

文章编号: 1001— 411X (2001) 01— 0042— 04

短管赤眼蜂对小菜蛾卵的寄生率模型

何余容¹, 吕利华², 庞雄飞¹

(1 华南农业大学昆虫生态研究室, 广东 广州 510642; 2 广东省农科院植物保护研究所, 广东 广州 510640)

摘要:应用二次正交旋转组合设计方法, 以小菜蛾卵作为目标寄主卵, 在室内模拟研究了赤眼蜂蜂量、寄主卵密度、搜索空间大小和植株体积与短管赤眼蜂寄生率的关系. 结果表明, 赤眼蜂蜂量是影响短管赤眼蜂寄生率的主因素, 植株大小、搜索空间也对寄生率形成极显著的影响, 寄主卵量则对寄生率没有任何影响; 因子之间的交互作用对寄生率的影响以蜂量和植株大小的交互作用最大, 其次是蜂量与寄主卵量、寄主卵量与植株大小的交互作用. 短管赤眼蜂对小菜蛾卵有较强的寄生率, 且短管赤眼蜂之间存在相互干扰现象. 在此基础上建立了短管赤眼蜂对小菜蛾卵寄生率的二次回归模型.

关键词:短管赤眼蜂; 小菜蛾; 二次正交旋转组合设计; 寄生率; 二次回归模型

中图分类号: Q968.1 文献标识码: A

赤眼蜂蜂量与目标害虫卵之间的数量关系, 在田间对寄主卵的搜索能力及扩散距离是确定赤眼蜂放蜂量和放蜂布局的主要依据^[1, 2]. 赤眼蜂在田间对寄主卵的寄生率除取决于蜂本身的搜索能力、飞行能力以及风向风力外, 还取决于寄主卵的密度、寄主植物的体积和田间植被的覆盖情况^[3~9]. 本文选取对小菜蛾寄生能力较强的短管赤眼蜂^[7, 8], 利用小菜蛾卵作寄主, 在室内模拟田间进行影响赤眼蜂寄生率的因素研究, 为田间大面积的应用提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 材料

供试蜂种: 短管赤眼蜂 *Trichogramma pretiosum* Riley 由广东省昆虫所提供, 来自美国. 赤眼蜂以紫

外光杀过的新鲜米蛾卵在 28℃条件下繁殖.

寄主: 小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.) 在室内以盆栽的菜心苗饲养, 用张敏玲^[9]介绍的方法获得小菜蛾卵卡.

1.2 方法

选择赤眼蜂蜂量、寄主卵密度、搜索空间大小和植株体积 4 个因子作为参试因子. 采用四因子二次正交旋转组合设计^[10], 试验共 36 个处理, 3 次重复. 参试因子的水平编码见表 1.

不同的搜索空间是按试验需要, 用透明塑料胶片粘成不同体积的园筒, 试验时用白布封盖园筒的一端, 另一端则扣在不同生育期的盆栽菜心苗上. 试验时, 将不同体积的园筒罩在不同体积的菜心植株上, 一端用细白布扎紧封口, 接入一定数量的小菜蛾

表 1 赤眼蜂寄生率研究的参试因子及水平编码

Tab. 1 Factors affecting parasitism and their levels

编码值 X_i	蜂量 N_1	卵密度 N_2	搜索空间 N_3	植株大小 N_4
level of factor	parasitoid numbers/ 头	host egg density/ 粒	searching volume size/ cm^3	crops period
— 2	2	20	600	子叶期
— 1	4	40	1 700	3 叶期
0	6	60	2 800	5 叶期
1	8	80	3 900	7 叶期
2	10	100	5 000	9 叶期
X_i	$(N_1 - 6) / 2$	$(N_2 - 60) / 20$	$(N_3 - 2\ 800) / 1\ 100$	$(N_4 - 5) / 2$

成虫(雌雄配对)让其产卵, 1 d 后统计菜心苗上的小菜蛾卵数, 然后将成虫放出, 接入相应数量新羽化充分交配的赤眼蜂雌蜂让其寄生, 并在植株上挂上浸

有♀为 30% 蜂蜜的棉条补充营养, 待寄主卵发黑后(3~4 d)检查结果寄生率. 试验结果的统计和分析用 DPS 软件进行处理.

