

河南省内乡县 3 种瓜类寄主作物上瓜实蝇的种群动态

赵运杰¹, 杨艳丽^{2*}, 张 瑜³, 徐世跃³

¹内乡县植物保护植物检疫站, 河南 南阳 474350; ²内乡县农业综合行政执法大队, 河南 南阳 474350; ³内乡县种子技术服务站, 河南 南阳 474350

摘要:【目的】近年来,世界性检疫害虫瓜实蝇由我国南部省份传入河南省西南部地区,对当地多种经济作物的产量和品质造成较大影响。明确该虫在新传入地区不同寄主作物上的种群动态,有助于揭示其在田间的发生危害规律,为当地防治工作提供科学依据。【方法】2020—2022 年在河南省南阳市内乡县对田间瓜实蝇成虫开展诱捕监测,比较分析其在丝瓜、南瓜和西葫芦 3 种寄主作物上的种群发生动态。【结果】瓜实蝇在河南省内乡县每年均有发生,成虫种群基本发生于 6~7 月下旬—10 月下旬,发生盛期在 8 月中旬—9 月下旬,有一个明显发生高峰期;其种群数量、种群动态以及发生期均受寄主植物和年代的影响。【结论】河南省内乡县瓜实蝇种群数量和危害程度呈逐年加重趋势,不同瓜类作物蔬菜田中应因地制宜及时采取防治措施。

关键词: 瓜实蝇; 监测; 调查; 种群动态; 寄主植物



开放科学标识码
(OSID 码)

Population dynamics analysis of *Zeugodacus cucurbitae* in three host cucurbits in Neixiang County, Henan Province

ZHAO Yunjie¹, YANG Yanli^{2*}, ZHANG Yu³, XU Shiyue³

¹Neixiang County Agency of Protection and Quarantine, Nanyang, Henan 474350, China; ²Neixiang County Agricultural Comprehensive Administrative Law-enforcement Unit, Nanyang, Henan 474350, China; ³Neixiang County Seed Technical Service Station, Nanyang, Henan 474350, China

Abstract: 【Aim】In recent years, the melon fly *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett), a worldwide quarantine pest, has been introduced from the south of China to the southwestern part of Henan province, causing a major impact on the yield and quality of a variety of cash crops. Investigating its population dynamics on different host crops in newly introduced regions helps reveal its damage pattern in the field, and provides a scientific basis for local pest management. 【Method】From 2020 to 2022, the population dynamics of *Z. cucurbitae* adults on three host cucurbits, namely *Luffa cylindrica*, *Cucurbita moschata*, and *Cucurbita pepo*, were surveyed and comparatively analyzed in the fields of Neixiang County, Nanyang City, Henan Province, China. 【Result】This pest occurred in all three years in Neixiang county, with adult populations occurring between late June to July and late October, and the peak period of adults occurring from mid-August to late September. Its population size, population dynamics, and period of occurrence were all affected by the host crops and the age. 【Conclusion】The population size and damage of *Z. cucurbitae* in this region are increasing year by year, and control measures should be taken timely in different melon crops according to local conditions.

Key words: *Zeugodacus cucurbitae*; monitoring; survey; population dynamics; host plants

瓜实蝇 *Zeugodacus cucurbitae* Coquillett, 属双翅目 Diptera 实蝇科 Tephritidae 簇实蝇属 *Zeugodacus*, 曾用名 *Bactrocera cucurbitae* (Virgilio *et al.*, 2015), 是我国进境植物检疫性有害生物。该虫为多食性害虫, 主要危害葫芦科植物, 对多达 36 科

120 多种寄主植物造成危害 (Vargas *et al.*, 2018)。瓜实蝇以成虫产卵于瓜果内, 幼虫期蛀食危害为主, 造成瓜果掉落或畸形, 严重影响瓜果的产量和品质 (邓金奇等, 2021)。据报道, 瓜实蝇起源于印度, 现已分布于亚洲、大洋洲、非洲和美洲的热带和

