

草地贪夜蛾形态特征及与 3 种玉米田为害特征和形态相近鳞翅目昆虫的比较

郭井菲¹, 静大鹏¹, 太红坤², 张爱红³, 何康来¹, 王振营^{1*}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193;

2. 云南省德宏州植保植检站, 芒市 678400; 3. 北京大北农生物技术有限公司, 北京 100193)

摘要 草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 是一种重要的世界性害虫, 目前已经侵入我国云南省。田间调查发现, 草地贪夜蛾与甜菜夜蛾 *S. exigua*、斜纹夜蛾 *S. litura* 和黏虫 *Mythimna separata* 在玉米上往往混合发生, 且形态相近, 容易混淆。本文详细描述了草地贪夜蛾卵、幼虫、蛹和成虫的外部形态特征, 并比较了其甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫的幼虫和成虫的形态差异。本文为草地贪夜蛾的准确鉴别和田间调查提供依据, 并为草地贪夜蛾的精准测报奠定基础。

关键词 草地贪夜蛾; 甜菜夜蛾; 斜纹夜蛾; 黏虫; 形态特征

中图分类号: S 435.132 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019080

Morphological characteristics of *Spodoptera frugiperda* in comparison with three other lepidopteran species with similar injury characteristics and morphology in cornfields

GUO Jingfei¹, JING Dapeng¹, TAI Hongkun², ZHANG Aihong³, HE Kanglai¹, WANG Zhenying¹

(1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Yunnan Province, Mangshi 678400, China; 3. Beijing Da Bei Nong Biotechnology Co. Ltd, Beijing 100193, China)

Abstract The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), is a major crop pest worldwide, which has invaded Yunnan Province, China. It was observed that *S. frugiperda*, *S. exigua* (Hübner), *S. litura* (Fabricius) and *Mythimna separata* (Walker) with similar injury characteristics and morphology often occur together on corn plants, and are generally confused during the field survey. In this study, the morphological characteristics of eggs, larvae, pupae and adults of *S. frugiperda* were described in detail, and the morphological differences in the larvae and adults of *S. frugiperda*, *S. exigua*, *S. litura* and *M. separata* were compared. This report will provide technical instructions for *S. frugiperda* identification and field investigation, as well as a basis for the accurate forecast of *S. frugiperda*.

Key words *Spodoptera frugiperda*; *Spodoptera exigua*; *Spodoptera litura*; *Mythimna separata*; morphological characteristics

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), 又称秋黏虫, 属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 灰翅夜蛾属 *Spodoptera*, 是一种原产于美洲热带和亚热带地区的杂食性害虫^[1]。由于受到频繁的国际贸易活动和季风气候的影响, 草地贪夜蛾在 2016 年 1 月

发现入侵非洲, 到 2018 年 12 月仅仅用了两年的时间就入侵到撒哈拉以南的大部分非洲国家^[2], 以及亚洲的印度^[3]、斯里兰卡^[4]、泰国^[5]、也门^[6]和缅甸^[7]以及孟加拉等国家。我国云南省毗邻缅甸, 因此云南有可能成为草地贪夜蛾从缅甸等南亚和东南亚国家最

收稿日期: 2019-02-25

基金项目: 国家现代农业(玉米)产业技术体系(CARS-02)

* 通信作者 E-mail: zywang@ippcaas.cn

先传入我国的地区^[8]。2019年1月11日发现草地贪夜蛾侵入云南江城县,随后德宏州和保山市也相继发现了草地贪夜蛾的入侵^[9]。草地贪夜蛾的侵入为害严重威胁我国玉米的安全生产,目前调查发现,仅在云南省的保山、德宏和普洱3州(市)草地贪夜蛾为害冬玉米面积就达447.7 hm²,虫株率为5%~25%,百株虫量可达5~20头,最高达30头^[10]。

