

两种灯光诱测工具对粘虫种群的监测效果*

陈 琦^{1**} 沈海龙¹ 陈 莉¹ 范志业¹ 刘 迪¹ 侯艳红¹
师兴凯¹ 段 云² 张运栋^{1***} 李世民^{1***}

(1. 漯河市农业科学院, 漯河 462300; 2. 河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州 450002)

摘 要 【目的】比较和评价自动虫情测报灯和高空探照灯诱捕粘虫 *Mythimna separata* (Walker) 的种群动态和迁飞状态, 为粘虫迁飞规律的研究和测报防控工作提供科学依据。【方法】逐日检查并统计自动虫情测报灯和高空探照灯下不同季节诱蛾量和高峰期, 雌蛾卵巢发育进度和交尾率。【结果】2015-2017年自动虫情测报灯和高空探照灯下粘虫年度间第1到第4代诱蛾量无显著差别, 高空探照灯在越冬代诱蛾量极显著地高于自动虫情测报灯, 高峰期有明显的不同; 越冬代雌蛾的卵巢发育2级以下的比率分别为20%和0、第4代为90%和100%, 卡方测验无显著差异; 高空探照灯诱捕到的第1至第3代雌蛾, 卵巢发育2级以下的比率总是显著高于自动虫情测报灯, 交尾率有类似的结果。【结论】两种诱测工具均表明漯河地区粘虫处于春季迁入和秋季第4代迁出状态; 高空探照灯监测到的第1代到第3代粘虫更多处于过境和迁飞状态。

关键词 粘虫, 监测, 灯光, 迁飞

Comparison of two light monitoring tools for the armyworm *Mythimna separata* (Walker) moth population

CHEN Qi^{1**} SHEN Hai-Long¹ CHEN Li¹ FAN Zhi-Ye¹ LIU Di¹ HOU Yan-Hong¹
SHI Xing-Kai¹ DUAN Yun² ZHANG Yun-Dong^{1***} LI Shi-Min^{1***}

(1. Luohe Academy of Agricultural Sciences, Luohe 462300, China; 2. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Science, Zhengzhou 450002, China)

Abstract [Objectives] To compare and evaluate monitoring light and searchlight traps for monitoring the population dynamics and migration status of *Mythimna separate* (Walker). [Methods] Daily collection and statistics were carried out on the number of female moths trapped, their ovarian developmental, and mating rate in different seasons by monitoring black light and searchlight traps. [Results] There was no difference in the numbers of first to fourth generation moths trapped by the two trapping methods from 2015 to 2018, but more of the overwintering generation were trapped using the searchlight than the monitoring light. There were also distinct differences in the peak date of moth abundance between the two light traps. The proportion of overwintering generation female moths with < class 2 ovarian development captured by the monitoring light and searchlight were 20% and 0, respectively, compared to 90% and 100% of fourth generation females. The searchlight always captured more moths with < class 2 ovarian development than the monitoring light. Mating rates followed the same pattern as ovarian development. [Conclusion] There was immigration in the spring population, and emigration in the late fall population in Luohe city, Henan, from 2015 to 2017. More first to third generation individuals were trapped by the searchlight than by the monitoring light during migration and transit in this period.

Key words *Mythimna separata*, monitoring, light, migration

*资助项目 Supported projects: 公益性行业(农业)科研专项(201403031); 国家小麦产业技术体系(CARS-03); 河南省现代农业产业技术体系漯河综合试验站(Z2010-01-06)

