

河南漯河小麦和玉米轮作田瓢虫科天敌种类及种群动态

李天奇¹, 李天娇², 陈琦¹, 侯艳红¹, 陈莉¹, 杜梦园¹, 师兴凯¹, 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, 河南漯河 462300; 2. 全国农业技术推广服务中心, 北京 100125)

摘要: 为了解河南漯河小麦和玉米轮作模式下瓢虫科天敌种类, 明确优势种及发生消长动态, 为保护瓢虫资源及开展生物防治提供数据支撑, 试验于2018—2022年选取小麦和玉米轮作田定点开展了瓢虫科天敌资源系统调查研究。结果表明, 在小麦和玉米轮作田, 漯河本地瓢虫科天敌种类主要有异色瓢虫(*Harmonia axyridis*)、龟纹瓢虫(*Propylea japonica*)、七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*)和红环瓢虫(*Rodolia limbata*)。红环瓢虫为漯河瓢虫科新记录种, 异色瓢虫和龟纹瓢虫为优势种; 不同作物类型、不同年份, 优势种不同。由发生动态可知, 河南漯河小麦和玉米轮作田瓢虫科天敌有3个高峰期, 分别在5月上旬、7月和8月下旬至9月下旬, 其中第3个高峰期瓢虫数量最多、占监测总虫量的69.20%, 高峰日最高百株虫量达336头。麦田瓢虫始见期最早在3月上旬, 最晚在4月下旬, 玉米收获前玉米植株上尚有大量瓢虫存在。

关键词: 瓢虫; 异色瓢虫; 龟纹瓢虫; 红环瓢虫; 种群动态; 小麦和玉米轮作田

中图分类号: S476 文献标识码: A 文章编号: 1002-2481(2024)03-0102-07

Species and Population Dynamics of Predatory Ladybugs in Wheat-Corn Rotation Fields of Luohe, Henan Province

LI Tianqi¹, LI Tianjiao², CHEN Qi¹, HOU Yanhong¹, CHEN Li¹,
DU Mengyuan¹, SHI Xingkai¹, LI Shimin¹

(1. Luohe Academy of Agricultural Sciences/National Agricultural Experimental Station for Plant Protection in Yancheng, Luohe 462300, China; 2. National Agricultural Technology Extension and Service Center, Beijing 100125, China)

Abstract: To understand the predatory ladybug(Coccinellidae) species in the wheat-corn rotation system in Luohe, Henan province, and to clarify the dominant species and their population dynamics, and to provide baseline data to support the conservation of ladybug resources and the development of biological control, in this study, a systematic survey of predatory ladybugs in a fixed spot of the wheat-corn rotation field in Luohe from 2018 to 2022. The results showed that in the wheat-corn system, the species of the local predatory ladybug family mainly included *Harmonia axyridis*(Pallas), *Propylea japonica* (Thunberg), *Coccinella septempunctata* Linnaeus, and *Rodolia limbata* Motschulsky. *R. limbata* was a newly recorded species of ladybugs in Luohe. *H. axyridis* and *P. japonica* were the dominant species, the dominant species differed among crops and years. According to occurrence dynamic, the predatory ladybugs in the wheat-corn fields in Luohe had three peak periods of occurrence: early May, July, and late August to late September. The third peak period had the highest number of ladybugs, accounting for 69.20% of the monitoring total, and the number of ladybugs surveyed on the peak day was as high as 336 individuals per 100 plants. Ladybugs appeared in wheat fields as early as March and as late as April, a large number still remained on the corn plants until harvest.

Key words: ladybug(Coccinellidae); *Harmonia axyridis*; *Propylea japonica*; *Rodolia limbata*; population dynamics; wheat-corn rotation field

河南漯河地处全国粮食主产区和国家粮食生产核心区, 粮食生产以黄淮海地区典型的小麦—玉米周年轮作为主。蚜虫、黏虫(*Mythimna separata*)、棉铃虫(*Helicoverpa armigera*)和亚洲玉米螟(*O-*

trinia furnacalis)等害虫的重发频发是威胁该生态区小麦和玉米等主要农作物稳产高产的重要限制因素^[1-4]。目前, 生产中针对主要害虫仍以化学防治为主, 但农药的不合理使用引发了日益严重的农业

收稿日期: 2023-07-05

基金项目: 国家天敌等昆虫资源数据中心惠济观测实验站项目(ZX09S170100); 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系(CARS-03); 河南省科技攻关计划项目(222102110201); 河南省现代农业产业技术体系(HARS-22-01-Z4)

