

陈燕, 谢红辉, 黄凤宽, 等. 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能反应[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1): 134–136.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.045

四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能反应

陈燕¹, 谢红辉¹, 黄凤宽², 王春田¹, 李莲英¹, 陈涛¹, 周全光¹, 章剑峰¹, 余江敏³

(1. 广西壮族自治区亚热带作物研究所, 广西南宁 530001; 2. 广西农业科学院植物保护研究所, 广西南宁 530007;
3. 广西东亚扶南精糖有限公司, 广西崇左 532100)

摘要:四斑广盾瓢虫 (*Platynaspis maculosa*) 是广西壮族自治区亚热带植物科普园桃园捕食桃蚜 (*Myzus persicae*) 的天敌优势种之一, 为明确四斑广盾瓢虫对桃蚜的捕食能力, 在室内自然变温条件下初步研究四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能, 采用 Holling-Ⅱ 型方程对四斑广盾瓢虫捕食桃蚜的作用进行拟合。结果表明, 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能反应符合 Holling-Ⅱ 模型, $N_a = 1.053\ 5N_t / (1 + 0.013\ 0N_t)$, 其瞬时攻击率为 1.053 5, 处置时间为 0.012 3 d。通过 Hassell 和 Valley 的干扰效应模型可以看出, 四斑广盾瓢虫自身密度的增加会导致种内的干扰效应, 干扰参数为 0.372 4, 其对桃蚜的寻找效应随桃蚜密度的上升而下降, 最佳寻找密度为 32.31 头。四斑广盾瓢虫对桃蚜具有一定的捕食能力, 室内试验成虫 24 h 最大捕食量为 81.30 头。

关键词:四斑广盾瓢虫; 桃蚜; 捕食功能

中图分类号: S476.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)01-0134-02

桃蚜 (*Myzus persicae*), 属半翅目 (Hemiptera) 蚜科 (Aphididae), 别称烟蚜、桃赤蚜、菜蚜、波斯蚜、腻虫, 食性广, 危害蔷薇科的桃、李、杏、樱桃, 十字花科的蔬菜及烟草、辣椒、番茄等, 其中以十字花科蔬菜危害最为严重^[1]。该虫刺吸叶片汁液, 造成叶片卷缩变形, 植株生长不良和萎缩, 严重时甚至全株枯死, 同时, 蚜虫分泌的蜜露还能诱发煤烟病, 影响光合作用, 还能传播多种病毒病, 影响蔬菜、果品的品质^[2]。目前, 蚜虫最有效的防治方法是化学防治, 但是长期使用化学农药, 不仅造成环境污染, 而且引起蚜虫的抗药性。目前, 有关天敌防治桃蚜的报道已不少, 如烟蚜茧蜂、异色瓢虫和七星瓢虫等, 且异色瓢虫的人工大量繁殖技术已经较为成熟^[3-5]; 但是四斑广盾瓢虫用于防治桃蚜尚未见报道。因此本试验研究其对桃蚜的捕食功能反应, 进一步了解四斑广盾瓢虫对桃蚜的控制作用, 以期对桃蚜的综合防治提供科学依据。

1 材料与与方法

1.1 供试虫源

四斑广盾瓢虫成虫及桃蚜均采自广西壮族自治区亚热带植物科普园桃园, 四斑广盾瓢虫采集后带回室内进行 24 h 饥饿处理, 桃蚜选取无翅成蚜或高龄若蚜进行试验。

1.2 试验方法

1.2.1 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能 试验在室内自然温度 (25 ~ 28 ℃)、湿度 (60% ~ 80%) 条件下, 在高

11.0 cm、直径 9.3 cm 塑料杯中进行, 按照 Holling 捕食功能反应研究方法^[6]研究四斑广盾瓢虫对桃蚜的捕食功能反应。桃蚜数量梯度分别设置为 20、40、60、80、100 头 5 个处理, 每个处理内分别放入 1 头饥饿 24 h 的四斑广盾瓢虫成虫, 每个处理 5 次重复。24 h 后检查记录塑料杯内桃蚜剩余数量。

