

桃园主要鳞翅目害虫性诱芯的混用诱捕效果研究

周浩然¹, 刘倩¹, 涂洪涛^{1,2*}

(¹中国农业科学院郑州果树研究所·河南省果树瓜类生物学重点实验室, 郑州 450009; ²中国农业科学院中原研究中心, 河南新乡 453004)

摘要:【目的】明确北方桃园内梨小食心虫、苹小卷叶蛾、桃蛀螟和桃潜叶蛾等4种害虫性诱芯之间的互作效应。【方法】通过田间诱芯混合诱捕试验, 比较4种害虫性诱芯之间的相互作用。【结果】2022年和2023年调查发现, 单个梨小食心虫性诱芯与各梨小食心虫性诱芯组合在梨小食心虫诱捕数量上均无显著差异。单个桃潜叶蛾性诱芯与各桃潜叶蛾性诱芯组合在桃潜叶蛾诱捕数量上也均无显著差异。苹小卷叶蛾性诱芯+梨小食心虫性诱芯组合对苹小卷叶蛾的诱捕数量均显著低于各年单独使用苹小卷叶蛾性诱芯时的诱捕数量 ($p<0.05$)。【结论】在诱捕梨小食心虫时, 梨小食心虫性诱芯可以与桃潜叶蛾、苹小卷叶蛾、桃蛀螟等3种害虫性诱芯进行混用; 在诱捕桃潜叶蛾时, 桃潜叶蛾性诱芯可以与梨小食心虫、苹小卷叶蛾、桃蛀螟等3种害虫性诱芯混用; 在诱捕苹小卷叶蛾时, 苹小卷叶蛾性诱芯可以与桃潜叶蛾和桃蛀螟这2种害虫的性诱芯混用, 不能和梨小食心虫性诱芯混用。

关键词: 桃园; 鳞翅目害虫; 性信息素; 混用效果

中图分类号: S662.1; S436.621 文献标志码: A 文章编号: 1009-9980(2024)06-0001-08

Research on the synergistic trapping effect of mixed lure traps for the main Lepidopteran pests in peach orchards

ZHOU Haoran¹, LIU Qian¹, TU Hongtao^{1,2*}

(¹Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Henan Key Laboratory of Fruit and Cucurbit Biology, Zhengzhou 450009, Henan, China; ²Zhongyuan Research Center, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang, 453004, China)

Abstract: 【Objective】To clarify the interaction among trapping effect of different lures on main Lepidopteran pests, *Grapholitha molesta*, *Adoxophyes orana*, *Conogethes punctiferalis*, and *Lyonetia clerkella*, in northern peach orchards, and to provide a scientific basis for the rational mixed use of these pest lures. 【Methods】Utilizing the sex pheromone lures of the four types of pests, a two-year consecutive investigation (2022-2023) was conducted in peach orchards in the

收稿日期: 2024-01-19 接受日期: 2024-03-14

基金项目: 国家重点研发计划 (2023YFD1000800); 中国农业科学院科技创新工程 (CAAS-ASTIP-2016-RIP)

作者简介: 周浩然, 男, 在读硕士研究生, 研究方向为农业有害生物综合防控。Tel: 18423552541, E-mail: 1002789587@qq.com

*通信作者 Author for correspondence. Tel: 13783642246, E-mail: tuhongtao@caas.cn

Zhengzhou area to compare the trapping efficiency of different combinations of pest sex pheromone lures and individual pest pheromone lures. There were four treatments per group in the experiment (T1: a single target pest sex pheromone lure in each trap, totaling 4 traps; T2: any combination of two types of target pest sex pheromone lures in each trap, totaling 6 traps; T3: any combination of three types of target pest sex pheromone lures in each trap, totaling 4 traps; T4: a combination of four types of target pest sex pheromone lures in each trap, totaling 1 trap), with a total of 15 traps and 3 sets of replicates. The traps were uniformly distributed in the orchard according to the principle of equidistant placement, and were hung at a height of 1.5 meters above the ground. 【Results】 The results showed that in 2022 and 2023, the number of captured *G. molesta* using *G. molesta* sex pheromone lures alone was 40.0 ± 10.6 and 57.9 ± 7.6 per trap, respectively. There was no significant effect on the capture of *G. molesta* when mixed *G. molesta* sex pheromone lures with the other three target pest lures. In 2022 and 2023, the combination of *A. orana* sex pheromone lures with *G. molesta* sex pheromone lures captured 50.7 ± 12.4 and 16.3 ± 6.8 *A. orana* per trap, respectively, which was significantly lower than the capture when used *A. orana* sex pheromone lures alone 175.6 ± 32.4 and 85.1 ± 13.8 per trap, respectively ($p < 0.05$). The use of the other two pest lures in combination with *A. orana* sex pheromone lures had no significant effect on the capture of *A. orana*. The number of *L. clerkella* captured in 2022 and 2023 was 28.8 ± 12.5 and 26.1 ± 5 per trap when used *L. clerkella* sex pheromone lures alone, respectively, and there was no significant effect on the capture of *L. clerkella* when mixed with the other three target pest lures. In 2022, the use of *C. punctiferalis* sex pheromone lures alone captured the most *C. punctiferalis*, with a capture rate of 4.0 ± 0.58 per trap, however the capture was significantly reduced when combined with any other three pest lures ($p < 0.05$). In 2023, the capture of *C. punctiferalis* was 2.1 ± 0.3 per trap when used alone, and there was no significant difference in the capture when combined with other pest lures. 【Conclusion】 When trapping *G. molesta*, the sex lure of *L. clerkella* can be mixed with the sex lures of *A. orana*, *C. punctiferalis*, and *L. clerkella*; when trapping *L. clerkella*, the sex lure of *L. clerkella* can be mixed with the sex lures of *G. molesta*, *A. orana*, and *C. punctiferalis*; when trapping *A. orana*, the sex lure of *A. orana* can be mixed with the sex lures of *L. clerkella* and *C. punctiferalis*, but not with the sex lure of *G. molesta*.

