

尹海辰, 李文静, 许敏, 等. 绿盲蝽和中黑盲蝽对2种盲蝽科寄主植物提取物的嗅觉反应[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(2): 142-147.  
DOI: 10.13300/j.cnki.hnlkxb.2021.02.015

# 绿盲蝽和中黑盲蝽对2种盲蝽科 寄主植物提取物的嗅觉反应

尹海辰<sup>1</sup>, 李文静<sup>1</sup>, 许敏<sup>2</sup>, 许冬<sup>1</sup>, 万鹏<sup>1</sup>

1. 湖北省农业科学院植保土肥研究所/农业农村部华中作物有害生物综合治理重点实验室/  
农作物重大病虫害防控湖北省重点实验室, 武汉 430064;  
2. 华中农业大学植物科学技术学院, 武汉 430070

**摘要** 为筛选棉田主要盲蝽——绿盲蝽 *Apolygus lucorum* 和中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* 高效、环境友好的新型防治技术, 选择盲蝽科昆虫寄主植物——韭菜 *Allium tuberosum* 和向日葵 *Helianthus annuus* 种子, 采用冷浸法制备其乙醇提取物, 利用三臂嗅觉仪比较绿盲蝽对2种提取物和棉花叶片间的嗅觉反应, 并筛选了1种具有显著协同增效作用的复配制剂。结果显示, 绿盲蝽对韭菜籽提取物选择反应率最高, 为 56.04% ± 3.77%, 显著高于葵花籽提取物和棉花叶片。当韭菜籽提取物和葵花籽提取物按照体积比 3:7 复配后具有协同增效作用, 且对绿盲蝽和中黑盲蝽均能表现出极强的引诱作用, 选择反应率均在 80% 以上。结果表明, 该复配引诱剂具备防治棉田盲蝽科害虫的潜在应用价值。

**关键词** 绿盲蝽; 中黑盲蝽; 寄主植物; 药源植物; 引诱剂; 嗅觉反应; 害虫防治; 协同增效; 食诱剂  
**中图分类号** Q 968 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2021)02-0142-06

20世纪90年代以后, 由于转基因棉花的大规模商业化种植以及广谱化学农药在棉田应用剂量的减少, 导致绿盲蝽 (*Apolygus lucorum*)、中黑盲蝽 (*Adelphocoris suturalis*) 等盲蝽科害虫种群数量迅速增长。这些害虫寄主多达 200 余种, 包括许多重要的经济作物, 如枣、桃、樱桃、苹果、葡萄、茶树、棉花、韭菜、向日葵等, 对我国的农业生产造成了严重影响<sup>[1-2]</sup>。

目前对盲蝽的防治主要依赖化学农药<sup>[3-4]</sup>, 但近年来也开展了一些利用食诱剂进行防治的研究。例如李耀发等<sup>[5]</sup>分析了寄主植物花器挥发性物质对绿盲蝽成虫的引诱作用, 研究表明松油烯对绿盲蝽雌成虫表现出了较好的引诱作用, 其 1 000 倍稀释液对绿盲蝽雌成虫的引诱率达 70.59%; Pan 等<sup>[6-7]</sup>在黄花蒿、艾叶、大麻等 18 种植物花期挥发物中鉴定出顺-甲酸-3-己烯酯、间二甲苯、3-乙基苯甲醛和丙烯酸正丁酯等 7 种化合物可引起绿盲蝽触角电位反应, Y 型管试验和田间试验结果表明间二甲苯、丙烯酸丁酯、丙酸丁酯和丁酸丁酯等化合物对绿盲

蝽成虫能表现出较强的吸引力, 且在该虫转移为害过程中起到了重要作用。

与传统农药相比, 利用昆虫寄主识别机制制备的引诱剂具有毒性低、环境友好等特点, 在当前我国农业由粗放型转向集约型的条件下具有广阔的应用空间。本研究选择了 2 种盲蝽科昆虫寄主植物——韭菜和向日葵种子的乙醇提取物, 比较了绿盲蝽对 2 种提取物和棉花叶片的选择反应, 并筛选了 1 种具有显著协同增效作用的复配制剂, 以期找到一种潜在的棉田盲蝽食诱剂, 为开发更加高效安全的害虫防治技术提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验仪器

