



何沐阳, 李建芳, 任璐, 张富春, 宁冬冬, 王磊, 陆永跃. 基于有虫株率与幼虫密度关系的玉米苗期草地贪夜蛾发生程度分级研究 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (4): 748-753.

基于有虫株率与幼虫密度关系的玉米苗期 草地贪夜蛾发生程度分级研究

何沐阳, 李建芳, 任璐, 张富春, 宁冬冬, 王磊, 陆永跃*

(1. 华南农业大学农学院, 广州 510642)

摘要: 调查获得了玉米苗期草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (Smith) 有虫株率和幼虫密度数据, 建立了两者指数函数模型: $Y = 1.1518X^{1.1694}$, 提出了玉米苗期以有虫株率和幼虫密度为指标的草地贪夜蛾发生程度分级标准。研究结果可为进行草地贪夜蛾田间虫情调查、分级提供参考。

关键词: 草地贪夜蛾; 玉米苗期; 有虫株率; 幼虫密度

中图分类号: Q968.1; S433.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2019) 04-0748-06

Grading for *Spodoptera frugiperda* (Smith) occurrence degree with the indices of ratio of plants with larva and larval density at corn seedling stage

HE Mu-Yang, LI Jian-Fang, REN Lu, ZHANG Fu-Chun, NING Dong-Dong, WANG Lei, LU Yong-Yue* (College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The data of rate of plant with larva and larva density of *Spodoptera frugiperda* (Smith) at corn seedling stage were investigated and obtained. The exponential function model of those two parameters was established as $Y = 1.1518 X^{1.1694}$. The standard for occurrence degree of *S. frugiperda* at corn seedling stage was put forward, which was based on the rate of plant with larva and larva density. The results can provide a reference for field investigation and classification of *S. frugiperda*.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; corn seedling stage; ratio of plants with larva; larva density

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (Smith) 是一种严重危害玉米、水稻等多种作物的害虫 (Harrison *et al.*, 2019; 王磊等, 2019a; 郭井菲等, 2019)。该虫原产于美洲的热带和亚热带地区, 现正在迅速扩散传播, 给美洲、非洲、亚洲近百个国家和地区造成严重危害和潜在威胁 (Early *et al.*, 2018; 郭井菲等, 2018; 齐国君等, 2019)。2019年1月11日, 我国云南普洱市江城

县首次发现草地贪夜蛾发生危害 (姜玉英等, 2019), 截止7月中旬已在全国20多个省区发现该虫传入为害 (王磊等, 2019a; 王磊等, 2019b)。未来该虫将继续保持迅速扩散蔓延态势, 直至侵入到我国几乎所有适生区域 (王磊等, 2019a; 林伟等, 2019)。开展科学调查监测, 获得可靠虫情发生和危害信息是准确预测和有效防控草地贪夜蛾的必要前提和依据 (Prasanna *et al.*, 2018;

基金项目: 广东省外来入侵物种风险评估和监测预警共性关键技术研发创新团队建设项目 (2019KJ134); 广东省农业科技创新及推广项目 (2018LM2161)

作者简介: 何沐阳, 男, 1990年生, 博士研究生, 主要从事农业害虫与防治工作, E-mail: hemuyang333@stu.scau.edu.cn

* 通讯作者 Author for correspondence: 陆永跃, 博士, 教授, 主要研究方向为昆虫生态学, E-mail: luyongyue@scau.edu.cn

