

# 人闽台湾芒果树冠层节肢动物群落组成结构和多样性

傅建炜\*, 李建宇\*, 张莉, 邱良妙, 游泳, 占志雄  
福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350013

**摘要:**【背景】台湾芒果是我国南方种植的最重要的热带水果之一,其分布广、产量高,极具经济价值。福建地处台湾海峡西岸,与台湾隔海相望,气候条件与台湾相仿,所以台湾芒果很容易在福建定植。然而,台湾芒果在福建的大面积种植,带来了新的虫害问题。因此,掌握台湾芒果园害虫发生的动态及规律对其防治具有重要意义。【方法】2006年8月~2007年8月对福建省惠安县台湾芒果树冠层节肢动物群落进行系统调查。【结果】共采集到28247头节肢动物,隶属于2纲15目79科145种。其中,害虫76种(占总群落物种数的52.41%)、天敌42种(占28.97%)、中性昆虫27种(占18.62%)。芒果园节肢动物的物种丰富度、个体数、群落多样性、均匀性和优势集中性等都呈明显的季节消长规律。多样性指数表现为总群落>天敌亚群落>中性昆虫亚群落>害虫亚群落;均匀度表现为天敌亚群落>中性昆虫亚群落>总群落>害虫亚群落;优势集中性指数表现为害虫亚群落>中性昆虫亚群落>总群落>天敌亚群落。生态优势度测定显示:芒果小爪螨和茶黄蓟马是害虫中的优势种;主要天敌有腹管食螨瓢虫和园蛛科等,优势种是腹管食螨瓢虫;中性昆虫主要以双翅目的花翅摇蚊、嗜虫目的凹翅单啮及膜翅目的中国小黑家蚁和红蚂蚁为主。【结论与意义】本研究为芒果园生物资源及天敌的保护与利用、芒果害虫的预测预报和持续控制提供了理论依据。

**关键词:** 芒果; 冠层; 节肢动物; 群落结构; 多样性; 福建省

## Composition, structure and diversity of arthropod community on Taiwan's mango crown in Fujian Province

Jian-wei FU\*, Jian-yu LI\*, Li ZHANG, Liang-miao QIU, Yong YOU, Zhi-xiong ZHAN  
Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China

**Abstract:** 【Background】Mango (*Mangifera indica*) is one of the most important tropical fruits in South China known for its broad distribution, high output and significant economic value. Recently, a cultivar shit occurred, with the Taiwan mango planted over large areas. 【Method】We did a systematic investigation in mango orchards in Hui'an, Fujian, China from 2006 to 2007, to clarify the composition and structure of the arthropod communities. 【Result】There were 28247 arthropod individuals collected from the crowns of mango trees, belonging to 2 classes, 15 orders, 79 families and 145 species. Among them, 76 species were pests (i. e., 52.41%), 42 species were classified as natural enemies (28.97%) and 27 species were neutral insects (18.62%). Richness, abundance, diversity, evenness and concentration of total community and subcommunities fluctuated with seasons, and the diversity indexes (Shannon-Wiener index,  $H'$ ) of the total community and subcommunities were significantly and positively correlated to their species richness and evenness. The dominant pests were *Oligonychus mangiferus* Rahman et Punjab and *Scirtothrips dorsalis* Hood, and the dominant natural enemies were *Stethorus siphonulus* Kapur and spiders (Araneidae). The dominant neutral insects were *Chironomus kiiensis* Tokunaga, *Caecilius excavates* Li, *Monomorium chinensis* Santschi and *Tetramotium bicarinatum* Nylander. 【Conclusion and significance】The study provide the foundation for protection and utilization of biotic resources and natural enemies, prediction and control constantly of pests in mango orchard.

**Key words:** mango orchard; ree crown; arthropod; community structure; diversity; Fujian Province

收稿日期:2011-10-03      接受日期:2011-11-30  
基金项目:农业部公益性行业专项(200903034);福建省科技计划项目(2006I0010);福建省公益类科研院所基本专项(2009R10028-8)  
作者简介:傅建炜(1974-),男,副研究员,博士。研究方向:外来入侵生物区域治理、农药毒理与生物安全。E-mail: ffw9238@yahao.com.cn  
李建宇(1982-),男,助理研究员,硕士。研究方向:昆虫生态、农药毒理与外来入侵生物治理。E-mail: roy111999@foxmail.com  
\* 同等贡献作者(The two authors contributed equally to this work)

芒果 *Mangifera indica* Linn 为漆树科植物,素有“热带果王”之称,味道可口,经济价值和营养价值都很高。就其产量而言,芒果是仅次于柑橘、葡萄、香蕉和苹果的世界第五大水果。我国芒果种植历史悠久,早在唐代就开始从印度引种。目前,我国位于热带、亚热带的广东、广西、云南、福建和海南等5个省的芒果种植广泛,而在福建以东南沿海的漳州、厦门、泉州等地种植面积最大(高爱平等,2006;郭安,2006;邱栋梁,1999)。

福建地处台湾海峡西岸,与台湾隔海相望,气候条件与台湾相仿。近年来,随着我国大陆与台湾在农业方面的交流与合作不断增多,台湾芒果成为从台湾引进的主要水果之一。台湾芒果优良品种在福建不断引进和栽培的同时,虫害问题也日益突出,对在闽种植的台湾芒果的产量和品质造成了很大影响。因此,掌握芒果园害虫发生的动态及规律对提高芒果产量和品质具有重要意义。国内以往侧重于对芒果主要害虫的生物学、发生规律及防治方法的研究,从群落水平研究芒果园节肢动物群落结构及害虫与天敌群落的关系的报道较少(陈泽坦,2003;但建国,1989;冯荣扬,1997;符悦冠和张方平,2002;黄显明等,2004;李建宇等,2010;林智泉,2006;刘文芳等,2006)。本文对芒果树冠层节肢动物群落结构组成和多样性进行系统研究,以期对芒果园生物资源及天敌的保护与利用、芒果害虫的预测预报和持续控制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设于福建省惠安县黄塘镇(N 24°59'705"、E 118°44'476",海拔 180 m)惠安广崧农业开发有限公司(台资)芒果生态种植园内,砂质壤土,肥力中等,树龄 5~6 年,树高 1.5~2.5 m,株距 4 m,整个芒果园种植面积约 100000 m<sup>2</sup>。试验期间未进行人工除草,未施用农药。

