山西梨园梨小食心虫和桃小食心虫成虫种群发生动态研究*

张晓伟[1**] 丁伟一[2] 王威龙[2] 贾煜婕[2] 朱高锋[2] 赵 鹏[2]
王燕平[1] 高 鹏[1] 张松斗[2] 李 贞[2] 刘小侠[2***]

（1. 山西农业大学果树研究所，太谷 030800；2. 中国农业大学植物保护学院昆虫学系，北京 100193）

摘 要 【**目的**】梨小食心虫 *Grapholita molesta* 与桃小食心虫 *Carposina sasakii* 皆为梨园中为害较重的食心虫，对梨果产量和品质造成严重损失，本研究通过监测梨小食心虫和桃小食心虫成虫种群数量，明确梨小食心虫和桃小食心虫的发生规律。【**方法**】以山西运城和晋中梨园为监测点，连续 2 年（2021-2022 年）利用三角型诱捕器监测梨小食心虫和桃小食心虫成虫种群发生数量，分析研究两种食心虫种群动态变化规律。【**结果**】山西运城及晋中梨园梨小食心虫 1 年发生 4 个高峰期，越冬成虫于 3 月下旬开始陆续出蛰，4 月中旬为越冬代发生高峰，第 1、2 和 3 代发生高峰分别为 6 月中旬、7 月中旬和 8 月中下旬。桃小食心虫 1 年发生 2-3 个高峰期，越冬成虫于 5 月下旬开始发生，6 月底至 7 月初为越冬代发生高峰，第 1 和 2 代发生高峰分别为 8 月上中旬和 9 月中旬。【**结论**】明确了梨小食心虫与桃小食心虫在山西两地的发生规律，为该两种食心虫的预测预报和综合治理提供理论依据。

关键词 梨小食心虫；桃小食心虫；发生动态；监测

The occurrence and population dynamics of adult *Grapholita molesta* and *Carposina sasakii* in two pear orchards in Shanxi Province

ZHANG Xiao-Wei[1**] DING Wei-Yi[2] WANG Wei-Long[2] JIA Yu-Jie[2] ZHU Gao-Feng[2]
ZHAO Peng[2] WANG Yan-Ping[1] GAO Peng[1]
ZHANG Song-Dou[2] LI Zhen[2] LIU Xiao-Xia[2***]

(1. Pomology Institute, Shanxi Agricultural University, Taigu 030815, China; 2. Department of Entomology, College of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract **[Aim]** *Grapholita molesta* and *Carposina sasakii* are major insect pests in pear orchards, causing serious losses to pear fruit yield and quality. The aim of this study was to monitor the adult population dynamics of *G. molesta* and *C. sasakii* within a pear orchard, to determine the frequency and population dynamics of these pests. **[Methods]** The study was carried out in the Yuncheng and Jinzhong pear orchards in Shanxi Province. Sex traps were used to monitor the occurrence of adult *G. molesta* and *C. sasakii* for two consecutive years (2021-2022), and the population dynamics of the two species were analyzed. **[Results]** In Yuncheng and Jinzhong Liyuan, there were four peak occurrence periods of adult *G. molesta* per year. Overwintering *G. molesta* adults began to emerge in late March, with the population peaking in mid-April. The 1st, 2nd and 3rd generations peaked in mid-June, mid-July, and mid-late August, respectively. The occurrence of *C. sasakii* had two and three peak periods during 2021 and 2022, respectively. Overwintering adults *C. sasakii* began to emerge in late May, with numbers peaking from late June to early July. The 1st and 2nd generations peaked in early mid-August and mid-September, respectively. **[Conclusion]** By investigating and analyzing the occurrence and population dynamics of *G. molesta* and *C.*

*资助项目 Supported project：财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系（CARS-28）；山西农业大学科技创新提升工程项目（CXGC202425）;山西农业大学产业引领项目（CYYL24-09）

**第一作者 First author，E-mail：745155807@qq.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：liuxiaoxia611@cau.edu.cn

收稿日期 Received：2023-04-25；接受日期 Accepted：2024-01-03

sasakii, the findings of this study provide a theoretical basis for predicting and implementing comprehensive control measures for these two species.

Key words *Grapholita molesta*; *Carposina sasakii*; population dynamic; monitoring

梨小食心虫 *Grapholita molesta* 属鳞翅目 Lepidoptera 卷蛾科 Tortricidae，又名桃折梢虫等，简称梨小（庞艳从等，2007），在我国各梨产区均有发生，危害严重（蔺永建，2022）。梨小寄主广泛，主要为害桃、梨、苹果和杏等果树（冉红凡等，2016），通过幼虫钻蛀嫩梢和果实进行为害，前期钻蛀桃树嫩梢，形成折梢状，导致桃树枯萎，后期为害梨果等果实，可钻蛀至果心，并将粪便排于果内，受害果实常在蛀孔处变黑腐烂，俗称“黑膏药”，（孙淑建，2015）。山西省地形狭长，各地温、湿度差异较大，因此各地梨小食心虫的发生时间和每年发生代数存在较大差异（高芬等，1999）。目前，梨小食心虫在山西省运城市梨园发生较为严重，对梨果品质、产量影响较大（朱文雅等，2020）。

