

绿盲蝽成虫对六种寄主及其挥发物的选择趋势*

吴国强^{1,2**} 肖留斌² 谭永安² 孙 洋² 柏立新^{2***}

(1. 南京农业大学昆虫学系 南京 210095; 2. 江苏省农业科学院植物保护研究所 南京 210014)

摘 要 针对绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) 6 种主要寄主, 分别于 5~10 叶期和花蕾期, 采用室内“Y”型嗅觉仪和田间罩笼接虫方法, 研究了绿盲蝽成虫对不同寄主及其挥发物的选择趋势。田间罩笼接虫试验结果表明: 5~10 叶期的茼蒿、国抗 22 及泗棉 3 号上绿盲蝽虫量居多, 绿豆次之, 大豆和豇豆上的较少; 花蕾期的茼蒿、绿豆、国抗 22 及泗棉 3 号上绿盲蝽较多, 而豇豆、大豆上较少。以 5~10 叶期和花蕾期的上述 6 种寄主为实验材料, 以无寄主花盆为空白对照, 每期各成对设置 17 个气源组合, 采用室内“Y”型嗅觉仪测定绿盲蝽成虫对这 6 种寄主气源的选择趋性。不同气源组合测定结果表明, 绿盲蝽对 5~10 叶期植物性气源的选择趋势为: 国抗 22 > 茼蒿 > 绿豆 > 泗棉 3 号 > 大豆 > 豇豆; 绿盲蝽对花蕾期植物性气源的选择趋势为: 绿豆 > 茼蒿 > 国抗 22 > 泗棉 3 号 > 豇豆 > 大豆。上述不同选择性试验结果综合表明, 绿盲蝽成虫对 5~10 叶期和花蕾期不同寄主的选择趋势基本一致。

关键词 绿盲蝽, 寄主, 生育期, 选择趋势

Relative preferences of *Apolygus lucorum* adults for six host species and their volatiles

WU Guo-Qiang^{1,2**} XIAO Liu-Bin² TAN Yong-An² SUN Yang² BAI Li-Xin^{2***}

(1. Department of Entomology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

Abstract Y-shaped olfactometer tests in a laboratory and field observations were performed to study the preferences of *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür) adults for different host species and the volatiles emitted by these at the bud and 5–10 leaf stages. The results of field experiments indicate that crown daisy, GK22 cotton and Simian-3 cotton were highly preferred by *A. lucorum* at the 5–10 leaf stage; insects were predominantly found on these host species whereas only a few were found on cowpea and soybean. At the bud stage, crown daisy, mung, GK22 cotton and Simian-3 cotton were preferred over cowpea and soybean. The relative attractiveness of six host plants at the 5–10 leaf and bud stage were tested in a Y-shaped olfactometer to confirm the preferences of *A. lucorum* adults indicated by the field experiments. The results indicate that the preferences of *A. lucorum* for these six hosts were, in descending order, GK22 > crown daisy > mung > Simian-3 > soybean > cowpea for plants at the 5–10 leaf stage, and mung > crown daisy > GK22 > Simian-3 > cowpea > soybean at the bud stage. These results corroborate the field observations.

Key words *Apolygus lucorum*, host plant, selective preferences

我国棉田盲蝽属共有 28 种, 隶属 19 个属。其中对农作物危害严重的主要种类有绿盲蝽 *Apolygus lucorum* (Meyer-Dür)、中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev、牧草盲蝽 *Lygus pratensis* (L.)、苜蓿盲蝽 *Adelphocoris lineolatus*

(Goeze) 和三点盲蝽 *Adelphocoris fasciaticollis* (Reuter) 等(曹赤阳和万长寿, 1983; 柏立新等, 2002; Lu *et al.*, 2008)。中黑盲蝽和绿盲蝽为长江和黄河流域棉区优势种, 近年来绿盲蝽发生危害程度与比例显著上升(Lu *et al.*, 2008)。近几年在

* 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(201103012)、现代农业产业技术体系建设专项资金、江苏省农业科技自主创新资金[CX(10)209]。