草地贪夜蛾不仅取食为害玉米,还可取食大麦、水稻、花生、甜菜、大豆、烟草、番茄、马铃薯、白菜、小麦等80余种植物^[11]。草地贪夜蛾生命周期包括卵、幼虫、蛹和成虫4个虫态,取食为害阶段为幼虫期^[11],以6龄幼虫为害最为严重^[12]。低龄幼虫(1~3龄)取食玉米叶片形成半透明薄膜“窗孔”,高龄幼虫(4~6龄)取食形成不规则的长形孔洞,高龄幼虫也会取食玉米雄穗和果穗^[13]。田间调查发现草地贪夜蛾幼虫的形态和田间为害特点与同属的甜菜夜蛾 *S. exigua* (Hübner)、斜纹夜蛾 *S. litura* (Fabricius)以及同科的黏虫 *Mythimna separata* (Walker)极为相似,而且经常混合发生。由于草地贪夜蛾刚侵入我国,农技人员在调查时很容易将这4种鳞翅目害虫混淆,不能准确地识别草地贪夜蛾,影响对草地贪夜蛾传播范围和发生程度的调查和预测预报。为此,本文详细描述了草地贪夜蛾卵、幼虫、蛹和成虫的外部形态特征,并将其幼虫和成虫的外部形态特征与甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫相应虫态特征进行了比较,便于草地贪夜蛾的田间鉴别。

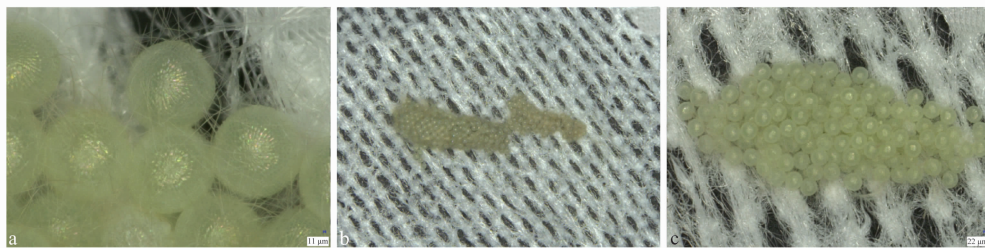


图1 草地贪夜蛾卵的形态特征

Fig. 1 Morphological characters of eggs laid by *Spodoptera frugiperda*

2.2 幼虫

草地贪夜蛾1龄幼虫体色为黄色或绿色,头部青黑色,体长1.7 mm左右。2龄幼虫头部由青黑色变为橙黄色,从2龄末期开始,体背变为褐色。低龄幼虫体表具有白色纵条纹,各腹节背面都有4个长有刚毛的黑色或黑褐色斑点,1、2龄时各腹节背面斑点大小一致(图2a、b)。从3龄开始,第8、9腹节

1 材料与方法

1.1 试虫

草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫的幼虫均采自云南德宏州芒市(24.42°N, 98.60°E)。草地贪夜蛾幼虫在中国农业科学院植物保护研究所玉米害虫组养虫室进行饲养,饲养温度(26±1)°C,相对湿度65%±5%,光周期L//D=14 h//10 h。幼虫利用黏虫的人工饲料进行饲喂,直至化蛹羽化。利用8%蜂蜜水饲养成虫,待其产卵后收集卵块。甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫的成虫由北京大北农生物技术有限公司提供。

1.2 方法

利用超景深三维显微镜(VHX-200, KEYENCE, Japan)对草地贪夜蛾卵、幼虫、蛹和成虫的外部形态特征,以及甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫幼虫和成虫的外部形态特征进行观察。

2 结果与分析

2.1 卵

草地贪夜蛾的卵粒为圆顶型,顶部中央有明显的圆形点,底部扁平,直径约为0.4 mm,高度约为0.3 mm(图1a)。卵粒呈奶油色、绿色或棕色。卵上通常覆盖浅灰色的绒毛(即雌蛾鳞片)(图1b)。卵初产时为浅绿或白色,孵化前逐渐变为棕色。通常100~200粒卵单层或多层堆积成块状(图1b、c)。

背面的斑点显著大于其他各节斑点(图2c),并表现出特有的排列特征,即第8腹节4个斑点呈正方形排列(图2f、i),第9腹节的4个斑点呈梯形排列。其他各腹节的4个斑点虽然也呈梯形排列,但方向与第9腹节相反(图2c、d、g)。同时,也可以观察到头部“V”形纹与前胸盾板中央的条纹一起形成的白色或浅黄色倒“Y”形纹(图2e、h),前胸盾板与头部

