

南方小花蝽对棉蚜体表提取物的行为反应¹

周兴苗, 孟建玉, 王小平, 牛长缨, 雷朝亮*
(华中农业大学昆虫资源研究所, 湖北 武汉 430070)

摘要: 本文在室内条件下运用培养皿法测定了棉蚜体表的 95%乙醇和丙酮的不同提取液对南方小花蝽觅食行为的影响, 结果表明, 棉蚜体表用 95%乙醇、丙酮漂洗过滤后提取的液体, 均含有很强的活性物质, 能引起南方小花蝽产生觅食行为反应, 且用乙醇提取的滤液活性强于丙酮提取液, 两者间存在显著差异; 用不同溶剂先后处理棉蚜体表所得的提取液进行实验, 结果表明不同处理方法得到的乙醇提取液均可引起南方小花蝽产生觅食行为反应, 各处理间差异不显著; 南方小花蝽对棉蚜体表的乙醇提取液均表现出明显的滞留和调转行为。本研究为更好地利用南方小花蝽, 使其更加有效地控制棉田害虫, 并探讨利它素在生物防治中的作用提供了理论参考。

关键词: 南方小花蝽 棉蚜 体表提取液 行为反应

1. 引言

天敌昆虫对寄主的捕食都必须经过探测和识辨两个过程。Vinson又将其具体分为栖境偏嗜、潜在寄主群落定位、寄主定位和寄主检测等几个过程。在这一系列过程中嗅觉起着关键作用^[1-3]。昆虫利它素广泛存在于动植物组织中, 是一种由个体释放并引起它种个体行为反应的化学物质。在天敌昆虫搜索寄主或猎物的活动中, 利它素经常起着引导和激发搜索寄主或猎物行为的作用^[4,5]。在生态系统不同营养水平之间, 利它素作为捕食者与猎物之间的化学信息联系, 可以充分发挥捕食者的捕食潜能。目前对寄生性天敌搜索寄主利它素的研究较多^[6,7], 而对捕食性天敌昆虫搜索猎物利它素的研究较少^[8]。

南方小花蝽 (*Orius similis* Zheng) 属半翅目 (Hemiptera) 花蝽科 (Anthocoridae), 主要分布于我国南方棉区, 是我国南方农田及果园生态系统中一种重要的捕食性天敌, 是棉田害虫的优势天敌种之一, 其在棉田发生时间长, 数量多, 且捕食范围广, 其成虫与若虫均可捕食蚜虫、蓟马、叶螨以及棉红铃虫、棉铃虫、棉小造桥虫等多种鳞翅目害虫的卵和初孵幼虫, 此外, 南方小花蝽还可取食植物花粉及植物汁液等^[8]。南方小花蝽在武汉地区以成虫在绿肥田的稻兜株间夹缝和蚕豆、蔬菜地中的枯枝落叶内越冬, 它对害虫的控制能力随害虫密度的升高而下降。南方小花蝽自然种群数量大, 现已能在实验室人工大量饲养, 是一种应用前景广大的天敌昆虫^[8,9]。

目前, 国内外关于小花蝽的生物学、生态学及其田间种群分布等方面的报道较多^[9-13]。为了能更好地利用南方小花蝽, 使其更加有效地控制棉田害虫, 并探讨利它素在生物防治中

