调 查 研 究
Investigations

河南漯河灯下地老虎种群监测及动态分析

陈 琦[1#], 陈 莉[1#], 李天娇[2], 侯艳红[1], 刘 迪[1], 范志业[1],
沈海龙[1], 杜梦园[1], 李雷雷[1], 王文豪[1], 段 云[3*], 李世民[1*]

(1. 漯河市农业科学院, 国家农业科学植物保护郾城观测实验站, 漯河 462300; 2. 全国农业技术推广服务中心, 北京 100125; 3. 河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州 450002)

摘要 为了解漯河地区地老虎类成虫的种群动态,2006 年—2021 年,在河南省漯河利用虫情测报灯对其成虫种群进行了持续监测。结果表明,16 年诱集的地老虎类害虫共计 4 种 44 899 头,主要包括小地老虎 *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel)、大地老虎 *A. tokionis* Butler、黄地老虎 *A. segetum* (Denis *et* Schiffermüller)和八字地老虎 *Xestia c-nigrum* (Linnaeus),不同种类间年诱虫量差异较大。混合种群发生盛期在 5 月下旬至 8 月上旬。小地老虎在河南漯河 1 年可见 4 代成虫,以第 1 代诱虫量最大;诱虫高峰主要集中在 5 月下旬至 7 月上旬(1 代)和 7 月上旬至 8 月上旬(2 代);近 16 年间小地老虎在各年均为优势种,但其虫量和诱虫的比例在近几年呈明显下降的趋势。黄地老虎年度诱虫量在近几年上升趋势明显,诱虫高峰主要集中在 6 月中旬至 7 月上旬。大地老虎成虫盛发期在 10 月上旬至 10 月下旬,八字地老虎所占比例有所上升,但全年无明显的诱虫高峰;而且这两个种类的诱虫数量较少。

关键词 地老虎; 测报灯; 发生盛期; 变化趋势

中图分类号: S 433.4 **文献标识码**: A **DOI**: 10.16688/j.zwbh.2021709

Light trap monitoring and population dynamics analysis of cutworms in Luohe, Henan province

CHEN Qi[1#], CHEN Li[1#], LI Tianjiao[2], HOU Yanhong[1], LIU Di[1], FAN Zhiye[1],
SHEN Hailong[1], DU Mengyuan[1], LI Leilei[1], WANG Wenhao[1], DUAN Yun[3*], LI Shimin[1*]

(1. *Luohe Academy of Agricultural Sciences, National Agricultural Experimental Station for Plant Protection in Yancheng, Luohe* 462300, *China*; 2. *National Agro-Technical Extension and Service Center, Beijing* 100125, *China*; 3. *Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou* 450002, *China*)

Abstract To understand the population dynamics of cutworms, we consecutively monitored the adult population of these pests in Luohe with a light trap from 2006 to 2021. The results showed that 44 899 individuals of four species were trapped in the past 16 years, including *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel), *A. tokionis* Butler, *A. segetum* (Denis *et* Schiffermüller) and *Xestia c-nigrum* (Linnaeus). There was a great difference in the number of annual catches among different species. The emergence peak of the mixed population was in late May to early August. The adults of *A. ipsilon* occurred four generations per year, and the first generation held the most catches. The emergence peak of *A. ipsilon* was mainly in late May to early July (the first generation) and early July to early August (the second generation). Over the 16 years, *A. ipsilon* was the dominant species in each year, but its number and proportion showed a significant decline in recent years. In recent years, the annual catches of *A. segetum* increased obviously, and the population peaked mainly in mid-June to early July. *A. tokionis* and *X. c-nigrum* had relatively small numbers. The emergence peak of *A. tokionis* was from early October to late October. The adult population of *X. c-nigrum* increased in recent years, but there was no clear peak throughout the year.

收稿日期: 2021-12-21 **修订日期**: 2022-02-08
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);河南省重大科技专项(201300111500);河南省现代农业产业技术体系(HARS-22-01-Z4)
* 通信作者 E-mail:段云 duanyunhao@163.com;李世民 ldachong66@sina.com
为并列第一作者