颜色一致(图 2e、h)。4~6 龄幼虫的头部为淡黄色或深棕色,倒“Y”形纹也更明显,有些个体左右侧区具有不规则形状的淡黄色斑点(图 2e)。高龄幼

虫的体色和体长多变,体色有淡黄色、橄榄绿、棕色、暗灰色或黑色,体长通常为 30~36 mm。幼虫的表皮粗糙,有皱纹和颗粒状的结构。



a、b、c: 低龄幼虫的整体形态特征; d、g: 高龄幼虫的整体形态特征; e、h: 头部“Y”形纹; f、i: 第8腹节背面呈正方形排列的4个大黑斑
a, b, c: The overall morphological characters of earlier instar larvae; d, g: The overall morphological characters of later instar larvae; e, h: Y-shaped form in the head region; f, i: Four larger spots on abdominal segment 8, which are arranged in a square

图 2 草地贪夜蛾幼虫的形态特征

Fig. 2 Morphological characters of *Spodoptera frugiperda* larvae

2.3 蛹

蛹的形态特征如图 3 所示,蛹为长椭圆形,蛹长 14~18 mm,胸径 4.5 mm 宽,初化蛹时为白色,逐渐变为棕色,红棕色。蛹腹部末端有一对短而粗壮

的臀棘,两根棘的基部分开;棘基部稍粗,向端部逐渐变细。气门黑褐色,椭圆形并显著外凸。蛹腹部背面第 5~7 节各节上端有一圈圆形刻点,刻点中央凹陷。



图 3 草地贪夜蛾蛹的背面(a)、腹面(b)和侧面(c)的形态特征

Fig. 3 Morphological characters of *Spodoptera frugiperda* pupa in dorsal view (a), ventral view (b) and lateral view (c)

2.4 成虫

草地贪夜蛾的成虫体色多变,从暗灰色、深灰色到淡黄褐色均有。雄蛾体长 16~18 mm,前翅长 10.5~15 mm,雌蛾个体稍大,体长 18~20 mm,前

翅长 11~18 mm。雄蛾前翅灰棕色,翅面上有呈淡黄色、椭圆形的环形斑,环形斑下角有一个白色楔形纹,翅外缘有一明显的近三角形白斑(图 4a)。雌虫前翅多为灰褐色或灰色和棕色的杂色,无明显斑纹

(图 4b)。雌蛾和雄蛾的后翅都为银白色,有闪光,边缘有窄褐色带。



图 4 草地贪夜蛾成虫的形态特征

Fig. 4 Morphological characters of *Spodoptera frugiperda* adults

表 1 草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫幼虫形态特征比较

Table 1 Comparison of morphological characters among *Spodoptera frugiperda*, *S. exigua*, *S. litura* and *Mythimna separata* larvae

特征 Characteristics	龄期 Instar	头部 Head	体色 Color	虫体特征 Body characteristics	老熟幼虫体长/mm Body length of mature larvae	参考文献 References
草地贪夜蛾 <i>S. frugiperda</i>	6	青黑色、橙黄色或红棕色,高龄幼虫头部有白色或浅黄色倒“Y”形纹	黄色、绿色、褐色、深棕色、黑色	腹节每节背面有 4 个长有刚毛的黑色或黑褐色斑点。第 8、9 腹节背面的斑点显著大于其他各节斑点,第 8 腹节 4 个斑点呈正方形排列	30~36	[14 - 17]
甜菜夜蛾 <i>S. exigua</i>	5	黑色、淡粉色	体色多变,绿色、暗绿色、黄褐色、褐色至黑褐色	背线有或无,颜色多变,各节气门后上方有 1 个明显白点,体色越深,白点越明显。气门下线为明显的黄白色或绿色纵带,有时带粉红色,纵带直达腹末	22~30	[18 - 19]
斜纹夜蛾 <i>S. litura</i>	6	黑褐色,高龄幼虫头部有白色或浅黄色倒“Y”形纹	体色多变,淡灰绿色、黑褐色、暗绿色、黄绿色等	背线、亚背线和气门下线均为灰黄色或橙黄色纵线。从中胸至第 9 腹节,每节体节的两侧各有 1 个近三角形黑斑,其中以第 1 和 8 腹节的最大、最明显	35~47	[17, 20 - 21]
黏虫 <i>M. separata</i>	6	棕褐色,高龄幼虫有明显的棕黑色“八”字纹	体色鲜艳,由青绿色至深黑色	背中线白色,边缘有细黑线,背中线下侧有 2 条红褐色纵条纹,上下镶有灰白色细条,气门线黄色,上下有白色带纹,腹足外侧具有黑褐色斑	24~40	[22]



a、e、i: 草地贪夜蛾头部、腹部和整体形态特征; b、f、j: 甜菜夜蛾头部、腹部和整体形态特征; c、g、k: 斜纹夜蛾头部、腹部和整体形态特征; d、h、l: 黏虫头部、腹部和整体形态特征
a, e, i: The head, abdominal and overall morphological characters of *S. frugiperda* larvae; b, f, j: The head, abdominal and overall morphological characters of *S. exigua* larvae; c, g, k: The head, abdominal and overall morphological characters of *S. litura* larvae; d, h, l: The head, abdominal and overall morphological characters of *M. separata* larvae

