

河南原阳东方粘虫和劳氏粘虫发生动态 与虫源性质分析*

段 云^{1**} 陈 琦² 苗 进¹ 董嘉欣¹ 王高平³ 武予清^{1***}

(1. 河南省农业科学院植物保护研究所, 河南省农作物病虫害防治重点实验室, 农业部华北南部有害生物
综合治理重点实验室, 郑州 450002; 2. 河南省漯河市农业科学院, 漯河 462000;
3. 河南农业大学植物保护学院, 郑州 450002)

摘 要 【目的】了解粘虫在河南原阳的发生规律和虫源性质, 为预测预报和综合防控提供参考。【方法】利用虫情测报灯对河南原阳 2020-2021 年东方粘虫 *Mythimna separata* 和劳氏粘虫 *Mythimna loreyi* 进行持续监测及种群动态分析, 并对 2018-2021 年 2 种粘虫各代的虫源性质进行分析。【结果】2020 年东方粘虫以第 2 代为主 (占全年总诱虫量的 52.95%), 2021 年以第 1 代为主 (占全年总诱虫量的 81.42%); 监测期间劳氏粘虫均以第 3 代为主, 分别占全年总诱虫量的 46.27% 和 43.10%。雌蛾卵巢解剖的结果表明, 东方粘虫第 1 代 (2019 年除外) 和第 3 代 (2020 年除外) 成虫中卵巢发育低级别 (I - II 级) 所占比例较高, 说明该代成虫以向外迁出为主, 第 2 代成虫卵巢发育高级别 (III - V 级) 所占比例较高, 以留在当地为主 (2020 年除外)。劳氏粘虫各代成虫卵巢发育低级别的比例均较低 (低于 25.00%), 各代成虫均以留在当地为主。【结论】河南原阳东方粘虫和劳氏粘虫的种群发生动态和虫源性质存在明显差异。

关键词 粘虫; 劳氏粘虫; 灯光监测; 种群动态; 虫源性质

Dynamics and population characteristics of *Mythimna separata* and *Mythimna loreyi* in Yuanyang, Henan province

DUAN Yun^{1**} CHEN Qi² MIAO Jin¹ DONG Jia-Xin¹
WANG Gao-Ping³ WU Yu-Qing^{1***}

(1. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Henan Key Laboratory of Crop Pest Control,
MOA's Regional Key Laboratory of Crop IPM in Southern Part of Northern China, Zhengzhou 450002, China;
2. Luohe Academy of Agricultural Sciences, Henan Province, Luohe 462000, China; 3. Collage of Plant
Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract 【Objectives】In order to understand the occurrence regularity of two armyworms in Yuanyang, Henan province, provide reference for the prediction and scientific control. 【Methods】*Mythimna separata* and *Mythimna loreyi* were monitored using monitoring lamp from 2020 to 2021, and the population characteristics of them were analyzed from 2018 to 2021. 【Results】The results showed that the 2nd generation of *M. separata* was the main generation in 2020 (accounting for 52.95% of the total number), while the 1st generation was the main generation in 2021 (accounting for 81.42% of the total number). The 3rd generation of *M. loreyi* was the main generation in 2020-2021, accounting for 46.27% and 43.10% of the total number, respectively. The results of ovarian anatomy of female moths showed that the low level proportion (grade I-II) in the 1st generation (except 2019) and the 3rd generation (except 2020) of *M. separata* were high, indicating that these adults mainly migrated outward. The high level proportion (grade III - V) in the 2nd generation was high, indicating that these adults

*资助项目 Supported projects: 国家公益性行业 (农业) 科研专项 (201403031); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系 (CARS-03); 河南省农业科学院自主创新项目 (2022ZC32)

**第一作者 First author, E-mail: duanyunhao@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: yuqingwu36@hotmail.com

收稿日期 Received: 2022-09-05; 接受日期 Accepted: 2022-12-17

mainly stayed locally (except 2020). The low level proportion in each generation of *M. loreyi* was low (less than 25.00%), indicating that each generation was mainly left in the local area. **[Conclusion]** There were obvious differences in dynamics and population characteristics between *M. separata* and *M. loreyi* in Yuanyang, Henan province.

