

密闭与间伐荔枝园害虫群落多样性及时空动态分析

徐海明,全林发,陈炳旭*,董易之

(广东省农业科学院植物保护研究所,广州 510640)

摘要:【目的】明确密闭和间伐荔枝园害虫的群落组成、多样性特征以及年度发生动态,为荔枝园害虫的绿色防控提供科学依据。【方法】2016年对广州地区的密闭和间伐荔枝园进行害虫调查,对不同荔枝园害虫的群落组成、多样性特征以及年度发生动态进行了分析。【结果】密闭荔枝园共采集到害虫7目35科61种,其中半翅目害虫在数量上占绝对优势;间伐荔枝园共采集到6目26科39种,其中鳞翅目害虫在数量上占绝对优势。多样性分析结果表明:密闭荔枝园鳞翅目害虫的Margalef物种丰度最高,其次是半翅目和鞘翅目;Shannon多样性指数从高到低依次是半翅目、鳞翅目、鞘翅目、蝶蛾目、双翅目、缨翅目、等翅目;蝶蛾目害虫的Pielou均匀度指数最高,其次是半翅目和鞘翅目;双翅目害虫的Simpson生态优势度指数最高,其次是蝶蛾目。而间伐荔枝园鳞翅目害虫的Margalef物种丰度同样最高,其次是半翅目和鞘翅目;Shannon多样性指数从高到低依次是鳞翅目、半翅目、鞘翅目、双翅目、蝶蛾目、缨翅目;半翅目害虫的Pielou均匀度指数最高,其次是双翅目;蝶蛾目害虫的Simpson生态优势度指数最高,其次是双翅目。密闭荔枝园与间伐荔枝园害虫群落个体数的年度发生动态呈现“双峰”模式,分别在4月份和8月份达到最大值。而密闭荔枝园害虫群落物种数的年度发生动态呈现单峰模式,在9月份达到最大值;间伐荔枝园害虫群落物种数的年度发生动态呈现2个高峰期,分别为4—5月份和9月份。【结论】这说明对密闭荔枝园进行合理间伐对降低害虫危害具有重要意义。

关键词:荔枝;密闭园;间伐园;害虫;群落组成;多样性

中图分类号:S667.1

文献标志码:A

文章编号:1009-9980(2019)04-0493-11

Analysis of pest community diversity and temporal dynamics in thinned and un-thinned litchi orchards

XU Haiming, QUAN Linfa, CHEN Bingxu*, DONG Yizhi

(Plant Protection Research Institution, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, Guangdong, China)

Abstract:【Objective】Litchi is one of the most important fruits in south China. The cultivated area of litchi was increasing in recently year. Pests and diseases became more and more serious in un-thinned litchi orchard. In order to improve the environment of orchard, output and quality of litchi, the un-thinned litchi orchard must be thinned by reasonable thinning. The aim of this study was to reveal the community composition, species diversity, dominant pest species and annual occurrence of pests in thinned and un-thinned litchi orchards in Guangzhou, and to provide a theoretical basis for proper application of thinning and green control of pests.【Methods】A survey was conducted on the pest species diversity in thinned and un-thinned litchi orchards in Guangzhou from January to December in 2016. Some larva were collected and reared in laboratory. All specimens were identified by morphological characteristics and molecular biology and some of that we cannot identify were sent to taxonomists. Specimens were saved in Plant Protection Research Institution, Guangdong Academy of Agricultural Sciences. The pest community compositions, species diversity, dominant pest species and annual occurrence of dominant pests in different orchards were analyzed. And also, the number of species, relative abundance, Margalef richness index, Shannon diversity index, Pielou evenness index and Simpson dominance index

收稿日期:2018-09-18 接受日期:2019-01-29

基金项目:国家重点研发计划(2017YFD0202100);国家现代农业(荔枝龙眼)产业技术体系建设专项(CARS-32-12);广东省农业科学院院长基金项目(201821)

作者简介:徐海明,男,博士,研究方向为荔枝害虫绿色防控技术研发。Tel:02087590733,E-mail:modeyouxiang@163.com

*通信作者 Author for correspondence. Tel:020-87597573,E-mail:gzchenbx@163.com

were calculated. **【Results】**A total of 61 species were recorded, which belong to 35 families, 7 orders in un-thinned litchi orchard. The number of Hemiptera pests in the un-thinned litchi orchard had an absolute dominance. In thinned litchi orchard, there were 39 species belonging to 26 families and 6 orders and the Lepidoptera pests had the greatest species abundance. The number of pest individual abundance and species in un-thinned litchi orchard was obvious more than that in thinned litchi orchard. The Lepidoptera had the highest Margalef richness index, followed by Hemiptera and Coleoptera, while Isoptera and Thysanoptera were the lowest in un-thinned litchi orchard. Shannon diversity index decreased in order of Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Acarina, Diptera, Thysanoptera and Isoptera. The highest Pielou evenness index was Acarina, then Hemiptera and Coleoptera. The Diptera had the highest Simpson dominance index, followed by Acarina in un-thinned litchi orchard. In thinned litchi orchard, Lepidoptera also had the highest Margalef richness index, followed by Hemiptera and Coleoptera, and Thysanoptera was the lowest. The Shannon diversity index decreased in order of Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Acarina and Thysanoptera. The Hemiptera had the highest Pielou evenness index, followed by Diptera. The Acarina had the highest Simpson dominance index, followed by Diptera. There were two obvious peaks in individual abundance with the main peak occurring between April and October. In the un-thinned litchi orchard, only one peak in species richness occurred in September. However, there were two peaks in species richness occurred in un-thinned litchi orchard from April to May and September. Different micro-environments within the orchards could have a different community composition. The dominant pest species in un-thinned litchi orchard were *Conopomorpha sinensis*, *Thalassodes immissaria*, *Tessaratoma papillosa*, *Litchiomyia chinensis* and *Unaspis yanonensis*. Unlike that though, the dominant pest species were *Conopomorpha sinensis*, *Thalassodes immissaria*, *Tessaratoma papillosa*, *Protaetia brevitarsis* and *Oligonychus litchii* in thinned litchi orchard. In un-thinned litchi orchard, the number of individual abundance of dominant pests were increasing with the increase of temperature, which reached the first peak between April and May, then the number of *Thalassodes immissaria*, *Tessaratoma papillosa* and *Litchiomyia chinensis* decreased from the flowering phase till the fruitlet phase over. From July to September, the number of *Thalassodes immissaria*, *Litchiomyia chinensis* and *Unaspis yanonensis* started rising again and reached the second peak at September. The pattern of annual occurrence of *Conopomorpha sinensis* was a humped-shaped model with a peak at August, and the number of *Conopomorpha sinensis* declined sharply with the end of longan harvest. The occurrence of *Conopomorpha sinensis* was consistent with the phenological period of litchi growth. The patterns of annual occurrence of dominant pests in thinned orchard were the same as that in un-thinned litchi orchard, but the number of dominant pests in thinned litchi orchard was less than that in un-thinned litchi orchard. The number of *Thalassodes immissaria*, *Tessaratoma papillosa*, *Protaetia brevitarsis* and *Oligonychus litchii* reached the first peak between April and May, and the second peak appeared between September and October. The annual occurrence of *Conopomorpha sinensis* was also a humped-shaped model with a peak in July. **【Conclusion】**The un-thinned litchi orchard has higher pest species diversity. After reasonable thinning, the pest species and quantity both decreased significantly in thinned litchi orchard. In the meantime the ecological environment, the output and litchi quality in the thinned litchi orchard were obviously improved. There was a strong correlation between the pest occurrence and litchi phenology. Therefore, a pest control should be carried out according to different phenological growth period of litchi. In addition, it is necessary to take an extensive and deep investigation about the species and biodiversity of natural enemies in the orchard, to provide scientific references for green production.

