

高原蔗区甘蔗螟虫种群结构及螟害 枯心苗发生规律^{*}

罗志明^{**} 尹 炯 黄应昆^{***} 李文凤 张荣跃
单红丽 王晓燕 仓晓燕

(云南省农业科学院甘蔗研究所, 开远 661699)

摘 要 【目的】明确不同种植制度下甘蔗螟虫种群结构及螟害枯心苗发生规律特征, 以期为指导预警监测和制定防控措施奠定基础。【方法】应用自然种群接虫方法, 定期调查不同植期、不同品种螟害枯心苗, 对螟虫种群结构、枯心苗苗龄及螟虫幼虫龄期特征、枯心苗动态等指标进行分析。【结果】水田蔗区以大螟 *Sesamia inferens* Walker 为主, 伴有少量黄螟 *Argyroplote schistaceana* Snellen, 旱地蔗区以大螟为主, 伴有二点螟 *Chilo infuscatellus* Snellen 和极少量黄螟。甘蔗低苗龄时, 枯心苗中 2 龄幼虫数量最多, 随着苗龄的增加, 枯心苗中 3 龄、4 龄等幼虫逐渐增多。其中, 大螟为害枯心苗集中在 6~8 叶, 枯心苗中幼虫以 3 龄和 4 龄为多; 黄螟为害枯心苗集中在 4~8 叶, 枯心苗中幼虫以 3 龄和 5 龄为多; 二点螟为害枯心苗集中在 5~8 叶, 枯心苗中幼虫以 3 龄和 4 龄为多。不论水田旱地, 甘蔗苗期螟害枯心苗均会出现波动, 但水田蔗区较旱地蔗区波动小。【结论】不同种植制度螟虫种群结构不同, 不同螟虫和甘蔗品种影响枯心苗特征及其发生动态。

关键词 甘蔗苗期, 螟虫, 种群结构, 发生规律

Community structure of the sugarcane borer and the frequency of occurrence of borer-damaged dead sugarcane hearts during the seedling stage in paddy, and upland, sugar cane fields

LUO Zhi-Ming^{**} YIN Jiong HUANG Ying-Kun^{***} LI Wen-Feng ZHANG Rong-Yue
SHAN Hong-Li WANG Xiao-Yan CANG Xiao-Yan

(Sugarcane Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kaiyuan 661699, China)

Abstract 【Objectives】To determine the community structure of the sugarcane borer, the frequency of borer-damaged dead hearts in different cropping systems, and lay a foundation for the monitoring and control of borers. 【Methods】We surveyed the frequency of borer-damaged, dead, sugarcane hearts in different cropping system and in different sugarcane varieties with natural borer infestations and analyzed the community structure of borers, the characteristics of borer-damaged dead hearts, and the dynamics of borer-damaged dead hearts. 【Results】*Sesamia inferens* were more abundant than *Argyroplote schistaceana* in paddy fields, and in upland fields species could be ranked in abundance as follows *S. inferens* > *Chilo infuscatellus* > *A. schistaceana*. The second instar was the most common in borer-damaged dead hearts on early sugarcane seedlings. As seedlings grew, the third and fourth instars became progressively more common. In the middle of dead hearts, 3rd-4th instar *S. inferens* larvae were concentrated on 6-8 leaves whereas 3rd instar *A. schistaceana* were concentrated on 4-8 leaves and 3rd-4th instar *C. infuscatellus* larvae were concentrated on 5-8 leaves. The frequency of borer-damaged dead hearts fluctuated in all kinds of sugarcane seedling, but there were smaller fluctuations in paddy fields than upland fields.

*资助项目 Supported projects: 现代农业产业技术体系建设专项资金 (CARS-170303); 云南省现代农业产业技术体系建设专项资金; 云南省技术创新人才培养对象 (2017HB085)

**第一作者 First author, E-mail: kylzm@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: huangyk64@163.com

收稿日期 Received: 2016-12-23, 接受日期 Accepted: 2017-08-29

[Conclusion] Different sugarcane cropping systems had different borer community structures. Characteristics of borer-damaged dead hearts and their frequency of regularity varied with both borer species and sugarcane variety.