1.2.2 四斑广盾瓢虫自身密度的干扰反应 试验在室内自然温度 (25 ~ 28 ℃) 条件下, 在高 11.0 cm、直径 9.3 cm 塑料杯中进行。经过 24 h 饥饿处理的四斑广盾瓢虫数量梯度分别设置为 1、2、3、4、5 头 5 个处理, 桃蚜密度为 200 头/处理, 每个处理 5 个重复, 24 h 后检查记录塑料杯内桃蚜数量。

1.3 分析方法

1.3.1 功能反应 用 Holling Ⅱ 型圆盘方程^[6]拟合:

$$N_a = a'T_1N_t / (1 + a'T_hN_t)$$

式中: N_t 为猎物密度; N_a 为被捕食的猎物数量; T_1 为捕食者可利用发现猎物的时间 (在该试验中 $T_1 = 1$); a' 为瞬间攻击率; T_h 为对 1 头猎物的处置时间。

1.3.2 干扰效应 采用 Hassell 和 Varley 提出的干扰反应模型^[7]拟合:

$$E = QP^{-m} \text{ 或 } \lg E = \lg Q - m \lg P [E = N_a / (N_t P)]$$

式中: E 为竞争条件下的捕食效应, Q 为搜索系数, m 为干扰系数, P 为一定空间内捕食者的数量。

1.3.3 寻找效应的估计 $S = a_r / (1 + a_r T_h N_t)$ 。式中: a_r 为瞬时攻击率; T_h 为每捕食 1 头猎物所需时间。

1.3.4 竞争作用 采用邹运鼎等提出的竞争强度公式^[8]计算:

$$I = (E_1 - E_p) / E_1$$

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 p 头天敌的捕食作用率。

1.3.5 四斑广盾瓢虫最佳寻找密度估算 陈国华等的研究认为, 天敌的搜索攻击行为的积极性并不是始终如一, 只有在猎物最佳密度条件下才能发挥最大的积极性^[9]。汪世泽等

收稿日期: 2014-09-28

基金项目: 广西壮族自治区亚热带作物研究所专项资金 (编号: 桂热研 201308)。

作者简介: 陈燕 (1987—), 女, 广西柳州人, 硕士研究生, 研究实习员, 主要从事农业害虫综合治理研究。Tel: (0772) 2539087; E-mail: 380508497@qq.com。

通信作者: 黄凤宽, 博士, 研究员, 主要从事水稻抗虫性研究。E-mail: huangfengkuan@gxaas.net。

提出了用于估算猎物最佳寻找密度的 Holling 反应新模型。数学表达式如下:

$$N_a = a \exp(-b/N_i)$$

式中: N_a 为被捕食的猎物数量, N_i 为供试猎物密度, a 为天敌最大捕食量, b 为无竞争状态下的最佳寻找密度^[10]。

2 结果与分析

2.1 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜密度的功能反应

在试验所设密度范围内, 四斑广盾瓢虫成虫捕食桃蚜, 捕食量随着桃蚜密度的增大而增大, 但其功能反应曲线表现为负加速度曲线(图 1), 即捕食量与猎物密度间的关系表现为逆密度制约。因此, 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜密度的功能反应属于 Holling II 型功能反应, 可用 Holling 圆盘方程进行拟合。即: $N_a = a' T_h N_i / (1 + a' T_h N_i)$, 将 Holling 方程线性化为:

$$1/N_a = 1/(a' N_i) + T_h$$

计算得: $1/N_a$ 与 $1/N_i$ 的相关系数 $r = 0.9946$, 说明猎物密度与捕食量呈显著关系。其功能反应系数(即瞬时攻击率)为 $a' = 1.0535$, 处理时间 $T_h = 0.0123$ d, 最大捕食量为 $N_a = 81.30$ 头。将其代入圆盘方程, 得数学模型:

$$N_a = 1.0535 N_i / (1 + 0.0123 N_i)$$

综合分析可以看出, 当猎物密度 N_i 趋向于无穷大时, 在 1 d 内 1 头四斑广盾瓢虫成虫对玉米蚜的最大捕食量为 81.30 头, 瞬时攻击率 a' 为 1.0535, 捕食 1 头玉米蚜所需时间 T_h 为 0.0123 d。其理论与实际捕食量(图 1)经 χ^2 检验后, $\chi^2 = 0.9968$, 小于 $\chi^2(4, 0.05) = 9.49$, 误差不显著, 表明上述模型能反映四斑广盾瓢虫成虫在不同蚜虫密度下的捕食变化规律。

