

草地贪夜蛾卵块在玉米植株上的空间分布

黄建荣^{1#}, 刘彬^{1#}, 田彩红¹, 黄博¹, 赵文新²,
吕国强², 李国平^{1*}, 封洪强^{1*}

(1. 河南省农作物病虫害防治重点实验室, 农业农村部华北南部作物有害生物综合治理重点实验室, 河南省作物保护国际联合实验室, 河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州 450002; 2. 河南省植物保护植物检疫站, 郑州 450002)

摘要 本研究调查了草地贪夜蛾卵块在田间玉米植株上的空间分布,发现草地贪夜蛾卵块主要分布于植株中部,即玉米小喇叭口期倒3叶与倒4叶、吐丝期倒5叶与倒6叶上卵块最多,在小喇叭口期主要分布在叶正面,吐丝期主要分布于叶背面,距叶尖平均距离分别为23.4 cm和35.2 cm。为玉米上草地贪夜蛾卵的调查和防治提供了参考。

关键词 草地贪夜蛾; 卵; 玉米; 分布

中图分类号: S 435.132 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020240

Spatial distribution of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* egg masses on corn plant

HUANG Jianrong^{1#}, LIU Bin^{1#}, TIAN Caihong¹, HUANG Bo¹, ZHAO Wenxin²,
LÜ Guoqiang², LI Guoping^{1*}, FENG Hongqiang^{1*}

(1. Henan Key Laboratory of Crop Pest Control, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Southern Part of Northern China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, International Joint Research Laboratory for Crop Protection of Henan, Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China; 2. Plant Protection and Inspection Station of Henan Province, Zhengzhou 450002, China)

Abstract The spatial distribution of fall armyworm *Spodoptera frugiperda* egg masses was investigated in corn field. The results indicated that the egg masses were mainly located in the middle of corn plant, where in the 3rd–4th leaves from the top of the plants at early whorl stage, and the 5th–6th leaves from the top of the corn plants at silking stage. The egg masses of *S. frugiperda* were mainly distributed on the adaxial surface of corn leaf at the early whorl stage, and on the abaxial surface of corn leaf at the silking stage, with the average distance of 23.4 cm and 35.2 cm to the leaf tip, respectively. The results will provide useful information for the investigation and control of *S. frugiperda* egg in corn field.

Key words *Spodoptera frugiperda*; egg; corn; distribution

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 在2019年入侵为害了我国除青海、新疆及东北三省以外的大部分玉米种植地区,因其寄主范围广、迁飞与繁殖能力强等特点,对我国玉米的安全生产构成极大威胁^[1]。实时监测和准确预报是草地贪夜蛾应急防控的基础^[2],使用灯光或性信息素诱集成虫(性诱或灯诱)和大田普查幼虫是目前确定草地贪夜蛾

的迁入时期和防治时期的主要方法^[3–5]。由于草地贪夜蛾具有迁飞习性,诱到或见到成虫不能确定其就在本地产卵造成危害。调查幼虫虽然准确可靠,但决策和采取防治措施的时间紧迫,容易错过最佳防治时期。调查卵块既能准确反映虫情,又可给决策和采取防治措施留出足够的时间,与监测成虫和幼虫相比有明显的优势。

收稿日期: 2020-05-09 修订日期: 2020-06-25

基金项目: 国家重点研发计划(2019YFD0300105, 2018YFD0200602, 2016YFD0300705); 农业农村部2019年全国草地贪夜蛾应急调研指导项目; 河南省农业科学院优秀青年基金(2020YQ09)

致谢: 感谢中国农业科学院植物保护研究所王振营研究员对本文的修改提出了宝贵的意见。

* 通信作者 E-mail: 李国平 liguoping1976@163.com; 封洪强 feng_hq@163.com

为并列第一作者

由于雌虫对不同寄主或同种寄主不同部位的趋性不同,卵量也因寄主种类或寄主部位而异^[6]。棉铃虫 *Helicoverpa armigera* 在夏季喜欢产卵于棉花,而秋季喜产卵于吐丝期的玉米^[7]。在同一寄主上,昆虫一般将卵产于幼嫩组织上(内)或繁殖器官上,以便为后代的生存提供优越条件^[8-10]。第 4 代棉铃虫卵主要产在夏玉米花丝上,其次为雌穗位上的叶片叶鞘上,而心叶、雄穗和苞叶上卵占比较少^[11]。梨木虱 *Psylla chinensis* 越冬卵多产于顶芽,而花期与展叶期的卵多产于花柄和幼叶^[12]。因此,研究草地贪夜蛾在不同寄主上产卵的偏好部位,将为该害虫田间卵量的调查提供科学依据。

