

## 广东湛江地区花生田昆虫群落结构及多样性分析

吴小丽, 梁永军, 陈亮, 江日东, 陈少菜, 谭家壮, 陈傲\* (湛江市农业科学研究院, 广东湛江 524094)

**摘要** 为阐明湛江地区花生田昆虫群落结构及多样性, 采用马来氏网收集法, 从2014年5月至2016年5月进行不间断收集鉴定。结果表明, 广东湛江共获得昆虫样本157,646头, 分属于16目168科。其中, 膜翅目以茧蜂科为主; 鞘翅目以瓢甲科为主; 半翅目以叶蝉科为主; 双翅目以眼蕈蚊科为主; 鳞翅目以卷叶蛾科为主; 直翅目以蟋蟀科为主。多样性分析结果表明, 3年间湛江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, 说明湛江花生田昆虫群落具有较高稳定性。

**关键词** 花生; 马来氏网; 昆虫群落结构; 多样性; 湛江

中图分类号 S186 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)15-0135-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.15.038

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### The Structure and Diversity of Insect Community of Peanut in Zhanjiang City, Guangdong Province

WU Xiao-li, LIANG Yong-jun, CHEN Liang et al (Zhanjiang Academy of Agricultural Sciences, Zhanjiang, Guangdong 524094)

**Abstract** To clarify the structure and diversity of insect communities in peanut fields of Zhanjiang City, the insect community structure of peanut fields was investigated using malaise trapping from May 2014 to May 2015. The results showed that a total of 157,646 insects from 168 families in 16 orders were collected. Besides, the majority was braconidae of Hymenoptera, Gourd family of Coleoptera, Jassidae of Hemiptera, sciaridae of Diptera, tortricid of Lepidoptera, Crickets of Orthoptera. The results of diversity analysis showed that diversity, evenness, and richness, indices were consistently high in peanut fields. These results indicated that the insect community structure in Zhanjiang peanut fields had high stability.

**Key words** Peanut; Malaise trap; Insect community structure; Diversity; Zhanjiang

广东省是我国重要的花生产区, 也是我国最南部的重要花生产区。湛江市年种植花生面积5 hm<sup>2</sup>左右, 约占全省花生种植面积的15%, 总产约12万t, 种植面积和总产量在全省各地级市中均居于首位<sup>[1]</sup>。据报道, 花生害虫有300余种<sup>[2]</sup>, 广东花生虫害有6目14科22种, 主要危害花生的叶片、根茎部和豆荚等部位。其中鳞翅目4科9种, 缨翅目2科4种, 鞘翅目1科1种<sup>[3]</sup>。近10多年来, 昆虫群落的研究受到人们的高度重视, 特别是由于农业害虫的暴发日益频繁, 成为影响农业可持续发展的重要因素之一<sup>[4]</sup>。湛江地处我国南部, 地跨热带和亚热带, 热量丰富, 雨量充沛, 导致病虫害常年发生, 危害严重。因此, 弄清湛江区域的花生害虫、天敌种类及种群多样性分布, 对于该地花生的绿色防控非常重要。目前对该区域系统的研究鲜见报道, 为此, 笔者以广东省最南端的湛江点为研究对象, 开展了湛江花生田昆虫群落结构及多样性研究, 以便更好地掌握湛江花生主要害虫的发生动态规律, 以期为湛江地区科学制定有效的害虫防治策略提供理论依据。

## 1 材料与与方法

**1.1 调查地点和时间** 调查地点为广东湛江市麻章区湛江市农业科学研究院试验田(110°16'51.75"E, 21°16'8.99"N)。调查时间为2014年5月至2016年5月, 其中2—11月每7d调查一次, 12—次年1月每15d调查1次。

**1.2 调查方法** 采取马来氏网取样法进行调查(图1), 马来氏网引自中国科学院动物研究所, 设置在花生田核心区,

通风且阳光充足。用固定绳索拉紧马来氏网的各个网面, 使网脊的倾斜角度在35°~45°。中间的黑色阻隔筛网与地面之间无缝隙, 以便爬行类昆虫的收集。收集瓶中乙醇保持在半瓶以上, 乙醇为95%以上化学纯乙醇。在花生收获后, 马来氏网继续放在该地收集虫子, 之后移至相邻近的花生田中继续收集。试验田块不喷洒任何化学农药。