收稿日期 (Received): 2023-05-29 接受日期 (Accepted): 2023-07-15

基金项目: 2020 年河南省农业外来有害生物监测项目

作者简介: 赵运杰, 男, 高级农艺师。研究方向: 农作物昆虫研究与防控。E-mail: 13838986117@163.com

* 通信作者 (Author for correspondence), 杨艳丽, E-mail: 13782198366@163.com

亚热带地区(Dhillon *et al.*, 2005),在国内主要分布在我国南部10余个省份,特别是华南地区(王奕婷等, 2022; 王在凌等, 2020)。瓜实蝇可随寄主鲜果调运进行远距离传播和扩散,从而可能侵入新的地区(王奕婷等, 2022)。近年来田间调查发现,瓜实蝇已逐渐传入豫西南地区,对当地果蔬生产造成较大威胁(毛红彦等, 2019)。

前期研究发现,温度、光照强度等气候因子及寄主植物是影响瓜实蝇种群扩散和暴发成灾的重要因素(崔志富等, 2016; 李磊等, 2019),且在不同地区其对温度升高的物候响应模式不同(蔡普默等, 2022)。然而,目前对瓜实蝇在新传入地区的种群发生动态及在不同寄主植物上的适应性还不明确。河南省内乡县位于豫西南核心位置,是一个传统的农业县,2015年田间监测时还未发现瓜实蝇(杨艳丽和赵运杰, 2016),但近年来已有传入。因此,本研究于2020—2022年连续3年在的河南省内乡县开展了3种寄主作物蔬菜田中瓜实蝇种群动态监测,旨在明确其在该地区主要瓜类作物上的发生危害情况,为其入侵防控工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 监测点设置

本研究在河南省内乡县域内的大桥镇、湍东镇和灌张镇3地开展瓜实蝇田间种群动态监测工作。在每个乡镇选取常年种植丝瓜 *Luffa aegyptiaca* Miller、南瓜 *Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poiret 和西葫芦 *Cucurbita pepo* L. 3种瓜类作物的蔬菜地各一块作为监测点,监测点间距均在10 km 以上,每个监测点相应作物的种植面积均在300 m² 以上,种植模式相似且不喷施任何农药进行害虫防治。

1.2 成虫种群动态监测

2020—2022年,每年6月中旬—11月上旬在每个监测点的中心位置悬挂内置有5 mL 实蝇诱饵(有效成分为0.1%阿维菌素)的诱捕器各一个,悬挂高度距地面约1.5 m。监测期内,每7 d 收集一次诱捕器内的昆虫样本。经鉴定确认后,记录瓜实蝇的成虫数量。同时,每14 d 重新向诱捕器内加注同剂量的诱饵一次。

1.3 数据分析

采用双因素方差分析(two-way ANOVA)对瓜实蝇的成虫种群发生情况进行分析,寄主植物(丝

瓜、南瓜和西葫芦)和年份(2020、2021 和 2022) 设置为双因素,当双因素间存在交互效应时,Tukey-Kramer test 用于各处理间的多重比较。采用单因素方差分析(one-way ANOVA)比较同一年不同寄主植物上同一时间节点的瓜实蝇种群数量。所有统计分析均在SPSS v26 软件中完成。

2 结果与分析

2.1 不同寄主植物和年代瓜实蝇成虫种群的发生情况

河南省内乡县瓜实蝇成虫同一年代在不同寄主作物上以及同种寄主作物上不同年代的种群发生情况均表现出一定差异(图1)。双因素方差分析结果显示,寄主植物($F_{2,26} = 13.34, P = 0.0003$)和年代($F_{2,26} = 33.34, P < 0.0001$)(图1、表1)均显著影响了瓜实蝇的种群数量。

从寄主植物上看,2022年丝瓜和西葫芦上的瓜实蝇种群数量最大,其次为2021年,均显著高于2020年($P < 0.05$);南瓜上2022年的瓜实蝇种群数量最大,其次为2020年,2021年最小($P < 0.05$)。从调查年代上看,2022年和2021年丝瓜上瓜实蝇的种群数量均最大,均显著高于同一年代其他2种寄主植物上的种群数量($P < 0.05$);2020年南瓜上瓜实蝇的种群数量最大,均显著高于同一年代其他2种寄主植物上的种群数量($P < 0.05$)。