入侵我国的草地贪夜蛾对不同寄主植物的产卵趋性不同,其偏好禾本科类寄主,尤其偏好在玉米植株上产卵^[13-15],但对玉米植株不同部位的产卵偏好尚未见报道。本研究通过在田间夏玉米上进行罩笼试验,比较不同播期玉米对草地贪夜蛾产卵偏好的影响,确定田间该虫卵块在玉米植株上的分布特征,为草地贪夜蛾测报和防控工作提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验地位于新乡市原阳县的河南省农业科学院现代农业科技试验示范基地(35.02°N, 113.69°E)。于 2019 年 6 月 10 日播种夏玉米,2019 年 8 月 20 日播种秋玉米,品种均为‘郑单 958’,行距 60 cm,株距 30 cm,播种面积各 2 668 m²。玉米生长期除未喷洒过任何化学杀虫剂外,均按常规管理。

草地贪夜蛾为 2019 年 6 月 10 日采自河南省信阳市明港镇玉米田的幼虫。采用李国平等的人工饲料饲养方法^[16]在人工气候箱内饲养,饲养温度为(27±1)℃,相对湿度为 65%~85%,光周期 L//D=16 h//8 h。以初羽化雌雄成虫作为本研究供试虫源。

1.2 研究方法

1.2.1 人工接蛾产卵试验

小喇叭口期(V8):在田间随机选取 5 株生长健康的夏玉米,轻轻去除所有虫卵及叶腋上的花药和土等杂物。每株玉米罩上 1 个长×宽×高为 100 cm×100 cm×250 cm 的 20 目透明纱网。7 月 19 日往

每个网罩内放入 1 对初羽化的草地贪夜蛾成虫,让其在网内的玉米上产卵。7 月 22 日仔细检查纱网内玉米植株各部位上的卵,自上而下(顶 1 叶为倒 1 叶)调查所有叶片叶正面和背面草地贪夜蛾的卵块及卵粒数量,同时测量卵块至叶尖的距离。

吐丝期:采用与小喇叭口期相同的方法选取 5 株健康的夏玉米,每株罩上 20 目透明纱网。于 8 月 8 日向纱网内的玉米植株上接入 5 对成虫。8 月 12 日仔细检查纱网内玉米植株各部位上的卵。调查时玉米倒 6 叶与雌穗位于同一节,倒 1~倒 5 叶位于雌穗上方,倒 7 叶为紧挨雌穗下方的叶片。

1.2.2 田间自然发生卵和幼虫的调查

田间草地贪夜蛾卵的调查在常规夏播和秋播玉米田内开展,自玉米播种至成熟每 7 d 调查 1 次,调查时采用五点取样法,每点随机选取 20 株玉米,调查全株所有叶片正面、背面及茎秆上的产卵数量及着卵的部位。

1.3 统计分析

人工接蛾产卵试验的不同部位的卵块和卵粒数逐株进行统计,田间自然发生的害虫数量按照百株虫量统计。植株垂直方向不同部位的卵块及卵粒数的差异采用非参数比较方法进行分析。叶片正面与背面、两个生育期草地贪夜蛾卵与叶尖距的差异显著性比较采用 *t* 检验,所有统计均在 R 3.5.5 软件中进行。

2 结果与分析

2.1 草地贪夜蛾卵在玉米植株上的垂直分布

玉米小喇叭口期共调查到 27 个卵块,总计 2 014 粒卵,倒 3 叶上的卵块数和卵粒数最高,其次为倒 4 叶,倒 3 叶与倒 4 叶上的卵块数和卵粒数分别占总数的 39.79%和 55.70%,倒 2 和倒 5 叶的卵块数和卵粒数分别占总数的 28.3%和 20.6%(图 1a~b)。倒 1 叶、倒 6 叶和倒 7 叶上的卵块数少,最底部的倒 8 叶上未调查到卵块。

吐丝期共调查到 43 个卵块总计 2 405 粒卵,倒 5 叶上卵粒数和卵块数最多,其次为倒 3 叶、倒 4 叶和倒 6 叶,分布在这 4 片叶上的卵块数和卵粒数分别占总数的 70.46%和 75.63%,而倒 7 叶和倒 8 叶的卵块数均占 11.6%,在倒 1 叶、倒 2 叶及倒 9 叶以下叶片未发现卵块(图 1c~d)。

