

山东莱西花生产区昆虫群落 基本结构及多样性研究*

秦胜楠^{1,2**} 管晓志^{1,2} 鞠倩¹ 李晓¹ 姜晓静¹
杜龙¹ 石程仁¹ 曲明静^{1***}

(1. 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, 青岛 266100;

2. 南京农业大学农业部病虫害监测与治理重点开放实验室, 南京 210095)

摘要 【目的】花生是山东省主要油料作物, 为阐明山东莱西花生田昆虫群落结构及多样性。【方法】2014年6月到2015年6月采用马来氏网法对该地区花生田昆虫群落结构进行了调查研究。【结果】全年共获得各类昆虫标本89 967头, 分属于13目、117科; 主要以膜翅目、鞘翅目、双翅目、鳞翅目和半翅目为主, 其中茧蜂科(膜翅目)、露尾甲科(鞘翅目)、缟蝇科(双翅目)、夜蛾科(鳞翅目)、蚜科(半翅目)为科级优势类群; 花生蚜 *Aphis craccivora* Koch、小绿叶蝉 *Jacobiasca formosana*、小地老虎 *Agrotis ypsilon*、棉铃虫 *Heliothis armigera*、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura*、异色瓢虫 *Leis axyrids*、蚜茧蜂(Aphidiidae)、啮小蜂(Tetrastichidae)、黑带食蚜蝇 *Epistrophe balteata* De Geer 等为优势种。【结论】多样性分析结果表明, 该地区花生田昆虫群落结构的多样性指数、均匀度指数和丰富度指数较高, 三者呈一致趋势, 说明莱西花生田昆虫群落具有较高稳定性。

关键词 莱西, 花生, 马来氏网, 昆虫群落结构

The structure and diversity of insect community in peanut fields in Laixi, Shandong province

QIN Sheng-Nan^{1,2**} GUAN Xiao-Zhi^{1,2} JU Qian¹ LI Xiao¹ JIANG Xiao-Jing¹
DU Long¹ SHI Cheng-Ren¹ QU Ming-Jing^{1***}

(1. Shandong Peanut Research Institute, Key Laboratory of Peanut Biology and Genetic Improvement, Ministry of Agriculture,

Qingdao 266100, China; 2. Nanjing Agricultural University, Key Laboratory of Monitoring and Management of

Plant Disease and Insects, Ministry of Agriculture, Nanjing 210095, China)

Abstract 【Objectives】To clarify the structure and diversity of insect communities in peanut fields in Laixi, Shandong province. 【Methods】The insect community structure of peanut fields was investigated using malaise trapping from June 2014 to June 2015. 【Results】A total of 89 967 insects from 13 orders and 117 families were collected throughout the year. The main orders were the Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera and Hemiptera, and the dominant families in each order were the Braconidae (Hymenoptera), Nitidulidae (Coleoptera), Lauxaniidae (Diptera), Noctuidae (Lepidoptera) and Aphididae (Hemiptera). 【Conclusion】The results of diversity analysis show that diversity, evenness, and richness, indices were consistently high in peanut fields. These results indicate that the insect community structure in Laixi peanut fields has high stability.

Key words Laixi, peanut, Malaise trap, insect community structure

*资助项目 Supported projects: 国家花生产业技术体系 (CARS-14); 山东省农业科学院青年科研基金 (2014QNM26)

**第一作者 First author, E-mail: 727260385@qq.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: 312780511@qq.com

收稿日期 Received: 2017-05-23, 接受日期 Accepted: 2018-01-08

花生是我国最重要的油料作物之一, 具有很高的营养价值、经济价值和药用价值(吕巨智等, 2009)。近几年, 为保障食用油安全, 花生种植区域和种植面积不断扩大, 全国已突破 466.7 万 hm^2 , 连年大面积的种植使得各类害虫发生严重, 对花生生产造成重大威胁(冯建雄等, 2010), 目前我国关于花生田昆虫基础数据资料多为某一地区、某一种害虫及其发生动态, 研究基础薄弱不系统。昆虫群落结构组成及发生动态知识的缺乏, 不利于了解花生田昆虫发生规律与动态、制定科学有效的害虫防治措施(尹邵忠等, 2011)。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(杨静, 2002 ;刘瑶, 2014)。莱西市为山东大花生传统产区, 在国家花生产业技术体系项目的资助下, 开展花生昆虫群落结构及多样性的系统调查, 试图阐明该地区的昆虫群落发生及演变状况(尤平等, 2006 ; Song *et al.*, 2007 ; Gu *et al.*, 2011), 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 调查地区、时间与研究方法