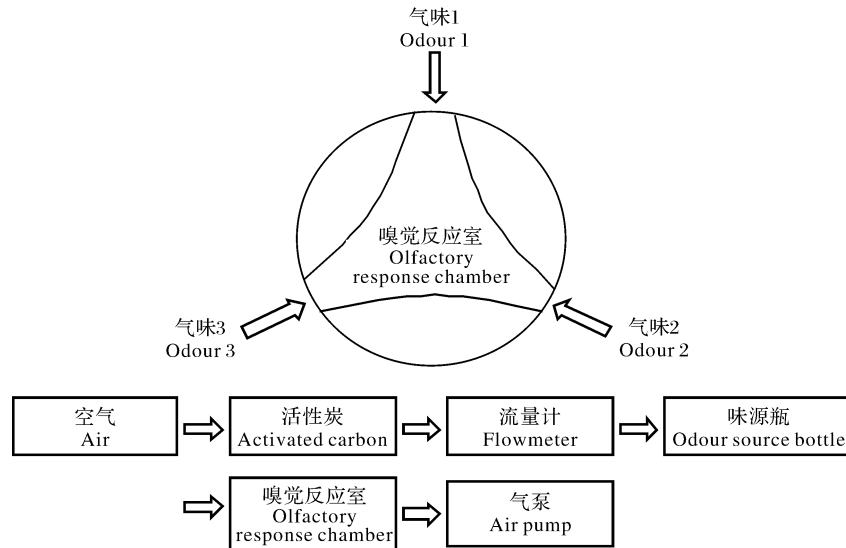
Y 型嗅觉仪见图 1, 采购自上海豫明仪器有限公司, 型号为 YMM3-150 型, 嗅觉仪嗅觉反应室内臂长 12 cm, 高度 2 cm, 由最窄处宽度 3 cm 向最宽处宽度 9 cm 平滑过渡无夹角。

收稿日期: 2020-06-08

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YDF0201900); 湖北省农业科学院青年基金项目(2018NKYJJ06); 农业农村部华中作物有害生物综合治理重点实验室、农作物重大病虫害防控湖北省重点实验室开放基金课题(2017ZTSJJ8); 湖北省农业科技创新项目(2016-620-003-03-03)

尹海辰, E-mail: 22830884@qq.com

通信作者: 万鹏, E-mail: wanpenghb@126.com



上部为嗅觉仪嗅觉反应室俯视图,下部为嗅觉仪连接示意图 The upper part is the top view of olfactory reaction chamber of olfactometer, the lower part is the connection diagram of olfactometer.

图 1 YMM3-150 型嗅觉仪连接示意图

Fig.1 Diagram of YMM 3-150 Olfactometer

## 1.2 韭菜籽、葵花籽提取物的制备

将风干的韭菜籽、葵花籽(购自湖北中医药大学)用粉碎机磨制成干粉,将粉末分别置于无水乙醇中室温浸泡 15 d 后用布氏漏斗过滤。用旋转蒸发器 45 °C 左右水浴蒸干溶剂,获得粗提物,并保存于冰箱中备用。

## 1.3 韭菜籽、葵花籽提取物和棉花叶片三向竞争试验

挑取在实验室内(26 ± 1) °C、光周期 16 h : 8 h、相对湿度 60% 条件下饲养的 3~5 日龄绿盲蝽成虫进行试验,试验开始前,将试虫饥饿 4 h,在 15:00—19:00 时段内,利用 Y 型嗅觉仪测定该虫对不同气味物质的选择反应。向 Y 型嗅觉仪的其中 1 个 250 mL 味源瓶中加入 2~3 片冀棉 11 叶片(采样时期为 2 叶 1 心期),另 2 个味源瓶分别加入 50 μL 韭菜籽、葵花籽提取物原油。将嗅觉仪气泵流速设定为 2 L/min。试验开始后,将 10 头绿盲蝽成虫(5 雄、5 雌)从嗅觉仪顶部加入,并关闭实验室内所有灯光保证室内无光线干扰,让其进行 30 min 的选择反应,30 min 后当试虫越过其中一臂 2/3 后判定其对该气味产生选择反应,并记录其性别。本试验重复 9 次,共计 90 头试虫,每次试验后更换味源瓶位置和试虫,并用乙醇擦洗仪器,避免气味残留。并依据公式计算反应率和选择反应率。反应率=(对照组虫数+处理组虫数)/总虫数×100%,选择反应率=处理组虫数/(对照组虫数+处理组虫数)×100%。