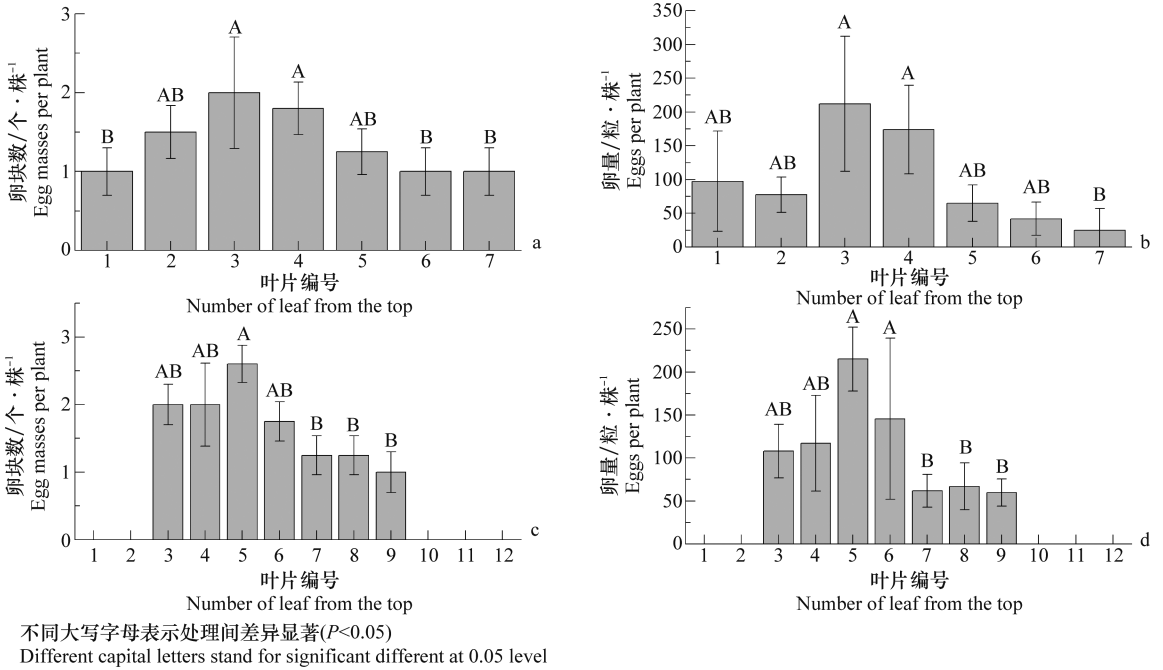


图1 小喇叭口期(a~b)与吐丝期(c~d)玉米不同叶位上的卵块和卵粒数

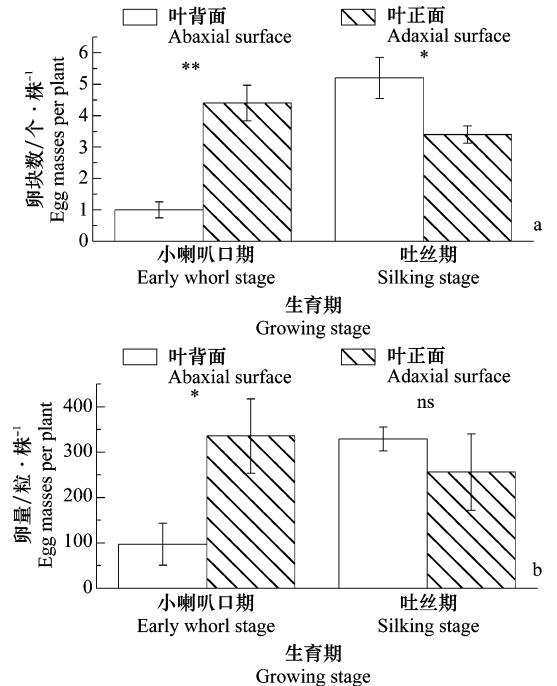
Fig. 1 Number of egg masses and eggs of *Spodoptera frugiperda* on different leaves of corn plant at the early whorl (a-b) and silking stage (c-d)

2.2 玉米叶片正面和背面的落卵量比较

在小喇叭口期和吐丝期玉米叶正面和背面均有卵块分布,小喇叭口期叶正面和叶背面卵块数分别占 81.48% 和 18.52%,叶正面的卵块数和卵粒数均显著高于叶背面(卵块: $t = -6.668$, $df = 4$, $P = 0.003$,卵粒数: $t = 2.846$, $df = 5.369$, $P = 0.033$),吐丝期叶背面卵块数占 60.46%,叶正面占 39.54%,叶背面明显多于叶正面($t = -2.841$, $df = 6.298$, $P = 0.028$),而叶正面和叶背面卵粒数无显著差异($t = 0.929$, $df = 4.791$, $P = 0.397$) (图 2)。