Key words: Litchi; Thinned orchard; Un-thinned orchard; Pest; Community composition; Diversity

荔枝是我国华南地区特色水果,有“岭南佳果”之称,其栽培面积和产量均居世界首位,在农业经济中占有重要地位^[1-2]。近年来,随着种植面积的不断扩大,许多荔枝园普遍存在种植密度过大,枝条交错、荫蔽封行,树体郁闭、风光条件恶化,果园管理困难,病虫害的发生日趋严重等问题,严重制约了荔枝生产的优质高效和可持续发展^[3]。长期以来,荔枝害虫给生产带来了严重损失,据统计危害荔枝的害虫已达186种^[4]。荔枝大面积连片种植后,害虫种群发生了一定的变化,加之过分依赖化学防治,常引起害虫再猖獗,新的害虫种类的增加以及次要害虫大量发生等,导致荔枝产量和品质下降,严重影响了果农的经济效益^[5-6]。要改变这种被动的局面,最佳的办法是从农业生态系统的水平来制定对害虫的综合防治策略^[7]。荔枝园间伐是推进荔枝优质高效生产的重要措施,近年来在国家荔枝龙眼产业技术体系的大力推动下,通过对密闭荔枝园进行合理间伐以优化树体结构,改善果园生态环境,有效提高果品品质和果园经济效益^[8]。为此,深入探索间伐技术运用,了解间伐对果园生物群落结构、物种多样性等的影响,对荔枝园合理间伐以及荔枝害虫综合防治具有指导意义。

生物群落结构、功能及其动态的研究是生态学研究的重点之一,也是害虫综合治理的基础^[9]。相对其它大田作物来讲果园昆虫群落更稳定,研究分析昆虫群落结构特征,对于控制关键害虫的种群变动意义重大^[10]。群落的多样性是群落稳定性的强力后盾,在荔枝园生态系统中,昆虫群落的多样性受到多种因素的影响,例如气候条件、种植制度、耕作方式、化学防治等因素都会或多或少引起昆虫群落的变化^[11]。目前关于荔枝园害虫种类及节肢动物群落多样性的研究并不少见。例如黄衍章等^[10]对深圳荔枝园的昆虫群落种类及营养结构进行分析;刑树文等^[11]对潮汕地区荔枝园害虫群落结构进行分析;而前人^[12-14]不仅调查了广州、深圳等地荔枝园节肢动物的种类及群落多样性,而且对主要害虫及天敌的群落动态进行了研究等。但多数的研究都是以密闭荔枝园为基础进行调查,不能真实反映出密闭荔枝园进行间伐后荔枝害虫的群落结构及群落多样性变化等。本文在系统调查广州地区密闭及间伐荔枝园害虫群落的基础上,分析了密闭和间伐荔枝园害虫的群落结构、多样性特征以及优势害虫的时序动态,

旨在明确荔枝园间伐以后害虫群落结构及多样性的变化趋势,为进行荔枝园合理间伐及害虫绿色防控打下基础,为优化荔枝园生态系统及荔枝产业可持续发展提供依据。

1 材料和方法

1.1 调查地概况

本研究所调查的荔枝园均设在广州市白云区钟落潭镇,2个调查地农事操作基本一致,间隔距离3 km。间伐荔枝园位于广东省农业科学院白云基地(23°57' N, 113°55' E),面积约为2 hm²,荔枝树种植密度为每666.7 m² 20~25株,主栽品种为桂味、糯米糍等,树龄15~20 a(年);密闭荔枝园位于广东省白云区钟落潭镇黎家塘村刘春源果场,面积约为1 hm²,种植密度为每666.7 m² 35~40株,种植品种主要有桂味、糯米糍等,树龄15~20 a。该地区气候温和,雨量充沛,年平均气温19.5~21.4 °C。

1.2 调查方法

2016年1—12月,采用直接计数法系统调查密闭和间伐荔枝园荔枝树树冠所有害虫的种群数量,每月定时定点进行,采用五点取样法,共调查12次。调查方法参照邱良妙等的方法^[15]并作适当改进。分别在间伐和密闭荔枝园内划分5个调查区,每个调查区观察3株树,共调查15株,按东、南、西、北、中等5个方位对每株树的树冠进行观察,每方位随机选取2条长度约30 cm的枝条进行调查。目测检查并记录其中1枝条上所有可见害虫种类及数量(对于大型昆虫,用肉眼直接检查;对于小型昆虫,使用手持式放大镜观察);另1条枝则以承网法进行调查:将枝条套入捕虫网,再用力抖动,收集栖息其上的昆虫,然后将网内的昆虫移入密封塑料袋内,带回室内,进行分拣保存。此外,还采集受害的花穗、果穗和嫩梢等带回室内饲养观察,鉴别害虫种类。对于蛀干、蛀果类害虫,剪下枝条以及摘下蛀果,剖开检查并统计害虫的种类和数量。对于卷叶、潜叶类昆虫以虫苞数进行计数,摘下虫苞和被潜叶片,带回室内对幼虫的种类进行鉴定,并统计数量;个别暂不明确或无法鉴定的幼虫或若虫带回室内饲养以进一步鉴定。

