



钟景伟, 吴娇, 张有志, 丁成泽, 何瑞池, 陆永跃. 高州市高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量动态 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (2): 281–289.

高州市高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量动态

钟景伟^{1*}, 吴娇^{1*}, 张有志², 丁成泽², 何瑞池², 陆永跃^{1**}

(1. 华南农业大学植物保护学院, 广州 510642; 2. 高州市农作物病虫害测报站, 广东高州 525200)

摘要: 为了明确粤西草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (Smith) 发生动态, 在广东茂名高州设置了高空测报灯, 2020年5月–2021年12月连续观察了灯下该虫成虫数量及性比。研究结果表明高州地区草地贪夜蛾成虫全年均可发生, 总体动态情况如下: (1) 年度间蛾量消长动态 (蛾量、盛期、高峰日等) 均存在显著差异, 其中日均蛾量2020年为18.58头, 2021年为8.11头, 降低了56.35%; (2) 3–11月均可能出现盛期和高峰期, 其中5–8月为全年盛期, 蛾量较大、盛期明显, 3–4月及9–11月蛾量较少、盛期不显著, 12月–次年2月蛾量进入低谷期; (3) 每个盛期均会出现多个发蛾高峰日, 以2~3个为主; (4) 发蛾盛期时间长度一般为7~17 d, 平均13.2 d; (5) 灯下以雄蛾为主, 占总蛾量79.1%, 且不同季节雄蛾比例不同, 最高达98.9%; (6) 灯下虫源性质是不断变化的, 以混合型为主, 典型的居留型 (包括迁入型) 和迁出型比例均较低; (7) 全年本地成虫应可发生8个代次左右。

关键词: 草地贪夜蛾; 高空测报灯; 蛾量动态

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2022) 02-0281-09

Dynamics of *Spodoptera frugiperda* (Smith) adults under vertical-pointing searchlight-trap in Gaozhou

ZHONG Jing-Wei^{1*}, WU Jiao^{1*}, ZHANG You-Zhi², DING Cheng-Ze², HE Rui-Chi², LU Yong-Yue^{1**} (1. College of Plant Protection, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China; 2. Gaozhou Crop Pest Monitoring and Precaution Station, Gaozhou 525200, Guangdong Province, China)

Abstract: In order to clarify the occurrence dynamics of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Smith) in western Guangdong, a vertical-pointing searchlight-trap was set up in Gaozhou, Maoming, Guangdong. The number and sex ratio of the adults under the trap were continuously collected and observed from May 2020 to December 2021. The results showed that fall armyworm adults can occur all year round in Gaozhou, and the overall dynamics were as follows: (1) there were significant difference in the dynamics of the adult number (peak period, peak day, moth number, etc.) in 2020 and 2021, in which the daily average moth number was 18.58 in 2020, and 8.11 in 2021 with decrease of 56.35%; (2) The peak period and peak day might occur from March to November. The peak period of the whole year with large quantity moths and obvious peaks was from May to August. On the contrary, the moth number was small and the peak period was not significant from March to April and September to November. The moth number entered the trough period from December to February of the next year; (3) There were more than one peak day for the moth in each peak period, mainly 2~3; (4) The peak period

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目 (2020B020223004); 广东省农业产业技术体系创新团队项目 (2022KJ134)

* 共同第一作者: 钟景伟, 男, 硕士研究生, 研究方向为昆虫生态学, E-mail: 1446170467@qq.com; 吴娇, 女, 硕士研究生, E-mail: 1834199379@qq.com

** 通讯作者 Author for correspondence: 陆永跃, 博士, 教授, 研究方向为昆虫生态学、害虫控制与入侵生物学, E-mail: luyongyue@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2022-02-10; 接受日期 Accepted: 2022-03-22

of the moth was generally 7 ~ 17 days , with an average of 13.2 days; (5) Under the lamp , male moths dominated , accounting for 79.1% of the total moths , and the proportion of male moths varied in different seasons , with the highest proportion of 98.9%; (6) The type of the moth source was constantly changing , mainly mixed type , and the proportion of typical residence type (including immigration type) and emigration type was low; (7) The local adults should have about 8 generations in the whole year in Gaozhou.

Key words: *Spodoptera frugiperda* (Smith); vertical-pointing searchlight-trap; moth population dynamics

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (Smith) 是联合国粮农组织全球预警的“跨国界迁飞性重大害虫”,近年来在非洲、亚洲等新入侵地区快速扩散传播,给农业生产、粮食安全造成了显著危害和威胁 (Day *et al.* , 2017; Kebede and Shimalis , 2019; 王磊等, 2019a; 吴孔明, 2020)。2018年12月11日,我国在云南省西部测报灯下首次发现草地贪夜蛾成虫 (Sun *et al.* , 2019)。2018年12月26日在云南省江城宝藏乡玉米田中发现不明夜蛾类幼虫为害 (陈辉等, 2020), 2019年1月12-15日经实地调查和鉴定确定为草地贪夜蛾 (姜玉英等, 2019)。

草地贪夜蛾具寄主范围宽、适生区域广、增殖潜能强、扩散速度快、突发危害重等显著生物学特点,因此,导致该虫预测和防控难度很大 (王磊等, 2019a; 吴孔明, 2020)。根据寄主偏好性及行为相关等特性,草地贪夜蛾分为水稻型和玉米型,前者主要取食为害水稻 *Oryza sativa* L. 和各种牧草,玉米型主要取食为害玉米 *Zea mays* L.、棉花 *Gossypium* spp. 和高粱 *Sorghum bicolor* (L.) Moench 等 (Dumas *et al.* , 2015)。我国目前分布的草地贪夜蛾存在两种基因型,纯“玉米型”占10%左右,携带少量“水稻型”基因组的“玉米型”占90%左右,因此,总体上为一种特殊“玉米型” (张磊等, 2019)。