收稿日期 Received: 2019-07-15; 接受日期 Accepted: 2019-07-20

FAO and CABI, 2019)。国外已经对该虫调查监测方法、抽样程序、虫口发生与危害程度关系、经济阈值等开展了系列研究 (Harrison, 1984; Mitchell and Fuxa, 1987; Evansi and Stansly, 1990; Fernández, 2002; Serra and Trumper, 2006; Ayala *et al.*, 2013; FAO and CABI, 2019)。发现该虫在我国发生危害后, 孙小旭等 (2019) 调查了鲜食玉米田草地贪夜蛾幼虫密度和为害情况及其空间分布格局, 提出了幼虫密度理论抽样模型和序贯抽样技术。刘杰等 (2019)、洗继东等 (2019) 基于国外已有的研究, 总结和探讨提出了草地贪夜蛾调查监测方法体系。本文调查了广州市花都区花城村玉米苗期田草地贪夜蛾发生危害程度, 分析、建立了有虫株率与幼虫密度之间关系模型, 提出了玉米苗期以有虫株率和幼虫密度为指标的草地贪夜蛾发生程度分级指标, 以期为该虫虫情调查监测等提供参考。

1 材料与方法

1.1 调查方法

调查时间为 2019 年 5 月 30 日, 地点为广州市花都区花山镇花城村。选取 5 块苗期玉米田为调查点。该玉米地分布在村道两侧, 其中 1、2、3、5 号田块玉米生育期为 8~10 叶期 (大喇叭口期), 4 号田块为 3~4 叶期 (喇叭口初期)。采用平行线方式开展调查。每块玉米田以靠近道路一侧 5 行

以外的玉米行为起点, 按照顺序连续调查 30 行, 每行调查 100 株。首先调查玉米植株是否有被害状, 例如花叶、窗孔、缺刻、成叶和心叶破坏等; 如有, 再调查成叶正反面、心叶等处, 记录植株上幼虫龄期、数量, 统计获得有虫株率 (%) 和幼虫密度 (头/100 株)。

1.2 数据统计与回归分析

应用 EXCEL 对有虫株率 (X) 和幼虫密度 (Y) 数据进行作图, 并分析两者之间的相关性; 以幂指数函数 $Y = aX^b$ 对有虫株率和幼虫密度之间关系进行拟合, 建立相关模型。

2 结果与分析

2.1 玉米苗期草地贪夜蛾有虫株率与幼虫密度之间关系

对调查获得的玉米田草地贪夜蛾有虫株率与幼虫密度数据进行统计, 其结果见表 1。比较而言, 3 号玉米田草地贪夜蛾发生最重, 有虫株率达 76.2%, 幼虫密度百株 179.6 头; 其次是 5 号田, 有虫株率、幼虫密度分别为 39.8%、86.9 头/100 株。1 号和 2 号田发生程度相近; 4 号田发生最轻, 有虫株率、幼虫密度分别为 10.1%、13.9 头/100 株。从以上调查结果可以看出, 同一区域内相近生育期条件下草地贪夜蛾更趋向于选择植株高大、生长旺盛的植株产卵、危害。

表 1 玉米田草地贪夜蛾有虫株率与幼虫密度统计

Table 1 Statistics on the rate of plant with *Spodoptera frugiperda* (Smith) larva and larva density in corn fields

样本号 Sample number	田块号 Field No.									
	1		2		3		4		5	
	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density
1	55	171	25	39	61	164	18	24	52	86
2	60	226	30	88	52	137	14	18	49	79
3	37	67	20	27	48	131	6	6	27	46
4	30	72	19	40	33	99	12	19	27	40
5	49	109	21	43	70	259	11	19	25	51
6	55	189	20	23	66	173	9	14	29	45
7	43	97	33	69	35	77	5	10	40	113

