

DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2025.04.016

· 植物保护 ·

## 天蛾科昆虫灯诱种群数量动态分析

田金华<sup>1</sup>, 刘慧超<sup>2</sup>

(1. 郑州市城区河道事务中心, 河南 郑州 450000; 2. 郑州市农业科技研究院, 河南 郑州 450005)

**摘要:**为明确河南漯河农田天蛾科昆虫的种群组成及发生动态,于2014-2023年利用虫情测报灯对其成虫种群进行了系统监测。结果表明,河南漯河农田灯下天蛾科昆虫有17种,隶属于4亚科14属,其中,云纹天蛾亚科昆虫最多,包括豆天蛾、桃六点天蛾、栗六点天蛾、构月天蛾、蓝目天蛾、榆绿天蛾、核桃鹰翅天蛾和鹰翅天蛾8种;面形天蛾亚科、斜纹天蛾亚科和蜂形天蛾亚科昆虫均有3种,分别是甘薯天蛾、霜天蛾、绒星天蛾、雀纹天蛾、斜纹天蛾、红天蛾、葡萄天蛾、小豆长喙天蛾和缺角天蛾。混合种群始见日在4月中旬,终见日在11月上旬,诱虫高峰在7月上旬至9月上旬。甘薯天蛾、豆天蛾和雀纹天蛾为优势种,三者的上灯规律有所不同。甘薯天蛾的始见日在5月中旬至6月上旬,终见日在9月下旬至10月中旬;雀纹天蛾的始见日在4月中旬至5月下旬,终见日在9月上旬至9月下旬;与两者相比,豆天蛾的始见日较晚,终见日较早,分别在5月下旬至6月中旬和9月上、中旬。相对于甘薯天蛾的诱虫高峰期7月下旬至9月上旬、雀纹天蛾的诱虫高峰期7月下旬至9月中旬,豆天蛾的诱虫高峰期相对较早而集中,在7月中、下旬,豆天蛾的高峰日一般也早于甘薯天蛾和雀纹天蛾。

**关键词:**甘薯天蛾;豆天蛾;雀纹天蛾;虫情测报灯;种群动态;发生盛期

中图分类号:S433.4 文献标识码:A 文章编号:0488-5368(2025)04-0089-06

## Population Dynamics Analysis of Sphingidae Insects by Monitoring Lights

TIAN Jinhua<sup>1</sup>, LIU Huichao<sup>2</sup>

(1. Zhengzhou Urban River Affairs Center, Zhengzhou, Henan 450000, China;

2. Zhengzhou Agricultural Science and Technology Research Institute, Zhengzhou, Henan 450005, China)

**Abstract:** To understand the dominant population composition and dynamics of Sphingidae insects in Luohe, Henan province, the adult population in this area was systematically monitored using a light trap from 2014 to 2023. The results indicated that a total of 17 insect species belonging to four subfamilies, 14 genus were captured using light traps in farmland. Among them, eight species belonged to Ambulicinae, including *Clanis bilineata tsingtauca* Mell, *Marumba gaschkewitschii* v Bremer et Grey, *M. sperchius* Menetres, *Parum colligata* Walker, *Smerinthus planus* Walker, *Callambulyx tatarinovi* Bremer et Gery, *Oxyambulyx schauffel bergeri* Bremer et Grey and *O. ochracea* Butler. three species were identified in each of the subfamilies of Acherontiinae, Choerocampinae, and Philampelinae, namely *Herse convolvuli* Linnaeus, *Psilogramma menephron* Cramer, *Dolbina tancrei* Staudinger, *Theretra japonica* Orza, *T. clotho* Drury, *Pergesa elpenor lewisi* Butler, *Ampelophaga rubiginosa* Bremer et Grey, *Macroglossum stellatarum* Linnaeus and *Acosmeryx castanea* Rothschild et Jordan. The first and last

收稿日期:2024-07-17 修回日期:2024-08-25

基金项目:财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系(CARS-03);公益性行业(农业)科研专项(201403031)。

第一作者简介:田金华(1972-),女,高级工程师,主要从事植物保护研究。

occurrence days of the overall population in Luohe were in mid-April and early November, respectively, with the trapping peak occurring from early July to early September. *H. convolvuli*, *C. bilineata tsingtauca* and *T. japonica* were considered as dominant species, and their light-trapped regularity of the three were different. The first and last occurrences of *H. convolvuli* were from middle May to early June and from late September to mid October respectively. The first and last occurrences of *T. japonica* were from middle April to late May and in September respectively. Compared with the other species, *C. bilineata tsingtauca* had a later first occurrence and earlier last occurrence, appearing from late May to mid June and from early and mid September, respectively. The peak period of light lure for *H. convolvuli* was from late July to early September, the peak period of light lure for *T. japonica* was from late July to mid September, and that for *C. bilineata tsingtauca* was in mid and late July. Meanwhile, the peak occurrence date of *C. bilineata tsingtauca* was earlier and more concentrated than that of the other species.