Key words sugarcane seedling stage, borers, community structure, temporal regularity

甘蔗螟虫俗称钻心虫,是危害甘蔗普遍且严重的一类重要害虫。目前,危害甘蔗的螟虫主要有大螟 *Sesamia inferens* Walker、二点螟 *Chilo infuscatellus* Snellen、黄螟 *Argyroplote schistaceana* Snellen、条螟 *Proceras venosatus*(Walker)、红尾白螟 *Tryporyza intacta* Snellen 和台湾稻螟 *Chilo traea auricilia* Dudgeon 等(黄应昆和李文凤,2011)。在整个甘蔗生长期,螟虫均有危害。苗期危害甘蔗生长点造成枯心苗,生长中后期钻蛀蔗茎,破坏蔗茎组织,形成螟害节(罗志明等,2009)。生产上,甘蔗螟虫主要依赖化学防治(安玉兴等,2009)。但由于甘蔗螟虫种类繁多、世代重叠、繁殖快、为害期长,再加上甘蔗生长周期长,植株高大,一旦防治不及时,很难取得好的防治效果。根据螟虫发生规律及甘蔗生长特点,甘蔗苗期是开展甘蔗螟虫防治最经济有效的时期。这个时期不仅能快速有效地杀灭螟虫,降低虫口基数,同时还有利于各种防控措施的实施。掌握甘蔗苗期螟害发生规律特征,适时采取防控措施,是取得防治成效的关键。

尹炯等(2012)、赵士熙等(1990)、林兆里等(2012)分别以大螟、二点螟和条螟为研究对象,阐明了蔗园螟虫空间分布规律,提出螟害调查抽样技术;李火苟等(1983)、敬甫松(1987)研究了大螟在水稻和玉米上幼虫空间格局及其抽样技术,韩兰芝等(2012)研究了大螟幼虫扩散规律和成虫飞行规律;罗志明等(2015)应用地统计方法,研究了甘蔗苗期大螟幼虫空间格局及分布规律,并结合 Kriging 插值模拟技术,获得大螟幼虫在新植蔗和宿根蔗上的田间分布模拟图。这些研究为弄清甘蔗螟虫苗期危害特征奠定了较好的基础。但甘蔗螟虫常混合发生,蔗园间螟害即为多种螟虫危害的综合表现,且各种螟虫间具有一定的种间竞争(罗志明等,2014),再加上甘蔗植区多样(包括水田、旱地等)、种植期复杂(包括新植、宿根、春植蔗、冬植蔗和

秋植蔗等),靠单一的某一螟虫或某一时间段发生规律的研究很难全面反映蔗园螟害特征。全面了解蔗园螟虫种群结构,明确优势种群及发生规律特征,对指导预警监测和制定防控措施具有重要的现实意义。

本试验以云南高原蔗区为研究对象,跟踪调查了不同种植制度、不同种植期、不同品种的 8 块蔗园苗期螟害情况,通过对螟虫龄期分布、枯心苗苗龄结构及枯心苗发生动态等几方面分析,综合评价了高原蔗区螟虫种群结构和甘蔗苗期螟害枯心苗发生规律特征。

1 材料与方法

1.1 试验设置

试验设于云南省农业科学院甘蔗研究所基地,水田(简称 S,海拔 1 050 m)、旱地(简称 H,海拔 1 100 m)各 4 块,行距均为 1 m,面积 666~1 000 m²不等。蔗地地势平整,肥力中等,排灌方便,多年来一直种植甘蔗。螟虫采用田间自然种群接种。具体设置如下:S1,1 年宿根蔗,品种云蔗 01-1413,2012 年 10 月 30 日收砍;S2,新植蔗,品种云蔗 06-407,2013 年 3 月 28 日种植;S3,新植蔗,甘蔗实生苗,2013 年 5 月 15 日移栽;S4,新植蔗,甘蔗实生苗,2013 年 6 月 20 日移栽;H1,新植蔗,品种云蔗 01-1413,2012 年 12 月 15 日下种;H2,1 年宿根蔗,品种粤糖 93-159,2013 年 1 月 8 日收砍;H3,新植蔗,品种云蔗 06-407,2013 年 4 月 2 日种植;H4,新植蔗,甘蔗实生苗,2013 年 6 月 1 日移栽。