续表 1 Continued table 1

样本号 Sample number	田块号 Field No.									
	1		2		3		4		5	
	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density	有虫株 率 (%) Rate of plant with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density
8	40	119	19	51	56	148	6	8	38	70
9	47	136	13	20	49	129	4	4	10	36
10	36	142	14	22	76	156	7	11	16	30
11	39	141	31	69	100	243	7	10	56	107
12	18	65	33	62	95	181	2	2	39	59
13	18	51	23	39	85	139	7	9	37	54
14	8	34	33	59	69	121	5	6	28	37
15	4	11	24	39	73	134	16	18	20	26
16	3	6	22	42	46	102	14	15	25	37
17	19	70	32	93	66	134	14	15	11	17
18	14	60	19	52	77	143	10	11	11	13
19	30	138	19	54	79	149	2	4	29	57
20	23	54	3	3	86	202	9	14	10	15
21	54	145	22	36	97	343	13	15	17	45
22	13	32	30	41	97	318	6	7	61	209
23	25	50	43	91	98	318	16	23	40	111
24	15	23	51	75	95	222	23	39	39	78
25	12	23	52	104	100	191	13	16	45	118
26	2	4	52	123	97	194	10	13	41	93
27	1	1	56	167	87	180	13	24	56	148
28	0	0	52	170	97	204	17	25	21	62
29	31	69	33	65	95	175	10	11	23	61
30	15	36	46	70	100	223	5	8	42	96
31									77	209
32									64	144
33									68	120
34									85	200
35									93	239
36									83	178
平均	26.5	78.0	29.7	62.5	76.2	179.6	10.1	13.9	39.8	86.9

将 5 块玉米田中玉米的有虫株率与草地贪夜蛾的幼虫密度分别作图 (图 1 A、B、C、D、E、F)，并进行回归分析，获得了 6 个幂函数模型。其中，1-5 号玉米田草地贪夜蛾有虫株率与幼虫密度关系模型分别为 $Y = 1.6816 X^{1.533}$ ($R^2 = 0.9399$, $P = 0.01$)、 $Y = 0.8691 X^{1.2440}$ ($R^2 = 0.8809$, $P = 0.01$)、 $Y = 3.9713 X^{0.8740}$ ($R^2 =$

0.6328 , $P = 0.01$)、 $Y = 1.3401 X^{1.0021}$ ($R^2 = 0.8958$, $P = 0.01$)、 $Y = 1.2629 X^{1.1324}$ ($R^2 = 0.8644$, $P = 0.01$)。综合 5 块玉米田的调查数据，建立了代表该地玉米苗期草地贪夜蛾有虫株率与幼虫密度关系模型为 $Y = 1.1518 X^{1.694}$ ($R^2 = 0.9267$, $P = 0.01$)。