进一步分析表明,寄主植物和年代间存在交互效应($F_{4,26} = 7.63, P = 0.0009$)(图1、表1),说明当地瓜实蝇成虫的种群发生数量受这2个因素的共同影响。

2.2 瓜实蝇成虫在不同寄主作物上的发生动态

河南省内乡县同一年度瓜实蝇成虫在不同寄主作物上的种群动态有一定差异(图2)。2020年瓜实蝇成虫在西葫芦田中始见日为6月下旬,在南瓜田和丝瓜田中则为7月上旬;3种寄主作物田中瓜实蝇成虫的终见日也不同,在丝瓜、南瓜和西葫芦田中分别为8月下旬、10月上旬和9月下旬。2021年瓜实蝇成虫在不同寄主作物田中的始见日较2020年均有所推迟,为7月上旬—中旬,而终见日也有一定推迟,在丝瓜、南瓜和西葫芦田中分别为10月上旬、10月中旬和10月下旬。2022年瓜实蝇成虫在不同寄主作物田中的始见日较前2年进一步推迟,在西葫芦田中为7月下旬,在南瓜和丝瓜田中均为7月下旬—8月上旬;而终见日与

2021 年基本保持一致。连续 3 年的田间监测表明,瓜实蝇在本地区全年只有一个明显的高峰期,而每年的高峰期并不完全一致,但都集中于 8—9 月份;在瓜实蝇的发生高峰期,在发生最严重的作物上的发生数量均显著高于其余 2 种寄主作物。

3 讨论与结论

本研究通过连续 3 年的成虫诱集调查,基本掌握了河南省内乡县 3 种寄主作物蔬菜田中瓜实蝇的危害和发生动态。在地处豫西南腹地的内乡县,瓜实蝇在田间已普遍发生,且其种群数量和发生危害呈逐年加重趋势。其危害程度与实蝇种群数量呈正相关,危害程度在不同瓜类作物之间存在差异。年发生盛期不稳定,但通常在 8 月中旬—10 月上旬,且只有一个明显的高峰期,集中分布于 8—9 月,因而本地区防控适期应从 8 月上旬开始。这与瓜实蝇在我国南方常年发生、并有 2 个发生高峰的情况不同(李亚辉和吴伟坚,2015)。

瓜实蝇在不同寄主植物上适应度的差异可能会影响其年度发生量(李磊等,2019)。2021 和 2022 年丝瓜田中的累计诱捕量最高,可能也与丝瓜藤蔓荫蔽,环境温度影响卵和幼虫及蛹的历期、湿度影响羽化率有关(肖枢等,2001)。本研究结果表明,由于不同类型的瓜类作物田中瓜实蝇的发生动态有一定差异,应结合作物种类开展差异性防治。此外,在实际生产中还可结合瓜实蝇的发育特点进行预测预报(欧阳倩等,2014)。

2020—2022 年,瓜实蝇在内乡县的田间发生呈现明显规律性,且不同寄主植物上呈现不同的波动趋势。据此推测,由于气候等因素的影响,瓜实蝇的发生高峰期会出现波动,而相应时间不同寄主植物瓜果的成熟情况不同,因而会出现不同作物上的发生严重程度不同。此外,瓜实蝇在不同寄主上的种群参数、侵染水平、低温耐受能力等方面的适应性存在差异(朱丽珊等,2023; Mwatawala *et al.*, 2010),这可能也是导致这一结果的主要原因。