**Key words:** *Herse convolvuli*; *Clanis bilineata tsingtauca*; *Theretra japonica*; Monitoring light trap; Population dynamics; Emergence peak

天蛾科 (Sphingidae) 隶属于鳞翅目 (Lepidoptera) 蚕蛾总科 (Bombycoidea), 分布十分广泛, 是生态系统中十分丰富的一类害虫<sup>[1]</sup>。世界范围内已知有 1 400 余种, 多为重要的农林业害虫<sup>[2]</sup>。豆天蛾 *Clanis bilineata tsingtauca* Mell 幼虫俗称豆虫、豆丹、丈母虫, 分布广泛<sup>[3]</sup>, 在河南 1 a 发生 1 代<sup>[4]</sup>。主要寄主为大豆、绿豆、豌豆、洋槐、刺槐、藤萝及葛属、黎豆属植物<sup>[5,6]</sup>, 是大豆生产上的暴发性害虫, 以幼虫食害叶片, 轻者将叶片吃成缺刻和孔洞, 严重者可将植株吃成光秆, 使其不能结荚, 严重影响大豆产量。2005 年河南洛宁豆天蛾发生比较严重, 高密度点单株有虫 6 头, 平均被害株率 40%, 最高达 80%<sup>[6]</sup>。甘薯天蛾 *Herse convolvuli* Linnaeus 属世界性害虫, 国内分布普遍<sup>[3]</sup>, 幼虫主要为害甘薯、蕹菜、牵牛花等旋花科植物的叶片和嫩茎, 也能为害葡萄、楸树、扁豆和赤小豆等。一生能食甘薯叶 33~42 片, 当有大龄幼虫 15 头/m<sup>2</sup> 以上时, 3 d 内可将薯田叶片吃光, 并常成群迁至邻近薯田继续为害<sup>[7]</sup>。桃六点天蛾 *Marumba gaschkewitschii* Bremer et Grey 可为害苹果、樱花、桃、枣、海棠、葡萄、樱桃等植物<sup>[18]</sup>。霜天蛾 *Psilogramma menephron* Cramer 食性杂、食量大, 传播蔓延快, 容易将植物的叶片吃光, 破坏园林景观<sup>[9]</sup>。

天蛾科昆虫成虫多在黄昏或夜间活动, 具有明显的趋光性<sup>[10,11]</sup>, 诱虫灯常作为监测和防治农林天蛾科害虫的有效工具<sup>[12-14]</sup>。不同地理环境, 天蛾科昆虫的种类及优势种不同。伍有声等<sup>[15]</sup>通过灯下和野外调查, 初步鉴定了广州市为害园林植物的天蛾科昆虫有 42 种, 其中蜂形天蛾亚科和斜纹

天蛾亚科种类最多, 均有 13 种。黄羿鑫等<sup>[1]</sup>通过网捕法和灯诱法, 以及借鉴文献资料, 共列出安徽省天蛾科昆虫 62 种, 且以长喙天蛾亚科种类最多 (27 种)。湖北衡水湖桃栽植区天蛾科昆虫有 8 属 8 种, 枣桃六点天蛾为优势种<sup>[16]</sup>。陕西兴平灯下天蛾科昆虫共 11 种, 其中甘薯天蛾发生程度为很多<sup>[18]</sup>。为明确近年来河南漯河农田灯下天蛾科昆虫的种类及种群消长动态, 本研究于 2014-2023 年利用虫情测报灯对该地区天蛾科昆虫进行了调查鉴定, 旨在为天蛾科昆虫的监测预警和科学防控提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