1.1 调查地点和时间

调查在山东省青岛市莱西市望城镇山东省花生研究所试验田 ($36^{\circ}48'46''\text{N}$, $120^{\circ}30'5''\text{E}$) 进行, 调查从 2014 年 6 月到 2015 年 6 月进行, 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, 收集瓶做好标签后, 统一寄到山东省花生研究所进行分类统计。

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法 试验采取马来氏网取样法进行(图 1), 马来氏网购自中国科学院动物研究所, 设置在花生田核心区, 要求通风且阳光充足。安装需要各条固定绳索拉紧, 使得各网面抻平绷紧; 网脊的倾斜角度在 35° - 45° 为宜。黑色阻隔筛网与地面之间不要有缝隙, 以便爬行类昆虫的

收集。收集瓶中酒精 (95%以上) 保持在半瓶以上。花生收获后, 继续放在该地收集到 12 月份, 由于莱西花生样点田属于轮作区, 因此第 2 年将马来氏网移至相邻的花生田中收集。试验区域 333.5 m^2 地内不喷洒杀虫剂, 记录该地区植被及栽培管理气象资料数据。



图 1 马来氏网花生田间安装效果图
Fig. 1 The Malaise trap in peanut field

1.2.2 数据处理 本文数据通过 Excel 2010 进行统计分析, 运用生态学的分析方法进行分析(韩争伟等, 2013 ;韦柳妮, 2014 ;吴亮亮, 2014 ;黄欣, 2015 ;赵海燕, 2015), 主要分析以下参数。

1.2.2.1 相对丰盛度 (Relative abundance) 表示的是昆虫群落中各科丰盛度与总丰盛度的比值。

$$P_i = N_i / N$$

其中 N_i 为第 i 个科中丰盛度, N 为群落内总个体数。

1.2.2.2 群落多样性 (Diversity) 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。

1.2.2.3 科级丰富度 (Family richness) 表示的是昆虫群落包含的所有的科数, 用 “ S ” 表示。

1.2.2.4 群落均匀度 (Evenness) 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。

1.2.2.5 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 山东莱西花生田昆虫目级群落结构分析

2014 年 6 月到 2015 年 6 月, 共获得昆虫样本 89 967 头, 分属于 13 目、117 科。其中, 膜翅目有 35 个科, 占该地区昆虫总科数的 29.91%, 以茧蜂科为主; 鞘翅目有 19 个科, 占总科数的 16.24%, 以露尾甲科为主; 半翅目有 15 个科, 占总科数的 12.82%, 以蚜科为主; 双翅目有 26 个科, 占总科数的 22.22%, 以缟蝇科为主; 鳞翅目有 12 个科, 占总科数的 10.26%, 以夜蛾科为主; 缨翅目和脉翅目各有 2 个科, 占总科数的 1.71%; 直翅目、弹尾目、革翅目、啮虫目和毛翅目和螳螂目都仅有 1 个科, 占总科数的 0.85% (图 2、表 1)。

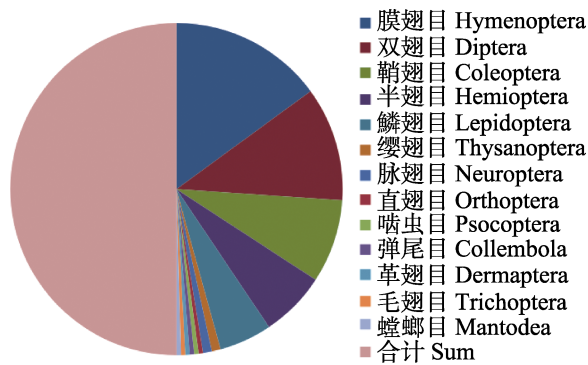


图 2 莱西地区花生田昆虫群落组成结构
Fig. 2 The structure of insect community in peanut field from Laixi region

2.2 山东莱西花生田科级昆虫群落结构分析

莱西地区共采得鞘翅目 5 683 头, 19 科, 其中以露尾甲科和瓢甲科为主, 共占鞘翅目总数 78.13%, 其中露尾甲科占总数的 60.34%; 瓢甲科占总数的 17.79%。共采得半翅目 56 968 头, 15 科, 以蚜科和叶蝉科为主, 共占半翅目总数 97.63%, 其中蚜科占总数的 86.66%; 叶蝉科占总数的 10.97%。共采得双翅目 10 108 头, 26 科, 以潜蝇科、缟蝇科为主, 共占双翅目总数 30.36%, 其中缟蝇科占总数的 15.94%; 潜蝇科占总数的 14.42%。共采得鳞翅目 743 头, 12 科, 其中以卷叶蛾科、夜蛾科和菜蛾科为主, 共占鳞

