

豫中地区亚洲玉米螟年发生世代的演变

侯艳红¹ 杜梦园¹ 师兴凯¹ 刘迪¹ 范志业¹ 陈莉¹
王文豪¹ 沈海龙¹ 袁刘正¹ 陈琦¹ 李世民¹ 黄建荣²

(¹漯河市农业科学院/国家植物保护郾城观测实验站, 462300, 河南漯河;

²河南省农业科学院植物保护研究所/河南省 0 号昆虫雷达野外科学观测研究站, 450002, 河南郑州)

摘要 为探明豫中地区亚洲玉米螟年发生世代的演变规律, 基于 2007–2024 年测报灯诱捕的亚洲玉米螟成虫数据, 以及 2022–2024 年卵、幼虫和蛹的田间监测数据, 结合同期气象资料, 研究分析了豫中地区亚洲玉米螟的年发生世代数及其变化趋势。结果表明, 豫中地区亚洲玉米螟成虫在监测期间形成了 4 个明显高峰, 分别对应越冬代、第 1 代、第 2 代和第 3 代。在 8 月上中旬形成第 2 代成虫高峰, 在 8 月中下旬形成第 3 代幼虫高峰, 有 0.0%~76.0% 的第 3 代幼虫滞育, 24.0%~100.0% 的第 3 代幼虫继续化蛹羽化, 在 9 月上旬形成第 3 代成虫高峰, 之后产生第 4 代卵和幼虫。豫中地区 2007–2024 年的年有效积温为 1984.1~2643.5 °C·d, 亚洲玉米螟的理论年发生世代数从 2007–2015 年的 3.7~4.3 代增加至 2016–2024 年的 4.1~5.0 代, 表明豫中地区的热量资源已经达到亚洲玉米螟 1 年发生 4 代所需的条件 (2133.6 °C·d)。随着全球气候变暖, 豫中地区亚洲玉米螟的年发生世代数由传统 3 代转变为 3 代和 4 代混合发生。

关键词 亚洲玉米螟; 年发生世代; 有效积温; 气候变暖; 豫中地区

亚洲玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*) 是世界范围内玉米生产中的主要害虫, 每年造成巨大损失^[1-2]。2023 年亚洲玉米螟被列入我国一类农作物害虫名录^[3], 常年发生面积在 1733 万 hm² 左右^[4], 其幼虫具有钻蛀隐藏的习性^[5], 是造成我国玉米减产的第一大害虫^[6-7]。亚洲玉米螟还能传播拟轮生镰孢菌 (*Fusarium verticillioides*), 引起玉米穗腐病的发生及其导致的真菌毒素污染现象, 严重影响玉米产量和品质安全, 威胁人畜健康^[8-9]。近年来, 亚洲玉米螟对黄淮海夏玉米产区构成了严重威胁, 成为该区域蛀穗和蛀茎危害最为严重的害虫之一^[10-11], 精准监测其田间消长规律, 及时预测、预报对有效防控至关重要。

以温度升高为主要特征的气候变暖对昆虫发育、繁殖及存活等生态学指标产生重要影响^[12-13]。随着全球气候变暖, 一化性的欧洲玉米螟出现二化性种群^[14]。亚洲玉米螟在东北玉米产区的年发生世代数有增加趋势^[15-17], 在新疆荒漠绿洲生态区也由 2 代区变为 2、3 代混发区^[18]。全球气候变暖对河

南省的生态环境产生了显著影响, 根据张志高等^[19]的研究数据, 河南年平均气温正以 0.34 °C/10 年的速度升温。温度升高会加快亚洲玉米螟的发育速率, 缩短其发育历期, 并提高越冬存活率, 进而增加虫口密度^[20]。而气候变暖的增温效应还能增加亚洲玉米螟发生期内的有效积温, 进一步导致其危害加剧, 甚至引发区域性大规模暴发。

种植结构和耕作制度的调整也会影响虫害发生。20 世纪末 Bt 抗虫棉的商业化种植导致棉铃虫种群大幅下降, 而 2010 年后黄河流域棉花种植面积的大幅下降和玉米种植面积的持续上升, 导致玉米上棉铃虫危害明显加重^[21-22]。作为黄淮海玉米产业带核心区, 河南是典型的冬小麦—夏玉米周年轮作两熟模式, 但近年来免耕贴茬播种、秸秆全量还田和密植栽培等新型耕作模式对亚洲玉米螟种群动态变化产生一定影响。为明确豫中亚洲玉米螟在当前气候背景下的种群动态的新规律和新变化, 制定针对性防治策略和治理措施, 本研究于 2007–2024 年利用测报灯诱捕获得亚洲玉米螟成虫的发

作者简介: 侯艳红, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: xiyangfall@163.com; 杜梦园为共同第一作者, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: du8880330@163.com

陈琦为通信作者, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: chenqi9992@sina.com; 黄建荣为共同通信作者, 主要从事植物保护研究, E-mail: hjr130705@126.com

基金项目: 河南省 0 号昆虫雷达野外科学观测研究站开放基金; 河南省农业科学院基础性科研工作 (2025JC12); 河南省现代农业产业技术体系 (HARS-22-01-Z4); 河南省农业科学院优秀杰出青年基金 (2023JQ03)