新植蔗、宿根蔗和甘蔗实生苗种植、管理按常规进行。

1.2 调查时间、内容及方法

于首次出现螟害枯心苗后开始调查,7 d 一

次,至分蘖末期结束。采用5点取样法,每试验固定调查5个样点,每个样点5行×5 m,面积25 m²。调查时,拔出样点所有螟害枯心苗,分别记录枯心苗苗龄(即完全叶叶片数),然后取出枯心苗中螟虫幼虫,带回实验室进行幼虫龄期划分,并按螟虫种类、龄期分类记录。采用Excel软件,统计分析甘蔗苗期螟虫种群结构、螟虫龄期分布、枯心苗苗龄结构及枯心苗发生动态。

2 结果与分析

2.1 甘蔗苗期螟虫种群结构

对水田、旱地两类蔗区分别调查到的螟虫幼虫进行统计分析,结果见图1。从图1中可以看出,水田、旱地均以大螟为主要类群。其中,水田甘蔗螟虫主要有大螟和黄螟两种,旱地甘蔗螟虫主要有大螟、二点螟和黄螟3种。从各螟虫所占百分率来看,水田蔗区大螟占84.74%,而黄螟仅占15.26%,大螟、黄螟数量比接近6:1;旱地蔗区大螟占78.25%,二点螟占19.54%,而黄螟仅占2.21%,大螟、二点螟、黄螟数量比接近35:9:1。

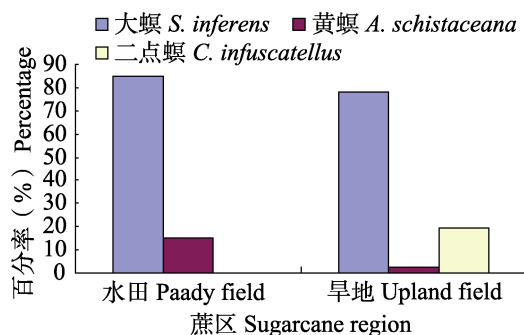


图1 不同蔗区螟虫统计

Fig. 1 Columnar diagram of borer on different sugarcane region

2.2 甘蔗螟虫、枯心苗频次分布

2.2.1 甘蔗螟虫频次分布 根据螟虫幼虫发育特点,结合幼虫头壳宽和体长情况,初步将各种螟虫划分为6龄。对8个试验调查的枯心苗内螟虫幼虫数据按种类、龄期等进行统计分析,结果见图2。从图2中可以看出,在螟害枯心苗中,

大螟、黄螟幼虫分布在2~6龄,二点螟幼虫分布在2~5龄,其中,大螟、二点螟以3龄和4龄为主,黄螟以3龄和5龄为主。从各龄期幼虫占总数百分率来看,大螟3龄期占42.74%、4龄期占22.54%、2龄占20.68%、5龄占11.74%、6龄占2.30%;黄螟3龄期占30.32%、5龄期占27.66%、2龄占19.15%、4龄占18.09%、6龄占4.79%;二点螟4龄期占40.59%、3龄期占40.10%、2龄占15.84%、5龄占3.47%。

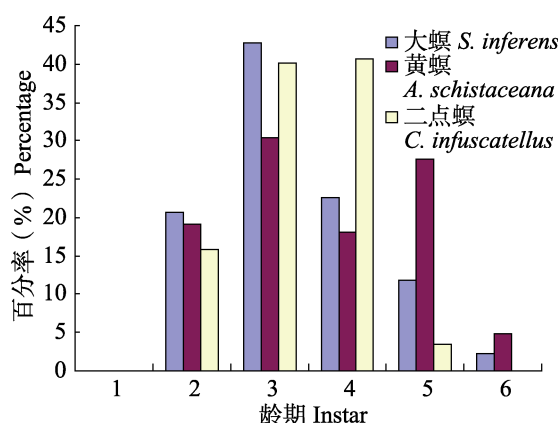


图2 不同甘蔗螟虫龄期频次分布

Fig. 2 Frequency distribution of instar on different sugarcane borer

2.2.2 螟害枯心苗苗龄结构 按螟虫种类,整理了8个试验中调查的螟害枯心苗苗龄数据,各苗龄频次分布见图3。从图3中可看出,大螟、黄螟、二点螟为害枯心苗苗龄分布较分散,范围包括从3~12叶蔗苗。其中,6叶苗龄的枯心苗