灯诱设备: 设置虫情测报灯 (以下简称测报灯) 1 台, 型号为 JDAo-III 型, 光源为 20 W 黑光灯管, 主波长 365 nm, 灯管中间位置与地表面垂直距离 1.5 m, 利用远红外处理虫体, 采用雨控装置, 将雨虫分离, 通过自带的光控系统控制开关灯, 天黑自动开灯、天亮自动关灯。鹤壁佳多科工贸股份有限公司生产。

### 1.2 方 法

在漯河市农业科学院试验基地 (33°36' N, 113°59' E) 进行试验。基地内有小麦-玉米、小麦-花生、小麦-大豆、小麦-芝麻、小麦-红薯轮作田, 田间路旁种有女贞、紫薇、洋槐、柳树、黄杨等景观植物, 基地院墙外东侧临 107 国道, 种植有速生杨防护林带, 周围农田主要种植小麦、玉米、桃、梨和葡萄等。于 2014-2017 年每年的 4-10 月, 2018-

2023年每年的3-11月对农林天蛾科昆虫成虫进行监测。测报灯四周视野开阔,无高大建筑物或树木遮挡。每天早晨收集诱捕到的天蛾昆虫,带回室内进行分类鉴定,记录天蛾的种类和数量。昆虫种类鉴定依据河南农业大学中原农业博物馆、漯河市农业科学院昆虫标本室已鉴定命名标本,并参考《中国蛾类图鉴》(IV)<sup>[18]</sup>、《蛾类图册》<sup>[19]</sup>和《农业昆虫鉴定》<sup>[20]</sup>等文献。

### 1.3 数据统计分析

用WPS Office 2023进行统计和数量动态分析,监测期内虫量最多的日期为高峰日。种群优势度 Dominance (D) 采用 Berger-Parker 优势度指数<sup>[21]</sup>进行分析,  $D = N_i / N$ 。  $N_i$  为第  $i$  个物种的个体

数量,  $N$  为所有物种的数量。当  $D \geq 0.1$  时,该物种为优势种;  $0.05 \leq D < 0.1$  为丰盛种;  $0.025 \leq D < 0.05$  为常见种;  $0.001 \leq D < 0.025$  为少见种;  $D < 0.001$  为极少种。

## 2 结果与分析

### 2.1 天蛾科昆虫灯下种类组成及优势种

2014-2023年,河南漯河测报灯下诱捕到的天蛾科昆虫成虫共计17种,隶属于4亚科14属(表1)。其中,云纹天蛾亚科最多,有6属8种;其次是面形天蛾亚科和蜂形天蛾亚科,均有3属3种;斜纹天蛾亚科有2属3种。

表1 2014-2023年河南漯河天蛾科昆虫灯下种类

亚科	属	种
云纹天蛾亚科	豆天蛾属 <i>Clanis</i>	豆天蛾 <i>Clanis bilineata tsingtauca</i> Mell
Ambulicinae	六点天蛾属 <i>Marumba</i>	桃六点天蛾 <i>Marumba gaschkewitschii</i> Bremer et Grey
		栗六点天蛾 <i>Marumba sperchius</i> Menetres
	月天蛾属 <i>Parum</i>	构月天蛾 <i>Parum colligata</i> Walker
	目天蛾属 <i>Smerinthus</i>	蓝目天蛾 <i>Smerinthus planus</i> Walker
面形天蛾亚科	绿天蛾属 <i>Callambulyx</i>	榆绿天蛾 <i>Callambulyx tatarinovi</i> Bremer et Gery
	鹰翅天蛾属 <i>Oxyambulyx</i>	核桃鹰翅天蛾 <i>Oxyambulyx schauffel bergeri</i> Bremer et Grey
		鹰翅天蛾 <i>Oxyambulyx ochracea</i> Butler
Acherontiinae	白薯天蛾属 <i>Herse</i>	甘薯天蛾 <i>Herse convolvuli</i> Linnaeus
	霜天蛾属 <i>Psilogramma</i>	霜天蛾 <i>Psilogramma menephron</i> Cramer
斜纹天蛾亚科	星天蛾属 <i>Dalbina</i>	绒星天蛾 <i>Dalbina tancrei</i> Staudinger
	斜纹天蛾属 <i>Theretra</i>	雀纹天蛾 <i>Theretra japonica</i> Orza
Choerocampinae		斜纹天蛾 <i>Theretra clotho</i> Drury
	红天蛾属 <i>Pergesa</i>	红天蛾 <i>Pergesa elpenor lewisi</i> Butler
蜂形天蛾亚科	葡萄天蛾属 <i>Ampelophaga</i>	葡萄天蛾 <i>Ampelophaga rubiginosa</i> Bremer et Grey
	Philampelinae	小豆长喙天蛾 <i>Macroglossum stellatarum</i> Linnaeus
	缺角天蛾属 <i>Acosmeryx</i>	缺角天蛾 <i>Acosmeryx castanea</i> Rothschild et Jordan

