要:** 采用马来氏网法在山东省临沂市开展了花生田昆虫系统调查 (2014 年 6 月–2015 年 6 月), 阐明当地花生田的昆虫群落结构及相关群体指数动态规律。结果表明: 试验期内共获得昆虫样本 65 005 头, 分属于 14 目、129 科。从目级水平来看, 主要花生昆虫以膜翅目、鞘翅目、半翅目、双翅目和弹尾目为主; 从科级水平来看, 主要花生害虫有叶蝉科、夜蛾科和潜蝇科, 主要天敌有花蝇科、长足虻科、金小蜂科、长蝽科和姬蜂科。该地区群落多样性指数在 0.4262~3.3212 之间, 峰值出现在花生生长期 (3.3312); 相对丰度峰值出现在花生繁育期 (9 956); 科级丰富度峰值出现也出现在花生繁育期 (83); 均匀度指数在 0.1137~0.7613 之间, 峰值出现在 2014 年 6 月 (0.7613); 优势集中指数在 0.0172~0.2134 之间, 峰值出现在 2014 年 8 月 (0.2134)。

**关键词:** 花生; 马来氏网; 昆虫群落结构; 多样性; 周年变化

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 03-0673-10

## Study on the dynamic change of insect community structure and diversity in peanut field in the South of Shandong

FANG Rui-Yuan<sup>1,2</sup>, SUN Wei<sup>1</sup>, ZHAO Xiao-Dong<sup>1</sup>, TIAN Lei<sup>1</sup>, WEI Ping<sup>1</sup>, LI Xin-Xin<sup>1</sup>, LIU Jin-Qian<sup>1</sup>, JU Qian<sup>2</sup>, QU Ming-Jing<sup>2\*</sup> (1. Linyi Academy of Agricultural Sciences, Linyi 276000, Shandong Province, China; 2. Shandong Peanut Research Institute, Key Laboratory of Peanut Biology and Genetics and Breeding, Ministry of Agriculture, Qingdao 266100, Shandong Province, China)

**Abstract:** The insect community structure of peanut fields was investigated, using malaise trapping from June 2014 to June 2015, in the city of Linyi. To clarify the insect community structure and related population index dynamic rule of peanut field. The results showed that a total of 65 005 insect samples, belonged to 14 orders and 129 families, were collected. The main orders were the Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera and Collembola. The major families of pests included Cicadellidae, Noctuidae and Agromyzidae. The major families of natural enemy included Anthomyiidae, Bombycidae, Chalcididae, Pentatomidae and Imidae. The diversity index of community structure in this area ranged from 0.4262 to 3.3212, and the peak appeared in June 2014 (3.3312). The peak of relative abundance appeared in breeding period (9 956). The peak of family richness appeared in breeding period (83). The evenness index ranged from 0.1137 to 0.7613, and the peak value appeared in June 2014 (0.7613). The dominance concentration index ranged from 0.0172 to 0.2134, and the peak appeared in August 2014 (0.2134).

**Key words:** Peanut; malaise trap; insect community and structure; diversity; annual change

基金项目: 国家花生产业技术体系 (CARS-13)

作者简介: 方瑞元, 男, 农艺师, 硕士, 主要研究方向为花生栽培和植保工作, E-mail: 394496670@qq.com

\* 通讯作者 Author for correspondence: 曲明静, 女, 博士, 研究员, 主要研究方向为花生地下害虫防治, E-mail: mjqu2013@163.com

收稿日期 Received: 2019-04-30; 接受日期 Accepted: 2019-07-04

花生是我国重要的油料作物之一, 具有很高的营养价值、药用价值和经济价值 (杨静等, 2002; 万书波等, 2004; 许婷婷等, 2010)。花生口感好、可加工的产品类型多样, 可满足不同人群的需求, 近年来花生种植区域和种植面积也不断扩大, 到 2016 年底全国已突破  $46.63 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 仅次于印度, 居世界第 2 位。

但连年大面积种植易导致各类害虫反复大量发生, 对花生亩均产量提高及品质提升造成重大影响 (谢明惠等, 2015; 秦胜楠等, 2018)。山东省是我国最重要的花生产区之一, 花生单产、总产均居全国领先水平, 同时也是花生害虫发生比较严重的区域 (汤松等, 2010; 游春平等, 2010)。临沂花生种植区为鲁南花生种植核心区, 常年花生种植面积超过  $1.7 \times 10^5 \text{ hm}^2$ , 年均总产超过  $8 \times 10^5 \text{ t}$ , 为山东第一, 全国第二。但目前该地区昆虫群落结构组成、群体周年动态变化等资料缺乏, 未有充足的数据研究花生田昆虫发生规律与动态, 以便制定科学有效的害虫防治措施 (张广民等, 1997; 张贵国等, 2010; 谢明惠等, 2015; 刘雅等, 2017)。

本课题开展花生昆虫群落结构及多样性的系统调查, 初步阐明该地区昆虫群落发生的周年发生动态, 为掌握花生田主要害虫发生动态, 分析害虫发生原因及与天敌间的相互关系, 制定有针对性的害虫防治策略奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查地点、方法和时间