桃小食心虫 *Carposina sasakii* 属鳞翅目 Lepidoptera 蛀果蛾科 Carposinidae，又名桃蛀果蛾，简称桃小（方森森等，2022），广泛分布于我国至少 27 个省（自治区、直辖市），严重为害梨、苹果和枣树等果树（尹河龙等，2011）。桃小主要以幼虫钻蛀果实进行为害，被害处周围果皮凹陷，形成“猴头果”，幼虫在取食的过程中排粪于果内，形成“豆沙馅”，使果实失去食用价值（孙影丽等，2022）。近年来发现，桃小食心虫在山西晋中市太谷县钙果园发生较为严重（李捷等，2015）。

为探究山西梨园中梨小食心虫和桃小食心虫的成虫种群发生动态，本次试验地选择在山西晋中市太谷县和运城市盐湖区。其中，晋中市太谷县，地处 37°23′ N，112°32′ E，海拔 820-900 m，年均温 10.6 ℃，最低气温 - 23.6 ℃，最高气温 38.5 ℃，无霜期 160-180 d，年平均日照时数 2 300 h，年均降雨量 400-600 mm（山西农业大学果树研究所提供）。运城市盐湖区地处 34°48′27″ N，110°41′23″ E，平均海拔 370 m，年均温 14.0 ℃，年极端最低气温 - 18.9 ℃，年极端最高气温 42.7 ℃，无霜期 208 d，年平均日照时数 2 247.4 h，年平均降雨量 559.3 mm（运城市盐湖区人民政府官网）。

害虫的预测预报是害虫防治工作中的一项重要举措，通过监测梨小食心虫和桃小食心虫的种群数量，掌握其发生规律，以期为该两种食心虫的预测预报和综合治理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

调查地点为山西农业大学果树研究所及山西省运城市盐湖区果业局梨园。果树研究所梨园位于晋中市太谷县西南，据晋中市果树站 2022 年统计，晋中市水果面积 4.76 万 hm^2，梨树种植面积 2.21 万 hm^2，以酥梨、玉露香梨为主，栽培面积 1.91 万 hm^2。运城市盐湖区水果面积 2.20 万 hm^2，梨树种植面积 0.90 万 hm^2，以酥梨和红香酥梨为主，栽培面积 0.80 万 hm^2。

1.2 试验材料

梨小食心虫性诱芯、桃小食心虫性诱芯、白色粘虫板以及三角型屋式诱捕器，均购买自北京中捷四方生物科技有限公司。

1.3 试验方法

在试验园区内，采用对角线三点取样法选取 3 个点，并于该 3 点处悬挂三角型屋式诱捕器，诱捕器中放置梨小食心虫与桃小食心虫性诱芯，诱捕器的悬挂高度约为 1.5-1.8 m，诱捕器之间的距离不小于 15.0 m，每周更换 1 次白色粘虫板，每月更换 1 次性诱芯。其中，运城市盐湖区的调查时间为 2021 年 3 月 21 日至 8 月 28 日和 2022 年 3 月 21 日至 8 月 28 日；果树研究所的调查时间为 2021 年 3 月 28 日至 10 月 23 日和 2022 年 3 月 28 日至 10 月 23 日。在调查时间段内至少每周 1 次（期间受降雨等天气影响，调查时间会

略有波动）调查统计各个诱捕器内的诱虫数量。

1.4　数据分析

每周调查结果的平均值反映种群发生动态，同一监测点同一食心虫不同统计年份的发生总量为单个诱捕器全年内诱集总量的平均值，采用 *t* 检验法进行检验；同一年份同一食心虫不同监测点的发生总量为单个诱捕器全年内诱集总量的平均值，使用 SPSS19.0 软件进行 Duncan 氏新复极差法检验差异显著性（$P<0.05$）。利用 GraphPad 8.0.1 进行作图。

2　结果与分析

2.1　梨小食心虫的种群发生规律

由图 1（A）可知，运城市盐湖区 2021 年梨小食心虫全年有 4 次发生高峰，而 2022 年有 3 次发生高峰，且与 2021 年的前 3 次高峰大致相同。运城市梨小食心虫的越冬代成虫大约于 3 月下旬出蛰，4 月中旬达到越冬代发生高峰，此时的发生量达到 2022 年的最高峰，平均每个诱捕器的诱捕量为 159.30 头；第 1 代发生高峰约为 6 月上旬，这一时期梨小食心虫发生量较少；2021 年的第 3 代发生高峰约为 8 月下旬，是 2021 年发生量最多的时期，平均每诱捕器的诱捕量为 47.67 头。2021 年运城盐湖区梨小食心虫全年诱捕总量为 345.30 头/诱捕器，2022 年全年诱捕总量为 365.30 头/诱捕器，由图 2（A）可知，2021 和 2022 年梨小食心虫发生总量无显著性差异（$t=0.565$，$df=4$，$P=0.602\ 1$）。

通过对果树研究所 A 试验区 2021 和 2022 年的梨小食心虫发生动态和总量（图 1：B）进行分析，发现全年有 4 个发生高峰，梨小越冬代成虫大约于 3 月下旬出蛰，4 月中下旬达到越冬代发生高峰，此时期的发生量达到全年最高，单个诱捕器的诱捕量最高为 167.70 头；第 1 代发生高峰约为 6 月中下旬，平均每诱捕器的诱捕量最高为 124.70 头；第 2 代发生高峰约为 7 月上中旬，与第 1 代的发生量较为接近且有严重世代重叠；第 3 代发生高峰约为 8 月中下旬，平均每诱捕器诱捕量最高为 75.00 头。2021 年梨小食心虫全年发生总量为 1 164.00 头/诱捕器，2022 年梨小食心虫诱捕总量为 1 770.30 头/诱捕器，由图 2（B）可知，2022 年显著高于 2021 年发生总量（$t=5.594$，$df=4$，$P=0.005\ 0$）。