1.2 调查方法

从 2006 年 8 月 11 日开始调查,每隔 15 d 调查 1 次,2007 年 8 月 15 日调查结束。在果园内选取 3 个面积均大于 2 hm<sup>2</sup> 的片区进行调查,每个片区采用随机五点取样法,每个样点调查 2 棵树,每棵树按东、南、西、北、中 5 个方位调查,每个方位按上、下层各调查 1 个枝条,每个枝条约 50 cm 长。记录

所有节肢动物的种类和数量,将暂时不能明确的种带回室内分类鉴定。

1.3 数据统计方法

本研究采用物种丰盛度( $N = \sum_{i=1}^S N_i$ )、物种丰富度( $S$ )、Shannon-Wiener (1949)多样性指数( $H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ )、Pielou (1966)的均匀性指数( $J' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i / \ln S$ )、Simpson 的优势集中性指数( $C = \sum_{i=1}^S p_i^2$ )、Berger-Parker (1970)的优势度指数( $D = N_{max}/N$ )等参数进行分析。式中: $p_i = N_i/N$ ,  $N_i$  为群落中第  $i$  个物种的个体数,  $N_{max}$  为优势种的个体数,  $N$  为总群落的个体数(丁岩钦,1994;梁子宁和张永强,2007;卢泽愚,1988;马克平和刘玉明,1994;庞雄飞和尤民生,1996)。参照陈少波等(2009)的方法将物种生态优势度划分为 5 个等级:当  $D \geq 0.1$  时为优势种,  $0.05 \leq D < 0.1$  时为丰盛种,  $0.01 \leq D < 0.05$  时为常见种,  $0.001 \leq D < 0.01$  时为偶见种,  $D < 0.001$  时为稀少或罕见种(高宝嘉等,1992)。采用 DPS v 7.05 和 EXCEL 2003 对试验数据进行分析处理和做图。

2 结果与分析

2.1 芒果树冠层节肢动物群落结构组成

通过 2006~2007 年对福建省惠安县芒果园的系统调查,共采集到 28247 头节肢动物(表 1),隶属于 2 纲 15 目 79 科 145 种(鉴定到科以下)。其中,昆虫纲物种丰富度较高,丰盛度较低,有 13 目(占 86.67%) 68 科(占 86.08%) 124 种(占 85.52%) 2891 头(占 10.24%);蛛形纲的物种丰富度较低,但丰盛度较高,有 2 目(占 13.33%) 11 科(占 13.92%) 21 种(占 14.48%) 25356 头(占 89.76%),这是由于蛛形纲的芒果小爪螨是主要优势种,个体数量最多。

2.1.1 目分布特征 从科的分布来看,双翅目和鳞翅目最多,均占 16.46%,其次为同翅目、膜翅目、蜘蛛目和鞘翅目,分别占总科数的 13.92%、11.39%、11.39% 和 7.59%,这 6 个主要目的科数占整个群落总科数的 77.22%。

从物种的分布来看,同翅目物种数最多,占群落总物种数的 19.31%,其次是鳞翅目、双翅目、蜘蛛目、膜翅目和鞘翅目,分别占总物种数的 17.93%、13.10%、13.10%、10.34% 和 8.28%,这 6 个主要目的物种数占群落总物种数的 82.07%。

表 1 芒果树冠层节肢动物群落各目的科、物种和个体数分布(福建省惠安县)  
Table 1 Distribution of the families, species and individuals for each order of arthropod community  
in crown of mango trees collected in Hui'an County, Fujian Province

| 目 Order          | 科 Family  |        | 物种 Species |        | 个体 Individual |        |
|------------------|-----------|--------|------------|--------|---------------|--------|
|                  | 数量 Number | $P_F$  | 数量 Number  | $P_S$  | 数量 Number     | $P_I$  |
| 蜘蛛目 Arancuda     | 9         | 0.1139 | 19         | 0.1310 | 337           | 0.0119 |
| 蜱螨目 Acarina      | 2         | 0.0253 | 2          | 0.0138 | 25019         | 0.8857 |
| 蜻蜓目 Odonata      | 2         | 0.0253 | 2          | 0.0138 | 2             | 0.0001 |
| 蜚蠊目 Blattodea    | 2         | 0.0253 | 2          | 0.0138 | 4             | 0.0001 |
| 螳螂目 Mantodea     | 1         | 0.0127 | 2          | 0.0138 | 22            | 0.0008 |
| 直翅目 Orthoptera   | 4         | 0.0506 | 7          | 0.0483 | 198           | 0.0070 |
| 啮虫目 Corrodentia  | 1         | 0.0127 | 1          | 0.0069 | 168           | 0.0059 |
| 缨翅目 Thysanoptera | 1         | 0.0127 | 1          | 0.0069 | 977           | 0.0346 |
| 同翅目 Homoptera    | 11        | 0.1392 | 28         | 0.1931 | 311           | 0.0110 |
| 半翅目 Hemiptera    | 4         | 0.0506 | 8          | 0.0552 | 37            | 0.0013 |
| 脉翅目 Neuroptera   | 1         | 0.0127 | 1          | 0.0069 | 35            | 0.0012 |
| 鞘翅目 Coleoptera   | 6         | 0.0759 | 12         | 0.0828 | 290           | 0.0103 |
| 双翅目 Diptera      | 13        | 0.1646 | 19         | 0.1310 | 254           | 0.0090 |
| 鳞翅目 Lepidoptera  | 13        | 0.1646 | 26         | 0.1793 | 230           | 0.0081 |
| 膜翅目 Hymenoptera  | 9         | 0.1139 | 15         | 0.1034 | 363           | 0.0129 |
| 总数 Total         | 79        | 1.0000 | 145        | 1.0000 | 28247         | 1.0000 |

$P_F$ 、 $P_S$  和  $P_I$  指各目的科数、物种数和个体数分别占节肢动物群落总科数、物种数和个体数的比例。  
 $P_F$ ,  $P_S$  and  $P_I$  is the proportion of family number, species number and individual number at each order to these of total animals.