2.3 着卵位置距叶尖的距离

在小喇叭口期,草地贪夜蛾在叶正面和背面的着卵位置与叶尖距离分别为 27.6 cm 和 22.5 cm,位于叶中前端附近;在吐丝期玉米叶正面和背面着卵位置距叶尖的距离分别为 36.15 cm 和 33.71 cm,位于叶中部附近;两个时期着卵位置至叶尖的距离在叶正面和叶背面间无显著差异(小喇叭口期: $t = 1.145$, $df = 4.886$, $P = 0.305$,吐丝期: $t = 1.097$, $df = 38.921$, $P = 0.280$),但吐丝期着卵位置(包括叶正面和叶背面)距叶尖的距离(35.2 cm)显著大于小喇叭口期(23.4 cm) ($t = 6.529$, $df = 56.656$, $P < 0.001$) (图 3)。



**和*代表通过t测验后两者之间在0.01、0.05水平存在差异,ns代表无显著差异
** and * indicate significant difference among two treatments at 0.01 and 0.05 levels, respectively, after t -test. ns indicates no significant difference

图2 小喇叭口期与吐丝期玉米叶正反面卵块数量(a)和卵粒数量(b)

Fig. 2 Number of egg masses (a) and eggs (b) of *Spodoptera frugiperda* on abaxial and adaxial surface of corn leaves at the early whorl and silking stage

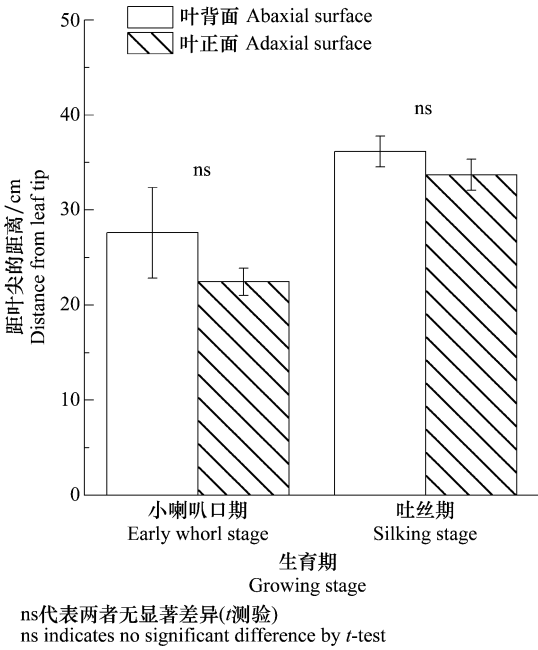


图 3 玉米叶片上草地贪夜蛾卵的位置与叶尖之间的距离
Fig. 3 Distance from oviposition point of *Spodoptera frugiperda* to the leaf tip

2.4 大田玉米草地贪夜蛾卵的空间分布

9月8日在秋播玉米(小喇叭口期)上发现草地贪夜蛾卵6块,均附着于植株中上部叶片的叶正面(图4a)。9月9日在常规夏玉米(乳熟-蜡熟期)上共发现卵4块,全部附着于植株中上部叶片的叶背面(图4b)。



图 4 田间玉米小喇叭口期(a)与乳熟期(b)叶片正反面的卵块
Fig. 4 Distribution of eggs masses of *Spodoptera frugiperda* on abaxial and adaxial surface of corn leaf at the early whorl (a) and silking stage (b) in field

3 讨论

探明害虫在田间的卵峰期才能准确掌握害虫的最佳防治时期。本研究调查了草地贪夜蛾卵在玉米植株上的空间分布,将有利于指导田间草地贪夜蛾卵的调查、种群动态的预测与防治计划的制定。