收稿日期: 2025-03-28; **修回日期:** 2025-05-29; **网络出版日期:** 2026-03-16

生动态,同时于 2022–2024 年田间调查监测亚洲玉米螟卵、幼虫和蛹的发生情况,基于上述数据,结合同时期气象资料,研究分析了豫中地区亚洲玉米螟的年发生世代数及演变趋势,为亚洲玉米螟的预测、预报和精准防控提供了重要的理论依据。

1 材料与方法

1.1 亚洲玉米螟不同虫态监测

1.1.1 成虫监测 于 2007–2024 年,在豫中地区漯河市农业科学院五里岗试验基地(33°36' N, 113°59' E)进行检测,基地面积 26.7 hm²,夏粮作物主要为冬小麦,秋粮作物主要为玉米、大豆和花生等。

基地设置自动虫情测报灯(JBD2,佳多科工贸有限责任公司,中国)1台,功率 20 W,主波长 365.0 nm,灯管离地面垂直距离 1.5 m。灯具采用光电自动控制技术,远红外杀虫。每年 4 月 1 日至 10 月 31 日逐日收集灯下亚洲玉米螟成虫,统计并记录。

1.1.2 卵、幼虫和蛹监测 在试验基地内选取长势一致的夏玉米田 3 块,面积分别为 2.0、2.0 和 0.8 hm²,每田块采用“Z”字形 5 点取样,每样点 20 株,全株调查亚洲玉米螟卵、幼虫和蛹的数量,折算成百株虫量。于 2022–2024 年每年的 7 月 1 日至收获前每周调查 1 次。2024 年于 5 月 7 日至 6 月底,每 3 d 进行 1 次春玉米田间调查,方法同夏玉米田。

1.2 亚洲玉米螟理论年发生世代数

参考阿依克孜等^[23]和杨慧中等^[24]的研究,设亚

洲玉米螟越冬老熟幼虫的发育起点温度为 12.5 °C,有效积温采用 533.4 °C·d。根据发育起点温度和有效积温法则,参照谢殿杰等^[25]的方法,计算 2007–2024 年亚洲玉米螟的理论年发生世代数,公式为:

$$G = \frac{\sum_{i=0}^n (T_i - C)}{K} \tag{1}$$

式中, G 为理论年发生世代数, n 为每年的天数, T_i 为第 i 日的日平均气温, C 为亚洲玉米螟发育起点温度。当 $T_i > C$ 时,取实际值; $T_i < C$ 时,取 $T_i - C = 0$; K 为亚洲玉米螟世代有效积温。

1.3 亚洲玉米螟滞育虫态判定

于 2024 年 8–9 月,每周 1 次从田间采集亚洲玉米螟幼虫样本。单头置于玻璃指形管(外径 3 cm,长度 10 cm)中,在自然环境下持续监测其发育状态。截至 10 月末,将未完成化蛹的幼虫判定为滞育虫态,已完成化蛹的则为非滞育虫态。

1.4 气象数据来源

2007–2024 年豫中地区的日平均气温资料均来自河南省漯河市气象局。

1.5 数据处理

运用 DPS 软件对数据进行统计分析,使用 Excel 绘制图表。

2 结果与分析

2.1 亚洲玉米螟成虫的种群消长动态

2007–2024 年豫中地区测报灯下亚洲玉米螟成虫数量总和的变化规律见图 1。2007–2015 年和 2016–2024 年诱虫总量形成 4 个高峰期,分别对应

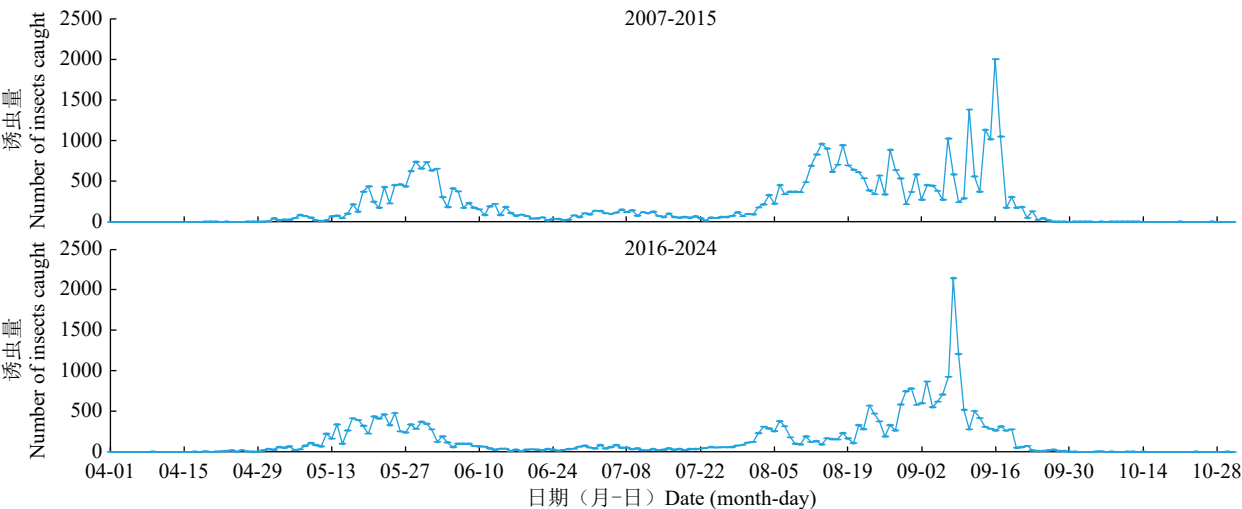


图 1 2007–2024 年豫中地区亚洲玉米螟成虫种群发生动态
Fig.1 Population dynamics of *O. furnacalis* adults population in central Henan from 2007 to 2024