关于草地贪夜蛾分布、迁飞与发生危害动态等一直是有效预测与防控的直接基础和依据,因此,无论是原分布区美洲还是新侵入区非洲、亚洲等均开展了相应的调查、研究,基本摸清了该虫的迁飞过程、种群动态和发生危害规律 (Johnson , 1987; Meagher and Nagoshi , 2004; Nagoshi and Meagher , 2004; Djaman *et al.* , 2019; Anandhi *et al.* , 2020; Nboyine *et al.* , 2020)。自发现入侵我国以来,已在不同空间尺度上对该虫的侵入、迁飞扩展、发生危害动态开展了分析与调查研究。姜玉英等 (2019a) 推测分析了早期该虫侵入时间、侵入扩散区域及发生态势。Wang *et al.* (2020) 基于模型评估了我国草地贪夜蛾适生区范

围。王磊等 (2019b)、王磊和陆永跃 (2020) 对我国草地贪夜蛾传播速度、入侵区域数量、作物受害面积等作出了预测。2019年通过在广西等8省 (自治区、直辖市) 架设高空测报灯开展观测,明确了多地草地贪夜蛾见蛾时间、发蛾盛期及性比 (姜玉英等, 2020)。林丹敏等 (2020) 报道了2019年广东湛江、江门玉米上草地贪夜蛾发生为害动态及玉米不同生育期上发生为害差异规律。调查结果显示,该虫在我国北回归线以南冬玉米种植区为周年繁殖,其发生程度区域间差异明显 (齐国君等, 2020)。尹艳琼等 (2020)、卢辉等 (2021)、唐继洪等 (2022)、覃武等 (2021)、张晴晴等 (2021) 采用田间调查、灯诱、性诱等方法,分别研究了云南、海南、广西、山东等地草地贪夜蛾成虫活动、种群动态、发生危害、区域分布等规律。为了明确广东省草地贪夜蛾迁飞扩散动态,本研究于2020年1月在茂名高州设立高空测报灯,2020年5月-2021年12月连续开展高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量、性比及相关主要害虫数量监测工作,解剖、确定草地贪夜蛾虫源性质,为开展该虫区域性预测预警和防控等提供依据。

1 材料与方法

1.1 高空测报灯设置

高空测报灯 (型号 RFCB-GK-1, 功率1 000W, 广州瑞丰生物科技有限公司), 安装于广东省茂名市高州市石鼓镇欧亚农作物病虫害防治专业合作社农场 (N21°47'23", E110°46'40"), 安装点周边无高大建筑物遮挡、无强光源干扰。高空测报灯设置为自动定时开关, 一般 18:30-19:00 开启, 至次日 5:30 关闭, 下雨期间自动关闭。除了诱集各类昆虫外, 高空测报灯配置系统还记录降雨量、湿度、风力等天气情况。

1.2 调查方法

调查日期为 2020 年 5 月 1 日 - 2021 年 12 月 31 日, 累计 610 d; 去除因雨天或故障停止的天

数, 累计调查了 538 d。逐日收集、记录高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量。依据 Straten *et al.* (2015)、孔德英等 (2019) 和陆永跃等 (2020) 所述的该虫雌、雄成虫形态特征为依据确定种类并计数; 疑似的标本置于解剖镜下解剖、观察, 根据雌、雄成虫外生殖器特征进行鉴定。以成虫数量出现突增的日期至突减的日期之间时间记为发生高峰期 (或称盛发期) (姜玉英等, 2016)。对盛期雌蛾进行解剖, 参考赵胜园等 (2019) 方法记录雌蛾卵巢发育级别。

1.3 数据处理

使用 Excel 2021 和 SPSS 26.0 整理和分析数据, 使用 Origin 2022 软件绘图。

2 结果与分析

2.1 高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量消长动态 灯下调查结果显示粤西高州地区草地贪夜蛾

成虫全年均可发生, 1-12 月绝大部分时间均能诱集到, 从出现时间频率看 538 d 中有蛾天数为 412 d, 占 76.6%; 诱集成虫数量较多, 累计 6 633 头, 平均每日虫数 12.33 头。2020 年 5-12 月累计诱集成虫 4013 头, 日均虫数 18.58 头; 发生动态呈现前期数量较大、盛期明显、后期数量较少、盛期不显著的总体特征。与 2020 年相比, 2021 年成虫数量明显减少, 累计为 2 620 头, 日均虫数 8.11 头, 降低了 56.35%; 总体趋势为表现为前期后期数量均较少、发生盛期均不明显, 中期 (6-7 月) 发生盛期明显、峰期突出的特征。综合两年的调查结果看, 高州地区 12 月-次年 2 月灯下虫量都比较少, 日诱集虫量均在 10 头以下, 未出现明显的盛发期或高峰期; 从 3 月起虫量逐渐增加, 开始出现盛期和峰期; 6-8 月为全年盛发期和高峰期, 以 7 月虫量最大; 进入 9 月后虫量明显减少, 直至 11 月中下旬后降低至全年最低水平 (图 1、图 2)。