Key words armyworm; *Mythimna loreyi*; light monitoring; population dynamics; population characteristics

粘虫属鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 昆虫。近年来,除东方粘虫 *Mythimna separata* (Walker) 在我国广泛发生为害外,劳氏粘虫 *Mythimna loreyi* (Duponchel) 发生呈上升趋势(郭松景等, 2003; 江幸福等, 2014a; 段云等, 2018)。这类害虫以幼虫取食为害小麦、玉米、水稻和谷子等禾本科作物和牧草,具多食性和暴食性,发生危害具有隐蔽性、偶发性和暴发性,长期以来一直是粮食作物上的重要害虫(江幸福等, 2014a; Qin *et al.*, 2018)。2020 年我国将这两种粘虫列为一类农作物病虫害名录。

东方粘虫和劳氏粘虫为近缘种,两者形态相近,为害特征基本相同,在田间也常混合发生(段云等, 2018; 仵均祥等, 2018; 陈琦等, 2020)。但因他们的生物学特性存在差异,尤其是对气候因子的响应不同。因此,即使是在同一地区,不同年份 2 种粘虫的种群动态也存在差异(段云等, 2021)。

河南原阳位于华北平原南端的豫北平原,在地貌上属黄河冲击平原,属于暖温带大陆性季风型气候,四季分明,耕作条件好,农业以小麦和玉米为主,是河南省重要的粮食生产基地,同时也是粘虫的重要发生地区之一。因此,了解和掌握该地区粘虫的种群动态,及时、准确地发布预测预报信息,对于粘虫的防控和保障粮食安全具有重要意义。段云等(2021)对 2015-2019 年河南原阳 2 种粘虫的成虫发生情况进行了持续监测及种群动态分析,但并未对各代的虫源性质及越冬情况进行分析。早期的研究表明,东方粘虫在我国 1 月份 0 °C 等温线(大致为 33°N)以北地区不能越冬(李光博, 1980; 江幸福等, 2014b),劳氏粘虫在我国的中北部地区(如河南漯河)也不能越冬存活(郭松景等, 2003)。近些年来,受气候变化的影响,北半球的暖冬现象频繁出现,冬季时间缩短,夏季和秋季时间延长的现象

也越来越明显,这些变化对 2 种粘虫在我国中北部地区的迁飞和越冬是否会产生影响,2 种粘虫在原阳地区能否越冬等,目前还无相关的报道。本文利用虫情测报灯对 2020-2021 年河南原阳 2 种粘虫的种群动态进行了持续监测,利用卵巢解剖和调查对 2018-2021 年 2 种粘虫各代成虫的虫源性质及在该地区能否越冬进行了分析。本研究为河南省粘虫的预测预报和防治提供了进一步的参考。

1 材料与方法

1.1 诱测工具

自动虫情测报灯(JBD2 型,河南佳多科工贸有限公司生产),光源为 20 W 黑光灯管,灯下有收虫漏斗和接虫袋。此灯具采用光电控制技术,随昼夜变化自动开关。采用远红外线快速处理虫体,自动将诱集的昆虫杀死。

1.2 试验方法

设置自动虫情测报灯 1 台,安装在河南省原阳县河南省农业科学院现代农业科技试验示范基地(35°00'37"N, 113°41'43"E,海拔 63.4 m),灯管中心离地高度 1.5 m。该基地位于华北平原南端的豫北平原,试验地种植冬小麦和夏玉米。开灯时间从 2018 年至 2021 年,每年 2 月开灯,11 月底或 12 月初关灯。每天对诱集的昆虫进行收集,带回实验室进行分类、统计和记录,并对东方粘虫和劳氏粘虫雌雄成虫进行鉴定和统计,对雌蛾进行卵巢解剖。卵巢发育级别的划分参考孙金如(1990)的方法。单日雌蛾数量小于 30 头时全部解剖,大于 30 头的取其中 30 头进行解剖。

