



尹艳琼, 李向永, 赵雪晴, 王敏, 刘莹, 张红梅, 刘洪安, 邱钰, 谌爱东. 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.

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

尹艳琼¹, 李向永¹, 赵雪晴¹, 王敏^{1,3}, 刘莹¹,
张红梅¹, 刘洪安², 邱钰², 谌爱东^{1*}

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205; 2. 北京依科曼生物技术有限公司, 北京 100085;

3. 丘北县平寨乡农业综合服务中心, 丘北 663211)

摘要: 基于闪讯 TELEMO[®]害虫远程实时监测系统的监测数据, 分析了云南省草地贪夜蛾成虫秋冬季活动特征(种群动态、活动日节律)及与田间温湿度相关性。结果表明: 4个监测点都属于草地贪夜蛾的常年发生危害区, 2019年8月1日–12月31日在各监测点均诱集到草地贪夜蛾, 诱蛾量差异较大, 总诱蛾量为滇南>滇中>滇东北>滇西南。在滇南、滇中冬玉米种植区诱蛾量高, 日均诱蛾量分别为9.42头、8.54头, 高峰期出现在8月17日和9月19日, 诱蛾量85头、146头; 在滇西南冬玉米零星种植区, 田间湿度大, 诱蛾量低, 日均诱蛾量为1.21头, 高峰期出现在12月23日, 诱蛾量26头; 在滇东北非冬玉米种植区, 诱蛾量不高, 日均诱蛾量4.47头/d, 高峰期出现在9月28日, 诱蛾量142头; 雄蛾日活动节律表现为“早晚双峰型”, 18:00–03:00和07:00–11:00, 高峰期分别占总诱蛾量的60.79%和24.97%, 成虫活动高峰期诱蛾量与空气的温湿度有微弱的相关性, 与温度的相关系数 $|r|=0.14<0.3$, $P=0.00<0.01$, 与湿度的相关系数 $|r|=0.07<0.3$, $P=0.04<0.05$ 。研究结果为改进草地贪夜蛾的性诱剂监测方法和完善成虫诱杀方法提供了参考依据。

关键词: 草地贪夜蛾; 性诱剂; 种群动态; 活动日节律; 云南

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 06-1338-06

Activities characteristics of adult of *Spodoptera frugiperda* in autumn and winter season using sexual trapping in Yunnan

YIN Yan-Qiong¹, LI Xiang-Yong¹, ZHAO Xue-Qing¹, WANG Min^{1,3}, LIU Ying¹, ZHANG Hong-Mei¹, LIU Hong-An², QIU Yu², CHEN Ai-Dong^{1*} (1. Institute of Agricultural Resources and Environment, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China; 2. Beijing Ekman Biotechnology Co., Ltd., Beijing 100085, China; 3. Agricultural comprehensive service center of Pingzhai Township Qiubei County, Qiubei 663211, Yunnan Province, China)

Abstract: Based on the monitoring data of Shanxun TELEMO[®] remote real-time pest monitoring system in autumn and winter in Yunnan, we analyzed the *Spodoptera frugiperda* population dynamics, adult moth activities and the correlation relationship with the temperature and humidity. The results showed that *S. frugiperda* occurred all year-round in four monitoring sites, from August 1st to December 31st, 2019, the amount of moths captured in the field was varied greatly, the total amount of moths sequence was South

基金项目: 云南省财政专项 (YAAS201902); 云南省重点研发计划 (2019IB007); 云南省农业跨境有害生物协同绿色防控创新团队

作者简介: 尹艳琼, 女, 硕士, 研究员, 主要研究方向农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: yinyq1977@sina.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 谌爱东, 男, 博士, 研究员, 主要研究方向农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: chenad68@163.com