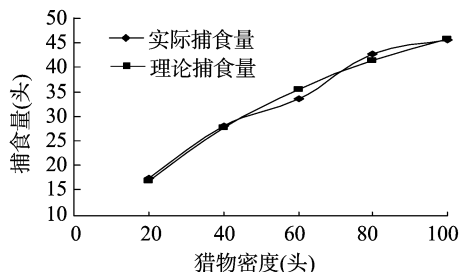


图1 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜密度的功能反应

2.2 寻找效应的估计

寻找效应是捕食性天敌在捕食过程中对猎物攻击的一种行为效应。Holling(1959) 提出寻找效应(S)与猎物密度 N_i 的关系为: $S = a_i / (1 + a_i T_h N_i)$ 。结果(图 2)表明, 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜的寻找效应随猎物密度的增加而减小。

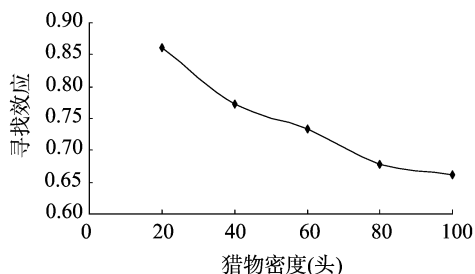


图2 四斑广盾瓢虫成虫寻找效应与猎物密度的关系

2.3 四斑广盾瓢虫成虫对自身密度的干扰反应

进行该试验(表 1、图 3), 可采用 Hassell 和 Varley(1969) 提出的干扰反应模型拟合: $E = QP^{-m}$ 或 $\lg E = \lg Q - m \lg P [E = N_a / (N_i P)]$ 。Hassell 方程为: $E = 0.2481P - 0.3724 (r = 0.9639^{**})$, 对捕食率进行卡平方适合性检验, 得知误差并不显著($\chi^2 = 0.0018 < \chi^2(4, 0.05) = 9.49$), 说明拟合较好。

综合分析可知, 在一定空间内, 随着四斑广盾瓢虫成虫自身密度的增加, 天敌间干扰效应加大, 使得每个天敌对猎物的捕食量逐渐减少, 捕食率下降, 而分摊竞争强度随四斑广盾瓢虫成虫密度增加而加大。

表 1 四斑广盾瓢虫成虫自身干扰反应

天敌数 (头)	实际捕食 量(头)	实际 捕食率	理论 捕食率	分摊竞争 强度 I	平均每头捕 食量(头)
1	50.33	0.2517	0.2481	0	50.33
2	72.33	0.1808	0.1917	0.2814	36.17
3	99.67	0.1661	0.1648	0.3401	33.22
4	127.67	0.1596	0.1481	0.3659	31.92
5	131.00	0.1310	0.1363	0.4795	26.20

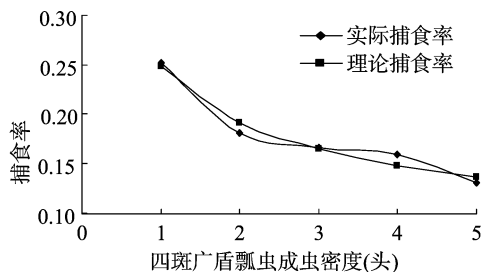


图3 四斑广盾瓢虫成虫自身干扰反应拟合曲线

2.4 四斑广盾瓢虫最佳寻找密度估算

以单头四斑广盾瓢虫在不同桃蚜密度下捕食的试验数据, 对 Holling 新功能反应方程进行拟合, 得到 $N_a = 87.2 \exp(-32.31/N_i)$, 所得天敌最大捕食量 $a = 87.2$ 头, 无竞争状态条件下最佳寻找密度为 $b = 32.31$, 可拟定四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜成虫或高龄若蚜控制的益害比可设为 1:32.31。该试验在室内简单的环境下进行, 可能与田间复杂的环境有所出入, 但该试验方法与桃蚜群集危害的特点较符合, 因此认为该结果能较好地反映四斑广盾瓢虫对桃蚜成蚜和高龄若蚜的捕食行为。