越冬代、第 1 代、第 2 代和第 3 代。2007–2015 年的 4 个高峰时间分别为 5 月下旬至 6 月上旬、7 月上旬、8 月中旬和 9 月上中旬，其中第 2 代和第 3 代虫量大，存在世代重叠现象。2016–2024 年的 4 个高峰时间分别为 5 月中下旬、6 月底至 7 月上旬、8 月上中旬和 9 月上旬，其中第 3 代虫量较大。

不同年份的高峰日时间有一定差异（表 1）。2007–2015 年，越冬代高峰日一般集中在 5 月下旬至 6 月上旬，其中 2010、2011 和 2013 年均出现在

6 月上旬。第 1 代一般在 7 月上旬，其中 2015 年最晚为 7 月 13 日，但第 1 代虫量较少，在部分年份不形成高峰日。第 2 代主要集中在 8 月中旬，最晚在 8 月 22 日。第 3 代在 4 个年份形成高峰日，时间在 9 月上中旬。2016–2024 年，越冬代高峰日在 5 月中下旬，最早为 2024 年的 5 月 13 日；第 1 代在 6 月底至 7 月上旬；第 2 代主要在 8 月上旬，最早在 8 月 2 日；第 3 代在 8 月底至 9 月上旬。亚洲玉米螟在 2016–2024 年的发生高峰期比 2007–2015

表 1 2007–2024 年豫中地区亚洲玉米螟成虫各世代发生高峰日									
Table 1 The peak of <i>O. furnacalis</i> adults in central Henan from 2007 to 2024					月-日 month-day				
年份 Year	越冬代 Overwintering generation	第 1 代 First generation	第 2 代 Second generation	第 3 代 Third generation	年份 Year	越冬代 Overwintering generation	第 1 代 First generation	第 2 代 Second generation	第 3 代 Third generation
2007	05-25/05-26	—	08-09	09-11	2016	05-25	—	—	—
2008	05-31	07-04	08-12	09-06	2017	05-21	07-06	08-16	—
2009	05-21	07-04	08-14	—	2018	05-14	07-05	08-08	09-06
2010	06-06	07-07	08-19	—	2019	05-23	07-03	—	09-08
2011	06-01	—	08-15	—	2020	05-19	—	08-06	08-30
2012	05-28	07-11	08-17	09-04	2021	05-29	06-30	—	09-09
2013	06-01	07-09	08-13	09-16	2022	05-24	—	08-03	09-08
2014	05-29	07-03	08-21	—	2023	05-18	07-06	08-11	09-09
2015	05-31	07-13	08-22	—	2024	05-13	06-30	08-02	09-08

年有所提前，高峰日也相应提前。

2.2 2022 年亚洲玉米螟的消长动态

2022 年，亚洲玉米螟成虫越冬代高峰期在 5 月 18 日至 5 月底，高峰日为 5 月 24 日，高峰日成虫量为 119 头（图 2）。亚洲玉米螟第 1 代成虫没有形成高峰，第 2 代成虫高峰期在 8 月上旬，高峰

日时间为 8 月 3 日，峰日成虫量 198 头。之后亚洲玉米螟在夏玉米灌浆期产生第 3 代卵。但第 3 代卵没有形成高峰，第 3 代幼虫和蛹的高峰期分别在 8 月中下旬和 8 月下旬；第 3 代成虫的高峰日为 9 月 8 日，灯下峰日成虫量 791 头。第 4 代卵高峰期在 9 月上中旬，高峰日为 9 月 14 日，峰日百株虫量