从个体的分布来看, 蜱螨目最多, 占群落总个体数的 88.57%; 其次是缨翅目、膜翅目、蜘蛛目和同翅目, 分别占总个体数的 3.46%、1.29%、1.19% 和 1.10%。由此可见, 蜱螨目为生态优势类群, 缨翅目、膜翅目、同翅目、双翅目、鳞翅目和蜘蛛目为生态常见类群。

2.1.2 节肢动物类群分布特征 根据果园观察和

有关文献, 将节肢动物群落分为害虫(包括蜱螨目)、天敌(包括蜘蛛目)、中性昆虫 3 个亚群落。各个类群的目、科、种和个体数见表 2。由表 2 可以看出, 目、科、种和个体分布, 均以害虫居多, 尤以其个体数最突出(占总个体数的 94.96%); 而中性昆虫在目、科和种的数量上均最少, 仅在个体数上较天敌略多。

表 2 芒果树冠层节肢动物群落各亚群落的目、科、物种和个体数分布(福建省惠安县)  
Table 2 Distribution of the orders, families, species and individuals for each sub-community of arthropods  
in the crowns of mango trees collected in Hui'an County, Fujian Province

| 亚群落 sub-community      | 目 Order   |        | 科 Family  |        | 种 Species |        | 个体 Individual |        |
|------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|---------------|--------|
|                        | 数量 Number | $P_O$  | 数量 Number | $P_F$  | 数量 Number | $P_S$  | 数量 Number     | $P_I$  |
| 害虫亚群落 Pest             | 8         | 34.78  | 36        | 45.57  | 76        | 52.41  | 26822         | 94.96  |
| 天敌亚群落 Natural enemy    | 8         | 34.78  | 25        | 31.65  | 42        | 28.97  | 698           | 2.47   |
| 中性昆虫亚群落 Neutral insect | 7         | 30.43  | 18        | 22.78  | 27        | 18.62  | 727           | 2.57   |
| 总数 Total               | 23        | 100.00 | 79        | 100.00 | 145       | 100.00 | 28247         | 100.00 |

$P_O$ 、 $P_F$ 、 $P_S$  和  $P_I$  指各亚群落的科数、物种数和个体数分别占节肢动物总科数、总物种数和总个体数的比例。  
 $P_O$ ,  $P_F$ ,  $P_S$  and  $P_I$  is the proportion of family number, species number and individual number at each sub-community to these of total animals.

2.2 群落丰富度、丰盛度、多样性、均匀性和优势集中性的时间动态

2.2.1 群落丰富度 如图 1A 所示, 2006 年 8 月 ~ 2007 年 2 月, 总群落的物种丰富度(物种数)随着季节的更替逐渐降低; 2007 年 2 月总群落和 3 个亚群落的物种丰富度达全年最低, 说明冬季末芒果树冠上活动的节肢动物种类在全年最少。害虫和天敌亚群落丰富度的变化趋势与总群落的变化趋势一致, 均在 2006 年 8 月和 2007 年 7 月出现 2 个高

峰。中性昆虫的物种丰富度在 2006 年未出现明显的高峰, 2007 年 3 月底有 1 个高峰。  
2.2.2 群落丰盛度 总群落及各亚群落类群丰盛度(个体数)的时间动态见图 1B。总群落和害虫亚群落的丰盛度动态基本一致, 在 2006 年 10 月底出现 1 个明显的高峰, 这是由于此时芒果小爪螨处于发生高峰期; 天敌亚群落的丰盛度高峰期出现在 2006 年 11 月上旬, 较害虫亚群落的丰盛度高峰期迟 10 d 左右; 中性昆虫亚群落丰盛度的高峰期不明显, 全年比较稳定。

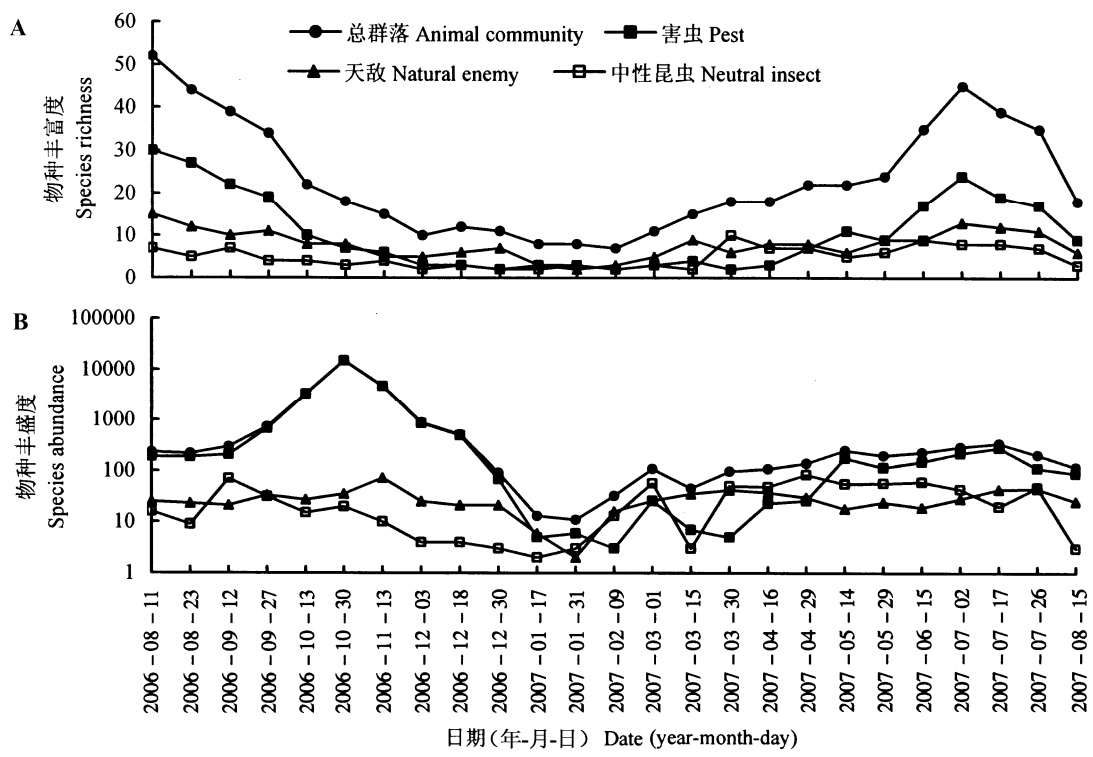


图1 芒果树冠层节肢动物群落丰富度(A)和丰盛度(B)时间动态  
Fig. 1 Species richness (A) and abundance (B) dynamics for arthropod of tree crown in the mango orchard