由种群优势度(表2)可知,甘薯天蛾、豆天蛾和雀纹天蛾每年都有发生,平均优势度分别为0.266 9、0.293 2和0.236 3,是河南漯河灯下天蛾科昆虫的优势种。其中,甘薯天蛾每年均为优势种;豆天蛾在2022年和2023年为丰盛种,其他年份为优势种;雀纹天蛾在2014年为常见种,其他年份为优势种。桃六点天蛾、构月天蛾和霜天蛾每年可见,平均优势度分别为0.066 1、0.033 4和

0.051 1。其中,桃六点天蛾在2019年和2023年为优势种,2016年为常见种,2014年和2015年为少见种,其他5年为丰盛种;构月天蛾在2016年和2019年为丰盛种,2017、2021、2022和2023年为常见种,其他年份为少见种;霜天蛾在2017、2020、2021和2023年为丰盛种,其他年份为常见种。另外11种天蛾出现的年份较少、优势度较低。如栗六点天蛾和缺角天蛾分别仅在2019年和2020年

出现,优势度分别为 0.002 2 和 0.014 2,为少见种;斜纹天蛾仅在 2022 年和 2023 年出现,平均优势度为 0.001 6,核桃鹰翅天蛾仅在 2020 年和 2023 年出现,平均优势度为 0.002 0,均为少见种。

表 2 2014-2023 年河南漯河测报灯下天蛾科昆虫种群优势度

年份/年	昆虫种类																
	甘薯天蛾	豆天蛾	桃六点天蛾	栗六点天蛾	葡萄天蛾	红天蛾	雀纹天蛾	斜纹天蛾	构月天蛾	蓝目天蛾	霜天蛾	榆绿天蛾	绒星天蛾	小豆长喙天蛾	核桃鹰翅天蛾	鹰翅天蛾	缺角天蛾
2014	0.186 6	0.694 0	0.010 0	0	0	0	0.037 3	0	0.014 9	0.019 9	0.032 3	0	0	0.50	0	0	0
2015	0.244 4	0.501 9	0.009 3	0	0.003 7	0	0.128 7	0	0.014 9	0.028 0	0.048 5	0.020 5	0	0	0	0	0
2016	0.152 8	0.458 5	0.033 7	0	0.005 2	0.005 2	0.165 8	0	0.080 3	0.018 1	0.041 5	0.038 9	0	0	0	0	0
2017	0.251 0	0.231 4	0.070 6	0	0.003 9	0.011 8	0.302 0	0	0.035 3	0.019 6	0.058 8	0.015 7	0	0	0	0	0
2018	0.373 5	0.150 3	0.072 9	0	0.003 0	0.004 5	0.312 5	0	0.022 3	0.013 4	0.026 8	0.010 4	0.007 4	0.001 5	0	0.001 5	0
2019	0.325 9	0.247 8	0.118 3	0.002 2	0.006 7	0.015 6	0.129 5	0	0.069 2	0.026 8	0.035 7	0.004 5	0.015 6	0	0	0.002 2	0
2020	0.283 7	0.326 2	0.056 7	0	0.007 1	0	0.156 0	0	0.014 2	0	0.085 1	0.007 1	0.042 6	0	0.007 1	0	0.014 2
2021	0.214 6	0.191 0	0.073 1	0	0.004 7	0.002 4	0.358 5	0	0.025 9	0	0.096 7	0.004 7	0.025 9	0.002 4	0	0	0
2022	0.421 4	0.072 3	0.082 3	0	0.005 0	0	0.339 2	0.002 5	0.027 4	0.002 5	0.029 9	0.005 0	0.007 5	0.005 0	0	0	0
2023	0.215 0	0.058 6	0.133 6	0	0.003 3	0.003 3	0.433 2	0.013 0	0.029 3	0.003 3	0.055 4	0.006 5	0.009 8	0.022 8	0.013 0	0	0
平均	0.266 9	0.293 2	0.066 1	0.000 2	0.004 3	0.004 3	0.236 3	0.001 6	0.033 4	0.013 2	0.051 1	0.011 3	0.010 9	0.053 2	0.002 0	0.000 4	0.001 4