**第一作者 First author, E-mail: chenqi9992@sina.com

***共同通讯作者 Co-corresponding authors, E-mail: zyd0008@sina.com; ldachong66@sina.com

收稿日期 Received: 2018-08-25, 接受日期 Accepted: 2018-09-21

粘虫 *Mythimna separata* (Walker) 又称东方粘虫, 是一种世界性害虫, 广泛分布于亚洲、欧洲和大洋洲, 中国除西北局部地区外, 各省、自治区均有发生 (仵均祥, 2002)。粘虫是一种典型的远距离迁飞性害虫, 又因其具有暴食性、群聚性和杂食性, 自古以来就是我国重要的农业害虫, 也是严重威胁我国玉米、小麦和水稻三大主粮作物生产安全的重大生物灾害 (李光博等, 1964; 江幸福等, 2014)。我国在公元前一世纪就有粘虫猖獗为害的记载, 在 20 世纪 50 年代至 60 年代, 粘虫在我国黄淮海小麦产区和东北玉米产区多次暴发。1966-1991 年, 为历史上总体发生严重的时期 (姜玉英等, 2014)。随着粘虫迁飞规律的研究成果在预测预报和综合防治中的成功应用、越冬代区小麦种植面积的压缩, 粘虫在我国的为害得到有效控制 (郭予元, 2006), 但局部地区暴发成灾, 并造成重大损失。2012 年以来, 粘虫在东北、华北、西北一些地区玉米上多次暴发成灾, 损失惨重 (张云慧等, 2012; 姜玉英等, 2014; 潘蕾等, 2014)。因此, 搞好粘虫的种群动态监测、探讨其迁飞状态, 对研究漯河当地虫源性质乃至全国粘虫各区域间虫源关系, 提出准确有效的监测办法具有重要意义。为此, 本文以 2015-2017 年自动虫情测报灯和高空探照灯下各代粘虫的成虫监测数据, 比较诱蛾高峰日、诱蛾量以及各世代粘虫雌蛾的卵巢发育状态和交尾状态, 科学评价两种诱测工具对粘虫的诱捕效果, 以期了解其虫源性质, 为粘虫迁飞规律的研究和测报防控工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 诱测工具

1.1.1 自动虫情测报灯 由河南佳多科工贸有限公司生产的 D 型诱虫灯, 光源为 20 W 黑光灯。此灯具采用光电控制技术自动开关、自动完成诱虫和收集等作业、自动转换接虫袋, 收虫后将按日期分别逐日保存; 同时采用远红外线处理虫体, 自动将诱集的昆虫杀死, 使虫体保持干燥、完整、新鲜, 便于分类、鉴定。

1.1.2 高空探照灯 由 GT75 型探照灯制作而成 (上海亚明公司生产), 光源为 ZJD 1 000 W 金属卤化物灯泡, KG316T 微电脑时控开关, 由灯体、支架、集虫箱三部分组成。灯泡安装在抛物面型发光面的聚焦点上, 灯泡发出的光经反射平行射出, 形成巨大的光柱。探照灯用铁圈架在用白铁皮制成的大漏斗内, 漏斗下端接以直径 10 cm 的集虫口, 与接虫专用毒桶连接。桶内置一个或多个毒盒, 毒盒内放置浸有高含量敌敌畏的棉球。

1.2 试验方法

自动虫情测报灯 (以下简称测报灯) 和高空探照灯 (以下简称探照灯) 均安放在漯河市农业科学院五里岗试验基地 (33°36'N, 113°59'E), 视野开阔, 其四周没有高大建筑物或树木遮挡。两种诱测工具间距 200 m。测报灯每年于 4 月 1 日开灯至 10 月 31 日关灯, 探照灯每年 3 月 1 日开灯至 11 月 30 日关灯, 逐日检查并统计两种灯下诱蛾数量及雌雄比, 解剖雌蛾, 检查卵巢发育进度 (姜玉英等, 2009)。

1.3 数据统计

卡方分析用 SPSS16.0 软件进行, 用 EXCEL 制图。

2 结果与分析

2.1 两种诱测工具的诱蛾高峰日和诱蛾量

2015 年 1 代成虫有两次诱蛾高峰, 测报灯出现在 5 月 25 日和 6 月 9 日, 而探照灯出现在 5 月 26 日和 6 月 16 日, 第 2 次高峰日探照灯比测报灯晚 7 d; 2 代高峰日测报灯出现在 7 月 18 日, 探照灯出现在 7 月 20 日, 比测报灯晚 2 d; 3 代高峰日测报灯出现在 9 月 21 日, 而探照灯出现在 9 月 4 日, 比测报灯早 17 d (图 1); 4 代成虫无明显高峰日。

