

药剂处理有蚜烟叶对异色瓢虫选择行为的影响

刘修堂¹, 李新扬², 公玲玲², 井维霞², 王 涛², 曲爱军^{2*}

¹ 山东农业大学化学与材料科学学院, 山东 泰安 271018; ² 山东农业大学植物保护学院, 山东 泰安 271018

摘要:【背景】植物挥发物的特性之一就是可变性,多种胁迫因子,如光照、干旱等,均可导致植物挥发物组分与含量发生改变,进而影响天敌搜索猎物的行为。【方法】本试验以杀虫剂作为影响植物挥发物的胁迫因子,利用“Y”形嗅觉仪观测8种杀虫剂处理有蚜烟叶后对异色瓢虫显明变种、显现变型和二斑变型选择行为的影响。【结果】异色瓢虫对健康无蚜烟叶无明显趋性;与洁净空气相比,异色瓢虫对无药剂处理有蚜烟叶的选择率为70%~74%。在氧乐果处理后,异色瓢虫显明变种、显现变型和二斑变型对有蚜烟叶的选择率分别为32%、36%和34%,氟虫腈·高氯处理后,其选择率分别为36%、38%和36%,多杀霉素处理后,其选择率分别为40%、42%和38%,异色瓢虫对这3种杀虫剂处理有蚜烟叶的趋性明显降低;吡虫啉处理后,其选择率分别为64%、62%和60%,啉虫脒处理后,其选择率分别为62%、68%和66%,这2种杀虫剂可略微降低瓢虫的趋性反应;氯菊酯处理后,其选择率分别为80%、82%和80%,氯氟氰菊酯处理后,其选择率均为78%,氟氯菊酯处理后,其选择率分别为76%、78%和76%,这3种杀虫剂可增强瓢虫的趋性反应。【结论与意义】杀虫剂可能会对烟草挥发物的组分和含量产生影响,但不同的杀虫剂影响效果不同。

关键词: 异色瓢虫; 烟蚜; 杀虫剂; 植物挥发性次生物质

Search behavior responses of *Harmonia axyridis* (Pallas) to tobacco exposed to insecticides and aphids

Xiu-tang LIU¹, Xin-yang LI², Ling-ling GONG², Wei-xia JING², Tao WANG², Ai-jun QU^{2*}

¹ College of Chemistry and Material Science, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China;

² College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China

Abstract:【Background】Stress can lead to plant volatiles components and contents to change. This change can increase or reduce the searching behavior of natural enemies.【Method】In this experiment, tobacco leaves infested by aphids were first exposed to eight insecticides as the stress factor. Then the search behavior response of *Harmonia axyridis* (Pallas) var. *spectabilis*, *H. axyridis* (Pallas) ab. *Conspicua* and *H. axyridis* (Pallas) ab. *Bimaculata* were measured using a Y-tube olfactometer.【Result】The results showed that the three varieties of *H. axyridis* did not show any preference when exposed to intact tobacco leaves. *H. axyridis* however selected tobacco leaves infested by *Myzus persicae* at a rate of 70%~74%. When infested tobacco was sprayed with omethoate, *H. axyridis* varieties selected at rates of 32%, 36% and 34%; When exposed to fipronil + perchloric, the rates were 36%, 38% and 36%; When tobacco leaves was sprayed with spinosad, the rates were 40%, 42% and 38%. The preferences of the ladybirds to tobacco leaves exposed to these three insecticides were weak obviously. Two insecticides, imidacloprid and acetamiprid only slightly affected the search behavior of ladybirds (rates varying between 60% and 68%). When infested tobacco was sprayed with beta-cypermethrin, *H. axyridis* varieties selected at rates of 80%, 82% and 80%; When exposed to lambda-cyhalothrin, the rates were all 78%; When exposed to cyfluthrin, the rates were 76%, 78% and 76%. The preferences of the ladybirds to tobacco leaves exposed to these three insecticides were strong.【Conclusion and significance】Insecticides can probably change plant volatiles components and contents, but different insecticides have different effects.