翅目总数 79.21%, 其中夜蛾科共有 218 头, 占总数的 29.34%; 卷叶蛾科共有 183 头, 占鳞翅目总数的 24.63%; 菜蛾科共有 189 头, 占总数的 25.44%。共采得膜翅目 11 999 头, 35 科, 以金小蜂、姬小蜂科和茧蜂科为主, 共占膜翅目总数 65.02%, 其中茧蜂科占总数的 33.64%; 姬小蜂科占总数的 18.95%; 金小蜂科占膜翅目总数的 12.43%。

2.3 山东莱西地区花生田昆虫群落结构特征值时间动态分析

2.3.1 花生田昆虫群落丰盛度时间动态 (P_i) 如图 3 所示, 2014 年花生生长期间, 丰盛度指数维持在较稳定水平, 9 月份花生收获后指数开始下降并持续走低, 到 2015 年 2 月份达到最低 118, 3 月份开始急剧上升, 4 月份达到 39 527, 5 月份花生播种后又恢复到较低稳定水平。

2.3.2 花生田昆虫群落结构多样性指数时间动态 (H') 如图 4 所示, 2014 年 6-9 月花生生长期多样性指数维持在较高水平, 最高值为 8 月 3.152 1, 最低为 9 月份 2.494 7, 花生收获后指数持续走低, 在次年 4 月达到最低水平 0.143 7, 5 月花生播种后迅速回升至 2.034 2 后逐渐上升。

2.3.3 花生田昆虫群落结构科级丰富度时间动态 (S) 如图 5 所示, 2014 年花生生长期间 (6-9 月) 持续在较高水平, 9 月份达到最高值 87, 从 9 月份开始下降, 到次年 2 月份达到最低值 10, 从 3 月份开始上升, 到 5 月份播种后维持在较高水平。

2.3.4 花生田昆虫群落结构均匀度时间动态 (J) 如图 6 所示, 山东莱西地区除了 2015 年 4 月份外, 其他时期均匀度指数保持在 0.46 以上, 均匀度指数最高点在 2014 年的 8 月, 为 0.723 5, 最低点出现在 2015 年的 4 月, 为 0.044 6。

2.3.5 花生田昆虫群落生态优势集中指数时间动态 (C) 优势集中指数结果表明: 2014 年花生生长期优势集中度不明显维持在较低水平, 9 月份达到最高 0.2401。整个冬季 10 月份到次年 4 月份优势集中度较高, 4 月份达到最高 0.9552, 随后花生播种后降低。

表 1 莱西地区花生田科级昆虫群落结构
Table 1 The community structure of family insect communities in peanut fields from Laixi region