试验在山东省临沂市兰山区响河屯村进行 ( $E118^{\circ}15'22''$ ,  $N35^{\circ}05'50''$ ), 调查采取马来氏网取样法收集昆虫。试验区域共计  $525 \text{ m}^2$  ( $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ ), 马来氏网设置在试验田中心位置, 由山东省花生研究所提供, 网面占地  $9 \text{ m}^2$  ( $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ )。四周通风良好且无阳光遮挡, 固定拉紧绳索, 并保持网面平整紧绷、网脊倾斜角度与地面保持  $40^{\circ}$  左右, 维持收集瓶中酒精储量在 50% 以上。试验区域周边 10 m 内不喷洒杀虫剂, 气象资料由兰山区气象局提供。

调查期为 2014 年 6 月至 2015 年 6 月, 其中在花生种植期间 (5-9 月) 每周调查一次, 花生收获后 (9 月-次年 4 月) 每 2 周调查一次, 收集并做好标签后, 统一进行分类统计。花生当年收获

后, 继续放在该地收集到 12 月份, 由于该地区一般与玉米、小麦等作物轮作, 因此次年将马来氏网移至相邻的花生田中继续收集。

### 1.2 数据处理

数据使用 Excel 2013 记录统计, 运用生态学的方法分析处理 (尹绍忠等, 2011; Straub *et al.*, 2018), 主要分析了以下参数。

#### 1.2.1 相对丰度 (Relative abundance)

相对丰度表示的是昆虫群落中各科丰度与总丰度的比值:

$$P_i = N_i / N$$

其中  $N_i$  为第  $i$  个科的丰度,  $N$  为群落内总个体数。

#### 1.2.2 群落多样性 (Diversity)

群落多样性的测定和分析常以下列指数计算:

Shannon - Wiener 多样性指数 ( $H'$ ):

$$H' = - \sum P_i \ln (P_i)$$

其中  $P_i$  为第  $i$  个科的个体数占总个体数的比例。

#### 1.2.3 科级丰富度 (Family richness)

科级丰富度表示的是昆虫群落包含的所有的科数, 用 “S” 表示。

#### 1.2.4 群落均匀度 (Evenness)

群落均匀度分析以 Pielou 指数  $J$  计算:

$$J = H' / H_{\max} = H' / \ln S$$

其中  $H_{\max}$  为群落的最大多样性指数, 即当有  $S$  个科数时, 若科数种数量相等, 其多样性指数值最大。

#### 1.2.5 群落生态优势度

群落生态优势度 (Ecological concentration) 分析利用群落优势集中指数, 以 Simpson 集中性指数 ( $C$ ) 表示:

$$C = \sum P_i^2$$

## 2 结果与分析

### 2.1 鲁南花生昆虫目级群落结构分析

调查期内 (2014 年 6 月至 2015 年 6 月), 试验点共获得昆虫样本 65 005 头, 分属于 14 目、129 科。其中, 膜翅目昆虫 38 科, 分别占昆虫总科数和总样本数的 29.46% 和 21.11%; 双翅目昆虫 26 科, 分别占昆虫总科数和总样本数的 20.16% 和 47.67%; 鞘翅目昆虫 20 科, 分别占昆虫总科数和总样本数的 15.50% 和 4.37%; 半翅目

昆虫 14 科, 分别占昆虫总科数和总样本数的 10.85% 和 21.56%; 鳞翅目昆虫 15 科, 分别占昆虫总科数和总样本数的 11.63% 和 3.77%; 直翅目和弹尾目昆虫各有 3 科, 均占总科数的 2.33% ;

啮虫目、脉翅目和缨翅目昆虫各有 2 科, 均占总科数的 1.55%; 革翅目、毛翅目、螳螂目和蜻蜓目各有 1 科, 均占总科数的 0.78%; 蚰蜒目昆虫在临沂地区所采集的昆虫标本中并未发现 (图 1)。