2016 年 1 代成虫高峰日相近, 测报灯为 5 月 30 日, 探照灯为 5 月 31 日; 2 代成虫有两次高峰, 测报灯分别为 6 月 30 日和 7 月 8 日, 探照灯分别为 7 月 5 日和 7 月 14 日, 探照灯两次

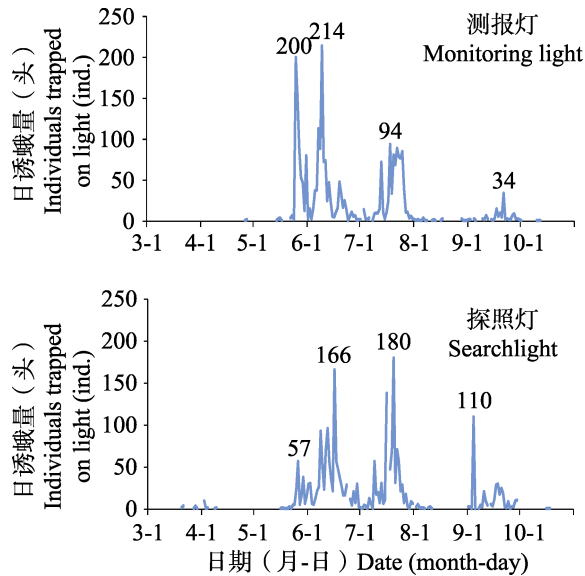


图 1 2015 年漯河市 2 种诱测工具对粘虫的逐日诱蛾量对比

Fig. 1 The population dynamic of light-trapped *Mythimna separata* moth with monitoring black light (above) and searchlight (below) in 2015

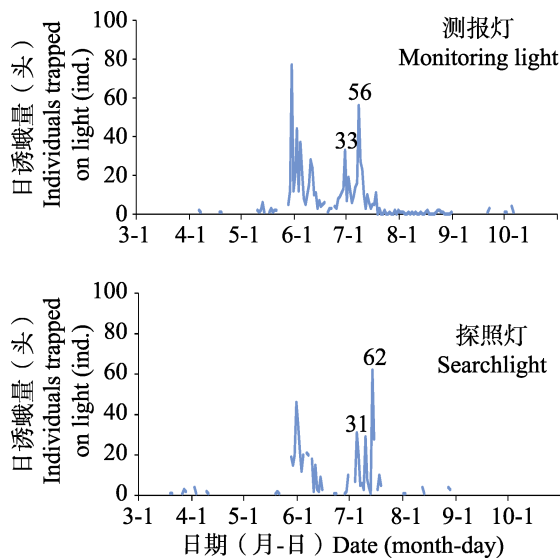


图 2 2016 年漯河市 2 种诱测工具对粘虫的逐日诱蛾量对比

Fig. 2 The population dynamic of light-trapped *Mythimna separata* moth with monitoring black light (above) and searchlight (below) in 2016

高峰日分别比测报灯晚 5 d 和 6 d ;3 代和 4 代成虫无明显高峰日。

2017 年 1 代成虫高峰日相近,测报灯为 6 月 2 日,探照灯为 6 月 1 日;2 代成虫两种诱测工具诱蛾高峰日均为 7 月 8 日,但是探照灯在 7

月 15 日出现了第 2 个明显的高峰;3 代和 4 代成虫无明显高峰日。

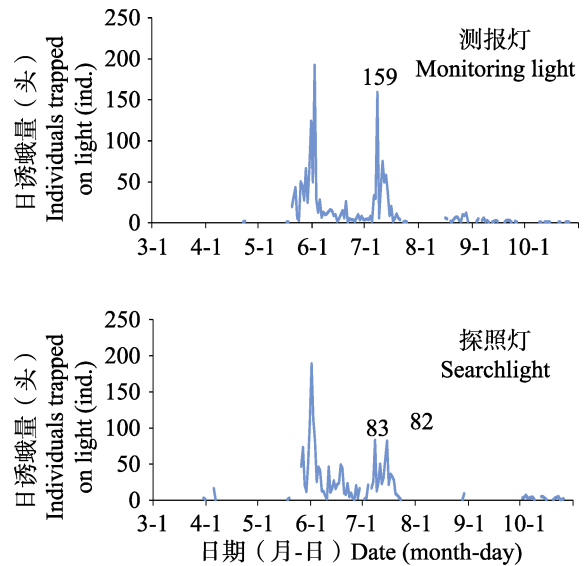


图 3 2017 年漯河市 2 种诱测工具对粘虫的逐日诱蛾量对比

Fig. 3 The population dynamic of light-trapped *Mythimna separata* moth with monitoring black light (above) and searchlight (below) in 2017