¹基金项目: 本课题得到教育部高等学校博士学科点专项科研基金 (20020504019) 资助。

作者简介: 周兴苗 (1977-), 男, 浙江磐安人, 讲师, 研究方向: 害虫生物防治。E-mail: xmzhou@mail.hzau.edu.cn

*通讯作者: 雷朝亮 (1955-), 男, 湖北当阳人, 教授, 博导, 研究方向: 昆虫资源研究与利用。Tel: 027-87287207

的作用，本论文就棉蚜 (*Aphis gossypii*) 不同溶剂提取液对南方小花蝽捕食行为的影响进行了研究，取得了初步的结果。

2. 材料与方法

2.1 供试昆虫

2.1.1 南方小花蝽

从华中农业大学棉花试验田及蚕豆、番茄、辣椒田采集大量南方小花蝽，装入指形管中，带回实验室用 500ml 罐头瓶饲养。预先把罐头瓶清洗干净，在温箱内烘干后使用。采几条带叶片的木槿嫩条，每个罐头瓶中放入 4-5 条作为产卵垫，嫩茎的一端用脱脂棉保湿，一方面供蚜虫取食，另一方面为南方小花蝽产卵提供寄主植物，再往瓶中加入蚜虫和植物花粉供南方小花蝽取食，将捕获到的南方小花蝽分装入瓶中饲养，在瓶口加盖一张滤纸，然后用橡皮筋扎紧密封。木槿嫩茎每两天换一次，并保持脱脂棉始终含有适量的水分。将替换出的产有南方小花蝽卵的木槿嫩茎放入罐头瓶中培养，用脱脂棉保湿，并加入蚜虫以供初孵若虫取食，用滤纸密封，群体饲养繁殖后获得大量供试南方小花蝽。

2.1.2 棉蚜

捕获饲养棉蚜，一方面供南方小花蝽取食，另一方面在漂洗棉蚜体表获得提取液时使用。棉蚜由木槿树上及试验棉田中获得。为了保证实验用虫体的数量，在实验室内饲养繁殖棉蚜。在白色托盘中放入海绵加水，使海绵处于湿的状态，将采集到的棉蚜转移到棉花叶片的背面，叶柄用脱水棉保湿，然后将棉叶层叠放在海绵上，放置时叶面朝上，以免棉蚜浸水死亡。利用棉蚜会自动转移到较新鲜的棉叶上的习性，经常用新采集到的棉叶替换接近枯黄的叶片。

2.2 研究方法

2.2.1 有机溶剂单独处理所得棉蚜体表提取液的制备

用电子天平称取 0.5 克棉蚜活虫虫体，将其放置在洁净的培养皿内，分别单独用 95% 乙醇、丙酮、氯仿各 10 ml 漂洗 3 分钟，漂洗过程中在培养皿上方用保鲜膜覆盖以免有机溶剂大量挥发，然后抽滤。将所得滤液倒入小玻璃瓶中过夜，小玻璃瓶事先清洗干净并在烘箱中烘干。6 个处理如下：①氯仿 (CK)；②棉蚜氯仿提取液；③丙酮 (CK)；④棉蚜丙酮提取液；⑤乙醇 (CK)；⑥棉蚜乙醇提取液。每个处理重复 30 次。

2.2.2 有机溶剂先后处理所得棉蚜体表提取液的制备

(1) 先后用氯仿、丙酮、95% 乙醇处理提取液的制备

取 0.5 克棉蚜于洁净培养皿内，先后依次用氯仿、丙酮、95% 乙醇各 10 ml 漂洗 3 分钟。其具体操作过程为：先用氯仿漂洗棉蚜，抽滤得到氯仿提取液；接着用丙酮漂洗上述已被氯仿漂洗过的棉蚜，抽滤得到丙酮提取液；最后再用 95% 乙醇接着漂洗已被前两种溶剂漂洗过的棉蚜，抽滤得到乙醇提取液。制备得到以下三种提取液：①棉蚜氯仿提取液；②棉蚜丙

酮提取液(先氯仿—后丙酮提取液);③棉蚜乙醇提取液(先氯仿—后丙酮—再乙醇提取液)。

(2) 先后用氯仿、95%乙醇、丙酮处理所得提取液的制备

取 0.5 克棉蚜于洁净培养皿内, 先后依次用氯仿、95%乙醇、丙酮各 10 ml 漂洗 3 分钟制备提取液, 具体操作过程同上。制备得到以下三种提取液: ①棉蚜氯仿提取液; ②棉蚜乙醇提取液(先氯仿—后乙醇提取液); ③棉蚜丙酮提取液(先氯仿—后乙醇—再丙酮提取液)。