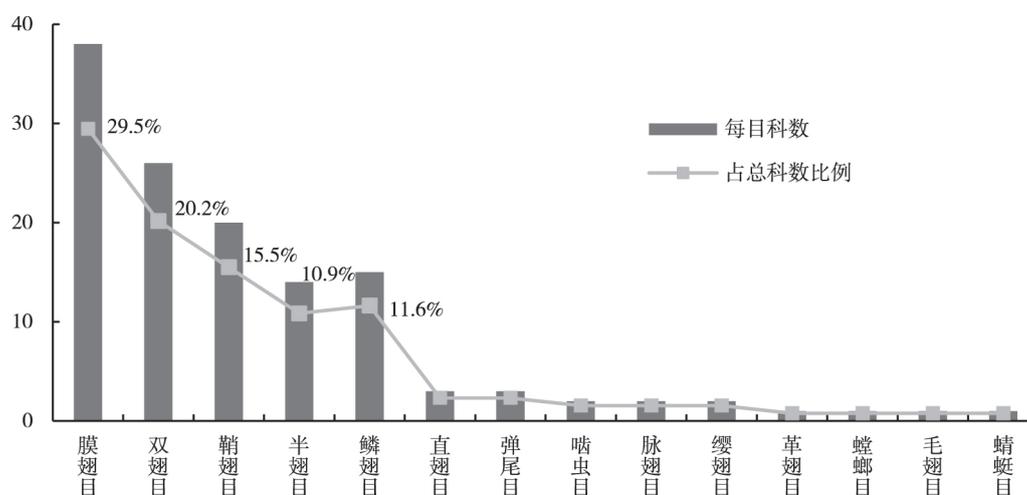


图 1 昆虫目级群落结构分析

Fig. 1 Analysis of insect family community structure

## 2.2 鲁南花生昆虫科级群落组成结构

试验点试验期内共采得膜翅目 13 720 头, 计 38 科, 其中以金小蜂科、姬蜂科、茧蜂科为主, 分别占膜翅目总数的 24.32%、21.87% 和 19.77%。共采得双翅目 31 007 头, 计 26 科, 以花蝇科、瘿蚊科、潜蝇科和长足虻科为主, 分别占双翅目总数的 19.75%、12.94%、11.38% 和 9.25%。共采得鞘翅目 2 841 头, 计 20 科, 以天牛科、瓢甲科、叶甲科为主, 分别占鞘翅目总数的 25.70%、22.25% 和 18.16%。共采得半翅目 14 014 头, 计 14 科, 其中以叶蝉科和长蝽科为主, 分别占半翅目总数的 70.30% 和 19.95%。共采得鳞翅目 2 449 头, 计 15 科, 以夜蛾科、卷叶蛾科和螟蛾科为主, 分别占鳞翅目总数的 36.87%、35.89% 和 11.60%。共采得弹尾目 2 422 头, 计 3 科, 以跳虫科、圆跳虫科和棘跳虫科为主, 分别占弹尾目总数的 56.35%、22.48% 和 21.17% (表 1)。

## 2.3 鲁南花生花生昆虫群落结构特征值时间动态分析

为避免出现短期内收集昆虫数目过大、恶劣天气影响马来氏网装置摆放、酒精瓶酒精量降低

等各种不利因素影响, 在花生种植期间 (5 - 9 月) 增加了调查密度, 达到每周调查收集一次, 花生收获后 (9 月 - 次年 4 月) 保持每 2 周一次。为体现周期一致性, 以下各项指标按照月为单位进行分析。

### 2.3.1 花生昆虫群落结构多样性指数时间动态

在花生生长的结痂期、成熟期 (2014 年 6 - 9 月) 昆虫群落结构多样性指数维持在 2.2304 以上, 最高值为 2014 年 6 月的 3.3212, 花生收获后 (2014 年 10 月 - 2015 年 4 月) 一直持续走低, 在 2015 年 2 月降到最低水平 0.4262, 随着天气转暖昆虫群落结构多样性指数又逐步回升 (图 2)。

### 2.3.2 花生昆虫群落相对丰度时间动态

试验期内昆虫群落相对丰度高低与花生的生长变化吻合度较高 (图 3), 其群落丰盛度最高值出现在 2014 年 8 月为 9 956, 正值花生成熟末期。群落相对丰度的短期变化易受到降水、降温等气象条件影响, 其中 2014 年 7 月相对丰度指数剧烈下降的主要原因是该地区当年 7 月降雨次数骤增, 其中降雨量超过 5 mm 的有 8 次, 达到暴雨级别的有 4 次, 影响了昆虫的采食和存活率。

表 1 昆虫科级群落结构分析  
Table 1 Analysis of insect family community structure

膜翅目 Hymenoptera			双翅目 Diptera			鞘翅目 Coleoptera		
科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion	科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion	科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion
金小蜂科 Pteromalidae	3 337	24. 32	花蝇科 Anthomyiidae	6 123	19. 75	天牛科 Cerambycidae	730	25. 70
姬蜂科 Ichneumonidae	3 001	21. 87	瘿蚊科 Cecidomyiidae	4 013	12. 94	瓢甲科 Coccinellidae	632	22. 25
茧蜂科 Braconidae	2 713	19. 77	潜蝇科 Agromyzidae	3 528	11. 38	叶甲科 Chrysomelidae	516	18. 16
缘腹细蜂科 Scelionidae	1 163	8. 48	长足虻科 Dolichopodidae	2 867	9. 25	露尾甲科 Nitidulidae	323	11. 37
瘿蜂科 Cynipidae	1 000	7. 29	蚤蝇科 Phoridae	2 181	7. 03	薪甲科 Latridiidae	314	11. 05
跳小蜂科 Encyrtidae	453	3. 30	食蚜蝇科 Syrphidae	1 884	6. 08	锯谷盗科 Silvanidae	137	4. 82
姬小蜂科 Eulophidae	420	3. 06	菌蚊科 Mycetophilidae	1 813	5. 85	隐翅虫科 Staphylinidae	65	2. 29
巨胸小蜂科 Perilampidae	242	1. 76	寄蝇科 Tachinidae	1 478	4. 77	象甲科 Curculionidae	29	1. 02
大痣细蜂科 Megaspilidae	234	1. 71	缟蝇科 Lauaxaaiidae	1 403	4. 52	拟瓢甲科 Endomychidae	27	0. 95
缨小蜂科 Mymaridae	225	1. 64	麻蝇科 Sarcophagidae	1 225	3. 95	步甲科 Carabidae	24	0. 84
蚁科 Formicidae	184	1. 34	蝇科 Muscidae	1 128	3. 64	花蚤科 Mordellidae	14	0. 49
匙胸瘿蜂科 Eucollidae	117	0. 85	毛蠓科 Psychodidae	718	2. 32	豆象科 Bruchidae	8	0. 28
广肩小蜂科 Eurytomidae	107	0. 78	果蝇科 Drosophilidae	635	2. 05	锹甲科 Lucanidae	7	0. 25
小蜂科 Chalcididae	85	0. 62	实蝇科 Tephritidae	587	1. 89	负泥虫科 Crioceridae	6	0. 21
泥蜂科 Sphecidae	81	0. 59	摇蚊科 Chironomidae	426	1. 37	鳃金龟科 Melolonthidae	2	0. 07
肿腿蜂科 Bethyidae	71	0. 52	眼蕈蚊科 Mycetophilidae	372	1. 20	丽金龟科 Rutelidae	2	0. 07
隧蜂科 Halictidae	38	0. 28	水虻科 Stratiomyidae	189	0. 61	虎甲科 Cicindelidae	2	0. 07
蛛蜂科 Pompilidae	29	0. 21	头蝇科 Pipunculidae	105	0. 34	蚊甲科 Pselaphidae	1	0. 04