收稿日期 Received: 2020-03-30; 接受日期 Accepted: 2020-06-01

Yunnan > Central Yunnan > Northeast Yunnan > Southwest Yunnan. In the South and middle of Yunnan, where the winter corn planting area, the number of moths captured was highest, during the monitoring period, the average number was 9.42 moth/d and 8.54 moth/d. The peak time was on August 17 and September 19, and 85 and 146 moth were captured, respectively; in the South of Yunnan, winter corn scattered planting area, the relative humidity was high in the field, the number of moths captured was low, during the monitoring period, the average number was 1.21 moth/d, the peak time was on December 23, and 26 moth were captured; In the Northeast Yunnan, the adult amount attracted was higher. During the monitoring period, the average number of moths lured per day was 4.47 moth/d, the peak time was September 28, and 142 moth were captured. The daily activity rhythm of male moths was “morning and evening double peak type”, the peak period of 18:00 – 03:00 and 07:00 – 11:00 accounted for 60.79% and 24.97% of the total captured number, respectively. There was a weak correlation relationship between the amount of moths and the air temperature and humidity during the peak period of adult activity. The correlation coefficient between the amount of moths and the temperature was $|r| = 0.14 < 0.3$, $P = 0.00 < 0.01$, and the correlation coefficient between the amount of moths and the relative humidity was $|r| = 0.07 < 0.3$, $P = 0.04 < 0.05$. The present study provides a guidance for improving the monitoring methods of synthetic sex pheromone traps and the trapping and killing methods of adult moth of *S. frugiperda*.

Key words: *Spodoptera frugiperda*; synthetic sex pheromone; population dynamics; activity daily rhythm; Yunnan Province

2019 年 1 月 11 日草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 确认由缅甸侵入我国云南省江城县(姜玉英等, 2019a), 截至 6 月 24 日已在云南省 16 个市(州) 128 县(市) 发现为害(赵雪晴等, 2020), 截至 10 月 8 日, 侵入全国 26 省(区、市) 个县(区、市)(姜玉英等, 2019b)。云南玉米周年种植、播期的复杂, 是草地贪夜蛾周年适生区, 防控压力较大, 如何有效防控成虫是一个重要的关键点, 1 头雌虫的产卵量大约 500 ~ 1 000 粒, 杀死 1 头未产卵的成虫, 相当于保护了 667 m² 的作物(吴孔明, 2020), 掌握成虫发生与活动规律, 对于有效防控成虫十分关键, 本论文利用互联网加植保技术系统监测云南草地贪夜蛾秋冬成虫种群动态, 力图探明云南草地贪夜蛾成虫秋冬种群发生特征, 为防控提供依据。

1 材料与方法

1.1 监测时间与地点

滇南, 23.36°N, 103.20°E, 海拔 1 310 m, 年平均气温 18.5℃, 属亚热带季风气候, 玉米周年种植, 监测时间 2019 年 8 月 1 日到 12 月 31 日, 8 月玉米生育期小喇叭口—大喇叭口期, 12 月冬玉米苗期。

滇中, 23.60°N, 101.97°E, 海拔 420 m, 年平均气温 23.8℃, 属干热河谷立体气候, 玉米周年种植, 监测时间 2019 年 8 月 7 日到 12 月 31 日, 玉米各生育期均有。

滇西南, 23.15°N, 99.25°E, 海拔 1 529 m, 年平均气温 17.5℃, 属亚热带低纬山地季风气候, 玉米周年种植, 监测时间 2019 年 9 月 2 日到 12 月 31 日, 9 月安装点玉米乳熟期, 11 – 12 月安装点未种植玉米, 周边有种植。

滇东北, 25.65°N, 104.02°E, 海拔 2 064 m, 年平均气温 13℃, 亚热带季风气候, 监测时间 2019 年 8 月 1 日到 12 月 31 日, 玉米 4 – 5 月播种, 8 月份玉米乳熟期, 冬季不种植玉米。

1.2 监测方法

监测数据由闪讯 TELEMO[®] 害虫远程实时监测系统提供, 型号 3SJ-03, 设备及诱芯均由北京依科曼生物技术股份有限公司提供。闪讯 TELEMO[®] 害虫远程实时监测系统是基于性诱技术而开发的集害虫诱捕、数据统计、数据传输和数据分析为一体的草地贪夜蛾智能监测系统, 包含田间智能监测设备和软件分析系统, 可实现了害虫监测的自动化、智能化和信息化。