收稿日期: 2000— 02— 25 作者简介: 何余容(1963—), 女, 讲师, 博士.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39870439 和 39870441)

2 结果与分析

2.1 不同因子与短管赤眼蜂寄生率关系模型的建立
用试验结果模拟不同因子与短管赤眼蜂寄生率关系, 经过中心点的转化得到以下的二次回归模型:

$$Y=67.866\ 5+8.979\ 2x_1+0.920\ 8x_2-4.879\ 2x_3-8.737\ 5x_4+2.718\ 8x_1x_2-0.968\ 7x_1x_3-3.443\ 8x_1x_4+0.743\ 8x_2x_3+2.843\ 8x_2x_4+3.125x_3x_4-1.637\ 2x_1^2-0.863\ 2x_2^2-2.724\ 7x_3^2-1.712\ 2x_4^2$$

二次回归模型的失拟性检验和显著性检验结果为: 失拟性检验 $F_1=0.956\ 5<F_{0.1}(10, 11)=2.25$, 表明无失拟因素存在; 显著性检验 $F_2=17.127\ 5>F_{0.01}(14, 21)=3.07$, 达 0.01 显著水平, 说明该模型能较好地表达不同参试因子与短管赤眼蜂寄生率间的数量关系。

2.2 影响短管赤眼蜂寄生率的主因子效应分析
用“降维法”, 得出各参试因子对寄生率的偏回归解析子模型:

$$Y_{S_1}=67.866\ 5+8.979\ 2x_1-1.637\ 2x_1^2, \quad t_1=9.391\ 9>t_{0.001}(1, 21)=3.819; Y_{S_2}=67.866\ 5+0.920\ 8x_2-0.862\ 3x_2^2; Y_{S_3}=67.866\ 5-4.879\ 2x_3-2.724\ 7x_3^2, \quad t_3=5.103\ 2>t_{0.001}(1, 21)=3.819; Y_{S_4}=67.866\ 5-8.737\ 5x_4-1.712\ 2x_4^2, \quad t_4=9.138\ 6>t_{0.001}(1, 21)=3.819.$$

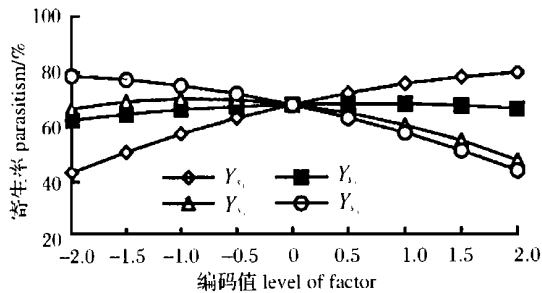


图 1 影响短管赤眼蜂寄生率的主因子分析
Fig. 1 Analysis on main factors affecting parasitism of *T. pretiosum*

从模型中分析和对回归系数进行 t 检验结果表明, 由 x_1 、 x_3 、 x_4 代表的蜂量、植株大小和搜索空间对短管赤眼蜂寄生率的影响均达极显著水平, 影响大小依次为蜂量>植株大小>搜索空间, 寄主卵量对短管赤眼蜂寄生率的影响不显著, 其中, 蜂量和寄主卵量为正作用, 而搜索空间和植株大小为负作用。

从图 1 可以看出, 短管赤眼蜂的寄生率随赤眼

蜂蜂量的加大而增加, 随植株体积的增大而减少; 寄生率随搜索空间的增加开始表现为增加随后下降, 在搜索空间编码值-1 左右达到最大, 说明搜索空间太小时蜂之间存在相互干扰现象, 从而降低了赤眼蜂对寄主卵的寄生率。短管赤眼蜂对寄主卵的寄生率有寄主卵密度依赖情况, 即随寄主卵量的增加寄生率增加, 说明短管赤眼蜂搜索能力强, 但个体间干扰作用大。