2.2.3 多样性指数、均匀性指数、优势集中性指数动态 芒果树冠层节肢动物群落多样性指数、均匀性指数和优势集中性指数时间动态见图2。2006年8月~2007年8月,芒果树冠层天敌亚群落的多样性指数和均匀性指数均高于害虫亚群落,但其优势集中性指数低于害虫亚群落,这表明群落中天敌亚群落波动较小,各种天敌的数量分布比较均匀;相反,害虫亚群落波动较大,在不同时间优势种比较突出。从全年看,中性昆虫亚群落多样性指数、均匀性指数和集中性指数均在一定范围内波动,并无特别明显的高峰期和低谷期。总群落3种指数的变化趋势与害虫群落基本一致。各群落的多样性指数表现为总群落>天敌亚群落>中性昆虫亚群落>害虫亚群落;均匀性指数表现为天敌亚群落>中性昆虫亚群落>总群落>害虫亚群落;优势集中性指数表现为害虫亚群落>中性昆虫亚群落>总群落>天敌亚群落。

2.3 群落多样性与物种丰富度、丰盛度及均匀度的关系

多样性指数与物种丰富度、丰盛度和均匀度关系密切。将每次调查小区的总群落及各亚群落的

多样性指数与其对应的物种丰富度、丰盛度和均匀度进行相关性分析(表3)。结果表明,总群落及各亚群落的多样性指数与其对应的物种丰富度和均匀度呈显著正相关,总群落和害虫亚群落的多样性指数与其对应的丰盛度呈负相关,而天敌和中性昆虫亚群落与其对应的丰盛度无显著相关性。

2.4 芒果树冠层节肢动物群落优势种及其生态优势度

根据生态优势度  $D \geq 0.1$ ,将整个调查期间芒果树冠层各亚群落的节肢动物按月份确定优势种,结果见表4。害虫亚群落的优势种:2006年8月为茶黄蓟马 *Scirtothrips dorsalis* Hood、芒果小爪螨 *Oligonychus mangiferus* Rahman et Punjab 和绿树蝽 *Togona unicolor* Matsumura et Shiraki; 9~12月为芒果小爪螨;2007年1月为芒果小爪螨;2月为芒果蚜 *Toxoptera odinae* van der Goot; 3月为茶黄蓟马;4月为小青花金龟 *Oxycetonia jucunda* Faldermann、芒果横线尾夜蛾 *Chlumetia transversa* Walker 和茶黄蓟马;5月为茶黄蓟马和红纹沫蝉 *Cosmoscarta uchi-dae* Matsumura; 6~7月为茶黄蓟马;8月为茶黄蓟马和绿树蝽。

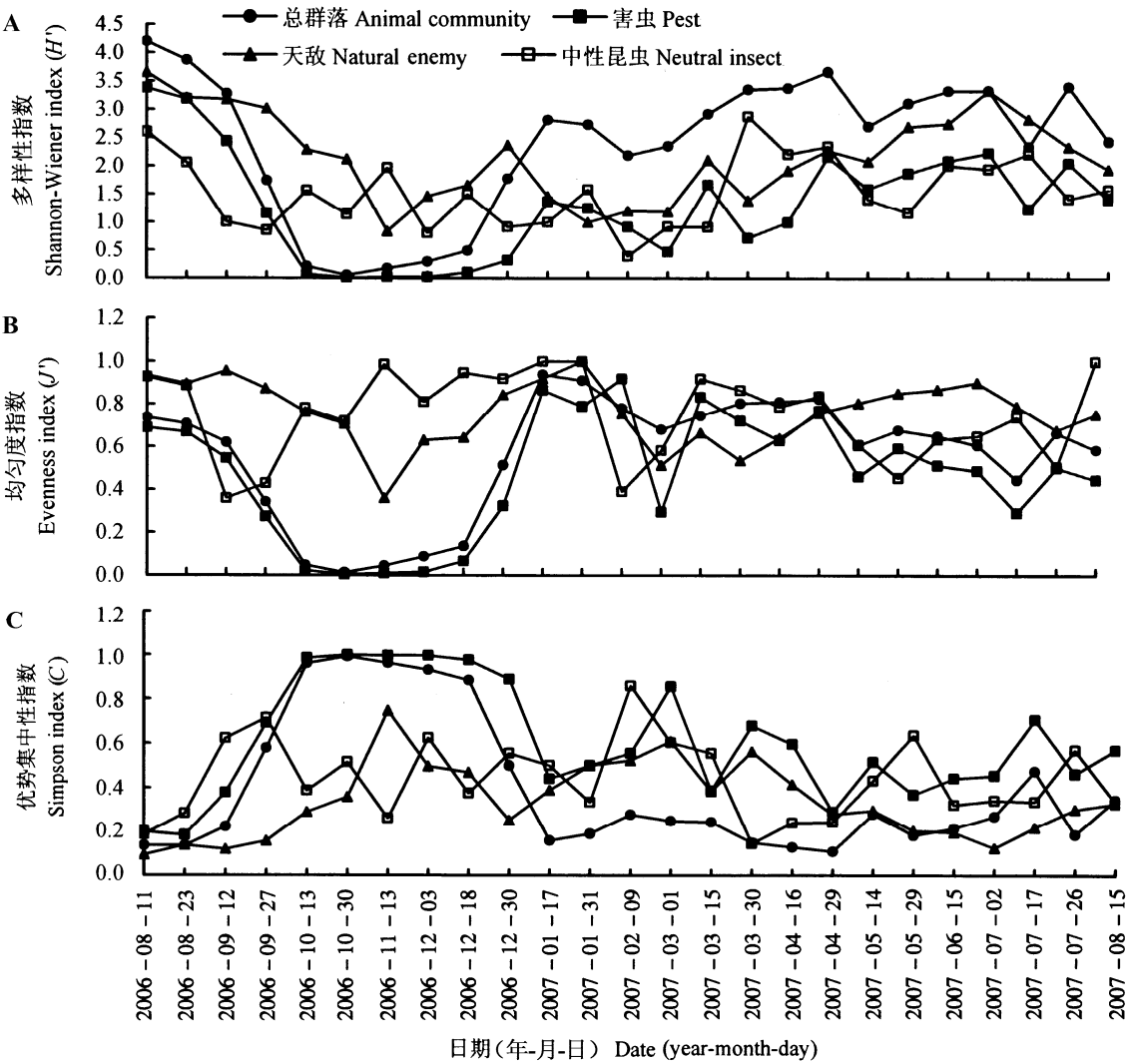


图 2 芒果树冠层节肢动物群落多样性指数 (A)、均匀性指数 (B) 和优势集中性指数 (C) 时间动态

Fig. 2 Diversity (A), evenness (B) and dominant concentration index (C) dynamics for arthropod of tree crown in the mango orchard