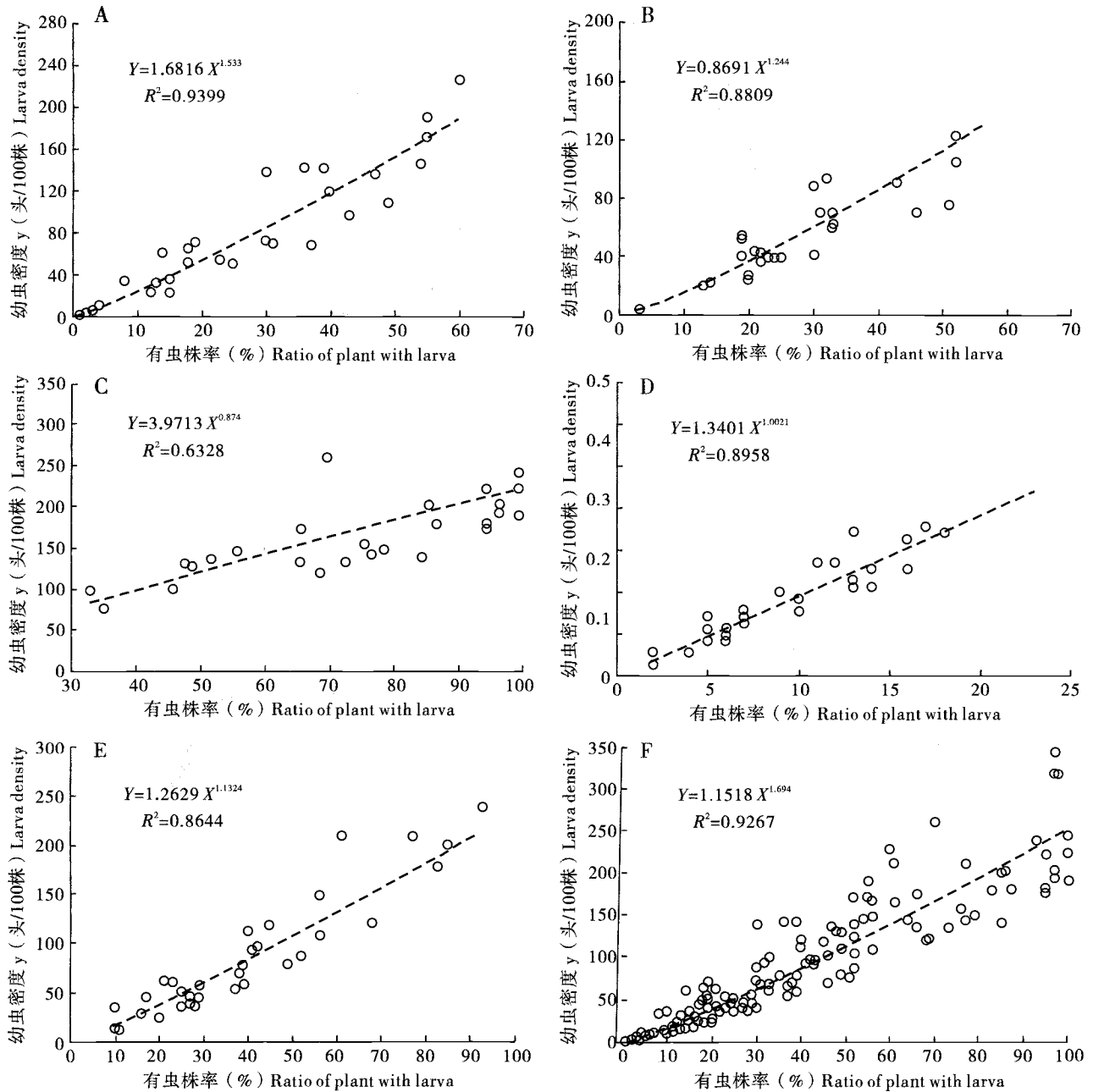


图 1 苗期玉米有虫株率与草地贪夜蛾幼虫密度间关系

Fig. 1 Relationship between the ratio of plants with *Spodoptera frugiperda* (Smith) larva and larva density at corn seedling stage
注：图中 A、B、C、D、E、F 各图分别表示 1 号、2 号、3 号、4 号、5 号玉米田和 5 块田合计数据的分析结果。Note:
Figures A, B, C, D, E and F mean the results of the data from No. 1, 2, 3, 4, 5 corn fields and total 5 fields, respectively.

2.2 玉米苗期草地贪夜蛾发生程度分级指标

依据被害株率与幼虫密度的指数关系, 制定玉米苗期草地贪夜蛾发生程度分级指标 (表 2)。将发生程度划分为 5 个等级, 其定性等级轻度、中度偏轻、中度、中度偏重、重度对应的有虫株率分别为 =6%、7%~16%、17%~30%、31%~45%、>45%, 幼虫密度 (头/100 株) 分别为 =10、11~30、31~60、61~100、>100。按照这个 2 个指标调查确定玉米苗期草地贪夜蛾发生程度时可以获得实际获得的较重等级的为准。

表 2 玉米苗期以有虫株率和幼虫密度为指标的草地贪夜蛾发生程度分级

Table 2 Grading for *Spodoptera frugiperda* (Smith) occurrence degree with the indices of ratio of plants with larva and larval density at corn seedling stage

分级 Level	发生程度 定性等级 Occurrence degree	有虫株率 (%) Ratio of plants with larva	幼虫密度 (头/100 株) Larva density
1	轻度	=6	=10
2	中度偏轻	7~16	11~30
3	中度	17~30	31~60
4	中度偏重	31~45	61~100
5	重度	>45	>100