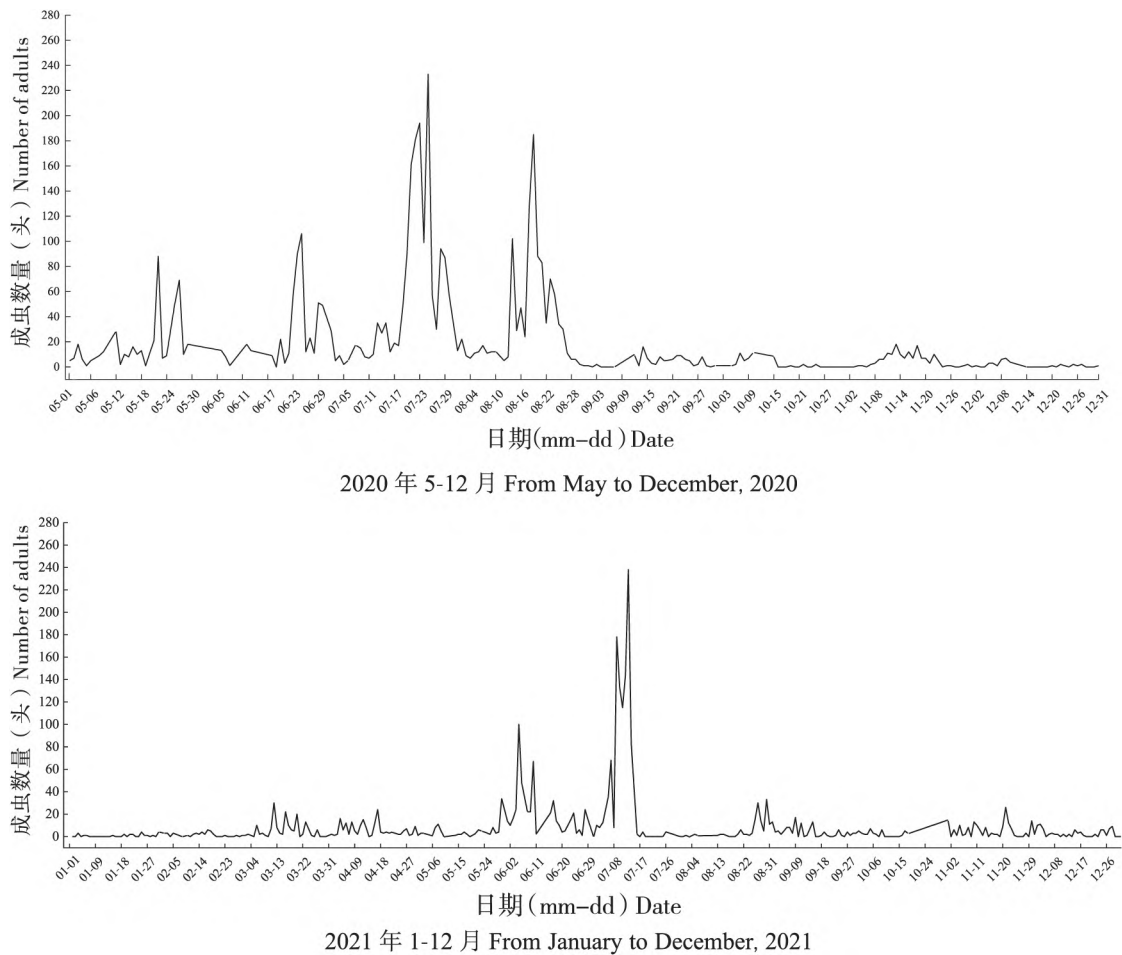


图 1 高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量消长动态

Fig. 1 Dynamics of *Spodoptera frugiperda* adults under vertical-pointing searchlight-trap in Gaozhou

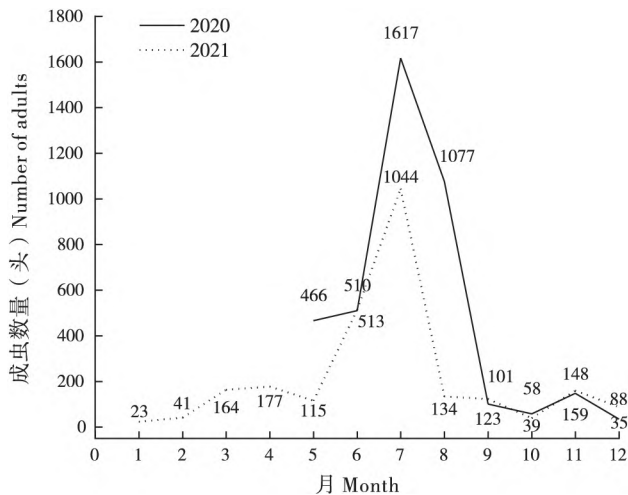


图2 高空测报灯下不同月份草地贪夜蛾成虫数量

Fig. 2 Monthly accumulation of *Spodoptera frugiperda* adults under vertical-pointing searchlight-trap

2.2 高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量及时间特征

按照月份分析、计算出灯下总蛾量、雌蛾量、雄蛾量和雌雄蛾比例, 给出相应的盛发期、盛发期时长、高峰日、高峰日蛾量等参数(表1)。

2020年5-8月出现了4个发蛾盛期, 分别为5月19-28日、6月21日-7月3日、7月18日-8月1日、8月13-27日; 每一个盛期高峰日均有2个以上, 分别为5月22日、27日, 6月25日、29日, 7月23日、25日、28日, 8月14日、19日、23日, 以上10个峰日蛾量分别为88、69、106、51、194、233、94、102、185、70头; 9-12月发蛾盛期及峰日均不明显。