## 1.4 韭菜籽、葵花籽提取物复配引诱剂的筛选

试验设置韭菜籽:葵花籽体积比 1:9、2:8、3:7、4:6、5:5、6:4、7:3、8:2、9:1 等 9 个复配比例,向 3 个味源瓶中分别加入复配剂、韭菜籽提取物和葵花籽提取物。其余试验方法同本文“1.3”。

## 1.5 2 种盲蝽在复配引诱剂与棉花叶片之间的双向选择反应

将 Y 型嗅觉仪一条臂用脱脂棉封闭,向 2 个味源瓶中分别加入复配引诱剂 50 μL 和 2~3 片棉花叶片,比较中黑盲蝽和绿盲蝽对复配引诱剂与棉花叶片的选择性。其余试验方法同本文材料与与方法“1.3”。

## 1.6 数据处理

韭菜籽、葵花籽提取物和棉花叶片三向竞争试验、复配引诱剂的筛选试验中的选择反应率利用邓肯氏新复极差法分析显著性,中黑盲蝽和绿盲蝽对复配引诱剂与棉花叶片的选择反应差异利用卡方测验进行分析。所有数据处理利用 SPSS Statistics 17.0 软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 韭菜籽、葵花籽提取物和棉花叶片三向竞争试验

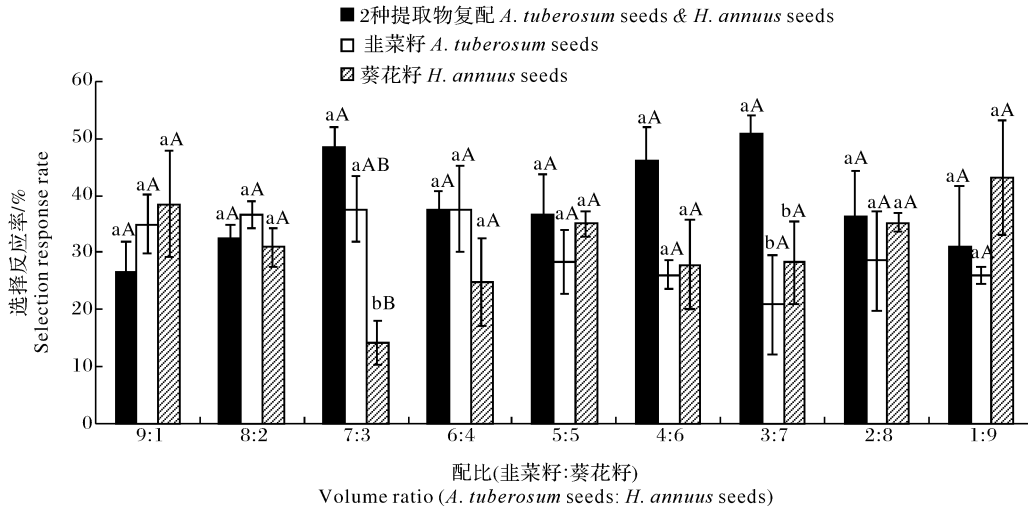
绿盲蝽对韭菜籽、葵花籽提取物和棉花叶片选择反应试验结果表明,3 个气味源中绿盲蝽对韭菜籽提取物选择反应率最高,为 56.04% ± 3.77%,与

另2个气味源相比差异极显著( $P < 0.01$ )。葵花籽提取物选择反应率为 $19.66\% \pm 3.70\%$ ,略低于棉花叶片( $24.30\% \pm 1.66\%$ )( $P > 0.05$ )。

