

# 红环瓢虫对草履蚧及相关气味的趋性

张毅, 谢映平, 薛皎亮, 张艳峰\*, 牛秀萍 (山西大学生命科学学院, 山西太原 030006)

**摘要** 利用Y型嗅觉仪测试红环瓢虫对其生境中害虫虫体气味的趋性反应。结果表明,红环瓢虫成虫对草履蚧幼虫和虫卵有明显的趋性;其幼虫对草履蚧雌成虫有明显趋性;且瓢虫对害虫的趋性反应与害虫虫体气味浓度相关,天敌昆虫必须达到一定数量时才表现出明显的趋性。

**关键词** 红环瓢虫;草履蚧;虫体挥发物;行为反应

**中图分类号** S433.5;Q968.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)13-03892-03

## The Tendency Tests of *Rodolia limbata* Motschulsky toward *Drosicha corpulenta* (Kuwana) and Related Odor

ZHANG Yi, ZHANG Yan-feng et al (College of Life Science, Shanxi University, Taiyuan, Shanxi 030006)

**Abstract** In this study, the behavioral tests of *Rodolia limbata* Motschulsky toward pests odor in their habitat are carried out, the results showed: the adult of *R. limbata* displayed significant tendency to larva of *D. corpulenta* and eggs; the larva of *R. limbata* showed significant tendency toward female adult of *D. corpulenta*. All the response of tendency tests of the natural enemies mentioned above was highly related to the density of pests odor, only when the density had reached certain level would the natural enemies show significant tendency.

**Key words** *Rodolia limbata* Motschulsky; *Drosicha corpulenta* (Kuwana); Pests volatile; Behavioral response

天敌昆虫对害虫的搜索可通过化学气味<sup>[1-4]</sup>和物理信息<sup>[3-4]</sup>等多种途径进行,研究较多的是有关受害植物的特定挥发物对天敌昆虫的吸引作用<sup>[5-8]</sup>,这些线索通常情况下都可以为天敌远距离定位害虫栖息地提供所需的信息,同时来自于猎物的虫体挥发物<sup>[9-10]</sup>、光学信息<sup>[10-11]</sup>或机械振动<sup>[12-14]</sup>也是天敌定位猎物所在的重要线索,而害虫虫体本身的特征性挥发物则是天敌在近距离搜索中对害虫进行精确定位时应用最多也是最可靠的线索<sup>[3,7]</sup>。

在植物对天敌昆虫的吸引作用方面已进行详尽的研究<sup>[1-2,5-7]</sup>,而对天敌近距离利用植食性昆虫的虫体挥发物搜寻猎物的行为学证据还较为欠缺,笔者就草履蚧(*Drosicha corpulenta* (Kuwana))的虫体挥发物对天敌昆虫红环瓢虫(*Rodolia limbata* Motschulsky)的吸引作用进行了行为测试,以探究天敌昆虫对其生境中各种虫体气味的趋性,为利用天敌昆虫进行生物防治提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 测试所用虫体及材料均采自山西省运城市稷山县,4~5月采集红环瓢虫成虫及幼虫及草履蚧幼虫、雌雄成虫及雄蛹,6月采集红环瓢虫成虫及草履蚧虫卵。红环瓢虫成虫及幼虫用草履蚧虫卵或成虫饲养,试验前禁食24 h。

**1.2 试验装置** 试验装置由Y型嗅觉仪、蒸馏水瓶、活性炭过滤器、通气泵(QC-1B型大气采样仪)连接而成。Y型嗅觉仪自行设计,其管臂长13 cm,直管长20 cm,内径2 cm×5 cm,两臂夹角60°,接口均为标准磨口;味源瓶的内径7 cm,高度12.5 cm,容积0.48 L。试验时,在Y型管上方20 cm处安置30 W日光灯平衡照明,以减少自然光的变化对趋性试验的影响。Y型管两臂分别通过Teflon管与味源瓶相连。