2021年3月, 出现的全年第一个发蛾盛期为3月11-25日, 高峰日分别为3月12日、16日、20日, 发蛾量分别为30、22、20头; 4月出现一个小盛期和几个小蛾峰; 5月盛期不明显, 5月30日出现的一个发蛾峰应归于6月初的盛期; 6月发蛾盛期为2-18日, 出现的3个峰日分别为5日、10日、17日, 蛾量分别为100、67、32头; 7月蛾量最大, 共诱集到1044头, 其发蛾盛期为4-16日, 峰日为7日、9日、13日, 蛾量为68、178、238头; 8月出现一个小的盛期(25-31日); 9-12月诱集蛾量均较低, 盛发期和高峰日也不明显。

从雌雄蛾数量比例看, 高空测报灯下以雄蛾为主。累计检查的6633头蛾中雄蛾有5249头, 雌蛾仅为1384头, 仅占总蛾量的20.9%。不同时间灯下雌蛾比例也是不同的, 总体上低温季节比例较低, 最低的出现在2021年12月, 累计89头蛾中仅有1头雌蛾, 比例仅为1.1%; 2020年11月、2021年2月、11月、10月、1月、3月雌蛾比例分别为2.7%、2.4%、5.7%、7.7%、8.7%和9.8%; 其它时间雌蛾比例为10.2%~34.9%。

2.3 高空测报灯下草地贪夜蛾雌虫卵巢发育级别

2020年和2021年累计解剖了126批次(日)1204头雌蛾, 记录其中单次解剖数量8头及以上的42个发蛾盛期998头雌蛾, 结果显示各个发生期草地贪夜蛾雌虫卵巢发育级别比例均是变化的, 表明其虫源性质是不断变化的, 并以混合型为主, 42个盛发期的虫源性质中有23个为混合型, 11个为居留型(包含迁入型), 8个为迁出型(表2)。

表1 不同月份高空测报灯下草地贪夜蛾成虫数量、性比及发生期

Table 1 Number, sex ratio and occurrence period of *Spodoptera frugiperda* adults under vertical-pointing searchlight-trap in different months

| 时间 (yy-mm) Date | 总蛾量 (头) Total number of adults | 雌蛾量 (头) Number of female | 雄蛾量 (头) Number of male | 雌雄蛾 比例 Ratio of female and male | 盛发期 (mm-dd) Peak period | 盛发期 时长(d) Duration of peak period | 高峰日 (mm-dd) Peak day | 高峰日 蛾量(头) Number of adult on peak day |
|-----------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|---|----------------------------|--|
| 2020-05 | 466 | 56 | 410 | 0.137:1 | 05-19~05-28 | 10 | 05-22, 05-27 | 88, 69 |
| 2020-06 | 510 | 71 | 439 | 0.162:1 | 06-21~07-03* | 13 | 06-25, 06-29 | 106, 51 |
| 2020-07 | 1 617 | 537 | 1 080 | 0.497:1 | 07-18~08-01* | 15 | 07-23, 07-25, 07-28 | 194, 233, 94 |
| 2020-08 | 1 077 | 376 | 701 | 0.536:1 | 08-13~08-27 | 15 | 08-14, 08-19, 08-23 | 102, 185, 70 |
| 2020-09 | 101 | 22 | 79 | 0.278:1 | - | - | - | - |
| 2020-10 | 58 | 6 | 52 | 0.115:1 | - | - | - | - |

续表 1 Continued table 1

| 时间 (yy-mm) Date | 总蛾量 (头) Total number of adults | 雌蛾量 (头) Number of female | 雄蛾量 (头) Number of male | 雌雄蛾 比例 Ratio of female and male | 盛发期 (mm-dd) Peak period | 盛发期 时长 (d) Duration of peak period | 高峰日 (mm-dd) Peak day | 高峰日 蛾量 (头) Number of adult on peak day |
|------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|---|-------------------------------|--|----------------------------|---|
| 2020-11 | 148 | 4 | 144 | 0.028:1 | - | - | - | - |
| 2020-12 | 35 | 6 | 29 | 0.207:1 | - | - | - | - |
| 2021-01 | 23 | 2 | 21 | 0.095:1 | - | - | - | - |
| 2021-02 | 41 | 1 | 40 | 0.025:1 | - | - | - | - |
| 2021-03 | 164 | 16 | 148 | 0.108:1 | 03-11~03-25 | 15 | 03-12, 03-16, 03-20 | 30, 22, 20 |
| 2021-04 | 177 | 38 | 139 | 0.273:1 | 04-04~04-17 | 14 | 04-04, 04-12, 04-17 | 16, 15, 24 |
| 2021-05 | 115 | 15 | 100 | 0.150:1 | - | - | 05-30** | 34 |
| 2021-06 | 513 | 78 | 435 | 0.179:1 | 06-02~06-18 | 17 | 06-05, 06-10, 06-17 | 100, 67, 32 |
| 2021-07 | 1 044 | 107 | 937 | 0.114:1 | 07-04~07-16 | 13 | 07-07, 07-09, 07-13 | 68, 178, 238 |
| 2021-08 | 134 | 16 | 118 | 0.136:1 | 08-25~08-31 | 7 | 08-27, 08-30 | 30, 33 |
| 2021-09 | 123 | 20 | 103 | 0.194:1 | - | - | - | - |
| 2021-10 | 39 | 3 | 36 | 0.083:1 | - | - | - | - |
| 2021-11 | 159 | 9 | 150 | 0.060:1 | - | - | - | - |
| 2021-12 | 89 | 1 | 88 | 0.011:1 | - | - | - | - |
| 合计/平均 Total/Average | 6 633 | 1 384 | 5 249 | 0.264:1 | | 13.2 | | |

注: * 日期跨月份的表示该盛期时间包含不同月份; ** 该高峰日实际上与 6 月的发生盛期合并在一起; - 表示盛发期、高峰日不明显。Note: * If the date was across the two months, it meant that the peak period included different months; ** The peak day was actually combined with the peak period in June; - The peak period and peak day were not obvious.

