

任凤山,张安盛,邢光耀. 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马的捕食功能反应与搜寻效应[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):177-179.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.050

# 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马的捕食功能反应与搜寻效应

任凤山<sup>1</sup>,张安盛<sup>1</sup>,邢光耀<sup>2</sup>

(1. 山东省农业科学院植物保护研究所/山东省植物病毒学重点实验室,山东济南 250100; 2. 聊城大学农学院植物保护系,山东聊城 252059)

**摘要:**室内进行中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马成虫、若虫的捕食功能反应与搜寻效应试验,以探明中华草蛉对棕榈蓟马的控制效能,结果表明,在供试温度下,中华草蛉2龄幼虫的捕食功能反应符合 Holling II 型方程,其捕食量随猎物密度的增加而增大,搜寻效应随猎物密度的增加而降低;相同猎物密度条件下,中华草蛉2龄幼虫密度增大,其平均捕食量逐渐减少,捕食作用率相应降低。

**关键词:**中华草蛉;棕榈蓟马;捕食功能反应;搜寻效应;干扰反应

**中图分类号:** S433.89 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)02-0177-02

棕榈蓟马(*Thrips palmi*)属缨翅目(Thysanoptera)蓟马科(Thripidae),20世纪20年代在印度尼西亚首次被发现<sup>[1]</sup>,20世纪70年代以后,先后在亚洲、澳洲、美洲和非洲等多个国家和地区发生危害<sup>[2]</sup>,成为一种世界性害虫。在中国,棕榈蓟马20世纪70年代首次在广州被发现<sup>[3]</sup>,而后在广西、湖南、湖北、浙江、江苏、上海、山东等地发生危害,成为中国蔬菜尤其是北方设施蔬菜的重要害虫<sup>[4]</sup>。棕榈蓟马寄主范围广,喜食茄科、葫芦科等多种蔬菜<sup>[5]</sup>,还可传播番茄斑萎病毒属(*Tospovirus*)多种病毒病,严重影响蔬菜的产量和质量<sup>[6]</sup>。

棕榈蓟马个体小,具有隐匿性,随抗药性的增强,一般化学防治方法很难对其进行有效防治,充分发挥自然天敌的控制作用是防控该害虫的有效途径之一。中华草蛉(*Chrysopa sinica*)是我国重要的捕食性天敌,对多种害虫具有较好的捕食作用<sup>[7]</sup>,研究中华草蛉对棕榈蓟马的捕食作用对棕榈蓟马的安全防控具有重要的指导意义。本研究开展中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马成虫、若虫的捕食功能反应与搜寻效应试验,以期应用中华草蛉防控棕榈蓟马提供理论依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 供试虫源

供试棕榈蓟马采自山东省聊城市东昌府区闫寺镇邓王村日光温室黄瓜植株,室内在糖果瓶中用芸豆饲养多代并建立稳定种群,选择健康成虫和2~3龄若虫作为供试猎物;中华草蛉成虫采自山东聊城大学蔬菜试验基地,室内收集同时间段产的卵,待幼虫孵出,26℃气温条件下在小试管中用棕榈蓟马单头饲养,选择健康2龄幼虫,饥饿24h后作为供试天敌。

收稿日期:2015-02-27

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303028);山东省科技发展计划(编号:2014GNC111024)。

作者简介:任凤山(1965—),男,山东济南人,硕士,研究员,主要从事害虫综合防治研究。E-mail:zhangansheng2003@163.com。

通信作者:张安盛,硕士,研究员,从事蔬菜害虫生物防治、综合防治研究。E-mail:zhangansheng2003@163.com。

### 1.2 试验方法

1.2.1 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马的捕食功能反应 将供试棕榈蓟马成虫、若虫分别吸入由一次性塑料注射器改造而成的直径1.9cm、长9.2cm微型养虫器中,成虫密度分别设为5、10、20、30、40、50、60头/管,若虫密度分别设为10、20、40、60、80、100、120头/管;每养虫器放入1片体积为1.0cm×0.5cm×0.2cm的芸豆片,接入1头中华草蛉2龄幼虫;用封口膜将养虫器封口,在温度为(26±2.0)℃、相对湿度为(70±5)%的HPG-280H型光照培养箱饲养24h,检查棕榈蓟马剩余数和自然死亡数。每密度处理重复4次。