1.3 气象数据资料

河南原阳冬季(12、1 和 2 月)日平均温度数据来自河南省农业科学院现代农业科技试验

示范基地气象站。

1.4 数据统计分析

利用 Excel 2010 对 2 种粘虫的各代成虫量、雌蛾解剖数、主要发生世代雌蛾卵巢发育低级别 (I-II 级) 的占比进行统计, 并对 2015 年以来河南原阳冬季 (12、1 和 2 月) 的平均温度、2 种粘虫越冬代虫量随年份的变化进行分析和作图。

2 结果与分析

2.1 成虫种群动态

2020 和 2021 年在河南原阳单台测报灯下分别诱集东方粘虫成虫 542 和 974 头, 雌雄比分别为 1.31 和 1.19, 首次出现时间分别为 3 月 18 日和 3 月 12 日, 结束时间分别在 11 月 2 日和 10 月 18 日 (图 1: A, 表 1)。3 月中旬至 5 月上旬为越冬代成虫发生期, 2020 年的虫量较少 (仅 9 头), 无明显高峰日; 2021 年的虫量明显增多 (达 50 头), 其中 3 月 17 日、3 月 19 日和 4 月 2 日分别诱到 5 头。5 月中旬至 6 月下旬为 1 代成虫发生期, 2020 年和 2021 年分别诱到成虫 211 和 793 头, 高峰日分别出现在 5 月 29 日 (41 头) 和 6 月 6 日 (199 头)。2 代的发生期从 6 月下旬或 7 月上旬开始至 8 月上旬结束, 分别诱到成虫 287 和 111 头; 2020 年的高峰日出现在 7 月 15 日 (37 头), 2021 年的高峰日出现在 7 月 21 日 (7 头)、7 月 24 日 (7 头) 和 7 月 27 日 (7 头)。

3 代和 4 代 (或回迁代) 分别出现在 8 月中旬以后和 10 月份, 但虫量均较少, 零星出现。2020 年和 2021 年的主要发生世代分别为 2 代和 1 代, 分别占全年总虫量的 52.95% 和 81.42%。

2020 和 2021 年在河南原阳分别诱集劳氏粘虫 845 和 174 头, 雌雄比分别为 1.08 和 1.32, 首次出现时间分别为 3 月 20 日和 4 月 13 日, 结束时间均在 11 月中旬 (图 1: B, 表 1)。3 月下旬至 5 月中旬为越冬代发生期, 但主要集中在 4 月中旬至 5 月中旬, 累计虫量分别为 29 和 12 头, 无明显高峰期。5 月下旬至 7 月上旬为 1 代成虫发生期, 2020 年高峰日出现在 7 月 8 日 (27 头), 2021 年虫量较少, 无明显高峰日。7 月中旬至 8 月下旬为 2 代发生期, 2020 年高峰日出现在 7 月 24 日 (16 头), 2021 年高峰日出现在 8 月 16 日 (5 头)。同时, 2020 年 1 代和 2 代成虫发生期有部分重叠。9 月上旬至 10 月下旬为 3 代发生期, 也是劳氏粘虫的主要发生时期, 分别诱到成虫 391 和 75 头, 分别占全年总蛾量的 46.27% 和 43.10%, 高峰日分别出现在 9 月 25 日 (75 头) 和 10 月 2 日 (19 头)。11 月上中旬为 4 代发生期, 虫量较少。

2.2 两种粘虫虫源性质及越冬情况分析

2.2.1 东方粘虫的虫源性质及越冬分析 2018-2021 年分别解剖东方粘虫雌蛾 227、559、271 和 377 头 (表 2)。从表 2 分析结果可知, 东方粘虫各代成虫向外迁出的比例存在年度间差