表 3 芒果树冠层总群落及各亚群落多样性指数与物种丰富度、丰盛度和均匀度的相关系数

Table 3 Correlation between diversity and species richness, species abundance or evenness in animal community

| 指标 Index                | 相关系数 Correlation     |          |                  |                     |
|-------------------------|----------------------|----------|------------------|---------------------|
|                         | 总群落 Animal community | 害虫 Pest  | 天敌 Natural enemy | 中性昆虫 Neutral insect |
| 物种丰富度 Species richness  | 0.498 **             | 0.753 ** | 0.919 **         | 0.750 **            |
| 物种丰盛度 Species abundance | -0.584 **            | -0.415 * | -0.055           | 0.249               |
| 均匀度 Evenness            | 0.885 **             | 0.626 ** | 0.604 **         | 0.396 *             |

\*、\*\* 分别表示相关性显著 ( $P < 0.05$ ) 和极显著 ( $P < 0.01$ )。  
\*, \*\* indicate significant correlation at 0.05 and 0.01 level respectively.

天敌亚群落的优势种: 2006 年 8 月为花哈沙蛛 *Hasarius adansonii* Savirny et Audouin 和园蛛科 Araneidae; 9 月为陆马蜂 *Polistes (Megapostes) rothneyi grahami* van der Vecht; 10 月为腹管食螨瓢虫 *Stethorus siphonulus* Kapur 和花哈沙蛛; 11 月为腹管食螨瓢虫; 12 月为腹管食螨瓢虫和异色瓢虫 *Harmonia axyridis* Pallas; 2007 年 1 月为中华茧蜂

*Bracon chinensis* Szepligeti、大草蛉 *Chrysopa septempunctata* Wesmael、螟卵啮小蜂 *Tetrastichus schoenobii* Ferriere、小植绥螨属 *Amblyseius* sp. 和猫蛛科 Oxyopidae; 2~3 月为园蛛科; 4~5 月为园蛛科和大草蛉; 6、8 月为园蛛科和腹管食螨瓢虫; 7 月为花哈沙蛛和腹管食螨瓢虫。

表 4 芒果树冠层亚群落节肢动物优势种及其生态优势度  
Table 4 Ecological dominance index of the dominant species at each sub-community in the mango orchard