草地贪夜蛾卵粒聚集成块,表面覆有绒毛,易与同属灰翅夜蛾属的斜纹夜蛾 *S. litura* 卵混淆,但可通过绒毛多少及卵密集程度进行区分^[17],草地贪夜蛾卵块也不容易与甜菜夜蛾 *S. exigua* 卵块区分,但相对于田间夏玉米上散产的棉铃虫和桃蛀螟 *Conogethes punctiferalis* 的卵,更容易被发现。本研究发现玉米小喇叭口期草地贪夜蛾卵块主要分布于中部叶片正面,倒3和倒4叶最多,在吐丝期时卵多分布于植株中上部叶片背面,雌穗节叶及其上部2片叶卵块最多。田间调查也表明,在玉米小喇叭口期时草地贪夜蛾将卵产于植株中部叶片正面,乳熟期时产于植株中上部叶片背面。国外的研究中,Ribeiro等^[18]在巴西南部地区调查了从V1期到R1期玉米植株上草地贪夜蛾的产卵位置,发现在玉米V1~V8期着卵量最大,从玉米V1期到R1期,草地贪夜蛾在植株中部叶片上所产的卵块数均多于植株上部和下部叶片,每个时期叶正面和背面均有卵块,叶背面卵块数均多于叶正面,这与Pitre等^[19]发现70%的卵均位于叶背面结果类似。但Beserra等^[20]同样在巴西São Paulo州比较了玉米不同生育期草地贪夜蛾在植株上的产卵位置,发现在玉米V4~V6期,卵多产于植株下部区域叶片背面,但是在V8~V10和V12~V14期时,卵多产于植株中上部叶片的正面,Johnson^[21]在玉米小喇叭口期调查草地贪夜蛾卵时发现该虫卵多产于叶片正面。国内的研究报道中,室内试验表明在玉米3叶1心时,草地贪夜蛾卵块多产于玉米叶片背面^[14],但在田间喇叭口期时草地贪夜蛾卵多产于玉米上部叶片正面^[22],这与本研究的结果类似,但与国外Ribeiro和Pitre等研究的结果不同,因此推测入侵我国的草地贪夜蛾,其生物学与美洲本地草地贪夜蛾可能存在一定的差异,而这些差异的研究将为我国草地贪夜蛾监测与防治的生产实践提供更为精确的指导。本次研究未发现草地贪夜蛾在花丝上产卵,这与桃蛀螟在玉米植株中上部产卵,以雌穗节上两片叶部位产卵量最多,但不在雌穗和雄穗上产卵结果类似^[23]。

昆虫对植物的不同部位产卵趋性不同,研究认为主要与寄主植物—昆虫群落—天敌3个营养级的状况相关^[24]。昆虫往往选择环境丰富度高、寄主发育状态好和寄主上未被同类其他个体占用的部位产卵。有的昆虫雌虫还偏好利用被其他种类为害的寄主产卵^[6]。本次研究发现卵并不产于玉米基部叶片,而更多地产于植株的中上部叶片,这可能与草地

大学, 2016.

- [45] MUELLER T C, ELLIS A T, BEELER J E, et al. Shikimate accumulation in nine weedy species following glyphosate application [J]. *Weed Research*, 2008, 48(5): 455–460.
- [46] LOUX M M, STACHLER J M, MILLER B A, et al. Response of common lambsquarters to glyphosate in the greenhouse and growth chamber [C]//North Central Weed Science Society Proceedings, 2005, 60: 202.
- [47] JESCHKE M R, STOLTENBERG D E. Weed community composition after eight years of continuous glyphosate use in a corn-soybean annual rotation [C]//Milwaukee: North Central Weed Science Society Proceedings, 2006, 58: 59.
- [48] KNISS A R, MILLER S D, WESTRA P H, et al. Glyphosate susceptibility in common lambsquarters (*Chenopodium album*) is influenced by parental exposure [J]. *Weed Science*, 2007, 55(6): 572–577.
- [49] SCHUSTER C L, AL-KHATIB S K. Response of common

lambsquarters (*Chenopodium album*) to glyphosate as affected by growth stage [J]. *Weed Science*, 2007, 55(2): 147–151.

- [50] SIVESIND E C, GASKA J M, JESCHKE M R, et al. Common lambsquarters response to glyphosate across environments [J]. *Weed Technology*, 2011, 25(1): 44–50.
- [51] 刘小龙. 铁苋菜(*Acalypha australis* L.)对草甘膦的耐受性机理研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016: 29–35.
- [52] HALL G J, HART C A, JONES C A. Plants as sources of cations antagonistic to glyphosate activity [J]. *Pest Management Science*, 2000, 56(4): 351–358.
- [53] WESTHOVEN A M, STACHLER J M, LOUX M M, et al. Management of glyphosate-tolerant common lambsquarters (*Chenopodium album*) in glyphosate-resistant soybean [J]. *Weed Technology*, 2008, 22(4): 628–634.
- [54] 杜丽娟. 玉米田化学除草的药害及方法[J]. *农业科技通讯*, 2015(6): 227–230.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 221 页)