通过对果树研究所 B 试验区 2021 和 2022 年的梨小食心虫发生动态和总量（图 1：C）进行分析，发现 B 试验区大约 3 月下旬出现梨小越冬代成虫，4 月中旬达到越冬代发生高峰，平均每诱捕器的诱捕量最高为 326.70 头；第 1 代发生高峰约为 6 月中下旬，发生量较越冬代有所降低；第 2 代发生高峰约为 7 月上中旬；第 3 代发生高峰 2021 年约为 8 月中下旬，2022 年约为 9 月中旬，除越冬代外，各代有明显世代重叠现象。2021 年 B 试验区梨小食心虫发生总量为 2 520.30 头/诱捕器，由图 2（C）可知，显著低于 2022 年诱捕总量 3 003.30 头/诱捕器（$t=3.271$，$df=4$，$P=0.030\ 8$）。

2.2　桃小食心虫的种群发生规律

由图 3（A）可知，运城市盐湖区桃小越冬代成虫于 5 月下旬开始陆续出蛰，6 月下旬达到越冬代成虫发生高峰，平均每诱捕器的最高诱捕量为 10.70 头；第 1 代发生高峰约为 7 月下旬，平均每诱捕器的最高诱捕量为 20.70 头。6 月下旬开始，2021 年桃小食心虫发生量逐渐上升，且发生量高于 2022 年，桃小全年发生总量 2021 年诱捕量 199.70 头/诱捕器，由图 4（A）可知，极显著高于 2022 年诱捕量 51.00 头/诱捕器（$t=18.24$，$df=4$，$P<0.000\ 1$）。

由图 3（B）可知，果树研究所 A 试验区 2021 和 2022 年的桃小食心虫越冬代成虫大约于 6 月初出蛰，6 月下旬达到越冬代发生高峰，平均每诱捕器的诱捕量最高为 83.30 头；第 1 代和第 2 代发生高峰分别为 8 月上中旬和 9 月上中旬，2021 年桃小食心虫的发生数量以越冬代成虫发生数量最多，后逐渐减少，2022 年每代发生高峰逐渐递增，以第 2 代成虫发生数量最多。果树研究所 A 试验区桃小食心虫全年发生总量在 2022 年发生较多，发生量为 697.70 头/诱捕器，

