



洗继东, 陈科伟, 王磊, 钟国华, 何晓芳, 陆永跃. 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.

外来入侵新害虫草地贪夜蛾调查监测方法探讨

洗继东, 陈科伟, 王磊, 钟国华, 何晓芳, 陆永跃*

(华南农业大学农学院, 广州 510642)

摘要: 草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (Smith) 是一种重要的外来入侵新害虫, 目前已入侵我国 14 个省区 500 多个县区, 对我国玉米等种植业造成严重威胁, 加强该虫的监测与防控显得尤为必要而紧迫。本文针对入侵我国的“玉米型”草地贪夜蛾, 在成虫数量、田间虫情和作物受害程度 3 个方面提出了一套较为系统的调查监测方法, 可为监测明确该虫入侵虫源、发生数量、危害程度及其动态, 确定发生分布区域、预测预报发生期、发生程度等提供方法依据。

关键词: 草地贪夜蛾; 监测; 调查; 方法

中图分类号: Q968.1; S433.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2019) 03-0503-05

Surveying and monitoring methods for fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

XIAN Ji-Dong, CHEN Ke-Wei, WANG Lei, ZHONG Guo-Hua, HE Xiao-Fang, LU Yong-Yue*
(College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith), is an important alien pest, and has invaded into more than 500 counties, 14 provinces in mainland China now. Because it would cause great threat to corn and other planting industries in China, it is even more necessary and urgent to carry out the monitoring and control of *S. frugiperda*. In this paper, the systematic methods of investigation and monitoring for *S. frugiperda* “corn strain”, with the adult population, occurrence in the field and damage rate, were presented. The methods would provide the basis not only for clearing the adult migration, population, damage and their dynamics, but also for determining the distribution region, and forecasting the occurrence period and degree, etc.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; surveying; monitoring; method

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (Smith) 是一种重要的新外来入侵害虫, 我国自 2019 年 1 月 11 日在云南普洱江城首次发现其发生危害以来 (姜玉英等, 2019), 截止 5 月 23 日已在 14 省 (自治区、直辖市) 528 个县 (市、区) 发现玉米、甘蔗等作物受害, 累计危害面积 191 万亩

(农业农村部新闻办公室, 2019), 预计该虫将会入侵我国华南、长江流域、华北、东北并普遍发生, 遭受威胁的玉米、甘蔗等作物面积将在 1 333 万 ha 以上 (郭井菲等, 2018)。鉴于草地贪夜蛾入侵对我国农业生产将造成严重威胁, 因此, 加强该虫监测与防控十分重要和紧迫。科学开展

监测调查、明确虫情是做好预报和防控的前提和基础。国外对该虫的监测通常依靠在田间附近设置的性信息素陷阱来捕捉雄成虫,为此在性信息素特异性、诱捕陷阱的种类以及捕虫装置形状、大小等方面开展了诸多研究 (Mitchell *et al.*, 1989; Rojas *et al.*, 2004; Fleischer *et al.*, 2005; Malo *et al.*, 2018)。Nagoshi 等 (2008) 利用基因多态性的差异监测草地贪夜蛾的迁飞路径及侵入虫源。Mitchell 等 (1987) 研究明确了草地贪夜蛾在玉米田间的分布、丰富度以及调查取样方法。Serra 等 (2006) 提出了草地贪夜蛾幼虫密度估计的田间取样方法,并探讨了样方大小和空间模式对采样参数和成本的影响。在国内,刘杰等 (2019) 初步探讨了该虫预测预报技术,孙小旭等 (2019) 提出了幼虫密度的理论抽样模型和基于幼虫密度防治指标的序贯抽样技术。对于新入侵害虫,准确、规范监测与调查是发现和明确该虫发生危害的必要基础,但是由于草地贪夜蛾入侵我国不久,目前尚缺乏一套实用的监测与调查方法。本文针对入侵我国的“玉米型”草地贪夜蛾,在掌握该虫各虫期形态特征、生物学特性及为害程度症状基础上,从成虫数量、田间虫情和作物受害程度 3 个方面探讨并提出了草地贪夜蛾调查监测方法,以期为该虫虫情调查、预测预报等提供参考。

1 监测调查目标

采用普查和系统调查方法,结合黑光灯、高空测报灯、性信息素诱集,调查明确草地贪夜蛾发生量(卵、幼虫、蛹数量)、危害程度、成虫数量、来源、性比及其动态,为发生分布区域确定、发生期、发生程度、传播扩散等预测和防治提供科学依据。