膜翅目 Hymenoptera				双翅目 Diptera				鞘翅目 Coleoptera				半翅目 Hemiptera				鳞翅目 Lepidoptera			
科 Family	数量(头) Quantity	比例(%) Percentage	科 Family	数量 (头) Quantity	比例(%) Percentage	科 Family	数量(头) Quantity	比例(%) Percentage	科 Family	数量 (头) Quantity	比例(%) Percentage	科 Family	数量 (头) Quantity	比例(%) Percentage	科 Family	数量(头) Quantity	比例(%) Percentage		
茧蜂科 Braconidae	4 037	33.64	摇蚊科 Chironomidae	1 243	12.30	露尾甲科 Nitidulidae	3 429	60.34	叶蝉科 Cicadellidae	6 250	10.97	卷叶蛾科 Tortricidae	183	24.63					
姬蜂科 Ichneumonidae	2 274	18.95	毛蠓科 Psychodidae	377	3.73	瓢甲科 Coccinellidae	1 011	17.79	蚜科 Aphididae	49 371	86.66	夜蛾科 Noctuidae	218	29.34					
金小蜂科 Pteromalidae	1 492	12.43	瘿蚊科 Cecidomyiidae	147	1.45	藟甲科 Lathridiidae	150	2.64	粉虱科 Aleyrodidae	579	1.02	螟蛾科 Pyralidae	15	2.02					
瘦蜂科 Cynipidae	904	7.53	花蝇科 Anthomyiidae	1 275	12.61	叶甲科 Chrysomelidae	58	1.02	飞虱科 Delphacidae	223	0.39	菜蛾科 Plutellidae	189	25.44					
跳小蜂科 Encyrtidae	369	3.08	长足虹科 Dolichopodidae	910	9.00	锯谷盗科 Silvanidae	438	7.71	花蝽科 Anthocoridae	212	0.37	粉蝶科 Pieridae	12	1.62					
缘腹细蜂科 Scelionidae	704	5.87	潜蝇科 Agramyzidae	1 458	14.42	隐翅虫科 Staphylinidae	195	3.43	长蝽科 Lygaeidae Schilling	125	0.22	羽蛾科 Pterophoridae	10	1.35					
隧蜂科 Halictidae	55	0.46	菌蚊科 Mycetophilidae	102	1.01	步甲科 Carabidae	281	4.94	盲蝽科 Miridae	179	0.31	麦蛾科 Gelechiidae	91	12.25					
姬小蜂科 Eulophidae	89	0.74	蚤蝇科 Phoridae	575	5.69	象甲科 Curculionidae	11	0.19	木虱科 Psyllidae	51	0.10	尺蛾科 Geometridae	10	1.35					
缨小蜂科 Mymaridae	577	4.81	眼蕈蚊科 Mycetophilidae	226	2.24	豆象科 Bruchidae	22	0.39	网蝽科 Tingidae	1	0.002	谷蛾科 Tineidae	12	1.62					
蚊科 Formicidae	644	5.37	寄蝇科 Tachinidae	190	1.88	负泥虫科 Cricoceridae	25	0.44	蝽科 Pentatomidae	13	0.02	蛱蝶科 Nymphalidae	2	0.27					
泥蜂科 Sphecidae	37	0.31	食蚜蝇科 Syrphidae	668	6.61	鳃金龟科 Melolonthidae	10	0.17	猎蝽科 Reduviidae	4	0.01	毒蛾科 Lymantriidae	1	0.13					
小蜂科 Chalcididae	13	0.11	果蝇科 Drosophilidae	141	1.39	叩甲科 Elateridae	4	0.07	蜡蝉科 Fulgoridae	1	0.002	合计 Total	743	100					
分盾细蜂科 Ceraphronidae	170	1.42	蝇科 Muscidae	148	1.46	花蚤科 Mordellidae	2	0.04	粒脉蜡蝉科 Meenoplidae	1	0.002								

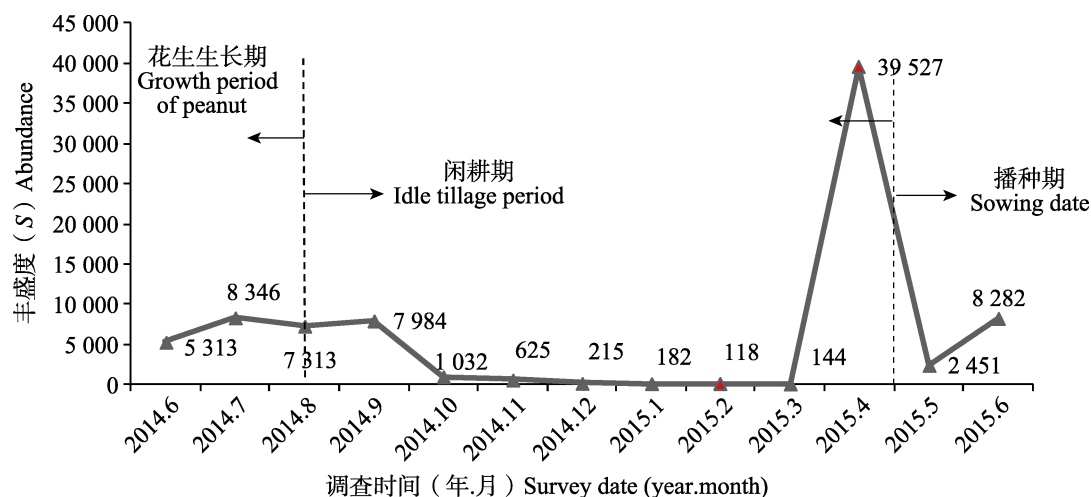


图3 莱西花生田昆虫群落丰盛度

Fig. 3 Temporal dynamic of abundances of insect communities in peanut fields of Laixi region