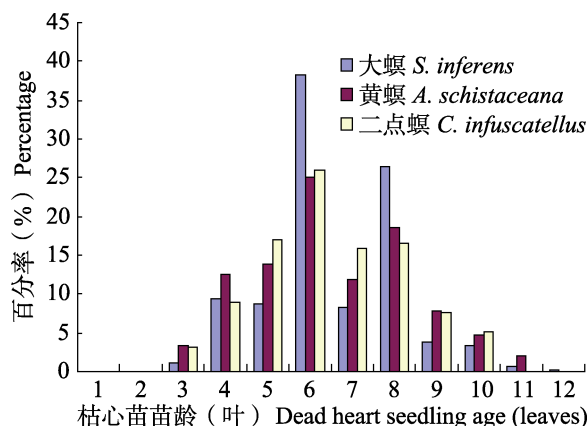


图3 螟害枯心苗苗龄频次分布

Fig. 3 Frequency distribution of seedling age on borer-damaged dead heart

分布最多,其次为 8 叶苗龄的枯心苗。在大螟所害的枯心苗中,6 叶苗龄枯心苗占总数的 38.19%,8 叶苗龄枯心苗占总数的 26.35%,4 叶、5 叶、7 叶苗龄枯心苗占总数的 8%~9%,其余苗龄占比均低于 5%;在黄螟所害的枯心苗中,6 叶苗龄枯心苗占总数的 25.17%,8 叶苗龄枯心苗占总数的 18.54%,4 叶、5 叶、7 叶、9 叶苗龄枯心苗占总数的 8%~14%,其余苗龄占比均低于 5%;在二点螟所害的枯心苗中,6 叶苗龄枯心苗占总数的 25.95%,5 叶、7 叶、8 叶苗龄枯心苗占总数的 16%~17%,4 叶、9 叶苗龄枯心苗占总数的 7%~8%,其余苗龄占比均低于 5%。

2.2.3 螟害枯心苗苗龄与虫龄相关性分析 将螟害枯心苗苗龄与螟虫虫龄对应关系进行统计分析,以枯心苗苗龄为横坐标螟虫龄期百分率为纵坐标绘制堆积柱形图,比较同一枯心苗苗龄上的每一虫龄头数占总头数的百分率差异,结果见图 4。从图 4 上可看出,不同枯心苗苗龄上对应的螟虫龄期和虫龄百分率均有较大差异。其中,从各龄期幼虫所占百分率来看,2 龄幼虫 3~11 叶均存在,所占百分率两端多中间少,呈“V”型排列,8 叶期达最低。3 龄幼虫除两端分布差异较大外,其余各苗龄分布较均匀。4 龄、5 龄幼虫除个别苗龄外,百分率均随苗龄增加而增加。6 龄幼虫为老熟幼虫,不取食,只在 6 叶和 8 叶枯心苗中调查到,且所占比均较低;从各苗

龄幼虫分布百分率来看,3 叶和 12 叶只有一个龄期的螟虫。4 叶、5 叶期有 3 个龄期的螟虫,且随着虫龄增加百分率降低。7~11 叶包含 4 个龄期的螟虫,各龄期间百分率差异不大。6 叶和 8 叶含 5 个龄期的螟虫,其中 6 叶枯心苗大部分为 2~4 龄期幼虫,8 叶枯心苗则以 3~5 龄期幼虫为主。

2.3 甘蔗苗期螟害枯心苗的发生动态

2.3.1 水田蔗区螟害枯心苗的发生动态 以试验中 5 点调查数据的平均值为分析数据(即 5 行×5 m 的枯心苗数),建立了水田蔗区 4 个试验的螟害枯心苗的发生动态图(图 5)。从图 5 中可看出,4 个不同时期的试验区,在整个苗期均有螟害枯心苗出现。其中,S1~S4 试验的螟害枯心苗出现期分别为 2012 年 10 月 30 日—2013 年 5 月 24 日、2013 年 5 月 10 日—7 月 12 日、2013 年 6 月 14 日—8 月 16 日、2013 年 7 月 5 日—8 月 16 日。从枯心苗数量上来看,S1 试验共调查 26 次,最高枯心苗数为 24 株,平均枯心苗数为 10.9 株;S2 试验共调查 10 次,最高枯心苗数为 25 株,平均枯心苗数为 11.3 株;S3 试验共调查 10 次,最高枯心苗数为 18 株,平均枯心苗数为 9.6 株;S4 试验共调查 7 次,最高枯心苗数为 16 株,平均枯心苗数为 8.7 株。