图1 马来氏网花生田间安装效果

Fig.1 The malaise trap in peanut field

## 1.3 数据分析<sup>[5-13]</sup>

**1.3.1 相对丰盛度(relative abundance)**。相对丰富度表示昆虫群落中各科丰盛度与总丰盛度的比值。

$$P_i = N_i / N$$

式中,  $N_i$  为第  $i$  个科的丰盛度,  $N$  为群落内总个体数。

**1.3.2 群落多样性(diversity)**。群落多样性按下列公式计算。

Shannon-Wiener 多样性指数( $H'$ ):

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

**基金项目** 国家现代农业产业技术体系建设项目(农科教发[2011]3号)。  
**作者简介** 吴小丽(1969—), 女, 广东遂溪人, 农艺师, 从事花生育种与栽培研究。\*通信作者, 研究员, 从事花生育种与栽培研究。  
**鸣谢** 该论文得到山东省花生研究所曲明静博士的指导, 在此表示感谢!  
**收稿日期** 2019-03-26

式中,  $P_i$  为第  $i$  个科的个体数占总个体数的比例。

**1.3.3 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科数,用“ $S$ ”表示。

**1.3.4 群落均匀度 (evenness)**。群落均匀度按下列公式计算:

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

式中,  $H_{\max}$  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。

**1.3.5 群落生态优势度 (ecological concentration)**。群落生态优势度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 花生田昆虫群落结构 (到目)** 广东湛江样点共获得昆虫样本 157 646 头,分属于 16 目 168 科。其中,膜翅目以茧蜂科为主;鞘翅目以瓢甲科为主;半翅目以叶蝉科为主;双翅目以眼蕈蚊科为主;鳞翅目以卷叶蛾科为主;直翅目以蟋蟀科为主。由表 1 可知,广东湛江地区膜翅目昆虫 37 种,占该地区昆虫总科数的 22.02%;双翅目昆虫 33 种,占总科数的 19.64%;鞘翅目昆虫 28 种,占总科数的 16.67%;半翅目昆虫 22 种,占总科数的 13.10%;鳞翅目昆虫 21 种,占总科数的 12.50%;啮虫目和脉翅目昆虫均有 3 种,占总科数的 2.34%;直翅目昆虫 11 种,占总科数的 6.55%;弹尾目和缨翅目昆虫均有 3 种,占总科数的 1.79%;啮虫目和脉翅目昆虫各为 2 种,占总科数的 1.19%;毛翅目、革翅目、螳螂目、蜚蠊目、蜻蜓目和等翅目昆虫各为 1 种,分别占总科数的 0.60%。

表 1 湛江地区花生田昆虫群落组成

Table 1 Insect community composition of peanut field from Zhanjiang Region

编号 No.	类群 Orders	科数 Families	比例 Proportion//%
1	膜翅目	37	22.02
2	双翅目	33	19.64
3	鞘翅目	28	16.67
4	半翅目	22	13.10
5	鳞翅目	21	12.50
6	直翅目	11	6.55
7	弹尾目	3	1.79
8	缨翅目	3	1.79
9	啮虫目	2	1.19
10	脉翅目	2	1.19
11	毛翅目	1	0.60
12	革翅目	1	0.60
13	螳螂目	1	0.60
14	蜚蠊目	1	0.60
15	蜻蜓目	1	0.60
16	等翅目	1	0.60
合计 Total		168	100.00

## 2.2 花生田昆虫群落结构 (到科)

**2.2.1 鞘翅目**。湛江地区共采得鞘翅目昆虫 3 087 头,隶属于 28 科,其中以瓢甲科、步甲科和露尾甲科为主,共占鞘翅目昆虫总数的 56.88%;瓢甲科共有 807 头,占总数的 26.14%;步甲科共有 540 头,占总数的 17.49%;露尾甲科共有 409 头,占总数的 13.25%(表 2)。

表 2 湛江地区花生田鞘翅目群落组成

Table 2 Community composition of Coleoptera in peanut field from Zhanjiang Region

编号 No.	科 Family	数量 Quantity//头	比例 Proportion//%
1	瓢甲科	807	26.14
2	步甲科	540	17.49
3	露尾甲科	409	13.25
4	叶甲科	255	8.26
5	肖叶甲科	237	7.68
6	隐翅虫科	142	4.60
7	象甲科	119	3.85
8	锯谷盗科	110	3.56
9	薪甲科	96	3.11
10	鳃金龟科	92	2.98
11	叩甲科	70	2.27
12	负泥虫科	45	1.46
13	蚁甲科	27	0.87
14	长蠹科	23	0.75
15	天牛科	19	0.62
16	花蚤科	17	0.55
17	小蠹科	17	0.55
18	窃蠹科	15	0.49
19	虎甲科	9	0.29
20	郭公虫科	7	0.23
21	芫菁科	7	0.23
22	龟甲科	7	0.23
23	豆象科	5	0.16
24	三锥象甲科	4	0.13
25	锹甲科	3	0.10
26	吉丁虫科	2	0.06
27	花萤科	2	0.06
28	拟步甲科	1	0.03
合计 Total		3 087	100.00