Key words cutworm; light trap; emergence peak; dynamic and trend

地老虎隶属鳞翅目 Lepidoptera，夜蛾科 Noctuidae，幼虫统称地蚕、土蚕、切根虫、截虫；其食性杂，寄主范围十分广泛，以幼虫为害多种蔬菜、花卉、大田作物和果树、林木幼苗及杂草。1、2 龄幼虫为害作物的心叶或嫩叶，造成孔洞或缺刻，3 龄后在近地面切断作物幼苗的嫩茎，造成缺苗断垄，严重时毁种重播[1]，是我国重要的农业害虫。其分布广，种类多，从全国发生为害来看，以小地老虎 *Agrotis ipsilon*（Hüfnagel）和黄地老虎 *A. segetum*（Denis *et* Schiffermüller）分布最广，为害最重，大地老虎 *A. tokionis* Butler、警纹地老虎 *A. exclamationis*（Linnaeus）、白边地老虎 *Euxoa oberthuri*（Leech）和八字地老虎 *Xestia c-nigrum*（Linnaeus）等常在局部地区发生为害[2]。

我国记载的农区地老虎有 170 种，常见为害农作物的地老虎大约有 20 种[2]。受气候、土壤、食物、耕作栽培和天敌等环境因素的影响[3]，各地地老虎的种类和发生情况并不相同。周燕等[4]在山东省长岛县北隍城岛的系统监测表明，跨越渤海迁飞的地老虎有小地老虎、大地老虎、黄地老虎、八字地老虎和绿毛地老虎 *A. praecox* Linnaeus。张智等[5]对地老虎成虫种群的监测发现，北京顺义区的地老虎有八字地老虎、小地老虎、黄地老虎、大地老虎、警纹地老虎和白边地老虎，八字地老虎已成为当地最主要的地老虎类害虫，超过常年优势种小地老虎。新疆库尔勒市和库车县的地老虎主要为黄地老虎、警纹地老虎和八字地老虎[6-7]。山西临汾、山东济南、甘肃兰州和宁夏石嘴山等地的地老虎种类主要是小地老虎[8-11]。河南省对地老虎的发生为害规律报道较少，李世民等[12]明确了河南漯河地老虎类优势种为小地老虎以及其种群变化趋势，但未阐明其种群动态。本研究 2006 年－2021 年利用虫情测报灯对河南漯河地老虎成虫种群动态进行了连续监测，通过此项监测，以期明确漯河地区地老虎的种类、为害地位以及种群消长动态规律，为其预测预报和有效防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 监测工具

设置虫情测报灯（以下简称测报灯）1 台，型号 JBD2 型，灯管功率 20 W、主波长 365 nm，灯管中心离地高度 1.5 m，通过自带的光控系统控制开关灯，灯上安装有直径约 1.5 m 的雨棚。鹤壁佳多科工贸股份有限公司研制生产。

1.2 试验方法

在漯河市农业科学院五里岗试验基地（33°36′N，113°59′E）进行试验。于 2006 年－2017 年每年的 4 月－10 月、2018 年－2021 年每年的 3 月－11 月，对地老虎成虫进行监测。测报灯四周视野开阔，无高大建筑物和树木遮挡。灯与作物间距 5 m 以上。基地内作物以小麦—玉米、小麦—大豆、小麦—花生、小麦—芝麻、小麦—红薯等方式连作，基地外有以速生杨树为主的绿化林带，周围农田主要种植小麦和玉米。试验期间每天早晨收集诱捕到的地老虎，带回室内进行分类、记录数量。

1.3 数据统计分析

用 WPS Office 2021 进行统计和数量动态分析，采用 SPSS 20.0 软件进行单因素方差分析（ANOVA，Duncan 氏多重比较法，$P<0.05$），各代监测虫量最多的日期为高峰日。

2 结果与分析

2.1 灯下地老虎种类组成及优势度分析

2006 年－2021 年，诱集到地老虎成虫 4 种，共 44 899 头，数量最多的是小地老虎，共 42 827 头，占诱集地老虎成虫总数的 95.39%。数量位居第二的是黄地老虎，有 1 272 头，占 2.83%。大地老虎和八字地老虎数量较少，分别占 1.15% 和 0.63%。

4 种地老虎之间年度诱集成虫量差异较大（图 1）。16 年间年度诱虫量均以小地老虎为最高（216～8 771 头），显著高于其他 3 种地老虎（4～278 头）（$P<0.05$），年平均诱虫量为 2 676.69 头；黄地老虎年度诱虫量在近几年增加明显，其中 2016、2019 年和 2020 年的年度诱虫量分别达到 161、278 头和 166 头（表 1）。根据占比（表 1）小地老虎在 16 年中均是优势种，但其所占比例呈明显下降的趋势；黄地老虎所占比例明显上升，在 2016、2019 年和 2020 年所占比例分别为 13.59%、21.40% 和 40.29%，上升为优势种；八字地老虎所占比例有所上升，在 2020 年和 2021 年达到最高（4.13% 和 7.44%）；大地老虎所占比例没有明显变化。