表 3 2014-2023 年河南漯河天蛾科昆虫灯下见虫日及高峰

年份/年	甘薯天蛾				豆天蛾				雀纹天蛾			
	始见日 (月-日)	终见日 (月-日)	高峰日 (月-日)	高峰 日虫 量/头	始见日 (月-日)	终见日 (月-日)	高峰日 (月-日)	高峰 日虫 量/头	始见日 (月-日)	终见日 (月-日)	高峰日 (月-日)	高峰 日虫 量/头
2014	05-31	10-10	08-28	5	06-17	09-20	07-17	19	05-24	08-21	07-02	3
							07-23	19				
2015	05-14	10-07	08-14	7	06-06	08-27	07-17	28	05-23	09-25	08-07	8
2016	05-29	10-03	08-25	4	06-04	09-10	07-13	23	05-06	09-28	08-08	8
2017	06-24	09-24	08-27	5	05-24	08-05	07-26	7	05-01	09-12	08-13	7
2018	06-03	10-18	09-05	26	06-10	09-12	07-15	7	04-20	09-19	07-21	12
							07-16	7				
							07-18	7				
							07-19	7				
2019	05-24	09-29	09-01	11	05-26	09-03	07-25	15	04-15	09-09	07-27	4
2020	05-04	09-19	08-21	5	07-07	09-14	07-15	6	04-28	09-07	08-05	2
2021	06-02	10-11	08-18	6	05-18	09-10	07-16	7	04-12	10-01	08-18	9
2022	06-02	10-15	08-30	10	06-19	09-21	07-24	5	04-17	09-23	08-21	9
2023	05-16	11-08	09-09	5	06-08	09-09	07-22	2	04-28	09-20	08-08	6

## 2.2 发生动态

2.2.1 天蛾混合种群消长动态 由2014–2023年河南漯河测报灯下多种天蛾成虫混合种群10 a 日数量总和的消长动态(图1)可知,天蛾混合种群始见日在4月12日,终见日在11月8日。7月8日至9月10日虫量较多,期间诱虫量占10 a 诱虫总量的79.31%。

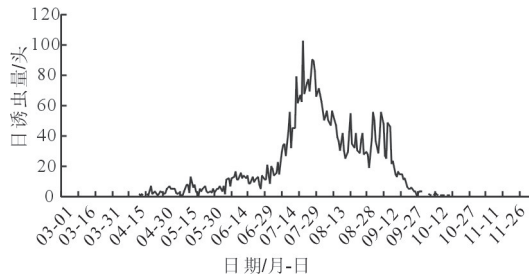


图1 2014–2023年河南漯河天蛾混合种群消长动态

2.2.2 甘薯天蛾种群消长动态 由表3可以看出,2014–2023年甘薯天蛾的始见日一般在5月中旬至6月上旬,最早在5月4日(2020年),最晚在6月24日(2017年);终见日一般在9月下旬至10月中旬,最早在9月19日(2020年),最晚在11月8日(2023年)。

根据种群消长动态(图2),甘薯天蛾诱虫高峰期在7月27日至9月9日,期间诱虫量占10 a 诱虫总量的70.79%。高峰日在8月中旬至9月上旬,不同年份高峰日虫量不同,2018年高峰日虫量最多,为26头,其次是2019年(11头),2016年高峰日虫量仅4头(表3)。

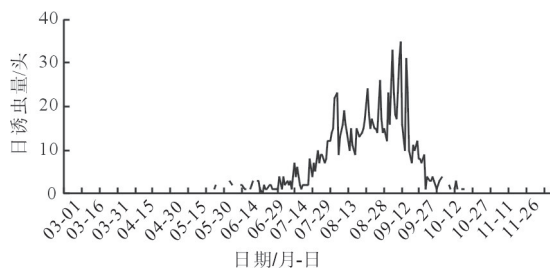


图2 2014–2023年河南漯河甘薯天蛾种群消长动态

2.2.3 豆天蛾种群消长动态 由表3可以看出,2014–2023年豆天蛾的始见日一般在5月下旬至6月中旬,最早出现在5月18日(2021年),最晚出现在7月7日(2020年);终见日一般在9月上、中旬,最早在8月5日(2017年),最晚在9月21日(2022年)。