**2.2.2 半翅目**。湛江地区共采得半翅目昆虫 26 592 头,隶属于 22 科,其中以叶蝉科、长蝽科和蚜科为主,共占半翅目昆虫总数的 97.91%;叶蝉科共有 25 436 头,占总数的 95.65%;长蝽科共有 380 头,占总数的 1.43%;蚜科共有 222 头,占总数的 0.83%(表 3)。

**2.2.3 双翅目**。湛江地区共采得双翅目昆虫 104,928 头,隶属于 33 科,其中以眼蕈蚊科、花蝇科、潜蝇科和蝇科为主,共占双翅目昆虫总数的 57.183%;眼蕈蚊科共有 18,138 头,占总数的 17.286%;花蝇科共有 17,066 头,占总数的 16.264%;潜蝇科共有 12,548 头,占总数的 11.959%;蝇科共有 12,249 头,占总数的 11.674%(表 4)。

表 3 湛江地区花生田半翅目群落组成

Table 3 Community composition of Hemiptera in peanut field from Zhanjiang Region

编号 No.	科 Family	数量 Quantity//头	比例 Proportion//%
1	叶蝉科	25 436	95.65
2	长蝽科	380	1.43
3	蚜科	222	0.83
4	缘蝽科	149	0.56
5	盲蝽科	112	0.42
5	粉虱科	62	0.23
6	飞虱科	60	0.23
7	花蝽科	56	0.21
8	蜡蝉科	24	0.09
10	猎蝽科	23	0.09
11	粒脉蜡蝉科	17	0.06
12	蝽科	13	0.05
13	木虱科	13	0.05
14	网蝽科	7	0.03
15	沫蝉科	5	0.02
16	蝉科	3	0.01
17	角蝉科	2	0.01
18	菱蜡蝉科	2	0.01
19	同蝽科	2	0.01
20	姬蝽科	2	0.01
21	红蝽科	1	0.01
22	象蜡蝉科	1	0.01
合计 Total		26 592	100.00

表 4 湛江地区花生田双翅目群落组成

Table 4 Community composition of Diptera in peanut field from Zhanjiang Region

编号 No.	科 Family	数量 Quantity//头	比例 Proportion//%
1	眼蕈蚊科	18 138	17.286
2	花蝇科	17 066	16.264
3	潜蝇科	12 548	11.959
4	蝇科	12 249	11.674
5	蚤蝇科	11 347	10.814
6	菌蚊科	9 518	9.071
7	摇蚊科	8 805	8.391
8	毛蠓科	2 872	2.737
9	瘿蚊科	2 853	2.719
10	寄蝇科	2 571	2.450
11	长足虻科	1 829	1.743
12	实蝇科	1 074	1.024
13	麻蝇科	1 042	0.993
14	杆蝇科	872	0.831
15	蚊科	554	0.528
16	水虻科	368	0.351
17	食蚜蝇科	355	0.338
18	果蝇科	316	0.301
19	水蝇科	104	0.099
20	禾蝇科	97	0.092
21	头蝇科	92	0.088
22	丽蝇科	67	0.064
23	缟蝇科	56	0.053
24	大蚊科	55	0.052
25	鼓翅蝇科	19	0.018
26	粪蚊	16	0.015
27	茎蝇科	12	0.011
28	虻科	9	0.009
29	粪蝇科	9	0.009
30	甲蝇科	8	0.008
31	食虫虻科	4	0.004
32	沼蝇科	2	0.002
33	寡脉蝇科	1	0.001
合计 Total		104 928	100.000

2.2.4 鳞翅目。湛江地区共采得鳞翅目昆虫 4 758 头,隶属于 21 科,其中以卷叶蛾科、夜蛾科和螟蛾科为主,共占鳞翅目昆虫总数的 63.20%;卷叶蛾科共有 1 074 头,占鳞翅目昆虫总数的 22.57%;夜蛾科共有 990 头,占总数的 20.81%;螟蛾科共有 943 头,占鳞翅目昆虫总数的 19.82%(表 5)。

表 5 湛江花生田鳞翅目群落组成

Table 5 Community composition of Lepidoptera in peanut field from Zhanjiang Region