Key words: *Harmonia axyridis*; *Myzus persicae*; insecticide; herbivore-induced volatiles

异色瓢虫 *Harmonia axyridis* (Pallas) 属鞘翅目 俄罗斯、朝鲜、蒙古和日本,是蚜虫的重要捕食性天敌,该虫还能捕食木虱和半翅目害虫。在烟区,异

收稿日期(Received): 2013-06-20 接受日期(Accepted): 2013-07-10

基金项目: 山东农业大学 SRT 资助项目(2013)

作者简介: 刘修堂,男,教授。研究方向: 杀虫剂生理生态

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: aijunqu1965@163.com

色瓢虫是烟蚜 *Myzus persicae* (Sulzer) 的优势天敌(任广伟等,1998)。有关异色瓢虫和烟蚜间的生态学研究,主要集中在瓢虫对烟蚜的捕食功能反应(邓建华等,2002;任广伟等,1998;巫厚长等,2000)及两者间的时空动态变化关系(陈斌等,2002;姜双林,2004)方面,而有关防治烟蚜的化学药剂对其天敌异色瓢虫行为影响的研究较少。

研究表明,由虫害诱导的植物挥发物(herbivore-induced volatiles, HIVs)对天敌有明显的招引作用。例如,利马豆在二斑叶螨 *Tetranychus urticae* Koch 为害后所释放 HIVs 组分中的(E)- β -罗勒烯、里那醇、4,8-二甲基-1,3,7-壬三烯和甲基水杨酸甲酯对智利小植绥螨 *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot 有明显的招引作用(Dicke & Sabelis,1988);番茄天蛾 *Manduca quinquemaculata* (Haworth) 和烟草小盲蝽 *Dicyphus minimus* Uhler 为害烟草后,由于 HIVs 的作用,其捕食性天敌西部大眼长蝽 *Geocoris pallens* Stål 的产卵量增大(Kessler & Baldwin,2001)。然而,植物挥发物的特性之一,就是多变性与可变性(程家安和唐振华,2001;吕小红等,2006),许多因子可以引起植物挥发物组分的改变,从而影响到昆虫的行为。例如,在干旱胁迫下,利马豆招引天敌智利小植绥螨的数量远多于未受胁迫的植物;在光胁迫下,强光(7000 lx)照射的植物招引天敌智利小植绥螨的数量远多于弱光(2000 lx)照射的植物(Takabayashi *et al.*,1994)。

本试验选取目前生产中防治烟蚜的常用药剂处理有蚜烟叶,研究异色瓢虫对不同处理的选择性,以期为了解杀虫剂对烟草挥发物的影响及杀虫剂的合理使用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

本试验采用的杀虫剂为商品制剂,有20%吡虫啉(拜耳作物科学有限公司)、3%啶虫脒乳油(山东中农联合生物科技有限公司)、40%氧乐果乳油(山东绿霸化工股份有限公司)、多杀霉素悬浮剂(25 g·L⁻¹,浙江升华拜克生物股份有限公司)、5%氟虫腈·高氯乳油(南宁泰达丰化工有限公司)、5%高效氯氟氰菊酯水乳剂(广西安泰化工有限责任公司)、氟氯氰菊酯乳油(50 g·L⁻¹,山东科大创业生物有限公司)和4.5%高效氯氟菊酯(山东

京蓬生物药业股份有限公司)。上述杀虫剂由山东农业大学化保实验室提供。

以生产中常用浓度为本试验测定浓度,吡虫啉为4000倍液,啶虫脒和氧乐果为2000倍液,氯氟菊酯为2500倍液,多杀霉素悬浮剂为900倍液,氟虫腈·高氯乳油为1500倍,高效氯氟氰菊酯水乳剂为4500倍,氟氯氰菊酯乳油为3000倍。以丙酮为溶剂,配制各浓度药剂,用微量进样器,在大田进行药剂处理。于试验前24 h,在每片有蚜烟叶叶缘滴定50 μ L药液(分5处滴加),使烟蚜始终保持一定数量。