从枯心苗时间分布来看,不论新植、宿根还是实生苗,在蔗苗前期和后期数量均较低,在蔗苗中期枯心苗数呈现不同程度的波动,从图 5 可以看到明显的波峰波谷。其中,S1 出现了 4 个明显的波峰(2012 年 12 月 14 日、2013 年 1 月 18 日、2013 年 3 月 8 日和 2013 年 4 月 26 日)和 3 个明显的波谷(2012 年 12 月 21 日、2013 年 3 月 1 日和 2013 年 3 月 29 日);S2 出现了 2 个明显的波峰(2013 年 5 月 24 日和 2013 年 6 月 28 日)和 1 个明显的波谷(2013 年 6 月 14 日);S3 出现了 3 个明显的波峰(2013 年 6 月 28 日、2013 年 7 月 26 日和 2013 年 8 月 16 日)和 2 个明显的波谷(2013 年 7 月 5 日和 2013 年

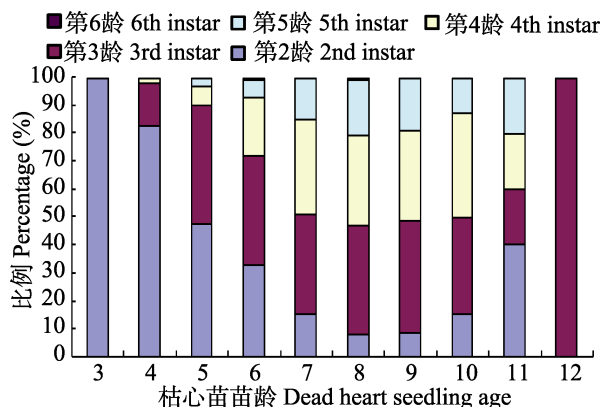


图 4 螟害枯心苗苗龄与虫龄分布结构

Fig. 4 Distribution structure on seedling age of borer-damaged dead heart and instar of sugarcane borer

8月9日), S4出现了2个明显的波峰(2013年7月26日和2013年8月16日)和1个明显的波谷(2013年8月9日)。

2.3.2 旱地蔗区螟害枯心苗的发生动态 以试验中5点调查数据的平均值为分析数据(即5行×

5 m的枯心苗数),建立了旱地蔗区4个试验的螟害枯心苗的发生动态图(图6)。从图6中可看出,4个不同时期的试验区,在整个苗期均有螟害枯心苗出现。其中,H1~H4试验的螟害枯心苗出现期分别为2013年2月14日—6月12