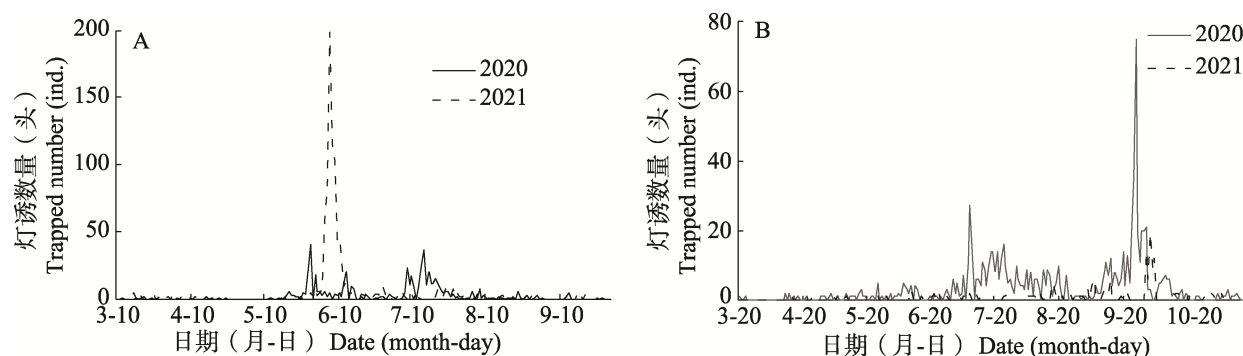


图 1 2020-2021 年河南原阳粘虫灯诱成虫种群动态

Fig. 1 Population dynamics of armyworms in Yuanyang, Henan province, from 2020 to 2021

A. 东方粘虫; B. 劳氏粘虫。A. *Mythimna separata*; B. *Mythimna loreyi*.

表 1 2020-2021 年河南原阳粘虫的发生情况
Table 1 Occurrence of armyworms in Yuanyang, Henan province, from 2020 to 2021

种 Species	年份 Year	首现日/ 终见日 (月-日) The first day/ The final day (month-day)	越冬代 蛾量 (头) Moth number of overwintering generation (ind.)	主要发生世代 Main generation				雌雄比 Sex ratio	全年总蛾 量 (头) The total annual moths (ind.)
				高峰日 (月-日) Peak day (month-day)	高峰日 蛾量 (头) Moth number of peak day (ind.)	总蛾量 (头) Total moth number (ind.)	占全年蛾量 百分比 (%) Percentage of the total annual moth (%)		
东方粘虫 <i>Mythimna separata</i>	2020	03-18/11-02	9	7-15	37	287	52.95	1.31	542
	2021	03-12/10-18	50	6-6	199	793	81.42	1.19	974
劳氏粘虫 <i>Mythimna loreyi</i>	2020	03-20/11-13	29	9-25	75	391	46.27	1.08	845
	2021	04-13/11-15	12	10-2	19	75	43.10	1.32	174

表 2 河南原阳测报灯下各代东方粘虫雌蛾解剖数及卵巢发育低级别 (I - II 级) 占比 (%)
Table 2 Anatomical number of female moths and the ratio of low level ovarian development (I - II) of each
generation of *Mythimna separata* under monitoring lamp in Yuanyang, Henan province

年份 Year	越冬代 Overwintering generation	1 代 First generation	2 代 Second generation	3 代 Third generation	4 代 Fourth generation	解剖雌蛾 总数 (头) Female moth (ind.)
2018	8 (25.00)	205 (53.73)	8 (33.33)	6 (50.00)	—	227
2019	8 (12.50)	453 (39.74)	83 (48.19)	13 (53.85)	2 (0.00)	559
2020	4 (25.00)	104 (63.55)	150 (55.19)	12 (30.77)	1 (100.00)	271
2021	17 (0.00)	287 (67.25)	53 (39.62)	18 (66.67)	2 (100.00)	377

括号内数据表示雌蛾卵巢发育低级别 (I - II) 的占比,表 3 同。The data in brackets indicate the low level proportion (grade I - II) of the female moths. The same for table 3.