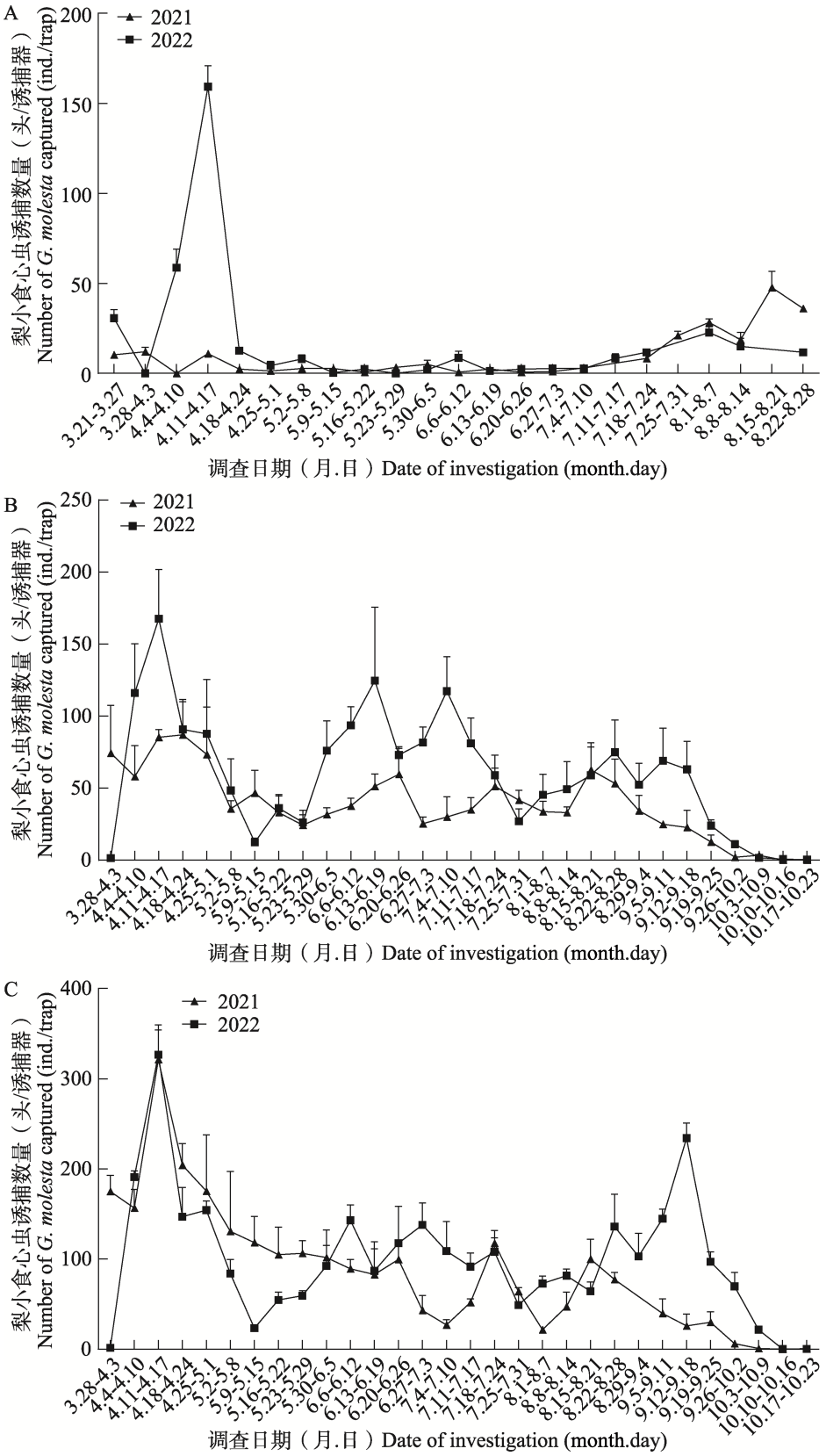

图 1　运城市盐湖区（A）、果树研究所 A（B）和果树研究所 B（C）试验园梨小食心虫发生动态

Fig. 1　Occurrence dynamics of *Grapholita molesta* in Yancheng Yanhu District (A), Fruit Tree Research Institute A (B) and Fruit Tree Research Institute B (C)

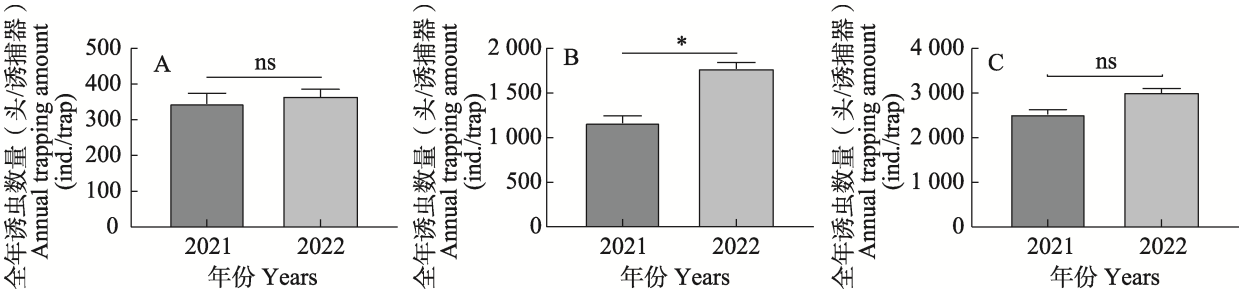

图 2　运城市盐湖区（A）、果树研究所 A（B）和果树研究所 B（C）试验园梨小食心虫全年诱虫量汇总

Fig. 2　Annual insect attractance of *Grapholita molesta* in in Yancheng Yanhu District (A), Fruit Tree Research Institute A (B) and fruit Tree Research Institute B (C)

图中数据为平均值±标准误，***表示两组数据之间有极显著性差异（$P < 0.001$，t 检验），*表示两组数据之间有显著性差异（$P < 0.05$，t 检验），ns 表示两组数据之间之间差异不显著（$P > 0.05$，t 检验）。图 4 同。

Data in the figure are mean±SE, *** indicates extremely significant difference between the two groups ($P < 0.001$, t-test); * indicates significant difference between the two groups ($P < 0.05$, t-test) and ns indicates no significant difference between the two groups ($P > 0.05$, t-test). The same for Fig. 4.

由图 4（B）可知，与 2021 年的诱捕量 539.70 头/诱捕器并无显著性差异（t=2.131，df=4，P=0.100 1）。

通过对果树研究所 B 试验区 2021 和 2022 年的桃小食心虫发生动态及总量（图 3：C）进行分析，发现 6 月初可见桃小越冬代成虫，7 月上旬达到越冬代发生高峰，平均每诱捕器的诱捕量最高为 77.70 头；第 1 代发生高峰约为 8 月上中旬；第 2 代发生高峰约为 9 月上中旬。由图 4（C）可知，果树研究所 B 试验区 2021 年桃小全年发生总量 516.30 头/诱捕器与 2022 年发生量 602.00 头/诱捕器无显著性差异（t=2.058，df=4，P=0.108 7）。

2.3　不同监测点食心虫发生量比较

由图 5（A，C）可知，2021 和 2022 年 3 个监测点的梨小食心虫发生数量差异显著，其中，果树研究所 B 显著高于果树研究所 A 和运城市盐湖区（F_{2021} = 186.218，P_{2021}<0.001；F_{2022} = 340.175，P_{2022}<0.001）。由图 5（B，D）可知，2021 年和 2022 年 3 个监测点的桃小食心虫发生数量存在差异性，其中，果树研究所 A 和 B 显著高于运城市盐湖区（F_{2021} = 100.206，P_{2021}<0.001；F_{2022} = 63.517，P_{2022}<0.001）。