表 2 草地贪夜蛾雌蛾卵巢发育级别及比例
Table 2 Ovary grade and proportion of *Spodoptera frugiperda* females

| 解剖日期 (yy-mm-dd) Date of dissection | 解剖雌 蛾量(头) Number of female dissected | 不同卵巢级别的蛾量 (头) Number of female with ovary grade | | | | | I ~ II 级卵巢 Ovary grade I ~ II | | III ~ V 级卵巢 Ovary grade III ~ V | | 虫源性质* Type of moth source |
|---|--|--|------------------|--------------------|------------------|----------------|----------------------------------|------|------------------------------------|-------|---------------------------------|
| | | I 级 Grade I | II 级 Grade II | III 级 Grade III | IV 级 Grade IV | V 级 Grade V | 数量 | 比例 | 数量 | 比例 | |
| | | | | | | | (头) | (%) | (头) | (%) | |
| 2020-05-22 | 12 | 2 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 25.0 | 9 | 75.0 | 居留型 Residence type |
| 2020-05-26 | 8 | 4 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 62.5 | 3 | 37.5 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-05-27 | 16 | 4 | 5 | 2 | 2 | 3 | 9 | 56.3 | 7 | 43.8 | 混合型 Mixed type |
| 2020-06-24 | 13 | 0 | 0 | 3 | 6 | 4 | 0 | 0.0 | 13 | 100.0 | 居留型 Residence type |
| 2020-06-25 | 17 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 6 | 35.3 | 11 | 64.7 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-13 | 10 | 3 | 2 | 2 | 3 | 0 | 5 | 50.0 | 5 | 50.0 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-14 | 10 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 5 | 50.0 | 5 | 50.0 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-15 | 19 | 5 | 5 | 7 | 2 | 0 | 10 | 52.6 | 9 | 47.4 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-17 | 9 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 5 | 55.6 | 4 | 44.4 | 混合型 Mixed type |

续表 2 Continued table 2

| 解剖日期 (yy-mm-dd) Date of dissection | 解剖雌 蛾量(头) Number of female dissected | 不同卵巢级别的蛾量(头) Number of female with ovary grade | | | | | I ~ II 级卵巢 Ovary grade I ~ II | | III ~ V 级卵巢 Ovary grade III ~ V | | 虫源性质* Type of moth source |
|---|--|---|----------|-----------|----------|---------|----------------------------------|------------|------------------------------------|------------|---------------------------------|
| | | I 级 | II 级 | III 级 | IV 级 | V 级 | 数量 (头) | 比例 (%) | 数量 (头) | 比例 (%) | |
| | | Grade I | Grade II | Grade III | Grade IV | Grade V | Number | Proportion | Number | Proportion | |
| 2020-07-19 | 21 | 3 | 4 | 11 | 2 | 1 | 7 | 33.3 | 14 | 66.7 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-20 | 38 | 5 | 9 | 12 | 11 | 1 | 14 | 36.8 | 24 | 63.2 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-21 | 56 | 12 | 12 | 16 | 8 | 8 | 24 | 42.9 | 32 | 57.1 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-22 | 70 | 24 | 20 | 8 | 10 | 8 | 44 | 62.9 | 26 | 37.1 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-07-23 | 57 | 22 | 18 | 10 | 6 | 1 | 40 | 70.2 | 17 | 29.8 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-07-24 | 26 | 5 | 6 | 8 | 6 | 1 | 11 | 42.3 | 15 | 57.7 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-25 | 63 | 22 | 24 | 10 | 5 | 2 | 46 | 73.0 | 17 | 27.0 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-07-26 | 20 | 6 | 5 | 4 | 4 | 1 | 11 | 55.0 | 9 | 45.0 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-27 | 15 | 2 | 4 | 5 | 2 | 2 | 6 | 40.0 | 9 | 60.0 | 混合型 Mixed type |
| 2020-07-28 | 44 | 18 | 18 | 3 | 0 | 5 | 36 | 81.8 | 8 | 18.2 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-07-29 | 24 | 13 | 4 | 3 | 0 | 4 | 17 | 70.8 | 7 | 29.2 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-07-30 | 19 | 5 | 7 | 4 | 2 | 1 | 12 | 63.2 | 7 | 36.8 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-08-01 | 8 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 5 | 62.5 | 3 | 37.5 | 迁出型 Emigration type |
| 2020-08-02 | 14 | 1 | 5 | 4 | 1 | 3 | 6 | 42.9 | 8 | 57.1 | 混合型 Mixed type |
| 2020-08-05 | 8 | 1 | 0 | 3 | 3 | 1 | 1 | 12.5 | 7 | 87.5 | 居留型 Residence type |
| 2020-08-07 | 8 | 0 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 25.0 | 6 | 75.0 | 居留型 Residence type |
| 2020-08-14 | 53 | 16 | 4 | 17 | 10 | 6 | 20 | 37.7 | 33 | 62.3 | 混合型 Mixed type |
| 2020-08-15 | 12 | 4 | 1 | 5 | 1 | 1 | 5 | 41.7 | 7 | 58.3 | 混合型 Mixed type |
| 2020-08-16 | 15 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 26.7 | 11 | 73.3 | 居留型 Residence type |
| 2020-08-17 | 10 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 30.0 | 7 | 70.0 | 居留型 Residence type |
| 2020-08-18 | 34 | 7 | 8 | 12 | 4 | 3 | 15 | 44.1 | 19 | 55.9 | 混合型 Mixed type |
| 2020-08-19 | 68 | 15 | 4 | 15 | 28 | 6 | 19 | 27.9 | 49 | 72.1 | 居留型 Residence type |
| 2020-08-20 | 21 | 2 | 2 | 11 | 4 | 2 | 4 | 19.0 | 17 | 81.0 | 居留型 Residence type |
| 2020-08-21 | 29 | 8 | 3 | 12 | 4 | 2 | 11 | 37.9 | 18 | 62.1 | 混合型 Mixed type |
| 2020-08-22 | 15 | 7 | 1 | 0 | 5 | 2 | 8 | 53.3 | 7 | 46.7 | 混合型 Mixed type |
| 2020-08-23 | 20 | 2 | 4 | 4 | 9 | 1 | 6 | 30.0 | 14 | 70.0 | 居留型 Residence type |
| 2020-08-24 | 19 | 4 | 5 | 2 | 6 | 2 | 9 | 47.4 | 10 | 52.6 | 混合型 Mixed type |
| 2021-06-05 | 18 | 3 | 4 | 1 | 8 | 2 | 7 | 38.9 | 11 | 61.1 | 混合型 Mixed type |
| 2021-06-10 | 13 | 3 | 4 | 3 | 3 | 0 | 7 | 53.8 | 6 | 46.2 | 混合型 Mixed type |
| 2021-07-07 | 12 | 0 | 6 | 0 | 5 | 1 | 6 | 50.0 | 6 | 50.0 | 混合型 Mixed type |
| 2021-07-09 | 25 | 0 | 4 | 1 | 16 | 4 | 4 | 16.0 | 21 | 84.0 | 居留型 Residence type |
| 2021-07-12 | 8 | 0 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 12.5 | 7 | 87.5 | 居留型 Residence type |
| 2021-07-13 | 21 | 8 | 1 | 0 | 9 | 3 | 9 | 42.9 | 12 | 57.1 | 混合型 Mixed type |