1.3 数据分析

通过闪讯 TELEMO[®] 害虫远程实时监测系统下

载实时监测数据,采用 Excel 对数据整理分析成虫种群动态和不同时段诱蛾量,并用 SPSS Pearson 法分析诱蛾量与空气温湿度相关性,通过相关系数来描述相关程度: $|r| = 1$ 为完全线性相关; $0.8 < |r| < 1$ 时为高度相关; $0.5 < |r| \leq 0.8$ 时为显著相关; $0.3 < |r| \leq 0.5$ 时为低度相关,当 $0 \leq |r| \leq 0.3$ 时为微弱相关或无相关性(李玉光等,2014)。

2 结果与分析

2.1 成虫种群动态

通过闪讯 TELEMO[®]害虫远程实时监测系统监测草地贪夜蛾秋冬成虫种群的发生动态,2019 年 8 月 1 日-12 月 31 日,滇南、滇中、滇西南和滇

东北日平均诱蛾量分别为 9.42 头/d、8.54 头/d、1.21 头/d 和 4.47 头/d (图 1), 总体诱蛾量: 滇南 > 滇中 > 滇东北 > 滇西南。各监测点每月均有发生虫峰, 8 月、9 月单峰显著, 10 月、11 月、12 月小虫峰频繁, 各监测点高峰期和发生量有区域的特点, 滇南峰值明显, 滇中除 8 月以外持续平稳的高虫量, 滇西南虫量缓慢上升, 12 月达最大, 滇东北每月总诱虫量变化不大, 其中, 滇南每月虫峰日诱蛾量 35~85 头/d, 最高虫峰日 8 月 17 日, 滇中每月虫峰日诱蛾量 17~146 头/d, 最高虫峰日 9 月 19 日, 滇西南 9~12 月每月虫峰日诱蛾量 2~26 头/d, 最高虫峰日 12 月 23 日, 滇东北每月虫峰日诱蛾量 17~142 头/d, 最高虫峰日 9 月 28 日 (图 1)。

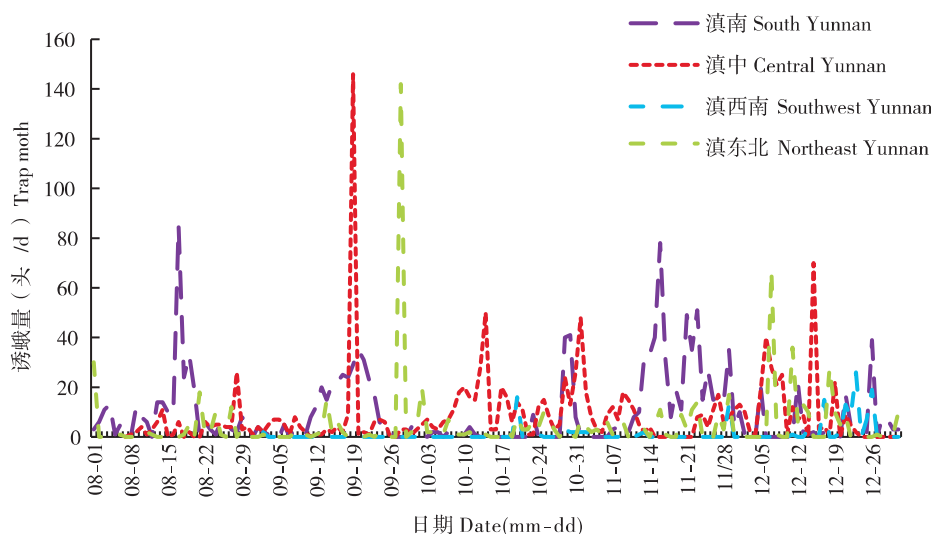


图 1 云南不同区域草地贪夜蛾秋冬成虫种群发生动态

Fig. 1 Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* in autumn and winter in Yunnan

2.2 成虫的活动高峰期

雄蛾日活动节律主要集中在上午 07:00-11:00, 下午 18:00-凌晨 03:00 (图 2), 分别占总诱蛾量的 24.97% 和 60.79%, 但各监测点成虫活动高峰开始和结束时间又略有差异, 滇南种群成虫活动的高峰期上午时段不明显, 主要集中在晚上 19:00-03:00, 占总诱蛾量的 79.49%, 滇中种群主要高峰时段 09:00-10:00, 17:00-03:00, 分别占总诱蛾量的 24.14%、65.02%, 滇西南种群夜间不是活动的高峰期, 高峰主要是 07:00-09:00 占总诱蛾量的 70.34%, 滇东北种群主要高峰时段 06:00-11:00, 18:00-21:00, 分别占总诱蛾量的 45.23%、27.21% (图 2)。