Key words: Peach orchard; Lepidopteran pests; Sex pheromone; Mixture effect

北方桃园内主要的鳞翅目害虫有梨小食心虫 (*Grapholitha molesta*)、苹小卷叶蛾 (*Adoxophyes orana*)、桃蛀螟 (*Conogethes punctiferalis*) 和桃潜叶蛾 (*Lyonetia clerkella*) 等, 这几种虫害常在桃园内混合发生, 为害日益严重。化学农药是当前防治桃园鳞翅目害虫常见且高效的手段, 但过量或盲目使用化学农药会带来害虫抗药性上升、农药残留等问题。通过对桃园主要害虫进行精准监测开展科学防控是解决化学农药盲目使用的重要措施之一。

昆虫性信息素是由昆虫某个体分泌, 能被同种的异性个体感受器接受, 并引起异性个

体产生一定生殖行为反应的微量化学物质^[1]。它的优点在于生物活性高、专一性强、不产生耐药性、对天敌无害、无污染、有利于食品安全、使用简便等^[2]。自 1959 年首个昆虫性信息素家蚕醇的化学结构被鉴定后, 各国科研工作者便迅速展开了对昆虫性信息素的研究, 目前全世界已经研究了 9 个目 3000 多种昆虫的性信息素^[3], 其中 600 多种鳞翅目昆虫的性信息素被分离和鉴定^[4]。

目前, 害虫性信息素主要用于大量诱捕雄虫、干扰雌雄间交配、虫情监测及害虫检疫等方面^[5]。例如 Benvenega 等^[6]通过利用性信息素诱捕器诱捕成虫, 将田间种群密度控制在经济损失允许水平之下; 赵彤等^[7]在甘肃省种植苹果的 12 个县区选择相对独立连片的果园进行性迷向试验, 由于性信息素干扰正常交配未能建立起种群, 在后期苹果蠹蛾成虫数量急剧下降。昆虫性信息素最常见的应用方式是监测害虫发生动态, 在关键期精准防治, 提高防治效果, 减少农药使用。利用害虫性信息素的特异性, 我国制定了主要害虫性诱捕监测技术规范, 结合电子通讯技术、自动计数以及无线传输技术, 成功研发了主要害虫性诱捕智能监测系统(装备), 并建立了农作物重大害虫性诱捕智能监测系统平台^[8]。

在多种靶标害虫同期混合发生的果园中, 不同害虫种类的性信息素混用可以减少诱捕器数量, 降低人工成本, 但可能会产生诱捕干扰作用, 使监测结果不能反应田间发生的实际情况。有报道表明, 梨小食心虫性诱芯与桃小食心虫性诱芯混用时, 对桃小食心虫的诱捕量有一定干扰作用^[9]; 单一性诱芯对金纹细蛾的诱捕效果明显, 复合性诱芯易产生拮抗作用等^[10]。为此, 笔者在本研究中采用性诱芯混用的方式对桃园内主要的 4 种鳞翅目害虫进行诱捕效果评价, 研究混用效果影响因素, 期望能配置复合性诱芯, 达到减少诱捕器数量, 降低劳动力成本, 提高其经济效益等目的。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验地点位于河南省郑州市, 果园面积 13.3 hm², 海拔 213.0 m, 株行距 1.5 m×4 m, 树龄 6 年。桃树品种为中桃 8 号、中桃 11 号等, 树势强壮, 土地肥力均匀, 试验果园商业化管理。

供试诱芯包括梨小食心虫、苹小卷叶蛾、桃蛀螟和桃潜叶蛾性诱芯, 购自中捷四方生物科技股份有限公司。

诱捕器为三角形诱捕器, 长 26 cm×宽 20 cm×高 11 cm, 内置同等长宽粘虫板, 购自中捷四方生物科技股份有限公司。

1.2 试验方法

每组 4 个处理(处理 1: 诱捕器中单个靶标害虫性诱芯, 共 4 个诱捕器; 处理 2: 诱捕器中任意两种靶标害虫性诱芯组合, 共 6 个诱捕器; 处理 3: 诱捕器中任意三种靶标害虫性诱芯组合, 共 4 个诱捕器; 处理 4: 诱捕器中四种靶标害虫性诱芯组合, 1 个诱捕器), 共计 15 个诱捕器, 试验设置 3 组重复。各诱捕器采用等距离布置原则在园中随机均匀分布, 诱捕器悬挂距地面高度 1.5 m 处。