作者简介: 李天奇(1980-), 男, 河南漯河人, 助理研究员, 主要从事农业科技管理工作。

通信作者: 陈琦(1972-), 女, 河南淮阳人, 研究员, 主要从事农作物病虫害防治研究工作。

生态环境问题,也会给农产品质量安全带来隐患^[5-6]。

捕食性瓢虫是农田生态系统中的主要天敌昆虫,在农作物害虫种群控制中占有重要地位^[7]。其种类丰富^[8],国内已知约530种,河南省记录36属79种(亚种、变种、型)^[9]。瓢虫食量大、食性广,除捕食蚜虫外^[10],还可以捕食草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda*、亚洲玉米螟、黏虫等鳞翅目害虫的卵和幼虫^[11-14]。

全面掌握区域内的瓢虫种类、分布和发生动态等信息,是保护利用瓢虫科天敌、发挥其控害作用的基础。早在20世纪50年代,刘崇乐^[15]在国内首创研究了食菌瓢虫 (*Halysia hauseri* Mader) 的种类、分布区域以及生活史。后来,又不断有瓢虫新种记述和分布情况报道^[16-18]。不同生态区域与作物环境,瓢虫种类和发生动态不同。何富刚等^[19]通过定点定株调查蚜虫及天敌,明确了异色瓢虫 (*Harmonia axyridis*)、黑背毛瓢虫 (*Scymnus (Neopullus) babai*) 和龟纹瓢虫 (*Propylea japonica*) 为沈阳玉米田蚜虫的优势天敌,并探明了优势种群田间种群动态。阿尔孜姑丽·肉孜等^[20]采用网捕法对新疆农田系统进行瓢虫资源调查与多样性研究,明确了新疆农田系统瓢虫资源组成及多样性结构差异,多异瓢虫 *Hippodamia variegata* 为绝对优势种类。崔洁等^[21]对西藏林芝不同生态区域的青稞、小麦、油菜3种作物农田开展瓢虫资源调查研究,同时选取固定样地定期进行种群动态分析,明确了该地区农田瓢虫资源及优势种群动态,横斑瓢虫 *Coccinella transversoguttata*、多异瓢虫和二星瓢虫 *Adalia bipunctata* 为其主要优势种类。河南漯河对于瓢虫科天敌的报道较少,侯艳红等^[22]在2015—2019年、王文豪等^[23]在2020年,均采用目测观察和网捕相结合的方法,明确了漯河地区麦田瓢虫的种类,但未阐明其种群动态。

近年来,我国先后启动实施“农药使用量零增长”“化学农药减量化”等行动方案,注重丰产、增效与环境友好三大目标。2017年,国家天敌等昆虫资源数据中心成立,该中心选择瓢虫、捕食螨等为重点监测对象,结合各地优势天敌及蛋白质来源昆虫资源的本底调查,开展农业基础性长期性科技工作。本研究依托国家天敌等昆虫资源数据中心,在河南漯河选取小麦和玉米轮作田定点、定期对瓢虫资源进行调查,对其种群动态进行了连续5 a的定点监测,并采集小麦和玉米田环境照片、瓢虫生态照片,建立了2018—2022年河南漯河瓢虫种类和

动态数据集,以期分析该地区小麦和玉米轮作模式下瓢虫的优势类群及发生消长动态,优化害虫绿色防控技术提供帮助。

1 材料和方法

1.1 供试作物田

试验在漯河市农业科学院五里岗试验基地 (33°37'30"N、113°59'13"E) 进行,试验地面积约1.5 hm²,常年小麦和玉米轮作,小麦品种为百农207,玉米品种为漯玉16,均为当地主栽品种。相邻田块也均为小麦—玉米田。试验地小麦和玉米全生育期不喷施杀虫剂和杀菌剂,除草、灌水等田间管理与当地常规管理一致。小麦播种时间一般在10月中下旬,收获时间在5月下旬至6月上旬;玉米播种时间一般在6月上中旬,收获时间为9月中下旬。

1.2 田间瓢虫科天敌调查

于2018—2022年每年的3月上中旬(小麦返青拔节期)至9月中下旬(玉米完熟期),对小麦和玉米轮作田漯河本地瓢虫科天敌进行种群监测。每周1次,采用5点取样法。玉米田每个采样点固定选取10株植株,目测观察记录瓢虫科天敌种类、虫态和数量;小麦田调查除目测调查外,自2019年增加拍打法 and 扫网法。拍打法,每样点选取1 m长双行小麦(约0.5 m²),在取样行下铺一块长1 m、宽0.8 m的白布,拍打小麦数次后检查振落的瓢虫种类、虫态和数量,直至拍打后无虫时止^[24]。扫网法,在小麦田样点周边,调查20复网(捕虫网网纱孔径0.149 mm),网口直径35 cm,网深80 cm,杆长110 cm;左右挥动180°为一复网),统计瓢虫种类、虫态和数量。