## 2.2 韭菜籽、葵花籽提取物复配引诱剂的筛选

在韭菜籽、葵花籽提取物的9种复配比例中,两者按体积比3:7复配后,绿盲蝽对其选择反应率达

到 $50.81\% \pm 3.21\%$ ,显著高于韭菜籽提取物单剂 $20.97\% \pm 8.70\%$ 和葵花籽提取物单剂 $28.22\% \pm 7.22\%$ ( $P < 0.05$ ),表现出了较好的协同增效作用。而当两者复配比例为7:3时,复配剂选择反应率为 $48.27\% \pm 3.81\%$ ,显著高于葵花籽提取物( $P < 0.05$ ),但与韭菜籽提取物相比差异不显著( $P > 0.05$ )。



图中数据为平均数±标准误,柱上不同大小写字母分别代表绿盲蝽对组内不同气味源选择性差异极显著( $P < 0.01$ )和显著( $P < 0.05$ )(邓肯氏新复极差法)。The data in the figure was the mean ± standard error, and the different letters in the upper and lower case on the column represent the extremely significant difference ( $P < 0.01$ ) and significant difference ( $P < 0.05$ ) in the selectivity of *A. lucorum* to different odor sources in one treatment (Duncan's new multiple range test).

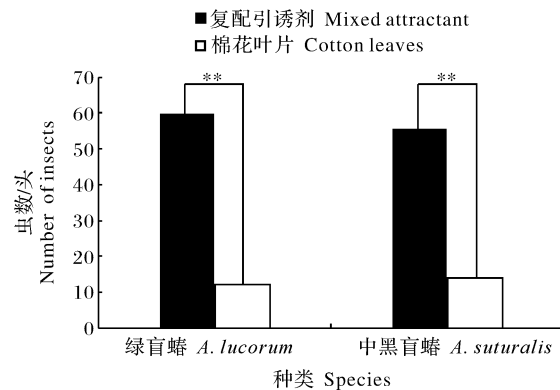
图2 韭菜籽、葵花籽提取物不同复配比例增效作用

Fig.2 Synergistic effect of extracts from *Allium tuberosum* seeds and *Helianthus annuus* seeds when mixed in different ratios

## 2.3 2种盲蝽在复配引诱剂与棉花叶片之间的双向选择反应

如图3所示,当韭菜籽和葵花籽提取物按照体积比3:7进行复配后,其对2种棉田重要盲蝽——绿盲蝽和中黑盲蝽均有强烈的引诱作用,在供试的90头绿盲蝽中,产生选择反应的绿盲蝽为72头,反应率为80%,这其中有60头绿盲蝽对复配剂产生了选择反应,选择反应率为83.33%,显著高于选择棉花叶片的绿盲蝽头数( $P < 0.001, \chi^2 = 45.23$ )。在供试的90头中黑盲蝽中,产生选择反应的为70头,反应率为77.77%,这其中有56头绿盲蝽对复配剂产生了选择反应,选择反应率为80.00%,显著高于选择棉花叶片的中黑盲蝽头数( $P < 0.001, \chi^2 = 50.4$ )。

卡方测验表明,复配引诱剂对绿盲蝽和中黑盲蝽的引诱作用与性别无关,在对复配剂产生选择反应的盲蝽中,有28头雄性绿盲蝽和32头雌性绿盲蝽以及25头雄性中黑盲蝽和31头雌性中黑盲蝽,卡方测验显示2种盲蝽雌雄虫对复配引诱剂选择性没有显著差异( $P > 0.05$ )(图4)。



图中复配引诱剂为韭菜籽提取物与葵花籽提取物按体积比3:7混合。柱子上的\*\*表示绿盲蝽和中黑盲蝽对复配引诱剂与棉花叶片间选择性差异极显著( $P < 0.01$ )(卡方检验)。Mixed attractant was the mixture of extracts from *A. tuberosum* seeds and *H. annuus* seeds at the volume ratio of 3:7. \*\* on the columns indicated that there was a significant difference ( $P < 0.01$ ) in the selectivity between the mixed attractants and the cotton leaves (Chi square test).