续表 1 Continued table 1

膜翅目 Hymenoptera			双翅目 Diptera			鞘翅目 Coleoptera		
科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion	科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion	科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion
叶蜂科 Tenthredinidae	29	0.21	水蝇科 Ephydriidae	89	0.29	肖叶甲科 Eumolpidae	1	0.04
螫蜂科 Dryinidae	29	0.21	丽蝇科 Calliphoridae	87	0.28	吉丁虫科 Buprestidae	1	0.04
环腹瘦蜂科 Figitidae	22	0.16	蚊科 Culicidae	74	0.24	合计 Total	2 841	100.00
赤眼蜂科 Trichogrammatidae	19	0.14	禾蝇科 Opomyzidae	48	0.15			
钩土蜂科 Tiphidae	17	0.12	大蚊科 Tipulidae	14	0.05			
锤角细蜂科 Diapriidae	17	0.12	粪蚊科 Scatopsidae	13	0.04			
分盾细蜂科 Ceraphronidae	15	0.11	虻科 Tabanidae	4	0.01			
细蜂科 Serphidae	14	0.10	秆蝇科 Chloropidae	2	0.01			
长尾小蜂科 Torymidae	9	0.07	合计 Total	31 007	100.00			
扁股小蜂 Elasmidae	9	0.07						
蚁蜂科 Mutillidae	7	0.05						
青蜂科 Chrysididae	7	0.05						
螺赢科 Eumenidae	7	0.05						
广腹细蜂科 platygasteridae	7	0.05						
柄腹细蜂科 Heloridae	5	0.04						
柄腹柄翅缨小蜂科 Mymarommatidae	3	0.02						
蜜蜂科 Apidae	2	0.01						
土蜂科 Scoliidae	1	0.01						
切叶蜂科 Megachile	1	0.01						
合计 Total	13 720	100.00						

续表 1 Continued table 1

半翅目 Hemiptera			鳞翅目 Lepidoptera			弹尾目 Collembola		
科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion	科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion	科 Family	数量 (头) Quantity	比例 (%) Proportion
叶蝉科 Cicadellidae	9 852	70.30	夜蛾科 Noctuidae	903	36.87	跳虫科 Poduridae	1 376	56.35
长蝽科 Lygaeidae	2 796	19.95	卷叶蛾科 Tortricidae	879	35.89	圆跳虫科 Sminthuridae	549	22.48
蚜科 Aphididae	464	3.31	螟蛾科 Pyralidae	284	11.60	棘跳虫科 Onychiuridae	517	21.17
木虱科 Psyllidae	400	2.85	菜蛾科 Plutellidae	169	6.90	合计 Total	2 442	100.00
盲蝽科 Miridae	153	1.09	粉蝶科 Pieridae	101	4.12			
花蝽科 anthocoridae	131	0.93	麦蛾科 Gelechiidae	29	1.18			
缘蝽科 Coreidae	87	0.62	谷蛾科 Tineidae	25	1.02			
粉虱科 Aleyrodidae	67	0.48	尺蛾科 Geometridae	16	0.65			
飞虱科 Delphacidae	52	0.37	蛱蝶科 Nymphalidae	15	0.61			
蝽科 Pentatomidae	5	0.04	细蛾科 Gracilariidae	12	0.49			
盾蝽科 Scutelleridae	3	0.02	灰蝶科 Lycaenidae	6	0.24			
网蝽科 Tingidae	2	0.01	巢蛾科 Yponomeutidae	6	0.24			
猎蝽科 Reduviidae	1	0.01	羽蛾科 Pterophoridae	2	0.08			
蜡蝉科 Fulgoridae	1	0.01	天蛾科 Sphingidae	1	0.04			
合计 Total	14 014	100.00	弄蝶科 Hesperiidae	1	0.04			
			合计 Total	2 449	100.00			