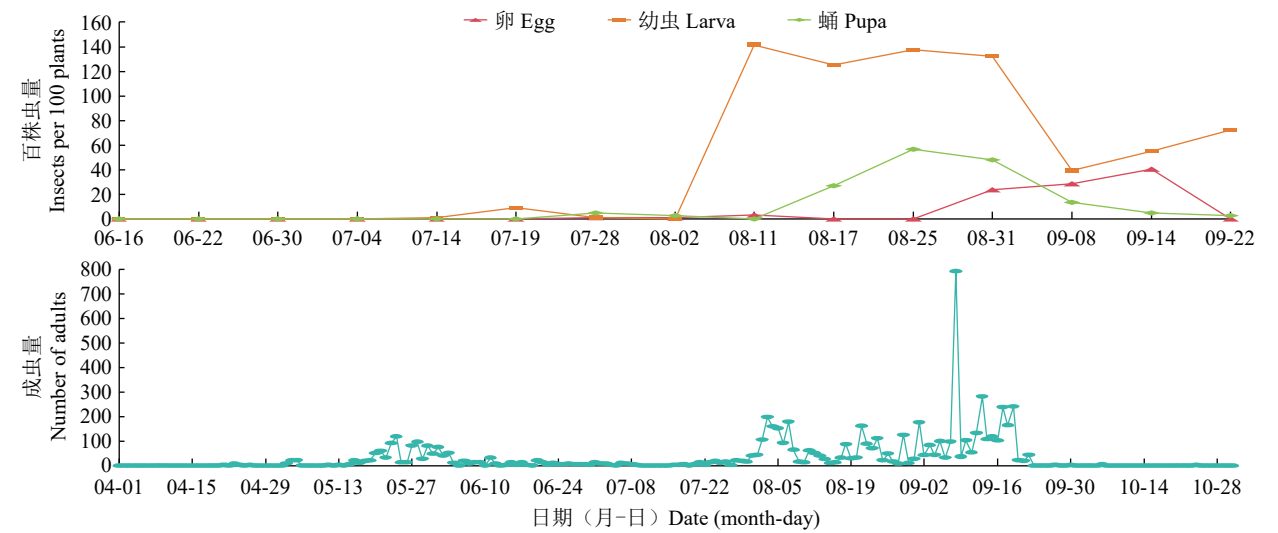


图 2 2022 年亚洲玉米螟卵、幼虫、蛹和成虫的田间消长动态
Fig.2 Population dynamics of *O. furnacalis* eggs, larvae, pupae, and adults in 2022

40.7 头；之后第 4 代幼虫进入越冬虫态。

2.3 2023 年亚洲玉米螟的消长动态

2023 年，亚洲玉米螟越冬代成虫高峰期在 5 月中下旬，高峰日为 5 月 18 日，峰日成虫量为 134 头（图 3）。第 1 代成虫高峰期在 6 月底至 7 月上旬，高峰日为 7 月 6 日（20 头）。第 2 代成虫高峰期在 8 月上中旬，高峰日为 8 月 11 日，峰日成虫量为 54 头。之后，亚洲玉米螟在夏玉米田产第 3 代卵，但没有形成落卵高峰，第 3 代幼虫和蛹高峰期分别在 8 月中旬和 9 月初，高峰日分别为 8 月 15 日（百株虫量 42.3 头）和 9 月 1 日（百株虫量 15.3 头）；第 3 代成虫的高峰期在 9 月上旬，高峰日为 9 月 9 日（387 头）。9 月上旬为第 4 代落卵高峰，之后卵发育为幼虫转入滞育状态。

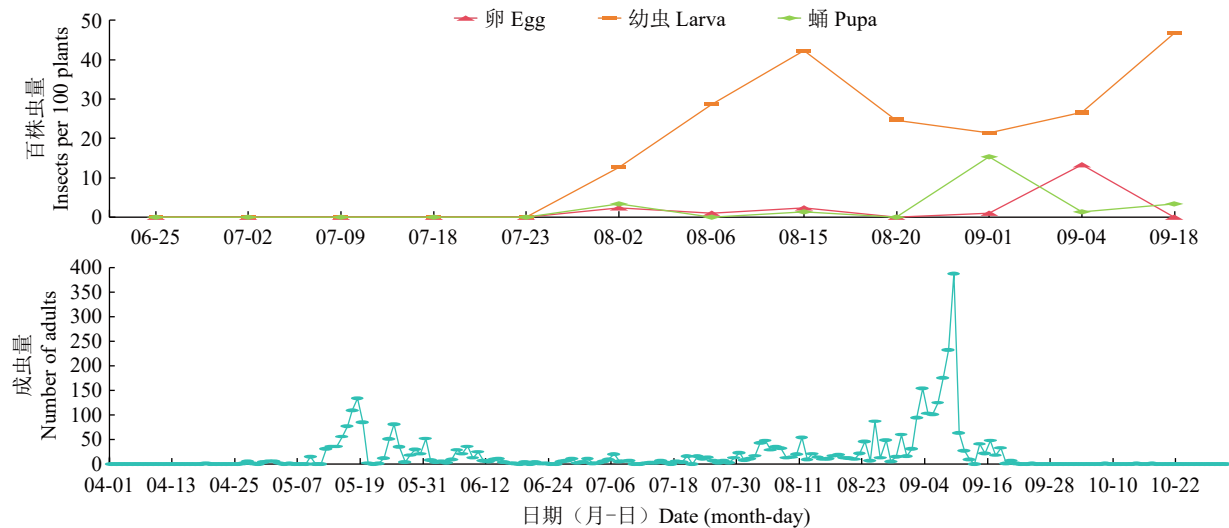


图 3 2023 年亚洲玉米螟卵、幼虫、蛹和成虫的田间消长动态
Fig.3 Population dynamics of *O. furnacalis* eggs, larvae, pupae, and adults in 2023

2.4 2024 年亚洲玉米螟的消长动态

2024 年，亚洲玉米螟越冬代成虫在 5 月中旬形成高峰，之后在春玉米田产第 1 代卵，于 5 月下旬形成落卵高峰（图 4）。由于春季温度低，且春玉米田的天敌种类和数量较多，寄主和食料匮乏，亚洲玉米螟的卵孵化率偏低，第 1 代幼虫没有形成高峰，第 1 代蛹的最高百株虫量为 8.3 头，测报灯下第 1 代成虫在 6 月底至 7 月初形成小高峰。夏玉米上的第 2 代卵、幼虫和蛹均没有形成高峰，第 2 代成虫在 8 月上旬形成小高峰，高峰日为 8 月 2 日（59 头）。玉米螟在夏玉米上的第 3 代卵没有形成高峰，第 3 代幼虫和蛹分别在 8 月中旬和 8 月下旬