1.3 数据分析

用WPS Office 2023进行统计和数量动态分析,各代高峰期内监测虫量最多的日期为高峰日。

2 结果与分析

2.1 瓢虫科天敌的种类组成及其优势种

2.1.1 目测观察结果 2018—2022年在河南漯河小麦和玉米轮作田共调查瓢虫科天敌91次,监测到其幼虫、蛹和成虫724头,明确了漯河本地瓢虫科天敌种类主要有异色瓢虫 (*Harmonia axyridis*)、龟纹瓢虫 (*Propylea japonica*)、七星瓢虫 (*Coccinella septempunctata*) 和红环瓢虫 (*Rodolia limbata*)。

由监测结果可知(表1),玉米生长季瓢虫种类

和发生量多于小麦生长季。在小麦田,监测到瓢虫科天敌主要有异色瓢虫、龟纹瓢虫和七星瓢虫 3 种 85 头,三者数量分别占 5 a 监测总数的 38.82%、31.76% 和 29.41%。其中,2018 年七星瓢虫和异色瓢虫数量较多,分别占当年监测总数的 46.94% 和 38.78%;2021 年异色瓢虫数量较多,占当年监测总数的 84.62%;2022 年则仅监测到龟纹瓢虫;2019 年和 2020 年瓢虫数量相对较少。在玉米田,监测

到瓢虫科天敌主要有异色瓢虫、龟纹瓢虫、七星瓢虫和红环瓢虫 4 种 639 头。年际间优势种数量及占比存在差别。其中,2018 年和 2021 年龟纹瓢虫数量较多(58 头和 34 头),分别占当年瓢虫总量的 65.91% 和 72.34%;2019、2020 年和 2022 年则是异色瓢虫较多,分别为 173(82.38%)、35 头(68.63%) 和 203 头(83.54%)。红环瓢虫为漯河瓢虫科新记录种,但其数量较少,仅在 2019 年被监测到。

表 1 2018—2022 年河南漯河小麦和玉米轮作田瓢虫科天敌的数量及占比

Tab.1 Number and percentage of predatory ladybugs in wheat-corn rotation field in Luohe, Henan province in 2018-2022

作物 Crop	瓢虫种类 Species of ladybug	2018		2019		2020		2021		2022	
		数量/ (头/百株) Number	占比/% Proportion	数量/ (头/百株) Number	占比/% Proportion	数量/ (头/百株) Number	占比/% Proportion	数量/ (头/百株) Number	占比/% Proportion	数量/ (头/百株) Number	占比/% Proportion
小麦 Wheat	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>	38	38.78	2	20.00	4	25.00	22	84.62	0	0
	龟纹瓢虫 <i>Propylea japonica</i>	14	14.29	6	60.00	10	62.50	4	15.38	20	100
	七星瓢虫 <i>Coccinella septempunctata</i>	46	46.94	2	20.00	2	12.50	0	0	0	0
玉米 Corn	异色瓢虫 <i>H. axyridis</i>	60	34.09	346	82.38	70	68.63	26	27.66	406	83.54
	龟纹瓢虫 <i>P. japonica</i>	116	65.91	70	16.67	32	31.37	68	72.34	80	16.46
	七星瓢虫 <i>C. septempunctata</i>	0	0	2	0.48	0	0	0	0	0	0
	红环瓢虫 <i>Rodolia limbata</i>	0	0	2	0.48	0	0	0	0	0	0

2.1.2 拍查结果 2019—2022 年在小麦田白布拍查共 17 次,监测到龟纹瓢虫和异色瓢虫共 170 头。其中,龟纹瓢虫数量较多(119 头),占监测总数的 70.00%。除 2020 年异色瓢虫数量(41 头)多于龟纹瓢虫(23 头)外,2019、2021 年和 2022 年均是龟纹瓢虫数量较多,其数量分别占当年监测总数的 71.43%、100% 和 90.59%。

2.1.3 扫网调查结果 2019—2022 年在小麦田扫网调查共 18 次,监测到龟纹瓢虫、异色瓢虫和七星瓢虫共 22 头,三者数量分别占监测总数的 68.18%、

27.27% 和 4.55%。2020 年龟纹瓢虫和异色瓢虫数量相同,2019、2021 年和 2022 年则是龟纹瓢虫数量较多,其数量分别占当年监测总数的 75.00%、66.67% 和 100%。仅在 2019 年监测到 1 头七星瓢虫。

2.2 瓢虫科天敌的发生动态

目测观察瓢虫科天敌旬发生动态如图 1 所示,2018—2022 年河南漯河小麦和玉米轮作田瓢虫科天敌有 3 个高峰期,分别在 5 月上旬、7 月和 8 月下旬至 9 月下旬,其中第 3 个高峰期瓢虫数量最多,期间虫量占监测总虫量的 69.20%。