**E-mail: wgq205@163.com

*** 通讯作者, E-mail: jaasblx@jaas.ac.cn

收稿日期: 2012-02-25, 接受日期: 2012-04-20

江苏南京地区调查发现,中黑盲蝽在棉盲蝽种群所占比率连年下降,从1997年的80%左右降至了2006年的30%左右,而绿盲蝽发生比率不断上升。江苏滨海县监测数据表明,近年来,绿盲蝽已占到棉田盲蝽蝗虫量的80%~90%(朱先敏等,2010)。绿盲蝽在我国长江流域地区的种群发生剧增,危害加重,已成为棉田的一类重要的致灾性害虫,并迅速波及到绿豆、茼蒿、大豆、枣、葡萄、苜蓿、花卉、十字花科蔬菜等(Wu *et al.*, 2002)。由于绿盲蝽的生态适应性强,对不同寄主的选择性与适应性差异较大,不同寄主对绿盲蝽体内的消化酶活性等也具有一定的影响(谭永安等,2010)。生产上急需提升其种群测报预警与综合控制的技术水平。因此,明确绿盲蝽与不同寄主之间的互作关系,特别是绿盲蝽对不同寄主的选择趋性及其机理,对于开拓其新的种群测报预警与综合防控手段、遏制其猖獗危害有着重要理论与现实意义。

已有的研究表明,植食性昆虫的寄主选择受到视觉、嗅觉、触觉和味觉功能的影响,能对不同种类植物所含的次生代谢物质准确识别。有些植食性昆虫的取食寄主和产卵寄主不是同一寄主,那么在其生命时期内找到适宜的寄主取食、产卵就显得非常重要(钦俊德,1987;闫凤鸣,2003)。本研究针对绿盲蝽转移为害的特点,拟明确绿盲蝽对不同生育期主要寄主的选择趋势,为进一步探讨绿盲蝽寄主选择性机制与提升绿盲蝽测报防控技术水平提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

绿盲蝽采集于江苏省大丰市蚕豆田,在实验室人工气候箱内饲养4~5代(温度 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,湿度 $70\% \pm 5\%$,L:D=15:9)。室内寄主选择趋势测试前,把同日龄的绿盲蝽雌雄成虫一同放入长方形塑料盒中(长 $\times$ 宽 $\times$ 高=20 cm $\times$ 15 cm $\times$ 10 cm),用纱布封口并放置浸水脱脂棉球保湿,饥饿10 h用于测定,实验条件为温度 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$,湿度 $70\% \pm 5\%$ 。

1.2 寄主来源与种植

茼蒿、绿豆、豇豆、大豆种子市购,国抗22和泗棉3号种子由江苏省农业科学院经济作物研究

所提供。23 cm $\times$ 23 cm的花盆随机摆放于80目尼龙网罩内,依据不同寄主生育期长短,分批播种,以保证测试时生育期一致。

1.3 寄主植物的处理

寄主5~10叶期和花蕾期时,将培植有寄主的花盆移至室内放置1 d(不同寄主分开放置),选取长势一致的不同寄主,每个寄主2个花盆,每个花盆留3株寄主(多余的去除,机械伤口用Parafilm膜密封)。调控室内温湿度,用保鲜膜裹住花盆,无寄主花盆(空白对照)、茼蒿、绿豆、大豆、豇豆、国抗22、泗棉3号共设置17个处理组合(图3,4)。

1.4 田间罩笼试验调查

在实验田水泥池(7 m $\times$ 2 m)上焊接铁框(长 $\times$ 宽 $\times$ 高=7 m $\times$ 2.2 m $\times$ 1.8 m),铁框外围用80目尼龙网罩住,尼龙网外覆盖一层隔热网,罩笼四周用泥土覆盖严实。罩笼调查试验的寄主来自温室大棚,分批种植,使其长势基本一致。寄主移入前,清除罩笼内的昆虫,在罩笼内每个花盆内4株寄主,每种寄主各6盆连片放置,相邻寄主区域间隔0.8 m。随机排列,2次重复。分别于寄主5~10叶期和花蕾期时,向每个罩笼内随机释放180头羽化4 d的成虫,任其自由选择寄主取食危害与产卵繁殖。每天上午8:30调查记录各寄主上的被害情况、绿盲蝽成虫数量,同时记录并采集出新产卵孵化的若虫。每期连续调查16 d。