3 结论与讨论

试验证明, 随着桃蚜密度的增大, 四斑广盾瓢虫对桃蚜的捕食量增大, 但是当桃蚜的密度增加到一定水平时, 四斑广盾瓢虫捕食量趋于稳定, 呈现明显的负加速度, 并非直线关系, 因此, 四斑广盾瓢虫对桃蚜的捕食功能反应可用 Holling - II 模型进行拟合, 经 χ^2 检验, 表明模拟后的方程可用来描述四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜的捕食功能反应情况, 该结果与目前大多数天敌昆虫对它们的功能反应^[11-13] 相一致。虽然在试验设计的密度范围内, 随着桃蚜密度的增加, 四斑广盾瓢虫的捕食量随着增大, 但是寻找效应降低。由四斑广盾瓢虫自身密度干扰反应试验得知, 随着四斑广盾瓢虫自身密度的增加, 相互间存在一定的干扰作用。由最佳寻找密度估算

李水清, 张琳琳. 假臭草杀虫成分的微波辅助提取及生物活性[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1): 136–138.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.01.046

假臭草杀虫成分的微波辅助提取及生物活性

李水清, 张琳琳

(长江大学化学与环境工程学院, 湖北荆州 434023)

摘要:在微波加热条件下, 以石油醚、三氯甲烷、乙酸乙酯、丙酮、乙醇为溶剂对假臭草叶干粉进行提取, 研究了上述溶剂提取物对蓼蓝齿胫叶甲幼虫的触杀、胃毒及拒食活性的影响。研究表明, 各溶剂提取物对蓼蓝齿胫叶甲幼虫均具有一定的触杀、胃毒和拒食活性, 其中以乙醇提取物的触杀作用最强, 处理后 48 h 的校正死亡率达到 39.22%; 丙酮提取物的胃毒活性和拒食活性最强, 处理 48、72 h 后分别达到 45.27%、46.67%。

关键词:假臭草; 蓼蓝齿胫叶甲; 触杀; 胃毒; 拒食

中图分类号:S482.3⁺⁹ **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)01-0136-03

假臭草 (*Eupatorium catarium*) 是菊科泽兰属一年生草本植物。在国内, 假臭草于 20 世纪 80 年代在香港首次被发现, 但一直被误认为是熊耳草 (*Ageratum houstonianum* Mill), 直到 1995 年才被鉴定。上世纪 90 年代假臭草开始在深圳出现, 现在已经占领了广东、福建、澳门、香港、台湾、海南等沿海地区大部分荒地、荒地、滩涂、林地、果园。由于假臭草对土壤肥力的吸收力强, 会极大地消耗土壤养分, 因此对土壤可耕性的破坏极为严重, 严重影响林木的生长^[1-2]。假臭草含有许多

具有生物活性的次生代谢产物, 如邓世明等从假臭草的 70% 乙醇提取物的乙酸乙酯萃取物中分离得到 5 种黄酮化合物^[3]。假臭草挥发油对许多植物种子萌发和生长具有抑制作用, 如邓世明等研究表明高浓度的假臭草超声提取液能显著抑制小粒的种子萌发, 抑制植物幼根的生长^[4]; 林成俊等在假臭草中分离、鉴定出一种全顺-环己烷-1,2,4-三醇的物质, 该物质能抑制萝卜和小白菜种子的萌发^[5]。假臭草的挥发油还能对昆虫和真菌能产生忌避或抑制作用^[4], 如假臭草的甲醇与乙醇的提取物均对螺旋粉虱成虫、荔枝粗胫翠尺蛾具有较强的杀虫活性和拒食活性^[7-8], 岑伊静等发现假臭草挥发油对柑橘木虱成虫也有显著的驱避作用^[9]。本试验在微波加热条件下, 以石油醚、三氯甲烷、乙酸乙酯、丙酮、乙醇为溶剂分别对假臭草中的生物活性物质进行提取, 并研究了各溶剂提取物对蓼蓝齿胫叶甲的触杀、胃毒及拒食活性的