异。在越冬代成虫中,除 2021 年外,2018-2020 年越冬代东方粘虫中均出现卵巢发育低级别 (I - II 级) 的雌蛾,说明在这 3 个年份越冬代东方粘虫虽然以外来迁入为主,但也有少量为本地虫源 (12.50%-25.00%)。1 代成虫中,2018-2021 年卵巢发育低级别的占比分别为 53.73%、39.74%、63.55%和 67.25%,即 III 级以上高级别占比分别为 46.27%、60.26%、36.45%、32.75%,说明在这 4 年中 1 代东方粘虫约有 1/5 至 3/5 的成虫留在本地,而低级别的成虫既可能滞留当地、继续发育,也有外迁的可能,需继续观测。在 2 代和 3 代成虫中,卵巢发育低级别的占比分别为 33.33%-55.19% 30.77%-66.67%,说明在 4 年中 2 代和 3 代成

虫中同样既有一定比例的成虫向外迁出,同时也有一定比例的留在本地。
2.2.2 劳氏粘虫的虫源性质及越冬分析 2018-2021 年分别解剖劳氏粘虫雌蛾 227、309、406 和 95 头 (表 3)。从表 3 分析结果可以看出,劳氏粘虫各代成虫向外迁出的比例均较低,且年度间差异明显。在越冬代成虫中,2018、2020 和 2021 年均有 20.00%左右成虫来自本地,但 2019 年的虫源则全部为外来迁入的。1-4 代成虫中,除 2021 年 1 代成虫的卵巢发育低级别占比为 41.67%外,其他代次及年份的成虫卵巢发育低级别的占比均较低 (低于 25.00%),说明在此期间这些代次的劳氏粘虫成虫向外迁出的比例均较低,而大部分虫源均留在当地。

表 3 河南原阳测报灯下各代劳氏粘虫雌蛾解剖数及卵巢发育低级别 (I - II 级) 占比 (%)

Table 3 Anatomical number of female moths and the ratio of low level ovarian development (I - II) of each generation of *Mythimna loreyi* under monitoring lamp in Yuanyang, Henan province

年份 Year	越冬代 Overwintering generation	1 代 First generation	2 代 Second generation	3 代 Third generation	4 代 Fourth generation	解剖雌蛾 总数 (头) Female moth (ind.)
2018	9 (22.22)	50 (10.00)	14 (28.57)	107 (3.74)	47 (6.38)	227
2019	3 (0.00)	16 (18.75)	44 (4.54)	178 (6.74)	68 (16.18)	309
2020	15 (20.00)	91 (23.08)	148 (14.86)	147 (3.40)	5 (20.00)	406
2021	5 (20.00)	12 (41.67)	36 (2.80)	41 (9.76)	1 (0.00)	95

2.3 2015-2021 年河南原阳的冬季温度及越冬代虫量变化

2015-2021 年河南原阳冬季 (12、1 和 2 月) 平均温度在 1.39-4.02 ℃ 范围内, 且年度间变化较大 (图 2: A)。除 2016 年和 2019 年的冬季平均温度低于 2.00 ℃ 外, 其他年份的平均温度均高于 2.00 ℃。其中, 2019 年为近 7 年来冬季平均温度最低的一年 (1.39 ℃), 较 7 年间的平均值 (2.81 ℃) 低 1.42 ℃, 其次为 2016 年

(1.78 ℃)。2021 年为近 7 年来冬季平均温度最高的一年 (4.02 ℃), 较平均值高 1.21 ℃, 其次为 2020 年 (3.72 ℃)。

2015-2021 年河南原阳越冬代东方粘虫和劳氏粘虫的数量均呈逐年上升趋势 (东方粘虫: $y = 5.785x - 11\ 659$, $r = 0.75$; 劳氏粘虫: $y = 2.642\ 9x - 5\ 320.7$, $r = 0.68$) (图 2: B)。其中 2021 年越冬代东方粘虫虫量达 50 头, 分别是 2015-2020 年的 8.33、12.5、12.5、2.5 和 2.08 倍。劳氏粘虫越冬代虫量以 2020 年为最多, 达 29 头。