调查时间为 2022 年 6—8 月和 2023 年 3—10 月，每 7 d 调查一次，分别记录粘虫板上梨小食心虫、苹小卷叶蛾、桃潜叶蛾、桃蛀螟数量，每次调查完更换粘虫板，每 30 d 更换一次性信息素诱芯并随机更换诱捕器位置，减少田间误差。

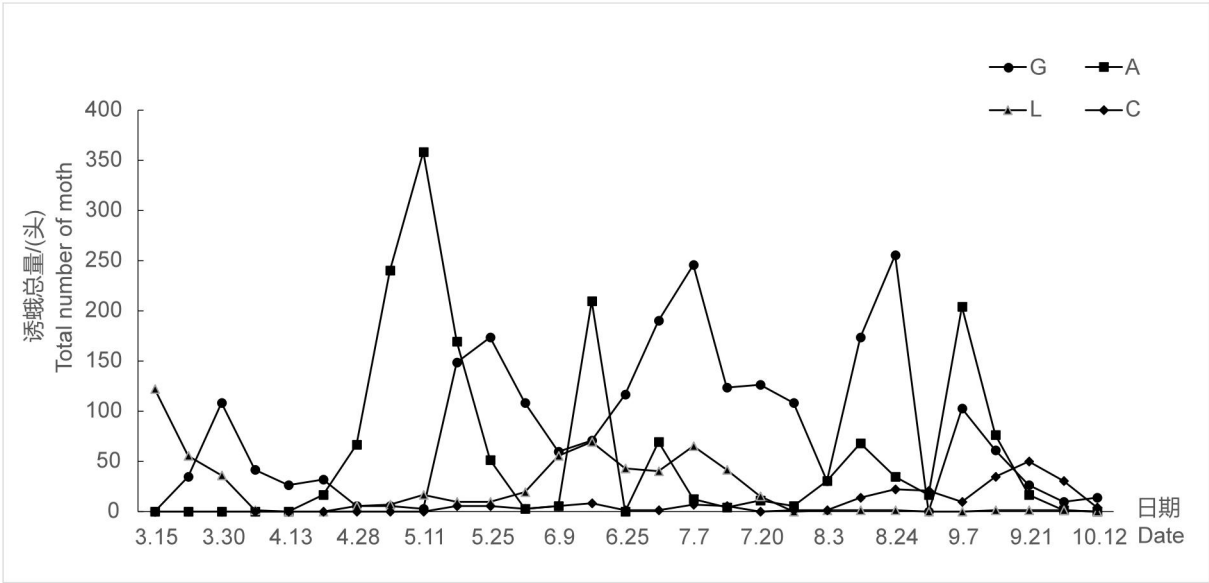
1.3 数据分析

为保证数据的可靠性，将选取原始数据中靶标害虫多个发生高峰的调查结果折算为相同性信息素的诱捕器平均诱捕量进行图表绘制，所有数据均采用 SPSS_19.0 统计软件进行 Duncan’s 多重比较判断不同处理诱捕数量之间的差异显著性 ($p<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 2023 年度 4 种鳞翅目害虫发生动态调查

结果表明，梨小食心虫、苹小卷叶蛾、桃蛀螟、桃潜叶蛾 4 种害虫在园内混合发生。2023 年的 3—10 月期间，在郑州地区，梨小食心虫一年发生 5 代，成虫高峰期分别在 3 月底、5 月底、7 月上旬、8 月底和 9 月上旬；苹小卷叶蛾一年发生 4 代，成虫高峰期分别在 5 月中旬、6 月中旬、8 月中旬和 9 月上旬；桃蛀螟一年发生 3 代，5 月中旬到 7 月中旬为成虫小高峰期，在 8 月底和 9 月底为成虫高峰期；桃潜叶蛾在 3 月中旬时已经存在，后续有 2 代发生，分别在 6 月中旬和 7 月上旬（图 1）。