1.2 供试昆虫

供试的异色瓢虫包括3个变种,即显明变种 *H. axyridis* (Pallas) var. *spectabilis*、显现变型 *H. axyridis* (Pallas) ab. *Conspicua* 和二斑变型 *H. axyridis* (Pallas) ab. *Bimaculata*。三变种均采自山东农业大学烟田试验站,采回后在实验室内用烟蚜喂养7 d左右,测试前瓢虫饥饿24 h;烟蚜为成蚜。

1.3 测试方法

异色瓢虫对不同气味源选择反应的测试组合包括健康无蚜烟叶—洁净空气,无药剂处理有蚜烟叶—洁净空气,药剂处理有蚜烟叶—洁净空气。烟叶与蚜虫质量为30 g,蚜虫为120头。测试时实验室温度为28.2~33.8℃,相对湿度为40%~48%。每个处理观察50头瓢虫。

测试时,先将抽气泵电源接通,调节流速计,使两边的气流速度相同,均为3 L·min⁻¹;打开日光灯,使光线均匀照射在“Y”形嗅觉仪上。挑选健壮、活泼的异色瓢虫,将其单头接到“Y”形嗅觉仪出气端的铁丝上,使其逆气流而上,观察其行为。5 min内第1次穿过某一臂的嵌套处,定为对这一侧的气味有趋性;若5 min内未穿过某一臂的嵌套处,则除去不计。所有测试都在空气洁净、光线均匀、通风良好、相对封闭的实验室中进行。

1.4 数据分析

异色瓢虫对气味源(“Y”形管两臂)的选择率采用U检验,利用DPS数据处理系统分析数据。

2 结果与分析

2.1 异色瓢虫对无药剂处理有蚜烟叶的选择性

从表1看出,异色瓢虫显明变种、显现变型和二斑变型对健康无蚜烟叶无明显趋性,其选择率分

别为 54%、54% 和 52%，与对照差异不显著；当烟叶受到烟蚜危害后，异色瓢虫明显趋向有蚜烟叶，其选择率分别为 74%、72% 和 70%，与对照存在极

显著差异。这表明经烟蚜危害的烟叶对异色瓢虫有明显的招引作用，且三变种间选择率差异不大。

表 1 异色瓢虫三变种对不同处理的选择量
Table 1 The choice number of three *H. axyridis* varieties to different treatments

处理 (A—B) Treatment (A – B)	异色瓢虫变种类型 Ladybird varieties	选择量 (头) Choice number		选择率 (%) Choice percentage	
		A	B	A	B
健康无蚜烟叶—洁净空气 Non-infested – CK	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	27	23	54	46 *
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	27	23	54	46 *
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	26	24	52	48 *
无药剂处理有蚜烟叶—洁净空气 Infested – CK	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	37	13	74	26 ***
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	36	14	72	28 ***
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	35	15	70	30 ***

* 表示差异不显著 ($U > U_{0.05} = 1.96$), ** 表示差异显著 ($U_{0.05} = 1.96 < U < U_{0.01} = 2.5758$), *** 表示差异极显著 ($U < U_{0.01}$)。
* indicate no significant difference ($U > U_{0.05} = 1.96$), ** indicate significant difference ($U_{0.05} = 1.96 < U < U_{0.01} = 2.5758$), *** indicate extremely significant difference ($U < U_{0.01}$).