编号 No.	科 Family	数量 Quantity//头	比例 Proportion//%
1	卷叶蛾科	1 074	22.57
2	夜蛾科	990	20.81
3	螟蛾科	943	19.82
4	麦蛾科	668	14.04
5	尺蛾科	400	8.41
6	菜蛾科	345	7.25
7	灰蝶科	114	2.40
8	羽蛾科	80	1.68
9	巢蛾科	40	0.84
10	天蛾科	32	0.67
11	眼蝶科	20	0.42
12	细蛾科	14	0.29
13	弄蝶科	12	0.25
14	粉蝶科	9	0.19
15	鹿蛾科	4	0.08
16	谷蛾科	4	0.08
17	蛱蝶科	3	0.06
18	绢蛾科	2	0.04
19	毒蛾科	2	0.04
20	透翅蛾科	1	0.02
21	凤蝶科	1	0.02
合计 Total		4 758	100.00

2.2.5 膜翅目。湛江地区共采得膜翅目昆虫 10,094 头,隶属于 37 科,其中以茧蜂科、缘腹细蜂科和蚁科为主,占膜翅目昆虫总数的 58.31%;茧蜂科有 2 749 头,占膜翅目昆虫总数的 27.23%;缘腹细蜂科有 1 990 头,占膜翅目昆虫总数的 19.71%;蚁科有 1 148 头,占膜翅目昆虫总数的 11.37%(表 6)。

2.2.6 直翅目。共采得直翅目昆虫 230 头,以蟋蟀科和斑腿蝗科为主,其中,蟋蟀科有 67 头,占直翅目总数的 29.13%;斑腿蝗科有 64 头,占直翅目总数的 27.83%(表 7)。

### 2.3 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。广东湛江地区花生昆虫丰盛度从花生种植开始增加,在花生长初期降低后再升高后又降低,其中 2015 年 10 月达到最高为 22 540,在 2015 年 1 月丰盛度最低,降到 200(图 2)。

2.3.2 花生田昆虫群落结构多样性指数时间动态。在花生生长期间,广东湛江地区花生田昆虫群落多样性指数在花生种植期间先升高后保持稳定,在花生收获前后缓慢下降,在第 2 年 3 月达到最低,多样性指数最低值降至 1.654 7,在花生种植期间多样性指数最高可达 3.305 7(图 3)。

表6 湛江花生田膜翅目群落组成

Table 6 Community composition of Hymenoptera in peanut field from Zhanjiang Region

编号 No.	科 Family	数量 Quantity//头	比例 Proportion//%
1	茧蜂科	2 749	27.23
2	缘腹细蜂科	1 990	19.71
3	蚁科	1 148	11.37
4	姬蜂科	839	8.31
5	跳小蜂科	576	5.71
6	姬小蜂科	450	4.46
7	小蜂科	402	3.98
8	泥蜂科	351	3.48
9	肿腿蜂科	196	1.94
10	金小蜂科	181	1.79
11	长尾小蜂科	142	1.41
12	蛛蜂科	127	1.26
13	隧蜂科	123	1.22
14	大痣细蜂科	117	1.16
15	赤眼蜂科	99	0.98
16	广肩小蜂科	89	0.88
17	蜜蜂科	88	0.87
18	钩土蜂科	72	0.71
19	匙胸瘦蜂科	67	0.66
20	缨小蜂科	67	0.66
21	分盾细蜂科	32	0.32
22	胡蜂科	31	0.31
23	扁股小蜂	27	0.27
24	锤角细蜂科	21	0.21
25	旗腹蜂科	17	0.17
26	瘦蜂科	16	0.16
27	柄腹细蜂科	16	0.16
28	蚁蜂科	16	0.16
29	螺赢科	10	0.10
30	青蜂科	7	0.07
31	环腹瘦蜂科	6	0.06
32	切叶蜂科	6	0.06
33	螯蜂科	5	0.05
34	叶蜂科	4	0.04
35	巨胸小蜂科	3	0.03
36	土蜂科	3	0.03
37	广腹细蜂科	1	0.01
合计 Total		10 094	100.00

表7 湛江地区花生田直翅目群落组成

Table 7 Community composition of Lepidoptera in peanut field from Zhanjiang Region