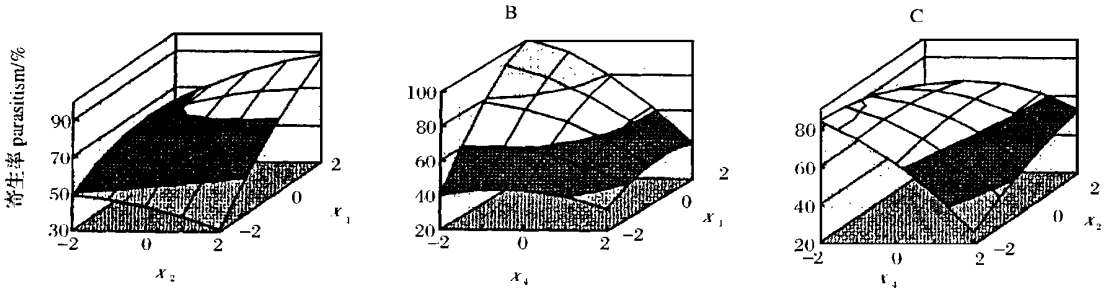
2.3 影响短管赤眼蜂寄生率的双因子效应

$$x_1x_2 \text{ 偏回归解析子模型: } Y_{S_{12}}=67.866\ 5+8.979\ 2x_1+0.920\ 8x_2+2.718\ 8x_1x_2-1.637\ 2x_1^2-0.863\ 2x_2^2, \quad t_{12}=2.521\ 6>t_{0.02}(1, 21)=2.518, \text{ 达显著水平; } x_1x_4 \text{ 偏回归解析子模型: } Y_{S_{14}}=67.866\ 5+8.979\ 2x_1-8.737\ 5x_4-3.443\ 8x_1x_4-1.637\ 2x_1^2-1.712\ 2x_4^2, \quad t_{14}=2.940\ 7>t_{0.01}(1, 21)=2.831, \text{ 达显著水平; } x_2x_4 \text{ 偏回归解析子模型: } Y_{S_{24}}=67.866\ 5+0.920\ 8x_2-8.737\ 5x_4+2.843\ 8x_2x_4-0.863\ 2x_2^2-1.712\ 2x_4^2, \quad t_{24}=2.428\ 3>t_{0.05}(1, 21)=2.08, \text{ 达显著水平。}$$

回归系数的 t 检验结果表明, b_{14} 、 b_{12} 和 b_{24} 分别达 0.01、0.02 和 0.05 的显著水平, 依次表明了蜂量与植株大小、蜂量与寄主卵量、寄主卵量与植株大小的交互作用对短管赤眼蜂寄生率的影响达显著水平。

图 2 直观地表达了各因子之间交互作用对短管赤眼蜂寄生率的影响。图 2-A 表明, 在蜂量较小时, 寄生率随寄主卵的增加而略有下降的趋势, 然而随蜂量的增加, 短管赤眼蜂的寄生率随之增加, 寄生率对寄主卵量的密度依赖程度也增加, 说明了短管赤眼蜂对小菜蛾卵有较强的寄生能力。图 2-B 表明了赤眼蜂蜂量与植株大小对短管赤眼蜂寄生率的交互影响, 短管赤眼蜂寄生率随蜂量的增加迅速增加, 而随植株体积的增加, 寄生率对蜂量增加的依赖程度逐渐减小。图 2-C 表明, 随植株体积的增加, 短管赤眼蜂的寄生率迅速降低, 而寄主卵量的增加减弱了这种降低的趋势。

综合各个参试因子单独或交互作用对短管赤眼蜂寄生率的影响, 可以发现, 赤眼蜂蜂量是影响其寄生率的主因素, 植株大小、搜索空间依次也对寄生率形成极显著的影响, 寄主卵量则对寄生率没有任何影响; 因子之间的交互作用对寄生率的影响以蜂量和植株大小的交互作用最大, 其次是蜂量与寄主卵量、寄主卵量与植株大小的交互作用。



x_1 —蜂量 the number of parasitoids x_2 —寄主卵量 the density of host eggs x_4 —植株大小 the size of the crops

图 2 影响短管赤眼蜂寄生率的双因子效应分析

Fig. 2 Analysis on interaction of different factors affecting parasitism of *T. pretiosum*

3 讨论

3.1 赤眼蜂在田间的寄生率与寄主卵的数量有一定的关系,通常在寄主密度高时赤眼蜂容易在田间找到寄主卵,因此寄生率也相应增加^[1]. 本研究结果表明,短管赤眼蜂的寄生率有寄主卵密度依赖情况,随寄主卵量的增加,寄生率增加,说明短管赤眼蜂搜索能力强.

3.2 寄主植物的大小、体积以及植物叶子的表面结构和表面积等都是影响赤眼蜂寄生率的因素^[12 13]. 据报道,赤眼蜂在植株内的寄生率随搜索面积的增加而减少^[14]. 本研究结果表明植株体积是影响短管赤眼蜂寄生率的主因素,植株越大,赤眼蜂需搜索的面积增加,从而间接影响了赤眼蜂对寄主卵搜索的成功率.

3.3 从总体上看,短管赤眼蜂对小菜蛾卵的寄生率较强,但短管赤眼蜂之间存在相互干扰现象,当蜂量过大、寄主密度过小、搜索空间和寄主植物的体积较小时,成蜂之间由于相互干扰产生排斥,从而降低其相应的寄生率.

参考文献:

[1] SMITH S M. Biological control with *Trichogramma*: Advances successes and potential of their use[J]. Ann Rev Entomol, 1996 (41): 375—406.

[2] STINNER R E. Efficacy of inundative release[J]. Ann Rev Entomol, 1977, (22): 515—531.

[3] ABLES J R, McCommas D W. Effect of cotton plant size, host egg location, and location of parasite release on parasitism by *Trichogramma pretiosum*[J]. Southwest Entomol, 1980, (5): 261—264.

[4] BIGLER F, BIERI M. Variation in locomotion between labor-

ratory strains of *Trichogramma maidis* and its impact on parasitism of egg of *Ostrinia nubilalis* in the field[J]. Entomol Exp Appl, 1988 (49): 283—290.