2.3 成虫活动高峰期诱蛾量与空气温湿度的相关性

监测期间 2019 年 8-12 月, 闪讯 TELEMO[®]害虫远程实时监测系统记录滇南温度 8.20~41℃, 平均温度 20.43℃, 湿度 28%~100%, 平均湿度 86.87%, 成虫活动的高峰期 19:00-03:00, 温度 9.60~27.5℃, 湿度 41%~100%; 滇中温度 8.72~43.00℃, 平均温度 26.11℃, 湿度 31%~100%, 成虫活动的高峰期 09:00-10:00, 17:00-03:00, 温度 8.72~43.00℃, 湿度 31%~100%; 滇西南温度 5.90~29.00℃, 平均温度 13.77℃, 湿度 61%~100%, 平均湿度 98.11%, 成虫活动的高峰期, 07:00-09:00, 温度 5.90~18.90℃,

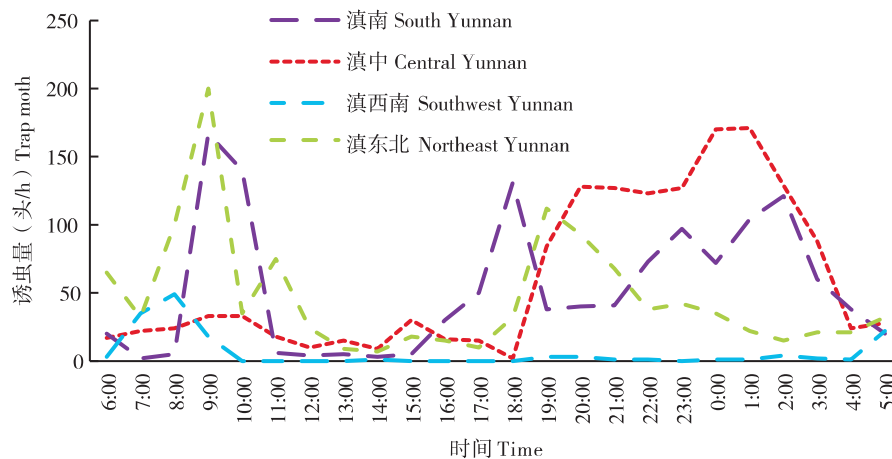


图2 不同时段草地贪夜蛾成虫的种群动态

Fig. 2 Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* adults

湿度 100%；滇东北温度 1.80 ~ 36.90℃，平均温度 16.71℃，湿度 41% ~ 99%，平均湿度 88%，成虫活动的高峰期 06:00 - 11:00，18:00 - 21:00，温度 1.80 ~ 25.60℃，湿度 66% ~ 99%。

综合 4 个监测点的监测数据进行相关性分析，结果表明成虫活动高峰期诱蛾量与空气温湿度有微弱的相关性，与温度的 $|r| = 0.14 < 0.3$ ， $P = 0.00 < 0.01$ ，与湿度的 $|r| = 0.07 < 0.3$ ， $P = 0.04 < 0.05$ （表 1）。分别对 4 个监测点的监测数据进行相关性分析，结果表明：滇南种群诱蛾量与温度的 $|r| = 0.08 < 0.3$ ， $P = 0.16 > 0.05$ ，与湿度的 $|r| = 0.06 < 0.3$ ， $P = 0.16 > 0.05$ 说明滇南种群的诱蛾量与温度、湿度无关；滇中种群诱蛾量与温度的 $|r| = 0.14 < 0.3$ ， $P = 0.00 < 0.01$ ，与湿度的 $|r| = 0.07 < 0.3$ ， $P = 0.21 > 0.05$ 说明滇中种群的诱蛾量与温度有微弱的相关性，与湿度无关；滇东北种群诱蛾量与温度的 $|r| = 0.22 < 0.3$ ， $P = 0.02 < 0.05$ ，与湿度的 $|r| = 0.07 < 0.3$ ， $P = 0.47 > 0.05$ 说明滇东北种群的诱蛾量与温度微弱负相关，与湿度无关；滇西南种群诱蛾量与湿度的 $|r| = 0.06 < 0.3$ ， $P = 0.82 > 0.05$ ，诱蛾高峰期湿度均为 100%，说明滇西南种群诱蛾量与温度、湿度无关（表 1）。综合分析说明了在成虫活动的高峰期，空气温湿度对诱蛾量有一定的影响，但不同的监测点由于小气候的不同，受影响的程度又各有不同。