1.3 标本的处理及鉴定

采集回的大部分害虫标本可放入75%酒精中进行保存,其中鳞翅目害虫用毒瓶毒死后,放入到三

角带中包好带回实验室。所有标本标记好采集时间、地点、采集人等相关信息。标本制作完成后参考相关资料^[16-20],对采到的标本进行鉴定,并分类保存。对于暂时不能鉴定的标本,编号记录。以调查时间和样地为单位,用酒精浸泡保存或烘干保存,寄送有关专家鉴定。

1.4 数据分析

采用物种数(S)、相对多度(Ra)、Margalef物种丰度(d_M)^[21]、Shannon 多样性指数(H)^[22]、Pielou 均匀度指数(J)和 Simpson 生态优势度指数(D)对密闭和间伐荔枝园内的害虫的群落组成和多样性进行分析,计算式参见马克平等^[23-24]。以上的数据分析使用 Excel 和统计软件 SPSS17.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)完成。

(1) 相对多度(Ra):

$$Ra = 100N_i / N$$

(2) Margalef 物种丰度(d_M):

$$d_M = (S-1) / \ln N$$

(3) Shannon 多样性指数(H):

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

(4) Pielou 均匀度指数(J):

$$J = (-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i) / \ln s$$

(5) Simpson 生态优势度指数(D):

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

式中,S 为物种数, p_i 为种 i 的个体数占总个体数的比例,N 为所有种的个体总数, N_i 为种 i 的个体数。

2 结果与分析

2.1 不同荔枝园害虫群落组成结构及特征

2.1.1 密闭荔枝园害虫群落组成结构及特征 密闭荔枝园的害虫群落种类组成见表1。密闭荔枝园共采集到害虫标本1 478头,隶属于7目35科61种,其中昆虫纲6目33科59种,蛛形纲1目2科2种。密闭荔枝园害虫群落组成特征以半翅目昆虫在数量上占绝对优势,达40.93%,其次鳞翅目害虫的相对多度为35.45%,其他各目的相对多度不超过10%。物种丰富度最高的是鳞翅目害虫,共有24种,其中卷蛾科和尺蛾科害虫丰富度最高,分别有6种和5种。其

次是半翅目害虫,共有23种,其中蝽科类害虫丰富度最高,有4种。物种丰富度最少的是等翅目和缨翅目,分别只有1种害虫。相对多度低于1的种类有18种,占种类总数的29.51%,相对多度高于1的种类有43种,占种类总数的70.49%。其优势种为荔枝蒂蛀虫、粗胫翠尺蛾、荔枝蝽、荔枝叶瘿蚊、矢尖蚧,相对多度分别是7.37、4.53、4.13、3.86、3.45。密闭荔枝园害虫的群落组成以单种科数为主,共有23科,占总科数的65.71%,占总种数的37.70%,个体数量占32.21%;多种科数有12科,其中卷蛾科的物种数量最多,有6种,其次为尺蛾科,有5种。密闭荔枝园害虫群落的科/种比值系数为0.57,其中半翅目、鳞翅目和双翅目的科/种比值分别为0.48、0.50和0.50,说明半翅目、鳞翅目、双翅目害虫在密闭荔枝园的分布较为丰富;等翅目、缨翅目和蝉螨目的科/种比值均为1.00,说明这3个目的害虫物种丰富度较小(表2)。

2.1.2 间伐荔枝园害虫群落组成结构及特征 间伐荔枝园的害虫群落种类组成见表1。间伐荔枝园共采集到害虫标本687头,隶属于6目26科39种,其中昆虫纲5目24科37种,蛛形纲1目2科2种。间伐荔枝园害虫群落组成以鳞翅目昆虫在数量上占绝对优势,达38.43%,其次半翅目害虫的相对多度为33.62%,除鞘翅目害虫的多度为14.12%,其余各目的相对多度则不超过10%。物种丰富度最高的同样是鳞翅目害虫,共有16种,其中卷蛾科害虫丰富度最高,共有5种。其次是半翅目害虫,共有11种,其中蝽科类害虫丰富度最高,有3种。物种丰富度最少的是缨翅目,只有1种害虫。相对多度低于1的种类有5种,占种类总数的12.82%,相对多度高于1的种类有35种,占种类总数的87.18%。其优势种为荔枝蒂蛀虫、粗胫翠尺蛾、荔枝蝽、白星花金龟、荔枝叶螨,相对多度分别是9.75、7.57、7.13、4.37、4.22。间伐荔枝园害虫的群落组成以单种科数为主,共有18科,占总科数的69.23%,占总种数的46.15%,个体数量占41.92%;多种科数有8科,其中卷蛾科的物种数量最多,有5种,其次为蝽科和尺蛾科,分别有5种。间伐荔枝园害虫群落的科种比值系数为0.67,其中双翅目、半翅目和鳞翅目的科/种比值分别为0.50、0.55和0.56,说明双翅目、半翅目和鳞翅目害虫在密闭荔枝园的分布较为丰富;其他3个目的科/种比值均为1.00,说明其物种丰富度较小(表2)。

表1 密闭与间伐荔枝园害虫群落种类组成
Table 1 Species composition of pest in un-thinned and thinned litchi orchard