贪夜蛾初孵幼虫孵化后进入心叶为害有关, 具体原因还需要进行更长期细致的监测。

参考文献

- [1] 刘杰, 姜玉英, 刘万才, 等. 亚洲十一国草地贪夜蛾发生防控情况与对策概述[J]. *中国植保导刊*, 2020, 40(2): 86–91.
- [2] 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.
- [3] 和伟, 赵胜园, 葛世帅, 等. 草地贪夜蛾种群性诱测报方法研究[J]. *植物保护*, 2019, 45(4): 48–53.
- [4] 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.
- [5] 杨俊杰, 郭子平, 罗汉钢, 等. 2019 年湖北省草地贪夜蛾发生为害规律和监测技术探索[J]. *植物保护*, 2020, 46(3): 247–253.
- [6] 董子舒, 张玉静, 段文博, 等. 植食性昆虫产卵寄主选择影响因素及机制的研究进展[J]. *南方农业学报*, 2017, 48(5): 837–843.
- [7] 郭培宗, 苗连河, 吕国辉, 等. 豫北地区棉铃虫发生规律研究[J]. *中国棉花*, 1998, 25(5): 15–16.
- [8] 冯成玉. 玉米田玉米螟产卵部位[J]. *植物保护*, 1992, 18(1): 52.
- [9] 李桂亭, 尹楚道, 王祥胜, 等. 淮北棉区棉铃虫田间落卵规律的研究[J]. *安徽农业学报*, 1996, 23(4): 39–44.
- [10] 汪海洋. 豇豆荚螟的产卵行为及其卵期防治药剂筛选[D]. 武汉: 华中农业大学, 2015.
- [11] 王振营, 何康来, 文丽萍, 等. 第四代棉铃虫卵在华北夏玉米田的时空分布[J]. *中国农业科学*, 2001, 34(2): 153–156.
- [12] 赵龙龙, 张未仲, 胡增丽, 等. 冬型中国梨木虱在梨树不同部位的产卵特点[J]. *植物保护*, 2019, 45(4): 201–204.
- [13] 徐蓬军, 张丹丹, 王杰, 等. 草地贪夜蛾对玉米和烟草的偏好性研究[J]. *植物保护*, 2019, 45(4): 61–64.
- [14] 巴吐西, 张云慧, 张智, 等. 草地贪夜蛾对小麦和玉米的产卵选择性及其种群生命表[J]. *植物保护*, 2020, 46(1): 17–23.

- [15] 汤印, 郭井非, 太红坤, 等. 草地贪夜蛾在 3 种麦类作物上的适生性[J]. *植物保护*, 2020, 46(5): 77–83.
- [16] 李国平, 黄建荣, 钟景, 等. 草地贪夜蛾幼虫人工饲料、其制备方法及应用: 中国, 201910155450.0 [P]. 2019–03–01.
- [17] 赵胜园, 罗清明, 孙小旭, 等. 草地贪夜蛾与斜纹夜蛾的形态特征和生物学习性比较[J]. *中国植保导刊*, 2019, 39(5): 26–35.
- [18] RIBEIRO L P, DEQUECH S T, CAMERA C, et al. Vertical and temporal distribution of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses, parasitized and non-parasitized, on maize plants [J]. *Maydica*, 2014, 59(4): 315–320.
- [19] PITRE H N, MULROONEY J E, HOGG D B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preferences and egg distribution on plants [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1983, 76(3): 463–466.
- [20] BESERRA E B, DIAS C T S, ARRA J R P. Distribution and natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs at different phenological stages of maize [J]. *Florida Entomologist*, 2002, 85: 588–593.
- [21] JOHNSON S J. 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(4/5/6): 543–549.
- [22] 太红坤, 郭井非, 张峰, 等. 草地贪夜蛾在云南冬季甜玉米上的生物学习性及为害状观察[J]. *植物保护*, 2019, 49(5): 91–95.
- [23] 黄建荣, 李国平, 黄博, 等. 田间玉米植株上桃蛀螟卵的空间分布[J]. *植物保护*, 2018, 44(3): 177–181.
- [24] 刘芳, 娄永根, 程家安. 虫害诱导的植物挥发物: 植物与植食性昆虫及其天敌相互作用的进化产物[J]. *昆虫知识*, 2003, 40(6): 481–486.

(责任编辑: 杨明丽)