注: * 以卵巢 I ~ II 级成虫数量比例为标准: >60% 为迁出型, ≥80% 为典型迁出型; >30% ~ ≤60% 为混合型; ≤30% 为居留型 (包含迁入型), ≤20% 为典型居留型 (包含迁入型)。Note: Based on the proportion of adults with ovary grade I ~ II: >60% was emigration type, ≥80% was typical emigration type; >30% ~ ≤60% was mixed type; ≤30% was residence type (including immigration type), and ≤20% was typical residence type (including immigration type).

2.4 高空测报灯下草地贪夜蛾成虫发生代次划分

根据以上蛾量动态和发生期分析结果,对高州高空测报灯下草地贪夜蛾成虫发生代次进行了划分(表3)。一般来说,由于常年温度较高,预测高州地区草地贪夜蛾年可能发生8代左右,会出现8个左右发蛾盛期,全年盛期集中在6-8月,

其中前面4~5个发生盛期及峰日可能更明显,后面3~4个盛期及峰日较低且不明显。如果冬春季(12月-次年3月)较常年气温高一些,则可能会提前1旬到半个月,如果气温较常年低,则可能会日推后1旬到半个月。

表3 高空测报灯下草地贪夜蛾各代成虫发生盛期时间

Table 3 Time for peak period of *Spodoptera frugiperda* adults under vertical - pointing searchlight-trap

| | 发蛾代次 Adult generation | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | 越冬代 Overwintering | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 盛发期 Peak period | 3月中旬-下旬 Mid to late March | 4月下旬-5月上旬 Late April to early May | 6月上旬-中旬 Early to mid June | 7月上旬-中旬 Early to mid July | 8月上旬-中旬 Early to mid August | 9月上旬-中旬 Early and middle September | 10月中旬-下旬 Mid to late October | 12月上旬-中旬 Early to mid December |

3 结论与讨论

广东省是草地贪夜蛾迁入我国的桥头堡和主要的北迁虫源地之一(齐国君等,2020)。本文调查和研究了2020年5月-2021年12月广东省茂名高州高空测报灯下蛾量变化,明确了其消长动态。近两年连续监测结果表明,粤西高州地区各个月份草地贪夜蛾成虫均可发生,盛发期集中于5-8月,以7月为蛾量最多;12月-次年2月蛾比较少;年度之间蛾量消长动态存在显著差异;基于观测结果,划分出本地区成虫发生代次及发生盛期时间。根据以上研究,立足于全国整体,认为在我省及其它省区南方周年繁殖区草地贪夜蛾实际监测防控工作中,应注意前期(3-8月)加强重点监测、准确预警迁飞,后期(9月及之后)开展广泛调查、做好局部重发区精准防控。本研究结果为粤西地区草地贪夜蛾监测预报和防控及更大范围的迁飞预警等提供了依据。

高空测报灯是监测草地贪夜蛾成虫迁飞、发生等的一种主要方法(洗继东等,2019; Zhou *et al.*, 2021),在实际测报工作中相关设备参数(主要包括灯光波长、波谱宽度、功率等)及配套的使用方法等还需要进一步优化、改进,并标准化。由于本研究中所装备的高空测报灯管理系统在遇到暴雨或湿度特别大的天气时设置了自动关