编号 No.	科 Family	数量 Quantity//头	比例 Proportion//%
1	蟋蟀科	67	29.13
2	斑腿蝗科	64	27.83
3	斑翅蝗科	35	15.22
4	螽斯科	27	11.74
5	锥头蝗科	20	8.70
6	菱蝗科	8	3.48
7	树蟋科	4	1.74
8	剑角蝗科	2	0.87
9	癞蝗科	1	0.43
10	螻蛄科	1	0.43
11	蚤蝼科	1	0.43
合计 Total		230	100.00

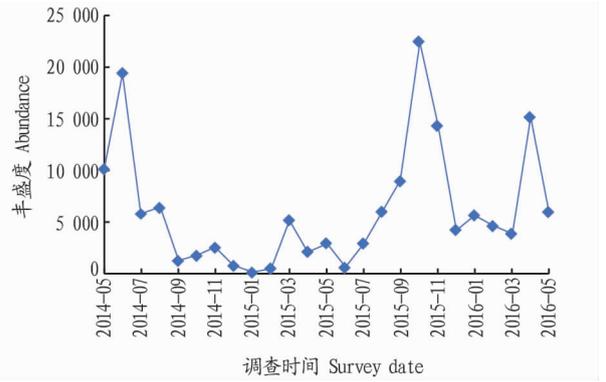


图2 湛江花生田昆虫群落丰盛度时间动态

Fig. 2 Temporal dynamic of abundances of insect communities in peanut fields of Zhanjiang Region

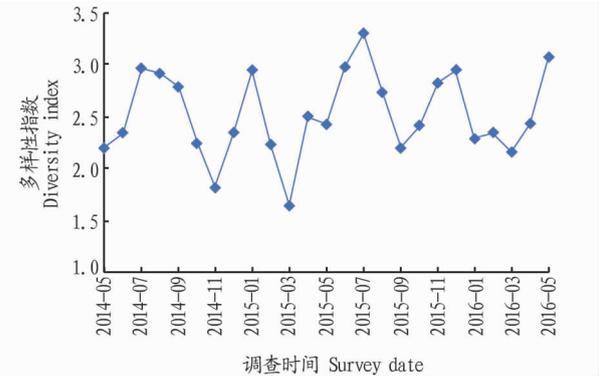


图3 湛江花生田昆虫群落多样性(H')时间动态

Fig. 3 Temporal dynamic of diversity index (H') of insect communities in peanut fields of Zhanjiang Region

2.3.3 花生田昆虫群落结构丰富度时间动态。广东湛江地区花生田昆虫群落丰富度在花生开始种植时增加,在花生生长时期丰富度较稳定,最高达 106,在 3 月左右丰富度最低,为 39(图 4)。



图4 湛江花生田昆虫群落丰富度(S)时间动态

Fig. 4 Temporal dynamic of richness (S) of insect communities in peanut fields of Zhanjiang Region

2.3.4 花生田昆虫群落结构均匀度时间动态。广东湛江地区花生田昆虫群落结构均匀度指数基本上保持稳定,其中最高点在 2015 年 5 月达 0.806 1,在 2015 年 3 月达到最低为 0.390 8(图 5)。

2.3.5 花生田昆虫群落优势集中指数时间动态。广东湛江地区花生田昆虫群落优势集中指数波动性较大,一般在花生

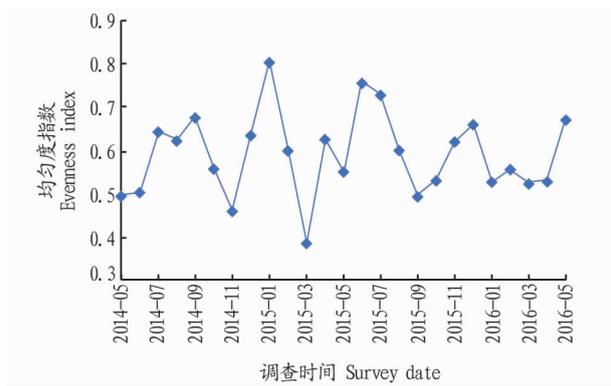


图5 湛江花生田昆虫群落均匀度( $J$ )时间动态

Fig. 5 Temporal dynamic of evenness ( $J$ ) of insect communities in peanut fields of Zhanjiang Region