| 亚群落<br>sub-community      | 优势种 Dominant species                              | 生态优势度 Ecological dominance index (D) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         | 全年<br>Full year |         |
|---------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|---------|
|                           |                                                   | 2006-08                              | 2006-09 | 2006-10 | 2006-11 | 2006-12 | 2007-01 | 2007-02 | 2007-03 | 2007-04 | 2007-05 | 2007-06 | 2007-07 |                 | 2007-08 |
| 害虫亚群落<br>Pest             | 茶黄蓟马 <i>Scirtothrips dorsalis</i>                 | 0.3547                               | 0.0159  | 0.0003  | 0.0004  | 0.0125  | 0.0909  | 0.0345  | 0.4167  | 0.1633  | 0.6220  | 0.6612  | 0.7903  | 0.7416          | 0.0364  |
|                           | 芒果小爪螨 <i>Oligonychus mangiferus</i>               | 0.1360                               | 0.7747  | 0.9978  | 0.9978  | 0.9821  | 0.6364  | 0.0690  | 0.0833  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0               | 0.9323  |
|                           | 绿树蝽 <i>Togona unicolor</i>                        | 0.1067                               | 0.0728  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.0332  | 0.1236          | 0.0048  |
|                           | 芒果蚜 <i>Toxoptera odinae</i>                       | 0.0053                               | 0       | 0       | 0       | 0.0054  | 0       | 0.8276  | 0.3333  | 0       | 0.0962  | 0       | 0       | 0               | 0.0023  |
|                           | 小青花金龟 <i>Oxyetonia jucunda</i>                    | 0                                    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.3469  | 0       | 0.0108  | 0       | 0               | 0.0008  |
|                           | 芒果横线尾夜蛾 <i>Chlumetia transversa</i>               | 0.0640                               | 0.0228  | 0.0001  | 0.0009  | 0       | 0       | 0       | 0.0833  | 0.3265  | 0.0481  | 0.0325  | 0.0128  | 0               | 0.0037  |
|                           | 红纹沫蝉 <i>Cosmoscarta uchidae</i>                   | 0.0080                               | 0.0023  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.1478  | 0.0190  | 0.0077  | 0               | 0.0022  |
| 天敌亚群落<br>Natural enemy    | 园蛛科 Araneidae                                     | 0.1667                               | 0.0741  | 0.0645  | 0.0206  | 0.0714  | 0       | 0.7381  | 0.6753  | 0.5373  | 0.4048  | 0.1702  | 0.0575  | 0.2800          | 0.2536  |
|                           | 花哈沙蛛 <i>Hasarius adansonii</i>                    | 0.2083                               | 0.0926  | 0.1129  | 0.0412  | 0       | 0       | 0.0238  | 0.0649  | 0.0448  | 0.0476  | 0.0426  | 0.1724  | 0               | 0.0774  |
|                           | 陆马蜂 <i>Polistes (Megapostes) rothneyi grahami</i> | 0.0208                               | 0.1852  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.0115  | 0               | 0.0172  |
|                           | 腹管食螨瓢虫 <i>Stethorus siphonulus</i>                | 0                                    | 0       | 0.5323  | 0.8144  | 0.4286  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.1489  | 0.4483  | 0.4800          | 0.2693  |
|                           | 大草蛉 <i>Chrysopa septempunctata</i>                | 0.0208                               | 0       | 0.0161  | 0.0825  | 0.0952  | 0.2500  | 0       | 0.0130  | 0.1343  | 0.1667  | 0       | 0.0115  | 0.0400          | 0.0501  |
|                           | 异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>                     | 0                                    | 0       | 0       | 0       | 0.2143  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0               | 0.0129  |
|                           | 中华茧蜂 <i>Bracon chinensis</i>                      | 0.0417                               | 0.0370  | 0       | 0       | 0.0238  | 0.3750  | 0       | 0.0130  | 0.0448  | 0       | 0       | 0       | 0               | 0.0172  |
|                           | 螟卵啮小蜂 <i>Tetrastichus schoenobii</i>              | 0.0208                               | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.1250  | 0.0476  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0               | 0.0057  |
|                           | 小植绥螨属 <i>Amblyseius</i> sp.                       | 0.0208                               | 0       | 0.0645  | 0       | 0.0714  | 0.1250  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.0638  | 0       | 0               | 0.0172  |
|                           | 猫蛛科 Oxyopidae                                     | 0.0417                               | 0.0926  | 0.0484  | 0.0206  | 0.0238  | 0.1250  | 0.0952  | 0.0260  | 0.0299  | 0.0238  | 0       | 0.0115  | 0               | 0.0344  |
|                           | 广斧螳 <i>Hierodula patellifera</i>                  | 0                                    | 0.0370  | 0.0161  | 0.0103  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.0149  | 0       | 0       | 0.0575  | 0.1200          | 0.0186  |
| 中性昆虫亚群落<br>Neutral insect | 小黄家蚁 <i>Monomorium pharaonis</i>                  | 0.1600                               | 0.0297  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.1132  | 0.0076  | 0       | 0.0097  | 0       | 0               | 0.0206  |
|                           | 中国小黑蚁 <i>Monomorium chinensis</i>                 | 0.3600                               | 0.0396  | 0.0286  | 0       | 0       | 0       | 0.3714  | 0.1321  | 0.0758  | 0.2589  | 0.1942  | 0.6866  | 0.3333          | 0.2105  |
|                           | 凹翅单啮 <i>Caeccilius excavates</i>                  | 0.1200                               | 0.2772  | 0.3714  | 0.2143  | 0       | 0.2000  | 0       | 0       | 0.1212  | 0.6250  | 0.3107  | 0.0299  | 0               | 0.2311  |
|                           | 花翅摇蚊 <i>Chironomus kiinensis</i>                  | 0                                    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.2000  | 0.6000  | 0.1887  | 0.2652  | 0.0179  | 0.0194  | 0.0299  | 0               | 0.1293  |
|                           | 花丽花萤 <i>Therinus imperialis</i>                   | 0                                    | 0       | 0       | 0.1429  | 0.1429  | 0       | 0       | 0.2642  | 0.1439  | 0       | 0       | 0       | 0               | 0.0495  |
|                           | 红蚂蚁 <i>Tetramorium guineense</i>                  | 0.0400                               | 0.6139  | 0.5429  | 0.2143  | 0.5714  | 0       | 0       | 0       | 0.0530  | 0.0446  | 0.1553  | 0.0149  | 0               | 0.1623  |
|                           | 棕尾别麻蝇 <i>Boettcherisca peregrine</i>              | 0.0800                               | 0       | 0       | 0.0714  | 0       | 0       | 0.0143  | 0.1132  | 0.0530  | 0       | 0.0194  | 0.0149  | 0               | 0.0275  |
|                           | 铜绿蝇 <i>Lucilia cuprina</i>                        | 0                                    | 0.0099  | 0       | 0.1429  | 0       | 0       | 0       | 0.0566  | 0.1970  | 0       | 0.0291  | 0.0149  | 0               | 0.0495  |
|                           | 黑腹果蝇 <i>Drosophila melanogaster</i>               | 0                                    | 0       | 0       | 0.2143  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.1650  | 0       | 0               | 0.0275  |
|                           | 家蝇 <i>Musca domestica vicina</i>                  | 0.0800                               | 0.0099  | 0.0286  | 0       | 0.1429  | 0.2000  | 0       | 0.0755  | 0.0682  | 0.0089  | 0.0291  | 0.0149  | 0               | 0.0330  |
|                           | 中华按蚊 <i>Anopheles sinensis</i>                    | 0                                    | 0.0099  | 0.0286  | 0       | 0.1429  | 0.4000  | 0       | 0       | 0.0152  | 0       | 0       | 0       | 0               | 0.0096  |
|                           | 稻棘缘蜂 <i>Cletus punctiger</i>                      | 0.0800                               | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.0143  | 0.0189  | 0       | 0       | 0       | 0.0149  | 0.3333          | 0.0083  |
|                           | 点蜂缘蜂 <i>Riptortus pedestris</i>                   | 0                                    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0.0097  | 0.0746  | 0.3333          | 0.0096  |

中性昆虫亚群落的优势种: 2006 年 8 月为中国小黑蚁 *Monomorium chinensis* Santschi、小黄家蚁 *Monomorium pharaonis* L. 和凹翅单啮 *Caecilius excavates* Li; 9 ~ 10 月为红蚂蚁 *Tetramorium guineense* Fabricius 和凹翅单啮; 11 月为凹翅单啮、红蚂蚁、黑腹果蝇 *Drosophila melanogaster* Meign、铜绿蝇 *Lucilia cuprina* Wiedmann 和花丽花萤 *Themus imperialis* Gorham; 12 月为红蚂蚁、花丽花萤、家蝇 *Musca domestica vicina* Macquart 和中华按蚊 *Anopheles sinensis* Wiedemann; 2007 年 1 月为中华按蚊、凹翅单啮、花翅摇蚊 *Chironomus kiinensis* Tokunaga 和家蝇; 2 月为中国小黑蚁和花翅摇蚊; 3 月为小黄家蚁、中国小黑蚁、花翅摇蚊和花丽花萤; 4 月为花翅摇蚊、铜绿蝇、花丽花萤和凹翅单啮; 5 月为凹翅单啮和中国小黑蚁; 6 月为凹翅单啮、中国小黑蚁、黑腹果蝇和红蚂蚁; 7 月为中国小黑蚁; 8 月为中国