图 5 草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫幼虫形态特征

Fig. 5 Morphological characters of *Spodoptera frugiperda*, *S. exigua*, *S. litura* and *Mythimna separata* larvae

2.5 草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫幼虫和成虫的形态特征比较

草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫幼虫的头部、体色、体表以及高龄幼虫体长等特征如表 1、图 5 所示。草地贪夜蛾和斜纹夜蛾高龄幼虫的头部特征类似,都具有白色或浅黄色倒“Y”形纹(图 5a、c),不同于黏虫头部的“八”字纹(图 5d),甜菜夜蛾头部没有典型特征(图 5b)。有些高龄草地贪夜蛾头部左右颅侧区与黏虫一样具有不规则形状的黄褐色的稳定网纹(图 5a、d)。这 4 种幼虫的体色多变,但体表均有各自典型特征,其中以草地贪夜蛾腹部末节呈正方形排列的 4 个大黑斑(图 5e)和斜纹夜蛾第 1、8 腹节的两个近三角形黑斑(图 5g)最为明显。

草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫成虫的体长、体色和翅展长度相似,但在前翅斑纹上具有明显差异(图 6),具体差异总结如表 2 所示。草地贪

夜蛾的雄蛾和雌蛾前翅斑纹显著不同(图 6a、e),其他三种鳞翅目成虫雌雄蛾的前翅斑纹相似。4 种鳞翅目害虫的后翅均无显著特征。

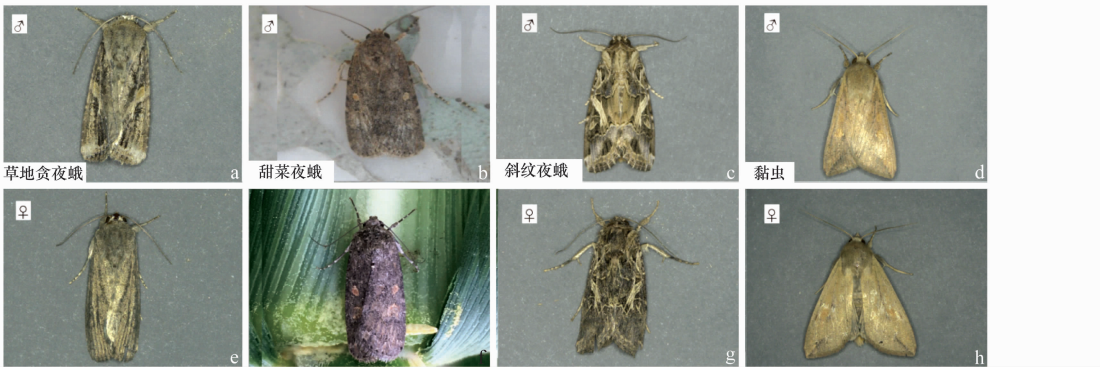


图 6 草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫成虫形态特征

Fig. 6 Morphological characters of *Spodoptera frugiperda*, *S. exigua*, *S. litura* and *Mythimna separata* adults

表 2 草地贪夜蛾、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾和黏虫成虫形态特征比较

Table 2 Comparison of morphological characters among *Spodoptera frugiperda*, *S. exigua*, *S. litura* and *Mythimna separata* adults