1.5 室内选择反应测定

采用Y-型嗅觉仪测定绿盲蝽对不同生育期寄主植物处理的趋性反应。测定装置和实验方法参照于惠林等(2007)及吴敌等(2010)的方法进行。Y-型昆虫嗅觉仪,由“Y”型无色透明玻璃管构成,三臂均长10 cm,接气两臂夹角 60° ,管内径2 cm。用大气采样仪QC1作为气流动力系统(北京劳动保护研究所)。整个实验在暗室中进行,“Y”型管放置在长方体(长 $\times$ 宽 $\times$ 高=80 cm $\times$ 60 cm $\times$ 120 cm)的铁架框内,铁架顶部平行安置2支40 W日光灯管。测定绿盲蝽反应时气流流速设定为400 mL/min/臂,并调整位置,保证“Y”型管各部位受光一致。实验前,把不同处理的2盆寄主放入气源处,调节暗室内温度,“Y”型管通气1 h。试验时,将单头绿盲蝽成虫引入Y-型嗅觉仪出气口端,然后观察记录其在5 min内的趋性反应。选择性

的标准如下:当该成虫爬过两臂中任何一只的 1/2 长度,并持续 10 s 以上,就记录该成虫对该气味作出选择。若 5 min 后该成虫无明显选择趋向,则记录该成虫为无反应。每个处理测试成虫数目不少于 60 头。雌雄虫分开测试,每次测试完 5 头成虫后交换“Y”型管两臂,测试完 10 头成虫后更换“Y”型管。每天测试完后,用丙酮清洗 Y-型嗅觉仪管壁和连接胶管。

1.6 数据统计

数据分析使用 SPSS11.5 软件 χ^2 分析检验绿盲蝽在 2 个处理寄主间是否呈假设 H_0 为 50:50 的理论分布,计算 χ^2 值和相应的显著性水平 P 值。

2 结果与分析

2.1 田间生物测定绿盲蝽对 6 种寄主的选择性

2.1.1 绿盲蝽成虫对 6 种寄主 5~10 叶期的选择趋势 田间罩笼试验中调查了不同寄主上的成虫数量与叶片被害率,以反映绿盲蝽成虫对 6 种供

试寄主 5~10 叶期的选择性。绿盲蝽成虫对 6 种寄主 5~10 叶期上的选择性结果(图 1)表明,释放绿盲蝽成虫 16 d 后,茼蒿、国抗 22、泗棉 3 号上成虫累计发生量分别为 283、258、224 头,发生量均在 200 头以上,绿豆累计发生量为 121 头,而大豆和豇豆上总的累计发生量分别为 83 头和 50 头,均在 100 头以下。释放绿盲蝽成虫后 1~3 d,在茼蒿、国抗 22 和泗棉 3 号上的累计发生量分别为 110、106 和 96 头,而绿豆、豇豆和大豆上的累计发生量分别仅为 28、17 和 19 头;释放绿盲蝽成虫 14~16 d,在茼蒿、国抗 22 和泗棉 3 号上的累计发生量分别为 35、26 和 30 头,绿豆、豇豆和大豆上的发生量分别为 26、5 和 18 头。总体来看,绿盲蝽对 5~10 叶期不同寄主的选择嗜好性差异于接虫前期(1~4 d)表现更为明显。5~10 叶期不同寄主叶片被害率调查结果显示,6 种供试寄主的被害程度与绿盲蝽的寄主选择性趋于基本一致。