G 为梨小食心虫周年发生动态；A 为苹小卷叶蛾周年发生动态；C 为桃蛀螟周年发生动态；L 为桃潜叶蛾周年发生动态。

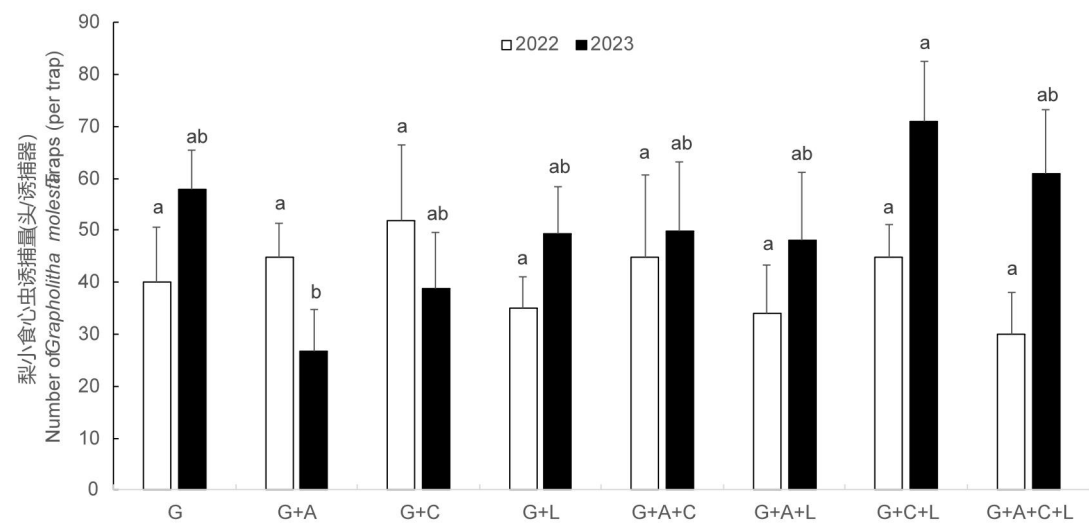
G shows the annual dynamics of *G. molesta* occurrence; A shows the annual dynamics of *A. orana* occurrence; C shows the annual dynamics of *C. punctiferalis* occurrence; L shows the annual dynamics of *L. clerkella* occurrence.

图 1 郑州地区桃园内四种靶标害虫发生动态（2023 年）

Fig. 1 The occurrence dynamics of four target pests in the peach orchards in Zhengzhou (In 2023)

2.2 性诱芯组合对梨小食心虫的诱捕效果

2022 年和 2023 年单用梨小食心虫性诱芯诱捕到的梨小食心虫数量分别为 (40.0 ± 10.6) 头/诱捕器和 (57.9 ± 7.6) 头/诱捕器, 与单用梨小食心虫诱芯诱捕相比, 与其他 3 种害虫性诱芯混用后对梨小食心虫的诱捕量均无显著差异 ($p > 0.05$)。但 2023 年梨小食心虫+桃蛀螟+桃潜叶蛾性诱芯组合所诱捕到的梨小食心虫数目为 (71.0 ± 11.5) 头/诱捕器, 显著高于梨小食心虫+苹小卷叶蛾性诱芯组合诱捕到的梨小食心虫数目 (26.6 ± 8.1) 头/诱捕器 ($p < 0.05$) (图 2)。



G: 梨小食心虫性诱芯; A: 苹小卷叶蛾性诱芯; L: 桃潜叶蛾性诱芯; C: 桃蛀螟性诱芯。柱上数据标有不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $p < 0.05$ 水平差异显著, 下同。

G: *G. molesta* Pheromone Lure; A: *A. orana* Pheromone Lure; L: *L. clerkella* Pheromone Lure; C: *C. punctiferalis* Pheromone Lure. Small letters on the column indicate significant differences at the $p < 0.05$ level based on Duncan's new multiple range test, the same below.

图 2 单个梨小食心虫性诱芯性及混用性诱芯组合诱蛾数量比较

Fig. 2 The comparison of the number of moths attracted by a single *G. molesta* sex pheromone lure and the combined pheromone lure

2.3 性诱芯组合对苹小卷叶蛾的诱捕效果

2022 年调查发现, 苹小卷叶蛾性诱芯+梨小食心虫性诱芯组合对苹小卷叶蛾的诱捕数量为 (50.7 ± 12.4) 头/诱捕器, 显著低于单独使用苹小卷叶蛾性诱芯时的诱捕数量 (175.6 ± 32.4) 头/诱捕器 ($p < 0.05$)。桃蛀螟性诱芯与桃潜叶蛾性诱芯分别与苹小卷叶蛾性诱芯混用时对苹小卷叶蛾的诱捕数量为 (114.8 ± 21.8) 头/诱捕器和 (157.4 ± 27.4) 头/诱捕器, 与单个苹小卷叶蛾性诱芯的诱捕数量相比, 3 者之间差异均不显著 ($p > 0.05$)。

2023 年调查发现, 苹小卷叶蛾性诱芯+梨小食心虫性诱芯组合对苹小卷叶蛾的诱捕数量为 (16.3 ± 6.8) 头/诱捕器, 同样显著低于单独使用苹小卷叶蛾性诱芯时的诱捕数量

(85.1 ± 13.8) 头/诱捕器 ($p < 0.05$)。桃蛀螟性诱芯与桃潜叶蛾性诱芯分别与苹小卷叶蛾性诱芯混用时对苹小卷叶蛾的诱捕数量为 (67.3 ± 24.6) 头/诱捕器和 (65.7 ± 21.8) 头/诱捕器, 与单个苹小卷叶蛾性诱芯的诱捕数量相比, 3 者之间差异也均不显著 ($p > 0.05$) (图 3)。