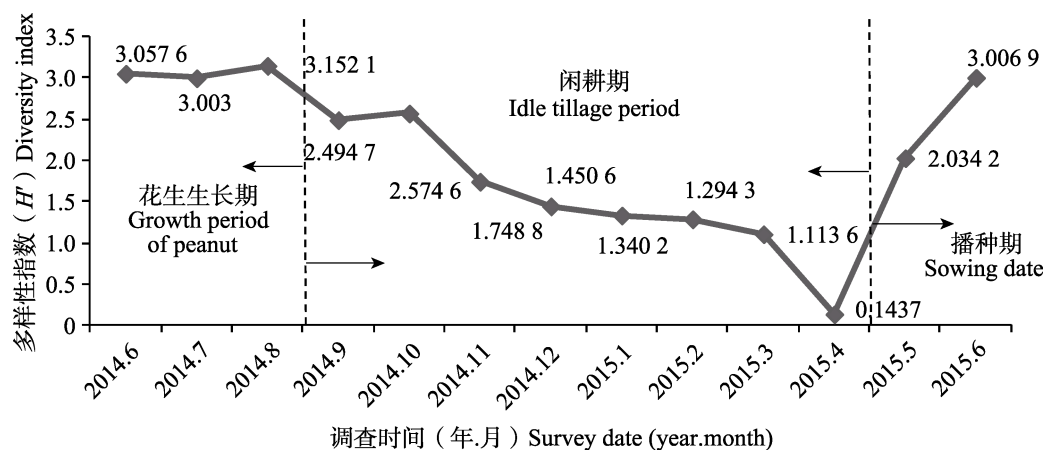
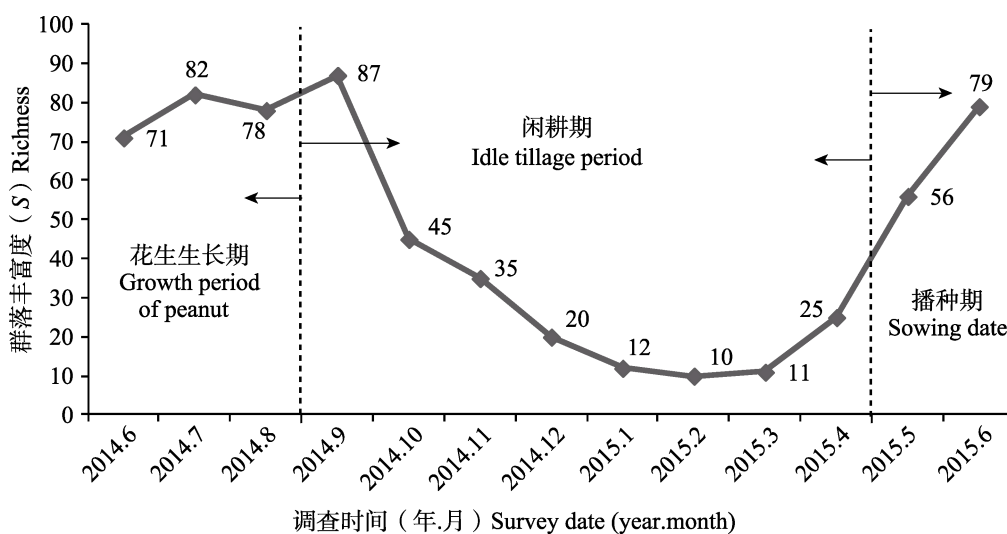
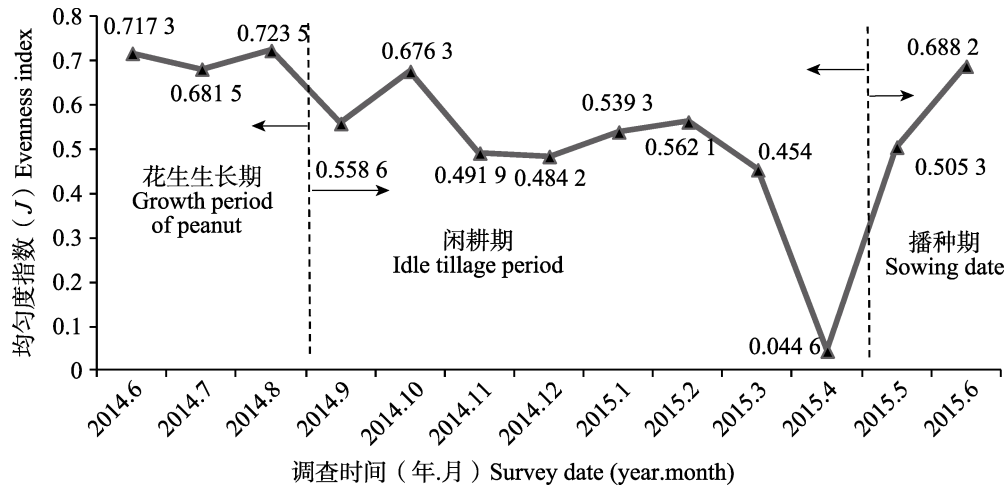
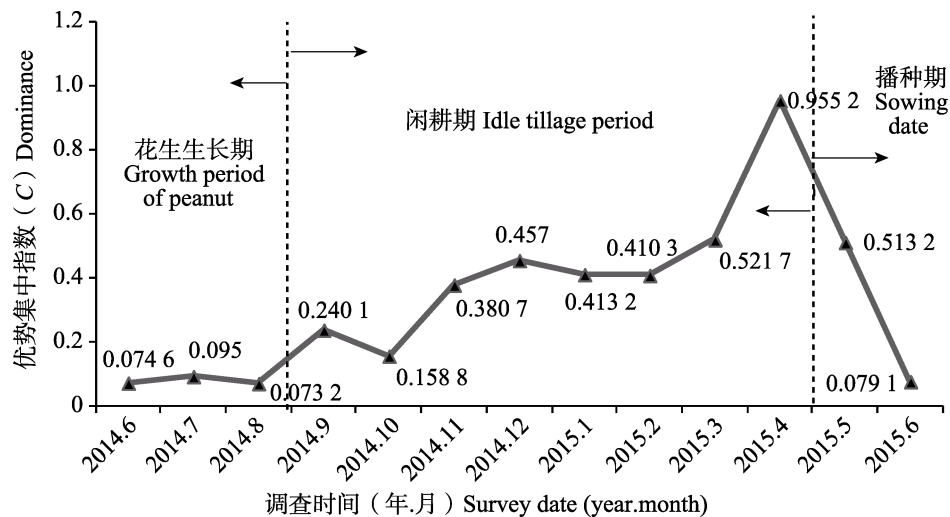
图4 莱西花生田昆虫群落多样性 (H') 时间动态Fig. 4 Temporal dynamic of diversity index (H') of insect communities in peanut fields of Laixi region