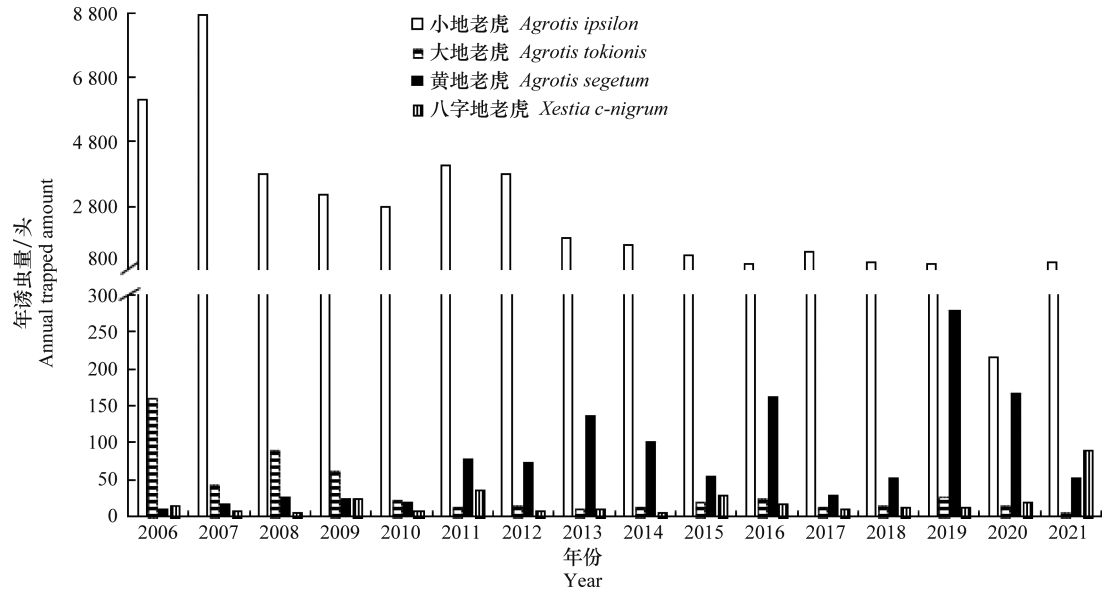


图 1　2006 年－2021 年漯河市测报灯下各种地老虎年度诱虫量

Fig. 1　Annual amount of each species of cutworms trapped by the monitoring light in Luohe, Henan province from 2006 to 2021

表 1　2006 年－2021 年 4 种地老虎的数量及占比[1)]

Table 1　The number and proportion of each species of cutworms from 2006 to 2021

年份 Year	地老虎类诱蛾总数/头 Total catches of cutworms	诱虫量/头 Trapped amount				百分比/% Proportion			
		小地老虎 *A. ipsilon*	大地老虎 *A. tokionis*	黄地老虎 *A. segetum*	八字地老虎 *X. c-nigrum*	小地老虎 *A. ipsilon*	大地老虎 *A. tokionis*	黄地老虎 *A. segetum*	八字地老虎 *X. c-nigrum*
2006	6 287	6 106 a	158 b	10 d	13 c	97.12	2.51	0.16	0.21
2007	8 836	8 771 a	41 b	17 c	7 d	99.26	0.46	0.19	0.08
2008	3 925	3 805 a	89 b	27 c	4 d	96.94	2.27	0.69	0.10
2009	3 263	3 157 a	60 b	23 c	23 c	96.75	1.84	0.70	0.70
2010	2 800	2 755 a	19 b	19 b	7 c	98.39	0.68	0.68	0.25
2011	4 186	4 064 a	11 d	77 b	34 c	97.09	0.26	1.84	0.81
2012	3 873	3 783 a	13 c	72 b	5 d	97.68	0.34	1.86	0.13
2013	1 972	1 820 a	9 c	135 b	8 c	92.29	0.46	6.85	0.41
2014	1 721	1 605 a	10 c	102 b	4 d	93.26	0.58	5.93	0.23
2015	1 375	1 276 a	17 d	54 b	28 c	92.80	1.24	3.93	2.04
2016	1 185	985 a	23 c	161 b	16 d	83.12	1.94	13.59	1.35
2017	1 456	1 407 a	11 c	29 b	9 c	96.63	0.76	1.99	0.62
2018	1 113	1 039 a	12 c	51 b	11 c	93.35	1.08	4.58	0.99
2019	1 299	986 a	25 c	278 b	10 d	75.90	1.92	21.40	0.77
2020	412	216 a	13 d	166 b	17 c	52.43	3.16	40.29	4.13
2021	1 196	1 052 a	4 d	51 c	89 b	87.96	0.33	4.26	7.44
平均 Average	2 806.19	2 676.69 a	32.19 c	79.50 b	17.81 d	—	—	—	—

1) 表中同行不同字母表示差异显著($P<0.05$)。
Different letters in the same row indicate significant difference ($P<0.05$).