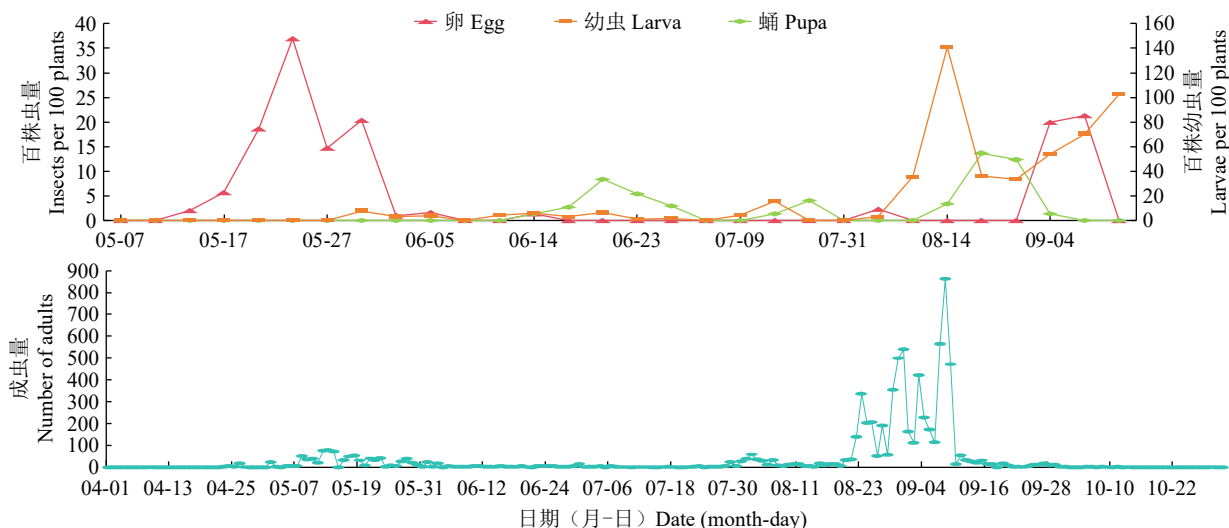


图 4 2024 年亚洲玉米螟卵、幼虫、蛹和成虫的田间消长动态
Fig.4 Population dynamics of *O. furnacalis* eggs, larvae, pupae, and adults in 2024

形成高峰，高峰日分别为 8 月 14 日和 8 月 20 日；第 3 代成虫在 8 月底至 9 月上旬形成高峰，高峰日为 9 月 8 日（863 头）。9 月上中旬为第 4 代落卵高峰，之后进入越冬虫态。

2.5 亚洲玉米螟的滞育特性

2024 年亚洲玉米螟幼虫滞育动态（图 5）显示：8 月 6 日和 8 月 14 日分别采集亚洲玉米螟幼虫 39 和 95 头，均未发生滞育；8 月 20 日滞育率为 12.8%（10 头），27 日升至 67.4%（62 头），9 月 4 日达 76.0%（76 头）；9 月 10 日后采集的 3 批共 241 头（70、60 和 111 头）幼虫全部进入滞育状态。表明亚洲玉米螟滞育率在 8 月下旬至 9 月上旬呈现快速上升趋势。

2.6 亚洲玉米螟的有效积温及理论年发生世代数

2007–2024 年豫中地区亚洲玉米螟种群的年有效积温在 1984.1~2643.5 °C·d，整体呈增加趋

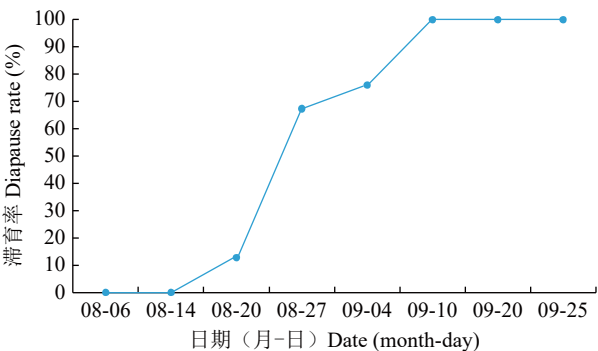


图 5 2024 年亚洲玉米螟幼虫自然条件下的滞育发生情况
Fig.5 Occurrence of larval diapause rate in *O. furnacalis* under natural environment in 2024

势，其中 2024 年（2643.5 °C·d）比 2011 年增加了 659.4 °C·d。亚洲玉米螟全世代有效积温为 533.4 °C·d，其理论年发生世代数在 2007–2015 年为 3.7~4.3 代，2016–2024 年为 4.1~5.0 代（表 2）。由此推测，近 9 年来豫中地区的热量资源已经基本

表 2 2007–2024 年豫中地区亚洲玉米螟每年的有效积温及理论发生世代数
Table 2 Effective accumulated temperature and theoretical generations per year of *O. furnacalis* in central Henan from 2007 to 2024