图3 2种盲蝽在复配引诱剂与棉花叶片之间的双向选择反应  
Fig.3 Two-way selection response of two species of mirid bugs between the mixed attractant and cotton leaves

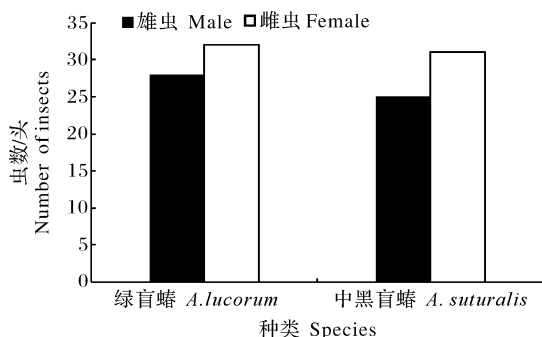


图4 2种盲蝽对复配引诱剂选择的性别差异比较(卡方检验)

Fig.4 The difference of the selection activities to mixed attractants between two genders of two mirid bugs (Chi square test)

### 3 讨论

本研究比较了绿盲蝽对2种盲蝽科寄主植物种子——韭菜籽、葵花籽提取物的选择反应,并筛选了一种增效作用显著的二元复配引诱剂,进一步研究发现该复配剂对中黑盲蝽同样具有较好的引诱作用,与棉花叶片相比,盲蝽对其选择反应率均在80%以上,并且对于雌雄虫均有良好的引诱效果,是一种可用于棉田盲蝽防治的,且具有较好潜在价值的植物源引诱剂。

植物产生的挥发性气味物质在植食性昆虫寄主定位过程中起着十分重要的作用,昆虫通过触角上的感受器接收这些挥发物,完成对食物源、产卵地的定位<sup>[8-9]</sup>。因此分析鉴定寄主挥发物中的活性成分是开发的昆虫引诱剂的重要手段<sup>[10-11]</sup>。例如Amar-nath等<sup>[12]</sup>对茅瓜挥发物进行了定性、定量分析,发现其在受到机械损伤后,挥发物中反-2-顺-6-壬二烯醛和反-2-壬烯醛含量显著上升,且这2种化合物对*Aulacophora foveicollis*雌性成虫具有强烈的引诱作用;Xiu等<sup>[13]</sup>分析了夏季槐树花期挥发物成分,并通过触角电位和嗅觉试验发现,挥发物中的壬醛在10 mg/mL时可在实验室内对异色瓢虫*Harmo-nia axyridis*具有显著的吸引作用,100 mg/mL壬醛则在田间试验中具有诱捕效果;Li等<sup>[14]</sup>的研究发现,所测定的13种烟草植物挥发物中的9种化合物对马铃薯茎蛾*Phthorimaea operculella*有电生理活性,其中顺式-3-己烯-1-醇可以引起该虫两性的定向行为,壬醛、癸醛、癸烷和十六酸甲酯等化合物具有刺激雌虫产卵的作用。韭菜是盲蝽科害虫的重要

寄主,其种子——韭菜籽挥发物中很可能具有绿盲蝽能够识别的气味物质,因此进一步对其挥发物中活性成份进行鉴定将有利于深入认识盲蝽与寄主间的识别机制。

昆虫对寄主气味识别的机制十分复杂,因此将一些引诱剂合理组合形成复配制剂后通常能够形成一定的协同增效作用。例如Molnár等<sup>[15]</sup>通过气相触角电位联用和昆虫风洞试验测定了玉米挥发物对欧洲玉米螟*Ostrinia nubilalis*的引诱作用,结果表明,挥发物中的壬醛和癸醛可引起该虫触角电位反应,并且将2种化合物按照1:2.4制成1 μg/μL复配剂后,可使该虫产生选择反应。Bian等<sup>[16]</sup>研究发现茶叶蝉*Empoasca onukii*对茶叶嫩叶具有很强的趋性,然而茶叶各单一挥发物对该虫没有明显的引诱作用,但将(Z)-3-己烯-1-醇、(Z)-3-己烯基乙酸酯和芳樟醇以0.6:23:12.6的质量比混合后可表现出很强的引诱作用。本研究中2种提取物按体积比3:7复配后引诱效果显著高于2种单剂和棉花叶片,这说明相比于单一种类植物气味源,具有多食性特点的盲蝽科害虫对于混合气味源更具偏好。