在气流进入味源瓶前先经过一个活性炭过滤器和一个蒸馏水瓶,以净化空气和增加空气湿度。每臂管气体流量用通气泵控制在200 ml/min。

**1.3 试验方法** 红环瓢虫成虫及幼虫对草履蚧虫体挥发物及环境中其他味源的趋性试验方法参照陈华才等<sup>[15]</sup>的方法并略有改进。试验时先行通气10 min,然后对其中瓢虫进行趋性试验,试验时逐头引入,观察其在20 min内对味源的行为反应。当其向某一味源方向爬行到达或超过某臂的1/3处并持续1 min以上或一直到达出口的,或者停留1 min后又向其他方向爬行的,都记为对该味源有趋性反应,如在20 min内仍未作出选择,记为没有趋性反应。

瓢虫试验每次以20头为1重复,每组设6个重复。在每个重复测定完后,用去污粉清洗整个装置,并用95%乙醇清洗、热风吹干,以消除上述味源残留,同时将嗅觉仪左右调换方位,以消除昆虫趋光性可能对试验结果的影响。每次重复都用不同的草履蚧作味源,瓢虫的个体也不重复使用。试验组合根据天敌与害虫的生活史重叠情况设定。

**1.4 测试条件** 实验室环境中,温度20~23℃,湿度30%~45%,时间9:00~16:00。

**1.5 数据处理** 试验结果用卡方检验进行趋向差异性分析。

## 2 结果与分析

**2.1 红环瓢虫幼虫对草履蚧及相关气味的趋性** 测试了红环瓢虫幼虫对草履蚧雌成虫(5、10、20 g)、雄蛹、雄蛹蜡丝、草履蚧蜜露和虫害柿树枝叶的趋性,结果见表1。由表1可知,将幼虫引入Y型管后,幼虫多数沿管壁逆风爬行,部分沿管壁转圈,在搜寻味源过程中出现身体前部举起、一对前足不停挥动的行为。红环瓢虫幼虫对草履蚧雌成虫的味源与对照味源的趋性差异达到极显著水平( $P < 0.01$ ),但当虫体数量下降到10或5 g时,与对照味源的差异不明显;对草履蚧雄虫、雄蛹、蜡丝及蜜露的味源与对照味源趋性无差异;对虫害的柿树枝叶味源与健康柿树枝叶味源的趋性无差异。

**基金项目** 国家自然科学基金—青年科学基金项目(31200495);山西省青年科技基金(2011021029-2);山西省回国留学人员科研项目(2011-009)。

**作者简介** 张毅(1989-),男,山西武乡人,硕士研究生,研究方向:化学生态学与病虫害防治。\*通讯作者。

**收稿日期** 2014-04-14

表 1 红环瓢虫幼虫对草履蚧虫体挥发物的趋性

味源	重复						总数	趋向率//%	X <sup>2</sup> -test P
	1	2	3	4	5	6			
20 g 草履蚧雌成虫 + 柿树叶片	9	8	8	7	6	8	46	75.4	0.000
柿树叶片	1	1	4	4	3	2	15	24.6	* *
10 g 草履蚧雌成虫 + 柿树叶片	5	8	8	7	8	8	44	47.8	0.689
柿树叶片	6	9	10	9	8	6	48	52.2	N. S.
5 g 草履蚧雌成虫 + 柿树叶片	4	6	8	8	4	5	35	58.3	0.110
柿树叶片	5	5	4	5	3	3	25	41.7	N. S.
5 g 雄蛹蜡丝	7	6	5	7	9	5	39	51.3	0.841
空白	3	5	8	5	7	9	37	48.7	N. S.
5 g 雄蛹	0	3	8	6	7	2	26	45.6	0.424
空白	6	3	4	5	7	6	31	54.4	N. S.
5 g 雄虫	5	6	5	0	5	4	25	58.1	0.110
空白	5	1	3	5	2	2	18	41.9	N. S.
草履蚧蜜露 + 柿树叶片	6	7	8	8	6	6	41	47.7	0.689
柿树叶片	8	5	7	9	9	7	45	52.3	N. S.
虫害柿树枝叶	6	7	5	4	6	8	36	53.7	0.424
健康柿树枝叶	7	5	4	6	4	5	31	46.3	N. S.