1.2.2 中华草蛉2龄幼虫捕食棕榈蓟马的种内干扰 每养虫器分别吸入棕榈蓟马成虫150头、若虫300头,每养虫器内放入1片1.0cm×0.5cm×0.2cm的芸豆片,分别接入1、2、3头中华草蛉2龄幼虫;用封口膜将养虫器封口,在温度为(26±2.0)℃、相对湿度为(70±5)%的HPG-280H型光照培养箱饲养24h,检查棕榈蓟马剩余数和自然死亡数。每密度处理重复4次。

### 1.3 试验数据统计

功能反应(Holling II型圆盘方程)、搜寻效应估计<sup>[8]</sup>计算公式分别为:功能反应 $1/N_a = 1/a \times 1/N + T_h$ 、搜寻效应 $S = a/(1 + aT_h N)$ ,式中, $N$ 为供试猎物密度, $N_a$ 为被捕食的猎物数量, $a$ 为瞬时攻击率, $T_h$ 为处置1头猎物时间;干扰反应<sup>[9]</sup>计算公式为: $E = QP^{-m}$ 、 $E = N_a/(N \times P)$ ,式中, $Q$ 为搜寻常数, $P$ 为捕食者的密度, $m$ 为干扰常数, $E$ 为捕食作用率;分摊竞争强度<sup>[10]</sup>计算公式为: $I = (E_1 - E_p)/E_1$ ,式中, $I$ 为分摊竞争强度, $E_1$ 为1头天敌的捕食作用率, $E_p$ 为密度为 $P$ 的天敌捕食作用率。拟合度用卡方检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马的捕食功能反应

由图1可见,试验条件下,中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马成虫、若虫的捕食量均随猎物密度的增加而增大;当猎物密度增加到一定限度后,中华草蛉2龄幼虫捕食量增加的速度变

慢,呈负加速曲线;相同猎物密度下,中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马若虫的捕食量大于对棕榈蓟马成虫的捕食量。

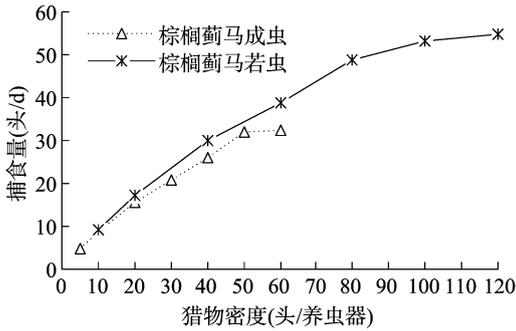


图1 草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马的捕食量

表1 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马的功能反应

| 猎物种类   | 功能反应方程                      | r      | $T_h$ (d) | a      | 捕食上限 (头/d) | $\chi^2$ |
|--------|-----------------------------|--------|-----------|--------|------------|----------|
| 棕榈蓟马成虫 | $1/N_a = 0.9289/N + 0.0157$ | 0.9991 | 0.0157    | 1.0765 | 63.7       | 0.3046   |
| 棕榈蓟马若虫 | $1/N_a = 0.9787/N + 0.0091$ | 0.9997 | 0.0091    | 1.0218 | 109.9      | 0.2269   |