2 虫情监测调查

草地贪夜蛾的监测调查主要包括成虫数量、田间虫情和作物受害程度 3 个方面。

2.1 成虫动态调查

应用黑光灯、高空测报灯、性信息素诱集,结合生殖系统解剖方法,调查明确特定区域草地

贪夜蛾成虫数量、来源、性比及其动态,为发生分布区域确定、传播扩散、发生期、发生程度等预测提供依据。

2.1.1 黑光灯

在当地适宜成虫发生的主要场所或主要寄主作物种植区域设置监测点,每个县级行政区域设置 3 个及以上。每个点设置黑光灯 1 台,功率 12 ~ 15 W,架设于空旷处,灯管与地面距离为 1.5 m,周围 500 m 内无建筑物遮挡、1 000 m 内无大功率照明光源。及时更换损坏的设备,灯管使用 1 a 后及时更换。华南地区全年开灯,华南地区以北-长江以南地区 3-11 月开灯,长江以北地区 4-10 月开灯。每 3 d 记录一次雌虫、雄虫数量。

2.1.2 高空测报灯

在当地地理中心附近设置监测点,每个地市级行政区域设置 1 个,如每个县级行政区域能设置 1 个则更好。每个点设置强光灯 1 台,功率 1 000 W 以上,设于楼顶、高台、高地、山顶等较高和开阔处,周围 1 000 m 内无建筑物遮挡、无大功率照明光源。及时更换损坏的设备及灯管。华南地区全年开灯,华南地区以北-长江以南地区 3-11 月开灯,长江以北地区 4-10 月开灯。每 3 d 记录 1 次雌虫、雄虫数量。

2.1.3 性信息素

在当地主要寄主作物生长期设置监测点,或者在黑光灯、高空测报灯下成虫始见期开始设置。每个县区设置 5 个点及以上,每个点设置 3 个诱捕器,呈 3 角形排列,诱捕器间距 100 m 以上,底部与植株顶部间距保持超过 30 cm,距田边 5 m 以上。使用倒置漏斗式干式诱捕器、桶形诱捕器或者自动监测收集装置。将含性信息素诱芯置于诱捕器内,每 30 d 更换 1 次。每 3 d 记录 1 次成虫数量。如使用自动记录式诱捕器,则可每天可记录 1 次成虫数量。

2.1.4 雌虫生殖系统解剖

本方法主要依据刘杰等 (2019) 结合黏虫测报方法提出的。在成虫盛发期,从黑光灯和高空测报灯诱集的分别取 20 头以上雌虫,解剖卵巢发育级别和交尾情况,确定卵巢各级别比例。如卵巢级别较低 (1~2 级),说明有向外迁飞的风险,应继续监测;如级别较高 (3 级及以上),则该期

成虫将留在当地，并繁殖后代。由此，作出当代幼虫发生为害的预报。

2.1.5 虫源性质判断

本方法主要依据刘杰等（2019）结合黏虫测报方法提出的。高空测报灯和地面黑光灯下诱捕获得的成虫除了迁飞过境的，还有本地虫源。依据以下特征对虫源性质进行判断：（1）高空测报灯下虫量高、黑光灯虫量低，持续时间长短不一，应主要为异地成虫迁移过境现象，应提醒异地做好监测；（2）黑光灯虫量大、高空测报灯虫量低，应主要为当地虫源，依据雌蛾卵巢解剖结果，预测当地发生趋势；（3）两灯下虫量同时较高，解剖雌蛾卵巢发育级别，如主要为3级及以上，则此批虫源可在当地滞留、繁殖为害，应做出当地发生预报；如为低级别（1~2级居多），而当地气候条件不适合或遇到适合外迁的天气事件可能迁出，应提醒异地做好监测；（4）较大区域可能包括多个地级行政区及县级行政区黑光灯下成虫数量如出现同期突增或突减现象，则可能发生迁

飞，应提醒其区域做好监测工作。

2.2 田间虫情调查

2.2.1 卵

(1) 普查

在每次黑光灯、性信息素诱捕器获得的成虫高峰后进行，高温季节如夏季4~5 d后，冷凉季节如春季、秋季7~9 d后。选择当地寄主作物主要种植区域，每个区域选择不同类型田块。

① 入侵普查：每个类型田块随机调查多个，总调查田块尽量覆盖种植区域。玉米重点调查苗期-大喇叭口期田块。首先调查是否有疑似危害状，如发现则继续调查是否有卵块、幼虫等。

② 发生程度普查：每种类型田块各普查3块田以上。每块田采用5点取样法、W形取样方式，每点调查10株，共调查50株（图1）。各个点间隔距离视田块大小而定，取样点距离田边1米以上。重点调查叶片背面，记录作物品种、调查面积、生育期、卵块数量，计算同一寄主作物各个类型田卵块密度和总体卵块密度。