上述分析结果表明,两种诱测工具的诱蛾的高峰日有明显的差别,来自虫源地的差别。与测报灯相比,探照灯在监测过境成虫和越冬代更早的迁入成虫方面具有优势(图 1-图 3)。

由于两种测报工具春季开灯日期不一,越冬代首现日不具有可比性。

2015-2017 年各代成虫诱集数量成对样本 t -测验分析结果表明(表 1),探照灯在越冬代诱蛾量(从 4 月 1 日起)极显著地高于测报灯,平均多出 (24.3 ± 7.2) 头。1 代到 4 代诱蛾量 t -测验差异不显著。这一结果表明探照灯比测报灯在监测粘虫越冬代成虫迁飞方面更具有优势。

2.2 两种诱测工具诱蛾的生殖发育

对 3 年间各世代雌成虫解剖结果表明,测报灯和探照灯监测到的越冬代雌蛾的卵巢发育 2 级以下的比率分别为 20%和 0,卡方测验无显著差别,表明二者诱到的雌蛾卵巢发育状态相同,均已发育成熟,按照罗礼智(1998)的飞行“拮抗”理论和李光博等(1964)的迁飞路线,漯河

地区的春季粘虫主要来自南方的越冬虫源。第 1、第 2 和第 3 代探照灯诱捕到的雌蛾，卵巢发育 2 级以下的比率总是显著高于测报灯（表 2），表

明探照灯诱捕到的雌蛾更多地处于迁飞状态；测报灯和探照灯诱捕到的第 4 代雌蛾的卵巢发育 2 级以下的比率分别为 90%和 100%，卡方检测二

表 1 2015-2017 年各代成虫诱集数量成对样本 *t*-测验分析Table 1 Analysis of *t*-test in paired sample of trapped moth individuals in all generation from 2015 to 2017

世代 Generations	均值 Mean value	标准差 Standard deviation	<i>t</i> -值 <i>t</i> -value	<i>df</i>	Sig.	差异显著性 Significant difference
越冬代 Overing winter	- 24.333	7.234	- 5.826	2	0.028	差异极显著 Extremely significant
第 1 代 The first	94.333	302.906	0.539	2	0.644	没有差异 Not significant
第 2 代 The second	45.333	50.013	1.570	2	0.257	没有差异 Not significant
第 3 代 The third	- 38.000	151.615	- 0.434	2	0.707	没有差异 Not significant
第 4 代 The fourth	- 22.333	26.083	- 1.483	2	0.276	没有差异 Not significant

均值为负数，表示测报灯诱集成虫数量少于探照灯。

The number of adult trapped with the monitoring is less than the searchlights when the mean value is negative.

表 2 不同诱测工具各世代卵巢发育频次的卡方测验（Fisher）

Table 2 Chi square tests (Fisher) of ovarian development frequency in armyworm different generations of two monitoring tools

世代 Generations	诱测工具 Monitoring tools	2 级以下 Individuals of ovarian developmental level below two class	百分比(%) Proportion (%)	3 级以上 Individuals of ovarian developmental level below three class	Sig. (单侧) Sig. (single side)	卵巢发育状态 Ovarian developmental state
越冬代 Overing winter	测报灯 Monitoring light	2	20.00	8	0.111	相同 Same
	探照灯 Searchlight	0	0.00	19		
第 1 代 The first	测报灯 Monitoring light	472	67.82	224	0.000	不同 Difference
	探照灯 Searchlight	500	76.69	152		
第 2 代 The second	测报灯 Monitoring light	458	78.83	123	0.030	不同 Difference
	探照灯 Searchlight	290	84.06	55		
第 3 代 The third	测报灯 Monitoring light	44	54.32	37	0.005	不同 Difference
	探照灯 Searchlight	62	76.54	19		
第 4 代 The fourth	测报灯 Monitoring light	9	90.00	1	0.250	相同 Same
	探照灯 Searchlight	30	100.00	0		