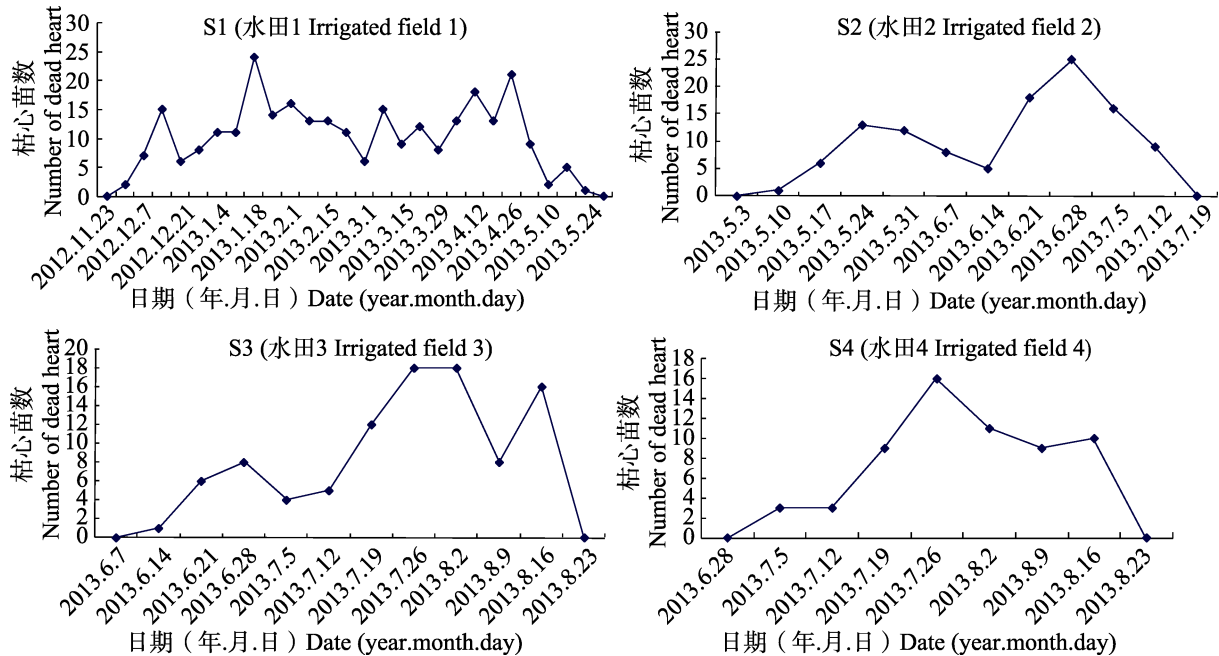


图5 水田蔗区螟害枯心苗的发生动态

Fig. 5 Occurrence dynamics of borer-damaged dead heart in paddy field

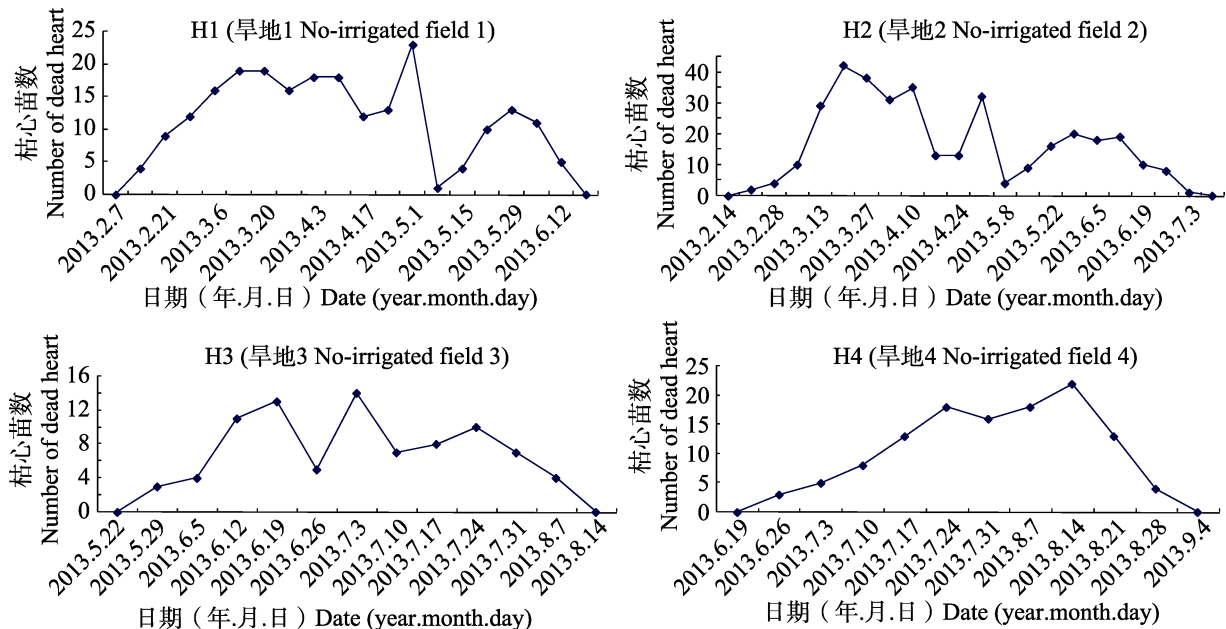


图6 旱地蔗区螟害枯心苗的发生动态

Fig. 6 Occurrence dynamics of borer-damaged dead heart in upland field

日、2013 年 2 月 21 日—7 月 3 日、2013 年 5 月 29 日—8 月 7 日、2013 年 6 月 26 日—8 月 28 日。从枯心苗数量上来看, H1 试验共调查 18 次, 最高枯心苗数为 19 株, 平均枯心苗数为 12.4 株; H2 试验共调查 20 次, 最高枯心苗数为 42 株, 平均枯心苗数为 20.8 株; H3 试验共调查 11 次, 最高枯心苗数为 14 株, 平均枯心苗数为 7.8 株; H4 试验共调查 10 次, 最高枯心苗数为 22 株, 平均枯心苗数为 12.0 株。