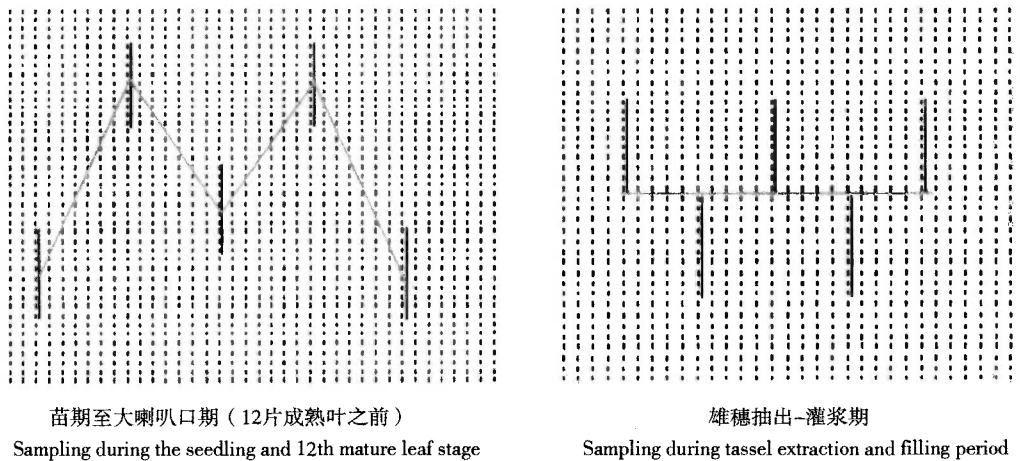


图1 玉米不同生育期草地贪夜蛾卵、幼虫和为害率调查取样方式示意图
Fig. 1 Schematic diagram of sampling methods for the investigation of egg, larva and damage rate of *Spodoptera frugiperda* at different growth stages of maize

注：■，玉米植株；■，取样点和取样植株。Note：■，Corn plants，■，Sampling points and sampling plants.

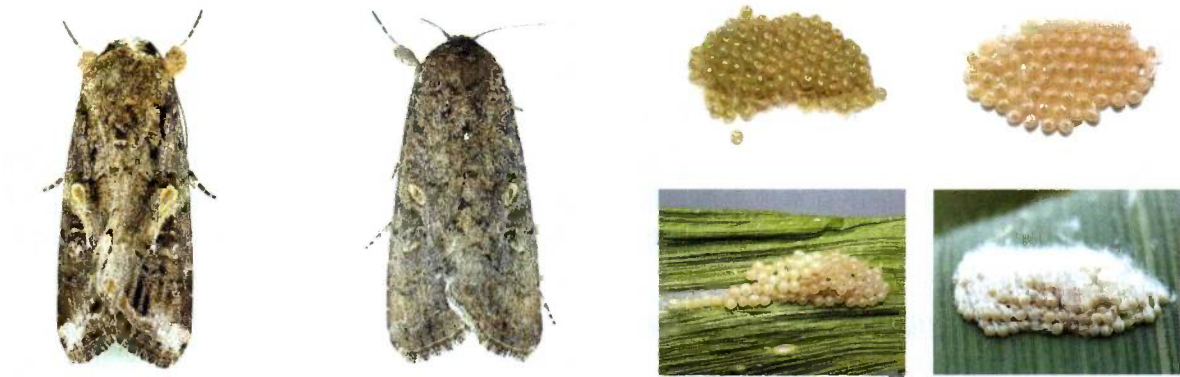
(2) 系统调查

每代从黑光灯、性信息素诱捕器方法中成虫始见期开始调查，至成虫终见期结束，3 d 调查1次。选择当地寄主作物主要种植区域3个，每个区域选择不同类型田各1~2块。具体取样方法、取样数量等同“普查”。

2.2.2 幼虫

普查于每代成虫高峰期后10~12 d或者卵高

峰期后7~10 d进行1次；系统调查每代从卵始盛期开始，至幼虫高龄盛期止，每3 d 1次。具体调查取样方法同“2.2.1 卵”。首先调查是否有害害状，如有，再调查幼虫。记录作物品种、调查面积、生育期、幼虫数量、龄期，计算同一寄主作物各个类型田幼虫密度和总体幼虫密度。注意根据为害状来判断幼虫龄期（见图2）。



成虫（左为雄虫，右为雌虫）Adult (left: male, right: female)

卵块（各个类型）Eggs (various types)



1 龄 1st instar

2 龄 2nd instar

3 龄 3rd instar

幼虫典型特征 Typical characteristic of larva



4 龄 4th instar

5 龄 5th instar

6 龄 6th instar

幼虫 Larva



预蛹 Propupa

蛹(左为雌蛹, 右为雄蛹) Pupa(left: female pupa, right: male pupae)