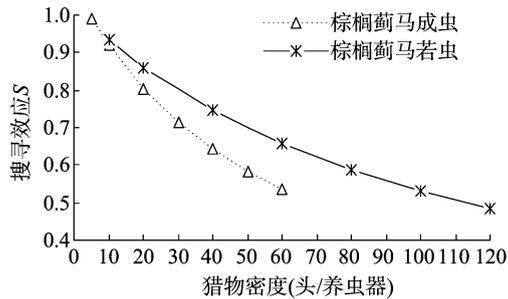


图2 中华草蛉2龄幼虫搜寻效应与棕榈蓟马密度的关系

### 2.3 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马捕食作用的种内干扰

由表2可见,随中华草蛉2龄幼虫自身密度的增大,其对棕榈蓟马成虫、若虫的平均捕食量逐渐减少,捕食作用率逐渐降低。根据干扰反应公式计算得出,中华草蛉2龄幼虫捕食棕榈蓟马成虫的自我干扰方程为  $E = 0.2907P^{-0.3528}$  ( $Q = 0.2907, m = 0.3508$ );捕食棕榈蓟马若虫的自我干扰方程为  $E = 0.2186P^{-0.4021}$  ( $Q = 0.2186, m = 0.4021$ ),其相关系数分别为0.9997、0.9983,  $\chi^2$ 值分别为0.0006、0.0028,均小于  $\chi^2(0.01, 1)$ 值6.63,这表明捕食作用率与捕食者密度显著相关,其模型方程可用来描述中华草蛉2龄幼虫捕食棕榈蓟马过程的自我干扰情况。利用分摊竞争强度公式计算得出,中华草蛉2龄幼虫捕食棕榈蓟马成虫、若虫产生的竞争均为分摊竞争,  $I$ 与  $\lg P$ 之间的关系式分别为  $I = 0.6788 \lg P + 0.0046$ ,  $I = 0.7542 \lg P + 0.0014$ ,其相关系数分别为0.9956、0.9997,  $\chi^2$ 值分别为0.0055、0.0015,小于  $\chi^2(0.01, 1)$ 值6.63,这表明分摊竞争强度与捕食者密度显著相关,该模型方程能够较好地描述中华草蛉2龄幼虫捕食棕榈蓟马过程的分摊竞争情况。

### 3 结论

中华草蛉是一种对多种害虫有较强捕食作用的天敌,国内学者对其捕食功能反应和害虫防控效果进行过相关研究,其防治对象主要集中在粉虱、叶螨、蚜虫、西花蓟马等害

虫。由表1可见,在试验条件下,中华草蛉2龄幼虫捕食1头棕榈蓟马成虫、若虫所需的时间分别为0.0157、0.0091d,捕食上限分别为63.7、109.9头/d,瞬时攻击率分别为1.0765、1.0218,方程相关系数分别为0.9991、0.9997,  $\chi^2$ 值分别为0.3046、0.2269,均远低于  $\chi^2(0.01, 5)$ 值15.09。这表明天敌捕食量与猎物密度显著相关,理论捕食量与实际捕食量非常吻合。

### 2.2 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马若虫的搜寻效应估计

由图2可见,试验条件下,中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马成虫、若虫的搜寻效应均随猎物密度的增加而降低;相同猎物密度下,中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马若虫的搜寻效应高于其对棕榈蓟马成虫的搜寻效应。

表2 中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马捕食作用率(E)和分摊竞争强度(I)

| 猎物种类     | 中华草蛉2龄幼虫密度 (头/养虫器) | 捕食量 (猎物头数/天敌) | 捕食作用率  | 分摊竞争强度 |
|----------|--------------------|---------------|--------|--------|
| 棕榈蓟马成虫   | 1                  | 43.67         | 0.2910 | 0      |
|          | 2                  | 34.00         | 0.2267 | 0.2214 |
|          | 3                  | 29.67         | 0.1978 | 0.3206 |
| 棕榈蓟马2龄若虫 | 1                  | 65.33         | 0.2178 | 0      |
|          | 2                  | 50.17         | 0.1672 | 0.2321 |
|          | 3                  | 41.89         | 0.1396 | 0.3588 |