2.2　发生动态

2.2.1　地老虎混合种群的动态

2006 年－2021 年漯河市测报灯下多种地老虎成虫混合种群 16 年旬数量总和的变化规律见图 2,地老虎混合种群始见期为 3 月上旬,终见期为 11 月中旬。成虫种群动态全年可划分为越冬代、第 1 代、第 2 代和第 3 代,对应时间分别为 3 月上旬至 5 月上旬、5 月上旬至 7 月上旬、7 月上旬至 9 月中旬和 9 月中旬至 11 月中旬。5 月下旬至 8 月上旬虫量较多,可见 2 个明显的高峰期,分别为 5 月下旬至 7 月上旬(1 代)、7 月上旬至 8 月上旬(2 代),期间诱虫量为41 501 头,占 16 年诱虫总量的 92.43%。3 月上旬至 5 月中旬、8 月中旬至 11 月下旬虫量较少,无明显的诱虫高峰。

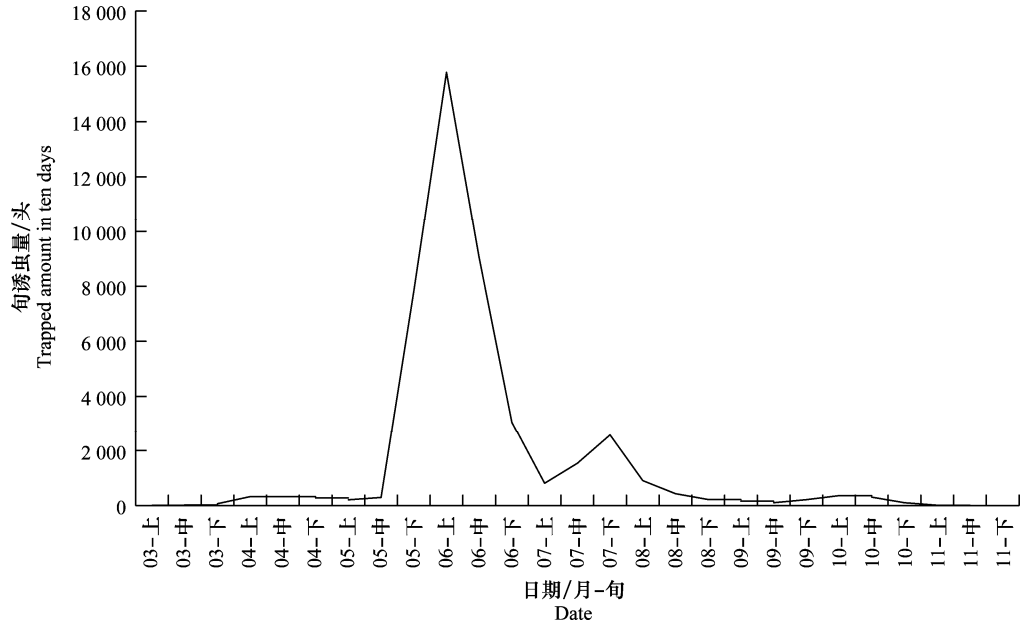


图 2　2006 年－2021 年漯河市测报灯下地老虎混合种群的种群动态

Fig. 2　The population dynamics of the mixed population of cutworms trapped by the monitoring light in Luohe, Henan province from 2006 to 2021

2.2.2　小地老虎的种群动态

在 2006 年－2021 年监测期间，小地老虎成虫始见日最早在 3 月 1 日，终见日最晚在 10 月 31 日（表 2）。根据种群动态（图 3），全年可划分为越冬代、第 1 代、第 2 代和第 3 代，对应时间分别为 3 月上旬至 5 月上旬、5 月上旬至 7 月上旬、7 月上旬至 9 月中旬和 9 月中旬至 10 月下旬。各旬诱虫量波动较大，从 16 年旬诱虫量趋势来看，以第 1 代诱虫量最大，期间诱虫量为 36 045 头，占 16 年诱虫总量的 84.16%；第 2 代次之（15.27%）。诱虫高峰主要集中在 5 月下旬至 8 月上旬，期间诱虫量为 40 501 头，占 16 年诱虫总量的 94.57%。越冬代成虫盛发期在 4 月上、中旬。9 月中旬至 11 月下旬虫量较少，无明显的诱虫高峰。