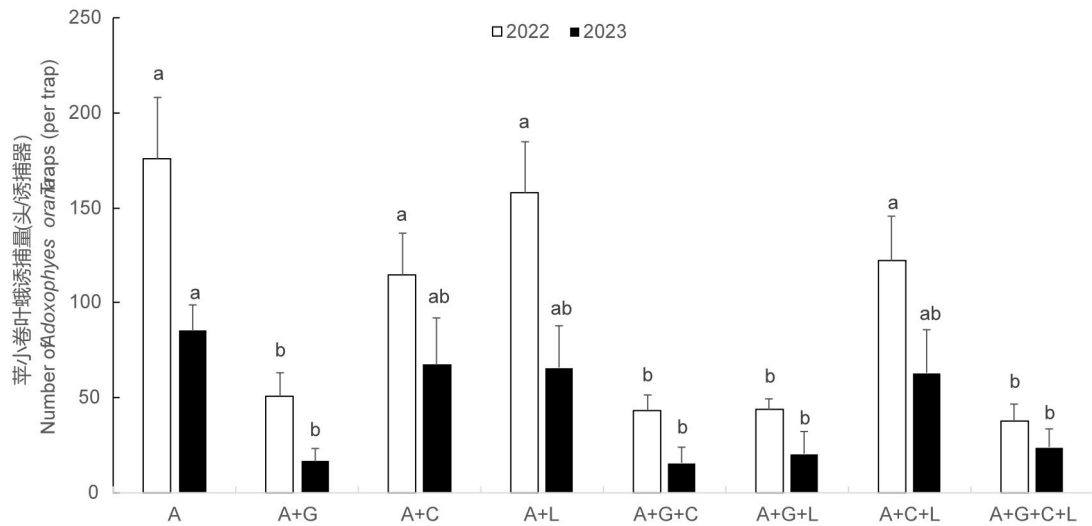


图 3 单个苹小卷叶蛾性诱芯性及混用性诱芯组合诱蛾数量比较

Fig. 3 The comparison of the number of moths attracted by a single *A. orana* sex pheromone lure and the combined pheromone lure

2.4 性诱芯组合对桃潜叶蛾的诱捕效果

2022 年和 2023 年桃潜叶蛾性诱芯单独使用时对桃潜叶蛾的诱捕量分别为 (28.8 ± 12.5) 头/诱捕器和 (26.1 ± 5.0) 头/诱捕器, 桃潜叶蛾性诱芯与其他 3 种害虫性诱芯混用, 对桃潜叶蛾的诱捕量均无显著差异 ($p > 0.05$) (图 4)。

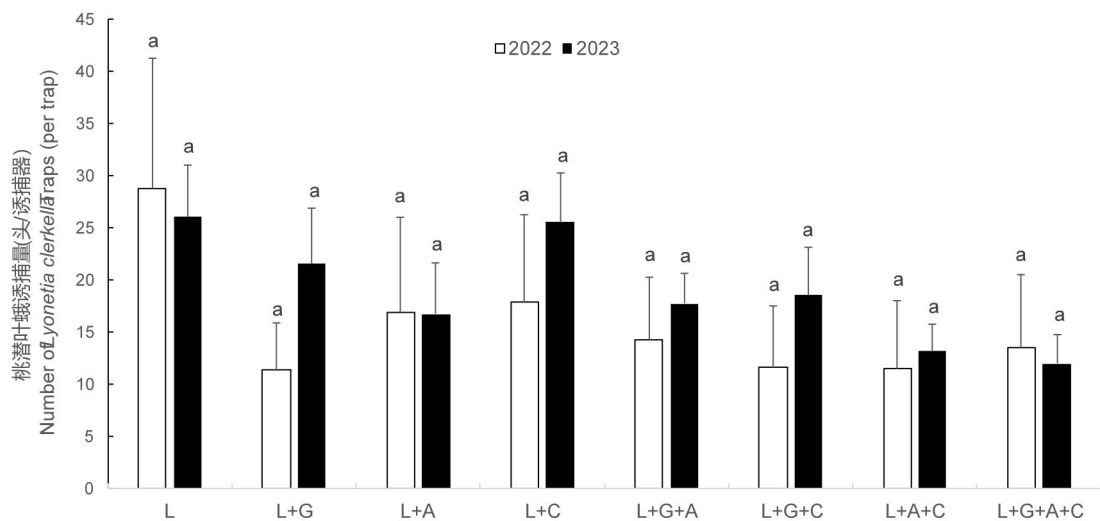


图 4 单个桃潜叶蛾性诱芯性及混用性诱芯组合诱蛾数量比较

Fig. 4 The comparison of the number of moths attracted by a single *L. clerkella* sex

pheromone lure and the combined pheromone lure

2.5 性诱芯组合对桃蛀螟的诱捕效果

2022 年调查结果显示, 桃蛀螟性诱芯单独使用时诱捕到的桃蛀螟数量最多, 诱捕量为 (4.0 ± 0.58) 头/诱捕器, 桃蛀螟性诱芯与其他 3 种害虫性诱芯混用, 对桃蛀螟的诱捕量均显著减少 ($p < 0.05$)。