注: \* \* 表示趋性差异极显著, N. S. 表示趋性无显著差异。

**2.2 红环瓢虫成虫对草履蚧及相关气味的趋性** 测试了红环瓢虫成虫对草履蚧幼虫(2.5、5.0、10.0 g)、草履蚧虫卵(0.3、0.6、1.2 g)草履蚧蜜露和虫害柿树枝叶的趋性,结果见表2。由表2可知,成虫在2~3 min内会很快趋向含有猎物气味的味源,但在爬入一方Y型臂搜寻无果后会爬离,在Y型管内来回爬行,且触角继续挥动保持搜索行为。成虫对10

g草履蚧幼虫和1.2 g草履蚧虫卵的味源与对照味源的趋性达到极显著水平( $P < 0.01$ );对5 g草履蚧幼虫的味源与对照味源的趋性达到显著水平( $P < 0.05$ );对2.5 g草履蚧幼虫、0.6或0.3 g草履蚧虫卵、草履蚧蜜露与对照味源的趋性无显著差异;对虫害柿树枝叶味源与健康的柿树枝叶味源的趋性无差异。

表 2 红环瓢虫成虫对草履蚧虫体挥发物趋性

味源	重复						总数	趋向率//%	X <sup>2</sup> -test P
	1	2	3	4	5	6			
10 g 草履蚧幼虫 + 柿树叶片	7	6	9	5	8	9	44	65.7	0.001
柿树叶片	4	5	4	2	3	5	23	34.3	* *
5 g 草履蚧幼虫 + 柿树叶片	8	5	8	7	5	7	40	59.7	0.046
柿树叶片	4	6	7	3	4	3	27	40.3	*
2.5 g 草履蚧幼虫 + 柿树叶片	7	6	5	8	9	5	40	52.6	0.549
柿树叶片	5	7	3	7	6	8	36	47.4	N. S.
1.2 g 草履蚧虫卵	7	9	6	7	8	10	47	62.7	0.009
空白	5	4	4	3	5	7	28	37.3	* *
0.6 g 草履蚧虫卵	9	5	8	7	9	8	46	59.0	0.072
空白	4	3	5	6	8	6	32	41.0	N. S.
0.3 g 草履蚧虫卵	6	8	3	6	7	8	38	51.4	0.841
空白	4	5	6	6	9	6	36	48.6	N. S.
草履蚧蜜露 + 柿树叶片	7	5	4	7	6	8	37	48.1	0.689
柿树叶片	4	5	6	9	9	7	40	51.9	N. S.
虫害柿树枝叶	6	5	7	8	11	9	46	52.9	0.549
健康柿树枝叶	6	8	10	5	7	5	41	47.1	N. S.

注: \* \* 表示趋性差异极显著, \* 表示趋性差异显著, N. S. 表示趋性无显著差异。

### 3 结论与讨论

缪彩霞等<sup>[16]</sup>将天敌昆虫能够利用的信息化学物质分为3类:互利素、利它素和标记信息素,植物在受到植食性昆虫危害时会采用直接或间接防御手段来减少危害的程度,植物通过间接防御产生能够吸引植食性昆虫的天敌次生挥发物,天敌以植物源互利素为线索作为大范围搜索害虫的基本信息<sup>[17]</sup>;害虫体表或代谢排泄物的挥发性的利它素是天敌在害虫生存小生境中准确找到害虫的最主要信息源,其精确度比植物源互利素高;天敌在搜索过程中在搜索区域中释放的标记信息素可以减少重复搜索,提高捕食效率<sup>[18]</sup>。

在试验中出现的红环瓢虫幼虫对草履蚧雌雄成虫的趋性差异表明雌成虫挥发了更多的能够吸引幼虫的气味,而雌

雄成虫体挥发物的差异主要在于雌成虫会产生大量的性信息素,结合以往研究<sup>[19-20]</sup>中提到的植食性昆虫的性信息素对天敌昆虫有明显的引诱效应,可以推测草履蚧雌成虫的性信息素可能是红环瓢虫幼虫近距离定位猎物时利用的最主要的利它素,而其具体成分及其引诱活性大小还有待进一步分离分析。