花叶 Mottle leaf

窗孔 Window pane

孔洞和破烂状 Holes and tatters

玉米植株破坏状 Corn plant are damaged

玉米叶片被害状 Symptoms of maize damaged by fall armyworm

图 2 草地贪夜蛾形态特征及为害状

Fig. 2 Morphological and damage characteristics of *Spodoptera frugiperda*

2.2.3 蛹

普查于每代高龄幼虫(5~6龄)盛期后10d进行1次。具体调查取样方式同“2.2.1卵2发生程度普查”。每块田调查5个点,每个点挖查1m长单行玉米根部30cm以内10cm深土层,检查土壤或作物枝叶、穗等部位,记录作物品种、调查面积、生育期、蛹数量,计算同一寄主作物各个类型田蛹密度和蛹总体密度,按百株或者公顷给出密度。

2.3 作物受害程度调查

与幼虫发生程度普查同时进行。记录作物品种、调查面积、生育期、调查株数、受害株数,计算同一寄主作物各个类型田受害株率和总体受害株率。

3 作物种植和生长情况调查

各发生区应及时调查、记录主要寄主作物种植面积、品种、耕作制度、生育期、长势、灌溉、施肥、防治等情况。

4 环境和天气数据收集

实地调查记录或者收集发生区草地贪夜蛾发生期内温度、降水量、湿度、风力、风向、灾害性天气次数、范围等数据信息,分析其与草地贪夜蛾迁飞、侵入和发生危害等的关系。

5 讨论

本文是基于国内外相关研究成果上探讨、提出的草地贪夜蛾调查监测方法,其相关内容可能不成熟或者不尽合理,因此,需要在各地草地贪夜蛾调查监测实践中不断进行检验,并予以修正、补充和完善。

参考文献 (References)

- Fleischer SJ, Harding CL, Blom PE, et al. *Spodoptera frugiperda* pheromone lures to avoid nontarget captures of *Leucania pragensis* [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2005, 98 (1): 66-71.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), CABI (Centre Agriculture Bioscience International). Community - Based Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) Monitoring, Early Warning and Management - Training of Trainers Manual (First Edition) [R]. Italy: Rome, 2019: 38-43.
- Guo JF, Zhao JZ, He KL, et al. Potential invasion of the crop - devastating insect pest fall armyworm *Spodoptera frugiperda* to China [J]. *Plant Protection*, 2018, 44 (6): 1-10. [郭井菲, 赵建周, 何康来, 等. 警惕危险性害虫草地贪夜蛾入侵中国 [J]. 植物保护, 2018, 44 (6): 1-10]
- Jiang YY, Liu J, Zhu XM. Occurrence and 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]
- Liu J, Jiang YY, Liu WC, et al. Investigation and forecast techniques of *Spodoptera frugiperda* [J]. *China Plant Protection*, 2019, 39 (4): 44-47. [刘杰, 姜玉英, 刘万才, 等. 草地贪夜蛾测报调查技术初探 [J]. 中国植保导刊, 2019, 39 (4): 44-47]
- Malo EA, Cruz - Esteban S, Gonzalez FJ, et al. A home - made trap baited with sex pheromone for monitoring *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) in corn crops in Mexico [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2018, 111 (4): 1674-1681.
- Mitchell ER, Agee HR, Heath RR. Influence of pheromone trap color and design on capture of male velvet bean caterpillar and fall armyworm moths (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1989, 15 (6): 1775-1784.
- Mitchell FL, Fuxa JR. Distribution, abundance and sampling of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in south - central Louisiana corn fields [J]. *Environmental Entomology*, 1987, 16: 453-458.
- Nagoshi RN, Meagher RL, Flanders K, et al. Using haplotypes to monitor the migration of fall armyworm (Lepidoptera: noctuidae) corn - strain populations from Texas and Florida [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2008, 101 (3): 742-749.
- Press office of Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Ministry of Agriculture and Rural Affairs has fully arranged and deployed the prevention and control of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* [C/OL]. http://www.moa.gov.cn/xw/tpxw/201905/t2019_0524_6315365.htm, 2019-05-24. [农业农村部新闻办公室. 农业农村部全面安排部署草地贪夜蛾防控工作 [C/OL]. http://www.moa.gov.cn/xw/tpxw/201905/t20190524_6315365.htm, 2019-05-24]
- Rojas JC, Virgen A, Malo EA. Seasonal and nocturnal flight activity of *Spodoptera frugiperda* males (Lepidoptera: Noctuidae) monitored by pheromone traps in the coast of Chiapas, Mexico [J]. *Florida Entomologist*, 2004, 87 (4): 496-503.
- Serra GV, Trumper EV. Sequential sampling protocols for *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), on *Zea mays* fields: Influence of sampling unit size [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 2006, 96 (5): 471-477.
- Sun XX, Zhao SY, Jin MH, et al. Larval spatial distribution pattern and sampling technique of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* in maize field [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (2): 13-18. [孙小旭, 赵胜园, 靳明辉, 等. 玉米田草地贪夜蛾幼虫的空间分布型与抽样技术 [J]. 植物保护, 2019, 45 (2): 13-18]