与 2022 年不同, 2023 年调查发现, 单独使用桃蛀螟性诱芯时诱捕到的桃蛀螟数量为 (2.1 ± 0.3) 头/诱捕器, 桃蛀螟性诱芯与其他 3 种害虫性诱芯混用, 对桃蛀螟的诱捕量均无显著差异 ($p > 0.05$) (图 5)。

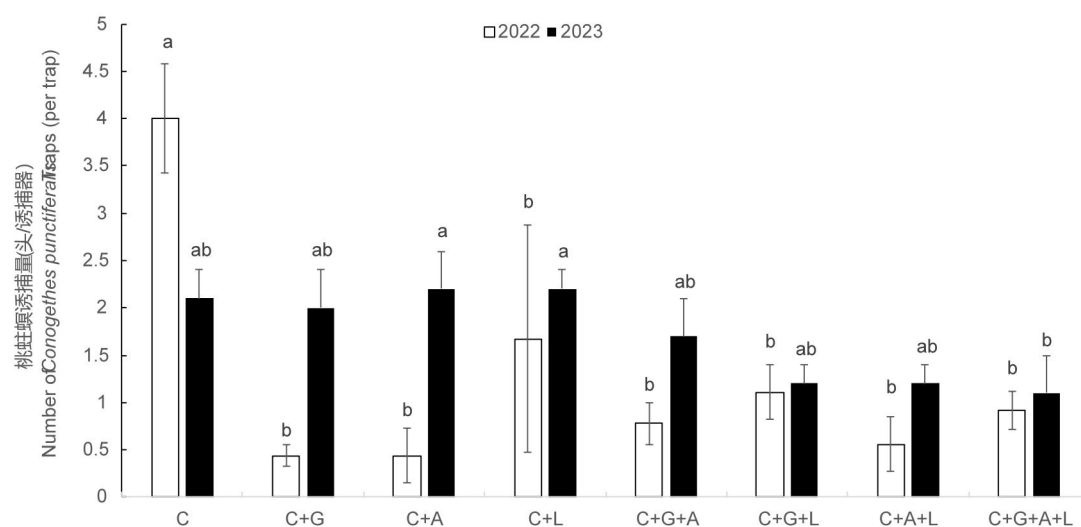


图 5 单个桃蛀螟性诱芯性及混用性诱芯组合诱蛾数量比较

Fig. 5 The comparison of the number of moths attracted by a single *Conogethes punctiferalis* sex pheromone lure and the combined pheromone lure

3 讨论

前人研究表明,多种鳞翅目害虫性信息素可混合使用,混合使用时能增加靶标害虫防控种类,提高防治效率^[11],因此,多种果树害虫同时发生为害时,可配制复合性诱芯同时监测多种害虫,减少诱捕器数量,降低劳动成本。本研究在现有性信息素监测技术研究的基础上,开展桃园不同鳞翅目害虫性诱芯混用效果评价,明确科学合理高效的桃园性诱芯混用组合,初步探明影响梨小食心虫信息素影响苹小卷叶蛾诱捕的成分,为科学混用诱芯监测桃园害虫提供理论支撑。

研究发现,不同性诱芯混用时会对各自的靶标害虫产生不同的效果^[12-16]。笔者在本研究中表明,当桃潜叶蛾性诱芯与梨小食心虫性诱芯混用时,对两种害虫的诱捕效率均无显著影响,这与姜瑞德等^[17]和孙媛等^[18]的报道研究结果一致。但徐劭等^[13]试验结果显示桃潜叶蛾与梨小食心虫性诱芯联合使用后,2种害虫诱蛾量均大幅上升,互相增效作用明显。笔者课题组推测与性诱芯中信息素的成分种类和含量等有关。本试验在利用混合诱芯诱捕桃蛀螟时,果园内桃蛀螟发生量较少,因此对桃蛀螟的试验结果产生了一定的影响,导致两年的调查结果有差异,未能得出混用后的准确效果,后续应选取桃蛀螟发生数目较多或不同品种桃树的桃园进行试验,进一步验证混合诱芯对于桃蛀螟的诱捕效率的影响。

许多昆虫物种的性信息素由多种成分组成,空气中性诱剂单一成分的挥发通常会破坏雄性成虫和雌性成虫之间的交配^[19]。笔者在本研究中表明,梨小食心虫性诱芯与苹小卷叶蛾性诱芯混用时,会显著减少苹小卷叶蛾的诱捕数量,而对梨小食心虫的诱捕数量则无显著影响。后续还应当室内研究梨小食心虫性信息素单一成分对苹小卷叶蛾的诱捕效果影响,确定影响诱捕的主要成分,研究去除驱避物质后诱芯对梨小食心虫诱捕的影响,开发梨小食心虫和苹小卷叶蛾混用性诱芯,或者发现防治苹小卷叶蛾危害的新物质等。除诱芯种类以外,不同类型的诱捕装置也会对性信息素的诱虫效率产生影响^[20],在已有混用规律基础上探究不同诱捕器类型对诱芯混用的影响也可作为未来的研究方向之一。