本研究的研究对象韭菜籽与葵花籽是2种重要的植物资源,韭菜籽主要以纯天然的草药加以应用,葵花籽则是重要的油料作物。目前已有报道了这2种植物在农业病虫害防治中的潜在应用价值,例如韭菜提取物对小菜蛾具有一定的趋避作用和触杀活性,对苹果轮纹病菌存在显著的抑制作用<sup>[17-18]</sup>;向日葵根部提取物也发现对黄瓜蔓枯菌*Ascochyta citrullina*和番茄灰霉菌*Botrytis cinerea*菌丝生长有较好的抑制作用<sup>[19]</sup>。但其对于害虫的引诱作用报道较少,本研究利用这2种植物种子提取物筛选出了一种具有良好引诱作用的复配引诱剂,这一引诱剂具有防治棉田主要盲蝽的潜在应用价值。这些研究为植物资源的开发利用提供了理论基础。然而由于田间背景气味的复杂性,下一步仍需开展田间试验进一步研究这一引诱剂在大田中的用法用量。此外,韭菜、向日葵挥发物中的活性成分尚不明确,盲蝽对其识别机制仍需要进一步研究。

### 参考文献 References

- [1] 陆宴辉,吴孔明,姜玉英,等.棉花盲蝽的发生趋势与防控对策

- [J].植物保护,2010,36(2):150-153.LU Y H, WU K M, JIANG Y Y, et al. Occurrence trend and control strategy of cotton mirids in China[J]. Plant protection, 2010, 36(2): 150-153 (in Chinese with English abstract).
- [2] LU Y H, WU K M, JIANG Y Y, et al. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China[J]. Science, 2010, 328(5982): 1151-1154.
- [3] ZHANG P, ZHAO Y H, ZHANG X F, et al. Field resistance monitoring of *Apolygus lucorum* (Hemiptera: Miridae) in Shandong, China to seven commonly used insecticides[J]. Crop protection, 2015, 76: 127-133.
- [4] ZHEN C, MIAO L, LIANG P, et al. Survey of organophosphate resistance and an Ala216Ser substitution of acetylcholinesterase-1 gene associated with chlorpyrifos resistance in *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) collected from the transgenic Bt cotton fields in China [J]. Pesticide biochemistry and physiology, 2016, 132: 29-37.
- [5] 李耀发, 高占林, 康云凤, 等. 寄主植物花器挥发性物质分析及其对绿盲蝽成虫的引诱作用[J]. 河北农业大学学报, 2014, 37(4): 95-100. LI Y F, GAO Z L, KANG Y F, et al. Chemical compounds of the volatiles from host flowers and its attraction to the adults of *Apolygus lucorum* [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 2014, 37(4): 95-100 (in Chinese with English abstract).
- [6] PAN H, LIU B, LU Y, et al. Seasonal alterations in host range and fidelity in the polyphagous mirid bug, *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae) [J/OL]. PLoS One, 2015, 10(2): e0117153[2020-07-27]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117153>.
- [7] PAN H S, LU Y H, XIU C L, et al. Volatile fragrances associated with flowers mediate host plant alternation of a polyphagous mirid bug[J/OL]. Scientific reports, 2015, 5: 14805[2020-07-27]. <https://doi.org/10.1038/srep14805>.
- [8] BENGTSSON M, JAASTAD G, KNUDSEN G, et al. Plant volatiles mediate attraction to host and non-host plant in apple fruit moth, *Argyresthia conjugella* [J]. Entomologia experimentalis et applicata, 2006, 118(1): 77-85.
- [9] CAI X M, BIAN L, XU X X, et al. Field background odour should be taken into account when formulating a pest attractant based on plant volatiles[J/OL]. Scientific reports, 2017, 7: 41818[2020-07-27]. <https://doi.org/10.1038/srep41818>.
- [10] SHIOJIRI K, KARBAN R. Vascular systemic induced resistance for *Artemisia cana* and volatile communication for *Artemisia douglasiana* [J]. The American midland naturalist, 2008, 159(2): 468-477.
- [11] WILLIAMS L, BLACKMER J L, RODRIGUEZ-SAONA C, et al. Plant volatiles influence electrophysiological and behavioral responses of lygus *Hesperus* [J]. Journal of chemical ecology, 2010, 36(5): 467-478.
- [12] KARMAKAR A, MITRA P, KONER A, et al. Fruit volatiles of creeping cucumber (*Solena amplexicaulis*) attract a generalist insect herbivore [J]. Journal of chemical ecology, 2020, 46(3): 275-287.
- [13] XIU C L, XU B, PAN H S, et al. Volatiles from *Sophora japonica* flowers attract *Harmonia axyridis* adults (Coleoptera: Coccinellidae) [J]. Journal of integrative agriculture, 2019, 18(4): 873-883.
- [14] LI X, ZHANG X G, XIAO C, et al. Behavioral responses of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*) to tobacco plant volatiles [J]. Journal of integrative agriculture, 2020, 19(2): 325-332.
- [15] MOLNÁR B P, TÓTH Z, FEJES-TÓTH A, et al. Electrophysiologically-active maize volatiles attract gravid female European corn borer, *Ostrinia nubilalis* [J]. Journal of chemical ecology, 2015, 41(11): 997-1005.
- [16] BIAN L, CAI X M, LUO Z X, et al. Design of an attractant for *Empoasca onukii* (Hemiptera: Cicadellidae) based on the volatile components of fresh tea leaves [J]. Journal of economic entomology, 2018, 111(2): 629-636.
- [17] 高全. 韭菜提取物杀虫活性及化学成分研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018. GAO Q. The insecticidal activity and chemical composition of Chinese chive (*Allium tuberosum* rottl. ex spreng) extract [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2018 (in Chinese with English abstract).
- [18] 赵刚, 张卫娜, 左存武, 等. 韭菜提取物及其主要活性物质防控苹果轮纹病发生的研究[J]. 中国生物防治学报, 2017, 33(2): 273-280. ZHAO G, ZHANG W N, ZUO C W, et al. Control effect of Chinese leek extract and its main bioactive components on apple ring rot incidence [J]. Chinese journal of biological control, 2017, 33(2): 273-280 (in Chinese with English abstract).
- [19] 朱斌. 5种植物提取物对植物病原真菌活性研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2008. ZHU B. Activities of the extracts of 5 species plants against phytopathogens [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2008 (in Chinese with English abstract).