(3) 先后用丙酮、氯仿、95%乙醇处理所得提取液的制备

取 0.5 克棉蚜于洁净培养皿内, 先后依次用丙酮、氯仿、95%乙醇各 10 ml 漂洗 3 分钟制备提取液, 具体操作过程同上。制备得到以下三种提取液: ①棉蚜丙酮提取液; ②棉蚜氯仿提取液(先丙酮—后氯仿提取液); ③棉蚜乙醇提取液(先丙酮—后氯仿—再乙醇提取液)。

2.2.3 生物活性测定方法

试验在温度 (25±1) °C, 相对湿度 70% 的恒温室内进行, 采用培养皿法。测试容器为 10 cm 培养皿, 内放直径相同的滤纸各一张。在滤纸上标出直径 1.5 cm 的两各圆形区域作为点样区, 两个区域间及其与滤纸中央保持同等距离。用微量进样器或滴管将测试液, 分别滴加到点样区中央, 待溶剂挥发干后, 将一头已饥饿 24 小时的南方小花蝽放在滤纸中央, 盖好培养皿。测定时每个处理测试南方小花蝽 30 头, 每张滤纸在测试 5 头后, 更换新滤纸并将培养皿洗净烘干后使用。待南方小花蝽在培养皿内适应 30 秒后连续观察 5 分钟, 记录观察其行为反应。

2.2.4 分析方法

本实验采用新复极差测验进行数据处理。

3. 结果与分析

3.1 有机溶剂单独处理所得提取液生物活性测定

测定三种有机溶剂的单独处理液对南方小花蝽觅食行为的影响, 结果见表 1。

表 1 不同提取液对南方小花蝽觅食行为的影响

Table 1 The effect of the extraction solvent of *A. gossypii* to the predation of *O. similis*

处理 treatments	供试虫数(头) insect	平均经过次数 average times passed	平均滞留时间(s) average detained time
氯仿 (CK) chloroform	30	1.27±0.20b	0.43±0.22b
棉蚜氯仿提取液 extraction solvent with chloroform	30	1.13±0.25b	0.30±0.15b
丙酮 (CK) acetone	30	1.30±0.23b	0.50±0.18b
棉蚜丙酮提取液 extraction solvent with acetone	30	1.60±0.29b	0.47±0.18b
乙醇 (CK) ethanol	30	1.23±0.21b	2.73±1.11b
棉蚜乙醇提取液 extraction solvent with ethanol	30	3.07±0.35a	7.53±1.83a

由表 1 可知, 用不同有机溶剂处理对南方小花蝽的觅食行为的影响是不同的, 且处理之

间存在显著的差异，棉蚜乙醇提取液对南方小花蝽影响最大，反应最强烈，平均经过次数和滞留时间最长，与其它处理间存在显著差异。从经过次数来看，各处理对南方小花蝽觅食行为影响大小的顺序为：棉蚜乙醇提取液 > 棉蚜丙酮提取液 > 丙酮 > 氯仿 > 乙醇 > 棉蚜氯仿提取液，表明棉蚜乙醇提取液含有很强的利它素活性物质，而且这种活性物质极易溶于乙醇；从滞留时间来看，各处理影响大小顺序为：棉蚜乙醇提取液 > 乙醇 > 丙酮 > 棉蚜丙酮提取液 > 氯仿 > 棉蚜氯仿提取液，棉蚜乙醇提取液与其它处理间存在显著差异；说明棉蚜体表活性物质不易溶于氯仿。

3.2 三种溶剂先后处理制备的乙醇提取液和丙酮提取液的生物测定

以上对 95%乙醇、丙酮、氯仿三种有机溶剂单独处理制备的提取液进行了室内生物活性测定，结果表明：棉蚜乙醇提取液和丙酮提取液中，均含有棉蚜利它素的活性物质，能够激起南方小花蝽搜索觅食的行为反应，氯仿提取液的效果不明显。现对三种有机溶剂先后处理制备的各种不同乙醇提取液和丙酮提取液进行生物测定，并进行方差分析。

3.2.1 不同乙醇提取液的生物活性测定

测定不同顺序的乙醇处理液对南方小花蝽觅食行为的影响，设 5 个处理：①乙醇 (CK)；②乙醇提取液；③氯仿—乙醇提取液；④丙酮—氯仿—乙醇提取液；⑤氯仿—丙酮—乙醇提取液。南方小花蝽在各处理区的经过次数和滞留时间见表 2。