低温是限制瓜实蝇向高纬度扩散的主要原因(王奕婷等,2022)。孔令斌等(2008)利用生态位模型的模拟结果也表明,我国低纬度(<33°N)地区

是瓜实蝇的中度和高度适生区,而包括河南省南部部分地区在内的稍高纬度地区是其潜在的低适生区,而其余地区为非适生区。近年来,随着全球气候逐步升高,之前不适宜瓜实蝇生存的高纬度地区也逐步成为其适生区(蔡普默等,2022)。本研究结果进一步证实了上述结论,豫西南地区已成为瓜实蝇的重要发生地。研究表明,高温有助于瓜实蝇飞行行为的发生,进而可能促进其继续向高纬度扩散(崔志富等,2016)。同时,人为干预,如温室大棚等设施农业形成的小气候,也对瓜实蝇分布区域的进一步扩大密切相关(孔令斌等,2008)。因此,周边地区应进一步加强对瓜实蝇的检疫工作,以防其进一步扩散。同时,需进一步结合气候变化、寄主分布以及人类影响来明确瓜实蝇在我国的适生区分布和扩散动态,以便在高危地区提前采取应对措施,防止其危害蔓延。此外,对于瓜实蝇始见期与气象因子的关联及其在本地区的越冬情况,仍需继续探讨。

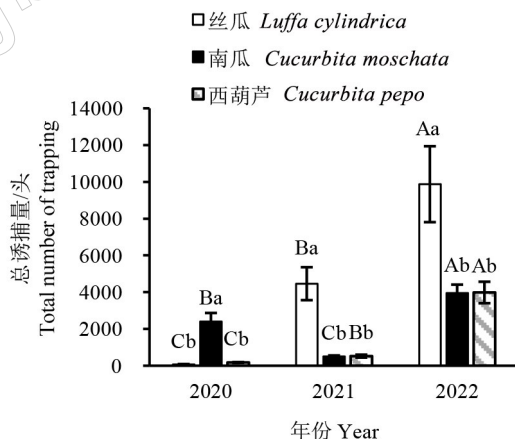


图 1 河南省内乡县瓜实蝇在 3 种寄主作物上的种群动态(2020—2022 年)

Fig.1 Population dynamics of *Z. cucurbitae* adults on three host crops in Neixiang County, Henan Province from 2020 to 2022

图中不同大写字母表示同种寄主作物上不同年代间瓜实蝇种群数量存在显著差异,不同小写字母表示同一年代间不同寄主作物上瓜实蝇的种群数量存在显著差异。

Different uppercase letters in the figure indicate significant differences in the population of *Z. cucurbitae* on the same host crop at different ages, while different lowercase letters indicate significant differences in the population of *Z. cucurbitae* on different host crops at the same age.

表 1 寄主作物和年代对河南省内乡县瓜实蝇成虫种群量的双因素方差分析结果
Table 1 Two-way ANOVA results of trapping number of *Z. cucurbitae* adults affected by different host crops and years

方差来源 Source	自由度 Degree of freedom	离均差平方和 Sum of squares from mean deviation	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
作物种类 Crop type	2	51972998.3	25986499.1	13.34	0.0003
年代 Year	2	129904256.1	64952128.0	33.34	<0.0001
作物×年代 Crop×year	4	59437400.6	14859350.1	7.63	0.0009
模型 Model	8	241314655.0	30164331.9	15.48	<0.0001
误差 Error	18	35068331.3	1948240.6		
总变异 Corrected total	26	276382986.3			