特征 Characteristics	体长/mm Body length	体色 Color	翅展/mm Wing span	雄蛾前翅 Male forewing	雌蛾前翅 Female forewing	后翅 Hindwing	参考文献 References
草地贪夜蛾 <i>S. frugiperda</i>	15~20	灰褐色、 淡黄褐色	32~40	灰棕色,有淡黄色,椭圆形的环形斑,肾形斑不明显。环形斑下角有一白色楔形纹,翅外缘有一明显的近三角形白斑	灰褐色或灰色和棕色的杂色,无明显斑纹	银白色,有闪光,边缘有窄褐色带	[14-17,23]
甜菜夜蛾 <i>S. exigua</i>	8~14	深褐色	19~30	灰棕色,有明显粉黄色的环形斑和肾形斑,翅面上有几条黑色的波浪线,翅外缘有 1 列黑色的三角形斑	同雄蛾	银白色,略带粉红色,翅缘灰褐色	[18-19,23]
斜纹夜蛾 <i>S. litura</i>	16~21	深褐色	37~42	灰褐色,斑纹复杂,翅基部前半部有数条白线,在环形斑与肾形斑中间有 3 条明显的白色斜线	同雄蛾	白色,没有斑纹,有水红色至紫红色的闪光	[17,20-21,23]
黏虫 <i>M. separata</i>	17~20	灰褐或 淡黄褐色	35~45	黄褐至灰褐色,有淡黄色的环形斑和肾形斑,斑下方有 1 明显小白点,小白点两侧各有 1 小黑点。翅尖有一黑纹	同雄蛾	银灰色,基部淡灰色,外缘部分黑灰色	[22]

3 讨论

草地贪夜蛾具有强大的繁殖、迁飞和为害能力,是威胁世界粮食作物生产的重要害虫之一^[24]。建立草地贪夜蛾识别、监测、预警和防治为一体的技术体系是遏制其进一步扩散的重要措施,而快速、准确识别草地贪夜蛾是进一步开展研究的前提^[25]。尽管国外学者对草地贪夜蛾的形态特征进行过报道^[14-17],但由于其刚侵入中国,基层农技人员缺乏对草地贪夜蛾形态特征的认识,难以对其进行准确鉴别,容易将其与其他类似的夜蛾科害虫混淆,影响对其发生扩散为害的调查监测和后续防治工作的开展。

草地贪夜蛾的低龄幼虫呈绿色或棕色,与其他夜蛾科的幼虫非常相似,很难从形态上进行鉴别^[17]。高龄幼虫特征明显,Visser 等将其头部区域

明显的白色或浅黄色倒“Y”形纹和第 8 腹节呈正方形排列的 4 个大黑斑作为其鉴定的典型特征^[14]。通过比较这几种夜蛾科的昆虫发现,斜纹夜蛾的高龄幼虫头部也具白色或浅黄色倒“Y”形纹。除草地贪夜蛾和斜纹夜蛾外,其他一些夜蛾科昆虫,特别是灰翅夜蛾属的幼虫也可能具有“Y”形纹^[17]。因此,在田间鉴别草地贪夜蛾时要同时应用这两点特征。虽然鳞翅目幼虫体色可作为一种重要的鉴别特征,但这 4 种鳞翅目害虫体色均多变,因此不能将幼虫体色作为稳定鉴别这 4 种害虫的依据。Passoa 在对洪都拉斯的几种重要的灰翅夜蛾属害虫进行鉴定时,发现体色为绿色且斑点不明显的草地贪夜蛾很容易与甜菜夜蛾相混淆^[26]。

鳞翅目害虫成虫前翅的斑纹和色泽是其最重要的鉴别特征^[17]。在色泽上,草地贪夜蛾与其他 3 种鳞翅目害虫较为接近,但在斑纹上显著不同。草地

贪夜蛾雄蛾的典型特征是其前翅具有淡黄色、椭圆形的环形斑,环形斑下角有一白色楔形纹,翅外缘有一明显的近三角形白斑^[14],在田间可利用这几点标志性特征对其进行准确判定。草地贪夜蛾雌蛾翅面无典型特征,田间鉴定时容易发生误判。虽然成虫雄性生殖器的特征也可以作为种类区分的依据^[17],但这需要借助解剖镜在室内完成,并不适用于田间识别。

虽然在田间也会观察到这4种鳞翅目害虫的卵和蛹,但由于草地贪夜蛾、甜菜夜蛾和斜纹夜蛾的卵都堆积成块状,且上面覆盖鳞毛,仅靠肉眼观察无法进行准确鉴定。蛹多埋藏在土里,不是田间调查的主要虫态。因此,本文仅将草地贪夜蛾的幼虫和成虫与其他3种鳞翅目害虫的差异进行描述,以便农技人员快速掌握,为草地贪夜蛾的快速识别和精准测报提供依据。

参考文献:

- [1] TODD E L, POOLE R W. Keys and illustrations for the armyworm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guenée from the Western Hemisphere [J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1980, 73(6): 722–738.
- [2] NAKWEYA G. Global actions needed to combat fall armyworm [EB/OL]. (2018–09–28)[2019–02–16]. <https://www.scidev.net/sub-saharan-africa/farming/news/global-actions-combat-fall-armyworm.html>.
- [3] SHARANABASAPPA D, KALLESHWARASWAMY C M, ASOKAN R, et al. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), an alien invasive pest on maize in India [J]. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 2018, 24(1): 23–29.
- [4] FAO. FAO statement on fall armyworm in Sri Lanka [R]. Rome: FAO, 2019.
- [5] IPPC. First detection of fall armyworm on the border of Thailand [R]. Rome: FAO, 2018.
- [6] FAO. FAW monitoring & early warning system (FAMEWS) [R]. Rome: FAO, 2018.
- [7] IPPC. First detection report of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in Myanmar [R]. Rome: FAO, 2019.
- [8] 郭井非, 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.
- [9] 全国农业技术推广服务中心. 植物病虫害情报: 重大害虫草地贪夜蛾已侵入云南, 各地要立即开展调查监测 [R]. 北京: 全国农业技术推广服务中心, 2019.
- [10] 全国农业技术推广服务中心. 植物病虫害情报: 草地贪夜蛾在云
- 南西南部3市州为害冬玉米 [R]. 北京: 全国农业技术推广服务中心, 2019.
- [11] CAB. *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm) [R]. Wallingford, UK: CAB International, 2016.
- [12] ABRAHAMS P, BATEMAN M, BEALE T, et al. Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. Evidence note (2), September 2017. Report to DFID [R]. Aikeseite: CAB, 2017.
- [13] FAO. Integrated management of the fall armyworm on maize [R]. Rome: FAO, 2017.
- [14] VISSER D. Fall armyworm: an identification guide in relation to other common caterpillars, a South African perspective [R]. Pretoria: Agricultural Research Council-Vegetable and Ornamental Plants, 2017.
- [15] KONIDIE D B. Genetic variability and gene flow of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in the western hemisphere and susceptibility to insecticides [D]. Nebraska: University of Nebraska-Lincoln, 2011.
- [16] FAO. Fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): Identification, biology and ecology [R]. Rome: FAO, 2018.
- [17] OEPP/EPPO. PM 7/124 (1) *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania* [J]. OEPP/EPPO Bulletin, 2015, 45(3): 410–444.
- [18] 司升云, 朱国仁, 周利琳. 甜菜夜蛾的识别、习性和防控技术 [J]. *中国蔬菜*, 2009(19): 19–20.
- [19] 石洁, 王振营. 玉米病虫害防治彩色图谱 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 48–49.
- [20] GILLIGAN T M, PASSOA S C. LepIntercept, an identification resource for intercepted Lepidoptera larvae [EB/OL]. Identification Technology Program (ITP), USDA-APHIS-PPQ-S&T, Fort Collins(US), 2014. www.lepintercept.org.
- [21] 司升云, 熊艺. 斜纹夜蛾的识别与防控技术口诀 [J]. *长江蔬菜*, 2010(5): 38–39.
- [22] 马丽, 高丽娜, 黄建荣, 等. 黏虫和劳氏黏虫形态特征比较 [J]. *植物保护*, 2016, 42(4): 142–146.
- [23] HEPPNER J B. *Spodoptera* armyworms of Florida (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Entomological Circular No. 390, 1998.
- [24] MARTINELLI S, DE CARVALHO R A, DOURADO P M, et al. Resistance of *Spodoptera frugiperda* to *Bacillus thuringiensis* proteins in the Western Hemisphere [M]//FIUZA L M, POLANCZYK R A, CRICKMORE N. *Bacillus thuringiensis* and *Lysinibacillus sphaericus*: Characterization and use in the field of biocontrol. Gewerbestrasse: Springer International Publishing, 2017: 273–288.
- [25] POISOT A S, HRUSKA A, FREDRIX M, et al. Integrated management of the fall armyworm on maize: A guide for farmer field schools in Africa [R]. Rome: FAO, 2018.
- [26] PASSOA S. Color identification of economically important *Spodoptera* larvae in Honduras (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. *Insecta Mundi*, 1991, 5(3/4): 185–195.

(责任编辑: 杨明丽)