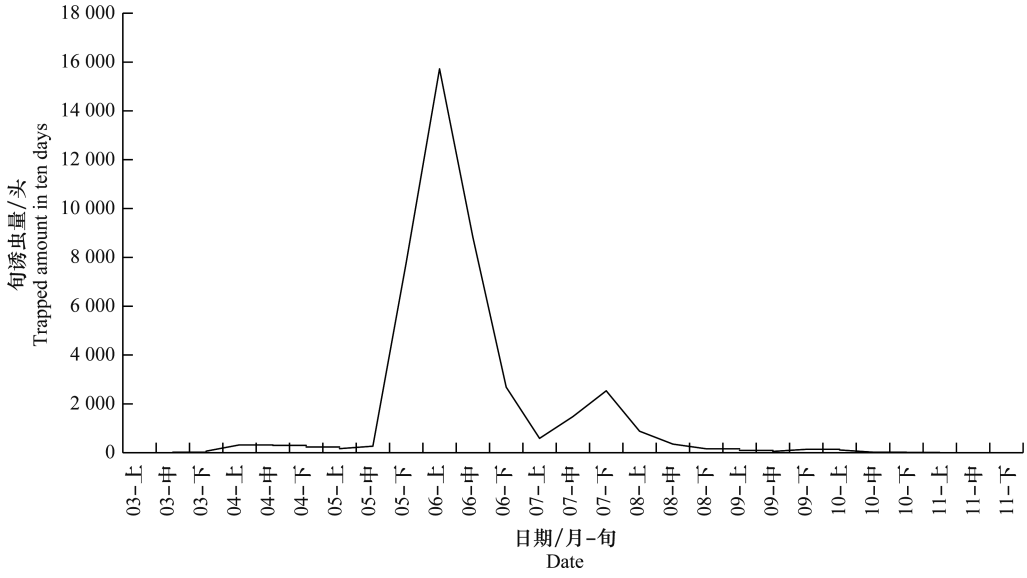


图 3　2006 年－2021 年漯河市测报灯下小地老虎的种群动态

Fig. 3　The population dynamics of *Agrotis ipsilon* trapped by the monitoring light in Luohe, Henan province from 2006 to 2021

不同年度间高峰日出现时间有一定差异,高峰日虫量也不同(表 3)。在 16 年监测期间,小地老虎第 1 代高峰日一般在 5 月下旬至 6 月中旬,最早出现在 5 月 21 日,最晚在 6 月 27 日;第 2 代高峰日在 7 月中、下旬,最早在 7 月 15 日,最晚在 7 月 31 日。第 1 代和第 2 代的单日最高诱虫量分别为 1 527 头(2006 年)和 85 头(2009 年)。2007 年第 3 代有一个诱虫小高峰,单日最高诱虫量为 19 头(10 月 3 日)。其他时间则无明显的诱虫高峰和高峰日。

表 2　2006 年—2021 年漯河市地老虎测报灯下见虫日

Table 2　The first and last day of cutworms trapped by the monitoring light in Luohe, Henan province from 2006 to 2021

年份 Year	小地老虎 *A. ipsilon*		大地老虎 *M. separata*		黄地老虎 *A. tokionis*		八字地老虎 *X. c-nigrum*	
	始见日/月-日 The first day	终见日/月-日 The last day	始见日/月-日 The first day	终见日/月-日 The last day	始见日/月-日 The first day	终见日/月-日 The last day	始见日/月-日 The first day	终见日/月-日 The last day
2006	04-01	10-28	09-30	10-22	05-06	09-16	05-20	10-10
2007	04-01	10-07	10-02	10-29	06-11	10-26	04-19	10-03
2008	04-01	10-31	10-01	10-26	04-13	10-16	06-23	10-31
2009	04-06	10-03	09-28	10-29	05-01	10-11	04-23	10-15
2010	04-02	10-11	10-08	10-30	04-24	10-08	06-20	10-10
2011	04-04	10-17	10-07	10-28	04-15	09-29	04-22	10-23
2012	04-07	10-09	10-01	10-25	04-27	10-11	10-01	10-27
2013	04-01	10-28	10-06	10-25	04-15	10-13	05-11	10-12
2014	04-02	10-29	10-06	10-24	05-08	10-19	10-04	10-26
2015	04-08	10-06	10-03	10-23	04-20	10-23	04-25	10-28
2016	04-06	10-30	10-05	10-31	04-18	10-03	06-04	10-18
2017	04-03	10-02	10-07	10-28	04-06	10-05	04-07	10-28
2018	03-01	10-15	10-06	11-04	04-15	10-18	03-14	10-30
2019	03-19	10-20	09-30	11-11	04-24	11-11	04-15	06-27
2020	03-12	09-14	10-07	11-07	04-11	10-29	04-14	11-08
2021	03-04	10-12	10-11	11-01	03-13	10-11	04-29	10-31