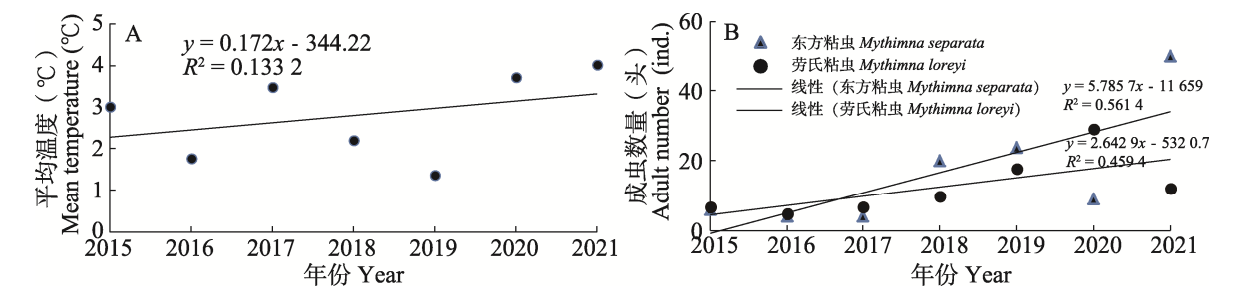


图 2 2015-2021 年河南原阳冬季平均温度和越冬代粘虫虫量

Fig. 2 Winter mean temperature and overwintering generation of two armyworms in Yuanyang, Henan province

A. 冬季平均温度; B. 越冬代虫量。A. Winter mean temperature; B. Overwintering generation.

3 讨论

粘虫是粮食作物上的重要害虫。近年来受气候变化、耕作方式改变和品种布局变化等多种因素的影响, 东方粘虫和劳氏粘虫在我国的发生危害规律呈现出新的特点, 东方粘虫由过去主要由 1 代为害小麦转向 2 代和 3 代为害玉米和谷子等 (姜玉英等, 2014); 劳氏粘虫在我国中北部地区的发生范围扩大, 危害程度加重, 成为玉米上的主要害虫之一 (胡久义等, 2007; 段云等,

2022); 不同地区各代粘虫的虫源性质可能存在差异, 即使是同一地区不同年度间 2 种粘虫的种群动态也存在一定差异 (段云等, 2021)。因此, 为保障我国粮食的安全生产, 加强对粘虫的种群动态监测, 摸清各代的虫源性质及在我国中北部地区的越冬情况, 对今后指导粘虫的防控具有重要意义。

本文作者于 2021 年报道了 2015-2019 年河南原阳粘虫的种群动态, 本文在此基础上, 继续对 2020-2021 年该地区 2 种粘虫的种群动态进行

分析,并对 2018-2021 年 2 种粘虫各代成虫的虫源性质进行了分析。结果表明,2020-2021 年东方粘虫和劳氏粘虫在河南原阳的种群动态均存在一定的差异。结合段云等(2021)的研究结果发现,在 2015-2021 年间,除 2020 年的东方粘虫成虫以 2 代为主,占全年总诱虫量的 52.95% 外,2015-2019 及 2021 年均以 1 代为主;2015-2021 年劳氏粘虫成虫均以 3 代为主,占全年总诱虫量的 43.10%-87.83%,并且 2020 年和 2021 年 3 代成虫的占比有下降趋势,分别为 46.27% 和 43.10%,而 2 代成虫的占比有明显上升的趋势。

对 2 种粘虫各代雌蛾卵巢解剖的结果表明,东方粘虫各代雌蛾中卵巢发育低级别(I-II 级)的比例存在明显差异。其中,1 代(2019 年除外)成虫中卵巢发育低级别所占比例较高,说明该代成虫以向外迁出为主,但仍有约 1/3-3/5 的成虫留在当地。劳氏粘虫各代雌蛾中卵巢发育低级别的比例均较低(低于 25.00%),说明其各代成虫均以留在本地为主,向外迁出的比例较低。