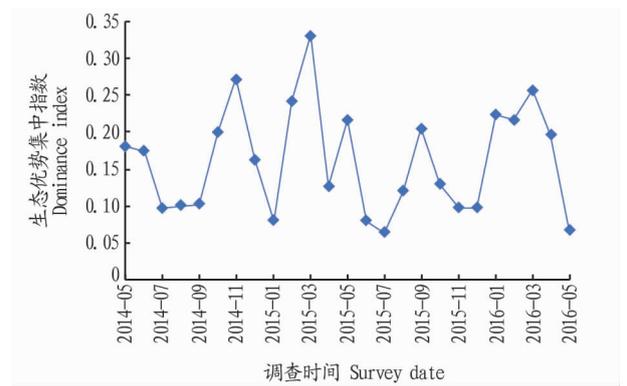


图6 湛江花生田昆虫群落优势集中指数( $C$ )时间动态

Fig. 6 Temporal dynamic of ecological dominance ( $C$ ) of insect communities in peanut fields of Zhanjiang Region

生长旺期,优势集中指数较低,在2015年3月达到最高0.3319,最低在2015年7月,第1年比第2年高,第2年整体较低,5月达到最高为0.1764,最低在2014年7月下旬为0.0650(图6)。

**2.4 花生田主要类群发生动态分析** 广东湛江样点花生田的主要类群动态变化见图7。由图7可知,整体看,2014年5月至2016年6月,冬季主要类群发生数量较少。6月中旬到6月底,主要类群数量达到第1个峰,在7月底达到第2个峰,8月中下旬和9月中下旬达到第3、第4个峰,主要类群达到峰值时间不同,在主要类群发生时期,也有主要类群数量发生量降低,花生种植前期主要类群个体数较少,随着花生生长,主要类群整体增加,并出现起伏变化。

分科来看,瓢甲科主要发生在2月中旬、6月中下旬、9月底和12月中旬,其中在9月发生量最多,最多达60头;叶蝉科主要发生在6月、9月底到10月底,在9月发生量最大,最大发生量可达2623头;夜蛾科主要发生在6月中下旬到9月中旬、10月中下旬到11月中旬;螟蛾科主要发生在6月初、7月中下旬和9月底,其中发生量最多在6月,最大可达132头;卷叶蛾科主要发生在4月中旬、6月、7月底到8月初和10月中下旬,其中4月底发生量最大,最大数量为253头;缘腹细蜂科主要发生在4月中下旬、6月中下旬和11月中下旬,在4月中旬发生量最大,可达178头;茧蜂科主要发生在6月中下旬和9月中旬到11月中下旬,其中在6月初达到最大,最大可达220头。

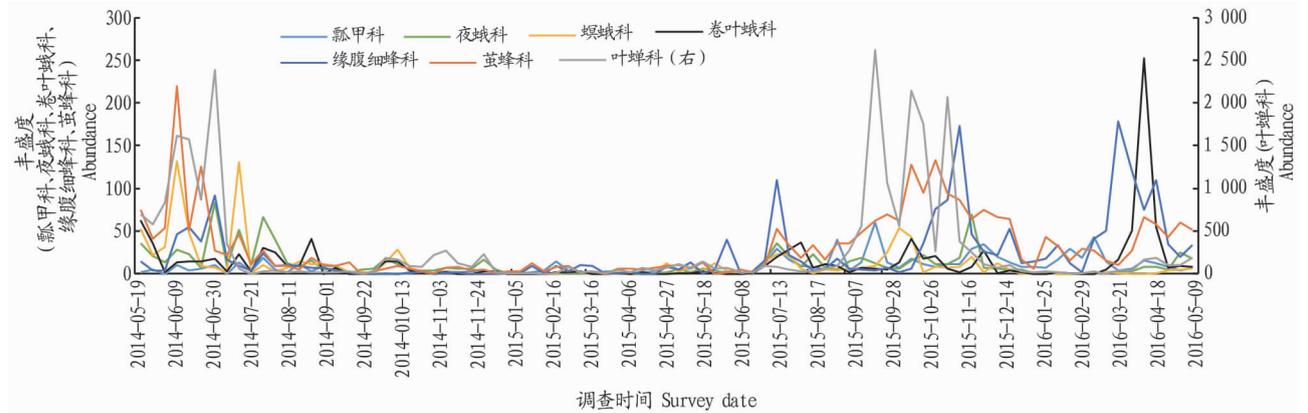


图7 湛江样点花生田主要类群动态变化

Fig. 7 Dynamic of main insect groups in peanut fields of Zhanjiang Region

### 3 讨论

昆虫分类学家通常将昆虫分为2个亚纲34个目,涉及植物的主要害虫有直翅目、半翅目、缨翅目、鞘翅目、鳞翅目、双翅目和膜翅目等<sup>[14]</sup>。该研究共获得湛江地区昆虫样本157,646头,分属于16目168科。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,但在一年不同时间段有明显变化,某些月份很高,某些月份很低。总体来看,花生田昆虫群落较稳定,但与山东莱西<sup>[5]</sup>、江苏泰安<sup>[6]</sup>、吉林松原<sup>[15]</sup>、湖