表 3　2006 年—2021 年漯河市测报灯下地老虎高峰

Table 3　The peak days of cutworms trapped by the monitoring light in Luohe, Henan province from 2006 to 2021

年份 Year	小地老虎 *A. ipsilon*				大地老虎 *M. separata*		黄地老虎 *A. tokionis*	
	第 1 代 The first generation		第 2 代 The second generation					
	高峰日/月-日 Peak day	高峰日虫量/头 Peak catch	高峰日/月-日 Peak day	高峰日虫量/头 Peak catch	高峰日/月-日 Peak day	高峰日虫量/头 Peak catch	高峰日/月-日 Peak day	高峰日虫量/头 Peak catch
2006	06-02	1 527	07-18	24	10-06	19	无	无
2007	06-08	1 093	07-31	29	无	无	无	无
2008	06-05	779	07-16	43	10-13	11	无	无
2009	06-15	352	07-17	85	无	无	无	无
2010	06-15	318	07-30	62	无	无	无	无
2011	05-28	614	07-21	22	无	无	无	无
2012	05-28	1 202	07-28	14	无	无	无	无
2013	06-12	148	07-15	31	无	无	无	无
2014	06-07	154	07-28	62	无	无	无	无
2015	06-13	123	07-30	20	无	无	无	无
2016	06-09	89	07-18	19	无	无	06-22	23
2017	05-21	192	07-24	81	无	无	无	无
2018	06-15	83	07-20	36	无	无	无	无
2019	06-27	42	07-28	42	无	无	06-27 08-20	23 11
2020	无	无	无	无	无	无	无	无
2021	06-11	57	07-29	34	无	无	08-19	12

2.2.3 其他3种地老虎的种群动态

2006年－2021年大地老虎、黄地老虎和八字地老虎的灯下种群动态见图4，大地老虎在河南漯河一年发生1代，9月下旬开始羽化，成虫盛发期在10月上旬至10月下旬，盛发期虫量占诱虫总量的96.70%，羽化末期在11月上、中旬。黄地老虎全年可划分为越冬代、第1代、第2代和第3代，对应时间为3月上旬至5月中旬、5月中旬至8月上旬、8月上旬至9月中旬和9月中旬至11月中旬。以第1代诱虫量最大，诱虫高峰主要集中在6月中旬至7月上旬，期间诱虫量占16年诱虫总量的53.77%。第2、3代诱虫高峰主要在8月中旬至10月上旬(25.31%)，越冬代在4月下旬至5月上旬诱虫量较多(3.77%)。八字地老虎全年诱虫量较少，16年诱虫量仅占4种地老虎诱虫总量的0.63%，在4月下旬至7月上旬和9月下旬至10月下旬诱虫量较多，占其全年诱虫总量的92.28%。

从表2可知，大地老虎的始见日一般在10月上旬，最早在9月28日(2009年)；终见日最晚在11月11日(2019年)。黄地老虎始见日时间不一致，最早为3月13日(2021年)，最晚为6月11日(2007年)；终见日也不一致，最早终见在9月16日(2006年)，最晚终见在11月11日(2019年)。八字地老虎始见日最早在3月14日(2018年)，最晚在10月4日(2014年)；终见日最早在6月27日(2019年)，最晚在11月8日(2020年)。