从该试验结果可以看出,草履蚧的虫体挥发物对天敌昆虫红环瓢虫有吸引作用,但其趋性大小与草履蚧的密度有关;即其猎食的害虫气味必须达到一定浓度时才能表现出明显的趋性反应。以往对多异瓢虫及异色瓢虫对蚜虫的趋性行为研究中也发现这种现象的存在<sup>[9,21]</sup>。研究表明,捕食性天敌对害虫的控制作用随天敌本身或害虫的密度增加而下

降,原因是天敌自身产生的标记信息素(MPs)能够减弱同种的其他天敌对捕食区域的搜索行为,这是在自然环境下大量天敌对同一区域搜索时会表现出的行为。而在该研究中由于每次试验后都要清除残留味源,同时也将天敌昆虫产生的标记信息素清除,因而天敌昆虫在害虫密度大时能表现出明显的搜索行为,这可能也是天敌昆虫对害虫的控制作用中存在迟滞效应的原因,在害虫分布集中的危害高峰期,天敌昆虫往往因为同类产生的标记信息素而躲避被标记的害虫区域,在害虫因种群密度过高而开始分散存在于寄主植物上,对树林的危害已经造成比较严重程度的危害后期时天敌昆虫才能被大量吸引。

红环瓢虫幼虫对植物挥发物味源与空白对照无明显趋性,这与幼虫的生活环境相关,成虫通常将卵产在草履蚧密集区域,幼虫孵化后无需对其猎物进行大范围搜寻,因而植物味源并不作为其搜索的线索。赵丽华<sup>[22]</sup>发现,在7月份受害后期柿树的挥发物才会对瓢虫有明显的招引作用。

研究表明<sup>[6,8,23]</sup>,害虫产生的蜜露或其他排泄物能够延长天敌昆虫的搜索和滞留时间增强天敌昆虫对害虫的捕食作用,但在该研究中草履蚧蜜露对红环瓢虫成虫或幼虫并未表现出明显的吸引作用,这可能是由于在以往对蜜露的研究中都采用天敌直接接触蜜露的测试方法,而该研究中试图测试蜜露是否产生可吸引天敌昆虫的挥发性气味,这暗示着天敌昆虫对蜜露线索的利用是通过味觉来进行的,而与嗅觉无关,因而在气味的趋性测试中并未表现出趋性。

## 参考文献

- [1] TURLINGS T C J, WÄCKERS F. Recruitment of predators and parasitoids by herbivore-injured plants[J]. *Advances in Insect Chemical Ecology*, 2004, 2: 21-75.
- [2] GOINGUENÉ S P, TURLINGS T C J. The effects of abiotic factors on induced volatile emissions in corn plants[J]. *Plant Physiology*, 2002, 129(3): 1296-1307.
- [3] 孙新涛,林乃钊,王黎明,等. 化学和物理因子在寄生蜂寻找寄主过程中的作用[J]. *武夷科学*, 2003(1): 230-237.
- [4] 王小艺,杨忠岐. 寄生蜂寻找隐蔽性寄主害虫的行为机制[J]. *生态学报*, 2008, 28(3): 1257-1269.