## Olfactory responses of *Apolygus lucorum* and *Adelphocoris suturalis* to extracts of two host plants

YIN Haichen<sup>1</sup>, LI Wenjing<sup>1</sup>, XU Min<sup>2</sup>, XU Dong<sup>1</sup>, WAN Peng<sup>1</sup>

1. Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Central China / Ministry of Agriculture and Rural Affairs / Hubei Key Laboratory of Crop Diseases Insect Pests and Weeds Control, Institute of Plant Protection and Soil Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China ;  
2. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

**Abstract** Miridae pests including *Adelphocoris suturalis* and *Apolygus lucorum* have a wide range of hosts which are important cash crops such as cotton, jujube, and kidney bean. Due to the extensive planting of transgenic cotton, the population of Miridae pests increased significantly since the 1990s, which had a serious impact on Chinese agricultural production. Controlling these pests by chemical pesticides now faced with many disadvantages because of their pesticide resistance and strong dispersal ability. In order to obtain a new efficient and environment-friendly control method using botanical attractants for the main Miridae pests, *Apolygus lucorum* and *Adelphocoris suturalis*, in the cotton field, ethanol extracts from the seeds of *Allium tuberosum* and *Helianthus annuus* were prepared by soaking at room temperature. Three-arm olfactometer was used to compare the olfactory responses of *A. lucorum* to two extracts and cotton leaves. The results showed that the response rate ( $56.04\% \pm 3.77\%$ ) of *A. lucorum* to the extract of *A. tuberosum* was the highest, which was significantly higher than that of *H. annuus* and cotton leaves. When the seed extracts of *A. tuberosum* and *H. annuus* were mixed according to the volume ratio of 3 : 7, they had synergistic effect and showed strong attraction to both *A. lucorum* and *A. suturalis*, with selective response rates above 80%. The results showed that the mixed attractant had intrinsic value in controlling the Miridae pests in cotton field.

**Keywords** *Apolygus lucorum*; *Adelphocoris suturalis*; host plant; medicinal plants; attractant; olfactory responses; pest management; synergistic effect; food inducements

(责任编辑:边书京)