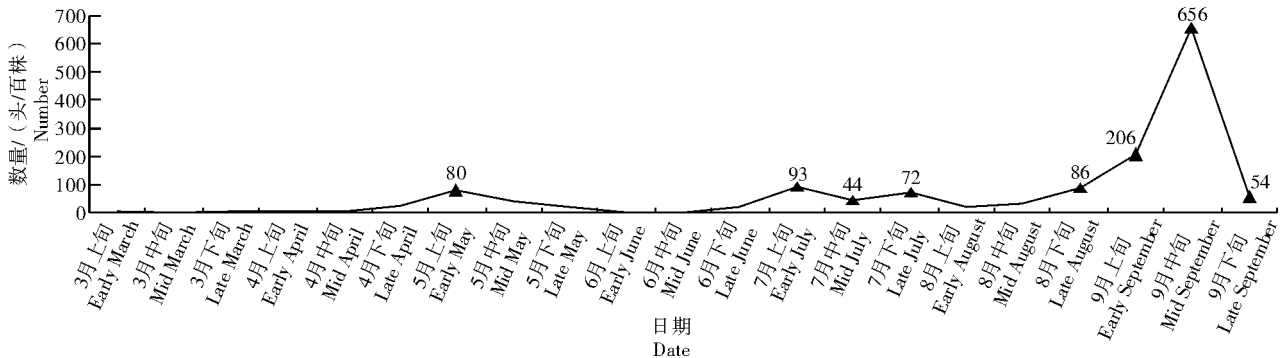


图 1 2018—2022 年河南漯河小麦和玉米轮作田瓢虫科天敌发生动态

Fig.1 Population dynamics of predatory ladybugs in wheat-corn rotation fields in Luohe, Henan province in 2018-2022

2018—2022年各年监测动态如图2所示,2018年,瓢虫主要有3个发生量高峰期,分别在5月上旬、7月上旬和9月上旬,高峰期虫量占全年监测虫量的68.61%。2019年,瓢虫发生量高峰则集中在9月上中旬,高峰期虫量占全年监测虫量的89.30%,最高虫量达到336头/百株(9月18日)。2020年,9月中旬瓢虫数量较多(64.41%)。2021年,瓢虫有3个高峰期,分别在5月下旬、7月下旬和9月

下旬,以7月下旬虫量较多。2022年,瓢虫主要集中在8月下旬至9月中旬发生,占全年监测数量的84.98%,高峰日虫量达146头/百株(9月14日)。

从图2可以看出,河南漯河麦田瓢虫始见期在3—4月,最早在3月5日,最晚在4月23日。9月中下旬,玉米收获前最后一次田间调查时,在玉米植株上尚有大量瓢虫,其种群并未随着玉米植株的逐渐枯萎而迅速迁出。