年份 Year	月有效积温 Monthly effective accumulated temperature (°C·d)												年有效积温 Annual effective accumulated temperature (°C·d)	理论年发生世代数 Theoretical generations per year
	1 月 Jan.	2 月 Feb.	3 月 Mar.	4 月 Apr.	5 月 May	6 月 Jun.	7 月 Jul.	8 月 Aug.	9 月 Sept.	10 月 Oct.	11 月 Nov.	12 月 Dec.		
2007	0.0	0.0	36.0	112.9	334.8	388.7	410.7	426.8	273.0	113.5	1.9	0.0	2098.3	3.9
2008	0.0	0.0	14.9	97.2	305.6	373.6	413.4	412.9	249.1	119.6	13.4	0.0	1999.7	3.7
2009	0.0	3.1	17.2	109.7	240.1	443.2	443.2	392.8	244.6	188.9	13.7	0.0	2096.5	3.9
2010	0.0	2.3	8.1	52.7	250.8	403.0	473.7	429.3	271.0	118.3	13.6	0.0	2022.8	3.8
2011	0.0	0.0	8.1	135.4	246.0	418.5	470.0	381.2	190.2	120.0	14.7	0.0	1984.1	3.7
2012	0.0	0.0	14.4	134.1	291.9	407.7	477.7	399.3	259.4	153.0	3.7	0.0	2141.2	4.0
2013	0.0	0.0	30.8	111.5	305.1	433.7	532.1	503.4	271.6	117.7	0.1	0.0	2306.0	4.3
2014	0.0	0.0	54.8	98.2	304.9	395.5	482.1	387.9	250.8	147.1	4.2	0.0	2125.5	4.0
2015	0.0	0.0	30.2	107.9	266.4	367.0	438.3	425.2	283.3	135.9	3.3	0.0	2057.5	3.9
2016	0.0	0.0	29.2	152.9	256.5	398.8	477.2	451.9	326.1	119.4	7.0	0.0	2219.0	4.2
2017	0.0	1.2	3.0	146.2	316.4	390.2	491.9	444.5	290.8	77.7	26.3	0.0	2188.2	4.1
2018	0.0	0.0	58.7	158.5	298.0	448.7	505.3	463.2	291.1	139.3	6.9	0.0	2369.7	4.4
2019	0.0	0.0	38.1	114.0	301.5	457.4	511.0	449.3	311.2	133.8	28.7	0.0	2345.0	4.4
2020	0.0	1.9	48.6	116.7	357.3	422.5	410.7	465.6	308.7	79.4	34.1	0.0	2245.5	4.2
2021	0.0	15.2	27.1	87.2	287.1	464.9	479.1	409.9	321.9	92.1	18.6	0.0	2203.1	4.1
2022	0.0	2.0	30.7	167.2	295.6	531.4	490.9	496.3	314.6	104.1	19.4	0.0	2452.2	4.6
2023	0.0	0.0	54.7	140.3	268.6	423.8	520.0	460.3	314.8	175.0	41.1	7.0	2405.6	4.5
2024	0.0	1.6	49.4	181.0	358.0	486.9	492.1	512.2	355.0	145.4	61.9	0.0	2643.5	5.0

达到亚洲玉米螟 4 代所需的积温条件。

3 讨论

李云瑞^[26]认为亚洲玉米螟在河南和山东等黄淮海平原地区 1 年发生 3 代。然而近 20 年来，豫中地区 1–6 月平均气温以 0.39 °C/10 年的速度增

加^[27]，气候变暖可以提高害虫的生长发育速度，获取更多的有效积温，从而使昆虫年发生世代数增加^[28]。例如，当年均气温上升 1.5 °C 时，粘虫在 33°N 以南地区可多繁育 1 个世代^[29]，而随着 30 °C 高温日的提早到来，1 代粘虫蛾在河南地区由全部迁出转为部分滞留^[30]。本研究同样发现，

随着豫中地区年有效积温的提高, 2016–2024 年达到 2188.2~2643.5 °C·d, 其热量资源已超过亚洲玉米螟完成 4 个世代发育所需的阈值 (2133.6 °C·d), 这一温度变化导致该地区亚洲玉米螟由传统的年发生 3 代转变为 3 代和 4 代混合发生。这与刘凯强^[20]认为温度升高可以加快亚洲玉米螟发育速率, 缩短发育历期, 进而增加年发生世代数的观点一致。另外, 近年来的田间系统调查也进一步证实, 豫中地区已出现第 4 代亚洲玉米螟幼虫越冬现象, 表明该害虫的世代发育特征正随气候变化发生改变。

据文献^[31]记载, 亚洲玉米螟成虫在河南越冬代、第 1 代和第 2 代的高峰时间分别为 5 月下旬、7 月中旬和 8 月中旬, 本研究越冬代至第 2 代的高峰时间分别为 5 月中下旬、6 月底至 7 月上旬和 8 月上旬, 说明近年来豫中地区亚洲玉米螟的世代发生高峰出现明显前移趋势。与仵均祥^[31]报道的亚洲玉米螟第 3 代幼虫发生高峰在 8 月下旬, 且均进入滞育虫态不同, 本研究发现该虫第 2 代成虫高峰期在 8 月上旬, 其产卵后于 8 月中下旬形成第 3 代幼虫高峰, 该代幼虫呈现分代发育现象, 即部分个体 (0.0%~76.0%) 进入滞育状态, 其余继续发育并在 9 月上旬形成第 3 代成虫高峰。有 0.0%~76.0% 的第 3 代幼虫滞育, 24.0%~100.0% 的第 3 代幼虫继续化蛹羽化, 在 9 月上旬形成第 3 代成虫高峰。这些成虫在 9 月上中旬形成第 4 代落卵高峰, 幼虫进入滞育虫态。室外饲养试验证实, 9 月上中旬分别采集的亚洲玉米螟均可正常发育至老熟幼虫并安全越冬。这一现象进一步证实了豫中地区亚洲玉米螟已具备完成 4 个完整世代发育的生物学潜力。