图5 莱西花生田昆虫群落丰 Ri 富度 (S)

Fig. 5 Temporal dynamic of richness (S) of insect communities in peanut fields of Laixi region

图 6 莱西花生田昆虫群落均匀度 (J)Fig. 6 Temporal dynamic of evenness (J) of insect communities in peanut fields of Laixi region图 7 莱西花生田昆虫群落优势集中指数 (C)Fig. 7 Temporal dynamic of ecological dominance(C) of insect communities in peanut fields of Laixi region

2.4 山东莱西花生田主要昆虫类群发生动态分析

如图 8 所示: 2014 年 5 月中下旬开始, 先蓟马科、蚜科和茧蜂科达到一个小高峰, 随后 6 月瓢甲科、金小蜂科和卷叶蛾科数量开始增加达到一个高峰, 蓟马科也达到第二个高峰, 其他主要类群也逐渐增加。7 月初主要类群发生量较少, 在 7 月中旬叶蝉科、卷叶蛾科和茧蜂科达到一个小高峰, 随后蚜科、蓟马科和瓢甲科也逐渐增加, 达到一个小高峰; 8 月份瓢甲科、蚜科发生量下降, 叶蝉科发生量先降低后又上升, 卷叶蛾科、茧蜂科发生量一直升高, 9 月份花生成熟收获期, 叶蝉科和蓟马科发生量一直下降, 卷叶蛾科先下

降后保持一定发生量, 茧蜂科、蚜科、瓢甲科发生量都是先升高后降低; 从 10 月后花生田进入闲耕期一直到明年的 5 月中上旬, 除了蚜科在 4 月和 5 月发生量有明显的高峰外, 其他主要类群发生量很少; 到了第 2 年花生播种期后, 主要类群发生量均成上升趋势。

3 讨论

本文是利用马来氏网法对花生昆虫类群调查的初次尝试。2014-2015 年, 利用马来氏网法对莱西花生田昆虫群落进行基础调查, 莱西样点共获得的昆虫标本 89 967 头, 经形态学分离