昆虫属于变温动物,低温对粘虫的越冬分布、越冬存活和种群数量具有重要影响。近些年来北半球温度升高,暖冬现象越来越明显,东方粘虫在我国中北部地区的越冬范围有扩大的趋势。周靖华等(2021)的研究结果显示,在我国西北地区东方粘虫的越冬北界可能在 33°N 以北地区。本文中河南原阳位于 35°N,如果依据前期的报道,则东方粘虫在原阳不能越冬,但本文对越冬代雌蛾的解剖结果表明,虽然 2018-2021 年间原阳地区东方粘虫的越冬代以外来迁入虫源为主,但 2018-2020 年的越冬代中均出现了卵巢发育低级别的雌蛾,其中,2020 年 3 月 24 日出现 1 头卵巢发育为 I 级的东方粘虫雌蛾,因此不排除东方粘虫在我国越冬北界北移的可能。

针对劳氏粘虫越冬耐寒性的研究,目前国内外的报道并不多。Hirai 和 Santa(1983)的研究表明,劳氏粘虫幼虫的最低存活温度为 2.00 °C。根据河南省气象局的报道,2015-2021 年,河南省冬季平均温度比历史同期平均值升高 1.50 °C 左右,为暖冬年份。而在此期间,河南原阳冬季的平均温度为 2.81 °C,除 2016 年和 2019 年的

冬季平均温度低于 2.00 °C 外,其他年份的平均温度均高于 2.00 °C,且 2021 年冬季平均温度达 4.02 °C。本文对越冬代劳氏粘虫雌蛾卵巢解剖的结果显示,2018-2021 年间,河南原阳的越冬代劳氏粘虫虽然以外来迁入为主,但 2018、2020 和 2021 年均出现卵巢发育为 I 级或 II 级的雌蛾,其中 2020 年 3 月 20 日和 3 月 23 日各发现 1 头发育为 I 级的雌蛾,并且 2018 年和 2021 年 5 月上旬均出现卵巢发育低级别的雌蛾。由以上结果推测,劳氏粘虫在河南原阳越冬的可能性较大。另外,通过冬前 11 月下旬及次年春季 3 月份的田间调查,在河南原阳可发现 4 龄或 5 龄存活的劳氏粘虫幼虫。

本研究结果为近年来 2 种粘虫在我国中北部地区的越冬范围扩大提供了证据,同时对今后指导我国中北部地区 2 种粘虫的预测预报和防治具有重要意义。

参考文献 (References)

- Chen Q, Duan Y, Hou YH, Chen L, Fan ZY, Shen HL, Liu D, Li LL, Li SM, 2020. Morphological characteristics of *Spodoptera frugiperda* in comparison with three other common Noctuidae species at maize filling stage. *Plant Protection*, 46(1): 34-41. [陈琦, 段云, 侯艳红, 陈莉, 范志业, 沈海龙, 刘迪, 李雷雷, 李世民, 2020. 草地贪夜蛾与玉米灌浆期 3 种常见夜蛾科害虫的形态特征比较. *植物保护*, 46(1): 34-41.]
- Duan Y, Li HL, Chen Q, Wang Q, Fan X, Duan AJ, Lian HM, Wu YQ, 2018. Indoor-breeding of different populations of armyworm. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 55(5): 870-874. [段云, 李慧玲, 陈琦, 王强, 范栩, 段爱菊, 连红梅, 武予清, 2018. 粘虫田间种群的室内饲养研究. *应用昆虫学报*, 55(5): 870-874.]
- Duan Y, Guo P, Chen Q, Wu YQ, Miao J, Gong ZJ, Li T, Jiang YL, 2021. Population dynamics of *Mythimna separata* and *M. loreyi* in Yuanyang, Henan province, during 2015-2019. *Plant Protection*, 47(4): 234-238. [段云, 郭培, 陈琦, 武予清, 苗进, 巩中军, 李彤, 蒋月丽, 2021. 2015 年-2019 年河南原阳粘虫和劳氏粘虫的种群动态. *植物保护*, 47(4): 234-238.]
- Duan Y, Chen Q, Guo P, Miao J, Xia PL, Gong ZJ, Jiang YL, Li T, Wu YQ, 2022. Research progress on the occurrence, damage and control of *Mythimna loreyi* (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Entomologica Sinica*, 65(4): 522-532. [段云, 陈琦, 郭培, 苗进, 夏鹏亮, 巩中军, 蒋月丽, 李彤, 武予清, 2022. 劳氏粘虫的