表 2 不同乙醇提取液对南方小花蝽觅食行为的影响

Table 2 The effect of the extraction solvent of *A. gossypii* with 95% ethanol to the predation of *O. similis*

处理 treatments	供试虫数(头) insect	平均经过次数 average times passed	平均滞留时间(s) average detained time
乙醇 (CK) ethanol	30	1.30±0.28b	0.43±0.25c
乙醇提取液 extraction solvent with ethanol	30	3.07±0.36a	7.53±1.83a
氯仿—乙醇提取液 extraction solvent with chloroform and ethanol in turn	30	2.73±0.37a	3.07±0.99b
丙酮—氯仿—乙醇提取液 extraction solvent with acetone, chloroform and ethanol in turn	30	3.23±0.69a	9.27±3.83a
氯仿—丙酮—乙醇提取液 extraction solvent with chloroform, acetone and ethanol in turn	30	2.10±0.31a	0.53±0.19c

由表 2 可知，不同的乙醇提取液中，均含有影响南方小花蝽在处理区经过次数和滞留时间的活性物质，这种物质可以帮助其寻找猎物。综合比较南方小花蝽在处理区的平均经过次数和平均滞留时间，得出各种乙醇提取液对南方小花蝽觅食行为影响大小的顺序：丙酮—氯仿—乙醇提取液 > 乙醇提取液 > 氯仿—乙醇提取液 > 氯仿—丙酮—乙醇提取液 > 乙醇 (CK)；各处理的棉蚜乙醇提取液对南方小花蝽的觅食行为的影响是不同的，各处理之间存在显著差异；从南方小花蝽在处理区的平均经过次数分析，乙醇提取液、氯仿—乙醇提取液、丙酮—氯仿—乙醇提取液、氯仿—丙酮—乙醇提取液四种处理的平均经过次数都大于对照，其效果均与对照存在显著差异，而四种提取液之间无显著差异；从平均滞留时间分析，南方小花蝽在四种处理的乙醇提取液处理区的平均经过次数均大于对照，除了氯仿—丙酮—

乙醇提取液处理外, 其余三种处理与对照间的差异均达到显著水平, 单独乙醇提取液和丙酮—氯仿—乙醇提取液与氯仿—乙醇提取液、氯仿—丙酮—乙醇提取液两种处理间存在显著差异。

3.2.2 不同丙酮提取液的生物活性测定

测定不同顺序的丙酮处理液对南方小花蝽觅食行为的影响, 设 4 个处理: ①丙酮(CK); ②丙酮提取液; ③氯仿—丙酮提取液; ④氯仿—乙醇—丙酮提取液。南方小花蝽在各处理区的经过次数和滞留时间见表 3。

表 3 不同丙酮提取液对南方小花蝽觅食行为的影响

Table 3 The effect of the extraction solvent of *A. gossypii* with acetone to the predation of *O. similis*

处理 treatments	供试虫数(头) insect	平均经过次数 average times passed	平均滞留时间(s) average detained time
丙酮(CK) acetone	30	1.30±0.24b	0.50±0.18b
丙酮提取液 extraction solvent with acetone	30	1.60±0.29a	0.47±0.18b
氯仿—丙酮提取液 extraction solvent with chloroform and acetone in turn	30	2.23±0.38a	8.20±2.08a
氯仿—乙醇—丙酮提取液 extraction solvent with chloroform, ethanol and acetone in turn	30	2.40±0.32a	0.77±0.29b