北黄冈<sup>[16]</sup>等地相比,采集昆虫样本占多数的均为膜翅目、双翅目、鞘翅目、半翅目、鳞翅目,但组成比例及科属种类差异较大,种群稳定性低于北方花生产区。因此,生产上应注意某种害虫暴发的可能,并有计划地做好虫害防治工作<sup>[3,17]</sup>。

昆虫发生动态表明,在6月中旬到6月底,主要类群数量达到第1个峰,在7月底达到第2个峰,8月中下旬和9月中下旬达到第3、第4个峰。主要类群达到峰值时间不同,在主要类群发生时期,也有主要类群数量发生量降低,花生种

(下转第157页)

全面合理的养分供应,最大限度地发挥作物的增产潜力,实现经济效益最优化。通过测土配方施肥技术,提高肥料利用率,避免盲目施肥,减少肥料浪费。

**3.2.2 提倡水肥一体化科学施肥方法。**由于安徽春季马铃薯生育期短,出苗后 70 d 左右即可收获,在肥料施用中谨慎施用缓释肥,选用易于溶解和被吸收的优质复合肥。肥料施用科学搭配底肥、种肥和追肥,避免全部肥料“一炮轰”作底肥施用,倡导水肥一体化少量多次施用。在肥料成分中,根据马铃薯对 N、P、K 肥及中微量元素肥需求数量和规律,进行科学搭配,适期、适量施肥和追肥。

**3.2.3 注重生物有机肥和农家肥施用。**生物有机肥和农家肥是作物秸秆和畜禽粪便资源化利用的重要途径,由于其矿物养分和有机养分含量全面,具有疏松土壤、改善土质、培肥地力等重要作用。通过施用生物有机肥可以保持土壤微生物多样性,减少马铃薯土传病害的发生。

**3.2.4 因地因栽培模式施肥。**安徽地处南北气候过渡地带,省内南北气候、土壤和马铃薯栽培模式、接茬作物等方面差异较大。如调查区域的界首、阜南、临泉位于皖北地区,降雨偏少,以旱作农业为主,由于土壤较为缺水,在施肥方面要杜绝“一炮轰”式施肥方法,马铃薯生长期结合水肥一体化滴灌管理做到薄肥勤施;调查区域的舒城县位于皖中地区,降雨较多,以水旱轮作为主,由于地下水位较浅,马铃薯生产过程中基本不需要灌溉,在施肥方面要以基肥、种肥为主,追肥为辅,多施用有机肥和农家肥。

**3.2.5 发挥根外追肥优势。**在安徽中南部,对于“稻-薯”连作等无需灌溉栽培的马铃薯种植区,可以结合病虫害防控和植物生长调节剂化控时,进行叶面追肥。叶面追肥要根据植株长势和所处生育阶段,对其喷施对应的肥料,如氨基酸叶

面肥、海藻肥、磷酸二氢钾、尿素等,不仅可以及时满足作物对养分的需求,还可以减少土壤对养分的固定,提高肥料利用率,增产效果显著<sup>[11]</sup>。

**3.2.6 谋划周年肥料施用。**马铃薯生育期短,其当季施用的复合肥作底肥时很难被全部有效利用,土壤中残存的肥料可以用于下茬作物生长<sup>[12]</sup>。如“稻-薯”连作栽培时,春季马铃薯收获后,下茬水稻施肥较“麦-稻”连作栽培模式下减施肥料 30% 以上。尤其是磷肥的当季利用率较低,只有 10%~25%,在后续的作物栽培中,磷肥会缓慢释放被吸收。在生产中,应多采取耕作和栽培措施,促进土壤中磷元素的活化,从而提高磷肥的利用率。