从枯心苗时间分布来看, 不论新植、宿根还是实生苗, 在蔗苗前期和后期数量均较低, 在蔗苗中期枯心苗数出现不同程度的波动, 从图 6 可以看到明显的波峰波谷。其中, H1 出现了 2 个明显的波峰区间(2013 年 2 月 28 日—5 月 1 日、2013 年 5 月 22 日—6 月 5 日)和 1 个明显的波谷(2013 年 5 月 8 日); H2 出现了 2 个明显的波峰区间(2013 年 3 月 6 日—5 月 1 日、2013 年 5 月 22 日—6 月 19 日)和 1 个明显的波谷(2013 年 5 月 8 日); H3 出现了 3 个明显的波峰(2013 年 6 月 26 日、2013 年 7 月 10 日和 2013 年 7 月 24 日)和 2 个明显的波谷(2013 年 7 月 5 日和 2013 年 8 月 9 日); H4 出现了 1 个明显的波峰区间(2013 年 7 月 17 日—8 月 21 日)。

3 结果与讨论

通过系统跟踪调查发现, 高原蔗区水田、旱地螟虫种类和种群结构明显不同。其中, 水田蔗区为大螟和黄螟, 其比例接近 6:1; 旱地蔗区为大螟、二点螟和黄螟, 其比例接近 35:9:1。根据大螟、黄螟、二点螟的食性和对生存环境的要求, 大螟水田和旱地均为其适宜区(华南农业大学主编, 1994), 二点螟适宜生存于旱地(李杨瑞, 2010), 黄螟适宜生存于水田(黄应昆和李文凤, 2011), 本研究结果与之基本一致。至于旱地蔗区中调查到少量的黄螟, 可能与近年来旱地蔗区水利条件的改善有关。

螟虫以幼虫危害蔗苗, 蔗苗受螟害后主要表现为枯心苗(黄应昆和李文凤, 2011)。一般情

况下, 螟虫 1 龄幼虫群集于叶鞘内侧或心叶内取食, 2 龄后钻蛀蔗茎内部取食, 并有转株为害习性。研究发现, 不论水田蔗区还是旱地蔗区, 甘蔗整个苗期均有螟害枯心苗出现, 其中大螟 6~8 叶枯心苗占 70% 以上、黄螟 4~8 叶枯心苗占 80% 以上、二点螟 5~8 叶枯心苗占 75% 以上。从枯心苗内查到的螟虫幼虫龄期来看, 包含了除 1 龄外的所有龄期, 其中大螟和二点螟主要集中在 3 龄和 4 龄、黄螟主要集中在 3 龄和 5 龄。综合分析枯心苗苗龄及其内部螟虫龄期发现, 在蔗苗低苗龄时, 枯心苗中 2 龄幼虫数量最多, 随着苗龄的增长, 2 龄幼虫数量减少, 3 龄、4 龄幼虫逐渐增多。

通过对 8 块蔗园螟害枯心苗动态研究结果表明, 水田蔗较早地蔗螟害发生平稳(波峰波谷差距小), 宿根蔗较新植蔗螟害重, 秋植蔗、冬植蔗苗期较春植蔗和夏植蔗长, 即枯心苗期长, 同时甘蔗品种不同也影响到螟害的发生。枯心苗是甘蔗苗期螟害的重要特征, 研究枯心苗的变化动态, 可直接反映蔗园螟虫发生动态, 方法简单, 易操作, 但还需综合考虑螟虫种类和甘蔗的种植制度、种植期、品种等因素。

参考文献 (References)

- An YX, Yang JX, Huang ZR, Li Y, Zhou RQ, 2009. Thinking and studying on sustainable control of sugarcane pest (second). *Sugarcane and Canesugar*, (4): 21–23. [安玉兴, 杨俊贤, 黄振瑞, 黎莹, 周仁强, 2009. 甘蔗有害生物可持续控制的思考与探讨(下). *甘蔗糖业*, (4): 21–23.]
- Han LZ, Peng YF, Wu KM, 2012. Studies on larval dispersal ability in the field and adult flight capacity of the pink stem borer, *Sesamia inferens*. *Plant Protection*, 38(4): 9–13. [韩兰芝, 彭于发, 吴孔明, 2012. 大螟幼虫田间扩散及成虫飞行能力研究. *植物保护*, 38(4): 9–13.]
- Huang YK, Li WF, 2011. *Colored Atlas of Diseases, Insect Pests and Weeds of Modern Sugarcane*. Beijing: China Agriculture Press. 1–6. [黄应昆, 李文凤, 2011. 现代甘蔗病虫害原色图谱. 北京: 中国农业出版社. 1–6.]
- Jing PS, 1987. Studies on spatial pattern and sampling technique on corn field of *sesamia inferens*. *Entomological Knowledge*, 24(2):