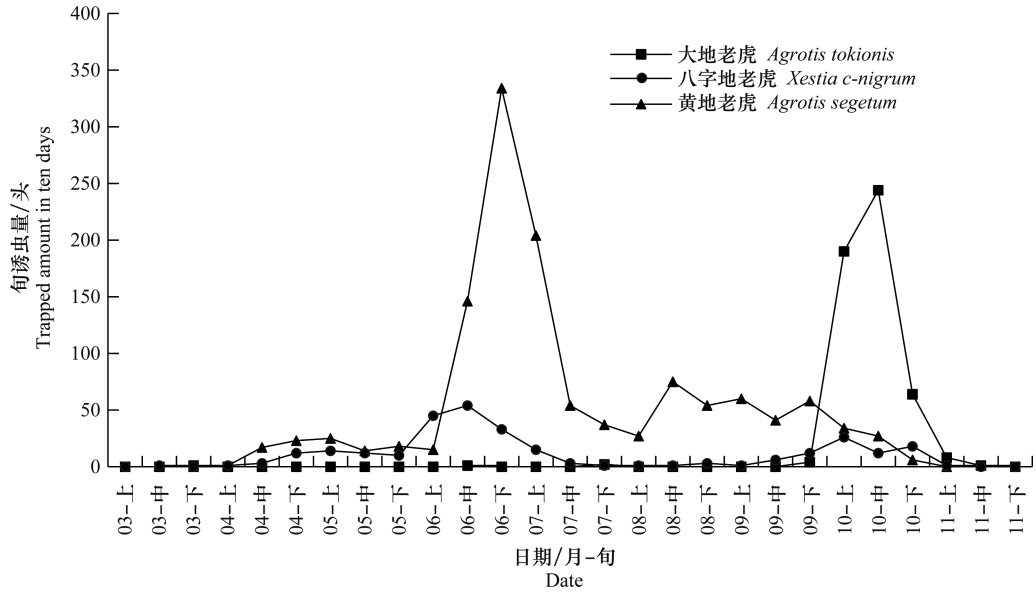


图4 2006年－2021年漯河市测报灯下大地老虎、黄地老虎和八字地老虎的种群动态

Fig. 4 The population dynamics of *Agrotis tokionis*, *Agrotis segetum* and *Xestia c-nigrum* trapped by the monitoring light in Luohe, Henan province from 2006 to 2021

大地老虎在2006年和2008年分别出现一个诱虫小高峰，高峰日分别在10月6日和10月13日，高峰日虫量分别为19头和11头，其他年份则无诱虫高峰。黄地老虎年度诱虫量在近几年上升趋势明显(图1)，在2016年和2019年出现诱虫小高峰，单日最高诱虫量达23头(表3)。八字地老虎全年无明显的诱虫高峰。

3 结论与讨论

地老虎是我国各类农作物苗期的重要地下害虫[2]，以为害具有隐蔽性和毁灭性的特点而著称[13]。了解当地地老虎种类、种群动态及其变化规律，可以科学指导防控，更好地服务于生产。本研究通过2006年－2021年连续监测，明确了漯河市测报灯下地老虎成虫主要包括小地老虎、大地老虎、黄地老虎和八字地老虎4种，年诱虫量最多达8 836头(平均2 806.19头)，灯下混合种群发生盛期在5月下旬至7月上旬(1代)和7月上旬至8月上旬(2代)(图2)。可利用地老虎的趋光性或趋化性，在其发生盛期设置黑光灯或糖醋液诱蛾器诱杀成虫。

小地老虎在我国各地均有分布，其寄主范围广，可为害棉花、玉米、马铃薯、大豆以及十字花科蔬菜等作物[14-15]，造成农业经济重大损失[16-17]。2006年－2021年在河南漯河开展的连续监测表明，小地老

虎年成虫量在 4 种地老虎中每年均是最高,其所占比例占当年诱虫总量的 52.43%～99.26%,为漯河地区地老虎的优势种。但其虫量和诱虫比例在近几年呈明显下降的趋势(图 1、表 1),其原因可能与越冬虫源或虫源地的种植结构调整有关。小地老虎是一种远距离迁飞性害虫,在我国北纬 33°以北的地区不能越冬[18],本研究监测地点为北纬 33°36′,一般年份小地老虎不能在此越冬,春季虫源为南方迁飞过来的越冬代成虫。2006 年－2021 年漯河监测点小地老虎越冬代成虫量有下降的趋势,由此可能会导致当地第 1 代发生量的下降,而第 1 代数量对其全年的诱虫量影响最大(约占全年 84.16%)。

根据本研究团队雌蛾卵巢发育进度和交尾率解剖资料,2013 年－2021 年漯河市测报灯下小地老虎第 1 代交尾率为 28.60% ～ 82.14%(平均 59.06%),交尾率比 20 世纪 80 年代 13.51%～41.27%(平均 25.81%)有明显上升。由于受特殊天气条件的影响导致小地老虎部分成虫不能起飞迁徙,按照“卵子发生-飞行拮抗症(oogenesis-flight syndrome)”理论[19],性成熟盛期的蛾子会滞留在当地不再迁出,继续繁殖为害,成为当地第 2 代的虫源。本研究在 2006 年－2021 年监测期间,小地老虎第 2 代的诱虫量有一个明显的高峰,其诱虫的比例在一些年份也有所增加。