- [5] ZHANG Y F, XIE Y P, XUE J L, et al. Attraction to the ladybeetle by the volatiles of persimmon trees induced with methyl jasmonate and Japanese wax scale attacking[J]. *Scientia Silvae Sinicae*, 2009, 1: 18.
- [6] 陈宗懋,许宁,韩宝瑜,等. 茶树-害虫-天敌间的化学信息联系[J]. *茶叶科学*, 2003, 23(1): 38-40.
- [7] 李艳艳. 寄主植物-蚜虫-捕食性瓢虫三营养层相互作用关系的研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2013.
- [8] 韩宝瑜. 茶蚜体表清洗剂对天敌的引诱活性及组分分析[J]. *昆虫学报*, 2001, 44(4): 541-547.
- [9] 韩宝瑜,陈宗懋. 异色瓢虫4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.
- [10] FISCHER S, SAMIETZ J, WÄCKERS F L, et al. Perception of chromatic cues during host location by the pupal parasitoid *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae)[J]. *Environ Entomol*, 2004, 33(1): 81-87.
- [11] FISCHER S, SAMIETZ J, WÄCKERS F L, et al. Perception of achromatic cues during host location of a pupal parasitoid[J]. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 2003, 106(1): 63-66.
- [12] BACHER S, CASAS J, WÄCKERS F, et al. Substrate vibrations elicit defensive behaviour in leafminer pupae[J]. *Journal of Insect Physiology*, 1997, 43(10): 945-952.
- [13] MEYHOFER R, CASAS J, DORN S. Mechano- and chemoreceptors and their possible role in host location behavior of *Sympiesis sericeicornis* (Hymenoptera: Eulophidae)[J]. *Annals of the Entomological Society of America*, 1997, 90(2): 208-219.
- [14] DJEMAI I, CASAS J, MAGAL C. Parasitoid foraging decisions mediated by artificial vibrations[J]. *Anim. Behav*, 2004, 67(3): 567-571.
- [15] 陈华才, 姜永根, 程家安. 寄主昆虫及被害水稻的挥发物对螟蛉绒茧蜂寄主选择行为的影响[J]. *浙江大学学报: 农业与生命科学版*, 2003, 29(1): 18-23.
- [16] 缪彩霞, 沈硕, 宋立立, 等. 天敌昆虫对信息化学物质的利用[J]. *河北林果研究*, 2012, 27(2): 165-170.
- [17] 李新岗, 刘惠霞, 黄建. 虫害诱导植物防御的分子机理研究进展[J]. *应用生态学报*, 2008, 19(4): 893-900.
- [18] 慕莉莉, 李国清. 捕食性昆虫的标记信息素研究进展[J]. *植物保护学报*, 2007, 34(1): 96-102.
- [19] 林海清, 陈少波. 植食性害虫及其天敌的定向行为研究进展[J]. *福建农业学报*, 2009, 24(2): 191-196.
- [20] 白树雄, 王振营, 何康来. 信息化合物对寄生蜂寄主定向与定位行为的调控[J]. *中国生物防治*, 2001, 17(2): 86-91.
- [21] 李艳艳, 周晓榕, 庞保平, 等. 多异瓢虫对瓜蚜为害后植物挥发物的行为反应及挥发物成分分析[J]. *昆虫学报*, 2013(2): 153-160.
- [22] 赵丽华. 草履蚧为害对柿树化学防御的诱导效应研究[D]. 太原: 山西大学, 2008.
- [23] 韩宝瑜, 陈宗懋. 七星瓢虫和异色瓢虫四变种成虫对茶蚜蜜露的搜索行为和蜜露的组分分析[J]. *生态学报*, 2000, 20(3): 495-501.

(上接第3891页)

表1 水稻纹枯病药剂防治效果

处理	药前病		药后7 d		药后14 d	
	病情指数	病情指数	病指防效//%	病情指数	病指防效//%	
①	7.34	8.21	37.04	80.06	53.98	
②	8.64	9.02	37.76	7.78	60.85	
③	5.95	3.07	61.99	3.66	68.02	
④	10.54	5.82	67.16	5.12	83.07	
⑤	8.66	9.20	41.26	9.51	57.24	
⑥	6.81	6.36	45.45	8.01	48.42	
⑦	6.79	5.91	53.15	7.34	61.61	
⑧	10.66	20.05	-	27.18	-	

于常规药剂5%井冈霉素水剂的病指防效61.16%,病指防效远高于其他处理。表明40%啞菌酯WP 150、225 g/hm<sup>2</sup>对水稻纹枯病均具有较好的防治效果。

## 3 结论

40%啞菌酯WP对水稻纹枯病有较好的防治效果,且对水稻安全,可在今后水稻纹枯病防治中加以推广使用。建议用量为150、225 g/hm<sup>2</sup>左右,在水稻纹枯病发病初期使用,连用2~3次。

## 参考文献

- [1] 袁小华,丁旭,吴小兵,等. 20%井冈·多菌灵可湿性粉剂防治水稻纹枯病药效研究[J]. *现代农业科技*, 2012(24): 132-134.