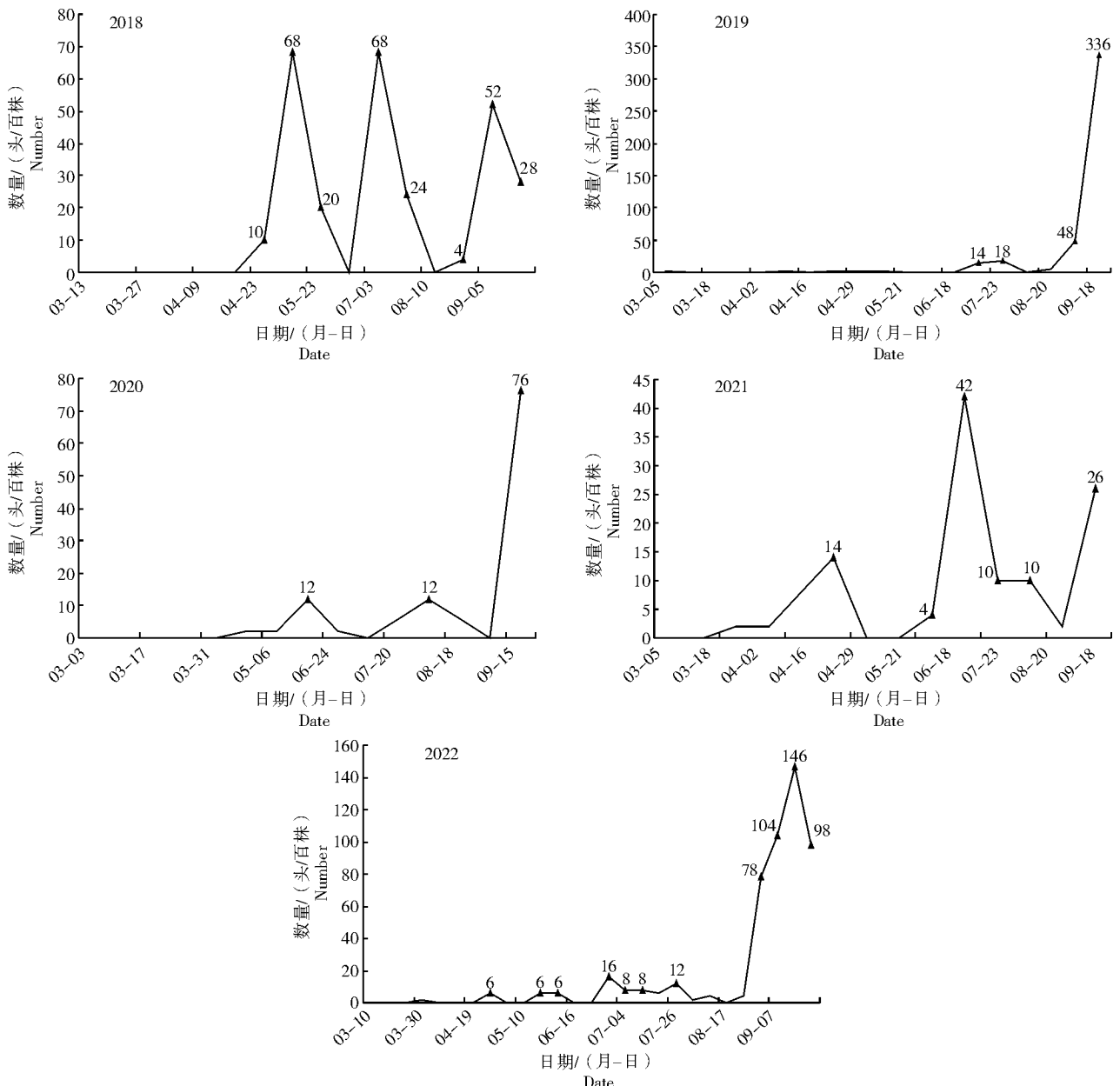


图2 2018—2022年河南漯河小麦和玉米轮作田瓢虫科天敌各年发生动态
Fig.2 Annual occurrence dynamics of predatory ladybugs in wheat-corn rotation fields in Luohe, Henan province in 2018–2022

3 结论与讨论

自2018年,针对漯河本地小麦和玉米轮作模

式下瓢虫资源进行了调查,对其种群动态进行了连续5a的定位监测,记录了河南漯河1个瓢虫科新种红环瓢虫,丰富了当地瓢虫科天敌资源。明确了

异色瓢虫和龟纹瓢虫为漯河本地小麦和玉米轮作田瓢虫科天敌的优势种,本研究与梁晓辰^[25]在山东济宁市、烟台市和泰安市 3 个系统调查区调查的异色瓢虫为优势种的结果一致。

取样调查方法不同捕获的物种多样性及个体数量不同^[26]。本研究中,小麦田 3 种调查方法结果显示,均是异色瓢虫和龟纹瓢虫为优势种,但不同的调查方法绝对优势种不同。目测观察结果,异色瓢虫数量最多,占 5 a 监测总数的 38.82%;其次是龟纹瓢虫(31.76%)。而白布拍查和扫网的结果均是龟纹瓢虫所占比例较高(70.00%和 68.18%),但 2019—2022 年同时期调查,扫网较白布拍查到的瓢虫数量少。因此,对小麦田瓢虫科天敌的多样性及个体数量监测,可选择其中一种或多种调查方法,也可同时开展马氏网对瓢虫科天敌昆虫多样性的动态监测^[27],并比较衡量当地较为适宜的调查方法。

调查发现,9 月中下旬玉米收获前玉米植株上仍有大量瓢虫,如 2019 年 9 月 18 日和 2022 年 9 月 14 日,百株玉米瓢虫数量分别达 336 头和 146 头。而翌年春季,越冬后的瓢虫迁入麦田的数量大幅度下降,原因可能与瓢虫越冬的适宜温度有关。梁晓辰^[25]研究发现,异色瓢虫越冬的适宜温度为 0~4℃,低于 0℃的低温引起异色瓢虫存活率下降和存活时间缩短,而 2018—2022 年每年的 12 月中下旬至 2 月上中旬,瓢虫越冬期间漯河的最低气温持续在 0℃以下,不利于瓢虫的越冬存活,瓢虫则会选择落叶层、土壤缝隙或者建筑物等场所越冬^[28-29]。另外,频繁的农事管理(收割、耕地、播种等),致使作物生境的不稳定,天敌昆虫往往需要在耕作强度较低的非作物生境中取食、繁殖^[30-31]。