3　讨论

梨小食心虫和桃小食心虫在各地区的发生规律随诸多因素的不同而发生变化，如气候因素、海拔和纬度等（马之胜等，2012；孙丽娜等，2018），因此研究当地的梨小食心虫和桃小食心虫的种群发生规律对当地该两种食心虫的预测预报有重要指导意义。本研究收集统计 2021 和 2022 年山西省运城市盐湖区和位于晋中市的山西农业大学果树研究所的两个试验区的梨小食心虫、桃小食心虫的种群数量，探明该两种食心虫种群发生规律。

通过对比每个试验区 2021 和 2022 年梨小食心虫、桃小食心虫种群发生动态和总量，发现梨小食心虫大约于 3 月下旬开始陆续出蛰为害，4 月中旬达到越冬代发生高峰，这与徐龙祥（2016）研究的泰安梨园梨小食心虫越冬代初始时间为 3 月下旬，羽化高峰为 4 月中旬相一致。一年有 4 个发生高峰期，这与山西太原、太谷等地区一年发生 4 代相一致（高芬等，1999）。根据分析发现一年中梨小食心虫发生量以越冬代成虫发生数量最多，有明显的发生高峰，与呼丽萍和高俊商（2007）及张迎然（2011）报道的越冬代发生高峰明显且发生量大相一致。桃小食心虫于 5 月下旬开始出蛰，6 月底 7 月初达到越冬代发生高峰，与莱芜地区 5 月底开始发生桃小食心虫，6 月中下旬达到越冬代高峰相似（赵楠等，2014）。花蕾（1993）研究发现桃小食心虫 1 年发生 1-3 代，同本研究发现 2-3 个高峰期相似。

通过对比两年的数据发现，运城桃小食心虫

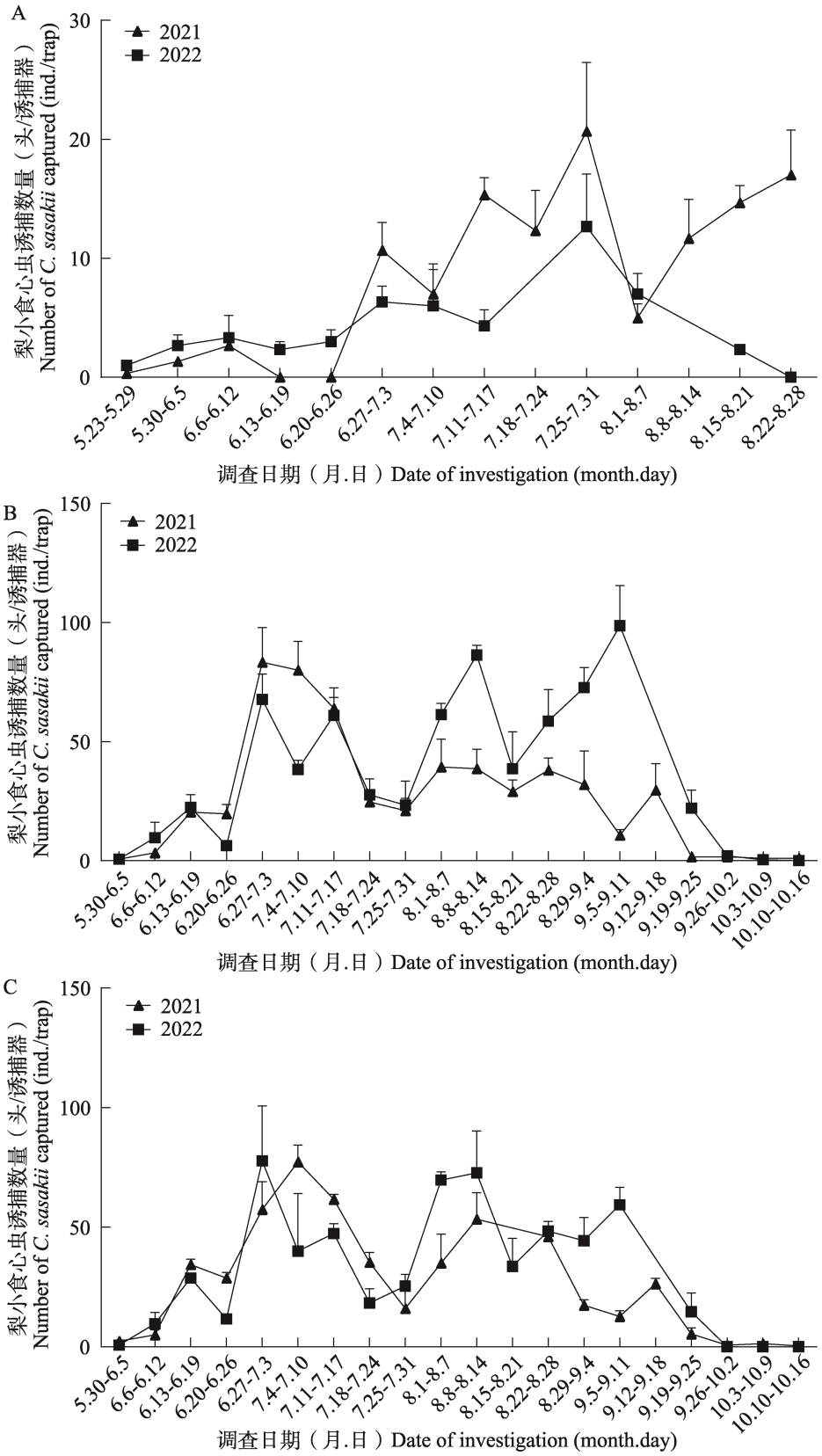

图 3　运城市盐湖区（A）、果树研究所 A（B）和果树研究所 B（C）试验园桃小食心虫发生动态

Fig. 3　Occurrence dynamics of *Carposina sasakii* in Yancheng Yanhu District (A), Fruit Tree Research Institute A (B) and Fruit Tree Research Institute B (C)