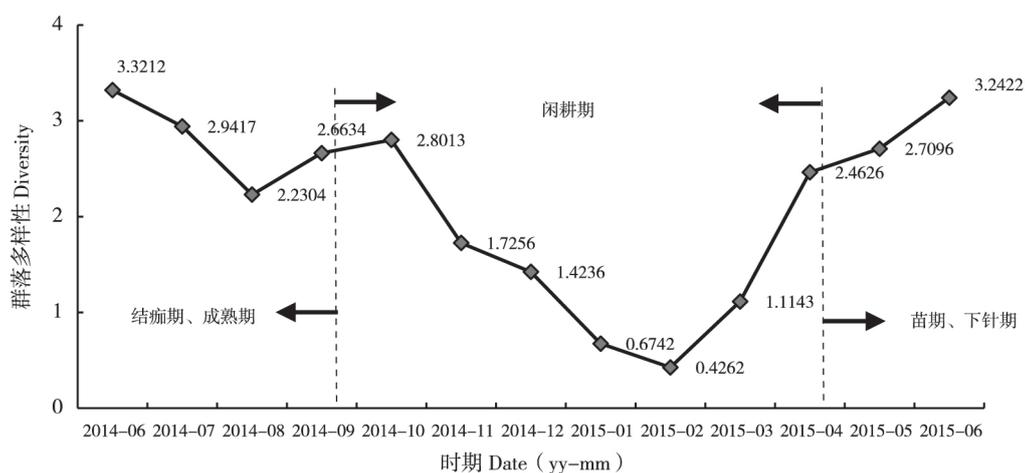
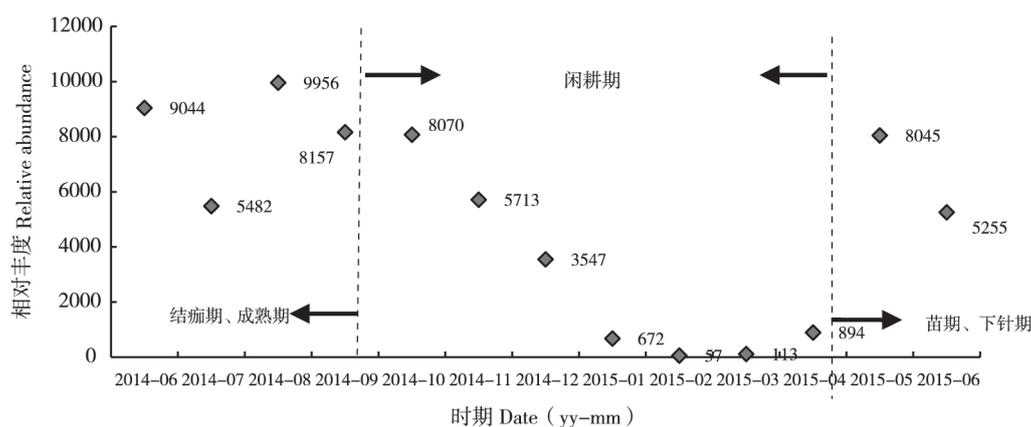
图2 昆虫群落多样性 ( $H'$ ) 时间动态Fig. 2 Temporal dynamic of diversity index ( $H'$ ) of insect communities图3 昆虫群落相对丰度 ( $P_i$ )

Fig. 3 Temporal dynamic of relative abundance of insect communities

### 2.3.3 花生昆虫群落结构科级丰富度时间动态

在花生结痂期、成熟期 (2014年6-9月) 昆虫群落科级丰富度指数维持在68以上, 最高值为2014年6月的83, 花生收获后 (2014年10月-2015年4月) 随着气温的降低一直持续走低, 在2015年2月降到试验期内的最低水平, 随着天气转暖昆虫群落结构多样性指数又逐步回升 (图4)。其中, 2015年5月群落丰富度指数较上月有所降低且仅为41的原因主要是持续阴雨天气影响, 飞行取食的昆虫活动受到制约。

### 2.3.4 花生昆虫群落结构均匀度时间动态

昆虫群落结构均匀度指数在试验期内浮动较大, 范围在0.1137~0.7613 (图5), 其中在2014年6月份均与度指数达到最高值 (0.7613)。花生收获后的闲耕期内 (2014年10月-2015年4月) 昆虫群落结构均匀度指数一直持续走低, 在2015年2月降到试验期内的最低水平0.1137。

### 2.3.5 花生昆虫群落优势集中指数时间动态

整个试验期昆虫群落优势集中指数变化较为剧烈 (图6), 2014年8月最高达到0.2134, 最低为2014年12月的0.0172。群落优势集中指数变化可以从侧面反映该群落多样性特征。优势度指数越大, 表明昆虫群落内不同种类昆虫数量分布越不均匀, 这个阶段越易出现虫害危险, 需要及时采取防虫、治虫措施。

## 2.4 鲁南花生昆虫主要类群发生动态分析

试验点花生田的主要类群动态变化如图7所示。整体来看, 试验期内昆虫的活动高峰期出现在8月至10月, 各个主要类群的高峰期均出现在此阶段内; 花生成熟收获后, 随着气温的逐渐降低, 主要类群个体数减少。

分科来看, 该地区收集到最多的害虫类群为叶蝉科, 试验期内共捕获11952头, 花生生长各个时期内均有不同程度的发生, 其活动高峰出现

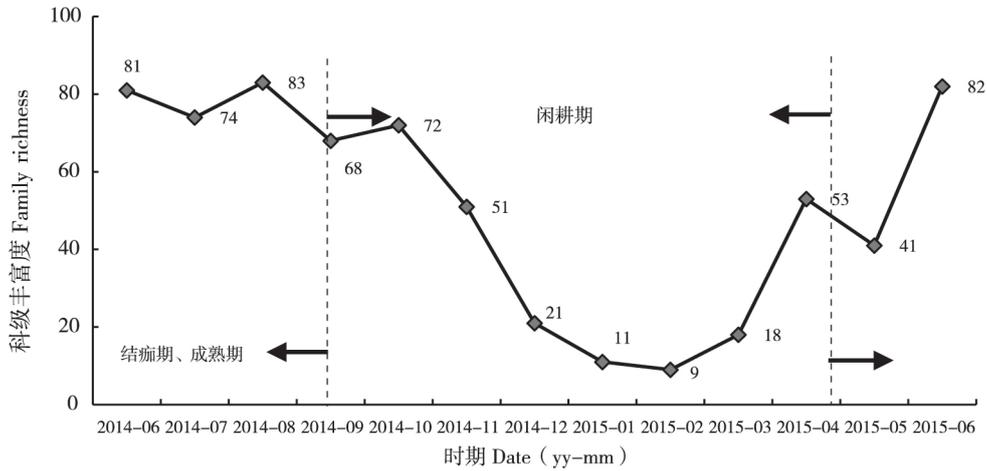


图 4 昆虫群落结构科级丰富度 (S)