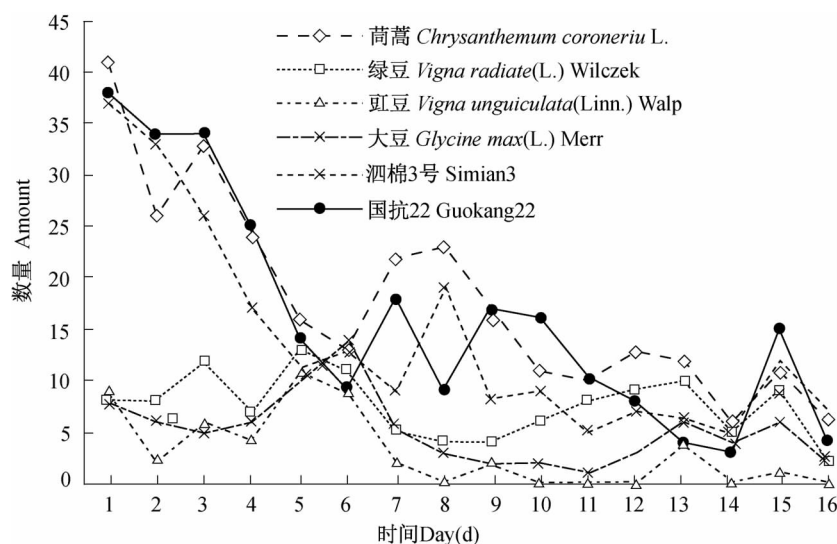


图 1 绿盲蝽成虫对 5~10 叶期 6 种寄主的选择性

Fig. 1 Selective preferences of *Apolygus lucorum* adults to six host species at 5—10 leaf stage

2.1.2 绿盲蝽成虫对 6 种寄主花蕾期的选择性

绿盲蝽对 6 种寄主花蕾期的选择性结果(图 2)显示,绿盲蝽对花蕾期不同寄主的选择嗜好性差别较大。释放绿盲蝽成虫 16 d,国抗 22 上总的累计发生量 268 头,泗棉 3 号和茼蒿上总的累计发生量分别为 222 和 219 头,均在 200 头以上,绿豆总的累计发生量为 124 头,而豇豆、大豆上的总的累计发生量分

别为 28 和 17 头,远低于其它寄主上的发生量。绿盲蝽成虫释放前 3 d,在茼蒿、国抗 22 和泗棉 3 号上的累计发生量分别为 79、105 和 93 头,均大于 70 头;绿豆、豇豆和大豆上的累计发生量分别为 45、17 和 10 头,均不足 50 头。叶片被害率调查结果显示,6 种供试寄主花蕾期的叶片被害程度与绿盲蝽成虫寄主选择性趋势大体相同。

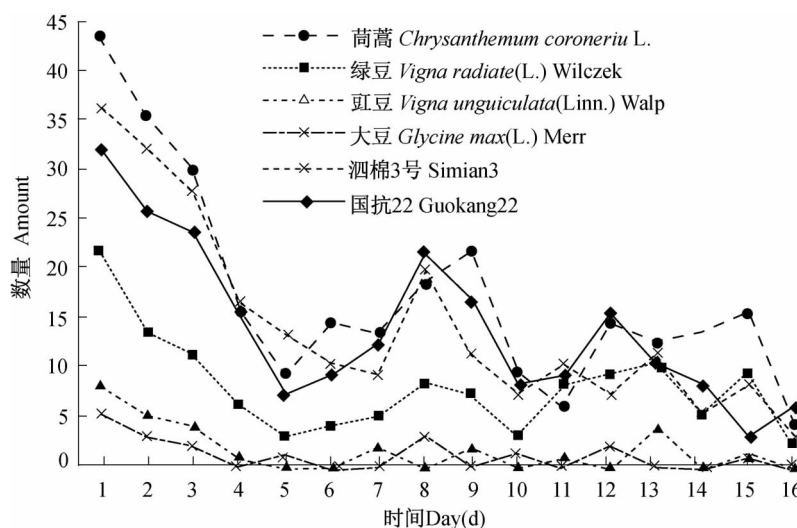


图2 绿盲蝽成虫对花蕾期6种寄主的选择性

Fig. 2 Selective preferences of *Apolygus lucorum* adult to six plant species at bud stage

2.2 绿盲蝽对不同寄主挥发物的选择性

2.2.1 绿盲蝽对5~10期不同寄主挥发物的选择性 绿盲蝽对5~10叶期的6种寄主挥发物选择趋势见图3。相对无寄主花盆(空白对照),绿盲蝽成虫更趋向选择国抗22和泗棉3号($x_{11}^2 =$