- 71–78. [敬甫松, 1987. 大螟在玉米田的空间格局及其抽样研究. *昆虫知识*, 24(2): 71–78.]
- Li GH, Wen FS, 1983. The Investigation and analysis of field distribution on *Sesamia inferens* larvae. *Entomological Knowledge*, 20(6): 251–256. [李火苟, 文芳声, 1983. 大螟幼虫田间分布的调查及分析. *昆虫知识*, 20(6): 251–256.]
- Li YR, 2010. Modern Sugar Cane. Beijing: China Agriculture Press. 340–342. [李杨瑞, 2010. 现代甘蔗学. 北京: 中国农业出版社. 340–342.]
- Lin ZL, Xu JH, Xu LP, 2012. The spatial distribution pattern and sampling technique of egg mass of *Chilo sacchariphagus* Bojer in sugarcane. *Plant Protection*, 38(3): 59–62. [林兆里, 徐金汉, 许莉萍, 2012. 甘蔗条螟卵空间分布型及其抽样技术. *植物保护*, 38(3): 59–62.]
- Luo ZM, Huang YK, Li WF, Lu WJ, Wang XY, 2009. The causes for rampage and countermeasures of sugarcane borers in ecological sugarcane area of plateau. *Zoological Research*, (special issue of entomology): 105–109. [罗志明, 黄应昆, 李文凤, 卢文洁, 王晓燕, 2009. 高原生态蔗区甘蔗螟虫猖獗原因与防治对策. *动物学研究*, (昆虫学专辑): 105–109.]
- Luo ZM, Shen K, Huang, YK, Li WF, Yin J, Zhang RY, Wang XY, Shan HL, 2014. The ecological niches of *Sesamia inferens* Walker and *Argyroplote schistaceana* Snellen and their interspecific competition on sugarcane. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(4): 1046–1051. [罗志明, 申科, 黄应昆, 李文凤, 尹炯, 张荣跃, 王晓燕, 单红丽, 2014. 大螟和黄螟在蔗苗上的生态位及其种间竞争. *应用昆虫学报*, 51(4): 1046–1051.]
- Luo ZM, Yin J, Huang, YK, Li WF, Wang XY, Zhang RY, Shan HL, 2015. Geostatistical study on the spatial pattern of *Sesamia inferens* larvae in sugarcane seedling stage. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 31(20): 86–90. [罗志明, 尹炯, 黄应昆, 李文凤, 王晓燕, 张荣跃, 单红丽, 2015. 甘蔗苗期大螟幼虫空间格局的地统计学分析. *中国农学通报*, 31(20): 86–90.]
- South China Agricultural University, 1994. *Agricultural Entomology* (volume 1). Beijing: China Agriculture Press. 212–215. [华南农业大学主编, 1994. 农业昆虫学(上册). 北京: 农业出版社. 212–215.]
- Yin J, Huang YK, Li WF, Luo ZM, Wang XY, He WZ, Xue J, Zhang HH, 2012. Spatial distribution pattern and sampling technique of dead heart seedlings by the pink stem borer *Sesamia inferens* (Walker) in sugarcane fields. *Plant Protection*, 38(4): 9–13. [尹炯, 黄应昆, 李文凤, 罗志明, 王晓燕, 何文志, 薛晶, 张会华, 2012. 大螟蔗田枯心苗的空间分布型及抽样技术研究. *植物保护*, 38(4): 127–130.]
- Zhao SX, Lin QJ, Zhen DK, 1990. Spatial distribution pattern and sampling technique of *Chilo infuscatellus* in sugarcane. *Journal of Fujian Agricultural College*, 20(1): 41–46. [赵士熙, 林清金, 郑东开, 1990. 甘蔗二点螟幼虫的空间分布型和抽样技术. *福建农学院学报*, 20(1): 41–46.]