闫占峰^[32]对 2009 年河北廊坊夏玉米生长后期蚜虫及其天敌数量种群相关性分析,发现天敌对蚜虫种群有明显的控制作用,其中以瓢虫对蚜虫的控制作用最强。周丽君等^[33]研究结果表明,异色瓢虫对蚜虫的日捕食量随蚜虫密度的增加而增加。本研究发现,2019 年 9 月中旬漯河夏玉米田蚜虫为害严重,其数量为 5 年中最多,百株蚜量达 26 920 头,最高单株蚜量达 3 000 头,属大发生年份(百株蚜量≥20 000 头以上)^[34]。同时期瓢虫数量也较多,高峰日最高百株虫量达 336 头(异色瓢虫数量占 90.48%,为优势种),且发生时间与蚜虫的重叠指数较高,其数量发生高峰几乎和蚜虫数量发生高峰一致。这在一定程度上说明,蚜虫数量是导致 2019 年 9 月中

旬玉米田瓢虫数量显著高于其他 4 a 同时期数量的原因。

2022 年 11 月下旬,漯河市农业科学院植物保护研究团队在五里岗试验基地雷达楼二楼电表箱内发现了大量异色瓢虫成虫聚集在一起越冬。孙元星等^[29]在甘肃农业大学校园建筑上发现了数量较大的越冬瓢虫种群。对越冬的瓢虫该如何进行保护,从而促进瓢虫在不利因素作用下的恢复和再定殖,以达到最佳的生物防治效果,从而减少对化学农药的依赖。笔者认为,可根据瓢虫的越冬习性人为设置“避风港”,比如,在地头避风、向阳处设置一定数量的防寒小木箱,人为创造越冬场所,为瓢虫越冬提供适宜的温度条件。也可在农田设计和创建上建设合理的生境,促进麦田早期天敌种群的建立与繁育,以提高天敌的控制效能^[35]。如在作物生境周围种植诱集植物,利用诱集植物来保护和持续利用天敌^[36]。

在小麦和玉米轮作田,漯河本地瓢虫科天敌种类主要有异色瓢虫、龟纹瓢虫、七星瓢虫和红环瓢虫,异色瓢虫和龟纹瓢虫为优势种。其发生动态有 3 个高峰期,分别在 5 月上旬、7 月和 8 月下旬至 9 月下旬,其中第 3 个高峰期瓢虫数量多,峰值明显。

参考文献:

- [1] 陈巨莲,武予清,张勇,等. 郭予元院士在小麦害虫预测和治理上的学术贡献:纪念郭予元院士诞辰 90 周年[J]. 植物保护, 2023, 49(1): 13-21.
CHEN J L, WU Y Q, ZHANG Y, et al. Contribution of Academician Guo Yuyuan in the prediction and management of wheat insect pests-to commemorate the 90th anniversary of the birth of academician Guo Yuyuan[J]. Plant Protection, 2023, 49(1): 13-21.
- [2] 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[J]. Ecology and Evolution, 2019, 9(21): 12332-12338.
- [3] 陈琦,段云,侯艳红,等. 漯河市高空灯下迁飞性蛾类害虫监测与分析[J]. 植物保护, 2021, 47(3): 226-231.
CHEN Q, DUAN Y, HOU Y H, et al. Monitoring and analysis of migratory moths trapped by the searchlight in Luohe, Henan Province[J]. Plant Protection, 2021, 47(3): 226-231.
- [4] 刘杰,李天娇,姜玉英,等. 2020 年我国玉米主要病虫害发生特点[J]. 中国植保导刊, 2021, 41(8): 30-35.
LIU J, LI T J, JIANG Y Y, et al. Occurrence characteristics of main maize diseases and insect pests in China in 2020[J]. China Plant Protection, 2021, 41(8): 30-35.
- [5] 李勇辉,张其钢,雷婷,等. 云南桑园昆虫群落组成及时间生态位分析[J]. 河南农业科学, 2023, 52(4): 90-98.
LI Y H, ZHANG Q G, LEI T, et al. Composition and temporal