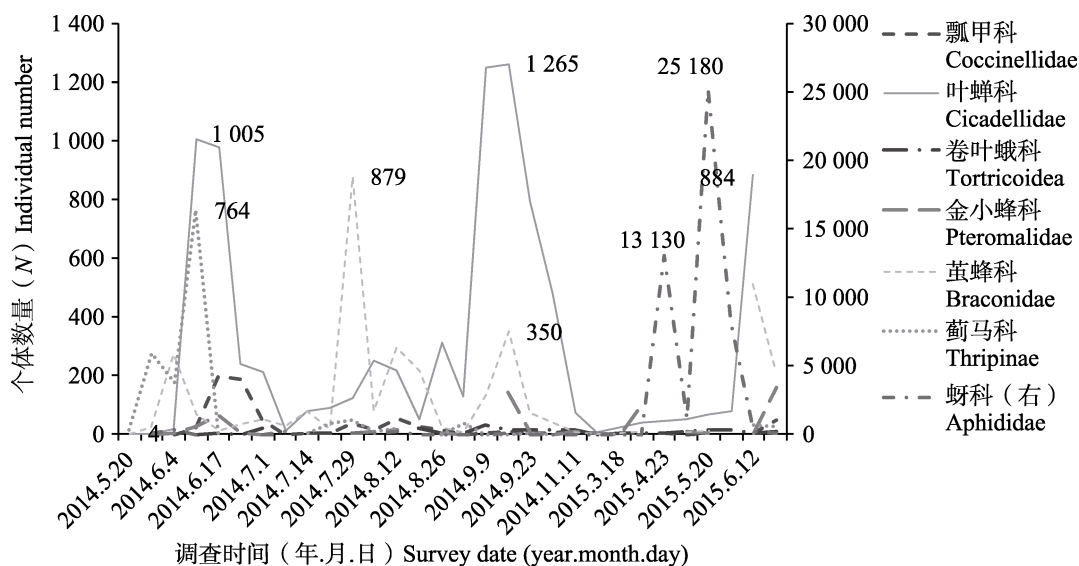


图8 莱西样点花生田主要类群动态变化

Fig. 8 Dynamic of main insect groups in peanut fields of Laixi region

鉴定,分属于13目、117科。科级总数为前5位的目为:膜翅目、鞘翅目、双翅目、鳞翅目、半翅目;按照收集到昆虫个体数来看,排在前5的目为:半翅目、膜翅目、双翅目、鞘翅目、鳞翅目。收集到昆虫中最主要的几个大科分别为:茧蜂科、姬小蜂科、露尾甲科、瓢甲科、蚜科、叶蝉科、潜蝇科、夜蛾科,其中危害花生的主要为蚜科、叶蝉科、潜蝇科、夜蛾科;天敌种类较多为食蚜蝇科、瓢甲科、茧蜂科、姬小蜂科。上述类群,经鉴定以花生蚜、小绿叶蝉、地老虎、棉铃虫、斜纹夜蛾、异色瓢虫、蚜茧蜂、啮小蜂、黑带食蚜蝇等为主。尹绍忠等(2011)采用5点取样法对河南新乡的花生田昆虫群落进行调查,共发现昆虫群落有8目、32科;王孝威(2014)采用扫网法对晋中春麦田节肢动物群落调查,共发现节肢动物为13目、72科;邱明生等(2001)采用平行跳跃5点取样法对玉米田节肢动物群落调查发现节肢动物为12目、39科,徐洪福等(1999)采用双对角线5点取样法对棉区夏玉米节肢动物群落调查,发现12目、43科。本研究采用的马来氏网法共收集到了13目、117科,与上述研究相比得到的昆虫群落结果更丰富、全面。分析本实验所采用的马来氏网法,有可持续收集、人力需要少、适用于各类环境、样

品可直接酒精保存,保证了后续分子生物学试验的可用性等优点,但也存在多点采集中携带不便、对昆虫某些类群收集效率低及鳞翅目昆虫收集后难以通过形态学方法进行鉴定等缺点,做基础普查工作适用,但对某种类群例如鳞翅目昆虫进行研究时还应存在针对性的收集方法。

2014年5月到9月底为花生生长期,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,而优势集中指数较低。与生长期相反,在花生休耕期多样性指数维持在较低水平,而优势集中指数较高。尤其是2015年4月份由于花生田相邻的麦田蚜虫大暴发,蔓延过来的蚜虫对花生田多样性指数影响很大。昆虫群落发生与周围环境、耕作制度、用药情况、气候有密切关系。总体来看,莱西花生田多样性指数较高,种群结构较为稳定。莱西花生田为两年三作区,与花生玉米小麦轮作,周围绿化植物较多,花生田用杀虫剂用量不多,该地区群落结构较为稳定。

本研究首次利用马来氏网法进行山东莱西大花生产区昆虫群落调查,阐述了莱西地区花生田昆虫群落结构和动态变化,分析了马来氏网法进行种群调查的优缺点。下一步将开展主要昆虫分类到种及动态监测工作,同时,利用马来氏网法收集昆虫可用于全国主要花生产区,进一步分

析全国主要花生产区昆虫群落组成结构及多样性, 更好的掌握主要害虫的发生动态, 分析害虫发生原因, 制定科学地、有效地害虫防治策略。

致谢: 该项工作得到了中国科学院动物研究所朱朝东研究员团队袁峰老师、西北农林科技大学分类学科杨兆富副教授、南京农业大学植保学院王备新教授、孙长海教授的指导, 在此一并表示感谢。

参考文献 (References)