26.667, $P_{11} < 0.001$; $x_{17}^2 = 23.143$, $P_{17} < 0.001$); 绿豆和豇豆对比,绿盲蝽趋向绿豆($x_2^2 = 5.400$, $P_2 = 0.020$); 绿豆和大豆相比较,绿盲蝽趋向于绿豆($x_3^2 = 4.267$, $P_3 = 0.039$); 茼蒿与绿豆相比较,绿盲蝽趋向选择茼蒿($x_6^2 = 4.091$, $P_6 = 0.043$); 泗

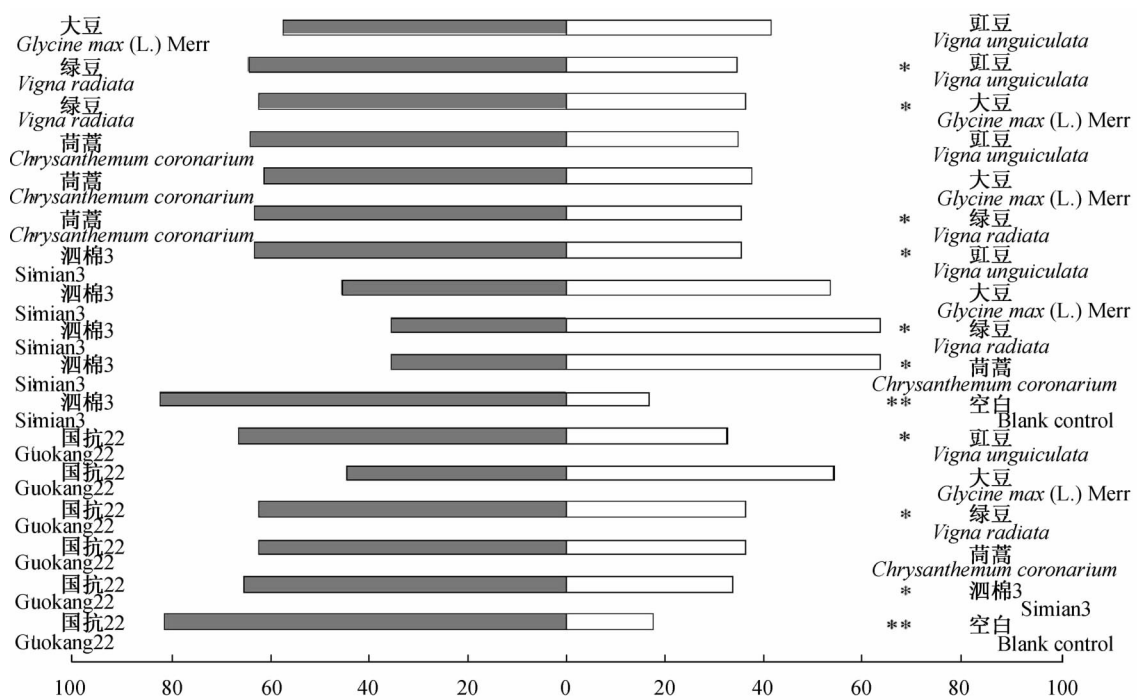


图3 绿盲蝽对5~10叶期6种寄主挥发物的趋性反应

Fig. 3 Attractive preferences of *Apolygus lucorum* to volatiles of six species hosts at 5—10 leaf stage

* $0.01 < P < 0.05$, ** $P < 0.01$. 下图同 the same below.

3 讨论

本文通过室内 Y 型管和室外罩笼接虫试验研究了绿盲蝽对 6 种寄主及其挥发物的选择趋势。总体来看,在 5~10 叶期,绿盲蝽对不同寄主挥发物的大致选择顺序为:国抗 22 > 茼蒿 > 绿豆 > 泗棉 3 号 > 大豆 > 豇豆,且罩笼调查结果也显示绿盲蝽在茼蒿上累计发生量占 6 种寄主累计发生量的 27.8%,国抗 22 和泗棉 3 号上累计发生量次之,分别占 6 种寄主累计发生量的 25.3% 和 22%,绿豆和豇豆上累计发生量较少分别占 6 种寄主累计发生量的 11.9% 和 8.1%,大豆上累计发生量最少,仅占 6 种寄主上累计发生量的 4.9%。室内 Y 型管实验和田间罩笼结果基本一致。而在花蕾期,室内 Y 型管试验表明绿盲蝽更趋向于绿豆和茼蒿,这与陆宴辉(2008)所得到的结果大致相同。室外田间罩笼调查结果显示国抗 22 上累计发生量占 6 种寄主累计发生量的 30.5%,茼蒿和泗棉 3 号上的累计发生量次之,分别占 6 种寄主累计发生量的 24.9% 和 25.3%,绿豆上累计发生量占 6 种寄主累计发生量的 14.1%,豇豆和大豆上累计发生量较少,分别占 6 种寄主累计发生量的 3.2% 和 1.9%。总体来看,绿盲蝽对花蕾期 6 种寄主大致选择顺序为:绿豆 > 茼蒿 > 国抗 22 > 泗棉 3 号 > 豇豆 > 大豆。