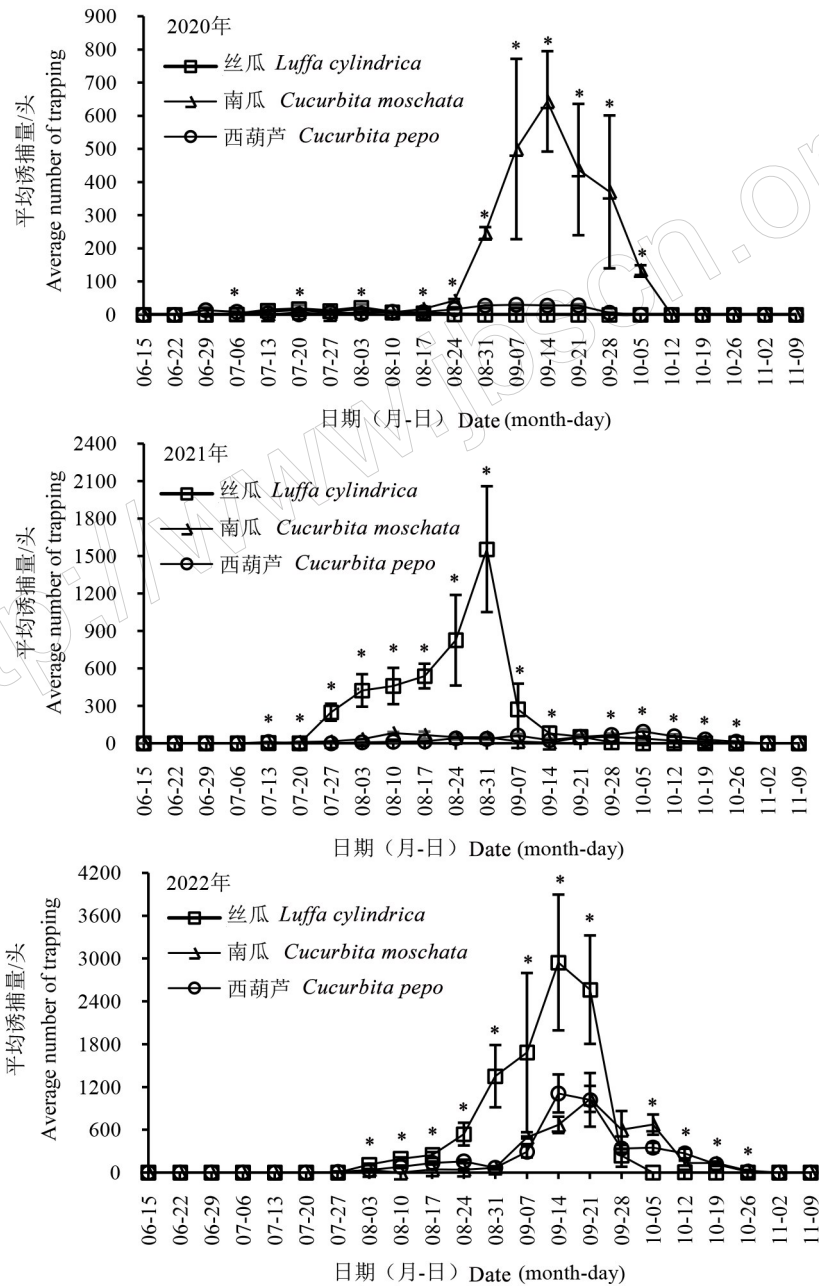


图 2 2020—2022 年河南省内乡县不同寄主作物上瓜实蝇成虫的种群发生动态
Fig.2 Population dynamics of *Z. cucurbitae* adults on different host crops in Neixiang County, Henan Province from 2020 to 2022
* 表示同一次调查中 3 种寄主作物上瓜实蝇数量差异显著 ($P<0.05$)。
* indicating significant differences between the trapping numbers of *Z. cucurbitae* in three host crops at 0.05 level.