- Feng JX, OuYang LH, Min H, 2010. Research and developmental status of peanut food. *Acta Agriculture Jiangxi*, 22(12): 113–116. [冯建雄, 欧阳玲花, 闵华, 2010. 花生食品的研究开发现状及其发展. *江西农业学报*, 22(12): 113–116.]
- Gu W, Ma L, Ding XH, Zhang J, Han ZJ, 2011. Insect diversity of different habitat types in Zhalong Wetland, Northeast China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 22(9): 2405–2412.
- Han ZW, Ma L, Cao CW, Zhang J, Wang BY, 2013. The structure and diversity of insect community in Taihu Wetland. *Implications for Environmental Management*, 33(14): 4387–4397. [韩争伟, 马玲, 曹传旺, 张静, 王步勇, 2013. 太湖湿地昆虫群落结构及多样性. *生态学报*, 33(14): 4387–4397.]
- Huang X, 2015. Studies on plant diversity of urban greenbelt in Wuhai. Master dissertation. Yangling: Northwest A&F University. [黄欣, 2015. 乌海市绿地植物多样性研究. 硕士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学.]
- Liu Y, 2014. Study on green control tactics against white grubs in peanut fields in Shandong Province. Master dissertation. Tai'an: Shandong Agricultural University. [刘瑶, 2014. 山东省花生田蛴螬类地下害虫绿色防控技术研究. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学.]
- Lv JZ, Liang H, Zhang ZM, Dai LX, 2009. The nutrition and health value of peanut kernels. *Food and Nutrition in China*, (2): 50–52. [吕巨智, 梁和, 张智猛, 戴良香, 2009. 花生仁的营养成分及保健价值. *中国食物与营养*, (2): 50–52.]
- Qiu MS, Zhang XX, Wang JJ, Zhao ZM, 2001. Seasonal characteristics of arthropod communities in maize fields. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 14(1): 70–74. [邱明生, 张孝羲, 王进军, 赵志模, 2001. 玉米田节肢动物群落特征的时序动态. *西南农业学报*, 14(1): 70–74.]
- Song WJ, Ma L, Wang H, Han XB, 2007. Diversity of insect communities by the lakeside in zhalong Nature Reserve. *Journal of Northeast Forestry University*, 35(7): 80–81.
- Wang XW, 2014. Studies on structure and dynamics of arthropod communities in spring wheat field. Master dissertation. Nanning: Guangxi University. [王孝威, 2014. 春麦田节肢动物群落结构和动态研究. 硕士学位论文. 南宁: 广西大学.]
- Wei LN, 2014. Study on the Arthropod community structure and dynamics in tobacco field of jingxi county. Master dissertation. Nanning: Guangxi University. [韦柳妮, 2014. 靖西县烟田节肢动物群落结构及其动态研究. 硕士学位论文. 南宁: 广西大学.]
- Wu LL, 2014. Arthropod community research on canola. Master dissertation. Yangling: Northwest A&F University. [吴亮亮, 2014. 油菜田节肢动物群落研究. 硕士学位论文. 杨凌: 西北农林科技大学.]
- Xu HF, Mu JY, Mu SM, Yang QM, 1999. Study on arthropod community in summer maize field in cotton area. *Entomological Journal of East China*, 8(1): 76–80. [徐洪福, 牟吉元, 牟少敏, 杨勤民, 1999. 棉区夏玉米田节肢动物群落的研究. *华东昆虫学报*, 8(1): 76–80.]
- Yang J, Huang MH, 2002. Groundnut production in China: A review and prospect. *Journal of Beijing Agricultural College*, 17(3): 35–41. [杨静, 黄漫红, 2002. 中国的花生生产: 回顾与展望. *北京农学院学报*, 17(3): 35–41.]
- Yin SZ, Wang LH, Wang YB, 2011. Analysis on structure of insect peanut community in peanut fields. *Beijing Agriculture*, (15): 52–54. [尹绍忠, 王刘豪, 王运兵, 2011. 花生田昆虫群落结构分析. *北京农业*, (15): 52–54.]
- You P, Li HH, 2006. Species richness and diversity of moth communities in Tianjin Wetlands. *Implications for Environmental Management*, 26(3): 629–637. [尤平, 李后魂, 2006. 天津湿地蛾类丰富度和多样性及其环境评价. *生态学报*, 26(3): 629–637.]
- Zhao HY, Qin S, Ji XC, Tang LD, 2015. Seasonal dynamics and community structure of insects in eggplant field in Hainan. *China Plant Protection*, (12): 9–15. [赵海燕, 秦双, 吉训聪, 唐良德, 2015. 海南茄子田昆虫群落结构与时序动态. *中国植保导刊*, (12): 9–15.]