小黑蚁、稻棘缘蝽 *Cletus punctiger* Dallas 和点蜂缘蝽 *Riptortus pedestris* Fabricius。

可见,整个试验期间害虫亚群落的优势种为芒果小爪螨,天敌亚群落的优势种为园蛛科和腹管食螨瓢虫,中性昆虫亚群落的优势种为中国小黑蚁、凹翅单啮、花翅摇蚊和红蚂蚁。

2.5 芒果树冠层主要害虫和主要天敌优势种时间动态

2.5.1 主要害虫时间动态 图 3 是芒果树冠层主要害虫优势种茶黄蓟马和芒果小爪螨个体数量的时间动态。从图中可以看出,2 种害虫均有 1 个明显的发生高峰期,茶黄蓟马(图 3A)的主要发生期在 5 月上旬 ~ 8 月下旬,其发生高峰期在 7 月中旬;而芒果小爪螨(图 3B)的主要发生期在 9 月中旬 ~ 12 月中旬,其发生高峰期在 10 月下旬。

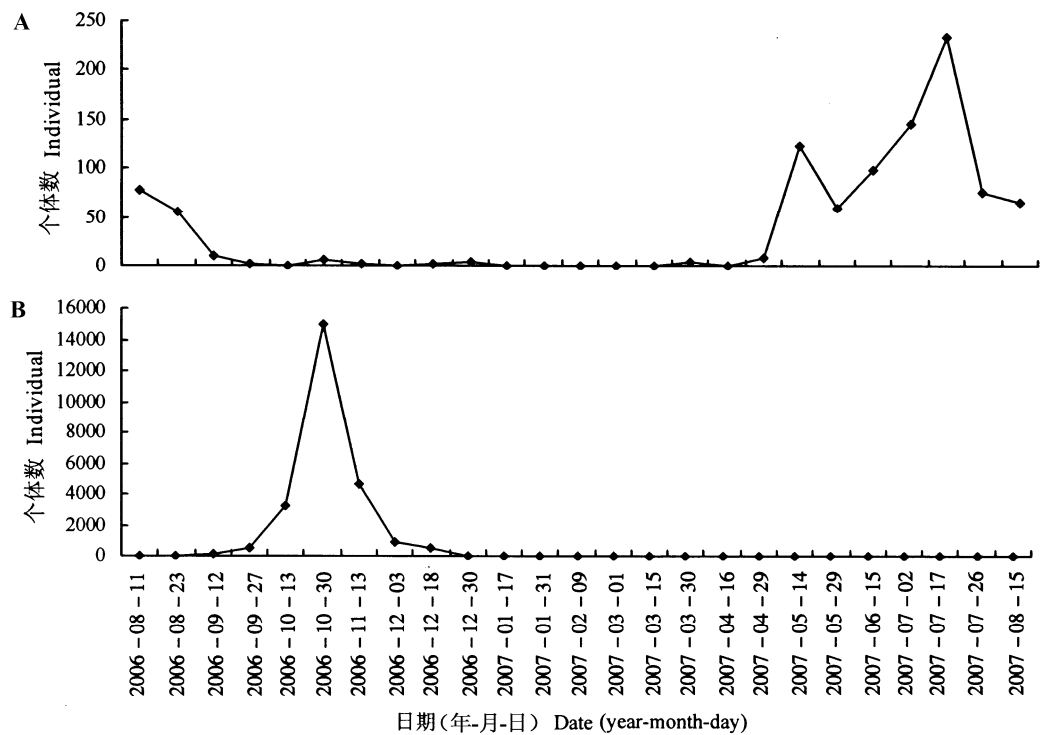


图 3 芒果树冠层茶黄蓟马(A)和芒果小爪螨(B)个体数量时间动态

Fig. 3 Individual quantity dynamics of *Scirtothrips dorsalis* (A) and *Oligonychus mangiferus* (B) of tree crown in the mango orchard

2.5.2 主要天敌时间动态 图 4 是芒果树冠层天敌优势种腹管食螨瓢虫和园蛛科个体数量的时间动态。如图所示,腹管食螨瓢虫在芒果树周年生育期内有 2 次发生高峰期,第 1 次是 9 月下旬 ~ 12 月

下旬,这段时间的主要猎物是芒果小爪螨;第 2 次是 6 月中旬 ~ 8 月中旬,这段时间的主要猎物是茶黄蓟马。园蛛科在芒果园整年都可见,其发生高峰期在 2 月中旬 ~ 5 月中旬。

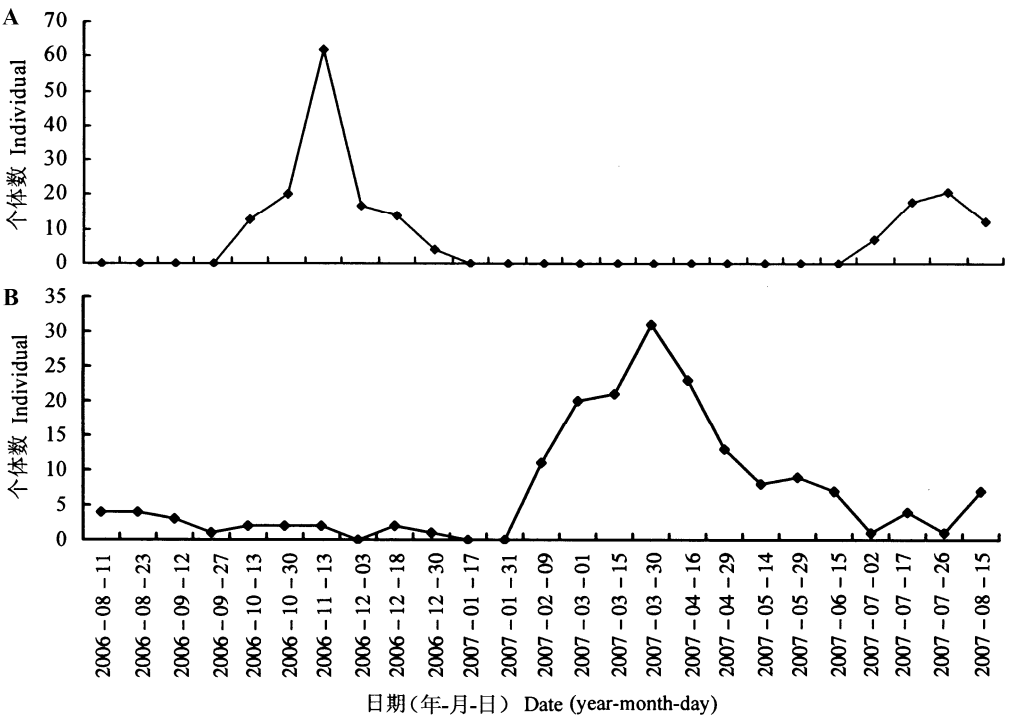


图4 芒果树冠层腹管食螨瓢虫(A)和园蛛科(B)个体数量时间动态  
Fig. 4 Individual quantity dynamics of *Stethorus siphonulus* (A) and Araneidae (B) of tree crown in the mango orchard