- 发生危害和防治研究进展. 昆虫学报, 65(4): 522–532.]
- Guo SJ, Li SM, Ma LP, Zhuo XN, 2003. Studies on biological characteristics and damage law of *Leucania loreyi* Duponchel. *Journa of Henan Agricultural Sciences*, 32(9): 37–39. [郭松景, 李世民, 马林平, 卓喜牛, 2003. 劳氏粘虫的生物学特性及危害规律研究. 河南农业科学, 32(9): 37–39.]
- Hirai K, Santa H, 1983. Comparative physio-ecological studies on the armyworms, *Pseudaletia separata* Walker and *Leucania loreyi* Duponchel (Lepidoptera: Noctuidae). *Bulletin of the Chugoku National Agricultural Experiment Station*, 21: 55–101.
- Hu JY, Fan CY, Jiang XH, Li SM, 2007. Occurrence regularity and integrated control of corn armyworm, *Mythimna loreyi*. *Henan Agriculture*, 5: 13. [胡久义, 樊春艳, 蒋兴华, 李世民, 2007. 暴发性害虫玉米劳氏粘虫发生规律和综合防治. 河南农业, 5: 13.]
- 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. [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 XF, Zhang LM, Cheng YX, Luo LZ, 2014a. Novel features, occurrence trends and economic impact of the oriental armyworm, *Mythimna separate* (Walker) in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(6): 1444–1449. [江幸福, 张蕾, 程云霞, 罗礼智, 2014a. 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 XF, Zhang L, Cheng YX, Luo LZ, 2014b. 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, 2014b. 我国粘虫研究现状及发展趋势. 应用昆虫学报, 51(4): 881–889.]
- Li GB, 1980. The occurrence rules and integrated control of oriental armyworm, *Mythimna separata* (Walker). *Agricultural Science and Technology Information*, 3: 3–37. [李光博, 1980. 粘虫发生规律与综合防治技术. 农业科技情报, 3: 3–37.]
- Qin JY, Liu YQ, Zhang L, Cheng YX, Sappington TW, Jiang XF, 2018. Effects of moth age and rearing temperature on the flight performance of the *loreyi* leafworm, *Mythimna loreyi* (Lepidoptera: Noctuidae), in Tethered and free flight. *Journal of Economic Entomology*, 111(3): 1243–1248.
- Sun JR, 1990. Preliminary analysis on the relationship between ovarian development, mating status and migration of *Mythimna separata*. *Beijing Agricultural Science*, 1990(4): 8–10. [孙金如, 1990. 粘虫蛾卵巢发育交配状况与迁飞关系的初步分析. 北京农业科学, 1990(4): 8–10.]
- Wu JX, Song LD, Wang TQ, Zhang XP, Zhao YW, 2018. First discovery and local harmfulness investigation of *Leucania loreyi* Dup. in Guanzhong corn field of Shanxi province. *Shaanxi Journal of Agricultural Science*, 64(12): 31–34. [仵均祥, 宋梁栋, 王太泉, 张兴平, 赵玉婉, 2018. 陕西关中玉米田首次发现劳氏粘虫及其在局地危害性调查. 陕西农业科学, 64(12): 31–34.]
- Zhou JH, Gao QQ, Liu XY, Li Y, Sun C, Jiang W, Wu JX, Li YP, 2021. Discussion of overwintering north boundary of *Mythimna separata* (Walker) in western China. *Acta Agriculture Boreali-occidentalis Sinica*, 30(6): 921–928. [周靖华, 高其琴, 刘雪莹, 李引, 孙聪, 姜伟, 仵均祥, 李怡萍, 2021. 粘虫在中国西部越冬北界探讨. 西北农业学报, 30(6): 921–928.]