保护性耕作措施 (如秸秆还田和免耕) 显著加剧了亚洲玉米螟的危害。胡颖慧等^[32]的田间定点试验结果表明, 亚洲玉米螟的为害程度随还田年限不断递增; 杨长成等^[33]证实免耕会加重玉米苗期亚洲玉米螟为害; 师静云等^[34]指出免耕方式玉米苗期的病虫害发生程度高于传统的耕作方式, 且逐年加重。这些耕作方式通过延长害虫在田间的栖息时间窗口和增加幼虫的越冬场所, 提高了越冬存活率。在耕作措施与气候暖湿化的协同效应下, 亚洲玉米螟出现滞育分化与发育历期差异, 导致豫中地区亚洲玉米螟 3 代与 4 代混合越冬 (世代重叠) 的复杂种群结构, 给防治工作带来新挑战。

4 结论

随着全球气候变暖, 豫中地区亚洲玉米螟的世代发生高峰出现明显前移趋势; 豫中地区的年有效积温也明显提高, 当地热量资源已超过亚洲玉米螟完成 4 个世代发育所需的有效积温条件。亚洲玉米螟越冬研究表明, 部分第 3 代幼虫继续化蛹羽化, 在 9 月上中旬形成第 4 代落卵高峰, 第 4 代幼虫进入滞育虫态。由此可见, 豫中地区亚洲玉米螟年发生世代已从传统 3 代演变为 3 代与 4 代混合发生。

参考文献

- [1] Guo J F, Qi J F, He K L, et al. The Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* feeding increases the direct and indirect defence of mid-whorl stage commercial maize in the field. *Plant Biotechnology Journal*, 2019, 17(1): 88-102.
- [2] Wang X W, Ding X H, Fu K Y, et al. Molecular identification and efficiency of entomopathogenic fungi isolates against larvae of the Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Crambidae) in Xinjiang, China. *Journal of Applied Microbiology*, 2022, 133(5): 2979-2992.
- [3] 中华人民共和国农业农村部. 中华人民共和国农业农村部公告第 654 号. (2023-03-07)[2025-03-28]. <http://www.moa.gov.cn/zxf/ile/reader?file=http://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/202303/P020230314351559144694.docx>.
- [4] 病虫害测报处. 2025 年全国玉米重大病虫害发生趋势预报. (2025-01-08)[2025-03-28]. <https://www.natasc.org.cn/news/des?i d=bfa616f4-715c-454a-afe5-b4223a4f90f9&Category=%E5%85%A8%E6%96%87%E6%90%9C%E7%B4%A2&CategoryId=d6a35339-e804-4f90-bf93-927382b1fd22>.
- [5] 陈琦, 闫柳狄, 王秋岭, 等. 漯河市夏玉米花粒期鳞翅目害虫的监测与分析. *山东农业科学*, 2021, 53(9): 105-110.
- [6] 石爱丽, 邢占民, 张玲, 等. 几种生物农药对玉米螟的防治效果. *作物杂志*, 2014(3): 133-136.
- [7] 王振营, 王晓鸣. 我国玉米病虫害发生现状、趋势与防控对策. *植物保护*, 2019, 45(1): 1-11.
- [8] 李琴珵, 石洁, 何康来, 等. 化学防控玉米蛀穗害虫对减轻拟轮枝镰孢穗腐病及伏马毒素的作用. *中国农业科学*, 2021, 54(17): 3702-3711.
- [9] Li Q C, Shi J, Huang C L, et al. Asian corn borer (*Ostrinia furnacalis*) infestation increases *Fusarium verticillioides* infection and fumonisin contamination in maize and reduces the yield. *Plant Disease*, 2023, 107(5): 1557-1564.
- [10] 侯艳红, 杜梦园, 陈琦, 等. 2010–2021 年河南漯河玉米螟和桃蛀螟种群动态演变. *中国植保导刊*, 2023, 43(7): 39-43.
- [11] 王振营, 鲁新, 何康来, 等. 我国研究亚洲玉米螟历史、现状与展望. *沈阳农业大学学报*, 2000, 31(5): 402-412.
- [12] 霍治国, 李茂松, 王丽, 等. 气候变暖对中国农作物病虫害的影响. *中国农业科学*, 2012, 45(10): 1926-1934.
- [13] 陈瑜, 马春森. 气候变暖对昆虫影响研究进展. *生态学报*, 2010, 30(8): 2159-2172.
- [14] Trnka M, Muška F, Semerádová D, et al. European corn borer life stage model: regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate. *Ecological Modelling*, 2007, 207: 61-84.