闭,或设备安装后初期容易出现故障,导致了部分时间草地贪夜蛾蛾量数据缺失,影响了蛾量动态监测分析的准确性。本研究结果显示高空测报灯下草地贪夜蛾雄虫明显多于雌虫,其中7个月份甚至低于雄虫的10%,这与姜玉英等(2020)报道的全国14个监测点2019年诱集结果基本一致。草地贪夜蛾雌雄虫趋光为何存在显著差异尚有待于深入研究。

关于高空测报灯下草地贪夜蛾成虫来源性质,本研究仅是根据所提出的雌虫卵巢发育级别及其数量比例的标准,分为迁出型(包括典型迁出型)、混合型、居留型(包含迁入型)(包括典型居留型(包含迁入型))等3类,实际上如要准确确定成虫来源性质还需要明确雌虫交配情况(交配率、交配次数)。例如,灯下雌蛾I~II级卵巢比例高且交配率低,可视为明显的迁出型虫源。

草地贪夜蛾成虫发生应与迁飞数量、气候因子、环境因素、作物布局与生育期、人工管理等密切相关。本文仅应用高空测报灯收集了高州地区草地贪夜蛾蛾量信息,分析、明确了其动态,尚需要结合天气背景、迁入迁出、环境及作物等多个因素作深入分析。本研究还存在实验观察时间较短、涵盖区域范围较窄等不足。应对草地贪夜蛾开展大范围、长期、科学监测,才能深入揭示其迁飞、消长和发生危害动态规律,为高效预测预警、精准治理等奠定科学基础。

参考文献 (References)

- Anandhi S, Saminathan VR, Yasotha P, et al. Seasonal dynamics and spatial distribution of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith on Maize (*Zea mays* L.) in Cauvery Delta Zone [J]. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2020, 9 (4): 978–982.
- Chen H, Yang XL, Chen AD, et al. Immigration timing and origin of the first fall armyworms (*Spodoptera frugiperda*) detected in China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2020, 57 (6): 1270–1278. [陈辉, 杨学礼, 谏爱东, 等. 我国最早发现为害地草地贪夜蛾的入侵时间及其虫源分布 [J]. *应用昆虫学报*, 2020, 57 (6): 1270–1278]
- Day R, Abrahams P, Bateman M, et al. Fall armyworm: Impacts and implications for Africa [J]. *Outlooks on Pest Management*, 2017, 28 (5): 196–201.
- Djaman K, Higgins C, O'Neill M, et al. Population dynamics of six major insect pests during multiple crop growing seasons in northwestern New Mexico [J]. *Insects*, 2019, 10 (11): 369.
- Dumas P, Legeai F, Lemaitre C, et al. *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) host-plant variants: Two host strains or two distinct species [J]. *Genetica*, 2015, 143 (3): 305–316.
- Jiang YY, Liu J, Yang JJ, et al. Trapping effect of searching-trap and light trap for the moth of *Spodoptera frugiperda* in 2019a [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (3): 118–122, 156. [姜玉英, 刘杰, 杨俊杰, 等. 2019年草地贪夜蛾灯诱监测应用效果 [J]. *植物保护*, 2020, 46 (3): 118–122, 156]
- Jiang YY, Liu J, Zeng J, et al. Using vertical-pointing searchlight-traps to monitor population dynamics of the armyworm *Mythimna separate* Walker in China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2016, 53 (1): 191–199. [姜玉英, 刘杰, 曾娟. 高空测报灯监测粘虫区域性发生动态规律探索 [J]. *应用昆虫学报*, 2016, 53 (1): 191–199]
- Jiang YY, Liu J, Zhu XM. Occurrence dynamics and future trend of *Spodoptera frugiperda* invasion in China [J]. *China Plant Protection*, 2019, 39 (2): 33–35. [姜玉英, 刘杰, 朱晓明. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态和未来趋势分析 [J]. *中国植保导刊*, 2019, 39 (2): 33–35]
- Johnson SJ. Migration and the life history strategy of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in the western hemisphere [J]. *International Journal of Tropical Insect Science*, 1987, 8 (4–6): 543–549.
- Kebede M, Shimalis T. Out-break, distribution and management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith in Africa: The status and prospects [J]. *American Journal of Agricultural Research*, 2019, 4 (43): 1–16.
- Kong DY, Sun T, Teng SN, et al. Identification of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, and its similar species in morphology [J]. *Plant Quarantine*, 2019, 33 (4): 37–40. [孔德英, 孙涛, 滕少娜, 等. 草地贪夜蛾及其近似种的鉴定 [J]. *植物检疫*, 2019, 33 (4): 37–40]
- Lin DM, Huang DC, Shao T, et al. Occurrence and damage of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* Smith at different growth stages of corn [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2020, 42 (6): 1291–1297. [林丹敏, 黄德超, 邵屯, 等. 不同生育期玉米上草地贪夜蛾的发生为害规律 [J]. *环境昆虫学报*, 2020, 42 (6): 1291–1297]
- Lu H, Tang JH, Lv BQ, et al. Investigation on the population dynamics of *Spodoptera frugiperda* in winter corn planting areas of Hainan [J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2021, 42 (6): 1764–1769. [卢辉, 唐继洪, 吕宝乾, 等. 海南冬季玉米种植区草地贪夜蛾种群动态调查 [J]. *热带作物学报*, 2021, 42 (6): 1764–1769]
- Lu YY, Huang DC, Zhang YP. Technical Manual for Monitoring and Control of *Spodoptera frugiperda* [M]. Guangzhou: South China University of Technology Press, 2020. [陆永跃, 黄德超, 章玉苹. 草地贪夜蛾监测与防治技术手册 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2020]
- Meagher RL, Nagoshi RN. Population dynamics and occurrence of *Spodoptera frugiperda* host strains in southern Florida [J]. *Ecological Entomology*, 2004, 29 (5): 614–620.
- Nagoshi RN, Meagher RL. Seasonal distribution of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strains in agricultural and turf grass habitats [J]. *Environmental Entomology*, 2004, 33 (4): 881–889.
- Nboyne JA, Kusi F, Abudulai M, et al. A new pest, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, in tropical Africa: Its seasonal dynamics and damage in maize fields in northern Ghana [J]. *Crop Protection*, 2020, 127: e104960.
- Qi GJ, Huang DC, Wang L, et al. The occurrence characteristic in winter and year-round breeding region of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith in Guangdong Province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2020, 42 (3): 573–582. [齐国君, 黄德超, 王磊, 等. 广东省草地贪夜蛾冬季发生特征及周年繁殖区域研究 [J]. *环境昆虫学报*, 2020, 42 (3): 573–582]
- Qin W, Qin JM, Wei MX, et al. Investigation on the occurrence and damage of *Spodoptera frugiperda* in the main maize production areas of Guangxi [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2021, 52 (3): 603–610. [覃武, 覃江梅, 韦敏学, 等. 广西玉米主要种植区草地贪夜蛾发生及为害情况调查 [J]. *南方农业学报*, 2021, 52 (3): 603–610]
- Straten MJVD, Germain JF, van de Vossen B. PM 7/124 (1) *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania* [J]. *EPPO Bulletin*, 2015, 45: 410–444.
- Sun XX, Hu CX, Jia HR, et al. Case study on the first immigration of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* invading into China [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2021, 20 (3): 664–672.
- Tang JH, Lu H, Lv BQ. Dynamic monitoring and analysis of *Spodoptera frugiperda* trapped by searchlight in Hainan [J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2022, 42 (1): 51–55. [唐继洪, 卢辉, 吕