虫<sup>[11-20]</sup>,但当天敌对棕榈蓟马的捕食效能则无相关研究,探明中华草蛉对棕榈蓟马的捕食功能反应和搜寻效应,对充分发挥中华草蛉的控害作用具有重要意义。在本试验条件下,1头中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马成虫的捕食上限达63.7头/d,对棕榈蓟马若虫的捕食上限达109.9头/d,中华草蛉对棕榈蓟马具有较强的捕食潜能。

搜寻效应是捕食者在捕食过程中对寄主攻击的一种行为效应<sup>[8]</sup>,研究结果表明,随自身密度的增大,中华草蛉2龄幼虫对棕榈蓟马成虫、若虫的平均捕食量逐渐减少,搜寻效应逐渐下降,捕食作用率逐渐降低,个体间存在分摊竞争。因此,在田间释放中华草蛉防治棕榈蓟马时,应研究中华草蛉的释放密度,以使其达到最佳的控害效能。

需说明的是,试验是在室内限定条件下进行的,自然界中天敌的捕食能力受猎物种类与密度、田间温度与湿度等因子的影响可能会有所不同,中华草蛉在自然界中对棕榈蓟马的控制能力尚需进一步研究。

### 参考文献:

[1]张维球. 农业昆虫学[M]. 北京:中国农业出版社,1990:556-561.  
 [2]Cannon R J C, Matthews L, Collins D W. A review of the pest status and control options for *Thrips palmi*[J]. Crop Protection, 2007, 26(8):1089-1098.

邓新平,杨佳翰,马磊,等. 8% 氯氰菊酯触破式微囊剂与缓释性微囊剂的释放对比试验[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):179-182.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.051

# 8% 氯氰菊酯触破式微囊剂与缓释性微囊剂的释放对比试验

邓新平<sup>1</sup>, 杨佳翰<sup>2</sup>, 马磊<sup>3</sup>, 聂博多<sup>2</sup>, 李泽舟<sup>3</sup>, 周旭<sup>4</sup>

(1. 西南大学植物保护学院, 重庆 400715; 2. 重庆保绿丰生物科技有限公司, 重庆 404000;

3. 重庆市农药剂型企业工程技术研究中心, 重庆 401300; 4. 重庆市森林病虫害防治检疫站, 重庆 400015)

**摘要:**室内释放试验中,8% 氯氰菊酯(触破式)微囊剂囊皮表现出更好的密封性,处理后 39 d,囊内仍保留初始药量的 94.27%,而 3% 高效氯氰菊酯(缓释型)微囊悬浮剂以平均 10% 的速度释放。室外试验中,虽然是在雨季,8% 氯氰菊酯微囊剂依然保持较长时间持效期,施药后 35 d,玻片上有效成分仍保持施药初始量的 25.9%。而 3% 高效氯氰菊酯(缓释型)微囊悬浮剂在室外缓释速率较快,施药后 20 d,有效成分衰减至施药初始量的 5.7%。试验结果表明:8% 氯氰菊酯微囊剂更适宜用来防治森林云斑天牛、松褐天牛、光肩星天牛等以及农田中的天牛、金龟子、竹象甲等体型较大且羽化期较长的有害昆虫,且持效期长达 45 d 之久。而 3% 高效氯氰菊酯(缓释型)微囊悬浮剂较为适宜在农田环境中使用,防治危害期较短的农田害虫。在飞防控制松墨天牛的实践中,重庆地区在 5 月中下旬和 6 月中下旬连续 2 次喷洒 8% 氯氰菊酯(触破式)微囊剂的方法,能够更好地控制松墨天牛成虫,有效遏制松材线虫病的传播和扩散,这一经验值得推广。