2014–2023年共诱集到豆天蛾成虫1 170头,其灯下种群动态见图3。与甘薯天蛾相比,豆天蛾

盛期发生时间相对较早而集中,诱虫高峰期和高峰日均在7月中、下旬,高峰期诱虫量占10 a 诱虫总量的71.88%。高峰日虫量在2015年最多,为28头;其次是2016年(23头)。通常每年只出现1个峰值,但在2014年间隔6 d再次出现峰值,峰日蛾量均为19头(表3)。

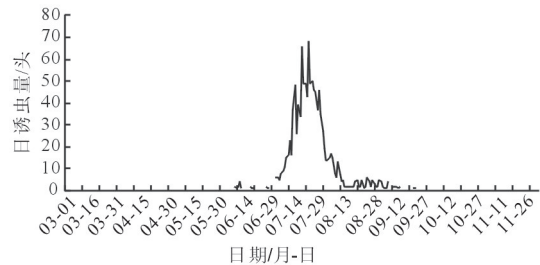


图3 2014–2023年河南漯河豆天蛾种群消长动态

2.2.4 雀纹天蛾种群消长动态 从表3可知,雀纹天蛾的始见日在4月中旬至5月下旬,早于甘薯天蛾和豆天蛾;终见日一般在9月,早于甘薯天蛾,晚于豆天蛾。

由种群动态(图4)可以看出,雀纹天蛾的诱虫高峰主要集中在7月下旬至9月中旬,期间诱虫量占10 a 诱虫总量的74.79%,在5月中旬和6月下旬至7月上旬,各有1个诱虫小高峰,期间虫量分别占10 a 诱虫总量的3.74%和7.80%。诱虫高峰日一般在8月上、中旬,单日最高诱虫12头(表3)。

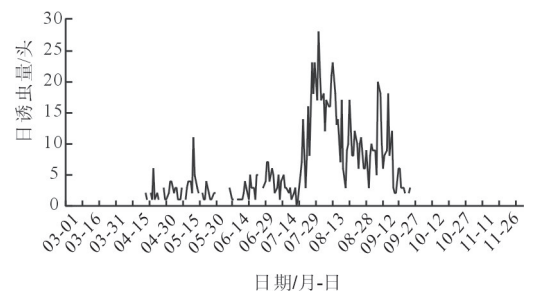


图4 2014–2023年河南漯河雀纹天蛾种群消长动态

## 3 结论与讨论

灯光诱集是监测农林害虫的一种有效手段,对了解其种群动态,做到科学防治具有重要的意义。本研究于2014–2023年利用测报灯对河南漯河农田天蛾科昆虫进行了系统监测,结果表明该地区灯下天蛾科昆虫共计17种,隶属于4亚科14属。其中,云纹天蛾亚科最多,有6属8种,其次为面形天蛾亚科和蜂形天蛾亚科,均有3属3种,斜纹天蛾亚科有2属3种。甘薯天蛾、豆天蛾和雀纹天蛾为

优势种。该结果与侯艳红等<sup>[22]</sup>调查的灯下天蛾科昆虫的种类及优势种基本一致,与之相比,本研究增加了栗六点天蛾、核桃鹰翅天蛾、鹰翅天蛾、斜纹天蛾和缺角天蛾 5 种天蛾,但未监测到鬼脸天蛾、芝麻鬼脸天蛾和沙枣白眉天蛾。从不同年份出现的次数和种群优势度看,增加和减少的这几种天蛾均是年度间偶尔出现,种群优势度低,为极少见天蛾昆虫。

本研究监测结果显示,豆天蛾在天蛾科昆虫种群中近 10 a 有 8 a 为优势种,但年平均诱虫量仅为 117 头,远低于有资料显示的 20 世纪 80 年代的年平均诱虫量(2 114.60 头)和 90 年代的年平均诱虫量(682.50 头),也低于 21 世纪初 10 年的年平均诱虫量(422.00 头)。近 30 a 来,豆天蛾灯下成虫数量呈明显下降趋势。分析认为,可能与以下因素有关:一是气候因素,但具体影响因子尚不清楚,有待进一步探讨;二是与当地防治水平不断提高有关;三是与近些年群众常到田间大量捕捉其幼虫所致。据报道,豆天蛾具有较高的药用和食用价值<sup>[23,24]</sup>,在江苏连云港市及周边地区豆天蛾幼虫早已成为重要的食用昆虫。近年来,随着豆天蛾营养价值的发掘和人们对绿色昆虫源食品需求的提高,相关产业迅速发展,市场上对豆天蛾的需求迅速扩大,致使群众到田间大量捕捉幼虫,人为减少了豆天蛾田间的发生量。