3 结论与讨论

草地贪夜蛾是我国今年发现的新入侵重大害虫, 预计 2019 年 7 月底将入侵到几乎所有适生的县级区域 (王磊等, 2019a), 目前发现的该虫玉米型将对我国玉米、甘蔗、高粱等作物造成严重危害和威胁 (王磊等, 2019b; 郭井菲等, 2019)。科学监测调查、获得准确虫情是防控该虫的前提和基础 (洗继东, 2019; 刘杰等, 2019)。因此, 关于该虫监测调查方法的研究及其技术体系的建立显得尤为迫切且很有必要。根据环境气候因素, 结合生物学分析, 我国南方将成为草地贪夜蛾常年发生危害区, 也将成为长江流域及其以北地区春末-夏季草地贪夜蛾的主要迁入来源 (王磊等, 2019b), 因此对这个区域该虫的入侵、迁飞规律、发生成灾规律及其预警防控等方面开展深入系统研究对我国防控该虫具有重要战略意义 (齐国君

等, 2019; 王磊等, 2019b)。

本文通过大样本数据采集 (田间调查玉米超过 15 000 株), 建立了玉米苗期草地贪夜蛾有虫株率与幼虫密度的关系模型, 应具有较好的代表性; 同时, 从生产实际出发, 提出了以有虫株率和幼虫密度为指标的草地贪夜蛾发生程度分级指标, 供开展田间虫情调查、分级时参考。本研究还存在一些问题, 主要是虫情数据来源区域范围有限, 涵盖的时间段较窄, 所包括的玉米生育期单一等, 因此, 需要进一步深入研究不同地理区域、不同季节时间、不同玉米生育期或者多种作物等情况下草地贪夜蛾有虫株率与幼虫密度的关系, 全面建立相关模型, 提出相应的分级指标体系。

参考文献 (References)

- Ayala OR, Navarro F, Virla EG. Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina [J]. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 2013, 45 (2): 1-12.
- Early R, González-Moreno P, Murphy ST, et al. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm [J]. *NeoBiota*, 2018, 40: 25-50.
- Evansi DC, Stansly PA. Weekly economic injury levels for fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestation of corn in lowland Ecuador [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1990, 83 (6): 2452-2454.
- 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.
- Fernández JL. Estimación de umbrales económicos para *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo del maíz [J]. *Investigacion Agraria*, 2002, 17 (3): 467-474.
- Guo JF, He KL, Wang ZY, et al. Biological characteristics, trend of fall armyworm *Spodoptera frugiperda*, and the strategy for management of the pest [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2019, 56 (3): 361-369. [郭井菲, 何康来, 王振营. 草地贪夜蛾的生物学特性、发展趋势及防控对策 [J]. 应用昆虫学报, 2019, 56 (3): 361-369]
- 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]
- Harrison FP. The development of an economic injury level for low populations of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in grain corn [J]. *Florida Entomologist*, 1984, 67 (3): 335-339.

- 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]
- Lin W, Xu MF, Quan YB, et al. Potential geographic distribution of *Spodoptera frugiperda* in China based on MaxEnt model [J/OL]. *Plant Quarantine*, 2019, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1990.s.20190422.1026.002.html>. [林伟, 徐森锋, 权永兵, 等. 基于 MaxEnt 模型的草地贪夜蛾适生性分析 [J/OL]. 植物检疫, 2019, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1990.s.20190422.1026.002.html>]
- 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]
- 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.
- Prasanna BM, Huesing JE, Eddy R, et al. Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management, First Edition [M]. México: International Maize and Wheat Improvement Center, 2018.
- Qi GJ, Ma J, Hu G, et al. Analysis of migratory routes and atmospheric features of the newly invaded fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith) in Guangdong Province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (3): 488 - 496. [齐国君, 马健, 胡高, 等. 首次入侵广东的草地贪夜蛾迁入路径及天气背景分析 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (3): 488 - 496]
- 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 fields [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]
- Wang L, Chen KW, Lu YY, et al. Long - distance spreading speed and trend predication of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in China [J/OL]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019a, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1640.q.20190715.1622.008.html>. [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/OL]. 环境昆虫学报, 2019a, <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1640.q.20190715.1622.008.html>]
- 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*, 2019b, 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, 2019b, 41 (3): 479 - 487]
- 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]