绿盲蝽成虫对寄主植物挥发物的趋性反应一方面是补充营养的需求,另一方面还存在寻找适宜产卵场所的需求。在寄主 5~10 叶期,室内 Y 型管实验显示绿盲蝽嗜好寄主主要是国抗 22 和茼蒿,但国抗 22 与大豆对比,泗棉 3 号和大豆比较时,无显著差异;室内 Y 型管绿盲蝽雌性成虫选择性试验表明,国抗 22 与大豆对比,泗棉 3 号和大豆比较时,无显著差异;田间罩笼试验发现国抗 22 和泗棉 3 号累计发生量分别是大豆累计发生量的 5.16 倍和 4.48 倍,罩笼内 5~10 叶期不同寄主上初孵化若虫采集量亦显示,在国抗 22、泗棉 3 号、茼蒿这 3 种寄主上绿盲蝽若虫采集数量分别为 32、30、28 头,而绿豆等其它 3 种寄主上绿盲蝽若虫数量均低于 10 头。这可能是由于绿盲蝽雌性成虫产卵选择的差异亦或是不同寄主上茸毛密度等因素影响绿盲蝽取食危害及产卵。有证据表明影响绿盲蝽取食为害的关键性状是棉花叶片上的茸毛密度(林凤敏等,2010)。在寄主花蕾期,室

内 Y 型管试验显示国抗 22 和泗棉 3 号对比,绿盲蝽与国抗 22 相比,差异不显著($P = 0.051$),而在 5~10 叶期,室内 Y 型管试验显示国抗 22 和泗棉 3 号比较,绿盲蝽显著趋向国抗 22($P = 0.018$)。有报道指出寄主不同生育期挥发物含量有所不同,如不同棉花品种(系)苗期顶叶、蕾期顶叶和棉蕾、铃期顶叶和棉铃中主要次生代谢物质(缩合单宁、黄酮类化合物、萜烯类化合物)含量存在很大差异(林凤敏等,2011)。田间罩笼调查结果显示在国抗 22 上的量略高于泗棉 3 号,这可能和转基因棉初期长势旺盛有关,绿盲蝽取食寄主嫩头部位后,可能导致寄主无法继续正常生长。

棉花被绿盲蝽危害后会改变对绿盲蝽的行为趋性,感性品种(科林 08-15)与绿盲蝽取食危害后的感性品种,绿盲蝽更趋向于感性品种(吴敌等,2010)。有证据表明,健康植株或人工损伤的植物产生的挥发物质较少,如利马都和玉米受到虫害损伤时会释放多种萜类化合物,而机械损伤的植株侧不会释放这些物质(Dick *et al.*, 1990; Turling *et al.*, 1990; Dick, 1999),但是植食性昆虫危害植株后产生大量的挥发性物质,而这些物质总含量高出健康植株 2.5 倍(Vuorinen *et al.*, 2004)。据此推测绿盲蝽在田间笼罩寄主的选择趋势可能跟绿盲蝽危害过后寄主释放的挥发物变化有关。目前已有研究表明绿盲蝽对反-2-丁酸己烯酯的 EAG 反应最强;植物挥发物中,绿盲蝽对反-2-己烯醛的 EAG 反应最强,雌虫对反-2-己烯醇、反-2-己烯醛、顺-3-己烯醇等绿叶气味物质的 EAG 反应相对高于萜类化合物的反应(陈展册等,2010)。那么在其他寄主不同生育期是否也存在一些吸引绿盲蝽的物质?本研究结果显示茼蒿在 5~10 叶期和花蕾期对绿盲蝽都具有很强的吸引力,这种对绿盲蝽的引诱活性是何种物质导致,有待进一步研究。