由表 3 可知, 南方小花蝽在丙酮提取液、氯仿—丙酮提取液、氯仿—乙醇—丙酮提取液三个处理区经过的次数都大于其在对照区的经过次数; 从滞留时间上分析, 南方小花蝽除了在丙酮提取液处理区的滞留时间稍比对照的短些外, 在其它两种提取液的处理区滞留的时间都比对照的长; 综合比较平均经过次数和平均滞留时间, 可以得出各种丙酮提取液对南方小花蝽觅食行为影响大小的顺序: 氯仿—丙酮提取液 > 氯仿—乙醇—丙酮提取液 > 丙酮提取液; 南方小花蝽在丙酮提取液、氯仿—丙酮提取液、氯仿—乙醇—丙酮提取液三个处理区经过的次数与对照间存在显著差异; 在氯仿—乙醇—丙酮提取液处理区的滞留时间与其它处理间存在显著的差异。在不同的丙酮提取液中, 氯仿—丙酮提取液最能影响南方小花蝽的觅食行为, 其次是氯仿—乙醇—丙酮提取液, 丙酮提取液的效果不明显。

3.3 南方小花蝽在不同处理区的行为反应

在实验过程中, 当把南方小花蝽放入不同处理的滤纸中央时, 小花蝽需经过一段时间的寻找过程, 才达到处理区, 并经常在处理区滞留, 同时不停地用触角进行试探, 表现出明显的觅食行为, 而在对照区表现出不同的行为, 行走速度近乎均匀, 没有明显的滞留取食行为。表明该活性物质是一种近距离嗅觉线索或接触性化学信息物质。

4. 结论与讨论

4.1 有机溶剂单独处理制备的提取液对南方小花蝽觅食行为的影响

经室内生物活性测定, 结果表明, 棉蚜体表存在能引起南方小花蝽产生觅食行为反应的生物活性物质, 且该物质可用有机溶剂洗脱, 其中棉蚜的乙醇提取液与其它处理间存在显

著差异。这说明该活性物质易溶于乙醇,南方小花蝽在该处理区的经过次数最多,并且滞留时间也最长,棉蚜提取液能显著地影响南方小花蝽的觅食行为,其次是丙酮、氯仿。

本文的研究结果与前人的一致,靖湘峰等在利它素对中华通草蛉不同龄期幼虫捕食行为的影响的研究中表明,棉蚜虫体浆液、棉蚜水提液均含有很强的利它素活性物质,中华通草蛉各龄幼虫对棉蚜水提液均表现有明显的滞留和调转行为^[14]。

4.2 三种溶剂先后处理制备的乙醇提取液和丙酮提取液的生物测定

研究三种溶剂先后处理制备的乙醇提取液和丙酮提取液不同处理对南方小花蝽觅食行为的影响。经方差分析证实了乙醇提取液和丙酮提取液确实含有能引起南方小花蝽产生觅食行为的活性物质。不同乙醇提取液的生物活性测定结果表明:丙酮—氯仿—乙醇提取液的效果最显著,其次是单独乙醇提取液的效果较为明显,氯仿—丙酮—乙醇提取液的效果相对较差。不同丙酮提取液的生物活性测定结果表明:该活性物质在经氯仿提取后再用丙酮提取的提取液效果较好,其具体原因比较复杂,有待进一步研究。

4.3 南方小花蝽在不同处理区的行为反应

昆虫利它素一般可以分为三类:一类是具有远距离引诱作用的化合物,一般是挥发性较大的物质;第二类是诱发天敌昆虫近距离搜索寄主的化合物,这类化合物挥发度较低,一般只能在几厘米到几十厘米的范围内发挥作用;第三类是接触化合物,天敌昆虫通过它的相关感受器接触到这类化合物才引起反应。近年来对这类接触化合物进行了较多的研究,它们大多是大分子的长链烷烃以及蛋白质、氨基酸一类挥发性较低的化合物^[4]。

在实验中,当把南方小花蝽放入不同处理的滤纸中央时,南方小花蝽需经过一段时间的寻找过程,才到达活性区。表明该活性物质是一种近距离嗅觉线索或接触性化学信息物质^[4,14,15]。

南方小花蝽是棉田生态系统中一种重要的捕食性天敌,具有广泛的应用前景。为了能使其更加有效地控制棉田害虫、在生物防治中发挥更大的作用,研究南方小花蝽觅食行为的影响因子具有较大理论价值与实践意义。蚜虫利它素是一种接触性化学物质,它能使南方小花蝽对蚜虫表现出搜寻及捕食行为。利它素在生物防治上的应用还不多,有待深入研究。