种名 Species	学名 Scientific name	密闭园 Un-thinned orchard		间伐园 Thinned orchard	
		个体数量(N _i) Individual abundance	相对多度(Ra) Relative abundance	个体数量(N _i) Individual abundance	相对多度(Ra) Relative abundance
半翅目	Hemiptera				
叶蝉科	Cicadellidae				
黑颜单突叶蝉	<i>Lodiana brevis</i> (Walker)	26	1.76	-	-
蜡蝉科	Fulgoridae				
白痣广翅蜡蝉	<i>Ricanula sublimata</i> (Jacobi)	20	1.35	-	-
广翅蜡蝉	<i>Pochazia</i> sp.	33	2.23	-	-
龙眼鸡	<i>Pyrops candelaria</i> (Linnaeus)	28	1.89	23	3.35
蛾蜡蝉科	Flatidae				
白蛾蜡蝉	<i>Lawana imitata</i> Melichar	41	2.77	24	3.49
褐缘蛾蜡蝉	<i>Salurnis marginella</i> (Guerin)	18	1.22	12	1.75
青蛾蜡蝉	<i>Geisha distinctissima</i> (Walker)	16	1.08	-	-
蝉科	Cicadidae				
蟪蛄	<i>Platyleura kaempferi</i> (F.)	11	0.74	-	-
蜡蚧科	Coccidae				
垫囊绿绵蜡蚧	<i>Chloropulvinaria psidii</i> Maskell	35	2.37	26	3.78
角蜡蚧	<i>Ceroplastes ceriferus</i> (Fabricius)	27	1.83	19	2.77
粉蚧科	Pseudococcidae				
榕树粉蚧	<i>Pseudococcus baliteus</i> Lit	21	1.42	-	-
盾蚧科	Diaspididae				
矢尖蚧	<i>Unaspis yanonensis</i> (Kuwana)	51	3.45	-	-
粉虱科	Aleyrodidae				
柑桔粉虱	<i>Dialeurodes citri</i> (Ashmead)	40	2.71	29	4.22
荔枝褶粉虱	<i>Aleurotrachelus</i> sp.	33	2.23	16	2.33
黑刺粉虱	<i>Aleurotrachelus</i> sp.	29	1.96	-	-
蚜科	Aphididae				
橘二叉蚜	<i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe)	42	2.84	-	-
蝽科	Pentatomidae				
荔枝蝽	<i>Tessaratoma papillosa</i> Drury	61	4.13	49	7.13
岱蝽	<i>Dalpada oculata</i> (F.)	11	0.74	-	-
麻皮蝽	<i>Erthesina full</i> (Thunberg)	9	0.61	9	1.31
稻绿蝽	<i>Nezara viridula</i> (L.)	11	0.74	11	1.60
盾蝽科	Scutelleridae				
丽盾蝽	<i>Chrysocoris grandis</i> (Thunberg)	16	1.08	-	-
缘蝽科	Coreidae				
宽棘缘蝽	<i>Cletus rusticus</i> Stål	18	1.22	13	1.89
边稻缘蝽	<i>Leptocoris costalis</i> Herrich-Schaeffer	8	0.54	-	-
双翅目	Diptera				
瘿蚊科	Cecidomyiidae				
荔枝叶瘿蚊	<i>Litchiomyia chinensis</i> Yang et Luo	57	3.86	19	2.77
荔枝花果瘿蚊	<i>Dasineura</i> sp.	27	1.83	11	1.60
鞘翅目	Coleoptera				
肖叶甲科	Eumolpidae				
粉筒胸叶甲	<i>Lypesthes ater</i> (Mot schulsky)	30	2.03	27	3.93
丽金龟科	Rutelidae				
中华彩丽金龟	<i>Mimela chinensis</i> Kirby	22	1.49	-	-
铜绿丽金龟	<i>Anomala corpulenta</i> Motschulsky	11	0.74	12	1.75
犀金龟科	Dynastidae				
独角仙	<i>Allomyrina dichotoma</i> L.	6	0.41	7	1.02
花金龟科	Cetoniidae				
白星花金龟	<i>Protaetia brevitarsis</i> Lewis	28	1.89	30	4.37
鳃金龟科	Melolonthidae				
华南大黑鳃金龟	<i>Holotrichia sauteri</i> Moser	15	1.01	11	1.60

表1(续) Table 1(continued)

种名 Species	学名 Scientific name	密闭园 Un-thinned orchard		间伐园 Thinned orchard	
		个体数量(N _i) Individual abundance	相对多度(Ra) Relative abundance	个体数量(N _i) Individual abundance	相对多度(Ra) Relative abundance
天牛科	Cerambycidae				
龟背天牛	<i>Aristobia testudo</i> voet	13	0.88	5	0.73
小蠹科	Scolytidae				
茶材小蠹	<i>Xyleborus fornicatus</i> Eichhoff	17	1.15	5	0.73
鳞翅目	Lepidoptera				
夜蛾科	Noctuidae				
斜纹夜蛾	<i>Spodoptera litura</i> (F.)	15	1.01	-	-
佩夜蛾	<i>Oxyodes scrobiculata</i> F.	9	0.61	3	0.44
毒蛾科	Lymantriidae				
双线盗毒蛾	<i>Porthesia scintillans</i> (Walker)	23	1.56	21	3.06
荔枝茸毒蛾	<i>Orgyia postica</i> (Walker)	17	1.15	12	1.75
尺蛾科	Geometridae				
粗胫翠尺蛾	<i>Thalassodes immissaria</i> Walker	67	4.53	52	7.57
大造桥虫	<i>Ascotis selenaria</i> (Denis & Schiffermüller)	25	1.69	14	2.04
间三叶尺蛾	<i>Sauris interruptaria</i> Moore	16	1.08	-	-
波纹黄尺蛾	<i>Perixera illepidaria</i> (Guenée)	13	0.88	-	-
大钩翅尺蛾	<i>Hyposidra talaca</i> Walker	13	0.88	7	1.02
细蛾科	Gracillariidae				
荔枝蒂蛀虫	<i>Conopomorpha sinensis</i> Bradley	109	7.37	67	9.75
荔枝尖细蛾	<i>Conopomorpha litchiella</i> Bardley	21	1.42	-	-
蓑蛾科	Psychidae				
大蓑蛾	<i>Clania variegata</i> Snellen	11	0.74	-	-
卷蛾科	Tortricidae				
黄三角黑卷蛾	<i>Olethreutes leucaspis</i> Meyrick	32	2.17	15	2.18
灰白卷叶蛾	<i>Argyroploce aprobola</i> Meyrick	25	1.69	16	2.33
拟小黄卷叶蛾	<i>Adoxophyes cyrtosema</i> Meyrick	13	0.88	11	1.60
圆角卷叶蛾	<i>Eboda cellarigera</i> Meyrick	19	1.29	9	1.31
褐带长卷叶蛾	<i>Homona coffearia</i> Meyrick	21	1.42	17	2.47
荔枝异形小卷蛾	<i>Cryptophlebia ombrodelta</i> Lower	9	0.61	-	-
麦蛾科	Gelechiidae				
李条麦蛾	<i>Anarsia patulella</i> Walker	7	0.47	2	0.29
鹿蛾科	Ctenuchidae				
茶鹿蛾	<i>Amata germana</i> Felder	11	0.74	9	1.31
巢蛾科	Yponomeutidae				
荔枝干皮巢蛾	<i>Comoritis albicapilla</i> Moriuti	15	1.01	-	-
螟蛾科	Pyralidae				
桃蛀螟	<i>Conogethes punctiferalis</i> (Guenée)	16	1.08	-	-
木蠹蛾科	Cossidae				
咖啡豹蠹蛾	<i>Zeuzera coffeae</i> Nietner	12	0.81	7	1.02
灰蝶科	Lycaenidae				
荔枝小灰蝶	<i>Deudorix epitarbas</i> Moore	5	0.34	2	0.29
等翅目	Isoptera				
白蚁科	Termitidae				
黑翅土白蚁	<i>Odontotermes formosanus</i> (Shiraki)	27	1.83	-	-
缨翅目	Thysanoptera				
蓟马科	Thripidae				
茶黄蓟马	<i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood	33	2.23	25	3.64
蜱螨目	Acarina				
瘿螨科	Eriophyidae				
荔枝瘿螨	<i>Aceria litchii</i> (Keifer)	28	1.89	11	1.60
叶螨科	Tetranychidae				
荔枝叶螨	<i>Oligonychus litchii</i> Lo & Ho	35	2.37	29	4.22