**关键词:**氯氰菊酯;触破式;微囊剂;缓释

**中图分类号:** TQ450.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)02-0179-04

微囊剂即微囊悬浮剂,是当今世界技术含量最高的农药制剂<sup>[1]</sup>,而触破式微囊剂<sup>[2]</sup>制备工艺水平要求更高。8% 氯

氰菊酯微囊剂(绿色威雷<sup>[3]</sup>)就是典型触破式微囊剂代表品种,在重庆、湖南、江西等省市近 4 年 66.7 万 hm<sup>2</sup> 以上的飞防试验表明,触破式微胶囊剂在防治天牛成虫、遏制松材线虫病扩散方面发挥了巨大作用。统计数据表明,飞防区比对照未飞防区引诱剂引诱成虫数量少 87%,松树死树数量对比,飞防区死树减少 83% 以上。为了研究触破式微胶囊和缓释微胶囊的区别及释放机理,本试验进行了室内外释放对比,试验

收稿日期:2015-12-01

作者简介:邓新平(1956—),男,重庆南川人,教授,主要从事农药环境毒理相关研究。E-mail:1003310839@qq.com。

通信作者:李泽舟,主要从事化工标准化和农药分析及方法研究。E-mail:2952508654@qq.com。

[3]张维球. 广东蔬菜常见蓟马种类及为害情况调查[J]. 昆虫知识,1976,13(3):83-85.

[4]秦玉洁,梁广文,吴伟坚. 节瓜蓟马的发生危害和防治策略[J]. 植物保护,2002,8(4):21-22.

[5]吴佳教,张维球,梁广文. 温度对节瓜蓟马发育及产卵力的影响[J]. 华南农业大学学报,1995,16(4):14-19.

[6]Kato K, Handa K, Kameya-Iwaki M. Melon yellow spot virus: a distinct species of the genus *Tospovirus* isolated from melon[J]. *Phytopathology*,2000,90(4):422-426.

[7]孙源正,任宝珍. 山东农业害虫天敌[M]. 北京:中国农业出版社,2000:49-55.

[8]丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,1980:210-211.

[9]Hassell M P, Varley G C. New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control[J]. *Nature*,1969,223(5211):1133-1137.

[10]邹运鼎,耿继光,陈高潮,等. 异色瓢虫若虫对麦三叉蚜的捕食作用[J]. 应用生态学报,1996,7(2):197-200.

[11]成文禄. 中华草蛉防治白粉虱的研究[J]. 生物学教学,2004,29(11):63.

[12]林克剑,吴孔明,刘山蓓,等. 中华草蛉、龟纹瓢虫和异色瓢虫对 B 型烟粉虱的捕食功能反应[J]. 昆虫知识,2006,43(3):339-343.

[13]汤方,李生臣,刘玉升,等. 中华草蛉对温室白粉虱卵的捕食功能反应[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2008,32(2):132-134.

[14]王文娟,贺达汉. 三种主要天敌对二斑叶螨的控制作用研究[J]. 农业科学研究,2006,27(1):16-19.

[15]丁岩钦,陈玉平. 中华草蛉对棉蚜与棉铃虫的捕食作用研究[J]. 生物防治通报,1986,2(3):97-102.

[16]胡冠芳,孙政,张新瑞. 中华草蛉对麦蚜的控制作用[J]. 甘肃农业科技,1994(11):34.

[17]辛肇军,郑效虎,陈梅,等. 中华通草蛉幼虫对玉米蚜捕食作用的研究[J]. 山东农业科学,2007(3):64-66.

[18]郑书文,刘学谦,李明贵,等. 中华通草蛉幼虫对绣线菊蚜捕食作用的研究[J]. 山东农业科学,2008(6):50-52.

[19]张安盛,李丽莉,于毅,等. 中华草蛉幼虫对西花蓟马若虫的捕食功能反应与搜寻效应[J]. 植物保护学报,2007,34(3):247-251.

[20]张安盛,于毅,周仙红,等. 中华草蛉 3 龄幼虫对西花蓟马的捕食作用[J]. 山东农业科学,2012,44(7):88-89,94.