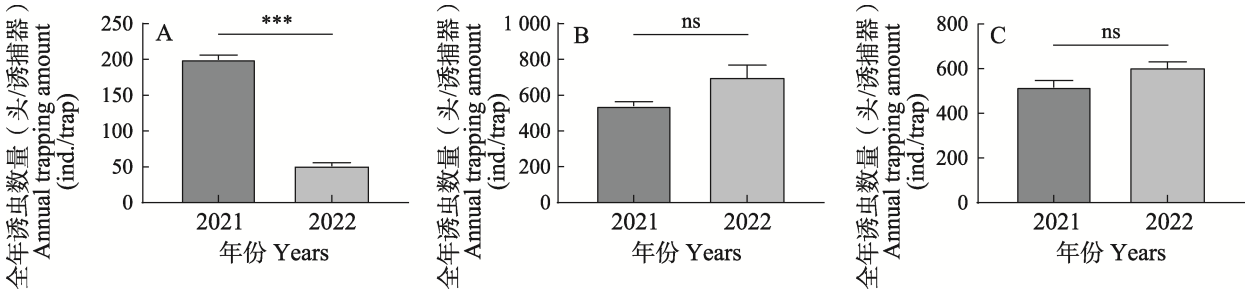

图 4　运城市盐湖区（A）、果树研究所 A（B）和果树研究所 B（C）试验园桃小食心虫全年诱虫量

Fig. 4　Annual insect attractance of *Carposina sasakii* in Yancheng Yanhu District (A), Fruit Tree Research Institute A (B) and Fruit Tree Research Institute B (C)

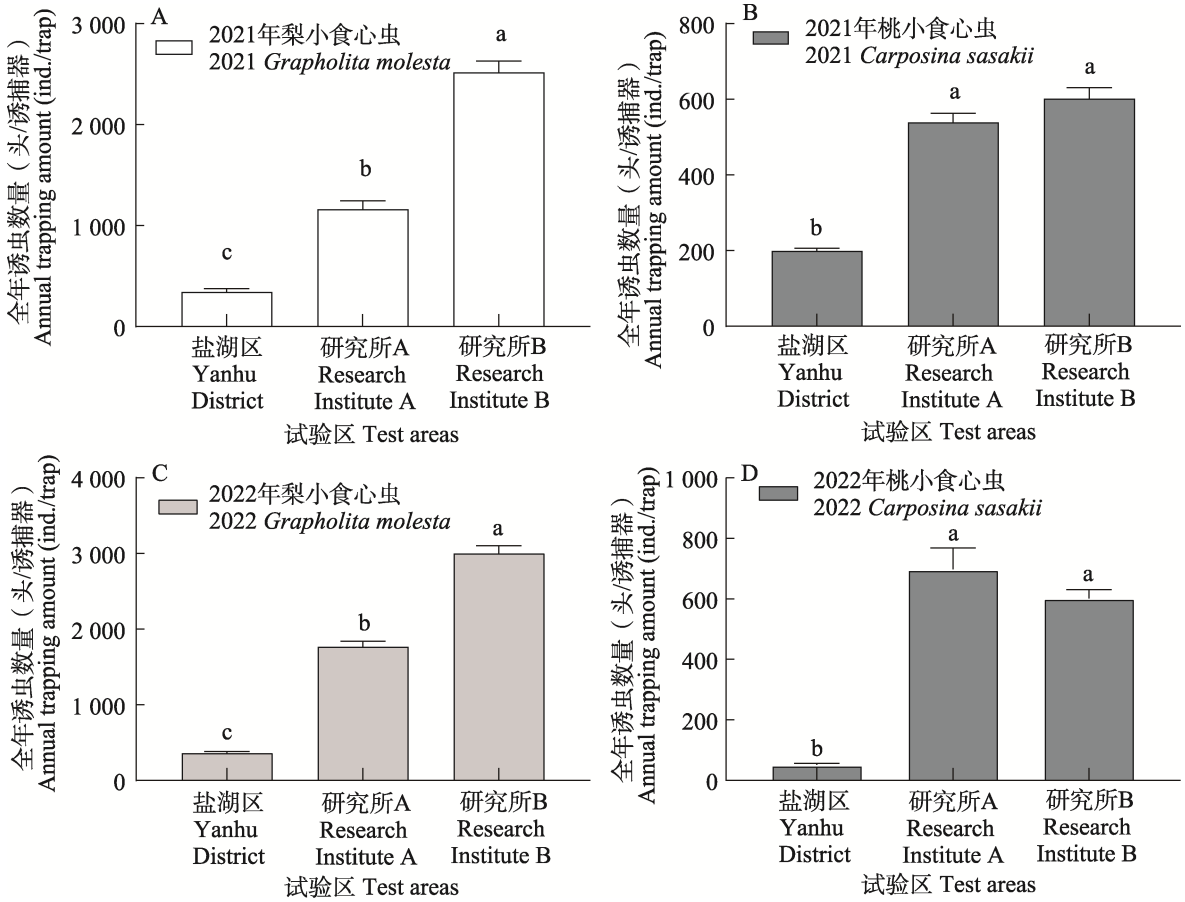

图 5　2021 年梨小食心虫（A）、2021 年桃小食心虫（B）、2022 年梨小食心虫（C）和 2022 年桃小食心虫（D）3 个试验区全年诱虫量

Fig. 5　Annual insect attractance in three test areas of *Grapholita molesta* in 2021 (A), *Carposina sasakii* in 2021 (B), *Grapholita molesta* in 2022 (C) and *Carposina sasakii* in 2022 (D)