2.2 异色瓢虫对药剂处理有蚜烟叶的选择性

据表 2 可知,供试杀虫剂均会降低异色瓢虫三变种对猎物的选择率,但不同的杀虫剂影响效果不一样。经吡虫啉、啉虫脒、氯氰菊酯、氯氟氰菊酯和氟氯氰菊酯处理后的烟叶,对瓢虫有显著的招引作用,与对照相比差异显著。其中,3 种拟除虫菊酯类杀虫剂(氯氰菊酯、氯氟氰菊酯和氟氯氰菊酯)处理后的选择率较无药剂处理有蚜烟叶有所升高,吡虫啉和啉虫脒处理后的选择率较无药剂处理有蚜烟叶有所下降。而氧乐果、氟虫腈·高氯和多杀霉素可明显抑制异色瓢虫对猎物的选择行为,其中,以氧乐果影响最为显著。

3 讨论

研究表明,瓢虫利用视觉等多线索来搜索猎物 (Hamilton *et al.*, 1999; Harmon *et al.*, 1998; Hattin gh & Samvays,1995), 且其行为易受内在因子如饥饿程度、虫龄、性别等和外在因子如猎物种类、温度、光照等的影响 (Ferran & Dixon,1993; Kalushk-ov,1999)。但近几年研究表明,HIVs 在瓢虫搜索猎物行为中越来越重要。例如,Ninkovic *et al.* (2001) 报道,稠李缢管蚜 *Rhopalpsiphum padi* L. 为害大麦

后,对七星瓢虫成虫有明显招引作用,即使在蚜虫被移除和用水冲洗干净,瓢虫仍有很强的趋性反应;Raymond *et al.* (2000)证实,二斑瓢虫 *Adalia bi-punctata* (L.)成虫对蚕豆和旱金莲被黑豆蚜 *Aphis fabae* Scopoli 为害后所释放的挥发物有明显的趋性。

本试验利用生物分析方法,初步观测了生产中常用的 8 种杀虫剂处理有蚜烟叶后对异色瓢虫三变种搜索猎物行为的影响。试验结果发现,异色瓢虫三变种对健康无蚜烟叶无明显趋性,而对无药剂处理有蚜烟叶表现明显的选择性,推测烟蚜危害烟叶后释放的挥发物对异色瓢虫起到了一定招引作用。

8 种杀虫剂处理有蚜烟叶后对异色瓢虫寻找猎物行为的影响不完全一致。其中,氧乐果、氟虫腈·高氯和多杀霉素会抑制异色瓢虫三变种的搜索行为,氯氰菊酯、氯氟氰菊酯和氟氯氰菊酯能提高异色瓢虫三变种的趋性反应,吡虫啉和啉虫脒对异色瓢虫三变种寻找猎物行为的影响较小。但这 8 种杀虫剂究竟会对烟草产生怎样的生理生态胁迫效果,以及对烟草 HIVs 产生怎样的影响,尚需进一步验证。

表 2 异色瓢虫三变种对杀虫剂处理有蚜烟叶的选择量

Table 2 The choice number of three *H. axyridis* varieties to tobacco leaves infested with *M. persicae* and treated with eight insecticides

处理(A—B) Treatment (A – B)	异色瓢虫变种类型 Ladybird varieties	选择量(头) Choice number		选择率(%) Choice per cent	
		A	B	A	B
吡虫啉处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with imidacloprid – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	32	18	64	36 **
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	31	19	62	38 **
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	30	20	60	40 **
啶虫脒处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with acetamiprid – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	31	19	62	38 **
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	34	16	68	32 ***
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	33	17	66	34 ***
氧乐果处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with omethoate – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	16	34	32	68 ***
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	18	32	36	64 **
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	17	33	34	66 ***
氯氰菊酯处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with beta-cypermethrin – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	40	10	80	20 ***
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	41	9	82	18 ***
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	40	10	80	20 ***
氯氟氰菊酯处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with cyfluthrin – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	39	11	78	22 ***
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	39	11	78	22 ***
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	39	11	78	22 ***
氟氯氰菊酯处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with lambda-cyhothrin – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	38	12	76	24 ***
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	39	11	78	22 **
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	38	12	76	24 ***
氟虫腈·高氯处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with fipronil + perchloric – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	18	32	36	64 **
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	19	31	38	62 **
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	18	32	36	64 **
多杀霉素处理有蚜烟叶—洁净空气 Leaves infested aphids and treated with spinosad-injured – Clean air	显明变种 <i>H. axyridis</i> (Pallas) var. <i>spectabilis</i>	20	30	40	60 **
	显现变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Conspicua</i>	21	29	42	58 *
	二斑变型 <i>H. axyridis</i> (Pallas) ab. <i>Bimaculata</i>	19	31	38	62 **