笔者在本研究中通过对不同靶标害虫性诱芯组合的诱捕效率进行了探究,确定了桃园内几种主要鳞翅目害虫性诱芯的最佳混用方法,在参考本研究的结论下,悬挂诱捕器时可以减少诱捕器的使用数目,节省经济和时间成本,同时能准确监测虫害的发生规律与发生量,对生产中指导科学防治有着实用的参考意义。

4 结论

笔者在本研究中表明,诱捕梨小食心虫时,梨小食心虫性诱芯可以桃潜叶蛾、苹小卷叶蛾、桃蛀螟这3种害虫性诱芯进行混用;在诱捕桃潜叶蛾时,桃潜叶蛾性诱芯可以与梨小食心虫、苹小卷叶蛾、桃蛀螟这3种害虫性诱芯混用;在诱捕苹小卷叶蛾时,苹小卷叶蛾性诱芯可以与桃潜叶蛾和桃蛀螟这2种害虫的性诱芯混用,不能和梨小食心虫性诱芯混用。

参考文献 References:

- [1] 梁永轩, 王绮静, 郭建洋, 王玉生, 张毅波, 杨念婉, 张桂芬, 周琼, 刘万学. 番茄潜叶蛾性信息素的研究和应用进展[J]. 昆虫学报, 2023, 66(6): 849-858.
- LIANG Yongxuan, WANG Qijing, GUO Jianyang, WANG Yusheng, ZHANG Yibo, YANG Nianwan, ZHANG Guifen, ZHOU Qiong, LIU Wanxue. Advances in research and application of sex pheromones of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)[J]. Acta Entomologica Sinica, 2023, 66(6): 849-858.
- [2] 相会明, 刁红亮, 李先伟, 赵志国, 李拥虎, 马瑞燕. 交配干扰缓释剂研究及应用进展[J]. 应用昆虫学报, 2023, 60(2): 524-533.
- XIANG Huiming, DIAO Hongliang, LI Xianwei, ZHAO Zhiguo, LI Yonghu, MA Ruiyan. Advances in research on the application of disruptive mating formulations[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2023, 60(2): 524-533.
- [3] BLOMQUIST G J, VOGT R G. Insect pheromone biochemistry and molecular biology[M]. 2nd ed. London: Academic Press, 2021: 1-12.
- [4] PETKEVICIUS K, LÖFSTEDT C, BORODINA I. Insect sex pheromone production in yeasts and plants[J]. Current Opinion in Biotechnology, 2020, 65: 259-267.
- [5] 王留洋, 杨超霞, 郭兵博, 折冬梅, 梅向东, 杨新玲, 宁君. 昆虫性信息素研究进展与应用前景[J]. 农药学报, 2022, 24(5): 997-1016.
- WANG Liuyang, YANG Chaoxia, GUO Bingbo, ZHE Dongmei, MEI Xiangdong, YANG Xinling, NING Jun. Research progress and application prospects on insect sex pheromone[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2022, 24(5): 997-1016.
- [6] BENVENGA S R, FERNANDES O A, GRAVENA S. Decision making for integrated pest management of the South American tomato pinworm based on sexual pheromone traps[J]. Horticultura Brasileira, 2007, 25(2): 164-169.
- [7] 赵彤, 王得毓, 刘卫红, 陈臻, 姜红霞, 胡琴. 迷向防治技术对苹果蠹蛾的田间防治效果[J]. 植物保护, 2017, 43(6): 207-212.
- ZHAO Tong, WANG Deyu, LIU Weihong, CHEN Zhen, JIANG Hongxia, HU Qin. Control of *Cydia pomonella* by mating disruption pheromones[J]. Plant Protection, 2017, 43(6): 207-212.
- [8] 刘万才, 刘振东, 朱晓明, 杜永均. 我国昆虫性信息素技术的研发与应用进展[J]. 中国生物防治学报, 2022, 38(4): 803-811.
- LIU Wancai, LIU Zhendong, ZHU Xiaoming, DU Yongjun. Development and application of insect sex pheromone technology in China[J]. Chinese Journal of Biological Control, 2022, 38(4): 803-811.
- [9] 刘玉峰, 杨小凡, 王冲, 崔彦, 刘小侠, 马春森, 魏国树. 桃园中食心虫单一性诱芯及其复合配置的诱蛾效率比较[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(3): 834-841.
- LIU Yufeng, YANG Xiaofan, WANG Chong, CUI Yan, LIU Xiaoxia, MA Chunsen, WEI Guoshu. Comparison of the trapping efficiencies of lures based on the sex pheromones of two fruit moth species and a combination of the sex pheromones of each species[J]. Chinese Journal of Applied Entomology, 2014, 51(3): 834-841.
- [10] 贺晓红, 张莉, 庞传明, 刘泽民. 不同类型诱芯对金纹细蛾诱捕效果及成虫发生动态[J]. 山西果树, 2015(3): 6-8.