- [15] 鲁新, 周淑香, 李丽娟, 等. 吉林省不同地区亚洲玉米螟发生世代的变化. 植物保护学报, 2015, 42(6): 978-984.
- [16] 侯月敏, 宋显东, 王振, 等. 哈尔滨市郊区亚洲玉米螟发生规律与卵块空间分布研究. 植物保护, 2018, 44(4): 151-157.
- [17] Liu K Q, Wang Z Y, Zhang T T, et al. Intra-population alteration on voltinism of Asian corn borer in response to climate warming. Biology, 2023, 12(2): 187.
- [18] 丁新华, 王小武, 付开赞, 等. 新疆荒漠绿洲主要玉米产区亚洲玉米螟种群时空动态. 植物保护, 2025, 51(2): 268-276, 315.
- [19] 张志高, 耿益新, 蔡茂堂, 等. 1978-2017 年河南省气候生产潜力时空演变及趋势分析. 水土保持研究, 2020, 27(6): 247-253.
- [20] 刘凯强. 亚洲玉米螟化性分型及其对气候变暖的响应. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- [21] 陆宴辉, 姜玉英, 刘杰, 等. 种植业结构调整增加棉铃虫的灾变风险. 应用昆虫学报, 2018, 55(1): 19-24.
- [22] 陈琦, 段云, 徐永伟, 等. 玉米和小麦对黏虫生长发育和繁殖的影响. 玉米科学, 2021, 29(2): 164-170.
- [23] 阿依克孜, 丁新华, 付开赞, 等. 新疆玉米产区三个玉米螟地理种群发育起点、有效积温测定与比较研究. 新疆农业科学, 2017, 54(10): 1863-1874.
- [24] 杨慧中, 涂小云, 夏勤雯, 等. 亚洲玉米螟生物学特性的研究. 江西农业大学学报, 2014, 36(1): 91-96.
- [25] 谢殿杰, 唐继洪, 张蕾, 等. 我国草地贪夜蛾年发生世代区分. 植物保护, 2021, 47(1): 61-67, 116.
- [26] 李云瑞. 农业昆虫学. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [27] 侯艳红, 李卫华, 杜梦园, 等. 漯河地区亚洲玉米螟越冬代种群与温度关系分析. 玉米科学. (2025-02-21)[2025-03-28]. <https://link.cnki.net/urlid/22.1201.S.20250221.0949.002>.
- [28] 孙玉诚, 郭慧娟, 戈峰. 昆虫对全球气候变化的响应与适应性. 应用昆虫学报, 2017, 54(4): 539-552.
- [29] 李淑华. 气候变化与害虫的生长繁殖、越冬和迁飞. 华北农学报, 1994, 9(2): 110-114.
- [30] Chen Q, Zhang Y D, Qi X H, et al. The effects of climate warming on the migratory status of early summer populations of *Mythimna separata* (Walker) moths: a case-study of enhanced corn damage in central-northern China, 1980-2016. Ecology and Evolution, 2019, 9(21): 12332-12338.
- [31] 仵均祥. 农业昆虫学. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [32] 胡颖慧, 时新瑞, 李玉梅, 等. 秸秆深翻和免耕覆盖对玉米土传病虫害及产量的影响. 黑龙江农业科学, 2019(5): 60-63.
- [33] 杨长成, 郑雅楠, 高增贵, 等. 耕作方式对玉米主要病虫害的影响. 江苏农业科学, 2013, 41(2): 122-124.
- [34] 师静云, 曹晓云. 耕作方式对玉米主要病虫害的影响试验. 农业工程技术, 2017, 37(14): 18.

Evolution of Annual Generations of the Asian Corn Borer (*Ostrinia furnacalis*) in Central Henan

Hou Yanhong¹, Du Mengyuan¹, Shi Xingkai¹, Liu Di¹, Fan Zhiye¹, Chen Li¹, Wang Wenhao¹, Shen Hailong¹, Yuan Liuzheng¹, Chen Qi¹, Li Shimin¹, Huang Jianrong²

(¹Luohe Academy of Agricultural Sciences/National Agricultural Observing and Experimental Station for Plant Protection in Yancheng, Luohe 462300, Henan, China; ²Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences/Entomological Radar Station Zero of Henan Province for Field Scientific Observation and Research, Zhengzhou 450002, Henan, China)

Abstract To explore the evolution of annual generations of *Ostrinia furnacalis* in central Henan, this study analyzed the annual generation numbers and their changing trends based on light-trap data of *O. furnacalis* adults from 2007 to 2024, field monitoring data of eggs, larvae, and pupae from 2022 to 2024, and concurrent meteorological data. The results showed that *O. furnacalis* adults formed four distinct peaks during the monitoring period in central Henan, corresponding to the overwintering, the first, second, and third generations, respectively. The second generation adults peaked in early to mid-August, leading to a peak of third generation larvae in mid-to-late August. Among the third generation larvae, 0.0%-76.0% entered diapause, while 24.0%-100.0% continued to pupate and emerge. The third generation adult peak occurred in early September, followed by the production of fourth generation eggs and larvae. From 2007 to 2024, the annual effective accumulated temperature in central Henan ranged from 1984.1 to 2643.5 °C·d. The theoretical annual generations of *O. furnacalis* increased from 3.7-4.3 during 2007-2015 to 4.1-5.0 during 2016-2024, indicating that the thermal resources in central Henan have reached the conditions required for four generations per year (2133.6 °C·d). With global warming, the annual generations of *O. furnacalis* in central Henan have transitioned from the traditional three generations to a mix of three and four generations.

Key words *Ostrinia furnacalis*; Annual generation; Effective accumulated temperature; Global warming; Central Henan