者差异不显著，表明 10 月份的雌蛾均处于迁出状态。

两种诱测工具监测到的各世代雌成虫的交尾状态之间的卡方测验结果（表 3），与上述卵巢发育结果一致。

这个结果表明，两种诱测工具监测到的第 1、第 2 和第 3 代雌蛾的迁飞状态是不同的，探照灯监测到的迁飞状态的成虫，显著高于测报灯。

表 3 不同诱测工具各世代交尾频次的卡方测验
Table 3 Chi square test (Fisher) of female mated frequency in armyworm different generations of two monitoring tools

世代 Generations	诱测工具 Monitoring tools	未交尾 None mated Individuals	交尾 Mated individuals	交尾率（%） Mated proportion (%)	Sig.（单侧） Sig. (single side)	交尾状态 Mated status
越冬代 Overing winter	测报灯 Monitoring light	2	8	80.00	0.267	相同 Same
	探照灯 Searchlight	1	18	94.74		
第 1 代 The first	测报灯 Monitoring light	210	476	30.17	0.001	不同 Difference
	探照灯 Searchlight	144	508	22.09		
第 2 代 The second	测报灯 Monitoring light	114	467	19.62	0.022	不同 Difference
	探照灯 Searchlight	49	256	14.20		
第 3 代 The third	测报灯 Monitoring light	36	45	44.44	0.002	不同 Difference
	探照灯 Searchlight	17	64	20.99		
第 4 代 The fourth	测报灯 Monitoring light	1	10	10.00	0.268	相同 Same
	探照灯 Searchlight	0	30	0.00		

3 结论与讨论

近年来随着气候变暖、作物布局和耕作制度的改变等因素，粘虫在我国发生为害呈现出新的特点和严重态势（姜玉英等，2014；江幸福，2014）。因此，搞好粘虫的种群动态监测，了解其虫源性质和迁飞状态，对粘虫的发生做出科学准确的测报是很有必要的。

1980 年起漯河市农业科学院就开始应用 20 W 黑光灯监测粘虫，2006 年启用多功能智能虫情测报灯诱虫测报工具，国家公益性行业（农业）科研专项“粘虫综合防治技术与示范”（201403031）项目启动后，于 2014 年 9 月增设

一台高空探照灯对粘虫种群进行动态监测。

比较 2015-2017 年测报灯和探照灯下的诱蛾数量和解剖结果，表明两种诱测工具在粘虫监测成虫种群动态和迁飞状态方面有显著的不同。两种诱测工具监测结果相互比较对于了解粘虫迁飞规律具有现实的意义。

探照灯下粘虫越冬代成虫首现日 2015 年为 3 月 20 日，2016 年为 3 月 19 日，2017 年为 3 月 12 日，诱测到粘虫的时间均在测报灯开灯时间 4 月 1 日之前。由于 1980 年以来漯河市农业科学院测报灯监测固定开灯时间为 4 月 1 日，因此测报灯开灯时间有必要提前和探照灯一致起来。2018 年测报灯开灯时间提前到 3 月 1 日，

开灯当天就诱测到 2 头粘虫,表明测报灯提前开灯的必要性。

2015-2017 年测报灯下第 1 代粘虫雌蛾卵巢解剖, 2 级以下的比率为 67.82%, 而在 20 世纪 80 年代和 90 年代分别在 90%以上和 85%左右(未发表), 1 代粘虫雌蛾 2 级以下的比率在降低。1980-2011 年间, 1 代粘虫雌蛾的交尾率平均为 12.31% (最低年份, 1991 年为 3.07%; 最高年份, 1997 年为 24.88%, 未发表), 而 2013-2017 年交尾率分别为 32.49% (未发表)、48.76% (未发表)、28.32%、35.09%和 29.32%, 交尾率比 20 世纪 80 年代和 90 年代有明显上升。根据多数迁飞性昆虫“卵子发生-飞行共轭”的关系(罗礼智, 1998), 性成熟的蛾子将留在当地不再迁出, 可继续在夏玉米等秋熟禾谷类作物上繁殖危害, 这与近 10 年来我国华北玉米粘虫为害加重(张云慧等, 2012; 潘蕾等, 2014; 江幸福等, 2014; 姜玉英等, 2014) 的趋势一致。而探照灯作为新的诱测工具, 在监测粘虫迁飞状态和过境方面具有的优势, 将为探讨我国华北地区玉米粘虫的暴发机理提供有力的证据。