参考文献

- [1] Vinson SB. Parasitoid-host relationship. In: Bell WJ eds. Chemical Ecology of Insects[A], London: Chapman & Hall Ltd. 1984, 205-236
- [2] Du YJ, Poppy GM, Powell W. Relative importance of semiochemicals from first and second trophic level in host foraging behavior of *Aphidius ervi*[J]. J Chem Ecol, 1996, 22 (9): 1591-1605
- [3] 韩宝瑜, 陈宗懋. 异色瓢虫 4 种变种成虫对茶和茶蚜气味行为反应[J]. 应用生态学报, 2000, 11 (3):413-416
- [4] 符文俊, 杜家伟. 昆虫利它素[J]. 昆虫知识, 1981, 18 (3): 132-135
- [5] 杜家伟. 昆虫信息素及其应用[M]. 中国林业出版社, 1984
- [6] 丁德诚, 方兆基等. 螟长距茧蜂搜索寄主利它素的应用研究[J]. 昆虫学报, 1992, 35 (1): 66-71
- [7] 雷朝亮, 宗良炳等. 麦蚜茧蜂搜索寄主利它素的初步研究[J]. 植保学报, 1994, 21 (3): 238-248
- [8] 雷朝亮. 红铃虫生物抑制 [M]. 科学出版社, 1997, p53-83
- [9] 邱益三, 范黎. 小花蝽的生物学特性与防治棉红蜘蛛的初步实验[J]. 昆虫天敌, 1980, 15 (2):40-47
- [10] 雷朝亮, 宗良炳, 钟昌珍等. 温度对微小花蝽实验种群增长的影响[J]. 华中农业大学学报, 1990, 9 (1):

64-67

- [11]姜 勇, 张钟宁, 牛长缨等. 阿维菌素对南方小花蝽抑制烟蚜的影响[J]. 昆虫学报, 2002, 02:215-220
- [12]周兴苗, 雷朝亮. 南方小花蝽对不同猎物捕食作用及利用效率[J]. 生态学报, 2002, 12:2085-2090
- [13]M. Van De Veire, G. Sterk, M. Van Der Staaij, *et al.* Sequential testing scheme for the assessment of the side-effects of plant protection products on the predatory bug *Orius laevigatus*[J]. BioControl 2002, 47: 101-113
- [14]靖湘峰, 雷朝亮等. 利它素对中华草蛉不同龄期幼虫捕食行为的影响[J]. 昆虫天敌, 2001, 23 (4):167-169
- [15]韩宝瑜. 茶蚜体表漂洗物对天敌的引诱活性及组分分析[J]. 昆虫学报, 2001, 44 (1): 541-546

BEHAVIORAL RESPONSES OF *ORIOUS SIMILIS* TO EXTRACTION SOLVENT OF *APHIS GOSSYPII*

Xingmiao Zhou, Jianyu Meng, Xiaoping Wang, Changying Niu, Chaoliang Lei
(Institute of Insect Resources, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070 China)

Abstract

Orius similis Zheng (Hemiptera: Anthocoridae) is an important predatory natural enemy in agro-ecosystem in south of China. Its adults and nymphs can prey *Aphis gossypii* Glover, *Frankliniella formosae*, *Tetranychus cinnabarinus*, *Lipaphis erysimi* and the eggs or hatched larvae of *Pectinophora gossypiella*, *Helicoverpa armigera* and *Anomis flava* Fabricius and other pest of Lepidoptera, and it can also eat plant pollen. There has a large quantity of *O. similis* in cotton field, and it's a kind of natural enemy beneficial to agriculture. In this paper, behavioral responses of *O. similis* to the extraction solvent of *A. gossypii* with 95% ethanol and acetone were observed individually. The results showed that there were semiochemicals in the body of *Aphis gossypii*, which could be more efficient extracted with 95% ethanol than in acetone. The consequence demonstrated *O. similis* had remarkable turn behavior and detained response to the active substances.

Keywords: *Orius similis* Zheng, *Aphis gossypii*, extraction solvent, behavioral responses