3 结论与讨论

利用性诱剂在害虫早期预警、种群的发生和

发展趋势、时空丰度变化、评估最佳杀虫技术和危害风险等方面得到了广泛的认可与应用（苏建伟等，2005）。对新入侵的重大迁飞性害虫草地贪夜蛾更是需要建立长期的监测点，尤其是针对云南周年繁殖区，定位定量草地贪夜蛾的成虫迁移动态，做到早发现、早控制尤其重要。和伟等（2019）进行了草地贪夜蛾种群性诱测报方法研究，车晋英等（2019）、杨留鹏等（2019）和沈嘉彬等（2019）对不同配方性诱剂及诱捕器进行了评价筛选，为草地贪夜蛾的监测提供了技术支持，利用互联网加植保技术的昆虫性诱电子智能测报系统的应用，对准确监测虫情和及时发布虫情预警信息起到重要作用。

本研究借助闪讯 TELEMO[®]害虫远程实时监测系统对云南滇南、滇中、滇西南和滇东北的监测数据，分析了成虫种群动态、活动高峰期和以及温湿度对成虫活动的影响，分析结果表明 4 个监测点每月虫峰明显，成虫活动高峰期时段基本一致，闪讯 TELEMO[®]害虫远程实时监测系统适用于我省草地贪夜蛾种群动态监测，但各监测点又有明显的区域特点，玉米的生育期、田间小气候对诱虫量均有影响，滇南和滇中周年种植玉米，诱虫量少，滇西南降雨多湿度基本为 100%，诱虫量少，卢军帅等（2020）研究表明诱蛾量不仅与傍晚田间气温有显著相关性，发生量还与玉米生育天数显著负相关。性诱剂诱集效果还与不同地理种群显著相关（江幸福等，2019），不同性诱剂诱芯对草地贪夜蛾的诱集效果是存在明显差异的（车晋英等，2019）。根据研究结果，建议在选择安装使用昆虫性诱电子智能测报系统时，

表 1 诱蛾量与空气温湿度相关性

Table 1 Correlation between the amount of attracted moths and air temperature and humidity

		滇南		滇中		滇西南		滇东北		合计	
		South Yunnan		Central Yunnan		Southwest Yunnan		Northeast Yunnan		Total	
		温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度
		(℃)	(%)	(℃)	(%)	(℃)	(%)	(℃)	(%)	(℃)	(%)
		Temperature	Humidity	Temperature	Humidity	Temperature	Humidity	Temperature	Humidity	Temperature	Humidity
诱虫量 Trap moth	平均	19.22 ±	90.29 ±	25.97 ±	75.23 ±	9.62 ±	100	13.96 ±	93.87 ±	83.90 ±	
	Average	3.63	10.05	4.94	16.39	4.31		5.27	5.00	15.36	
	相关性										
	Pearsoncorrelation	−0.08	0.06	−0.14**	0.06	−0.06	−	−0.22*	−0.07	−0.14**	0.073*
	显著性（双侧）										
	Significant	0.16	0.30	0.00	0.21	0.82	−	0.02	0.47	0.00	0.04
	（Bilateral）										
	N	294	294	354	354	15	15	95	95	758	758

注: *, ** 分别表示在 0.05 水平和 0.01 水平 (双侧) 上显著相关。Note: *, ** indicates significantly correlated, in the 0.05 level and 0.01 level (bilateral), respectively.