图中数据为平均值±标准误，不同字母表示不同处理组之间有显著性差异（$P < 0.05$，Duncan 氏新复极差法）。

Data in the figure are mean±SE, and different letters above bars indicate significant difference between the different treatment groups ($P < 0.05$, Duncan's multiple range test).

在 2021 和 2022 年发生量有显著性差异，思考出现这一现象的原因可能与 2021 和 2022 年的气候因素有关。根据温湿度记录仪数据显示，2021 和 2022 年运城桃小食心虫越冬代发生高峰期的平均温度分别为 28.24 和 27.80 ℃，平均湿度分别为 69.03%和 89.80%；第 1 代发生高峰期的平

均温度分别为 26.82 和 26.60 ℃，平均湿度分别为 62.43%和 83.40%。这与李爱华等（2006）报道的高温、高湿不利于桃小食心虫雌性成虫的存活相一致。温度除了可以影响成虫的存活率，还可影响成虫的寿命、繁殖力等(唐润轩等，2020)。

本研究结果表明，不同监测点间的梨小食心虫发生数量和发生动态存在差异性。2021 年运城监测点、果树研究所 A 和果树研究所 B 的梨小食心虫越冬代高峰期的最高温度分别为 18.00、25.30 和 29.70 ℃，第 1 代高峰期的最高温度分别为 28.70、31.80 和 32.2 ℃，发生数量与最高气温呈现正相关，这与赵鹏等（2023）报道的最高气温是影响梨小食心虫发生动态的主要气象因素，平均气温和最低气温次之相一致。当然，气候只是其中一个影响因素，还与当地的用药情况、果园生草、海拔和降雨量相关，具体原因还需要进一步研究。

梨小食心虫和桃小食心虫的预测预报是其防治工作中非常重要的一步，根据害虫发生动态规律，建立精准的预测预报系统，从而有效预防梨小食心虫、桃小食心虫的大发生，降低经济损失。根据运城梨园梨小食心虫和桃小食心虫成虫发生动态，每年 4 月中旬和 6 月上旬至 8 月中下旬是防治梨小食心虫的关键时期，每年 6 月下旬和 7 月下旬是运城防治桃小食心虫的关键时期。根据晋中梨园梨小食心虫和桃小食心虫成虫发生动态，每年 4 月中下旬、6 月中下旬、7 月上中旬和 8 月中下旬是防治梨小食心虫的关键时期，每年 6 月末七月初、8 月上中旬和 9 月上中旬是晋中市防治桃小食心虫的关键时期，可以结合性诱芯诱捕、糖醋液诱集和生物源杀虫剂等方法进行重点防控。

参考文献 (References)

Fang SS, Qiao XF, Su S, Jian CZ, Chen MH, 2022. Advance of research in damage and control of *Carposina sasakii* Matsumura. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 68(7): 77–82. [方森森, 乔宪凤, 苏莎, 简成志, 陈茂华, 2022. 桃小食心虫的危害及其防治研究进展. 陕西农业科学, 68(7): 77–82.]

Hua L, 1993. Studies on the biological characteristics of *Carposina sasakii* on different hosts. *Journal of Northwest Agricultural University*, 21(2): 99–103. [花蕾, 1993. 桃蛀果蛾在不同寄主上有关生物学特性差异的研究. 西北农业大学学报, 21(2): 99–103.]

Hu LP, Gao JS, 2007. Occurrence regularity and control of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) in Tianshui peach garden, Gansu Province. *China Fruits*, 2007(5): 32–34. [呼丽萍, 高俊商, 2007. 甘肃天水桃园梨小食心虫发生规律及防治试验. 中国果树, 2007(5): 32–34.]

Gao F, Wu YP, Ma LP, 1999. Occurrence and control of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) in different regions of Shanxi Province. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 27(2): 56–58. [高芬, 武英鹏, 马利平, 1999. 山西省不同地区梨小食心虫发生及防治. 山西农业科学, 27(2): 56–58.]

Li AH , Sun RH, Zhang Y, Liu XF, 2006. Influence of temperature and humidity on fecundity of peach fruit borer, *Carposina sasakii*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 43(6): 867–869. [李爱华, 孙瑞红, 张勇, 刘秀芳, 2006. 温湿度对桃小食心虫成虫生殖力的影响. 昆虫知识, 43(6): 867–869.]

Li J, Xue YH, Wang Y, Kong WN, Zhao ZG, Ma RY, 2015. Dynamics of *Carposina sasakii* in calcium orchards. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 43(10): 1308–1310, 1314. [李捷, 薛艳花, 王怡, 孔维娜, 赵志国, 马瑞燕, 2015. 钙果园桃小食心虫田间消长动态. 山西农业科学, 43(10): 1308–1310, 1314.]