本文初步研究了绿盲蝽对 6 种寄主 2 个生育期的选择趋势,研究结果有助于优化其种群测报与综合防控策略,同时为开拓新的生态调控技术、诱集技术、虫源地防治技术及优化化学防控技术等提供了科学依据。

参考文献(References)

Dick M, 1999. Are herbivore induced plant volatiles reliable

- indicators of herbivore identity to foraging carnivore arthropods? *Entomol. Exp. Appl.*, 91(1):131—142.
- Dick M, Sabelis M W, Takabayshi J, 1990. Plant strategies of manipulating predator-prey interactions through allelchemicals prospects for application in pest control. *J. Chem. Ecol.*, 16(11):3091—3118.
- Lu YH, Qiu F, Feng HQ, Li HB, Yang ZC, Wyckhuys KAG, Wu KM, 2008. Species composition and seasonal abundance of pestiferous plant bugs (Hemiptera: Miridae) on Bt cotton in China. *Crop Prot.*, 27(3/5):465—472.
- Turling T C, Tumlinson J H, Lewis W J, 1990. Exploitation of herbivore induced plant odors by host seeking parasitic wasps. *Science*, 250(4985):1251—1253.
- Vuorinen T, Reddy G VP, Nerg AM, Holopainen JK, 2004. Monoterpene and herbivore-induced emissions from cabbage plants grown at elevated atmospheric CO₂ concentration. *Atmos. Environ.*, 38(5):675—682.
- Wu K, Li W, Feng H, Guo Y, 2002. Seasonal abundance of the mirids *Lygus lucorum* and *Adelphocoris* spp. (Hemiptera: Miridae) on BT cotton in northern China. *Crop Prot.*, 21(10):997—1002.
- 柏立新, 张龙娃, 陈小波, 冯汉金, 顾国华, 邹宗晴, 束春娥, 2002. 不同抗虫棉品系对棉田害虫与天敌群落的影响. *中国生物防治*, 18(3):115—119.
- 曹赤阳, 万长寿, 1983. 棉盲蝽的防治. 上海: 上海科学技术出版社. 1—60.
- 陈展册, 苏丽, 戈峰, 苏建伟, 2010. 绿盲蝽对性信息素类似物和植物挥发物的触角电位反应. *昆虫学报*, 53(1):47—54.
- 林凤敏, 吴敌, 陆宴辉, 王沫, 张永军, 吴孔明, 2010. 棉花叶片茸毛性状与绿盲蝽抗性的关系. *植物保护学报*, 37(2):165—171.
- 林凤敏, 吴敌, 陆宴辉, 王沫, 张永军, 吴孔明, 2011. 棉花主要抗虫次生物质与其对绿盲蝽抗性的关系. *植物保护学报*, 38(3):202—208.
- 陆宴辉, 2008. 盲蝽的生态适应性. 博士学位论文. 北京: 中国农业科学院.
- 钦俊德, 1987. 昆虫与植物的关系. 北京: 北京出版社. 1—227.
- 谭永安, 柏立新, 肖留斌, 孙洋, 赵洪霞, 吴国强, 2011. 转 *CryIAC* 及 *CryIAC + CpTI* 基因对棉花上绿盲蝽 2 种消化酶活性及海藻糖含量的影响. *棉花学报*, 23(5):394—400.
- 吴敌, 林凤英, 陆宴辉, 刘勇, 张永军, 吴孔明, 郭予元. 2010. 绿盲蝽和中黑盲蝽对不同抗性和虫害处理棉花的选择趋性. *昆虫学报*, 53(6):696—701.
- 闫凤鸣, 2003. 化学生态学. 北京: 科学出版社. 1—240.
- 于惠林, 张永军, 潘文亮, 郭予元, 高希武, 2007. 田间条件下不同诱导棉花挥发性物质的鉴定. *应用生态学报*, 18(4):859—864.
- 朱先敏, 朱凤, 吴燕, 2010. 江苏省棉田盲椿象发生新特点及综合防治措施. *中国植保导刊*, 30(1):26—28.