参考文献

- 蔡普默, 赵梦婷, 宋蕴哲, 孟李涛, 季清娥, 林嘉, 李焰焰, 聂传朋, 2022. 基于历史数据探究气候变暖对我国瓜实蝇物候的影响. *中国瓜菜*, 35(9): 64-72.
- 崔志富, 曹凤勤, 程立生, 符悦冠, 万方浩, 张桂芬, 2016. 温度、光照强度对瓜实蝇成虫飞行行为的影响. *生物安全学报*, 25(1): 31-34.
- 邓金奇, 朱小明, 韩鹏, 杨国萍, 李忠彩, 2021. 我国瓜实蝇研究进展. *植物检疫*, 35(4): 1-7.
- 李磊, 韩冬银, 牛黎明, 张方平, 陈俊谕, 符悦冠, 2019. 瓜实蝇对 39 种寄主适应度的评估. *环境昆虫学报*, 41(5): 1057-1064.
- 李亚辉, 吴伟坚, 2015. 瓜实蝇成虫在苦瓜田间的时空动态. *生物安全学报*, 24(1): 20-25.
- 王奕婷, 白强, 陈红松, 田震亚, 高旭渊, 周忠实, 2022. 瓜实蝇和南亚果实蝇在我国的分布差异. *环境昆虫学报*, 44(5): 1170-1175.
- 王在凌, 徐婧, 张润志, 2020. 中国重要检疫性实蝇的全球分布和入侵情况. *生物安全学报*, 29(3): 164-169.
- 孔令斌, 林伟, 李志红, 万方浩, 王之岭, 黄冠胜, 2008. 基于 CLIMEX 和 DIVA-GIS 的瓜实蝇潜在地理分布预测. *植物保护学报*, 35(2): 148-154.
- 毛红彦, 赵岩, 丁华锋, 焦永吉, 孙国强, 陆春显, 韩世平, 2019. 河南省重要实蝇的种群动态监测. *中国植保导刊*, 39(11): 77-83.
- 欧阳倩, 莫如江, 吴伟坚, 2014. 瓜实蝇卵巢的发育阶段及分级. *生物安全学报*, 23(1): 24-29.
- 肖枢, 蒋小龙, 张朝良, 应雪松, 杨雁雄, 2001. 瑞丽桔小实蝇、瓜实蝇生物学特性的观察. *植物检疫*, 15(6): 332-336.
- 杨艳丽, 赵运杰, 2016. 2015 年内乡县实蝇类有害生物监测报告. *河南农业* (4): 31-32.
- 朱丽珊, 陈红松, 田震亚, 周忠实, 2023. 寄主对瓜实蝇老熟幼虫和蛹的低温耐受性的影响. *植物保护*. [2023-05-06]. <https://doi.org/10.16688/j.zwbh.2023737>.
- DHILLON M K, SINGH R, NARESH J S, SHARMA H C, 2005. The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: a review of its biology and management. *Journal of Insect Science*, 5(1): 40.
- MWATAWALA M, MAERERE A P, MAKUNDI R, DE MEYER M, 2010. Incidence and host range of the melon fruit fly *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) in Central Tanzania. *International Journal of Pest Management*, 56: 265-273.
- VARGAS R I, PINERO J C, MILLER N W, 2018. Effect of physiological state on female melon fly (Diptera: Tephritidae) attraction to host and food odor in the field. *Journal of Economic Entomology*, 111(3): 1318-1322.
- VIRGILIO M, JORDAENS K, VERWIMP C, WHITE I M, DE MEYER M, 2015. Higher phylogeny of frugivorous flies (Diptera, Tephritidae, Dacini): localised partition conflicts and a novel generic classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 85: 171-179.
- (责任编辑:郭莹)
- (上接第 160 页)
- CHEN G C, GAO M, PANG B P, CHEN S Y, YE Y, 2018. Top-meter soil organic carbon stocks and sources in restored mangrove forests of different ages. *Forest Ecology and Management*, 422: 87-94.
- DUARTE C M, MIDDELBURG J J, CARACO N, 2005. Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences*, 2(1): 1-8.
- HU L J, LI W Y, XU B, 2018. Monitoring mangrove forest change in China from 1990 to 2015 using landsat-derived spectral-temporal variability metrics. *International Journal of Applied Earth Observation & Geoinformation*, 73: 88-98.
- HIRZEL A H, HAUSSEER J, CHESSEL D, PERRIN N, 2002. Ecological niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data. *Ecology*, 83(7): 2027-2036.
- MARCUS L, 2000. Restoring tidal wetlands at Sonoma Bay-lands, San Francisco Bay, California. *Ecological Engineering*, 15(3): 373-383.
- PHILLIPS S J, ANDERSON R P, SCHAPIRE R E, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.
- RECORD S, CHARNEY N D, ZAKARIA R M, ELLISON A M, 2013. Projecting global mangrove species and community distributions under climate change. *Ecosphere*, 4(3): 1-23.
- SAATY T L, 1980. *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw Hill.
- WANG M, CAO W, GUAN Q S, WU G J, WANG F F, 2018. Assessing changes of mangrove forest in a coastal region of southeast China using multitemporal satellite images. *Estuarine Coastal & Shelf Science*, 207(31): 283-292.
- (责任编辑:郑珊珊)