- HE Xiaohong, ZHANG Li, PANG Chuanming, LIU Zemin. Study on the trapping effect and adult emergence dynamics of *Lithocolletis ringoniella* Mats under the influence of different types of pheromones[J]. Shanxi Fruits, 2015(3): 6-8.
- [11] BROCKERHOFF E G, SUCKLING D M, ROQUES A, JACTEL H, BRANCO M, TWIDLE A M, MASTRO V C, KIMBERLEY M O. Improving the efficiency of lepidopteran pest detection and surveillance: Constraints and opportunities for multiple-species trapping[J]. Journal of Chemical Ecology, 2013, 39(1): 50-58.
- [12] 张文斌, 钱丰, 贾育恒, 岳虎锋, 来召萍, 曹军强. 不同性诱剂组合对苹果害虫的诱集效果[J]. 北方园艺, 2018(22): 70-74.
- ZHANG Wenbin, QIAN Feng, JIA Yuheng, YUE Hufeng, LAI Zhaoping, CAO Junqiang. Trapping effect of different combination among sex pheromone lures on apple insect pests[J]. Northern Horticulture, 2018(22): 70-74.
- [13] 徐劭, 董建臻, 赵寨平, 尚振清, 李荣海, 冯昌国, 曲殿忠, 李萍. 果园常用性诱剂混用研究[J]. 河北农业大学学报, 1998, 21(3): 110-111.
- XU Shao, DONG Jianzhen, ZHAO Zhaiping, SHANG Zhenqing, LI Ronghai, FENG Changguo, QU Dianzhong, LI Ping. The experiment on the mixed using of five common sex pheromone of insect in orchard[J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 1998, 21(3): 110-111.
- [14] 徐劭. 两种性诱剂混用试验[J]. 昆虫知识, 1987, 24(1): 32-33.
- XU Shao. Experiment on the combined use of two sex pheromones[J]. Entomological Knowledge, 1987, 24(1): 32-33.
- [15] LIANG Y Y, LUO M, FU X G, ZHENG L X, WEI H Y. Mating disruption of *Chilo suppressalis* from sex pheromone of another pyralid rice pest *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae)[J]. Journal of Insect Science, 2020, 20(3): 19.
- [16] 苏俊平, 于海利, 丁倩, 刘小侠, 徐环李. 苹果蠹蛾性诱剂对梨小食心虫性诱剂诱集效果的影响[J]. 林业科技通讯, 2018(7): 40-42.
- SU Junping, YU Haili, DING Qian, LIU Xiaoxia, XU Huanli. Influence of *Cydia pomonella* gyplure on the trapping effect of *Grapholita molesta* gyplure[J]. Forest Science and Technology, 2018(7): 40-42.
- [17] 姜瑞德, 李晓军, 盛如, 陈铁牛, 盛承发. 梨小食心虫和桃潜叶蛾性诱芯合用的诱蛾效果[J]. 落叶果树, 2013, 45(6): 7-9.
- JIANG Ruide, LI Xiaojun, SHENG Ru, CHEN Tieniu, SHENG Chengfa. The attractiveness of *Grapholita molesta* and *Lyonetia clerkella* sex pheromones when used together[J]. Deciduous Fruits, 2013, 45(6): 7-9.
- [18] 孙媛, 蓝陈仪航, 施程程, 沈志杰, 房明华, 洪文英, 沃林峰, 刘涛, 邓建宇. 桃潜叶蛾与梨小食心虫性信息素互作效应[J]. 果树学报, 2021, 38(9): 1563-1568.
- SUN Yuan, LAN Chenyihang, SHI Chengcheng, SHEN Zhijie, FANG Minghua, HONG Wenying, WO Linfeng, LIU Tao, DENG Jianyu. Interaction effect between *Lyonetia clerkella* and *Grapholita molesta* sex pheromones[J]. Journal of Fruit Science, 2021, 38(9): 1563-1568.
- [19] WITZGALL P, BÄCKMAN A C, SVENSSON M, KOCH U, RAMA F, EL-SAYED A, BRAUCHLI J, ARN H, BENGTTSSON M, LÖFQVIST J. Behavioral observations of codling moth, *Cydia pomonella*, in orchards permeated with synthetic pheromone[J]. BioControl, 1999, 44(2): 211-237.
- [20] 涂华龙, 高旭渊, 田震亚, 白强, 曾宪儒. 不同诱捕方法对苦瓜连作区内 3 种果实蝇的诱捕效果[J]. 中国瓜菜, 2022, 35(4): 92-96.

TU Hualong, GAO Xuyuan, TIAN Zhenya, BAI Qiang, ZENG Xianru. Trap effectiveness of different trapping methods for three fruit flies in monocropping bitter melon fields[J]. China Cucurbits and Vegetables, 2022, 35(4): 92-96.