- niches of insect communities in Yunnan mulberry field[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2023, 52(4):90-98.
- [6] 王睿,高炜,王克功.不同种衣剂对小麦生长及病虫害防治效果的影响[J].山西农业科学,2022,50(3):398-408.
WANG R,GAO W,WANG K G. Effects of seed dressing with different pesticides on wheat growth and control efficiency of wheat diseases and insect pests[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2022, 50(3):398-408.
- [7] 段佳辰,戴长春,路伟,等.3种蚜虫对方斑瓢虫适合度及种群增长的影响[J].植物保护,2023,49(1):230-238,243.
DUAN J C,DAI C C,LU W, et al. Effects of three aphid species on the fitness and population growth of *Propylaea quatuordecimpunctata* (L.) [J]. Plant Protection, 2023, 49(1):230-238, 243.
- [8] 张春玲,虞国跃.山东泰山瓢虫科昆虫名录(鞘翅目)[J].山东农业大学学报(自然科学版),1997,28(4):427-430.
ZHANG C L, YU G Y. Coccinellidae collected from Taishan, Shandong Province (Coleoptera) [J]. Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition), 1997, 28(4):427-430.
- [9] 申效诚.河南昆虫名录[M].北京:中国农业科技出版社,1993:122.
SHEN X C. A checklist of insects from Henan[M]. Beijing: China Agriculture Sciencetech Press, 1993:122.
- [10] 崔亚琴,王拓,高洁.异色瓢虫对豌豆蚜的捕食效应[J].山西农业科学,2022,50(1):130-134.
CUI Y Q, WANG T, GAO J. Predatory response of *Harmonia axyridis* to *Acyrtosiphon pisum*[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2022, 50(1):130-134.
- [11] 陈洁,焦宏业,张恒,等.龟纹瓢虫对禾谷缢管蚜捕食功能反应的研究[J].河北农业科学,2015,19(2):41-43,50.
CHEN J, JIAO H Y, ZHANG H, et al. Study on predatory function of *Propylaea japonica* on *Rhopalosiphum padi*[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2015, 19(2):41-43, 50.
- [12] 孔琳.四种瓢虫对草地贪夜蛾卵和幼虫的捕食功能研究[D].北京:中国农业科学院,2020.
KONG L. Study on predation function of four ladybugs on eggs and larvae of *Spodoptera exigua*[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2020.
- [13] 辛肇军,卓德干,李照会.龟纹瓢虫成虫对亚洲玉米螟卵的捕食作用[J].山东农业大学学报(自然科学版),2011,42(2):191-193.
XIN Z J, ZHUO D G, LI Z H. Predatory functional responses of *Propylaea japonica* adults on eggs of *Ostrinia furnacalis*[J]. Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition), 2011, 42(2):191-193.
- [14] 吴钰薇,高鹏,郑林浩,等.东方粘虫对异色瓢虫生长发育及繁殖的影响[J].中国生物防治学报,2023,39(6):1295-1300.
WU Y W, GAO P, ZHENG L H, et al. Effects of *Mythimna separata* on development and fecundity of *Harmonia axyridis* [J]. Chinese Journal of Biological Control, 2023, 39(6):1295-1300.
- [15] 刘崇乐.食菌瓢虫 *Halyzia hauseri* Mader 食量与生活史研究[J].中国昆虫学报,1950(1):1-13.
LIU C L. Studies on the feeding capacity and life history of a Mycophagous Coccinellid, *Halyzia hauseri* Mader, in Kunming [J]. Acta Entomologica Sinica, 1950(1):1-13.
- [16] 刘崇乐.中国瓢虫新种记述和关于瓢虫外生殖器的论述[J].昆虫学报,1962,5(3):259-268.
LIU C L. Descriptions of new Chinese coccinellids and observations on the external genitalia of ladybeetles[J]. Acta Entomologica Sinica, 1962, 5(3):259-268.
- [17] 虞国跃.中国小基瓢虫属 *Diomus* 研究(鞘翅目:瓢虫科)[J].昆虫分类学报,1996,18(4):276-282.
YU G Y. Studies on *Diomus* of the genus *Coccinella* from China (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. Entomotaxonomia, 1996, 18(4):276-282.
- [18] 虞国跃,梁宏斌.新疆麦田瓢虫种类记述(鞘翅目:瓢虫科)[J].昆虫分类学报,1998,20(2):52-57.
YU G Y, LIANG H B. Description of ladybugs in wheat fields in Xinjiang (Coleoptera: ladybug) [J]. Entomotaxonomia, 1998, 20(2):52-57.
- [19] 何富刚,王艳琴,颜范悦,等.玉米田蚜虫天敌及种群动态研究[J].辽宁农业科学,1996(4):46-48.
HE F G, WANG Y Q, YAN F Y, et al. Study on natural enemies and population dynamics of aphids in corn field [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 1996(4):46-48.
- [20] 阿尔孜姑丽·肉孜,丁新华,吐尔逊·阿合买提,等.新疆农田系统瓢虫资源调查与多样性研究[J].环境昆虫学报,2021,43(2):292-304.
ARZIGUL R Z, DING X H, TURSUN A H M T, et al. Investigation and diversity of ladybug resources of farmland system in Xinjiang [J]. Journal of Environmental Entomology, 2021, 43(2):292-304.
- [21] 崔洁,杨泽鹏,王思展,等.西藏林芝地区农田瓢虫资源及优势种群动态[J].应用与环境生物学报,2022,28(4):890-896.
CUI J, YANG Z P, WANG S Z, et al. Population dynamics of farmland ladybug resources and dominant species in Nyingchi, Tibet, China [J]. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 2022, 28(4):890-896.
- [22] 侯艳红,李雷雷,王文豪,等.麦田蚜虫及其天敌类群动态变化[J].山西农业科学,2021,49(7):888-891.
HOU Y H, LI L L, WANG W H, et al. Dynamic change of aphids and its natural enemies in wheat field [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2021, 49(7):888-891.
- [23] 王文豪,侯艳红,沈海龙,等.麦田害虫与天敌群落特征及优势种生态位变化[J].浙江农业科学,2022,63(7):1567-1570.
WANG W H, HOU Y H, SHEN H L, et al. Study on community characteristics and dominant species niche transition of insect pests and natural enemies in wheat field [J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2022, 63(7):1567-1570.
- [24] 农业部农作物病虫测报总站.农作物主要病虫测报办法[M].北京:农业出版社,1981:1-290.
General Station of Crop of Pest Monitoring and Forecasting of Ministry of Agriculture. Measures for forecasting main diseases and pests of crops [M]. Beijing: Agricultural Press, 1981:1-290.
- [25] 梁晓辰.七星瓢虫与异色瓢虫麦田种群动态及影响因子分析[D].泰安:山东农业大学,2017.
LIANG X C. Population dynamics and influencing factors of *Coccinella septempunctata* and *Harmonia axyridis* in the wheat fields [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2017.