* 表示差异不显著 ($U > U_{0.05} = 1.96$), ** 表示差异显著 ($U_{0.05} = 1.96 < U < U_{0.01} = 2.5758$), *** 表示差异极显著 ($U < U_{0.01}$)。
* indicate no significant difference ($U > U_{0.05} = 1.96$), ** indicate significant difference ($U_{0.05} = 1.96 < U < U_{0.01} = 2.5758$), *** indicate extremely significant difference ($U < U_{0.01}$).

参考文献

- 陈斌, 李正跃, 孙跃先, 严乃胜, 许若清. 2002. 烟蚜与其捕食性瓢虫在数量及空间格局间的关系研究. 云南农业大学学报, 17(1): 16 – 20.
- 程家安, 唐振华. 2001. 昆虫分子科学. 北京: 科学出版社.
- 邓建华, 谭仲夏, 单琼丽, 吴兴富, 刘江. 2002. 异色瓢虫对烟蚜的捕食功能反应及密度干扰效应. 西南农业大学学报, 24(5): 433 – 435.
- 姜双林. 2004. 烟田害虫及其天敌昆虫群落多样性和相关性研究. 陇东学院学报, 14(2): 87 – 89.
- 吕小红, 王彤彤, 杨广海, 曲爱军. 2006. 植物挥发性次生物质在植物—害虫—天敌三重营养关系中的作用与机理. 中国植保导刊, (10): 14 – 17.
- 任广伟, 申万鹏, 马剑光. 1998. 异色瓢虫对烟蚜捕食作用的研究. 中国烟草科学, (4): 15 – 17.
- 巫厚长, 程遐年, 邹运鼎, 魏重生, 吕飞平, 马方敏. 2000. 不同饥饿程度的异色瓢虫成虫对烟蚜的捕食作用. 安徽农业大学学报, 27(4): 348 – 351.
- Dicke M and Sabelis M W. 1988. How do plants obtain predatory mites as bodyguards. *New Zealand Journal of Zoology*, 38: 148 – 165.
- Ferran A and Dixon A F G. 1993. Foraging behavior of ladybird larvae (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*, 90: 383 – 402.
- Hamilton R M, Dogan E B, Schaalje G B and Booth G M. 1999. Olfactory response of the lady beetle *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) to prey related odors, including a scanning electron microscopy study of the antennal sensilla. *Environmental Entomology*, 28: 812 – 822.
- Harmon J P, Losey J E and Ives A R. 1998. The role of vision and color in the close proximity foraging behavior of four coccinellid species. *Oecologia*, 115: 287 – 292.
- Hattingh V and Samways M J. 1995. Visual and olfactory location of biotypes, prey patches, and individual prey by the ladybeetle *Chilcorus nigritus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 75: 87 – 98.
- Kalushkov P. 1999. The effect of aphid prey quality on searching behaviour of *Adalia bipunctata* and its susceptibility to insecticides. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 92: 277 – 282.
- Kessler A and Baldwin I T. 2001. Defensive function of herbivore-induced plant volatile emission in nature. *Science*, 291: 2141 – 2143.
- Ninkovic V S, Abassi A and Pettersson J. 2001. The influence of aphid-induced plant volatiles on ladybird beetle searching behaviour. *Biological Control*, 21: 191 – 195.
- Raymond B, Darby A C and Douglas A E. 2000. The olfactory responses of coccinellids to aphids on plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95: 113 – 117.
- Takabayashi J, Dicke M and Posthumus M A. 1994. Volatile herbivore-induced terpenoids in plant-mite interactions: variation caused by biotic and abiotic factors. *Journal of Chemical Ecology*, 20: 1329 – 1334.

(责任编辑: 杨郁霞)