收稿日期: 2014-03-09

基金项目: 湖北省教育厅科研项目 (编号: Q200712003); 长江大学博士科研基金。

作者简介: 李水清 (1969—), 男, 湖北仙桃人, 博士, 教授, 从事化学生态学和害虫综合治理研究。E-mail: shuiqing2000@163.com。

得知, 四斑广盾瓢虫成虫对桃蚜高龄若蚜或成蚜的最佳寻找密度为 32.31, 即以四斑广盾瓢虫控制桃蚜高龄若蚜或成蚜的益害比可设为 1:32.31, 但是四斑广盾瓢虫对桃蚜的寻找效应随着猎物密度的增加而下降, 且室内的环境条件相对简单, 试验所用的小塑料杯也会缩短四斑广盾瓢虫对猎物的寻找时间, 而田间的环境条件相对比较复杂, 势必会影响四斑广盾瓢虫对桃蚜的捕食情况, 拟定益害比为 1:32.31, 也没有考虑到若蚜的情况, 这个结果可能与田间实际情况有偏差, 因此在实际应用时, 应当结合实际的田间条件应用该天敌。但是该试验结果对实际生产还是有一定的参考价值。

本试验所用的试虫为未分雌雄的混合种群, 雌虫、雄虫及若虫各自对桃蚜的捕食功能反应有待于深入研究。

参考文献:

- [1] 张 钊. 桃蚜的发生及防治[J]. 现代农村科技, 2009(13): 20.
- [2] 李明桃. 桃蚜的生物学特性与防治措施[J]. 农业灾害研究, 2013, 3(2): 1–4.
- [3] 曾 斌. 异色瓢虫人工大量繁殖与田间释放技术研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013: 4–6.
- [4] 郝丹青, 郝丹东. 七星瓢虫对桃蚜的捕食功能反应研究[J]. 农业

- 科学研究, 2005, 26(2): 18–20.
- [5] 王延鹏, 吕 飞, 王振鹏. 异色瓢虫开发利用研究进展[J]. 华东昆虫学报, 2007, 16(4): 310–314.
- [6] Holling C S. Some characteristics of simple type of predation and parasitism[J]. Canadian Entomologist, 1959, 91: 385–398.
- [7] Hassell M R, Varley G C. New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control[J]. Nature, 1969, 223: 1133–1137.
- [8] 邹运鼎, 耿继光, 陈高潮, 等. 异色瓢虫若虫对麦二叉蚜的捕食作用[J]. 应用生态学报, 1996, 7(2): 197–200.
- [9] 陈国华, 陶 玫, 杨本立, 等. 黑红缘瓢虫种群动态及捕食功能反应研究[J]. 云南农业大学学报, 2003, 18(2): 136–139.
- [10] 汪世泽, 夏楚贵. Holling-Ⅲ型功能反应新模型[J]. 生态杂志, 1988, 7(1): 1–3.
- [11] 辛肇军, 卓德干, 李照会. 龟纹瓢虫成虫对亚洲玉米螟卵的捕食作用[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2011, 42(2): 191–193.
- [12] 刘虎威, 宁 格, 李正跃, 等. 索乔球螋成虫对亚洲玉米螟幼虫和蛹的捕食作用研究[J]. 西南农业学报, 2014, 27(2): 631–634.
- [13] 林长春, 陈国华, 陶 玫, 等. 异色瓢虫对异毛真胸蚜的捕食功能反应研究[J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(3): 364–368.