Fig. 4 Temporal dynamic of family richness (S) of insect communities

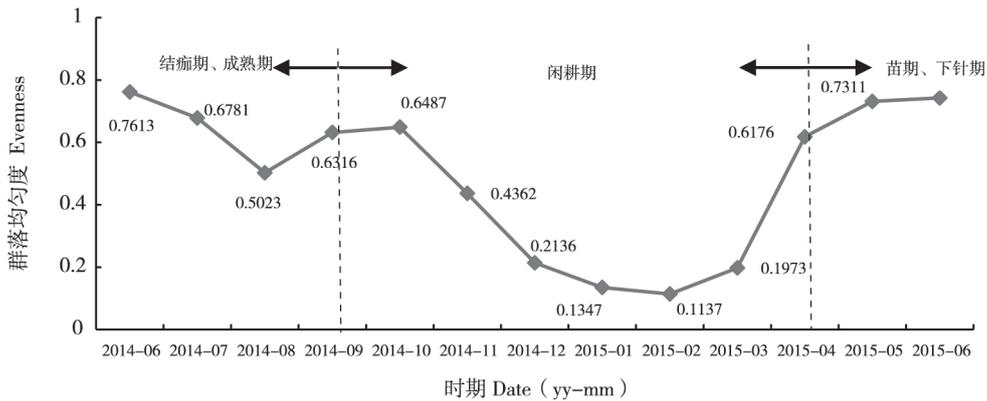


图 5 昆虫群落均匀度 (J)

Fig. 5 Temporal dynamic of evenness (J) of insect communities

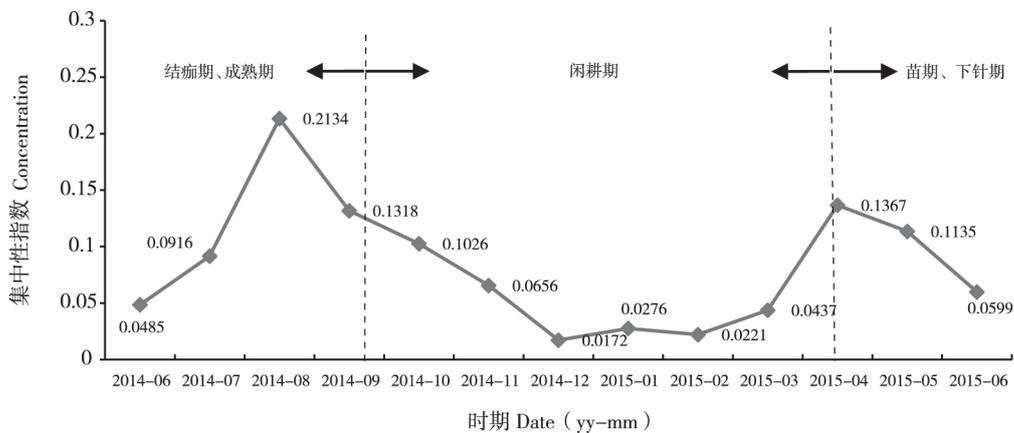


图 6 昆虫群落优势集中指数 (C)

Fig. 6 Temporal dynamic of ecological dominance (C) of insect communities

在 8 月至 10 月, 最高达 1 574 头; 花蝇科主要发生在 8 月到 11 月初, 为该地区最多的天敌类群, 其活动高峰出现在 8 月下旬和 10 月中下旬, 最多时分别达到 1 804 头和 1 150 头; 金小蜂科、姬蜂

科主要发生在 8 月到 10 月, 其活动高峰都出现在 10 月份, 金小蜂科和姬蜂科分别最多达 551 头和 530 头; 瘿蚊科和潜蝇科观测期内除月均气温低于 10℃ 的 11 月下旬至次年 2 月基本未出现外, 其他

时间段都发生变化不大,最高峰都发生在6月下旬,分别达到181头和451头;长足虻科主要发生在6月、9月和10月,其最高峰发生在9月中旬,最高达702头;蚤蝇科主要发生在9月中下旬到11月上旬,其活动最高峰出现在10月中下旬,最高达494头;瓢甲科其活动高峰出现在6月,最高达240头;长蝽科主要发生在6月下旬至8月,其活动最高峰出现在8月中旬,最高达554头;夜蛾科主要发生在6月中下旬至7月初及次年的3月至5月,其活动最高峰发生在7月初,最高达496头;

卷叶蛾科在花生各个时期均有出现,其活动最高峰发生在10月中旬,最高为159头。

从科级水平来看,主要花生害虫有叶蝉科(18.39%)、夜蛾科(4.32%)和潜蝇科(3.49%);主要花生天敌有花蝇科(12.23%)、长足虻科(5.28%)、金小蜂科(4.84%)、长蝽科(4.50%)和姬蜂科(4.12%)。主要类群中天敌与害虫共捕获37118个,天敌与害虫个体数量比为1:0.84。