本研究结果表明,河南漯河甘薯天蛾、豆天蛾和雀纹天蛾的成虫高峰期分别在 7 月下旬至 9 月上旬、7 月中下旬和 7 月下旬至 9 月中旬,可利用此监测结果,在天蛾成虫羽化高峰期田间设置杀虫灯进行灯光诱杀<sup>[6]</sup>,以减少田间落卵量,减轻幼虫在田间的为害。

#### 参 考 文 献:

[1] 黄羿鑫,严明,许振邦,等. 安徽省天蛾科成虫分类研究[J]. 安徽林业科技,2023,49(3): 43-51.

[2] 崔建新,李丹,关俊杰,等. 吊飞条件下八种天蛾的飞行能力与翅型的关系[J]. 应用昆虫学报,2023,60(5): 1 493-1 506.

[3] 仵均祥. 农业昆虫学(北方本)[M]. 北京:中国农业出版社,2002.

[4] 李云祥. 农业昆虫学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.

[5] 吕飞,刘玉升,王振鹏,等. 豆天蛾生产与综合利用的研究进展[J]. 华东昆虫学报,2006,15(3):

192-195.

[6] 田华. 大豆害虫豆天蛾的危害与综合防治[J]. 南阳师范学院学报,2009,8(6): 58-60.

[7] 李照会. 农业昆虫鉴定[M]. 北京:中国农业出版社,2002.

[8] 张桂兰,杨云河,冯庆明,等. 桃六点天蛾的发生与防治[J]. 天津农林科技,2011(6): 14.

[9] 孙晓晓,梁丹,高斌,等. 霜天蛾危害状况与生物学特性调查及防治[J]. 河北林业科技,2019(1): 33-34.

[10] 马奇祥,孔建. 经济作物病虫害实用原色图谱[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1999.

[11] 宋海燕,李丽莉,张晴晴,等. 山东省探照灯诱虫器和地面灯诱虫器诱集昆虫群落结构[J]. 应用昆虫学报,2021,58(3): 724-735.

[12] 常宝山. 用频振式杀虫灯防治林木害虫试验[J]. 山西林业,2005(3): 30-31.

[13] 梁振山,张辉. 浅谈园林景观植物管护与病虫害防治[J]. 陕西农业科学,2013,59(4): 165-167+172.

[14] 曹凯丽,汪姝玥,于冰洁,等. 中哈边境塔城区域迁飞性昆虫雷达观测研究初探[J]. 植物保护,2020,46(2): 30-37.

[15] 伍有声,董祖林,高泽正,等. 广州市危害园林植物的天蛾种类及其寄主[J]. 仲恺农业技术学院学报,2004,17(4): 33-38.

[16] 张磊,尹红,刘海鹏,等. 衡水湖桃栽植区天蛾科昆虫种群动态调查[J]. 河北果树,2023(1): 16-17+23.

[17] 许艳妮,宋梁栋. 兴平市 2015-2017 年部分鳞翅目昆虫名录[J]. 陕西农业科学,2018,64(8): 89-92+96.

[18] 朱弘复,王林瑶. 中国蛾类图鉴(IV)[M]. 北京:科学出版社,1983.

[19] 王林瑶. 蛾类图鉴[M]. 北京:科学出版社,1984.

[20] 黄其林,田立新,杨莲芳. 农业昆虫鉴定[M]. 上海:上海科学技术出版社,1984.

[21] 钱迎倩,马克平. 生物多样性研究的原理与方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1994.

[22] 侯艳红,陈琦,范志业,等. 近 30 a 农田灯下天蛾种类及消长规律[J]. 山西农业科学,2018,46(1): 104-107.

[23] 钱蕾,秦毅,张佳,等. 滞育时间对豆天蛾幼虫营养成分及代谢酶活性的影响[J]. 江苏农业学报,2024,40(1): 149-155.

[24] 庞素芸,禹豹,杨新泉,等. 豆天蛾养殖过程中病原真菌的分离与鉴定[J]. 福建农林大学学报(自然科学版),2024,53(4): 451-457.