表2 密闭与间伐荔枝园害虫群落的科、种特征

Table 2 The proportion of families and species in pest community in un-thinned and thinned litchi orchard

种类 Orders	密闭园 Un-thinned orchard					间伐园 Thinned orchard				
	科数 Family	物种数 Species	科/种比值 Ratio of family/species	单种科数 Single species in family	多种科数 Multiple species in family	科数 Family	物种数 Species	科/种比值 Ratio of family/species	单种科数 Single species in family	多种科数 Multiple species in family
半翅目 Hemiptera	11	23	0.48	6	5	6	11	0.55	2	4
双翅目 Diptera	1	2	0.50	0	1	1	2	0.50	0	1
鞘翅目 Coleoptera	7	8	0.88	6	1	7	7	1.00	7	0
鳞翅目 Lepidoptera	12	24	0.50	7	5	9	16	0.56	6	1
等翅目 Isoptera	1	1	1.00	1	0	-	-	-	-	-
缨翅目 Thysanoptera	1	1	1.00	1	0	1	1	1.00	1	0
蜱螨目 Acarina	2	2	1.00	2	0	2	2	1.00	2	0

2.2 不同荔枝园害虫的多样性特征

2.2.1 密闭荔枝园害虫的多样性特征 密闭荔枝园鳞翅目害虫的Margalef物种丰度最高,为3.67,其次是半翅目和鞘翅目,分别为3.44和1.41,等翅目和缨翅目最低;Shannon多样性指数最高的为半翅目害虫,为3.00,其次为鳞翅目和鞘翅目,分别为2.86和

1.98,缨翅目和等翅目最低;蜱螨目的Pielou均匀度指数最高,为0.99,其次是半翅目和鞘翅目,分别为0.96和0.95;双翅目的Simpson生态优势度指数最高,为0.56,其次是蜱螨目,为0.51,等翅目最低(表3)。

2.2.2 间伐荔枝园害虫的多样性特征 间伐荔枝园

表3 密闭与间伐荔枝园害虫群落的多样性特征

Table 3 Diversity indexes of pest community in un-thinned and thinned litchi orchard

种类 Orders	密闭园 Un-thinned orchard					间伐园 Thinned orchard				
	丰富度 S Richness	物种丰富度 dM Richness index	多样性指数 H Shannon index	均匀度指数 J Equitability index	优势度指数 D Dominance index	丰富度 S Richness	物种丰富度 dM Richness index	多样性指数 H Shannon index	均匀度指数 J Equitability index	优势度指数 D Dominance index
半翅目 Hemiptera	23	3.44	3.00	0.96	0.06	11	1.84	2.28	0.95	0.12
双翅目 Diptera	2	0.23	0.63	0.91	0.56	2	0.29	0.66	0.95	0.54
鞘翅目 Coleoptera	8	1.41	1.98	0.95	0.15	7	1.31	1.72	0.88	0.21
鳞翅目 Lepidoptera	24	3.67	2.86	0.90	0.08	16	2.69	2.36	0.85	0.13
等翅目 Isoptera	1	0.00	0.07	-	0.00	-	-	-	-	-
缨翅目 Thysanoptera	1	0.00	0.08	-	0.00	1	0.00	0.12	-	0.00
蜱螨目 Acarina	2	0.24	0.69	0.99	0.51	2	0.27	0.58	0.85	0.60

鳞翅目害虫的Margalef物种丰度同样最高,为2.69,其次是半翅目和鞘翅目,分别为1.84和1.31,缨翅目最低;Shannon多样性指数最高的是鳞翅目害虫,为2.36,其次为半翅目和鞘翅目,分别为2.28和1.72,缨翅目最低;Pielou均匀度指数最高的是半翅目,为0.95,其次是双翅目,为0.95;蜱螨目的Simpson生态优势度指数最高,为0.60,其次是双翅目,为0.54,缨翅目最低(表3)。

2.3 不同荔枝园害虫群落结构的时间变化动态

2.3.1 不同荔枝园害虫个体数和物种数时间变化动态 不同荔枝园害虫个体数和物种数的周年变化动态如图1所示。密闭荔枝园害虫群落的个体数和物种数明显高于间伐荔枝园。密闭荔枝园与间伐荔枝园害虫群落个体数的年发生动态呈现“双峰”模式,分别在4月份和8月份达到最大值,4—7月份害虫群落个体数会出现1个低谷期。密闭荔枝园害虫群