Lin YJ, 2022. Occurrence characteristics and integrated control techniques of *Grapholita molesta*. *Horticulture and Seedlings*, 42(5): 52–53. [蔺永建, 2022. 梨小食心虫的发生特点及综合防治技术. 园艺与种苗, 42(5): 52–53.]

Ma ZS, Jia YY, Wang YH, Wu ZJ, 2012. Research progress in occurrence regularity of *Grapholita molesta* in peach orchard. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 24(10): 59–61. [马之胜, 贾云云, 王越辉, 武志坚, 2012. 桃园梨小食心虫发生规律研究进展. 江西农业学报, 24(10): 59–61.]

Pang CY, Cheng JH, Yang BL, 2007. Occurrence regularity and control of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). *The Journal of Hebei Forestry Science and Technology*, 2007(2): 64. [庞艳从, 程军宏, 杨柏林, 2007. 梨小食心虫的发生规律与防治. 河北林业科技, 2007(2): 64.]

Ran HF, Lu ZY, Liu WX, Ma AH, Liu XX, Sun HP, Li JC, Zhang QW, 2016. Advances in research on the biological control of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*). *Chinese Journal of Applied Entomology*, 53(5): 931–941. [冉红凡, 路子云, 刘文旭, 马爱红, 刘小侠, 孙海鹏, 李建成, 张青文, 2016. 梨小食心虫生物防治研究进展. 应用昆虫学报, 53(5): 931–941.]

Sun LN, Zhang HJ, Yan WT, Yue Q, Li YY, Qiu GS, 2018. Advances

in research on *Carposina sasakii*. *China Fruits*, 189(1): 76–81. [孙丽娜, 张怀江, 闫文涛, 岳强, 李艳艳, 仇贵生, 2018. 桃小食心虫研究进展. 中国果树, 189(1): 76–81.]

Sun SJ, 2015. Occurrence regularity and control techniques of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). *Deciduous Fruits*, 47(1): 37–38. [孙淑建, 2015. 梨小食心虫的发生规律及防治技术. 落叶果树, 47(1): 37–38.]

Sun YL, Liu DM, Yin XB, Li XH, 2022. Preliminary test report on control of *Carposina sasakii* with the biomimetic preparation. *Jilin Forestry Science and Technology*, 51(6): 12–15. [孙影丽, 刘栋明, 阴晓波, 李秀红, 2022. 仿生制剂防治桃小食心虫试验初报. 吉林林业科技, 51(6): 12–15.]

Tang RX, Tan QY, Zhang J, Liu XX, Zhang QW, Li Z, 2020. Impact analysis of temperature on occurrence dynamics of *Grapholita molesta* (Busck) in pera orchard. *Northern Horticulture*, 458(11): 25–31. [唐润轩, 谭秋月, 张璟, 刘小侠, 张青文, 李贞, 2020. 温度对梨园梨小食心虫发生动态的影响分析. 北方园艺, 458(11): 25–31.]

Xu LX, 2016. Effects of temperature variation on the biological characteristics of *Grapholita molesta* (Busck). Master dissertation. Tai'an: Shandong Agricultural University. [徐龙祥, 2016. 温度变化对梨小食心虫生物学特性的影响. 硕士学位论文. 泰安: 山东农业大学.]

Yin HL, Liu XQ, Ma RY, Li PP, 2011. Factor influencing on trapping efficiency of sex pheromone for *Carposina sasakii* in field. *Chinese Journal of Biological Control*, 27(1): 63–67. [尹河龙, 刘贤谦, 马瑞燕, 李盼盼, 2011. 影响桃小食心虫性诱剂田间诱捕效率的几种因子的研究. 中国生物防治学报, 27(1): 63–67.]

Zhang YR, 2011. Investigation on the occurrence regularity of *Grapholita molesta* (Busck). *Journal of Northern Fruit Trees*, 2011(5): 16. [张迎然, 2011. 梨小食心虫发生规律调查. 北方果树, 2011(5): 16.]

Zhao N, Yu Y, Zhang AS, Men XY, Zhou XH, Zhuang QY, Xu YY, Li LL, 2014. Occurrence regularity and chemical control of *Carposina sasakii* Matsumura in Laiwu City. *Plant Protection*, 40(1): 169–172. [赵楠, 于毅, 张安盛, 门兴元, 周仙红, 庄乾营, 张思聪, 许永玉, 李丽莉, 2014. 莱芜地区桃小食心虫发生规律及药剂防治效果. 植物保护, 40(1): 169–172.]

Zhao P, Yang XL, Sun SJ, Gao XH, Zhang SD, Liu XX, 2023. Relationship between occurrence dynamics of the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) and temperature and humidity in pear orchards in Daxing District of Beijing. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 60(1): 216–222. [赵鹏, 杨雪琳, 孙圣杰, 高旭辉, 张松斗, 刘小侠, 2023. 北京市大兴区梨园梨小食心虫发生动态与温湿度的关系. 应用昆虫学报, 60(1): 216–222.]

Zhu WY, Zhang Y, Li T, 2020. Investigation on the occurrence regularity and disorientation effect of *Grapholita molesta* adults in pear orchards of Yuncheng City. *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 48(8): 1298–1300. [朱文雅, 张烨, 李唐, 2020. 运城市梨园梨小食心虫成虫发生规律与迷向效果调查. 山西农业科学, 48(8): 1298–1300.]