## 参考文献

- [1] 廖华俊,江芹,闫冲冲,等. 2016 年安徽省马铃薯产业发展现状、存在问题及建议[C]//中国作物学会马铃薯专业委员会. 马铃薯产业与精准扶贫 2017. 哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2010:97-101.
- [2] 廖华俊,江芹,董玲,等. 江淮地区马铃薯-稻(瓜类、玉米)一菜周年三熟制高效栽培模式[J]. 中国蔬菜,2011(13):53-55.
- [3] 胡勤星. 滕州市马铃薯超高产栽培技术[J]. 湖南农业科学,2011(14):21-22.
- [4] 刘兆辉,江丽华,张文君,等. 氮、磷、钾在设施蔬菜土壤剖面中的分布及移动研究[J]. 农业环境科学学报,2006,25(32):537-542.
- [5] 荚力. 巢湖流域农业面源污染的现状及治理对策[J]. 安徽农学通报,2017,23(10):104-106.
- [6] 赵建勋,程臻. 安徽省肥料施用现状与对策[J]. 安徽农学通报,2011,17(1):102-103,131.
- [7] 王祖力,肖海峰. 化肥施用对粮食产量增长的作用分析[J]. 农业经济问题,2008(8):65-68.
- [8] 蔡芳丽,胡玉玲,罗海秀,等. 不同配方有机肥养分指标差异及肥效比较[J]. 湖北林业科技,2017,46(6):1-5,72.
- [9] 上官翔哲. 仙游县 2018 年水稻氮磷钾肥料利用率试验[J]. 基层农技推广,2018,6(12):43-45.
- [10] 吕慧峰,王小晶,陈怡,等. 中微量元素肥料对马铃薯产量、品质和土壤肥力的影响[J]. 高效施肥,2010(2):35-40.
- [11] 高小华. 根外追肥对马铃薯产量的影响[J]. 中国马铃薯,2005,19(4):214-215.
- [12] 高云晖. 粮油轮作中施肥对产量和土壤肥力的影响[J]. 土壤肥料,2004(1):22-24.

(上接第 139 页)

植前期主要类群个体数较少,随着花生生长,主要类群整体增加,并出现起伏变化。花生是人工耕作田,不同时期人类活动的影响和土地利用的变化,对其所属的昆虫群落结构特征具有重要的影响<sup>[18]</sup>。因此,昆虫发生动态是昆虫发生规律、气候、地理位置、人类活动影响等的综合响应。现代化农业的发展要求表明单个种群的治理难以从根本上解决农业害虫防治的难题。从群落水平上研究综合治理害虫非常有效,值得提倡和推广<sup>[19]</sup>。通过该次湛江花生田昆虫群落结构及多样性分析,可以更好地掌握湛江花生主要害虫的发生动态规律,为湛江地区科学制定有效的害虫防治策略提供理论依据。

## 参考文献

- [1] 江日东,冯希锦,汪云,等. 湛江市花生生产现状及发展对策[J]. 广东农业科学,2008(9):18-19.
- [2] 禹山林. 中国花生品种及其系谱[M]. 上海:上海科学技术出版社,2008:138-139.
- [3] 陆恒,陈炳旭,董易之,等. 广东花生主要害虫种类及防治措施[J]. 广东农业科学,2010(8):123-125.
- [4] 刘登望. 播期与气象条件对花生发育和产量的影响[J]. 作物研究,1996(4):27-30.
- [5] 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.
- [6] 陈志德,管晓志,秦胜楠,等. 江苏泰兴地区花生田昆虫类群及群落结构分析[J]. 江苏农业科学,2017,45(22):117-119.
- [7] 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.
- [8] 尤平,李后魂. 天津湿地蛾类丰富度和多样性及其环境评价[J]. 生态学报,2006,26(3):629-637.
- [9] 王孝威. 春麦田节肢动物群落的结构和动态研究[D]. 太原:山西农业大学,2003.
- [10] 尹绍忠,王刘豪,王运兵. 花生田昆虫群落结构分析[J]. 北京农业,2011(15):52-54.
- [11] 吴亮亮. 油菜花田节肢动物群落研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2014.
- [12] 韦柳妮. 靖西县烟田节肢动物群落结构及其动态研究[D]. 南宁:广西大学,2014.
- [13] 赵志模,郭泉. 群落生态学原理与方法[M]. 重庆:科学技术出版社重庆分社,1990:1-48.
- [14] 韩召军. 植物保护学通论[M]. 北京:高等教育出版社,2001:84.
- [15] 吕永超,管晓志,曲明静,等. 吉林松原地区花生田昆虫群落结构及多样性[J]. 花生学报,2017,46(3):32-38.
- [16] 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):57-61,74.
- [17] 张芳. 花生病虫害综合防治技术[J]. 河南农业,2017(24):50-51.
- [18] 李志刚,李军,韩诗畴. 近 30 年来深圳福田红树林昆虫群落特征及其对生境变化的响应[J]. 环境昆虫学报,2017,39(5):1081-1089.
- [19] 常庆喜,侯治国,郭其涛. 麦田中后期昆虫群落结构分析[J]. 安徽农业科学,2015,43(23):114-116.