3 小结与讨论

(1)福建省惠安县台湾芒果树冠层节肢动物有2纲15目79科145种。其中,害虫76种(占群落总物种数的52.41%)、天敌42种(占28.97%)、中性昆虫41种(占18.62%),可见,在芒果树冠层节肢动物群落中以害虫居多。在各亚群落的个体数方面,害虫个体数最多(占群落总个体数的94.96%),其次是中性昆虫(占2.57%),天敌的个体数最少(占2.47%)。害虫的数量占绝对优势主要是由芒果小爪螨秋季大暴发造成,其种群数量占群落总个体数的88.53%。

(2)芒果园节肢动物的物种丰富度、丰盛度、群落多样性、均匀性和优势集中性等都呈明显的季节消长规律,但其变化趋势有所不同。芒果树冠层节肢动物总群落及各亚群落的多样性指数均与其对应的物种丰富度和均匀度呈显著正相关,说明多样性指数变化趋势与物种丰富度和均匀度一致。一些学者根据总群落、天敌和害虫的物种数和个体数的制约潜能分析群落的稳定性,说明了果园节肢动物群落的稳定性是由群落多样性和均匀性所决定(陈少波等,2009;高宝嘉等,1992;刘德广等,2001;张飞萍等,2005)。

(3)大多数学者根据 Berger-Parker 的生态优势度指数来评价一个物种的优势度(丁岩钦,1994;张飞萍等,2005),也有些学者根据物种个体大小差异提出以资源优势度指数来考察物种的优势度(高宝嘉等,1992)。本文由生态优势度指数得出害虫的主要优势种为芒果小爪螨、茶黄蓟马、芒果蚜、绿树蝽、芒果横线尾夜蛾等。其中,芒果小爪螨和茶黄蓟马等害虫直接影响芒果的产量和质量,是生产中防治的重点,可以根据每种害虫种群的季节消长动态,进行针对性防治。调查发现,芒果小爪螨和茶黄蓟马的发生时期比较集中,芒果小爪螨的主要发生期在9月中旬~12月中旬,茶黄蓟马的主要发生期在5月上旬~8月下旬,可以据此综合应用多种防治手段对其进行防治。同时也应该对一些次要害虫加强监控,采取有效防治措施以缓解其上升为主要害虫。

参考文献

陈少波,曾兆华,尤民生,陈李林,魏智娟. 2009. 武夷山茶园动物群落的组成结构和多样性. 环境昆虫学报, 31(1): 1-13.

陈泽坦. 2003. 吡虫啉等几种杀虫剂防治芒果茶黄蓟马试验. 农药, 42(1): 24-25.



- 但建国. 1989. 国内外芒果病虫害的研究动态. 广西热作科技, (1): 1-6, 13.
- 丁岩钦. 1994. 昆虫数学生态学. 北京: 科学出版社.
- 冯荣扬. 1997. 粤西地区芒果横纹尾夜蛾的发生规律及其防治研究. 湛江海洋大学学报, 17(2): 71-74.
- 符悦冠, 张方平. 2002. 温度对芒果小爪螨实验种群增长的影响. 热带作物学报, 23(3): 47-52.
- 高爱平, 陈业渊, 朱敏, 何业华, 杜中军. 2006. 中国芒果科研进展综述. 中国热带农业, (6): 21-23.
- 高宝嘉, 张执中, 李镇宇. 1992. 封山育林对昆虫群落结构及多样性稳定性影响的研究. 生态学报, 12(1): 1-7.
- 郭安. 2006. 我国芒果产业现状及发展对策探讨. 中国热带农业, (5): 20-23.
- 黄显明, 杨清楷, 李顺康. 2004. 芒果病虫害调查及防治策略研讨. 攀枝花科技与信息, 29(4): 28-31.
- 李建宇, 傅建炜, 郑丽祯, 占志雄, 王进军. 2010. 入闽台湾芒果主要品种及其病虫害防治. 台湾农业探索, (2): 23-25.
- 梁子宁, 张永强. 2007. 龙眼园节肢动物群落结构及其时空格局. 生态学报, 27(4): 1542-1549.
- 林智泉. 2006. 芒果病虫害及其综合防治. 果农之友, (10): 35.
- 刘德广, 熊锦君, 谭炳林, 黄明度, 张润杰. 2001. 荔枝—牧草复合系统节肢动物群落多样性与稳定性分析. 生态学报, 21(10): 1596-1601.
- 刘文芳, 张万旗, 谢毅璇. 2006. 打孔注药法防治芒果壮铃普瘿蚊试验. 华东昆虫学报, 15(1): 75-77.
- 马克平, 刘玉明. 1994. 生物多样性的测度方法 I.  $\alpha$  多样性的测度方法(下). 生物多样性, 2(4): 231-239.
- 庞雄飞, 尤民生. 1996. 昆虫群落生态学. 北京: 中国农业出版社.
- 邱栋梁. 1999. 芒果在福建的发展前景及对策. 福建果树, (1): 26-29.
- 张飞萍, 陈清林, 吴庆锥, 侯有明, 尤民生. 2005. 毛竹林节肢动物群落的组成与结构. 生态学报, 25(9): 2272-2283.
- Berger W H and Parker F L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168: 1345-1347.
- Pielou E C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Pielou E C. 1988. 数学生态学. 第2版. 卢泽愚, 译. 北京: 科学出版社.
- Shannon C and Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.

(责任编辑: 杨郁霞)