要针对不同的地理种群进行技术的改进, 包括诱芯的成分、含量、浓度配比, 提升准确率, 并结合植保技术、气象资料、历史数据、田间调查, 加强对监测数据的分析利用, 提高实时发布数据的准确性, 根据数据提出合理的防控指导意见, 促进草地贪夜蛾的监测与防控技术发展。

致谢: 云南开远、元江、沧源、沾益等市县植保植检站给予大力帮助。

参考文献 (References)

- Che JY, Chen H, Chen YM, *et al.* Study on the trapping effect of four different sex attractants on *Spodoptera frugiperda* [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (2): 261–266. [车晋英, 陈华, 陈永明, 等. 4 种不同性诱剂对玉米草地贪夜蛾诱集作用研究 [J]. 植物保护, 2020, 46 (2): 261–266]
- He W, Zhao SY, Ge SS, *et al.* Population prediction method using sexual trapping for *Spodoptera frugiperda* [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (4): 48–53. [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]
- Jiang XF, Zhang L, Cheng YX, *et al.* Advances in migration and monitoring techniques of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (1): 12–18. [江幸福, 张蕾, 程云霞, 等. 草地贪夜蛾迁飞行为与监测技术研究进展 [J]. 植物保护, 2019, 45 (1): 12–18]
- Jiang YY, Liu J, Zhu XM. Analysis on the occurrence and future trend of the invasion of *Spodoptera frugiperda* in China [J]. *China Plant Protection Guide*, 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]
- Jiang YY, Liu J, Xie MC, *et al.* Observation on law of diffusion damage of *Spodoptera frugiperda* in China in 2019 [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (6): 10–19. [姜玉英, 刘杰, 谢茂昌, 等. 2019 年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测 [J]. 植物保护, 2019, 45 (6): 10–19]
- Li YG, Du HW, Huang YS. Introduction and Improvement of SPSS19.0 Statistical Analysis [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2014: 158–159. [李玉光, 杜宏巍, 黄永生. SPSS19.0 统计分析入门与提高 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2014: 158–159]
- Lu JS, Lu GL, Wang ZW, *et al.* Effect of key factors on sexual trapping of *Spodoptera frugiperda* in corn field [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (3): 242–246. [卢军帅, 卢冠霖, 王作慰, 等. 玉米田间关键因素对草地贪夜蛾性诱效果的影响 [J]. 植物保护, 2020, 46 (3): 242–246]
- Shen JB, Jian YX, Wang LQ, *et al.* Trapping experiment of sex attractants with different formula for *Spodoptera frugiperda* [J]. *China Plant Protection*, 2019, 39 (12): 59–60. [沈嘉彬, 蹇永祥, 王丽琴, 等. 草地贪夜蛾不同配方性诱剂诱捕试验 [J]. 中国植保导刊, 2019, 39 (12): 59–60]
- Su JW, Xiao NW, Ge F. Application and discussion of insect female

- pheromone in pest population monitoring and mass trapping [J]. *Plant Protection*, 2005, 31 (5): 78–82. [苏建伟, 肖能文, 戈峰. 昆虫雌性信息素在害虫种群监测和大量诱捕中的应用与讨论 [J]. 植物保护, 2005, 31 (5): 78–82]
- 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]
- Yang LP, Song ZX, Li YH, *et al.* Evaluation of the trapping effect of different types of attractant coresand traps on *Spodoptera frugiperda* [J]. *Journal of Environmental Entomology*. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1640.Q.20191111.0959.002.html>. [杨留鹏, 宋紫霞, 李拥虎, 等. 不同类型性诱剂诱芯及诱捕器组合对草地贪夜蛾诱集效果评价 [J]. 环境昆虫学报. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1640.Q.20191111.0959.002.html>]
- Zhao XQ, Chen FS, Yin YQ, *et al.* Occurrence and damage characteristics of *Spodoptera frugiperda* on highland barley, oat and proso millet in Yuanmou county, Yunnan province [J]. *Plant Protection*, 2020, 45 (2): 2016–221. [赵雪晴, 陈福寿, 尹艳琼, 等. 草地贪夜蛾在云南元谋县青稞、燕麦、糜子田的发生为害特征 [J]. 植物保护, 2020, 45 (2): 2016–221]
- Zhao XQ, Qu TY, Li YH, *et al.* Seasonal occurrence characteristics of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Yunnan in 2019 spring and summer [J]. *Plant Protection*, 2019, 45 (5): 84–90. [赵雪晴, 屈天尧, 李亚红, 等. 2019 年云南省草地贪夜蛾春夏季发生特征 [J]. 植物保护, 2019, 45 (5): 84–90]