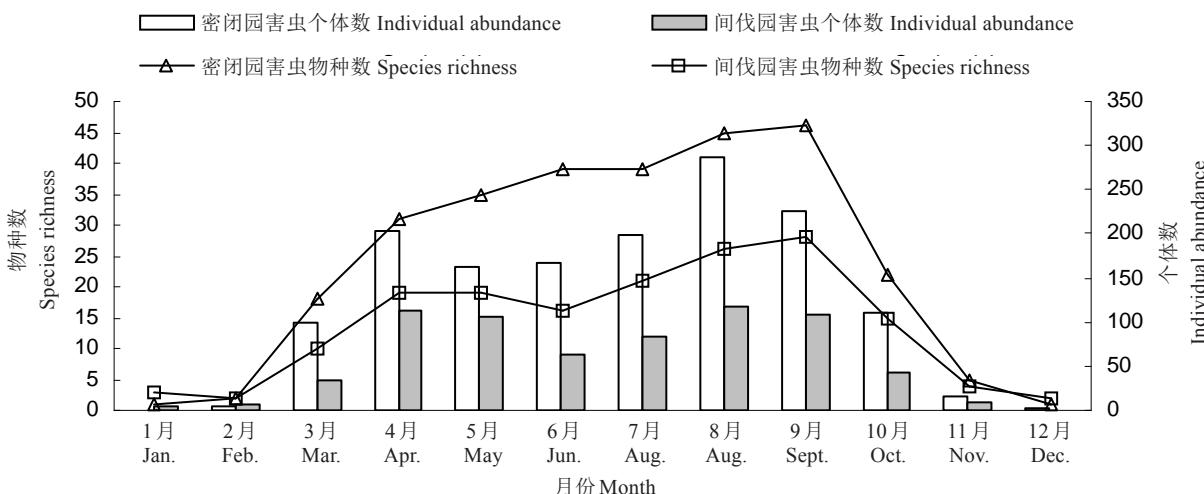


图1 不同荔枝园害虫群落物种数和个体数时序动态

Fig. 1 Temporal dynamics of species richness and individual abundance of pest communities in different litchi orchards

落物种数的年发生动态呈现“单峰”模式，在9月份达到最大值，而间伐荔枝园害虫群落物种数的年发生动态呈现2个高峰期，分别出现在4—5月份和9月份，6月份害虫群落的物种数处于低谷期。

2.3.2 不同荔枝园优势害虫时间变化动态 由图2可知，密闭荔枝园优势害虫的种群数量从2月份开始随着气温升高逐渐上升，在4—5月份达到1个高

峰期，而后随之花期和幼果期的结束，荔枝蝽、粗胫翠尺蛾、荔枝叶瘿蚊等数量开始逐渐下降，7月份荔枝采后，新梢开始抽发，粗胫翠尺蛾、荔枝叶瘿蚊和矢尖蚧等优势害虫的数量重新开始上升，在9月份达到第2次高峰期。其中荔枝蒂蛀虫个体数量随着荔枝生长的物候期呈现单峰模式，在8月份达到最大值，而后随着龙眼采收完毕，其种群数量急剧下

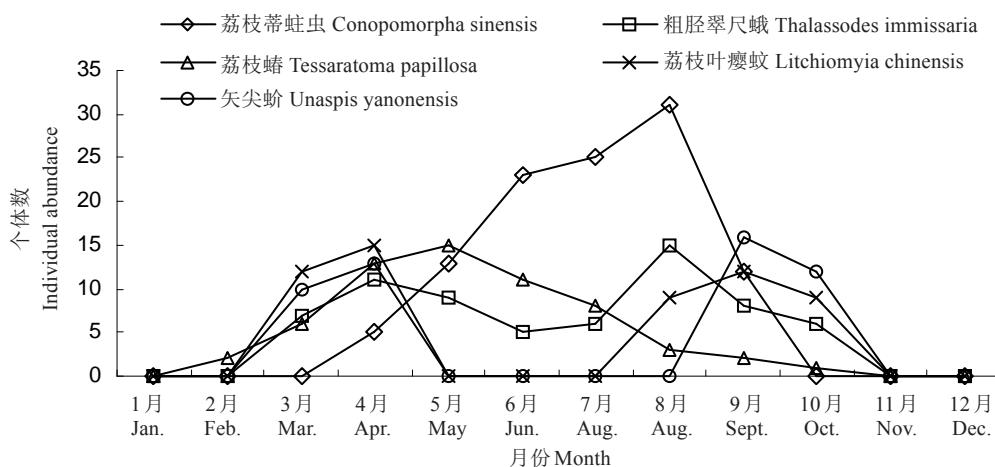


图2 密闭荔枝园害虫优势种个体数量时序动态

Fig. 2 Temporal dynamics of individual abundance of the dominant pests in un-thinned litchi orchard

降。

由图3可知，间伐荔枝园害虫优势种的年发生动态与密闭荔枝园害虫群落基本相同，但害虫的总体数量要明显低于密闭荔枝园。其中粗胫翠尺蛾、荔枝蝽、白星花金龟和荔枝叶螨均在4—5月份达到第1个高峰期，9—10月份达到第2个高峰期；另外，间伐荔枝园中荔枝蒂蛀虫的发生高峰期出现在7月

份与密闭荔枝园不同。

3 讨 论

本研究对密闭和间伐荔枝园进行了系统调查，比较全面掌握了密闭和间伐荔枝园害虫的群落结构及特征。调查共采集到密闭荔枝园害虫标本1478头，隶属于7目35科61种，间伐荔枝园害虫标本687

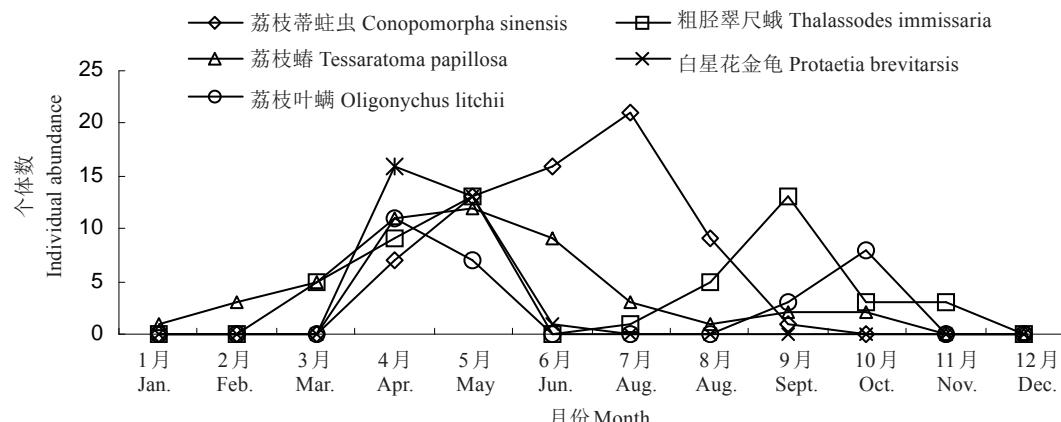


图3 间伐荔枝园害虫优势种个体数量时序动态

Fig. 3 Temporal dynamics of individual abundance of the dominant pests in thinned litchi orchard