[5] KELLER M A, LEWIS W J. Biological and practical significance of movement by *Trichogramma* species: A review[J]. Southwest Entomol, 1985, (8): 138—155.

[6] KEMP W P, SIMMONS G A. The influence of stand factors on parasitism of spruce budworm eggs by *Trichogramma minutum*[J]. Environ Entomol, 1978, (7): 685—688.

[7] WUNRER B G, HASSAN S A. Selection of effective species/strains of *Trichogramma* to control the diamondback moth *Plutella xylostella*(L)[J]. J Appl Ent, 1993, 116(1): 80—89.

[8] VASQUEZ L A, HOFFMAN G M. Laboratory evaluation of commercial *Trichogrammatid* products for potential use against *Plutella xylostella*(L) (Lepidoptera: Plutellidae) [J]. Bio Contr, 1997, (9): 143—148.

[9] 张敏玲, 庞雄飞. 赤眼蜂防治小菜蛾的问题[J]. 生态科学, 1995, 2: 84—87.

[10] 丁希泉. 农业应用回归设计[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1986 121—174

[11] SMITH S M. Factors affecting inundative releases of egg parasite *Trichogramma minutum* against the spruce budworm[J]. J Appl Entomol, 1986, (101): 29—39.

[12] THORPE K W. Effect of height and habitat type on eggs parasitism by *Trichogramma minutum* and *T pretiosum*[J]. Agric Ecosyst Environ, 1985 (12): 117—126.

[13] ANDOW D A, PROKRYM D R. Plant structural complexity and host—finding by a parasitoid[J]. Oecologia, 1991, (82): 162—165.

[14] KANOUR W W, BURBUTIS P P. *Trichogramma nubilale* field releases in corn and a hypothetical model for control of European corn bore[J]. J Econ Entomol, 1984 (18): 698—704

A Parasitism Model of *Trichogramma pretiosum* to
the Eggs of *Plutella xylostella* (L.)

HE Yu-rong¹, Lü Li-hua², PANG Xiong-fei¹

(1 Laboratory of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

(2 Institute of Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In this paper, the rotational composite design of quadratic regression was used to study the effects and interactions of four factors (the number of parasitoids released, the density of host eggs, the size of searching patch and the size of the crops) on parasitism of *Trichogramma pretiosum* to the eggs of the diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* in the field. It was showed that the number of parasitoids released, the size of the crops and the size of searching patch influenced parasitism significantly in turn. The density of host eggs had only minor effect on parasitism. Interaction between the number of parasitoids released and the size of the crops was the most dominant factor among interaction of different factors affecting parasitism of *T. pretiosum*. *T. pretiosum* had a strong searching capacity to the egg of DBM, but there existed interference between individuals. Based on the data a quadratic regression parasitism model of *T. pretiosum* to the eggs of DBM was constructed.

Key words: *Trichogramma pretiosum*; *Plutella xylostella* (L.) (DBM); the rotational composite design of quadratic regression; parasitism; a quadratic regression parasitism model

【责任编辑 周志红】

(上接第 41 页)

参考文献:

[1] 翁祖信, 蒋兴祥, 肖小文. 黄瓜枯萎病抗病性鉴定方法研究——胚根接种法[J]. 中国蔬菜, 1985 (2): 30—33.

[2] 李树德, 方智远, 李明远, 等. 中国主要蔬菜抗病育种进展[M]. 北京: 科学出版社, 1995. 420—421, 439—444.

[3] 仇元, 段应科. 棉花枯萎病菌菌系培养滤液致萎力测定[J]. 植物生理学报, 1963 6(2): 215—223.

[4] GAUMAN E. Fusaric acid as a wilt toxin[J]. Phytopathol, 1957, 47: 342—357.

[5] 周凯南, 张立修, 吕士恩, 等. 植物致病镰刀菌毒素滤液浸苗鉴定作物苗期抗病性[J]. 山东农业大学学报, 1989, (4): 45—49.

Studies on Techniques of *in vitro* Evaluation of Fusaric
Wilt-Resistance in Cucumber

ZHAO Xiu-juan, WU Ding-hua

(Dept. of Horticulture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: Influence of two kinds of selection agents on the tissue culture of ten genotypes with different resistance to fusarium wilt in cucumber were studied. The results showed that the suitable agents of *in vitro* evaluation were the culture filtrates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* (FOC) and 1 mg/L crude fusaric acid (FA) extracts, and the suitable period for identification was the induction of callus phase. The tissue culture resistance to agents showed consistence with the seedling resistance to the pathogen.

Key words: cucumber; fusaric wilt; resistance evaluation *in vitro*; tissue culture; selection agent

【责任编辑 柴焰】