黄地老虎是一种重要的农业害虫。近年来,在某些地区黄地老虎为害呈连年加重的趋势。在新疆阿拉尔垦区棉田黄地老虎在 2009、2010 年和 2013 年单灯诱蛾量在 3 400 头以上,其中 2009 年最高,达到了 3 780 头[20]。在新疆库尔勒市棉田黄地老虎 2012 年和 2013 年单灯诱蛾量在 3 200 头以上,其中 2012 年为历年最高,达 3 894 头[6]。何玉莹等[21]于 2014 年 8 月－10 月在石河子地区对蛾类进行定点监测,发现该地区 8 月蛾类个体数量最高,主要是由黄地老虎的个体数量剧增造成的。2006 年－2021 年在河南漯河开展的连续监测,黄地老虎在 2013、2014、2016、2019 年和 2020 年年诱虫量均在百头以上,其中 2019 年达到最大(278 头),单日最高诱虫量 23 头,而在 2013 年以前其年诱虫量仅在 30 头左右,该监测结果表明在河南漯河地区黄地老虎虫量在近几年呈明显上升的趋势,具体原因尚待明确。

参考文献

[1] 常虹. 地老虎类害虫迁飞定向行为及其相关调控基因研究[D]. 福州:福建农林大学, 2011.

[2] 陈一心. 中国农区地老虎[M]. 北京: 农业出版社, 1986.

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

[4] 周燕, 张浩文, 吴孔明. 农业害虫跨越渤海的迁飞规律与控制策略[J]. 应用昆虫学报, 2020, 57(2): 233－243.

[5] 张智, 解书香, 张云慧, 等. 北京顺义区八字地老虎的种群监测与发生世代分析[J]. 植物保护, 2015, 41(1): 147－149.

[6] 郭俊杰, 杨寒丽, 马诗科. 2010—2015 年新疆库尔勒市棉田主要害虫的种群监测结果分析[J]. 中国棉花, 2016, 43(7): 26－27.

[7] 姜玉英, 刘杰, 曾娟, 等. 新疆棉区盲蝽等棉田昆虫灯诱效果研究[J]. 中国植保导刊, 2017, 37(4): 50－55.

[8] 董晋明, 赵荣华, 陆俊姣, 等. 山西省农田地下害虫优势种群分布及其为害程度的调查研究[J]. 中国植保导刊, 2014, 34(12): 28－31.

[9] 宋海燕, 李丽莉, 张晴晴, 等. 山东省济南市探照灯诱集昆虫种类及种群动态分析[J]. 植物保护学报, 2021, 48(4): 927－928.

[10] 葛玉彬, 卯旭辉, 党占海. 甘肃向日葵害虫与天敌的种群动态及时间生态位[J]. 中国油料作物学报, 2015, 37(6): 868－875.

[11] 张云会, 王章训, 付召召, 等. 宁夏灌区玉米平播密植模式下的农田蛾类多样性研究[J]. 植物保护, 2015, 41(5): 26－31.

[12] 李世民, 陈琦, 齐晓红, 等. 漯河市地下害虫发生动态(2006—2015 年)[C]//陈万权. 植保科技创新与农业精准扶贫——中国植物保护学会 2016 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2016: 445.

[13] 曾娟. 中国小地老虎种群动态与发生为害演化趋势分析[D]. 北京:中国农业科学院, 2020.

[14] EISALAMOUNY S, LANGE M, JUTZI M, et al. Comparative study on the susceptibility of cutworms (Lepidoptera: Noctuidae) to *Agrotis segetum* nucleopolyhedro virus and *Agrotis ipsilon* nucleopolyhedrovirus [J]. Journal of Invertebrate Pathology, 2003, 84(2): 75－82.

[15] LEMIC D, DRMIC Z, BAZOK R. Population dynamics of noctuid moths and damage forecasting in sugar beet [J]. Agricultural and Forest Entomology, 2016, 18(2): 128－136.

[16] 蔡志平, 张栋海, 李克福, 等. 新疆小海子垦区果棉间作田黄地老虎、警纹地老虎和八字地老虎成虫种群动态[J]. 中国棉花, 2012, 39(3): 22－23.

[17] LADHARI A, OMEZZINE F, CHAIEB I, et al. Antifeeding and insecticidal effects of *Capparis spinosa* L. on *Spodoptera littoralis* (Boisduval) larvae [J]. African Journal of Agricultural Research, 2013, 8(42): 5232－5238.

[18] 全国小地老虎科研协作组. 小地老虎越冬与迁飞规律的研究[J]. 植物保护学报, 1990, 17(4): 330－341.

[19] JOHNSON C G. Migration and dispersal of insect s by flight [M]. London: Methuen, 1969.

[20] 陈婧, 罗树凯, 刘蓉, 等. 2006—2013 年新疆阿拉尔抗虫棉田主要害虫的种群监测[J]. 中国棉花, 2014, 41(7): 21－22.

[21] 何玉莹, 田奥, 王少山, 等. 石河子地区蛾类群落的分布特征[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2018, 36(2): 164－168.

(责任编辑: 田　喆)