头,隶属于6目26科39种。结果表明:间伐荔枝园的害虫种类及数量明显低于密闭园,该结论与董易之等的调查结果基本一致^[25]。此外,本文所调查到的害虫种类与前人的调查结果基本一致,囊括了荔枝园主要的害虫种类。可见对密闭荔枝园进行合理间伐,对于降低害虫的种群数量及危害具有重要意义。

环境不同,群落组成和多样性也存在差异。田间生态环境对害虫的发生具有一定的影响,例如荔枝蒂蛀虫的发生与温度、湿度和光照具有明显的相关关系^[26-28]。本研究表明密闭园和间伐园中的优势害虫种类略有不同,密闭荔枝园种植密度大,树体封行,环境幽闭黑暗,易滋生瘿蚊、介壳虫等害虫,而间伐荔枝园种植密度小,树体间距大,通风透光,不利于瘿蚊、介壳虫等害虫的生息,因此密闭园中荔枝叶瘿蚊和矢尖蚧的数量明显多于间伐园。而荔枝蒂蛀虫喜欢栖息于幽暗的环境中,因此密闭荔枝园中荔枝蒂蛀虫的种群数量远远大于间伐园。

害虫种群的发生往往随着季节变化具有一定的波动性,优势害虫的发生动态与荔枝生长发育具有密切的关系^[12-14]。本研究发现密闭荔枝园与间伐荔枝园害虫群落个体数的年发生动态呈现“双峰”模式,分别在4月份和8月份达到最大值,5—7月份则出现一个低谷期,主要是由于5—7月份处于荔枝的成熟期,该段时间施药较为频繁,导致害虫个体数量的下降。而密闭荔枝园害虫群落物种数的年发生动态呈现单峰模式,在9月份达到最大值,间伐荔枝园害虫群落物种数的年发生动态呈现2个高峰期,分别4—5月份和9月份,6月份物种数下降,荔枝园间伐后,树体通透,便于喷药进行害虫防治,造成害虫

物种数的下降。不同荔枝园优势害虫的年度发生动态表明害虫的发生与荔枝生长物候期具有密切的关系,因此荔枝害虫的防治应该根据不同的物候期进行。

在实际生产中,密闭荔枝园种植密度过大,一方面增加了管理的成本和难度,例如现代化的机械不能进入园区,打药、除草等只能靠人工进行;另一方面果园密闭,病虫害的发生日趋严重,降低了荔枝的产量和品质。本研究对广州地区的密闭和间伐荔枝园的害虫的种类、群落结构、多样性特征以及年度发生动态进行了系统的研究,明确了荔枝园间伐对于荔枝害虫防控的重大意义,为荔枝生产的省力化和无公害化提供了重要的指导依据。另外,不同荔枝园中天敌的种类及多样性有待于进一步调查完善,以期为荔枝的绿色生产提供科学保障。

4 结 论

对密闭荔枝园进行合理间伐,可明显改善果园生态环境和害虫的群落多样性,降低害虫群落的种类和数量,提高果实品质,对荔枝绿色生产具有重要意义。害虫的发生与荔枝生长物候期具有密切的关系,害虫的防治应该根据不同的物候期进行。

参考文献 References:

- [1] 庄丽娟,陈厚彬,苏钻贤.2012年我国荔枝龙眼产业发展趋势与政策建议[J].中国果业信息,2012,29(4):22-23.
ZHUANG Lijuan, CHEN Houbin, SU Zuanxian. The development trend and policy Suggestions of litchi and longan industry in China in 2012[J]. China Fruit News, 2012, 29(4): 22-23.
- [2] 陈厚彬.中国荔枝现状和发展分析[J].世界热带农业信息,2008(6):3-6.