- [26] 段美春,覃如霞,张宏斌,等. 农田节肢动物不同取样方法的综合比较[J]. 生物多样性,2021,29(4):477-487.
DUAN M C, QIN R X, ZHANG H B, et al. Comprehensive comparison of different sampling methods for arthropod diversity in farmland[J]. Biodiversity Science, 2021, 29(4): 477-487.
- [27] 王一. 马氏网与诱虫灯对昆虫多样性动态监测效果的比较[D]. 杭州:浙江大学,2020.
WANG Y. Comparison of dynamic monitoring effect of insect diversity between malaise and light trap[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2020.
- [28] 虞国跃. 中国瓢虫亚科图志[M]. 北京:化学工业出版社,2010:1-180.
YU G Y. Chinese lady beetles the Subfamily Coccinellinae [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010: 1-180.
- [29] 孙元星,何晓灵,陈红,等. 甘肃农业大学校园建筑的越冬瓢虫的多样性分析[J]. 甘肃农业大学学报,2019,54(6):125-130.
SUN Y X, HE X L, CHEN H, et al. Analysis of the diversity of overwintering lady beetles in the buildings at Gansu Agricultural University[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2019, 54(6): 125-130.
- [30] KENNEDY G G, STORER N P. Life systems of polyphagous arthropod pests in temporally unstable cropping systems[J]. Annual Review of Entomology, 2000, 45: 467-493.
- [31] 杨龙,徐磊,刘冰,等. 农田景观格局对华北地区麦田早期瓢虫种群发生的影响[J]. 应用昆虫学报,2016,53(3):612-620.
YANG L, XU L, LIU B, et al. Effects of landscape pattern on the occurrence of ladybeetles in wheat fields in Northern China [J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2016, 53(3): 612-620.
- [32] 闫占峰. 玉米田蚜虫发生规律与其天敌互作关系研究[D]. 北京:中国农业科学院,2011.
YAN Z F. studies on population dynamics of aphids and interactions with their natural enemies in corn field[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2011.
- [33] 周丽君,杨灯海,胡其磊,等. 异色瓢虫对草地贪夜蛾和禾谷缢管蚜的捕食功能反应及捕食选择性研究[J]. 植物保护,2022,48(2):111-117.
ZHOU L J, YANG D H, HU Q L, et al. Prey selectivity and predatory functional response of *Harmonia axyridis* to *Spodoptera frugiperda* and *Rhopalosiphum padi*[J]. Plant Protection, 2022, 48(2): 111-117.
- [34] 中华人民共和国农业农村部. 玉米蚜虫测报技术规范:NY/T 3699—2020[S]. 北京:中国农业出版社,2020.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Technical specification for forecast of corn aphids: NY/T 3699-2020[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2020.
- [35] ANDOW D A, PROKRYM D R. Release density, efficiency and disappearance of *Trichogramma nubilale* for control of European corn borer[J]. Entomophaga, 1991, 36(1): 105-113.
- [36] 张玉虎,李正跃,陈斌. 非作物生境在作物害虫天敌种群调控中的作用研究进展[C]//云南省昆虫学会2009年年会论文集. 昆明:云南省昆虫学会,2009:340-344.
ZHANG Y H, LI Z Y, CHEN B. Advances in the function of non-crop habitats control in population of the natural enemies [C]//Proceedings of annual academic meeting of Yunnan Entomological Society in 2009. Kunming: Yunnan Entomological Society, 2009: 340-344.

著作权使用声明

本刊已许可中国知网以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含中国知网著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议,请在投稿时说明,本刊将按作者说明处理。

《山西农业科学》编辑部