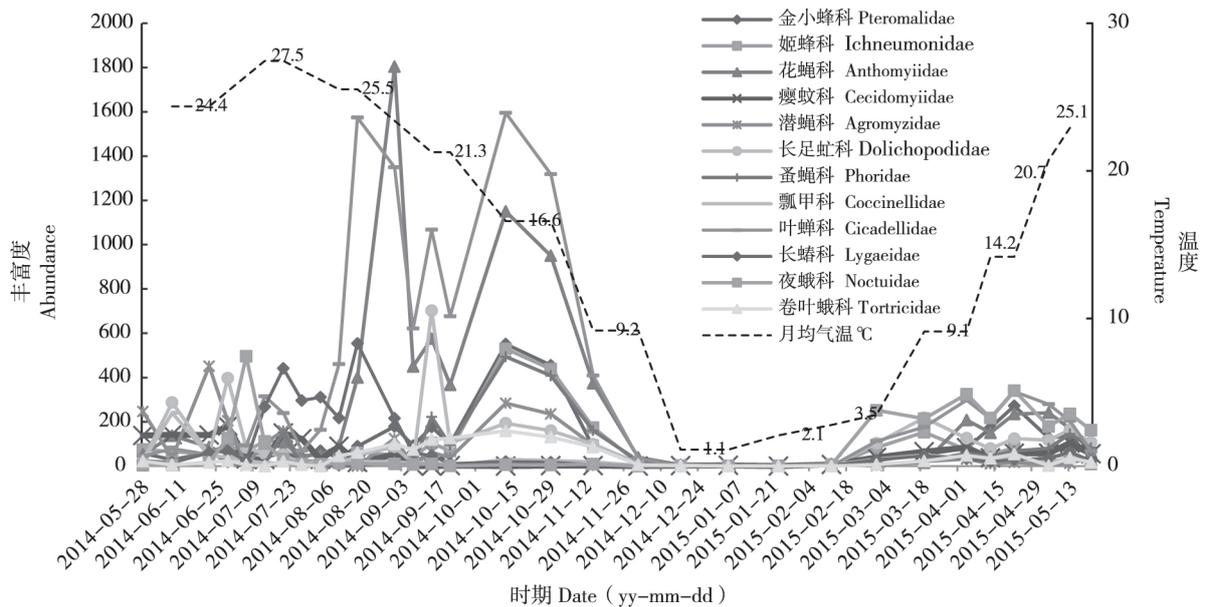


图7 鲁南花生昆虫主要类群动态及月均气温变化

Fig. 7 Dynamics of major groups and changes of monthly mean temperature in peanut field in the South of Shandong

### 3 讨论与结论

昆虫群落是否稳定是自然生态系统健康与否的生动反映,正相关性越强则其稳定性越高(张锋等,2007;暴晓等,2010;王珊珊等,2012;韩争伟等,2013)。分析本实验所采用的马来氏网法具有收集时间长、人力需要少、环境适应性强、样品保存方便、分析结果明晰可靠等优点,适用于基础普查工作,但对某种类群例如鳞翅目昆虫进行研究时还应配合使用更具有针对性的收集方法(Straub *et al.*, 2018; 秦胜楠等, 2018; 王明辉等, 2018)。

调查期内(2014年6月到2015年6月),试验点共获得昆虫样本65005头,分属于14目、129科。科级总数在位次靠前的目有膜翅目

(38科),双翅目(26科),鞘翅目(20科),鳞翅目(15科),半翅目(14科)。从科级水平来看,主要花生害虫有叶蝉科、夜蛾科和潜蝇科;主要花生天敌有花蝇科、长足虻科、金小蜂科、长蝽科和姬蜂科。调查结果显示,鲁南地区花生害虫天敌类群丰富,天敌数量庞大,害虫灾害大规模爆发的可能性较低。

该地区群落结构多样性指数在0.4262~3.3212之间,峰值出现在2014年6月(3.3312);相对丰度峰值出现在花生繁育期,时间是2014年8月(9956);科级丰富度峰值出现在2014年8月(83);群落均匀度指数在0.1137~0.7613之间,峰值出现在2014年6月(0.7613);优势集中指数在0.0172~0.2134之间,峰值出现在2014年8月(0.2134)。花生生长旺盛期内(2014年6月到9月),昆虫群落多样性特征指数、丰富度和均

匀度指数维持在较高水平, 而优势度指数较低。在花生闲耕期昆虫群落多样性指数维持在较低水平, 而优势度指数较高。出现生长旺盛期和闲耕期指数差异的原因, 可能是受降水、降温等气象因子变化所导致不同类昆虫的环境适应性差异(谢明惠等, 2015; 王明辉等, 2018)。

本研究首次利用马来氏网法在山东鲁南地区花生产区开展昆虫群落调查, 阐述了临沂市花生田昆虫群落结构和动态变化, 为进一步研究鲁南地区花生有害昆虫防治提供了基础数据。保护天敌, 掌握天敌昆虫群落与植食性昆虫群落之间的消长规律, 是做好生物防治, 降低农药使用量及其对环境的损伤, 绿色发展该地区花生产业的关键一步。下一步将继续坚持并完善监测内容, 有针对性的扩大试验范围, 获得更完备的花生害虫发生动态数据, 分析害虫发生原因, 制定及时、科学、有效的害虫防治策略。