- CHEN Houbin. Status and development analysis of China's litchi[J]. World Tropical Agriculture Information, 2008(6): 3-6.
- [3] 陈厚彬,庄丽娟,黄旭明,苏钻贤.荔枝龙眼产业发展现状与前景[J].中国热带农业,2013(2):12-18.
- CHEN Houbing, ZHUANG Lijuan, HUANG Xuming, SU Zuanxian. Development status and prospect of litchi and longan industry[J]. China Tropical Agriculture, 2013(2): 12-18.
- [4] 黄衍章,江世宏,钱学聪,杨长举.荔枝害虫治理现状及展望[J].深圳职业技术学院学报,2002(1):26-32.
- HUANG Yanzhang, JIANG Shihong, QIAN Xuecong, YANG Changju. The present and future of the litchi pest control[J]. Journal of Shenzhen Polytechnic, 2002(1): 208-213.
- [5] 黄汉杰,陈炳旭,钟国洪.荔枝蒂蛀虫猖獗危害的原因及防治措施探讨[J].广东农业科学,2001(6):35-36.
- HUANG Hanjie, CHEN Bingxu, ZHONG Guohong. Discussions on the causes of wide occurrence and prevention and control measures of *Conopomorpha sinensis* Bradley in litchi[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2001(6): 35-36.
- [6] 曾赞安,梁广文.荔枝蒂蛀虫室内饲养技术的研究[J].昆虫天敌,2007,29(4):160-165.
- ZENG Zan'an, LIANG Guangwen. Studies on rearing techniques of *Conopomorpha sinensis* Bradley (Lepidoptera: Gracillariidae) in laboratory[J]. Natural Enemies of Insects, 2007, 29 (4): 160 - 165.
- [7] 刘德广,梁伟光,丁勇,黄明度.复合荔枝园节肢动物群落动态的研究[J].生态学报,1999,19(6):885-889.
- LIU Deguang, LIANG Weiguang, DING Yong, HUANG Mingdu. Studies on dynamics of arthropod community in two kinds of litchi orchard habitats[J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(6): 885-889.
- [8] 陈厚彬,庄丽娟.关于促进我国荔枝产业发展的政策建议[J].中国热带农业,2012(1):14-15.
- CHEN Houbing, ZHUANG Lijuan. Policy Suggestions on promoting the development of litchi industry in China[J]. China Tropical Agriculture, 2012(1): 14-15.
- [9] BROWN M W. Applying principles of community ecology to pest management in orchards[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 1999(73): 103- 106.
- [10] 黄衍章,江世宏,杨长举,薛东.荔枝园昆虫群落种类组成与营养结构分析[J].华中农业大学学报,2004,32(2):208-213.
- HUANG Yanzhang, JIANG Shihong, YANG Changju, XUE Dong. Analysis on the species composition and nutrition structure of insect community in lichee orchard[J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2004, 32(2): 208-213.
- [11] 刑树文,谢永萍.潮汕地区荔枝·龙眼果园害虫群落结构特征[J].安徽农业科学,2009,37(2):685-688.
- XING Shuwen, XIE Yongping. Structure characteristics of vermin in community in litchi and longan orchard in Chaoshan region [J]. Anhui Agricultural Sciences, 2009, 37(2): 685-688.
- [12] 孟翔,欧阳革成,刘慧,黄寿山,郭明昉.广州荔枝园节肢动物群落多样性及时空动态[J].应用昆虫学报,2015,52(4):1023-1031.
- MENG Xiang, OUYANG Gecheng, LIU Hui, HUANG Shoushan, GUO Mingfang. Diversity and temporal dynamics of a litchi orchard arthropod community in Guangzhou[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2015, 52(4): 1023-1031.
- [13] 马飞飞,李文芬,汪波,颜亨梅.珠海荔枝园节肢动物群落动态及其主要益害虫相关性研究[J].北京师范大学学报(自然科学版),2012,48(2):183-187.
- MA Feifei, LI Wenfen, WANG Bo, YAN Hengmei. Dynamics of arthropod community in litchi orchard habitats in Zhuhai[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 2012, 48(2): 183-187.
- [14] 王光华.荔枝园主要害虫与天敌的群落动态及其无公害控制研究[D].郑州:河南农业大学,2004.
- WANG Guanghua. The study on the community dynamics of main pests and natural enemies and the harmless control in litchi orchard[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2004.
- [15] 邱良妙,占志雄,林仁魁,蔡惠娟,傅建炜,陈元洪.龙眼园害虫群落结构与动态研究[J].华东昆虫学报,2005,4(2):141-145.
- QIU Liangmiao, ZHAN Zhixiong, LIN Renkui, CAI Huijuan, FU Jianwei, CHEN Yuanhong. The structure and dynamics of pest community in longan orchards[J]. Entomological Journal of East China, 2005, 14(2): 141-145.
- [16] 何等平,唐伟文.荔枝龙眼病虫害防治彩色图说[M].北京:中国农业出版社,2000.
- HE Dengping, TANG Weiwen. Illustrated handbook of prevention and control of diseases and pests in litchi and longan[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.
- [17] 彭成绩,蔡明段.荔枝龙眼病虫害无公害防治彩色图说[M].北京:中国农业出版社,2006.
- PENG Chengji, CAI Mingduan. Illustrated handbook of prevention and nuisanceless control of diseases and pests in litchi and longan[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006.
- [18] 赵冬香,高景林,卢芙蓉,王爱萍.海南岛荔枝、龙眼害虫种类名录[J].热带作物学报,2010,31(10):1797-1805.
- ZHAO Dongxiang, GAO Jinglin, LU Fuping, WANG Aiping. The list of pest insects of litchi and longan in Hainan island[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2010, 31(10): 1797-1805.
- [19] 陈炳旭,徐海明,董易之,蔡明段.荔枝龙眼害虫识别与防治图册[M].北京:中国农业出版社,2017.
- CHEN Bingxu, XU Haiming, DONG Yizhi, CAI Mingduan. Illustrated handbook of identification and control of pests in litchi and longan[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2017.
- [20] 徐海明,余瑶,陈炳旭,徐淑.荔枝叶螨的生物学特性及田间发生规律[J].江西农业学报,2017,29(7):67-70.
- XU Haiming, YU Yao, CHEN Bingxu, XU Shu. Biological characteristics and field occurrence regularity of *Oligonychus litchii* [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2017, 29(7): 67-70.
- [21] ULANOWICZ R E. Information theory in ecology[J]. Comput-

- ers & Chemistry, 2001, 25(4): 393-399.
- [22] SHANNON C E, WEAVE W. The Mathematical Theory of Communication[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [23] 马克平.生物群落多样性的测度方法 . I: α 多样性的测度方法(上)[J].生物多样性,1994,2(3):162-168.
MA Keping. The measurement method of biodiversity of biological community. I: The measurement method of Alpha diversity (Part one) [J]. Chinese Biodiversity ,1994,2(3): 162-168.
- [24] 马克平,刘玉明.生物群落多样性的测度方法 . I: α 多样性的测度方法(下)[J].生物多样性,1994,2(4):231-239.
MA Keping, LIU Yu ming. The measurement method of biodiversity of biological community. I: The measurement method of Alpha diversity (Part two)[J]. Chinese Biodiversity , 1994, 2(4): 231-239.
- [25] 董易之,徐海明,徐淑,陈炳旭.间伐与密闭荔枝园主要昆虫种类调查与防控[J].广东农业科学,2015,42(21):75-80.
DONG Yizhi, XU Haiming, XU Shu, CHEN Bingxu. Investigation and control of major pests in thinned and un-thinned litchi orchards[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2015, 42(21): 75-80.
- [26] 李志强,邱燕萍,向旭,欧良喜,袁沛元,陈洁珍.湿度对荔枝蒂蛀虫生长发育的影响初探[J].广东农业科学,2009(2):63-64.
LI Zhiqiang, QIU Yanping, XIANG Xu, OU Liangxi, YUAN Peiyuan, CHEN Jiezen. The effect of humidity on growth and development on *Conopomorpha sinensis* Bladley[J]. Guangdong Agricultural Sciences ,2009(2): 63-64.
- [27] 李志强,邱燕萍,欧良喜,袁沛元,陈洁珍,向旭,孙清明.夜间光照影响荔枝蒂蛀虫生活习性的观察[J].广东农业科学,2009(7):131-134.
LI Zhiqiang, QIU Yanping, OU Liangxi, YUAN Peiyuan, CHEN Jiezen, XIANG Xu, SUN Qingming. Observation on *Conopomorpha sinensis* Bladley living habits impacted by night light[J]. Guangdong Agricultural Sciences ,2009(7): 131-134.
- [28] 蔡世同,齐向阳,林国冲,邓晓瑶.高州市荔枝蒂蛀虫为害率的气象预测方法[J].广东气象,2011,33(3):46-48.
CAI Shitong, QI Xiangyang, LIN Guochong, DENG Xiaoyao. Meteorological prediction method for the damage rate of *Conopomorpha sinensis* Bladley in Gaozhou[J]. Guangdong Meteorology, 2011, 33(3): 46-48.