- 宝乾. 海南草地贪夜蛾高空诱虫灯诱虫动态监测与分析 [J]. 热带农业科学, 2022, 42 (1): 51–55]
- Wang L, Chen KW, Zhong GH, *et al.* Progress for occurrence and management and the strategy of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* Smith [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (3): 479–487. [王磊, 陈科伟, 钟国华, 等. 重大入侵害虫草地贪夜蛾发生危害、防控研究进展及防控策略探讨 [J]. 环境昆虫学报, 2019a, 41 (3): 479–487]
- Wang L, Chen KW, Lu YY. Long-distance spreading speed and trend predication of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in China [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019b, 41 (4): 683–694. [王磊, 陈科伟, 陆永跃. 我国草地贪夜蛾入侵扩张动态与发生趋势预测 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (4): 683–694]
- Wang L, Lu YY. Spreading trend predication of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in year of 2020 in China [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2020, 42 (5): 1139–1145. [王磊, 陆永跃. 2020 年我国草地贪夜蛾蔓延发生趋势及预测 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (5): 1139–1145]
- Wu KM. Management strategies of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in China [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (2): 1–5. [吴孔明. 中国草地贪夜蛾的防控策略 [J]. 植物保护, 2020, 46 (2): 1–5]
- Xian JD, Chen KW, Wang L, *et al.* Surveying and monitoring methods for fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (3): 503–507. [洗继东, 陈科伟, 王磊, 等. 外来入侵新害虫草地贪夜蛾调查监测方法探讨 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (3): 503–507]
- Yin YQ, Li XY, Zhao XQ, *et al.* Activities characteristics of adult of *Spodoptera frugiperda* in autumn and winter season using sexual trapping in Yunnan [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2020, 42 (6): 1338–1343. [尹艳琼, 李向永, 赵雪晴, 等. 利用性诱剂监测云南秋冬季草地贪夜蛾成虫种群活动特征 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (6): 1338–1343]
- Zhang L, Liu B, Jiang YY, *et al.* Molecular characterization analysis of fall armyworm populations in China [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (4): 20–27. [张磊, 柳贝, 姜玉英, 等. 中国不同地区草地贪夜蛾种群生物型分子特征分析 [J]. 植物保护, 2019, 45 (4): 20–27]
- Zhang QQ, Li LL, Qu MJ, *et al.* Monitoring the distribution and population dynamics of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) by pheromone trapping in Shandong Province in 2019 [J]. *Plant Protection*, 2021, 47 (1): 222–226. [张晴晴, 李丽莉, 曲明静, 等. 2019 年性诱剂监测草地贪夜蛾在山东省的分布与发生动态 [J]. 植物保护, 2021, 47 (1): 222–226]
- Zhao SY, Yang XM, He W, *et al.* Ovarian development gradation and reproduction potential prediction in *Spodoptera frugiperda* [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (6): 28–34. [赵胜园, 杨现明, 和伟, 等. 草地贪夜蛾卵巢发育分级与繁殖潜力预测方法 [J]. 植物保护, 2019, 45 (6): 28–34]
- Zhou XY, Wu QL, Jia HR, *et al.* Searchlight trapping reveals seasonal cross-ocean migration of fall armyworm over the South China Sea [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2021, 20 (3): 673–684.