#### 参考文献 (References)

- Bao X, Lv XG, Zhang F. Insect diversity in different forests near the annular wetland of Sanjiang Plain [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2010, 24 (2): 137-140. [暴晓, 吕宪国, 张帆. 三江平原典型湿地不同林型昆虫物种多样性研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24 (2): 137-140]
- Han ZW, Ma L, Cao CW, et al. The structure and diversity of insect community in Taihu Wetland [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33 (14): 4387-4397. [韩争伟, 马玲, 曹传旺, 等. 太湖湿地昆虫群落结构及多样性 [J]. 生态学报, 2013, 33 (14): 4387-4397]
- Liu Y, Zhu SC, Ren ZW, et al. The structure and diversity of insect community in main peach orchards of Zhejiang Province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2017, 39 (6): 1225-1234. [刘雅, 朱世城, 任鑽威, 等. 浙江主要桃产区桃园昆虫群落结构及多样性研究 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (6): 1225-1234]
- Qin SN, Guan XZ, Ju Q, et al. The structure and diversity of insect community in peanut fields in Laixi, Shandong Province [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2018, 55 (2): 294-303. [秦胜楠, 管晓志, 鞠倩, 等. 山东莱西花生产区昆虫群落基本结构及多样性研究 [J]. 应用昆虫学报, 2018, 55 (2): 294-303]
- Straub CS, Finke DL, Snyder WE, et al. Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals [J]. *Biological Control*, 2008, 45 (2): 225-237.
- Tang S, Yu SL, Liao BS, et al. Industry status, existing problems and development strategy of peanut in China [J]. *Journal of Peanut Science*, 2010, 39 (3): 35-38. [汤松, 禹山林, 廖伯寿, 等. 我国花生产业现状、存在问题及发展对策 [J]. 花生学报, 2010, 39 (3): 35-38]
- Wang MH, Zeng QC, Li N, et al. Study on the structure and dynamics of insect community in peanut field of Huanggang [J]. *Journal of Peanut Science*, 2018, 47 (3): 57-61. [王明辉, 曾庆朝, 李宁, 等. 湖北省黄冈市花生田昆虫群落结构及多样性研究 [J]. 花生学报, 2018, 47 (3): 57-61]
- Wang SS, Ou KF, Xia WS, et al. Study on insect community diversity and seasonal dynamic of garden wet-lands in Wuhan City [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2012, 34 (3): 265-276. [王珊珊, 欧克芳, 夏文胜, 等. 武汉市湿地公园昆虫群落多样性及季节性动态研究 [J]. 环境昆虫学报, 2012, 34 (3): 265-276]
- Wan SB, Feng HS. Development of peanut varieties improvement and peanut production in China [J]. *Journal of Peanut Science*, 2004, 33 (3): 1-4. [万书波, 封海胜. 论我国花生品种改良与花生生产的发展 [J]. 花生学报, 2004, 33 (3): 1-4]
- Xie MH, Qu MJ, Chen HL, et al. Population dynamics of three common peanut scarabs by light trapping in Anhui Province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (5): 955-961. [谢明惠, 曲明静, 陈浩梁, 等. 安徽省花生田 3 种常见金龟子灯诱种群数量动态分析 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (5): 955-961]
- Xu TT, Gong QX, Jiang C, et al. Present and prospect of peanut industry in China [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2010, 7: 117-119. [许婷婷, 宫清轩, 江晨, 等. 我国花生产业的发展现状与前景展望 [J]. 山东农业科学, 2010, 7: 117-119]
- Yang J, Huang MH. Groundnut production in China: A review and prospect [J]. *Journal of Beijing Agricultural College*, 2002, 17 (3): 35-41. [杨静, 黄漫红. 中国的花生生产: 回顾与展望 [J]. 北京农学院学报, 2002, 17 (3): 35-41]
- Yin SZ, Wang LH, Wang YB. Analysis on structure of insect peanut community in peanut fields [J]. *Beijing Agriculture*, 2011, 15 (5): 52-54. [尹绍忠, 王刘豪, 王运兵, 等. 花生田昆虫群落结构分析 [J]. 北京农业, 2011, 15 (5): 52-54]
- You CP, Fu Y, Han JJ, et al. Occurrence and management of main peanut diseases in China [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2010, 22 (1): 97-101. [游春平, 傅莹, 韩静君, 等. 我国花生病害的种类及其防治措施 [J]. 江西农业学报, 2010, 22 (1): 97-101]
- Zhang F, Zhang SL, Chen ZJ, et al. The time structure and dynamic of insect communities in the bush vegetation restoration areas of Zhifanggou watershed in Loess hilly region [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27 (11): 4555-4562. [张锋, 张淑莲, 陈志杰, 等. 纸坊沟流域植被恢复区灌木林昆虫群落时间结构及动态 [J]. 生态学报, 2007, 27 (11): 4555-4562]
- Zhang GG, Lv JJ, Chen XD, et al. Screening of effective fungicides for peanut leaf diseases and analysis of yield increasing effect [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2010, 5: 96-97. [张贵国, 吕敬军, 陈效东, 等. 防治花生叶部病害有效药剂筛选及增产效果试验 [J]. 山东农业科学, 2010, 5: 96-97]
- Zhang GM. Occurrence and control of peanut diseases in Shandong Province [J]. *Pesticides*, 1997, 36 (4): 6-8. [张广民. 山东省花生病害的发生及防治技术 [J]. 农药, 1997, 36 (4): 6-8]