参考文献 (References)

- Guo YY, 2006. Illustrations with real examples of using ecological regulation strategies against crop pests in China. *Plant Protection*, 32(2): 1-4. [郭予元, 2006. 我国农作物病虫害生态调控实例分析. *植物保护*, 32(2): 1-4.]
- Jiang XF, Zhang L, Cheng YX, Luo LZ, 2014. Current status and trends in research on the oriental armyworm, *Mythimna separata* (Walker) in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(4): 881-889. [江幸福, 张蕾, 程云霞, 罗礼智, 2014. 我国粘虫发生危害新特点及趋势分析. *应用昆虫学报*, 51(6): 1444-1449.]
- Jiang YY, Li CG, Zeng J, Liu J, 2014. Population dynamics of the armyworm in China: A review of the past 60 years' research. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(4): 890-898. (in Chinese). [姜玉英, 李春广, 曾娟, 刘杰, 2014. 我国粘虫发生概况: 60 年回顾. *应用昆虫学报*, 51(4): 890-898.]
- Jiang YY, Qu XF, Xia B, Zeng J, 2009. Rules for investigation and forecast of the armyworm [*Mythimna separate* (Walker)] (GB/T15798-2009). General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. [姜玉英, 屈西峰, 夏冰, 曾娟, 2009. 粘虫测报调查规范(GB/T15798-2009). 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会.]
- Johnson CG, 1963. Physiological factors in insect migration by flight. *Nature*, 198: 423-427.
- Li GB, Wang HX, Hu WX, 1964. Route of the seasonal migration of the oriental armyworm moth in the eastern part of China as indicated by a three-year result of releasing and recapturing of marked moths. *Acta Phytophylacica Sinica*, 3(2): 101-109. [李光博, 王恒祥, 胡文绣, 1964. 粘虫季节性迁飞危害假说及标记回收试验. *植物保护学报*, 3(2): 101-110.]
- Luo LZ, 1998. Major advances on the study of migrated behavior and mechanism of *Mythimna separate* (Walker) in China. Proceedings of Prospects for Plant Protection in the 21st Century and 3rd Plant Protection Youth Researcher Conference. Beijing. 30-35. [罗礼智, 1998. 我国粘虫迁飞行为机制研究的主要进展. “植物保护 21 世纪展望”——植物保护 21 世纪展望暨第三届全国青年植物保护科技工作者学术研讨会文集. 北京. 30-35.]
- Pan L, Wu QL, Chen X, Jiang YY, Zeng J, Zhai BP, 2014. The formation of outbreak populations of the 3rd generation of *Mythimna separata* (Walker) in northern China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(4): 890-898. [潘蕾, 吴秋琳, 陈晓, 姜玉英, 曾娟, 翟保平, 2014. 华北三代粘虫大发生虫源的形成. *应用昆虫学报*, 51(4): 958-973.]
- Wu JX, 2002. Agricultural Entomology. Beijing: China Agriculture Press. 93-94. [仵均祥, 2002. 农业昆虫学. 北京: 中国农业出版社. 93-94.]
- Zhang YH, Zhang Z, Jiang YY, Zeng J, Gao YB, Cheng DF, 2012. Preliminary analysis of the outbreak of the third-generation armyworm *Mythimna separata* in China in 2012. *Plant Protection*, 38(5): 1-8. [张云慧, 张智, 张云英, 曾娟, 高月波, 程登发, 2012. 2012 年三代粘虫大发生原因初步分析. *植物保护*, 38(5): 7-14.]